مجموعه مقالات ارائه شده در

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی

ماهی‌شناسی ایران

Proceedings of

The 9th national and 1st international

Iranian Conference of Ichthyology

إِنّ فِی خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّیْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْکِ الَّتِی تَجْرِی فِی الْبَحْرِ بِمَا یَنْفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنْزَلَ اللّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَاءٍ فَأَحْیَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِیهَا مِنْ کُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِیفِ الرِّیَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَیْنَ السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَآیَاتٍ لِقَوْمٍ یَعْقِلُونَ

محققا در خلقت آسمانها و زمین و رفت و آمد شب و روز، و کشتی‌ها که بر روی آب برای انتفاع خلق در حرکت است، و بارانی که خدا از بالا فرو فرستاد تا به آن آب، زمین را بعد از مردن زنده کرد و سبز و خرّم گردانید، و در پراکندن انواع حیوانات در زمین، و گردانیدن بادها (به هر طرف) و در خلقت ابر که میان زمین و آسمان مسخّر است، در همه این امور ادلّه‌ای واضح برای عاقلان است.

Indeed in the creation of the heavens and the earth, and the alternation of night and day, and the ships that sail at sea with profit to men, and the water that Allah sends down from the sky—with which He revives the earth after its death, and scatters therein every kind of animal—and the changing of the winds, and the clouds disposed between the sky and the earth, there are surely signs for a people who exercise their reason.

(قرآن کریم، سوره بقره، آیه ۱۶۴-Quran 2.164)

«صدق الله العلی العظیم»

مجموعه مقالات ارائه شده در

نهمین همایش ملی و اولین همایش بین المللی ماهی شناسی ایران

طراحی و تدوین

سید حامد موسوی ثابت

ویراستاران

مسعود ستاری، جاوید ایمانپور نمین، کاترینا فاجو

مهدی بی باک، منوچهر نصری، محمد فروهر واجارگاه، امیر پور شبانان، حدیث عباسی

Proceedings of
The 9th National and 1st International

Iranian Conference of Ichthyology

Designed & Edited by:

Hamed Mousavi-Sabet

Co-Editors:

M. Sattari, J. Imanpour, C. Faggio

M. Bibak, M. Nasri, M. Forouhar, A. Pourshabanan, H. Abbasi

پیشگفتار

با استعانت از قادر متعال و به همت دانشگاه گیلان و انجمن ماهی شناسی ایران، « نهمین همایش ملی و اولین همایش بین المللی ماهی شناسی ایران » با هدف هم اندیشی، هم افزایی و به روز رسانی دانش در حوزه های مختلف تنوع زیستی ماهیان، حفاظت از ماهیان بومی وصیانت از زیست بوم های آبی ایران، در روزهای چهارم و پنجم آبان ماه یک هزار و چهارصد خورشیدی به صورت برخط به میزبانی دانشگاه گیلان برگزار شد. مدیریت نا صحیح منابع طبیعی در جهانی که در حال گرم شدن است، تهدیدات متعددی را متوجه تنوع زیستی و ذخایر ماهیان کرده است. بنابراین برگزاری چنین رویدادهایی با هدف روشنگری و بیان نقطه نظرات و هشدارها به تصمیم گیران ضروری بنظر می رسد. در این گردهمایی دو روزه مفتخر به میزبانی قریب به دو هزار نفر از محققین تراز اول دنیا از بیست و پنج کشور از آسیا، اروپا، افریقا، اقیانوسیه، آمریکای جنوبی و شمالی بودیم، و البته دیدنوهای سخنرانیها و پوسترها که تا این تاریخ بیش از بیست هزار مرتبه مورد بازدید قرار گرفته اند و در آینده نیز در دسترس علاقمندان قرار خواهند داشت. امید است این حرکت جامعه علمی کشور که در راستای رسالت صاحبان اندیشه برای شناخت، حفاظت و صیانت از ذخایر زیستی ماهیان صورت پذیرفت، مورد قبول حضرت حق قرار گیرد، انشاء الله.

سید حامد موسوی ثابت

دبیر همایش

Introduction

With the the support of the University of Guilan and the Iranian Society of Ichthyology, the "Ninth National and the First International Iranian Conference of Ichthyology" with the goal of exchanging ideas, synergy and updating knowledge in various areas of fish biodiversity, conservation of native fish species and protection of aquatic ecosystems were held online on the 4th and 5th of November 2021, hosted by the University of Guilan. Inappropriate and irresponsible management of natural resources in the warming world imposes a number of serious threats to fish biodiversity and stocks. Therefore, holding such events with the aim of enlightening and expressing scientific viewpoints and warnings to decision makers deemed necessary. The two-day gathering hosted approximately 2,000 world-class researchers from twenty-five countries of Asia, Europe, Africa, Oceania, South and North America. Videos and posters of the meeting have been visited over twenty thousand times so far and will still be available online.

Hamed Mousavi-Sabet

Chair of Organizing Committee

سامانه احراز اصالت نمایه سازی

پایگاه استنادی علوم جهان اسلام

عنوان همایش : نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی ماهی شناسی ایران

کد اختصاصی :۳۲۵۲۲-۰۰۲۱۰

آدرس سایت : isi-conferences.ir

برگزار کننده : دانشگاه گیلان

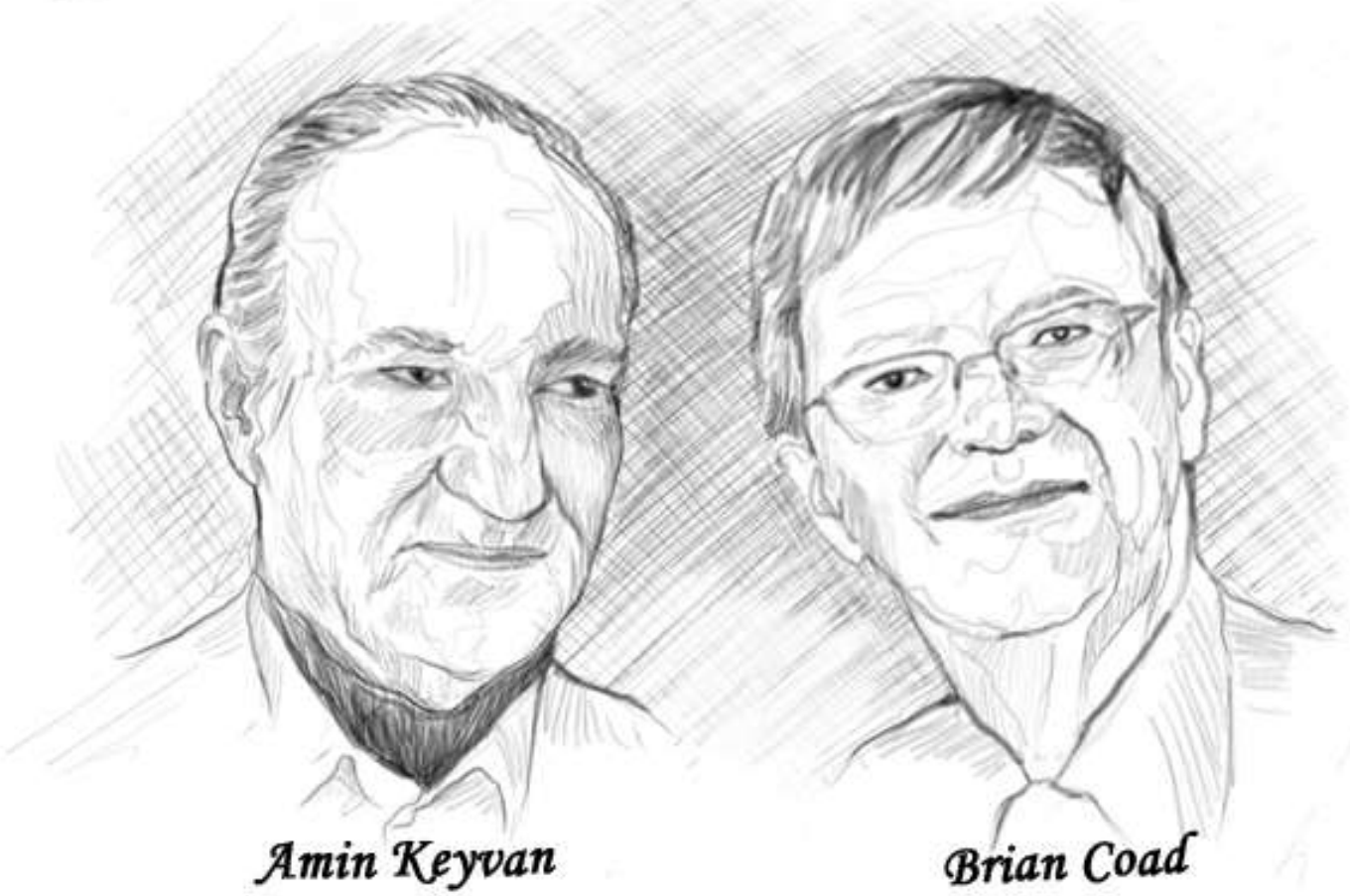
تاریخ برگزاری : 1400/08/05-1400/08/04

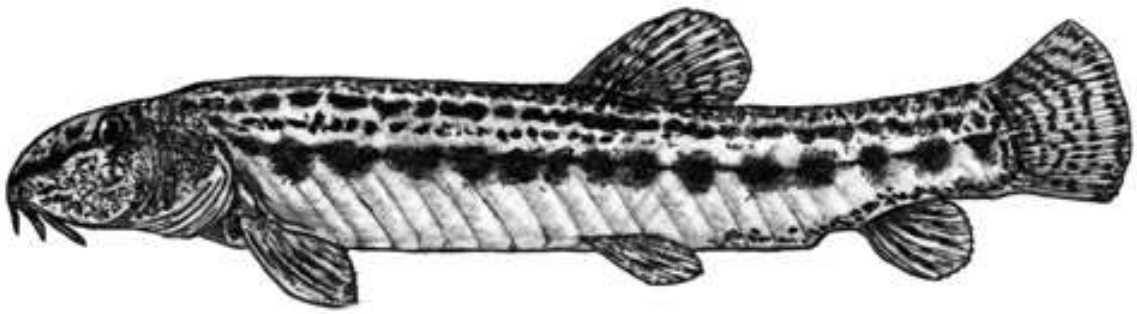
لطفا توجه نمایید آدرس (URL) این صفحه حتما می بایست با https://conf.isc.ac/ آغاز شده باشد.

ICI
2021

نکوداشت دانشمندان پیشکسوت ماهی‌شناسی ایران

Memorial of leading ichthyologists of Iran





The 9th national and 1st International

Iranian Conference of Ichthyology

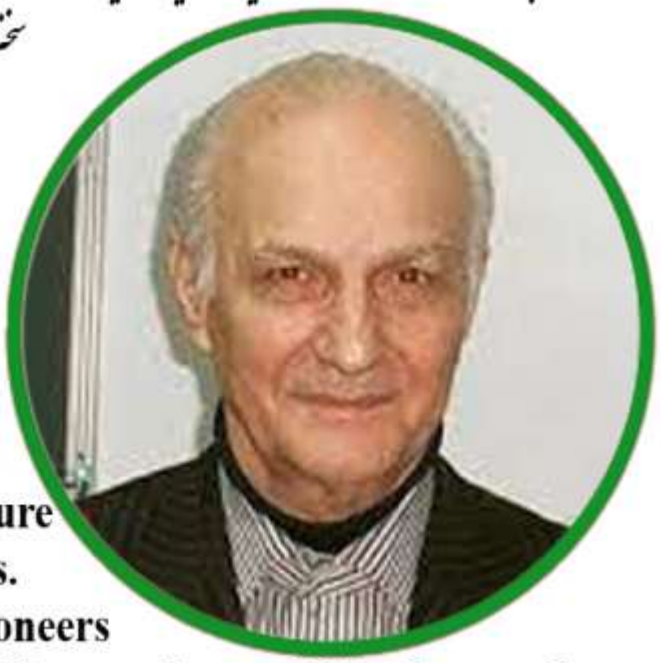
26-27 October | Rasht | IRAN

براین کد در سال ۱۹۷۰ از انگلستان به کانادا مهاجرت کرد و در دسامبر ۱۹۷۵ دکترای خود را از دانشگاه اتاوا اخذ کرد. اولین شغل وی به عنوان استاد دانشگاه در ژانویه ۱۹۷۶ و در دانشگاه شیراز بود. او در سال ۱۹۷۹ پس از انقلاب اسلامی به کانادا بازگشت و به عنوان متصدی ماهی ها و پژوهشگر ارشد در موزه طبیعت تاریخ طبیعی اتاوا مشغول به کار شد و در سال ۲۰۱۶ در سن هفتاد سالگی بازنشسته شد. او بیش از دویست مقاله و یادداشت در مورد ماهی های خاورمیانه، به ویژه ماهی های ایران، منتشر کرده و بیش از دوازده گونه جدید را توصیف کرده است. کتاب های وی شامل ماهی های استان تهران و مناطق مجاور، ماهی های آب شیرین عراق، ماهی های افغانستان و کپورماهیان ایران است. همچنین، صدها مطالعه در مورد ماهی های کانادا و موارد دیگر شامل کتاب هایی مانند ماهی های منطقه پایتخت ملی کانادا، راهنمای ماهی های ورزشی اقیانوس اطلس کانادا و نیوانگلند، تکنیک های سفر های علمی: ماهی ها، دایره المعارف ماهی های کانادا و ماهی های دریایی قطب شمال کانادا هستند که مورد اخیر برنده جایزه بهترین کتاب مرجع سال ۲۰۱۸ شد.

Brian W. Coad emigrated from England to Canada in 1970 and received his Ph.D. from the University of Ottawa there in December 1975. His first employment was as a professor at Shiraz University in January 1976. He returned to Canada in 1979 after the Islamic Revolution and became Curator of Fishes and Senior Research Scientist at the Canadian Museum of Nature in Ottawa, retiring in 2016 at the age of 70 years. He has published over 200 articles and notes on Middle Eastern fishes, principally those in Iran, and has described over two dozen new taxa. Books include Fishes of Tehran Province and adjacent areas, Freshwater Fishes of Iraq, Fishes of Afghanistan and Carps and Minnows of Iran. As well, hundreds of studies on Canadian fishes and others include such books as Fishes of Canada's National Capital Region, Guide to the Sport Fishes of Atlantic Canada and New England, Expedition Field Techniques: Fishes, Encyclopaedia of Canadian Fishes and Marine Fishes of Arctic Canada, the latter winning a prize for the best reference book of 2018.

امین کیوان

امین کیوان در سال ۱۳۰۷ در آستارا متولد شد. او استاد رشته آبزیان بود و از او به عنوان پدر علم شیلات یاد می شود. امین کیوان از استادان بنیانگذار و پیشکسوت شیلات ایران بود که در گستره علوم و فنون شیلاتی، تالیفات با ارزشی در نیم قرن اخیر در داخل و خارج از ایران، از خود بر جای گذاشت. ایشان دارای یک مدرک دکتری حرفه ای دامپزشکی از دانشگاه تهران و سه مدرک دکتری تخصصی علوم آزمایشگاهی تشخیص طبی، ماهی شناسی با گرایش ایمونولوژی و خون شناسی و زیست شناسی دریایی از کشور فرانسه بوده است. ایشان در عین حال به عنوان افسر نیروی دریایی ارتش به میهن خدمت نمود. ایشان بنیانگزار رشته مهندسی شیلات در دانشگاه آزاد اسلامی بوده است که تربیت و پرورش شاگردان زیادی را به همراه داشته است. کتاب ماهیان خاویاری ایران از ارزشمندترین تالیفات ایشان بوده است. او در سال ۱۳۸۶ در سن ۷۹ سالگی هنگام سخنرانی در ارتباط با کنفرانس تحقیقاتی تالاب انزلی در محل دوران کودکی خود درگذشت.



Amin Keyvan was born in 1929 in Astara. He used to be a professor of aquaculture and is known as the father of Iranian fisheries. Amin Keyvan was one of the founders and pioneers of Iranian fisheries and in the span of past 50 years has published several valuable publications in the field of fisheries science and technology in Iran and abroad. He held a professional doctorate degree in veterinary medicine from the University of Tehran and three specialized doctorate degrees in laboratory sciences on medical diagnostics, fisheries with a focus on immunology, and hematology and marine biology from France universities. He also served as naval army officer for his homeland country. He was the founder of fisheries engineering at the Islamic Azad University, which has trained several students in this field. The book of Iranian sturgeons has been one of his most valuable works. He passed away in 2007 at the age of 79 during a presentation in a conference on Anzali Wetland in his childhood city of Anzali.

پوستر و اعلانات کنفرانس

Conference Poster and Announcements

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی

ماهی‌شناسی ایران

۴-۵ آبان ماه ۱۴۰۰ | رشت | ایران

The 9th national and 1st International

Iranian Conference of Ichthyology

26-27 October | Rasht | IRAN

Paper submission:
7th Oct. 2021

مهلت ارسال مقالات:
۱۵ مهر ماه ۱۴۰۰

Website: isi-conferences.ir آدرس وبسایت:

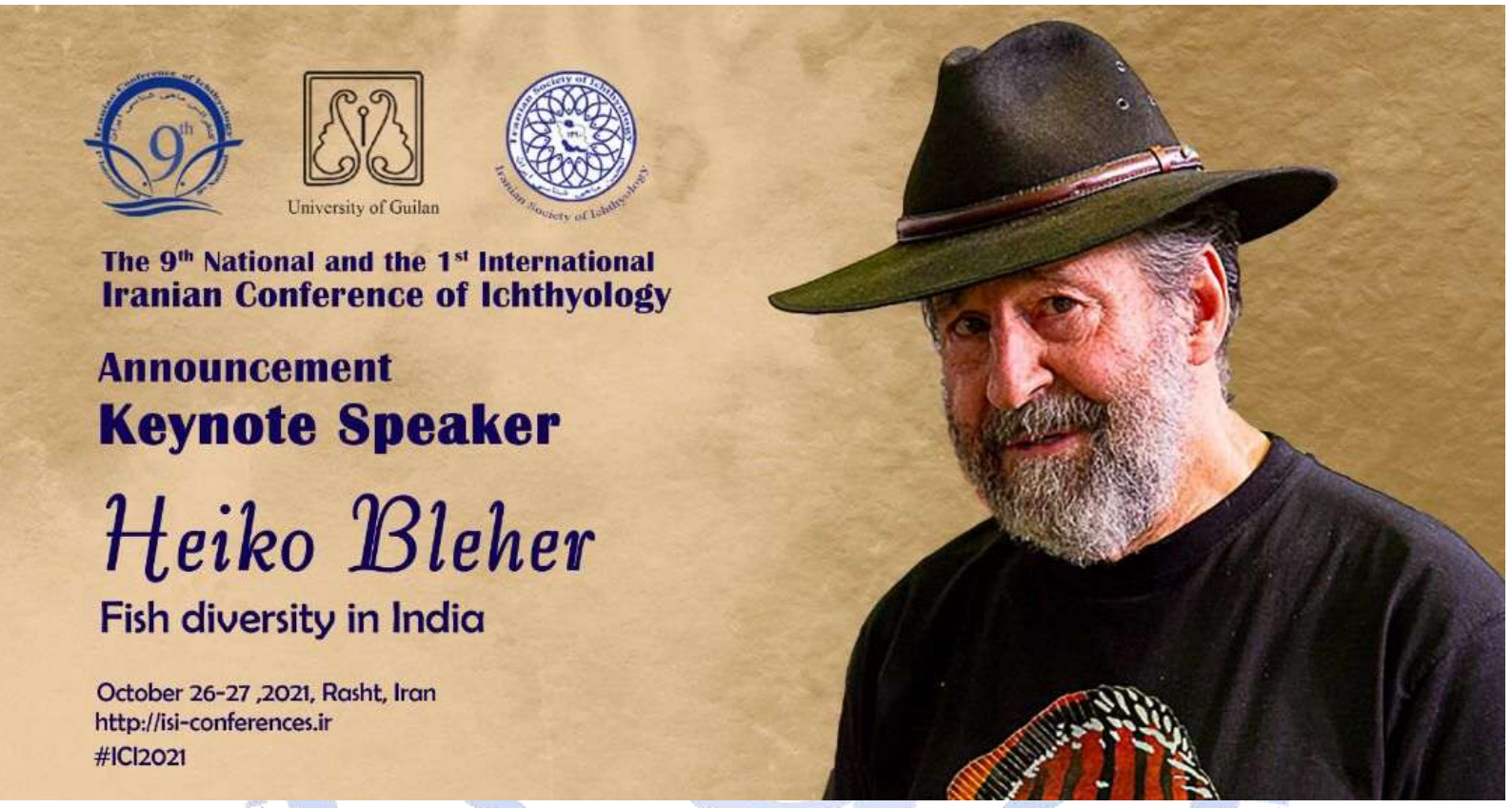
E-mail: isi.conferences.ir@gmail.com ایمیل:

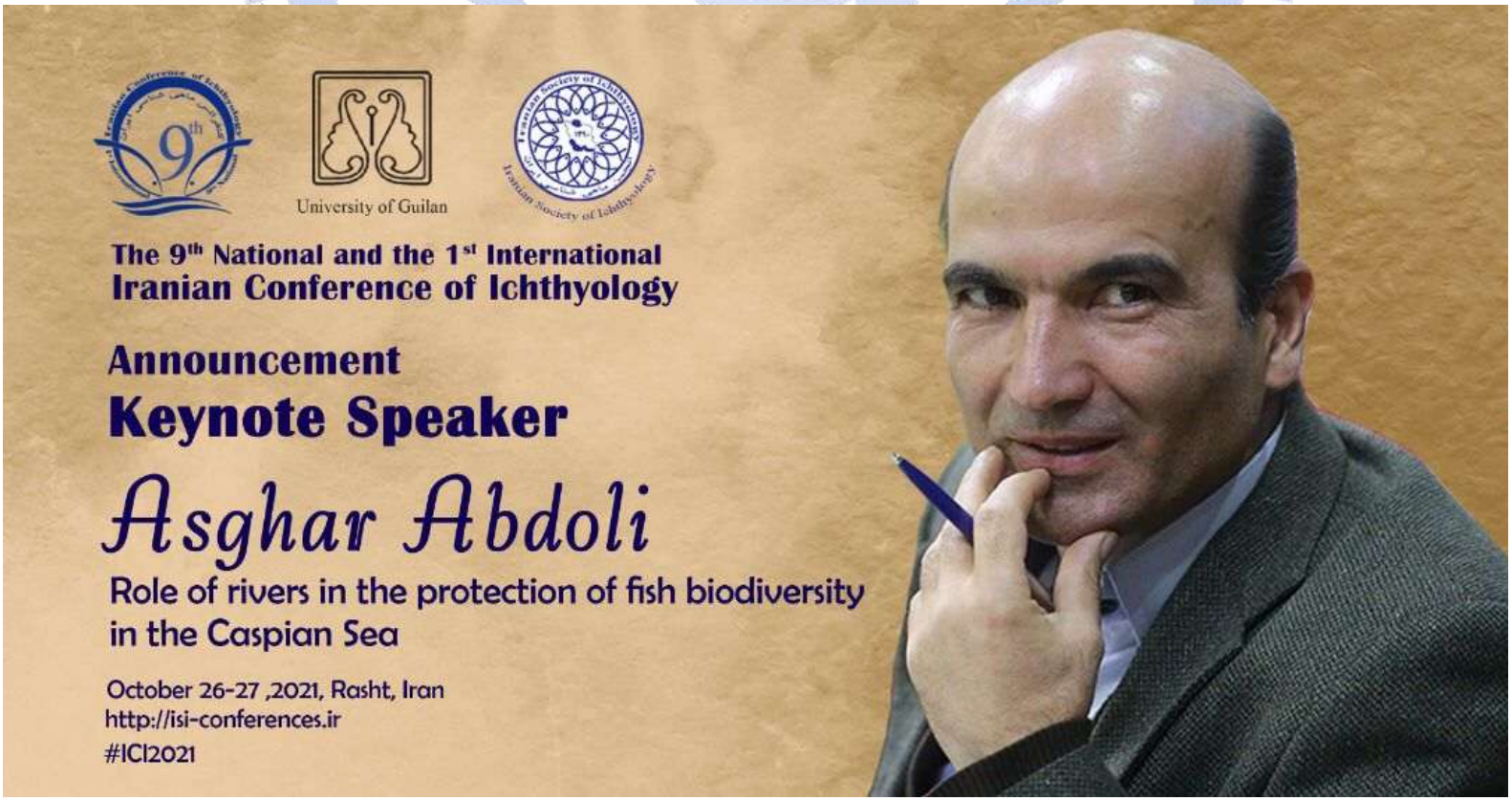
Secretariat Address: Faculty of Natural Resources
University of Guilan, Iran
Tel: +98 13 4432 3024 Fax: +98 13 4432 2102

آدرس دبیرخانه: دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی
تلفن: ۳۰۲۴ ۴۴۳۲ (۰۱۳) فکس: ۲۱۰۲ ۴۴۳۲ (۰۱۳)

University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Axel Meyer
Genomics of adaptation and speciation
in cichlid fishes
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021

University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Hamid Reza Esmaeili
New frontiers in ichthyology of Iran
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021


University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Heiko Bleher
Fish diversity in India
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021


University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Asghar Abdoli
Role of rivers in the protection of fish biodiversity
in the Caspian Sea
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021

University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Jörg Freyhof
Biogeographic patterns of freshwater fish distributions in the Euphrates and Tigris
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021

University of Guilan
The 9th National and the 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Announcement
Keynote Speaker
Ekaterina Vasil'eva
Phylogenetic relationships, taxonomy and diagnostics of spined loaches (Cobitidae: Cobitis, Sabanejewia) of the Caspian Sea basin
October 26-27 ,2021, Rasht, Iran
http://isi-conferences.ir
#ICI2021

ICI
2021

برنامه کنفرانس

Conference Program

Session 1: Ichthyodiversity

Tuesday 26th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Dr. Hamid Reza Esmaeili

New frontiers in ichthyology of Iran

09:00 - 09:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Dr. Bakhtiyor Sheraliev

Freshwater fish diversity in Uzbekistan

09:35 - 09:55 (GMT +3:30)

Dr. Cüneyt Kaya

Recent taxonomic status and problems of the genus *Capoeta* in Anatolia

10:00 - 10:20 (GMT +3:30)

Session 2: The Indo-Pacific,Persian Gulf and Gulf of Oman

Tuesday 26th October 2021

Keynote Speaker

Dr. Helen Larson

Why gobies? An attempt to bring gobioids to everyone

10:30 - 11:00 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Asst. Prof. Dr. M.S. Alavi-Yeganeh

Mullets in the Persian Gulf and the Oman Sea; a complex of cryptic species?

11:05 - 11:25 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. F. Yazdani-Moghadam

Phylogeny and species delimitation of Grunts in the Indo West Pacific

11:30 - 11:50 (GMT +3:30)

Assoc. Prof. Dr. F. Owfi

The conservation status of marine fishes of the Persian Gulf and Gulf of Oman

11:55 - 12:15 (GMT +3:30)

Session 3: Evolution and Genetics

Tuesday 26th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Dr. Axel Meyer

Genomics of adaptation and speciation in cichlid fishes

13:00 - 13:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Assoc. Prof. Dr. Iraj Hashemzadeh

eDNA as a key for the black box of subterranean life: Subterranean fishes in the Zagros Mountains of Iran

13:35 - 13:55 (GMT +3:30)

Prof. Dr. Joaquin Gutierrez

The musculoskeletal system controls muscle regeneration in Gilthead Sea Bream

14:00 - 14:20 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Mehdi Ghanbarifardi

Structural changes in hemoglobin and collagen proteins in mudskippers for terrestrial life

14:25 - 14:45 (GMT +3:30)

Session 4: Fishes of the Euphrates and Tigris drainages

Tuesday 26th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Dr. Jörg Freyhof

Biogeographic patterns of freshwater fish distributions in the Euphrates and Tigris

15:00 - 15:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Asst. Prof. Dr. Ali Gholamifar

Ichthyodiversity of the Tigris-Euphrates basin based on the ancient artworks

15:35 - 15:55 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Abbas Jasem

Checklist of freshwater fishes of Iraq

16:00 - 16:20 (GMT +3:30)

Dr. Amir Pourshabanan

Investigation of diversity and phylogenetic relationships of the subfamily Leuciscinae species (Order: Cypriniformes) in the Tigris basin, Iran

16:25 - 16:45 (GMT +3:30)

Session 5: Fishes of the Oriental region

Wednesday 27th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Heiko Bleher

Fish diversity in India

08:30 - 09:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Asst. Prof. Dr. Manoochehr Nasri

Biogeography of oriental fishes in Iran

09:35 - 09:55 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Shubhajit Saha

Water quality and ichthyofaunal diversity of Kundipur Lake, a tropical freshwater oxbow lake in eastern India: an ecological approach

10:00 - 10:20 (GMT +3:30)

Session 6: Fishes of the Caspian Sea basin

Wednesday 27th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Dr. Ekaterina Vasil'eva

Phylogenetic relationships, taxonomy and diagnostics of spined loaches (Cobitidae: *Cobitis*, *Sabanejewia*) of the Caspian Sea basin

10:30 - 11:00 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Assoc.Prof. Dr. Rahman Patimar

Biological conservation study of fishes in Iran: status and importance (freshwater and Caspian Sea realms)

11:05 - 11:25 (GMT +3:30)

Prof. Dr. Rasoul Ghorbani

A review of studies on the identification of common carp populations on the southern shores of the Caspian Sea

11:30 - 11:50 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Keyvan Abbasi

An Updated checklist of fish species in the southern Caspian Sea (Iran)

11:55 - 12:15 (GMT +3:30)

Session 7: Ecology and Conservation

Wednesday 27th October 2021

Keynote Speaker

Prof. Dr. Asghar Abdoli

Role of rivers in the protection of fish biodiversity in the Caspian Sea

13:00 - 13:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Prof. Dr. Ali Serhan Tarkan

Invasiveness risk of non-native aquatic species in a warming world

13:35 - 13:55 (GMT +3:30)

Prof. Dr. Ali Bani

Classification of fishes based on reproductive characteristics: A case study of the Caspian fishes

14:00 - 14:20 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Hosein Mostafavi

Forecasting of climate change impacts on the riverine fish species richness in Iran

14:25 - 14:45 (GMT +3:30)

Session 8: Pollutions and Ecotoxicology

Wednesday 27th October 2021

Keynote Speaker

Senior Research Assoc. Dr. Marko Prokic

Effects of microplastics on aquatic organisms

15:00 - 15:30 (GMT +3:30)

Invited Speakers

Assoc. Prof. Dr. Seyed Ali Johari

A review of studies on the use of fish in aquatic (nano)toxicology studies together with providing tips on following the principles of 3Rs for fish welfare

15:35 - 15:55 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Paulraj Balaji

Fumaronitrile and its toxicological effects on Oreochromis mossambicus

16:00 - 16:20 (GMT +3:30)

Asst. Prof. Dr. Saeed Shafiei Sabet

Anthropogenic sound and the underwater environment: recent behavioural studies in Iran

16:25 - 16:45 (GMT +3:30)

مشاهده سخنرانیهای ضبط شده سخنرانان کلیدی و مدعو

Watching the keynote and Invited speakers recorded presentations

ویدئوی ضبط شده سخنرانی های آنلاین (شامل سخنرانان کلیدی و مدعو) ارائه شده در نهمین کنفرانس ماهی شناسی، بصورت یکجا در وبسایت گلوانی به آدرس زیر آرشیو شده و در دسترس علاقمندان قرار دارند:

The recorded online presentations (including keynote and invited speakers) presented at the ICI 2021 are archived on the GOLVANI website at the following address:

https://b2n.ir/golvani55

همچنین در صفحه گلوانی در بستر نماشا به آدرس زیر قابل دانلود می باشند:

These can also be downloaded at the following address:

https://www.namasha.com/golvaninews

ICI
2021

ارائه های برتر منتخب کمیته داوران

The best presentations selected by the jury

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Genomics of adaptation and speciation in cichlid fishes
by the esteemed author(s)
Axel Meyer
Has been selected as one of the best presentation at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the jury.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Why gobies? An attempt to bring gobies to everyone
by the esteemed author(s)
Helen K. Larson
Has been selected as one of the best presentation at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the jury.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Fish Diversity in India
by the esteemed author(s)
Heiko Bleher
Has been selected as one of the best presentation at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the jury.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Anthropogenic sound and the underwater environment: recent behavioural studies in Iran
by the esteemed author(s)
Saeed Shafiei Sabet1*
Has been selected as one of the best presentation at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the jury.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Potential toxic evaluation of SODIUM LAURYL SULFATE in Danio rerio
by the esteemed author(s)
Impellitteri, F., Robea, M. A., Plavan, G., Faggio, C.
Has been selected as the best poster presented at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the poster prize selection committee.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

ISC
The 9th national and 1st International
Iranian Conference of Ichthyology
Hereby we certify that the article entitled:
Effects of climate change on biodiversity of iranian aquatic ecosystems
by the esteemed author(s)
Reza Farzi; Arash Jamshidi
Has been selected as the best poster presented at "The 9th national and the 1st international Iranian Conference of Ichthyology (ICI 2021)" by the poster prize selection committee.
held on October 26-27, 2021 in University of Guilan, Rasht, Iran
Soheil Eagderi
President of Iranian Society of Ichthyology
Hamed Mousavi-Sabet
Conference Chair
Masoud Sattari
Scientific Committee Chair
BEST

قطعنامه کنفرانس

CONFERENCE RESOLUTION

قطعنامه همایش

با استعانت از خداوند متعال و به همت دانشگاه گیلان، انجمن ماهی شناسی ایران و پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی ایران در تاریخ چهارم و پنجم آبان ماه ۱۴۰۰ در دانشگاه گیلان برگزار گردید و موارد ذیل به عنوان قطعنامه کنفرانس مورد تاکید، تایید و تصویب قرار گرفت:

۱) با عنایت به قرارگیری فردی متخصص بر کرسی مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست، تعامل هرچه بیشتر این سازمان و دفاتر مرتبط و تخصصی آن با مراجع علمی مرضی الطرفین مانند انجمن ماهی شناسی ایران، بعنوان یک ضرورت اجتناب ناپذیر مورد انتظار است، لذا این انجمن آمادگی کامل همکاری با سازمان حفاظت محیط زیست در جهت تحقق اهداف حفاظتی آن سازمان در زمینه ماهیان کشور را دارد.

۲) انجمن ماهی شناسی ایران همواره بر ورود قانونی و ضابطه مند گونه های غیر بومی ماهیان به کشور تاکید داشته و دارد، با عنایت به سوابق موضع گیری های منطقی انجمن در این ارتباط، همچنان پرورش گونه های مهاجم ماهی تیلاپیا را در کشور مضر و دارای خسارات جبران ناپذیر می دانیم.

۳) با توجه به استقرار دولت جدید و تغییر مدیران و سیاست های مراجع و وزارت خانه های مرتبط با ماهیان، اهمیت تنوع زیستی ماهیان و ضرورت حفاظت از ذخایر ارزشمند آنان به عنوان پرتعدادترین مهره داران بومی کشور به مدیران و تصمیم گیران سازمان های حفاظت محیط زیست و شیلات و وزارتخانه های جهاد کشاورزی و نیرو گوشزد و تاکید می گردد.

۴) توصیف گونه های جدید و اندمیک ماهی در کشور قریب به ده سال است که شتاب گرفته است، با این وصف، حفاظت از این تنوع زیستی ارزشمند و زیستگاه های آنها ضرورتی اجتناب ناپذیر می باشد.

۵) از موارد موکد در قطعنامه کنفرانس های پیشین لزوم تنظیم و تدوین ضوابط و دستور العمل های اجرایی کار بر روی موجودات زنده علی الخصوص ماهیان در طبیعت و آزمایشگاه به منظور پژوهش های مورد نیاز تحت عنوان اخلاق زیستی (Bio Ethics) می باشد، که مجددا مورد تاکید قرار میگیرد.

۶) با توجه به اعلام آمادگی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل برای برگزاری دهمین کنفرانس ملی ماهی شناسی ایران و پیرو موافقت هیات مدیره انجمن، این دوره از کنفرانس در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه فوق الذکر برگزار می گردد.

۷) به پاس خدمات ارزشمند جناب آقای پروفسور برایان کد محقق برجسته و ماهی شناس کانادایی در جهت توسعه علم ماهی شناسی در ایران و همچنین تلاش های ستودنی پژوهشگر نستوه علوم آبزیان کشور مرحوم پروفسور امین کیوان، انجمن ماهی شناسی ایران این عزیزان را به عنوان برگزیده علم ماهی شناسی این دوره از کنفرانس انتخاب می نماید و از خداوند متعال برای پروفسور برایان کد آرزوی صحت و سلامت و برای روح استاد فقید پروفسور امین کیوان آرامش و شادی ابدی مسئلت دارد.

Conference resolution

With the help of God and the support of the University of Guilan and the Iranian Society of Ichthyology, the "Ninth National Conference and the First International Iranian Conference of Ichthyology" were held on the 26th & 27th October 2021, hosted by the University of Guilan and the following items were emphasized, approved and ratified a as conference resolutions:

1- Considering the appointment of an expert as the chair of the Environmental Protection Organization, the interaction of this organization and its related and specialized offices with scientific parties approved by both authorities such as the Iranian Society of Ichthyology as an inevitable necessity. Hence the society is fully prepared to cooperate with the Environmental Protection Organization to achieve the conservation goals of the EPO regarding fishes of the country.

2- The Iranian Society of Ichthyology has always emphasized on the legal and regulated import of non-native fish species into the country and given the records of the logical stance of the society in this regard, the society considers the propagation of invasive species of tilapia in the country harmful and damaging with irreparable consequences

3- Considering the establishment of the new government and the change of managers and policies of authorities and ministries related to fish, the importance of fish biodiversity and the need to protect their valuable reserves as the most abundant native vertebrates in the country is advised and emphasized to managers and decision makers of the environmental protection organizations, Iranian Fisheries and the Ministries of Jihad, Agriculture and Energy.

4- The description of new and endemic fish species has been accelerated for almost ten years in the country, therefore, the protection of this valuable biodiversity and their habitats is inevitable.

5- One of the emphases in the resolutions of previous conferences was the need to establish and formulate guidelines and executive instructions for working on living organisms, especially fish in nature and laboratories for the research purposes under the title of Bio Ethics. We hereby emphasize the idea once again.

6- Conferring to the willingness of the Islamic Azad University of Babol to hold the 10th Iranian Conference of Ichthyology and following the agreement of the Board of Directors of the Iranian Ichthyological society, the conference will be held in 2022 at the university mentioned above.

7- Thanks to the invaluable services of Prof. Brian Coad; a prominent Canadian researcher and ichthyologist to the growth of ichthyology in Iran, as well as the commendable efforts of great Iranian researcher in fisheries biology the late Professor Amin Keyvan, the Iranian Society of Ichthyology chose these recognized scientists as selected ichthyologist of the conference and wishes good health for Professor Brian Coad and eternal peace and happiness for the soul of the late Professor Amin Keyvan.

حامیان و شرکت کنندگان

Co-organizers and Participants

حامیان و شرکت کنندگان
Zoological Museum
Mosco State University
MUSEUM FÜR
NATURKUNDE
BERLIN
ISC
Islamic World Science Citation Center
الله اکبر
Iranian Conference of Ichthyology
کنفرانس ماهی شناسی ایران
9th
1st International
9th National
SOCIETA ITALIANA DI
SIBS
1925
BIOLOGIA SPERIMENTALE
FISH CONSERVATION SOCIETY
انجمن حفاظت از ماهیان
Scientific Society of
Environmental
Education and
Sustainable
Development
EESD
Aquapress
Bleher
Co-organizers & Participants

Co-organizers – حامیان همایش

دانشگاه تهران	**University of Messina**
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان	پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر
دانشگاه گنبدکاووس	دانشگاه سیستان و بلوچستان
دانشگاه شهرکرد	دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان
دانشگاه لرستان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرگز
دانشگاه صنعتی اصفهان	دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان
Zoological Museum of Moscow University	Museum für Naturkunde
انجمن آبزی پروری ایران	اتحادیه انجمن های علوم شیلاتی ایران
انجمن علمی ماهیان زینتی ایران	انجمن حفاظت از ماهیان ایران
انجمن علمی آموزش محیط زیست و توسعه پایدار	انجمن علمی بهداشت آبزیان ایران
Italian Society of Experimental Biology	نشریه ماهی شناسی کاربردی
Aqua, international Journal of Ichthyology	Aqaupress
پایگاه خبری گلونی	نشریه آبزیان زینتی

ساختار سازمانی همایش

Conference Organization

ساختار سازمانی همایش

« نهمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی ماهی‌شناسی ایران»

اعضای سازمان اصلی

رئیس همایش	دکتر سید ضیاءالدین میرحسینی
دبیر علمی همایش	دکتر مسعود ستاری
دبیر اجرایی همایش	دکتر سید حامد موسوی ثابت

Conference Organizing Committee

President	Ziaoddin Mirhosseini
Scientific Committee chair	Masoud Sattari
Chair of Organizing Committee	Hamed Mousavi-Sabet

International Scientific Committee Members

Name	Country
Prof. Dr. Ahmet Alp	Turkey
Prof.Dr. Ahmet Altindağ	Turkey
Heiko Bleher	Italy
Prof. Dr. Erdoğan Çiçek	Turkey
Prof. Dr. Bülent Cihangir	Turkey
Prof. Dr. Ignacio Doadrio	Spain
Dr Preetham Elumalai	India
Prof. Dr. Caterina Faggio	Italy
Prof. Dr. Jorg Freyhof	Germany
Prof. Dr. Ronald Fricke	Germany
Prof. Dr. Laith Jawad	Newzeland
Dr. Mustafa Kurkmaz	Turkey
Prof Dr. Helen Larson	Australia
Dr. Fatih Mangit	Turkey
Prof Dr. Axel Meyer	Germany
Dr. Marko Prokić	Serbia
Prof. Dr. Davut Turan	Turkey
Prof. Dr. Victor Vasil'ev	Russia
Prof Dr. Ekaterina Vasil'eva	Russia
Prof. Dr. Sedat V. Yerli	Turkey
Dr. Baran Yoğurtçuoğlu	Turkey

اعضای کمیته علمی همایش (به ترتیب حروف الفبا)

Iranian Scientific Committee Members

نام و نام خانوادگی	دانشگاه / سازمان / موسسه
دکتر محمد احمدی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد آیت الله آملی
دکتر هادی ارشاد	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد لاهیجان
دکتر حمیدرضا اسماعیلی	دانشگاه شیراز
دکتر مهدی اسمعیلی ورکی	دانشگاه گیلان
دکتر محمد امینی چرمهینی	دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیا (ص) بهبهان
دکتر سهیل ایگدری	دانشگاه تهران
دکتر جاوید ایمان‌پور نمین	دانشگاه گیلان
دکتر ناصر آق	دانشگاه ارومیه
دکتر آریا باباخانی	دانشگاه گیلان
دکتر حمیدرضا بارگاهی	سازمان شیلات ایران
دکتر طاهره باقری	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر علی بانی	دانشگاه گیلان
دکتر شیما بخشعلی زاده	دانشگاه گیلان
دکتر برزان بهرامی کمانگر	دانشگاه کردستان
دکتر محمود بهمنی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر مهدی بی باک	دانشگاه گیلان
دکتر رحمان پاتیمار	دانشگاه گنبدکاووس
دکتر حامد پاک‌نژاد	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر هادی پورباقر	دانشگاه تهران
دکتر امیر پورشبانان	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر محمد پورکاظمی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر آزاد تیموری	دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر مهران جواهری	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد اهواز

ادامهٔ اعضای کمیته علمی همایش (به ترتیب حروف الفبا)

نام و نام خانوادگی	دانشگاه / سازمان / موسسه
دکتر سید علی جوهری	دانشگاه کردستان
دکتر محمود حافظیه	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر بهرام حسن‌زاده کیابی	دانشگاه شهید بهشتی
دکتر مهدی حسین پور	سازمان حفاظت محیط‌زیست
دکتر بهروز حیدری	دانشگاه گیلان
دکتر عادله حیدری	دانشگاه گیلان
دکتر حسین خارا	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد لاهیجان
دکتر مجید رضا خوش‌خلق	دانشگاه گیلان
دکتر محمد خانلر	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر علیرضا خیابانی	دانشگاه جامع علمی کاربردی
دکتر شهرام دادگر	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر سالار درافشان	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر عبدالعلی راهداری	دانشگاه زابل
دکتر حسین رحمانی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
دکتر هانیه رستم زاد	دانشگاه گیلان
دکتر غلامرضا رفیعی	دانشگاه تهران
دکتر رحمت زرکامی	دانشگاه گیلان
دکتر اسحق زکی پور	دانشگاه گیلان
دکتر عباسعلی زمینی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد لاهیجان
دکتر علیرضا ساری	دانشگاه تهران
دکتر میر مسعود سجادی	دانشگاه گیلان
دکتر علینقی سرپناه	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
دکتر امیر پرویز سلاطی	دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
دکتر مهدی سلطانی	دانشگاه تهران

ادامهٔ اعضای کمیته علمی همایش (به ترتیب حروف الفبا)

نام و نام خانوادگی	دانشگاه / سازمان / موسسه
دکتر احمد شادی	دانشگاه خلیج‌فارس
دکتر نادر شعبانی پور	دانشگاه گیلان
دکتر سعید شفیعی ثابت	دانشگاه گیلان
دکتر آرش شکوری	دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
دکتر میثم صالحی	سازمان اقتصادی کوثر
دکتر مریم صائمی	دانشگاه گیلان
دکتر محمد صیاد بورانی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر گلناز صیادزاده	دانشگاه شیراز
دکتر حدیث عباسی	سازمان شیلات ایران
دکتر کیوان عباسی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر شهرام عبدالملکی	موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر
دکتر اصغر عبدلی	دانشگاه شهید بهشتی
دکتر مجید عسگری	دانشگاه شهید باهنر کرمان
دکتر حمید علاف نویریان	دانشگاه گیلان
دکتر محمدصادق علوی یگانه	دانشگاه تربیت مدرس
دکتر منصور علی‌آبادیان	دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر فریدون عوفی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر علی غلامی فرد	دانشگاه لرستان
دکتر محمدرضا فاطمی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد علوم و تحقیقات تهران
دکتر محمد فروهر واجارگاه	دانشگاه گیلان
دکتر حمید فغانی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد تنکابن
دکتر بهرام فلاحتکار	دانشگاه گیلان
دکتر احمد قرایی	دانشگاه زابل
دکتر رسول قربانی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

ادامهٔ اعضای کمیته علمی همایش (به ترتیب حروف الفبا)

نام و نام خانوادگی	دانشگاه / سازمان / موسسه
دکتر محمدرضا قمی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد تنکابن
دکتر مهدی قنبری فردی	دانشگاه سیستان و بلوچستان
دکتر بهنام کریمی فر	دانشگاه جامع علمی و کاربردی
دکتر محمدرضا کلباسی	دانشگاه تربیت مدرس
دکتر یزدان کیوانی	دانشگاه صنعتی اصفهان
دکتر باقر مجازی امیری	دانشگاه تهران
دکتر مجید محمد نژاد	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد بندر گز
دکتر محسن محمدی گلنگش	دانشگاه گیلان
دکتر حسین مصطفوی	دانشگاه شهید بهشتی
دکتر بابک مقدسی	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد سوادکوه
دکتر تیرداد مقصودلو	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد بوشهر
دکتر جواد میردار	دانشگاه زابل
مهندس اکبر نصرالله زاده	دانشگاه گیلان
دکتر منوچهر نصری	دانشگاه لرستان
دکتر اکرم السادات نعیمی	دانشگاه گیلان
دکتر احمد نوری	دانشگاه هرمزگان
دکتر جلال ولی الهی	دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
دکتر صابر وطن‌دوست	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد بابل
دکتر حبیب وهاب‌زاده	دانشگاه آزاد اسلامی – واحد لاهیجان
دکتر ایرج هاشم زاده	دانشگاه شهرکرد
دکتر سید احمدرضا هاشمی	موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
دکتر علی‌اکبر هدایتی	دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
دکتر مهران یاسمی	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
دکتر فائزه یزدانی مقدم	دانشگاه فردوسی مشهد

اعضای کمیته اجرایی (به ترتیب حروف الفبا)

نام و نام خانوادگی	دانشگاه
دکتر مجید آروند	دانشگاه گیلان
دکتر مهدی اسماعیلی ورکی	دانشگاه گیلان
دکتر میر مسعود سجادی	دانشگاه گیلان
دکتر علی صالحی	دانشگاه گیلان
دکتر بهرام فلاحتکار	دانشگاه گیلان
مهندس سیدرضا محسن زاده	دانشگاه گیلان
مهندس مجید نوروزی	دانشگاه گیلان
مهندس رضا فرضی	دانشگاه گیلان
خانم زهرا فره‌وشی	دانشگاه گیلان
آقای هادی محمدزاده	دانشگاه گیلان

فهرست مقالات

Table of articles

Importance of the rivers in conservation of biodiversity of the Caspian Sea 72

Fish Diversity in India 73

New frontiers in ichthyology of Iran 74

Biogeographic pattern of freshwater fish distributions in the Euphrates and Tigris River drainages 75

Why gobies? An attempt to bring gobies to everyone 76

Genomics of adaptation and speciation in cichlid fishes 77

Effects of microplastics on aquatic organisms 78

Phylogenetic relationships, taxonomy and diagnostics of spined loaches (Cobitidae: *Cobitis, Sabanejewia*) of the Caspian Sea basin 79

An updated checklist of fish species in the southern Caspian Sea (Iranian waters) 93

Mullets in the Persian Gulf a complex of cryptic species? 95

Checklist of freshwater fishes of Iraq 96

Fumaronitrile and its toxicological effects on *Oreochromis mossambicus* 97

Classification of fishes based on reproductive characteristics: A case study of the Caspian fishes 99

Effect of invasive Tilapia on the biodiversity loss 101

Phylogeny and Species delimitation of Grunts in the Indo West Pacific 103

Structural changes in hemoglobin and collagen proteins in mudskippers for terrestrial life 105

Ichthyodiversity of the Tigris-Euphrates basin based on the ancient artworks 107

A review of studies on the identification of common carp populations (*Cyprinus carpio* Linneaus, 1758) on the southern shores of the Caspian Sea 109

eDNA as a key for the black box of subterranean life: Subterranean fish in the Zagros Mountains of Iran 122

A review of studies on the use of fish in aquatic (nano)toxicology studies together with providing tips on following the principles of 3Rs for fish welfare 124

Recent taxonomic status and problems of the genus *Capoeta* in Anatolia.....125

Forecasting of Climate Change Impacts on the Riverine Fish Species Richness in Iran 127

Biogeography of the oriental fishes in Iran.....129

The musculoskeletal system controls muscle regeneration in gilthead sea bream, *Sparus aurata* 143

The Conservation status of marine fishes of the Persian Gulf and Gulf of Oman.....145

Biological conservation study of fishes in IRAN (status and importance: Freshwater and Caspian Realms) 147

Investigation of diversity and phylogenetic relationships of the subfamily Leuciscinae species (Order: Cypriniformes) in the Tigris basin, Iran.....149

Freshwater fish diversity in Uzbekistan.....150

Water quality and ichthyofaunal diversity of Kundipur Lake, a tropical freshwater oxbow lake in eastern India: an ecological approach 151

Invasiveness risk of non-native aquatic species in a warming world 152

Anthropogenic sound and the underwater environment: recent behavioural studies in Iran 154

Alterations in blood parameters of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to diethyl phthalate (DEP).....157

Biomarker responses in brain of diethyl phthalate-treated goldfish (*Carassius auratus* L.).....159

Growth performance, hematological responses and economic indexes of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) fed graded levels of glycerol.....160

Discrimination of starry sturgeon stocks in the Iranian water of the Caspian Sea using pectoral fin spine morphology.....162

Effects of specific probiotics on growth performance and survival rate in the reared of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*).....164

Preliminary evaluation of the molecular responses to an organochlorine and carbamate pesticide exposure in marine species with or without prior immunostimulant treatment: Catarina scallop, Argopecten ventricosus case 165

Migration of nemachelids to Iran: A case study of the genus *Paraschistura* Prokofiev, 2009 167

An investigation of primordial germ cell development in embryo and larvae of *Huso huso* 169

Effect of ammonia acute toxicity on the behavior and gill tissue of *Acipenser ruthenus* 171

Interspecific gynogenesis induction in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* using heterologous sperm 180

Combating government crime in the territory of Iranian fish; Case study of Bio GME plan in Anzali International Wetland 193

Effects of carp fish ponds on adjacent hydrological networks..... 201

Captive propagation, inevitable necessity for stock rehabilitation of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* in southern basin of the Caspian Sea 203

Nanotoxicity-The dark side of bio-nanoplastics interaction 210

Investigation of kinship (phylogeny) sardinella species (Clupeidae) in the Persian Gulf and the Sea of Oman by morphological and molecular methods 212

Introduction of identification markers of sardinella species (Clupeidae) of Persian Gulf and Oman Sea waters using DNA Barcoding of species..... 214

Reproductive biology of migratory *Vimba persa* to Sefidroud River 216

Genetic Assessment of Persian Sturgeon (*Acipenser persicus* Borodin, 1897) Population in the south Caspian Sea using poyploid microsatellite data 218

The pattern of gene expression (IGF family) involved in growth of skeletal muscle in pikeperch, *Sander lucioperca* during ontogenesis 227

Study on nutritional value and fatty acid composition of the king soldier bream *Argyrops spinifer* muscle tissue in Bushehr coasts..... 229

Study of Fish diet in Chitgar Lake, Tehran in 2017 238

Preliminary study of fish fauna of the Poledokhtar wetlands and Kashkan River (Lorestan Province), Iran 240

Identification of upstream genes involved in sexual maturation of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* 242

Analysis of the point pattern of Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* in the Persian Gulf 249

The effect of fish and rapeseed oils on growth performance, egg fatty acids composition and offspring quality of sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* 260

An overview of general defects in positive assessment reports and ignoring the risks of invasive Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* farming in Iran 268

Gene capture as a useful tool in Ichthyology 270

Study of liver tissue changes in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) after exposure to bisphenol A 272

Effects of some important structural and dynamic factors on fish habitat *Alburnoides samiii* 274

Synergy among microplastics and aquatic biota 279

Acute and chronic toxicity of carbofuran exposures on the freshwater fish *Hypophthalmichthys molitrix:* hematological, enzymological and biochemical parameters 280

Management approach and interdisciplinary competences for the sustainable exploitation of a marine resource, as the *Chamelea gallina* (L., 1758) 281

The characteristics of scale in the Iranian brackish water tooth-carps 283

The possible effect of sex on otolith morphology 285

Biodiversity and taxonomic problems of *Barbus* fish (Cypriniformes: Cyprinidae), the most valuable fish in Iranian river waters; How many species of Barbel fish are there in Iran? 290

Regional ichthyological collection of the Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Brazil 302

Synthesis, characterization of zinc oxide nanocomposites from *Alpinia galanga* rhizomes as feed supplement for common carp to enhance disease resistance against *Aeromonas* infection 303

Morphology or molecular study; which one is better in ichthyology? Case study: Stone Lipper (genus *Garra*) in Iran 305

The efficiency of mathematical models to estimate asymptotic size of some fishes in Iranian waters 307

Length, weight, condition factor and growth pattern of Kura bleak, *Alburnus filippi* in the rivers of Anzali Wetland basin 317

Length, weight, condition factor and growth pattern of Belica (*Leucaspius delineatus*) in Anzali Wetland.....319

Length, weight, age, sex ratio, condition factor and growth pattern of bream, *Abramis brama* in Anzali Wetland, north of Iran.....321

Distribution of fish species in Chafrud River, Anzali Wetland basin, north of Iran.323

Length and weight growth in Caspian goby, *Neogobius caspius* in Guilan shore, Iran 325

Investigation of feeding habit of Caspian shad (*Alosa caspia*) in Talesh Shore 327

Study of *Aphanius vladykovi* populations using cytochrome oxidase I gene in Chaharmahal and Bakhtiari province. 329

Distribution and associated factors of *Gyrodactylus malalai* infestation in African catfish, *Clarias gariepinus* in Ilorin, Nigeria 337

Effects of exposure to electromagnetic fields in fish 339

Effective treatment of curry (*Murraya koenigii*) and moringa (*Moringa oleifera*) leaves extracts on quality changes and melanosis of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during chilled storage 352

Spermatozoa motility time and percentage in the Caspian vimba, *Vimba persa* during chilled storage 354

Induction of reproduction of Caspian roach (*Rutilus caspicus*) female breeders using Ovopel hormone 356

Application of DNA vaccines in farmed fish.....358

Fish tank acoustics: methods and research challenges in behavioural studies 360

Hepatotoxic evaluation in goldfish (*Carassius auratus*) upon treatment with di-ethyl phthalate (DEP) 362

Length-weight relationship and growth indices of *Tariqilabeo adiscus* in Kajo River, southeast of Iran 364

A survey to worm-shape parasites in intestinal duct of *Clupeonella cultriventris* from southern coast of the Caspian Sea 372

A case report of infection of the Caspian Sea Bream fish *Abramis brama* with vermiform parasite *Raphidascaris acus* 374

Parasites in cultured and wild fish 376

Parasitic infection in perch *Perca fluviatilis* of Anzali lagoon from southwest of the Caspian Sea.....378

Preparation and characterization of marine collagen-alginate based biocomposite film as an edible packaging for fish fillet preservation.....379

DNA barcoding: a useful taxonomic tool in ichthyoplankton identification 381

Heavy metal determination in muscle tissues of *Cyprinus carpio* from Anzali Wetland 383

Improvement in shelf life of seafood products by natural antioxidants 385

Effects of extraction temperature on the quality of fish oil from by-products.....387

Effects of waterborne copper nanoparticle on liver histopathology of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) 389

Effects of diet borne copper nanoparticle on gill histopathology of Siberian sturgeon, (*Acipenser baerii*) 391

Effects of dietborne exposure of different copper nanoparticle levels on oxidative stress in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* 393

The effect of iron nanoparticles on the health of farmed fish 395

Effects of selenium nanoparticles on fish antioxidant system 397

Morphological study of the fish otolith in the south Caspian Sea basin 399

Data from illegal fishing as key for investigating the fishing rate in the Iranian water of the Caspian Sea 401

Machine learning use in intelligent aquaculture 403

Effects of heavy metals on the liver, muscle and gills of some fish in the Caspian Sea 405

Effects of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) on fish larvae 410

Effects of *Aloe vera* nanoparticles on growth performance and survival rate of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* 418

The role of biodiversity in national security **420**

Importance of establishing a live fish gene bank in the preservation of genetic resources **422**

Investigating the effects of oil pollution on aquatic animals and methods of its prevention **424**

Investigation of physiology and biology of *Silurus glanis* **433**

Use of fish as an indicator of pollution in aquatic ecosystems **443**

Environmental pollution of Meshkinshahr Rivers and its effect on fish **445**

Parasitic infections and causes of losses in some goldfish farms in Guilan Province, Iran **447**

Investigation of monogenean parasites in common carp in Persian Gulf Martyrs Lake, Tehran **449**

Diversity, Distribution and abundance of genus *Pomadasys* (Perciformes: Haemulidae) in the Persian Gulf and Gulf of Oman **451**

Distribution of fish and macrobenthos of Khorramrud River and the effect of flood on presence and frequency **453**

***Spondylus gaederopus* (Bivalvia, Pteriomorphia) as habitat structuring in subtidal stressed environments** **463**

Survey feeding of *Trichiurus lepturus* in the northern waters of the Oman Sea, Sistan and Baluchistan Province, Iran **465**

The LC_{50-90} determination of nitrite in common carp, *Cyprinus carpio* and its effects on some endocrine parameters **467**

Effects of the red alga *Portieria hornemannii* on growth performance, hematological parameters and immune characteristics in Nile tilapia **468**

Abundance and distribution of escaped Rainbow trout from coldwater fish farms into CheshmehKileh River, Tonekabon, north of Iran **470**

An overview of the use of Gammarus in the aquafeed production industry **472**

A review on the blind Lorestan's cave fishes (*Garra lorestanensis* and *Garra thyphlops*) **474**

Morphological characteristics of the Smalltooth emperor *Lethrinus microdon* Valenciennes, 1830 in Persian Gulf and the Gulf of Oman (Perciformes: Lethrinidae) 482

Isolation, proliferation and identification of derived -germ cells from gonad of mature *Huso huso* 484

Evaluation of antibiotic resistance of farmed trout in Guilan Province, north of Iran 486

Evaluation of bacterial antibiotic resistance in warm water fish ponds of Guilan Province, north of Iran 488

Alteration of bacterial communities of *Sander lucioperca* digestive tract after feeding with native probiotic 490

Growth performance of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* derived from cultured broodstock fed with chironomid and artemia biomass 492

Pikeperch (*Sander lucioperca*) domestication with purpose of stock rehabilitation and sustainable aquaculture; Preliminary results.....494

A review of transcriptomics applications in aquaculture and fisheries 496

A review of the consequences of climate change in Iran 498

Effects of climate change on biodiversity of iranian aquatic ecosystems.....500

Biology and fishing of Caspian kutum in the southern basin of the Caspian Sea (An overview) 502

A review of the physiology and biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) 507

An overview of tuna and their economic value 513

Evaluation of red mouth disease in trout.....519

Histological assessment of Gonadal *Aphanius kavirensis* in Cheshme Ali Spring in Damghan 524

Molecular phylogeny of Ephippidae (Actinopteri: Acanthuriformes).....530

KHV and SVC viral agents in the selected goldfish farms, *Carassius auratus* in Guilan Province, northwest of Iran.....538

Short time effect of feeding with flaxseed meal on immune performance in farmed Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*.....540

Investigation of growth pattern of *Alburnus sellal* Heckel, 1843 in Eivashan River in Lorestan Province- Iran 548

Comparison artificial reproduction between spring and autumn migratory forms of Caspian kutum, *Rutilus frisii*.....556

Protective effect of a short molecule or peptide, WL15 on Bisphenol A induced lipid accumulation by improving glucose metabolism, hypolipidemic, antioxidant property and reducing oxidative damage in zebrafish model.....557

Analysis of fishing status and fishing potentials of Bushehr Province according to Persian Gulf fishing data statistics 559

Investigation of management methods of shrimp ponds eeffluent in order to reduce the destructive effects on the environment.....570

Investigation of some physicochemicalparameters of Western White Shrimp rearing pond's water (*Litopenaeusvannamei*), in Delvar ShrimpFarms, Bushehr Province ..577

Challenges of fish diversity in the Caspian Sea 587

Destructive effects of *Mnemiopsis leidyi* on the Caspian fish population 589

Fishing and its impact on the quality of seafood 591

Distribution of native and exotic fish species in the Choghakhor Wetland, Iran 599

Identification of fishes of the Sooleghan Wetland, Chahrmahal va Bakhtiari Province, Iran 607

Investigation of biochemical responses of Caspian roach, *Rutilus caspicus* in exposure to manganese.....613

Introduction of Satsuma-age as a Surimi-based product with the aim of increasing per capita consumption of aquatic products in Iran 614

Morphological characteristics of Parsi cichlid *Iranocichla persa* (Teleostei; Cichlidae) 616

Challenges of cage aquaculture in the Caspian Sea 625

Sustainable aquaculture, solutions, and perspectives 627

Lethal effects of organophosphate diazinon on silver carp, *Hypophthalmichthys nobilis* 629

Hematological indices of *Hypophthalmichthys nobilis* exposed to malathion 631

Effects of 2-phenoxyethanol, eugenol and benzocaine on some physiological responses in *Hypophthalmicthys molitrix* 633

Potential toxic evaluation of sodium lauryl sulfate in *Danio rerio*.....634

Morphological information of *cyprinus carpio* did not show its isolation by distance across the southern coast of the Caspian Sea 636

Detection of selection signatures in fish using genome sequence information.....638

Investigation of Sefidrud River and its endemic fish 640

Effects of suspended sediments from mining activities on river fish populations.....642

Investigation of endangered species of genus *Aphanius*, as ornamental fish in Iran .644

Polution of microplastics in freshwater sediments and methods and sources of these particles 653

Investigation of Toxicity of microplastics to fish species in aquatic environments....666

The effect of *Tribulus trestris* extract on sex reassignment of fish fighter *Betta splendens* 675

Take a look at the positive and negative of breeding of sea bass *Lates calcalifer* and its release effects in inland waters.....683

PCR-DGGE as a new method in microorganisms identifying in aquaculture 692

Pikeperch (*Sander lucioperca*), a new species for aquaculture development.....694

Effects of potential probiotic *Bacillus* sp. and its subcellular components to induce immune in *Cyprinus carpio* against *Aeromonas hydrophila*.....700

Effects of aquaculture by-product meal as fishmeal replacer on serum biochemistry, innate immune response, oxidative stress markers, and distal intestinal health of African catfish diet.....701

Stress management by probiotics in aquaculture 703

The importance of stock enhancement and conservation of aquatic genetic resources in the sustainable exploitation of aquatic resources in Iran 705

Sturgeons and the importance of its aquaculture development in Iran.....707

Evaluation of evolutionary path and Divergent time of sardinella species (Clupeidae) in Persian Gulf and Oman Sea by molecular method 709

Models of induction and investigation of pain in zebrafish.....711

A review of the electrophysiology of the heart of the zebrafish, *Danio rerio* from modeling heart disease to pharmacological studies 720

Research ethic for pain and stress studies on Zebrafish (*Danio rerio*).....731

Genetic Assessment and effective population size of Persian sturgeon, *Acipenser persicus* Borodin, 1897 in the South Caspian Sea using mytocondrial DNA control region.....743

Utilizing Kemin multi-enzyme in the diet and their effects on growth, and body composition of *Carassius gibelio* 751

Scale morphology in two species of soles (Teleostei: Soliedae), Persian Gulf.....759

Development of a nanoparticle Tilapia Lake Virus (TiLV) vaccine for tilapia aquaculture in India.....767

Lysine effect on the characterization of fillet, by-products, residues, and morphometry of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818).....768

An overview on fish egg enrichment methods with ascorbic acid 770

Investigation of the effects of cadmium on aquatic ecosystems 772

Parasitic occurrences in *Carassius gibelio*, *Hemiculter leucisculus* and *Blicca bjoerkna* in Anzali Wetland, southwest of the Caspian Sea, Iran.....781

Worm parasite occurrence in three native and non-native fish species from Anzali Wetland, northwest Iran 783

Sexual dimorphism of *Iranocechla persa* from Khorgo spring, Hormozgan basin using geometric morphometric methods.....785

A review of the physiology and biology of rainbow trout.....791

Study of fecundity in *Hemiculter leucisculus* in Anzali Wetland, northwest of Iran.796

Anatomy and normal histology of the killifish specimens, *Aphanius sophiae* 798

The formation of scales in tooth-carp *Aphaniops hormuzensis* occurred out within 156 days 805

Effects of Phenanthrene on gill chloride cell densities in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* 810

Gill histologic lesions in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* exposed to Phenanthrene 812

Comparison of length-weight relationship between female *Chelon aurata* and *Chelon saliens* in the southwestern Caspian Sea 814

Investigation of the cause of skin abnormalities and death in a Koi (*Cyprinus carpio*) group in an ornamental fish farm in Gilan province, Iran. 816

Length-weight relationship of *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844) from Eivashan River in Lorestan Province, Iran 818

Investigation of environmental DNA degradation in aquatic animals using fuzzy logic method 827

Genome scanning of quantitative trait loci (QTLs) for growth-related traits in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* 829

Identification of parasites of the gill, skin and gastrointestinal tract of Cyprinidae (*Cyprinus carpio* and *Carassius carassius)* in Shalamzar Rivers 839

Effect of transport stress with benzocaine hydrocholoride anesthesia on *Capoeta damascina* 848

Osteologyical Study of *Paraschistura bampurensis* (Nemacheilidae) from Jazmurian basin, Southeast of Iran 855

Biochemical composition of fresh and cooked meat of economically important crab species from marine ecosystems 856

Treatment of fish parasites using chemical substances 858

Acute toxicity of chlorpyrifos and its effect on aquatic animals 870

Systematic review and conservation status of chondrichthyes in the Iranian southern seas 882

Embryonic anomalies of *Cyprinus carpio* as bioindicators of triclosan toxicity 883

In vitro contamination by thiacloprid: *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator ... 884

Effects of Lemon and Pomelo peel extracts on quality and melanosis of Indian white prawn during chilled storage 885

Heavy Metal Bioaccumulation and Biomagnification in a sentinel species, the oyster drill *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767).....912

Food preference in the Caspian shad (*Alosa caspia*) in Chaboksar Shore.....914

The effect of fish and rapeseed oils on hematological parameters and blood lipid indices of sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*.....916

Taxonomic study of the genus *Squalius* Bonapart, 1837 in Iran 925

Investigating the challenge of statistical errors in recording information and fishing catch data and its effects on stock assessment. 927

A review of studies on the effects of heavy metals on fishes in Iran 933

Assessing the ecological effects of dam construction in river systems with emphasis on migratory fish 935

An overview on snow trout, *Schizothorax zarudnyi* biology 943

Microplastics pollution in the gastrointestinal tract of common kilka, Clupeonella cultriventris caspia in the southwest of the Caspian Sea.....949

Effects of electromagnetic fields on nerve function and fish behavior.....951

Hormonal characteristics of stress in fish 953

Severe mortality in the population of an ornamental fish farm in Bojnurd City, Iran 955

Report of severe external parasite infection in Mesopotamian spiny eel, *Mastacemblus mastacembelus* caught from Siah Gav River, Southwest Iran 957

Study of the cause of losses of green terror, *Andinoacara rivulatus* in an ornamental fish breeding center in Nazarabad, Iran 959

Anatomical survey of skeletal structures of the trunk and tail in golden crossback arowana, *Scleropages formosus*, using radiographic images.....965

Survey of the contamination by crustacean and ciliate ectoparasites in ornamental mollies and guppies in Isfahan Province, Iran 967

Physico-chemical characteristics of food packaging films developed with *Gracilaria crassa* and chitosan for the preservation of fishery products 968

An overview of the characteristics and applications of cryoprotective in the fishery processing industry 970

***Allium hirtifolium* improves growth, immunity, and resistance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* against streptococosis 979**

The poaching statistics of Amu Darya sturgeon at the lower reaches of the Amu Darya, Uzbekistan.....980

Fishes of wetland Bisheh-Dalan Broojerd (Lorestan).....982

Frequency and distribution of native fishes in Kashkan River, Lorestan Province, Iran 991

The feasibility of Qarkhtlu earthen dam in Zanjan Province, Iran for fisheries operation 993

A review of the use of single cell ingredients in aquatic diets 1002

Introduction of koi fish culture and its economic value 1004

Morphological aspects of Gourami, *Trichogaster* sp. and its economical values 1006

Developmental Biosystematics of Two Endemic Tooth-Carps, Aphanius farsicus and Aphanius vladykovi (Teleostei: Cyprinodontiformes).....1016

A review of the principles of aquaculture nutrition.....1018

Investigation of feeding habit of sharp nose grey-mullet, *Chelon saliens* in Kiashahr coast 1020

Investigation of feeding indices of golden grey-mullet, *Chelon auratus* in Anzali coast 1022

Frequency and distribution of chloride cells in the gills of kutum juveniles exposed to Caspian Sea water salinity.....1024

Histological changes of oral cavity (lip, oral palate and tongue) in Yellowfin Seabream, *Acanthopargus latus* after exposure to *Aeromonas hydrophila*.....1026

Effects of *Aeromonas hydrophila* on tissue structure of esophagus, stomach and intestine in yellowfin seabream, *Acanthopargus latus*.....1028

A review on the effect of using *Tenebrio molitor* flour in aquatic diet.....1030

Introduction of *Betta splendens* and an overview of its reproduction method 1042

A review of the characteristics and application of pistachio fruit residue, Pistacia vera in aquatics diet.....1044

Productivity of crustacean waste with emphasis on the use of shrimp waste.....1053

Introduction of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) and an overview on its role in aquatics nutrition 1061

Review of *Aphanius* species (Cyprinodontiformes: Aphaniidae) in Iran.....1073

Effect of fish meal replacement with Aqupro on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*).....1085

Habitat characteristics of the Iranian scaleless *Aphaniops furcatus*.....1087

Practical tips of ultrasonography physics in choosing the probe for sturgeon ultrasonography for sex determination and sexual maturation stage.....1089

Artifacts in sturgeon ultrasonography 1102

In-silco and in-vitro evaluation of anti-proliferative property of chemically synthesized MP12 peptide of trypsin inhibitor from fish born pathogenic fungus 1112

Identification of *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) in the Persian Gulf and the Gulf of Oman based on morphological and molecular approach 1114

The effect of water reuse on growth performance and fin indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in two partial recirculating aquaculture systems.....1116

Appearing food-safety issues associated with seafood in COVID-19 pandemic 1118

Length, weight, age, condition factor and growth pattern of Caspian bitterling, *Rhodeus caspius* in Anzali Wetland.....1120

Length-weight relationship of two stone lapper species, *Garra tiam* and *G. meymehensis* 1122

نقش رودخانه‌ها در حفاظت از تنوع زیستی ماهیان دریای خزر ۷۱

فهرست به روز شده ماهیان حوضه جنوبی دریای کاسپین (آب‌های ایران) ۹۲

کفال ماهیان در خلیج فارس، ترکیبی از گونه‌های همزاد؟ ۹۴

طبقه بندی ماهیان بر اساس خصوصیات تولید مثلی: مطالعه موردی ماهیان دریای کاسپین ۹۸

اثرات تهاجم زیستی تیلاپیا بر کاهش تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی ۱۰۰

تبارشناسی و تعیین حدود گونه در سنگسر ماهیان اقیانوس هند و آرام غربی ۱۰۲

تغییرات ساختاری پروتئین‌های هموگلوبین و کلاژن در گلخورک ها برای زندگی در خشکی ۱۰۴

تنوع زیستی ماهیان حوضه آبریز دجله و فرات بر پایه آثار هنری باستانی ۱۰۶

مروری بر مطالعات انجام گرفته روی شناسایی جمعیت‌های ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linneaus, 1758) در سواحل جنوبی دریای خزر ۱۰۸

DNA محیطی کلیدی برای رمزگشایی از حیات زیرزمینی: ماهیان آب‌های زیرزمینی کوه‌های زاگرس ۱۲۱

مروری بر مطالعات انجام‌شده در زمینه استفاده از ماهی در مطالعات سم‌شناسی (نانومواد) در آبزیان همراه با ارائه نکاتی در خصوص رعایت اصول 3Rs برای رفاه ماهیان ۱۲۳

پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی ماهیان رودخانه‌ای ایران ۱۲۶

جغرافیای زیستی ماهیان منطقه اورینتال در ایران ۱۲۸

وضعیت حفاظتی ماهیان دریایی خلیج فارس و خلیج عمان ۱۴۴

مطالعات بیولوژی حفاظت ماهیان ایران (وضعیت و اهمیت در حوزه‌های آب شیرین و دریای خزر) ۱۴۶

بررسی تنوع و روابط تبارزادی گونه‌های زیرخانواده Leuciscinae (راسته: کپورماهی‌سانان) در حوضه آبریز دجله، ایران ۱۴۸

آلودگی صوت و محیط زیر آب: مطالعات اخیر رفتارشناسی در ایران ۱۵۳

تغییرات در پارامترهای خونی ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) تیمار شده با دی- اتیل فتالات (DEP) ۱۵۵

پاسخ‌های بیومارکری در مغز ماهی طلایی (*Carassius auratus*) تیمار شده با دی- اتیل فتالات ۱۵۸

تفکیک ذخایر اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) آب‌های ایرانی دریای کاسپین با استفاده از ریخت شناسی خار باله سینه‌ای ۱۶۱

اثرات پروبیوتیک اختصاصی بر عملکرد رشد و بازماندگی تاسماهی سیبری پرورشی (*Acipenser baerii*) ۱۶۳

مهاجرت جویبارماهیان به ایران: مطالعه موردی جنس *Paraschistura* Prokofiev, 2009 ..... ۱۶۶

بررسی روند تکوین PGC در جنین و لارو ماهی *Huso huso* ۱۶۸

اثر سمیت حاد آمونیاک بر رفتار و بافت آبشش تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) ۱۷۰

القای ماده زایی (گاینوژنزیز) بین گونه‌ای در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با استفاده از اسپرم هترولوگ ۱۷۹

مبارزه با جرم دولتی در گستره ماهیان ایران؛ مطالعه موردی طرح بایوجیمی در تالاب بین‌المللی بندر انزلی .. ۱۹۲

تکثیر در اسارت، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر جهت بازسازی ذخایر سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*) در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر ۲۰۲

بررسی رابطه خویشاوندی (فیلوژنی) گونه‌های خانواده ساردین ماهیان (Clupeidae) خلیج فارس و دریای عمان به روش مورفولوژی و مولکولی ۲۱۱

معرفی نشانگرهای شناسایی گونه های خانواده ساردین ماهیان(Clupeidae) آبهای خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از DNA Barcoding گونه ها ۲۱۳

زیست شناسی تولید مثل سیاه کولی (*Vimba persa*) مهاجر به رودخانه سفید رود ۲۱۵

ارزیابی ژنتیکی جمعیتهای تاس ماهی ایرانی در حوضه جنوبی دریای خزر با استفاده از مارکرهای تتراپلوئیدی ریزماهواره ۲۱۷

الگوی بیان ژن (خانواده IGF) در رشد ماهیچه‌های اسکلتی در ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در طی مراحل نمو لاروی ۲۲۶

بررسی ارزش غذایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت عضله ماهی کوپر *Argyrops spinifer* در سواحل بوشهر ۲۲۸

بررسی عادات غذایی ماهیان دریاچه چیتگر تهران در سال ۱۳۹۶ ..... ۲۳۷

بررسی مقدماتی فون ماهیان تالاب‌های شهرستان پلدختر و رودخانه کشکان (استان لرستان) ۲۳۹

شناسایی ژن‌های مؤثر بالادستی در بلوغ جنسی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان ۲۴۱

آنالیز الگوی نقطه‌ای ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در خلیج فارس ۲۴۸

تأثیر روغن‌های ماهی و کلزا بر عملکرد رشد، ترکیب اسیدچرب تخم و کیفیت لاروهای تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) ۲۵۹

نگاه اجمالی به ضعف‌های عمومی در گزارش‌های مثبت ارزیابی و نادیده گرفتن خطرات پرورش ماهی مهاجم تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) در ایران ۲۶۷

Gene capture یک ابزار کارآمد در رده‌بندی ماهیان ۲۶۹

مطالعه تغییرات بافت کبد تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پس از مواجهه با بیس فنول A ۲۷۱

تأثیر برخی فاکتورهای مهم ساختاری و دینامیکی روی زیستگاه ماهی خیاطه سمیعی *Alburnoides samiii* ۲۷۳

ویژگی‌های ریختی فلس در کپورماهیان دندان دار آب شور ایران ۲۸۲

تأثیر احتمالی جنسیت بر ریخت شناسی سنگریزه شنوایی ۲۸۴

تنوع زیستی و مشکلات تاکسونومی باربوس ماهیان، ارزشمندترین ماهیان آبهای رودخانه‌ای ایران؛ چند گونه باربوس ماهی در ایران وجود دارد؟ ۲۸۹

ریخت شناسی یا مولکولی، کدام روش در شناسایی و تفکیک گونه معتبرتر است؟ مطالعه موردی: جنس سنگ لیس (*Garra*) در ایران ۳۰۴

بررسی کارایی مدل‌های ریاضی در برآورد اندازه بی‌نهایت برخی ماهیان آبهای ایران ۳۰۶

ترکیب طولی، وزنی، ضریب چاقی و الگوی رشد مرواریدماهی کورا (*Alburnus filippi*) در رودخانه‌های حوضه تالاب انزلی ۳۱۶

ترکیب طولی، وزنی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی *Leucaspius delineatus* در تالاب انزلی ۳۱۸

ترکیب طولی، وزنی، سنی، نسبت جنسی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی سیم (*Abramis brama*) در تالاب انزلی ۳۲۰

بررسی پراکنش ماهیان رودخانه چافرود (حوضه تالاب انزلی) ۳۲۲

بررسی رشد طولی و وزنی در گاوماهی خزری (*Neogobius caspius*) در سواحل گیلان ۳۲۴

بررسی عادت غذایی شگ‌ماهی خزری (*Alosa caspia*) در ساحل تالش ۳۲۶

مطالعه جمعیت‌های *Aphanius vladycovi* با استفاده از ژن سیتوکروم اکسیداز I ۳۲۸

اثرات ناشی از مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی در ماهیان..... ۳۳۸

درصد تحرک و مدت زمان زنده‌مانی اسپرماتوزوآ ماهی سیاه کولی (*Vimba persa*) طی شرایط ذخیره سازی سرد ۳۵۳

القای تولیدمثل مولدین ماده ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*) با استفاده از هورمون اوپل (Ovopel) ۳۵۵

کاربرد DNA واکسن‌ها در ماهیان پرورشی..... ۳۵۷

آکوستیک مخزن ماهی: روش‌ها و چالش‌های تحقیق در مطالعات رفتاری..... ۳۵۹

بررسی هپاتوتوکسیک ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) در تیمار با دی- اتیل فتالات (DEP) ۳۶۱

بررسی رابطه طولی – وزنی و پارامترهای رشد ماهی *Tariqilabeo adiscus* در رودخانه کاجو ۳۶۳

بررسی انگلهای کرمی شکل در مجرای گوارشی ماهی کیلکای معمولی از سواحل جنوبی دریای خزر ۳۷۱

گزارش موردی از آلودگی ماهی سیم دریای خزر *Abramis brama* به انگل کرمی شکل *Raphidascaris acus* ۳۷۳

انگل‌ها در ماهیان پرورشی و وحشی ۳۷۵

آلودگی انگلی در ماهی سوف حاجی طرخان *Perca fluviatilis* تالاب انزلی از جنوب غربی دریای خزر ۳۷۷

بارگذاری DNA ابزار طبقه بندی مناسب در شناسایی ایکتیوپلانکتون ها ۳۸۰

میزان سنجش فلزات سنگین (Pb,Cd,Ni,Cu,Co) در بافت عضلانی ماهی کپور در تالاب انزلی ۳۸۲

بهبود ماندگاری محصولات غذاهای دریایی توسط آنتی اکسیدان های طبیعی ۳۸۴

,تأثیر دمای استخراج بر کیفیت روغن ماهی از محصولات جانبی..... ۳۸۵

اثرات آسیب بافتی نانو ذره مس اضافه شده در آب بر بافت کبد تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)..... ۳۸۸

اثرات آسیب بافتی نانو ذره مس اضافه شده در غذا بر بافت آبشش تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) .. ۳۹۰

اثرات سطوح مختلف نانوذرات مس اضافه شده در غذا بر استرس اکسیداتیو در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) ۳۹۲

اثر نانوذرات آهن بر سلامت ماهیان پرورشی..... ۳۹۴

اثرات نانوذرات سلنیوم بر دستگاه آنتی اکسیدانی ماهیان ۳۹۶

بررسی ریختی اتولیت ماهیان حوضه جنوبی دریای کاسپین ۳۹۸

داده‌های صید غیر مجاز به عنوان کلیدی جهت بررسی روند صید در آبهای ایران دریای کاسپین ۴۰۰

کاربرد یادگیری ماشین در آبزی پروری هوشمند ۴۰۲

بررسی اثر فلزات سنگین برکبد، عضله و آبشش برخی از ماهیان دریای خزر ۴۰۴

تأثیرات فلزات سنگین (Cu، Pb، Zn، Cd) بر لارو ماهی‌ها ۴۰۹

اثرات نانوذرات آلوئه ورا (*Aloe vera*) بر عملکرد رشد و زنده‌مانی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) ۴۱۷

نقش تنوع زیستی در امنیت ملی ۴۱۹

اهمیت ایجاد بانک ژن زنده ماهیان در حفظ و نگه‌داری ذخایر ژنتیکی ۴۲۱

بررسی اثرات آلودگی‌های نفتی برآبزیان و روش‌های پیشگیری ازآن ۴۲۳

بررسی فیزیولوژی و زیست شناسی اسبله *Silurus glanis* ۴۳۲

استفاده از ماهیان به‌عنوان شاخص آلودگی در اکوسیستم‌های آبی ۴۴۲

آلودگی زیست محیطی رودخانه‌های مشکین شهر و اثر آن بر ماهیان ۴۴۴

بررسی آلودگی‌های انگلی و دلایل بروز تلفات در برخی از مزارع ماهی طلائی استان گیلان ۴۴۶

بررسی انگل‌های مونوژن در ماهی کپور معمولی دریاچه شهدای خلیج فارس تهران ۴۴۸

تنوع گونه‌ای، پراکنش و فراوانی جنس *Pomadasys* (سوف ماهی سانان: سنگسر ماهیان) در خلیج فارس و خلیج عمان ۴۵۰

پراکنش ماهیان و ماکروبنتوزهای رودخانه خرم رود و تأثیر سیلاب بر حضور و فراوانی آن‌ها ۴۵۲

بررسی رژیم غذایی ماهی یال اسبی سر بزرگ *Trichiurus lepturus* در آب‌های شمالی دریای عمان، استان سیستان و بلوچستان ۴۶۴

تعیین غلظت کشنده (LC_{50-90}) نیتریت در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به منظور ارزیابی تغییرات برخی پارامترهای اندوکرینی ناشی از این مسمومیت ۴۶۶

بررسی فراوانی و پراکنش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از مزارع پرورش ماهیان سردآبی به رودخانه چشمه‌کیله تنکابن ۴۶۹

مروری بر استفاده از گاماروس در صنعت تولید غذای آبزیان ۴۷۱

مروری بر ماهیان کور غار لرستان (*Garra lorestanensis* و *Garra thyphlops*) ۴۷۳

ویژگی‌های ریخت شناختی ماهی شهری دندان کوچک *Lethrinus microdon* Valenciennes, 1830 در خلیج فارس و دریای عمان (Perciformes: Lethrinidae) ۴۸۱

استخراج، تکثیر و شناسایی سلول‌های بنیادی جنسی از گناد ماهی بالغ *Huso huso* ۴۸۳

ارزیابی مقاومت آنتی بیوتیکی ماهی قزل آلای پرورشی در استان گیلان، شمال ایران ۴۸۵

بررسی مقاومت آنتی بیوتیکی باکتریایی در استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی استان گیلان ۴۸۷

تغییر جوامع باکتریایی دستگاه گوارش ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) پس از غذادهی با پروبیوتیک بومی ۴۸۹

عملکرد رشد بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) حاصل از مولدین پرورشی تغذیه شده با شیرونومید و بیوماس آرتمیا ۴۹۱

اهلی سازی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) با هدف بازسازی ذخایر و آبزی پروری پایدار؛ نتایج مقدماتی ۴۹۳

مروری بر کاربردهای ترانسکریپتومیک در آبزی‌پروری و شیلات ۴۹۵

مروری بر پیامدهای تغییر اقلیم در ایران ۴۹۷

بررسی تغییرات اقلیم بر تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی ایران ۴۹۹

مروری بر زیست شناسی و صید ماهی سفید در حوضه جنوبی دریای کاسپین ۵۰۱

مروری بر فیزیولوژی و زیست شناسی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) ۵۰۶

مروری بر تون ماهیان و ارزش اقتصادی آن‌ها ۵۱۲

بررسی بیماری دهان قرمز در قزل آلا ۵۱۸

بافت‌شناسی تخمدان گور ماهی کویر *Aphanius kavirensis* Esmaeili, Teimori, Gholami & Reichenbacher, 2014 از چشمه علی دامغان ۵۲۳

تبارزایی مولکولی خانواده خفاش‌ماهیان (Actinopterigii: Acanthuriformes: Ephippidae) ۵۲۹

بررسی عوامل ویروسی KHV و SVC در مزارع منتخب پرورش ماهی قرمز (*Carassius auratus*) استان گیلان ۵۳۷

اثر کوتاه‌مدت تغذیه با کنجاله بذر کتان بر عملکرد سیستم ایمنی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی ۵۳۹

بررسی الگوی رشد ماهی شاه‌کولی جنوبی (*Alburnus sellal* Heckel, 1843) در رودخانه ایوشان در استان لرستان - ایران ۵۴۷

مقایسه نرماتیوهای تکثیر مصنوعی ماهی سفید (*Rutilus frisii*) فرم بهاره و پاییزه ۵۵۵

تجزیه و تحلیل وضعیت صید و پتانسیل‌های صیادی استان بوشهر بر اساس داده‌های آماری صید در آب‌های خلیج فارس ۵۵۸

بررسی روش‌های مدیریت پساب خروجی استخرهای پرورش میگو به منظور کاهش اثرات مخرب زیست محیطی ۵۶۹

بررسی برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب استخرهای پرورشی میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در مزرعه دلوار میگوی بوشهر ۵۷۶

چالش‌های تنوع زیستی ماهیان در دریای خزر ۵۸۶

اثرات تخریبی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* بر روی جمعیت ماهیان دریای خزر ۵۸۸

صید و تأثیر آن بر و کیفیت محصولات دریایی ۵۹۰

پراکنش ماهیان بومی و غیربومی در تالاب چغاخور ۵۹۸

شناسایی ماهیان تالاب سولقان استان چهارمحال و بختیاری ۶۰۶

بررسی پاسخ‌های بیوشیمیایی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus caspicus*) در مواجهه با منگنز ۶۱۲

ویژگی‌های ریختی سیکلید بومزاد پارسی *Iranocichla persa* (ماهیان استخوانی عالی؛ سیکلید ماهیان) ... ۶۱۵

چالش‌ها و موانع پرورش ماهی در قفس در دریای خزر ۶۲۴

آبزی پروری پایدار، راهکارها و چشم اندازها ۶۲۶

بررسی اثرات تحت کشنده سم ارگانوفسفره دیازینون بر ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) ۶۲۸

بررسی شاخص‌های خون شناسی ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) در مواجهه با مالاتیون ۶۳۰

بررسی تأثیر ۲- فنوکسی اتانول، یوگنول و بنزوکائین بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmicthys molitrix*) ۶۳۲

عدم ایزوله‌سازی جغرافیایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سواحل جنوبی دریای خزر با تکیه بر اطلاعات ریختی ۶۳۵

شناسایی نشانه‌های انتخاب در ماهیان با استفاده از توالی یابی ژنوم ۶۳۷

بررسی رودخانه سفیدرود و ماهیان بوم زاد آن ۶۳۹

اثرات رسوبات معلق ناشی از فعالیت‌های معدنی بر جمعیت ماهیان رودخانه ۶۴۱

بررسی گونه‌های در معرض خطر انقراض جنس آفانیوس، به عنوان ماهیان آکواریومی در ایران ۶۴۳

آلودگی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین و روش‌ها و منابع این ذرات ۶۵۲

بررسی سمیت میکروپلاستیک‌ها برای گونه‌های ماهی در محیط‌های آبی ۶۶۵

تأثیر عصاره خارخاسک (*Tribulus trestris*) بر روی تغییر جنسیت ماهی فایتر (*Betta splendens*) ۶۷۴

نگاهی به عوامل مثبت و منفی پرورش ماهی بأس دریایی *Lates calcalifer* و اثرات رهاسازی آن در آبهای داخلی ۶۸۲

روش PCR-DGGE به عنوان روشی نوین در شناسایی میکروارگانیسم‌ها در آبزی‌پروری ۶۹۱

سوف سفید (*Sander lucioperca*)، گونه‌ای جدید برای توسعه آبزی‌پروری ۶۹۳

مدیریت استرس به وسیله پروبیوتیک‌ها در پرورش آبزیان ۷۰۲

اهمیت بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان در بهره برداری پایدار منابع آبزی و اقدامات شیلات ایران ۷۰۴.

ماهیان خاویاری و اهمیت توسعه آبزی پروری آنها در ایران ۷۰۶

بررسی مسیر تکاملی و اشتقاق گونه‌های خانواده ساردین ماهیان (Clupeidae) خلیج فارس و دریای عمان به روش مولکولی ۷۰۸

مدل‌های القاء و بررسی درد در ماهی زبرا ۷۱۰

مروری بر الکتروفیزیولوژی قلب ماهی زبرا (*Danio rerio*) از مدل سازی بیماری‌های قلبی تا مطالعات فارماکولوژیک ۷۱۹

اخلاق تحقیقاتی برای مطالعات درد و استرس در ماهی زبرا (*Danio rerio*) ۷۳۰

تنوع ژنتیکی و اندازه مؤثر جمعیت ذخایر تاس ماهی ایرانی جنوبی دریای خزر با نشانگرهای DNA میتوکندری ۷۴۲

استفاده از مکمل کمین در جیره غذایی ماهی قرمز (*Carassius auratus*) و اثرات آن بر رشد و ترکیب بدن ۷۵۰

بررسی ریخت‌شناسی فلس در دو گونه از خانواده کفشک ماهیان از خانواده Soleidae خلیج فارس ۷۵۸

مروری بر روش‌های غنی‌سازی تخم ماهیان با اسکوربیک اسید ۷۶۹

بررسی اثرات کادمیوم بر اکوسیستم‌های آبی ۷۷۱

بررسی فراوانی و شدت آلودگی‌های انگلی در ماهی کاراس، سیم نما و تیزکولی تالاب انزلی، جنوب غربی دریای خزر، ایران ۷۸۰

بررسی و شناسایی انگل‌های کرمی در ۳ گونه از ماهیان بومی و غیر بومی تالاب انزلی ۷۸۲

دوشکلی جنسی *Iranocechla persa* در چشمه خورگو، حوضه هرمزگان با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی ۷۸۴

مروری بر فیزیولوژی و بیولوژی قزل آلای رنگین کمان ۷۹۰

بررسی میزان هم آوری ماهی تیزکولی *Hemiculter leucisculus* در تالاب انزلی ۷۹۵

بافت‌شناسی کلیه و دستگاه تولیدمثلی در کپورماهی دندان دار صوفیه (*Aphanius sophiae*) ۷۹۷

تشکیل فلس در کپورماهی دندان دار هرمزی *Aphaniops hormuzensis* در طی ۱۵۶ روز ۸۰۴

ارزیابی تغییرات سلول‌های کلراید آبشش ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) تحت تأثیر غلظت‌های مختلف فنانترن ۸۰۹

بررسی عوارض بافتی آبشش ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) تحت تأثیر فنانترن ۸۱۱

مقایسه رابطه طول-وزن کفال طلایی (*Chelon aurata*) و پوزه باریک (*Chelon saliens*) ماده در قسمت جنوب غرب دریای کاسپین ۸۱۳

بررسی علت مشکلات جلدی و تلفات در یک گله ماهیان کوی (*Cyprinus carpio*) در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در استان گیلان. ۸۱۵

بررسی رابطه طول- وزن سیاه‌ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844) رودخانه ایوشان در استان لرستان ۸۱۷

بررسی تخریب DNA محیطی در آبزیان با استفاده از روش منطق فازی ۸۲۶

پویش ژنومی جایگاه‌های صفات کمی (QTLs) مرتبط با رشد در قزل آلای رنگین کمان پرورشی ۸۲۸

بررسی و شناسایی انگل‌های آبشش، پوست و دستگاه گوارش کپور ماهیان (کپور معمولی و کاراس) در رودخانه‌های منطقه شلمزار ۸۳۸

اثر استرس حمل و نقل در بیهوشی با بنزوکائین هیدروکلراید بر سیاه ماهی فلس ریز (*Capoeta damascina*) ۸۴۷

مطالعه استخوان‌شناسی ماهی جویباری *Paraschistura bampurensis* (Nemacheilidae) از حوضه آبریز جازموریان، جنوب شرق ایران ۸۵۴

درمان انگل‌های ماهی با استفاده از مواد شیمیایی ۸۵۷

بررسی سمیت حاد کلرپیریفوس و تأثیر آن بر آبزیان ۸۶۹

بازنگری رده بندی و تعیین وضعیت حفاظتی غضروف ماهیان حوضه دریاهای جنوب کشور ۸۸۱

اولویت غذایی شگ ماهی خزری (*Alosa caspia*) در ساحل چابکسر ۹۱۳

تأثیر روغن‌های ماهی و کلزا بر پارامترهای هماتولوژی و شاخص‌های لیپید خون تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) ۹۱۵

مطالعه آرایه‌شناسی ماهیان جنس سفید رودخانه‌ای (*Squalius* Bonapart, 1837) در ایران ۹۲۴

بررسی چالش خطاهای آماری در ثبت اطلاعات و آمار صید و اثرات آن در مدیریت ذخایر آبزیان ۹۲۶

مروری بر مطالعات انجام شده بر تأثیرات فلزات سنگین در مورد ماهیان شیلاتی در ایران ۹۳۲

ارزیابی اثرات بوم شناختی ناشی از احداث سدها در سیستم‌های رودخانه‌ای با تأکید بر ماهیان مهاجر ۹۳۴

مروری بر برخی ویژگی‌های زیست شناسی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) ۹۴۲

آلودگی میکروپلاستیک در دستگاه گوارش ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) در جنوب غربی دریای خزر ۹۴۸

اثرات میدان‌های الکترومغناطیس بر عملکرد عصبی و رفتار ماهیان..... ۹۵۰

شاخصهای هورمونی استرس در ماهیان ۹۵۲

بررسی علت تلفات ماهیان زینتی در یک مجموعه تولید ماهیان زینتی در شهر بجنورد ۹۵۴

گزارش عفونت انگلی خارجی شدید در مار ماهی خاردار (*Mastacembelus mastacembelus*) صید شده از رودخانه سیاه گاو ۹۵۶

مطالعه علت تلفات ماهیان گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهرستان نظرآباد ۹۵۸

بررسی آناتومی ساختار اسکلتی ناحیهٔ تنه و دم ماهی آروانا گلدن کراس‌بک (*Scleropages formosus*) با استفاده از تصاویر رادیوگراف ۹۶۴

بررسی آلودگی با انگل‌های سخت‌پوست و مژه‌دار پایه‌دار خارجی در ماهیان زینتی مولی و گوپی در شهر اصفهان ۹۶۶

مروری بر ویژگی‌ها و کاربردهای محافظ‌های سرمایی (Cryoprotective) در صنعت فرآوری محصولات شیلاتی ۹۶۹

گیاه موسیر (*Allium hirtifolium*) رشد، ایمنی، و مقاومت قزل آلای رنگین مکان در برابر بیماری استرپتوکوکوزیس بهبود می‌بخشد ۹۷۸

ماهیان حوزه تالاب بیشه دالان بروجرد (لرستان) ۹۸۱

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی ۹۸۱

فراوانی و پراکنش ماهیان بومی رودخانه کشکان (لرستان) ۹۹۰

امکان سنجی سد خاکی قارختلو زنجان برای بهره برداری شیلاتی ۹۹۲

مروری بر استفاده از اقلام غذایی تک‌یاخته در جیره غذایی آبزیان ۱۰۰۱

مروری بر فرایند تکثیروپرورش ماهیان کوی (Koi Fish) و جنبه‌های اقتصادی آن..... ۱۰۰۳

مروری بر ریخت شناسی ماهی گورامی (*Trichogaster* Sp.) و جنبه‌های اقتصادی آن ۱۰۰۵

بیوسیستماتیک تکاملی دو گونه کپور دندار بوم زاد، *Aphanius farsicus* و *Aphanius vladykovi* (ماهیان استخوانی عالی: کپورماهیان دنداندار) ۱۰۱۵

مروری بر اصول تغذیه در پرورش آبزیان ۱۰۱۷

بررسی عادت غذایی ماهی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در ساحل کیاشهر ۱۰۱۹

بررسی شاخص‌های غذایی ماهی کفال طلایی (*Chelon auratus*) بالغ در ساحل انزلی ۱۰۲۱

بررسی فراوانی و پراکنش سلول‌های کلراید آبشش بچه‌ماهیان سفید در مواجهه با شوری آب دریای‌خزر ۱۰۲۳

مطالعه تغییرات ساختار بافتی محوطه دهانی (لب، سقف دهان و زبان) در ماهی شانک زردباله پس از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا ۱۰۲۵

بررسی اثر باکتری آئروموناس هیدروفیلا بر ساختار بافتی مری، معده و روده در ماهی شانک زردباله ۱۰۲۷

مروری بر تأثیر استفاده از آرد میلورم (*Tenebrio molitor*) در جیره غذایی آبزیان ۱۰۲۹

معرفی ماهی بتا (*Betta splendens*) و مروری بر روش تکثیر آن ۱۰۴۱

مروری بر ویژگی‌ها و کاربرد پسماند میوه پسته (*Pistacia vera*) با هدف استفاده در جیره غذایی آبزیان ... ۱۰۴۳

بهره‌وری از ضایعات سخت پوستان با تاکید بر استفاده از ضایعات میگو ۱۰۵۲

معرفی دانه کتان (*Linum usitatissimum* L.) و مروری بر نقش آن در تغذیه آبزیان ۱۰۶۰

مروری بر گونه‌های جنس *Aphanius* (Cyprinodontiformes: Aphaniidae) در ایران ۱۰۷۲

اثر جایگزینی پودر ماهی با آکوپرو بر شاخص‌های خونی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) ۱۰۸۴

ویژگی‌های زیستگاه‌های کپورماهی دندان دار بدون فلس ایرانی *Aphaniops furcatus* ۱۰۸۶

نکات کاربردی فیزیک اولتراسونوگرافی در انتخاب پروب مناسب برای سونوگرافی ماهیان خاویاری باهدف تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی ۱۰۸۸

آرتی‌فکت‌ها در اولتراسونوگرافی ماهیان خاویاری ۱۱۰۱

شناسایی گونه سرخوی معمولی *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) در خلیج فارس و خلیج عمان بر اساس رویکرد ریخت شناسی و مولکولی ۱۱۱۳

بررسی اثر آب برگشتی بر عملکرد رشد و شاخص باله‌ای در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دو سیستم بازگردشی نسبی ۱۱۱۵

اهمیت مسائل مربوط به ایمنی غذاهای دریایی در همه گیری ویروس کرونا (کوید ۱۹) ۱۱۱۷

ساختار طولی، وزنی، سنی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی مخرج لوله‌ای (*Rhodeus caspius*) در تالاب انزلی ۱۱۱۹

بررسی رابطه طول-وزن دو گونه از ماهیان سنگ‌لیس *Garra tiam* و *G. meymehensis* ۱۱۲۱

بخش اول

سخنرانان کلیدی

Section 1

Keynote Speakers

نقش رودخانه‌ها در حفاظت از تنوع زیستی ماهیان دریای خزر

اصغر عبدلی

پژوهشکده علوم محیطی دانشگاه شهید بهشتی

Email: asabdoli@gmail.com

چکیده

حوضه جنوب دریای خزر یکی از متنوع‌ترین حوضه‌های آبریز ایران به لحاظ گونه‌های ماهیان آب شیرین ایران است. تغییر اقلیم، پرورش گونه‌های غیر بومی در قفس، پرورش میگو، تخریب زیستگاههای رودخانه‌ای، گونه مهاجم شانه دار، مرگ و میر کفال ماهیان، تکثیر بیش از حد ماهی سفید، در خطر انقراض بودن فک دریای خزر، آلودگی گسترده و خشک شدن رودخانه‌ها از جمله تهدیدهای اکوسیستم دریای خزر می‌باشند. حدود ۴۸ درصد از ماهیان حوضه خزر ساکن آب شیرین (رودخانه‌ها و تالابها) می‌باشند و حدود ۲۹ درصد ساکن دریا و حدود ۲۳ درصد مهاجر از دریا به رودخانه می‌باشند. از میان ماهیان موجود در حوضه خزر حدود ۳۹ درصد مورد بهره برداری قرار نمی‌گیرند همچون گاوماهیان، نی ماهی و شیشه ماهی حدود ۱۷ درصد از آنها صید ورزشی و تفریحی و ۴۴ درصد دارای ارزش صید اقتصادی هستند. از میان ماهیان اقتصادی نیز ۷۹ درصد از آنها برای تولید مثل به رودخانه‌ها و آبهای ساحلی و تالابها وابسته‌اند که از جمله ماهیان خاویاری، ماهی آزاد دریای خزر، سوف، کپور معمولی، اورنج، کله و سیم را می‌توان نام برد. رودخانه ولگا یکی از رودخانه‌های اصلی این دریا است که با احداث چندین نیروگاه برق آبی و سد بر روی این رودخانه، مانع اصلی جلوگیری از مهاجرت و تخم ریزی بسیاری از ماهیان در این رودخانه می‌شود. رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر به علت نزدیکی رشته کوه البرز به دریا، اختلاف ارتفاع، تغییرات دمایی، سرعت آب و شیب رودخانه این امکان را فراهم می‌کند که حتی در یک فاصله کوتاه بتوان نواحی اصلی اکولوژیک را در بسیاری از آنها مشاهده نمود که به صورت نمونه می‌توان به رودخانه شیرود و رودخانه‌های حفاظت شده سردابرود و چالوس اشاره نمود. متاسفانه این رودخانه‌ها به علت آبزی پروری در بستر رودخانه، احداث کارگاههای پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان و ورود پساب این کارگاهها بدون تصفیه به رودخانه، برداشت سن و ماسه از بستر رودخانه، تراکم بسیار زیاد صیادان به خصوص در فصل مهاجرت ماهیان در برخی رودخانه‌ها (از جمله رودخانه شیرود)، ساخت سدها (سدهای مخزنی که راهی برای مهاجرت ماهیان به بالادست رودخانه ساخته نشده است)، نداشتن حق آبه زیست محیطی رودخانه‌ها از جمله تهدیدهای رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر می‌باشند که وضعیت بسیاری از ماهیان مهاجر این حوضه را در معرض تهدید و نابودی قرار داده‌اند. در حال حاضر برخی از گونه‌های ماهیان مهاجر مانند مار ماهی دهان گرد که بوم زاد در یای خزر است تنها در برخی از رودخانه‌های جنوب دریای خزر مشاهده می‌شوند. به نظر می‌رسد وقت آن رسیده است که شیلات ایران به جای صرف هزینه و نیروی انسانی زیاد برای تکثیر مصنوعی به کمک سازمان حفاظت محیط زیست با حفاظت از رودخانه‌های کوچکتر که مشکلات کمتری دارند ضمن فراهم نمودن شرایط برای تولید مثل ماهیانی مثل ماهی سفید شرایط را برای سایر ماهیان مهاجر از جمله ماهیان خاویاری، ماهی آزاد مار ماهی، سس ماهیان شاه کولی و سیاه کولی رودخانه‌های کوچک در حوضه جنوب مانند موی رگ‌هایی هستند که می‌توانند بخشی از تنوع زیستی رو به انقراض این منطقه مهم را نجات دهد.

واژگان کلیدی: دریای خزر، حفاظت، رودخانه، تنوع زیستی ماهیان.

Importance of the rivers in conservation of biodiversity of the Caspian Sea

Asghar Abdoli

Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University

Email: asabdoli@gmail.com

Abstract

Climate change, cage culture of non-native species, shrimp culture, riverine habitat loss, Invasive Comb Jelly, mullet mortality, excessive production of the Caspian kutum, the endangered Caspian phoca, widespread pollution, and decrease in rivers water discharge, are all challenges to the Caspian Sea ecology. In the South Caspian Basin, around 48 percent of fish reside in fresh water (rivers and wetlands), 29 percent inhabit, and 23 percent migrate from the sea to the rivers to spawn. About 39 percent of the fish in the Caspian Basin are not exploited, such as Gobiidae, Syngnathidae, Atherinidae, and others, while 17 percent are used for sport fishing and recreation, and 44 percent are used for commercial purposes. Among the economic fishes, 79% of them depend on the rivers and coastal waters and wetlands, which include Acipenseridae family, *Salmo trutta*, *Sander lucioperca*, *Cyprinus carpio*, *Luciobarbus capito*, *Abramis brama* and *Rutilus caspicus*. The Volga River while providing more than 85 percent of the Caspian Sea water, at the same time is the greatest barrier to fish migration and spawning in the river due to the construction of multiple hydroelectric power plants and dams on the river. The Caspian Sea several jeopardies such as water depth reduction water, water pollution and destruction of fish habitats. Rivers in the South Caspian Sea Basin show the main biological zones.The Tonekabon River which used to be the suitable habitat of the Caspian Salmon at present must deal with several side effects of the nonnative rainbow trout fish farms, Extraction of sand from the riverbed, high density of fishermen, particularly during the fish migration season in some rivers (including the Shirud River), construction of dams. The reservoir dams must have fish passes to allow fish upstream navigation. But the reservoir dam has been built without such construction. These are among the threats to the rivers in the Caspian Sea's southern basin.

Keywords: the Caspian Sea, conservation, rivers, fish diversity.

Fish Diversity in India

Heiko Bleher

Aquapress, Via G. Falcone 11, 27010 Miradolo Terme (Pavia), Italy.

Email: heiko@aquapress-bleher.com

Abstract

My talk was about Indian Fishes, because I did research in many of its aquatic habitats and wrote one book, *INDIAN ORNAMENTAL FISHES* volume 1, working still on final volume 2. Indian Inland fishes where first described with about 200 species in 1803 by Patrick Russel, and a few specie mentioned earlier by the German Bloch in 1785, in *Auslaendische Fische*, followed by Schneider in 1801, not to forget Laépède in *Histoire des Poissons* (1798-1803). But only Francis Hamilton in 1822, in his book *Fishes Found in the River Ganges* did the first excellent work dedicated exclusively on India with 98 species hand painted, and very well described although not a single specimen was preserved. In 1839, another Englishmen, John McClelland wrote about *Indian Cyprinidae* and included drawings of those missing in Hamilton's book, and some more. But the biggest work was done by Francis Day between 1875-1878 *Fishes of India*, which included fishes that inhabit the seas and freshwaters of India, Burma, and Ceylon. Also his fishes were all hand-painted. Having been reading all these and many more books, and seen photographs of a few Indian fishes in mainly publications in the 20th Century I started my expeditions to India in 1979, when I was able to discover a new dwarf *Channa* species, and this colorful beauty has been described in my honor as *Channa bleheri* Vierke 1991. It has become one of the favorite aquarium fishes, also as it stays small. I have since done over 30 field trips to the Indian Subcontinent and in 2010 decided to write a book about these amazing fishes, in a way as never done before. I have done research of every detail, including scale and fin accounts, their morphology and color variants. I was asked to mention all "ornamentals" and show their beautiful colors. But after a work of more than 5 years (with several additional field trips I between) I realized that of the 1049 species recorded at the time, almost one thousands are likely to be such ornamental species. One of the most amazing things I discovered through my field rips, is that almost the majority of Indian fish species can withstand and live in an incredible habitat from temperatures down to nearly zero degrees centigrade up to over 30°C, and many even for month' without any water at all, or burros in the mud including cyprinids, different catfishes ad naturally all Labyrinth fish species. I did do such research along five thousand kilometers along the Himalaya foothills, into Nepal and to 3000 m high ranges and throughout the northeaster states of India to the border with China. This incredible adaptation of many of its species is nearly unknown from elsewhere, or simply hardly ever published before. I just wish they would lift the pandemic travelling restriction so I can return to finish my volume two with another approximately 500 species.

Keywords: Fish diversity, India,Ornamental fishes

New frontiers in ichthyology of Iran

Hamid Reza Esmaeili

Ichthyology and Molecular Systematics Research Laboratory, Zoology Section, Department of Biology, School of Science, Shiraz University, Shiraz, Iran

Email: hresmaeili@shirazu.ac.ir

Abstract

Research works on the ichthyodiversity of the Iranian plateau including marine, brackish, and freshwater fishes have been steadily increasing over the last few decades, mainly as a result of growing scientific interest, presence of unique species, the introduction of exotic elements, and increased awareness of the importance of conservation and sustainable use of biological resources. Being located entirely in the southwest Palearctic realm, Iran receives also elements from both of Afrotropical and Oriental regions. In addition, due to recent anthropological activities, it receives other faunal elements from the Nearctic and the Neotropical regions. The recent investigations reveal records of about 1294 marine and freshwater fishes in this country, but the presence of several species should be confirmed by specimens. In the southern marine water bodies (the Persian Gulf, Strait of Hormuz, and Oman Sea, Chondrichthyes (mainly Elasmobranchii), and Osteichthyes comprise 93 and 882 species respectively. Recently, the tentacled butterfly ray, *Gymnura tentaculata* (Valenciennes, 1841) was rediscovered, the Indian handfish, *Halieutaea indica* Annandale & Jenkins, 1910 (Lophiiformes: Ogcocephalidae) was recorded, and *Silhouettea ghazalae* Kovačić, Sadeghi & Esmaeili, 2020 (Gobiidae) and *Plectorhinchus makranensis* Damadi, Moghaddam, Ghassemzadeh & Ghanbarifardi, 2020 (Haemulidae) were discovered/described from the Persian Gulf and Oman Sea. The Caspian Sea which is a part of a highly diverse area of the Paratethys basin is the largest lake or inland water body in the world, presenting both brackish and freshwater habitats including rivers, lakes, lagoons, marshes, and marine environments, presenting high biodiversity, especially fish species. The southern Caspian Sea basin (SCSB) presents about 116 fish species, belonging to 65 genera and 29 families. From these, 5 species have not recently been collected. There are 8 endemic and 11 exotic species. *Benthophilus persicus* Kovačić, Esmaeili, Zarei, Abbasi & Schliewen, 2021 and *Ponticola patimari* Eagderi, Nikmehr & Poorbagher, 2020 (Gobiidae) are two new described species from the SCSB basin. More are waiting to be discovered.

Keywords: Biodiversity, Persian Gulf, Oman Sea, Caspian Sea basin, Iran.

Biogeographic pattern of freshwater fish distributions in the Euphrates and Tigris River drainages

Jörg Freyhof

Museum für Naturkunde, Leibniz Institute for Evolution and Biodiversity Science, Center for Integrative Biodiversity Discovery, Invalidenstraße 43, 10115 Berlin Germany

Email: Joerg.Freyhof@mfn.berlin

Abstract

The Euphrates and Tigris drainage is one of the largest river systems in the West-Palearctic. It gets its water mostly from mountain areas in Turkey. The river system is only 2-3 MY old while headwaters, today tributaries, are much older. During Pleistocene glaciations, sea levels were about 120-150 m lower than today and the Persian Gulf might have been a series of lakes. Periodically, the Tigris might have flown through the Persian Gulf and reach the sea in the Gulf of Oman. That ephemeral river, most likely in place during short periods of glacial meltdown and high precipitations at the end of glaciations, connected the rivers of the Persian Gulf. From the 25 species in the E&T which are not coastal and not endemic, 18 occur also in the rivers of the Persian Gulf basin as the Zohreh, Helleh, Mond and others including the endorheic basins of the Kor and Zayandeh. The Euphrates and Tigris have a poor but highly endemic fauna in which the Tigris is much more diverse than the Euphrates. There are many regionally endemic mountains species especially in the Tigris/Karun potentially reflecting Pre-Pleistocene isolations. Actually, we recognise 111 species of freshwater fishes plus two diadromous and one euryhyaline in the Euphrates and Tigris drainage. Endemic to the Euphrates and Tigris are 90 (81%) species. 19 species are exclusively found in the Euphrates drainage and 49 fish species are endemic to the Tigris drainage including the Karun and Karkheh. Endemic genera are: *Caecocypris*, *Eidinemacheilus*, *Kosswigichthys*, and *Sasanidus*. Many of the endemic species are mountain hillstream specialists as *Glyptothorax*, *Oxynoemacheilus*, *Paracobitis*, *Turcinoemacheius*.

Keywords: Euphrates, Tigris, freshwater fish, distribution.

Why gobies? An attempt to bring gobies to everyone

Helen K. Larson

Museum and Art Gallery of the Northern Territory, Darwin, Australia

Email: Helen.Larson@magnt.net.au

Abstract

Gobioid fishes are, in my opinion, the most diverse and fascinating fishes in the world. Their greatest diversity is in coral reefs and estuarine habitats. They are difficult to work on, being small, often cryptic and have many puzzling morphological and osteological features. This results in few good overviews of genera and relationships from a morphological viewpoint. My colleague Doug Hoese and I are attempting to rectify this with our three-volume fully illustrated book, *Gobioids of the World*. It will include all described gobioid species as far as possible. Sections will include the history of gobyology, taxonomy and discussion of the various proposed classifications, full species descriptions, distribution, ecological and reproductive information and conservation status. Most of the book will be devoted to descriptions of each species with photographs, drawings, and maps. The higher classification of gobioid fishes is still somewhat uncertain. Doug and I use the suborder Gobioidei, a category supported well by several morphological characters. Recent family and subfamily classifications have been heavily influenced by genetic studies but genetic work is still developing and as new genes are added, the classification changes. We recognise 10 families: Rhyacichthyidae, Odontobutidae, Eleotridae, Butidae, Thalasseleotrididae, Gobiidae, Kraemeriidae, Ptereleotridae, Xenisthmidae and Schindleriidae. And hope that more people will work on this still not-well understood group.

Keywords: Gobioidei, Gobiidae, Indo-Pacific, taxonomy

Genomics of adaptation and speciation in cichlid fishes

Axel Meyer

Department of Biology, University of Konstanz, Konstanz, Germany

Email: axel.meyer@uni-konstanz.de

Abstract

The transition from ‘well-marked varieties’ of a single species into ‘well-defined species’—especially in the absence of geographic barriers to gene flow (sympatric speciation)—has puzzled evolutionary biologists ever since Darwin1,2. Gene flow counteracts the buildup of genome-wide differentiation, which is a hallmark of speciation and increases the likelihood of the evolution of irreversible reproductive barriers (incompatibilities) that complete the speciation process3. Theory predicts that the genetic architecture of divergently selected traits can influence whether sympatric speciation occurs4, but empirical tests of this theory are scant because comprehensive data are difficult to collect and synthesize across species, owing to their unique biologies and evolutionary histories5. Here, within a young species complex of neotropical cichlid fishes (Amphilophus spp.), we analysed genomic divergence among populations and species. By generating a new genome assembly and re-sequencing 453 genomes, we uncovered the genetic architecture of traits that have been suggested to be important for divergence. Species that differ in monogenic or oligogenic traits that affect ecological performance and/or mate choice show remarkably localized genomic differentiation. By contrast, differentiation among species that have diverged in polygenic traits is genomically widespread and much higher overall, consistent with the evolution of effective and stable genome-wide barriers to gene flow. Thus, we conclude that simple trait architectures are not always as conducive to speciation with gene flow as previously suggested, whereas polygenic architectures can promote rapid and stable speciation in sympatry.

Keywords: Genomics, adaptation, speciation, Cichlidae

Effects of microplastics on aquatic organisms

Marko D. Prokić

Department of Physiology, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", University of Belgrade, Bulevar despota Stefana 142, 11060 Belgrade, Serbia

Email: marko.prokic@ibiss.bg.ac.rs

Abstract

Concerns about microplastics (MPs) concentrations and their negative effects on the environment are on the rise, especially for aquatic ecosystems that are considered as final sinks for MPs. Herein, I have provided a literature review on different aspects of MPs pollution on aquatic organisms based on data collected from more than 400 studies published in the period of 2011-2020. Results revealed that invertebrates were slightly more studied model organisms in comparison to vertebrates. Among invertebrates dominantly were used Mollusca (Bivalvia and Gastropoda) and Arthropoda (Crustacea- Branchiopoda and Malacostraca) species. In the case of vertebrates, fish species were studied in 83% of all evaluated studies. Comparison between research conducted on marine and freshwater ecosystems showed a great gap in knowledge of the effects of MPs especially for freshwater organisms (28% of studies). The existing results were gained mostly from *Daphnia* species and zebrafish (*Danio rerio*). Analyses of experimental design showed that 60% of studies were conducted under laboratory conditions with a greater amount of them examining effects of acute exposure to MPs. As for field studies, short-term ones were more numerous in both vertebrates and invertebrates, than long-term studies. Intraspecific characteristics of model organisms in MPs studies are generally neglected, with the scarcity of comprehensive studies on life stages and sex differences. MP-related effects were focused primarily on the gastrointestinal tract and changes in physiological and fitness parameters. Overall, studying MPs pollution in the future should address various groups of organisms, freshwater ecosystems, different tissues and parameters, together with long-term and comparative studies.

Keywords: microplastics, vertebrates, invertebrates, interspecific differences, intraspecific differences

Phylogenetic relationships, taxonomy and diagnostics of spined loaches (Cobitidae: *Cobitis*, *Sabanejewia*) of the Caspian Sea basin

Ekaterina D. Vasil'eva[1*], Evgeniya N. Solovyeva[1], Victor P. Vasil'ev[2]

1- Zoological Museum, Department of Biology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia.
2- A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia.

Email: vas_katerina@mail.ru

Abstract

Among cypriniforms, the spined loaches (family Cobitidae) are a species-rich group involved in polyploid evolution, with frequent hybridization events and complicated taxonomy due to cryptic species. In the Caspian Sea basin, Cobitidae fishes are represented by the very discrete monophyletic genus *Sabanejewia* and representatives of two genera, *Misgurnus* and *Cobitis*, confirmed as polyphyletic groups. *Sabanejewia* species are free of diploid-polyploid relationships and very rarely hybridize; three endemic Caspian species, *S. caspia*, *S. aurata* sensu stricto and *S. caucasica*, belong to the species that are well identified by their external morphology, primarily by the color pattern; *S. caspia* is the most genetically divergent species of the genus. Among the *Cobitis* species, the most phylogenetically divergent is *C. melanoleuca*, which is widespread from the Don River basin in Europe to the Far East and China. This species participates in the diploid-polyploid complexes found in the Volga River drainage and hybridizes with triploid loaches to form one of the tetraploid forms. The main parental species for various polyploid forms is *C. taenia*, a European species found in the northern part of the Caspian basin. In contrast, other Caspian *Cobitis* species distributed in the southern part of the basin have never participated in the formation of polyploid forms, three of them – *C. derzhavini*, *C. faridpaki* and *C. saniae* - belong to the morphological group "*C. satunini*" and are phylogenetically related species; the last two should be classified as allopatric cryptic species. The probably extinct *C. amphilekta* has an unknown phylogenetic position.

Keywords: Phylogeny, Diploid-polyploid Relationships, Morphology, Cryptic species, Distribution.

Introduction

Among cypriniforms, spined loaches (family Cobitidae) are a species-rich group of small freshwater fishes common in Europe, North Africa and Asia, where new species are still being discovered. In the Caspian Sea basin, the family is represented by a very discrete monophyletic genus *Sabanejewia* Vladykov, 1929 and representatives of two genera, *Misgurnus* Lacepède, 1803 and *Cobitis* Linnaeus, 1758, confirmed as polyphyletic groups (Perdices *et al.*, 2016). The only species of *Misgurnus*, the European weatherfish *M. fossilis* (Linnaeus, 1758), is rarely found only in the Volga River system; three *Sabanejewia* species – *S. aurata* (De Filippi, 1863) sensu stricto, *S. caspia* (Eichwald, 1838), and *S. caucasica* (Berg, 1906) - are endemic Caspian species (Vasil'eva, 1998), while the genus *Cobitis* is represented by six currently recognized species with profound differences in their distribution, assumed phylogenetic history and morphological divergence (Vasil'eva and Vasil'ev, 2020; Vasil'eva *et al.*, 2020). Of particular interest among them is the European spined loach *C. taenia* Linnaeus, 1758, which, as has been shown, is the parental species of a number of triploid and tetraploid unisexual forms and, thus, participated in a special way of polyploid evolution - reticular speciation. Of no less interest is *C. melanoleuca* Nichols, 1925, widespread in Eurasia (from the Don River basin to the Far East and China), also participating in diploid-polyploid complexes (Vasil'ev *et al.*, 1989, 2011; Perdices *et al.*, 2015). In connection with the above, the main goals of our long-term research were the search for new diploid-polyploid complexes and new diploid species in cobitid fishes, elucidation of their diagnostic characteristics, clarification of ranges, and assessment of phylogenetic relationships. This paper shows some of the results obtained for the ichthyofauna of the Caspian Sea basin.

Materials and methods

For phylogenetic studies, genomic DNA was extracted from pectoral fin tissue dissected (usually from the right side) in the fresh fishes under anesthesia (or in specimens fixed in 96% ethanol) and fixed in 96% ethanol. We analyzed a fragment of cytochrome *c* oxidase gene (COI) of mitochondrial DNA, a mitochondrial DNA cytochrome *b* (cyt *b*) gene fragment, and an exon of recombination activating gene (RAG1) of nuclear DNA in the samples collected in Azerbaijan, Iran and Georgia from 2010 to 2018. We used the primers and protocols described earlier (Ivanova *et al.*, 2006; Perdices *et al.*, 2016). 63 individuals from 19 sampling sites of *Cobitis* and 8 individuals from 23 sampling sites of *Sabanejewia* collected in the Caspian Sea basin, as well as samples of both genera from nearby territories, confirmed by vouchers stored at the Zoological Museum of the Moscow State University (ZMMU) (Fig. 1) were included in the phylogenetic analyses along with the COI, cyt *b*, and RAG1 sequences of spined loaches from Genbank. Bayesian phylogenetic analysis for both genera was performed using MrBayes v.3.1.2 (Ronquist and Huelsenbeck, 2003), with examining the likelihood plots using TRACER v 1.5 (Rambaut and Drummond, 2007).

Karyological studies of spined loaches in the South Caspian Sea basin were carried out in 1982-1985, 2014 and 2018. The structure of the karyotype was investigated in the cells of the anterior part of the kidney using air-dried glasses prepared according to a previously published technique (Vasil'ev, 1978). In total, more than 500 metaphase plates from 175 individuals

caught in water bodies of Azerbaijan, Georgia and Iran were studied. Chromosomes were classified according to the system proposed by Levan et al. (1964).

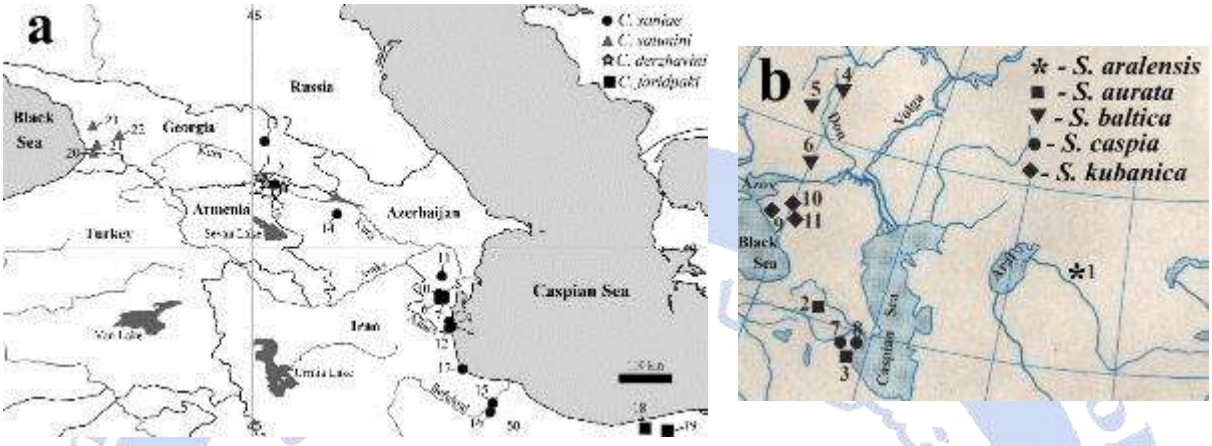


Fig. 1. Sample localities of the *Cobitis* (a) and *Sabanejewia* (b) specimens used for molecular analyses. Locality numbers for *Cobitis*: 1, Kara-Su at Tsadokhly; 2, Kara-Su at Niyazy; 3, Agstafa; 4, Archivanchai; 5, Pensarchai; 6, 7, Vilashchai; 8, Haftoni; 9, Siyaku; 10, Goytapa; 11, Bolgarchai; 12, Astara; 13, Alazan; 14, Kurakhchai; 15, 16, Sefidrud; 17, Gisum; 18, Babolrud; 19, Tajan; 20, Skurdumi; 21, Supsa; 22, Rioni; 23, Khobi; locality numbers for *Sabanejewia*: 1, Syr-Darya; 2, Ayrichai; 3, Vilashchai; 4, Moskovaya Ryasa; 5, Sosna; 6, Seversky Donets; 7, Archivanchai; 8, Kyzylagach Bay; 9, Abin; 10, Il; 11, Kuban.

Morphological characters generally accepted in the description of *Cobitis* and *Sabanejewia* species (the shape of lamina circularis, suborbital spine, body scales and lips, position of barbels and suborbital spine, etc.), and the main color patterns were studied in all voucher samples from the Caspian Sea basin stored at ZMMU, as well as in previously collected materials from the ZMMU collection. These characters were analyzed in 653 individuals from different rivers and lakes of the Caspian basin, including *S. caspia* (233 specimens), *C. amphilekta* Vasil'eva et Vasil'ev, 2012 (17), *C. derzhavini* Vasil'eva, Solovyeva, Levin et Vasil'ev, 2020 (39), *C. faridpaki* Mousavi-Sabet, Vasil'eva, Vatandoust et Vasil'ev, 2011 (33), *C. melanoleuca* (91), *C. saniae* Eagderi, Jouladeh-Roudbar, Jalili, Sayyadzadeh et Esmaeili, 2017 (218), and *C. taenia* (22), as well as in other related species from different areas: *Cobitis satunini* Gladkov, 1935 from Georgia (8), *S. romanica* (Băcescu, 1943) from Roumania (10), *S. larvata* (De Filippi 1859) from Italy (10). We also used data from our previous studies on *Cobitis* and *Sabanejewia* (Vasil'eva, 1984; Vasil'eva and Poznyak, 1986; Vasil'eva and Vasil'ev, 1988; Vasil'eva and Ráb, 1992) and other literature data. The color pattern has been described as being organized in four zones accepted from Gambetta (1934); we have distinguished two pigment layers for spots at the base of the caudal fin, following Saitoh and Aizawa (1987). Meristic characters and 23 morphometric indices (following Bănărescu *et al.*, 1972 and Vasil'eva and Vasil'ev, 1998) were analysed in voucher samples that showed significant genetic divergence. For comparative morphological analysis, we calculated the means and standard deviations and used data from our previous studies.

Results

Karyology. Karyological studies of various species and populations of spined loaches collected in the water bodies of the South Caspian did not reveal the presence of polyploid individuals here. All studied fishes had a diploid genome with 50 chromosomes; differences in the karyotype structure were observed in different species (Table 1). These karyotypes show a significant divergence from the karyotype of *C. taenia* with 48 chromosomes and the largest number of metacentrics. A smaller number of bi-armed (metacentrics + submetacentrics) chromosomes distinguishes the spined loaches from the South Caspian and from *C. satunini* (Fig. 2, Table 1), studied from the Kintrish River (Black Sea basin), its type locality.

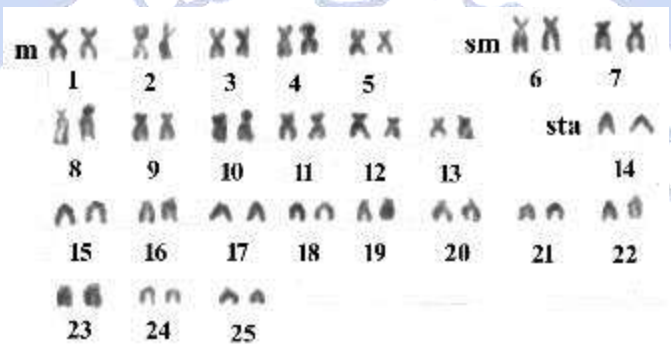


Fig. 2. Karyotype of *C. satunini* from Kintrish River, Georgia: m are meta-, sm are submeta-, sta are subtelocentric and acrocentric chromosomes.

Table 1. Karyotype structure of the studied Caspian species of *Cobitis* and *Sabanejewia* and some related species from different areas.

Species	Locality	2n	m	Sm	sta	NF	References
C. derzhavini	Mingechaur Reservoir	50	8	12	30	70	Vasil'eva *et al.*, 2020
C. melanoleuca	Volga R. drainage	50	8	18	24	76	Vasil'ev, Vasil'eva, 1982
C. saniae	M. Kyzylagach Bay	50	6	14	30	70	Vasil'ev, 1995
C. satunini	Kintrish R., Black Sea	50	10	16	24	76	Present study
C. taenia	Volga R. drainage	48	12	16	20	76	Vasil'ev, Vasil'eva, 1982
S. aurata	Kura R. basin	50	6	12	32	68	Vasil'eva, Vasil'ev, 2019
S. caspia	M. Kyzylagach Bay	50	4	18	28	72	Vasil'eva, Vasil'ev, 2019
S. larvata	Italy	50	4	6	40	60	Lodi, Marchionni, 1980

Designations: 2n – diploid chromosome number, m – number of metacentric chromosomes, sm – the same of submeta-, and sta- subtelo- and acrocentric chromosomes, NF – the number of chromosome arms.

The smallest number of metacentric chromosomes was found in *S. caspia* (Table 1). As we noted earlier (Vasil'eva and Vasil'ev, 2019), the characteristic features of this species are also the small sizes of metacentrics, which are noticeably shorter or equal in length to the large arms of the first submetacentric chromosomes, and the small sizes of all of chromosomes, in contrast to most species of spined loaches, except for *C. melanoleuca* and the Italian species *S. larvata* (De Filippi, 1859).

Phylogenetic study. The analysis of cyt *b* (1140 bp) and RAG1 (910 bp) fragments obtained for *Sabanejewia* species showed similar proportions per nucleotide for RAG1, but an anti-G bias and high T for cyt *b*; the transition-transversion bias (R) was 4.65 and 1.67 for cyt *b* and RAG1,

respectively. The cyt *b* fragments contained more phylogenetically informative positions as compared to the nuclear gene RAG1 (Table 2). The phylogenetic tree reconstructed on the base of cyt *b* sequences (not presented in the paper) had good resolution with high support at most nodes; four major mtDNA clades were identified in the genus *Sabanejewia*: the samples of *S. caspia* belonged to the most basal clade, the next branching clade included *S. larvata*, the third clade was represented by *S. romanica*; the rest of the species were combined into a fourth clade, divided into several subclades. The phylogenetic tree reconstructed on the basis of the RAG1 sequences (Fig. 3), in general, has, a lower resolution than the cyt *b* phylogenetic tree, but in sum repeats its topology. *S. caspia* (clade A, PP=1) together with *S. larvata* (clade G, PP=1) form the sister and basal clade for all other studied *Sabanejewia* samples. According to intergroup estimates of uncorrected p-distances, *S. caspia* is the most distant group among the studied *Sabanejewia* species: its distances from other groups reached 13.35–18.35% versus 2.66–15.00% for cyt *b* and 1.66–2.02% versus 0.73–1.79% for RAG1; *S. larvata* is the lineage that is closest to it. In contrast, low sequence divergence was found between *S. aurata* and *S. caucasica* for both cyt *b* and RAG1 (Fig. 3).

Table 2. Molecular characteristics of the studied genes in the genus *Sabanejewia*

Locus	Length, bp	Conservative sites	Variable sites	Parsimony informative sites	Nucleotide frequencies, %			
					T	C	A	G
cyt *b*	1140	800	340	310	30.4	27.2	26.3	16.1
RAG1	910	874	36	30	24.4	24.0	23.9	27.8

The phylogenetic trees reconstructed for the studied *Cobitis* species based on the obtained fragments COI (684 bp) and RAG1 (909 bp) showed a close relationship between the South Caspian *C. saniae*, *C. faridpaki* and *C. derzhavini* forming a common phylogenetic subclade, separated from the subclades of *C. taenia* and *C. satunini* (COI tree), or the subclade combining both of latter species (RAG1 tree). However, the obtained values of uncorrected p-distances confirmed the independent species status for all the mentioned species (Vasil'eva *et al.*, 2020).

Morphological study. Based on the morphological study of genetically identified individuals of *Cobitis*, we have developed a system of diagnostic features for spined loaches from the Caspian Sea basin and used them in the analysis of the ZMMU collection. All recent South Caspian *Cobitis* species (as well as *C. satunini* from the Black Sea basin) differ from the North Caspian *C. melanoleuca* and *C. taenia* in the shape of sub-dorsal scales, which are more or less elongated, with a small eccentric focal zone of about 1/7 of the maximum scale diameter or less, in contrast to the large focal zone of about 1/3 of the maximum scale diameter or more, slightly displaced towards the anterior edge of the scale in *C. taenia* and *C. melanoleuca* and *C. amphilekta*, found only in old collections of ZMMU (Vasil'eva and Vasil'ev, 2012). *C. melanoleuca* is the most morphologically divergent species, which is also characterized by a narrow bottle-like lamina circularis in males and the presence of two dark spots well-defined on the surface (dermal) layer at the caudal fin base, often merging with each other in the form of a curly brace. Other Caspian species have a broad, hatchet-like lamina circularis and no more than one (upper) spot on the surface layer at the caudal fin base (Vasil'eva *et al.*, 2020; Vasil'eva and Vasil'ev, 2020; this study).

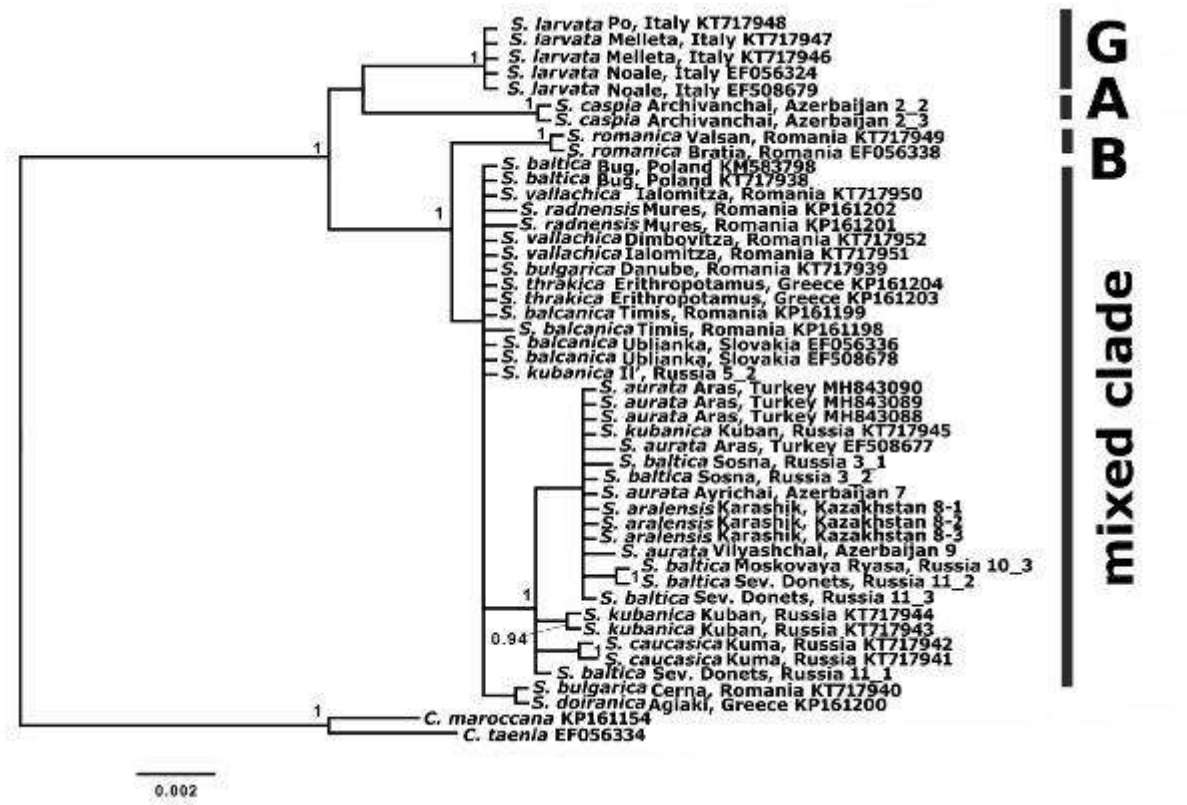


Fig. 3. BI estimation of *Sabanejewia* phylogenetic relationships based on the fragments of the exon of RAG1 nuclear gene with values on branches corresponding to Bayesian posterior probabilities.

An analysis of the ZMMU collections shows that most of the spine loaches found in the South Caspian basin belong to *C. saniae*, the most widespread species, showing a high variability of many external characters (Vasil'eva and Vasil'ev, 2020). This species was found in the type locality of *C. amphilekta* (Kumbashi River), but was not observed in samples from the Black Sea basin, where *C. satunini* occurs. A stable diagnostic feature of *C. saniae* is the presence of a bright, almost round or crescent-shaped black spot in the dermal layer of the upper part of the caudal fin base; a similar spot is observed in the allopatric *C. satunini* and *C. faridpaki*, but it is very small and narrow in *C. amphilekta* and is completely absent in *C. derzhavini* found in the same water bodies with *C. saniae*. An analysis of intra- and interspecies variability of morphometric characters revealed the absence of significant differences between different species of the considered group of the genus *Cobitis*. We also did not find pronounced differences between the analyzed species in the number of fin rays and number of spots in the middle of the flank (Vasil'eva and Vasil'ev, 2020). In general, the most morphologically similar species in the South Caspian are *C. saniae* and *C. faridpaki.*

In contrast to the South Caspian species of the genus *Cobitis*, the Caspian species of *Sabanejewia* show significant divergence in external morphological characteristics and color features. In general, *S. aurata* is similar to species of the genus *Cobitis* by the presence of a typical element of their pigmentation - a row of dark blotches along flank. In *S. caspia* this row

of large blotches is absent; instead, small dark brown specks, scattered throughout the body, merge into a continuous longitudinal dark stripe running along the middle of the side (Fig. 4a). *S. caucasica* is characterized by marble pigmentation, which does not form stripes on the sides (Fig. 4b).

Fig. 4. *Sabanejewia caspia* from Archivanchai, Azerbaijan, live specimen, 48 mm SL (a) and *S. caucasica* from Shura-ozen', Dagestan, fresh specimen after alcohol, 50 mm SL (b).

S. caspia and *S. caucasica* have long barbels (Table 3): in adult fish, the mandibular barbels reach the posterior edge of the eye or beyond. Whereas *S. aurata* (like most other *Sabanejewia* species) has short barbels, which usually reach no further than the anterior edge of the eye (Vasil'eva and Poznyak, 1986; Vasil'eva and Vasil'ev, 1988; Vasil'eva and Ráb, 1992; Witkowski, 1994; this study). Unlike *S. caucasica* and *S. aurata*, *S. caspia* is characterized by a short snout, which is usually less than 40% of the head length (compared to usually exceeding 40% of the head length), and a short caudal peduncle, which never exceeds 18% SL (versus usually exceeds 18% SL) (Table 3). In addition, *S. caspia* has a unique shape of the lower lip with two barbel-like processes on the inner side of each lobe (Vasil'eva and Vasil'ev, 2019).

Table 3. Some morphometric characters in different species of the genus *Sabanejewia*

Character*	*S. caspia*		*S. caucasica*		*S. aurata*	*S. larvata*
	Kyzylagach Bay (n=36)	Kumbashi (n=100)**	Sunzha (n=15)***	Khaidon (n=34)***	Kura (n=100)**	Italy (n=5)
SL, mm	47.5–65.2	34.6–50.5	58.5–77.6	44.0–91.2	38.0–72.0	47.5–56.8
	55.7	39.3	67.7	76.4	54.1	52.3
lpc	13.5–18.0	12.5–17.9	16.8–22.0	16.9–28.0	14.7–21.1	14.5–16.7
	15.8 + 1.02	14.7 + 0.60	19.5 + 1.55	19.0 + 1.22	17.9 + 1.00	15.5
ao	28.8–39.2	34.4–44.5	42.0–51.3	43.9–51.8	36.0–52.8	35.9–42.9
	35.6 + 2.34	39.3 + 1.10	48.6 + 2.36	47.0 + 1.69	43.4 + 2.70	38.8
lB	22.3–40.6	-	25.5–34.3	21.7–35.7	-	15.2–21.1
	32.1 + 5.22		29.5 + 2.73	29.6 + 8.10		18.5

*SL – standard body length; lpc – caudal peduncle length in% SL; ao – snout length in% of head length, lB – mandibular barbel length in% of head length; ** Data from Abdurakhmanov, 1962; *** Data from Vasil'eva and Poznyak, 1986. Values above the line indicate the limits of variability, below the line, the mean value and the standard deviations, n - the number of studied specimens, ind.

Discussions

The results of genetic and morphological studies of the Caspian spined loaches from the genus *Cobitis*, suggest that historically at least six species were distributed in the Caspian Sea basin, namely *C. saniae*, *C. amphilekta*, *C. faridpaki*, *C. derzhavini*, *C. taenia* and *C. melanoleuca.* The latter two species are known only from the northern part of the basin, where they occur sympatrically and both participate in the formation of polyploid forms of diploid-polyploid (unisexual-bisexual) complexes (Vasil'ev *et al.*, 1989, 2011), which were not found in the water bodies of the Middle and South Caspian. The absence of the mentioned complexes in the Middle and South Caspian is apparently connected with the supposed origin of the species distributed in this area. According to the data obtained, *C. saniae*, *C. faridpaki* and *C. derzhavini* are phylogenetically related and morphologically similar species, which should be considered as relatively young groups resulting from the geographical isolation that is still observed between *C. saniae* and *C. faridpaki.* Joint finding of *C. saniae* and *C. derzhavini* in the Agstafa River (Kura River basin) is most likely associated with the modern widespread distribution of *C. saniae.* Nowadays, this species is the most common spined loach in the South Caspian Sea basin. Probably, *C. saniae* completely replaced *C. amphilekta*, which previously has been dominated in the Lankaran region, but was not found here after the 1930s (Vasil'eva and Vasil'ev, 2012). It should be noted that *C. amphilekta* differs from the morphological group "*C. satunini*", which includes *C. derzhavini*, *C. saniae*, and *C. faridpaki*, its phylogenetic relationships remain unknown.

Geographic isolation of the emerging South Caspian *Cobitis* species prevented their hybridization. In the event of a secondary contact, introgressive hybridization should have occurred between these closely related taxa, with the most probable displacement of one of them in the future. Whereas the appearance of a unisexual hybrid form that occurs at the first stage of reticular (hybridogenic) speciation, leading to the emergence of polyploid forms (Vasil'ev *et al.*, 1989), is unlikely here. In any case, no polylpoid forms were found in the South Caspian, and according to the data obtained, the most phylogenetically related are *C. saniae* and *C. faridpaki*, which can be classified as cryptic allopatric species.

In contrast to the spined loaches of the genus *Cobitis*, the South Caspian representatives of the genus *Sabanejewia* demonstrate significant morphological interspecific differences with a high phylogenetic divergence of *S. caspia*. Another highly divergent species of this genus is the Italian *S. larvata*. In the phylogenetic tree based on the RAG1 sequences, these two species are combined into a common clade, sister and basal in relation to the rest of the studied *Sabanejewia*. This is consistent with the consolidation of *S. caspia* and *S. larvata* on the basis of their karyological similarity: unlike other studied *Sabanejewia*, their karyotype includes only two pairs of relatively small metacentrics, which are noticeably smaller or similar with the length of the large arms of the first submetacentrics (Vasil'eva and Vasil'ev, 2019). Moreover,

all chromosomes from the 50-chromosome sets of *S. caspia* and *S. larvata* are smaller than the chromosomes in other studied *Sabanejewia* species (Vasil'eva and Vasil'ev, 2019; this study).

In addition to karyological similarities, *S. caspia* and *S. larvata* are the only species of *Sabanejewia* with a short caudal peduncle and short snout (Table 3; Vasil'eva and Vasil'ev, 2019). *S. larvata* also has a color pattern that most closely resembles the pigmentation of *S. caspia*. In *S. larvata*, numerous (15–27) small rounded spots along the middle of the side often fused into a continuous stripe, which is considered typical for this species (Băcescu, 1961). Thus, in terms of karyological and morphological features, as well as in terms of the revealed phylogenetic relationships, two species, *S. caspia* and *S. larvata*, form a compact group, separate from the other species of the genus *Sabanejewia*, and can be combined into an independent subgenus, described below.

***Andrzewia* subgen. n.**

Type species *Sabanejewia caspia* (Eichwald, 1838).

Diagnosis. Subgenus of *Sabanejewia*; the karyotype consists of 50 chromosomes, which are smaller than those of other studied species of *Sabanejewia*; there are only four metacentrics, they are noticeably shorter or equal to the length of the large arms of the first submetacentrics; caudal peduncle short, its length does not exceed 18% SL; snout short, usually less than 40% of head length; there are no large blotches along the flank, instead there is a continuous longitudinal dark stripe along the midline of the side, formed by small pigment speckles or numerous fused small spots.

Species composition. Besides, the type species, *S. larvata*.

Distribution. The disjunctive area includes the South Caspian basin (from the lower reaches of the Kura River to the Babol River) and the Adriatic Basin (the Po basin and the lower Adige drainage in Italy).

Ethymology. Named after the Polish ichthyologist Andrzej Witkowski (1947-2017), professor at the University of Wroclaw, friend of the first and the last authors of this paper, who made a significant contribution to the study of various fish groups, including *Sabanejewia* species.

Remarks. The close phylogenetic relationship observed for RAG1 between Caspian *S. caspia* and northern Italian *S. larvata* and their karyological affinity are similar to the close relationship demonstrated by mtDNA phylogenetic analyses (Dillman *et al.*, 2007; Krieger *et al.*, 2008) and comparative karyology (Vasil'eva and Vasil'ev, 2021) between the Ponto-Caspian Persian sturgeon *Acipenser persicus* Borodin, 1897 and Mediterranean Adriatic sturgeon *A. naccarii* Bonaparte, 1836, which today is preserved only in Italy (Hernando *et al.*, 1999). This suggests a common origin of the Caspian and Italian species from the Ponto-Caspian ancestors during the freshwater or oligohaline phase of Paratethys in the Miocene (the ‘Lago Mare’ phase), which provided the dispersal of cyprinids and other freshwater fish from Central Asia to Eastern and Central Europe (Bianco, 1990; Bănărescu, 1992; Williams *et al.*, 1998).

Acknowledgements

We are grateful to V. Luzhnyak, A. Pashkov, N. Mamilov, V. Sarychev, and B. Levin who provided us with samples of certain spined loach species. Scientific investigations of EV and ES are supported by the State Project of Moscow State University, topic no. 121032300105-0.

References

Abdurakhmanov Yu.A. (1962). Ryby presnykh vod Azerbaidzhana (Freshwater Fishes of Azerbaijan). Akademia Nauk AzSSR, Baku, 407 p. (In Russian).

Băcescu M.C. (1961). Contributo allo studio dei *Cobitis* dell'Italia settentrionale. Archivio di Oceanografia e Limnologia, 12: 185-189.

Bănărescu P.M. (1992). Zoogeography of fresh waters. V. 2. Distribution and dispersal of freshwater animals in North America and Eurasia. Aula-Verlag, Wiesbaden, 567 p.

Bănărescu P., Nalbant T.T., Chelmu S. (1972). Revision and geographical variation of *Sabanejewia aurata* in Romania and the origin of *S. bulgarica* and *S. romanica* (Pisces, Cobitidae). Annotationes Zoologicae Botanicae. Bratislava, 75: 1-49.

Bianco P.G. (1990). Potential role of the paleohistory of the Mediterranean and Paratethys basins on the early dispersal of Euro-Mediterranean freshwater fishes. Ichthyological Exploration of Freshwaters, 1: 167-184.

Dillman C.B., Wood R.M., Kuhajda B.R., Ray J.M., Salnikov V.B., Mayden R.L. (2007). Molecular systematics of Scaphirhynchinae: an assessment of North American and Central Asian freshwater sturgeon species. Journal of Applied Ichthyology, 23: 290-296.

Gambetta L. (1934). Sulla variabilità del cobite fluviatile (*Cobitis taenia*) e sul rapporto numerico dei sessi. Bollettino Musei Zoologia Anatomia Comparata R. Università Torino, 44: 297-324.

Ivanova N.V., DeWaard J., Hebert P.D.N. (2006). An inexpensive, automation friendly protocol for recovering high quality DNA. Molecular Ecology Notes, 6: 998-1002.

Hernando J.A., Vasil'eva E.D., Arlati G., Vasil'ev V.P., Santiago J.A., Belysceva L., Domezain A., Soriguer M.C. (1999). New proof for the historical presence of two European sturgeons in the Iberian Peninsula: *Huso huso* (Linnaeus 1758) and *Acipenser naccarii* (Bonaparte 1836). Journal of Applied Ichthyology, 15: 280-281.

Krieger J., Hett A.K., Fuerst P.A., Artyukhin E., Ludwig A. (2008). The molecular phylogeny of the order Acipenseriformes revisited. Journal of Applied Ichthyology, 24: 36-45.

Levan A., Fredga A., Sandberg A. (1964)

Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas, 52: 201-220.

Lodi E., Marchionni V. (1980). Chromosome complement of the masked loach *Sabanejewia larvata* (De Fil.) (Pisces, Osteichthyes). Caryologia, 33: 435-440.

Perdices A., Vasil'eva E., Vasil'ev V. (2015). From Asia to Europe across Siberia: phylogeography of the Siberian spined loach (Teleostei, Cobitidae). Zoologica Scripta, 44: 29-40.

Perdices A., Bohlen J., Šlechtová V., Doadrio I. (2016). Molecular evidence for multiple origins of the European spined loaches (Teleostei, Cobitidae). PLoS ONE, 11: e0144628. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144628

Rambaut A., Drummond A.J. (2007). Tracer v1.5. Available from: http://www.beast.bio.ed.ac.uk/Tracer.

Ronquist F., Huelsenbeck J.P. (2003). MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics, 19: 1572-1574.

Saitoh K., Aizawa H. (1987). Local differentiation within the striated spined loach (the striata type of *Cobitis taenia* complex). Japanese Journal of Ichthyology, 34: 334-345.

Vasil'ev V.P. (1978). Chromosomal polymorphism in smarida - *Spicara smaris* (Pisces, Centracanthidae). Zoologicheskyi zhurnal, 57: 1276-1278 [in Russian].

Vasil'ev V.P. (1995). Karyological diversity and taxonomic heterogeneity of *Cobitis* "*taenia*" (Cobitidae). Doklady Akademii Nauk, 342: 839-842 [in Russian].

Vasil'ev V.P., Lebedeva E.B., Vasil'eva E.D. (2011). Evolutionary ecology of clonal-bisexual complexes in spined loaches from genus *Cobitis* (Pisces, Cobitidae). Journal of Ichthyology, 51: 932-940.

Vasil'ev V.P., Vasil'eva E.D. (1982). A new diploid-polyploid complex in fishes. Doklady Akademii Nauk, 266: 250-252 [in Russian].

Vasil'ev V.P., Vasil'eva E.D., Osinov A.G. (1989). Evolution of a diploid-triploid-tetraploid complex in fishes of the genus *Cobitis* (Pisces, Cobitidae). Evolution and Ecology of Unisexual Vertebrates. R.M. Dawley & J.P. Bogart (ed.). Bull. 466. N.Y. State Museum. Albany. N.Y: 153-169.

Vasi'eva E.D. (1984). Comparative morphological analysis of two populations of spined loach (genus *Cobitis*, Cobitidae) differing by a number of spots at the base of a caudal fin. Voprosy Ikhtiologii, 24: 43-53 (In Russian).

Vasil'eva E.D. (1998). Fam. Cobitidae Swainson, 1839 – Loaches. Annotated Check-list of Cyclostomata and fishes of the continental waters of Russia. Nauka. Moscow: 97-103 [in Russian].

Vasil'eva E.D., Poznyak V.G. (1986). Morphological characteristic of the Ciscaucasian spined loach *Sabanejewia caucasica* (Berg) (Cobitidae). Voprosy Ikhtiologii, 26: 402-409 (In Russian).

Vasil'eva E.D., Ráb P. (1992). Golden spined loach Sabanejewia aurata (Cobitidae) from the Laborets River. Voprosy Ikhtiologii, 32: 176-181 (In Russian).

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (1988). Analysis of intraspecific structure of *Sabanejewia aurata* (Cobitidae) with description of a new subspecies *S. aurata kubanica* subsp. nov. Voprosy Ikhtiologii, 28: 192-212 (In Russian).

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (1998). Sibling species in genus *Cobitis* (Cobitidae). 1. *Cobitis rossomeridionalis* sp. nova. Journal of Ichthyology, 38: 580-590.

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (2012). *Cobitis amphilekta* sp. nova, a new species of spined loaches (Cobitidae, Cypriniformes) from the Caspian Sea basin. Journal of Ichthyology, 52: 200-206.

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (2019). Caspian spined loach *Sabanejewia caspia*: well-known but practically unexplored species of the Cobitidae family: peculiarities of morphology, karyotype, distribution, and postulated phylogenetic links. Journal of Ichthyology, 59: 144-159.

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (2020). Dynamics of diversity of spined loaches of genus *Cobitis*, inhabiting Caucasus, during the anthropogenic period according to the data of museum collections. I. Morphological variability and diagnostic characters of *Cobitis sanae* (Cobitidae). Journal of Ichthyology, 60: 868-884.

Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (2021). Taxonomic relations of Russian and Persian sturgeons (genus *Acipenser*, Acipenseridae): an updated synthesis. Journal of Ichthyology, 61: 17-32.

Vasil'eva E.D., Solovyeva E.N., Levin B.A., Vasil'ev V.P. (2020). *Cobitis derzhavini* sp. nova – a new spined loach species (Teleostei: Cobitidae) discovered in the Transcaucasia. Journal of Ichthyology, 60: 135-153.

Williams, M.A.J., Dunkerley, D.L., De Deckker, P., Kershaw, A.P., Chappell, J., 1998. Quaternary environments, second ed. Edward Arnold, London, 329 p.

Witkowski A. (1994). Morphological characteristics of *Sabanejewia aurata* (De Filippi, 1865) from the Odra River basin, with description of a new subspecies (Teleostei: Cypriniformes: Cobitidae). Zoologische Abhandlungen; Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden, 48: 23-51.

بخش دوم

سخنرانان مدعو

Section 2

Invited Speakers

فهرست به روز شده ماهیان حوضه جنوبی دریای کاسپین (آب‌های ایران)

کیوان عباسی*[۱]؛ سید حامد موسوی ثابت [۲]؛ حمیدرضا اسماعیلی [۳]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

۳- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

چکیده

دریای کاسپین بزرگ‌ترین دریاچه بسته جهان بوده و دارای بخش‌های شمالی، میانی و جنوبی است. بخش جنوبی عمدتاً در سواحل ایران و بخش کوچکی در کشورهای آذربایجان و ترکمنستان قرار دارد. اغلب ماهیان در هر سه بخش این دریا وجود دارند. همچنین حدود ۳۵ گونه ماهی فقط در داخل دریا و همین حدود فقط در آب شیرین زندگی می‌نمایند، حدود ۲۵ گونه نیز در هر دو محیط مشاهده می‌شوند که شامل ماهیان مهاجر و نیمه مهاجر و چند زیستگاهی است. این بررسی طی ۲۷ سال اخیر در قالب پروژه‌های مختلف و مطالعات موردی در حوضه ایرانی دریای کاسپین صورت گرفت و برای این کار بیش از ۷۰ رودخانه، ۸ تالاب و کل سواحل ایرانی این دریا (تا عمق ۱۰۰ متری) با استفاده از تورهای گوشگیر، پرتابی، قیفی، ترال کفی، الکتروشوکر و قلاب دستی نمونه برداری شد. نتایج نشان داد که در حال حاضر ۹۵ گونه از ۱۷ خانواده در حوضه ایرانی این دریا از ارس تا اترک وجود داشته و وجود حدود ۲۰ گونه دیگر نیاز به تأیید دارد. بیشترین تعداد گونه ماهی را در حوضه جنوبی دریای خزر خانواده‌های کپورماهیان (۳۷ گونه)، گاوماهیان (۲۶ گونه)، شگ ماهیان (۱۰ گونه)، تاس ماهیان (۷ گونه)، سگ ماهیان (۶ گونه)، رفتگرماهیان (۵ گونه) و آزادماهیان (۵ گونه) تشکیل می‌دهد. حدود ۱۵ گونه از ماهیان غیر بومی، حدود ۱۸ گونه مهاجر یا نیمه مهاجر می‌باشند. جمعیت بیش از ۱۶ گونه در تهدید می‌باشد که نیاز به مراقبت ویژه دارد.

واژگان کلیدی: تنوع زیستی، ماهیان غیر بومی، ماهیان مهاجر، اندمیک

An updated checklist of fish species in the southern Caspian Sea (Iranian waters)

Keivan Abbasi[1]*; Hamed Mousavi-Sabet[2]; Hamid Reza Esmaeili[3]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh-Sara, Iran
3- Department of Science, Faculty of Biology, Shiraz University, Shiraz

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

Abstract

Caspian Sea is the largest closed lake in the world with three northern, middle and southern parts. The southern region lies mainly in Iran and small part in Azarbaijan and Turkmenistan. There are about 35 fish species in sea waters and about 35 species in fresh waters exclusively however, about 25 species visit both sea and fresh waters, which include migratory, semi-migratory and multi-habitat fish. This study has been done in different projects and case studies in Iranian part of the Caspian Sea duringthe past 3 decades. Fish were sampled in more than 70 rivers, 8 wetlands and sea shore from beach to 100 m depth using gill nets, cast net, fyke net, bottom trawl, electro-shocker and hand lines. The result showed 95 fish species belong to 17 families exist in this sub-basin from Arass river to Atrak river and another 20 species require verification. The most diversified families are Cyprinidae (37 sp.), Gobiidae (26 sp.), Clupeidae (10 sp.), Acipenseridae (7 sp.), Nemacheilidae (6 sp.), Cobitidae (5 sp.) and Salmonidae (5 sp.). About 15 species are exotic and 18 species migratory and semi-migratory and over 16 fish species are under threat and need special conservation planss.

Keywords: Biodiversity, Exotic fish, Migratory fish, Endemic.

کفال ماهیان در خلیج فارس، ترکیبی از گونه‌های همزاد؟

محمد صادق علوی یگانه*[۱]، جواد قاسم زاده [۲]؛ ساناز کوهی [۱]، مینا خواجوی [۱]، جان دومینیک دوراند [۳]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
۲- گروه شیلات، دانشگاه دریانوردی چابهار، چابهار، ایران
۳- دانشگاه مون پلیه، فرانسه

Email: malavi@modares.ac.ir

چکیده

کفال ماهیان از نظر آرایه شناسی گروه متنوعی می‌باشند و در تمام آبهای حاره‌ای، نیمه حاره‌ای و معتدل جهان پراکنش دارند. در مقایسه با ریخت شناسی، تکنیک خط شناسه DNA روش قابل اعتماد تری در تمایز گونه های این خانواده می‌باشد. تاکنون بیش از ۸ گونه از کفال ماهیان از ابای جنوبی ایران گزارش شده. در اینجا با اتفاده از توالی ژن COI نشان داده شد که حداقل هاپلوتایپهای دو گونه از کفال ماهیان در آب‌های جنوبی ایران، از هاپلوتایپهای گونه‌های متناظر خود متفاوت می‌باشند. علیرغم این تفاوت ژنتیکی، هیچ تفاوت ریختی در این گونه‌ها مشاهده نشد. نتایج نشان دهنده اهمیت انجام یک مطالعه ارائه شناسی یکپارچه و جامع نگر در ارتباط با کفال ماهیان جنوب ایران می‌باشد.

واژگان کلیدی: کفال ماهیان، خط شناسه DNA، آرایه شناسی، تبارشناسی

Mullets in the Persian Gulf a complex of cryptic species?

Mohammad Sadegh Alavi-Yeganeh[1]*; Javad Ghasemzadeh[2]; Sanaz Kouhi[1]; Mina Khajavi[1]; Jean-Dominique Durand[3]

1. Marine Biology Department, Tarbiat Modares University, Nur, Iran
2. Fisheries Sciences Department, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran
3. MARBEC, Univ Montpellier, IRD, Ifremer, CNRS, cc093, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier Cedex 05, France

Email: malavi@modares.ac.ir

Abstract

The Mugilidae family is a taxonomically diverse group of fishes that inhabits all tropical, subtropical and temperate water bodies of the planet. Compared with morphology, DNA barcoding is a more reliable approach for the species delineation within mugilid species. To date, more than 8 mugilid species are identified from the Persian Gulf and the Oman Sea. Here studied Molecular marker (COI) revealed existing distinct haplotypes from two Mugilid species in the southern waters of Iran. Despite genetic divergences exceeding the intraspecific threshold, there was no morpho-anatomical difference among specimens. The result indicates the importance of using an integrative approach of taxonomy for Mugilidae in the area.

Keywords: Mugilidae, DNA barcoding, taxonomy, Phylogeny

Checklist of freshwater fishes of Iraq

Abbas J. Al-Faisal

Marine Science Centre, University of Basrah, Iraq

Email: abbasjsm71@yahoo.com

Abstract

The present checklist is based on information collected from the previous studies of Iraqi freshwater fishes. Recently, Coad's (2010) book of freshwater fishes of Iraq served as the most important source for fish identification for Iraqi freshwater. Since then a total of 13 species have added to list of freshwater fishes of Iraq. The confirmed freshwater fishes of Iraq comprise 66 species belong to 18 families and eight orders. The family Cyprinidae dominated the ichthyofauna of the Iraqi freshwater, which is represented by 25 species, followed by Leuciscidae with eight species then Nemacheilidae with seven species. Nine families are represented by a single species.

Keywords: Freshwater fishes, list, Iraq.

Fumaronitrile and its toxicological effects on *Oreochromis mossambicus*

P. Balaji[1*], K. Chinnadurai[1]

1- PG and Research Centre in Biotechnology, MGR College, Hosur, Tamilnadu, India.

E-mail: balaji_paulraj@yahoo.com

Abstract

Due to their bioaccumulative and long-lasting nature, persistent organic pollutants (POPs) are referred to as silent killers. These are found in abundance throughout our environment, including plants, animals, and humans. These are the agents that cause a variety of fatal diseases and environmental concerns. The purpose of this study was to determine the acute and chronic toxicity of fumaronitrile, a yet reported POP, on *Oreochromis mossambicus* and its histopathological changes, as well as to assess its genotoxicity consequences. Biochemical indicators of tissue damage Acid Phosphatase, Alkaline Phosphatase, and Lactate Dehydrogenase, and antioxidant enzymes Superoxide Dismutase; Catalase; Glutathione-S-transferase; Reduced Glutathione; Glutamate oxaloacetate transaminase and Glutamate pyruvate transaminase were quantified in the time interval of 30-, 60- and 90-days exposure to the fumaronitrile. After 90 days of exposure to 6 ppb, the tissue damaging enzymes and antioxidant enzymes level in fish gills, liver, and muscles increased dramatically. The most severe histological alterations were found in the gills, liver, and muscle cells of fish treated with fumaronitrile. The DNA damage caused by fumaronitrile was identified from liver cells. DNA fragmentation was found in fumaronitrile-treated cells, but not in the control group. The frequencies of micronuclei nuclear abnormalities were observed in erythrocytes of *O. mossambicus* exposed to fumaronitrile which resulted in binucleated cells, cells with blebbed and lobed nuclei. The current work demonstrates that fumaronitrile exposure has an influence on the survival of *O. mossambicus*, elucidating and emphasizing the risk associated with this POP exposure to ecosystems and human populations.

Keywords: Persistent organic pollutants (POPs), Fumaronitrile, *Oreochromis mossambicus*, Histopathological changes, Ecotoxicology.

طبقه بندی ماهیان بر اساس خصوصیات تولید مثلی: مطالعه موردی ماهیان دریای کاسپین

علی بانی*[۲،۱]؛ سپیده عاشقی معاف [۱]؛ فاطمه جعفری [۱]؛ قاسم ناصر علوی [۱]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای کاسپین، دانشگاه گیلان، رشت

Email: asheghi2020@msc.guilan.ac.ir

چکیده

هدف این مطالعه طبقه بندی ماهیان دریای کاسپین بر اساس ویژگی‌های تولید مثلی آن‌ها و ارزیابی مهمترین خصوصیات تولید مثلی در بین گونه‌های متعلق به یک خوشه بوده است. از جمله مهمترین خصوصیات متمایز کننده تولید مثلی: درجه-روزهای انکوباسیون، قطر تخمک، مراقبت والدین و زمان انکوباسیون بود. از تجزیه و تحلیل ۲۹ ویژگی تولید مثلی، ۴۶ گونه در هشت خوشه طبقه بندی شدند و بنابراین از این نوع طبقه بندی، یک پیوستگی نسبتاً منظم از خوشه‌های دارای خصوصیات تولید مثلی مشابه به دست آمد. توصیف هشت خوشه متکی بر صفاتی بود که به طور قابل توجهی هر خوشه را مجزا می‌کرد. گونه‌های هر یک از خوشه‌ها از یک خانواده یا چندین خانواده بودند که با توجه به صفات نزدیک به هم در یک خوشه قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل مکاتبات چندگانه (MCA) سه گروه اصلی از گونه‌ها را نشان داد. گروه اول خانواده Acipenseridae بود که عمدتاً با تخم‌های بزرگ، طول بزرگ در بلوغ جنسی، سن بیشتر از ۵ سال در زمان بلوغ، اندازه بزرگ ابتدایی لارو مشخص می‌شوند. گروه دوم خانواده Salmonidae بود که عمدتاً با اندازه بزرگ ابتدایی لارو، تعداد زیاد روز برای انکوباسیون، میزان بالای درجه-روز برای انکوباسیون تخم و فصل تخم ریزی در پاییز مشخص می‌شوند. گروه سوم که بزرگترین گروه است و بیشتر خانواده‌ها را شامل می‌شود، عمدتاً با تخم‌های چسبنده کوچک، لاروهای کوچکتر، تعداد روزها و درجه-روز کم یا متوسط برای انکوباسیون مشخص می‌شوند. نتایج به دست آمده حکایت از این دارد که درجه حرارت و فصل تخم ریزی به عنوان مهمترین فاکتورها برای معرفی احتمالی یک گونه غیر بومی محسوب می‌شوند. با توجه به نتایج این مطالعه این امکان فراهم شده است تا با استفاده از یک چارچوب، گونه‌هایی که از نظر خصوصیات تولید مثلی به هم نزدیک هستند و در نتیجه عملکرد تولید مثلی مشابه ای دارند را شناسایی کرد و در صورتیکه معرفی یک گونه غیر بومی به عنوان کاندید تکثیر و پرورش در دریای کاسپین برای اهلی کردن مد نظر باشد، مشابهت تولید مثلی آن را با یک خوشه موجود می‌توان به دست آورد.

واژگان کلیدی: استراتژی تولید مثل، طبقه بندی، ماهیان استخوانی و غضروفی- استخوانی، دریای کاسپین

Classification of fishes based on reproductive characteristics: A case study of the Caspian fishes

Ali Bani[*1,2]; Sepideh Asheghi Moaf[1]; Fatemeh Jafari[1]; Ghasem Naseralavi[1]

1- Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht
2- Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht

Email: asheghi2020@msc.guilan.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to classify Caspian Sea fishes based on their reproductive characteristics and to evaluate the most important reproductive characteristics among species belonging to a cluster. The most important distinguishing features of reproduction were: degree-day for incubation, egg diameter, parental care and incubation time. As a result of cluster analysis of 29 reproductive traits, 46 species were classified into 8 clusters, and therefore consistent homogenous clusters with similar reproductive characteristics could be obtained from this type of classification. The description of the 8 clusters relied on traits that specifically identify each cluster. The species of each cluster were either from one family or several families that were placed in a cluster according to their closely related traits. The results of Multiple Correspondence Analysis (MCA) showed three main groups of species. The first group was the Acipenseridae family, which is mainly characterized by the large eggs, large length at maturity, age at maturity >5 years, large initial larval size. The second group was the Salmonidae family, which is mainly characterized by large initial larval size, high number of days for incubation, high degree-day for incubation of eggs and spawning season in autumn. The third group, which is the largest group and includes most families, is mainly characterized by small sticky eggs, small larvae, low or medium number of days and degree-day for incubation. Results indicate that temperature and spawning season are the most important factors for the possible introduction of a non-native species. According to the results of this study, it is possible to use this framework to identify species that are close to each other in terms of reproductive characteristics and thus have similar reproductive performance. Further, in the case a non-native species is introduced to the Caspian Sea, as a candidate for the domestication reproductive similarity to an available cluster could be achieved.

Keywords: Reproductive strategies, Classification,Teleost fish, Caspian Sea

اثرات تهاجم زیستی تیلاپیا بر کاهش تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی

سجاد فراهانی [1*]؛ سید محمد صلواتیان [1]، افشین امیری سندسی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی- ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران- ایران

Email:s_farahani@yahoo.com

چکیده

گرمایش جهانی باعث تسریع سازگاری گونه‌های مهاجم مثل تیلاپیا با مبدأ مناطق حاره می‌شود. تیلاپیا مهاجم باعث اثرات منفی نظیر کاهش میزان صید آبزیان بومی از طریق تغییرتنوع زیستی یا کاهش بهره وری صنعت آبزی پروری از طریق تهاجم عوامل بیماریزا به عنوان میزبان می‌شود. احتمال موفقیت تهاجم زیستی تیلاپیا به مقدار معرفی و تنوع بالای ژنتیکی گونه مهاجم دارد. این گونه مهاجم با قابلیت تنوع ژنتیکی بالا می‌تواند به سرعت خود را با تغییرات محیطی سازگار نماید. در اکوسیستم‌های آبی نامتوازن، مثل تالاب هورالعظیم و رودخانه‌های فصلی مثل رودخانه هندیجان، گونه‌های مهاجم می‌توانند بالاترین میزان شایستگی وانعطاف پذیری فنوتیپی را کسب نمایند. گونه‌های مهاجم نظیر تیلاپیا باعث تغییر در ترکیب ژنتیکی یا خصوصیات رفتاری جمعیت ماهیان بومی می‌شود. تیلاپیا با انقراض انگلهای بومی بوسیله تغییر ساختار جمعیت میزبانان و تغییر جایگاه اکولوژیک و ساختار شبکه غذایی بومی از طریق کاهش غنای گونه‌ای و تخریب برهمکنش گونه‌ای، می‌توانند باعث انقراض گونه‌های ماهیان بومی شود. اغلب انقراض‌ها زمانی اتفاق می افتد که گونه مهاجم در رأس هرم غذایی خود نیزرفتار شکارگری نشان دهد، مثل تغذیه از تخم ماهیان بومی اکوسیستم آبی. در این مقاله سعی شده با تکیه برداده های پراکنده در مورد گونه‌های مهاجم تیلاپیا در ایران و تجربیات جهانی یک پلان ابتدایی جهت مدیریت صحیح بر اساس توسعه پایدار نظیر مدیریت صحیح جهت اتصال حوضه‌های آبریزداخلی، واردات آبزیان زنده و ماهیان فراری از مزارع پرورشی فراهم گردد

واژگان کلیدی: تهاجم زیستی، گونه مهاجم، انعطاف پذیری فنوتیپی، جمعیت بومی.

Effect of invasive Tilapia on the biodiversity loss

Sajad Farahani [1*], Seyed Mohammad Salavatian[1], Seyed Afshin Amiri Sondosi[1]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e- Anzali, Iran
2- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and extension Organization (AREEO), Bandar-e- Anzali, Iran.

Email: s_farahani@yahoo.com

Abstract

Invasive species and climate change are the most important proximate causes of biodiversity loss worldwide. Increasing temperatures due to global warming could facilitate the invasion and establishment of invasive species, e.g., Tilapia, originating from warmer areas. Invasive Tilapia species reduce fisheries catch capacity through changes in fish community composition and biodiversity and reduce aquaculture productivity through pathogenic invasions. The probability of successful invasion is positively related to the number of introductions, and high genetic diversity of invasive species. An invasive species with high levels of genetic diversity is presumed to adapt rapidly to environmental change. In heterogeneous and temporarily highly variable environments, such as the Hur Al-Azim and Hendijan, invasive species have higher fitness and a wider range of phenotypic plasticity compared to native species. Invasive species may cause a change in the genetic composition and behavioural patterns of native populations, causing extinction by parasites through changing native vector community structure or niche shifts that lead to extinction of native species. Invasions cause biodiversity loss and changes in native food web structure by decrease in species richness and damaging species interactions. The occurrence of invasive species may cause extinction of native species. Most native species extinctions occur when the invasive species is a top predator e.g., feeding on native fish eggs.

Keywords: Invasion Biology, Invasive species, Phenotypic plasticity, Native population.

تبارشناسی و تعیین حدود گونه در سنگسر ماهیان اقیانوس هند و آرام غربی

احسان دامادی ۱؛ فائزه یزدانی‌مقدم*[۱]؛ مهدی قنبری فردی [۲]؛ فرشته قاسم‌زاده [۱]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه زیست شناسی دانشکده علوم دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان.

Email: yazdani@um.ac.ir

چکیده

خانواده سنگسرماهیان یکی از خانواده‌های متنوع راسته سوف‌ماهی‌سانان بوده که دارای دو زیرخانواده، ۱۹ جنس و ۱۳۶ گونه‌معتبر در جهان می‌باشد. اغلب اعضای این خانواده دارای اهمیت اقتصادی و بوم شناسی هستند و در سراسر نواحی گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل کره زمین پراکنش دارند. در این مطالعه وضعیت آرایه شناختی، تبارزایی و فیلوجغرافیای آرایه‌های سنگسرماهیان با استفاده از آرایه شناسی تلفیقی شامل روش‌های ریخت‌شناسی، ریخت‌سنجی سنتی (تک متغیره و چند متغیره) و رویکردهای مولکولی مورد بازنگری قرار گرفته است. در این مطالعه یک گونه جدید Plectorhinchus *makranensis* sp. nov. با رویکرد یگانشی ازخلیج فارس و خلیج عمان توصیف شد. سه گونه *Pomadasys* aheneus ،*P.furcatus* و *P. olivaceus* برای اولین بار از محدوده آبی ایران گزارش شدند. نتایج حاصل از تحلیل‌های تک متغیره و چند متغیره نشان دهندهٔ تفاوت قابل توجهی بین اکثر گونه‌ها در صفات اندازشی و شمارشی می‌باشد .تحلیل‌های تبارزایی و روش‌های تعیین حدود گونه حضور پنج واحد عملکردی آرایه‌شناختی مولکولی (MOTUs) جدید با واگرایی ژنتیکی بالاتر از ۲ درصد را در سه گونه *P. maculatus*،*Pomadasys furcatus* و P. *olivaceus* شناسایی نمودند. زمان واگرایی خانواده، زیرخانواده‌ها و جنس‌های سنگسرماهیان ناشی از بسته شدن اقیانوس تتیس در طول ائوسن تا میوسن تخمین زده شدند.

واژگان کلیدی: آرایه‌شناسی یگانشی، تبارزایی، سنگسرماهیان،

Phylogeny and Species delimitation of Grunts in the Indo West Pacific

Ehsan Damadi[1]; Faezeh Yazdani Moghaddam*[1]; Mehdi Ghanbarifardi[2]; Fereshteh Ghasemzadeh[1]

1 Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2 Department of Biology, Faculty of Science, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Email: yazdani@um.ac.ir

Abstract

Haemulidae Gill, 1885, is one of the diverse families of the order Perciformes, with two subfamilies, 21genera and 136 valid species world wide. Most members of this family have economic and ecological value, being distributed throughout the tropical, subtropical and temperate regions of the world. In this study, the taxonomic status, phylogenetic relationship and phylogeography of different taxa of the Haemulidae family were revised using integrative taxonomy including morphological, traditional (univariate and multivariate analyses) as well as molecular approaches. A new species, namely, *Plectorhinchus makranensis* sp. nov.was described from the Persian Gulf and the Gulf of Oman, using an integrative approach. The results of univariate and multivariate analyses showed significant differences in the morphometries and meristic characters between most species. Phylogenetic analysis and species delimitation methods identified five molecular operational taxonomic units (MOTUs), with intraspecific divergence of above 2% within *Pomadasys furcatus, P. maculates* and *P. olivaceus* species.

Keywords: Integrative taxonomy, phylogeny, Haemulidae

تغییرات ساختاری پروتئین‌های هموگلوبین و کلاژن در گلخورک ها برای زندگی در خشکی

مهدی قنبری فردی [1*]، میلاد لگزیان [1]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

Email: mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

چکیده

تعیین توالی ژنوم کامل چهار گونه گلخورک نشان می‌دهد که این ماهی‌ها از لحاظ ژنتیکی قادر به مقابله با عوامل بیماری‌زای خشکی، توانایی بالای سم‌زدایی آمونیاک، دید در محیط خشکی، تحمل خشکی پوست و سازگاری با محیط‌های کم اکسیژن هستند. به منظور بررسی دقیق‌تر سازگاری‌های گلخورک ها برای زندگی در خشکی دو پروتئین مهم هموگلوبین و کلاژن نوع I در این ماهی‌ها با ماهی‌های فاقد تنفس هوازی مقایسه شدند. مدل سازی رایانه‌ای و دینامیک مولکولی برای مقایسه این پروتئین‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. بررسی ساختار اول هموگلوبین نشان داد که گلخورک‌ها برخلاف سایر جانوران مطالعه شده، دارای زنجیره آلفا طولانی‌تر از زنجیره بتا (عدم وجود هلیکس B در جایگاه خود و حذف ۱۰ اسید آمینه) هستند. حذف یا کوتاه شدن هلیکس B در زنجیره بتا بر اساس آنالیز دینامیک مولکولی می‌تواند منجر به تسهیل تبدیل فرم T هموگلوبین به فرم R شود که این تسهیل تغییر حالت، نقش اساسی در فرایند اکسیژناسیون هموگلوبین ایفا می‌کند. کلاژن نوع I *Boleophthalmus pectinirostris* و *Danio rerio* با استفاده از ۵۰ نانوثانیه شبیه سازی دینامیک مولکولی بررسی شدند و تحلیل منحنی‌های RMSD و RMSF نشان داد که انعطاف پذیری کلاژن نوع I در گلخورک کمتر از گورخرماهی است. انعطاف پذیری کمتر کلاژن می‌تواند باعث سازگاری گلخورک برای زندگی در خشکی نسبت به گورخرماهی شود. همچنین استحکام بیشتر کلاژن نوع I سرپوش آبششی و ترقوه باعث حرکت بهتر گلخورک در خشکی می‌شود.

واژگان کلیدی: شبیه سازی دینامیک مولکولی، گورخرماهی، سازگاری‌ها برای زندگی در خشکی.

Structural changes in hemoglobin and collagen proteins in mudskippers for terrestrial life

Mehdi Ghanbarifardi[1*], Milad Lagzian[1]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
Email: mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

Abstract

Sequencing of the complete genomes of four species of mudskippers proves that these fish are genetically able to cope with terrestrial pathogens with high ammonia detoxification ability, vision out of water, tolerance of the skin dryness and adaptation to environmental hypoxia. In order to examine the terrestrial adaptation of mudskippers, two important proteins, hemoglobin and collagen type I, have been considered in these fish and fish without aerobic respiration. Computational modeling and molecular dynamics are employed for comparing these two proteins. Examining the primary structure of hemoglobin of four mudskipper species reveals that the alpha chain is longer than beta chain (missing B-helix and deletion of ten amino acids), which is vice versa in other animals. Truncated B-helix in the beta subunit could aid in transformation of T form of Hemoglobin to R which plays an important role in oxygenation of hemoglobin. Collagen type I of *Boleophthalmus pectinirostris* and *Danio rerio* were investigated using 50 nanoseconds of molecular dynamics simulations, and analysis of the RMSD and RMSF curves showed that the flexibility of collagen type I in mudskipper was low. Less flexibility of collagen can make mudskipper more adaptable to survive on land than zebrafish. Also, the greater strength of collagen type I in the opercle and cleithrum cause better movement of mudskipper on land.

Keywords: Molecular dynamics simulations, Zebrafish, Terrestrial adaptations

تنوع زیستی ماهیان حوضه آبریز دجله و فرات بر پایه آثار هنری باستانی

علی غلامی‌فرد

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد ۶۸۱۵۱۴۴۳۱۶، ایران

Email: gholamifard.a@lu.ac.ir

چکیده

حوضه آبریز دجله-فرات بزرگ‌ترین و مهم‌ترین سیستم رودخانه‌ای بین رودهای نیل و سند است. در این پژوهش سعی شده است تا تنوع زیستی ماهیان این حوضه بر اساس آثار هنری باستانی ایران و عراق شناسایی شود. بازدید حضوری از موزه‌ها، بازدید از وب‌سایت مجازی موزه‌ها و مطالعات کتابخانه‌ای از روش‌های تحقیق بوده است. اگرچه بیشتر آثار باستانی دارای نقش ماهی، شامل ظروف، مجسمه‌ها، مهرها، دیوارهای کاخ‌ها و غیره، کارکردی تزئینی، اساطیری یا آیینی داشته‌اند، با این وجود، آثار فرهنگی باستانی مزین به نقوش ماهی‌ها برگرفته از درک محیطی هنرمند از زیستگاه‌های آبی و ماهی‌های آنها و در ارتباط با منطقه جغرافیایی محل سکونت بوده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تنوع گونه‌ای مربوط به کپورماهیان (خانواده Cyprinidae) است که شامل گونه‌های مختلفی است که ماهیان باربوس مانند *L. Luciobarbus esocinus* *xanthopterus* و *Mesopotamichthys sharpeyi* در این آثار غالب هستند. همچنین، گونه‌های از کفال ماهیان (خانواده Mugilidae) و کوسه‌ها (*Carcharhinus leucas*) نیز در آثار هنری و فرهنگی باستانی این حوضه بزرگ آبریز شناسایی شده است. مطالعات جانور باستان‌شناسی جامع‌تر در این زمینه پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تنوع گونه‌ای، کپور ماهیان، آثار هنری باستانی، ایران، عراق

Ichthyodiversity of the Tigris-Euphrates basin based on the ancient artworks

Ali Gholamifard

Department of Biology, Faculty of Sciences, Lorestan University, 6815144316 Khorramabad, Iran

Email: gholamifard.a@lu.ac.ir

Abstract

The Tigris-Euphrates basin is the largest and most important river system between the Nile and the Indus. In this research, an attempt has been made to identify the biodiversity of fish in this basin based on the ancient artworks from Iran and Iraq. Visiting museums in person, visiting museums' virtual websites and library studies have been research methods. Although most fish-carved antiquities, including utensils, sculptures, seals, palace walls, etc., have had a decorative, mythological, or ritual function, nevertheless, cultural artifacts adorned with fish motifs are derived from the artist's environmental perception from the aquatic habitats and their fish, in connection with the geographical area of the residence. The results show that the highest species diversity is related to the carps (Family Cyprinidae), which includes different species, dominated by Barbus fish such as *Luciobarbus esocinus*, *L. xanthopterus*, and *Mesopotamichthys sharpeyi* in these artworks. Species of the mullets (Family Mugilidae) and shark (*Carcharhinus leucas*) have also been identified in the ancient cultural artifacts of this large catchment area. More comprehensive Zooarchaeological studies are suggested in this area.

Keywords: Species diversity, Carps, Ancient artworks, Iran, Iraq

مروری بر مطالعات انجام گرفته روی شناسایی جمعیت‌های ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* Linneaus, 1758) در سواحل جنوبی دریای خزر

رسول قربانی

گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

Email: rasulghorbani@gau.ac.ir

چکیده

هدف این مطالعه، شناسایی جمعیت‌های مختلف ماهی کپور معمولی در سواحل جنوب دریای خزر (بخش غربی، مرکزی و شرقی) با استفاده از تکنیک‌های مرفولوژی ماهی به روش سنتی و پردازش تصویر (۱۳۵ نمونه، ۱۳۹۴)، مرفولوژی اتولیت ماهی به روش پردازش تصویر (۳۸ نمونه، ۱۳۹۶)، بافت چشم و عضله ماهیان (با استفاده از اسیدهای آمینه) ۲۶ نمونه، ۱۳۹۶)، بافت عضله (مطالعه ایزوتوپی نیتروژن و کربن) (۲۱ نمونه، ۱۳۹۶) و GBS بافت باله ماهیان (مطالعه ژنتیکی) (۱۳۵ نمونه، ۱۳۹۴) جهت توالی‌یابی GBS بود. نتایج آنالیز مرفولوژی نشان داد که ۲۳ خصوصیت بین نواحی مختلف اختلاف معنی‌دار داشتند. اختلاف معنی‌داری بین بخش‌های غربی و مرکزی از نظر طول، سطح و حالت دایره‌ای اتولیت‌های راست و چپ وجود داشت. در بافت چشم، بجز لیسین، در بقیه موارد، اختلاف معنی‌داری بین آمینواسیدها در بین نمونه‌های سه استان وجود نداشت. در بافت ماهیچه، بجز برای فنیل‌آلانین بین استان مازندران و گلستان، در بقیه موارد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. در مورد مقادیر نیتروژن و کربن پایدار، نمونه‌های نوشهر و گمیشان- خواجه نفس کمالاً از دیگر ایستگاه‌ها جدا شدند. از نظر مطالعه ژنتیکی، همپوشانی بالایی بین جمعیت‌های کپور در سواحل جنوبی دریای خزر مشاهده گردید. نتایج نشان داد که دو جمعیت کپور پرورشی و انزلی مجزا هستند درحالیکه ماهیان مناطق گمیشان و میانکاله و تالاب انزلی مشابه هستند. بطورکلی، بنظر می‌رسد که برخی نمونه‌ها توسط انسان از مراکز تکثیر واقع در جنوب شرقی دریای خزر به مناطق جنوب غربی دریای خزر جهت باطسازی ذخایر انتقال داده شده‌اند.

کلمات کلیدی: ماهی کپور دریایی، مهاجرت، دریای خزر

A review of studies on the identification of common carp populations (*Cyprinus carpio* Linneaus, 1758) on the southern shores of the Caspian Sea

Rasoul Ghorbani

Department of Aquatic Production and Exploitation, Faculty of Environment and Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

Email: rasulghorbani@gau.ac.ir

Abstract

The aim of this study was identification of common carp population in south of Caspian Sea (western, central and eastern coasts) using morphology (traditional method, n= 135), otolith morphology (image processing, n= 38), amino acid (eye, muscle, n= 26), isotopic 15N and 13C (Muscle, n= 21) and genetic study (GBS sequencing technic, n=135). The results of fish morphological analysis showed that 23 characters had significant differences among different regions. There was a significant difference between the eastern and central parts in length, area and circumference of right and left. In eye tissue, except Lysine in other cases, there was no significant difference the amino acids among the three provinces. In muscle tissue, there was no significant difference in amino acids among three provinces (except for the amino acid Phenylalanine between Mazandaran and Golestan provinces. In case of ^{15}N and ^{13}C values, carp samples from Nowshahr and Gomishan –KhajeNafas stations were completely separated from the other stations. In genetic using Genotyping-by Sequencing (GBS), high overlap was observed in common carp stocks on the southern shores of the Caspian Sea. The results indicate, the two population of the farming and Anzali could be distinguished separately, while the Gomishan and Miankaleh areas and the Anzali wetland were located close to each other. Totally, it seems that some specimens are transported by humans from the southeast (breeding centers) to the southwest of the Caspian Sea for restoration.

Keywords: Common carp, immigration, Caspian Sea

مقدمه

ماهی کپور دریایی (*Cyprinus carpio*) به‌عنوان یکی از ماهیان مهم اقتصادی در دریای خزر، با ارزش غذایی بالا و قیمت مناسب، از بازار پسندی خوبی برخوردار می‌باشد این گونه بومی مناطق معتدله اروپا و آسیای مرکزی است که طی قرن‌های متمادی در نواحی مختلف جهان گسترش پیدا کرده است (Kohlmann *et al*., 2003). ماهی کپور در فصل تابستان و زمستان دارای قلمروهای مشخصی است، اما محدوده‌های مشابهی را از فصلی به فصل دیگر یا از سالی به سال دیگر استفاده نمی‌کند (Otis and Weber, 1982). سه فرم کپور در حوضه جنوبی دریای خزر وجود دارد که در محیط‌های مختلف (رودخانه، تالاب و دریا) رنگ‌های متفاوتی دارند. فرم ساکن در آب شیرین که در تالاب انزلی و برخی تالاب‌های مازندران (لپوی زاغمرز) وجود داشته؛ فرم پرورشی که در سراسر سواحل حوضه جنوبی دریای خزر زیست می‌کند و بدن پهنی دارد؛ و فرم خزری که بومی این دریا نیز می‌باشد (Balon, 1995). بیشترین فراوانی این گونه در جنوب شرقی دریای خزر (خلیج گرگان و تالاب گمیشان) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، بر اساس معیارهای توزیع و پراکنش ماهی کپور در بخش سواحل جنوبی دریای خزر، تعداد ۳ ایستگاه (بخش شرقی، در استان گلستان، بخش مرکزی در استان مازندران، بخش غربی در استان گیلان) تعیین گردید.

شکل ۱- نقاط نمونه‌برداری در ساحل جنوبی دریای خزر

نمونه برداری ماهی کپور معمولی دریای خزر از تورهای شرکت تعاونی پره ماهیان استخوانی مستقر در سواحل جنوبی دریای خزر در نواحی صیادی استان‌های (گلستان- مازندران-گیلان) صورت گرفت. مشخصات زیستی هر نمونه ماهی کپور شامل طول کل توسط خط‌کش زیست‌سنجی با دقت ۱ میلی‌متر و وزن توسط ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت بررسی مرفولوژی ماهی به روش سنتی و پردازش تصویر (۱۳۵ نمونه، ۱۳۹۴)، بررسی مرفولوژی اتولیت ماهی به روش پردازش تصویر (۳۸ نمونه، ۱۳۹۶)، بافت چشم و عضله ماهیان (با استفاده از اسیدهای آمینه) ۲۶ نمونه، ۱۳۹۶)، بافت عضله (مطالعه ایزوتوپی نیتروژن و کربن) (۲۱ نمونه، ۱۳۹۶) و GBS بافت باله ماهیان (مطالعه ژنتیکی) (۱۳۵ نمونه، ۱۳۹۴) جهت توالی‌یابی GBS استفاده گردید.

نتایج

مطالعات مرفولوژی

در بررسی ریخت شناسی ماهیان کپور صید شده در ایستگاههای مختلف، با استفاده از دوربین دیجیتال Canon با قدرت تفکیک 16x از نمای جانبی نمونه‌ها عکس برداری گردید. سپس با فرمول زیر استاندارد گردید.

$$M_{(t)} = M_{(o)} \left(\frac{L}{L_{(o)}}\right)^b$$

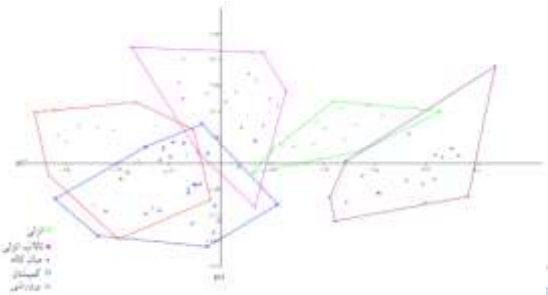
سپس با استفاده از نرم افزار Image J ver 1.45S برای تعیین تنوع مرفولوژیکی تعداد ۲۶ صفت اندازه گیری گردید (جدول ۱).

نتایج نشان داد که ۲۳ صفت در بین مناطق مختلف اختلاف معنی‌دار داشتند. نتایج آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۷ مؤلفه (۶۸ درصد تغییرات) را به عنوان اصلی‌ترین عوامل در ایجاد تغییرات شناسایی نمودند. دو مؤلفه اول حدود ۶۱ درصد تغییرات بین مناطق مختلف را نشان دادند. شکل سر را به عنوان مهم‌ترین مؤلفه در شناسایی نمونه‌های مناطق مختلف تشخیص داد. در مؤلفه اول، ویژگی HHI (بیشترین ارتفاع سر) و POL (Post Orbital Length)و در مؤلفه دوم ویژگی‌های Post Post AL (Anal Length) و Post DL (Post Dorsal Length)اصلی‌ترین ویژگی‌های شناسایی شده در ایجاد تغییرات بودند.

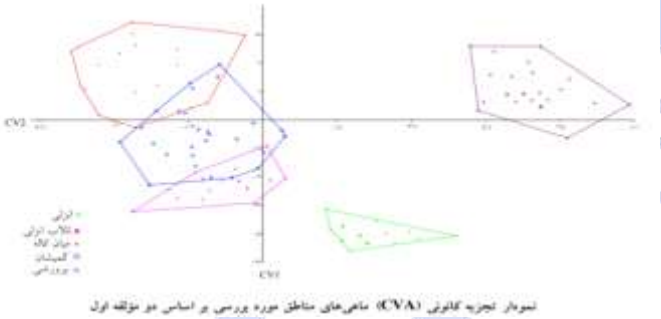
جدول ۱- صفات مرفومتریک اندازه‌گیری شده در ماهی کپور دریای خزر

شماره	نام صفت (اندازشی)	شماره	نام صفت (اندازشی)
۱	طول کل	۱۴	ارتفاع باله پشتی
۲	طول چنگالی	۱۵	طول قاعده باله مخرجی
۳	طول استاندارد	۱۶	ارتفاع باله مخرجی
٤	طول سر	۱۷	طول قاعده باله سینه‌ای
٥	ارتفاع سر	۱۸	ارتفاع باله سینه‌ای
٦	ارتفاع سر در ناحیه چشمی	۱۹	طول باله شکمی
۷	قطر چشم	۲۰	ابتدای باله سینه‌ای تا نوک پوزه
۸	ارتفاع بدن	۲۱	ابتدای باله پشتی تا نوک پوزه
۹	فاصله پشت چشم تا اولین نقطه سربوش آبششی	۲۲	انتهای باله پشتی تا انتهای بدن
۱۰	طول رکتوس	۲۳	ابتدای باله مخرجی تا نوک پوزه
۱۱	طول ساقه دمی	۲۴	انتهای باله مخرجی تا انتهای بدن
۱۲	ارتفاع ساقه دمی	۲۵	ابتدای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی
۱۳	طول قاعده باله پشتی	۲۶	انتهای باله پشتی تا ابتدای باله مخرجی

بر اساس دو مؤلفه اول نمودار توزیع مناطق مختلف رسم گردید. آزمون تجزیه واریانس کانونی CVA نیز به منظور تعیین پراکنش ماهی کپور در حوضه دریای خزر رسم گردید. نتایج آنالیز آزمون Anosim با شبیه سازی داده‌ها برای ۱۰۰۰۰ تکرار بیانگر تفاوت معنی دار بین مناطق مختلف را نشان دادند بیشترین مقدار R (۰/۹۱) بین دو منطقه میانکاله و ماهیان پرورشی و کمترین مقدار بین مناطق گمیشان و میانکاله (۰/۱۴) بود (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲– نمودار پراکنش ماهیان کپور دریای خزر بر اساس PCA



شکل ۳– نمودار تجزیه کانونی (CVA) پراکنش ماهیان کپور دریای خزر

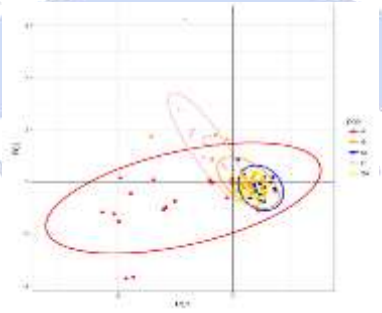
مقادیر ضریب همبستگی بین مناطق مختلف مورد بررسی ماهی کپور دریای خزر بر اساس معیار Bray-Curtis (مقادیر نزدیک به ۱ نشاندهنده جدایی بیشتر نمونه‌های دو منطقه است)(جدول ۲)(جعفری، ۲۰۱۸).

جدول ۲- مقادیر ضریب همبستگی بین مناطق مختلف مورد بررسی ماهی کپور دریای خزر بر اساس معیار Bray-Curtis

	تالاب انزلی	گمیشان	میانکاله	انزلی	پروزشی
تالاب انزلی	–				
گمیشان	۰/۳۲	–			
میانکاله	۰/۱٤۲	۰/۱٤	–		
انزلی	۰/۰۷	۰/۳۳	۰/٦۲	–	
پروزشی	۰/٦٤	۰/۷۹	۰/۹۱	۰/۲۷	–

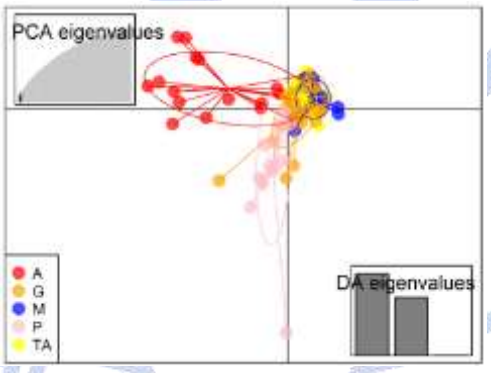
در مطالعات ژنتیکی با استفاده از بافت باله ماهی و آنالیز PCA و DAPC با استفاده از ۱۱۰۰۰ مارکر SNP بدست آمده از GBS انجام گرفت. تعداد مارکر SNP پیش از انجام فیلتراسیون ۱۳۸۶۳۷ نشانگر بود. پس از در نظر گرفتن فیلترهایی همچون حداقل فروانی آللی (بین صفر تا ۰/۰۵) و حداقل فراوانی در سطح جمعیت‌ها، تعداد ۵۷۱۹ نشانگر SNP برای آنالیز ساختارهای جمعیتی ماهی کپور معمولی در این مطالعه بدست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده همپوشانی بالایی در ذخایر ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر مشاهده شد. نتایج بیانگر حضور حداقل سه جمعیت برای هر SNP است. از بین جمعیت‌های مورد بررسی جمعیت انزلی (دریایی) بیشترین تمایز را در جمعیت‌های خزری نشان داد که در تأیید با داده‌های

ریختی بود. نتایج بدست آمده از آنالیز تجزیه به مؤافه های اصلی (PCA) سه مؤلفه را به عنون اصلی‌ترین عوامل در شناسایی جمعیتها از یکدیگر تشخیص داد که در مجموع ۷۶/۱۱ درصد واریانس بین گروهها را تشکیل می‌دهند (PC1 معادل ۸۴/۶ درصد و PC2، ۷۳/۲ درصد). بر اساس نتایج بدست آمده همپوشانی بالایی در ذخایر ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر مشاهده شد (شکل ۴).



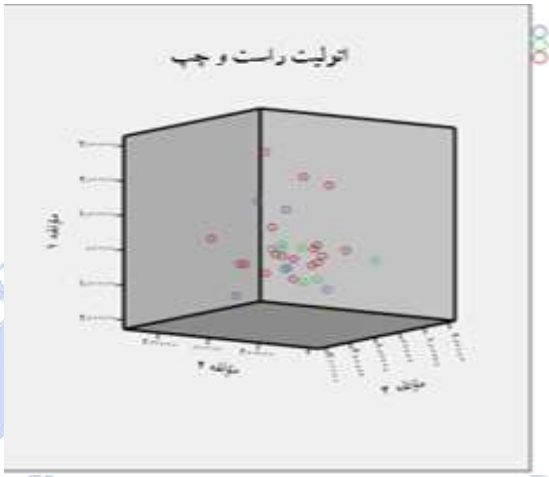
شکل ۴- نمودار پراکنش ماهی کپور دریای خزر

به منظور شناسایی و تفکیک نمونه‌ها از یکدیگر بر اساس مکان جغرافیایی نمودار DAPC ترسیم گردید. نتایج بدست آمده از این آنالیز نیز تأیید کننده نتایج آزمون PCA بود. بر اساس نمودار بدست آمده از DAPC دو ساختار جمعیتی مناطق پرورشی و انزلی به صورت مجزا قابل تشخیص بودند در حالیکه مناطق گمیشان و میانکاله و نیز تالاب انزلی نزدیک به یکدیگر قرار گرفتند (شکل ۵) (جعفری، ۲۰۱۸).



شکل ۵– نمودار پراکنش جمعیت‌ها بر اساس آنالیز DAPC

در ارزیابی مشخصات ریخت‌شناسی اتولیت راست و چپ در ماهی کپور دریایی، نتایج نشان داد که در طول، مساحت و محیط اتولیت راست و اتولیت چپ، بین بخش شرقی و مرکزی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در مورد عرض اتولیت، بخش مرکزی و بخش غربی به‌طور معنی‌داری در هر دو اتولیت بزرگ‌تر از بخش شرقی بود (P>۰/۰۵). در آنالیز افتراقی تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات ریخت‌سنجی شامل Roundness، Rectangularity، From Factor، Ellipticity، Otolith Size Index، Otolith Longitude Index، بین صفات مورد بررسی در اتولیت چپ (سه تابع با ۸۳/۸۸ درصد پراکندگی) و راست (سه تابع با ۳/۸۹ درصد پراکندگی) ماهی کپور دریایی در مناطق مورد مطالعه، و خصوصیات Ellipticity، Otolith Size Index و Otolith Longitude Index با مؤلفه ۱، خصوصیت Rectangularity با مؤلفه ۲ و خصوصیت Roundness با مؤلفه ۳، بالاترین درصد همبستگی را نشان دادند (شکل ۶).

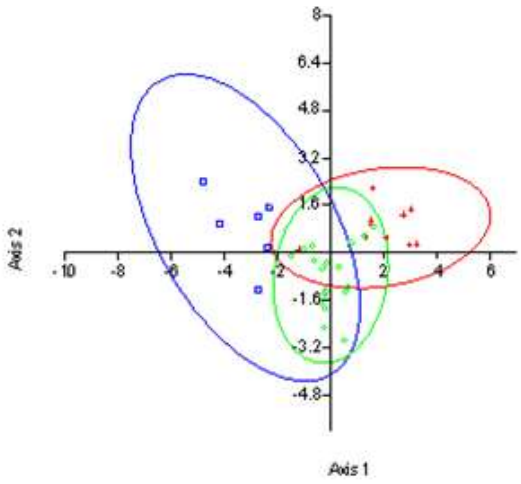


شکل ۶– پراکنش سه بعدی داده‌های مربوط به اتولیت ماهی کپور دریای خزر

با توجه به نتایج می‌توان اظهار داشت که در گونه‌های مورد مطالعه در تحقیق حاضر، دو خصوصیت مورفومتریک Rectangularity و Ellipticityرا می‌توان به‌عنوان شاخص‌های تعیین گونه به کمک اتولیت معرفی نمود. در تعیین محل احتمالی ماهیان با استفاده از آزمون Classification و Jacknifed، در بخش شرقی ۹۰ درصد و ۸۰ درصد، در بخش مرکزی ۱۰۰ درصد و ۵۰ درصد در بخش غربی ۸۳ درصد و ۵۵ درصد نمونه‌های صید شده در آن ایستگاه از نظر شاخص اتولیت راست و چپ به‌همان منطقه تعلق دارند (جدول ۳) (شکل ۷) (قربانی، ۲۰۲۱).

جدول ۳- تعیین محل احتمالی ماهی کپور دریای خزر با استفاده از اتولیت

منطقه	آزمون	بخش شرقی	بخش مرکزی	بخش غربی	جمع کل
بخش شرقی	Classification	۹	۰	۱	۱۰
	Jacknifed	۸	۱	۱	۱۰
بخش مرکزی	Classification	۰	۶	۰	۶
	Jacknifed	۱	۳	۲	۶
بخش غربی	Classification	۳	۰	۱۵	۱۸
	Jacknifed	۴	۴	۱۰	۱۸
جمع کل	Classification	۱۲	۶	۱۶	۳۴
	Jacknifed	۱۳	۸	۱۳	۳۴



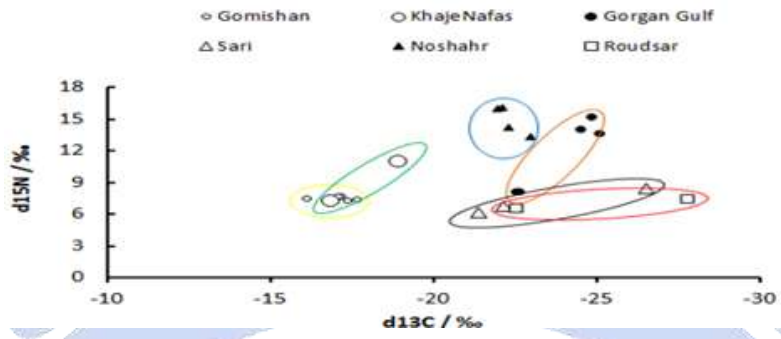
شکل ۷– پراکنش ماهیان در نمودار CVA با استفاده از اتولیت ماهی کپور دریای خزر

در بررسی مقایسه میانگین ایزوتوپ پایدار نیتروژن و کربن بین ایستگاه‌های نمونه‌برداری در سواحل جنوبی دریای خزر، نتایج نشان داد که مقادیر ایزوتوپ نیتروژن در نمونه‌های ماهی کپور در نوشهر نسبت به بقیه نمونه‌ها به‌جز نمونه‌های خلیج گرگان به‌طور معنی‌دار بالاتر است ولی با مقادیر آن در خلیج گرگان اختلاف معنی‌دار نداشت. هم‌چنین در مورد ایزوتوپ کربن نتایج نشان داد که مقادیر آن در نمونه‌های جنوب شرقی دریای خزر نسبت به بقیه نمونه‌ها اختلاف معنی‌دار دارد (جدول ۴).

جدول ۴– مقایسه میانگین ایزوتوپ پایدار نیتروژن و کربن در ماهی کپور دریای خزر

ایستگاه (تعداد)	ایزوتوپ پایدار نیتروژن	ایزوتوپ پایدار کربن	نسبت ایزوتوپ کربن به نیتروژن
گمیشان (۵)	۷/۵۹ ± ۰/۱۹^{c}	-۱۷/۰۸ ± ۰/۵۸^{a}	۲/۲۵ ± ۰/۱۱^{b}
خواجه نفس (۲)	۹/۰۹ ± ۲/۶۴^{bc}	-۱۷/۹ ± ۱/۴۶^{a}	۲/۰۳ ± ۰/۴۳^{bc}
خلیج گرگان (۵)	۱۱/۸۲ ± ۳/۴۲^{ab}	-۲۳/۹۳ ± ۱/۲۳^{b}	۲/۱۶ ± ۰/۵۷^{b}
ساری (۳)	۷/۱۱ ± ۱/۱۹^{c}	-۲۳/۳۶ ± ۲/۷۹^{b}	۳/۳۱ ± ۰/۱۷^{a}
نوشهر (۴)	۱۴/۸۲ ± ۱/۳۵^{a}	-۲۲/۳۴ ± ۰/۴۳^{b}	۱/۵۲ ± ۰/۱۷^{c}
رودسر (۲)	۷/۰۱ ± ۰/۶۲^{c}	-۲۵/۱۸ ± ۳/۷^{b}	۳/۵۸ ± ۰/۲۱^{a}

نمونه‌های ماهی کپور ایستگاه‌های نوشهر و خلیج گرگان نسبت بقیه ایستگاه‌ها کاملاً جدا شدند. برخی نمونه‌های ساری و رودسر و برخی نمونه‌های گمیشان و خواجه نفس همپوشانی دارند. نکته مهم، کم بودن مقادیر ایزوتوپ پایدار کربن در نمونه‌های گمیشان و خواجه نفس که می‌تواند به دلیل شوری بالاتر نسبت به بقیه ایستگاه‌ها (البته به‌جز خلیج گرگان) و مهاجرت‌های بین دو منطقه باشد. هم‌چنین زیاد بودن نیتروژن ایزوتوپی در نمونه‌های نوشهر که می‌تواند به دلیل ورود فاضلاب به داخل منطقه و تغذیه از سطوح پایین‌تر و در مورد خلیج گرگان افزایش شوری نیز مزید بر علت است (شکل ۸).



شکل ۸- توزیع مقادیر نیتروژن و کربن ایزوتوپی در کپور دریای خزر

این پژوهش در راستای دو فرضیهٔ کلی و برای کامل نمودن اطلاعات و بررسی‌های گذشته اجرایی شد. به نظر می‌رسد ماهی کپور دریای خزر مهاجرت‌های با فواصل طولانی از غرب به شرق دریای خزر یا بالعکس نداشته باشد و تنها در محدوده کمتر (تقریباً تا حدود ۱۰۰ کیلومتری) مهاجرت‌های تغذیه‌ای داشته باشد. البته با توجه به فاصله نسبتاً زیاد ساری تا رودسر و نیز خلیج گرگان تا نوشهر، به‌نظر می‌رسد جمعیت ماهیان کپور در مناطق مورد مطالعه تا حدی مجزا بوده هر چند که مشابه بودن مقادیر ایزوتوپ در برخی نمونه‌ها احتمالاً به دلیل دخالت انسان با انتقال بچه ماهیان از طرف غرب به شرق یا بالعکس می‌باشد. اسیدهای آمینه می‌توانند به‌عنوان یک اثر انگشت پایدار طبیعی ترکیب بیوشیمیایی سلول‌ها و اطلاعات حیاتی آنان را شرح دهند و الگوهای تغذیه‌ای، پراکنش مکانی، مهاجرت، شناسایی و تفکیک جوامع، مدیریت ذخایر، مطالعه اکوسیستم‌های آبی در بازه زمانی و مکانی را ممکن سازند. شناسایی جوامع کپور ماهیان دریایی به واسطه ترکیبات بیوشیمیایی در حوزه جنوبی دریای خزر می‌تواند منجر به ارائه یک دستورالعمل تشخیصی از کپور ماهیان بومی ایران گردد. در بررسی ضریب همبستگی بین اسیدهای آمینه چشم و ماهیچه تنها در مورد هیستیدین (متوسط و منفی) و والین (متوسط و مثبت) ارتباط معنی‌دار بود (جدول ۵).

جدول ۵- ضریب همبستگی بین اسیدهای آمینه چشم و ماهیچه

اسید آمینه	ضریب همبستگی	اسید آمینه	ضریب همبستگی
هیستیدین	-۰/۵۳*	والین	۰/۴۵*
آرژی‌نین	-۰/۲۵	متیونین	-۰/۰۸
سرین-آسپارتیکه اسید	۰/۰۳	ایزولوسین	۰/۰۵
گلوتامیکه اسید-گلیسین	۰/۱۷	فنیل‌آلانین	۰/۱۸
ترئونین	۰/۱۱	تریپتوفان	۰/۰۶
آلانین	۰/۱۲	لیسین	۰/۴۶

مقادیر اسیدآمینه آرژی‌نین در ماهیچه نسبت به چشم در نمونه‌های گیلان؛ سرین-آسپارتیک اسید در چشم نسبت به ماهیچه در نمونه‌های گیلان و گلستان؛ گلوتامیک اسید-گلیسین، والین، فنیل آلانین و لیسین در چشم نسبت به ماهیچه در نمونه‌های گیلان بطور معنی‌دار بالاتر بود. در مقایسه مقادیر اسیدهای آمینه موجود در بافت چشم در بین سه استان، مقادیر اسیدهای آمینه در استان گیلان و گلستان نسبت به مازندران به‌هم نزدیک‌تر بودند. مقادیر اسیدهای آمینه موجود در بافت ماهیچه نیز در بیشتر موارد، مقادیر اسیدهای آمینه در استان گیلان و گلستان نسبت به مازندران به‌هم نزدیک‌تر بودند (جدول ۶).

جدول ۶– مقادیر اسیدهای آمینه در ماهی کپور دریای خزر

اسید آمینه	بافت/استان	گیلان	مازندران	گلستان	مراکز تکثیر (سیجوال و شهیدرجایی)
هیستیدین*	چشم	۰/۱۴۲±۰/۰۵^{b}	۰/۱۴۴±۰/۱۱^{b}	۰/۱۵۴±۰/۰۲^{b}	۰/۲۷۵±۰/۱۴^{a}
	ماهیچه	۰/۲۱۹±۰/۱۴^{a}	۰/۲۲۱±۰/۱۲^{a}	۰/۱۸±۰/۱۲^{ab}	۰/۰۳۸±۰/۰۱^{b}
آرژی‌نین*	چشم	۰/۱۳۵±۰/۰۵^{b}	۰/۱۲۴±۰/۱^{b}	۰/۱۲۶±۰/۰۲^{b}	۰/۲۸۱±۰/۱۵^{a}
	ماهیچه	۰/۲۷۹±۰/۱۳^{a*}	۰/۳۴۱±۰/۱۴^{a}	۰/۱۸۵±۰/۱۱^{ab}	۰/۰۶۲±۰/۰۴^{b}
سرین–آسپارتیک اسید	چشم	۰/۵۶۹±۰/۲^{b*}	۰/۵۲۸±۰/۴^{b}	۰/۵۸۴±۰/۱۱^{b*}	۰/۹۶۵±۰/۵^{a}
	ماهیچه	۰/۳۸۴±۰/۱۷^{a}	۰/۱۹۶±۰/۱۳^{a}	۰/۲۵۷±۰/۲۴^{a}	۰/۱۷۹±۰/۰۸^{a}
گلوتامیک اسید–گلیسین	چشم	۰/۴۲۲±۰/۱۸^{a*}	۰/۴۲۷±۰/۱۸^{a}	۰/۵۱۶±۰/۲۹^{a}	۰/۷۰۴±۰/۴۲^{a}
	ماهیچه	۰/۲۷۷±۰/۱^{a}	۰/۲۲۵±۰/۱۳^{a}	۰/۲۶۱±۰/۱۵^{a}	۰/۱۶۵±۰/۱۶^{a}
ترئونین*	چشم	۰/۱۴۴±۰/۰۵^{a}	۰/۱۷۶±۰/۱^{a}	۰/۱۳۳±۰/۰۵^{a}	۰/۲۳۵±۰/۱۲^{a}
	ماهیچه	۰/۱۶±۰/۱۴^{a}	۰/۱۱±۰/۰۷^{a}	۰/۱۶۴±۰/۱۷^{a}	۰/۰۶۱±۰/۰۲^{a}
آلانین	چشم	۰/۳۹۲±۰/۱۲^{a}	۰/۳۹۹±۰/۲۵^{a}	۰/۳۹۳±۰/۰۹^{a}	۰/۵۶۴±۰/۳۱^{a}
	ماهیچه	۰/۴۹۶±۰/۲۱^{a}	۰/۳۷±۰/۳۷^{a}	۰/۳۱۹±۰/۲۸^{a}	۰/۳۰۹±۰/۲۹^{a}
تیروزین	چشم	۰/۲۰۴±۰/۱۱^{b}	۰/۳۵۸±۰/۳۲^{b}	۰/۱۹۷±۰/۰۸^{b}	۰/۶۱۴±۰/۳^{a*}
	ماهیچه	۰/۲۰۸±۰/۱۱^{a}	۰/۱۴۷±۰/۱۴^{a}	۰/۲۳۲±۰/۱۱^{a}	۰/۰۹۱±۰/۰۷^{a}
والین*	چشم	۰/۲۹۳±۰/۰۸^{a*}	۰/۲۷۵±۰/۲^{a}	۰/۳۰۷±۰/۰۶^{a}	۰/۴۴۹±۰/۲۶^{a}
	ماهیچه	۰/۱۹۷±۰/۰۹^{a}	۰/۱۷۸±۰/۱۷^{a}	۰/۱۹±۰/۱۶^{a}	۰/۱۷۶±۰/۱۳^{a}
متیونین*	چشم	۰/۱۱۹±۰/۰۵^{b}	۰/۱۴۱±۰/۱۴^{b}	۰/۱۲±۰/۰۳^{b}	۰/۳۸۳±۰/۱۷^{a}
	ماهیچه	۰/۲۵۴±۰/۲^{a}	۰/۱۱۹±۰/۰۷^{a}	۰/۱۱۲±۰/۰۵^{a}	۰/۰۳۹±۰/۰۲^{a}
ایزولوسین*	چشم	۰/۲۷۹±۰/۱۳^{a}	۰/۲۲۴±۰/۱۶^{a}	۰/۲۶۲±۰/۰۵^{a}	۰/۳۸۷±۰/۲۱^{a}
	ماهیچه	۰/۲۱۵±۰/۱۵^{a}	۰/۱۰۴±۰/۰۶^{a}	۰/۳۱۷±۰/۱۹^{a}	۰/۱۷۴±۰/۱۲^{a}
فنیل‌آلانین*	چشم	۰/۲۶۲±۰/۱^{b*}	۰/۲۴۲±۰/۱۸^{b}	۰/۲۶۴±۰/۰۵^{b}	۰/۴۸۹±۰/۲۵^{a}
	ماهیچه	۰/۱۶۲±۰/۱۱^{ab}	۰/۰۹۵±۰/۰۹^{b}	۰/۲۷۸±۰/۰۷^{a}	۰/۱۳۵±۰/۰۹^{ab}
تریپتوفان*	چشم	۰/۰۷۱±۰/۰۱^{a}	۰/۰۷۴±۰/۰۱^{a}	۰/۰۶۸±۰/۰۲^{a}	۰/۰۷۴±۰/۰۲^{a}
	ماهیچه	۰/۱۱۶±۰/۰۷^{a}	۰/۰۹±۰/۰۵^{a}	۰/۰۶۳±۰/۰۵^{a}	۰/۰۹۱±۰/۰۲^{a}
لیسین*	چشم	۰/۴۶۹±۰/۰۹^{ab*}	۰/۳۴۳±۰/۲۳^{b}	۰/۴۹۲±۰/۰۷^{ab}	۰/۶۳۵±۰/۲۸^{a}
	ماهیچه	۰/۱۹±۰/۱۹^{a}	۰/۰۵۱±۰/۰۲^{a}	۰/۳۵۶±۰/۳^{a}	۰/۳۸۹±۰/۱۷^{a}

*اسیدهای آمینه ضروری

در بقیه موارد بین اسیدهای آمینه در بین سه استان اختلاف معنی‌دار دیده نشد. کمترین میزان لیسین در نمونه‌های مازندران دیده شد. در بافت ماهیچه ماهی، اختلاف معنی‌داری در اسیدهای آمینه بین نمونه‌ها در بین سه استان (بجز در مورد اسید آمینه فنیل آلانین بین استان مازندران و گلستان) اختلاف معنی‌دار دیده نشد. در مقایسه مقادیر اسیدهای آمینه موجود در بافت ماهیچه نیز در بیشتر موارد، اسیدهای آمینه هیستیدین، آرژی‌نین در نمونه‌های مازندران؛ سرین-آسپارتیک اسید، گلوتامیک اسید-گلیسین، آلانین، والین، متیونین و تریپتوفان در نمونه‌های گیلان؛ ترئونین، تیروزین، ایزولوسین، فنیل‌آلانین و لیسین در استان گلستان بالاتر بودند. نکته قابل توجه مقادیر بسیار بالای لیسین در ماهیچه در استان گلستان نسبت به دیگر استان‌ها بود. نتایج نشان داد که در تمام موارد میزان اسیدهای آمینه مربوط به چشم در نمونه‌های مراکز تکثیر (سیجوال و شهیدرجایی) بالاتر از نمونه‌های بالغ اندازه‌گیری گردید که در برخی موارد معنی‌دار بود ($P<0/05$). در بافت ماهیچه ماهی همچنین مقادیر اسیدهای آمینه هیستیدین، آرژی‌نین، سرین-آسپارتیک و گلوتامیک- گلیسین در نمونه‌های مراکز تکثیر (سیجوال و شهیدرجایی) کمتر از نمونه‌های بالغ در مناطق مختلف بود که در برخی موارد معنی‌دار بود ($P<0/05$). نتایج آنالیز تجزیه به

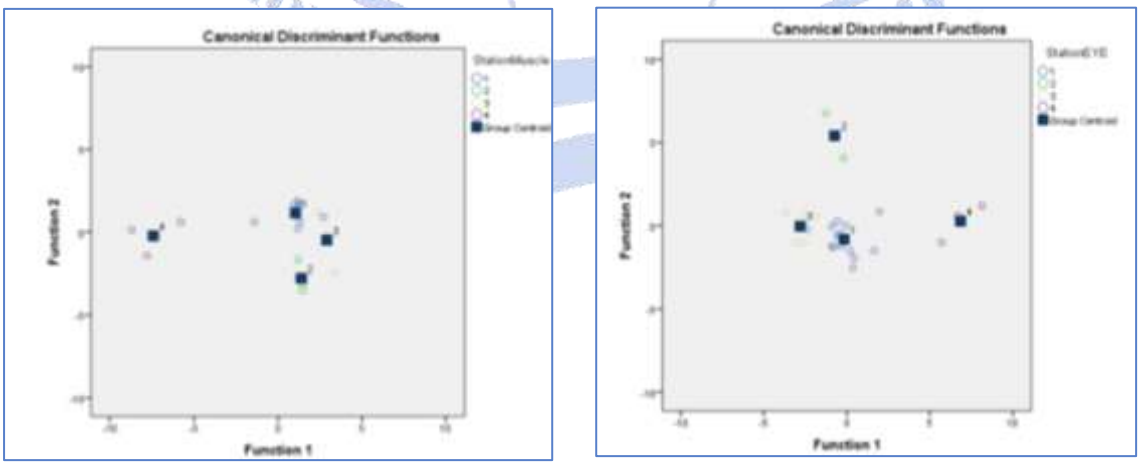
مؤلفه‌های اصلی در چشم، ۳ مؤلفه (۸۵ درصد تغییرات) و در ماهیچه ۴ مؤلفه (۸۱ درصد تغییرات) بین مناطق مختلف بود (جدول ۷، ۸؛ شکل ۹).

جدول ۷- فاکتورهای استخراجی PCA حاصل از اسیدهای آمینه چشم و ماهیچه در کپور دریای خزر

بافت	اجزا	بارگذاری مجموع مربعات چرخشی		
		کل	درصد واریانس	درصد تجمعی
چشم	۱	۴/۶۱	۶۲/۱۲	۳۵/۶۷
	۲	۴/۵۶	۱۱/۹۹	۷۰/۵۵
	۳	۱/۸۸	۱۰/۹۱	۸۵/۰۱۲
ماهیچه	۱	۳/۸۴	۲۹/۵۶	۲۹/۵۶
	۲	۲/۶۶	۲۰/۶۳	۴۹/۹۸
	۳	۲/۵۱	۱۹/۳۳	۶۹/۳۱
	۴	۱/۶۹	۶۹/۱۱	۸۰/۸

جدول ۸– فاکتورهای استخراجی حاصل از بررسی اسیدهای آمینه چشم و ماهیچه ماهیان کپور جمع‌آوری شده از سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده تجزیه به مولفه‌های اصلی

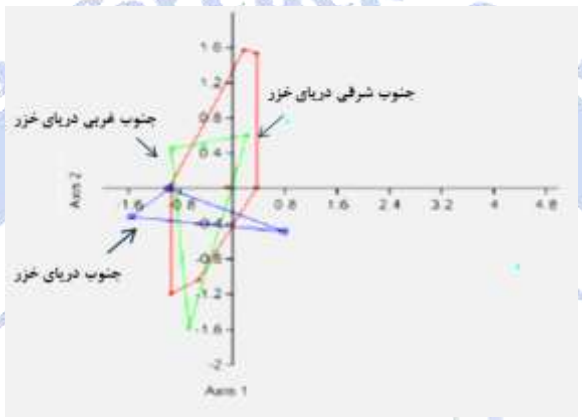
اسید آمینه	تابع (چشم)			تابع (ماهیچه)			
	۱	۲	۳	۱	۲	۳	۴
متیونین	۰/۸۸			۰/۸			
آرژی‌نین	۰/۷				۰/۸۴		
تریپتوفان			-۰/۹۵				
تیروزین	۰/۹۲			۰/۷۸			
هیستیدین	۰/۷۳			۰/۹۱			
آلانین		۰/۷۳		۰/۸			
ترئونین	۰/۸			۰/۸۷			
سرین-آسپارتیک اسید	۰/۷۵					۰/۹۴	
والین		۰/۷۹					
فنیل‌آلانین		۰/۷۳					۰/۸۳
ایزولوسین		۰/۸۴			-۰/۷۴		
گلوتامیک اسید-گلیسین							
لیسین		۰/۷۴				۰/۹	



شکل ۹- توابع آنالیز تفکیک کانونی در بافت چشم و عضله کپور ماهیان به تفکیک سه استان و مراکز تکثیر چشم ماهی ماهیچه ماهی

۱-گیلان؛ ۲- مازندران؛ ۳- گلستان؛ ۴- مراکز تکثیر و پرورش

ترکیبات اسیدهای آمینه به عنوان یک ابزار مناسب جهت تفکیک جمعیتی محسوب می‌شود. در این تحقیق نیز بنظر می‌رسد مقادیر اسیدهای آمینه در چشم نسبت به ماهیچه از قدرت تفکیک جمعیتی بالاتری برخوردار باشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- همپوشانی گونه‌های سه استان به تفکیک رنگ (بر اساس اسید آمینه‌های بافت چشم)

در مقایسه مقادیر میانگین اسیدهای آمینه در نمونه‌های چشم ماهی کپور جمع‌آوری شده از سواحل جنوبی دریای خزر در بین فصول مختلف، نتایج نشان داد که مقادیر هستیدین، آرژی‌نین، سرین-آسپارتیک اسید، ترئونین، تیروزین، متیونین، فنیل آلانین و تریپتوفان بین فصول مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. بیشترین مقدار گلوتامیک اسید-گلیسین، آلانین، والین و لیسین در چشم ماهی در پاییز و ایزولوسین در زمستان؛ و در مورد ماهیچه در نمونه‌های ماهی بجز در مورد لیسین در بقیه موارد بین فصول مختلف اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید. بیشترین میزان لیسین در پاییز و کمترین میزان در بهار مشاهده گردید که این اختلاف معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (بحرانی، ۲۰۲۱).

در بررسی پارامترهای فیزیکوشیمیایی در آب مناطق مورد بررسی نشان داد که منطقه تالاب انزلی از میزان TDS و شوری بیشتری نسبت به مناطق گمیشان و میانکاله برخوردار است در صورتیکه مناطق گمیشان و میانکاله از الگوی مشابه‌تری در تغییرات هدایت الکتریکی و قلیاییت نشان داده‌اند. روند تغییرات گل آلودگی آب از کمترین به بیشترین بترتیب میانکاله، انزلی، تالاب انزلی و گمیشان بود. فسفات و نیترات بیشترین میزان خود را به ترتیب در مناطق میانکاله و گمیشان برخوردار بودند.

در بررسی رابطه تغییرات ژنتیکی با تغییرات محیطی، ژن‌های COI و s۱۶ توالی یابی شدند و نتایج هیچ گونه ارتباط معنی داری بین فاکتورهای محیطی مورد بررسی و پارامترهای تنوع ژنتیکی (آنتروپی، آشفتگی و جابجایی) نشان ندادند (جعفری، ۲۰۱۸).

با توجه به بسترهای متفاوت ساحلی در استان‌های گیلان و گلستان، ساختار اجتماعات تغذیه‌ای و فراوانی کف زیان نیز تا حدی متفاوت بوده، به نظر می‌رسد ترکیب اسیدهای آمینه کپورماهیان به لحاظ مقدار متفاوت باشد. مقایسه مقادیر اسیدهای آمینه در نر و ماده نشان داد که در بیشتر موارد در نرها بالاتر از ماده‌ها است ولی معنی‌دار نبودند. بنظر می‌رسد اسید آمینه گلوتامیک اسید-گلیسین در تفکیک نمونه‌های مازندران و گیلان با گلستان و اسید آمینه سرین- آسپارتیک اسید در تفکیک نمونه‌های مازندران با گیلان از اهمیت بالایی برخوردار باشند. مقادیر بسیار بالای لیسین در بافت ماهیچه در گلستان و نزدیک بودن مقادیر آن با مراکز تکثیر می‌تواند نقش تکثیر مصنوعی در بازسازی ذخایر ماهیان کپور استان گلستان را تأیید کند. بنظر می‌رسد

مهاجرت کپور ماهیان با فواصل کم در بخش‌های مرزی سه استان صورت گیرد و انتقال بچه ماهیان (دخالت انسانی) بخصوص بین گلستان و گیلان از مهم‌ترین عوامل است.

منابع

Bahrani, A. 2021. Tracing of seasonal immigration in Common carp (*Cyprinus carpio* Linneaus 1758) using amino acid composition in the south basin of Caspian Sea. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 75 p,

Balon, E. K. 1995. Origin and domestication of the wild carp, *Cyprinus carpio*: from Roman gourmets to the swimming flowers. Aquaculture. 129(1-4): 3-48.

Ghorbani, R. 2021. Identification of marine common carp (*Cyprinus carpio*, Linnaeus, 1758) population using an otolith form in southern coasts of the Caspian Sea. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 42 p.

Jafari, O. 2018. The study of population structure and habitat of native common carp from the southern coasts of the Caspian Sea (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) using GBS and GLMM techniques. PHD thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 170 p.

Kohlmann, K., Gross, R., Murakaeva, A., Kersten, P. (2003). Genetic variability and structure of common carp (*Cyprinus carpio*) populations throughout the distribution range inferred from allozyme, microsatellite and mitochondrial DNA markers. Aquatic Living Resources, 16(5):421-431.

Otis, K. J., Weber, J. J. (1982). Movement of carp in the Lake Winnebago system determined by radio telemetry (No. 134). Department of Natural Resources.

DNA محیطی کلیدی برای رمزگشایی از حیات زیرزمینی: ماهیان آب‌های زیرزمینی کوه‌های زاگرس

ایرج هاشم زاده سقرلو [1*] و لوئیس برناتچز [2]

۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

۲ گروه زیست‌شناسی، دانشگاه لاوال، کبک، کانادا

Email: ihashem@sku.ac.ir

چکیده

دامنه پراکنش یکی از معیارهای مورد استفاده در ارزیابی وضعیت حفاظتی گونه‌های مختلف است. داده‌ها در مورد پراکنش موجودات به صورت سنتی از طریق نمونه برداری یا مشاهده مستقیم انجام می‌شده است. در مورد گونه‌های موجودات ساکن زیستگاه‌های زیرزمینی به دلیل عدم دسترسی به این زیستگاه‌ها معمولاً ارزیابی دامنه پراکنش گونه‌های یادشده با استفاده از روش‌های نمونه برداری یا مشاهده مستقیم امکان پذیر نیست. در کوه‌های زاگرس چهار گونه ماهی غارزی شامل *Garra typhlops*، *Garra lorestanensis*، *Garra tashanensis* و *Eidinemacheilus smithi* گزارش شده است. ماهیان *G. typhlops*، *G. lorestanensis* و *E. smithi* در یک زیستگاه تا حدود فاصله ۳۰ کیلومتر دارای همباشی هستند. این گونه‌ها در فهرست سرخ اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت به عنوان گونه‌های آسیب‌پذیر طبقه‌بندی شده‌اند. به تازگی بر پایه پیش بینی دامنه پراکنش ۳۰ تا ۱۵۱ کیلومتری ماهیان کور، نسبت به تقلیل جایگاه حفاظتی این ماهیان در فهرست سرخ اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت تأکید شده است. در این مطالعه از روش متابارکدینگ DNA محیطی (ژن 12s rRNA) برای ارزیابی پراکنش ماهیان کور در ۱۹ چشمه در بین رودخانه‌های دز و کرخه استفاده شد. نتایج نشان داد که گونه‌های *G. typhlops* و *G. lorestanensis* دارای حدودی از جدایی زیستگاه هستند. در این الگوی پراکنش گونه *G. lorestanensis* به سمت شرق (به سمت رودخانه سزار در حوضه رود دز) و ماهی *G. typhlops* به سمت غرب احتمالاً تا حدود ۵۰ کیلومتری غار ماهی کور پراکنش دارد. فراتر از این گونه *E. smithi* نیز دارای پراکنش محدود به غار ماهی کور و چشمه‌های مجاور رود سزار بود. بر پایه پراکنش جغرافیایی محدود شناسایی شده در این مطالعه و تهدیدهای وارد بر زیستگاه‌های آبی زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، نگارندگان نسبت به حفظ جایگاه حفاظتی ماهیان آب‌های زیرزمینی ایران و یا حتی ارتقاء رتبه حفاظتی آنها توصیه می‌کنند.

واژگان کلیدی: DNA محیطی، ماهیان کور، زیستگاه‌های زیرزمینی، پراکنش جغرافیایی

eDNA as a key for the black box of subterranean life: Subterranean fish in the Zagros Mountains of Iran

Iraj Hashemzadeh Segherloo[1*] and Louis Bernatchez[2]

1 Department of Fisheries Sciences, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, ShahreKord University, ShahreKord, Iran,
2 Department of Biology, Laval University, Quebec City, Quebec, Canada

Email: ihashem@sku.ac.ir

Abstract

Distribution range is one of the criteria used to assess conservation status of different species. Data on distribution of organisms have been traditionally collected via direct sampling or observation approaches. In the case of subterranean organisms, assessment of distribution range is not always possible via direct sampling or observation methods due to inaccessibility of subterranean habitats. In Zagros Mountains of Iran four subterranean fish species including *Garra typhlops*, *Garra lorestanensis*, *Garra tashanensis*, and *Eidinemacheilus smithi* have been described. *Garra typhlops*, *G. lorestanensis*, and *E. smithi* coexist in a same habitat with a known extent of around 30 km. These species have been ranked as Vulnerable in IUCN red list of threatened species. Recently, it was strongly recommended to down-list conservation status of these species in IUCN red list due to their inferred habitat range (30-151 km). In this study we used environmental DNA metabarcoding of 12s rRNA gene to assess distribution of these cave fishes in 19 springs between the Dez and Karkheh rivers. Our results showed that cave barb species (*G. typhlops* and *G. lorestanensis*) display partial habitat isolation with *G. lorestanensis* distributed eastward (toward Sezar River of the Dez River drainage) and *G. typhlops* distributed westward probably up to ~ 50 km away from their type locality. Furthermore, *E. smithi* also showed a distribution range that was limited to three springs between the type locality and the Sezar River. Based on the geographically limited distribution detected in our study and the threats to the subterranean aquatic habitats in the studied region, we strongly suggest to keep considering Iranian subterranean fishes as vulnerable or even to increase their conservation rank.

Keywords: Environmental DNA, Blind fish, subterranean habitats, Geographic distribution

مروری بر مطالعات انجام‌شده در زمینه استفاده از ماهی در مطالعات سم‌شناسی (نانومواد) در آبزیان همراه با ارائه نکاتی در خصوص رعایت اصول 3Rs برای رفاه ماهیان

سید علی جوهری [1*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج

Email: a.johari@uok.ac.ir

چکیده

نانو سم‌شناسی آبزیان علم مطالعه اثرات نانومواد بر انواع جانداران آبزی و با سابقه‌ای کمتر از ربع قرن است. ماهیان به عنوان یکی از جانداران ساکن بوم‌سازگان‌های آبی ممکن است در معرض طیف گسترده‌ای از انواع آلاینده‌ها و از جمله نانومواد قرار گیرند. اگرچه مطالعه اثر آلاینده‌ها با استفاده از ماهیان دارای مزایایی است، اما همیشه ضروری نمی‌باشد و مجامع علمی همواره به دنبال کاهش استفاده از مهره‌دارنی همچون ماهی در شناسایی و ارزیابی خطر و تشخیص ایمن‌بودن مواد شیمیایی می‌باشند. در اینجا پیشنهاداتی برای بکارگیری اصول 3Rs (کاهش، بهینه‌سازی و جایگزینی) در آزمون‌های سم‌شناسی ماهی ارائه خواهد شد، که برخی از آن‌ها عبارتند از: استفاده از ماهی کمتر، انجام تکرار کمتر، استفاده از گونه‌های ماهی مدل و ماهیان حساس‌تر، عدم استفاده از گونه‌های در معرض خطر، انجام آزمون محدود پیش از آزمون اصلی، انجام آزمون یافتن محدوده اثر با فاصلهٔ بالاتر غلظت‌ها، استفاده از غلظت‌های محیطی و انجام آزمون‌های مزمن به جای آزمون‌های حاد، کاهش مدت زمان آزمون و خاتمه زودهنگام آزمون در صورت مشاهده علائمی از رنج قابل‌توجّه، جایگزین کردن نقاط هدفی همچون مرگ و میر با رو به مرگ بودن، استفاده از جنین ماهی به‌جای استفاده از لارو و ماهی بزرگسال (و استفاده از جنین کوریون‌زدایی‌شده به جای جنین کامل)، استفاده از روش‌های محاسباتی یا درون‌رایانه‌ای (همچون کیوسار و اکوسار)، استفاده از روش‌های برون‌تن بر روی رده‌های سلولی ماهیان، جایگزین‌کردن ماهی با جاندارنی همچون ریزجلبک‌ها و گیاهان آبزی و بی‌مهرگانی همچون حلزون، دافنی و آرتمیا و نهایتاً ارزیابی سمیت مواد اصلی به‌جای فرمولاسیون‌های مختلف ساخته‌شده از آن‌ها.

واژگان کلیدی: نانو سم‌شناسی آبزیان، روش‌های جایگزین، کاهش استفاده از ماهیان، بهینه‌سازی شرایط مراقبت از ماهیان.

A review of studies on the use of fish in aquatic (nano)toxicology studies together with providing tips on following the principles of 3Rs for fish welfare

Seyed Ali Johari[1*]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj

Email: a.johari@uok.ac.ir

Abstract

Aquatic nanotoxicology is the science of studying the effects of nanomaterials on aquatic organisms with a history of less than a quarter of a century. As an inhabitant of aquatic ecosystems, fish may be exposed to a wide range of contaminants, including nanomaterials. Although there are benefits to studying the effects of pollutants using fish, it is not always necessary and the scientific community is always looking to reduce the use of vertebrates such as fish for hazard identification, risk assessment and safety assessment of chemicals. Here are some suggestions on how to apply the 3Rs principles (reduction, refinement, and replacement) for fish toxicology tests, some of which include: using fewer fish, performing fewer repetitions, use of model fish species and more sensitive fish, no use of endangered species, performing limit test before the main test, performing range-finding test with a higher distance of concentrations, using environmental concentrations and performing chronic instead of acute tests, reducing test time and early termination of the test if signs of considerable suffering are observed, replacing endpoints such as mortality with moribundity, using fish embryos instead of larvae and adult fish (and using dechorionated embryo instead of a complete embryo), using computational or in silico methods (such as QSAR and ECOSAR), using in vitro assays on fish cell lines, replacing fish with organisms such as microalgae and macrophytes and invertebrates such as snails, daphnids and brine shrimp, and finally toxicity evaluation of the active substances instead of the various formulations made from them.

Keywords: Aquatic nanotoxicology, Replacement, Reduction, Refinement.

Recent taxonomic status and problems of the genus *Capoeta* in Anatolia

Cüneyt Kaya

Faculty of Fisheries, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, Turkey

Email: cnytkaya@yahoo.com

Abstract

Within the scope of this study, taxonomic review of the genus *Capoeta*, which distributing in Anatolia, was done. In recent years, some new species have been described based on taxonomic and molecular studies, while some others have been accepted as invalid and synonymised with the other species. In addition, oppositional ideas about the taxonomic positions of some species have emerged and therefore have caused some hesitations. In order to enlighten this situation and reveal actual taxonomic position of the *Capoeta* species in Turkey, fish samples of each species of the genus were obtained from Recep Tayyip Erdogan University Zoology Museum of the Faculty of Fisheries and collected from fieldworks were conducted from whole Anatolia. As a result of the study, *Capoeta baliki* and *C. turani* considered to be the synonyms of *C. tinca* and *C.erhani*, respectively. *C. banarescui* ve *C. ekmekciae* described from the Çoruh River and *C. mauricii* described from Lake Beyşehir are considered to be valid species, however, further studies is needed to clarify the validity of *C. ekmekciae* and *C. mauricii*. Besides, the Orontes, Seyhan, Ceyhan, Euphrates and Lake Van populations (except spotted scrapers) seems to be belong to *C. damascina*. However, a detailed comparison is needed to clarifiy the validity of *C. umbla* in Tigris and Euphrates. In conclusion, it was determined that 18 species belonging to the genus *Capoeta* distributed in Turkey.

Keywords: Turkey, scraper, systematics, freshwater fish species

پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم بر تنوع زیستی ماهیان رودخانه‌ای ایران

تکتم مکی [۱]، حسین مصطفوی [۱*]، علی اکبر متکان [۲]، حسین عقیقی [۲]

۱- گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۲- مرکز مطالعات سنجش از دور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

Email: hmostafaviw@gmail.com

چکیده

ایران یکی از نقاط داغ تنوع زیستی در جهان است، بطوری‌که بر اساس آخرین گزارشات، تعداد ۲۶۴ گونه‌های ماهیان آب شیرین به ثبت رسیده است. در عین حال، گونه‌های ماهیان رودخانه‌ای در این کشور در حال حاضر در معرض تهدید انواع فعالیت های انسانی قرار دارند. در این زمینه، تغییر اقلیم به عنوان یک تهدید بزرگ در کنار سایر تهدیدها عملکرد اکوسیستم‌های آب شیرین و تنوع زیستی را مختل می‌کند و به‌طور بالقوه به خدمات اکولوژیکی آن‌ها می‌تواند آسیب برساند. بنابراین پیش‌بینی تغییرات بالقوه زیستگاه در پاسخ به تغییرات اقلیمی برای گونه‌های ماهیان آب شیرین در ایران بسیار ضروری است. در این مطالعه، احتمال نسبی وقوع ۱۳۲ گونه ماهی شامل ۹۲ گونه بومی، ۲۸ گونه بومی انحصاری و ۱۲ گونه غیربومی تحت دو سناریوی تغییر اقلیم خوش‌بینانه (RCP 4.5 (Representative Concentration Pathway)) و بدبینانه (RCP 8.5) برای دوره‌های زمانی ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰ پیش‌بینی شده است. لازم به ذکر است که از این تعداد گونه، ۱۶ گونه در فهرست سرخ IUCN (International Union for Conservation of Nature) قرار دارند. مدل سازی‌ها با استفاده از الگوریتم MaxEnt انجام شده است و هفت متغیر محیطی (حداکثر عرض رودخانه، ارتفاع، شیب، حوضه‌های پراکنش کنونی گونه، میانگین بارش، میانگین دمای سالانه و اختلاف دما بین سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال) به عنوان متغیرهای پیش‌بینی‌کننده استفاده شده‌اند. همچنین برای بررسی عملکرد مدل‌سازی از شاخص AUC (Area Under the Curve) استفاده گردید. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیر حوضه‌های پراکنش کنونی گونه، برای ۶۰ گونه، متغیر ارتفاع برای ۳۶ گونه، متغیر میانگین دمای سالانه برای ۱۹ گونه، متغیر میانگین بارش برای ۱۲ گونه، متغیر اختلاف دما بین سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال برای ۳ گونه و متغیر شیب برای ۲ گونه به عنوان مهم‌ترین پارامترها در پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه ماهیان مورد مطالعه بوده‌اند. مقادیر AUC نیز برای ۹۰ گونه عالی (مقدار AUC بزرگ‌تر از ۰/۹)، برای ۳۴ گونه خوب (مقدار AUC بین ۰/۸ تا ۰/۹) و برای ۸ گونه قابل‌قبول (مقدار AUC بین ۰/۷ تا ۰/۸) بوده است. بعلاوه، گونه‌ها تحت سناریوهای خوش‌بینانه و بدبینانه در سال‌های ۲۰۵۰ و ۲۰۸۰، پاسخ‌های متفاوتی مانند "کاهش" یا "افزایش"، "کاهش و افزایش" و یا "بدون تغییر" از خود نشان داده‌اند. بطوری‌که، تعداد ۳۷ گونه در همه سناریوها واکنش "کاهش" داشتند. ۱۴ گونه فقط واکنش "افزایش"، ۵۸ گونه "کاهش و افزایش"، ۶ گونه "بدون تغییر" و ۱۷ گونه ترکیبی از واکنش ها را در سناریوها داشته‌اند. با مقایسه نقشه‌های تخمین میزان غنای گونه‌ای در سناریوهای مختلف اقلیمی با شرایط حال حاضر و مشاهده اختلاف حضور گونه‌ها احتمال می‌رود که بیشترین کاهش غنای گونه‌ای در سناریوی RCP 8.5 در سال ۲۰۸۰ و در حوضه خزر بخصوص نواحی غربی آن باشد. با گرم شدن اقلیم، دامنه پراکنش برخی از گونه‌ها در کشور گسترش، برخی محدود و برخی دیگر احتمالاً ثابت خواهد ماند. به عبارتی دیگر، تنوع زیستی کشور یقیناً دستخوش تغییراتی خواهد شد. بنابراین، این مطالعه اطلاعات ارزشمندی به مدیران و تصمیم‌گیرندگان خواهد داد تا با به‌کارگیری اقدامات مناسب و اولویت‌بندی لازم جلوی خسارت احتمالی را بگیرند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، توزیع گونه‌ای، مدل‌سازی، تنوع زیستی، ایران

Forecasting of Climate Change Impacts on the Riverine Fish Species Richness in Iran

Makki T[1]., Mostafavi H[*1]., Matkan AA[2]., Aghighi H[2].
[1]Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
[2]Remote Sensing and GIS Center, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Email: hmostafaviw@gmail.com

Abstract

Iran is one of the world's biodiversity hot-spots. So that according to the latest reports, 264 of freshwater fish species have been recorded. However, most of riverine fish species in this country are currently under threat from numerous human activities. In this context, climate change acts as an additional threat compromising biodiversity and freshwater ecosystem function and potentially disturbing the ecological services they provide. So, predicting potential habitat changes in response to climate change is particularly essential for freshwater fish species in Iran. In this study, we predicted potential relative probability of 132 fish species presence including 92 native species, 28 endemic species and 12 exotic species, under two climate change scenarios (RCP 4.5 and RCP 8.5) in river habitats of Iran in the 2050s and the 2080s. We should mention that 16 species are on the IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List. The analysis is conducted using the MaxEnt model. Seven environmental variables (maximum width, elevation, river slope, the basins occupied by the target species, average annual precipitation, annual mean temperature, and the temperature difference between the coldest and hottest months of the year) were used for modeling. Also, AUC (Area Under the Curve) index was used to evaluate the modeling performance. The results of this study reveal that the "the basins occupied by the target species" variable for 60 species, the "elevation" variable for 36 species, the "annual mean temperature" variable for 19 species, the "average annual precipitation" variable for 12 species, the "the temperature difference between the coldest and hottest months of the year" variable for 3 Species and "slope" variable for 2 species have been the most important factors in predicting the habitat suitability of the studied species in Iran. Also, the AUC scores are also excellent for 90 species (AUC value greater than 0.9), for 34 species good (AUC value ranged from 0.8 to 0.9) and fair for 8 species (AUC value ranged from 0.7 to 0.8). In addition, under optimistic (RCP 4.5) and pessimistic (RCP 8.5) scenarios in the 2050s and the 2080s, species will show different different outcomes to their habitat range such as "reduction", "expansion", "reduction and expansion", as well as "no change". Thus, 37 species had a "reduction" response in all scenarios. 14 species had only "expansion" reaction, 58 species had "reduction and expansion ", 6 species had "no change" and 17 species had a combination of reactions in the scenarios. Comparing the maps of estimating the species richness in different climatic scenarios with the current condition and observing the difference in the presence of species, we found that the greatest decrease in species richness is predicted under the RCP 8.5 scenario in 2080 in the Caspian Basin, especially its western regions. With the warming climate, the distribution range of some species in the country will expand, some will be limited and some will probably remain constant. In other words, the country's biodiversity will certainly change. Therefore, this study will provide valuable information to managers and decision makers to prevent possible damage by taking appropriate measures and prioritization.

Keywords: Climate Change, Species distribution, Modeling, Biodiversity, Iran

جغرافیای زیستی ماهیان منطقه اورینتال در ایران

منوچهر نصری

گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست و شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران
E-mail: nasri.m@lu.ac.ir

چکیده

کشور ایران از نظر جغرافیای زیستی بسیار جالب‌توجه است. ایران به‌واسطه وجود دریای کاسپین و خلیج‌فارس و دریای عمان نزدیک‌ترین پل زمینی بین مناطق جغرافیای جانوری همسایه خود است. از سوی دیگر وقایع زمین‌شناسی خاص ایران و نیز شرایط اقلیمی حال و گذشته ایران درمجموع عوامل مؤثر بر پراکنش و عبور عناصر زیستی از منطقه بوده است. مطالعات ماهیان آب‌های داخلی ایران حاکی از وجود عناصری از مناطق جغرافیایی همسایه هستند که حضور آن‌ها نیاز به توضیح دارد. از حدود ۱۹۷ گونه ماهی آب‌های داخلی ایران، ۳۲٪ آن‌ها بومی، نزدیک به ۱۰٪ غیربومی و حدود ۷۵٪ ماهیان ایران با حوضه‌های جغرافیایی دیگر مشترک هستند. از این مجموعه تعداد ۱۹ گونه معادل (۶/۴٪) متعلق به ۱۷ جنس، هشت خانواده و شش راسته از ماهیان آب‌های داخلی ایران با منطقه اورینتال مشترک هستند. بر اساس مرور مطالعات انجام شده در مورد جغرافیای جانوری ماهیان منطقه، محتمل‌ترین توضیح برای راه‌یابی ماهیان از منطقه اورینتال به ایران را می‌توان مربوط به عصر یخبندان دانست. افت سطح آب دریاهای جهانی و بروز شرایط پرباران در منطقه سبب ظهور ابرودخانه‌هایی در منطقه و به‌ویژه بستر خلیج‌فارس شد. اتصال این ابرودخانه با رودخانه‌های مناطق شمال و جنوب خود شامل پاکستان و شبه‌جزیره عربستان یک شبکه رودخانه آب شیرین ایجاد شده که فرصت مناسب برای مهاجرت‌های ماهیان آب شیرین فراهم آورده است. با پایان یافتن دوره یخبندان و شرایط پربارانی این ارتباط‌ها از بین رفته و ماهیان جابجا شده در محیط خود ایزوله شده و مسیرهای تکاملی منحصربه‌فردی را در پیش گرفته‌اند که سبب شکل‌گیری جمعیت‌های ماهیان آب‌های داخلی کنونی ایران شده است.

کلمات کلیدی: جغرافیای جانوری، جغرافیای زیستی، طبیعت ایران، ماهیان آب‌های داخلی ایران، ماهی‌شناسی.

Biogeography of the oriental fishes in Iran

Manoochehr Nasri
Department of Environmental and Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
E-mail: nasri.m@lu.ac.ir

Abstract

Iran is remarkable biogeographically. Iran is an important biological bridge for its neighboring bioregions due to the Caspian Sea in the North and the Persian Gulf and Oman Sea in the South. The transition and dispersion of biological elements were highly affected by geological phenomena and the climatological condition of Iran. Studies of Inland Water fishes of Iran confirm the presence of some fishes from neighboring bioregions that need to be explained. The composition of Inland water fishes of Iran includes about 32% endemic, 10% exotic from 297 species and about 75% are in common with adjacent bioregions. At present, 19 species (6.4%) of Iranian inland water fishes in 17 genera, 8 families, and 6 orders are common with the Oriental bioregion. The most possible explanation for the transition of fish from the oriental region to Iran is the events resulting from the glacial period. Declining the global sea level and the pluvial conditions in the region caused the emergence of super-rivers flowing on the Persian Gulf bed. The attachment of the Southern and Northern tributaries from Iran, Pakistan, Arabian peninsula created a wide freshwater system that provides a good opportunity for freshwater fish dispersion. After the glacial period the pluvial periods ended, accordingly, the freshwater connections have been disappeared and the dispersed fish have been isolated in their environment. the remained fish have adopted unique evolutionary paths that have led to forming unique fish populations in the current inland waters of Iran.

Keywords: Zoological geography, Biogeography, Iran Nature, Inland water fishes of Iran, Ichthyology.

مقدمه

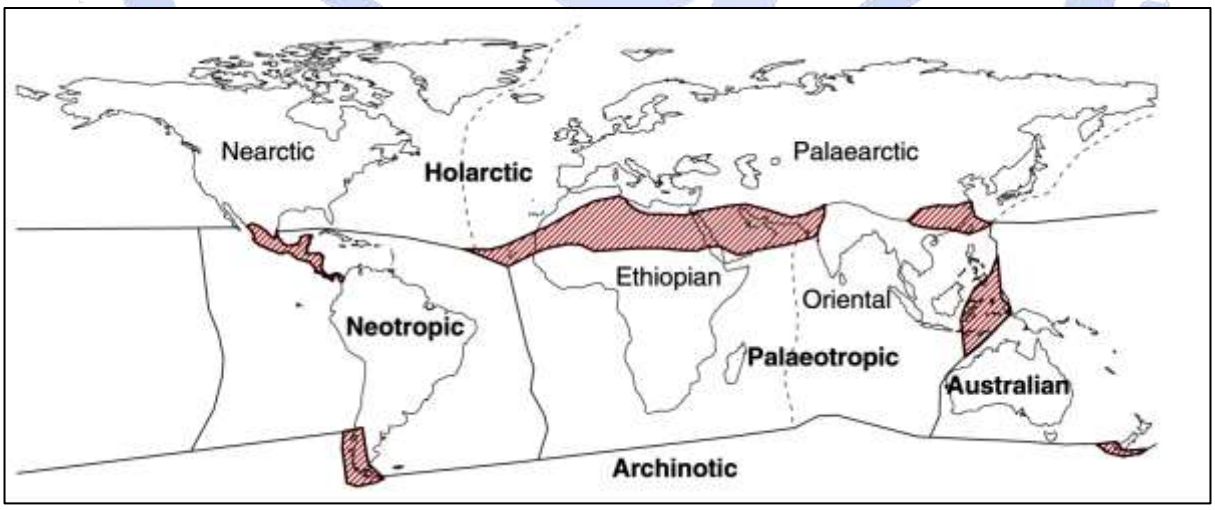
اولین بار Wallace (۱۸۷۶) بود که بخش‌های خاصی از سطح کره زمین را بر اساس شباهت نسبی جمعیت‌های زیستی ساکن در آن به چند منطقه جغرافیایی تقسیم‌بندی کرد. بر این اساس علاوه‌بر شباهت نسبی جمعیت‌های زیستی، اشتراک در تاریخچه تکاملی نیز به‌عنوان شاخصی برای این ناحیه‌بندی جغرافیایی در نظر گرفته شد و یک نقشه جغرافیایی (شکل ۱) به نام تقسیم‌بندی مناطق جغرافیای زیستی معرفی شد (Kreft and Jetz, 2013).

شکل ۱: نقشه پیه مناطق جغرافیای زیستی کره زمین (Wallace, 1876)

در سال ۲۰۱۳ یک نقشه جغرافیایی روزآمد شده در مورد منطقه‌بندی جغرافیای زیستی کره زمین توسط (Holt *et al.*, 2013) و بر اساس تعداد ۲۱۰۳۷ نمونه زیستی متعلق به سه گروه دوزیستان، پرندگان و پستانداران منتشر شد، تعداد ۲۰ منطقه جغرافیای زیستی متمایز در سطح کره زمین شناسایی و متمایز و به ۱۱ قلمرو عمده تقسیم شده‌اند (شکل ۲). در این تقسیم‌بندی پنج قلمرو جدید به قلمروهای معرفی شده توسط والاس اضافه شده است که البته بلافاصله انتقاداتی از نظر روش‌شناسی، ایراد در داده‌های استفاده شده و ذهنی بودن برخی نتیجه‌گیری‌ها بر آن وارد شد. مهم‌ترین انتقادی که بر این تقسیم‌بندی وارد شد، توسط Kreft and Jetz (۲۰۱۳) بود که به سه دسته قابل تقسیم‌بندی هستند: ۱) ضعف کلی در وضوح توپولوژی درخت‌های حاصله از نظر مبانی جغرافیایی و تاکسونومیکی. به‌عنوان‌مثال در برخی از درخت‌های استفاده شده در نتیجه‌گیری نهایی در بهترین حالت ۶۰-۴۰ درصد درختان حاصله حل شده بودند که این امر بدان معنی است که برخی از گونه‌های استفاده شده در تقسیم‌بندی ارزش اطلاعاتی اندکی دارند ۲) در محاسبهٔ کمی‌سازی شباهت‌های جغرافیایی به جای طول درخت‌ها از تعداد شاخه‌ها استفاده شده است. ایرادی که این روش دارد این است که گونه‌های با قدمت ۲۰ هزار سال و ۲۰ میلیون سال به یک مقدار ارزش‌گذاری شده‌اند. بنابراین قدمت خوشه‌ها در نظر گرفته نشده یعنی به گونه‌های قدیمی دوزیستان و پرندگان دارای ارزشی مساوی با پستانداران داده شده است. ۳) یکی از معیارهای مهم تقسیم‌بندی مناطق جغرافیای زیستی، انشعابات منحصربه‌فرد و سطح بالای بومی بودن است که در این تقسیم‌بندی جدید به‌خوبی رعایت نشده است مثلاً قلمروهای صحرایی-عربی، چینی-ژاپنی و پاناما که اساساً مناطق انتقالی هستند، به‌عنوان قلمروهای مجزا تقسیم‌بندی شده‌اند.

شکل ۲: نقشه روزآمده شده مناطق جغرافیای زیستی کره زمین (Holt *et al.*, 2013)

مطالعات متعددی بر عدم قطعیت و قابلیت اتکا به نتایج حاصل از استفاده از گونه‌های مختلف و تخمین طول شاخه‌ها در یک چهارچوب کمی واحد تأکید کرده‌اند (Kuhn *et al.*, 2011; Jetz *et al.*, 2012). بر اساس مطالعات انجام شده، برخی از مناطق جغرافیایی به طور واضح گذرگاه‌هایی برای عبور یا جابجایی گسترده زیستمندان هستند (*شکل ۳*) و اساساً درجه بومی بودن در آن‌ها نسبت به قلمروهای اصلی دیگر بسیار پایین است (Kreft and Jetz, 2013).

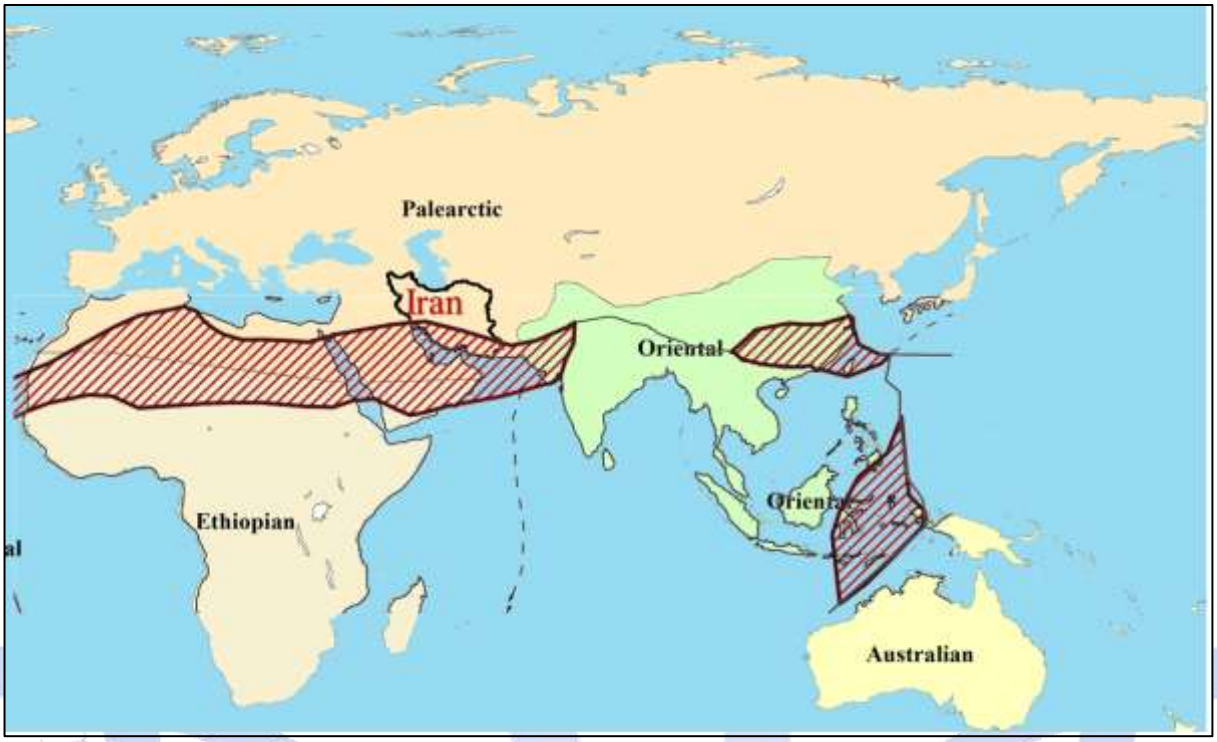


شکل ۳: نقشه پراکنش قلمروهای جغرافیای زیستی به همراه مناطق انتقالی وسیع (مناطق هاشور خورده) برگرفته از (Kreft and Jetz, 2013)

مواد و روش‌ها

در این مطالعه، برای حفظ جنبه احتیاط تقسیم‌بندی قلمروهای جغرافیای زیستی بر اساس (Wallace, 1876) با اندکی ویرایش‌های گرافیکی و با در نظر گرفتن مناطق انتقالی بر اساس (Kreft and Jetz, 2013) مبنای کار قرار گرفت (*شکل ۴*). همان‌طور که مشخص است ایران بخشی از پل ارتباطی است که برای انتقال توده‌های زیستی بین غرب و شرق خود عمل

می‌کند.



شکل ۴: موقعیت کشور ایران در منطقه‌بندی جغرافیای زیستی و نمایش مناطق انتقالی که به‌صورت هاشورزده بر روی نقشه مشخص شده‌اند.

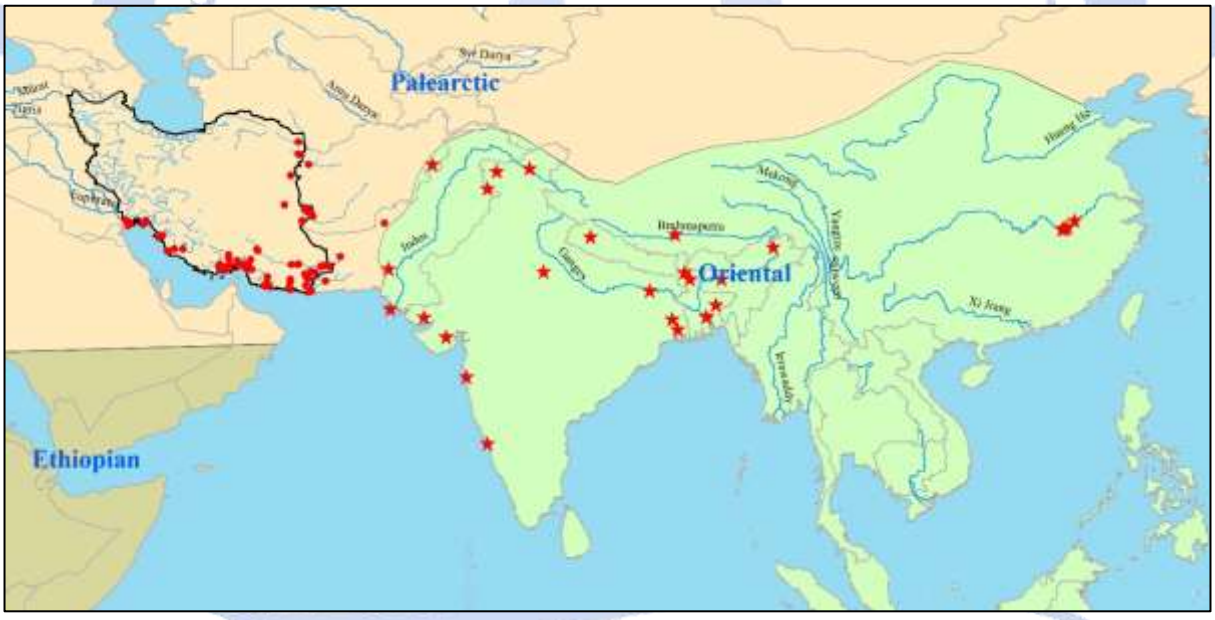
نتایج

بر اساس آخرین وضعیت تنوع زیستی ماهیان آب‌های داخلی ایران (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015; Abdoli, 2016; Keivany *et al.*, 2016; Esmaeili *et al.*, 2018; Coad, 2021; Froese and Pauly, 2021)، فون ماهیان آب‌های داخلی ایران شامل حدود ۲۹۷ گونه متعلق به ۱۰۹ جنس، ۳۰ خانواده، ۲۴ رده و ۳ راسته می‌باشد. ۹۵ گونه (۳۲٪) از ۷ خانواده بومی ایران هستند. تعداد ۲۹ گونه (۹/۷۶٪) از ۱۱ خانواده غیربومی هستند. تعداد ۲۳ گونه از ماهیان ایران برای تائید تاکسونومیک نیاز به تائید نمونه ماهی دارند. حدود ۱۷۳ گونه از ماهیان ایران (نزدیک به ۷۵٪) با حوضه‌های دیگر مشترک هستند. بر اساس منابع، مجموعه تعداد ۱۹ گونه معادل (۶/۴٪) متعلق به ۱۷ جنس، هشت خانواده و شش راسته از ماهیان آب‌های داخلی ایران با منطقه اورینتال مشترک هستند (*جدول ۱*) و (*شکل ۵*).

جدول ۱: گونه‌های ماهیان آب‌های داخلی ایران که با منطقه اورینتال مشترک هستند.

Order_	Family	Jenus	Species
Clupeiformes	Clupeidae	*Tenualosa*	*Tenualosa ilisha*
Cypriniformes	Cyprinidae	*Bangana*	*Bangana dero*
		Cabdio	*Cabdio morar*
		Carassius	*Carassius auratus*
		Ctenopharyngodon	*Ctenopharyngodon idella*

		Cyprinion	*Cyprinion milesi*
			Cyprinion watsoni
		Hypophthalmichthys	*Hypophthalmichthys molitrix*
			Hypophthalmichthys nobilis
		Schizopygopsis	*Schizopygopsis stolickai*
		Schizothorax	*Schizothorax curvifrons*
		Tariqilabeo	*Tariqilabeo diplochilus*
	Nemacheilidae	*Triplophysa*	*Triplophysa stolickai*
Gobiiformes	Gobiidae	*Glossogobius*	*Glossogobius giuris*
	Oxudercidae	*Boleophthalmus*	*Boleophthalmus dussumieri*
		Scartelaos	*Scartelaos tenuis*
Mugiliformes	Mugilidae	*Planiliza*	*Planiliza subviridis*
Cyprinodontiformes	Aphaniidae	*Aphaniidae*	*Aphanius stoliczkanus*
Anabantiformes	Channidae	*Channa*	*Channa gachua*

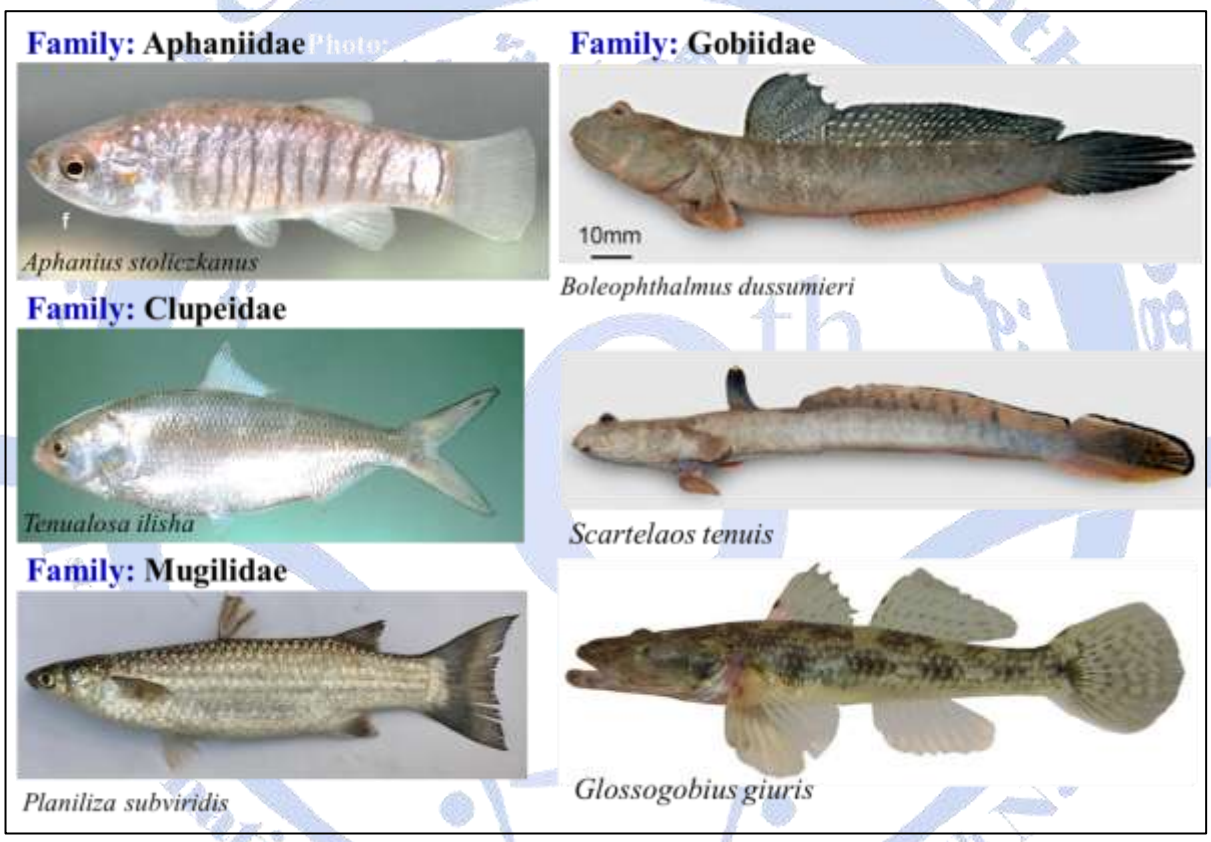


شکل ۵: نقشه پراکنش ماهیان آب‌های داخلی ایران مشترک با منطقه جغرافیای زیستی اورینتال. علامت ستاره نشانگر تایپ‌لوکالیتی گونه‌های ماهیان است.

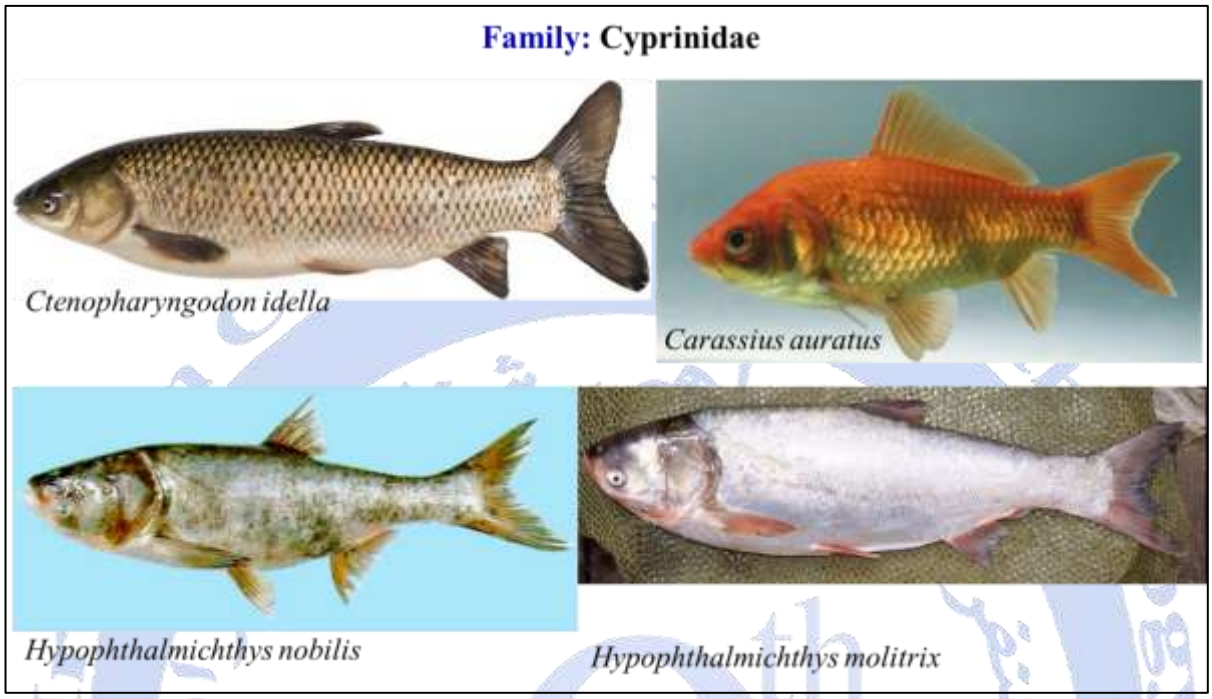
بر اساس توانایی‌های ذاتی فیزیولوژیک ماهیان، آن‌ها را بر اساس قابلیت تحمل آب شور و عبور از محیط‌های دریایی به سه گروه قابل تقسیم‌بندی هستند. ۱) ماهیانی که به راحتی و بر اساس توانایی ذاتی خود قابلیت عبور از آب شور دریا و گسترش دامنه پراکنش خود را دارند شامل گونه‌هایی از خانواده‌های Aphaniidae، Clupeidae، Mugilidae و Gobiidae (*شکل ۶*) ۲) ماهیانی که نه به‌صورت طبیعی بلکه به کمک انسان در بین مناطق مختلف جغرافیای زیستی پراکنده شده‌اند مانند ماهی حوض و کپورماهیان چینی پرورشی (شکل ۷) و ۳) ماهیانی که به‌هیچ‌عنوان قابلیت‌های فیزیولوژیکی آن‌ها اجازه عبور از آب شور

را نمی‌دهد و تنها از طریق فرصت‌های طبیعی و مسیرهای آب شیرین امکان جابجایی و گسترش قلمرو پراکنش داشته‌اند (Durand *et al.*, 2002) مانند گونه‌هایی از خانواده Cyprinidae، Nemacheilidae و Channidae (شکل ۸).

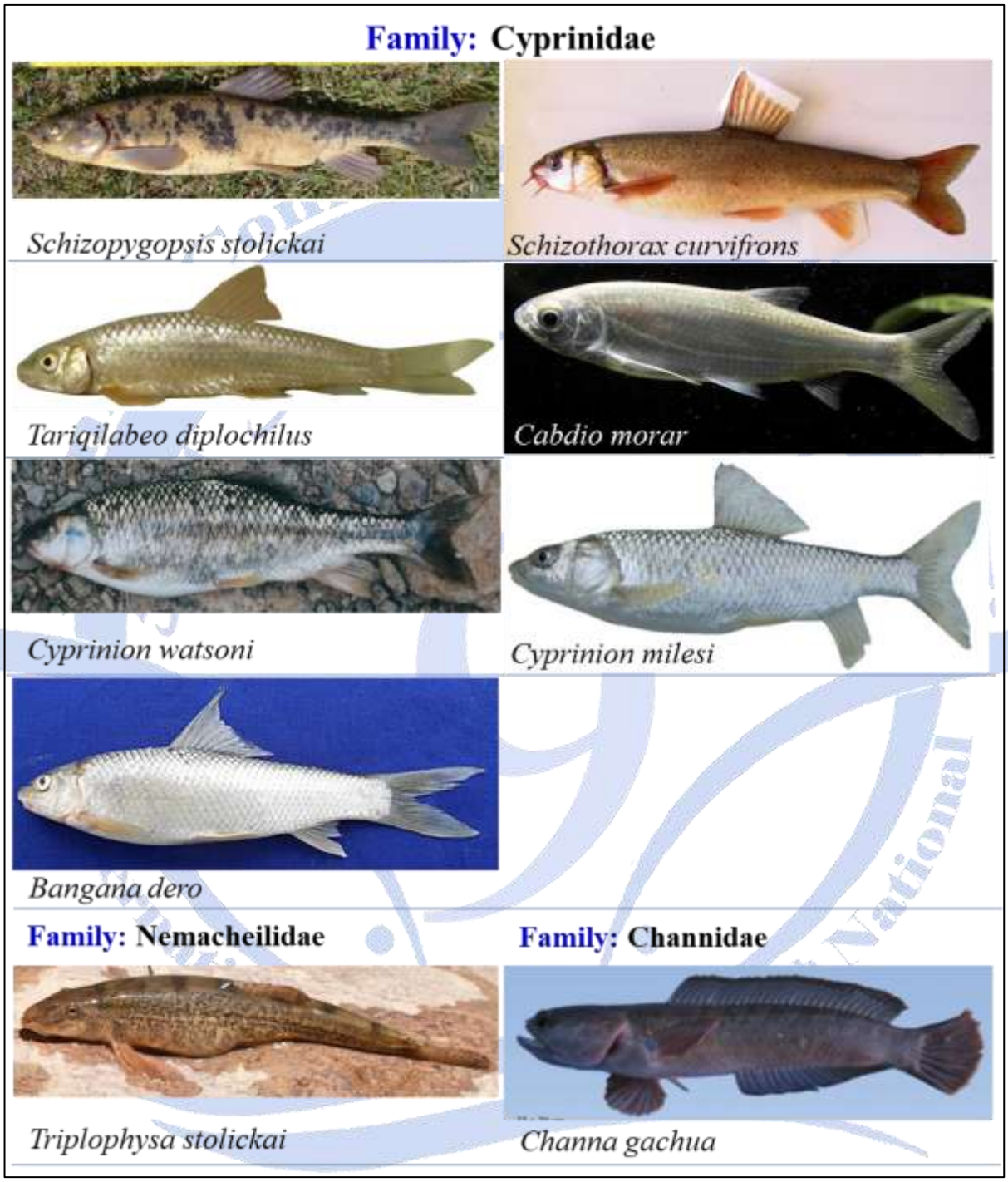
محتمل‌ترین توضیح برای پراکنش گروه اول به‌عنوان ماهیان مصبی، پراکنش ساحلی از طریق سواحل اقیانوس هند، دریای عمان و خلیج‌فارس است. گروه دوم از ماهیان نیز مسیر پراکنش آن‌ها به‌واسطه فعالیت‌های انسانی کاملاً اثبات شده است. اما در مورد گروه سوم، ازآنجاکه برای پراکنش آن‌ها مسیرهای آب شیرین موردنیاز است و شواهدی از پراکنش آن‌ها به‌واسطه فعالیت‌های انسانی در دست نیست، پراکنش آن‌ها نیاز به توضیح دارد.



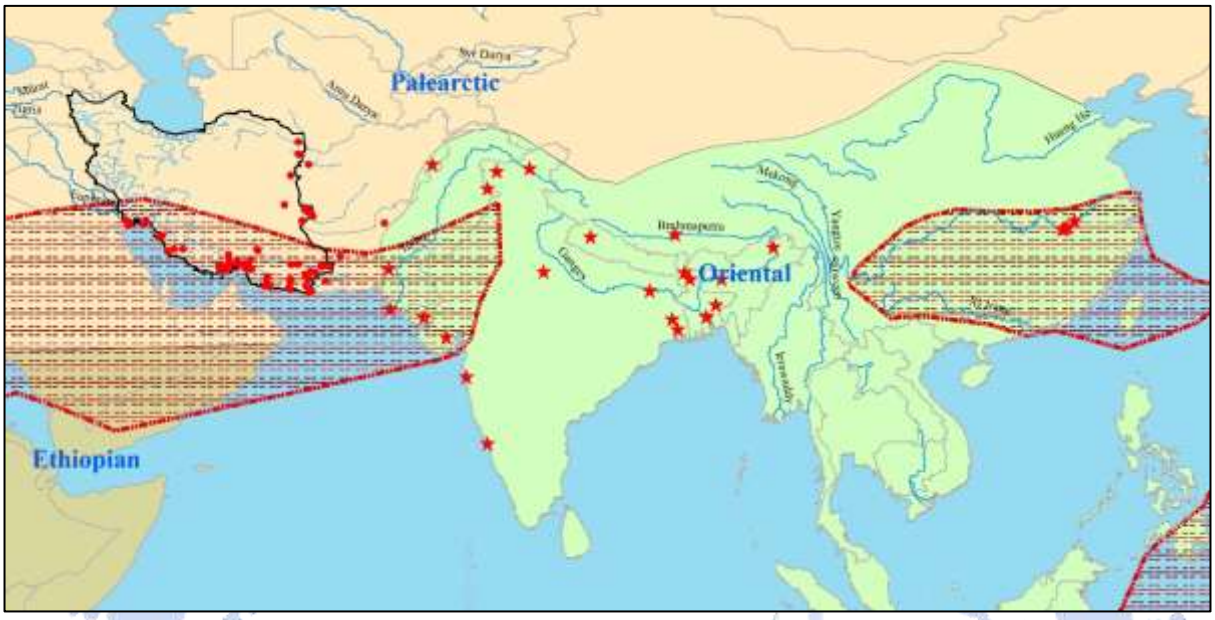
شکل ۶: ماهیان مشترک بین منطقه اورینتال و ایران با قابلیت عبور از آب‌های شور دریایی



شکل ۷: ماهیان مشترک بین منطقه اورینتال و ایران که بر اثر فعالیت‌های انسانی وارد جغرافیای ایران شده‌اند.



شکل ۸: ماهیان مشترک بین منطقه اورینتال و ایران با محدودیت ذاتی عبور از آب‌های شور دریایی



شکل ۹: نقشه پراکنش ماهیان مشترک بین ایران و منطقه اورینتال و مناطق انتقالی که به‌صورت هاشورزده مشخص است

بحث

ماهیان آب شیرین جهت گسترش دامنه پراکنش جغرافیایی به‌شدت وابسته به وجود مسیرهای آب شیرین با شرایط مناسب هستند. به همین دلیل فرصت پراکنش ثانویه برای بیشتر ماهیان آب شیرین محدود است و ازاین‌رو تفاوت‌های ژنتیکی بین حوضه‌های مجاور بالاست. مطالعات جانوران آب شیرین به خاطر محدودیت‌های شدید جابجایی جغرافیایی و درجه تأثیرپذیری بالای پراکنش زیستمندان ساکن محیط‌های آب شیرین با وقایع جغرافیایی و تاریخی برای استنباط‌های جغرافیای زیستی کلیدی است. سدهای جغرافیایی و اقیانوسی را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین موانع گسترش دامنه پراکنش ماهیان آب شیرین در نظر گرفت (Helfman *et al.*, 2009). مطالعه Coad (۱۹۹۶) از جمله مطالعات ارزشمند در مورد جغرافیای زیستی ماهیان ایران است. در این مطالعه عنوان شده است که ماهیان ایران طی فرآیند پراکندگی جانوری (Dispersal) عمدتاً از نواحی شمالی و عناصر اندکی از شرق (اورینتال) و غرب ایران (آفریقا) گردهم آمده‌اند.

حوضه‌های آبریز داخلی ایران عمدتاً حاصل رویدادهای زمین‌ساختی اواخر میوسن در حدود ۲۶ mya هستند. حوضه جازموریان به‌عنوان یک فرونشست پیش‌کمانی در اثر حرکت پوسته قاره‌ای عمان به زیر پوسته مکران و هم‌زمان فروافتادگی مجموعه گسلی بشاگرد به وجود آمده (Aghanabati, 2004). هم‌زمان با فرونشست هامون جازموریان، شکل‌گیری آتشفشان تفتان با ارتفاع حدود ۴۰۵۰ متر از سطح دریا و پوشش حدود ۱۳۰۰ کیلومترمربع توانسته است وضعیت پستی‌وبلندی منطقه و ارتباط بین رودخانه‌های منطقه را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (درویش‌صفت، ۱۳۷۰). ماهیان آب‌های داخلی ایران در اواخر میوسن، حدود ۲۰ میلیون سال پیش منشاء گرفته‌اند، زمانی که دو واقعهٔ مهم کوهزایی هیمالیا (Yin, 2006) و حرکت صفحه عربستان به سمت ایران (Piryaei *et al.*, 2010) شروع شد. طی این دوره پل‌های زمینی و آبی جهت جابجایی یا انتقال ماهیان از سوی آسیا به سمت ایران وجود داشته است. پس از این امکان پراکنش اولیه، پراکنش ثانویه ماهیان آب شیرین به کمک وقایع تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی مانند آبزی‌پروری در پراکنش جمعیت‌های آبزیان آب‌های داخلی ایران روی داده است (Coad, 1996; Coad, 1998; Nalbant and Bianco, 1998; Durand *et al.*, 2002; Esmaeili *et al.*, 2018). بر اساس مطالعات مختلف، ایران به‌عنوان پل ارتباطی بین سه منطقه جغرافیای اکولوژیکی شرقی (Oriental)، دیرین‌شمالگان

(Palaearctic) و اتیوپی (Ethiopian) است (Coad, 1998; Nalbant and Bianco, 1998; Esmaeili *et al.*, 2017; Esmaeili *et al.*, 2018).

مطالعات تبارشناسی زیرخانواده‌های Cyprininae و Leuciscinae در خاورمیانه و مناطق مجاور بر این مسئله تأکید کرده‌اند (Durand *et al.*, 2000; Durand *et al.*, 2002; Bardakci *et al.*, 2006) علاوه‌بر عوامل طبیعی، ممکن است پراکنش ماهیان تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی نیز دستخوش تغییرات گردد (Coad, 1980). مطالعه پراکنش جنس *Cyprinion* به‌عنوان قدیمی‌ترین مهاجران به خاورمیانه (Durand *et al.*, 2002) نشان داد که منشأ این جنس مناطق شرق ایران (حوضه سند) بوده و با استفاده از ترکیبی از فرصت‌های اقلیمی، جغرافیایی و زمین‌شناسی مناسب توانسته است به حوضه‌های مجاور نفوذ کرده و چنین دامنه وسیعی را در قلمرو خود در بر بگیرد (Howes, 1982; Coad, 1996).

حوضه‌های جنوبی ایران دارای تنوع ماهی بالایی بوده و به خاطر شرایط سخت اقلیمی، عمده ماهیان این منطقه از نظر زیستگاهی غیراختصاصی بوده و در هر نوع اکوسیستمی که فرصت کنند پراکنش و ادامه زندگی می‌دهند (Banarescu and Coad, 1991). اولین بار Berg (1945) بیان کرد که رودخانه‌های ساحلی ایران و پاکستان در دوران پلیوسن (۱۲ mya) به‌واسطه پایین‌تر بودن سطح آب دریا به هم مرتبط بوده و فرصت جابجایی را برای ماهیان فراهم کرده‌اند اما امروزه با بالا آمدن سطح آب دریا، شوری آب سبب جدا شدن این رودخانه‌ها از یکدیگر شده است. و از این طریق مسیر پراکنش ساحلی را برای توضیح پراکنش ماهیان و عبور آن‌ها از ایران و رسیدن آن‌ها به حوضه دجله پیشنهاد کرد. پایین بودن سطح آب در دوران پلیوسن و اتصال رود دجله به آبراهه‌های شرقی به‌عنوان یکی از توضیحات محتمل برای گسترش دامنه پراکنش ماهیان از منطقه اورینتال به ایران بیان شده است (Coad, 1996).

گونه‌های جنس *Garra* و *Cyprinion* جنوب شرق عربستان مشخصاً به خویشاوندان ایرانی خود در جنوب ایران نزدیک هستند و منشأ آن‌ها مربوط به دوران میوسن (بعد از ۱۲ mya) است که به‌واسطه پایین بودن سطح آب دریا، توانسته‌اند وارد شبه‌جزیره عربستان شوند (Coad, 1996). جابجایی و پراکنش ماهیان از طریق سرشاخه‌ها و تغییرمسیر زهکش‌ها و اتصالات دیرین توسط محققین مختلف مورد تائید قرار گرفته است (Karaman, 1971; Krupp, 1987; Coad, 1996). جنس *Garra* تنها جنسی است که از حوضه سند تا نیل پراکنش پیوسته دارد (Coad, 1996). دو فرضیه در مورد مسیر پراکنش اعضاء این جنس ارائه شده است: فرضیه اول بیان می‌کند که این جنس طی دو موج وارد آفریقا شده‌اند. در موج اول در زمان میوسن (۲۶ mya) ابتدا از حوضه سند به حوضه دجله وارد شده و سپس از حوضه دجله به حوضه نیل راه یافته است و در موج دوم، در دوران پلیوسن (۱۲ mya) و از مسیر جنوب عربستان به حوضه نیل وارد شده است (Menon, 1964). این امواج پراکنش ماهیان با استناد به مطالعات تشریحی و جغرافیای زیستی رد شده‌اند (Karaman, 1971). حتی در مطالعه ماهیان جنوب عربستان، پراکنش پیوسته جنس گارا مورد تائید قرار نگرفته است (Krupp, 1983).

عوامل متعددی در مورد شکل‌گیری سیمای امروزی ایران دخیل بوده‌اند. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به فرآیندهای کوه‌زایی (Orogeny) و خشکی‌زایی (Epeirogeny) اشاره کرد (Aghanabati, 2004). بخش عمده آنچه به وضعیت منابع طبیعی، شکل رودخانه‌ها و تغییرات وضعیت اقلیمی گذشته ایران مربوط می‌شود، به دوران سنوزوئیک (نوزیستی) و به‌ویژه به دوره کواترنر برمی‌گردد. دوره کواترنر از حدود ۱/۸ میلیون سال پیش آغاز شده و تاکنون نیز ادامه دارد. کواترنر دوره‌ای با توالی متناوب خشک‌اقلیمی و تراقلیمی بوده است (احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۹۱). فرمزایی رودخانه‌ها در این دوره درنتیجهٔ افزایش شدید نرخ فرسایش رودخانه‌ها به خاطر دورهای متناوب یخچالی (Anaglacial) و بین‌یخچالی (Cataglacial) بسیار فعال بوده است (رامشت، ۱۳۸۲). دوره‌های یخبندان و شرایط اقلیمی حاکم بر جغرافیای ایران و شرایط پس از آن را شاید بتوان به‌عنوان

مؤثرترین عوامل بر پراکنش ثانویه ماهیان در آب‌های داخلی ایران در نظر گرفت. طی دوره یخبندان سطح آب دریاهای جهان بسیار پایین‌تر از زمانی فعلی بوده است (Krupp, 1983; Krupp, 1984). برخی محققین بیان کرده‌اند که سطح آب دریاهای آزاد در آن زمان حدود ۱۶۰ متر پایین‌تر از وضع کنونی بوده است (رامشت، ۱۳۸۲؛ احمدی و فیض‌نیا، ۱۳۹۱).

در اثر پایین رفتن سطح آب در خلیج‌فارس به تبعیت از تمام اقیانوس‌ها طی دوره‌های یخچالی، سواحل تا نزدیکی تنگه هرمز عقب‌نشینی کرده‌اند درحالی‌که در دوره‌های پرآبی سطح آب دریا بالا آمده و تا کیلومترها و در برخی نقاط تا چندصد کیلومتر در خشکی‌های امروزی پیشروی کرده است (رامشت، ۱۳۸۲). در دوره‌ها بارانی هم‌عصر با دوره‌های یخچالی، در نواحی جنوب شرق ایران چنان شرایط پربارانی وجود داشته است که بنابر شواهد زمین‌شناسی، تمامی خشکه‌رودهای امروزی در آن زمان رودخانه‌هایی پرآب و خروشان بوده‌اند (معتمد، ۱۳۹۰). دشت‌های سیلابی وسیع و حجم آب رودخانه‌های فراوان احتمالاً سبب افت شدید شوری آب دریا لااقل در نزدیکی سواحل شده و ممکن است هم از طریق سواحل و هم از طریق تغییر مسیر زهکش‌ها فرصت پراکنش برای ماهیان این مناطق به وجود آمده باشد. از طرفی آب‌وهوای گرم و نیمه‌خشک نواحی جنوب ایران در دوران کواترنر که هم‌زمان با آب‌وهوای سرد و خشک در عرض‌های جغرافیایی بالا بوده است، سبب پایین رفتن سطح آب خلیج‌فارس حداقل تا حدود ۹۰ متر شده است (معتمد، ۱۳۹۰). آثار رسوبات تپه‌های ماسه‌ای فسیل در کف خلیج‌فارس شاهد این مدعا است. طی آن دوره رودخانه دجله در بستر خلیج‌فارس جریان داشته و به رودخانه‌های جنوب و شرق ایران متصل بوده است (رامشت، ۱۳۸۲). وجود چنین ارتباطی سبب تسهیل تبادل فون ماهیان بین سرشاخه‌ها شده و به‌عنوان یکی از فرضیه‌های قوی برای جابجایی فون ماهیان ایران پیشنهاد شده است. به نظر می‌رسد این دوره یک فرصت طلایی برای ماهیان آب شیرین فراهم آورد تا بتوانند از طریق مسیرهای آب شیرین و یا آب‌های با شوری پایین دامنه پراکنش خود را گسترش دهند.

شرایط پربارانی در ایران، حدود ۸۰۰۰ سال قبل از میلاد و در اواخر پلئیستوسن ناپدید شد (Butzer, 1972) و از آن زمان تاکنون نوسان اقلیمی عمده‌ای که قابل مقایسه با شرایط دوران پرباران باشد در ایران وجود نداشته است اما به‌هرحال نوسانات و تغییرات اقلیمی کوچک نیز برای تأثیر گذاشتن بر فون ماهیان ایران کافی بوده است (Coad, 1980). همچنین Butzer (۱۹۶۱) شواهدی از دوره‌های نیمه بارانی (Minor Subpluvial) را در جنوب غرب آسیا بعد از دوران خشکی پساپلئیستوسن ارائه داد. این دوران نیمه بارانی از ۵۵۰۰ تا ۲۳۵۰ سال پیش از میلاد ادامه داشت و مشخصه آن رطوبت و بارندگی فراوان بود که فرصت‌های زیادی را برای پیشرفت و توسعه پوشش گیاهی در نواحی‌ای که امروزه خشک و بیابانی هستند فراهم آورد. در آن دوران احتمالاً پراکنش ماهیان آب شیرین توسط رودخانه‌های دائمی تسهیل شده است اما امروزه آن رودخانه‌های دائمی یا به‌صورت فصلی در آمده‌اند و یا کاملاً خشک شده‌اند. دریاچه‌های داخلی نیز دارای حجم آبی نسبتاً زیادی بوده و معمولاً در محل تلاقی چند حوضه آبی قرار داشته و فرصت‌های مناسبی را برای توسعه و پراکنش جمعیت‌های ماهیان فراهم می‌آوردند. پوشش گیاهی انبوه در دوران کهن موجب کاهش سطح تماس آب با محیط می‌شدند. بنابراین روند جریان آب در رودخانه پایدارتر شده و متعاقب آن میزان فرسایش و رسوب‌گذاری در رودخانه کاهش یافته و آب‌هایی که در معرض تابش آفتاب و تماس با محیط نبودند، می‌توانستند دمای پایین خود را حفظ کرده و از این طریق ماهیان با دامنه تحمل دمایی اندک (Stenotherm)، فرصت پیدا می‌کردند از طریق نواحی پایین‌دست حوضه‌ها بیشتر گسترش یابند، درحالی‌که امروزه این نواحی بسیار گرم هستند. این شرایط نیمه بارانی با دوره‌هایی که بسیار خشک‌تر از شرایط امروزی بودند متناوب شد اما این شرایط تا هزاره آخر قبل از میلاد بهبود یافت و از آن زمان تاکنون تنها دوره‌های نوسانی کوتاهی وجود داشته است. هجوم دوره‌های خشکی ممکن است موجب محدود کردن پراکنش ماهیان شده و یا سبب حذف یا ایزوله کردن جمعیت‌هایی از ماهیان در مناطق خاصی شده باشد (Butzer, 1961).

به‌عنوان جمع‌بندی کلی می‌توان اینگونه بیان کرد که پس از وقایع زمین‌شناسی عمده که سبب شکل‌گیری حوضه‌های آبریز اصلی شده‌اند، وقایع اقلیمی مهم‌ترین نقش را در گسترش دامنه پراکنش ماهیان اورینتال به سمت ایران داشته‌اند. البته نباید از نظر دور داشت که وقایع زمین‌شناسی و اقلیمی و انسانی ممکن است به‌صورت متوالی یا دوره‌ای اثرات خود را اعمال کرده باشند. به‌هرحال عقب‌نشینی آب دریا به‌واسطه افت سطح آب و هم‌زمان وقوع شرایط پرباران در مناطق جنوبی ایران و پاکستان و درنتیجه افت احتمالی شوری آب‌های نزدیک ساحلی فرصت استثنایی برای پراکنش ماهیان آب شیرین از طرف منطقه اورینتال به سمت ایران و احتمالاً برعکس را فراهم آورده است. وجود شرایط پرباران باعث ایجاد رودخانه‌های بسیار بزرگ و شبکه رودخانه‌ای در منطقه شده که در آن زمان به هم پیوسته بوده و امکان گسترش پراکنش ماهیان را فراهم کرده‌اند. نمونهٔ امروزی تأثیر ورودی آب شیرین بر شوری دریا را می‌توان در دهانهٔ ورودی رودخانه بزرگ ولگا به دریای خزر و اثر آن بر کاهش شوری خزر شمالی مشاهده کرد که سبب افت شوری دریای خزر شمالی به کمتر از ۷٪ شده است (Aladin and Plotnikov, 2004). گزارش‌هایی مبنی بر حضور سه گونه از جنس *Cyprinion* شامل *C. microphthalmum*، *C. acinace*، *C. mhalensis* در شبه‌جزیرهٔ عربستان مؤید این مطلب است (Al-Ghamdi and Abu-Zinadah, 1998; Feulner, 1998; Fouda *et al.*, 1998). در ادامه و با پایان یافتن دوره‌های یخبندان و شرایط پربارانی، سطح آب دریا بالا آمده و سدهای آب شور ارتباط بین اکوسیستم‌های آب شیرین را قطع کرده و هم‌زمان وقوع شرایط خشکی سبب اعمال نیروهای گزینشگر سختگیرانه شده و درنتیجه اکوسیستم‌های آب شیرینی به وجود آمدند که امروزه کاملاً از هم مجزا هستند و ماهیان درون آن‌ها مسیرهای تکاملی منحصربه‌فردی را در پیش گرفته‌اند که بیشترین تأثیر را از شرایط اقلیمی می‌پذیرند.

منابع

احمدی ح.، فیض‌نیا س. ۱۳۹۱. سازندهای دوره کواترنر (مبانی نظری و کاربردی آن در منابع طبیعی)، ویراست ۲. انتشارات دانشگاه تهران. تهران.

درویش‌صفت ع. ۱۳۷۰. زمین‌شناسی ایران، چاپ اول. نشر دانش امروز. تهران.

رامشتم. ۱۳۸۲. دریاچه‌های دوران چهارم بستر تبلور و گسترش مدنیت در ایران. فصلنامه جغرافیایی دانشگاه اصفهان، ۱(۲): ۱-۲۶.

معتمد ا. ۱۳۹۰. نگاهی به شرایط آب و هوائی گذشته ایران مرکزی در کواترنر. مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۱ و ۲.

Abdoli A. 2016. The inlandwater fishes of Iran, 1. Iran-Shenasi. Tehran.

Aghanabati S.-A. 2004. Geology of Iran. Applied Geological Research Center of Iran. Tehran. (in Persian).

Al-Ghamdi H.S., Abu-Zinadah O.A. 1998. Study on Freshwater Fish Fauna of the Mid-Western Region of Saudi Arabia. JKAU: Sci, 10: 39-45.

Aladin N., Plotnikov I. 2004. The Caspian Sea. Lake Basin Management Initiative: 1-29.

Banarescu P.M., Coad B.W. 1991. Cyprinids of Eurasia. In: I.J. Winfield, J.S. Nelson (Ed.). Cyprinid Fishes .Springer Netherlands, pp. 127-155.

Bardakci F., Degerli N., Ozdemir O., Basibuyuk H.H. 2006. Phylogeography of the Turkish brown trout Salmo trutta L.: mitochondrial DNA PCR-RFLP variation. Journal of Fish Biology, 68(A): 36–55.

Butzer K.W. 1961. Climatic change in arid regions since the Pliocene. In: S.L. Dudley (Ed.). A History of Land Use in Arid Regions. UNESCO, Paris, pp. 31-56.

Butzer K.W. 1972. Environment and archeology; an ecological approach to prehistory, 2. Methuen. London.

Coad B.W. 1980. Environmental Change and its Impact on the Freshwater Fishes of Iran. Biological Conservation, 19: 51-80.

Coad B.W. 1996. Zoogeography of the fishes of the Tigris-Euphrates basin. Zoology in the Middle East, 13(1): 51-70.

Coad B.W. 1998. Threatened fishes of the world: Lebias ginaonis (Holly, 1929) (Cyprinodontidae). Environmental Biology of Fishes, 51: 284.

Coad B.W. 2021. Freshwater fishes of Iran. Updated [Cited Aavailable from: www.briancoad.com.

Durand J.D., Erhan Ü., Doadrio I., Pipoyan S., Templeton A.R. 2000. Origin, radiation, dispersion and allopatric hybridization in the chub Leuciscus cephalus. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 267: 1687–1697.

Durand J.D., Tsigenopoulos C.S., Ünlü E., Berrebi P. 2002. Phylogeny and biogeography of the family Cyprinidae in the Middle East inferred from cytochrome b DNA—evolutionary significance of this region. Molecular phylogenetics and evolution, 22(1): 91-100.

Esmaeili H.R., Mehraban H., Abbasi K., Keivany Y., Coad B.W. 2017. Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. Iranian Journal of Ichthyology, 4(suppl. 1): 1-114.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi K. 2018. Checklist of freshwater fishes of Iran. FishTaxa, 3(3): 1-95.

Feulner G.R. 1998. Wadi Fish of the UAE. TRIBULUS: Bulletin of the Emirates Natural History Group. Vol. 8.2. 16-22

Fouda M.M., Jr G.V.H., Al-Harthi S.M. 1998. Status of fish biodiversity in the Sultanate of Oman. Italian Journal of Zoology, 65: 521-525.

Froese R., Pauly D. 2021. FishBase. Updated 8, 2021. [Cited 8, 2021]. Aavailable from: www.fishbase.org.

Helfman G.S., Collette B.B., Facey D.E., Bowen B.W. 2009. The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology, 2. Wiley-Blackwell.

Holt B.G., Lessard J.-P., Borregaard M.K., Fritz S.A., Araújo M.B., Dimitrov D., Fabre P.-H., Graham C.H., Graves G.R., Jønsson K.A., Nogués-Bravo D., Wang Z., Whittaker R.J., Fjeldså J., Rahbek C. 2013. An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World. Science, 339(6115): 74-78.

Howes G. 1982. Anatomy and evolution of the jaws in the semiplotine carps with a review of the genus *Cyprinion* Hechel, 1843 (Teleostei: Cyprinidae). Bulletin of the British Museum (Natural History). Zoology, 42(4): 299-3.۳۵

Jetz W., Thomas G.H., Joy J.B., Hartmann K., Mooers A.O. 2012. The global diversity of birds in space and time. Nature, 491(7424): 444-448.

Jouladeh-Roudbar A., Vatandoust S., Eagderi S., Jafari-Kenari S., Mousavi-Sabet H. 2015. Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux (Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society), 8(6): 855-909.

Karaman M. 1971. Süsswasserfische der Türkei. 8. revision der Barben Europas, Vorderasiens und Nordafrikas. Mitt. Hamb. Zool. Mus. Inst., 67: 175-254.

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. 2016. Atlas of Inland Water Fishes of Iran, 1. Iran Department of Environment (in Persian).

Kreft H., Jetz W. 2013. Comment on "An Update of Wallace's Zoogeographic Regions of the World". Science, 341(6144): 343-c.

Krupp F. 1983. Freshwater Fishes of Saudi Arabia and Adjacent Regions of the Arabian Peninsula.

Krupp F. 1984. Recent changes in the distribution of Syrian freshwater fishes. Roczniki Nauk Rolniczych, seria H, 100(3): 79-88.

Krupp F. 1987. Freshwater ichthyogeography of the Levant. In: F. Krupp, W. Schneider, R. Kinzelbach (eds.). Proceedings of the Symposium on the Fauna and Zoogeography of the Middle East. Mainz. Wiesbaden. 229-237

Kuhn T.S., Mooers A.Ø., Thomas G.H. 2011. A simple polytomy resolver for dated phylogenies. Methods in Ecology and Evolution, 2(5): 427-436.

Menon A.G.K. 1964. Monograph of the cyprinid fishes of the genus *Garra* Hamilton. Memoirs of the Indian Museum, 14(4): 173-260.

Nalbant T.T., Bianco P.G. 1998. The loaches of Iran and adjacent regions with description of six new species (Cobitoidea). Italian journal of zoology, 65: 109-123.

Piryaei A., Reijmer J.J.G., Buchem F.S.P.v., Yazdi-Moghadam M., Sadouni J., Danelian T. 2010. The influence of Late Cretaceous tectonic processes on sedimentation patterns along the northeastern Arabian plate margin (Fars Province, SW Iran). Geological Society, London, Special Publications, 330: 211-251.

Wallace A.R. 1876. Wallace's Geographical Distribution of Animals. Harper & Brothers. New York.

Yin A. 2006. Cenozoic tectonic evolution of the Himalayan orogen as constrained by along-strike variation of structural geometry, exhumation history, and foreland sedimentation. Earth-Science Reviews, 76: 1-131.

The musculoskeletal system controls muscle regeneration in gilthead sea bream, *Sparus aurata*

Aitor Otero-Tarrazón[1], Miquel Perelló-Amorós[1], Albert Sànchez-Moya[1], Violeta Jorge-Pedraza[1], Fatemeh Moshayedi[1], Isabel García-Pérez[1], Encarni Capilla[1], Isabel Navarro[1], Jaume Fernández-Borràs[1], Daniel García de la serrana[1], Josefina Blasco[1], and Joaquim Gutiérrez[1*].

[1]Department of Cell Biology, Physiology and Immunology, Faculty of Biology, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Email: jgutierrez@ub.edu

Abstract

The musculoskeletal system is essential in vertebrates, performing mechanical and metabolic functions in a way that skeletal muscle and bone synchronize each other to maintain the health condition and harmonic growth. In fish, muscle regeneration has been previously studied in a few species and many aspects of its molecular basis are still unknown. This is the reason why this study was carried out in which an injury was done into the left anterior epaxial muscle of seventy 15 g gilthead sea bream, *Sparus aurata* juveniles to evaluate the expression of musculoskeletal genes, at days 0, 1, 2, 4, 8, 16 and 30 post injury. Results from skeletal muscle showed an early upregulation of *igf-2* while *igf-1* increased later. MRFs were upregulated fitting well with myogenesis at 16 days post-injury. *Caveolin-3*, as *myomaker* and *myomixer*, followed MRFs expression as they were implicated in the later fusion stage. Proteolytic systems played crucial roles before myogenesis in cell migration (*capn2*) and in the subsequent muscle remodelling process (*mafbx*) in accordance with the revascularization (*vegf*) in the final stage. Results from bone showed upregulation of the expression of some genes within the first 8 days post-injury (*bmp2*, *ctsk*, *ogn1*, *ostc*, *runx2*, *ogn2*). Later on, the osteogenic *runx2*, *ostc* and *on* increased while all the myogenic program was active at 16 days. The present model appears as a useful approach to study the role of the molecules from musculoskeletal system involved in muscle regeneration in fish. This study was supported by funds from the MICIU (RTI2018-100757-B-I00).

Keywords: Muscle regeneration, Myogenesis, GH-IGF axis, Proteolysis, Osteogenesis, Gilthead sea bream.

وضعیت حفاظتی ماهیان دریایی خلیج فارس و خلیج عمان

فریدون عوفی

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران

Email: sillaginid@hotmail.com

چکیده

اقیانوس هند – آرام، بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین سیستم اکولوژیکی دریایی بر روی کره زمین است. در حاشیه شمال غربی آن خلیج فارس، تنگه هرمز و خلیج عمان با مساحت حدود ۱۲۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع قرار دارند. صخره‌های مرجانی، خوریات و مصب ها، علف‌های دریایی و اکوسیستم‌های حرّا همگی در مناطق ساحلی حضور دارند که وجود زیستگاه‌های متنوع در این منطقه سبب شکل گیری جوامع متفاوتی شده است و بوم زادی در جایی که زیستگاه‌ها منحصر به فرد هستند، بیشتر به چشم می‌خورد. متأسفانه تهدیدهای فزاینده برای حیات دریایی که ناشی از برداشت بی رویه، تخریب زیستگاه و تغییرات آب و هوایی می‌باشد، به طور جدی بر اکوسیستم‌های دریایی در سطح جهان تأثیر می‌گذارد که موجب گردیده است تعداد گونه ه ای قابل توجهی در فهرست قرمز IUCN قرار گیرند. فهرست قرمز گونه‌های مورد تهدید که در سال ۱۹۶۴ پایه‌گذاری گردید، جامع‌ترین و معتبرترین فهرست تعیین وضعیت و حفاظت از منابع طبیعی و گونه‌های گیاهی و جانوری است که توسط سازمان بین‌المللی حفاظت از طبیعت و منابع طبیعی اعلام می‌شود. بر اساس نتایج به‌دست آمده، فهرست نهایی و تأیید شده ماهیان منطقه شامل ۹۷۶ گونه در قالب ۱۶۹ خانواده می‌باشد که از این تعداد ۲۶ خانواده با ۹۳ گونه مربوط به غضروف ماهیان (Chondrichthyes) شامل ۱۲ خانواده با ۵۰ گونه از کوسه ماهیان و ۱۴ خانواده با ۴۳ گونه از سفره ماهیان، و ۱۴۳ خانواده با ۸۸۳ گونه مربوط به ماهیان استخوانی (Osteichthyes) می‌باشد. از گروه ماهیان غضروفی Carcharhinidae (۲۶) از کوسه ماهیان و Dasyatidae (۱۳) از سفره ماهیان بیشترین خانواده‌ها را به لحاظ تعداد گونه به‌خود اختصاص داده‌اند. از گروه ماهیان استخوانی ۲۳ خانواده با تعداد بیش از ۲۰ گونه دارای بیشترین تنوع می‌باشند که در این میان Gobiidae و Carangide (۴۸)، Labride (۴۱)، Blenniidae (۳۹)، Apogonidae (۳۳)، Pomacentridae (۳۲)، Lutjanidae (۳۱)، Serranidae (۲۹)، Syngnathidae (۲۳)، Clupeidae و Scorpaenidae و Sparidae (۲۰)، خانواده‌هایی با بیشترین از نظر تنوع گونه‌ای محسوب می‌شوند. در این میان، ۳۵ گونه از غضروف ماهیان و ۱۵ گونه از ماهیان استخوانی در طبقه به شدت در معرض خطر (CR)، در معرض خطر (EN) و آسیب پذیر (VU) ارزیابی وضعیت حفاظتی شده‌اند.

واژگان کلیدی: حفاظت، تنوع زیستی، خلیج فارس، دریای عمان، ماهیان

The Conservation status of marine fishes of the Persian Gulf and Gulf of Oman

Fereidoon Owfi

Iranian Fisheries Science Research Institute, AREEO, Iran

Email: sillaginid@hotmail.com

Abstract

The Indian Ocean is the largest and most diverse marine ecosystem on earth. In its northwestern margin - the Persian Gulf, the Strait of Hormuz and the Gulf of Oman are located with an area of about 1,200,000 square kilometers. Coral reefs, creeks and estuaries, sea grasses beds and mangrove forests ecosystems are all present in coastal areas where the existence of diverse habitats in this area has led to the formation of different communities and ecology where habitats are unique. Unfortunately, the growing threats to marine life resulting from over-fishing, habitat degradation and climate change are seriously affecting global marine ecosystems, which have led to a significant number of species on the IUCN Red List. The Red List of threatened Species, established in 1964, is the most comprehensive and authoritative list of the status and protection of natural resources and plant and animal species published by the IUCN. Based on the obtained results, the final and approved list of fish in the region includes 976 species in the form of 169 families, of which 26 families with 93 species related to chondrichthys, including 12 families with 50 species of sharks and 14 families with 43 species of rays, and 143 families with 883 species of osteichthys. From the group of chondrichthys, Carcharhinidae (26) from sharks and Dasyatidae (13) from the rays have the most families in terms of number of species. From the group of bony fish, 23 families with more than 20 species have the most diversity, including Gobiidae and Carangide (48), Labride (41), Blenniidae (39), Apogonidae (33), Pomacentridae (32), Lutjanidae (31) Serranidae (29), Syngnathidae (23), Clupeidae and Scorpaenidae and Sparidae (20) are the families with the highest diversity of species. Among them, 35 species of chondrichthys and 15 species of osteichthys in the Critically Endangered (CR), Endangered (EN) and Vulnerable (VU) classes have been assessed for conservation status.

Keywords: Conservation, Biodiversity, the Persian Gulf, Oman Sea,, Fishes

مطالعات بیولوژی حفاظت ماهیان ایران (وضعیت و اهمیت در حوزه‌های آب شیرین و دریای خزر)

رحمان پاتیمار

گروه شیلات، دانشگاه گنبدکاووس، ایران
Email: rpatimar@yahoo.com

چکیده

علم بیولوژی حفاظت دربرگیرنده موضوعاتی از قبیل بوم گرایی، گونه‌های غیربومی، از بین رفتن یا جدایی زیستگاهها و ریسک نابودی گونه‌های بومی می‌باشد. با توجه به معیارهای حفاظت برای ماهیان، مهم‌ترین معیارهای حفاظتی عبارتند از مستندسازی تنوع زیستی منطقه‌ای، بررسی ویژگیهای بیولوژیکی و اکولوژیکی گونه، جمعیت و اکوسیستم، ارائه راهکارهای علمی جهت پیشگیری از نابودی گونه‌ها، حفظ تنوع ژنتیکی، حفاظت و یا بازسازی گونه/جمعیت، جوامع و اکوسیستم. بر اساس معیارهای IUCN در خصوص ماهیان خزر جنوبی، حدود ۸۸٪ گونه‌های در طبقه Data deficient و Least Concern قرار می‌گیرند که نشان دهنده ضرورت ارزیابی مجدد وضعیت این گونه‌هاست. از سال ۱۹۹۵، بیش از ۸۰ گونه جدید در آبهای ایران معرفی شدند که فقط در مورد چهار گونه شامل *Alburnoides namaki*, *Capoeta razii*, *Cobitis keyvani*, *Paracobitis hircanica* اطلاعات بیولوژیکی و اکولوژیکی محدود وجود دارد. از حدود ۱۲۱-۱۲۵ گونه خزر جنوبی، اطلاعات بیولوژیکی و اکولوژیکی در دسترس مربوط به ۲۸ گونه است و در مورد ۵۱ گونه هیچگونه اطلاعات بیولوژیکی و اکولوژیکی وجود ندارد. این در حالیست که در این منطقه، ۱۵-۱۶ گونه غیربومی که در مرحله آخر تهاجم می‌باشند، نیز وجود دارد. خوشبختانه در مورد این گونه‌های غیربومی اطلاعاتی در منابع علمی یافت می‌شود. بررسی مقالات چاپ شده در زمینه‌های مختلف آبزیان و شیلات مقاله نشان داد که تنها حدود ۷٪ مقالات در زمینه بیولوژی و اکولوژی گونه‌های ماهیان است. بطورکلی، این باور وجود دارد که ماهیان ایران از نظر بیولوژیکی و اکولوژیکی در بحران می‌باشند و تحقیقات زیادی در زمینه‌های فوق ضرورت دارد و نکته مهم اینست که تصمیم گیران دولتی باید از این بحرانی مطلع گردند.

واژگان کلیدی: حفاظت، تنوع زیستی، حوضه آبریز دریای خزر، ماهیان

Biological conservation study of fishes in IRAN (status and importance: Freshwater and Caspian Realms)

Rahman Patimar

Department of Fisheries, Gonbad Kavous University, Iran

Email: rpatimar@yahoo.com

Abstract

Conservation Biology mainly includes endemism or distinctiveness, invasive species, habitat loss and fragmentation, and extinction risk of local biota. Considering conservation criteria for fishes, the most important criteria are document local biological diversity, investigate biological and ecological characteristics of the species, population, communities, and ecosystems, and practical action to develop ways to prevent extinction, maintain genetic diversity, and protect or restore species/population, communities and ecosystems. Based on IUCN criteria on conservation status of southern Caspian fishes, there are very limited and/or scattered data on the species of category "Data deficient" and "Least Concern": 88% of total species (93 -95 species). Therefore, the species of these categories should be re-evaluated for each species. Since 1995, more than 80 species introduced in Iranian waters, but there is limited published data on biology and ecology of these new species. The available biological and ecological data are on only 4 species including *Alburnoides namaki*, *Capoeta razii*, *Cobitis keyvani* and *Paracobitis hircanica*. From 121-125 species of southern Caspian basin, available data on biology and ecology of the fishes cover only 28 species, and there is no reliable data on biology and ecology of 51 species, where there is 15-16 exotic species in the last stage of invasion. Fortunately, there is scattered data on biology and ecology of most exotic species. Based on papers published in the field of fisheries and ichthyology, the only 7% of papers were published on biology and ecology of fishes. Totally, it is believed that ichthyobiodiversity of Iran in crisis, and more in-depth researches in the field of biology and ecology are needed. More importantly, ichthyologists should inform the government about crisis of species extinction.

Keywords: Conservation, Biodiversity, the Caspian Sea basin, Fishes

بررسی تنوع و روابط تبارزادی گونه‌های زیرخانواده Leuciscinae (راسته: کپورماهی‌سانان) در حوضه آبریز دجله، ایران

امیر پورشبانان [1*]؛ فائزه یزدانی‌مقدم [1]؛ منصور علی‌آبادیان [1]؛ فرشته قاسم‌زاده [1]؛ احسان دامادی [1]، سیدحامد موسوی‌ثابت [2]

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

Email: pourshabanan@yahoo.com

چکیده

نمونه‌برداری، شناسایی و مطالعه آرایه‌شناختی ماهیان اولین گام در جهت حفاظت و نگه‌داری تنوع زیستی آنها بویژه در سطح گونه می‌باشد. زیرخانواده قنات‌ماهیان (Leuciscinae) یکی از متنوع‌ترین گروه‌های ماهیان آب شیرین و لب‌شور در راسته کپورماهی‌سانان بوده که تنوع گونه‌ای بالایی را در ایران به خود اختصاص داده است. در مطالعه حاضر، طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ نمونه‌برداری از گونه‌های گزارش‌شده از این زیرخانواده در حوضه آبریز دجله در ایران انجام گرفت. علاوه بر مطالعات ریختی، به منظور بررسی وضعیت روابط تبارزادی اعضای این زیرخانواده، تجزیه و تحلیل‌های بیزین (BL) و بیشینه درست‌نمایی (ML) با استفاده از چهار نشانگر میتوکندریایی (*Cytb+CO1*) و هسته‌ای (*RAG1+IRBP*) صورت پذیرفت. نتایج مطالعات نشان داد که بعد از حوضه خزر با ۲۰ گونه، این زیرخانواده در حوضه آبریز دجله با ۱۳ گونه در جنس‌های *Alburnoides*، *Acanthobrama*، *Alburnus*، *Chondrostoma*، *Leuciscus* و *Squalius* دارای بیشترین پراکندگی و تنوع گونه‌ای می‌باشد. همچنین درخت‌های تبارزادی ترکیبی نشان می‌دهد که اعضای سه جنس *Acanthobrama*، *Squalius* و *Chondrostoma* در یک کلاد مشترک ولی سه جنس *Alburnoides*، *Alburnus* و *Leuciscus* کلادهای جداگانه با حمایت بالا تشکیل می‌دهند. با در نظر گرفتن تنوع گونه‌ای بالا از این زیرخانواده در حوضه آبریز دجله، برنامه‌های حفاظتی بویژه در ارتباط با گونه‌های بومزاد ایران شامل *Alburnoides idignensis*، *A. nicolausi*، *Alburnus doriae*، *A. zagrosensis* و Chondrostoma *esmaeilii* ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: قنات‌ماهیان، درخت‌های تبارزادی، گونه بومزاد، نشانگرهای هسته‌ای و میتوکندریایی

Investigation of diversity and phylogenetic relationships of the subfamily Leuciscinae species (Order: Cypriniformes) in the Tigris basin, Iran

Amir Pourshabanan[1*]; Faezeh Yazdani Moghaddam[1]; Mansour Aliabadian[1]; Fereshteh Ghasemzadeh[1]; Ehsan Damadi[1]; Hamed Mousavi-Sabet[2]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: pourshabanan@yahoo.com

Abstract

Sampling, identification and study of fish taxonomy is the first step in conserving and maintaining their biodiversity, especially at the species level. The subfamily Leuciscinae is one of the most diverse groups of freshwater and brackish fish in the order of Cypriniformes, which has a high diversity of species in Iran. In the present study, during the years 2017-2019, sampling of the reported species of this subfamily was performed in the Tigris drainage basin in Iran. In addition to morphological studies, Bayesian (BL) and maximum likelihood (ML) analyzes using four mitochondrial (*Cytb+CO1*) and nuclear (*RAG1+IRBP*) markers were performed to assess the status of phylogenetic relationships of members of this subfamily. The results of studies showed that after the Caspian Basin with 20 species, this subfamily has the highest distribution and diversity of species in the Tigris drainage basin with 13 species in the genera *Acanthobrama*, *Alburnoides*, *Alburnus*, *Chondrostoma*, *Leuciscus* and *Squalius*. In addition, combined trees show that members of the three genera *Acanthobrama*, *Squalius* and *Chondrostoma* are in a common clade, but the three genera *Alburnoides*, *Alburnus* and *Leuciscus* have separate clades with high support. Considering the high species diversity of this subfamily in the Tigris drainage basin, conservation programs, especially in relation to Iranian endemic species including *Alburnoides idignensis*, *A. Nicolausi*, *Alburnus doriae*, *A. zagrosensis* and *Chondrostoma esmaeilii* are essential.

Keywords: Phylogenetic trees, Endemic species, Nuclear and mitochondrial markers

Freshwater fish diversity in Uzbekistan

Bakhtiyor Sheraliev

Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development (Ministry of Education), Southwest University, School of Life Sciences, Chongqing 400715, China

Email: bsheraliev@swu.edu.cn

Abstract

Uzbekistan is a double-landlocked country in Central Asia, where all rivers are endorheic basin. Although fish diversity is relatively poor in Uzbekistan, the ichthyofauna of the region has not yet been fully studied. The fish taxonomic study in Uzbekistan began in 1852 and continued until the second half of the last century. Several endemic genera, including *Aspiolucius*, *Dzihunia*, *Pseudoscaphirhynchus*, and approximately 20 endemic species have been discovered in the waters of Uzbekistan. Based on a review of the literature dedicated to the ichthyofauna of the country, there is no single complete work or database covering all fish species in the region. Therefore, data on the morphometric characteristics of species differ among different studies, making it difficult to identify these species based on morphological criteria. Based on the above reasons, we have recently created a reliable fish barcoding reference database in Uzbekistan. Our study covered 59 species belonging to 39 genera, 17 families, and 9 orders. The barcode gap analysis demonstrated that 89.3% of Uzbekistan's fish species examined could be discriminated by DNA barcoding. From studying the ichthyofauna of Uzbekistan based on DNA barcoding, the following taxonomic changes were found: *Alburnoides oblongus* and *A. taeniatus* belong to *Alburnus*; *Schizothorax fedtschenkoi* is a valid species, and another *Schizothorax* sp. is an undescribed species; the *Alburnoides* population (previously considered as *A. eichwaldii*) is de facto *A. holciki*; three *Gobio* species occur in the country; *Glyptosternon* and *Rhodeus* each consist of two species and not just one, as previously believed; two species of *Neogobius* (*N. melanostomus* and *N. pallasi*) occurred in the Amu Darya; the *Opsariichthys* populations belong to the same species, and *O. bidens* is not *O. uncirostris* as previously believed; the entire *Rhinogobius* population belongs to the same species (*Rhinogobius* sp.), which is neither *R. brunneus* nor *R. similis* as previously thought; there is only one *Gambusia* species (*G. holbrooki*) occurring in Uzbekistan; the *Petroleuciscus squaliusculus* in the Syr Darya belongs to *Leuciscus*; and the species diversity of *Dzihunia* is much higher than previously thought.

Keywords: Aral Sea basin, DNA Barcoding, endorheic, taxonomy, Zeravshan.

Water quality and ichthyofaunal diversity of Kundipur Lake, a tropical freshwater oxbow lake in eastern India: an ecological approach

Shubhajit Saha[1*], Nimai Chandra Saha[2], Caterina Faggio[3]

1- Department of Zoology, Sundarban Hazi Desarat College, South 24 Parganas 743 611, West Bengal, India.
2- Fisheries and Ecotoxicology Research Laboratory, Department of Zoology, University of Burdwan, Golapbagh, Burdwan- 713 104, West Bengal, India.
3- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Messina, Italy.

E-mail: s.saha.bgc.wbsu@gmail.com

Abstract

The present study was carried out on Kundipur Lake, a fresh water oxbow lake in the district North 24 Parganas from January, 2018 to December, 2019 at four stations to study the water quality parameters and ichthyofaunal diversity. At four impact locations of Kundipur oxbow lake within the Ichamati River floodplain, the quantitative connections between surface water quality and the distribution of fish species throughout seasons were investigated. The hydrological connection, local environmental variables, and anthropic effect of the selected oxbow lake wetland sites were all distinguishable. The degree of relationship between limnological parameters and species composition was investigated by multivariate ordination, and the fish community structure and physical-chemical variables were compared among the hydrological phases of pre-monsoon, monsoon, and post-monsoon. Fish samples from 12 families (n = 1260) were collected, with numerical abundance being higher in the pre- and post-monsoon periods. Major carps are harvested during a specific season, but minor carps and small fishes are harvested without restriction throughout the year without any regulation. This water body is surrounded by agricultural areas that are heavily sprayed with pesticides and fertilizers. Agricultural runoff from these areas heavily pollutes this oxbow lake, resulting in a significant reduction in fish fauna diversity. Over fishing is an important factor which should be restricted for the conservation of freshwater fish biodiversity. The main significance of watershed hydrology and anthropogenic impacts in changing water quality and species diversity of the Kundipur oxbow lake was highlighted by principal component analysis of physicochemical characteristics.

Keywords: Oxbow lake, Ichthyofaunal diversity, Limnological parameters, Agricultural runoff, Principal component analysis (PCA).

Invasiveness risk of non-native aquatic species in a warming world

Ali Serhan Tarkan

Department of Basic Sciences, Faculty of Fisheries, Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey

Email: serhantarkan@gmail.com

Abstract

Biological introductions of aquatic species represent a major threat to global biodiversity, which requires a global understanding identifying potential invasive species. This is especially true in the biodiversity hotspots, which hosts several endemic species. In order to inform policy and actions for conservation and management risk-based identification and assessment of non-native species is an essential process. This process is facilitated by electronic decision-support tools, and this presentation will provide background on the risk analysis process, summarize the outcome of global applications of 'AS-ISK' (the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit). This multi-lingual decision-support tool is applicable to virtually all climatic zones, aquatic plants and animals regardless of ecosystem and provides assessors with risk scores for a species under current and future climate change conditions. Following a statistically based calibration, it permits the accurate classification of species into low, medium and high-risk categories under current and projected climate conditions. Applications of AS-ISK covering broad taxonomic, geographic and climatic ranges of non-native species and aquatic risk assessment areas will be summarized. The potential use of AS-ISK for identifying which non-native species require full risk assessment will be discussed, in particular how such screening tools can assist and inform decision makers and environmental managers in the allocation of increasingly scarce resources in the fight against invasive species.

Keywords: AS-ISK, Invasive aquatic species, Risk screening, global warming

آلودگی صوت و محیط زیر آب: مطالعات اخیر رفتارشناسی در ایران

سعید شفیعی ثابت [1*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

چکیده

تمامی ماهی‌ها توسط اندام‌های حساس مختلف توانایی درک صوت را دارا می‌باشند. با توجه به سیستم شنوایی مختص به گونه‌ها آنها صداها را از طریق اندام‌های مختلف از جمله گوش داخلی شامل سه کانال نیم دایره‌ای، سه عدد سنگریزه شنوایی و ساختارهای محیطی همانند خط جانبی درک می‌کنند. بسیاری از گونه‌های ماهی به طور مصنوعی به مناطق مختلف در اسارت برای اهداف مختلف معرفی شده‌اند. اصوات موجود در محیط تکثیر، پرورش و آزمایش ممکن است بر تولید، موفقیت تولیدمثلی و حتی نتایج هر نوع آزمایش تاثیرگذار باشد. هدف از این ارائه، مروری بر مطالعات اخیر انجام شده در مورد تغییرات رفتاری مرتبط با صوت در ماهی‌ها و بی مهرگان در ایران است.

واژگان کلیدی: آبزیان، مخزن ماهی، شرایط آزمایشگاهی، فشار صوت، حرکت ذره

Anthropogenic sound and the underwater environment: recent behavioural studies in Iran

Saeed Shafiei Sabet[1*]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

Email: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

Abstract

All fishes can detect sound using various sound sensitive organs. Depending on the species-specific hearing system, they perceive sounds via different organs, including the inner ear, which consists of three semi-circular canals and three otoliths, and peripheral structures such as the lateral line system. Many fish species have been artificially introduced to restricted areas in captivity for different purposes. The sounds present in the breeding, rearing and experimental environment may affect production, reproductive success and even results of any type of experiment. The aim of this presentation is to give a review of recent studies on sound-related behavioural changes in fish and invertebrates in Iran.

Keywords: Aquatic animals, Fish tank, Laboratory conditions, Sound pressure, Particle motion.

بخش سوم

مقالات ارائه شده بصورت سخنرانی

Section 3

Oral Presentations

تغییرات در پارامترهای خونی ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) تیمار شده با دی- اتیل فتالات (DEP)

مهران عربی
گروه علوم جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
Email: mehranarabi@hotmail.com

چکیده

دفع و انتقال مواد شیمیایی مضر از طریق واحدهای صنعتی از جمله علل اصلی آلایندگی آب محسوب می‌شود. فتالات، هااسترهای اسید فتالیک (PAE) در افزایش انعطاف پذیری پلیمرهای پلاستیک مورد کاربرد داشته و جزیی جدا نشدنی از زندگی امروزه انسان‌ها هستند. فتالات ها از طریق آبشش، پوست و همراه با غذا جذب بدن آبزیان می‌شوند. در مطالعه حاضر هدف ما ارزیابی تغییرات در پارامترهای خونی ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) تیمار شده با دی- اتیل فتالات (DEP) تحت شرایط ثابت آزمایشگاهی بوده است. مقدار LC_{50} بر اساس رگرسیون بین میزان مرگ و میر ماهیان و لگاریتم غلظت DEP تعیین شد. LC_{50} حاد ۹۶ ساعته با استفاده از آنالیز Probit به مقدار $4\ mg/L <$ محاسبه شد. در این مطالعه سه غلظت زیر حدکشندگی($\frac{1}{5}$ و$\frac{1}{10}$ و$\frac{1}{20}$ از LC_{50}) از DEP برای ۷ و ۱۴ روزه استفاده شدند. داده‌های حاصله نشانگر افزایش سطوح خونی بیومارکرهای استرس اکسیداتیو یعنی مالون دی آلدیید (MDA)، کاتالاز (CAT) و پروتیین های کاربولینه شده (CP) در ماهیان تیمار شده با DEP بود. علاوه بر این نشان داده شد که ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) و میزان گلوتاتیون تام (t-GSH) خون نیز دچار کاهش شده‌اند. فعالیت لیزوزیم (LSZ) یک پپتید ضدمیکروبی دخیل در ایمنی غیراختصاصی نیز در ماهیان تیمار شده با DEP افزایش معنی دار ($p<0.05$) یافت. خلاصه آن که تأثیر اضافه سازی DEP به محیط موجب بروز تغییراتی در پارامترهای خونی ماهیان شده که احتمالاً از طریق القای استرس اکسیداتیو به انجام می‌رسد و نیز هم زمان سبب افزایش دهی پاسخ‌های ایمنی ذاتی در بدن می‌شود.

واژگان کلیدی: فتالات، آلاینده‌ها، آبزیان، پارامترهای خونی، بیومارکرهای استرس اکسیداتیو

Alterations in blood parameters of goldfish (Carassius auratus) exposed to diethyl phthalate (DEP)

Mehran Arabi

Department of Animal Sciences, Faculty of Basic Sciences, University of Shahrekord, Shahrekord.

Email: mehranarabi@hotmail.com

Abstract

Transport of the harmful chemicals through disposal of industrial wastes is the main cause in water contamination. Phthalates, which are esters of phthalic acid (PAE) are primarily used to enhance plasticity of industrial polymers, and are an unavoidable part of modern life. Aquatic organisms may absorb phthalates from contaminated water through gills, skin, and digestive tract. In the present study, our goal was to evaluate the alterations in blood parameters of goldfish (*Carassius auratus*) exposed to diethyl phthalate (DEP) under constant lab conditions. The LC_{50} value was determined based on regression between mortality rate and log of DEP concentration. The calculated 96 hr acute LC_{50} value of DEP using probit analysis was as > 4 mg/L. During study, three sub-lethal concentrations of DEP (1/5، 1/10 & 1/20 of LC_{50}) were used for 7 and 14 days. Resulting data showed increase in the blood levels of oxidative stress biomarkers viz malondialdehyde (MDA), catalase (CAT), and carbonylated proteins (CP) in DEP-treated fish. In addition, we revealed that the total antioxidant capacity (TAC) and total glutathione (t-GSH) were lowered. The activity of lysozyme (LSZ), as a key antimicrobial peptides in the non-specific immunity, was also augmented ($p<0.05$) in DEP-treated fish. Briefly, DEP caused alterations in the fish blood parameters probably via induction of oxidative stress and increased innate immune responses.

Keywords: Phthalate, Pollutants, Aquatics, Blood parameters, Oxidative stress biomarkers.

پاسخ‌های بیومارکری در مغز ماهی طلایی (*Carassius auratus*) تیمار شده با دی- اتیل فتالات

مهران عربی [1*]؛ سعید کاظمی حسین آبادی [1]

۱- گروه علوم جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

Email: mehranarabi@hotmail.com

چکیده

فتالات ها به میزان زیادی در تولید محصولات پلاستیکی به عنوان پلاستیزر (انعطاف دهنده) مورد استفاده بوده که پس از استفاده می‌توانند به درون محیط اطراف وارد گردند. میزان فتالات ها در محیط‌های آبی کشورهای در حال توسعه به بیش‌تر از ۲۰۰ میکروگرم در لیتر نیز می‌رسد. ماهیان فتالات ها را از طریق آبشش پوست و دستگاه گوارش از آب آلوده جذب می‌کنند. هدف از انجام پژوهش حاضر ارزیابی سمیت دی- اتیل فتالات (DEP) در بافت مغز ماهیان طلایی (*Carassius auratus* L.) تحت شرایط استاندارد آزمایشگاهی بوده است. با توجه به LC50 محاسبه شده (۴ میلی گرم در لیتر)، سه غلظت زیر حدکشندگی ($\frac{1}{5}$ و$\frac{1}{10}$ و$\frac{1}{20}$ از LC50) از DEP در دو دوره‌ٔ زمانی ۷ و ۱۴ روزه مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج ما نشان داد که تیمارهای DEP از یک سو موجب افزایش میزان پراکسیداسیون لیپیدها (LPO/MDA) و فعالیت آنزیم آنتی اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز (SOD) شده، و از سوی دیگر موجب کاهش میزان ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) و گلوتاتیون تام (t-GSH) در نمونه‌های مغز ماهیان طلایی شده است. روی هم رفته بر اساس یافته‌های ما DEP موجب تغییرات معنی دار در فعالیت مغز شده که مربوط به القای استرس اکسیداتیو و بروز تغییرات در عملکرد سیستم دفاع آنتی اکسیدانی بوده است. بهر حال به منظور روشن سازی جزییات بیش‌تر از آسیب‌های ناشی از تأثیر DEP در آبزیان بررسی‌های بیش‌تری مورد نیاز است.

واژگان کلیدی: آلودگی با فتالات، محیط آبی، ماهی، استرس اکسیداتیو

Biomarker responses in brain of diethyl phthalate-treated goldfish (*Carassius auratus* L.)

Mehran Arabi[1 *]; Saeed Kazemi Hossein-Abadi[1]

1- Department of Animal Sciences, Faculty of Basic Sciences, University of Shahrekord, Shahrekord.

Email: mehranarabi@hotmail.com

Abstract

Phthalates are broadly used in various plastic products as plasticizers, and can find their way into environment after utilization. In aquatic environments of developing countries, total concentration of phthalates exceeds 200 µg/L. Fish absorb phthalates from contaminated water through gills, skin, and digestive tract. This study was aimed to assess the toxicity of diethyl phthalate (DEP) in the brain of goldfish (*Carassius auratus* L.) under standard lab conditions. On the basis of determined LC_{50} (4 mg/L), three sub-lethal concentrations of DEP (1/5، 1/10 & 1/20 of LC_{50}) were used for 7 and 14 days during the experiments. Our results revealed that in exposed brain samples DEP treatments caused an increase in lipid peroxidation content (LPO/MDA) and activity of enzymatic antioxidant superoxide dismutase (SOD). Also, DEP decreased total antioxidant capacity (TAC), enzymatic activity of catalase (CAT), and total glutathione (t-GSH). Collectively, our findings indicate that DEP brings about significant changes in the activity of brain via induction of oxidative stress and alterations in the function of antioxidant defense system. However, for detailed elucidation of DEP-related impairments in aquatics, further unraveling is needed.

Keywords: Phthalate pollution, Aquatic environment, Fish, Oxidative stress.

Growth performance, hematological responses and economic indexes of *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) fed graded levels of glycerol

Iurych Nicolau Barros Bussons[1]; Elcimar da Silva Sousa[2]; Paulo Henrique Rocha Aride[3]; Wallice Luiz Paxiúba Duncan[4], Jackson Pantoja-Lima[5], Wilson Massamitu Furuya[6], Adriano Teixeira de Oliveira[3*], Márcia Regina Fragoso Machado Bussons[7], Caterina Faggio[8]

1- Postgraduate Program in Animal Science and Fishery Resources, Federal University of Amazonas, Brazil
2- Postgraduate Program in Aquaculture, Nilton Lins University, Amazonas, Brazil
3- Federal Institute of Education, Science and Technology of Amazonas, Campus Manaus Centro, Amazonas, Brazil
4- Functional Morphology Laboratory, Institute of Biological Sciences, Federal University of Amazonas, Brazil
5- Federal Institute of Eduction, Science and Technology of Amazonas, Campus Presidente Figueiredo, Amazonas, Brazil
6- Department of Animal Science, State University of Ponta Grossa, Paraná, Brazil
7- Institute of Technology and Education Galileo da Amazonia, Amazonas, Brazil
8- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Italy

*Email: adriano.oliveira@ifam.edu.br

Abstract

The aim of this study was to evaluate the performance, hematological responses and economic indicators of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum* fed different levels of partial replacement of corn by glycerol (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%). The experiment was conducted for 90 days in the production of aquatic organisms lab at the Nilton Lins University, Manaus, Brazil, in a completely randomized design, and consisted of four treatments, four repetitions and two sampling times. In total, 240 juveniles were used with initial average weight and standard length of 15.32 ± 1,61 g and 8.03 ± 0.22 cm, respectively. The fish were maintained in twenty 310 L water tanks that had a closed system with no reuse, continuous aeration, siphoning and replacement of water every 48 h. Feeding was twice a day with the experimental diets, which contained 28% crude protein. The following parameters were considered: zootechnical checks (weight gain + survival %), welfare (health) (hepatosomatic index + condition factor + viscerosomatic index), economic (Economic efficiency rate + economic profitability index) and hematology (hematology + metabolites + ions). The results of the study show that diets for juvenile tambaqui can contain up to 50% replacement of corn by glycerol without compromising the fishes' development under the conditions studied.

Keywords: hematology, nutrition, fish, growth

تفکیک ذخایر اوزون‌برون (*Acipenser stellatus*) آب‌های ایرانی دریای کاسپین با استفاده از ریخت شناسی خار باله سینه‌ای

شیما بخشعلی‌زاده

گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

Email: sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

چکیده

تفکیک ذخایر اوزون برون در آب‌های ایرانی دریای کاسپین با استفاده از ریخت شناسی خار باله سینه‌ای انجام شد. مجموعاً ۵۵ نمونه خار باله سینه‌ای اوزون برون از بخش‌های غربی و شرقی سواحل ایرانی دریای کاسپین تهیه و مقایسه شد. ده ویژگی اصلی خارها اندازه‌گیری شد و برای تجزیه و تحلیل چند متغیره مورد استفاده قرار گرفت. از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی برای بررسی تفاوت‌های احتمالی در شکل خار باله سینه‌ای به منظور دسته بندی نمونه‌ها استفاده شد. سپس تفاوت‌های ریختی در معرض تجزیه و تحلیل‌های تشخیصی قرار گرفت تا عضویت افراد در دسته‌ها مشخص شده و اختلافات شناسایی شوند. بر اساس ویژگی‌های ریختی خار باله سینه‌ای، ۸۵/۵٪ افراد به طور صحیحی بین دو منطقه طبقه‌بندی شدند. تفکیک ناشی از طبقه‌بندی cross-validated بین این دو منطقه، درجه صحت بالایی (۸۱/۸٪) داشت. تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی، بیشترین تفاوت‌ها را در تراکم و کمان خار باله سینه‌ای بین ذخایر شرق و غرب جنوب دریای کاسپین شناسایی کرد. اوزون برون نواحی شرقی، خار باله سینه‌ای سنگین‌تر در مقایسه با اوزون برون نواحی غربی داشتند. این نتیجه نشان می‌دهد که صفات ریختی خار باله سینه‌ای اوزون برون می‌تواند برای تفکیک نواحی جغرافیایی و ذخایر مورد استفاده قرار گیرد و این تفاوت‌ها به رغم میزان بالای تکثیر مصنوعی و رهاکرد بچه ماهی اوزون برون در سواحل ایرانی دریای کاسپین قابل تشخیص است.

واژگان کلیدی: خصوصیات ذخیره، انعطاف‌پذیری ریختی، زیستگاه، انتخاب.

Discrimination of starry sturgeon stocks in the Iranian water of the Caspian Sea using pectoral fin spine morphology

Shima Bakhshalizadeh

Department of Marine Sciences, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email:Sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

Abstract

Discrimination of starry sturgeon in the Iranian water of the Caspian Sea were done using pectoral fin spine. Totally, 55 samples were collected and compared from eastern and western Iranian water of the Caspian Sea. Ten main characters were measured and analyzed by multivariate analyses. Principle components analyses were applied to examine the potential differences between samples. Discriminate analyses were used to explore for group membership and to identify variations. The results showed that 85.5% of samples were correctly classified into the two regions. The cross-validated classification also presented 81.8% of accuracy. Principal component analysis identified the greatest differences in the density and arc of the pectoral fin spines between the samples taken from eastern and western parts of the Iranian water. Eastern individuals had heavier pectoral fin spines in comparison to western individuals. This result shows that the morphological traits of starry sturgeon spines can be used to separate geographical areas and reserves, and these differences despite the high rate of artificial reproduction and restocking programs of Iran are recognizable.

Keywords: Stock characters, Phenotype plasticity, Habitat, Selection

اثرات پروبیوتیک اختصاصی بر عملکرد رشد و بازماندگی تاسماهی سیبری پرورشی (*Acipenser baerii*)

سهیل بازاری مقدم [۱*]، علیرضا شناور ماسوله [۱]، جلیل جلیل پور [۱]، مهدی معصوم زاده [۱]، مجید پورصفر [۱]

۱- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

Email: Soheil bm274@gmail.com

چکیده

در این تحقیق مجموعاً ۵۰۰ عدد تاسماهی سیبری با میانگین وزنی ۳/۱۲ ± ۸۴/۰۸ گرم به صورت تصادفی در ۱۲ وان فایبرگلاس با حجم کلی ۵۰۰ لیتر و حجم آبگیری ۳۰۰ لیتر معرفی شدند. در این مطالعه ۴ تیمار آزمایشی (هر تیمار با سه تکرار) شامل گروه شاهد (تیمار ۱، جیره پایه بدون باکتری‌های پروبیوتیک)، ۱۵۰ میلی‌گرم (تیمار ۲)، ۳۰۰ میلی‌گرم (تیمار ۳) و ۴۵۰ میلی‌گرم (تیمار ۴) پروبیوتیک اختصاصی به ازای هر کیلوگرم غذا به مدت ۱۰ هفته در نظر گرفته شد. اثر افزودن ترکیب دو سویه پروبیوتیکی (*Weissella confusa* و *Lactococcus lactis*) جدا شده از روده تاسماهی سیبری بر شاخص‌های رشد و بازماندگی تعیین شد. نتایج این پژوهش نشان داد با افزودن پروبیوتیک بومی و اختصاصی در غلظت‌های مختلف به جیره غذایی، اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی مشاهده شد ($p<0/05$). ضمناً افزایش رشد روزانه، نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی و درصد بازماندگی بین تیمارها و گروه شاهد فاقد اختلاف معنی دار بود ($p>0/05$). بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان عنوان کرد که بهینه تراکم کلنی‌های فلورباکتریایی اختصاصی مورد استفاده در جیره غذایی تاسماهی سیبری به منظور بهبود شاخص‌های رشد و بازماندگی در تیمار ۳ مشاهده شد.

واژگان کلیدی: تاسماهی سیبری، پروبیوتیک اختصاصی، رشد، بازماندگی

Effects of specific probiotics on growth performance and survival rate in the reared of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)

Soheil Bazari Moghaddam[1*]; Alireza Shenavar Masouleh[1]; Jalil Jalilpour [1]; Mehdi Masoumzadeh[1]; Majid Poursafar[1]

1-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Email*: Soheil bm274@gmail.com

Abstract

In this research, a total of 500 specimens of Siberian sturgeon were randomly introduced in 12 fiberglass tanks with a total volume of 500 liters and a dewatering volume of 300 liters. The fish had an average weight of 84.08 ± 3.12 g. This study with 3 experimental treatments (each treatment with three replications) including 150 mg (treatment 2), 300 mg (treatment 3) and 450 mg (treatment 4) specific probiotics per kg of food and a control group (basal diet without probiotic bacteria) was performed for 10 weeks. The effect of adding two probiotic strains (*Weissella confusa* and *Lactococcus lactis*) isolated from the intestine of Siberian sturgeon on growth indices and survival rate were determined. The results of this study showed that by adding native and specific probiotics in different concentrations to the diet, a significant difference was observed in the feed conversion ratio ($p < 0.05$). There was no significant difference between daily growth, specific growth rate, body weight gain and obesity coefficient and survival rate between treatments and the control group ($p > 0.05$). Based on the results of this study, it can be stated that the optimal density of specific probiotics used in the diet of Siberian sturgeon to improve growth indices and survival rate were observed in treatment No. 3.

Keywords: Siberian Sturgeon, Specific Probiotics, Growth, Survival

Preliminary evaluation of the molecular responses to an organochlorine and carbamate pesticide exposure in marine species with or without prior immunostimulant treatment: Catarina scallop, Argopecten ventricosus case

Mario Alberto Burgos-Aceves[1], Rosa María Morelos-Castro[2], María del Carmen Rodriguez-Jaramillo[2], Caterina Faggio[3], José Manuel Mazón-Suástegui[2], Lillà Lionetti[1], Guadalupe Fabiola Argos-Ortega[2*]

1. Department of Chemistry and Biology, University of Salerno, via Giovanni Paolo II, 132, 84084 Fisciano, SA, Italy.
2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), Mar Bermejo 195, Col. Playa de Santa Rita, 23096, La Paz, B.C.S., México.
3. Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical, and Environmental Sciences, University of Messina, Viale F. Stagno d'Alcontres, 31, 98166 Messina, Italy.

*Email: farcos04@cibnor.mx

Abstract

Bivalves have an effective innate defence system that immunostimulants can modulate. A highly diluted immunomodulatory compound (Vibrio parahaemolyticus + V. alginolyticus) on the immune and mitochondria-endoplasmic reticulum responses at the transcriptional level before and after exposure to a pesticide with endocrine-disrupting action were studied. We analyzed the up- and down-regulation of mitochondrial-associated gene dynamin-related protein 1 (DRP1) and the endoplasmic reticulum interferon stimulator (ERIS) gene by q-PCR. Prior exposure of the Catarina scallop to the immunostimulant material led to a non-significant decrease in survival at the end of the experiment. In contrast, scallops with a posterior exposure did not show mortality as the control. Examination in DRP1 and ERIS expression showed an up- and down-regulation of the genes throughout the experimental time in the three analyzed tissues, gonad, gills and mantle. This study has been designed to collect information on the Catarina scallop molecular responses to pesticides and compare the focal responses in the gonad, gills, and mantle with responses to a preventive or corrective immunostimulant treatment. Prevention seems to be the best medicine to treat environmental health problems. However, it is also essential to ask what can be done with an individual who has already been exposed. Few studies have reported on the relationship between pollutants and immunomodulators. These results provide the first look at the molecular changes and responses caused by a chemical with endocrine-disrupting action in marine species and identify targets for future functional investigation.

Keywords: Pesticide, Immunostimulant, Mitochondria, Endoplasmic reticulum, Marine species.

مهاجرت جویبارماهیان به ایران: مطالعه موردی جنس *Paraschistura* Prokofiev, 2009

سهیل ایگدری [1*]، نسرین نیک‌مهر [1]، هادی پورباقر [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

Email: soheil.eagderi@ut.ac.ir

چکیده

جویبارماهیان آب‌های داخلی ایران شامل ۷ گونه در ۶ جنس می‌باشند و در بین آن‌ها جنس *Paraschistura* دارای ۱۶ گونه می‌باشد. در مورد اعضای این جنس مطالعات اندکی صورت گرفته است و از حوضه رودخانه دجله در ترکیه به سمت شرق از طریق ایران و پاکستان در حوضه‌های داخلی هری، مرغاب و هلمند در افغانستان، ایران و پاکستان، ترکمنستان پراکنش دارند. در ایران، اعضای این جنس در حوضه‌های هری، بجستان، سیستان، لوت، ماشکید، جازموریان، کرمان-نائین، هرمز، کل، مهارلو، پرسیس، دجله یافت می‌شوند. درخت تبارزایی جنس *Paraschistura* در ایران بر اساس توالی‌های ژن COI با انتخاب ۱۵ گونه شناخته شده متعلق به ۳۸ جمعیت ترسیم شد. سپس آنالیز تبارجغرافیایی بر اساس درخت مولکولی، موقعیت‌های جغرافیایی و نقشه‌های وکتوری با استفاده از نرم‌افزار GenGis انجام شد. نتایج نشان داد که گونه‌های جنس *Paraschistura* به دو گروه عمده شامل گروه‌های کسلری و بمپور تقسیم می‌شوند. اعضای گروه کسلر در دو مسیر شمال-شرق و غرب بعداً از ورود به ایران پیشروی کردند که بیانگر پراکنش همجا همراه با حوادث گونه‌زایی بود. سپس گروه بمپور از حوضه رودخانه ایندوس وارد ایران شده و با حرکت به طرف غرب بسیاری از رودخانه‌های حوضه دریای مکران را اشغال و سپس با حرکت به طرف سیستم دجله از طریق پراکنش ساحلی و کانال اصلی رودخانه تیگره که در دره بزرگ خلیج فارس جاری بود، در غرب پراکنش یافتند.

واژگان کلیدی: آب شیرین، پراکنش، جغرافیای باستانی، جغرافیای زیستی.

Migration of nemachelids to Iran: A case study of the genus *Paraschistura* Prokofiev, 2009

Soheil Eagderi[1*], Nasrin Nikmehr[1], Hadi Poorbagher[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email: soheil.eagderi@ut.ac.ir

Abstract

The nemacheilid loaches of Iranian inland water include 47 species in six genera and among them, the genus *Paraschistura* has 16 species. The members of this genus are poorly known species distributing from the Tigris river drainage in east Turkey throughout Iran and Pakistan to the Indus River and the Hari, Murghab and Helmand endorheic basins in Afghanistan, Iran, Pakistan and Turkmenistan. In Iran, the members of this genus are found in the Hari, Bajestan, Sistan, Lut, Mashkid, Jaz-Murian, Kerman-Naein, Hurmoz, Kol River, Moharloo, Persis, and Tigris basins. Phylogenetic tree of the genus *Paraschistura* in Iran was reconstructed based on CO1 gene sequences by opting 15 known species belonged to 38 populations. Then, phylogeographical analysis was performed based on molecular tree, geographical coordinates and vector based maps using GenGis software. The results showed that Iranian *Parschistura* species are divided into two groups, viz. Kessler and Bampur. Those of Kessler group distributed in two paths after entering Iran i.e. toward northeast and west showing sympatric distribution along with speciation events; later, Bampur group were entered Iran from Indus River drainage moving toward west occupying many rivers draining Oman Sea and further moved toward Tigris–Euphrates River system via coastal distribution and Main canal of the Tigris River that was flowing in the Persian Gulf Valley.

Keywords: Freshwater, Distribution, Paleogeography, Biogeography.

بررسی روند تکوین PGC در جنین و لارو ماهی *Huso huso*

محمدرضا قلی سهرابی [۱]، طوبی میرزاپور [۱*]، شیرین جمشیدی [۲]، تورج سهرابی لنگرودی [۲]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت.

۲-انستیتو تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

Email: t.mirzapoor@guilan.ac.ir

چکیده

در ماهیان خاویاری سلول‌های زایای اولیه از نیمکره گیاهی سلول تخم منشاء گرفته و به ستیغ‌های تناسلی در حال نمو مهاجرت می‌کنند و در نهایت گامت ها (تنها سلول‌های منتقل کننده اطلاعات ژنتیکی) را تولید می‌کنند. درمطالعه حاضر تخم‌های بارور شده ماهی خاویاری گونه *Huso huso* در مرحله ۴-۱ سلولی جداسازی شده و تزریق FITC- Dextran به قطب گیاهی جنین‌ها برای ردیابی سلول‌های زایا انجام گرفت. با استفاده از میکروسکوپ فلوئورسنت مکان‌هایی که دارای بیشترین تجمع سلول‌های زایا بودند مشخص شد. سلول‌ها از این مکان‌ها در لاروها, طی دو مرحله قبل و بعد از جذب کیسه زرده، به روش هضم آنزیمی جداسازی شدند. سوسپانسیون سلولی بدست آمده در دو محیط کشت متفاوت DMEM و L15 به مدت سه هفته کشت داده شدند. هویت سلول‌های زایای اولیه از طریق ایمنو سیتوشیمی مشخص شد. بیان ژنهای *Nanos* و *Vasa* در طی روزهای مختلف کشت با روش qPCR سنجش شد. برای حفظ ژنوم و نگهداری طولانی مدت سلول‌های زایا، انجماد با استفاده از دو محافظ سرمایی DMSO و اتیلن گلیکول انجام گرفت. نتایج نشان داد، تعداد و قطر کلونی‌ها در گروه بعد از جذب کیسه زرده در هر دو محیط L15 و DMEM افزایش می‌یابد. در حضور DMSO زنده‌مانی سلول‌ها پس از ذوب نسبت به اتیلن گلیکول افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. با در نظر گرفتن چرخه تولیدمثلی طولانی این ماهیان، با کشت و تکثیر موفق این سلول‌ها می‌توان در آینده از آن‌ها برای پیوند به داخل گناد گونه‌های دارای دوره تولیدمثلی کوتاه استفاده کرد.

واژگان کلیدی: سلول‌های بنیادی زایا، لارو فیل ماهی، کشت سلول، انجماد.

An investigation of primordial germ cell development in embryo and larvae of *Huso huso*

Mohammad Reza Gholi Sohrabi[1]؛ Shirin Jamshidi[2]؛ Tooba Mirzapour*[1]؛ Tooraj Sohrabi Langaroudi[2]

1- Department of biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran.
2- International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Guilan, Rasht, Iran.

Email: t.mirzapoor@guilan.ac.ir

Abstract

In sturgeons, Primordial Germ Cells originate from vegetal pole of the egg. They migrate toward genital ridges during developmental stages and finally differentiate into gametes (the only cells that transmit genetic information). In this study, in order to track PGCs from 1-4 cell stage to formation of larvae of *Huso huso* and their migration to developing genital ridges, fluorescein isothiocyanate-Dextran (FITC-Dextran) was injected to the vegetal pole of 1-4cell stage beluga fertilized eggs. The locations of PGCs which were most intensely present were determined by means of fluorescent microscopy. Therefore, the cells were isolated from these sites in larvae during two stages before and after absorption of the yolk sac by enzymatic digestion. The obtained cell suspensions were cultured for three weeks in L-15 and DMEM medium. The identity of primordial germ cells was determined by immunocytochemistry. Expression of *Nanos* and *Vasa* genes was measured during different days of culture by qPCR method. To preserve PGCs for a long time, cryopreservation was operated by Dimethyl Sulfoxide and Ethylene glycol. The results showed that the number and diameter of colonies increased in the group following yolk sac absorbtion in both L-15 and DMEM media. The chance of survival for the cells after thawing was significantly higher in the presence of DMSO than EG. Given the long reproductive cycle and the long time it takes to reach sexual maturity, this method can be used to transplant cultured PGCs into the gonad of species with a short reproductive cycle.

Keywords: Primordial Germ Cell, *Huso huso* larvae, Cell Culture, Cryopreservation.

اثر سمیت حاد آمونیاک بر رفتار و بافت آبشش تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

هدیه حقیقی [1*] و ایوب یوسفی جوردهی [2]

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان

۲- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران

Email: h.haghighi28@gmail.com

چکیده

تحقیق حاضر با هدف تعیین اثر حاد غلظت‌های مختلف آمونیاک غیر یونیزه بر اندام آبشش تاسماهی استرلیاد جوان پرورشی به انجام رسید. ۱۳۵ تاسماهی استرلیاد پرورشی در مجاورت غلظت‌های صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک (NH_3) در آکواریوم‌های ۱۵۰ لیتری به مدت ۹۶ ساعت قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، ماهیان در واکنش به ورود آمونیاک به محیط آب با افزایش میزان آمونیاک، تحت تنش قرار گرفته و شنای سریع داشتند. در تیمار با دوزهای بالاتر بعد از چند ساعت ماهیان به کناره‌های مخازن رفتند. در حالی که در تیمار شاهد ماهیان در آکواریوم پخش بودند. ماهی‌ها نسبت به تحریکات خارجی به شدت واکنش نشان داده و سعی می‌کردند از سطح آب بیرون بپرند. انقباضات و اسپاسم‌های عضلانی اتفاق افتاده و نهایتاً ماهی به پهلو افتاده و دهان و سرپوش‌های آبششی بدلیل اسپاسم شدید باز می‌ماندند. پوست ماهی رنگ پریده بوده و توسط مقادیر زیادی مخاط پوشیده می‌شد. گاهی خون‌ریزی‌های روی پوست مشاهده شد. تلفات ماهیان در غلظت‌های مختلف آمونیاک متفاوت بود و با افزایش غلظت آمونیاک میزان تلفات ماهیان افزایش یافت. عوارض دیده شده در بافت آبشش در غلظت‌های مختلف شامل چسبندگی رشته‌های ثانویه آبششی، چماقی شدن رأس رشته‌های ثانویه، هیپرپلازی، نکروز سلولی، تخریب لایه اپیتلیوم، پرخونی و خونریزی بود که با افزایش غلظت و مدت زمان مجاورت تشدید شد. با توجه به نتایج حاصل، آمونیاک غیره یونیزه برای تاسماهی استرلیاد سمی بوده و بایستی میزان آن در محیط پرورش از طریق مدیریت صحیح تغذیه و آب در حد مجاز کنترل شود.

کلمات کلیدی: آمونیاک، سمیت حاد، تغییرات رفتاری، آبشش، تاسماهی استرلیاد

Effect of ammonia acute toxicity on the behavior and gill tissue of *Acipenser ruthenus*

Hedieh Haghighi[1*] and Ayoub Yousefi Jourdehi[2]

1. Department of Fisheries, Faculty of Fisheries, Islamic Azad University, Lahijan Branch, Iran.
2. International Sturgeon Research Institute, Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.

Email: h.haghighi28@gmail.com

Abstract

The Present study was carried out to determine the acute effects of different concentrations of ammonia on gill, liver and kidney in farmed juvenile *Acipenser ruthenus*. A total of 135 fish were selected and exposed to 0, 25, 50 and 75 mg/L of NH_3 in aquariums (volume 150 liters) for 96 hours. According to the results, fish reacted to the entry of ammonia into the aquatic environment by increasing the amount of ammonia, were stressed and swam fast. In treatment with higher doses, the fish went to the sides of the aquarium after a few hours. While in the low dose treatment, the fish were scattered in the aquarium. The fish reacted strongly to external stimuli and tried to jump out of the water. Muscle contractions and spasms occurred and eventually the fish fell to the side and the mouth and gill caps remained open due to severe spasms. The skin of the fish was pale and covered with large amounts of mucus. Occasional bleeding was observed on the skin. Fish mortality varied in different concentrations of ammonia and increased with increasing ammonia concentration. Observed damage in gills of exposed fish to different concentrations of NH_3 included adhesion of gill secondary filament, clubbing of secondary filaments to, hyperplasia, cell necrosis, damage of the epithelium layer, congestion and bleeding that intensified with increase in concentration and exposure time. Considering the obtained results, non- ionized ammonia was toxic for *Acipenser ruthenus* and must be controlled and monitored in water by proper nutrition and water management.

Keywords: Ammonia, Acute toxicity, Behavioral changes, Gill, *Acipenser ruthenus.*

مقدمه

آلودگی محیطی به واسطه مصرف زیاد کودهای آمونیاکی بدون مدیریت مناسب منجر به بروز اثرات نامناسب بر قابلیت بازماندگی موجودات آبزی شده است و برخی از این مواد شیمیایی ممکن است برای مدت زمان طولانی در محیط باقی بمانند و سطوح آنها به حدی برسد که منجر به آسیب‌های بافتی شوند (Narayanan, 2009 and Velmurugan *et al.*, 2009). آمونیاک یکی از پرمصرف‌ترین کودهاست که وارد محیط آبی می‌شود و نیز از مواد دفعی حاصل از متابولیسم ماهی می‌باشد. آمونیاک در آب و خاک تجمع می‌یابد و غلظت‌ها آن زیاد می‌گردد و یک محصول جانبی متابولیسم ماهی نیز می‌باشد. افزایش غلظت آمونیاک در محیط برای ماهی سمی است و مجاورت طولانی مدت ماهی در برابر آمونیاک منجر به بروز آسیب به اندامها و بافتها می‌شود. آمونیاک ماده‌ای سمی و خطرناک برای ماهی است که در آب به دو شکل یونیزه (NH_4^+) که غیرسمی‌است و به شکل مولکولی (NH_3) که برای ماهی سمی است وجود دارد. با توجه به اینکه یکی از منابع اصلی تشکیل دهندهٔ غذای ماهیان پروتئین و استفاده از غذاهای پروتئینی در جیره آن‌ها است. بنابراین، در هر وعده غذایی مقدار زیادی از ترکیبات ازته پروتئینی و غیرپروتئینی وارد محیط پرورشی ماهی شده و در صورت مناسب نبودن شرایط محیطی به آمونیاک تبدیل می‌گردد. که برای ماهیان بسیار سمی است. از این‌رو، ضرورت تعیین حد مجاز این ماده سمی به منظور ارائه سطوح میزان مناسب پروتئین در جیره غذایی ماهیان و تعیین شرایط بهینه پرورش ایجاب می‌نماید. یکی از شاخص‌های مهم و قابل اطمینان در بررسی وضعیت سلامتی و فیزیولوژی ماهیان تشخیص عوارض بافت‌شناختی آبشش، کبد و کلیه ناشی از مجاورت در برابر آینده‌ها می‌باشد.

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست ترکیبات نیتروژنی می‌باشد که از جمله مهم‌ترین و خطرناک‌ترین آن‌ها آمونیاک است. به طور کلی، در تقسیم‌بندی آلاینده‌های آب وجود نیتریت، نیترات و آمونیاک دلالت بر وجود آلاینده‌های شیمیایی معدنی در داخل منابع آبی دارد. مواد نیتروژن‌دار به طرق مختلف نظیر تماس منابع آب با فاضلاب و یا تخلیه آب‌های شستشوی زمین‌های کشاورزی در رودخانه و از همه مهم‌تر اکسیداسیون مواد آلی نیتروژن‌دار نظیر پروتئین‌ها که به کمک باکترهای خاص انجام می‌پذیرد، تولید می‌شود. افزایش آمونیاک آب یکی از مشکلات عمده در آبزی‌پروری است. این افزایش خصوصاً در سیستم‌های تکثیر ماهی و میگو، سیستم‌های فوق متراکم پرورش ماهی یا گردش مجدد آب، آکواریوم‌ها و در هنگام انتقال ماهی همواره مطرح بوده است (Wright & Wood, 1985). در سیستم‌های آبزی‌پروری متابولیت اصلی و مضر نیتروژن، آمونیاک می‌باشد که ۷۰ درصد از مواد نیتروژنی دفعی در ماهی را تشکیل می‌دهد (Benli and Koksal, ; Eddy, 2005 2005). آمونیاک هم به صورت آمونیوم یونیزه (NH_4^+) و هم آمونیوم غیر یونیزه (NH_3) وجود دارد. نکته جالب توجه اینکه آمونیاک ۴۰۰ – ۳۰۰ بار سمی‌تر از آمونیوم است که احتمالاً به دلیل غیرقطبی بودن و قابلیت حل‌شدن آسان‌تر آن در چربی‌ها است (Thurston *et al.*, 1981). تعادل شیمیایی و سمیت آمونیاک از طریق پارامترهای محیطی مانند درجه حرارت، pH، قلیائیت، شوری و غلظت اکسیژن محلول تأثیر می‌پذیرد (Lemarie *et al.*, 2004). آمونیاک اضافی محیط دفع آمونیاک را ضعیف و مختل می‌کند که سبب کاهش توقف تغذیه و متعاقباً سبب کاهش در رشد خالص می‌شود (Person-Le Ruyet *et al.*, 1977). آمونیاک سیستم اسمزی و تعادل یونی در ماهی را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. زیرا NH_4^+ می‌تواند جایگزین پتاسیم در Na^+-K^+ - ATPase (NKA) شوند و در انتقال $Na^+/K^+/2Cl^-$ مشارکت نمایند (Wilkie, 1997). آمونیاک همچنین شیب الکتروشیمیایی سلول‌های عصبی را مختل می‌نماید و باعث تحریک‌پذیری بیش از حد و تنفس سریع و در نتیجه تشنج و مرگ می‌گردد (Smart, 1981). بخوبی ثابت شده است که نقش اولیه دفع در ماهیان استخوانی حذف آمونیاک از بدن می‌باشد (Boudreaux *et al.*, 2007). یعنی با انتشار آمونیاک از میان آبشش‌ها جابجایی NH_4^+ با سدیم از آب و یا تبدیل به ترکیب غیر سمی مانند اوره صورت می‌پذیرد (Randall and Tsui, 2002). افزایش آمونیاک در آب باعث کاهش انتشار این

متابولیت سمی به ماهی می‌شود و درنتیجه منجر به مرگ ماهی می‌شود. ماهی استرلیاد از خانواده تاس‌ماهیان ویژهٔ آب‌های شیرین مناطق سردسیری می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، مطالعه اثر آمونیاک بر بافت آبشش تاس‌ماهی استرلیاد و تعیین میزان مقاومت آن در مقابل دوزهای مختلف آمونیاک بود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۳۵ بچه‌ماهی استرلیاد با میانگین وزن ۲/۱ ± ۴۷ گرم و طول ۱/۴ ± ۲۵ سانتیمتر انتخاب شدند. پس از سازگاری با شرایط آزمایشگاهی به مدت یک هفته، و پس از زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول و وزن، با ترازوی دیجیتال و تخته بیومتری)، در آکواریوم‌های ۱۵۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی و آب چاه در مدت زمان ۴ روز یا ۹۶ ساعت قرار گرفتند. برای به دست‌آوردن دز مناسب ابتدا غلظت‌های ۵، ۲۰ و ۵۰ در نظر گرفته شد که تمام ماهیان به این دز واکنش مشخصی نشان ندادند. سپس، غلظت‌های ۷۰ و ۱۰۰ مورد آزمایش قرار گرفت و در نهایت غلظت‌های مورد نظر در ۴ تیمار شامل تیمار ۱ (شاهد)، تیمار دوم حاوی ۲۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک، تیمار سوم حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک و تیمار چهارم حاوی ۷۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک و هر تیمار با ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۱۵ عدد بچه‌ماهی استرلیاد بود. طی دوره پرورش تغذیه‌ای صورت نگرفت. جهت محاسبه آمونیاک وارد شده به محیط آب از فرمول زیر استفاده گردید.

$$\frac{\text{میزان لیتر آب} \times ۱۰۰۰}{۱۰.۰۰۰} \times \text{غلظت}$$
$$۲۵$$

فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی از قبیل دما، اکسیژن محلول، pH با استفاده از دستگاه ترمومتر به طور روزانه انجام شد.

نمونه‌برداری از بافت

جهت نمونه‌برداری از بافت آبشش ابتدا ماهیان را بی‌حس کرده و سپس با استفاده از ست جراحی (شامل قیچی، اسکالپل، پنس، شیشه نمونه‌برداری، محلول فیکساتیو بوئن و غیره) نمونه بافتی تهیه گردید (شکل ۱).

شکل ۱: روش نمونه‌برداری از بافت ماهیان

مطالعات بافت‌شناسی

پس از تثبیت نمونه‌ها در محلول بوئن جهت مراحل آماده‌سازی بافت، مراحل آبگیری، شفاف‌سازی، پارافینه کردن، قالب‌گیری، تهیه برش و رنگ‌آمیزی بشرح ذیل انجام پذیرفت (بهمنی و کاظمی، ۱۳۷۷):

۱) تثبیت نمونه‌ها در محلول بوئن به مدت ۴۸ ساعت (شامل ml ۱ اسیداستیک گلاسیال + ml ۱۵ اسید پیکریک + ۵ml فرمالین ۳۷ درصد تجاری).

۲) پس از شستشوی بافت تثبیت شده با آب مقطر، نمونه بافت‌ها جهت آبگیری از الکل‌های ۵۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۶ درجه و الکل ۱ - بوتانل عبور داده شدند.

۳) مرحله شفاف‌سازی بافت از طریق عبور دو مرحله نمونه‌های بافتی از کلروفرم.

۴) مرحله پارافینه کردن بافت در مخلوط کلروفرم و پارافین خالص به نسبت ۱:۱ در دمای $۳۷^{o}C$ به مدت ۱۲-۱۰ ساعت.

۵) عبور نمونه بافتها از پارافین خالص در دو مرحله به مدت یک ساعت در دمای $۵۶^{o}C$.

۶) مرحله قالب‌گیری بافت‌ها در قالب‌های پر شده توسط پارافین مذاب، سپس سرد کردن قالبها در آب معمولی جهت سفت شدن.

۷) سوار کردن روی پایه‌های چوبی برای برش.

۸) تهیه برش با استفاده از دستگاه میکروتوم (Letiz مدل ۱۵۱۲ ساخت آلمان) با ضخامت ۵ الی ۷ میکرون.

۹) قراردادن در حمام آب گرم $۳۷^{o}C$ به منظور رفع چین چروک‌ها و تهیه بافت‌های صاف.

۱۰) مونته‌کردن بافت‌ها روی لام.

۱۱) رنگ‌آمیزی اسلایدهای بافتی با روش هماتوکسیلین - ائوزین (H & E).

۱۲) نصب لامل روی لام با استفاده از چسب بالزام به منظور شفاف‌سازی بافت و نگهداری طولانی مدت.

۱۳) انجام مطالعات میکروسکوپی مورد نظر و عکسبرداری با میکروسکوپ نیکون ۶۰۰ - E متصل به رایانه.

نتایج

تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی

بر اساس نتایج تغییرات پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، میانگین دما ۲۱ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن ۸/۵ میلی‌گرم در لیتر و pH=۷/۴ طی دوره آزمایش محاسبه شد.

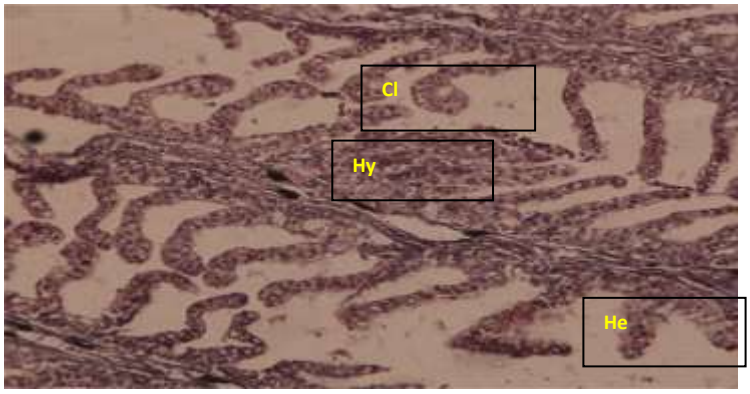
تغییرات رفتاری و تلفات ماهیان در مجاورت آمونیاک

ماهیان در واکنش به ورود آمونیاک به محیط آب با افزایش میزان آمونیاک، تحت تنش قرار گرفته و شنای سریع داشتند. اما پس از مدتی این تیمارها نسبت به شاهد ماهیان حالت آرام تر داشته و به تحرکات بیرونی واکنش کمتری نشان می‌دادند. در تیمار با دوزهای بالاتر بعد از چند ساعت ماهیان به کناره‌های مخازن رفتند. در حالی که در تیمار شاهد ماهیان در آکواریوم پخش بودند. از جمله تغییرات رفتاری ماهیان قرار گرفته در مجاورت آمونیاک این بود که سرعت تنفس به‌تدریج بیشتر شده و حالت غیر منظم پیدا کرده و حالت تشنجی به دنبال داشت. ماهی‌ها نسبت به تحریکات خارجی به شدت واکنش نشان داده و سعی می‌کردند از سطح آب بیرون بپرند. انقباضات و اسپاسم‌های عضلانی اتفاق افتاده و نهایتاً ماهی به پهلو افتاده و دهان و سرپوش‌های آبششی بدلیل اسپاسم شدید باز می‌ماندند. معمولاً ماهی‌ها یک حالت گذرا از بهبودی را دنبال آن نشان می‌دادند که مدت زیادی به طول نمی‌انجامید و به دنبال آن کسری حرکات تشنجی شدید اتفاق افتاده که نهایتاً منجر به مرگ می‌شد. پوست ماهی رنگ پریده بوده و توسط مقادیر زیادی مخاط پوشیده می‌شد. گاهی خون‌ریزی‌های روی پوست مشاهده شد. تلفات ماهیان در غلظت‌های مختلف آمونیاک متفاوت بود و با افزایش غلظت آمونیاک میزان تلفات ماهیان افزایش یافت (شکل ۲).

شکل ۲: تغییرات رفتاری و تلفات ماهیان

عوارض دیده شده در بافت آبشش تاسماهی استرلیاد در مواجهه با آمونیاک

چسبندگی رشته‌های ثانویه آبششی، چماقی شدن رأس رشته‌های ثانویه، هیپرپلازی، نکروز سلولی، تخریب لایه اپیتلیوم، پرخونی و خونریزی در غلظت‌های مختلف آمونیاک مشاهده شد که با افزایش غلظت و گذشت زمان تشدید شد (شکل ۳).



شکل ۳: چماقی شدن (Cl) خونریزی (He) و هیپرپلازی (Hy) در آبشش ۵۰ درصد (۲۰X)

بحث

مسمومیت آمونیاک یکی از شایع‌ترین علل مرگ و میر ماهیان می‌باشد. و اغلب در هنگامی اتفاق می‌افتد که مخازن پرورش به تازگی راه‌اندازی شده‌اند. بدترین فاکتور در مسمومیت آمونیاک این است که افزایش سطح آمونیاک با چشم قابل رویت نیست. گرچه آثار ثانویه آن قابلیت رویتند، ولی بسیاری اوقات به درستی تشخیص داده نمی‌شوند و یا حتی نادیده گرفته می‌شوند. چنانچه خسارتهای ناشی از مسمومیت آمونیاک ادامه یابند، بافت‌ها نیز آسیب خواهند دید. آسیب‌های داخلی به مغز، اندام‌ها و سیستم عصبی وارد می‌شود. ماهی شروع به خونریزی داخلی و خارجی می‌کند و سرانجام خواهد مرد. مسمومیت آمونیاک می‌تواند ناگهانی یا طی یک بازه زمانی چند روزه اتفاق بیفتد. به‌طور کلی در مورد علل مرگ ماهی‌ها در مسمومیت حاد با آمونیاک تاکنون ۴ دلیل ارائه شده است:

۱- بر هم خوردن تعادل اسمزی بدن ماهی در اثر آسیب‌های کلیوی و آبششی. یون آمونیوم در رقابت با سدیم جذب آن را کاهش می‌دهد. از طرفی نفوذپذیری آبشش‌ها به آب افزایش می‌یابد. آسیب‌های کلیوی نیز به دلیل ضایعات گلومرول‌ها و لوله‌های کلیوی می‌باشد.

۱- کاهش قابلیت حمل اکسیژن توسط خون

۲- کاهش ورود اکسیژن به بدن ماهی در اثر آسیب‌های آبششی

۳- اختلال در متابولیسم سلول‌های مغزی (اختلالات عصبی) این آسیب‌ها در اثر اختلال در خواص الکتروشیمیایی غشای سلول‌های عصبی و تأثیر آمونیاک بر نروترنسمیترها و فعالیت‌های بیوشیمیایی مغز است (Colt & Tchobanoglous, 1979). با توجه به این که آمونیاک در کبد ماهی تبدیل به اوره می‌شود، افزایش اوره خون در مسمومیت با آمونیاک قابل پیش‌بینی است (Colt & Tchobanoglous, 1979). غلظت آمونیاک شدیداً تحت تأثیر دما، pH و مواردی دیگر از قبیل سطوح اکسیژن محلول، شوری، گونه جانوری، سن و سایز ماهی است. علاوه بر آن تابعی از چرخه روزانه pH و CO_2 است (Chen, 1992).

در تحقیق حاضر، عوارضی از قبیل چسبندگی رشته‌های ثانویه آبششی، چماقی شدن رأس رشته‌های ثانویه، هیپرپلازی، نکروز سلولی، تخریب لایه اپیتلیوم، پرخونی و خونریزی در آبشش تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) در غلظت‌های مختلف آمونیاک مشاهده شد که با افزیش غلظت آمونیاک و گذشت زمان تشدید شد. در مطالعه‌ای که بنی‌هاشمی و همکاران (۱۳۹۲)، در خصوص اثرات هیستوپاتولوژیکی آمونیاک در آبشش، بچه تاسماهی ایرانی انجام دادند، نتایج نشان دهنده نظیر پرخونی، هیپرپلازی، چسبندگی تیغه‌های ثانویه، تورم تیغه‌های اولیه، خونریزی و نکروز سلولی در آبشش بود. بطور کلی، بیشترین صدمات مربوطه در آبشش این ماهیان مشاهده شده است. جراحات آبشش بر تبادلات گازی و تنفس تأثیر گذاشته و در حالات شدیدتر می‌تواند منجر به اتصال تیغه‌های مجاور به یکدیگر و جلوگیری از تبادلات گاز شده و در نهایت منجربه مرگ شود. نتایج نشان می‌دهد که تخریب هیستوپاتولوژیک آبشش، کبد و کلیه با افزایش غلظت آمونیاک در طی زمان ارتباط مستقیم دارد. شدت عوارض ایجاد شده بـه دلیل افزایش غلظت و تأثیر سریع آمونیاک بر روی اندامها می‌باشد. اوتماس مزمن ماهی به آمونیاک، در بافت پوششی آبشش‌ها ازدیاد سلولی صورت می‌گیرد. در آبشش ماهیانی که در معرض ۲۰۰ میکروگرم در لیتر آمونیاک مولکولی قرار گرفته بودند، تغییرات دژنراتیو در آبشش‌ها دیده شده است (Soderberg, 1985). در مسمومیت مزمن با آمونیاک (مقدار پایین‌تر از حد کشنده) معمولاً میزان رشد و درصد بقای ماهیان کاهش می‌یابد و ماهی‌ها نسبت به عوامل عفونی حساس‌تر می‌شوند. این حالات معمولاً با ضایعات آبششی، کبدی و کلیوی همراه است (Soderberg, 1985).

Jenny و همکاران (۱۹۹۲)، با مطالعه روی کپور ماهیان در غلظتهای مختلف آمونیاک عوارضی چون پرخونی و خونریزی آبششها را ملاحظه کرد. مطالعه روی اسمولت ماهی آزاد نشان داد در غلظت‌های بالای آمونیاک شنای سریع و ناموزون، تهویه کند آبششی و تشنجات عصبی رخ داده که نهایت منجر به مرگ ماهی می‌شود. آسیب به آبششها در غلظت‌های مختلف آمونیاک سبب کاهش انتقال اکسیژن به خون و بافتها می‌گردد. تشنجات عصبی شدید ماهیان در آزمایش، شاید به همین دلیل است (Smart, 1981). در مسمومیت مزمن ماهی با آمونیاک (مقدار پایین‌تر از حد کشنده (، در بافت پوششی آبشش‌ها ازدیاد سلولی (ضایعات آبششی (، کاهش میزان رشد و درصد بقای ماهیان، حساسیت به عوامل عفونی، ضایعات کبدی و کلیوی مشاهده می‌شود (Soderberg, 1985).

Cod آتلانیکی جوان تحت تأثیر میزان غلظت‌های آمونیاک بیرونی مورد استفاده در تجارب نیست. در حالی که محققین افزایش در فعالیت ATpase، Na/k را با افزایش غلظت آمونیاک گزارش کردند. نتایج نشان داده در اثر آمونیاک بر فعالیت ATpase Na/k ممکن است با کاهش غلظت یا بازدارنده‌های مختلف همراه باشد.

توانایی ماهی در حذف آمونیاک و تبدیل آن به اوره در گونه‌های مختلف یکسان نیست. این موضوع می‌تواند به عنوان یکی از علل تفاوت گونه‌ای در حساسیت به آمونیاک باشد. احتمالاً یکی از دلایل این که کپور معمولی می‌تواند مقادیر بالای آمونیاک را تحمل کند، توانایی آن در تبدیل آمونیاک به اوره می‌باشد. با توجه به این‌که اندازه‌گیری آمونیاک خون مانند دیگر گازهای خونی احتیاج به دستگاه مخصوص دارد و امکان خطا در آن زیاد می‌باشد، می‌توان با اندازه‌گیری اوره به طور غیر مستقیم مسمومیت با آمونیاک را تشخیص داد (ناجی و همکاران، ۱۳۸۸).

رویت و همکاران (۱۹۶۳)، با مطالعه روی ماهی پهن توربوت (*Scophthalmus maximus*) نشان دادند که هر چه ماهی بزرگتر باشد، مقاومت بیشتری در مقابل سمیت آمونیاک نشان می‌دهد. در شرایط پرورشی عوامل نامساعد محیط از قبیل کمبود اکسیژن محلول، افزایش درجه حرارت، وجود مواد سمی (متان و سولفید هیدروژن) می‌تواند سمیت آمونیاک را تشدید کند (بنی‌هاشمی و همکاران، ۱۳۸۸).

آمونیاک باعث استرس در ماهی می‌شود که سبب افزایش آدرنالین، نورآدرنالین و کورتیکواستروئیدها می‌شود. به همین دلیل آمونیاک می‌تواند باعث کاهش ایمنی، کاهش تولید اینترفرون و کاهش تمایل ماهی به غذا شود که خود عاملی برای مستعد شدن ماهی به بیماریهای مختلف است. وجود آمونیاک، بیماری کلومناریس را تشدید می‌کند، این حالت می‌تواند به دلیل کاهش ایمنی ماهی و ضایعات آبششی ناشی از مسمومیت با آمونیاک باشد (Jenny *et al.*, 1992).

فضلی‌فر و همکاران (۱۳۸۷)، تلفات ماهیان ناشی از افزایش آمونیاک در استخرهای ماهیان گرمابی را مورد مطالعه قرار دادند. ماهیان آموری که به سطح آب آمده و در قسمت مرکزی استخر تجمع می‌کردند، بعد از چند ساعت تلف می‌شدند. در بافت آبشش آن‌ها پرخونی، خونریزی، نکروز و هیپرپلازی و فیوز شدن لاملاها در قسمتها یی از رشته‌های آبشش دیده شد.

منابع

بنی‌هاشمی، ا.، خارا، ح.، پژند، ذ. و رهاننده، م. ۱۳۹۲. اثرات هیستوپاتولوژیکی آمونیاک در آبشش، کبد و کلیه بچه تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). پاتوبیولوژی مقایسه‌ای، دوره ۱۰، شماره ۳، صفحات ۹۹۳ - ۹۸۲.

بهمنی، م. ۱۳۷۷. بررسی فیلوژنی و سیستماتیک تاسماهیان. مجله علمی شیلات ایران. شمارهٔ ۲، سال هفتم. ص ص. ۹ – ۳۰.

فضلی‌فر، س.، امید ظهیر، ش.، شاهسونی، د. و ملکی، م. ۱۳۸۷. تلفات ماهیان ناشی از افزایش آمونیاک در استخر پرورش ماهیان گرمابی. پانزدهمین کنگره دامپزشکی ایران. ۱ ص.

ناجی، ط.، خارا، ح.، رستمی، م.، نصیری پژمان، ا. ۱۳۸۸. بررسی اثر سمیت آمونیاک بر بافت کبد ماهی کپور معمولی. علم و تکنولوژی محیط زیست، دوره یازدهم، شماره یک، ص.ص: ۱۴۸ – ۱۳۲.

Benli A.C.K., and Koksal, G. (2005). The acute toxicity of ammonia on tilapia (Oreochromis niloticus L.) larvae and fingerlings. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences; 29:339–344.

Boudreaux J., Ferrara, A.M., and Q.C. (2007). Fontenot, Acute toxicity of ammonia to spotted gar, Lepisosteus oculatus, alligator gar, Atractosteus spatula, and paddlefish, Polyodon spathula. J.W. Aqua. Soc., 38(2): 322-335.

Chen, J.C. (1992). Effects of ammonia on growth and molting of penaeus japonicaus juveniles. Aquaculture, 104:249-260.

Colt J., & Tchobanoglous G. (1979). Chronic exposure of channel catfish, Ictalurus punctatus, to ammonia: effect of growth and survival. Aquaculture.15. pp.353-372.

Eddy F.B. (2005). Ammonia in estuaries and effects on fish. J. Fish. Biol. 67: 1495-1513.

Lemarie G., Dosdat A., Coves D., Dutto G., Gasset E., and Person-Le Ruyet J. (2004). Effect of chronic ammonia exposure on growth of European seabass (Dicentrarchus labrax) juveniles. Aquacult., 229 (1-4): 479-491.

Person-Le Ruyet J., Delbard C., Chartois H., and Le Delliou H. (1997). Toxicity of ammonia to turbot juveniles: 1. Effects on survival, growth and food utilization. Aquat. Living Resour., 10: 307–314.

Randall D.J., and Tsui T.K.N. (2002). Ammonia toxicity in fish. Marine Pollut. Bull., 45: 17–23.

Smart, G. R.1978. Investigations of the toxic mechanisms of ammonia to fish gas exchange in rainbow trout (Salmo gairdneri) exposed to acutely lethal concentrations. J. Fish Biol. 12: 93-104.

Smart W.A. (1981). Investigations of the toxic mechanisms of ammonia to fish gas exchange in rainbow trout (Salmo gairdneri) exposed to acutely lethal concentrations. J. Fish Biol., 12: 93-104.

Soderberg G.R.W. (1985). Histopathology of rainbow trout, Salmo gairdneri.pp.95-99.

Thurston R.V., Philipps G.R., and Russo R.C. (1981). Increased toxicity of ammonia to rainbow trout (S. gairdneri) resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 983– 988.

Velmurugan B., Mathews T., Cengiz E. I. (2009).Histopathological effects of cypermethrin on gill, liver and kidney of Fresh Water fish Clarias gariepinus (Burchell, 1822), and Recovery after Exposure. Environmental Technology, 30 (13): 1453- 1460.

Wilkie M.P. (1997). Mechanisms of ammonia excretion across fish gills. Comp. Biochem. Physiol. A, 118:39–50.

Wright P.A., Wood C.M. (1985). An analysis of bronchial ammonia excretion in the freshwater rainbow trout: effects of environmental pH change and sodium uptake blockage. J. exp. Biol., vol.11. No.4: pp. 329-353.

القای ماده زایی (گاینوژنزیز) بین گونه‌ای در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با استفاده از اسپرم هترولوگ

محمد حسن زاده صابر

بخش ژنتیک و بیوتکنولوژی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، رشت، ایران

Email: saber.merag@gmail.com

چکیده

ماده زایی تکنیک مناسبی برای تولید جنس ماده تاسماهیان است. این مطالعه با هدف ایجاد جنس ماده در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) با استفاده از القای گاینوژنزیس صورت گرفت. اسپرم تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) با دوز ۸۵۱۴ ژول بر متر مربع با اشعه UV غیرفعال ژنتیکی شد. این اسپرم با تخمک تاسماهی سیبری ترکیب و با شوک سرمایی ۲ درجه به مدت ۳۰ دقیقه، نتاج گاینوژنیک ایجاد شد. میزان لقاح ۴۴/۵ درصد (هیبرید شاهد ۶۲٪) و میزان تفریخ ۱۹/۸ درصد (هیبرید شاهد ۴۰/۵٪) برآورد شد. وراثت پذیری صرفاً مادری در نتاج گاینوژنتیک با استفاده از مارکرهای میکروستلایت تأیید شد. نشانگرهای فنوتیپی در دورگه‌های حاصل از تاسماهی سیبری ماده و تاسماهی ایرانی نر نشان داد که دورگه‌ها حد واسط والدین خود می‌باشند. با دستیابی به بیوتکنیک تولید اسپرم با DNA غیرفعال شده تاسماهی ایرانی، امکان جلوگیری از خطر انقراض و حفاظت از سایر تاسماهیان، به وسیله القای گاینوژنزیز فراهم می‌شود.

واژگان کلیدی: تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)، تاسماهی ایرانی (*Acipenser persicus*)، گاینوژنزیس، اسپرم هترولوگ.

Interspecific gynogenesis induction in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* using heterologous sperm

Mohammad Hassanzadeh Saber

Genetics & Biotechnology Department, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
Email: saber.merag@gmail.com

Abstract

Gynogenesis is a suitable technique for producing sturgeon female sex. The aim of this study was to establish female sex in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) using induction of gynogenesis. The sperm of Persian sturgeon, *Acipenser persicus* was genetically inactivated by UV radiation at a dose of 8514 J/m^2. The sperm were combined Siberian sturgeon oocytes and in 2 ^{oC} cold shock for 30 minutes, gynogenic progeny were created. Fertilization rate was 44.5% (control hybrid 62%) and hatching rate was 19.8% (control hybrid 40.5%). Purely maternal heritability in gynogenetic progeny was confirmed using microsatellite markers. Phenotypic markers in hybrids of female Siberian sturgeon and male Persian sturgeon showed that the hybrids are intermediate between their parents. By achieving the biotechnique of sperm production with inactivated DNA of Persian sturgeon, it is possible to prevent the risk of extinction and protect other sturgeon by inducing gynogenesis.

Keywords: Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*), Persian sturgeon (*Acipenser persicus*), gynogenesis, Heterologous sperm.

مقدمه

کلیه گونه‌های ماهیان خاویاری که محل زیست طبیعی آنها در دریای خزر و حوضه آبریز اطراف آن است، در فهرست ماهیان در معرض خطر اتحادیه بین المللی حفاظت گونه‌ها و طبیعت (IUCN)[1] قرار دارند، همچنین کلیه ۲۷ گونه این ماهیان در جهان نیز در محیط طبیعی به شدت در معرض خطر می‌باشند و ۸۵ درصد آنها در خطر انقراض هستند (IUCN, 2010). ماهیان خاویاری در شرایط کنترل شده رشد سریع دارند و به نسبت محیط طبیعی سریعتر به بلوغ جنسی می‌رسند (Chebanov and Billard, 2001; Fopp-Bayat, 2018). پرورش تاسماهیان می‌تواند فشار صید از منابع طبیعی را کاهش دهد و پرورش تمام ماده تولید خاویار را افزایش داده و پاسخگوی تقاضای مصرف کننده است، به همین دلیل تولید و پرورش ماهیان ماده دارای ارزش بالاتری از تولید و پرورش نرها و یا پرورش آنها به صورت مختلط است (Mims *et al.*, 2005).

تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) یکی از گونه‌های مناسب آبزی پروری در خانواده تاسماهیان است و گونه اصلی پرورش تاسماهیان در آسیا- اروپا به عنوان گونه پرورشی جدید با سرعت رشد و عادت پذیری بالا است (Williot *et al.*, 2002). این ماهی یک گونه با ارزش در آبزی پروری است که گوشت آن تأمین کننده پروتئین انسانی بوده و خاویار آن می‌تواند سود ارزی مناسبی را برای کشور ایجاد کند.

تولید ماهیان تمام ماده یا ماهیان ماده با تعداد بالاتر نسبت به نرها می‌تواند با دستکاریهای ژنتیکی (گاینوژنزیز) امکانپذیر باشد (Lebeda *et al.*, 2014). از آنجائیکه سیستم تعیین جنسیت هتروگامتی ماده در تاسماهیان، تاکنون به عنوان الگوی رایجی معرفی شده است (Saber and Hallajian, 2014; Fopp-Bayat *et al.*, 2018). لذا گاینوژنزیز بوسیله اسپرم هترولوگ، می‌تواند گامی مؤثر در جهت تولید جنس ماده با نسبت بالاتر باشد.

گاینوژنزیز می‌تواند در ماده‌های هوموگامتی (XX) تولید ۱۰۰٪ نتاج ماده را نماید اما در یک گونه با سیستم جنسیتی هتروگامتی ماده، گاینوژنزیز به نسبت‌های متفاوتی نرهای ZZ، ماده‌های ZW و ماده‌های برتر WW را ایجاد می‌کند که بستگی به تبادل کروموزومی[2] بین عامل تعیین جنسیت و سانترومر[3] دارد. اگر تبادل کروموزومی بین عامل تعیین جنسیت و سانترومر به وقوع نپیوندد هیچ نتاج هتروزیگوتی تولید نمی شود. زمانی که عامل تعیین جنسیت به طور مستقل از سانترومر دسته بندی می شود، حدود ۶۷٪ نتاج هتروزیگوت ممکن است تولید شود و این مقدار ممکن است به بالای ۸۸ درصد با زایا بودن ماده‌های برتر WW برسد (VanEenennaam *et al.*, 1999). Pandian در سال ۲۰۱۱ اظهار کرده که نسبت جنسی در ماهیان هتروگامتی اثبات شده با گاینوژنزیز، دسته بندی مستقل عامل تعیین جنسیت از سانترومر را نشان می‌دهد یعنی به ازای هر نر، دو ماده وجود دارد.

در اکثر مطالعات گاینوژنزیز، هم اسپرم هومولوگ و هم اسپرم هترولوگ برای تکامل تخم استفاده می شود (Meng *et al.*, 2016). درصد لاروهای زایای گاینوژنتیک القا شده با اسپرم هومولوگ، بطور واضح بالاتر از اسپرم هترولوگ است ولی ممانعت از ورود اسپرمهایی که بطور ناقص غیرفعال شده‌اند سخت است و بدین ترتیب تشخیص دیپلوئید گاینوژنتیک از دیپلوئید نرمال به آسانی انجام پذیر نیست (Pan *et al.*, 2017). مارکرهای مولکولی چند شکلی نظیر AFLP و SSR می‌توانند این مشکل را با تشخیص خصوصیات ژنتیکی مادری (Dan *et al.*, 2013) حل کنند. اسپرم هترولوگ به خصوص با تعداد کروموزوم

[1] International Union for Conservation of Nature and Natural Resources
[2] Crossing over
[3] Centromer

متفاوت، نمی‌تواند تخمها را لقاح دهد تا تولید دورگه‌های بین گونه‌ای با فاصله دور نماید و می‌توان با اطمینان لاروهای باقیمانده را گاینوژنهای واقعی نامید، چون که دورگه‌ها علائم ظاهری را نشان داده و یا به طور کامل کشنده هستند. البته میزان لقاح و القای دیپلوئیدی در اسپرم هترولوگ کمتر از اسپرم هومولوگ است (Ji *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012). القای مؤثر گاینوژنزیز نیاز به غیرفعال کردن ژنوم اسپرم و توانایی باروری بالا بطور همزمان دارد. بنابراین موفقیت در گاینوژنزیز منوط به تعیین دوز مناسب UV جهت غیرفعال‌سازی ژنوم اسپرم است. غیرفعال سازی معمولاً با اشعه انجام می شود و آنالیز تحرک اسپرم برای بهینه کردن پروسه‌های گاینوژنتیک در ماهیان پیشنهاد شده است (Dietrich *et al.*, 2005). تحرک اسپرم مهمترین مقیاس در ارزیابی کیفی اسپرم است. تحرک می‌تواند وسیعترین بیومارکر استفاده شده برای کیفیت اسپرم باشد و در حالات متفاوت برای آنالیز اسپرم بکار گرفته شده است. ارتباط بین تحرک و ظرفیت لقاح توسط چندین نویسنده (Billard *et al.*, 1993; Ohta *et al.*, 1995; Linhart *et al.*, 2000) گزارش شده است. تست تحرک شامل درصد اسپرماتوزوای متحرک (Levandusky and Cloud, 1988) و مدت کلی تحرک (Duplinsky, 1982) است.

این مطالعه با هدف ایجاد جنس ماده در تاسماهی سیبری با استفاده از القای گاینوژنزیز و اسپرم هترولوگ، صورت گرفت. دستیابی به بیوتکنیک غیر فعال سازی ژنوم اسپرم تاسماهی ایرانی با حفظ تحرک آن به منظور القای ماده زایی از اهداف جنبی آن بود.

مواد و روش‌ها

به میزان ۶۰ میلی لیتر اسپرم از تاسماهی ایرانی دریافت شد. غلظت اسپرم دریافتی از تاسماهی ایرانی $۱/۵۶ \times ۱۰^{۹}$ اسپرم در میلی لیتر مکعب بود، بنابراین برای هر تیمار به میزان ۶/۷۵ میلی لیتر از مایع سمینال با ۰/۷۵ میلی لیتر از اسپرم استوک (۱۰٪) در داخل پتری دیش با قطر ۹/۸ سانتی متر و به عمق ۱ میلی متر ریخته شد. در این بررسی از لامپ UV مدل UVG-54 با طول موج کوتاه ۲۵۴ نانومتر ساخت شرکت UVP آمریکا (CA-91786-Upland) استفاد گردید. شدت تابش اشعه UV در فاصله مذکور ۴۷۳ میکروواط/ سانتی متر مربع ثبت شد (اندازه گیری شده در سازمان انرژی اتمی ایران، ۱۳۸۴). شدت مؤثر UV، بر اساس روش Hassanzadeh Saber و همکاران (۲۰۰۸) تعیین شد. سپس پتری دیش حاوی اسپرم رقیق شده در فواصل زمانی مختلف ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ ثانیه در معرض لامپ UV قرار داده شد و پس از هر مدت اشعه، یک نمونه اسپرم اشعه داده شده با یک نمونه اسپرم شاهد جهت ارزیابی میزان تحرک اسپرم به طور همزمان در زیر میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت و سپس منحنی کاهش تحرک[4] اسپرم‌های اشعه دیده در مقایسه با اسپرم‌های شاهد رسم گردید (نمودار ۱). به منظور تست باروری و میزان تفریخ تخم، اسپرم‌های اشعه دیده و بدون اشعه با ۵۰ گرم از تخمک تاسماهی سیبری (۵۴ عدد در گرم) ترکیب و میزان لقاح در مراحل جنینی و تعداد لارو تفریخ شده (بازماندگی) مورد ارزیابی قرار گرفت و با تیمار شاهد مقایسه شد.

پس از استحصال تخمک از تاسماهی سیبری، هر تیمار اسپرم با حدود ۷۰ میلی لیتر از آب سالن تکثیر ترکیب و بلافاصله به تخمک اضافه شد. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در این بررسی (در مجموع ۵ تیمار) شامل ۱- گاینوژنتیک {(اسپرم اشعه دیده تاسماهی ایرانی و لقاح با تخمک سالم تاسماهی سیبری بهمراه شوک سرمایی به منظور دیپلوئید سازی)، ۳ تیمار (G_{60}, G_{120}, G_{180})} ۲- هیبرید تریپلوئید {(اسپرم سالم تاسماهی ایرانی و لقاح با تخمک سالم تاسماهی سیبری بهمراه شوک سرمایی)، ۱ تیمار} و ۳- هیبرید دیپلوئید {(اسپرم سالم تاسماهی ایرانی و تخمک سالم تاسماهی سیبری)،

[4] motility

۱ تیمار} می‌باشد (جدول ۱). بمنظور احتباس جسم دوم قطبی از شوک سرمایی ۲ درجه سانتیگراد بمدت ۳۰ دقیقه استفاده شد. سپس تخمها بعد از شستشو (کهنه‌شهری و آذری تاکامی، ۱۳۵۳) به انکوباتورهای ویس به منظور گذراندن مراحل جنینی انتقال یافتند.

جدول ۱- الگوی آزمایش القای گاینوژنزیز می‌وزی در تاسماهی سیبری

الگو	تیمار تخمک	تیمار اسپرم/گونه
شاهد دیپلوئید	بدون شوک	بدون اشعه/ سیبری
هیبرید	بدون شوک	بدون اشعه/ ایرانی
هاپلوئید	بدون شوک	اشعه UV/ ایرانی
تریپلوئید	شوک سرما (۲ درجه سانتیگراد- بمدت ۳۰ دقیقه)	بدون اشعه/ ایرانی
گاینوژنتیک دیپلوئید	شوک سرما (۲ درجه سانتیگراد- بمدت ۳۰ دقیقه)	اشعه UV/ ایرانی

در این تحقیق استخراج DNA در هر تیمار حداقل به میزان ۳۰ عدد لارو و بچه ماهی به روش Hillis و Moritz در سال ۱۹۹۰ که برای ماهیان خاویاری با کمی تغییر توسط Pourkazemi (۱۹۹۶) صورت پذیرفت. برای تأیید گاینوژنزیز در تا سماهی سیبری، از نشانگرهای مولکولی میکرو ستلایت (۶ جفت) طراحی شده برای تا سماهی دریاچه‌ای (May *et al.*, 1997; Welsh *et al.*, 2003) استفاده شد (جدول ۲).

جدول ۲-جایگاه ژنی، شماره دستیابی در بانک ژن، موتیف تکراری، توالی آغازگرهای مورد استفاده و اندازه توالی در اثبات نتاج گاینوژن

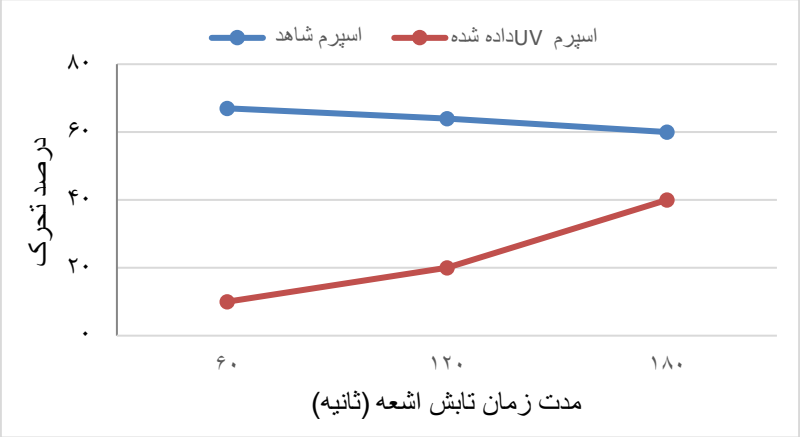
	Locus	GeneBank Accession No.	Repeat motif	Primer sequence(5`-3`)	Sequenced clone size (bp)
1	*AfuG-9*	AF529447	(GATA)14(GA)2GATA(GA)2(GATA)6	F: CATAATGTAAAGCAAAAGT R: ACCTGAAATGTATGTTATG	152
2	*AfuG-63*	AF529475	(AAAC)8	F: TCCTGGCTAGCGAACGAA R: CTTTTAAATGGGGGACAGACTAT	139
3	*Afu-68*	U72739	(GATA)13	F: TTATTGGATGGTGTACCTAAAC R: AGCCCAACACGACAATATC	140
4	*AfuG-122*	AF529503	(GATA)13	F: AACACGACAACAAACTTATTCA R: TGTGTTTCTATGTCTGTCTGTCTA	175
5	*AfuG-195*	AF529548	(AAAC)7	F: ATTCCTCCAGCCGTATTATTA R: AAGCAGTTAGTTTATGTGGTTGTG	165
6	*AfuG-112*	AF529499	(GATA)12GACA(GATA)6	F: TATTGTTCCTTTATGGTTATG R: TATTTCACTGTCTGTTGTATGTA	260

جهت بررسی میزان تحرک و قابلیت باروری اسپرم اشعه داده شده در تیمارهای متفاوت و مقایسه آن با گروه شاهد، همچنین مقایسه لقاح، تفریخ و بازماندگی در تیمارهای مختلف گاینوژن و مقایسه آن با شاهد و ثبت آنها به صورت میانگین و انحراف معیار در سطح معنی داری ۵ درصد ($P< 0.05$) استفاده شد. به منظور بررسی توزیع نرمال داده‌ها در گروه‌ها و تکرارها جهت

تشکیل تیمارها از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. در صورت نرمال بودن داده‌ها به منظور مقایسه آماری بین گروه‌ها در تیمارها از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه[5] و پس از بررسی همگنی داده‌ها در گروه‌ها با آزمون Test of Homogeneity of Variances جهت مقایسه گروه‌ها با یکدیگر از آزمون دانکن[6] استفاده شد. کلیه آنالیزهای آماری با استفاده از نرم افزار SPSS ویرایش ۲۶ و جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel۲۰۱۰ استفاده شد.

نتایج

اسپرم تازه در مولد تاسماهی ایرانی دارای تحرک ۶۷ درصد در جهت رو به جلو، مدت تحرک ۳۱۸ ثانیه و با تراکم $۱/۵۶ \times ۱۰^{۹}$ اسپرم در میلی لیتر مکعب ارزیابی شد (شکل ۱، جدول ۳). در تیمارهای متفاوت ا سپرم UV داده شده، در زمان‌های ۶۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ ثانیه در مولد تاسماهی ایرانی نر اول به ترتیب ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد که در همه تیمارها جهت حرکت رو به جلو بود.



شکل ۱- مقایسه تیمارهای اسپرم UV داده شده با شاهد بر اساس درصد تحرک در زمانهای مشخص

جدول ۳- پارامترهای مورد بررسی در اسپرم شاهد مولد تاسماهی ایرانی

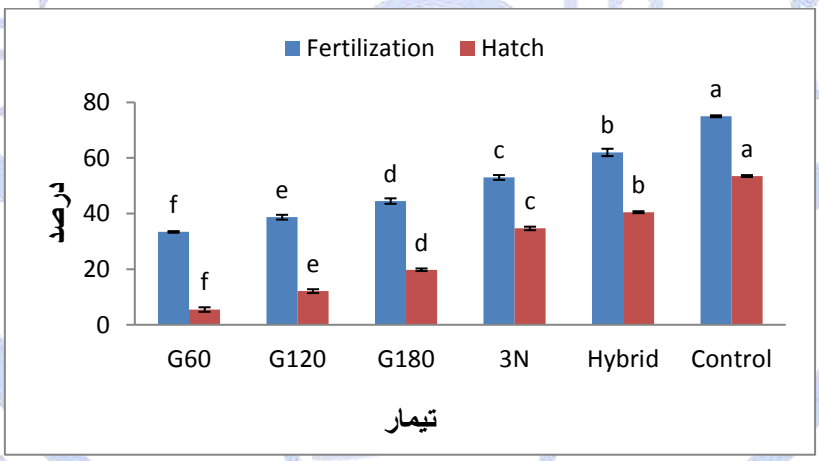
ردیف	پارامترهای مورد بررسی	اسپرم تازه تاسماهی ایرانی
۱	درصد تحرک	۶۷
۲	زمان تحرک (ثانیه)	۳۱۸
۳	pH	۸/۰۳
۴	اسمولالیته	۱۵۲
۵	حجم (میلی لیتر)	۱۲۰
۶	تراکم (میلی لیتر)	$۱/۵۶ \times ۱۰^{۹}$
۷	اسپرماتوکریت (درصد)	۱۳/۳۳

[5] Oneway Anova
[6] Duncan

بر اساس منحنی شبه هرتویگ در نمودار ۱، با شروع تابش اشعه به مدت ۶۰ ثانیه، میزان تحرک کاهش و سپس در مدت ۱۲۰ ثانیه تابش اشعه، درصد تحرک افزایش یافت و در مدت ۱۸۰ ثانیه، میزان افزایش تحرک اسپرم، کاملاً محسوس بود. بنابراین بهترین زمان در معرض قرارگیری اسپرم تحت اشعه UV، در زمان ۱۸۰ ثانیه ارزیابی شد زیرا که دارای درصد تحرک مناسبی نسبت به اسپرم شاهد بوده و حرکت روبه جلو داشت.

میانگین درصد لقاح در تیمار هیبرید شاهد ۱/۳۲ ± ۶۲ درصد بود که این میزان در تیمارهای G_{60}، G_{120} و G_{180} به ترتیب ۰/۲۸ ± ۳۳/۴، ۰/۸۶ ± ۳۸/۷ و ۰/۹۸ ± ۴۴/۵ درصد تعیین شد. تمامی تیمارها با یکدیگر و با هیبرید شاهد دارای تفاوت معنی داری بودند ($P<0.05$). میانگین درصد لقاح در تیمار تریپلوئید ۰/۸۶ ± ۵۳ بود که با تیمار هیبرید شاهد اختلاف معنی داری داشت ($p<0.05$) (شکل ۲).

میانگین درصد خروج لارو در گروه هیبرید شاهد ۰/۳۴ ± ۴۰/۵ درصد بود که این میزان در تیمارهای G_{60}، G_{120} و G_{180} به ترتیب ۰/۸ ± ۵/۴۸، ۰/۷ ± ۱۲/۱ و ۰/۴۶ ± ۱۹/۸ درصد تعیین شد. تمامی تیمارها با یکدیگر و با گروه شاهد دارای اختلاف معنی دار بودند ($p<0.05$). میانگین درصد خروج لارو در تیمار تریپلوئید ۰/۶۳±۳۴/۶۶ بود که با تیمار هیبرید شاهد اختلاف معنی داری داشت ($p<0.05$). شکل ۲ بیانگر درصد لقاح و تفریخ تخم در تاسماهی سیبری در تیمارهای متفاوت است.



شکل ۲- مقایسه میزان لقاح و تفریخ تخم در گروه شاهد و تیمارهای گاینوژنتیک، 3N (تریپلوئید) و دورگه در تاسماهی سیبری.

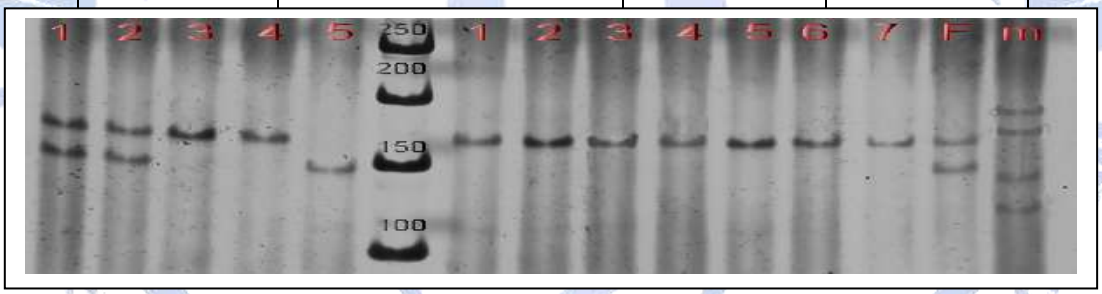
موفقیت شوک سرمایی ۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه در تیمار تریپلوئید نشان دهنده تأثیر مثبت رعایت الگوی القای شوک سرمایی بر فرآیند دیپلوئید سازی است. همچنین گروه دورگه، تیماری بود که به عنوان شاهد تلاقی بین گونه‌ای در تاسماهی سیبری ماده و تاسماهی ایرانی نر (هترولوگ) در نظر گرفته شد که میزان موفقیت لقاح را در آمیزش این دو گونه نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج حاصله مشخص شد که با تلفیق چندین روش در سنجش اسپرم در معرض اشعه UV قرار گرفته شامل درصد تحرک اسپرم، آزمایش توانایی لقاح و تفریخ، بهترین مدت زمان در معرض قرار گیری اسپرم تحت اشعه UV، ۱۸۰ ثانیه با شدت ۴۷۳ میکروووات/سانتی متر مربع یا دوز ۸۵۱۴ ژول بر متر مربع است.

نتایج حاصله از آنالیز نشانگرهای میکروستلایت نشان داد که الل های حاصله در فرزندان صرفاً از مولد مادری هستند و در تمامی نتاج گاینوژنتیک هیچگونه مشارکت ژنتیکی از ژنوم پدری وجود ندارد (شکل ۴). همچنین جدول ۴ الگوی اللی مشاهده شده در نشانگرهای مورد استفاده را نشان می‌دهد.

جدول ۴- ژنوتیپ های مشاهده شده از نشانگرهای میکروستلایت: Afug-195, Afug-122, Afug-112, Afug-63, Afug-9, Afu-68 در نتاج گاینوژنتیک تاسماهی سیبری.

الل های مشاهده شده **(bp)**			
نشانگر/ نمونه	سیبری ماده	ایرانی نر	گاینوژنتیک
Afu-68	۱۴۰/۱۴۰		۱۴۰/۱۴۰
		۱۶۵/۱۶۰/۱۲۵/۱۲۰	
Afug-9	۱۶۵/۱۴۵		۱۶۵/۱۴۵
		۱۹۰/۱۷۵/۱۴۰/۱۲۵	۱۴۵/۱۴۵
			۱۶۵/۱۶۵
Afug-63	۱۸۵/۱۷۰		۱۸۵/۱۷۰
		۱۵۰/۱۴۰/۱۱۵/۱۰۲	۱۷۰/۱۷۰
			۱۸۵/۱۸۵
Afug-112	۲۶۵/۲۲۵		۲۶۵/۲۲۵
		۲۸۵/۲۴۰/۲۰۰/۱۹۰	۲۲۵/۲۲۵
			۲۶۵/۲۶۵
Afug-122	۸۷۵/۶۳۰		۸۷۵/۶۳۰
		۵۸۵/۴۸۵	۶۳۰/۶۳۰



شکل ۴- الگوی باندی در نتاج گاینوژنتیک و f مولد مادری (سیبری) و مقایسه آن با m مولد پدری (تاسماهی ایرانی) با استفاده از نشانگر میکروستلایت Afug-9

بحث

به منظور القای گاینوژنزیز می‌توان از اسپرم غیرفعال ژنتیکی هومولوگ و یا هترولوگ استفاده کرد ولی در تاسماهیان که در نقطه بحرانی انقراض قرار دارند، استفاده از اسپرم هترولوگ غیرفعال شده به دلیل کمبود اسپرم هومولوگ توصیه می‌شود. هم چنان که Meng و همکاران (۲۰۱۶) توصیه کردند که در صورت پایین بودن کمیت و کیفیت اسپرم هومولوگ، می‌توان از اسپرم غیرفعال ژنتیکی هترولوگ استفاده کرد. در صورتی که از اسپرم هترولوگ غیر فعال شده ژنتیکی برای القای گاینوژنزیز استفاده شود، بروز صفات ظاهری در نتاج این اجازه را می‌دهد که فرزندان گاینوژنتیک از غیرگاینوژنتیک یا دورگه‌ها قابل تشخیص باشند (Cabrita *et al*., 2008; Lebeda *et al*., 2018).

در بر رسی حا ضر، همانند اکثر مطالعات القای گاینوژنزیز در تا سماهیان، از ا سپرم با غلظت ۱۰ در صد برای جذب بهینه UV استفاده شده (VanEenennaam *et al*., 1996; Fopp-Bayat *et al*., 2007; Hassanzadeh Saber *et al*., 2008; Saber *et al*., 2014). اگرچه در ا سپرم تا سماهیان، عامل غلظت کمتر مورد توجه قرار گرفته بود ولی Lebeda و

همکاران (۲۰۱۴) تو صیه اکید کرده‌اند که به منظور جذب بهینه UV تو سط ا سپرم، از شدت‌ها و رقت‌های مختص هر گونه استفاده گردد. یکی از پارامترهای مهم در اسپرم قبل از تابش اشعه، تراکم بهینه و بعد از تابش اشعه، حرکت مستقیم آن است. اگر تراکم اسپرم یا غلظت آن بیشتر از مقدار بهینه باشد، ممکن است که اشعه UV نتواند به اسپرمهای قرار گرفته در لایه‌های پایینی نفوذ نماید که در این هنگام اسپرم اشعه دیده حتی در بالاترین شدت اشعه حاوی اسپرماتوزوا در لایه‌های پایین است که دارای جذب پایینی از UV است (Lebeda *et al.*, 2014). اگر تراکم اسپرم یا غلظت آن کمتر از مقدار بهینه باشد، افزایش چشمگیری در شکستگی DNA اسپرم ایجاد می‌شود که بالطبع منجر به کاهش چشمگیر تحرک اسپرم شده و ممکن نیست که چنین اسپرمی مناسب برای گاینوژنزیز باشد (Dietrich *et al.*, 2005).

اگر کیفیت اولیه اسپرم تازه تاسماهی ایرانی مورد استفاده در این مطالعه را در حد متوسط در نظر بگیریم، مقایسه میزان تحرک ا سپرم در هر دو گروه شاهد و ا شعه داده شده، سیر نزولی دا شت که این کاهش تحرک در ا سپرم ا شعه داده شده به مراتب بیشتر از اسپرم شاهد بود. به نظر می‌رسد که کیفیت اسپرم بر حسب نوع گونه و شرایط فیزیولوژیک، به شدت تابعی از زمان باشد و هرچه اسپرم به مدت طولانی‌تری در خارج بدن ماهی نگهداری شود، دچار افت تدریجی کیفیت و به دنبال آن کاهش تحرک می‌شود. از طرفی کیفیت و میزان تحرک اسپرم دریافتی از جنس نر نیز مهم است. اما علت اصلی کاهش تحرک در ا سپرم UV داده شده، تأثیر ا شعه بر روی کل حجم ا سپرماتوزوا ا ست که نه تنها DNA ا سپرم را تخریب می‌کند بلکه سیستم تحرک و یا آکروزوم را به خوبی از بین می‌برد (Lebeda *et al.*, 2014).

در مطالعه کنونی، از شدت بالای اشعه UV استفاده شد زیرا استفاده از شدت بالاتر اشعه به مدت کوتاه‌تر، مفیدتر از اشعه با شدت کمتر و با مدت طولانی‌تر است، زیرا اثرات منفی تأثیر دمایی نور که فعالیت مجدد در نور نامیده می‌شود، کمتر رخ می‌دهد. به عبارتی، فعالیت آنزیم‌های شبیه فتولیاز می‌توانند آسیب‌های ایجاد شده ناشی از نور UV در DNA را از بین ببرند (Ijiri and Egami, 1980; Sinha and Hader, 2002). مکانیزم طبیعی فعالیت مجدد در نور می‌تواند به طور معنی داری مقدار آسیب به DNA را کاهش دهد که در این صورت موجب جهش زایی (موتاژنزیس) خواهد شد تا گاینوژنزیز، به خ صوص اگر ا سپرم به مدت طولانی بعد از تیمار شدن، در نور قرار گیرد (Moan and Peak, 1989). بنابراین ب سیاری از محققین هم ا سپرم در معرض UV قرار داده شده قبل از فعالیت و هم تخم فعال شده (تا مرحله اولین تقسیم سلولی) را در تاریکی نگه دا شته‌اند (Ijiri and Egami, 1980; Recoubratsky *et al.*, 2003; Hassanzadeh Saber *et al.*, 2008)، هم چنان که در مطالعه حاضر نیز تمامی موارد در تاریکی انجام شد.

در این برر سی، افزایش میزان تحرک در مدت زمان ۱۸۰ ثانیه در معرض قرارگیری ا سپرم در ا شعه ن سبت به سایر مدت‌های تابش اشعه، سبب شد که این مدت زمان به عنوان بهترین زمان تابش اشعه مدنظر قرار گیرد.

افزایش میزان تفریخ لارو در تیمار گاینوژن دیپلوئید (G_{180}) ثابت کرد که شوک فیزیکی سرما در احتباس جسم دوم قطبی در این گونه تأثیر مثبت دارد، به طوری که در تیمار تریپلوئید، میزان لقاح و میزان خروج لارو نیز بالا بود که با آزمایشات Hassanzadeh Saber و همکاران (۲۰۰۸) و Saber و همکاران (۲۰۱۴) تشابه دارد.

گاینوژنزیز و به طور کلی دستکاری های کروموزومی در تاسماهیان دارای محدودیت‌هایی است. تعداد کم مولدین تاسماهیان و بلوغ جنسی دیر هنگام و از همه مهمتر بازماندگی کم تاسماهیان ایجاد شده از طریق دستکاری های کروموزومی محدودیت‌های مورد اشاره می باشند (Fopp-Bayat *et al.*, 2017). از طرفی، القای گاینوژنزیز میزان مرگ و میر را افزایش می‌دهد زیرا این مرگ و میر مرتبط با شدت هموزیگوسیتی و هم القای شوک در طی مراحل اولیه تکاملی است (Felip *et al.*, 1999; Fopp-Bayat and Ocalewicz, 2015). Grunina و همکاران (۲۰۱۱) علت پایین بودن

بازماندگی نتاج گاینوژنتیک را افزایش هوموزیگوسیتی آن‌ها و اثر مخرب تاثیرات احتباس جسم دوم قطبی در هنگام تقسیم دوم میوز دانستند. انتخاب اسپرم مناسب بمنظور القای گاینوژنزیز می‌تواند ضریب فعالیت را اصلاح نماید. میزان لقاح بالاتر نیز زمانی که اسپرماتوزوا از یک گونه مرتبط باشد مشاهده شده است (Yuandong *et al*., 2006, 2007) یکی از دلایل افزایش بازماندگی در این بررسی شاید به علت استفاده از اسپرم غیرهمسان گونه مرتبط باشد.

استفاده از نشانگرهای میکروستلایت به عنوان مناسب‌ترین شیوه برای تأیید نتاج گاینوژنتیک و نحوه وراثت پذیری ژنوم والدین و فرزندان (Fopp-Bayat, 2008) به دلیل فراوانی آنها، هم بارز بودن، انتقال پذیری مناسب و چندشکلی بالای آنها در جانوران است (Ma *et al*., 2018). نشانگرهای میکرو ستلایت در اثبات گاینوژنزیز در بعضی از گونه‌های تاسماهیان نظیر تاسماهی کوتاه پوزه (Flynn *et al*., 2006)، پارو پوزه آمریکایی (Zou *et al*., 2011)، تاسماهی پاروپوزه (Mims *et al*., 1997)، تاسماهی سیبری با استفاده از اسپرم فیل ماهی (Grunina *et al*., 2011)، تاسماهی شیپ (Saber *et al*., 2014) و تاسماهی استرلیاد (حسن زاده صابر و همکاران، ۱۳۹۸) موفقیت آمیز بود. در مطالعه کنونی از شش نشانگر میکرو ستلایت استفاده شد که همگی وراثت مادری را در نتاج گاینوژنتیک نشان دادند. در این مطالعه بر اساس نشانگرهای میکروستلایت مورد استفاده، فرزندان گاینوژنتیک، وراثت اللی مادری را نشان داده و در هیچ کدام از آنها وراثت پدری به چشم نمی‌خورد که نشان دهنده تأثیر مناسب اشعه UV بر اسپرم و غیر فعال شدن ژنتیکی آن و دیپلوئید سازی تخمهای هاپلوئید با استفاده از شوک سرمایی است هم چنان که Fopp-Bayat و Ocalewicz (۲۰۱۵) به این موضوع اشاره کرده‌اند.

نتیجه گیری

بهترین شرایط برای تخریب DNA اسپرم تاسماهی ایرانی با اشعه UV در مدت ۱۸۰ ثانیه و با شدت $۴۷۳\mu W/cm^2$ یا دوز ۸۵۱۴ ژول بر متر مربع بر اساس آنالیز در صد تحرک اسپرم، در صد لقاح و میزان خروج لارو است. جهت القای گاینوژنزیز در تخمهای هاپلوئید تاسماهی سیبری، شوک سرمایی ۲ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه، مناسب است، در نتیجه القای گاینوژنزیز تواست در دیپلوئید سازی نتاج با وراثت مادری مؤثر باشد همچنان که نشانگرهای مولکولی آن را اثبات کردند. با دستیابی به بیوتکنیک اسپرم غیرفعال شده ژنتیکی، این تحقیق می‌تواند اسپرم هترولوگ (نامتجانس) تاسماهی ایرانی را به منظور القای گاینوژنزیز و تولید جنس ماده در توسعه آبزی پروری تاسماهیان معرفی کند، بنابراین فرضیه مورد نظر نیز ثابت شد.

منابع

حسن زاده صابر، م.، ذوالقرنین، ح.، سالاری علی آبادی، م. ع.، یزدانی ساداتی، م. ع. و یارمحمدی، م. ۱۳۹۸. ایجاد جنس نر تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) با به کارگیری اسپرم هترولوگ غیرفعال در القای گاینوژنز. فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۷ (۴): ۱۰۵-۱۳۵.

کهنه شهری، م. و آذری تاکامی، ق. ۱۳۵۳. تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران. ۲۸۱ صفحه.

Billard R., Cosson J., and Crim L.W. (1993). Motility of fresh and aged halibut sperm. Aquatic Living Resources, 6(1): 67-75.

Cabrita E., Robles V., and Herráez P. (2008). Methods in reproductive aquaculture: marine and freshwater species. CRC Press.

Chebanov M., and Billard R., (2001). The culture of sturgeons in Russia: production of juveniles for stocking and meat for human consumption. Aquatic Living Resources, 14(6): 375-381.

Chen S.L., Ji X.S., Shao C.W., Li W.L., Yang J.F., Liang Z., Liao X.L., Xu G.B., Xu Y., and Song W.T. (2012). Induction of mitogynogenetic diploids and identification of WW super-female using sex-specific SSR markers in half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis*). Marine Biotechnology, 14(1): 120-128.

Dan C., Mei J., Wang D., and Gui J.F. (2013). Genetic differentiation and efficient sex-specific marker development of a pair of Y-and X-linked markers in yellow catfish. International journal of biological sciences, 9(10): 1043.

Dietrich G.J., Szpyrka A., Wojtczak M., Dobosz S., Goryczko K., and Ciereszko A. (2005). Effects of UV irradiation and hydrogen peroxide on DNA fragmentation, motility and fertilizing ability of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) spermatozoa. Theriogenology, 64(8): 1809-1822.

Felip A., Piferrer F., Carrillo M., and Zanuy S. (1999). The relationship between the effects of UV light and thermal shock on gametes and the viability of early developmental stages in a marine teleost fish, the sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). Heredity, 83(4): 387-397.

Flynn S.R. Matsuoka M. Reith M. Martin-Robichaud D.J. and Benfey T.J. (2006). Gynogenesis and sex determination in shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum* Lesuere. Aquaculture, 253(1-4): 721-727.

Fopp-Bayat D. (2018). Genome Manipulation and Sex Control in the Siberian Sturgeon: An Updated Synthesis with Regard to Objectives, Constraints and Findings. In *The Siberian Sturgeon (Acipenser baerii, Brandt, 1869) Volume 2-Farming* (327-336). Springer, Cham.

Fopp-Bayat D. Hliwa P., and Ocalewicz K. (2018). Presence of gynogenetic males suggests a female heterogamety in sterlet *Acipenser ruthenus* L. Animal reproduction science, 189: 110-118.

Fopp-Bayat D. Kolman R., and Woznicki P. (2007). Induction of meiotic gynogenesis in sterlet (*Acipenser ruthenus*) using UV-irradiated bester sperm. Aquaculture, 264(1-4): 54-58.

Fopp-Bayat D. Ocalewicz K. Kucinski M. Jankun M. and Laczynska B. (2017). Disturbances in the ploidy level in the gynogenetic sterlet *Acipenser ruthenus*. Journal of applied genetics, 58(3): 373-380.

Fopp-Bayat D., and Ocalewicz K. (2015). Activation of the Albino Sterlet *Acipenser ruthenus* Eggs by UV-Irradiated Bester Hybrid Spermatozoa to Provide Gynogenetic Progeny. Reproduction in domestic animals, 50(4): 554-559.

Fopp-Bayat D. (2008). Inheritance of microsatellite loci in polyploid Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt) based on uniparental haploids. Aquaculture research, 39(16): 1787-1792.

Grunina A.S., Skoblina M.N., Recoubratsky A.V., Kovalev K.V., Barmintseva A.E., and Goncharov B.F. (2011). Obtaining gynogenetic progeny of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) using eggs matured and ovulated in vitro. Journal of Applied Ichthyology, 27(2): 701-705.

Hassanzadeh Saber M. Noveiri S.B., Pourkazemi M., and Yarmohammadi M. (2008). Induction of gynogenesis in stellate sturgeon (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771) and its verification using microsatellite markers. Aquaculture research, 39(14): 1483-1487.

Hillis D.M. and Moritz C. (1990). Molecular taxonomy. Sinauer Associates, Inc. Publishers. Massachusetts. 588p.

Ijiri K.I., and Egami N. (1980). Hertwig effect caused by UV-irradiation of sperm of *Oryzias latipes* (teleost) and its photoreactivation. Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, 69(2): 241-248.

IUCN (2010). Red list of threatened species. International Union for Conservation of Nature (Available at: www. iucnredlist. org/mammals, 2008).

Ji X.S., Tian Y.S., Yang J.F., Wu P.F., Jiang Y.L., and Chen S.L. (2010). Artificial gynogenesis in *Cynoglossus semilaevis* with homologous sperm and its verification using microsatellite markers. Aquaculture research, 41(6): 913-920.

Lebeda I. Rodina M. and Flajshans M. (2014). Optimization of sperm irradiation protocol for induced gynogenesis in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. Aquaculture international, 22(2): 485-495.

Lebeda I., Gazo I. and Flajshans M. (2014). Chemical induction of haploid gynogenesis in sterlet *Acipenser ruthenus*. Czech Journal of Animal Science, 59: 310-318.

Lebeda I., Steinbach C., and Flajšhans M. (2018). Flow cytometry for assessing the efficacy of interspecific gynogenesis induction in sturgeon. Journal of fish biology, 92(6): 1819-1831.

Linhart O., Mims S.D. Gomelsky B., Hiott A.E., Shelton W.L., Cosson J., Rodina M., and Gela D. (2000). Spermiation of paddlefish (*Polyodon spathula*, Acipenseriformes) stimulated with injection of LHRH analogue and carp pituitary powder. Aquatic Living Resources, 13(6): 455-460.

Ma H.Y., Chen S.L., Ji X.S. (2018). Sex-Specific Markers, Gynogenesis, and Sex Control in Spotted Halibut. Sex Control in Aquaculture, 631-643.

May B. Krueger C.C. and Kincaid H.L. (1997). Genetic variation at microsatellite loci in sturgeon: primer sequence homology in Acipenser and Scaphirhynchus. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54(7): 1542-1547.

Meng Z., Liu X., Liu B., Hu P., Jia Y., Yang Z., Zhang H., Liu X., and Lei J. (2016). Induction of mitotic gynogenesis in turbot *Scophthalmus maximus*. Aquaculture, 451: 429-435.

Mims S.D. Shelton W.L. Linhart O. and Wang C. (1997). Induced meiotic gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula*. Journal of the World Aquaculture Society, 28(4): 334-343.

Mims S.D., Shelton W.L., Linhart O., Wang C., Gomelsky B., and Onders R.J. (2005). Application of a Temperature-Dependent Mitotic Interval (τo) for Induction of Diploid Meiotic Gynogenetic Paddlefish. North American Journal of Aquaculture, 67(4): 340-343.

Moan J., and Peak M.J. (1989). Effects of UV radiation on cells. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 4(1): 21-34.

Ohta H., Shimma H., and Hirose K. (1995). Relationship between fertility and motility of cryopreserved spermatozoa of the amago salmon *Oncorhynchus masou* ishikawae. Fisheries science, 61(5): 886-887.

Pan Z.J., Zhu C.K., Wang H., Chang G.L., Ding H.Y., Qiang X.G., Yu X.S. (2017). Induction of meiotic gynogenesis in bagrid catfish (*Pseudobagrus ussuriensis*) with homologous sperm and its confirmation for female homogamety. Aquaculture research, 48(11): 5659-5665.

Pandian T.J. (2011). Sex determination in fish. CRC Press.

Pourkazemi M. (1996). Molecular and biochemical genetic analysis of sturgeon stocks from the South Caspian Sea (Doctoral dissertation, University of Wales Swansea).

Recoubratsky A.V., Grunina A.S., Barmintsev V.A. Golovanova T.S. Chudinov O.S. Abramova A.B. Panchenko N.S. and Kupchenko S.A. (2003). Meiotic gynogenesis in the stellate and Russian sturgeons and sterlet. Russian Journal of Developmental Biology, 34(2): 92-101.

Saber M.H., Noveiri S.B., Pourkazemi M., Yazdani M., Ghoroghi A., Bahmani M., Pourdehghani M., Chakmehdouz F., Yarmohammadi M., and Nowruzfashkhami M. (2014). Induction of meiotic gynogenesis in ship sturgeon *Acipenser nudiventris* using UV-irradiated heterologous sperm. Journal of applied genetics, 55(2): 223-229.

Sinha R.P., and Häder D.P. (2002). UV-induced DNA damage and repair: a review. Photochemical & Photobiological Sciences, 1(4): 225-236.

VanEenennaam A.L., Van Eenennaam J.P., Medrano J.F., and Doroshov S.I. (1999). Brief communication. Evidence of female heterogametic genetic sex determination in white sturgeon. Journal of Heredity, 90(1): 231-233.

VanEenennaam A.L., Van Eenennaam J.P., Medrano J.F., and Doroshov S.I. (1996). Rapid verification of meiotic gynogenesis and polyploidy in white sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson). Aquaculture, 147(3-4): 177-189.

Welsh A.B., Blumberg M., and May B. (2003). Identification of microsatellite loci in lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, and their variability in green sturgeon, *A. medirostris*. Molecular Ecology Notes, 3(1): 47-55.

Williot P., Arlati G., Chebanov M., Gulyas T., Kasimov R., Kirschbaum F., Patriche N., Pavlovskaya L.P., Poliakova L., Pourkazemi M., and Kim Y. (2002). Status and management of Eurasian sturgeon: an overview. International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology, 87(5-6): 483-506.

Yuan-Dong S.U.N., ZHANG C., Shao-Jun L.I.U., Min T.A.O., Chen Z.E.N.G., and Yun L.I.U., (2006). Induction of gynogenesis in Japanese crucian carp (*Carassius cuvieri*). Acta Genetica Sinica, 33(5): 405-412.

Yuandong S., Min T., Shaojun L., Chun Z., Wei D., Jiamin S., Jing W., Chen Z., Yu L., and Yun L. (2007). Induction of gynogenesis in red crucian carp using spermatozoa of blunt snout bream. Progress in natural science, 17(2): 163-167.

Zou Y.C., Wei Q.W., and Pan G.B. (2011). Induction of meiotic gynogenesis in paddlefish (*Polyodon spathula*) and its confirmation using microsatellite markers. Journal of Applied Ichthyology, 27(2): 496-500.

مبارزه با جرم دولتی در گستره ماهیان ایران؛ مطالعه موردی طرح بایوجیمی در تالاب بین‌المللی بندر انزلی

جلال‌الدین حسانی

گروه حقوق، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

Email: hassanijalal@gmail.com

چکیده

جرم دولتی یکی از رهاوردهای جرم‌شناسی بریتانیا و به مفهوم کژکارکردهای دولت در راه انجام رسالت‌های بنیادین خود است. این پژوهش که با روش توصیفی-تحلیلی نگاشته شده، درصدد است بدین پرسش پاسخ دهد که مبارزه با جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران باید چگونه انجام شود. با وجود اهمیت فراوان ماهیان از چشم‌اندازهای غذایی، اقتصادی، فرهنگی، تاریخی و... گستره آن همواره آماج بزه‌های گوناگونی است. بنابراین نظام عدالت کیفری ایران باید در پرتو بهره‌گیری از آموزه‌های نوین ماهی‌شناسی به پیاده‌سازی راهبردهایی مناسب برای مهار آن بپردازد. ارزش‌گذاری کیفری نامناسب، چالش‌های اجرایی و بی‌توجهی به پیشرفت‌های علمی ماهی‌شناسی شماری از جلوه‌های جرم دولتی علیه ماهیان است. این جرائم از یک سو بر زیست ماهیان و از سوی دیگر بر زیست شهروندان ایران و جامعه جهانی اثرگذار است. از همین‌رو مبارزه با آن باید استوارانه در دستور کار نظام عدالت کیفری ایران جای گیرد. برخی از راهبردهای مهار جرم دولتی در حوزه ماهیان عبارت از نوسازی سیاست جنایی تقنینی درباره آن، کنشگری مناسب سازه‌های نظام عدالت کیفری در برابر جرائم حوزه ماهیان، استفاده از ظرفیت‌های موجود در راهبردهای انحرافی کیفری و نهادینگی رهیافت پیشگیری از جرم است. کنشگری در برابر جرم دولتی در قلمرو ماهیان برآیندهای مهمی را همانند نمایش اهمیت مهار جرم دولتی و شکوفاسازی حوزه‌های گوناگون هم‌پیوند با ماهیان به همراه دارد. این پژوهش دریافته است که نظام عدالت کیفری ایران می‌تواند با مهار جرم دولتی در گستره ماهیان توانمندی‌های گوناگون حمایتی خود را در پیوند با بسیاری از ارزش‌های جهان‌گستر زیست‌محیطی به جهانیان نشان دهد.

واژگان کلیدی: جرم دولتی، ماهیان ایران، حمایت کیفری، ارزش‌های زیست‌محیطی، تالاب بین‌المللی بندر انزلی

Combating government crime in the territory of Iranian fish; Case study of Bio GME plan in Anzali International Wetland

Jalaladdin Hassani

Department of Law, Faculty of Literature and Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: hassanijalal@gmail.com

Abstract

State crime is one of the achievements of British criminology and in the sense of the government's dysfunction in carrying out its fundamental missions. This research, written by descriptive-analytical method, seeks to answer the question of how to fight government crime in the territory of Iranian fish sector. Despite the great importance of fish from food, economic, cultural, historical and ... perspectives, its range is always the target of various crimes. Therefore, the Iranian criminal justice system must implement appropriate strategies to curb it in the light of using the new methods of fisheries education. Inadequate criminal assessment, enforcement challenges, and disregard for scientific advances in fisheries are some of the manifestations of government crime against fish. These crimes affect the bio-fish on the one hand and the bio-citizens of Iran and the international community on the other. Therefore, combating it should be firmly on the agenda of Iran's criminal justice system. Some of the strategies to curb government crime in the fishery area are to modernize the legislative criminal policy on it, to properly activate the structures of the criminal justice system against fisheries offenses, to use the existing capacities in criminal diversion strategies, and to institutionalize the crime prevention approach. Activism against state crime in the realm of fish has important implications, such as demonstrating the importance of curbing state crime and the flourishing of the various areas associated with fish. This study has found that Iran's criminal justice system can show the world its various supportive capabilities in relation to many global environmental values by curbing government crime in the area of fish.

Keywords: **State crime, Iranian fish, Criminal protection, Environmental values, Anzali Wetland**

مقدمه

در آغاز هزارهٔ سوم میلادی، پیشرفت‌های شتابان انسان در صنعت و فناوری‌های گوناگون اطلاعات و ارتباطات، باوجود مزایای گوناگون چالش‌های بسیاری را برای زندگی انسانی پدید آورده است. سرعت بالای این پیشرفت و تغییرات موجب بروز پیامدهای منفی بسیاری در بخش‌های فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و... شده است. یکی از این پیامدهای ناخوشایند نیز پدیده جهانی شدن بزه‌کاری است که امروزه بیش از پیش دامنه تهدیدات آن برای انسان آشکار می‌شود (Hassani *et al*., 1399).

از همین‌رو شناسایی مناسب‌ترین و کارآمدترین شیوه‌ها برای پاسخ‌دهی به جرائم یکی از بنیادی‌ترین وظایف حاکمیت‌ها بوده و ارز یابی جرم‌شـــ ناختی مع یار های به‌ز ما مداری و حکمرانی مطلوب نیز از این راه ان جام می‌شـــود. در واقع، در هن گام برنامه‌ریزی کنش‌های نظام عدالت کیفری در برابر پدیده‌های گوناگون بزه‌کاری و آسـیب‌های اجتماعی باید در نظر داشـت که همه انســـان‌ها در طول زندگی خود در ارتکاب رفتارهای جامعه‌ســـتیزانه مشـــارکت دارند. (Piquero, 2016:16) بنابراین پیش‌بینی مناسب‌ترین و کارآمدترین پاسخ‌ها در برابر بزه‌کاری در شمار رسالت‌های بنیادین نظام‌های عدالت کیفری است.

با گذشت چهار هزار سال از عمر حقوق کیفری، مهم‌ترین ویژگی و نیز کارکرد آن سرکوبی گونه‌های بزه‌کاری بوده که بسته به ماهیت خود، آسیب‌های گوناگونی را بر جوامع انسانی وارد آورده است. مجازات یا سزادهی بزه‌کاران ابزاری بوده است که به وسیلهٔ آن، انسجام اجتماعی از دست‌رفته به دنبال جرم، به جای خود باز می‌گشته است. در این راستا باید دانست اگرچه سه دهه گذشته شاهد دور شدن فزاینده از شیوه‌های کنترل جرم و عدالت کیفری نسبت به سده بیستم میلادی بوده است (Garland, 2001:3) با این حال حاکمیت‌ها همواره کوشیده‌اند تا مناسب‌ترین و روزآمدترین راهبردها را برای کنترل جرم و پیامدهای گوناگون آن بیازمایند.

نظام عدالت کیفری به زبان ساده به مفهوم سازه‌ای از نظام اجتماعی و پدیدآمده از کنشگرانی است که در پرتو اصل حاکمیت قانون در برابر پدیده مجرمانه رسالت‌هایی را بر دوش داشته و به‌ویژه باید به مدیریت کیفری جامعه بپردازد. در این راستا، لازم است که مناسب‌ترین امکانات جامعه برای کاستن از دامنه پیامدهای بزه‌کاری شناسایی و استفاده شود. در این میان، برخی از حوزه‌های جامعه همواره با چالش‌های مجرمانه ویژه‌ای مواجه هستند. بنابراین در هر زمان باید مناسب‌ترین پاسخ‌های کیفری در برابر این دسته از جرائم در پیش گرفته شود.

یکی از حوزه‌های پیش‌گفته، گستره ماهیان است که از دیرباز به دلیل مداخلات گوناگون انسانی در معرض مخاطرات مهمی قرار گرفته است. بنابراین نظام عدالت کیفری ایران باید در برابر این مخاطرات پاسخ‌های عملی مناسبی را پیاده کند. چرا که ماهی در فرهنگ کشورمان اهمیت بسیاری از چشم‌اندزهای گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی دارد و در نتیجه مدیریت چالش‌های فراروی آن رسالتی بنیادین برای نظام عدالت کیفری به شمار می‌آید.

افزون بر این، با شکوفایی بیش از پیش دانش جرم‌شناسی و جهانی شدن آن، مفاهین نوینی در آن به میان آمده است. با دادوستدهای پدیدار در دکترین جرم‌شناسی این مفاهیم نوین سویه‌های تازه‌ای را برای کنشگری نظام عدالت کیفری در هر یک از پهنه‌های جامعه مطرح کرده‌اند. در همین راستا، جرم دولتی که در پی پیشرفت‌های معرفت‌شناختی نیمه دوم سده بیستم از سوی جرم‌شناسان غربی مطرح شد، نمونه‌ای مهم از مفاهیم پیش‌گفته به شمار می‌آید.

با توجه به نمونه‌هایی از ارتکاب جرم دولتی در قلمرو ماهیان و از جمله طرح بایوجیمی در تالاب بین‌المللی بندر انزلی، مناسب است که به طور کلی مهار جرم دولتی در گستره ماهیان مطالعه شود. از این راه می‌توان همچنین به پیروزمندی بر جرم پیش‌گفته در دیگر حوزه‌ها نیز امیدوار بود.

بر پایه این مراتب، این پژوهش که با روش توصیفی-تحلیلی نگاشته شده، درصدد است بدین پرسش پاسخ دهد که مبارزه با جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران باید چگونه انجام شود. برای دستیابی به این هدف، پس از مطالعه مفهوم جرم دولتی، جلوه‌های آن در قلمرو ماهیان، راهکارهای نظام عدالت کیفری برای چیرگی بر این جرم، چالش‌های کنشگری و سرانجام برآیندهای سازنده پیروزی بر این چالش مهم فراروی ماهیان ایران و جهان مطالعه می‌شود.

۱-جرم دولتی

جرم دولتی یکی از آورده‌های نوین جرم‌شناسی بریتانیا است و به طور کلی به کژکاردهای دولت در راه انجام رسالت‌های بنیادین خود در جامعه اشاره دارد. از دیرباز دولت‌های مدرن صرفنظر از ماهیت نظام سیاسی خود دارای وظایفی در قبال شهروندان و گاه جامعه جهانی شناخته شده‌اند و در نتیجه کاستی در راه انجام هریک از این رسالت‌ها به تحقق مفهوم جرم دولتی می‌انجامد. بدین‌ترتیب روشن است که جرم دولتی با مفهوم جرم در ماده ۲ قانون مجازات اسلامی ۱۳۹۲ تفاوتی آشکار داشته و قلمرو بسیار گسترده‌تری از آن را فرامی‌گیرد. در واقع جرم دولتی تنها جنبه کیفری ندارد، بلکه ممکن است بسته به مورد جنبه‌های گوناگون مدنی، اداری و ... را نیز داشته باشد.

همین واقعیت نیز خود به تنهایی نشان‌دهنده میزان بالای مخاطرات ناشی از این پدیده مجرمانه است. در این راستا دولت کنشگری است که باید در زمینه پیشگیری و پاسخدهی واکنشی به جرم عمل کند، اما گاه با انجام سیاست‌ها و راهبردهای ویژه‌ای نتایجی مجرمانه را برای جامعه به همراه می‌آورد (Hassani,1399). بنابراین نظام‌های عدالت کیفری باید به طور کلی مبارزه با این گونه از بزه‌کاری را استوارانه در دستور کار خود قرار دهند.

این پژوهش به مطالعه جرم دولتی در برابر ماهیان با تکیه بر بررسی طرح بایوجیمی پرداخته است. در سواحل ماسه‌ای دریای خزر تحت تأثیر مشترک جریان‌های دریایی و بادها و امواج و جریان آب و رسوب‌های رودها، تالاب‌های ساحلی کوچک و بزرگی بوجود آمده است. این تالاب‌ها در رابطه حیاتی و طبیعی با آب‌های ساحلی دریا هستند .تالاب انزلی هم یکی از انواع این تالاب‌های ساحلی است .تالاب انزلی بخشی از دریای خزر بوده که بوسیله تیغه‌های ماسه‌ای ناشی از حرکات باد وامواج در مراحل مختلف تغییرات سطح دریا از دریا جدا مانده است (Qodrati,1398). این تالاب یکی از مهم‌ترین زیستگاه‌های ماهیان خزری است وبنابراین مطالعه چالش‌هایی همانند جرائم علیه ماهیان در آن اهمیت فراوانی دارد.

۲-جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران

مطالعه جلوه‌های جرم دولتی در قلمرو ماهیان می‌تواند کنشگری مناسب نظام عدالت کیفری را در برابر آن به همراه آورد. از همین‌رو در ادامه شماری از گونه‌ای این جرم در قلمرو ماهیان ایران به گونه‌ای فشرده بررسی می‌شود.

۲-۱-ارزش‌گذاری کیفری نامناسب

بدیهی‌ترین بایسته پدیداری حمایت کیفری مناسب از یک آماج، ارزش‌گذاری کیفری مناسب آن در چارچوب کارویژه جرم‌انگاری و نیز پیش‌بینی پاسخ‌های کیفری مناسب در برابر آن است. در غیر این صورت انتظار می‌رود که بزه‌کاران از جمله با آگاهی از این کاستی مقاصد نامشروع خود را در این راستا دنبال کنند و بدین‌ترتیب زیان‌های بسیاری را از کنش‌های جامعه‌ستیزانه خود به همراه آورند.

مطالعه قوانین کیفری ایران نشان می‌دهد که شوربختانه ارزش‌گذاری کیفری در آن پیرامون ماهیان به خوبی انجام نشده است. در واقع، قانون شکار و صید اگرچه قانون اصلی در این راستا است، اما این قانون از چشم‌انداز پوشش کنش‌های مجرمانه علیه گونه‌های نادر ماهیان ناکارآمد است.

سیاست جنایی ایران در حوزه تقنین، متأثر از وضع و تصویب قوانینی است که ارتکاب اعمالی از قبیل صید گونه‌های نادر و در معرض خطر انقراض، صید بدون پروانه، صید صنعتی در مناطق ساحلی، صید در مناطق یا فصول ممنوعه، صید با ادوات و تجهیزات ممنوعه، اختلال در روند مهاجرت آبزیان، حمل و نگهداری. عمل آوری، عرضه و فروش آنها را جرم‌انگاری کرده است. سازمان شیلات هم اجازه دارد تا نسبت به اعمال تدابیر اداری نظیر تعلیق یا ابطال پروانه صیادی و کاهش سهمیه صید اقدام کند. راهبرد اساسی در این سیاست، تنظیم قواعد و سازماندهی اقداماتی است که بتواند از تحمیل آسیب‌های جدی به محیط زیست دریایی پیشگیری نماید. آسیب پذیری آنها را در قبال بهره برداری کاهش داده و بستری فراهم سازد تا گونه‌های آبزی در فرآیند طبیعی، ترمیم و بازسازی شوند (Khaleqi.1390).

۲-۲-چالش‌های اجرایی

افزون بر ارزش‌گذاری نامناسب کیفری، چالش‌های اجرایی گوناگونی نیز در قلمرو ماهیان به چشم می‌خورد که خود به عنوان دیگر مصداق از جرم دولتی به شمار می‌آید.

برای نمونه با وجود آن که سازمان‌های مردم‌نهاد گامی مهم برای پاسداشت ارزش‌های زیست‌محیطی همانند ماهیان است و در این راستا ماده ۶۶ قانون آیین دادرسی کیفری ۱۳۹۲ نیز به خوبی بسترهای لازم ر برای اعلام جرم این کنشگران جامعوی فراهم ساخته است، اما در روزگار ما چشم‌انداز روشنی از سازمان‌های یادشده در قلمرو ماهیان وجود ندارد.

۲-۳-بی‌توجهی به پیشرفت‌های علمی ماهی‌شناسی

دیگر جلوه از جرم دولتی در قلمرو ماهیان، کم‌توجهی به بدیهی‌ترین انگاره‌های ماهی‌شناسی است. با وجود پیشرفت‌های بسیار در این قلمرو دیده می‌شود که در بسیاری از موارد آن گونه که باید از این یافته‌ها استفاده نشده و از همین‌رو هزینه‌های بسیاری بر جامعه از یک سو و بر پهنه‌های زیستی ماهیان از دیگر سو تحمیل می‌شود.

در این راستا می‌توان به طرح بایوجیمی اشاره کرد که با وجود بدیهی بودن چالش‌آفرینی گونه‌های مهاجم برای ماهیان این تالاب و وضعیت مخاطره‌آمیز آن به زیان‌های بسیاری برای این زیستگاه مهم ماهیان خزری منجر شد.

۳-راهبردهای مهار جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران

پس از مطالعه گونه‌های جرم دولتی در قلمرو ماهیان اینک باید مناسب‌ترین رویکردهای پاسخدهی در برابر آن چیست؟ از همین‌رو در ادامه مهم‌ترین گزینه‌های نظام عدالت کسفری ایران در برابر جرم دولتی در گستره ماهیان بررسی می‌شود.

۳-۱-نوسازی سیاست جنایی تقنینی ایران در گستره ماهیان

بی‌گمان نخستین گام در راه پاسداری بیشینه‌ای از ماهیان ایران، نوسازی قوانین کیفری و ارزش‌گذاری مناسب و روزآمد اقداماتی است که در هر زمان ممکن است آسیب‌های بسیاری را بر ماهیان وارد کند.

در این راستا، بر هم زدن تنوع زیستی ماهیان، صید ترال، قاچاق ماهیان و حتی ماهی‌آزاری به عنوان کنش‌های بسیارزیانبار برای جامعه باید در قانونگذاری‌های نوین کیفری ایران به گونه‌ای مناسب بازتاب یابد. در این راستا می‌توان بر این باور بود که هر یک از جلوه‌های جرم دولتی که به گونه‌ای زمینه ارتکاب چنین رفتارهایی را فراهم می‌کند، با پاسخ‌های مناسب نظام عدالت کیفری مواجه شده است.

۳-۲-کنشگری مناسب سازه‌های نظام عدالت کیفری در برابر جرائم حوزه ماهیان

دیگر بایسته مهم برای پاسخدهی در برابر جرائم دولتی در قلمرو ماهیان ایران، پیش‌بینی سازوکارهایی برای کنشگری مناسب کنشگران نظام عدالت کیفری در این راستا است. در واقع، به دلیل حساسیت‌های آشکار موجود در قلمرو ماهیان و مخاطراتی

همانند زیان‌های فراوان برخاسته از این جرائم و نیز وجود گونه‌های نادر و در معرض خطر انقراض این آبزیان، لازم است که برنامه‌ریزی مناسبی برای کنشگری پیش‌گفته انجام شود. برای نمونه ابزار ماهیگیری یکی از عوامل استرس زا و آسیب رسان بر اکوسیستم‌های دریایی است. با توجه به حفاظت از تنوع زیستی، تأثیر فعالیت‌های ماهیگیری و لایروبی بر اکوسیستم‌های دریایی یک مسئله زیست محیطی حائز اهمیت است (Pabaste,1397). بنابراین نظام عدالت کیفری باید همواره آمادگی پاسخ به این کژکارکرد را دارا باشد.

تجربه مهار مخاطرات طرح بایوجیمی به خوبی توانمندی‌های دادستان را در این راستا نشان می‌دهد. در واقع، نهاد کیفری اعلام جرم در صورتی که در هنگام مناسب خود انجام شود، تا اندازه بسیاری از رخداد مخاطرات گوناگون و گاه غیرقابل بازسازی پیشگیری می‌کند. طرح بایوجیمی در تالاب بین‌المللی بندر انزلی با مداخله مستقیم دادستان و اعلام جرم علیه گردانندگان آن و کنشگرانی از سازمان حفاظت محیط زیست از سوی نظام عدالت کیفری ایران مدیریت شد.

افزون بر این، لازم است که ضابطان عام و خاص دادگستری نیز از بایسته‌های عملیاتی خود در گستره ماهیان به خوبی برخوردار باشند. بنابراین ارائه محتواهای آموزشی مناسب پیرامون ماهیان و نیز واکنش مناسب در برابر مخاطراتی همانند جرائم علیه گونه‌ها و زیستگاه‌های ماهیان اهمیت بسیاری دارد.

۳-۳-استفاده از ظرفیت‌های موجوددر راهبردهای انحرافی کیفری

دیگر بایسته مهم برای مبارزه با جرم دولتی در قلمرو ماهیان نیز استفاده مناسب از توانمندی‌های موجود در راهبردهای انحرافی کیفری همانند مجازات‌های جایگزین حبس و مجازات‌های جامعه‌مدار است. چرا که در برخی از موارد همانند طرح بایوجیمی، مرتکبان اقداماتی علیه ماهیان، متخصصانی هستند که می‌توان به عنوان مجازات از دانش و تجربه آنان در بازسازی هر یک از پهنه‌های خسارت‌دیده استفاده کرد.

بدین‌ترتیب مناسب است دست‌کم درباره آن دسته از بزه‌کاران حوزه ماهیان که ریسک جرم‌شناختی کمتری از آنان برای جامعه اثبات شده است، این دسته از راهبردهای انحرافی کیفری از سوی دادگاه کیفری رسیدگی‌کننده مورد حکم واقع شود.

در این صورت می‌توان انتظار داشت که مرتکبان این دسته از جرائم دولتی همان‌گونه که از یک سو به وارد آورد چالش‌هایی بر پیکره زیستگاه‌های ماهیان مبادرت ورزیده‌اند، همزمان به بازسازی آن نیز بپردازند.

۴-۳-پیشگیری از جرائم گستره ماهیان

با وجود جهانی شدن فرهنگ پیشگیری از جرم و نهادینگی نسبی آن در ایران با تصویب قانون پیشگیری از وقوع جرم مصوب ۱۳۹۴، تردیدی وجود ندارد که آسیب‌پذیری فراوان موجود در گستره زندگی ماهیان تا بدانجاست که پیاده‌سازی پاسخ‌های کنشی یا پیشگیرانه در این راستا اهمیت بسیاری دارد و از همین‌رو باید به گونه‌ای استوارانه از سوی دست‌اندرکاران آن دنبال شود.

بدین‌ترتیب مناسب است که نظام عدالت کیفری ایران با بهره‌گیری از یافته‌های نوین و روزآمد ماهی‌شناسی، آسیب‌پذیرترین سازه‌های زیستگاه‌های ماهیان را شناسایی و به پیاده‌سازی روندهای پیشگیری در آن مبادرت ورزد.

در این میان، پیشگیری از جرم دولتی در قلمرو ماهیان نیز اهمیت بسیاری دارد. برای نمونه حوزه‌های پژوهشی و یا اجرایی هم‌پیوند با ماهیان باید همواره با پایش‌های دقیق و دانش‌بنیان نظارتی همراه باشد تا از این راه بتوان انتظار داشت که کمترین میزان جرم دولتی در این حوزه‌ها روی دهد.

۴-چالش‌های فراروی کنشگری در برابر جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران

با وجود اهمیت فراوان پیاده‌سازی راهکارهای عملیاتی در برابر جرائم ارتکابی در قلمرو ماهیان، چالش‌های مهمی نیز در این راستا وجود دارد که در ادامه به تبیین شماری از آنها پرداخته می‌شود.

۴-۱-نبود میان-کنش‌های روزآمد نظام عدالت کیفری و فناوران ماهی‌شناسی

به طور کلی نظام عدالت کیفری به عنوان سازه عملیاتی جامعه در برابر بزه‌کاری باید همواره به روزآمدترین پیشرفت‌های نظری در هر یک از حوزه‌های زندگی فردی و اجتماعی مجهز باشد تا از این راه یا نمایش پاسخ‌های درست و به‌هنگام در برابر این پدیده‌های چجامعه‌ستیزانه آرمان حمایت بیشینه‌ای از ارزش‌های بنیادین را تحقق بخشد.

بی‌گمان مبارزه با چالش‌های گوناگون علیه ماهیان همانند جرم دولتی نیز در صورتی به خوبی امکانپذیر است که نظام عدالت کیفری ایران هر یک از نهادها و یا کنشگران خود را به دانش مناسب در این راستا مجهز سازد. با وجود این در روزگار ما نمی‌توان به بسندگی این سطح از پیوند میان فناوران ماهی‌شناسی و نظام عدالت کیفری امیدوار بود.

آنچه این برداشت را به میان می‌آورد واقعیت آشکار گسست میان نظام دانشگاهی و نظام‌های گوناگون اجرایی از جمله نظام عدالت کیفری است. در نتیجه مناسب است که در هر زمان برای مبارزه با چالش‌های مهمی مانند جرم دولتی علیه ماهیان بیش از پیش از دستاوردهای پیش‌گفته بهره جست.

در واقع باید به خاطر داشت که مرتکبان جرم دولتی علیه ماهیان همواره از بیشترین میزان امکانات علمی و فنی برای ارتکاب کنش‌های جامعه‌ستیزانه خود برخوردارند. در نتیجه استفاده بیش از پیش از دستاوردهای علمی روز دنیا در حوزه ماهی‌شناسی و کاربردی ساختن آن در عملکردهای سازه‌های گوناگون نظام عدالت کیفری اهمیتی شگرف دارد.

۴-۲-دشواری‌های ذاتی فراروی مبارزه با جرائم دولتی

دیگر چالش مهم در برابر جرائم دولتی علیه ماهیان در ایران، دشواری ذاتی مبارزه با این پدیده مجرمانه است. در آغاز باید خاطرنشان شود که مفهوم جرم دولتی و تمایز بنیادین آن با مفهوم سنتی جرم که البته در ماد ۲ قانون مجازات اسلامی ۱۳۹۲ نیز تبلور یافته، مفهومی کاملاً نوپدید است و از همین‌رو نمی‌توان انتظار داشت که نظام عدالت کیفری در نزدیک‌ترین زمان ممکن در برابر آن به پیروزی دست یابد.

افزون بر این تردیدی وجود ندارد که مرتکبان جرم دولتی همواره پیش از ارتکاب آن در پرتو هوش‌بهر بزه‌کارانه بالای خود بسترهای لازم را برای گریز از گزند کنشگرانن ظام عدالت کیفری فراهم می‌کنند. در واقع این مرتکبان گاه در پوشش طرح‌ها و روندهای پژوهشی به اقداماتی مبادرت می‌ورزند که آسیب‌های بسیاری را برای ماهیان به همراه دارد.

۵-برآیندهای کنشگری در برابر جرم دولتی در قلمرو ماهیان ایران

پیروزمندی در راه مبارزه با جرائم گوناگون دولتی در گستره ماهیان ایران برآیندهای سازنده‌ای را به همراه دارد که در ادامه به شماری از آنها پرداخته می‌شد.

۵-۱-نمایش اهمیت مهار جرم دولتی

جایگاه مهم ماهی در سبد غذایی هم‌میهنان و انگاره‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هم‌پیوند با آن سبب می‌شود که مهار چالشی مهم و اثرگذار همانند جرم دولتی در آن چشم‌اندازهای نوینی را برای مبارزه با این پدیده مجرمانه در دیگر حوزه‌های جامعه نیز به همراه آورد. از همین‌رو تردیدی وجود ندارد که کوشش‌های نظام عدالت کیفری ایران در راه مبارزه با جرائم گستره ماهیان برآیندهای سازنده‌ای را در حوزه‌های دیگر نیز به همراه آورد.

بر پایه این مراتب، لازم است که در هر یک از دیگر حوزه‌های اجتماعی نیز جلوه‌های گوناوگن جرائم دولتی شناسایی و برای مهار آن راهبردهای مناسبی اندیشیده شود. تازگی پدیداری مفهوم جرم دولتی در دکترین بین‌المللی جرم‌شناسی به خوبی نشان‌دهنده این اندیشه است.

در همین راستا همان‌گونه که در قلمرو جرائم دولتی به طرح یایوجیمی در تالاب بین‌المللی بندر انزلی پرداخته شد، دیگر جرائم دولتی نیز که برای نمونه به خشک شدن این پهنه ارزشمند زیست‌محیطی انجامیده است، می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

۵-۲-شکوفاسازی حوزه‌های گوناگون هم‌پیوند با ماهیان

بی‌گمان پیاده‌سازی سیاست‌ها و راهبردهای عملیاتی مناسب از سوی نهادهای گوناگون دولتی برای پیشرفت حوزه ماهیان اهمیت بسیاری دارد. این سیاست‌ها خواه در مورد زیستگاه‌ها و خواه گونه‌های ماهیان بر شکوفایی بیش از پیش زمینه‌هایی همانند اقتصاد، صنعت، گردشگری و یا کنش‌های فرهنگی و هنر حوزه ماهیان اثرگذار است.

بنابراین روشن است که مبارزه مناسب و اثرگذار با جرم دولتی در گستره ماهیان ایران می‌تواند تا آنجا که ممکن است هر یک از حوزه‌های اجتماعی پیش‌گفته را تا اندازه بسیاری شکوفا سازد و از این راه برآیندها بسیار سازنده‌ای را برای جامعه به همراه آورد.

نتیجه‌گیری

مبارزه با چالش‌های گوناگون زیست‌محیطی و از جمله جرائم علیه گونه‌های حیات وحش در روزگار ما یک از بنیادی‌ترین انتظارات از سامانه‌های نظام عدالت کیفری است که با وجود چالش‌های گوناگون نظری و عملی فراروی آن باید به گونه‌ای استوارانه در پیش گرفته شود.

یکی از چالش‌های فراروی ماهیان در ایران و جهان، ارتکاب جرم دولتی علیه آن است. این چالش افزون بر آن که خسارت گوناگونی را در برابر گونه‌های ماهیان پدید آورده، همزمان زندگی بسیاری از جوامع محلی را نیز از خود متأثر ساخته است. بنابراین مبارزه در این راه دارای برآیندهای عملی آشکاری است

در ایران نیز جلوه‌های گوناگونی از مفهوم جرم دولتی در گستره ماهیان دیده می‌شود. چرا که برای نمونه سامانه تقنینی ایران در این حوزه آشکارا کهنه است و در صورت نوسازی نکردن آن همچنان چالش‌های گوناگون جرم‌شناختی خواه جرائم دولتی و خواه جرائم دیگر خسارات بسیای را در این راه پدیداتر می‌سازند.

تجربه موفق مبارزه با جرم دولتی در طرح بایوجیمی در تالاب بین‌المللی بند انزلی به خوبی نشان‌دهنده این واقعیت است که نظام عدالت کیفری ایران توانمندی‌های بسیاری را برای مباره با جرم دولتی و نیز دیگر جرائم در این حوزه دارد. با وجود این به نظر می‌رسد که همچنان کوشش چندانی در این راه انجام نشده است.

بدین‌ترتیب از آنجا که زیستگاه‌ها نیز گونه‌های ماهیان از جمله گونه‌های در معرض خطر ماهیان در ایران و جهان با چالش‌های بسیاری مواجه است، استفاده از هر یک از ظرفیت‌های موجود و از جمله توانمندی‌های نظام عدالت کیفری در این راه ضروری است.

در این راه لازم است که بسترهای گوناگون تقنینی، قضایی و اجرایی برای کنشگری مناسب نظام عدالت کیفری ایران در برابر جرائم گستره ماهیان پیش‌بینی شود. در این صورت انتظار می‌رود که در هر یک از جلوه‌های دیگر از جمله خشک شدن بسیاری از دریاچه‌ها و تالاب‌های ایران همانند تالاب بین‌المللی بندر انزلی به عنوان زیستگاهی بسیار مهم برای ماهیان خزری، بتوان با چالش‌های گوناگون جرم‌شناختی همانند جرم دولتی در گستره ماهیان ایران به خوبی مبارزه و دستاوردهای پدیدار در این راستا را به دیگر کشورهای جهان نیز ارائه داد.

سپاس

از دست‌اندرکاران گرامی نهمین همایش ملی و اولین همایش بین‌المللی ماهی‌شناسی ایران در انجمن ماهی‌شناسی ایران و گروه شیلات دانشگاه گیلان به پاس کوشش در راه اندیشه‌ورزی و برگزاری این رویداد وزین علمی صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Garland D. (2001). The Culture of Control: Crime and Social Order in Contemporary Society, The University of Chicago Press, Chicago, 131 p.

Hassani J. (1399). Protecting the habitats of native fish in Guilan province in the light of the strategies of the Iranian criminal justice system,The second national conference on the conservation of Iranian endemic fishes; with special reference to the fishes of the Caspian Sea basin, University of Guilan, pp. 127-134

Hassani J, MirKhalili S, Nazarinejad M. (1400). The approach to crime risk management and its effects in the Iranian criminal justice system, Journal of Criminal Law, No. 23, p. 27-54

Pabasteh S., Javid P., Ranjbar M. (1397). The effect of global warming and the destructive method of trawling on sea urchins, Persian Gulf (full file) Published in 1397 Place of publication: First Persian Gulf National Conference on Sustainable Development (Sensitive Ecosystems), pp. 187-197

Piquero A. (2016). The Handbook Of Criminological Theory, Sage Publication, London. p. 2

Qodrati A. (1398). Investigating the importance of natural ecosystem of Anzali wetland, water resources and pollution, 8th National Conference on Rainwater catchment systems, pp. 69-76

Effects of carp fish ponds on adjacent hydrological networks

Mateusz Jakubiak[1*]; Bartosz Bojarski[2]

1- Department of Environmental Management and Protection, Faculty of Mining Surveying and Environmental Engineering, AGH University of Science and Technology, Krakow, Poland.
2- Institute of Ichthyobiology and Aquaculture in Gołysz, Polish Academy of Sciences, Zaborze, Poland.

Email: jakubiak@agh.edu.pl

Abstract

Freshwater inland fish farms in Central and Eastern Europe are based mainly on traditional production of common carp and other species that prefer similar rearing conditions. The Czech Republic, Poland, Hungary and Germany produce more than 80% of carp meat in the European Union. Carp ponds are most often located in areas with high groundwater level, close to natural watercourses which supply fresh water to the ponds. Typical carp ponds are shallow, mostly artificial reservoirs with a water surface area not exceeding a few hectares. The ponds and canals of fish farms form complex hydrological systems linked to adjacent natural watercourses. Although the production in carp ponds is mostly based on extensive or semi-intensive management systems, it is a rapidly growing sector of food production. As the number and size of production ponds increases, the potential impact of carp ponds on the hydrological network is receiving an increasing attention. The aim of the study was to analyze the potential impacts of carp ponds on the adjacent hydrological networks. The direct hydrological connection of fishponds to surface waters through outflow canals shapes the interaction of natural and artificial ecosystems. Potential impacts include pollution that may be intensive eutrophication, spreading of chemicals used in aquaculture, parasites and pathogenic microorganisms. The introduction of farmed and invasive species into the natural environment may also be a result of the fish farms activities. Impacts can also be positive. Some studies have demonstrated the removal of suspended solids and nutrients from water flowing through fish ponds by extensive farming.

Keywords: Carp ponds, Aquaculture, Water pollution, Water protection

تکثیر در اسارت، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر جهت بازسازی ذخایر سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*) در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر

کامیار جاوید رحم‌دل [۱]، بهرام فلاحتکار [۱*]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*) یکی از گونه‌های بومی سوف‌ماهیان ایران است که جمعیت‌های وحشی آن در ناحیه جنوب‌غربی حوضه آبریز دریای خزر در استان گیلان زیست می‌کنند. این ماهی ارزش غذایی و اقتصادی فراوانی دارد، اما صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها منجر به کاهش چشمگیر ذخایر طبیعی آن طی سال‌های اخیر شده است. هم‌اکنون اقدامی برای بازسازی ذخایر این گونه در ایران انجام نمی‌شود. یکی از مشکلات اصلی در این زمینه، کمبود اطلاعات در زمینه تکثیر سوف حاج طرخان در محیط اسارت است. بنابراین، مقاله حاضر روش‌های تکثیر مولدین وحشی این ماهی در محیط اسارت را بررسی کرده است.

واژگان کلیدی: تخریب زیستگاه، تخمریزی، ذخایر طبیعی، سوف‌ماهیان.

Captive propagation, inevitable necessity for stock rehabilitation of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* in southern basin of the Caspian Sea

Kamyar Javid Rahmdel, Bahram Falahatkar*

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

Eurasian perch, *Perca fluviatilis* is an endemic percids of Iran and its wild populations live in southwest region of the Caspian Sea basin in Guilan Province. This fish has high nutritional and commercial values, but over-fishing and habitat destructions have led to drastic decline of natural stocks in recent years. There is no effort for stock rehabilitation of this species in Iran. One of the main problems in this field is lack of information on Eurasian perch propagation in captivity. Hence, the present article has reviewed the methods for captive propagation of this fish.

Keywords: Habitat destruction, Spawning, Natural stocks, Percids.

مقدمه

ماهی سوف حاج طرخان با نام علمی *Perca fluviatilis* یکی از گونه‌های خانواده سوف‌ماهیان است که بومی ایران بوده و ذخایر طبیعی آن در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر یافت می‌شود (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2020). طبقه‌بندی تاکسونومیک این گونه به شرح زیر است (Stepien and Haponski, 2015):

- سلسله: Animalia (جانوران)
- شاخه: Chordata (مهره‌داران)
- رده: Actinopterygii (شعاع‌بالگان)
- راسته: Perciformes (سوف‌ماهی شکلان)
- خانواده: Percidae (سوف‌ماهیان)
- جنس: Perca (سوف)
- گونه: *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) (سوف حاج طرخان)

شکل ۱: ماهی سوف حاج طرخان (*Perca fluviatilis*).

سوف حاج طرخان دارای بدنی کشیده، سری مثلثی و دو باله پشتی مجزا است. رنگ بدن خاکستری مایل به سبز تا زرد مایل به سبز و دارای ۹-۶ نوار عمودی سیاه‌رنگ در پهلوها است. این ماهی گونه‌ای شکارچی است که در ابتدا از زئوپلانکتون‌ها و با افزایش سن از بی‌مهرگان کف‌زی و در نهایت ماهیان تغذیه می‌کند (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2020). رژیم غذایی این ماهی در تالاب امیرکلایه لاهیجان عمدتاً شامل حشرات آبزی و بی‌مهرگان کف‌زی کوچک نظیر گاماروس است (Nezami Baluchi *et al.*, 2004). حوزه پراکنش طبیعی این ماهی در کشورمان محدود به ناحیه جنوب‌غربی حوضه آبریز دریای خزر در استان گیلان و تالاب‌های انزلی (Karimpour, 1998) و امیرکلایه لاهیجان (Nezami Baluchi *et al.*, 2004) است. نظر به تخریب زیستگاه‌های طبیعی و افزایش فشار صید، ذخایر طبیعی این ماهی رو به کاهش گذاشته است اما در حال حاضر، بازسازی ذخایر سوف حاج طرخان در کشورمان انجام نمی‌شود و صرفاً یک کار تحقیقاتی در خصوص القای تولیدمثل این ماهی اخیراً انجام شده است (Falahatkar *et al.*, 2018). یکی از مشکلات موجود در این زمینه، کمبود اطلاعات در زمینه تکثیر این ماهی است. بنابراین، مقاله حاضر با هدف مرور روش‌های تکثیر سوف حاج طرخان در اسارت نگاشته شد.

تولیدمثل طبیعی

رشد و نمو غدد جنسی در سوف حاج طرخان، در پاییز و زمستان و تخمریزی در بهار انجام می‌شود. دمای مطلوب تخمریزی این ماهی ۱۵-۱۰ درجه سانتی‌گراد است. سن بلوغ برای نرها ۲-۱ سال و برای ماده‌ها ۴-۳ سال است. طول کل مولدین در

زمان بلوغ ۱۵۰-۸۰ میلی‌متر برای نرها و ۲۰۰-۱۵۰ میلی‌متر برای ماده‌ها است. قطر تخمک این ماهی ۲-۰/۹۴ میلی‌متر و نرخ هماوری مطلق آن نیز حداکثر حدود ۱۵۷۰۰۰ تخم است. تخمک‌های رسیده سوف حاج طرخان درون ساختاری خوشه‌ای با نام نوار یا ریبون قرار داشته و مایع تخمدانی آن‌ها را احاطه کرده است (شکل ۲) (Żarski *et al.*, 2017). ریبون به اشیای گوناگون زیر آب نظیر گیاهان آبزی می‌چسبد تا از پراکنده شده تخم‌ها جلوگیری شده و نرخ لقاح افزایش یابد. سپس ماهی نر با ریختن اسپرم، تخم‌ها را بارور می‌کند.

شکل ۲: نمای ماکروسکوپی (راست) و میکروسکوپی (چپ) ساختار ریبون تخم ماهی سوف حاج طرخان (Żarski *et al.*, 2017).

تولیدمثل در اسارت

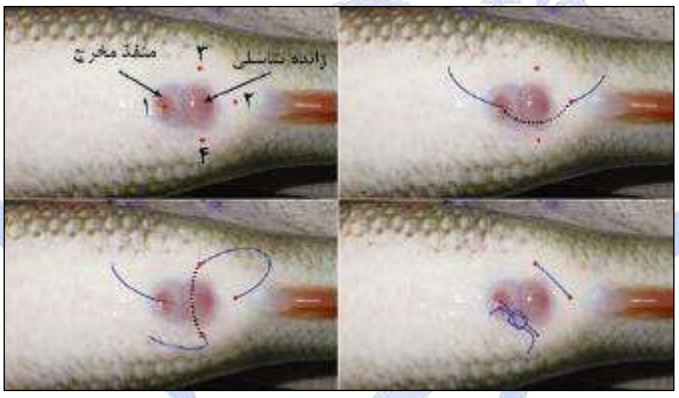
در تکثیر طبیعی، مولدین رسیده از محیط طبیعی صید، به کارگاه منتقل شده و پس از جفتگیری بر روی لانه‌هایی از جنس شاخ‌وبرگ درختان که در استخرهای خاکی کوچک یا مخازن آبراهه‌ای نصب شده‌اند تخمریزی می‌کنند. مزیت این شیوه تخمریزی این است که مولدین استرس کمتری را احساس می‌کنند. در مقابل، معمولاً نرخ لقاح پایین و بازده تولیدمثلی محدود است. راه حل این مشکل، تکثیر نیمه‌مصنوعی است که تنها تفاوت آن با تکثیر طبیعی، تزریق هورمون‌های مختلف به مولدین جهت القای رسیدگی جنسی است (جدول ۱). بهترین نتایج را در تکثیر این ماهی و همچنین دیگر سوف‌ماهیان هورمون hCG دارد، زیرا این هورمون خلوص بیشتری داشته و مستقیماً در سطح گناد عمل می‌کند (Falahatkar *et al.*, 2021). برای تزریق هورمون ابتدا باید مولدین نر و ماده را تفکیک کرد. ماده‌ها دارای شکمی برآمده و پاپیلا یا زائده تناسلی سرخ‌رنگ بوده، اما نرهای رسیده دارای بدن باریک و اسپرم سیال هستند (شکل ۳) (Żarski *et al.*, 2017). میزان هورمون مورد نیاز برای مولدین نر نصف مولدین ماده است، گرچه بعضاً مولدین نر نیازی به تزریق هورمون ندارند.

جدول ۱: نحوه کاربرد هورمون‌های مختلف برای حصول حداکثر نرخ اوولاسیون در مولدین ماده سوف حاج طرخان

هورمون	دوز (به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولد ماده)	تعداد تزریقات	فاصله تزریقات (ساعت)	نرخ اوولاسیون (٪)	زمان تقریبی اوولاسیون (ساعت-درجه)	منبع
عصاره هیپوفیز کپور	۰/۴ میلی‌گرم دوز اول و ۳/۶ میلی‌گرم دوز دوم	۲	۱۱-۱۰	۱۰۰	۱۲۸۰-۹۶۰	Kucharczyk *et al.*, 1996
hCG	۵۰۰ واحد بین‌المللی	۱	-	۱۰۰	۱۵۸۶	Falahatkar *et al.*, 2018
mGnRHa	۰/۲ میکروگرم GnRHa + ۰/۱ میلی‌گرم متوکلوپرامید دوز اول و ۲۰ میکروگرم GnRHa + ۱۰ میلی‌گرم متوکلوپرامید دوز دوم	۲	۲۴	۹۲	۷۴۸	Kucharczyk *et al.*, 2001

در روش مصنوعی تکثیر سوف حاج طرخان، پس از تزریق هورمون و اوولاسیون، گامت‌های مولدین نر و ماده به‌صورت دستی استحصال شده و لقاح داده می‌شوند. در این روش، دوختن منفذ تناسلی مولدین ماده ضروری است تا از تخمریزی ناخواسته و هدر رفتن تخمک‌ها ممانعت شود (شکل ۴) (Żarski *et al.*, 2017).

شکل ۳: مولد رسیده ماده (بالا) و نر (پایین) سوف حاج طرخان (Żarski *et al.*, 2017).



شکل ۴: الگوی صحیح دوخت منفذ تناسلی در مولد ماده سوف حاج طرخان (Żarski *et al.*, 2017).

مشاهده تخمک‌های زردرنگ در محل دوخت منفذ تناسلی نشان‌دهنده اوولاسیون است. مولد رسیده صید، بیهوش و توسط حوله‌ای خشک می‌شود. سپس بخیه بریده شده و ریبون در یک تشت پلاستیکی تخلیه می‌شود. ابتدا باید ریبون را با آب کارگاه شست تا پوشش تخمدانی زایل شود، سپس باید اسپرم را به تخمک‌ها اضافه کرده و توسط قاشق پلاستیکی هم زد. برای استحصال اسپرم از نرها می‌توان از کاتتر استفاده کرد تا ادرار با مایع منی مخلوط نشود (Żarski *et al.*, 2017). برای افزایش تحرک اسپرم‌ها و نرخ لقاح باید تخم‌های لقاح‌یافته را با محلول کاربامید حاوی ۳ گرم اوره و ۴ گرم نمک در ۱۰ لیتر آب شست‌وشو داد (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2020).

انکوباسیون تخم‌های لقاح‌یافته

انتخاب سیستم انکوباسیون تابع روش تکثیر است (شکل ۵). در تکثیر طبیعی و نیمه‌مصنوعی، تخم‌های لقاح‌یافته درون ساختار ریبون قرار دارند. برای انکوباسیون چنین تخم‌هایی می‌توان ریبون را از لانه تخمریزی برداشته و درون سبدهای پلاستیکی قرار داده و در مخازن آبراهه‌ای کوچک یا تراف، درون آب غوطه‌ور ساخت. در صورت انجام تکثیر مصنوعی، توده تخم آزادی وجود دارد که می‌توان آن را به انکوباتورهای گلدانی یا ویس انتقال داد (Żarski *et al.*, 2017). محدوده دمای مناسب برای انکوباسیون تخم‌های سوف حاج طرخان، ۲۰-۹ درجه سانتی‌گراد است، اما بهترین نرخ تفریخ در دمای ۱۲/۵ درجه سانتی‌گراد

مشاهده شده است. دوره انکوباسیون در دمای مناسب ۱۳-۹ روز (۱۶۵ درجه-روز) طول می‌کشد و اندازه لاروهای تازه تفریخ شده ۶-۴/۶ میلی‌متر است (Żarski *et al.*, 2015).

شکل ۵: سیستم تراف برای انکوباسیون تخم‌های لقاح‌یافته سوف حاج طرخان دارای ریبون (راست) و سیستم ویس برای انکوباسیون تخم‌های لقاح‌یافته سوف حاج طرخان فاقد ریبون (چپ) (Żarski *et al.*, 2017).

پرورش لارو و بچه‌ماهیان نورس جهت رهاسازی

شیوه سنتی در پرورش لاروها و بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان، روش گسترده با استفاده از استخرهای خاکی کوچک با مساحت ۰/۸-۰/۱ هکتار و عمق ۲-۱/۵ متر است. مولدین در این استخرها تخمریزی کرده و تخم‌ها پس از دوره انکوباسیون، تفریخ می‌شوند. لاروهای حاصله به‌مدت ۲ ماه تا رسیدن به اندازه انگشت‌قدی و وزن ۲-۱ گرم، در همان استخرها پرورش داده شده و در انتهای دوره، صید و جهت بازسازی ذخایر به آب‌های طبیعی رهاسازی می‌شوند. تغذیه لاروها در این دوره از تولیدات طبیعی استخر بوده، بنابراین کوددهی آب ضرورت دارد. نرخ ذخیره‌سازی تخم‌ها در این استخرهای خاکی ۶۰۰-۱۰۰ عدد در هر متر مربع بوده و نرخ بقای گله نیز در انتهای دوره تقریباً ۲۰-۵ درصد است (Kestemont *et al.*, 2015).

روش دیگر برای پرورش لاروها و بچه‌ماهیان سوف حاج طرخان، شیوه متراکم با استفاده از سیستم‌های مداربسته است. رژیم نوری مناسب در سالن پرورش شامل ۱۲ ساعت روشنایی بوده و شدت نور مناسب نیز ۵۰۰ لوکس در سطح آب است (Kestemont *et al.*, 2015). همچنین دمای آب مطلوب طی ۲ هفته اول پرورش ۱۵ درجه سانتی‌گراد است (Żarski *et al.*, 2017). حجم مخازن مورد استفاده در این سیستم‌ها حداقل ۳۰۰ لیتر بوده و دیواره مخازن باید مات و کدر باشد تا بچه‌ماهیان دچار استرس نوری نشوند. تخم‌های لقاح‌یافته را به‌دلیل حساسیت بالا نمی‌توان پیش از چشم‌زدگی به این مخازن منتقل کرد. تخم‌های چشم‌زده بر روی سینی‌های تعبیه شده در این مخازن پخش شده و معمولاً ۱ روز بعد تفریخ می‌شوند. تراکم اولیه لاروها، ۵۰-۲۰ عدد در لیتر است. تغذیه دستی ۳-۲ روز پس از تفریخ و با ناپلی آرتمیا آغاز می‌شود. نیاز غذایی لاروها در هفته اول پرورش، ۱۰۰۰-۵۰۰ عدد ناپلی آرتمیا برای هر لارو است که روزانه طی ۸ وعده توزیع می‌شود. طی ۲ هفته بعدی و تا سن ۲۰ روزگی، تغذیه بچه‌ماهیان با ناپلی آرتمیا به‌میزان روزانه ۳۵-۱۰ درصد بیومس آن‌ها انجام می‌شود. ۲۱ روز پس از تفریخ، بچه‌ماهیان نورس به میانگین وزنی ۵۰ میلی‌گرم رسیده و ۴ وعده در شبانه‌روز با غذای فرموله شده شامل جیره آغازین قزل‌آلا دارای ۵۴-۵۰ درصد پروتئین و قطر ۵۰۰-۳۰۰ میکرومتر تغذیه می‌کنند (Kestemont *et al.*, 2015). در حال حاضر جیره اختصاصی برای سوف‌ماهیان در بازار موجود نیست (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2021). پرورش بچه‌ماهیان در سیستم مداربسته تا سن ۴۹ روزگی انجام شده و پس از آن بچه‌ماهیان به مرحله انگشت‌قدی رسیده و برای بازسازی ذخایر به محیط‌های طبیعی رهاسازی می‌شوند (Kestemont *et al.*, 2015).

نتیجه‌گیری

سوف حاج طرخان گونه‌ای بومی با ارزش بالای تجاری است. به منظور افزایش بازده تکثیر این ماهی جهت بازسازی ذخایر توصیه می‌شود:

۱- با توجه به وجود ریبون در تخمدان سوف حاج طرخان، بهتر است از روش نیمه‌طبیعی برای تکثیر این ماهی استفاده شود.

۲- کاربرد هورمون hCG به‌میزان ۵۰۰ واحد بین‌المللی به‌ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولدین ماده بهترین نتایج را در تکثیر سوف حاج طرخان دارد.

۳- روش مناسب برای انکوباسیون تخم‌های سوف حاج طرخان، غوطه‌ور ساختن ریبون حاوی تخم در سبدهای پلاستیکی و قرار دادن آن‌ها درمخازن آبراهه‌ای کوچک یا تراف است.

۴- توصیه می‌شود پرورش لارو سوف حاج طرخان در سیستم مداربسته انجام شود، زیرا بقای لاروها بیشتر و دوره پرورش حداقل ۱۰ روز کوتاه‌تر است. همچنین دمای مناسب برای پرورش لاروها طی ۲ هفته اول پرورش ۱۵ درجه سانتی‌گراد است.

منابع

Falahatkar B., Akbari Nargesi E., Gorouhi D., Efatpanah I. (2018). Effect of Ovaprim™ and hCG on spawning induction of Eurasian perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) female broodstock. Journal of Aquaculture Sciences, 6: 13-22. [in Persian]

Falahatkar B., Javid Rahmdel K., Rasouli Kargar E., Gholami S. (2021). Evaluation of various hCG treatment strategies applied to domesticated pikeperch (*Sander lucioperca*) broodstock on nest-spawning performance. Aquaculture International. [in press]

Karimpour M. (1998). Fishes of Anzali Lagoon. Iranian Scientific Fisheries Journal, 7: 83-94. [in Persian]

Kestemont P., Mélard C., Held J.A., Dabrowski K. (2015). Culture methods of Eurasian perch and yellow perch early life stages. In: Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 265-293.

Kucharczyk D., Kujawa R., Murmurz A., Skrzypczak A., Wyszomirska E. (1996). Induced spawning in perch, *Perca fluviatilis* L. using carp pituitary extract and hCG. Aquaculture Research, 27: 847-852.

Kucharczyk D., Szczerbowski A., Łuczynski M.J., Kujawa R., Mamcarz A., Wyszomirska E., Szabo T., Ratajski S. (2001). Artificial spawning of Eurasian perch, *Perca fluviatilis* L. Using ovopel. Archives of Polish Fisheries, 9: 39-49.

Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2020). Propagation and rearing of Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) - a review. Advanced Aquaculture Sciences Journal; 3: 87-101. [in Persian]

Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2021). Adaptation of pikeperch (*Sander lucioperca*) to formulated diets: A review. Fisheries and Aquatic Life, 29: 1-12.

Nezami Baluchi Sh., Khara H., Pavand P. (2004). A survey on Eurasian perch (*Perca fluviatilis*) feeding habits in Lahijan Amirkelayeh Lagoon. Iranian Scientific Fisheries Journal, 13: 201-220. [in Persian]

Stepien C.A., Haponski A.E. (2015). Taxonomy, distribution, and evolution of the Percidae. In: Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 3-60.

Żarski D., Horváth A., Held J.A., Kucharczyk D. (2015). Artificial reproduction of percid fishes. In: Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. (eds.) Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, pp. 123-162.

Żarski D., Horváth Á., Bernáth G., Krejszeff S., Radóczi J., Palińska-Żarska K., Bokor Z., Kupren K., Urbányi B. (2017). Controlled Reproduction of Wild Eurasian Perch: A Hatchery Manual. Springer International Publishing, Switzerland, 102 p.

Nanotoxicity-The dark side of bio-nanoplastics interaction

Viana Kane[1], Ridjola Lika[1], Valbona Aliko[1*], Caterina Faggio[2]

1- Department of Biology, Faculty of Natural Sciences, Tirana University, Tirana, Albania.
2- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Messina, Italy.

Email: valbona.aliko@fshn.edu.al

Abstract

Plastic pollution represents the greatest environmental challenge. Breaking down to micro and nanoplastics, it ends up to the water ecosystems threatening seriously biota health. Research interests in potential destructive effects of micro/nanoplastics to the marine waters has grown, but there is less attention given to freshwater and aquaculture ecosystems. This implies an immediate need to comprehensively understand possible micro/nanoplastic's interactions with organisms, especially those of great economic values like fish. Herein, the possible effects of exposure of frog tadpoles as model organisms, to environmentally relevant concentration of micro/nanoplastics, are studied using erythron profile and oxidative stress response as end-point biomarkers. Results revealed that nanoplastics induced oxidative stress response and erythrocyte cell and nucleus abnormalities. Furthermore, an increased frequency of micronucleated erythrocytes supports the hypothesis of nanoplastic genotoxic effect. Reactive oxygen stress with subsequent DNA damage is the major reason for nanotoxicity which imply the need for future studies to understand the underlying molecular mechanisms of toxicity which, in turn, can be used to better predict future scenarios in natural freshwater ecosystems and aquaculture practices.

Keywords: Nanotoxicity, Nanoplastics, Oxidative stress response, Erythron profile, Aquaculture.

بررسی رابطه خویشاوندی (فیلوژنی) گونه‌های خانواده ساردین ماهیان (Clupeidae) خلیج فارس و دریای عمان به روش مورفولوژی و مولکولی

ناصر کرمی راد [۱*]؛ سهراب رضوانی گیل کلایی [۲]؛ معصومه حاجی میری [۲]

۱- دفتر بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان، سازمان شیلات ایران، تهران.
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، تهران

Email: Naser276us@yahoo.com

چکیده

ساردین ماهیان گروه بزرگ از سطحزیان ریز متعلق به خانواده Clupeidae هستند. در این مطالعه علاوه بر صفات ریخت شناسی از داده‌های مولکولی هم استفاده شد. در زمینه فیلوژنی ژن Control region میتوکندریایی در ماهیان نشانگر خوبی برای تفکیک گونه هادر هر دو سطح بین گونه‌ای ودرون گونه است. گونه‌های انتخابی از ۴ ایستگاه از مناطق مختلف خلیج فارس و دریای عمان جمع آوری و DNA آن‌ها استخراج و با پرایمرهای اختصاصی، ژن منطقه حفاظت شده آنها ابتدا تکثیر و بعد تعیین توالی شد. توالی‌های بدست آمده با نرم افزارهای BioEdit،Chromas،DnaSP و MEGA 4 آنالیز شد. درخت‌های فیلوژنی با روشهای NJ (Neighbor-Joining) و MP(Maximum Parsimony) با ضریب اطمینان ۱۰۰ و با ۵۰۰ بارتکرار برای توالی بدست آمده به همراه توالی‌های یک برون گونه ترسیم شد. درخت ترسیمی با استفاده آر روش ماکزیمم پارسیمونی، درختی متفاوت از درخت به دست آمده با شیوه نزدیک‌ترین همسایه بود. گونه *Ilisha megaloptera* به عنوان برون گونه، به در ستی در آخرین شاخه قرار گرفت. گونه *Herklotsichthys lossei* با سایر گونه‌های خانواده Clupeidae در یک مجموعه مجزا و به عنوان یک گونه مستقل از سایر گونه‌ها با ضریب اطمینان ۹۹ درصد قرار گرفته است. گونه *Sardinella sindensis* و *Sardinella albella* با ضریب اطمینان ۶۲ در صد همانند سایر گونه‌ها مستقل بوده و به یک جنس مشترک تعلق ندارند، علی رغم شباهتهای فنوتیپی و طبقه بندی مورفولوژیک و مریستیک که باید در یک شاخه قرار می‌گرفتند. گونه‌های *Nematolosa nasus* و *Tenualosa ilisha* با آنالیز Bootstrap و با ضریب اطمینان ۶۲ در یک شاخه قرار گرفتند، علی رغم اینکه از نظر فنوتیپی کاملاً" با هم تفاوت دارند. دندروگرام حاصل از ماکزیمم پارسیمونی و طبقه بندی گونه‌های ساردین با استفاده از ویژگیهای مورفولوژیک و مریستیک با هم اختلاف نشان می‌دهند. ژن Control region همان طور که انتظار می‌رفت تمام گونه‌ها را به خوبی از هم تمیز داد و روش مولکولی قادر است شباهتها و تفاوتهایی را که به چشم نمی آیندرا نمایان سازد.

واژگان کلیدی: ساردین ماهیان، منطقه حفاظت شده میتوکندریایی (Control region)، فیلوژنی، خلیج فارس و دریای عمان،mtDNA

Investigation of kinship (phylogeny) sardinella species (Clupeidae) in the Persian Gulf and the Sea of Oman by morphological and molecular methods

Nasser Karami Rad[1], Sohrab Rezvani Gilkolaiee[2], Masoumeh Haji Miri[2]

1- Iran Fisheries Organization, Tehran, Iran.
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran, Iran.

Email: Naser276us@yahoo.com

Abstract

Sardine Fish is a large group of small pelagic that belongs to the clupeidae family, which lives n the most part of the world. The fish lives most of its life in the surface of water layers and migrates from an area to other area. The fish is observed in relatively large sshol. In this study, in addition of morphological specifications molecular data were also used.The obtained results are compared with former studies. In the former studies about phylogeny is proved that control region in mitochondrial gene in fish is a good indicator for species separating in two levels of inter species and intra species. The selected species of clupeidae family is collected from 4 stations of the different region of the Persian Gulf and Oman Sea. After identifying mtDNA is extracted with special primers. Its controlled region genes is breeded firstly and then sequences is determined finally, the obtained sequenced was analyzed by BioEdit,DNAsp,chromas and MEGA4 soft wares.Phylogenic trees with Neighbor-joining (NJ) and Maximum parsimony (MP) methods with ensure shryb of%100 and 500 bootstrap replications for obtained sequences with a exotic species was drawn by applying of Maximum parsimony method. In which a tree with the obtained tree was proved with a Neighbor-joining manner.The *I. megaloptera* species as an exotic species is placed at the latest branch and its separation from other species is observed. The *H.lossei* species with other species of clupeidae family is placed in a separated complets and as a independent species with an ensured shyrb of 99%.The species of *S.sindensis* and *S.albella* with a ensure of 62% is independent of other species and doesn't belong to a common type. Although the phenotypic similarities and morphological and meristic classification which must were placing in a branch. The species *N.nasus* and *T.ilisha* with bootstrap analysis and by a shyrb of 62% were placed in a branch. Although from phenotypic point are fully different with each other.The dendrogram resulted of Maximum parsimony and sardine species classification using morphologic and meristic specification showed differences. Control region gene, is a good marker for separating clupeidae species and as it was expected, it was possible to separate all species and the molecular method is able to show similarity and differences which are not observable otherwise.

Keywords: Phylogeny, Clupeidae, MEGA4, Similarity.

معرفی نشانگرهای شناسایی گونه های خانواده ساردین ماهیان(Clupeidae) آبهای خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از DNA Barcoding گونه ها

ناصر کرمی راد[1*]؛ سهراب رضوانی گیل کلایی[2]؛معصومه حاجی میری[2]

۱- دفتر بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان، سازمان شیلات ایران، تهران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ،تهران

EMail: Naser276us@yahoo.com

چکیده

ساردین ماهیان گروه بزرگ از سطحزیان ریز متعلق به خانواده Clupeidae هستندکه در اکو سیستم های آبی در اکثر نقاط جهان زیست می کنند.گونه های انتخابی از۴ ایستگاه از مناطق مختلف خلیج فارس و دریای عمان جمع آوری و DNA آنها استخراج و با پرایمرهای اختصاصی، ژن منطقه حفاظت شده آنها ابتدا تکثیر و بعد تعیین توالی شد. با توجه به توالی های بدست آمده از ژن Control region میتوکندریایی گونه های مورد مطالعه توالی های بدست آمده با نرم افزارهای BioEdit، DnaSP،Chromas و MEGA 4 آنالیز شد.گام بعدی طراحی پرایمرهای اختصاصی برای هر گونه است تا بتوان فقط با یک واکنش PCR معمولی گونه ها را شناسایی کرد. از آنجا که پرایمرهای طراحی شده مختص هر گونه هستند، واکنش PCR فقط برای افراد همان گونه دارای باند خواهد بود. در این راستا با نرم افزار Gene Runner منطقه مورد نظر به لحاظ درصد GC و دمای Tm برر سی شد تا بهترین حالت انتخاب شود. توالی های بد ست آمده از گونه های مورد مطالعه را به صورت Align شده در زیر هم مرتب شدندو محلهایی که درهر گونه بیشترین تفاوت بازی را با گونه های دیگر دارد شنا سایی شد. سپس با توجه به میزانGC، ناحیه ای به طول تقریبی ۲۶-۲۰ جفت نوکلئوتید، در نزدیک به ابتدای توالی برای پرایمر Forward و با همان شرایط در نزدیک به انتهای توالی برای پرایمر Reverse در نظر گرفته شد.یک توالی از هر گونه به عنوان نماینده انتخاب شد و با توالی های نماینده گونه های دیگر برای طراحی پرایمر مقایسه شد. بر اساس تفاوت در توالی های گونه ها، برای هر گونه جفت پرایمر اختصاصی طراحی شد و محصول PCR آنها نیز برآورد شد. از آنجایی که انتهای توالی های ژنهای حاصل تقریبا" در تمامی گونه ها یکسان می باشد در طراحی پرایمر اختصاصی برای پرایمر Reverse در کل خانواده Clupeidae تنها یک پرایمر به صورت مشترک طراحی شده و در نظر گرفته شد.

کلید واژه ها: ساردین ماهیان، منطقه حفاظت شده میتوکندریایی(Control region)، DNA Barcoding ، خلیج فارس و دریای عمان ،Clupeidae ،

Introduction of identification markers of sardinella species (Clupeidae) of Persian Gulf and Oman Sea waters using DNA Barcoding of species

Nasser Karami Rad[1];Sohrab Rezvani Gilkolaiee[2];Masoumeh Haji Miri[2]

1- Iran Fisheries Organization, Tehran
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran

Email: Naser276us@yahoo.com

Abstract

Sardinella species are a large group of tiny surface fish belonging to the family Clupeidae that live in aquatic ecosystems in most parts of the world. Selected species were collected from 4 stations in different regions of the Persian Gulf and the Sea of Oman and their DNA was extracted, With specific primers, the genes of their conserved region were first amplified and then sequenced. According to the sequences obtained from the mitochondrial control region gene of the studied species, the obtained sequences were analyzed with BioEdit, Chromas, DnaSP and MEGA 4 software. The next step is to design specific primers for each species so that the species can be identified with just a typical PCR reaction. Because the designed primers are specific to each species, the PCR reaction will be band-specific only for individuals of the same species .In this regard, with Gene Runner software, the desired area was examined in terms of GC percentage and Tm temperature to select the best case. The sequences obtained from the studied species were arranged in an aligned order and the places that have the most differences in each species with other species were identified. Then, according to the amount of GC, an area with an approximate length of 20-26 pairs of nucleotides was considered near the beginning of the sequence for the forward primer and with the same conditions near the end of the sequence for the reverse primer. A sequence of each species was selected as representative and compared with representative sequences of other species for primer design. Based on the differences in species sequences, a specific primer was designed for each pair and their PCR product was estimated. Since the ends of the resulting gene sequences are almost the same in all species, in the design of a specific primer for the reverse primer in the whole family of Clupeidae, only one primer was jointly designed and considered.

Keywords: Sardinella, Mitochondrial Protected Area(Control region), DNA Barcoding, Persian Gulf and Sea of Oman, Clupeidae

زیست شناسی تولید مثل سیاه کولی (*Vimba persa*) مهاجر به رودخانه سفید رود

نرجس کریمی [1*]؛ سید حامد موسوی ثابت [1]؛ بهرام فلاحتکار [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: Narjess_karimi@yahoo.com

چکیده

خصوصیات تولید مثل سیاه کولی بر روی ۱۷۳ عدد ماهی ماده صید شده از سواحل دریای خزر در بندر کیاشهر و رودخانه سفید رود با استفاده از مطالعات بافت شناسی و روند توسعه قطر تخمک از اسفند ۱۳۹۷ تا خرداد ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که ماهی سیاه کولی به صورت یکباره تخمریزی کرده و تخمک‌ها به صورت همزمان توسعه می‌یابند. نوع تخمریزی سیاه کولی در بررسی حاضر با مطالعات انجام شده در دیگر نقاط متفاوت بود، که نشاندهنده آن است که استراتژی‌ها و تاکتیک‌های تولید مثلی در ماهیان می‌تواند قابلیت تطابق با شرایط محیطی متفاوت را داشته باشد و این تطابق در راستای افزایش ضریب بازماندگی فرزندان و والدین است.

واژگان کلیدی: سیاه کولی، بافت شناسی، تخمریزی، استراتژی تولید مثل.

Reproductive biology of migratory *Vimba persa* to Sefidroud River

Narjes Karimi[1*]; Hamed Mousavi Sabet[1]; Bahram Falahatkar[1]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources University Guilan, Sowmeh-Sara, Iran.

Email: Narjess_karimi@yahoo.com

Abstract

The reproductive characteristics of *Vimba persa* were studied by histological analysis and the pattern of oocytes size frequency distribution of 173 specimens from the Bandar Kiashahr coast on the Caspian Sea and Sefidroud River between March 2019 and June 2019. The results of this study showed that the *V. persa* is total spawner and the oocytes develop synchronously. In this investigation the spawning pattern of *V. persa* is vary from other regions, that demonstrated the reproductive strategy and tactics may be adopt in response to fluctuations in the environment. These adaptations lead to maximization of survivorship of offspring and adulthood.

Keywords: ***Vimba persa*, Histology, Spawning, Reproductive strategy.**

ارزیابی ژنتیکی جمعیتهای تاس ماهی ایرانی در حوضه جنوبی دریای خزر با استفاده از مارکرهای تتراپلوئیدی ریزماهواره

مجید رضا خوش خلق [۱]؛ سجاد نظری* [۲]؛ محمد پورکاظمی [۲]

۱- گروه شیلات، منابع طبیعی، دانشگاه گیلان نام شهر صومعه سرا، ایران

۲- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

۳- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

Email: sajadnazari13@gmail.com

چکیده

ساختار ژنتیک تاسماهی ایرانی و تاسماهی روسی دریای خزر با استفاده از هشت مارکرهای تتراپلوئیدی میکروستلایت Microsatellite مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور طی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۱ تعداد ۱۹۵ نمونه از مولدین تاسماهی ایرانی از مناطق مختلف نمونه برداری شامل: نواحی ۵ گانه شیلاتی و رودخانه سفیدرود جمع آوری و سپس ۲ گرم از باله دمی آنها در الکل اتیلیک ۹۶٪ قرار داده و به آزمایشگاه ژنتیک مولکولی انتقال داده شد. DNA ژنومی با استفاده از روش فنل کلروفرم استخراج شد. کمیت و کیفیت DNA با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و الکتروفورز ژل آگارز تعیین شد. واکنش زنجیره‌ای پلیمراز (PCR) در مورد باله ماهیان با استفاده از ۸ جفت پرایمر میکروستلایت صورت گرفت که پلی مورفیسم بودند. در این بررسی در مورد تاسماهی ایرانی حداقل ۸ در ناحیه ۲ و حداکثر ۱۴ آلل رودخانه سفیدرود مشاهده شد. میانگین هتروزیگوسیتی مشاهده شده و مورد انتظار در کل نمونه‌های تاسماهی ایرانی به ترتیب بین ۰/۶۵۷ و بین ۰/۷۸۴ بود. در این بررسی در مورد تاسماهی ایرانی مشخص شد که نمونه‌های رودخانه سفیدرود اختلاف معنی داری با نمونه‌های سواحل غربی و شرقی حوضه جنوبی خزر دارند ($P \leq$ ۰/۰۰۱) و این اختلاف در مورد نواحی شیلاتی سواحل شرقی با سواحل غربی حوضه جنوبی خزر نیز دیده شد ($P \leq$ ۰/۰۱). درخت فیلوژنی براساس معیار ژنتیکی neighbor-joining مشخص شد که نمونه‌های تاسماهی ایرانی جمع آوری شده از سفیدرود در یک کلاستر و سایر نمونه‌ها در کلاستر مجزا قرار دارند با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اعلام کرد که در حوضه جنوبی دریای خزر دو جمعیت مستقل تاسماهی ایرانی شامل: جمعیت تاسماهی ایرانی رودخانه سفیدرود، و جمعیت تاسماهی ایرانی ناحیه ۳ شیلاتی (که نیازمند مطالعه آتی در مورد منشاء ژنتیکی آن می‌باشد) وجود دارد.

واژگان کلیدی: میکروستلایت، تاسماهی ایرانی، ژنتیک جمعیت، دریای خزر

Genetic Assessment of Persian Sturgeon (Acipenser persicus Borodin, 1897) Population in the south Caspian Sea using poyploid microsatellite data

Majid Reza Koshkholgh[1]; Sajad Nazari[2]; Mohammad Pourkazemi[3]

1. Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144 Sowmehsara, Iran
2. Shahid Motahary Cold-water Fishes Genetic and Breeding Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran.
3. Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Email: sajadnazari13@gmail.com

Abstract

Genetic structure of *Acipenser persicus*, in the Caspian Sea was studied using tetrasomic microsatellite markers. A total of 195 specimens of *A. persicus* breeders were collected from the sampling stations located in the five fishery catch zones as well as from the Sefidrud River in the south Caspian region. About 2 g of caudal fin samples was collected from each sturgeon specimen and preserved in 96% ethyl alcohol and then transferred to the genetic laboratory of the International sturgeon research Institute. Genomic DNA was extracted using the phenol-chloroform method. DNA quality and content was determined using spectrophotometry and agarose gel electrophoresis. Polymerase Chain Reaction (PCR) of genomic DNA fin samples was carried out using 8 pairs of microsatellite tetrasomic primers of which all of primers were polymorphic. All PCR products were electrophoresed on 6% polyacrylamide gel and stained with silver nitrate. Following the scoring of alleles, all parameters related to population genetics were calculated using the Phylip and Arliquin program and the phylogenetic relationship between samples was plotted using neighbor-joining tree. Number of alleles in *A. persicus* varied from a minimum of 8 (Zone 2) to a maximum of 14 alleles per locus (Sepidrud River). The observed and expected heterozygosity was between 0.657 and 0.784 respectively. Significant differences were detected between *A. persicus* specimens collected from Sepidrud River ($P \leq 0.001$) and those collected in the south Caspian Sea. Significant differences were also detected between specimens caught in the eastern fishery zones and those caught in the western fishery zones of the south Caspian Sea ($P \leq 0.001$). Based on genetic criteria it is evident from the phylogenetic tree plotted that *A. persicus* specimens collected from the Sepidrud River belonged to one cluster and all other specimens belonged to a separate cluster. Based on the results obtained it may be concluded that three independent populations of *A. persicus* are found in the Caspian Sea which include the Sepidrud population, and the population of the fishery zone three in which this calls for further investigations on the genetic structure.

Keywords: **Microsatellite, *A. persicus*, population genetics, Caspian Sea**

مقدمه

ماهیان خاویاری از ابتدایی‌ترین و قدیمی‌ترین ماهیان غضروفی – استخوانی‌اند که حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش تکوین یافته‌اند (Ludwig,2001). این رده شامل ۲۷ گونه است (Balazik et al,2017). از ۲۷۰۰۰ گونه ماهی که در آبهای سراسر جهان شناسایی شده است ۲۷ گونه ماهیان خاویاری از گرانبهاترین آن‌ها به حساب می‌آیند که زیستگاه آنها منحصراً در نیمکره شمالی است. تاسماهیان از رده ماهیان استخوانی (Osteichthyes) و فوق راسته ماهیان غضروفی – استخوانی (Chondostei) و از راسته تاسماهی شکلان (Acipenseriformes) و خانواده تاسماهیان (Acipenseridae) و متعلق به دو جنس *Acipenser* و *Huso* می‌باشند. تاسماهیان موجود در دریای خزر، جنس *Huso* گونه فیل ماهی و جنس *Acipenser* گونه تاس ماهی ایرانی (قره برون)، تاس ماهی روسی (چالباش)، ازون برون (دراکول)، شیپ و استرلیاد را شامل می‌شوند. شش گونه مذکور که در آبهای خزر و رودخانه‌های منتهی به آن وجود دارند در مجموع ۹۰ درصد از کل ذخایر ماهیان خاویاری جهان را تشکیل می‌دهند (Vlasenko *et al*., 1989; Khoshkholgh *et al*., 2011). کنوانسیون نظارت بر تجارت گونه‌های گیاهی و جانوری در معرض خطر انقراض (CITES) قرار گرفته است (Ivanov & Vlasenko, 2001). با قرار گرفتن نام تمام این ماهیان در لیست CITES برنامه مدیریتی حفاظتی رسیدگی به صید و کنترل تجارت بین المللی این ماهیان با ارزش از طریق کنوانسیون مزبور در ۱۶۷ کشور عضو اجرا می‌شود. لذا به منظور اعمال مدیریت شیلاتی به جهت حداکثر برداشت مجاز و پایدار از ذخایر این ماهیان لازم است اقدامات مؤثری برای حفظ و بازسازی ذخایر تاسماهیان انجام شود که از آن جمله می‌توان اشاره‌ای به تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری کرد و به همین دلیل حدود ۳۰ مرکز تکثیر مصنوعی و پرورش انواع تاسماهیان در کشورهای حاشیه دریای خزر وجود دارد که هر ساله حدود ۹۰ میلیون قطعه انواع بچه ماهیان خاویاری را از مولدین این ماهیان تکثیر کرده و جهت بازسازی و حفظ ذخایر به رودخانه‌های منتهی به دریای خزر رهاسازی می‌کنند که از این طریق حدود ۹۰ درصد از ذخایر کنونی فیل ماهی و بیش از ۸۰ درصد از ذخایر تاسماهی روسی و ایرانی و ازون برون دریای خزر محصول تکثیر مصنوعی و پرورش بچه تاسماهیان است (Pourkazemi *et al*., 2012; Nazari *et al*., 2013).

بررسی جمعیتی تاس ماهی ایرانی جنوب دریای خزر با استفاده از روشهای مختلف فیزیولوژیکی و شاخصهای سرم خون این گونه انجام پذیرفته است که محققین عنوان کرده‌اند که در سواحل جنوبی دریای خزر جمعیتهای مختلفی از تاس ماهی ایرانی وجود دارند از جمله: پروانه (۱۳۷۳) عنوان کرد که ماهیان دو منطقه گرگان و سفیدرود دو جمعیت متفاوت و دو نژاد مختلف از نظر جغرافیایی هستند. شاخص‌های الکتروفورتیک مورد بررسی، تفکیک پروتئین‌ها و تعداد باندها بود. نمونه‌های سرم خون ماهیان از ۳ منطقه گرگان، سفیدرود و آستارا بودند و همچنین بیک دوردی (۱۳۷۶)، ۴ شکل مختلف از پروتئین‌های سرم خون تاس ماهی ایرانی مشاهده کرد و پیشنهاد کرد این اشکال مختلف می‌تواند بیانگر ۴ گروه جمعیت از ماهیان مورد بررسی در ناحیه ۴ شیلاتی جنوب دریای خزر (بندر ترکمن) باشد (Moghim *et al*., 2012; Nazari, *et al*., 2019). هدف این تحقیق بررسی امکان شناسایی و مقایسه ساختار ژنتیک جمعیتهای تاسماهی ایرانی در سواحل جنوبی شامل رودخانه سفیدرود و نواحی پنج گانه شیلاتی در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از پرایمرهای پلی پلوئیدی مایکروساتلایت است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری:

جمع آوری نمونه‌های تاس ماهی ایرانی *Acipenser persicus* در مناطق جنوبی دریای خزر توسط گروه تحقیقاتی گشت ارزیابی ذخایر انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری و با همکاری کشتی‌های تحقیقاتی ایرانی (شناور سی سرا ۲ و کشتی

گیلان با قدرت ۱۰۰۰ اسب بخار) انجام پذیرفت. بدین منظور طی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۱ تعداد ۱۹۵ نمونه از مولدین تاسماهی ایرانی از مناطق مختلف نمونه برداری شامل: نواحی ۵ گانه شیلاتی و رودخانه سفیدرود جمع آوری و سپس ۲ گرم از باله دمی آنها در الکل اتیلیک ۹۶٪ قرار داده و به آزمایشگاه ژنتیک مولکولی انتقال داده شد. DNA ژنومی با استفاده از روش فنل کلروفرم استخراج شد. کمیت و کیفیت DNA با استفاده از روش اسپکتروفتومتری و الکتروفورز ژل آگارز تعیین شد.

جدول ۱: تعداد و محل جمع آوری نمونه‌های تاس ماهی ایرانی در مناطق مختلف دریای خزر جهت آنالیز میکروستلایت

تعداد نمونه‌ها	منطقه	استان/کشور
۴۵	ناحیه ۱ (آستارا – بندرانزلی)	گیلان
۳۲	رودخانه سفیدرود	
۳۶	ناحیه ۲	
۲۰	ناحیه ۳ (نوشهر – ساری)	مازندران
۲۴	ناحیه ۵ (چابکسر – نوشهر)	
۳۸	ناحیه ۴ (میانکاله – بندرترکمن)	گلستان
۱۹۵		**مجموع**

نقشه: مناطق نمونه برداری تاسماهی ایرانی

بررسی کمی DNA استخراج شده با استفاده از روش اسپکتروفتومتری

برای تعیین کمیت DNA نمونه‌ها پس از کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل ND1000) با آب مقطر استریل، ۲۰ میکرولیتر DNA ژنومی به وسیله آب مقطر به حجم ۳۰۰µL رسانده شد، مقدار جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۲۶۰ تا ۲۸۰ نانومتر و نسبت A260/280 به وسیله دستگاه اندازه گیری و ثبت گردید. برای بهینه کردن PCR ابتدا PCR استاندارد که شامل مراحل زیر است را انجام داده و سپس با توجه به محصولات PCR اقدام به تغییر شرایط گردید (Nazari *et al.*, 2016). در مرحله اول با مشخص کردن دامنه حرارتی، بهترین دمای اتصال هر کدام از آغازگرها به رشته الگو به دست آمد و در مرحله بعد جهت تظاهر خوب باندها و حذف شکستگی (اسمیر) و باندهای اضافی غلظت مناسب $MgCl_2$، DNA ژنومی، آغازگر و dNTPs به کار گرفته شد و پس از اتمام کار نمونه‌ها به یخچال منتقل گردید.

آنالیز آماری

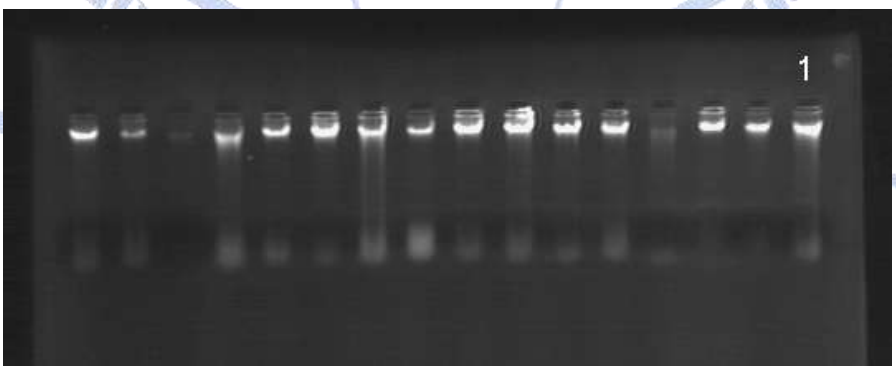
فراوانی اللی(Allele frequency) ، هتروزیگوسیتی مورد انتظار (Expected heterozygosity) و مشاهده شده (Observed heterozygosity)، تعداد اللهای واقعی و تعداد اللهای مؤثر (Effective allele) در جایگاههای میکروساتلایتی، برنامه Arliquin و Phylip محاسبه گردید. برای تعیین رابطه تکاملی (phelogeny) از معیارهای Nei (1972, 1978) استفاده و درخت تکاملی بین نمونه‌های جمع آوری شده از مناطق مختلف ترسیم شد (Roques, 2019).

نتایج

کمیت و کیفیت DNA به دو روش مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن به شرح ذیل می‌باشد:

الف – روش الکتروفوزی:

بررسی شدت وضوح باندهای DNA بر روی ژل آگارز (یک درصد) نشان داد که DNA های استخراج شده از باله تاسماهی ایرانی به روش فنل – کلروفوم از کیفیت و کمیت قابل قبولی برای استفاده در آزمایش‌های PCR برخوردار می‌باشند. باندهای DNA بسیار قوی و شفاف بودند و این بیانگر آنست که DNA استخراجی فاقد آلودگی پروتئینی، فنلی و آلودگی به RNA است (شکل ۲).



شکل ۲ کیفیت باندهای DNA تاسماهی ایرانی بر روی ژل آگارز

ب - اسپکتروفتومتری DNA

میزان جذب در طول موج ۲۶۰ nm و طول موج ۲۸۰ nm بو سیله ا سپکتروفتومتر محا سبه گردید و ن سبت جذب طول موج ۲۶۰ به ۲۸۰ نانومتر به عنوان شـاخص کمیت می‌باشـد. نمونه‌هایی که این نسـبت برای آنها ۱/۸ تا ۲ بود انتخاب و در مورد نمونه‌های نامنا سب ا ستخراج DNA برای آنها تکرار گردید. غلظتDNA ا ستخراجی بر ا ساس فرمول محا سبه شده در کلیه نمونه‌ها بین ng/1 ۲۵۰-۱۵۰ بود که پس از رقیق سازی و هم‌سان سازی غلظت DNA، در غلظت ng/1 ۱۰۰ مورد ا ستفاده قرار گرفت (Nazari *et al*., 2019).

نتایج PCR

پس از تغییر شرایط PCR بهترین شرایط بد ست آمده از نظر غلظت مواد و شرایط برنامه ترمال سایکلر بنحویکه حداقل باند اضافی را دارا باشد و باندهای اصلی دارای وضوح کامل باشند طبق شرایط جدول ۲ بدست آمد.

جدول ۲: جایگاه‌ها و توالی پرایمر های مورد استفاده در آنالیز میکروستلایت تاسماهی ایرانی

Locus	اندازه آلل	غلظت مواد	برنامه PCR	Repeat motif	Primer source(s)
AfuG 19	126-198	1.3mM MgCl2, 150µ MdNTPs, 10pmol each primer and 1.2UTaq DNApolymeraz	94/3min[94/30sec, 60/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(TTG)_9$	May *et al*., 1997
AfuG 34	138-180	1mM MgCl2, 200 µMdNTPs, 20pmol each primer and 1UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 51/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(GTT)_{10}$	May *et al*., 1997
AfuG 39	78-216	1.5mM MgCl2, 150µMdNTPs, 15pmol each primer and 0.75 UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 57/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(GTT)_{10}$	May *et al*., 1997
AfuG 68	184-260	1mM MgCl2, 200 µMdNTPs, 20pmol each primer and 1UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 60/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(GATA)_{13}$	May *et al*., 1997
Spl 35	274-307	1mM MgCl2, 150 MdNTPs, 10pmol each primer and 1.2UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 57/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(TG)_{13}$	McQuown *et al*., 2000
Spl 49	154-197	1mM MgCl2, 200 µMdNTPs, 10pmol each primer and 0.85UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 58/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(TC)_{15}$	McQuown *et al*., 2000

Spl 53	201-231	1.5mM MgCl2, 150µMdNTPs, 15pmol each primer and 0.75 UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 55/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(GA)_{16}$	McQuown *et al.*, 2000
Spl 106	184-224	1.2mM MgCl2, 200 µMdNTPs, 20pmol each primer and 1UTaq DNApolymerase	94/3min[94/30sec, 58/25sec and 72/30sec]^{30},72/5min	$(CTAT)_{12}$	McQuown *et al.*, 2000

بحث

در این بررسی در مورد تاسماهی ایرانی بیشترین Fst محاسبه شده بین گروه‌های نمونه ناحیه ۱(گیلان) و سفیدرود (به میزان ۰/۰۳۲) و کمترین مقدار آن بین نمونه‌های ناحیه ۴(گلستان) و ناحیه ۳(مازندران) (به میزان ۰/۰۱۱) به دست آمد.. میزان Fst اختلاف معنی‌داری بین جمعیت تاسماهی ایرانی در منطقه ترکمنستان با کلیه مناطق به غیر از ناحیه ۳ (مازندران) نشان می‌دهد و جمعیت تاسماهی ایرانی رودخانه سفیدرود اختلاف معنی‌داری را با نمونه‌های خزر شمالی و نواحی ۱ و ۲ و ۴ و ۵ شی‌لاتی نشان نمی‌دهد که در نتیجه یک جمعیت مستقل تاسماهی ایرانی شامل جمعیت تاسماهی ایرانی رودخانه سفیدرود قابل تشخیص می‌باشد. گرچه در مطالعات ژنتیک جمعیت، ارزیابی فیلوژنی شاخص مناسبی برای تمایز جمعیت‌ها نیست ولی وضعیت نمودارها و کلاستر می‌تواند تفکیک مناطق نمونه برداری را بهتر نشان دهد. در این بررسی با استفاده از معیارهای Nei, (1972,1978) درخت فیلوژنی ترسیم شد. در مورد تاسماهی ایرانی براساس معیار Nei, (1972) نمونه‌های سفیدرود در یک کلاستر و دیگر نمونه‌ها در کلاستر دیگر قرار دارد.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران و مسئولینی که در اجرای این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

Balazik M.T., Farrae D.J., Darden T.L. and Garman G.C. (2017). Genetic differentiation of springspawning and fall-spawning male Atlantic sturgeon in the James River, Virginia. *PLoS ONE*. 12(7): 1-8. DOI:10.1371/journal.pone.0179661

Chakmehdouz Ghasemi F., Pourkazemi M., Tavakolli M., Yarmohammadi M., Hassanzadeh Saber, M. and Baradaran Noveiri, S. (2011). Application of microsatellite markers to determine populations of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) in the South of Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 10(4) 596-606. DOI: 10.22067/ijfs.v6i2.25208

IUCN 2020, Versions 2020-1; The IUCN Red List of Threatened Species. 2020.

Khoshkholgh M., Nazari S. (2019). The genetic diversity and differentiation of narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Decapoda: Astacidea: Astacidae) in the Caspian Sea Basin, Iran as determined with mitochondrial and microsatellite DNA markers. J Crustac Biol 39(2):112–120

Khoshkholgh M., Nazari S. (2020). Characterization of single nucleotide polymorphism markers for the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) based on RAD sequencing. Conserv Genet Resour. https://doi.org/10.1007/s12686-020-01154-8

Khoshkholgh M. R., Nazari S. (2015). Genetic variation in populations of the narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) as assessed by PCR-RFLP of mitochondrial COI gene. Mol Biol Res Commun 4:225–237

Khoshkholgh M., Nazari S. and Pourkazemi, M. (2013). Population structure of Persian sturgeon (Acipenser persicus Borodin, 1897) populations in the southern part of Caspian Sea. Iranian Journal of Animal Biosystematics, 9(1): 29- 39. DOI:10.22067/ijab.v9i1.33304

Khoshkholgh M., Pourkazmi M., Nazari S. and Azizzadeh L. (2011). Genetic diversity in the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) in the south Caspian Sea based on mitochondrial DNA sequence analysis. *Caspian Journal ofEnvironmental Sciences*, 9, 27–36.

McQuown E.C., Sloss B.L., Sheehan R.J., Rodzen J., Tranah G.J., & May B. (2000). Microsatellite analysis of genetic variation in sturgeon (Acipenseridae): new primer sequences for *Scaphirhynchus* and *Acipenser*. *Transactions of American Fishisheries Society* 129:1380–1388.

Moghim M., Heist E. J., Tan S.G., Pourkazemi M., Siraj S. S., Panadam J. M. (2009). Amplification of microsatellites in Persian Sturgeon, *Acipenser persicus*. *Iranian journal of Fisheries Sciences*. 8(1). 97-102.

Moghim M., Heist E.J., Tan S.G., Pourkazemi M., Siraj S.S., Panandam J.M., Pourgholam R., Kor D., Laloei F. and Taghavi M.J., (2012). Isolation and characterization of microsatellite loci in the Persian sturgeon (Acipenser persicus, Borodin, 1897) and cross-species amplification in four commercial sturgeons from the Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences,11(3): 548-558.

Nazari S, Jafari V, Pourkazemi M, Kolangi Miandare H, Abdolhay H. (2016). Association between myostatin gene (MSTN-1) polymorphism and growth traits in domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Agri Gene, 1: 109–115.

Nazari S., Pourkazemi M., Khoshkholgh M.R. (2019). Analysis of the genetic structure of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) populations: Comparison of control region sequencing and PCR-RFLP analysis of mitochondrial DNA. Iran J Fish Sci. 19(6) 3201-3220

Nazari S., Pourkazemi M., Koshkholgh M.R. and Azizzadeh L., (2013). Population structure and variation in Persian sturgeon (*Acipenser percicus*, Borodin 1897) from the Caspian Sea as determined from mitochondrial DNA sequences of the control region. *Progress in Biological Science*, 3, 67–80. DOI: 10.22059/PBS.2013.35826

Nazari S., Pourkazmi M. (2021). Isolation and characterization of SNP markers of rainbow trout (Onchorhynchus mykiss Walbaum, 1792) from transcriptomic sequences. Mol Biol Rep 48, 989–995. https://doi.org/10.1007/s11033-020-06088-w

Pourkazemi M., Nazari S., Khoshkholgh M.R. and Azizzadeh L. (2012). Genetic Relationships among Populations of the Persian sturgeon, Acipenser percicus, in the south Caspian Sea

Detected by Mitochondrial DNA–Restriction Fragment Length Polymorphisms. Caspian Journal of Environmental Sciences, 10(2): 215-226.

Qasemi A., Pourkazemi M. & Kalbasi M. (2004). Genetic variation in ship sturgeon (*Acipenser nudiventris*) from the south Caspian Sea using PCR-RELP. *Iranian scientific fisheries journal* 4, 151-163.

Roques, S., 2019. Data from: From microsatellites to single nucleotide polymorphisms for the genetic monitoring of a critically endangered sturgeon Ecology and Evolution, Ecology and Evolution, 9(**12**), 7017-7029. DOI:10.1002/ece3.5268

Vlasenko A.D., Pavlov A.V. & Vasil'ev V.P. (1989). *Acipenser persicus* Borodin, 1897. In: The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1. Pt. II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes (ed. J. Holcik). AULA-Verlag, Wiesbaden, pp. 345–366.

Waldman J., Alter S.E., Peterson D., (2019). Contemporary and historical effective population sizes of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. *Genetics*, 20, 167–184. DOI: 10.1007/s10592-018-1121-4

Weir B.S., Cockerham C.C. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38, 1358–1370.

Wirgin I., Roy N.K., Maceda L., and Mattson M. (2018). DPS and population origin of sub-adult Atlantic sturgeon in the Hudson River. Fisheries Research, 207:165– Downloaded from isfj.ir at 21:58 +0430 on Saturday September 18th 2021 170. DOI: 10.1016/j.fishres.2018.06.004.

الگوی بیان ژن (خانواده (IGF در رشد ماهیچه‌های اسکلتی در ماهی سوف معمولی (*Sander lucioperca*) در طی مراحل نمو لاروی

فاطمه لواجو [۲،۱]؛ بهرام فلاحتکار [۱]؛ میکل پرلوآمورس [۲]؛ فاطمه مشیدی [۲]؛ ایرج عفت‌پناه [۱]؛ جوآکیم گوتییرز [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران.

۲- گروه زیست شناسی سلولی، فیزیولوژی و ایمونولوژی، دانشکده زیست شناسی، دانشگاه بارسلونا، بارسلونا، اسپانیا.

Email: jgutierrez@ub.edu falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

فاکتور رشد شبه‌انسولین نقش عمده‌ای در تنظیم رشد و تمایز ماهیچه‌های اسکلتی ایفا می‌کند و به صورت موضعی در سلول‌های ماهیچه‌ای بیان می‌شود. لاروهای گونه *Sander lucioperca* مورد استفاده در مطالعه حاضر از القای تخم‌ریزی با هورمون گنادوتروپین کوریونیک انسانی (hCG)، تحت شرایط کنترل شده در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد. ۸۰-۸۵ ساعت پس از تزریق، تخم‌ریزی روی لانه‌های مصنوعی انجام شد و تخم‌های چسبیده به لانه‌ها به مخزن بتنی گرد منتقل شدند. در طول آزمایش، نمونه‌های تصادفی از لاروها در طول ۱، ۳، ۵، ۸، ۱۰، ۱۴، ۲۱ و ۴۰ روز پس از تفریخ و صید شدند و نمونه‌ها ابتدا در ازت مایع منجمد و سپس در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد جهت آنالیز بیان ژن ذخیره شد. بیان فاکتورهای رشد شبه انسولینی (IGFs) در عضله ماهی سوف معمولی در طول نمو لاروی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بر اساس نتایج، بیان ژن IGF1 در روز ۱۰ و ۱۴ پس از تفریخ به پایین‌ترین سطح و در مرحله جوانی افزایش قابل توجهی نشان داد و مشخصات مشابهی برای IGFII مشاهده شد. بیان ژن‌های IGF1 و IGFII در نمونه تخم بسیار بالا بود. داده‌های مطالعه حاضر اهمیت برخی از ژن‌های تنظیم‌کننده روند رشد و نمو از مرحله تخم تا لاروی ماهی سوف معمولی را نشان داد. همچنین در این مطالعه کاندیداهای امیدوارکننده‌ای معرفی شدند که گام‌های چالش برانگیز ژن‌های رشد IGF1 و IGFII را نشان دادند که می‌توانند برای دستیابی به بهبود شیوه‌های آبزی‌پروری ماهی سوف معمولی در مطالعات آینده استفاده می‌شوند.

واژگان کلیدی: ماهی سوف معمولی، بیان ژن، رشد ماهیچه، نمو و تکامل لاروی.

The pattern of gene expression (IGF family) involved in growth of skeletal muscle in pikeperch, *Sander lucioperca* during ontogenesis

Fatemeh Lavajoo [1,2], Bahram Falahatkar [1*], Miquel Perelló-Amorós [2], Fatemeh Moshayedi[2], Iraj Efatpanah [1], Joaquim Guttierrez [2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran.
2- Department of Cell Biology, Physiology and Immunology, Faculty of Biology, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

Email: falahatkar@guilan.ac.ir; jgutierrez@ub.edu

Abstract

Insulin-like growth factors (IGF) play major roles in the regulation of skeletal muscle growth and differentiation, and they are locally expressed in muscle cells. The larvae used in the present study were obtained by spontaneous spawning of pikeperch broodstock held under controlled conditions under 15 °C temperature. Induced spawning was performed with human chorionic gonadotropin (hCG) in pikeperch. At 80-85 hours after injection spawning occurred on artificial nests and the spawned adhesive eggs attached to the nests were transferred to circular concrete tank with 180 cm diameter and 50 cm height. Random samples of larvae during 1, 3, 5, 8, 10, 14, 21 and 40 days post hatch (DPH) were caught, frozen and stored at -80 °C. The expressions of IGFs genes in pikeperch muscle during ontogenesis were analyzed. Based on the results, IGF1 gene expression showed a significant increase after 10 DPH and 14 DPH returning to the lowest levels in juvenile stage and the same profile was observed for the IGFII. It is also interesting that in contrast to that observed in IGF1 and IGFII expression was quite high at the stage of egg. The present study provides novel and detailed data characterizing some genes regulating the process of growth and development from egg to juvenile in pikeperch. We identified promising candidates representing the challenging steps of growth genes (IGF1 and IGFII) which can be used to accompany the development process of pikeperch farming in future studies.

Keywords: Pikeperch, Gene expression, Muscle growth, Ontogeny.

بررسی ارزش غذایی و ترکیب اسیدهای چرب بافت عضله ماهی کوپر *Argyrops spinifer* در سواحل بوشهر

تیرداد مقصودلو [1*]؛ محمد بحرینی [1]؛ عبدالرحیم پذیرا [1]

۱- گروه شیلات، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران

Email: t-maghsoudlou@iaubushehr.ac.ir

چکیده

ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*) از گونه‌های دارای ارزش تجاری بالا در آبهای خلیج فارس می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی ارزش غذایی و ترکیب اسیدهای چرب در عضله این گونه بود. در این تحقیق ۱۲ قطعه ماهی کوپر تازه خریداری شده از صیدگاههای بندر بوشهر مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه گیری پروتئین خام، چربی خام، خاکستر و رطوبت از روشهای استاندارد AOAC (۱۹۹۰) و برای آنالیز اسیدهای چرب از روش Murph (۱۹۹۳) استفاده گردید. نتایج نشان داد که میانگین میزان پروتئین خام و چربی خام در گوشت این ماهی به ترتیب ۲۰/۲۲ و ۷/۷۰ درصد بود. میانگین مقادیر خاکستر و رطوبت نیز به ترتیب ۱/۳۶ و ۷۲/۵۰ درصد بود. در عضله این ماهی ۱۰ اسید چرب شناسایی گردید که مقادیر میانگین اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع به ترتیب ۴۸/۳۹، ۳۶/۰۴ و ۶/۱۲ درصد از کل اسیدهای چرب بود. فراوان‌ترین اسیدهای چرب اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباع به ترتیب اسید پالمیتیک با ۲۹/۸۱ درصد، اسید اولئیک با ۲۹/۶۵ درصد و دوکوزا هگزانوئیک اسید با ۲/۳۲ درصد بودند. نسبت اسیدهای چرب امگا سه به امگا شش ۳ و نسبت اسیدهای چرب چند غیر اشباع به اشباع ۰/۱۲۶ بود. نتایج این تحقیق نشان داد که ماهی کوپر یک ماهی چرب و منبع عالی پروتئین است و حاوی مقادیر بالایی اسیدهای چرب امگا سه می‌باشد بنابراین می‌تواند به عنوان یک غذای دریایی سالم و مغذی در سبد غذایی خانواده‌ها قرار گیرد.

واژگان کلیدی: ماهی کوپر، سواحل بوشهر، ارزش غذایی، ترکیب اسیدهای چرب.

Study on nutritional value and fatty acid composition of the king soldier bream *Argyrops spinifer* muscle tissue in Bushehr coasts

Tirdad Maghsoudloo[1*]; Mohammad Bahreini[1]: Abdolrahim Pazira[1]

1- Department of fisheries, Bushehr branch, Islamic Azad University, Bushehr, Iran

Email: t-maghsoudlou@iaubushehr.ac.ir

Abstract

King soldier bream (*Argyrops spinifer*) is the species with high commercial value in the Persian Gulf. This study was aimed to determine nutritional value and fatty acid composition in the muscle of this species. In this research 12 fresh fish pieces purchased from Bushehr fishing ground were evaluated. Crude protein, crude lipid, ash and moisture content were measured using AOAC (1990) standard methods, and fatty acid composition analyzed using Murph (1993) method. The results showed that the mean values of crude protein and crude lipid in the meat of this fish were 20.22 and 7.70 percent respectively. The mean values of ash and moisture were 1.36 and 72.50 percent respectively. 10 fatty acids identified in the muscle of this fish among which saturated fatty acids, mono unsaturated fatty acids and poly unsaturated fatty acids mean contents were 48.39, 36.04 and 6.12 percent of total fatty acids respectively. The most abundant SFA, MUFA and PUFA were palmitic acid (29.81%), oleic acid (29.65%) and docosa hexaenoic acid DHA (2.32%) respectively. The ω3 to ω6 fatty acids and PUFA to SFA ratios were 2.99 and 0.126 respectively. The results of this research showed that king soldier bream is a fatty fish and an excellent source of protein and high amounts of ω3 fatty acids therefore can consume with families as a safe and nutritious sea food.

Key words: king soldier bream. Bushehr coasts, nutritional value, fatty acids composition.

مقدمه

بافت عضله ماهی یک منبع مهم پروتئین و چربی برای انسان می‌باشد. چربی‌ها ترکیبات مهمی در بدن ماهیها هستند که منبع تولید انرژی و اسیدهای چرب ضروری برای بدن می‌باشند. چربی ماهیها به عنوان منبع غنی اسیدهای چرب امگا سه بلند زنجیره شناخته می‌شود. اسیدهای چرب امگا سه خانواده‌ای از اسیدهای چرب غیر اشباع هستند که اولین پیوند دوگانه آنها بین سومین و چهارمین کربن در زنجیره کربنی قرار گرفته و موادی ضروری برای تنظیم فعالیت بدن انسان هستند. از جمله اثرات مثبت اسیدهای چرب امگا سه می‌توان به کاهش خطرات بیماریهای قلبی عروقی، فشار خون و برخی سرطانها اشاره نمود. بدن انسان قادر به ساخت اسیدهای چرب امگا سه نیست بنابراین به منبع غذایی حاوی این مواد به مقدار کافی نیاز دارد (Fernandes *et al.*, 2014). ماهیان دریایی یک منبع اسیدهای چرب چند غیر اشباع بلند زنجیره امگا سه می‌باشند و حاوی نسبتهای بالاتری از این مواد مغذی از ماهیان آب شیرین هستند. ترکیب اسیدهای چرب در بافتهای ماهیان دریایی می‌تواند در میان گونه‌ها و در میان افراد یک گونه بسته به جیره غذایی‌شان، اندازه، سن، جنس، شرایط زیست محیطی، فصل و روش صید متغیر باشد. (Ozogul and Ozogul., 2007). در سالهای اخیر تحقیقات فراوانی بر روی ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بافت عضله ماهیان دریایی در خلیج فارس و دریای عمان انجام شده است که برخی از این تحقیقات شامل موارد زیر است: Ziaeian Norbakhsh (2012) بر روی پروفایل اسیدهای چرب و مواد مغذی موجود در گوشت ماهی شوریده، Shokrollahi nejad و همکاران (2012) بر روی شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب موجود در گوشت ماهی حلوا سفید، Velayatzadeh and Askary Sary(2012) بر روی ترکیب شیمیایی بافت عضله سه ماهی شوریده، قباد و شیر، Hadizadeh و همکاران (2013) بر روی شناسایی ترکیب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب موجود در گوشت ماهی سارم دهان بزرگ، Afkhami و همکاران (2013) بر روی ترکیب اسیدهای چرب در دو گونه هامور معمولی و صبیتی وحشی و پرورشی، Hosseini Shekarabi و همکاران (2013) بر روی ترکیبات شیمیایی و الگوی اسیدهای چرب در ماهی شوریده دهان سیاه، Bahri و همکاران (2014) بر روی ترکیب اسیدهای چرب دو گونه ساردین رنگین کمان و موتوی معمولی، Adamipour and Khodadadi (2016) بر روی ترکیب اسیدهای چرب با مراحل تخمریزی و بلوغ ماهی صبور، Mousavi Nadushan and Abbasi (2018) بر روی پروفایل اسیدهای چرب در هفت گونه از ماهیان دریایی و پر مصرف خلیج فارس، Taheri و همکاران (2019) بر روی مقایسه ترکیب اسید چرب گوشت ماهی گیش طلایی در تابستان و زمستان، Moradi و همکاران (2019) بر روی اثر تغییرات فصلی بر اسیدهای چرب بافت عضله ماهی حلوا سفید و Forouzandeh و همکاران (2019) بر روی پروفایل اسیدهای چرب گونه‌های غالب ماهیان خور گوبان در شمال غربی خلیج فارس.

بیش از ۱۱ گونه از شانک ماهیان در آبهای ایرانی خلیج فارس و دریای عمان وجود دارند که ۵ گونه از آنها دارای ارزش تجاری می‌باشند. ماهی کوپر از غرب تا شرق اقیانوس هند و در شمال استرالیا پراکنش دارد. این ماهی یک گونه کفزی است که ماهیان جوانتر در نواحی کم عمق به صورت گروهی و ماهیان بالغ بزرگتر در آب‌های عمیق‌تر به صورت انفرادی یافت می‌شوند. تغذیه این گونه از بی مهرگان کفزی و عمدتاً از نرم تنان، میگوها، خرچنگ‌ها و نکتونها می‌باشد (Hamzeh *et al.*, 2017).

هدف از این تحقیق تعیین ترکیب شیمیایی و پروفایل اسیدهای چرب بافت عضله ماهی کوپر *Argyrops spinifer* صید شده در سواحل بوشهر بود.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۲ قطعه ماهی کوپر تازه با وزن متوسط ۳۵۰ گرم و طول متوسط ۳۰ سانتی متر از صیدگاههای بوشهر خریداری گردید و بعد از باله زنی و تخلیه امعا و احشا در کوتاه‌ترین زمان با استفاده از جعبه‌های یونولیتی و یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس پوست آن‌ها کاملاً برداشته شده و گوشت آنها برای مراحل بعدی آماده گردید. پس از شستشو ماهیان برای انجام آنالیزهای شیمیایی آماده شدند. برای این منظور گوشت ماهیان با استفاده از دستگاه مخلوط کن مخلوط و یکنواخت شد. برای اندازه گیری مقدار رطوبت و خاکستر از روشهای استاندارد AOAC استفاده شد، به این ترتیب که برای تعیین درصد رطوبت مقداری از نمونه در آون با دمای ۱۱۶ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت قرار داده شد و سپس بر اساس فرمول مربوطه درصد رطوبت محاسبه گردید. برای اندازه گیری درصد خاکستر از کوره الکتریکی استفاده گردید که برای این منظور مقداری از نمونه در کوره با دمای ۶۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد و پس از سوزاندن نمونه درصد خاکستر محاسبه گردید. درصد چربی و پروتئین به ترتیب با استفاده از روشهای سوکسله و کلدال و بر اساس روشهاس استاندارد AOAC اندازه گیری شد (AOAC, 1990). برای استخراج چربی از حلال اتر دو پترول استفاده شد، به طوری که ماده اولیه پس از یکنواخت شدن در مجاورت این حلال قرار گرفته و در نتیجه کلیه چربی نمونه حل شده و توزین گردید. مقدار پروتئین نیز با استفاده از محاسبه درصد نیتروژن و ضریب ۶/۲۵ محاسبه و به صورت درصد بیان شد. همه آنالیزها در سه تکرار انجام شده است. آنالیز اسیدهای چرب با استفاده از روش Murph (1993) انجام شد. نتایج اسیدهای چرب به صورت درصد هر اسید چرب با توجه به کل اسیدهای چرب بیان گردیده است. برای این منظور حدود نیم گرم از چربی استخراج شده به منظور متیله نمودن با نسبتهای مناسب از متانول، بنزن و اسید سولفوریک مخلوط می‌شود، سپس حدود یک میکرولیتر از نمونه آماده را به دستگاه گاز کروماتوگرافی GC تزریق نموده و مکان هر یک از اسیدهای چرب را بر اساس زمان بازداری (RT) آن‌ها در نمونه استاندارد شناسایی کرده و به صورت گرم در صد گرم چربی نمونه بیان گردید.

نتایج

جدول ۱ ترکیب شیمیایی عضله ماهی کوپر *Argyrops spinifer* را نشان می‌دهد. میزان پروتئین خام اندازه گیری شده در عضله این ماهی ۲۰/۲۲ درصد، میزان لیپید خام ۷/۷۰ درصد، و مقادیر خاکستر و رطوبت به ترتیب ۱/۳۶ و ۷۲/۵۰ درصد بود.

جدول ۱ – ترکیب شیمیایی تقریبی عضله ماهی کوپر

نوع ماده مغذی	پروتئین خام	لیپید خام	خاکستر	رطوبت
درصد ماده مغذی (میانگین ± انحراف معیار)	۲۰/۰±۲۲/۱۹	۷/۰±۷۰/۳۷	۱/۰±۳۶/۱۴	۷۲/۰±۵۰/۴۲

جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب موجود در عضله ماهی کوپر را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز نشان دهنده وجود ۱۰ اسید چرب در عضله این ماهی بود که از این تعداد ۴ عدد جزء اسیدهای چرب اشباع (SFA)، ۲ عدد جزء اسیدهای چرب تک غیر اشباع (MUFA)، و ۴ عدد متعلق به گروه اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA) بودند. اسیدهای چرب اشباع با ۴۸/۳۹ درصد از کل اسیدهای چرب بیشترین میزان اسیدهای چرب را در عضله این ماهی داشتند و پس از آنها اسیدهای چرب تک غیر اشباع با ۳۶/۰۴ درصد و اسیدهای چرب چند غیر اشباع با ۶/۱۲ درصد از کل اسیدهای چرب قرار داشتند. در میان اسیدهای چرب

اشباع اسید پالمیتیک با ۲۹/۸۱ درصد، در میان اسیدهای چرب تک غیر اشباع اسید اولئیک با ۲۹/۶۵ درصد و در میان اسیدهای چرب چند غیر اشباع دوکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) با ۲/۳۲ درصد فراوانترین بودند.

جدول ۲ – ترکیب اسیدهای چرب موجود در عضله ماهی کوپر

اسید چرب	نام عمومی	میانگین ± انحراف معیار (درصد)
C12: 0	Lauric acid	۳/۰±۰۳/۲۳
C14: 0	Myristic acid	۱/۰±۰۳/۰۸
C16: 0	Palmitic acid	۲۹/۱±۸۱/۸۳
C18: 0	Stearic acid	۱۴/۰±۵۲/۵۷
Total SFA	مجموع اسیدهای چرب اشباع	۴۸/۱±۳۹/۰۹
C16: 1ω7	Palmitoleic acid	۶/۰±۳۹/۱۷
C18: 1ω9	Oleic acid	۲۹/۱±۶۵/۷۰
Total MUFA	مجموع اسیدهای چرب تک غیر اشباع	۳۶/۱±۰۴/۷۹
C18: 2ω6	Linoleic acid	۱/۰±۵۶/۲۲
C18: 3ω3	α Linolenic acid	۰/۰±۲۰/۲۱
C20: 5ω3	Eicosa pentaenoic acid (EPA)	۲/۰±۰۴/۰۸
C22: 6ω3	Docosa hexaenoic acid (DHA)	۲/۰±۳۲/۰۸
Total PUFA	مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع	۶/۰±۱۲/۲۲

جدول ۳ ترکیب و نسبت اسیدهای چرب را در عضله ماهی کوپر نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که مجموع امگا سه و مجموع امگا شش در این ماهی به ترتیب ۴/۵۵ و ۱/۵۶ درصد بود. نسبت مجموع امگا سه به مجموع امگا شش ۳ و نسبت مجموع اسیدهای چرب چند غیر اشباع به مجموع اسیدهای چرب اشباع ۰/۱۲۶ بود. نسبت اسید چرب DHA به EPA نیز ۱/۱۴ بود.

جدول ۳ – ترکیب و نسبت اسیدهای چرب در عضله ماهی کوپر

نسبت و ترکیب اسیدهای چرب	میانگین ± انحراف معیار
Total ω3	۴/۰±۵۵/۳۴
Total ω6	۱/۰±۵۶/۲۲
Total ω3 / Total ω6	۰±۳/۶۳
Total PUFA / Total SFA	۰/۰±۱۲۶/۰۰۶
DHA / EPA	۱/۰±۱۴/۰۳

بحث

ترکیب شیمیایی بدن ماهی از گونه‌ای به گونه دیگر متفاوت است. این تفاوت حتی در بین ماهیان یک گونه هم ممکن است دیده شود که دلیل اصلی آن تفاوت در سن، جنس، شرایط محیطی و فصل است. اما بدون شک اختلاف اصلی در ترکیب شیمیایی ماهی را باید در ارتباط با غذای دریافتی یا تغذیه ماهی دانست (Razavi Shirazi, 2007). مقدار رطوبت در ماهی و دیگر فرآورده‌های دریایی خیلی زیاد بوده و حدود ۷۰ تا ۸۵ درصد وزن عضلات را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق مقدار رطوبت در بافت عضله کوپر ۷۲/۵۰ درصد بود. Shokrollahi nejad و همکاران (2012) مقدار رطوبت را در ماهی حلوا سفید ۷۴/۸ درصد گزارش کردند. محققین مختلف مقدار رطوبت را در ماهیان شوریده، سارم دهان بزرگ و شوریده دهان سیاه به ترتیب ۷۶/۵۱، ۷۱/۴۴ و ۷۹/۳۲ درصد گزارش کردند. Taheri و همکاران (2019) مقادیر رطوبت در فصول تابستان و زمستان در ماهی گیش طلایی را به ترتیب ۶۷/۱۹ و ۶۳/۶۴ درصد گزارش کردند که کمتر از این تحقیق بود. Velayatzadeh and Askary Sary (2012) مقادیر رطوبت در ماهیان شوریده، شیر و قباد را به ترتیب ۷۸/۲، ۷۵/۶ و ۷۶/۹ درصد گزارش کردند که در تمام موارد از این تحقیق بیشتر بود. مواد معدنی یا خاکستر تقریباً ۰/۵ تا ۱/۵ درصد وزن قسمت خوراکی بدن ماهی را تشکیل می‌دهد. در این تحقیق مقدار خاکستر در بافت عضله ماهی کوپر ۱/۳۶ درصد بود. محققین مختلف در داخل کشور مقدار خاکستر را در ماهی حلوا سفید ۱/۴ درصد، در ماهی سارم دهان بزرگ ۲/۱۷ درصد، در ماهی شوریده ۲/۱۰ درصد، در ماهی شیر و قباد به ترتیب ۱/۶۳ و ۱/۱۳ درصد، در ماهی شوریده دهان سیاه ۱/۴۳ درصد و در ماهی گیش طلایی در فصول تابستان و زمستان به ترتیب ۱/۱۱ و ۰/۵۷۸ درصد گزارش کردند. لیپیدها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله هستند که بیشترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن ماهی نشان می‌دهند. حتی در یک گونه خاص نیز ممکن است این اختلاف در فصول مختلف سال مشاهده شود که حداقل مقدار آن معمولاً در هنگام تخم ریزی است. امروزه ماهیان را از نظر مقدار چربی به سه گروه تقسیم می‌نمایند: ماهیان چرب که بیش از ۵ درصد چربی دارند، ماهیان نیمه چرب که بین ۳ تا ۵ درصد چربی دارند و ماهیان بدون چربی یا کم چرب که کمتر از ۳ درصد و در برخی موارد کمتر از یک درصد چربی دارند (Razavi Shirazi, 2007). در این تحقیق مقدار لیپید خام در عضله ماهی کوپر ۷/۷۰ درصد بود که نشان می‌دهد این ماهی در گروه ماهیان چرب قرار دارد. مقدار لیپید خام در ماهی حلوا سفید ۵/۱ درصد و در ماهیان سارم دهان بزرگ و شوریده و شوریده دهان سیاه به ترتیب ۶/۳۲، ۴/۱۲ و ۱/۰۱ درصد و در ماهیان شیر و قباد در فصل زمستان به ترتیب ۳/۴ و ۲/۱ درصد گزارش گردید که نشان دهنده تغییرات قابل ملاحظه این ماده مغذی در میان ماهیان دریایی مختلف می‌باشد. پروتئین‌ها مهمترین جزء خوراکی عضله ماهی بوده و حدود ۱۵ تا ۲۵ درصد مجموع وزن قسمت گوشتی را تشکیل می‌دهند. در این تحقیق میزان پروتئین بافت عضله ماهی کوپر ۲۰/۲۲ درصد بود که نشان می‌دهد این ماهی یک منبع پروتئینی عالی می‌باشد. مقدار پروتئین خام در گوشت ماهیان دریایی مثل حلوا سفید، سارم دهان بزرگ، شوریده، شیرو قباد در خلیج فارس به ترتیب ۱۹، ۲۰/۰۷، ۱۵/۲۱، ۱۹/۵ و ۱۹/۹ درصد گزارش گردید. همانگونه در جدولهای ۲ و ۳ مشاهده می‌شود مقدار اسیدهای چرب اشباع در ماهی کوپر ۴۸/۳۹ درصد بود، این مقدار در ماهی حلوا سفید ۵۰/۵۴ درصد، در ماهی سارم دهان بزرگ ۵۳/۴۱ درصد، در ماهی شوریده ۳۴/۷۶ درصد، در ماهی شوریده دهان سیاه ۳۹/۵۴ درصد و در ماهی ساردین رنگین کمان و موتوی معمولی قبل از فصل مانسون در دریای عمان به ترتیب ۴۶/۸۲ و ۷۸/۴۸ درصد گزارش شد. Moradi و همکاران (2019) مقدار اسیدهای چرب اشباع در فصول گرم و سرد در ماهی حلوا سفید را به ترتیب ۵۷/۶۳ و ۵۲/۷۵ درصد گزارش کردند. Forouzandeh و همکاران (2019) مقدار اسیدهای چرب اشباع را در ماهیان شمسک بزرگ، سارم دهان بزرگ و لچه دهان نارنجی در زمستان به ترتیب ۴۹/۲۷، ۴۴/۶۶ و ۳۰/۵۳ درصد و در ماهیان زمین کن دم نواری، شورت و حسون در تابستان به ترتیب ۵۳/۴۷، ۴۱/۳۷ و ۴۶/۰۵ درصد گزارش کردند.

در این تحقیق فراوانترین اسید چرب اشباع اسید پالمیتیک با ۲۹/۸۱ درصد بود که با تحقیقات سایر محققین بر روی ماهیان خلیج فارس و دریای عمان منطبق است. مقدار اسیدهای چرب تک غیر اشباع در ماهی کوپر ۳۶/۰۴ درصد بود که اسید اولئیک با ۲۹/۶۵ درصد فراوانترین در این گروه بود.. سایر محققین مقدار اسیدهای چرب تک غیر اشباع در ماهیان حلوا سفید، سارم دهان بزرگ، شوریده، ساردین رنگین کمان، موتوی معمولی و شوریده دهان سیاه را به ترتیب ۱۸/۲۵، ۳۰/۹۴، ۳۹/۰۶، ۲۸/۶۶، ۱۷/۶۲ و ۳۷/۶۶ درصد گزارش کردند که در همه این تحقیقات اسید اولئیک فراوان‌ترین در این گروه بود. مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع در ماهی کوپر ۶/۱۲ درصد بود و دوکوزا هگزانوییک اسید (DHA) با ۲/۳۲ درصد فراوانترین اسید چرب در این گروه بود. مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع در ماهی حلوا سفید ۲۴/۴۵ درصد، در ماهی سارم دهان بزرگ ۲۳/۵۳ درصد و در ماهی شوریده ۲۲/۲۲ درصد گزارش شد. Taheri و همکاران (2019) مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع را در ماهی گیش طلایی در فصول تابستان و زمستان به ترتیب ۳۳/۴ و ۲۶/۵ درصد گزارش کردند که تفاوت معنی داری بین آنها وجود داشت. بر طبق گزارش Moradi و همکاران (2019) نیز مقدار اسیدهای چرب چند غیر اشباع در ماهی حلوا سفید در فصول گرم و سرد به ترتیب ۱۵/۳۳ و ۲۵/۵۹ درصد بود که تفاوت معنی داری بینشان وجود داشت. Afkhami و همکاران (2013) میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباع را در ماهی صبیتی پرورشی و دریایی به ترتیب ۲۷/۵۸ و ۲۵/۲۵ درصد و در ماهی هامور پرورشی و دریایی به ترتیب ۲۵/۵۲ و ۳۲/۴۱ درصد گزارش کردند. در این تحقیق مقدار اسیدهای چرب امگا سه و امگا شش در ماهی کوپر به ترتیب ۴/۵۵ و ۱/۵۶ درصد و نسبت امگا سه به امگا شش ۳ و نسبت امگا شش به امگا سه ۰/۳۴ بود. در تحقیق Ziaeian Norbakhsh (2012) بر روی ماهی شوریده نسبت امگا سه به امگا شش ۴/۱۹ گزارش شد. Taheri و همکاران (2019) این نسبت را در ماهی گیش طلایی در فصول تابستان و زمستان به ترتیب ۴ و ۳/۱ گزارش کردند. Moradi و همکاران (2019) نسبت امگا سه به امگا شش در فصول گرم و سرد در ماهی حلوا سفید را به ترتیب ۷/۷۱ و ۱۵/۴۴ گزارش کردند. Hosseini Shekarabi و همکاران (2013) این نسبت را در ماهی شوریده دهان سیاه ۶/۱۲ گزارش کردند. Forouzandeh و همکاران (2019) مقدار اسیدهای چرب امگا سه را در تابستان در ماهیان زمین کن دم نواری، شورت و حسون به ترتیب ۷/۰۵، ۱۷/۲۲ و ۱۰/۲۹ و اسیدهای چرب امگا شش را در همین ماهیان به ترتیب ۱۳/۷۰، ۱۵/۵۳ و ۵/۷۱ درصد گزارش کردند. در تحقیقی که روی ماهیان دریای سیاه انجام شد Kocatepe و Turan (2012) نسبت امگا سه به امگا شش را در ماهی آنچوی ۹/۹۱، در شگ ماهی شاد (*Alosa alosa*) ۱۰/۷۷، در عقرب ماهی (*Scorpaena porcus*) ۷/۸۷ و در ماهی کفال قرمز ۷/۷۹ گزارش کردند. Ozogul و همکاران (2011) در تحقیق بر روی تغییرات فصلی چربی و اسید چرب در هفت گونه ماهی دریای مدیترانه نسبت امگا شش به امگا سه را در ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) به میزان ۰/۰۹ تا ۰/۳۷، در ماهی کفشک معمولی (*Solea solea*) به میزان ۰/۱۷ تا ۰/۲۵، در بز ماهی (*Upeneus pori*) به میزان ۰/۱۱ تا ۰/۲۳ و در ماهی شورت (*Sillago sihoma*) به میزان ۰/۲۲ تا ۰/۳۰ گزارش کردند. در مطالعه Chuang و همکاران (2012) روی ۱۲ گونه ماهی دریای سیاه نسبت امگا سه به امگا شش در ماهی ماکرل اسبی ۸/۶، در ماهی کفال ۵/۹، در ماهی وایتینگ ۱۸/۹، در ماهی کفال قرمز ۲، در عقرب ماهی ۶، در ماهی سی بأس ۱/۲ و در ماهی سیم دریایی ۰/۸ گزارش گردید. Fernandes و همکاران (2014) در تحقیقی روی چهار گونه از ماهیان دریایی برزیل نسبت امگا شش به امگا سه را در ماهی ساردین (*Opisthonema oglinum*) به میزان ۰/۰۸، در ماهی ماکرل (*Scomberomorus cavalla*) به میزان ۰/۲، در منقار ماهی سفید (*Hemirhamphus brasiliensis*) به میزان ۰/۱۳ و در منقار ماهی سیاه (*Hyporhamphus unifasciatus*) به میزان ۰/۱۴ گزارش کردند.

نتایج این تحقیق حاکی از آن است که ماهی کوپر یک منبع عالی پروتئینی بوده و جزء ماهیان چرب محسوب می‌شود. آنالیز اسیدهای چرب نشان داد که میزان اسیدهای چرب امگا سه نسبت به امگا شش در این ماهی بیشتر بوده و بنابراین مصرف این ماهی به عنوان یک غذای دریایی سالم و مغذی توصیه می‌شود.

منابع

Adamipour N., Khodadadi M. (2016). The relationship between fatty acids composition with spawning process and maturation of male and female (*Tenualosa ilisha*) in Khuzestan coastal waters. Journal of Marine Biology, 8 (1): 21-30. [in Persian]

Afkhami M., Mokhlesi A., Yahyavi M., Ehsanpour M., Khazaali A., Javadi A. (2013). Fatty acid composition in wild and cultured fish species, (*Epinephelus coioides*) and (*Sparidentex hasta*) from Hormozgan, Iran. Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 4 (15): 1-10. [in Persian]

AOAC (1990). Official methods of analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington. D. C.

Bahri A. H., Afkhami M., Ehsanpour M., Javadi A. (2014). Fatty acid composition in (*Encrasicholina punctifer*) and (*Dussumieria acuta*) before monsoon season from Oman Sea. Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 5 (17): 1-10. [in Persian]

Chuang L.T., Bulbul U., Wen P.C., Glew R.H., Ayaz F.A. (2012). Fatty acid composition of 12 fish species from the Black Sea. Journal of Food Science, 77: 512-518.

Fernandes C.E., da Silva Vasconcelos M.A., de Almeida Ribeiro M., Sarubbo L.A., Cardoso Andrade S.A., de Melo Filho A.B. (2014). Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil. Food Chemistry, 160: 67-71.

Forouzandeh E., Sakhaee N., Savari A., Doustshenas B., Ghanemi K. (2019). Study of fatty acids profile in dominant fish species of Gooban embayment. Journal of Oceanography, 10 (39): 1-8. [in Persian]

Hadizadeh Z., Mouraki N., Moeini S. (2013). Detection of amino acid and fatty acid profiles in the meat of Talang queen (*Scomberoides commersonnianus*) in Persian Gulf. Journal of Marine Biology, 5 (1): 35-50. [in Persian]

Hamzeh S., Keivany Y., Mahboobi Soofiani N., Aein Jamshid Kh. (2017). Reproductive biology of king soldier bream (*Argyrops spinifer*) in the Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal, 26 (3): 91-104. [in Persian]

Hosseini Shekarabi S.P., Hosseini S.E., Soltani M., Kamali A., Valinassab T. (2013). Proximate composition and protein electrophoresis pattern of muscle from black mouth croaker (Atrobucca nibe) in the Oman Sea. Journal of Food Hygiene, 3 (1): 11-23. [in Persian]

Kocatepe D., Turan H. (2012). Proximate and fatty acid composition of some commercially important fish species from the Sinop region of the Black Sea. Lipids, 47: 635-641.

Moradi M., Ramezanifard E., Mashinchian Moradi A. (2019). Effects of seasonal variations on fatty acid content of muscle in *Pampus argenteus* caught from Persian Gulf. Journal of Marine Biology, 11 (2): 87-96. [in Persian]

Mousavi Nadushan R., Abbasi F. (2018). Fatty acid profiles in some of most common fish species from the southern coasts of Iran. Iranian Scientific Fisheries Journal, 27 (2): 13-22. [in Persian]

Murph R.G. (1993). Handbook of lipids research, Mass spectroscopy of lipids. Plenum Press. 290 p.

Ozogul Y., Ozogul F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. Food Chemistry, 100: 1634-1638.

Ozogul Y., Polat A., Ucak I., Ozogul F. (2011).Seasonal fat and fatty acids variations of seven marine fish species from the Mediterranean Sea. European Journal of Lipid Science and Technology, 113: 1491-1498.

Razavi Shirazi H. (2007). Seafood technology, principles of handling and processing. Pars Negar Publication. Tehran, 352 p. [in Persian]

Shokrollahi nejad L., Mouraki N., Moeini S. (2012). Identification of amino acids and fatty acids profile in fillet of silver pomfret, *Pampus argenteus* (Euphrasen, 1788) of Persian Gulf. Journal of Marine Biology, 4 (1): 51-62. [in Persian]

Taheri A., Ghafari M., Jafari A. (2019). Comparison the fatty acid composition of the golden trevally (Gnathanodon speciosus) fish meat from Oman Sea in the summer and winter. Journal of Marine Biology, 11 (3): 1-12. [in Persian]

Velayatzadeh M., Askary Sary A. (2012). The measure and comparison of chemical composition in muscle of three species fish of *Otolithes ruber*, *Scomberomorus guttatus* and *Scomberomorus commerson* from Persian Gulf in winter. Journal of Aquatic Animals and Fisheries, 3 (10): 69-75. [in Persian]

Ziaeian Norbakhsh H. (2012). Fatty acids profile and proximate compositions in *Otolithes ruber* meat. Food Technology and Nutrition, 9 (4): 77-84 [in Persian]

بررسی عادات غذایی ماهیان دریاچه چیتگر تهران در سال ۱۳۹۶

مهدی مرادی چافی [۱*]؛ کیوان عباسی [۱]؛ سیامک باقری [۱]؛ علیرضا میرزاجانی [۱]؛ جلیل سبک آرا [۱]؛ سپیده خطیب [۱]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۱]؛ مرتضی نیکپور [۱]؛ ساناز پوراسدی [۱] و فریبا مددی [۱]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران.

*Email:moradichafi@yahoo.com

چکیده

این بررسی در قالب بررسی مطالعات آبزی پروری دریاچه شهدای خلیج فارس (چیتگر) در شهریور ماه سال ۱۳۹۶ صورت گرفت. ماهیان با استفاده از ادوات صید تور گوشگیرثابت، تورپره ساحلی، تورپرتابی صید شدند. نمونه‌ها پس از ثبت مشخصات ظاهری وزن بدن، طول کل و جنسیت، کالبدشکافی شده و محتویات روده‌ای آنها در آزمایشگاه شناسایی و شمارش شدند. تعداد ۹ گونه ماهی مورد بررسی تغذیه‌ای قرار گرفت که شامل مروارید ماهی قفقاز *Alburnus hohenackeri*، کاراس *Carassius gibelio*، تیزکولی *Hemiculter leucisculus*، کپور نقره‌ای *Hypophthalmichthys molitrix*، ماهی کپور سرگنده *Hypophthalmichthys nobilis*، ماهی آمورنما *Pseudorasbora parva*، کپور معمولی *Cyprinus carpio*، ماهی کپور علفخوار Ctenopharyngodon *idella* و اردک ماهی *Esox lucius* بودند. بیشترین میانگین وزن ماهیان مربوط به ماهی کپور سرگنده ۱۱/۲ ± ۳۱۶۷/۲ و کمترین میانگین وزن مربوط به ماهی آمورنما با ۱/۹ ± ۳/۳ گرم بود. بیشترین میزان ضریب چاقی مربوط به ماهی کپور معمولی با ۰/۲ ± ۱/۶ و کمترین میزان آن یعنی ۰/۱ ± ۰/۷ مربوط به اردک ماهی بود. بیشترین وکمترین میانگین شدت تغذیه به ترتیب به ماهی کپور سرگنده با ۲۰۳/۸ ± ۶۸۶/۲ و اردک ماهی با ۲۲۴/۵ ± ۱۱۹/۳ تعلق داشت. ماهیان مورد بررسی از ۵ شاخه از فیتوپلانکتون ها تغذیه کردند که در اغلب گونه‌ها شاخه Ochrophyta از همه بیشتر بود. همچنین جنس غالب فیتوپلانکتونی مصرف شده *Achnanthes* از Ochrophyta بود. همچنین این ماهیان از ۳ شاخه زئوپلانکتونی مصرف کردند که در اکثر گونه‌ها شاخه آرتروپودا وجنس *Bosmina* از همین شاخه غالب بود.

کلمات کلیدی: ماهیان، عادات غذایی، دریاچه چیتگر، ایران.

Study of Fish diet in Chitgar Lake, Tehran in 2017

Mehdi MoradiChafi[1]*; Keyvan Abbasi[1]; Siamak Bagheri[1]; Alireza Mirzajani[1]; Jalil Sabkara[1]; Sepideh Khatib[1]; Yaghobali Zahmatkesh[1]; Morteza Nikpour[1]; Sanaz Pourasadi[1] and Fariba Madadi[1]

1- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Inland Waters Aquaculture Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

*Email:moradichafi@yahoo.com

Abstract

The study of fish diet was performed in the Chitgar Lake during September 2017. Based on the lake location the fish samples were caught by Gill net, Seine and Cast net. The samples were measured based on weight, length and sex after dissection, then the gut contents identified and number of food item recorded in the laboratory. Nine species of fish were examined for fish diet, including *Alburnus hohenackeri*, *Carassius gibelio*, *Hemiculter leucisculus*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Hypophthalmichthys nobilis*, *Pseudorasbora parva*, *Cyprinus carpio*, *Ctenopharyngodon idella* and *Esox lucius*. The highest mean weight of *H. nobilis* was 3167.2 ± 11.2 and the lowest mean weight of *P. parv*a was 3.3 ± 1.9 g. The highest rate of condition factor was related to *C. carpio* with 1.6 ± 0.2 and the lowest rate of 0.7 ± 0.1 was related to *E. lucius*. The highest and lowest mean IF (feeding intensity) belonged to *H. nobilis* with 686.2 ± 203.8 and *E. lucius* with 119.3 ± 224.5, respectively. The studied fish fed on 5 branches of phytoplankton, of which the Ochrophyta branch was the most abundant in most species.The results showed specimens were carnivorous and its feeding intensity was good. The studied fish fed on 5 phyla of algae of which the Ochrophyta was the most abundant in most species. The predominant phytoplankton genus was Achnanthes from Ochrophyta. These fish also consumed 3 branches of zooplankton, which in most species, the Arthropod branch and the genus Bosmina were predominant.

Keywords: Fish, Feeding habit, Chitgar Lake, Iran.

بررسی مقدماتی فون ماهیان تالاب‌های شهرستان پلدختر و رودخانه کشکان (استان لرستان)

سید علی مظفری موسوی [۱]؛ علی غلامی فرد [۱*]

۱-گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه لرستان، ۶۸۱۵۱۴۴۳۱۶ خرم‌آباد، ایران

Email: gholamifard.a@lu.ac.ir

چکیده

تالاب‌های شهرستان پلدختر در دامنه کوه مله از رشته‌کوه‌زاگرس، در جنوب این شهرستان قرار دارند. بررسی‌های مقدماتی لازم جهت شناسایی تنوع گونه‌های مختلف ماهی‌ها و نیز آسیب‌های وارده به این تنوع در تالاب‌ها و نیز در رودخانه کشکان از آبان سال‌های ۱۳۹۹ تا شهریور ۱۴۰۰ در ایستگاه‌های مختلف صورت پذیرفت. بررسی‌ها نشان می‌دهند که گونه‌های مختلفی از ماهیان خانواده‌های: کپورماهیان، قنات ماهیان، پشه‌ماهیان، ارتشی‌ماهیان، رفتگرماهیان، لوچ‌ماهیان و خارماهیان در منطقه وجود دارند که بیشترین تنوع متعلق به خانواده کپورماهیان است. این تنوع زیستی در معرض آسیب‌هایی شامل: خشکسالی‌ها، دفع زباله‌ها و فاضلاب، دفع سموم کشاورزی، آلودگی‌های نفتی، گونه‌های غیربومی، چرای بی‌رویه دام‌ها، صید غیرمجاز و غیره قرار دارد. بررسی‌ها درتالاب‌ها نشان داد که حضور گونه‌های غیربومی مانند گونه‌های کاراس و گامبوزیا به حدی زیاد است که می‌توان گفت اثری از گونه‌های بومزاد یا بومی دیگر وجود ندارد. به‌عنوان یک نتیجه‌گیری، اقدامات لازم برای حفظ این تنوع‌زیستی ضروری است.

واژگان کلیدی: تنوع گونه‌ای، آلودگی، گونه‌های مهاجم، گونه بومزاد

Preliminary study of fish fauna of the Poledokhtar wetlands and Kashkan River (Lorestan Province), Iran

Seyed Ali Mozaffari Mosavi[1], Ali Gholamifard[1*]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, LorestanUniversity, 6815144316 Khorramabad, Iran

Email:gholamifard.a@lu.ac.ir

Abstract

The wetlands of Poledokhtar Township are located at the foot of the Malekuh Mountain in the Zagros Mountain range, in the south of this township. Necessary preliminary studies were conducted to identify the diversity of various fish species and damage to fish diversity in the wetlands and Kashkan River from October 2020 to September 2021 at different stations. Studies show that there are different species of fish families in the region, including Cyprinidae, Leuciscidae, Poecilidae, Sisoridae, Cobitidae, Nemacheilidae and Mastacembelidae, with the highest diversity belonging to family Cyprinidae. This biodiversity is exposed to damages including: droughts, waste and sewage disposal, agricultural pesticides, oil pollution, non-native species, overgrazing of livestock, illegal fishing, etc. Studies in the wetlands have shown that the presence of exotic species such as Karas and Gambusia is so high that probably there is no trace of other endemic or native species. In conclusion, measures are needed to conserve this biodiversity.

Keywords: Species diversity, Pollution, Invasive species, Native species

شناسایی ژن‌های مؤثر بالادستی در بلوغ جنسی ماهیان قزل‌آلای رنگین کمان

سجاد نظری*[۱]؛ مهدی گلشن [۲]؛ سلطنت نجار لشگری [۳]؛ سید امین مرتضوی [۱]

۱- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران.

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳-مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن، ایران.

Email: sajadnazari13@gmail.com

چکیده

هدف از این پژوهش مطالعه و شناسایی ژن‌های بالادستی و استخراج رابطه علی- معلولی صفت بلوغ جنسی در ماهیان قزل آلا بود. بدین منظور داده‌های ریزآرایه DNA با شماره دسترسی GSE126582 با استفاده از بسته نرم‌افزاری GeoQuery از پایگاه GEO استخراج شد. بعد از نرمال‌سازی، بر اساس واریانس بین ژنی، ژن‌های متفاوت بیان شده استخراج شد. از ابزار برخط WEBGSALT برای شناسایی مجموعه‌های ژنی غنی‌شده استفاده شد. شناسایی ژن بالادستی و پارامترهای شبکه بیزی از بسته نرم‌افزاری Bnlearn استفاده شد. ترسیم گرافیگی شبکه با Cytoscape و برآورد پارامترهای شبکه شناختی با آپ Cytohubba انجام گرفت. بعد از ترسیم رابطه علی-معلولی، ژن‌های BRCA2، DCT، EDC3، GJA1B، CFL2، CFD، MELTF، ZNF33B، SEC24D و PIPE به عنوان ژن‌های مؤثر و بالادستی بر بیان سایر ژن‌ها و بر صفت بلوغ جنسی شناسایی شدند. نتایج حاصله از این پژوهش نشان داد بر صفت بلوغ جنسی در ماهیان قزل آلا، ژن BRCA2 به عنوان ژن بالادستی و مؤثر بر سایر ژن‌ها نقش رهبری دارد. پیشنهاد می‌شود به منظور اثبات عملی و کارکرد زیستی ژن‌های نامبرده، حتماً بیان آن‌ها توسط مطالعات RT-PCR ارزیابی شود.

واژگان کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، بلوغ جنسی، ریزآرایه DNA، شبکه بیزی، علی-معلولی، شبکه شناختی، ژن بالادستی

Identification of upstream genes involved in sexual maturation of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*

Sajad Nazari*[1]; Mahdi Golshan[2]; Saltanat Najjar Lashgari[3]; Seyed Amin Mortazavi[1]

1- Shahid Motahary Cold-water Fishes Genetic and Breeding Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran.

2- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Cold-water Fishes Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tonekabon, Iran.

*Email: sajadnazari13@gmail.com

Abstract

In the present study, we used bioinformatics approach and compared gene regulatory networks using microarray data to identify gene expression differences in sexual maturity traits of rainbow trout. *Onchorhynchus mykiss*. The gene expression profiles of sexual maturity were investigated and compared based on microarray gene analysis. We identified putative related signaling pathway and interaction networks associated with sexual maturation. Differentially expressed genes (DEGs) and Gene Ontology analysis were applied to identify protein encoded and then signaling pathway involvement using and gene functions were clustered using WEBGSAL, Bnlearn, Cytohubba and Cytoscape softwares. A total of 174 significant genes were differentially expressed at more than a two-fold change in fish were treated without feeding as compared to regular feeding. Of these, 94 upregulated genes and 80 downregulated genes were confirmed. The results showed that the genes BRCA2, DCT, EDC3, GJA1B, CFL2, CFD, MELTF, ZNF33B, SEC24D and PIPE had significant effects on sexual maturation and related to reproductive process. The results of the present study indicate that the bioinformatics microarray analysis could provide important data regarding molecular mechanisms of reproductive process for future experimental investigations.

Keywords: **Sexual maturation, Bioinformatics; Gene profiles; Microarray analysis; Rainbow trout.**

مقدمه

تا قبل از ظهور فناوری توالی‌یابی RNA، فناوری ریزآرایه DNA از گسترده‌ترین و رایج‌ترین فناوری مورداستفاده برای تعیین پروفایل بیان ژنی بود. با این حال هنوز هم تکنیک‌های ریاضیاتی و آماری برای تجزیه‌وتحلیل داده‌های ریزآرایه DNA در حال گسترش و توسعه می‌باشند. در بیشتر آزمایش‌های ریزآرایه DNA علاوه بر شناسایی و تعیین حاشیه‌نویسی ژن‌هایی با بیان متفاوت (Differentially Expressed Genes) و ژن‌هایی با بیان مشابه (Co-expressed Genes) بر روی استخراج شبکه‌های بیان ژنی یا مدل‌سازی روابط بین ژنی نیز متمرکزشده‌اند (Berry *et al.*, 2011). اخیراً استفاده از نگرش شبکه‌ای در بررسی روابط بین ژنی مورد توجه محققان قرار گرفته است. بدین منظور روش‌های متفاوتی برای بازسازی شبکه‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بازسازی روابط ژنی به روش شبکه بیزی، هدف استخراج مجموعه‌ای از روابط علّی- معلولی (Cause-Effect) بین اجزا می‌باشد. در این شبکه‌ها ژن‌ها، متغیرهای موجود در مجموعه داده بوده و روابط بین متغیرها به‌صورت اتصالات جهت‌دار (تعیین جهت روابط) نشان داده می‌شوند. بدین منظورالگوریتم‌های متعددی برای استخراج ساختار روابط بین ژنی مورد استفاده قرار می‌گیرد که در سه دسته کلی روش‌های محدودیت‌گرا (Constraint-based)، روش‌های نمره‌گرا (Score-based) و ترکیبی (Hybrid) قرار می‌گیرند(Scutari, 2014). با توجه به ماهیت احتمالاتی شبکه بیزی در بازسازی روابط از یک سو و هم چنین غلبه بر مسئله ابعاد (تعداد نمونه‌های کم در برابر تعداد زیاد ژن‌ها) در داده‌های مورد استفاده در این پژوهش GSE126582 از تکنیک خودگردان سازی (Bootstrap) برای حذف اریبی و افزایش صحت و اطمینان به روابط بازسازی شده در شبکه استفاده می‌شود. اولین و آسان‌ترین روش در بررسی یک شبکه، استفاده از پارامترهای ساختارشناختی شبکه می‌باشد. سپس می‌توان با استفاده از پارامترهای شبکه شناسی به استخراج ژن‌های بالادستی اقدام کرد. بدین منظور برای ارزیابی شبکه‌های استخراجی توسط هر الگوریتم نیاز به یکسری پارامترهای گراف خاص چون پوشش مارکفی (Markov Blanket)، عامل شاخه‌ساز (Branching Factor) و اندازه همسایگی (Neighborhood Size) محاسبه می‌شوند. در هر شبکه بیزی پوشش مارکفی یک گره خاص از والدین آن گره، فرزندانش و دیگر گره‌هایی که یک فرزند را باآن گره به اشتراک می‌گذارند، تشکیل شده است (Scutari, 2014). گره‌های کناری گره خاص از همه گره‌هایی تشکیل می‌شوند که توسط یال‌ها به گره خاص متصل می‌شوند. همسایگی گره نیز علاوه بر گره‌های کناری گره از یال‌هایی که گره‌های کناری را به هم متصل می‌کنند تشکیل‌شده است (Scutari, 2014). عامل شاخه‌ساز نیز معرف تعداد گره‌ها برای یک گره خاص می‌باشد. تمامی سه پارامتر نامبرده به عنوان اصل و پایه برای بازسازی روابط بین اجزا در یک شبکه بیزی و توسط تمامی سه دسته الگوریتم باید محاسبه شوند.

در ژنتیک کمی کلاسیک، وراثت پذیری صفت بلوغ جنسی بین جمعیت‌های متفاوت از کم تا زیاد گزارش شده است. برخی دیگر نیز برای بهبود این صفت استفاده از ترپیلوئیدی را پیشنهاد داده‌اند. همگی روش‌ها بیانگر امکان بهبود این صفت از طریق مطالعات ژنتیکی می‌باشد. در سطح بیان ژن، مطالعات ژنتیکی فرآیند بلوغ زودرس در ماهیان قزل آلا تا حدودی انجام شده و تاکنون نقش چندین ژن هم‌چون magi2 و picalm (Mohamed *et al.*, 2019) و ژن‌های Six6، Vgll3 و Akap11 (Kurko *et al.*, 2020) بر صفت بلوغ جنسی در ماهیان نیز به اثبات رسیده است. بیشتر مطالعات بیان ژنی به بررسی و شناسایی پروفایل بیان ژنی، ژن‌های متفاوت بیان شده و بررسی مسیرها و فرآیندهای زیستی متعلق به آن اختصاص یافته است. با این حال مطالعه رفتار ژن‌ها به صورت شبکه‌ای و بررسی نوع این روابط (علی-معلولی، هم بیانی و ...) در مطالعات ژنتیکی آبزی‌پروری کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با بازسازی روابط علی-معلولی و بالطبع شناسایی ژن‌های بالادستی می‌توان تحلیل

و درک مناسب‌تری از چگونگی بروز صفات پیچیده پلی ژنیکی هم چون بلوغ جنسی در ماهیان داشت. بنابراین هدف از پژوهش استخراج رابطه علی معلولی بین ژن‌های متفاوت بیان شده و سپس شناسایی ژن‌های بالادستی با بررسی داده‌های بیان ژنی با شماره دسترسی GSE1265852 در ماهیان قزل آلا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

با استفاده از بسته نرم‌افزاری Geoquery در R داده‌های بیان ژنی ریزآرایه DNA از پایگاه بیان ژنی GEO با شماره دسترسی GSE126582 استخراج شد (Davis and Meltzer 2007). در این آزمایش از ۳۷ نمونه بیان ژنی بافت بیضه ماهیان قزل آلا که دو جیره غذایی عادی و جیره محرومیت غذایی اعمال شده بود (Crespo *et al.*, 2019). استخراج شد. برای شناسایی ژن‌های متفاوت بیان شده در هر بافت ابتدا لگاریتم پایه ۲ واریانس هر ژن استخراج شد و سپس پنج درصد ژن‌هایی که بیشترین میزان واریانس را ایجاد کرده بودند انتخاب شدند(Langfelder and Horvath, 2008). غنی‌سازی مجموعه ژنی در دسته فعالیت مولکولی، فرآیندهای زیستی، اجزای سلولی با استفاده از ابزار Webgsalt صورت گرفت (Liao *et al.*, 2019). به منظور استخراج پارامترهای شبکه علی معلولی ژنی هم‌چون پوشش مارکفی، اندازه همسایگی و عامل شاخه ساز از بسته نرم‌افزاری Bnlearn استفاده شد(Scutari, 2014). تعداد خودگردان سازی‌ها بریا بازسازی شبکه نیز ۵۰ در نظر گرفته شد. پارامترهای شبکه بیزی با استفاده از الگوریتم مختلف شبکه بیزی محدودیت‌گرا ، نمره‌گرا و ترکیبی استخراج شدند(Scutari, 2014). شناسایی ژن‌های بالادستی با استفاده از آپ Cytohubba شناسایی شد (Chin *et al.*, 2014). ترسیم شبکه ژنی با استفاده از نرم‌افزار Cytoscape و چارچوب hierarchical انجام گرفت (Shannon *et al.*, 2003). استخراج اطلاعات تکمیلی و تبدیل نام Entrez ژن‌ها به نام‌های رسمی توسط پایگاه NCBI و DAVID صورت گرفت (Sherman, & Lempicki, 2009; Benson *et al.*, 2015). مطالعاتOverrepresentation ژن‌ها در مسیرهای زیستی توسط اپ Bingo در محیط Cytoscape صورت گرفت (Maere *et al.*, 2005)، تست آماری برای انجام این تجزیه و تحلیل، توزیع فوق هندسی، با تصحیحFDR بنجامین و هوشلبرگ و در سطح معنی داری ۰/۰۵ انجام گرفت. مطالعات overrepresentation ژن‌ها توسط GeneMania صورت گرفت (Montojo *et al.*, 2010). خوشه بندی ژن‌ها با استفاده از اپ MCODE و با تنظیمات Degree Cutoff =2، node score cutoff= 0.2، k core=2 و max depth=100 انجام گرفت (Bader and Hogue, 2003).

نتایج

پارامترهای شبکه بیزی

در جدول شماره ۱ پارامترهای ساختاری بدست آمده توسط هر یک از الگوریتم‌های شبکه بیزی قابل مشاهده می‌باشد.

جدول ۱- مدلسازی شبکه استخراجی از الگوریتم‌های متفاوت شبکه بیزی روی داده‌های بیان ژنی **GSE126582**

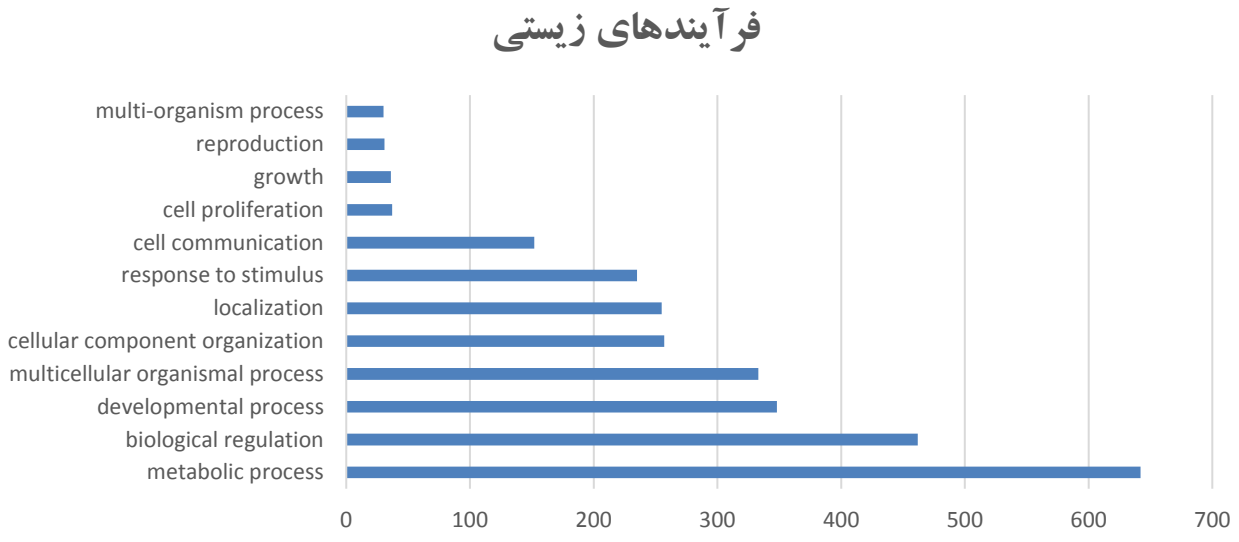
مدل	تعداد گره	تعداد یال	یال بی جهت	یال جهت دار	پوشش مارکفی	اندازه همسایگی	عامل شاخه ساز	تعداد آزمون
GS	۷۱	۴۶	۳۸	۸	۱/۳۸	۱/۳	۰/۱۱	۲۰۴۳۱

HPC	۷۱	۴۹	۴۹	۰	۱/۳۸	۱/۳۸	۰	۱۸۹۱۸
IAMB.FDR	۷۱	۱۱	۱۱	۰	۰/۳۱	۰/۳۱	۰	۷۹۸۶
H2PC	۷۱	۴۹	۰	۴۹	۱/۳۱	۱/۶۸	۰/۶۹	۱۹۰۹۶
HC	۷۱	۴۲۷	۰	۴۲۷	۱۲	۵۶	۶	۳۵۰۱۶
TABU	۷۱	۷۲۸	۰	۴۲۸	۱۲	۵۶	۶	۳۶۶۸۷
MMHC	۷۱	۵۰	۰	۵۰	۱/۴۱	۱/۶۶	۰/۷	۱۲۷۳۲
RSMAX2	۷۱	۵۳	۰	۵۳	۱/۴۹	۱/۷۲	۰/۷۵	۶۶۰۹
BOOT.HC 0.75	۷۱	۲۷	۰	۲۷	۰/۷۶	۰/۹۳	۰/۳۸	–
BOOT.HC 0.85	۷۱	۱۰	۰	۱۰	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۴	–
BOOT.HC, T&S=0.75	۴۶	۳۰	۰	۳۰	۱/۳	۰/۳۹	۰/۶۵	–
BOOT.HC, T&S=0.85	۱۸	۱۰	۰	۱۰	۱/۱۱	۱/۱۱	۰/۵۶	–

GS: رشد انقباضی؛ MMPC: حداقل –حداکثر اولاد-اجداد؛ HC: الگوریتم تپه نوردی؛ TS: جستجوی تابو؛ MMHC: حداکثر-حداقل تپه نوردی؛ RSMAX: حداکثر سازی محدودشده

غنی سازی مجموعه ژنی

در شکل ۱ نتایج غنی سازی مجموعه ژنهای متفاوت بیان شده حاصل از داده‌های بیان ژنی GSE126582 قابل مشاهده است.



شکل ۱- غنی سازی مجموعه ژنی داده‌های GSE126582 در مسیرهای زیستی

همان‌طور که قابل مشاهده است بیشتر ژن‌های متفاوت بیان شده در مسیرهای متابولیکی فعالیت دارد به همین دلیل حتماً می‌بایست نقش آن‌ها در مسیرهای زیستی هم مورد بحث و بررسی قرار گیرد. در مرحله بعدی قسمت اعظم این ژن‌ها در مسیرهای فرآیندهای تنظیم زیستی که شامل مراحلی هم چون بیان ژن و ... می‌شود قرار می‌گیرند. از آنجا که مطالعه تنظیمی ژن‌ها در بحث فاکتورهای رونویسی قرار می‌گیرد. مطالعه این بخش نیازمند شناسایی فاکتورهای رونویسی ژن‌های متفاوت بیان شده از این سری آزمایش می‌باشد. بخش خیلی کوچکی از ژن‌ها در مسیرهای تکثیر سلولی، رشد و تولیدمثل غنی شده‌اند. از آن جا که این مطالعه بررسی پروفایل بیان ژنی در بافت بیضه ماهیان قزل آلا با محرومیت غذایی و هم ماهیانی با جیره غذایی نرمال بود، مشاهده این نتیجه غنی‌سازی دور از انتظار بود. در شکل ۲ نتایج غنی‌سازی مجموعه ژنی داده‌های بیان ژنی GSE126582 در دسته فعالیت مولکولی قابل مشاهده است.

بحث

بهبود صفت بلوغ جنسی در ماهیان قزل‌آلا به دلیل تأثیر مستقیم در اقتصاد و سودآوری واحدهای پرورشی از دیرباز مورد توجه محققان قرار گرفته است. تأثیر بهبود عوامل محیطی هم چون نور یا دمای آب موقتی و تحت تأثیر نوع مدیریت بوده، اما با بهبود ژنتیکی می‌توان به پیشرفت‌های دائمی و ماندگار در نسل‌های بعد دست یافت. با توجه به ماهیت رفتار ژنی و تاثیرات بالادستی برخی ژن‌ها، در تجزیه و تحلیل‌های آماری و بیوانفورماتیکی نیز باید این خصلت و رفتار ژنی را مدنظر قرار داد. مطالعه شبکه‌ای ژن‌ها امکان بررسی جامع از ژن‌های مؤثر را می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان داد ژن‌های بالا دستی BRCA2 به طور کل نقش رهبری برای سایرژن ها دارد و نتایج غنی سازی نیز بیانگر مشارکت ژن‌ها در دسته "تنظیم زیستی" دارد. مطالعات Overrepresentation نیز نشان از درگیر بودن ژن‌ها در مسیرهای گردآوری زیرواحدهای پروتئینی یا ماکرومولکولی دارد. با توجه به این نتایج بدست آمده از این پژوهش توصیه می‌شود نقش زیستی ژن‌ها برای صفت بلوغ جنسی و زمان اعمال محرومیت غذایی در مطالعات RT-PCR مورد بررسی قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران و مسئولینی که در اجرای این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

Bader G. D., & Hogue C. W. (2003). An automated method for finding molecular complexes in large protein interaction networks. *BMC bioinformatics*, *4*(1), 1-27.

Benson D. A., Clark K., Karsch-Mizrachi I., Lipman D. J., Ostell J., & Sayers E. W. (2015). GenBank. *Nucleic acids research*, *43*(Database issue), D30.

Chin C. H., Chen S. H., Wu H. H., Ho C. W., Ko M. T., & Lin C. Y. (2014). cytoHubba: identifying hub objects and sub-networks from complex interactome. *BMC systems biology*, *8*(4), 1-7.

Crespo D, Bogerd J, Sambroni E, LeGac F et al. The initiation of puberty in Atlantic salmon brings about large changes in testicular gene expression that are modulated by the energy status. BMC Genomics 2019 Jun 11;20(1):475. PMID: 31185904

Davis S., & Meltzer P. S. (2007). GEOquery: a bridge between the Gene Expression Omnibus (GEO) a Berry, D.P., Meade, K.G., Mullen, M.P., Butler, S., Diskin, M.G., Morris, D. and

Creevey, C.J. 2011. The integration of 'omic'disciplines and systems biology in cattle breeding. Animal, 5(4): 493-505.nd BioConductor. *Bioinformatics*, *23*(14), 1846-1847.

Good C., & Davidson J. (2016). A review of factors influencing maturation of Atlantic salmon, Salmo salar, with focus on water recirculation aquaculture system environments. Journal of the World Aquaculture Society, 47(5), 605-632.

Khoshkholgh M. Nazari S. (2020) Characterization of single nucleotide polymorphism markers for the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) based on RAD sequencing. Conserv Genet Resour. https://doi.org/10.1007/s12686-020-01154-8

Kurko, J., Debes, P. V., House, A. H., Aykanat, T., Erkinaro, J., & Primmer, C. R. (2020). Transcription profiles of age-at-maturity-associated genes suggest cell fate commitment regulation as a key factor in the Atlantic salmon maturation process. G3: Genes, Genomes, Genetics, 10(1), 235-246.

Langfelder P. and Horvath S. (2008). WGCNA: an R package for weighted correlation network analysis. BMC Bioinformatics, 9(1): 559-608.

Liao Y., Wang J., Jaehnig E., Shi Z., Zhang B. Web Gestalt (2019): gene set analysis toolkit with revamped UIs and APIs, Nucleic Acids Research, gkz401

Maere S., Heymans K., & Kuiper M. (2005). BiNGO: a Cytoscape plugin to assess overrepresentation of gene ontology categories in biological networks. *Bioinformatics*, *21*(16), 3448-3449.

Mohamed A. R., Verbyla K. L., Al-Mamun H. A., McWilliam S., Evans B., King H., Kijas J. W. (2019). Polygenic and sex specific architecture for two maturation traits in farmed Atlantic salmon. BMC genomics, 20(1), 1-12.

Montojo Jason, et al. "GeneMANIA Cytoscape plugin: fast gene function predictions on the desktop." *Bioinformatics* 26.22 (2010): 2927-2928.

Nazari S, Jafari V, Pourkazemi M, Kolangi Miandare H, Abdolhay H. (2016). Association between myostatin gene (MSTN-1) polymorphism and growth traits in domesticated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Agri Gene, 1: 109–115.

Nazari S., Pourkazmi M. (2021). Isolation and characterization of SNP markers of rainbow trout (Onchorhynchus mykiss Walbaum, 1792) from transcriptomic sequences. Mol Biol Rep 48, 989–995. https://doi.org/10.1007/s11033-020-06088-w

Pavlopoulos G.A., Secrier M., Moschopoulos C.N., Soldatos T.G., Kossida S., Aerts J., Schneider R. and Bagos, P.G. (2011). Using graph theory to analyze biological networks. BioData Mining, 4(1): 10-19.

Scutari M. (2014). Bayesian network constraint-based structure learning algorithms: Parallel and optimised implementations in the bnlearn r package. arXiv preprint arXiv:1406.764.

Shannon P., Markiel A., Ozier O., Baliga N. S., Wang J. T., Ramage D., Ideker, T. (2003). Cytoscape: a software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome research*, *13*(11), 2498-2504.

Sherman B. T., Lempicki R. A. (2009). Systematic and integrative analysis of large gene lists using DAVID bioinformatics resources. *Nature protocols*, *4*(1), 44.

آنالیز الگوی نقطه‌ای ماهی هوور مسقطی (*Katsuwonus pelamis*) در خلیج فارس

هادی پورباقر*، سهیل ایگدری

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

*Email: poorbagher@ut.ac.ir

چکیده

آنالیز الگوی مکانی یا آنالیز فرآیندهای نقطه‌ای یک گونه می‌تواند آگاهی در مورد وضعیت ذخایر آن ارائه دهد. در مطالعه حاضر الگوی نقطه‌ای ماهی هوور مسقطی در طول بیش از یک دهه در خلیج فارس بین سالهای ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ مورد بررسی قرارگرفت. ابتدا پارامترهای محیطی یعنی بازتابش طول موج ۶۴۵ نانومتر به عنوان کدورت، نمای آنگستروم آئروسل، ضخامت اپتیک آئروسل به عنوان دو نمایه برای ریزگردها، کربن آلی و غیر آلی ذره‌ای، تابش فعال فتوسنتزی، جذب نور توسط فیتوپلانکتون، دمای سطح آب دریای در شب و روز و غلظت کلروفیل آلفا به عنوان جانشینی برای تولید اولیه از سایت پروژه MODIS دانلود شدند. داده‌های حضور ماهی هوور مسقطی از سایت GBIF تهیه شدند. از رگرسیون لجستیک برای رابطه بین حضور یا عدم حضور ماهی هوور و پارامترهای محیطی استفاده شد. برای آنالیز الگوی از تابع F استفاده شد. مدل‌های لجستیگ برازش یافته دارای کیفیت مطلوبی بودند. بهترین محل حضور پیش‌بینی شده توسط مدل‌ها آب‌های بین ایران و امارات متحده عربی در سال ۲۰۰۲ بود که برای سالهای بعد برای نواحی داخلی‌تر خلیج فارس از جمله استان بوشهر نیز پیش بینی شد. الگوی نقطه‌ای ماهی هوور مسقطی در طی یک دهه از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ تغییراتی را نشان داد. به این صورت که در طی سالها توزیع این ماهی در خلیج فارس بین حالت کلاستر (خوشه) و حالت تصادفی در نوسان بوده است. تن ماهیان به صورت گله‌ای زندگی می‌کنند و وجود آنها به صورت تصادفی می‌تواند نشانه تغییر رفتار ناشی از تغییری محیطی باشد.

واژگان کلیدی: الگوی نقطه‌ای، هوور مسقطی، خلیج فارس، رگرسیون لجستیک.

Analysis of the point pattern of Skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* in the Persian Gulf

Hadi Poorbagher[1*], Soheil Eagderi[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, PO Box 4314, Iran.

*Email: poorbagher@ut.ac.ir

Abstract

Analysis of the spatial distribution of point patterns may provide some information about the stocks of a species. The present study investigated the point pattern of Skipjack tuna in the Persian Gulf in the years 2002-2013. The environmental parameters, i.e. the reflectance at 645, as water turbidity, aerosol angstrom exponent, aerosol optical thickness as indices of aerosol, organic and inorganic carbon, photosynthetically active radiation, light absorption by phytoplankton, sea surface temperature in day and night, and concentration of chlorophyll-*a* were downloaded from MODIS-NASA website. The presence data of the species were procured from the GBIF website. Logistic regression was used to examine a relationship between the fish presence or absence and environmental parameters. The *F* function was used for point pattern analysis. The logistic models had appropriate quality. The best-predicted habitat for the Skipjack tuna was the locations between Iran and the United Arab Emirates in 2002 which shifted towards the inner parts of the Persian Gulf, especially Bushehr Province. The point pattern of Skipjack tuna showed some variation between 2002 and 2013. Over the years, there was an alternation between the cluster and random point patterns. The tuna lives as shols or schools and random patterns may indicate a behavioural change resulted from alteration of environmental parameters.

Keywords: Point pattern, Skipjack tuna, Persian Gulf, Logistic regression.

مقدمه

مطالعه زیستگاه و تحلیل‌های مکانی می‌تواند اطلاعاتی در مورد وضعیت ذخایر یک موجود زنده ارائه دهد. کیفیت زیستگاه را می‌توان را بررسی تعداد افراد حاضر آن گونه ارزیابی کرد و درواقع مطالعات زیادی هم در این زمینه صورت گرفته است. بسیاری از این روشها نیازمند داده‌های فراوانی هستند نظیر اندیکس شایستگی زیستگاه (U.S. Fish and Wildlife Service, 1981). اما همیشه داده فراوانی موجود نیست یا داده‌های یک پروژه تحقیقاتی انجم شده توسط یک موسسه تحقیقاتی به آسانی در اختیار محققان دیگر قرار نمی‌گیرد. از سویی داده‌های حضور یک گونه از مقالات علمی مستخرج شده و در برخی وب سایتها در دسترس می‌باشند. با استفاده از مدلسازی می‌توان احتمال حضور گونه‌ها را پیش بینی کرد. برای این کار باید رابطه‌ای بین متغیرهای محیطی و داده‌های حضور گونه ایجاد کرد. داده‌های محیطی را نیز می‌توان از وب سایتهایی که خدمات عکسهای ماهواره‌ای ارائه داده یا خود به پردازش تصویر ماهواره و تولید داده پرداخته‌اند، تهیه کرد. در نهایت می‌توان از مدل ایجاد شده برای تولید نقشه‌ای که احتمال حضور گونه مورد مطالعه را نشان می‌دهد بهره گرفت (Ghaitaranpour *et al.*, 2019).

خلیج فارس کم عمق بوده دارای عمق متوسط ۳۶ متر می‌باشد (Reynolds, 1993). این خلیج از طریق تنگه هرمز به دریای عمان و اقیانوس هند متصل است. خلیج فارس محل زندگی آبزیان ارزشمند بسیاری می‌باشد. تنها از ماهیان ۷۴۴ گونه برای آن گزارش شده است (Eagderi *et al.*, 2019). این اکوسیستم متنوع و ارزشمند در معرض فشارهای فزاینده‌ای قرار دارد از جمله صید بی رویه و صید ضمنی (Eighani, Paighambari, & others, 2013)، آلودگی (Oostdam, 1980)، تنش‌های منجر به جنگهای منطقه‌ای و نشت نفت (Pashaei *et al.*, 2015). این اکوسیستم ارزشمند منبع درآمد بسیاری از ساکنان حاشیه آن می‌باشد. صید و صیادی پس از استحصال نفت، مهم‌ترین فعالیت اقتصادی موجود در آن می‌باشد. علاوه بر نفت و صیادی، حمل و نقل دریایی نیز یکی از منابع ایجاد درآمد از طریق این خلیج می‌باشد.

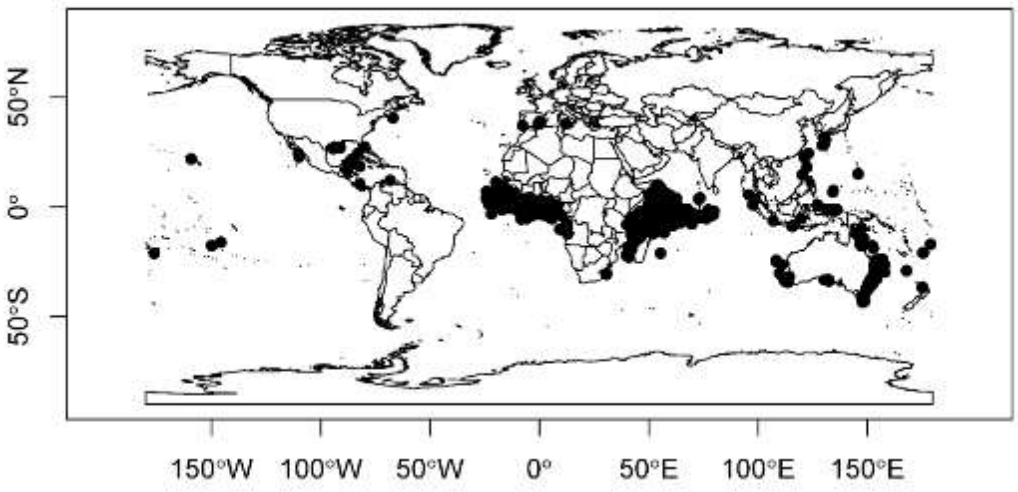
تن ماهیان از ماهیان اقتصادی هستند که در بسیاری از اقیانوسها زندگی کرده و بخش مهمی از صنعت ماهیگیری بسیاری از کشورها را تشکیل می‌دهند. تن‌های واقعی متعلق به جنس Thunnus می‌باشند این ماهیان بزرگ جثه بوده و گسترش وسیعی در سراسر اقیانوسها دارند. در خلیج فارس نیز گونه‌های زیادی از تن ماهیان وجود دارند. یکی از این گونه‌ها هوور مسقطی با نام علمی *Scomberus pelamis* می‌باشد. مطالعه حاضر در نظر دارد تا الگوی نقطه‌ای این ماهی اقتصادی را در طی بیش از یک دهه در خلیج فارس مورد بررسی قرار دهد. الگوی نقطه‌ای آرایش مکانی نقاط در یک فضا یا سطح مورد بررسی قرار می‌دهد. معمولاً تن ماهیان به صورت گله‌ای زندگی می‌کنند و در صورت تغییر این الگو می‌توان آنرا نوعی تغییر رفتار تلقی کرد که عاملی محیطی یا انسانی علت آن باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه داده

مختصات نقاط حضور *Katsuwonus pelamis* از سایت GBIF (GBIF.org, 2017)، (شکل ۱۰)، و داده‌های محیطی مربوط به کل اقیانوسها از تصاویر اسپکترورادیومتر تصویربرداری با رزلوشن متوسط (MODIS) ماهواره Aqua سازمان ناسا استخراج شدند. داده‌های محیطی عبارت بودند از بازتابش طول موج ۶۴۵ نانومتر ($r645, sr^{-1}$) به عنوان کدروت آب (Chen, Hu, & Muller-Karger, 2007)، نمای آنگسترم آئروسل (۴۴۳ تا ۹۶۵ نانومتر (a443,)، ضخامت اپتیک آئروسل در ۸۶۹ نانومتر (a869)، کربن آلی و غیرآلی ذره‌ای (PIC, POC, mol/ m^3)، تابش فعال فتوسنتزی (PAR, Einstein/m^2/day)، جذب نور توسط فیتوپلانکتون در ۴۴۳ نانومتر (Phy, m^{-1})، دمای سطح دریا در روز و شب (SSTD, SSTN, °C) و غلظت

کلروفیل آلفا (Chl, mg/m^3). دادهای هر سال دارای فرمت netCDF بود. این داده‌ها با بسته raster در R به فرمت رستر تبدیل شده و برروی هم قرار داده شدند. همچنین برای هر سال مختصات داده‌های محیطی مربوط به محل حضور این ماهی جدا شد. با توجه به پایین‌ترین و بالاترین عرض جغرافیایی نقاطی که این گونه در آن گزارش شده بود، به تعداد نقاط محل حضور ماهی، به طور تصادفی داده‌های محیطی محلهایی که در آن این ماهی دیده نشده بود نمونه برداشت شد و به عنوان خصوصیات محیطی نقاط عدم حضور ثبت شد. تعداد نقاط حضور و عدم حضور برابر تعیین شد زیرا عدم توازن در تعداد آنها بر پیش بینی مدل مورد استفاده تاثیرگذار است.



شکل ۱۰. نقاط حضور *Katsuwonus pelamis* در آبهای جهان که از سال ۲۰۰۲ ثبت شده است.

مدلسازی و پیش بینی نقاط حضور در خلیج فارس

از رگرسیون لجستیک برای مدلسازی اثرات پارامترهای محیطی بر حضور یا عدم حضور *Katsuwonus pelamis* استفاده شد. چون مختصات نقاط حضور ماهی هوور در خلیج فارس گزارش نشده بود از این مدلسازی برای پیش بینی محلهای حضور استفاده شد. برای پرهیز از بیش‌برازش[۷] از درست نمایی متقابل مونت کارلو استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا به طور تصادفی ۷۵ درصد از داده‌ها برای آموزش مدل و بقیه برای تست کردن آن انتخاب شدند. برای ۲۵ بار ۷۵ درصد از داده‌های آموزش مدل به طور تصادفی انتخاب شدند و برای برازش رگرسیون لجستیک استفاده شدند. برای ارزیابی کارایی مدل، در هر بار سطح زیر منحنی ROC[۸] ثبت و میانگین آنها به عنوان ROC مدل نهایی تعیین شد. برای تست کردن مدل نیز از منحنی ROC استفاده شد به این ترتیب که پیش‌بینی مدل بر روی داده‌های اولیه (که برای آموزش استفاده نشده بود) صورت گرفت و مساحت زیر منحنی ROC گزارش شد. همچنین برای هر مدل مقدار حساسیت[۹] و اختصاصیت[۱۰] محاسبه شدند (Kuhn & Johnson, 2013). مقدار حساسیت عبارت بود از تعداد نمونه‌های دارای رخداد مورد نظر (در اینجا حضور ماهی هوور) و پیش بینی شده به عنوان دارای رخداد به تعداد نمونه دارای رخداد مورد نظر. مقدار اختصاصیت عبارت بود از تعداد نمونه فاقد رخداد مورد نظر و پیش بینی شده به عنوان فاقد رخداد به تعداد نمونه فاقد رخداد مورد نظر. نقاط حضور در پیش بینی صورت گرفته با ۱ و

[۷] Over-fitting
[۸] Receiver operating characteristic curve
[۹] Sensitivity
[۱۰] Specificity

عدم حضور با صفر نشان داده شدند. به علت تعداد اندک داده بعد از ۲۰۱۳، امکان مدلسازی برای سالهای بعد از آن وجود نداشت. کلیه محاسبات و ترسیم نمودارها با بسته‌های caret و dismo در R3.4.1 انجام شد.

آنالیز الگوی نقطه[۱۱]

برای آنالیز الگوی نقاط بودن از تابع F استفاده شد (Bivand *et al.*, 2008). این تابع توزیع تمام فاصله‌ها از یک نقطه اختیاری در سطح را تا نزدیکترین رخداد مربوط به خود اندازه گیری می‌کند. مقدار مورد انتظار توسط تابع F از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$F(r) = 1 - \exp(-\lambda \pi r^2)$$

که در این فرمول λ میزان تراکم یا متوسط تعداد رخدادها در واحد سطح و r فاصله می‌باشد. برای تعیین الگوی نقاط از تابع envelope در بسته spatstat در R استفاده شد. در استفاده از این تابع نموداری نمایش داده می‌شود که دارای یک محدوده اریب می‌باشد. در صورتیکه خط $\hat{F}(r)$ مشاهداتی زیر این محدوده باشد، توزیع رخدادها (در اینجا حضور ماهی هوور) به صورت کلاستر[۱۲]، در درون حیطه باشد، تصادفی[۱۳] و در بالای آن حیطه باشد به صورت منظم[۱۴] خواهد بود. ۴۸ مقدار r در تابع envelope قرار داده شده بود (از ۰ تا ۰/۲۳۵ هر یک به فاصله ۰/۰۰۵ از یکدیگر).

نتایج

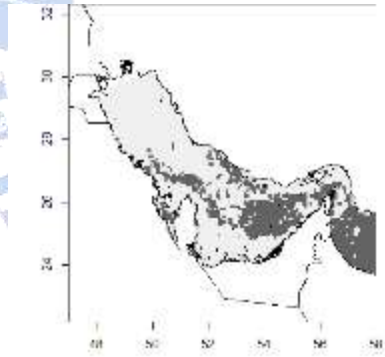
مدل‌های برازش داده شده دارای سطح زیر منحنی ROC بالاتر از ۰/۷۸۶ داشتند (جدول ۲). کمترین مساحت زیر منحنی ROC برای مدل سال ۲۰۰۵ و بیشترین آن برای سال ۲۰۱۰ بود. تعداد داده‌ها در سالهای مختلف یکسان نبود و مدلهای برازش داده شده دارای مساحت زیر منحنی یکسانی نبودند.

جدول ۲. مشخصات مدلهای برازش داده شده به داده‌های سالهای مختلف

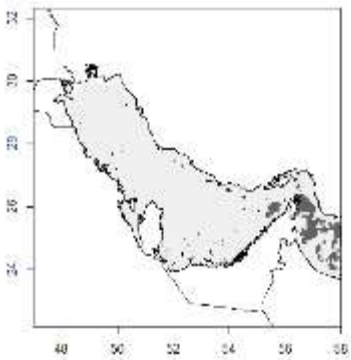
سال	ROC داده‌های آموزش مدل	حساسیت	اختصاصیت	ROC داده‌های تست مدل
۲۰۰۲	۰/۸۷۸	۰/۸۰۰	۰/۸۱۶	۰/۸۹۰
۲۰۰۳	۰/۸۷۴	۰/۸۲۲	۰/۸۲۸	۰/۹۰۶
۲۰۰۴	۰/۷۸۶	۰/۶۹۰	۰/۸۴۰	۱/۰۰۰
۲۰۰۵	۰/۷۸۶	۰/۶۹۰	۰/۸۴۰	۰/۹۰۹
۲۰۰۶	۰/۹۲۵	۰/۸۲۳	۰/۹۴۱	۰/۹۲۲
۲۰۰۷	۰/۸۸۸	۰/۷۸۷	۰/۸۶۲	۰/۸۷۶
۲۰۰۸	۰/۸۷۸	۰/۷۵۱	۰/۹۰۵	۰/۸۶۱
۲۰۰۹	۰/۷۷۸	۰/۶۸۴	۰/۸۱۴	۰/۷۹۸
۲۰۱۰	۰/۹۱۱	۰/۸۱۴	۰/۸۷۸	۰/۹۱۴
۲۰۱۱	۰/۹۲۴	۰/۸۴۳	۰/۸۴۸	۰/۹۴۴
۲۰۱۲	۰/۸۰۰	۰/۶۹۹	۰/۸۹۲	۰/۸۱
۲۰۱۳	۰/۷۹۸	۰/۶۸۸	۰/۸۵۷	۰/۸۰۰

[۱۱] Point pattern analysis
[۱۲] Cluster
[۱۳] Random
[۱۴] Regular

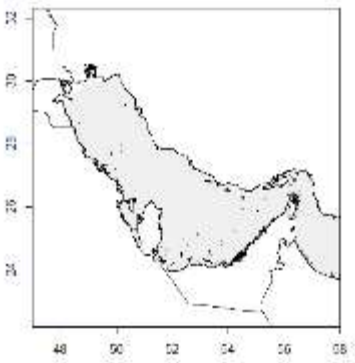
مکانهای حضور پیش بینی شده برای ماهی هوور مسقطی در خلیج فارس از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ در شکل ۱۱ نشان داده شده است. بیشترین تعداد مکان حضور این ماهی در سال ۲۰۰۲ بود. آب‌های بین سواحل ایران و امارات متحده عربی، بخشهای از تنگه هرمز به سمت امارات متحده عربی، و آبهای بین ایران و عمان از مهمترین نقاط حضور این ماهی در خلیج فارس در ۲۰۰۲ پیش بینی شد. در ۲۰۰۳ تعداد نقاط حضور ماهی هوور نسبت به سال قبل کاهش بالایی را نشان داد و بیشتر محدود به نواحی میانی خلیج فارس بین سواحل ایران و عمان شد. در ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ تعداد نقاط بسیار اندکی برای حضور این ماهی پیش بینی شد. در ۲۰۰۶ آب‌های ساحلی ایران در استان بوشهر، نواحی میانی خلیج فارس بین ایران و امارات متحده عربی و آبهای نزدیک بحرین و عربستان به عنوان مکانهای حضور این ماهی پیش بینی شدند. در ۲۰۰۷ تعداد نقاط اندکی برای این ماهی پیش بینی شد. در ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ آب‌های مجاور استان بوشهر و هرمزگان و همچنین آبهای مجاور امارات متحده عربی و هرمزگان به عنوان مکانهای حضور هوور مسقطی پیش بینی شدند. در ۲۰۱۰ عمده مکانهای حضور این ماهی آبهای بین ایران و بحرین و قطر پیش بینی شد. در ۲۰۱۱ آب‌های مجاور استان بوشهر (سواحل آبادان) به عنوان عمده محلهای حضور این ماهی پیش بینی شدند. در ۲۰۱۲ آب‌های بین ایران و امارات متحده عربی و مخصوصاً آبهای مجاور عمان به عنوان بیشترین محلهای حضور این ماهی پیش بینی شدند. در ۲۰۱۳ مجدداً تعداد نقاط حضور پیش بینی شده برای این ماهی کاهش یافت و محدود به آبهای بین ایران و امارات متحده عربی بود.



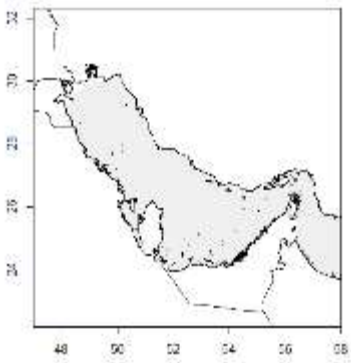
2002



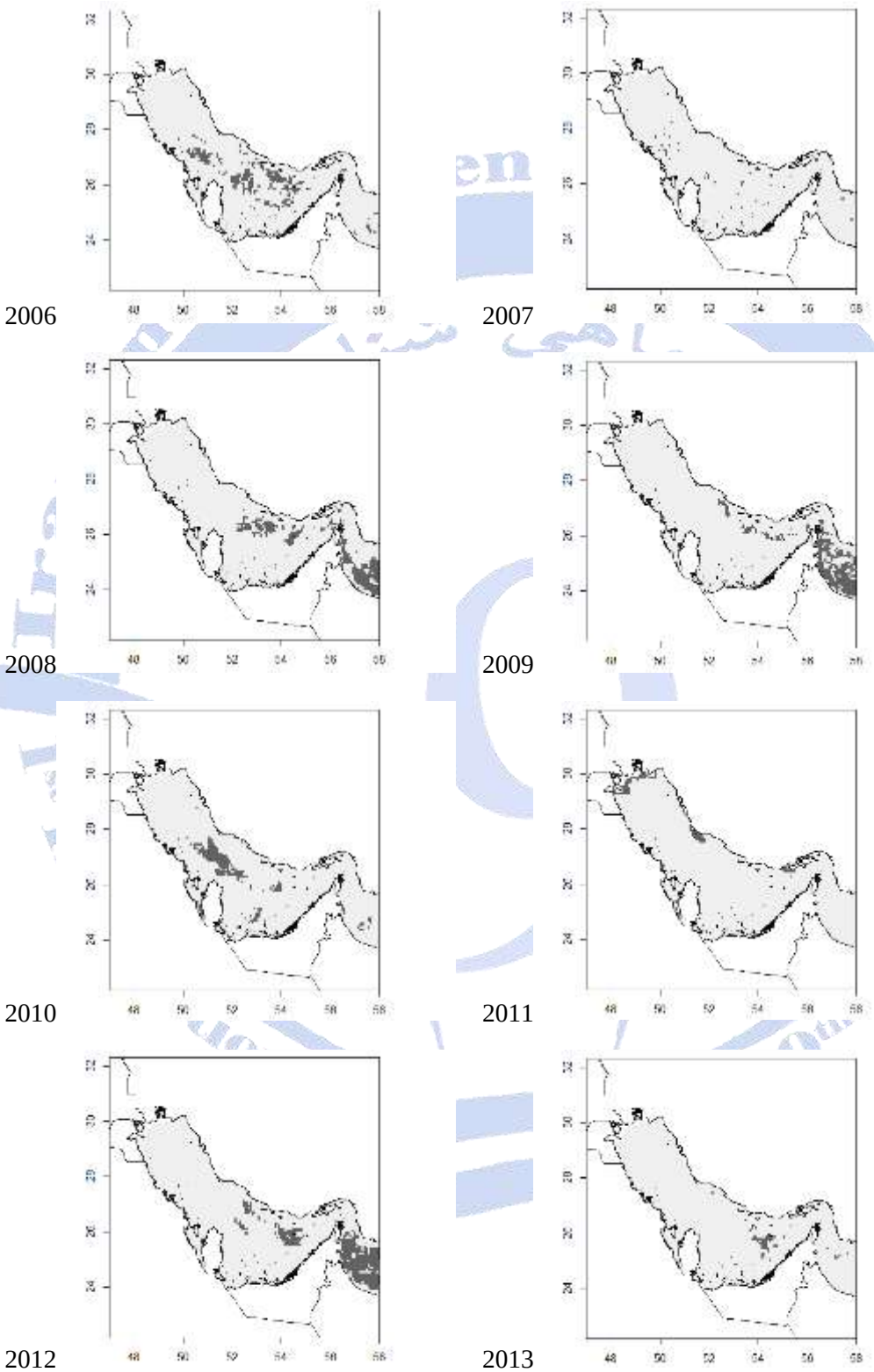
2003



2004

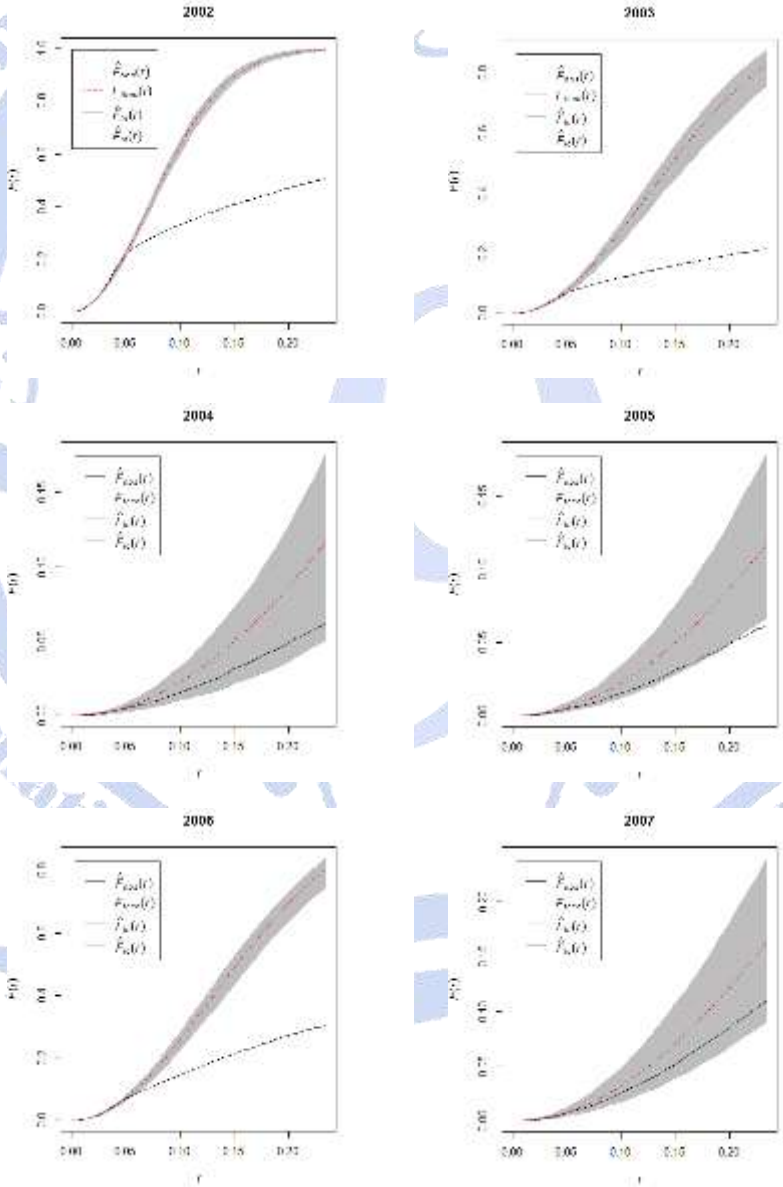


2005

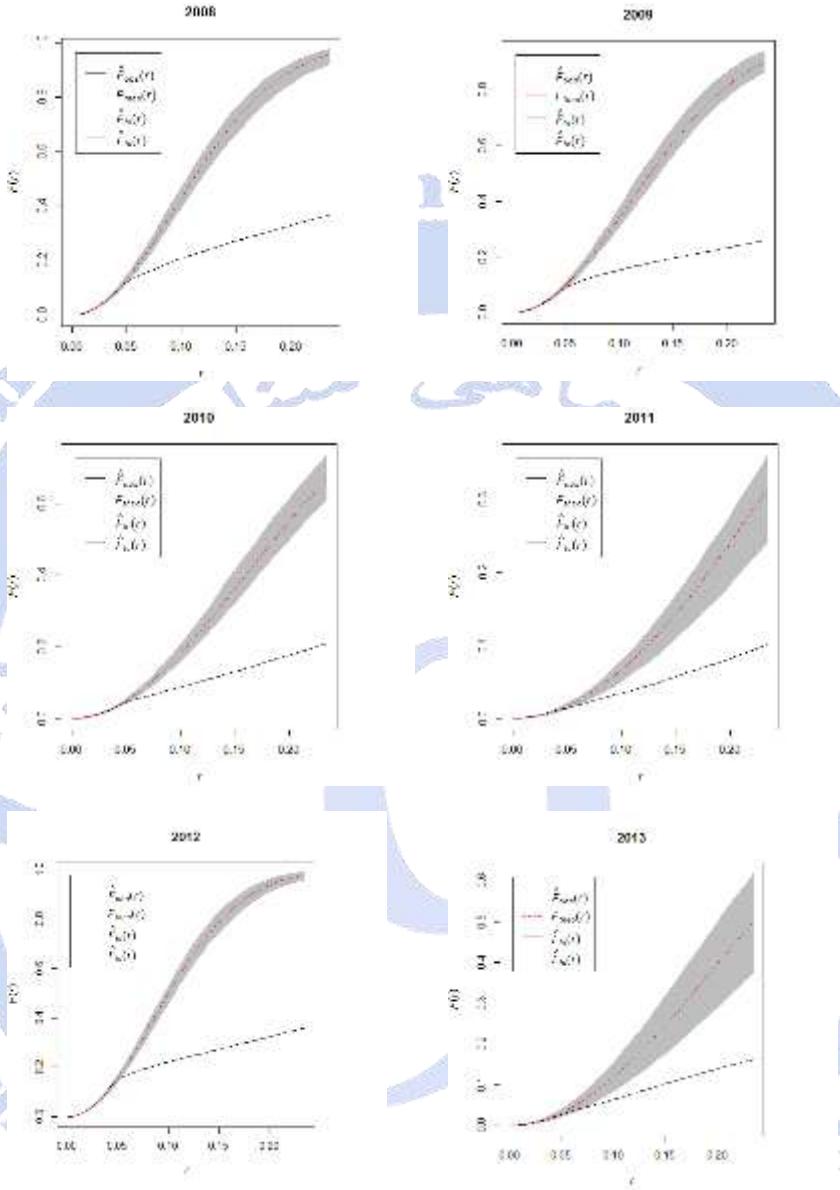


شکل ۱۱. پیش بینی تغییرات مکانی نقاط حضور ماهی هوور مسقطی در خلیج فارس از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳.

مقادیر مشاهده شده تابع F (خط سیاه) و حدود۹۶٪ ۱۵ آن در شکل ۱۲ برای داده‌های پیش بینی شده ماهی هوور مسقطی از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ نشان داده شده‌اند. وقتی مقادیر مشاهده شده در زیر ناحیه حدود قرار گیرد به معنای توزیع کلاستر گونه می‌باشد. وجود مقادیر مشاهده شده یعنی خط سیاه در درون منطقه حدود ۹۶٪ به معنی توزیع تصادفی این ماهی است. در ۲۰۰۲ و ۲۰۰۳ توزیع این ماهی به صورت کلاستر، در ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به صورت تصادفی، در ۲۰۰۶ کلاستر، در ۲۰۰۷ به صورت تصادفی و از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ به صورت کلاستر بود. در کل در بیشتر سال‌ها توزیع ماهی هوور مسقطی به صورت کلاستر بوده است.



[10] Envelope



شکل ۱۲. حدود ۹۶٪ و مقادیر مشاهده شده تابع F (—) برای داده‌های پیش بینی شده حضور ماهی هوور مسقطی در خلیج فارس از ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳.

بحث

تن ماهیان از ذخایر ارزشمند شیلاتی برای بسیاری از کشورها بحساب می‌آیند. این ماهیان در سفره غذایی بسیاری از کشورها قرار گرفته یا جزو اقلام صادراتی می‌باشند. احتمال می‌رود که این پلاژیک ماهیان درشت خلیج فارس صید فزاینده‌تری را در آینده تجربه نمایند (Poorbagher *et al.*, 2021) از اینرو متحمل تغییرات جمعیتی یا احیاناً رفتاری شوند. آنالیز الگوی نقطه‌ای می‌تواند تغییرات الگوی پراکنش موجودات زنده را مورد بررسی قرار داده از اینرو دارای کاربردهای حفاظتی باشد. در واقع این آنالیز در حیطه‌های علمی نظیر اکولوژی، بیولوژی، ستاره شناسی و جغرافیا دارای کاربرد است.

مطالعه حاضر نشان داد که ماهی هوور مسقطی در فاصله بین ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۳ در اکثر سال‌ها دارای الگوی پراکنش خوشه‌ای بوده است. اما در ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۵ و در ۲۰۰۷ از این حالت خارج شده است. یعنی از ۱۱ سال در ۳ سال این الگو تصادفی داشت. بررسی میزان صید سطح زیان درشت مستخرج از سالنامه آماری شیلات ایران نیز نشان می‌دهد که در سالهای مذکور میزان صید سطح زیاد درشت کاهش یافته یا حداقل در اوج خود نبوده است. وجود اطلاعات صید در مورد این گونه می‌تواند نتیجه‌گیری بهتری در این‌باره باشد و موضوع مطالعه دیگری باشد. معمولاً در طبیعت موجودات به صورت همسان یا تصادفی توزیع نشده‌اند (Legendre & Fortin, 1989) و وجود حالت تصادفی می‌تواند یک وضعیت غیرعادی را نشان دهد. مطالعات زیادی در مورد الگوی پراکنش ماهیان موجود نیست اما در همین مطالعات اندک می‌توان دریافت که تغییرات محیطی می‌توان بر این مساله تأثیر گذار باشد. بعنوان مثال، اثر عوامل محیطی بر تغییرات جوامع ماهیان که شامل چندین گونه بوده‌اند مورد مطالعه قرار گرفته است (Torgersen *et al.*, 2006). همچنین اثر عوامل محیطی نظیر درجه حرارت، عمق بر توزیع خوشه‌ای درون گونه‌ای ماهی هرینگ نشان داده شده است (Swartzman, 1997). در مطالعه‌ای دیگر بر روی آنچوی و ساردین نیز تغییرات توزیع مکانی مشاهده شد و تغییرات درعوامل محیطی را عامل تغییرات مکانی معرفی کردند (Gutiérrez *et al.*, 2007). تغییرات دیده شده در ماهی هوور مسقطی را می‌توان در تغییرات محیطی در خلیج فارس جستجو کرد. با توجه به تغییرات وضعیت اقلیمی این تغییرات را می‌توان توجیه کرد. مطالعات جدیدتر با داده‌های سالهای اخیر در این زمینه توصیه می‌شود.

منابع

Bivand R. S., Pebesma E. J., Gómez-Rubio V., & Pebesma E. J. (2008). Applied spatial data analysis with R (Vol. 747248717). Springer.

Chen, Z., Hu, C., & Muller-Karger F. (2007). Monitoring turbidity in Tampa Bay using MODIS/Aqua 250-m imagery. *Remote Sensing of Environment*, 109: 207–220.

Eagderi S., Fricke R., Esmaeili H. R., & Jalili P. (2019). Annotated checklist of the fishes of the Persian Gulf: Diversity and conservation status. *Iranian Journal of Ichthyology*, 6: 1–171.

Eighani M., Paighambari S. Y., & others. (2013). Shrimp, bycatch and discard composition of fish caught by small-scale shrimp trawlers in the Hormuzgan Coast of Iran in the Persian Gulf. *The Philippine Agricultural Scientist*, 96: 314–319.

GBIF org. (2017). GBIF Occurrence Download doi:10.15468/dl.8mazkn accessed via GBIF.org on.

Ghaitaranpour M., Poorbagher H., Eagderi S., & Feghhi J. (2019). Modelling the spatial distribution of the yellowfin tuna, *Thunnus albacares* in the Persian Gulf using a fuzzy rule-based classification. *International Journal of Aquatic Biology*, 7: 351–356.

Gutiérrez M., Swartzman G., Bertrand A., & Bertrand S. (2007). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (Sardinops sagax) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humboldt Current ecosystem, Peru, from 1983--2003. *Fisheries Oceanography*, 16: 155–168.

Kuhn M., & Johnson K. (2013). Applied predictive modeling (Vol. 810). Springer.

Legendre, P., & Fortin, M. J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. *Vegetatio*, 80: 107–138.

Oostdam B. L. (1980). Oil pollution in the Persian Gulf and approaches, 1978. *Marine*

Pollution Bulletin, 11: 138–144.

Pashaei R., Gholizadeh M., Iran K. J., & Hanifi A. (2015). The effects of oil spills on ecosystem at the Persian Gulf. *Int J Rev Life Sci*, 5: 82–89.

Poorbagher H., Eagderi S. & Nahavandi R. (2021). Modelling the time series of capture fishery and aquacultural production in Iran. *International Journal of Aquatic Biology*, 9: 200–206.

Reynolds M. R. (1993). Physical oceanography of the Gulf, Strait of Hormuz, and the Gulf of Oman: results from the Mt Mitchell expedition. *Marine Pollution Bulletin*, 27: 35–59.

Swartzman G. (1997). Analysis of the summer distribution of fish schools in the Pacific Eastern Boundary Current. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 105–116.

Torgersen C. E., Baxter C. V., Li H. W., & McIntosh B. A. (2006). Landscape influences on longitudinal patterns of river fishes: spatially continuous analysis of fish-habitat relationships. In: *American Fisheries Society Symposium* (Vol. 48).

U.S. Fish and Wildlife Service. (1981). Standards for the development of habitat suitability index models. *Ecological Services Manual*. Division of Ecological Services, US Fish and Wildlife Service, Department of the Interior.

تأثیر روغن‌های ماهی و کلزا بر عملکرد رشد، ترکیب اسیدچرب تخم و کیفیت لاروهای تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

سارا پورحسین سارمه [۱*]، بهرام فلاحتکار [۲]، امیرهوشنگ بحری [۳]، علیرضا سالارزاده [۳]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان.
۲- گروه شیلات، دانشکده. منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا.
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، هرمزگان.

Email: sarameh.sps@gmail.com

چکیده

۴۵ ماهی مولد استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) با میانگین وزنی ۲۰/۰۵ ± ۹۹۰/۳۳ گرم با سه جیره غذایی آزمایشی روغن ماهی (۱۰۰٪ FO)، روغن گیاهی (۱۰۰٪ VO) و ترکیبی از روغن ماهی و روغن گیاهی (۵۰٪ VO +۵۰٪ FO) تغذیه شدند. در پایان دوره هفت ماهه تغذیه، بالاترین درصد شاخص قطبیت هسته (GVM) در تیمار FO + VO مشاهده شد. نسبت‌های ARA/DHA/EPA، در تخم، تفاوت معنی داری در تیمارهای مختلف نشان داد. این مطالعه نشان داد تغذیه مولدین با جیره غذایی شامل FO + VO در مقایسه با جیره‌های غذایی FO و VO منجر به عملکرد رشد بهتر لاروها می‌شود. علاوه بر آن، سطوح بالای اسید اولئیک (18:1n-9) در تخم، بالاترین مقدار LA و ALA در تخم مولدین تغذیه شده با جیره غذایی VO و کمترین مقدار ALA در تخم مولدین تغذیه شده با جیره غذایی FO، نقش مهم جیره غذایی مولدین بر عملکرد تولیدمثل، تکامل جنین و لارو استرلیاد را برجسته می‌کند.

واژگان کلیدی: اسیدهای چرب، روغن ماهی، روغن گیاهی، تولیدمثل، ماهیان خاویاری.

The effect of fish and rapeseed oils on growth performance, egg fatty acids composition and offspring quality of sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*

Sara Pourhosein-Sarameh[1*], Bahram Falahatkar[2], Amir Houshang Bahri[3], Aireza Salarzadeh[3]

1- Young Researchers and Elite Club, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran.
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
3- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University of Bandar Abbas, Bandar Abbas, Hormozgan, Iran.

Email: sarameh.sps@gmail.com

Abstract

Forty five sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* broodstocks (990.3 ± 20.05 g) were fed with three experimental diets including fish oil (100% FO), vegetable oil (100% VO), and a combination of fish and vegetable oil (50% FO + 50% VO). At the end of the 7-month feeding trial period, the highest germinal vesicle migration (GVM) percentage was observed in FO + VO treatment ($p < 0.05$). The DHA/EPA, DHA/ARA and EPA/ARA ratios in oocyte exhibited a significant difference in the different treatments ($p<0.05$). This study indicates that broodstock feeding with diet including FO + VO ($p<0.05$) can positively affect the growth performance of larvae compared with FO or VO only diets. Furthermore, the high levels of 18:1n-9 in egg, AL and ALA contents in oocytes of broodstock fed VO and the lowest ALA content in oocytes of broodstock fed FO underlined the important role of broodstock diets in the reproductive process and embryonic and/or larval developments of sterlet.

Keywords: Fatty acid, Fish oil, Vegetable oil, Reproduction, Sturgeon.

مقدمه

ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)، به دلیل اندازه کوچک، هزینه‌های نگهداری کم و به علاوه بلوغ جنسی زودهنگام (در سن ۵-۳ سالگی به ترتیب نر و ماده) یک مدل مطلوب برای مطالعات در مورد تولید و تولیدمثل سایر گونه‌های ماهیان خاویاری است (Williot *et al.*, 2005). نتایج تحقیقات قبلی آشکار کرد که پروفایل اسیدچرب و لیپید جیره غذایی ماهیان خاویاری برای رشد گناد، کیفیت تخم و لارو تاسماهیان سیبری (*Acipenser baerii*) (Luo *et al.*, 2017) و چینی (*Acipenser sinensis*) (Zhou *et al.*, 2017) حیاتی است. بدیهی است که روغن ماهی (FO) به دلیل سطح بالای اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع n−3، به ویژه دوکوزاهگزانوئیک اسید (22:6 n−3, DHA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (20:5 n−3, EPA) که برای رشد بهینه و سلامت ماهیان پرورشی ضروری شناخته شده‌اند، منبع اصلی لیپید در جیره‌های غذایی ماهیان است (Reis *et al.*, 2014). با این حال، مطالعات مناسب بودن روغن‌های گیاهی (VO) مانند روغن کلزا (Peng *et al.*, 2017) را به عنوان جایگزینی برای روغن ماهی (FO) در جیره غذایی ماهی گزارش کردند. اما تاکنون مطالعات در ماهیان خاویاری محدود به تأثیر لیپید و نسبت اسید چرب n-3/n-6 بر رشد و ترکیب اسید چرب در بافت، تکامل گناد، تخم و کیفیت لارو بوده (Song *et al.*, 2014; Luo *et al.*, 2017) و در زمینه تأثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن گیاهی بر عملکرد تولیدمثل، به ویژه ترکیب FA در تخم این ماهی ارزشمند مطالعه‌ای به ثبت نرسیده است. هدف اصلی این مطالعه، تحقیق درباره مقدار پتانسیل روغن‌های ماهی و گیاهی به عنوان تنظیم کنندگان برنامه ریزی اولیه غذایی در ماهیان استرلیاد ماده و تعیین اثرات آن بر عملکرد تولیدمثل از طریق تجزیه و تحلیل پروفایل اسید چرب در تخم، سطوح آستروئید جنسی، شاخص قطبیت هسته و شاخص‌های تولیدمثل به منظور درک وضعیت تغذیه مولدین و تجزیه و تحلیل عملکرد تولیدمثل آنها بود.

مواد و روش‌ها

۷ ماه قبل از تخمریزی، ۴۵ عدد مولد استرلیاد با میانگین وزن ۲۰/۰۵ ± ۹۹۰/۳ گرم در ۹ تانک فایبرگلاس (با حجم ۱۱۰۰ لیتر) در سه تیمار و سه تکرار (پنج ماهی در هر مخزن) توزیع شدند. مولدین روزانه دوبار در روز، ۸ صبح و ۳ بعد از ظهر به مدت ۷ ماه با یکی از سه جیره غذایی شامل روغن ماهی (کیلکا):FO، روغن گیاهی (کلزا):VO و ترکیبی از روغن ماهی (کیلکا) و روغن گیاهی (کلزا) به میزان یکسان:FO + VO، تغذیه شدند. اقلام غذایی ابتدا طبق روش‌های موجود در AOAC (۱۹۹۵) آنالیز و سپس فرمولاسیون جیره‌ها توسط نرم افزار UFFDA (جورجیا، آمریکا) انجام گرفت (جدول ۱ و ۲). مهاجرت ژرمینال وزیکول (GVM) و شاخص‌های رشد در تمام تیمارها تعیین شد. مولدین به صورت درون عضلانی مورد تزریق هورمون LHRH با دوز ۲µg/kg قرار گرفتند. هماوری نسبی و کاری، تعداد تخم در گرم، درصد لقاح، درصد تفریخ و درصد بقا (ماندگاری) لارو تعیین شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی برای مقایسه چند میانگین مقایسه شدند. اختلاف میانگین در سطح معنی داری ($p<$۰/۰۵) تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 17 انجام و نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارائه شد.

جدول ۱- فرمولاسیون و ترکیب تقریبی جیره‌های آزمایشی حاوی منابع مختلف روغن FO و VO (n=۳).

اقلام جیره (درصد)	FO	VO	FO + VO
پودر ماهی	۵۵	۵۵	۵۵
کنجاله سویا	۱۳	۱۳	۱۳

سبوس گندم	۱۱/۵	۱۱/۵	۱۱/۵
آرد گندم	۸	۸	۸
لسیتین	۴	۴	۴
روغن ماهی	۰	۰	۳
روغن کلزا	۶	۶	۳
مکمل معدنی	۱	۱	۱
مکمل ویتامینه	۱/۵	۱/۵	۱/۵
پروبیوتیک	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ضد قارچ	۰/۲	۰/۲	۰/۲
آنالیز تقریبی (n =۳)			
پروتئین خام	۴۵/۲ ± ۰/۰۱	۴۳/۸۷ ± ۰/۶۳	۴۴/۸۴ ± ۰/۴۴
چربی خام	۱۸/۷ ± ۰/۰۷	۱۷/۷۵ ± ۰/۱	۱۸/۳۲ ± ۰/۰۱
رطوبت	۳/۶۸ ± ۰/۰۱	۵/۷۹ ± ۰/۰۰	۴/۱۹ ± ۰/۰۶
خاکستر	۸/۴۶ ± ۰/۰۶	۸/۳۷ ± ۰/۰۶	۸/۴۸ ± ۰/۰۷
انرژی قابل هضم (MJ/kg)	۲۰/۰۴	۱۹/۸۸	۲۰/۰۱

جدول ۲- میانگین غلظت اسید چرب جیره‌های غذایی با منابع روغن مختلف FO و VO (n= ۳). مقادیر با حروف مختلف به طور معنی داری متفاوت می‌باشند (p<۰/۰۵).

منبع لیپید	FO	VO	FO + VO
14:0	۲/۳۷^{a}	۱/۷۵^{b}	۱/۷۷^{b}
15:0	۰/۵۷^{a}	۰/۳۸^{b}	۰/۳۹^{b}
16:0	۲۰/۴۸^{a}	۱۷/۴۷^{c}	۱۷/۶۸^{b}
16:1	۳/۸۶^{a}	۲/۶۸^{c}	۲/۸۵^{b}
17:0	۰/۶۳^{a}	۰/۳۶^{c}	۰/۴۳^{b}
17:1	۰/۵۳^{a}	۰/۱۷^{c}	۰/۲۷^{b}
18:0	۴/۴۲^{a}	۴/۰۷^{b}	۳/۹۷^{c}
18:1n-9	۳۰/۹۵^{c}	۳۵/۷۷^{b}	۳۶/۰۱^{a}
18:2n-6	۱۶/۴۳^{c}	۲۱/۷۴^{a}	۲۱/۳۹^{b}
18:3n-6	۰/۱۴^{a}	۰/۰۹^{b}	۰/۰۹^{b}
18:3n-3	۲/۱۵^{c}	۳/۱۹^{a}	۳/۰۷^{b}
20:0	۰/۲۸^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۳۲^{a}
20:1	۱/۰۱^{a}	۰/۵۸^{c}	۰/۶۵^{b}

۰/۵۵^{a}	۰/۴۶^{b}	۰/۳۱^{c}	20:2
۰/۲۱^{b}	۰/۱۶^{c}	۰/۲۶^{a}	20:3n-3
۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۱۲	20:3n-6
۰/۳۸^{b}	۰/۲۷^{c}	۰/۴۹^{a}	20:4n-6
۰/۰۶^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۱۲^{b}	22:0
۰/۲۹^{b}	۰/۳۲^{a}	۰/۰۴^{c}	22:1
۲/۲۵^{b}	۲/۲۸^{b}	۳/۵۷^{a}	20:5n-3
۰/۰۲^{c}	۰/۱۶^{a}	۰/۱۴^{b}	22:4n-6
۰/۴۰^{b}	۰/۴۱^{b}	۰/۵۶^{a}	24:0
۰/۳۵^{b}	۰/۳۷^{b}	۰/۵۳^{a}	22:5n-6
۰/۱۵^{b}	۰/۱۴^{b}	۰/۲۵^{a}	22:5n-3
۶/۴۹^{c}	۶/۵۷^{b}	۹/۸۱^{a}	22:6n-3
۲/۸۸	۲/۸۸	۲/۷۵	DHA/EPA
۵/۹۲	۸/۴۴	۷/۲۸	EPA/ARA
۱۷/۰۸	۲۴/۳۳	۲۰/۰۲	DHA/ARA

نتایج

ماهیان تغذیه شده با FO + VO و VO به ترتیب دارای حداکثر و حداقل میانگین وزن نهایی و WG بودند ($p <$ ۰/۰۵) (جدول ۳). در اواسط و انتهای دوره تولید مثل، GVM در FO + VO و FO به ترتیب در بالاترین و پایینترین ($p <$ ۰/۰۵) سطح در میان تمام تیمارها قرار داشت (شکل ۱). عملکرد تخمریزی شامل همآوری های کاری و نسبی، استروئیدهای جنسی، نرخ لقاح و تفریخ و تعداد تخم درگرم در ماهیان تغذیه شده با روغن‌های مختلف غذایی، متفاوت نبود ($p >$ ۰/۰۵) . لاروهای FO + VO بالاترین طول کل و وزن بدن را به نمایش گذاشتند ($p <$ ۰/۰۵) تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی داری را در میزان بقا ایجاد نکردند (جدول ۴ و ۵). 18:1n-9 غالب‌ترین اسید چرب در میان تمام کلاسه‌های لیپید تخم‌های استرلیاد بدون توجه به جیره غذایی بود. همانند جیره‌های غذایی، مقدار EPA تخم ماهیان جیره غذایی FO بالاتر از تخم‌های حاصل از ماهیان در جیره غذایی FO+VO و VO بود ($p <$ ۰/۰۵). نسبت‌های اسید آراشیدونیک (20:4 n−6, AA) DHA/ و EPA/ARA در تخم‌های حاصل از ماهیان تغذیه شده با جیره‌های FO+VO و FO و نسبت DHA/EPA در تخمهای حاصل از ماهیان در جیره VO به طور معناداری بالاتر ($p <$ ۰/۰۵) از دیگر تیمارها بود (شکل ۲).

جدول ۳- میانگین شاخص‌های رشد در ماهی استرلیاد (n=۱۵ برای هر تیمار). مقادیر با حروف مختلف به طور معنی داری متفاوت می‌باشند ($p<$ ۰/۰۵).

پارامترهای رشد	FO	VO	FO + VO
وزن اولیه (گرم)	۹۸۳/۳۳ ۱۱±/۶۱	۹۵۸/۸۷ ± ۳۴/۹۰	۱۰۲۸/۸ ± ۴۷/۰۵
وزن نهایی (گرم)	۱۱۵۴/۱ ± ۳۲/۲۵^{ab}	۱۰۷۹/۱ ± ۷۴/۹۳^{b}	۱۳۳۴/۸ ± ۳۷/۷۶^{a}
وزن کسب شده (گرم)	۱۷۰/۶۷ ± ۳۲/۹۳^{ab}	۱۲۰/۱۳ ± ۴۸/۴۳^{b}	۳۰۶ ± ۲۷/۱^{a}
نرخ رشد ویژه (درصد/روز)	۰/۰۹ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۰۶ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۱۴ ± ۰/۰۱^{a}
افزایش وزن بدن (درصد)	۱۷/۳۸ ± ۳/۳۶^{ab}	۱۲/۳۳ ± ۴/۶۸^{b}	۳۰/۰۱ ± ۳/۶۸^{a}
میانگین رشد روزانه (روز/ماهی/گرم)	۰/۱ ± ۰/۰۲^{ab}	۰/۰۷ ± ۰/۰۲^{b}	۰/۱۷ ± ۰/۰۲^{a}

شاخص وضعیت	۰/۴۴ ± ۰/۰۱^{ab}	۰/۴۲ ± ۰/۰۱^{b}	۰/۴۸ ± ۰/۰۱^{a}
کارایی غذا (درصد)	۱۳/۴۱ ± ۲/۴۹	۹/۷۲ ± ۳/۷۶	۲۴/۲ ± ۴/۱۸
غذای مصرف شده (ماهی/گرم)	۴۳۰/۱۲ ± ۸/۸۹	۴۱۴/۹۳ ± ۳/۵۷	۴۴۸/۰۸ ± ۴۵/۹۶
میزان غذای مصرف شده در روز (درصد)	۰/۲۱ ± ۰/۰۱	۰/۲۲ ± ۰/۰۱	۰/۲۲ ± ۰/۰۱

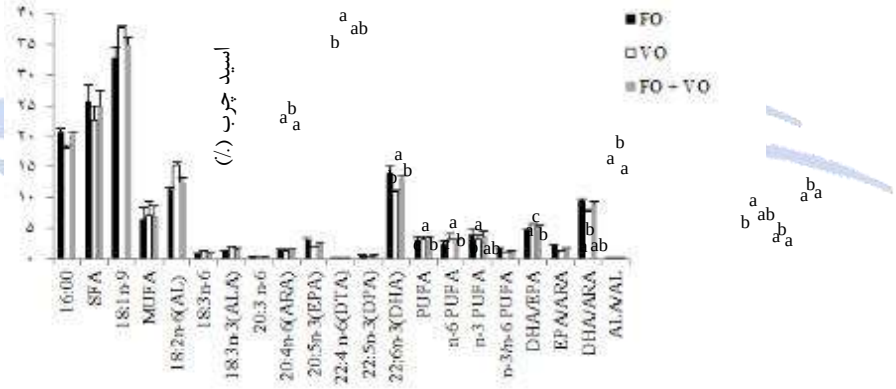
حروف متفاوت در یک ردیف اختلافات آماری را نشان می‌دهند

جدول ۴- میانگین شاخص‌های تولیدمثل در ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) تغذیه شده با منابع روغن مختلف FO و VO(n=۱۵). مقادیر با حروف مختلف به طور معنی داری متفاوت هستند (p<۰/۰۵).

شاخص تولیدمثل	FO	VO	FO + VO
زمان پاسخ به القای هورمونی (ساعت)	۳۰/۰۳ ± ۲/۰۳	۳۵/۸۴ ± ۵/۱۵	۳۴/۲۵ ± ۲/۶۰
همآوری کاری (تعداد تخمک)	۷۴۷۶/۷۳ ± ۱۶۵۸/۲۷	۸۶۲۶/۸۶ ± ۴۵۴/۳۵	۹۲۹۰/۰۱ ± ۱۴۲۶/۰۸
همآوری نسبی (تعداد تخمک/ وزن بدن)	۶/۷۷ ± ۱/۱۷	۸/۹۶ ± ۰/۷۹	۷/۵۰ ± ۱/۵۸
تعداد تخم در گرم	۱۱۲/۳۳ ± ۷/۸۹	۱۱۲/۵۷ ± ۳/۸۳	۱۲۱/۲۵ ± ۳/۴۸
درصد لقاح (٪)	۸۰/۴۹ ± ۵/۲۷	۷۸/۲ ± ۲/۸۳	۷۴/۷۱ ± ۳/۶۶
طول مدت انکوباسیون (درجه روز)	۷۴/۲۲ ± ۴/۸۳	۸۱/۲۲ ± ۵/۹۳	۸۳/۳۳ ± ۳/۶۹
درصد تفریخ (٪)	۷۱/۶۷ ± ۵/۴۳	۶۲/۷۱ ± ۲/۵۵	۶۳/۷۵ ± ۳/۲۴
وزن لارو (میلی گرم)	۲۱/۱۳ ± ۰/۲۲^{c}	۲۴/۱۷ ± ۰/۰۶^{b}	۲۴/۹ ± ۰/۱۳^{a}
طول لارو (میلیمتر)	۱۵/۳۷ ± ۰/۰۳^{c}	۱۵/۷۲ ± ۰/۰۱^{b}	۱۵/۸۴ ± ۰/۰۵^{a}
میزان بقا (هفت روز پس از تفریخ) (٪)	۵/۴۳ ± ۱/۶۹	۶/۱۴ ± ۱/۵۳	۴/۴۳ ± ۱/۴۴

جدول ۵- غلظت استروئیدهای جنسی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) تغذیه شده با منابع روغن مختلف FO و VO(n=۱۵)

استروئیدهای جنسی	FO	VO	FO + VO
تستوسترون (ng/mL)	۱۴/۵۸ ۲±/۲۶	۱۰/۵۳ ± ۱/۲۸	۱۲/۹۱ ± ۲/۰۶
پروژسترون (ng/mL)	۰/۲۸ ± ۰/۰۱	۰/۳۰ ± ۰/۰۱	۰/۳۰ ± ۰/۰۱
استرادیول (ng/mL)	۱/۴۱ ± ۰/۲۹	۱/۰۱ ± ۰/۲۰	۱/۸۴ ± ۰/۳۰



شکل ۲- میانگین غلظت اسید چرب تخمک مولدین استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) تغذیه شده با منابع روغن مختلف FO و VO (p<۰/۰۵).

بحث

در مطالعه حاضر، جیره غذایی FO + VO بالاترین میانگین وزن، نرخ رشد ویژه، افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه و شاخص وضعیت را آشکار کرد، در حالی که جیره غذایی VO پایین‌ترین مقادیر را نمایان ساخت. در این راستا،Gao و Chen (۲۰۰۴) گزارش کردند که بالاترین نتایج عملکرد رشد در تاسماهی آمور (*Acipenser schrenckii*) با جیره‌های حاوی مخلوطی از روغن (روغن ماهی، روغن دانه سویا، گوشت خوک) یا روغن ماهی بدست آمد. در مقابل، عملکرد رشد ماهیان خاویاری بلوگا (*Huso huso*) با جایگزینی روغن ماهی با روغن کانولا در مطالعه Falahatkar و همکاران (۲۰۱۸) بهبود یافت. در مطالعه حاضر، افزایش نسبت DHA/EPA تخمهای مولدین تغذیه شده با VO و کاهش نسبت DHA/EPA تخم‌هایی مولدین تغذیه شده با FO+VO و FO که با جیره‌های غذایی حاوی سطوح یکسان از DHA/EPA تغذیه شده بودند، ما را به سمت این نتیجه گیری سوق می‌دهد که نسبت اسیدهای چرب ویژه در جیره غذایی مولدین برای پایداری تخم، مهم‌تر از مقدار واقعی اسید چرب خورده شده است ((Johnson, 2009. احتمالاً به همین دلیل است که عملکرد تولیدمثل ماهی استرلیاد تحت تأثیر روغن‌های جیره غذایی قرار نگرفت و همآوریهای کاری و نسبی، درصد لقاح و تفریخ و تعداد تخم در گرم در ماهیان تغذیه شده با روغن‌های مختلف غذایی، متفاوت نبود. در واقع یک تجمع انتخابی از ARA، DHA و EPA در تخمک بدون توجه به سطوح موجود در منبع جیره غذایی وجود داشت. تعدادی از مطالعات تأیید کرده‌اند که پلی اسید چرب غیراشباع (PUFA) و سری‌های n-3 از اسیدهای چرب به شدت غیراشباع، به طور انتخابی در تخمهای ماهیان تجمع یافته و اینکه نسبت n-3 PUFA/n-6 PUFA ممکن است یک فاکتور مهم در تکامل جنینی و بقای لارو باشد (Caprino *et al.*, 2008; Luo *et al.*, 2017).Song و همکاران (۲۰۱۴) تجمع انتخابی اسیدهای چرب ضروری در تخمدانها را یک سازگاری برای مهاجرت تولیدمثلی و تخمریزی تاسماهی چینی بیان کردند. در مطالعه حاضر، وجود تفاوت معنی دار در GVM در میانه و انتهای تولیدمثل مولدین در تیمارهای مختلف می‌تواند بر اساس کاتابولیسم انتخابی از اسیدهای چرب مشخص و یا انتقال انتخابی سایر اسیدهای چرب به تخمها توضیح داده شود و ثابت می‌کند در ماهی استرلیاد شاخص قطبیت هسته از اسید چرب موجود در جیره غذایی تأثیر می‌پذیرد. مشاهده قابل توجه دیگر در مطالعه حاضر این بود که 18:1n-9 غالب‌ترین منو اسید چرب غیراشباع (MUFA) در تخم‌های استرلیاد بود، همانگونه که توسط سایرین برای مطالعه تخمهای ماهیان بلوگا، تاسماهی سفید و هیبرید تاسماهیان (*Acipenser naccarii* × *Acipenser baerii*) گزارش شد (Caprino *et al.*, 2008; Ovissipour and Rasco, 2011). تجمع بالای 18:1n-9 در تخم ممکن است مرتبط با نقشی باشد که این اسید چرب در عملکرد تولیدمثلی این گونه ایفا می‌کند. علاوه بر این، ممکن است دلیلی افزایش 18:1n-9: این باشد که به عنوان یک سوبسترای ترجیحی برای تولید انرژی در نظر گرفته می‌شود. در همین راستا، Ostaszewska (۲۰۰۵) گزارش کرد که اسیدهای چرب 16:0، 18:1n-9، 20:1n-9 و 22:1 n-11 عمدتاً برای اهداف انرژی زایی شکسته می‌شوند. بنابراین، مقدار بالای تشخیص داده شده برای هر دو اسیدهای 16:0 و 18:1n-9 در تخم در تحقیق حاضر، نیازمندی ماهی استرلیاد به این اسیدهای چرب برای متابولیسم انرژی در طول تکامل جنینی یا لاروی را بازتاب می‌دهد.

به طور قابل توجه، افزایش معنی دار طول و وزن لاروهای استحصال شده از تیمار FO + VO و افزایش معنی دار GVM مولدین دریافت کننده جیره FO + VO نسبت به سایر تیمارها در میانه رسیدگی جنسی و نسبت به مولدین دریافت کننده جیره FO در انتهای رسیدگی جنسی، یک نیاز ویژه به اسید چرب را برای بلوغ گنادی و متعاقب آن برای تشکیل تخم و جنین زایی در ماهی استرلیاد پیشنهاد می‌دارد. بدون توجه به جیره غذایی، این داده‌ها ممکن است شاخصی درباره اهمیت 18:1n-9 (MUFA)، اسید لینولئیک (18:2n-6, LA)، اسید لینولنیک (18:3n-3, ALA)، اسید دکوزاتترانوئیک (22:4n-6,

(DTA، PUFA) و به ویژه DHA علاوه بر اهمیت نسبت‌های DHA/EPA/ARA و n-3/n-6 PUFA برای فرایند تولیدمثل و تکامل جنینی و یا تکامل لاروی در استرلیاد باشد.

منابع

AOAC (1995). Official methods of analysis (14th ed., pp. 1–45). Arlington, TX: Association of Official Analytical Chemists.

Caprino A., Moretti V. M., Bellagamba F., Turchini G. M., Busetto M. L., Giani I., Paleari M. A., Pazzaglia, M. (2008). Fatty acid composition and volatile compounds of caviar from farmed white sturgeon (Acipenser transmontanus). Analytica Chimica Acta, 617, 139–147. https://doi. org/10.1016/j.aca.2008.02.005

Falahatkar B., Asheri S., Safarpour Amlashi A., Ershad Langroudi H. (2018). Canola oil, as a good alternative dietary lipid source in sturgeon: Effects on growth, physiology and fatty acid profile in Beluga sturgeon Huso huso L. Aquaculture Nutrition, 24, 1263–1273.

Gao L., Chen L. (2004). Effect of different lipid diets on the growth of juvenile Acipenser schrenckii. Marine Fisheries, 26, 210–214.

Johnson R. B. (2009). Lipid deposition in oocytes of teleost fish during secondary oocyte growth. Reviews in Fisheries Science, 17, 78–89.

Luo L., Ai, L., Liang X., Hu H., Xue M., Wu X. (2017). n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids improve the sperm, egg, and offspring quality of Siberian sturgeon (Acipenser baerii). Aquaculture, 473, 266– 271.

Ostaszewska T. (2005). Developmental changes of digestive system structures in pike-perch Sander lucioperca L. Electronic Journal of Ichthyology, 2, 65–78.

Ovissipour M., Rasco B. (2011). Fatty acid and amino acid profiles of domestic and wild beluga (Huso huso) roe and impact on fertilization ratio. Journal of Aquaculture Research and Development, 2, 1–6.

Peng X., Li F., Lin S., Chen Y. (2017). Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (Oreochromis niloticus). Aquaculture International, 24, 145–156.

Reis B., Cabral E. M., Fernandes T. J. R., Castro-Cunha M., Oliveira M. B. P. P., Cunha L. M., Valente L. M. P. (2014). Long-term feeding of vegetable oils to Senegalese sole until market size: Effects on growth and flesh quality. Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet. Aquaculture, 434, 425–433.

Song C., Zhuang P., Zhang L. Z., Zhang T., Liu J. Y. (2014). Proximate composition and fatty acid profile in different tissues of wild female Chinese sturgeon (Acipenser sinensis Gray, 1835). Journal of Applied Ichthyology, 30, 1203–1206.

Williot P., Brun R., Rouault T., Pelard M., Mercier D., Ludwig A. (2005). Artificial spawning in cultured sterlet sturgeon, Acipenser ruthenus L., with special emphasis on hermaphrodites. Aquaculture, 246, 263–273.

Zhou H., Leng X. Q., Tan Q. S., Du H., Wu J. P., Liang X. F., Wei Q. W. (2017). Identification of key nutrients for gonadal development by comparative analysis of proximate composition and fatty/amino acid profile in tissues and eggs of Chinese sturgeon (Acipenser sinensis Gray, 1835). Journal of Applied Ichthyology, 33, 885–891.

نگاه اجمالی به ضعف‌های عمومی در گزارش‌های مثبت ارزیابی و نادیده گرفتن خطرات پرورش ماهی مهاجم تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) در ایران

هادی پورموسی شیخعلی‌کلایه [۱*] و سید محمود قاسمپوری [۲]

۱- گروه محیط‌زیست، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۲- گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی پردیس نور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

Email: hadi_pourmosa@modares.ac.ir

چکیده

گونه‌های غیربومی یکی از عوامل اصلی از بین رفتن زیستگاه‌ها هستند. لذا برای پرورش گونه‌های غیربومی باید ارزیابی‌های محیط‌زیستی مربوط به آن انجام پذیرد. گونه تیلاپیا نیل (*Oreochromis niloticus*) به دلیل پرورش آسان، ارزان و برخورداری از پروتئین بالا به عنوان یک گونه پرورشی مورد توجه بسیاری از پرورش‌دهندگان قرار دارد. از آنجاییکه این گونه در فهرست گونه‌های مهاجم قرار دارد، ممنوعیت مطلق پرورش آن با توجه به مفاد کنوانسیون تنوع زیستی کشور تصریح شده است. تیلاپیا می‌تواند با تحمل تنش‌های محیطی و رقابت شدید با آبزیان بومی، به سرعت گسترش یافته و مشکلاتی فراتر از گونه‌های مهاجم قبل مانند آزولا، سنبل آبی و شانه‌دار خزر را برای بوم‌سازگان‌ها تکرار کند. تاکنون رژیم غذایی گونه و مخاطره‌ای که برای حیات گونه‌های بومزاد ایجاد می‌کند مورد پایش‌های صحرایی قرار نگرفته است. سیلاب‌های فصلی با دوره‌های بازگشت متفاوت و امکان اتصال موقت حوضه‌های آبخیز و مهاجرت احتمالی ماهی نیز باید مدنظر قرار گیرد. امکان پرورش ماهی در یک منطقه کوچک که متوسط دمای ماهانه در فصل زمستان زیر ۱۰ درجه سانتی‌گراد است، باید مطالعه شود تا در صورت فرار ماهی در زمستان به دلیل برودت هوا خطر تهاجم آن با مرگ ماهی منتفی شود. علیرغم روشن بودن اصول Invasion Ecology که مورد تاکید اطلاعات ثبت شده در بانک داده‌ها و اطلاعات AIS - CABI - GISD نیز هست هنوز موافقان پرورش تیلاپیا بر بی‌خطر بودن آن پافشاری می‌کنند. برای نتیجه گیری سریع‌تر می‌توان روش ارزیابی ریسک برای گونه‌های غیربومی آبزی (ASISK[۱۶]) را پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: گونه‌های غیربومی، مخاطرات محیط‌زیستی، ارزیابی ریسک.

[۱۶] Aquatic Species Invasiveness Screening Kit

An overview of general defects in positive assessment reports and ignoring the risks of invasive Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* farming in Iran

Hadi Pourmosa SheykhAlikelayeh[1], Seyed Mahmood Ghasempouri[2]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Fisheries and environment, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

2- Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

Email: hadi_pourmosa@modares.ac.ir

Abstract

Exotic species are one of the main cause of habitat loss. Therefore, in order to breed non-native species, environmental impact assessments should be done. Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is considered by many farmers as a farmable species due to its easy, inexpensive and high protein cultivation. Since this species is on the list of invasive species, the prohibition of its pisciculture has been absolutely approved in accordance with the provisions of the Convention on Biological Diversity of the country. Tilapia can rapidly spread by enduring environmental stresses and fierce competition with native aquatic species, replicating problems beyond ecosystems, such as Azolla, common water hyacinth, and Caspian comb jelly. So far, the species diet and the threats it poses to endemic species have not been studied in the field. Seasonal floods with different return periods and the possibility of temporary connection of inland watersheds fish migration should also be considered. The possibility of raising fish in a small area where the average monthly temperature in winter is below 10 degrees Celsius, should be studied to eliminate the risk of invasion and death of fish if the fish escapes in winter due to cold weather. Despite the clarity of the principles of Invasion Ecology, which also emphasizes the information recorded in the database and the AIS-CABI-GISD database, proponents of tilapia breeding still insist that it is safe. For rapid conclusions, a risk assessment method for non-native aquatic species (ASISK) is proposed.

Keywords: Exotic species, Invasive tilapia, Environmental hazards, Risk assessment.

Gene capture یک ابزار کارآمد در رده‌بندی ماهیان

لیلی پوررفیعی دیزج [۱*]، حمیدرضا اسماعیلی [۱]

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز

Email: lpurrafee@gmail.com

چکیده

امروزه بازسازی روابط تبارزادی آرایه‌ها براساس کل محتوای ژنوم در سطوح مختلف آرایه‌شناسی با استفاده از روش Next-Generation Sequencing (NGS) به‌عنوان ابزاری کارآمد در تعیین توالی ژن‌های هسته‌ای و میتوکندریایی امکانپذیر شده است. اما اخیراً نمونه‌برداری ژنومی و توالی‌یابی آن با استفاده از روش Gene Capture نسبت به توالی‌یابی کل ژنوم محبوبیت بیشتری در تبارزایی پیدا کرده است؛ که دلیل آن پایین بودن هزینه و عدم نیاز به تعیین توالی کل ژنوم در اغلب موارد می‌باشد. اساس روش Gene Capture، دورگه‌زایی RNA/DNA می‌باشد که توسط اتصال پروب‌های RNA به توالی‌های مکمل درکتابخانه‌های DNA است که این موضوع مشابه با آغازگرهایی بوده که در واکنش‌های زنجیره‌ای پلی‌مراز مورد استفاده قرار می‌گیرد. Ultra conserved Element (UCE) Captures، Anchored Hybrid Enrichment و Exon Capture سه روش مختلف Gene Capture است که سومی به دلیل هدف‌گیری توالی‌های ژن‌های تک‌نسخه‌ای هسته‌ای در مطالعات تبارزادی بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. روش مذکور به طرز موفقیت آمیزی برای بازسازی روابط تبارزادی ۳۳ خانواده و ۹ راسته از ماهیان باله شعاعی (Ray-finned fishes)، کوسه‌ها و سفره‌ماهیان به کار رفته است. در مطالعه حاضر، از این روش برای بازسازی روابط تبارزادی بین ۶۵ نمونه متعلق به ۲۲ گونه از شگ‌ماهیان خانواده Clupeidae ساکن آبهای شمال و جنوب ایران استفاده شد. بعد از استخراج و شکستن DNA و انجام واکنش‌های زنجیره‌ای پلی‌مراز متعدد و سپس دورگه‌زایی RNA/DNA، به طور میانگین ۱۹۴۳ ژن برای هر نمونه مورد مطالعه، شناسایی و توالی یابی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: تبارزایی، شگ‌ماهیان، توالی‌یابی، پروب.

Gene capture as a useful tool in Ichthyology

Leyli Purrafee Duzaj[1*]; Hamid Reza Esmaeili[1]

1- Department of Science, Faculty of Biology, Shiraz University, Shiraz

Email: lpurrafee@gmail.com

Abstract

Reconstructing the phylogenetic relationships at different taxonomic levels of taxa using whole genomes became possible with next-generation sequencing (NGS) as a tool for screening mitochondrial and nuclear genome. However, recently subsampling genome sequences using especially gene capture method, also known as target enrichment to capture and sequence target loci, has become more popular in phylogeny than sequencing whole genomes due to higher cost and lacking of necessary of sequencing all genes in most cases. Gene capture is based on hybridizing RNA/DNA baits (probes) to DNA libraries of targeted species and enriching sequences similar to the baits for subsequent high-throughput sequencing that has largely replaced polymerase chain reaction (PCR). Ultraconserved Element (UCE) captures, Anchored Hybrid Enrichment and exon capture are three methods of gene capture that the third is most useful because of reduction in producing missing data and targeting single-copy nuclear coding sequences that have been more commonly used for phylogenetics. Gene capture has been used successfully for reconstructing phylogenetic relationships of ray-finned fishes (33 families and 9 orders), sharks and skates. We applied this method for reconstructing of phylogenetic relationship of 22 species of clupeid fishes of family Clupeidae from Iran's main water bodies. After extracting and shearing DNA, doing PCR, and hybridization almost 1943 genes for each studied species were captured and sequenced.

Keywords: Phylogeny, Clupeidae, Sequencing, Baits

مطالعه تغییرات بافت کبد تاس ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پس از مواجهه با بیس فنول A

نعمیه سلیمی خورشیدی، امیر پرویز سلاطی*، سعید کیوان شکوه

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

Email: salatia@gmail.com

چکیده

بیس فنل آ (BPA) .یک آلاینده‌ٔ شبه استروژنی در اکوسیستم‌های آبی است که بدلیل شباهت ساختاری با هورمو نهای طبیعی می‌تواند بر فیزیولوژی موجودات آبزی و به طور غیر مستقیم بر روی زندگی انسان تاثیرگذار باشد با توجه به حضور این آلاینده در آب‌های داخلی و رسوبات دریای خزر و افزایش ورود این مواد به اکوسیستم‌های آبی در این پژوهش، تاثیرات BPA درماهی خاویاری سیبری (*Acipenser baerii*) مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که کبد ارگان اصلی در تنظیمات هموستاتیک بدن در مواجه با استرس محیطی است، این مطالعه با هدف ارزیابی تغییرات بافتی در کبد پس از مواجهه با BPA انجام شد. جهت انجام مطالعه حاضر، تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی با میانگین وزنی ۲۵ ± ۲۰۰ گرم بعد از دو هفته سازگاری به صورت تصادفی در ۶ تانک تقسیم شدند و دوزهای ۱، ۱۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر گرم از BPA و ۵ میکروگرم بر گرم از E2 را به صورت درون صفاقی دریافت کردند. به ماهیان گروه کنترل حلال روغن بادام زمینی تزریق شد در حالی که گروه کنترل هیچگونه ماده‌ای را دریافت نکردند. نمونه‌های مربوط به کبد در روز ۱۴ جمع آوری شدند. شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) ماهیان در همه گروه‌های تیمار شده در مقایسه با گروه‌های کنترل افزایش یافت. در مطالعه بافت شناسی مهمترین تغییرات مشاهده شده عبارت بودند از: افزایش تجمعات ملانوماکروفاژی، اتساع فضای دیس، واکوئوله شدن سیتوپلاسم هپاتوسیت‌ها، برجسته شدن داربست رتیکولر ماده زمینه و مارژینال شدن هسته هپاتوسیت‌ها. در نهایت می‌توان بیان کرد که مواجهه تاس ماهی سیبری با BPA می‌تواند سبب آسیب بافتی در این گونه شود.

واژگان کلیدی: بیس فنل آ، ترکیبات مختل کننده اندوکرینی، تاس ماهی سیبری، بافت شناسی، کبد

Study of liver tissue changes in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) after exposure to bisphenol A

Naeemeh Salimi Khorshidi; Amir Parviz Salati*; Saeed Keyvanshokooh

1. Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran

Email: salatia@gmail.com

Abstract

Bisphenol A. (BPA) is an estrogen-like pollutant in aquatic ecosystems that due to its structural similarity to natural hormones can affect the physiology of aquatic organisms and indirectly affect human life due to the presence of this pollutant in inland waters and sediments of the Caspian Sea and increasing the entry of these substances into aquatic ecosystems. In this study, the effects of BPA on Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) were investigated. As liver is the main organ in the homeostatic adjustments to stress, we studied liver histologic changes following exposure to BPA. One hundred eighty Siberian sturgeon (one year old), with an average weight of 200 ± 25 g, were randomly divided into six groups which were treated for a period of 2 weeks with 1, 10and 100 mg kg-1 week-1 of BPA and 5 mg kg-1week-1 of E2. Solvent controls received the peanut oil whereas controls were not injected. The results showed that the hepatosomatic index (HSI) of all treated fish were elevated in comparison with controls. The most important histological changes observed in liver tissue were vacuolation of hepatocytes, protrusion of reticular connective tissue, marginal nucleus in hepatocytes, nuclear apoptosis. Changes in the mucus and blood vitellogenin showed a similar pattern, suggesting that mucus could be used for evaluating the changes in blood vitellogenin. for conclusion, exposure to BPA may cause tissue damage in this species.

Keywords: Bisphenol A, Endocrine disrupting chemicals, *Acipenser baerii*, Liver, Histology

تأثیر برخی فاکتورهای مهم ساختاری و دینامیکی روی زیستگاه ماهی خیاطه سمیعی *Alburnoides samiii*

حنانه سیدمحمدپورکوه کشت [۱*]؛ رحمت زرکامی [۱]؛ حامد موسوی ثابت [۲]

۱- گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، شهرصومعه سرا

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، شهرصومعه سرا

Email: h.mohammadpoor97@gmail.com

چکیده

شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌ها و مطالعهٔ فاکتورهای تأثیرگذار روی محیط زیست و فراوانی ماهیان از مهمترین موضوعات مدیریتی جهت حفاظت صحیح گونه‌ها و زیستگاه آن‌ها قلمداد می‌شود. مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی رابطه بین برخی از فاکتورهای ساختاری و دینامیکی و فراوانی ماهی خیاطه سمیعی با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته در دو ایستگاه واقع در رودخانه سفیدرود انجام شد. براساس نتایج آزمون استقلال کای اسکوئر فراوانی ماهی در دو ایستگاه مورد مطالعه اختلاف معناداری را نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل از مدل خطی تعمیم یافته، با افزایش فاکتور ارتفاع از سطح دریا و سرعت جریان آب براحتمال حضور ماهی خیاطه افزوده می‌شود و یا برعکس با افزایش فاکتور عمق آب و عرض رودخانه به تدریج از حضور ماهی کاسته می‌شود.

واژگان کلیدی: نیازهای زیستگاهی، رودخانه سفیدرود

Effects of some important structural and dynamic factors on fish habitat *Alburnoides samiii*

Hananeh Saied Mohammadpour Kohkasht [1*]; Rahmat Zarkami [1]; Hamed Mousavi Sabet [2]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Natural resource, Guilan University, Somehsara
2- Department of Fishery Science, Faculty of Natural resource, University of Guilan, Somehsara

Email: h.mohammadpoor97@gmail.com

Abstract

Understanding the habitat requirements of species and the factors affecting the abundance of fish are considered as the most important management issues for proper protection of species and their habitats. The aim of this study was to investigate the relationship between structural and dynamic factors and the abundance of *Alburnoides samiii* using a generalized linear model in two station in the Sefidrood River. Based on the results of Chi-square independence test, there was a significant difference between the abundance of fish and two sampling locations. Based on the results of the generalized linear model, the probability of the presence of the fish might show an increase with raising sea level and water flow velocity, and in contrast,the presence of fish might show a decrease with increasing water depth and river width.

Keywords: Habitat needs, Sefidrood River

مقدمه

جوامع ماهیان شاخص‌های حساس کیفیت زیستگاه در رودخانه‌ها هستند، زیرا بطور قابل توجهی نسبت به تقریباً همه انواع اختلالات انسانی ازجمله اسیدی شدن، آلودگی شیمیایی، تغییر فیزیکی و تکه تکه شدن زیستگاه واکنش نشان می‌دهند (Pont *et al.*,2006). فراهم بودن نیازمندی‌های زیستگاهی گونه‌ها، معادل اصطلاح مطلوبیت زیستگاه بیان می‌شود (Lu *et al.*,2012). شناخت نیازهای زیستگاهی گونه‌ها و مطالعهٔ فاکتورهای تأثیر گذار روی محیط زیست و فراوانی ماهیان از مهمترین موضوعات مدیریتی جهت حفاظت صحیح گونه‌ها و زیستگاه آن‌ها قلمداد می‌شود، بنابراین زیستگاه مطلوب تأثیر مهمی برای ماندگاری و تولید مثل گونه‌ها دارد (Zarkami *et al.*,2020). تحقیقات گسترده در مورد حضورماهیان می‌تواند برای بهبود زیستگاه‌های طبیعی آن‌ها مفید واقع شود (Zarkami *et al.*,2018). به دلیل روابط نزدیک بین پراکنش ماهی و متغیرهای محیطی، بوم شناسان اغلب مدل‌های آماری مختلفی را برای مطالعه پویایی مکانی و زمانی پراکنش ماهی استفاده می‌کنند. Neduhan و همکاران (۲۰۰۶) مدل‌های آماری مختلفی را مورد بررسی قرار دادند که بطور گسترده در تحلیل روابط بین گونه‌ها و زیستگاه مورد استفاده قرار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که پراکنش گونه‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی متعدد قرار دارد و مدل خطی تعمیم یافته یکی از مدل‌های آماری مناسب برای مدلسازی رابطه بین گونه‌های ماهی و محیط زیست است (Zhao *et al.*,2014). یکی از مهمترین رودخانه جنوب دریای خزر سفیدرود است که همه ساله تعداد زیادی از ماهیان مهم دریای خزر جهت تولید مثل به این رودخانه مهاجرت می‌کنند (Mousavi-Sabet and Heidari,2019). ماهی خیاطه سمیعی *Alburnoides samiii* از گونه‌های بومی و متعلق به رده Actinopterygii، راسته Cypriniformes و خانواده Cyprinidae است وجزء فراوان‌ترین ماهی رودخانه‌ای حوضهٔ جنوب دریای خزر در ایران محسوب می‌شود که در سالهای اخیر توسط Mousavi –Sabet و همکاران (۲۰۱۵) از رودخانه سفیدرود توصیف شده است (Mousavi-Sabet andHeidari,2019؛ Mousavi-Sabet *et al.*,2015). مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی رابطه بین برخی از فاکتورهای ساختاری و دینامیکی و فراوانی ماهی خیاطه سمیعی با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته به منظور درک مطلوبیت زیستگاهی این گونه در رودخانه سفیدرود است.

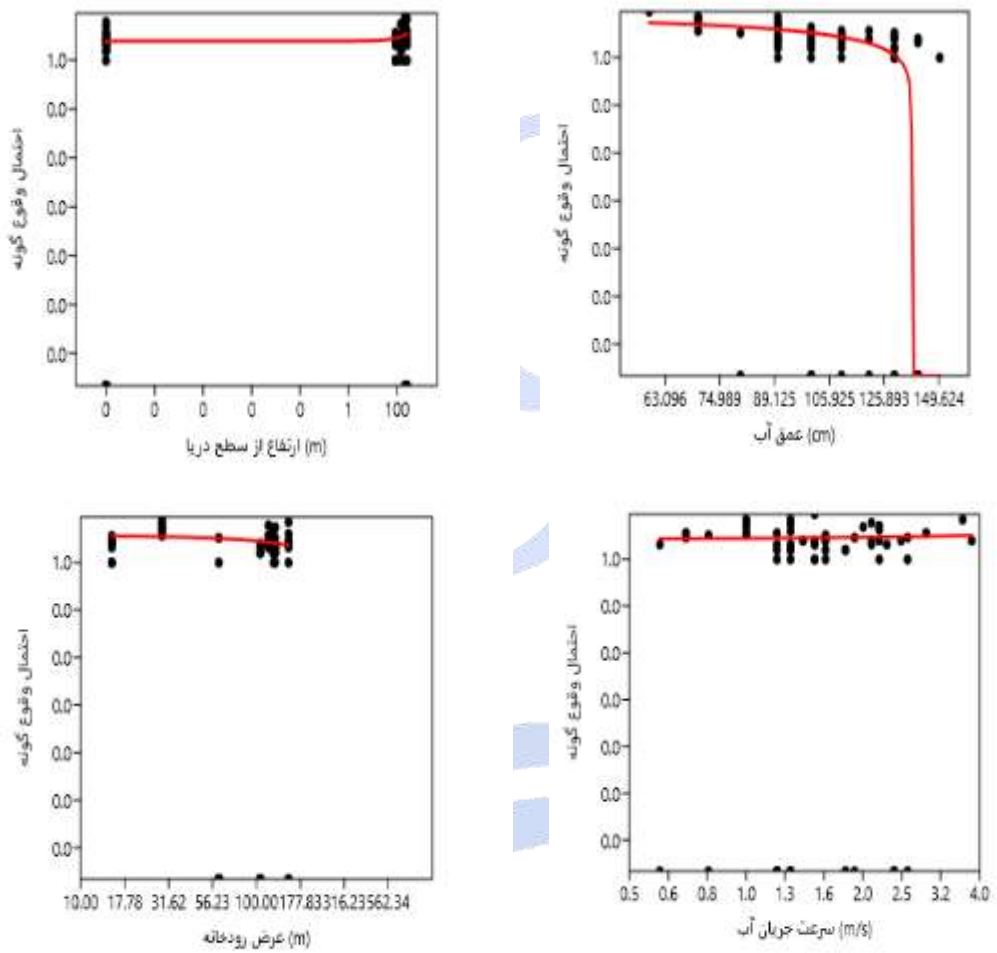
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه حوضه آبخیز سفیدرود ۵۸۲۵۰ کیلومترمربع بوده و دارای ۷۶۵ کیلومتر درازا و میانگین آبدهی سالانه آن ۳/۹۷۰ میلیون مترمکعب است که ۳۰ درصد (۴/۱ میلیاردمترمکعب) آن حوضه جنوبی دریای خزر را تأمین می‌کند (Mousavi-Sabet and Heidari,2019). رودخانه سفیدرود حوزه جنوبی دریای خزر با محدوده جغرافیایی "۱۶/۸۲ ′۰۱ ۳۷° تا "۴۴/۷۱ ′۵۰ ۳۶° شمالی و "۵۶/۸۶ ′۳۷ ۴۹° تا " ۰۱/۲۳ ′۳۵ ۴۹° شرقی در شمال ایران قرار گرفته است (Mousavi-Sabet *et al.*,2016). پژوهش فعلی در دو ایستگاه، واقع در رودخانه سفیدرود در استان گیلان در نظر گرفته شده است. نمونه برداری از ایستگاه (۱: رودخانه توتکابن،۲: مصب سفیدرود) انجام شده است. با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS)، ارتفاع از سطح دریا (m) و موقعیت جغرافیایی هر ایستگاه ثبت شده است. ایستگاه شماره ۱ رودخانه توتکابن با موقعیت "۵۸/۵۹ ′۳۲ ۴۹° E, "۴۵/۲۴ ′۵۱ ۳۶° N و ایستگاه شماره ۲ مصب سفیدرود با موقعیت "۴۹/۳۰ ′۵۴ E۴۹° , "۳۳/۶۸ ′۲۵ ۳۷° N می‌باشند. همزمان با نمونه برداری زیستی (حضور و عدم حضور ماهی خیاطه) بوسیله دستگاه الکتروشوکر مدل Samus 725 MS ۳۰۰-۲۰۰ ولت، فاکتورهای ساختاری و دینامیکی (مثل عرض رودخانه، عمق آب، ارتفاع از سطح دریا، سرعت جریان آب) در دو ایستگاه در رودخانه سفیدرود به مدت یک سال بصورت فصلی نمونه برداری انجام شده است. انجام آزمون استقلال مربع کای جهت تعیین و مقایسه اختلاف بین فراوانی ماهی خیاطه در ایستگاه رودخانه توتکابن و مصب سفیدرود از نرم افزار

SPSS 25 استفاده شد. پیش بینی احتمال حضور و عدم حضور ماهی خیاطه با استفاده از مدل خطی تعمیم یافته در ایستگاه‌های مختلف رودخانه با توجه به تأثیر متغیرهای محیطی در نرم افزار PAST انجام شد.

نتایج

آزمون استقلال کای اسکوئر بین فراوانی ماهی در دو ایستگاه مورد مطالعه در رودخانه سفیدرود اختلاف معنی داری را نشان می‌دهد (X^2 =۸/۰۳۶ ،P =۰/۰۴۵). فراوانی ماهی خیاطه در دو ایستگاه مورد مطالعه یکسان نبوده است. ایستگاه رودخانه توتکابن فراوانی بیشتری نسبت به ایستگاه مصب سفیدرود دارد. همانطور که در (شکل ۱) مشاهده می‌شود، براساس نتایج حاصل از مدل خطی تعمیم یافته با افزایش فاکتور سرعت جریان آب و ارتفاع از سطح دریا بر احتمال حضور ماهی خیاطه افزوده می‌شود ویا برعکس با افزایش فاکتور عمق آب و عرض رودخانه به تدریج از احتمال حضور ماهی کاسته می‌شود.



شکل ۱: مدل خطی تعمیم یافته برای بررسی اثر متغیرهای ساختاری و دینامیکی روی حضور و عدم حضور ماهی خیاطه

بحث

درک رابطهٔ پویایی بین جوامع ماهی و محیط زیست به شناسایی متغیرهای کلیدی تنظیم کننده جوامع ماهی کمک می‌کند و در ارزیابی تاثیرات احتمالی تغییرات محیطی بر پویایی جمعیت ماهی اهمیت دارد (Zhao *et al.*,2014). در این راستا

حفاظت گونه‌های ماهیان رودخانه‌ای که به شدت توسط ویژگی‌های زیستگاه رودخانه‌ای متأثر می‌شوند، نیازمند شناخت نیازهای زیستگاهی آن‌هاست (Zarei *et al.*,2016). مهم‌ترین متغیرهای ساختاری و دینامیکی زیستگاه و مؤثر بر ارگانیسم‌های رودخانه‌ای، شامل عمق آب و سرعت جریان آب و نیروهای فیزیکی مربوطه است. از منحنی مدل خطی تعمیم یافته می‌توان استنتاج کرد که با افزایش عمق آب، از حضور این گونه کاسته می‌شود. لذا با توجه به این پیامد، ازدیاد عمق آب می‌تواند یک عامل محدود کننده برای رشد و بقای گونه ماهی خیاطه باشد. با توجه به اینکه بسیاری از پارامترهای محیطی مانند شدت نور، دما، تراکم مواد غذایی، تولید اولیه و ثانویه وابسته به عمق هستند، شاید بتوان افزایش مطلوبیت با کاهش عمق را برای ماهی خیاطه در رودخانه سفیدرود، به این امر مرتبط دانست (Dolatpour *et al.*, 2016). ایستگاه مصب سفیدرود به علت مجاورت با دریای خزر شرایط اکولوژیکی متفاوتی نسبت به ایستگاه رودخانه توتکابن دارد. روند منحنی مدل خطی تعمیم یافته نشان می‌دهد که افزایش ارتفاع از سطح دریا بر فراوانی ماهی خیاطه افزوده می‌شود. ارتفاع از سطح دریا بعنوان عوامل کنترل کننده و مهم جوامع رودخانه زی عمل می‌کند و بطور غیر مستقیم بر متابولیسم، تولید مثل، رشد و رفتار ماهیان تأثیر می‌گذارد (Jaramillo-Villa *et al.*, 2010). عرض رودخانه معرف اندازه رودخانه و بیان کننده تنوع زیستگاهی در مقیاس محلی است (Pont *et al.*, 2005). این فاکتور در حضور گونه رابطه عکس دارد، بعبارتی با افزایش عرض رودخانه احتمال حضور این گونه نیز کمتر خواهد بود. رودخانه‌های کوچکتر سطح کناره‌ای بیشتری دارند و ممکن است مناطق امن‌تری برای تخم ریزی، پرورش و زمستان گذرانی نسبت به رودخانه‌های بزرگتر باشند (Rosenfeld *et al.*, 2000). سرعت جریان آب در پیش بینی وقوع گونه‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد. براساس منحنی مدل خطی تعمیم یافته، افزایش سرعت جریان آب باعث افزایش حضور این گونه می‌شود. اندازهٔ اجزای بستر در مراحل مختلف زندگی به خصوص فصل تخم ریزی با سرعت جریان آب ارتباط نزدیکی دارد زیرا گراول های بزرگ‌تر با سرعت‌های بالاتر ارتباط و همبستگی دارد. بطور کلی می‌توان بیان کرد که ترجیح سرعت‌های مختلف آب در بین موجودات زنده، توسط اندازه موجود، تغییرات اکومورفولوژی، رفتاری و فیزیولوژی آن تعیین می‌شود (Ahmdzadeh *et al.*, 2019). براساس نتایج این پژوهش سرعت جریان آب و تفاوت ارتفاع از سطح دریا بر پراکنش و فراوانی در ایستگاه رودخانه توتکابن و مصب سفیدرود می‌تواند بر افزایش مطلوبیت زیستگاه ماهی خیاطه تأثیر داشته باشد.

منابع

Ahmdzadeh M., Poorbagher H.,Eagderi S. (2019). Calculating the habitat suitability index of Siahmahi (*Capoeta buhsei*, Kessler 1877) using the kernel smoothing in the Jajrood River, Namak basin of Iran. *Aquaculture Sciences,6*:99-108.[in Persian]

Dolatpour E., Poorbagher H., Eagderi S.,Javanshir A. (2016). A study on habitat preferences of Tuini fish (*Capoeta damascina*) using the habitat suitability index in the Kordan River. *Journal of Fisheries,69*:359-366. [in Persian]

Jaramillo-Villa U., Maldonado-Ocampo J.,Escobar F. (2010). Altitudinal variation in fish assemblage diversity in streams of the central Andes of Colombia. *Journal of Fish Biology,76*:2401-2417.

Lu C. Y., Gu W., Dai A. H.,Wei H. Y. (2012). Assessing habitat suitability based on geographic information system (GIS) and fuzzy: A case study of Schisandra sphenanthera Rehd. et Wils. in Qinling Mountains, China. *Ecological Modelling,242*:105-115.

Mousavi-Sabet H.,Heidari A. (2019). Morphological differentiation between two populations of Samii's spirlin *(Alburnoides samiii*) in upstream and downstream of Sefidroud dam. *Wetland Ecobiology,11*:23-32. [in Persian]

Mousavi-Sabet H., Vatandoust S.,Doadrio I. (2015). Review of the genus *Alburnoides Jeitteles*, 1861 (Actinopterygii, Cyprinidae) from Iran with description of three new species from the Caspian Sea and Kavir basins. *Caspian Journal of Environmental Sciences,13*:293-331.

Mousavi-Sabet H., HeidariA.,Mohammadi-Darestani M., Mansouri-Chorehi M.,Ghasemzadeh K. (2016). Length–weight relationships and condition factors of two fish species from the southern Caspian Sea basin: *Alburnoides samiii* Mousavi-Sabet, Vatandoust & Doadrio, 2015 and Ponticola iranicus Vasil′ eva, Mousavi-Sabet & Vasil′ ev, 2015. *Journal of Applied Ichthyology,32*:751-752.

Pont D., Hugueny B., Beier U., Goffaux D., Melcher A., Noble R., Schmutz S. (2006). Assessing river biotic condition at a continental scale: a European approach using functional metrics and fish assemblages. *Journal of Applied Ecology,43*:70-80.

Pont D., Hugueny B.,Oberdorff T. (2005). Modelling habitat requirement of European fishes: do species have similar responses to local and regional environmental constraints? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,62*:163-173.

Rosenfeld J., Porter M.,Parkinson E. (2000). Habitat factors affecting the abundance and distribution of juvenile cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,57*:766-774.

Zarei N., Eagderi S., Zamani Faradonbe M.,Naderi M. (2016). Study of the relationship between body length and preferred habitat factors in Siah mahi (*Capoeta gracilis*, Keyserling 1861) in Taleghan River. *Journal of Animal Environment,8*:105-112.

Zarkami R., Hesami H. R. S. (2020). Assessment, monitoring and modelling of the abundance of *Dunaliella salina* Teod in the Meighan wetland, Iran using decision tree model. *Environmental Monitoring and Assessment,192*:1-15.

Zarkami R., Moradi M., Pasvisheh R. S., Bani A.,Abbasi K. (2018). Input variable selection with greedy stepwise search algorithm for analysing the probability of fish occurrence: A case study for *Alburnoides mossulensis* in the Gamasiab River, Iran. *Ecological engineering,118*:104-110.

Zhao J., Cao J., Tian S., Chen Y., Zhang S., Wang Z.,Zhou X. (2014). A comparison between two GAM models in quantifying relationships of environmental variables with fish richness and diversity indices. *Aquatic ecology,48*:297-312.

Synergy among microplastics and aquatic biota

Anuj Sharma[1], Sreeja Lakshmi[2], Preetham Elumalai[2]*, Rosa Freitas[3], Caterina Faggio[4]

1-Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Kochi, Kerala, India.
2-School of Ocean Science and Technology, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Kochi, Kerala, India.
3-Department of Biology & Center for Environmental and Marine Studies (CESAM), University of Averio, 3810-193, Averio, Portugal.
4-Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences University of Messina, Italy.

E-mail: preetham@kufos.ac.in

Abstract

Anthropogenic activities have degraded the marine ecosystem badly among which microplastic (MPs) is the major cause. The use of MPs is increasing at extraordinary haste while the recycling and reuse are very low. They are dumped in water bodies that sequentially entering in marine ecosystem. Recently scientists have observed the presence of MPs in various tissues such as the gastrointestinal tract and some immune organs. The major problem arises when it affects the human population severely. The consumption of MPs affected fish cause accumulation in the food chain resulting in biomagnification. It affects human health by interfering in the gut microbiome, immune response, etc. We can decrease the impact of MPs by decreasing their production and by detecting them in the aqua-consuming organism. There are different techniques out there to diagnose the concentration of MPs inside marine organisms before processing. Removal of the gut of marine food organisms before consumption is also a good way to reduce the impact of MPs on health, but it is not possible for small fish. So, some limits should be applied to impose the production of MPs and enhance the use of biodegradable products for human health consideration and some protocols should be imposed on the limit of MPs concentration for fish marketing and processing.

Keywords: Microplastic, Marine ecosystem, Mussel, Crab, Fish

Acute and chronic toxicity of carbofuran exposures on the freshwater fish *Hypophthalmichthys molitrix:* hematological, enzymological and biochemical parameters

Ashokkumar Sibiya[1], Baskaralingam Vaseeharan[1*]

1- Biomaterials and Biotechnology in Animal Health Lab, Department of Animal Health and Management, Science Campus 6th Floor, Alagappa University, Karaikudi-630004, Tamil Nadu, India.

Email: vaseeharanb@gmail.com

Abstract

Worldwide, existence and aquatic adulteration of pesticides has gradually been increasing day by day. Fishes are a vital bioindicator among various aquatic organism which was badly affected by carbofuran. However, research on the impacts of pesticide namely carbofuran on freshwater fishes are scanty. The research presented here was designed to evaluate the influences of the harmful pesticides carbofuran in the freshwater fish *Hypophthalmichthys molitrix* when exposed to different concentrations (25 to 50 mg L^{-1}) for acute (7days) and chronic (28 days) toxicity. At all concentrations, stress related biomarker including increased reactive oxygen species level (ROS), biochemical parameters Glutathione -S- transferase (GST), Glutathione peroxidase (GPx), Superoxide dismutase (SOD), Catalase activity (CAT), enzymes for biotransformation lipid peroxidation (LPO) and protein carbonyl activity (PCO), cellular damage Metallothionein (MT) and Reduced glutathione (GSH) were significantly ($P \leq 0.05$) altered in *H. molitrix*. Moreover, a significant decrease in erythrocyte (RBC), mean cellular hemoglobin concentration (MCHC) and plasma protein levels were observed throughout the study period when compare to that of their respective controls. Hence, obtained results confirmed severe damages with increase in metabolic depression and oxidative stress treated with carbofuran. Overall, the present results highlighted that chronic exposure to carbofuran may exert a strong effect on the antioxidant enzymes, hematology, oxidative stress and increased neurotoxic effects in *H. molitrix.*

Keywords: Carbofuran, *Hypophthalmichthys molitrix*, Oxidative stress, Biotransformation, Cellular damage.

Management approach and interdisciplinary competences for the sustainable exploitation of a marine resource, as the *Chamelea gallina* (L., 1758)

S. Rainis[1], E. Simonetti[1], E. Bianco[1], C. Guerranti[2], M. Renzi[2], A. Terlizzi[2].

1- ERSA - The Regional Agency for Rural Development, via del Montesanto 17, 34170 Gorizia (Italy).
2- Department of Life Sciences - University of Trieste, Via Licio Giorgieri, 10, 34127 Trieste (Italy).

Email: simona.rainis@ersa.fvg.it.

Abstract

Since a severe decline of <Chamelela gallina> resources had been observed along the north East Mediterranean coasts (Italy), caused by a massive die-off and aggravated over the years by periodic climatic disasters. An important recovery project was started by the Italian Ministry of Agriculture, Food and Forestry and this experimental idea was conducted by the Regional agency for the rural development ERSA, throughout the collaboration of the University of Trieste and the Consortium for the management of bivalve mollusk fishing in the maritime compartment of Monfalcone. The innovative approach proposed, that can be translated as the best practice to other marine species ecological recovery and conservation plan, was based first at all on the need to employ different and multidisciplinary competences. Another important aspect was related to the bottom up strategy, because the governmental and scientific agencies worked together with the fishermen, involving all the productive chain, both as structures and human resources. The purpose was to structure existing bibliographic references and to integrate them with field experimental results in order to codify operational procedures and protocols, useful for the management of the extraction of the <C. gallina> resource and for ensuring a sustainable and, therefore, lasting development of the sector. The most important output, a part the restoration of the resource, was the drafting of shared guidelines that will be an important tool for a long term ecological and sustainable success of the project. In the present paper the operative activities and the first year results are presented.

Keywords: Marine resource, Sustainable exploitation, Ecological restoration, Interdisciplinary approach, Bottom up strategy.

ویژگی‌های ریختی فلس در کپورماهیان دندان دار آب شور ایران

آزاد تیموری

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

Email: a.teimori@uk.ac.ir

چکیده

در این مطالعه ریخت شناسی فلس در کپورماهیان دندان دار آب شور ایران مقایسه شده است. فلس‌های کپورماهی دندان دار هرمزی *A. hormuzensis* با دیگر کپورماهیان دندان‌دار آب شور در جنوب ایران مانند *A. ginaonis* و *A. stolizckanus* قابل مقایسه است. شکل کلی فلس در این سه گونه اغلب گرد (در ماهیان جوانتر، طول کمتر از 30 میلی متر) تا پنج ضلعی (در ماهیان بزرگتر، طول بیشتر از ۳۰ میلی متر) است. احتمالاً شکل چند ضلعی فلس به عنوان یک ویژگی مشترک اولیه در این ماهیان به ارث رسیده است. ساختارهایی خار مانند در ناحیه عقبی فلس در *A. stolizckanus* وجود دارد، در حالی که در *A. hormuzensis* تاکنون دیده نشده است. مجموعه‌ای از ساختارهای ضعیف شانه مانند شبیه به ctenus نیز از عقب‌ترین منطقه فلس در *A. ginaonis* گزارش شده است. این ساختارها با فلس‌های شانه‌ای (ctenoid scales) متفاوت هستند. بنابراین، می‌توان آنها را حالت میانی بین فلس‌های سیکلوئیدی و شانه‌ای در نظر گرفت. تغییرات مورفولوژیکی فلس‌ها در بین این گونه‌های نزدیک و نیز در سطح جمعیت به ترکیبی از عوامل ژنتیکی و محیطی، و همچنین تکوین این ماهیان وابسته است. در میان ویژگی‌های فلس، اندازه و شکل فوکوس، تعداد و طول شعاع و وجود لپیدونت از جمله ویژگی‌های هستند که عمدتاً تحت تأثیر این عوامل هستند.

واژگان کلیدی: ریخت شناسی، کپورماهیان دندان دار، تاکسونومی، ریزساختارها.

The characteristics of scale in the Iranian brackish water tooth-carps

Azad Teimori

Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Email: a.teimori@uk.ac.ir

Abstract

In this study, the scale morphology was compared among the brackish water tooth-carps of Iran. Scales in *A. hormuzensis* is comparable to other brackish water aphaniids in the studied region such as *A. ginaonis* and *A. stolizckanus*. The general shape of scale in these three species is often rounded (in younger fishes, SL less than 30 mm) to pentagonal (in larger fishes, SL more than 30 mm). The polygonal shape of the scales has been considered as a primitive shared character state in these fishes. The spinous-like structures have been reported in the posterior region of *A. stolizckanus*, while it is absent in *A. hormuzensis*. The series of weak ctenus-like structures have also been reported from the most posterior region of scale in *A. ginaonis*. These structures are different from ctenoid scales, and therefore, could be considered an intermediate state between the cycloid and ctenoid scales. In conclusion, the outcomes of this study underlined that the morphological variation of the scales in population-level is influenced by the combination of genetic and environmental factors, as well as fish developmental sages. Among the scale characters, the focus size and shape, the number and length of radii and the presence of lepidont are those characters, which are mainly influenced by these factors.

Keywords: Morphology, Aphaniidae, Taxonomy, Microstructures.

تأثیر احتمالی جنسیت بر ریخت شناسی سنگریزه شنوایی

آزاد تیموری*[۱]، مینا معتمدی [۱]

۱- بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

Email: a.teimori@uk.ac.ir

چکیده

تأثیر احتمالی جنسیت بر ریخت شناسی سنگریزه شنوایی مطالعه شد. در این مطالعه، نمونه‌هایی از کپورماهیان دندان دار به عنوان مدل انتخاب شدند. سنگریزه شنوایی تفاوت‌های جنسی قابل توجهی را در مرحله اولیه رشد ماهی نشان دادند. بنابراین، در این گونه بیشترین متغیرهای اتولیت که دوشکلی جنسی نشان دادند متعلق به ماهیان با اندازه‌های کوچکتر بود. به طور طبیعی، کپورماهی دندان دار بدون فلس در آبهای کم عمق و با درجه حرارت بالا زندگی می‌کند. از آنجایی که انتخاب جنسیت در ایجاد تنوع کپورماهیان دندان دار نقش مهمی را ایفا می‌کند، بنابراین در آبهای کم عمق، ماهی‌های کوچک ممکن است در ارتباطات جمعیتی (به عنوان ارتباط جنس نر و ماده) بهتر مشارکت داشته باشند، و این ممکن است بر ریخت شناسی سنگریزه شنوایی نر و ماده در مراحل اولیه رشد ماهی تأثیر بگذارد.

واژگان کلیدی: اتولیت، مورفولوژی، تنوع، کپورماهیان دندان دار.

The possible effect of sex on otolith morphology

Azad Teimori[1*], Mina Motamedi[1]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2- Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Email: a.teimori@uk.ac.ir

Abstract

The possible effect of sex on otolith morphology of tooth-carps was studied. In this study, the specimens of tooth-carps were used as a model. The highest otolith variables which showed sexual dimorphism belonged to the small fish individuals. As a result, otoliths of *A. furcatus* showed considerable sexual differences during the primary stage of fish development. Naturally, *A. furcatus* individuals are living in shallow water and water at high temperatures. Since sexual selection has already been suggested to play role in tooth-carp's diversification, therefore, it can be assumed that in shallow water, small fish may participate better in within-population interactions (as male-female interaction), and this may affect otolith morphology in the males and females in primary stages of fish development.

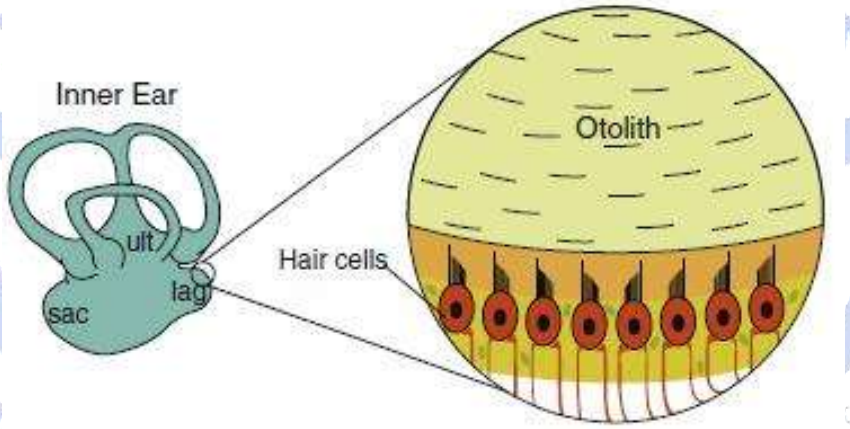
Keywords: Otolith, Morphology, Diversity, Aphaniids.

مقدمه

سنگریزه شنوایی یا اتولیت ساختارهای متراکم کربنات کلسیمی هستند که بیش از ۹۰ درصد ساختار آنها را مواد غیر آلی تشکیل می‌دهند. این اتولیت ها شامل: آستریسکوس (Asteriscus)، لاپیلوس (Lapillus) و ساژیتا (Sagitta) هستند که لاپیلوس درون حفره اوتریکول، ساژیتا درون حفره ساکول و آستریسکوس درون حفره لاژنا قرار می‌گیرند (شکل ۱).

سنگریزه شنوایی از جمله ساختارهایی سخت در اغلب ماهیان هستند که نقش مهمی در سیستم شنوایی و تعادل ماهیان بازی می‌کنند. علاوه بر این، از این ساختار بطور متنوعی در مطالعات بیولوژیکی ماهیان استفاده می‌شود. همچنین، ریخت شناسی سنگریزه شنوایی دربین گونه‌های ماهیان منحصر به فرد است و تنوع آن در اندازه و شکل برای مطالعه طبقه بندی ماهی استفاده می‌شود (Reichenbacher *et al.*, 2009).

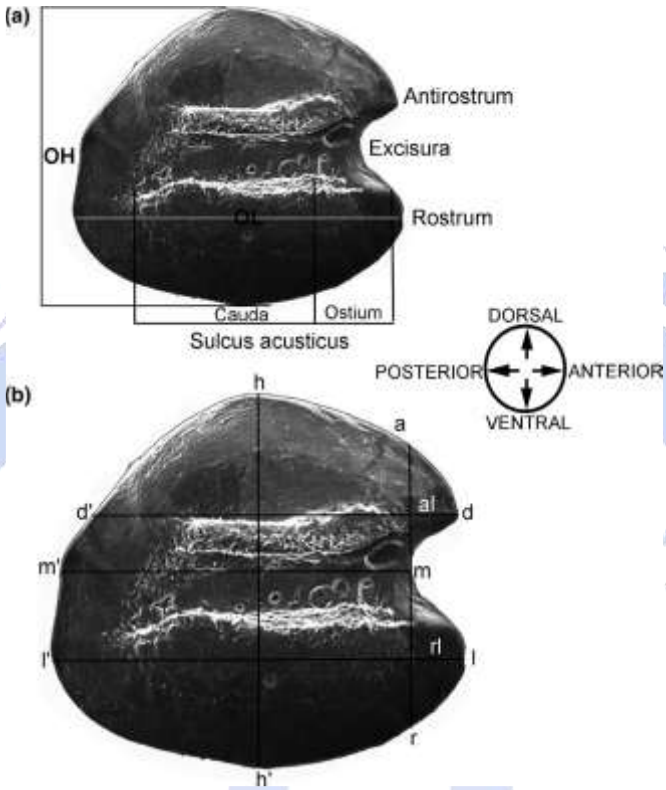
علاوه بر این، اتولیت سهم قابل توجهی در درک بهتر توصیف گونه‌ها، مطالعات تنوع گونه‌ها، الگوی توزیع گونه‌ها و جمعیت‌ها، تشخیص هیبریدها و نیز روند هیبریداسیون و جغرافیای زیستی گونه‌ها و جمعیت‌ها دارد. با این وجود، مطالعات کمی برای بررسی تغییرات وابسته به جنس در اتولیت ماهیان انجام شده است. بنابراین، در این مطالعه، تأثیر احتمالی جنسیت بر ریخت شناسی سنگریزه شنوایی مطالعه شد. نمونه‌هایی از کپورماهیان دندان دار به عنوان مدل انتخاب شدند.



شکل ۱. ساختمان گوش داخلی ماهیان و ارتباط ماکولاها با سنگریزه شنوایی در گوش داخلی

مواد و روش‌ها

پس از جمع آوری نمونه‌های ماهیان از رودخانه شور در حوضه هرمزگان، جمجمه ماهیان باز و اتولیت ها یا سنگریزه‌های شنوایی راست و چپ جدا شد. بقایای آلی باقی مانده با انکوبه کردن اتولیت ها در محلول KOH یک درصد به مدت ۶ ساعت و شستشو پس از آن در آب مقطر به مدت ۱۲ ساعت حذف شد. با استفاده از دوربین دیجیتال Dino - Lite که به یک استریوسکوپ متصل شده است، از سنگریزه‌های شنوایی به صورت دیجیتالی عکس برداری شد. برای انجام این هدف، اتولیت ها با سمت بیرونی/جانبی عکس برداری شدند. از تصاویر دیجیتال برای اندازه گیری های ریخت سنجی استفاده شد. به طور کلی، هشت پارامتر برای هر دو اتولیت چپ و راست بطور جداگانه با استفاده از نرم افزار Dino -Lite Digital اندازه گیری شد (شکل ۲). برای بررسی بهتر دادها، نونه های ماهیان به گروههای با اندازه ۱ تا ۴ تقسیم بندی شدند که به ترتیب، نمونه‌های با طول کمتر تا نمونه‌های بزرگتر را شامل می‌شوند.



شکل ۲. ویژگی‌های ریخت شناسی و ریخت سنجی سنگریزه شنوایی در ماهیان مورد مطالعه. ویژگی‌های ریخت سنجی در Reichenbacher et al. (2007) نشان داد شده است.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری آزمون Mann -Whitney U و آزمون Kolmogorov -Smirnov ($p <.05$) نشان داد که هفت متغیراتولیت تفاوت معنی داری بین دو جنس داشتند. بسیاری از این متغیرها در نمونه‌های بسیار جوان (گروه اندازه‌ای ۱) دوشکلی جنسی نشان دادند، در حالی که در نمونه‌های گروه اندازه‌ای ۲، تنها یک متغیر (یعنی(Rel.RL بین نرها و ماده‌ها تفاوت معناداری داشت. همچنین، در نمونه‌های بزرگتر، یعنی گروه اندازه‌ای ۳، دو متغیر (OL.HD و Rel.AntL) و درگروه اندازه‌ای ۴ نیز دو متغییر (یعنی Rel.RL و(Rel. AntL بین نرها و ماده‌ها تفاوت معنی داری داشتند.

در گونه *A. furcatus*، طول نسبی روستروم (Rel.RL) و طول نسبی آنتی روستروم (Rel.AntL) بین جنس‌های نر و ماده تفاوت معناداری نشان دادند. بنابراین، این دو صفت نسبی، بیشترین تنوع را در رابطه با جنسیت نشان دادند و می‌توان نتیجه گرفت که تفاوتهای جنسی در این گونه بر روی طول نسبی روستروم و طول نسبی آنتی روستروم نسبت به دیگر متغیرهای اتولیت تأثیر بیشتری داشته است.

مقایسه دوشکلی جنسی در اتولیت *A. furcatus* و *A. hormuzensis* (Motamedi *et al.*, 2021) نشان می‌دهد که عوامل جنسی تقریباً بر متغیرهای مشابه در این گونه‌ها تأثیر می‌گذارد. در بین هفت متغیری که در دو گونه دوشکلی جنسی نشان می‌دهند، پنج مورد یکسان هستند (یعنی OL.HL، OL.HD، OH.HD، Rel.RH، Rel.AntL). با این حال، الگوی تغییرپذیری مربوط به دوشکلی جنسی بین دو گونه متفاوت است. در *A. furcatus* ، بیشتر متغیرهای اتولیتی که دوشکلی جنسی را نشان می‌دادند متعلق به ماهیان کوچک بود، در حالی که در *A. hormuzensis* بیشتر متغیرهای اتولیتی که دوشکلی جنسی نشان

دادند متعلق به ماهیان متوسط تا بزرگ بودند. به عبارت دیگر، سنگریزه شوایی در کپورماهی دندان دار بدون فلس، *A. furcatus* تفاوت‌های جنسی قابل توجهی را در مرحله اولیه رشد ماهی نشان دادند، در حالی که سنگریزه شوایی نر و ماده در مراحل بعدی تکوین (در نمونه‌های بزرگتر) ویژگی‌های اختصاصی از خود نشان دادند. در مقابل، سنگریزه شوایی در کپورماهی دندان دار هرمزیف *A. hormuzensis* در مراحل بالغ رشد ماهی دارای تفاوت‌های جنسی قابل توجهی هستند.

الگوی متفاوت دوشکلی جنسی بین این دو گونه ممکن است ناشی از سبک زندگی متفاوت آنها باشد (تیموری و همکاران، ۲۰۱۴). به طور طبیعی، افراد گونه *A. furcatus* در آبهای کم عمق و دمای بالای آب نسبت به افراد گونه *A. hormuzensis* زندگی می‌کنند (تیموری و همکاران، ۲۰۱۴). از آنجایی که پیشنهاد شده است که انتخاب جنسی در تنوع کپورماهیان دندان دار نقش مهمی داشته باشد (تیموری و همکاران، ۲۰۱۲)، بنابراین، می‌توان در نظر گرفت که در آبهای کم عمق، ماهی‌های کوچک ممکن است در ارتباط بین جمعیت (به عنوان ارتباط نرها و ماده‌ها) مشارکت بیشتری داشته باشند. این ممکن است در مراحل اولیه رشد ماهی بر مورفولوژی سنگریزه شنوایی در جنس هاس نر و ماده تأثیر بگذارد. در حالی که در *A. hormuzensis* ماهیان بزرگ ممکن است نقش بیشتری در ارتباطات درون جمعیتی (به عنوان ارتباط نرها و ماده‌ها) نسبت به ماهیان کوچک ایفا کنند. از آنجا که این موضوع در مورد کپورماهیان دندان دار به خوبی مورد مطالعه قرار نگرفته است، بنابراین به بررسی‌های دقیق‌تر نیاز دارد.

منابع

Motamedi M, Teimori A, Iranmanesh A (2021). Ontogenetic pattern, morphological sexual and side dimorphism in the saccular otolith of a scaleless killifish *Aphanius furcatus* (Teleostei: Aphaniidae). Acta Zoologica, 102:38–50. https://doi.org/10.1111/azo.12313.

Reichenbacher, B., Kamrani, E., Esmaeili, H. R., & Teimori, A. (2009). The endangered cyprinodont *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929) from southern Iran is a valid species: Evidence from otolith morphology. Environmental Biology of Fishes, 86, 507–521. https://doi.org/10.1007/s10641-009-9549-5

Reichenbacher, B., Sienknecht, U., Küchenhoff, H., & Fenske, N. (2007). Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, *Prolebias*). Journal of Morphology, 268, 898–915. https://doi.org/10.1002/jmor.10561.

Teimori, A., Esmaeili, H. R., Gholami, Z., Zarei, N., & Reichenbacher, B. (2012). *Aphanius arakensis*, a new species of tooth-carp (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from the endorheic Namak Lake basin in Iran. Zookeys, *215*, 55–76.

Teimori, A., Esmaeili, H. R., Erpenbeck, D., & Reichenbacher, B. (2014). A new and unique species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 (Teleostei: Cyprinodontidae) from Southern Iran: A case of regressive evolution. Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology, *253*(4), 327–337. https://doi.org/10.1016/j.jcz.2013.12.001.

تنوع زیستی و مشکلات تاکسونومی باربوس ماهیان، ارزشمندترین ماهیان آبهای رودخانه‌ای ایران؛ چند گونه باربوس ماهی در ایران وجود دارد؟

جلال ولی الهی

۱- گروه علوم محیط زیست، دانشکده مهندسی مواد و علوم بین رشته ایی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران لویزان، ایران.

Email: jvaliallahi@srttu.edu

چکیده

شناخت تنوع زیستی ماهیان ارزش بسیاری در حفاظت از آنان، مدیریت این حفاظت و بهره برداری از ذخایر و حفظ زیستگاه‌های ماهیان دارد. در ایران چند گونه از باربوس ماهیان وجود دارد؟ در سال ۲۰۰۰ این جنس از ماهیان در موزه تاریخ طبیعی و کانادا به کمک دکتر برایان کد بازنگری شد. این بازنگری تمام عیار و کامل و گسترده که با مطالعه تمام نمونه‌های فیکس شده که به مدت ۲۵ سال توسط دکتر برایان کد جمع آوری و نگهداری شده استفاده از تمام کارت‌های کاتالوگ موجود در موزه، تهیه هزاران عکس و صدها تصویر رادیولوژی از ساختار اسکلتی این ماهیان و بر مبنای ۱۵ سال مطالعات و مشاهدات و گزارشات صیادان محلی و مشاهده و بیومتری چهار هزار نمونه ماهیان آب شیرین در آبهای رودخانه‌های ایران انجام شده همچنین در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس دیان ای این ماهیان استخراج شد و رندوم آمپلی فای پلی مورفیسم دیان ای بر روی ماهیان انجام شد. ۱۶ گونه ماهی که تا آن زمان شناخته شده بود به ۲۲ گونه افزایش پیدا کرد. وجود پنج گونه دیگر گزارش شد و یک گونه جدید توسط دکتر برایان کد و نگارنده شناسایی و نامگذاری شد. این گونه جدید به نام باربوس پرسیکوس نامگذاری شد. این گونه‌ها کدامند و مشکلات تاکسونومی این ماهیان چیست؟

واژگان کلیدی: تنوع زیستی، باربوس ماهیان، تاکسونومی.

Biodiversity and taxonomic problems of *Barbus* fish (Cypriniformes: Cyprinidae), the most valuable fish in Iranian river waters; How many species of Barbel fish are there in Iran?

Jalal Valiallahi*

* Associate profesor of Environmental Science Department, Shahid Rajae Teacher Training University, Lavizan, Tehran, Iran.

Email: jvaliallahi@yahoo.com

Abstract

Recognizing the biodiversity of fish is of great value in their conservation, management of this conservation and assessment of fish stock and managing of exploitation. How many species of Barbus fish are there in Iran? In 2000, this species of fish was revised at the Canadian Museum of Natural History. This is a complete revision and review of Barbus species of Iran, based on all specimens that has been collected and maintained for 25 years, by studying all preserved specimens. Using all the catalog cards in the museum, preparing thousands of photographs and hundreds of radiological images of the skeletal structure of these species and based on 15 years of studies, observations and reports of local fishermen and observation and biometrics of four thousand samples of freshwater fish in Iranian river waters. were also extracted in the biotechnology laboratory of Tarbiat Modares University DNA of Meanwhile, in the biotechnology laboratory of Tarbiat Modares University, the DNA of these fish was extracted and Random amplification of DNA polymorphism of DNA was performed on fish. In this study, the 16 species that had been known until that time, increased to 22 species,, in addition to the 16 species, 5 new species were reported for the first time. A new species was identified and named by Dr. Brian Coad and the author. This new species was named *Luciobarbus persicus*.

Keywords: Biodiversity, *Barbus* fish, Taxonomy, Iran.

مقدمه

شناخت تنوع زیستی ماهیان ارزش بسیاری در حفاظت از آنان، مدیریت این حفاظت و بهره برداری از ذخایر و حفظ زیستگاه‌های ماهیان دارد. در ایران چند گونه از باربوس ماهیان وجود دارد؟ این گونه‌ها به علت تغییرات شکلی و تنوع زیستگاهی که در ایران دارند مشکلات بسیار زیادی در طبقه بندی و شناسایی دارند به علت اینکه اگر در سنین پایین ماهیان مورد بررسی قرار بگیرند بسیاری از آنها شبیه هم هستند. تعدادی از این گونه‌ها به اندازه‌های بزرگ نمی‌رسند.

تا سال ۱۳۸۰ سال ۲۰۰۰ میلادی ۱۶ گونه از باربوس ماهیان در ایران گزارش شده بود. این شانزده گونه کدامند؟ تنوع زیستی گونه‌های این ماهیان و تعداد گونه‌های معتبر کدامند؟ مشکلات شناخت و تاکسونومی این گونه‌های ارزشمند که بعد از فیل ماهی از بزرگترین ماهیان آبهای داخلی است در چیست؟

گونه‌های باربوس ماهیان ایران، از نظر زیست محیطی و از نظر اقتصادی اهمیت دارند. برخی از آن‌ها بزرگ‌ترین گونه‌های آب شیرین رودخانه‌ای هستند که اندازه و وزن آنها به ترتیب به ۱۷۰ سانتی متر و ۱۲۰ کیلوگرم می‌رسد. اطلاعات کمی در مورد طبقه بندی، زیست شناسی، توزیع جغرافیایی یا وضعیت محیطی این گونه‌ها وجود دارد .یکی از زیستگاه‌های اصلی تخم ریزی و پرورشگاه جنس باربوس حوضه رودخانه دجله فرات در ایران، عراق، ترکیه و سوریه است. جایی که گزارش‌های اندکی در مورد آنان وجود دارد. (ولی اللهی، ۲۰۱۵). اطلاعات جدید زیادی در مورد این گونه‌ها یا سایر گونه‌های مرتبط وجود دارد، به جز برخی چک لیست‌ها در پایگاه‌های داده کاتالوگ ماهی‌های دانشگاه کالیفرنیا (http://researcharchive.calacademy.org/ 2018) به رغم اهمیت این گونه، در پراکنش جغرافیایی و تمایز این گونه و دیگر گونه‌های مشابه تناقضاتی وجود دارد. همچنین دیدگاه‌های متضادی در مورد ویژگی‌های ریخت شناسی این گونه‌ها وجود داشت (ولی اللهی، ۲۰۰۰).

مواد و روش‌ها

در سال ۲۰۰۰ این جنس از ماهیان در موزه تاریخ طبیعی و کانادا به کمک دکتر برایان کد مورد بازنگری قرار گرفت. این بازنگری تمام عیار و کامل و گسترده که با مطالعه تمام نمونه‌های فیکس شده که به مدت ۲۵ سال توسط دکتر برایان کد جمع آوری و نگهداری شده استفاده از تمام کارتهای کاتالوگ موجود در موزه، تهیه هزاران عکس و صدها تصویر رادیولوژی از ساختار اسکلتی این ماهیان و بر مبنای ۱۵ سال مطالعات و مشاهدات و گزارشات صیادان محلی و مشاهده و بیومتری چهار هزار نمونه ماهیان آب شیرین در آبهای رودخانه‌های ایران انجام شده همچنین در آزمایشگاه بیوتکنولوژی دانشگاه تربیت مدرس دیان ای این ماهیان استخراج شد و رندوم آمپلی فای پلی مورفیسم دیان ای بر روی ماهیان انجام شد. نتایج این مطالعه که حاصل کار دکتری نگارنده بود منتشر شده است اما نکات ظریف آن که تاکنون از دید بسیاری که به این راه گام نهاده‌اند پنهان مانده در چیست؟ در این مقاله سعی شده است این نکات و مشکلات در تاکسونومی این ماهیان شرح داده شود.

نتایج

از سال ۲۰۰۰ تاکنون جنس باربوس ماهیان مورد تجدید نظر دوباره قرار گرفته و از یک جنس به پنج جنس تغییر نام داد و جنس باربوس و جنس کارا زوباربوس و جنس لوسیو باربوس جنس عربی باربوس و جنس کاسووی باربوس در سطح جهانی انتشار یافت. که در ایران ما همه این گونه‌های را ماهی باربوس می‌نامیم.

سال ۱۸۴۳ تا ۱۸۴۹ هگل (Heckel) دوازده گونه از این ماهیان را شناسایی و نامگذاری کرد و نمونه‌هایی که در ایران، عراق و سوریه صید شده بودند را مورد شناسایی قرار داد. از این ۱۲ گونه تاکنون نگارنده ۱۱ گونه را تائید کرده و معتبر شناخته است.

در بازنگری که در سال ۲۰۰۰ صورت گرفت نتایج به قرار زیر است. بیست و دو گونه باربوس ماهی در ایران معتبر تشخیص داده شد و یک گونه جدید نام گذاری و معرفی شد.

جنس باربوس:

Genus *Barbus* Cuvier, 1816, Cuvier [G.] and Cloquet [H.] 1816:4. Masc. Cyprinus barbus Linnaeus, 1758. Fowler (MS) attributes to Cuvier and Cloquet (Dict. Nat., ed. 2, v. 4, suppl.) as prior to Cuvier 1816; Hoedeman 1958. Etymology: Barbus: Latin, barbus = barbel.

1- *Barbus lacerta* Heckel, 1843
Barbus lacerta Heckel [J.J.] 1843:1044 [54] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2)].

EN: Tigris barbel. Type locality: Kueik [Qwaik] River near Aleppo, Syria. Distribution: Tigris (Persian Gulf basin).

2- *Barbus miliaris* De Filippi, 1863
Barbus miliaris De Filippi [F.] 1863:393 [Archivio per la Zoologia, l'Anatomia e la Fisiologia. v. 2]. EN: Namak barbell. Type locality: Near Tehran, Iran. Distribution: Namak Lake and Kavir basins.

3- Barbus plebejus Bonapart 1839, originally described by Bonapart (1839) from lake Como in Italy [Lconografia, V.3: fasc. 25, pl. 110 (fig1)], and re-described by Bianco 1995. The lectotype of *Barbus plebejus* was designated by Bianco [1995: 307 (ref. 21944). Echemayer C.D. ROM. 1998].

جنس کارازوباربوس:

Genus *Carasobarbus* Karaman, 1971

Carasobarbus Karaman [M. S.] 1971:230. Masc. Systomus luteus Heckel, 1843. Type by original designation (also monotypic). Etymology: Carasobarbus: Latinization of, karass, karausche, European crucian carp + Latin, barbus = barbel.

Comment: Taxonomic revision of the genus Carasobarbus Karaman, 1971 is given by Borkenhagen and Krupp (2013) and the molecular phylogeny of the tribe Torini Karaman, 1971 including Carasobarbus is provided by Borkenhagen (2017). Kosswigobarbus Karaman [M.S.] 1971:239 is a synonym.

4- *Carasobarbus kosswigi* (Ladiges, 1960):
EN: Kiss-lip himri. Type locality: Batman Çayı (N37°47'16", E41°0'51"), Turkey.

Distribution: Tigris (Persian Gulf basin). Comment:*Kosswigobarbus kosswigi* (Ladiges, 1960) is a synonym.

5- *Carasobarbus luteus* (Heckel, 1843)
Systomus luteus Heckel [J. J.] 1843:1061 [71] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2)].

EN: Mesopotamian himri. Type locality: Heckel (1843b) gives localities for the types of Systomus luteus as "Orontes", and "Tigris", and in the next sentence at "Aleppo, Syria" and "Mossul, Iraq". Distribution: Tigris, Persis and Hormuz, Kor, Maharlu.

6- *Carasobarbus sublimus* (Coad & Najafpour, 1997)*

Barbus sublimus Coad [B. W.] & Najafpour [N.] 1997:274, fig. 1 [Ichthyological Exploration of Freshwaters v. 7 (no. 3). EN: Persian himri.

Type locality: Rūdkhāneh-ye A‘lā (Ala River, Jarahi drainage) at Pol-e Tīghen (N31°23'30", E49°53'0"), Khuzestan, Iran. Distribution: Tigris and Zohreh (Persian Gulf basin).

جنس لوسیو باربوس

Genus *Luciobarbus* Heckel, 1843 (9 species)

Luciobarbus Heckel [J.J.] 1843:1019, 1054. Masc. *Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843. Type by subsequent designation. Earliest designation located is Jordan 1919:211. Etymology: *Luciobarbus*: Latin, Lucius = pike, barbus = barbel.

8- Luciobarbus barbulus (Heckel, 1849)
Barbus barbulus Heckel [J.J.] 1847:256 [Reisen in Europa, Asien und Africa v. 2 (pt 3)].

EN: Qarah Aqaj barbel.

Type locality: *Barbus barbulus* was originally described from Kara Agatsch River (a tributary of Mond), possibly near Kereft, 29°01'N, 52°52'E), Iran.

Distribution: Helleh, Mond (Persis) and Tigris (Persian Gulf basin).

9- Luciobarbus brachycephalus (Kessler, 1872)

Barbus brachycephalus Kessler [K.F.] 1872: 52 [8], Pl. 7 (figs. 9-11) [Izvestiia Imperatorskago Obschchestva Liubitelei Estestvozaniia, Antropologii i Etnografii v. 10 (no. 1). EN: Aral barbel.

Type locality: *Barbus brachycephalus* Kessler, 1872 was originally described from Syr-Darya River, central Asia. Distribution: Southern Caspian Sea basin.

Comment: The subspecies Barbus brachycephalus caspius Berg, 1914 has been regarded as a synonym but a valid subspecies (Bogutskaya and Naseka 2004) or a distinct species in the Caspian Sea (Fricke et al. (2007). Here, we follow Eschmeyer et al. (2018). Further study is needed.

10- Luciobarbus capito (Güldenstaedt, 1773)

Cyprinus capito Güldenstädt [J.A. von] 1773:519, 520 [Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae v. 17 (for 1772). EN: Bulatmai barbel.

Type locality: *Cyprinus capito* Güldenstaedt, 1773 was originally described from Kura River, Transcaucasia. No types known. Distribution: Western Caspian Sea basin.

11- *Luciobarbus caspius* (Berg, 1914)

Barbus brachycephalus caspius Berg [L. S.] 1914:612, fig. 119. EN: Caspian barbel.

Type locality: *Barbus brachycephalus caspius* was originally described from Caspian Sea basin.

Comment: The subspecies Barbus brachycephalus caspius Berg, 1914 has been regarded as a synonym of *Luciobarbus brachycephalus* (Kessler 1872), Further study is needed.

12- *Luciobarbus esocinus* Heckel, 1843

Luciobarbus esocinus Heckel [J.J.] 1843:1054 [64] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2). EN: Pike barbel. Type locality: Tigris River, Mosul, Iraq. Distribution: Tigris (Persian Gulf basin).

13- *Luciobarbus kersin* (Heckel, 1843)

Barbus kersin Heckel [J. J.] 1843:1049 [59] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2). EN: Berzem, Kersin barbel. Type locality: Syria. Distribution: Tigris (Persian Gulf basin).

14- *Luciobarbus mursa* (Güldenstaedt, 1773)

Cyprinus mursa Güldenstädt [J.A. von] 1773:513, Pl. 9 [Novi Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae v. 17 (for 1772). EN: Mursa. باربوس مرتضی

Type locality: *Cyprinus mursa* Güldenstaedt, 1773 was originally described from Kura River at Tiflis [= Tbilisi], Transcaucasia. Distribution: Caspian Sea and Lake Urmia basins.

15- *Luciobarbus subquincunciatus* (Günther, 1868)

Barbus subquincunciatus Günther [A.] 1868:86 [Catalogue of the fishes in the British Museum v. 7.

EN: Leopard barbel. Type locality: No exact locality is given. *Barbus subquincunciatus* Günther, 1868 was originally described from Mesopotamia. Holotype (unique). Distribution: Tigris (Persian Gulf basin).

16- *Luciobarbus xanthopterus* Heckel, 1843

Luciobarbus xanthopterus Heckel [J. J.] 1843:1053 [63] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2). EN: Gattan. Type locality: Tigris River, Mosul, Iraq. Distribution: Tigris (Persian Gulf basin).

17- *Luciobarbus rajanorum* is valid species Distribution: Tigris (Persian Gulf basin)

18- *Luciobarbus pectoralis* is valid, Distribution: Tigris (Persian Gulf basin)

19- *Luciobarbus mystaceus*, Heckel (1843)

Heckel (1843) refers several specimens of *Barbus mystacus*, from 3 to 20 inches in length in the Naturhistorisches Museum Wien, were caught in, the Tigris near Mossul under the name of "scheich-san". Berg (1949) refers several specimens from 8 -50 cm, were caught in Tigris near Mossul. Almaça (1983) state five syntypes of *L. mystaceus* (from the Tigris, Mossul) have been found. Other examined specimens of *B. mystaceus mystaceus* proceed from Aleppo and the Euphrates. Kanazawa R. H. (1955) refer to probably two specimens in Chicago Natural Museum, formerly field museum of nature with number 51226 were caught in Diyala river 12 miles east of Bagdad August 22-28, 1936.In iran *B. mystacus* were caught in: Kermanshah Qaser-e-shirin-Alvand, Gamasiab, Razavar and Saymareh river; Lorestan, Kashkan River drainage. Fars Mand R, Khuzestan at Hour-Al-Azim(Valiallahi 2015).

20- *Lociobarbus scheich*, (Heckel 1843)

21- *Lociobarbus persicus* Valiallahi J. Coad B. W. (2000).

جنس عربی باربوس: باربوس گریپوس یا همان شیربت که در ایران به خوبی شناخته شده است را بورکن هایگن سال ۲۰۱۴ به نام و جنس جدید عربی باربوس تغییر نام داد. چرا این گونه و گونه جدیدی که خود در عربستان و یمن کشف کرد را عربی باربوس نامید نمی‌دانیم در حالی که این گونه اولین بار توسط هگل در موصل عراق شناسایی و معرفی شده در ایران علاوه بر این گونه، گونه دیگر شبیه آن یعنی گونه ع. کاتاشی را نیز من معتبر می دانم.

Genus *Arabibarbus* Borkenhagen, 2014 (1 species)

Arabibarbus Borkenhagen [K.] 2014:1183. *Arabibarbus hadhrami* Borkenhagen, 2014. Type by original designation. Etymology: The name *Arabibarbus* is an allusion to the geographic range of the genus.

22- *Arabibarbus grypus* (Heckel, 1843)

Barbus grypus Heckel [J. J.] 1843:1048 [58] [Ichthyologie [von Syrien]. In Russegger v. 1 (pt 2)]. EN: Shirbot. Type locality: Tigris River, Mosul, Iraq.

Distribution: Tigris, Persis and Hormuz.

23 - *Arabibarbus* kotschyi Heckel, 1843

Among 12 Heckel's *Barbus* species 11 of which are recognized in this study, 1 species names resurrected (*B. kotschyi*) and 1 species (*Systemus albus*) is synonymized.

بحث

تنوع زیستی و مطالعه جنبه‌های مختلف زیستی ماهیان از نظر تکاملی، بوم‌شناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و اهداف پرورش و مدیریت بهره‌برداری از ذخایر حائز اهمیت است (Moyle Peter,1988). گروه باربوس ماهیان را می‌توان از نظر اندازه به دو

گروه تقسیم کردگونه هایی با اندازه کوچک حداکثر تا سی سانتی متر و گونه‌هایی با اندازه بزرگتر از آن. بزرگ‌ترین گونه‌های باربوس ماهیان را نگارنده هفت پیکر پنهان در زاگرس نامگذاری کرده است این ماهیان به اندازه‌های بزرگ می‌رسند گاهی به حدود طول ۲ متر و وزن ۱۸۰ کیلوگرم می‌رسند که در رودخانه‌های بزرگ مثل سیروان گاماسیاب و کرخه و کارون زندگی می‌کند این ماهیان ارزش فوق العاده‌ای دارند از نظر اقتصادی و از بزرگترین ماهیان آبهای داخلی بعد از فیل ماهی هستند به جرئت می‌توان گفت که که بزرگترین ماهیان رودخانه‌ای ایران هستند. همگی این هفت گونه بزرگ در معرض خطر قرار دارند به علت اینکه در معرض صید گسترده، آلودگی آبها و اثرات تغییرات آب و هوایی قرار دارد.

این گروه از نظر تاکسونومی مشکلات بسیار زیادی دارند. همانگونه که ذکر کردیم تنها بر اثر تجربه و مشاهده تعداد بسیار زیادی از این ماهیان می‌توان آنها را از هم تشخیص داد به علت اینکه نمونه‌هایی که به اندازه‌های بزرگ نمی‌رسند در اندازه‌های کوچک در آبهای داخلی همانند و شبیه سایر ماهیان هستند و ماهیان کوچک با هم اختلاف زیادی ندارند خیلی از آنها وقتی به سنین بالاتر می‌رسد این تمایزات بیشتر و نمایان تر خواهد شد شناسایی ماهیان با تجربه زیاد نیاز دارد بنابراین بسیاری از صیادان به علت اینکه سالها انواع مختلف این ماهیان را صید و مشاهده کردند با آنها آشنا هستند و به راحتی قادر به شناسایی آنها هستند، بنابراین اگر در مرحله ریخت شناسی و تاکسونومی و مرفولوژیک و مریستیک در مرحله اول به درستی و دقت شناسایی نشوند در مراحل بعدی کار تحلیل‌هایDNA شناسایی آنها با ابهام بیشتری روبرو خواهد شد.

به علت اینکه مشکلات تاکسونومی این ماهیان بسیار زیاده اگر به خوبی در مرحله نمونه برداری از هم تفکیک نشوند خود تجزیه تحلیل‌های DNA به ابهام و سردرگمی بیشتری در این زمینه منجر خواهد شد

از دیگر مشکلات تاکسونومی ماهیان وجود هیبریدهای مختلف هست که تاکنون مورد شناسایی قرار نگرفته‌اند در حالی که در خانواده کپور ماهیان تا به حال بیشتر از ۲۵۵ هیبرید شناسایی شده است یکی از دیگر مشکلات تاکسونومی این ماهیان در مرحله شناسایی، عدم تجربه کافی یا عدم مشاهده تعداد نمونه‌های این ماهیان است به جرأت که میشه گفت که صیادی که سال‌ها این ماهیان را صید می‌کند به مراتب بهتر از هر کارشناسی قادر به تشخیص این گونه از ماهیان است گرچه نام‌های متفاوت بومی و محلی زیادی در هر منطقه بر هر کدام از این ماهی گذاشته شده است اما صیادان محلی در هر منطقه این ماهیان را با نام های مورد نظر خود به خوبی می‌شناسند.

از دیگر مشکلات تاکسونومی این ماهیان این است که به علت تفاوت زیستگاهی و تنوع زیستگاهی اکو مورفها و چند ریختنی زیادی در میان گونه‌ها و بین گونه‌ها در آنها وجود دارد. بنابراین تشخیص و شناسایی هر کدام از آنها مشکل است مگر آنهایی که دارای ویژگی‌های شاخص هستند برای مثال باربوس اسوسینوس د اندازه‌های بزرگسالی سری مانند سر اردک دارد. حتی در بین جمعیت‌های مختلف از یک گونه، شرایط زیستگاهی می‌تواند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر ریخت ماهیان اعمال کند (Baumgartner *et al.*, 1988; Schluter and McPhail, 1992). فرآیندهایی مانند رشد، تکامل و بلوغ می‌توانند سبب تغییرات درون افراد یک جمعیت بشوند (Cadrin, 2000). از تفاوت‌های ریختی و ژنتیکی که به واسطه جدا افتادگی جغرافیایی جمعیت‌ها رخ داده و این فرآیند مدت زمان کافی به طول بیانجامد، می‌توان جهت شناسایی و تمایز جمعیت‌های مختلف ماهیان استفاده کرد (Turan, 2004).

در مطالعه صفات ریختی، تفاوت در صفات شمارشی دارای نیای ژنتیکی بوده و برای تفکیک جمعیت‌های مختلف ماهیان اهمیت بیشتری دارند، این تفاوت شکل بدنی با تفاوت در محیط‌زیست ماهیان مرتبط است.

با توجه به اینکه تفاوت‌های شکلی تحت تأثیر عوامل مختلف زیست شناختی است، بنابر این مطالعه سایر جنبه‌های زیست‌شناسی این ماهیان از جمله مطالعات مولکولی، استخوان‌شناسی، مهاجرت، روابط شکار و شکارچی، تنش‌های زیست محیطی، آلاینده‌ها، تأثیر سد سازی در تغییر زیستگاه‌ها و غیره می‌تواند در درک بهتر علل و عوامل مؤثر بر تفاوت‌های شکلی مفید باشد.

یکی دیگر از مشکلات تاکسونومی این ماهیان این است که نمونه‌های آن در یک موزه تاریخ طبیعی نیستند اگرچه موزه تاریخ طبیعی اتاوا در کشور کانادا مرجع بسیار خوب و معتبر است اما دستیابی به نمونه‌هایی از این ماهیان که در موزه‌های تاریخ طبیعی انگلیس ایتالیا آلمان مشکل است و دیگر اینکه برخی از این ماهیان را در برخی کشورها به طور جداگانه محققین شناسایی و معرفی کردند و نمونه و یا تیپ آن را در همان کشور قرار دادند برای مثال برخی گونه‌ها در تورین ایتالیا است و سایر گونه‌ها در سایر کشورها. در موزه‌های تاریخ طبیعی که این نمونه‌ها نگهداری شده‌اند مثل موزه تاریخ طبیعی اتریش و دیگر موزه‌های اروپا این نمونه‌ها مناسب نیستند و بیش از ۱۵۰ سال در آنجا نگهداری شده‌اند توسط محققین زیادی مورد بررسی و مشاهده و تحلیل قرار گرفتند و دفرمه شده‌اند در مدت زمان فرم آنها عوض شده و یا خشک شده‌اند در شرایط بدی نگهداری شده‌اند بنابراین بسیار به سختی قابل تشخیص هستند بنابراین اگر کسی نمونه‌های بر مبنای نمونه‌های اصلی را ندیده باشه نمیتوند به خوبی درباره این ماهیان قضاوت کند.

مشکل در شناسایی در نبود نمونه‌های دست نخورده و کامل در موزه‌های محل نگهداری این ماهیان است. برای مثال آلماثا که سال‌ها روی باربوس ماهیان مطالعه کرده است. در مشاهده نمونه تیپ گونه *Luciobarbus barbulus* (NMW 53957) که توسط Almaça (1986) مورد بررسی قرار گرفت (۱۹۸۶) وی اظهار داشت که یک نوع احتمالی *Luciobarbus barbulus* (از قره آغاج، ایران) پیدا شده است، اما در شرایط بدی قرار دارد که با بررسی آن نمی‌توان چیزی را تشخیص داد. به طرز عجیبی، همه نمونه‌هایی که با شرح اصلی *Luciobarbus barbulus* قابل شناسایی هستند از سواحل مدیترانه آسیای غربی تهیه می‌شوند: دریاچه تیبریا (اسرائیل)، اورونتس و دریاچه حمص (سوریه) و دریاچه آنتاکیا (ترکیه). در اینجا یک مشکل جغرافیایی جالب وجود دارد که نمی‌توان آن را قبل از در دسترس بودن اطلاعات بیشتر حل کرد. ((Almaça 1983).

گونه *Luciobarbus mystaceus*, Heckel (1843) **لوسیو** باربوس مستاسیوس یکی ز ماهیانی است که دارای مشکل در طبقه بندی است این گونه را پالاس شناسایی و نام گذاری کرده است

Cyprinus mystaceus Pallas, 1814 is a synonym for *Luciobarbus mystaceus* (Pallas, 1814).
Cyprinus mystaceus Pallas, 1814 have been examined by Berg, according to Berg (1949), Pallas describes partly *Cyprinus mursa* Güelenstaedt (1773) and partly *C. capito* Guelenstaedt (1771). Berg (1949) stated “the "*Barbus mystaceus* Pallas" from Kura mentioned by Sauvage (1884, p. 26, pl. III,) is *Barbus capito* Güelenstaedt (see also Berg, 1914, p. 604).

ولی Berg 1949 که یکی از سرشناس‌ترین ماهی شناسان هست نمونه‌هایی که پالاس به عنوان باربوس میستاسیوس معرفی کرده را در سال ۱۹۴۹ معتبر قلمداد نکرد و آن را مترادف با گونه‌های دیگر دانست. مطالعات نگارنده نشان داد که این گونه ماهی در آبهای ایران یک گونه معتبر است.

از دیگر گونه‌های که دارای مشکلات در طبقه بندی است گونه باربوس شیخ *Lociobarbus scheich*, (Heckel 1843) است این گونه نیز به سختی قابل تشخیص است.

اگر بخواهیم باربوس ماهیان ایران را از نظر اندازه تقسیم بندی کنیم به طور کلی آنها را می‌توان به دو گروه تقسیم کنیم. گروه گونه‌ای که به زیر ۳۰ سانتیمتر می‌رسند و گونه‌هایی که اندازه آنها به بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر می‌رسد

گونه‌هایی که به زیر سی سانتیمتر می‌رسند عبارتند از:

Barbus lacerta Heckel, 1843, *Barbus miliaris* De Filippi, 1863, *Barbus plebejus Bonapart 1839*,

Luciobarbus mursa (Güldenstaedt, 1773) *Barbus cyri* De Filippi, 1865

این گروه مانند باربوس لاسرتا به علت تنوع در زیستگاه‌ها و تنوع در ریخت شناسی به خوبی قابل تشخیص نیستند. و بهتر است در شناسایی گونه‌های جدید از این دسته احتیاط صورت گیرد. از سال ۲۰۰۰ تاکنون ولی در عین حال گونه‌های جدیدی معرفی شدند به ندرت گونه جدیدی معرفی شده است یکی از گونه‌هایی که اخیراً معرفی شده است *Barbus urmianus* است. این گونه جدید توسط نگارنده مورد بازبینی و یا بازنگری قرار نگرفته و بنابراین نمی‌تواند توسط نگارنده مورد تصدیق و یا رد قرار گیرد به علت وجود مشکلات در شناخت نمونه‌های این ماهیان کمتر از سی سانتیمتر توصیه می‌شود که تا زمانی که این مطالعات به طور کامل انجام نگرفته محققان و دوستان در معرفی گونه‌های جدید احتیاط کنند.

گونه‌های باربوس ماهیان بزرگ جثه در معرض خطر هستند به طور کلی همه گونه‌هایی که به بالای ۶۰ سانتی‌متر می‌رسند در معرض خطر انقراض ویا آسیب به ذخایر قرار دارند. علت خطر آسیب پذیری آنها نابودی زیستگاه‌ها، آلودگی آب، بهره‌برداری بیش از حد از رودخانه‌ها سدسازی یعنی تغییر زیستگاه‌های آنها و ممانعت از مسیرهای مهاجرت آنها، صید قاچاق و یا کاربرد مواد کشنده در صیادی، برداشت ماسه و تغییر کاربری اراضی در مسیر رودخانه‌های محل زندگی، کاربرد کود و مواد آفت کش در اراضی کشاورزی بالا دست رودخانه صورت می‌گیرد از مهمترین دلایل انقراض و یا آسیب پذیری ماهیان که عوامل نابودی آنان را دو چندان کرده است خشکسالی و تغییرات آب و هوایی رشد جمعیت و بحران آب است و به نظر می‌رسد که در آینده نزدیک دیگر از این ۲۳ گونه ماهی موجود در ایران شاید فقط تعدادی از گونه‌هایی که به زیر ۳۰ سانتیمتر می‌رسند برخورد کنیم چون گونه‌هایی که کوچک جثه از چشم صیادان دور مانده و یا از تور صیادان عبور می‌کنند. در آینده به جرأت می‌توان گفت که بسیاری از این گونه‌ها در معرض خطر انقراض و یا آسیب بوده و یا شاید در آینده امیدوار بود که تنها گونه‌هایی از این ماهیان که به اندازه‌های زیر ۳۰ سانتیمتر می‌رسد باقی بمانند و بقیه منقرض شوند از ماهیانی که تا به حال به طور قطع منقرض شدند به باربوس ساب کوین کانسیاتوس است در سال‌های گذشته در رودخانه گاماسیاب دو نمونه از این گونه صید شد. و از حدود ۲۰ سال پیش تاکنون هیچ نمونهٔ دیگری از این گونه صید نشده است.

تشکر و قدردانی

نویسنده این مقاله را به دکتر Brain W. Coad، به اساتید راهنمای خود دانشمند پژوهشگر موزه تاریخ طبیعی کانادا (CMN) و شادروان دکتر امین کیوانفر و دکتر بهرام کیابی تقدیم می‌کند، به دلیل کمک‌ها و تشویق‌های دوستانه توصیه‌های مفید برای بهبود این تحقیقات خود را مدیون این عزیزان می‌داند. نویسنده علاقمند است از نوئل آلفونسو بخاطر کمک صمیمانه و توصیه‌های ارزشمند او در موزه طبیعت کانادا و آموزش نرم افزار Systat® و روش تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA) در آمار تشکر ویژه‌ای داشته باشد. نویسنده از دوست گرانقدر به سبب معرفی ماهیان آب‌های داخلی شیراز و ارسال نمونه‌هایی از رودخانه سپیدان شیراز مراتب سپاس و قدردانی خود را به جا می‌آورد.

نویسنده علاقمند است از همکاران خود به دلیل نمونه برداری از نمونه‌های ماهی غرب ایران، محمد قاضی هرسینی، ساسان شاه محمدی، بهمن حیدری و محمد جلیلیان (۱۹۹۸) تشکر ویژه داشته باشد. همچنین تشکر فراوان از دوست نویسندگان، ماهیگیر حرفه‌ای و محافظ محیط زیست سید محمد مختار جاسمی و همه افرادی که در بازنگری باربوس ماهیان ایران نویسنده را یاری کردند از صدق دل قدر دانی و تشکر می‌کند. ازهمه برگزار کنندگان کنفرانس ماهی شناسی ایران و انجمن ماهی شناسی ایران نویسنده مراتب قدر شناسی و سپاس خود را ادا می‌کند.

منابع

Almaça C. (1983). Remarks on some Heckel's species of Barbus from western Asia. Arquivos do Museu Bocage, B, II(12):95-102.

Almaça C. (1984a). Notes on some species of western Palearctic Barbus (Cyprinidae, Pisces). Arquivos do Museu Bocage, C, II(1):1-76.

Almaça C. (1984b). Form relationships among western Palearctic species of Barbus (Cyprinidae, Pisces). Arquivos do Museu Bocage, A, II(12):207-248.

Almaça C. (1986). On some BARBUS species from Western Asia (Cyprinidae, Pisces). Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien, B, 87:5-30.

Almaça C. (1991). Evolutionary, biogeographical, and taxonomical remarks on Mesopotamian species of Barbus s.s. Arquivos do Museu Bocage, nova série, 2(4):63-78.

Baumgartner J.V. (1995). Phenotypic, genetic, and environmental integration of morphology in a stream population of the threespine stickleback, Gasterosteus aculeatus. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 52: 1307–1317.

Baumgartner J.V, Bell MA, Weinberg PH. (1988). Body form differences between the Enos Lake species pair of threespine stickleback. Canadian Journal of Zoology 66: 467–474.

Beattie D.M. (1982). Distribution and production of the larval chironomid populations in Tjeukemeer. Hydrobiologia 95: 287–306.

Bianco P.G., Banarescu P. (1982). A contribution to the knowledge of the Cyprinidae of Iran (Pisces, Cyprinidae). Cybium, 6: 75-96.

Berg L. S. (1948-1949): Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem (1962-1965), 3 Volumes.

Berg, L. S. (1949). Presnovodnye ryby Irana i sopredel'nykh stran [Freshwater fishes of Iran and adjacent countries]. Trudy Zoologicheskogo Instituta Akademii Nauk SSSR, 8:783-858.

Cadrin Steven X. (2000). Advances in morphometric identification of fishery stocks

Reviews in Fish Biology and Fisheries 10: 91–112, 2000. © 2000 Kluwer Academic Publishers. National Marine Fisheries Service, 166 Water Street, Woods Hole, MA 02543,

Coad B. W. (1991) [ref. 15702] Fishes of the Tigris-Euphrates Basin: a critical checklist. Syllogeus No. 68: 1-49.

Coad B. W. (1995). Freshwater Fishes of Iran: A Checlist and Bibliography.Syllogeus, in press, 57 pp.

Coad B. W. (2014). Freshwater Fishes of Iran, Species Accounts, Cyprinidae Garra to Vimba, Revised: 03 June 2014. (www.briancoad.com)

Coad B. W. (2009). Threatened fishes of the world: Luciobarbus subquincunciatus (Günther, 1868) (Cyprinidae) " Springer Science + Business Media B.V. 2009

Cuvier G. et Valenciennes, A. 1828-1849. Histoire naturelle des poissons. 22volumes. Paris. (Reprint A. Asher & Co., Amsterdam).

Heckel J. J. (1847) [Catalog of fishes ref. 2068] Naturhistorischer Anhang. [Various subtitles.] In: Russegger, J. von: Reisen in Europa, Asien und Afrika, ... unternommen in den Jahren 1835 bis 1841. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart. v. 2 (pt 3): 207-357 [Fowler MS dates to 1847 [used here for now]; also seen in literature as 1846 and 1846-49.]

http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp.

Izadi Gholamhossein, 2000, "Identification of freshwater fishes of Fars province" Minis Of Jihade – Keshavarzi Education And Research Organization Research Center For Agriculture And Natural Resources Of Fars Province.

Kefah Naser Abdul-Ameer, Fatima Khalaf Atwan, 2017, First record of four species of the genus Gyrodactylus Nordmann, 1832 (Monogenea: Gyrodactylidae) from some Iraqi freshwater fishes, Journal of Kerbala for Agricultural Sciences (Proceedings of the Third Scientific Conference of the Faculty of Veterinary Medicine / University of Kerbala on 10th April 2017)

Krupp F. (1985c). Systematik und Zoogeographie der Süßwasserfische des levantinischen Grabenbruchsystems und der Ostküste des Mittelmeeres. Dissertation zur Erlangung des Grades "Doktor der Naturwissenschaften" am Fachbereich Biologie der Johannes Gutenberg - Universität in Mainz. 215 pp., Anhang: Abbildungen, Karten, Tabellen, 169 pp.

Khalaf K. T. (1961). The marine and freshwater fishes of Iraq. Ar-Rabitta Press, Baghdad. 164 p.

Mahdi N. (1962). Fishes of Iraq. Ministry of Education, Baghdad. 82 pp.

Mahdi, N. and Georg, P. V. 1969. A systematic list of the vertebrates of Iraq. Iraq Natural History Museum Publication, Baghdad, 26:1-104.

Moyle Peter B. (1988). Fishes, An Introdution to Ichthyology. Prentice Hall. INC. pp. 310-311, 484, 494.

Eagderi S., Nikmehr1 N., Çiçek E., Esmaeili H. R., Vatandoust S., Mousavi-Sabet H. (2019). Barbus urmianus a new species from Urmia Lake basin, Iran (Teleostei: Cyprinidae), Int. J. Aquat. Biol. (2019) 7(4): 239-244

Turan C. (2014). Stock identification of Mediterranean horse mackerel (Trachurus trachurus) using morphometric and meristic characters. ICES Journal of Marine Science 61(5):774-781 DOI:10.1016/j.icesjms.2004.05.001, Iskenderun Technical University.

Valiallahi J. (2020). Range map and distribution of luciobarbus barbulus heckel 1847, in the Tigris and Euphrates River basins, Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. 22.1 (2020), "The Wetlands Diversity" 57, DOI: 10.2478/trser-2020-0004.

Valiallahi J. (2000). Uniquely significant fresh water fishes of Iran are exposed to environmental stress. Journal of Environmental Studies, 26(25):29-38 (In Persian).

Valiallahi J. (2004). Habitats, distribution and notes on Barbus mystaceus and Barbus barbulus, the two Barbus species of Iran. Journal of Environmental Studies, Tehran, 29:27-34, (In Persian).

Regional ichthyological collection of the Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Brazil

Thaynara Sofia Gomes Vieira[1], Maria Glauciney Fernandes Macedo Amazonas[2], Chiara Lubich[2], Sara de Castro Loebens[2*], Daniel Olentino[1], Jean Felipe Silva Abreu[2], Carlos André Silva Lima[2], Adriano Teixeira de Oliveira[4], Kedma Yamamoto[5]

1- Department of Fisheries Engineering, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.
2- Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Recursos Pesqueiros, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.
3- Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brazil.
4- Instituto Federal do Amazonas, Manaus, Brazil.
5- Department of Fishery Sciences, Universidade Federal do Amazonas, Manau, Brazil.

Email: sara.loebens2@gmail.com

Abstract

The biological collections are composed of organisms preserved for the purpose of taxonomic studies, documentation and preservation of biological material. The objective is to describe and catalog the Amazonian species and deposit in Regional Ichthyological Collection of the Universidade Federal do Amazonas - UFAM. The study in the collection has been carried out since 2013, with fish from rivers, lakes, beaches and streams, from different rivers of the Amazon basin mainly from the Negro River. The fish were captured using purse seines, *puçás*, sieves, gillnets and *rapichés*. After the identification and biometry of the species, the specimens were recorded with the following information: receipt number or voucher, taxonomic classification, location, environment, locality, georeference, time, date, collectors, fishing gear, identifier, total number of individuals, and observations. So far the collection has a total of 453 lots, 3263 individuals, belonging to 11 orders, 42 families, 133 genera and 494 species. The orders Characiformes, Clupeiformes, Siluriformes and Cichliformes were the most representative of individuals. The families with the highest number of specimens were Characidae, Engraulidae and Lebiasinidae. The species *Hemigrammus analis*, *Amazonsprattus scintilla*, *Anchoviella carrikeri* and *Fluviphylax zonatus* are, so far, the most abundant of individuals, adding up together, 42% of the total number of specimens captured. Since its foundation on average 24 lots are taken over per year. The Collection has made a great contribution to the development of research and publications related to ichthyofauna of the Amazon Basin, and support for teaching and extension.

Keywords: Amazon, Diversity, Fish.

Synthesis, characterization of zinc oxide nanocomposites from *Alpinia galanga* rhizomes as feed supplement for common carp to enhance disease resistance against *Aeromonas* infection

Vinotha Viswanathan[1], Vaseeharan Baskaralingam[1 *]

1- Biomaterials and Biotechnology in Animal Health Lab, Department of Animal Health and Management, Alagappa University, Karaikudi-630004, Tamil Nadu, India.

Email: vaseeharanb@gmail.com

Abstract

This report was planned to composite the greener ZnO NPs with bacterial parasporal proteins to supplement as feed for common carp (*Cyprinus carpio*) to improve the growth, antioxidant and disease resistance against *Aeromonas* infection. On account of, the ZnO NPs was effectively synthesized using *Alpinia galanga* rhizomes extract as reducing agent where after incorporated with bacterial parasporal protein (Pp) from isolated from *Bacillus* sp. to produce Pp-*Ag*-ZnO nanocomposites. The synthesized nanocomposites were characterized via UV-Vis spectrophotometer, XRD, FTIR, and SEM analysis to predict their physico-chemical properties. The XRD and FTIR spectrum disclose the crystalline form and the possible biomolecles of Pp-*Ag*-ZnO NCs. Further, SEM analysis revealed the well agglomerated spherical shape of Pp-*Ag*-ZnO NCs, and the average crystalline size was 37.47 nm. Hence, the dietary supplementation of Pp-*Ag*-ZnO NCs (30 days, 5-15 mg/L) enriches the growth and antioxidant enzymes such as Superoxide dismutases (SOD), Catalase (CAT), and Glutathione Peroxidase (GPx) post feeding. Likewise, Pp-*Ag*-ZnO NCs significantly increased the disease resistance in common carp and after the treatment, improve the viability of pathogen (*A. hydrophila*, 50 µL, 10^7) challenged fishes than control. Outcome of this study reveals that, Pp-*Ag*-ZnO NCs could adopt for feed additive in aquatic industries.

Keywords: ***Bacillus*** **sp., Parasporal proteins, Pp-*Ag*-ZnO NCs, Antioxidant enzymes, Feed additive**

ریخت شناسی یا مولکولی، کدام روش در شناسایی و تفکیک گونه معتبرتر است؟ مطالعه موردی: جنس سنگ لیس (*Garra*) در ایران

مظاهر زمانی فرادنبه [۱*]، یزدان کیوانی [۱]، E Zhang [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
2- Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, Hubei Province, People's Republic of China
Email: m.zamanif68@gmail.com

چکیده

شناسایی و تفکیک ماهیان نقش مهمی در مطالعات زیست شناسی آن‌ها ایفا می‌کند؛ روش‌های مرسوم برای این قبیل مطالعات استفاده از صفات ریختی و نیز اطلاعات مولکولی است. بدلیل تاریخچه طولانی حضور و روابط جمعیت‌های ماهیان با یکدیگر، امر شناسایی ماهیان در برخی از جنس و گونه‌ها دشوار شده است. در این مطالعه به بررسی صحت شناسایی ریختی و مولکولی اعضای جنس سنگ لیس (*Garra*) در ایران پرداخته‌ایم. نتایج نشان می‌دهد که صفات ریختی در تفکیک دو گونه *G. gymnothorax* و *G. rufa* و نیز داده‌های مولکولی (توالی‌یابی) در تفکیک دو گونه *G. rossica* و *G. nudiventris* مطمئن نیست؛ بنابراین در شناسایی و تفکیک گونه‌های ماهیان باید بسیار با احتیاط عمل کرد و از بیشترین روش‌های شناسایی استفاده کرد.

واژگان کلیدی: توالی‌یابی، زیست‌شناسی، ماهی‌شناسی، ماهی آب شیرین.

Morphology or molecular study; which one is better in ichthyology? Case study: Stone Lipper (genus *Garra*) in Iran

Mazaher Zamani-Faradonbe[1*], Yazdan Keivany[1], E Zhang[2]

1- Department of Natural Resources (Fisheries Division), Isfahan University of Technology, Isfahan, 84156-83111, Iran.
2- Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072, China.

Email: m.zamanif68@gmail.com

Abstract

Identification and distinguishing of fish play important role in biological studies of them; Conventional methods fir this goals are based on morphology and molecular methods. Since the history of existing and relations of fish population and species is so long and complicated, fish identification is so complicated in some of genera and species. This study investigated the reliability of morphological and molecular methods in identification of Stone lapper (*Garra*) genus in Iranian waters. Results showed that morphology could not identify *G. gymnothorax* & *G. rufa* and molecular method could not identify *G. rossica* & *G. nudiventris* from each other. It seems the researcher must be so careful in fish identification and they should use more identification method and characters as they can.

Keywords: Sequencing, Biology, Ichthyology, Fresh water fish.

بررسی کارایی مدل‌های ریاضی در برآورد اندازه بی‌نهایت برخی ماهیان آبهای ایران

پرویز زارع [1*]، رسول قربانی [1]

۱- گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

Email: parvizzare58@yahoo.com

چکیده

طول بی‌نهایت ماهی یکی از نقاط مرجع در مدیریت صید و ارزیابی ذخایر می‌باشد که برای برآورد آن یک مدل ریاضی مورد نیاز است. انتخاب یک مدل ریاضی براساس تئوری اطلاعات یک الگوی نسبتاً جدید در علوم زیستی و دارای چندین مزیت نسبت به روشهای کلاسیک است. در این مطالعه، چهار مدل ریاضی (وان برتالنفی، گمپرتز، لجستیک و توانی) به ۲۳ سری داده‌های طول و سن متعلق به ۱۵ گونه ماهی از آبهای ایران برازش داده شدند. برازش مدل‌ها به هر سری داده با روش حداقل مربعات غیرخطی بوسیله الگوریتم لونبرگ- مارکارد انجام شد. از معیار آکائیکه جهت انتخاب مدل استفاده شد. در این مطالعه، در ۵۶/۵ درصد موارد مدل رشد وان برتالنفی بعنوان بهترین مدل انتخاب نشد. برآورد طول بی نهایت وابسته به نوع مدل بود بطوریکه طول بی نهایت برآورد شده با مدل رشد وان برتالنفی در تمام موارد بیشتر از مدل‌های دیگر بود. حتی اگر مدل وان برتالنفی بهترین مدل باشد، با در نظر نگرفتن اصل عدم قطعیت انتخاب مدل ممکن است باعث کاهش دقت تخمین پارامترهای مدل گردد. بنابراین، برای داشتن برآوردهای استوار از پارامترها و امکان در نظر گرفتن عدم قطعیت در مورد پارامترهای مدل، مدل ترکیبی براساس وزن‌های آکائیکه پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: طول بی‌نهایت، مدل‌های رشد ماهی، مدیریت صید، عدم قطیت، مدل ترکیبی

The efficiency of mathematical models to estimate asymptotic size of some fishes in Iranian waters

Parviz Zare[1*]; Rasoul Ghorbani[1]

1- Department of fisheries, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

Email: parvizzare58@guilan.ac.ir

Abstract

Fish asymptotic length is a reference points for fisheries management and stock assessment and a mathematical model for its estimation is needed. Model selection based on information theory is a relatively new paradigm in biological sciences with several advantages over the classical approaches. In this study, four mathematical models (von Bertalanffy, Gompertz, Logistic and Power) were fitted to 23 sets of length-at-age data belonging to 15 fish species from Iranian waters. The models were fitted to each data set, with non-linear least squares by means of Levenberg- Marquardt's algorithm. The AICc was used as a model selection criterion. In this study, the von Bertalanffy growth model was not selected as the best model in 56.5% of the cases. The estimation of asymptotic length was dependent on model type as asymptotic length estimated by Von Bertalanffy growth model was greater in every case than that of estimated by others models. Even if von Bertalanffy growth model is the best model, ignoring model selection uncertainty may cause the reduction of precision in estimation of model parameters. Therefore, mixed model based on Akaike weights is recommended for making robust parameter estimations and dealing with model selection uncertainty.

Keywords: Asymptotic length, Fish growth models, Fisheries management, Uncertainty, Mixed model

مقدمه

رشد فردی ماهی ریشه در فرایندهای فیزیولوژی دارد و نتیجه دو عمل کاتابولیسم و آنابولیسم می‌باشد (von Bertalanffy, 1938). برای آنالیز جمعیت، ارزیابی ذخایر و مدیریت صید، یک مدل ریاضی برای برآورد میانگین رشد براساس ارتباط بین اندازه و سن آبزیان مورد نیاز است. چندین مدل برای برآورد میانگین رشد فردی در جمعیت آبزیان ارائه شده است. برخی از مدل‌ها بر اساس روابط صرفاً تجربی است، در حالی که برخی دیگر به نظر می‌رسد مبنای تئوری دارند و با معادلات دیفرانسیلی که فرآیندهای آنابولیک و کاتابولیک را بهم پیوند می‌دهد به دست آمده‌اند. مدل رشد ون برتالنفی (VBGM) متداول‌ترین و پرکاربردترین مدل مورد استفاده برای توصیف رشد آبزیان می‌باشد. با این حال، برای بسیاری از گونه‌های آبزی مدل‌های دیگر مانند گمپرتز (Gompertz, 1825) با مدل لجستیک (Ricker, 1975) رشد مطلق را بهتر توصیف می‌کنند. در سه مدل رشد (وان برتالنفی، گمپرتز و لجستیک) فرض بر رشد مجانب (asymptotic) است اما بسیاری از ماهی‌ها (بعنوان مثال، Rafail, 1971; Curtis and Shima, 2005) و بی‌مهرگان آبزی (بعنوان مثال Jackson and Choat, 1992; Lamare and Mladenov, 2000; Semmens *et al.*, 2004) به نظر می‌رسد بطور مجانب رشد نمی‌کنند. در این موارد مدل‌های غیرمجانب بعنوان مدل توانی پیشنهاد شده است. رایج‌ترین عمل در مدلسازی رشد ماهی، انتخاب فقط یک مدل از قبل، تقریباً همیشه مدل رشد وان برتالنفی، و برازش داده‌ها با آن می‌باشد. استنباط و برآورد پارامترها و دقت آنها فقط براساس آن مدل برازش شده است. در صورتی که مدل VBGM بهترین مدل نباشد می‌تواند منجر به یک برآورد اریب و یک ارزیابی اشتباه از دقت پارامترهای رشد شود. عمل انتخاب مدل VBGM از قبل و فقط استفاده از آن اغلب مورد انتقاد قرار گرفته است (بعنوان مثال، Rafail, 1971; Roff, 1980; Katsanevakis, 2006; Rabaoui *et al.*, 2007). حتی اگر مدل وان برتالنفی بهترین مدل باشد، عدم قطعیت انتخاب مدل نباید نادیده گرفته شود چون این می‌تواند سبب برآورد بیش از اندازه دقت به میزان زیاد و برآورد فواصل اطمینان پارامترها در زیر سطح نرمال شود (Hoeting *et al.*, 1999; Burnham and Anderson, 2002; Katsanevakis, 2006).

رویکرد دیگر برای مطالعه رشد ماهی این است که بیش از یک مدل با داده‌ها برازش داده شود و سپس از معیار مناسبی برای انتخاب مدل استفاده شود. انتخاب مدل بر اساس نظریه اطلاعات یک پارادایم نسبتاً جدید در علوم زیستی است و به عنوان جایگزینی بهتر و قوی‌تر از روشهای سنتی آزمون فرضیه‌ها توصیه شده است (Akaike, 1981; Burnham and Anderson, 2002)

هدف از این مقاله، بررسی کارایی چهار مدل ریاضی (وان برتالنفی، گمپرتز، لجستیک و توانی) در برآورد اندازه بی‌نهایت برخی ماهیان آبهای ایران می‌باشد. در مقاله حاضر، انتخاب مدل و استنباط چندمدلی (multi-model inference=MMI) براساس راهکار تئوری اطلاعات برای ۲۳ سری داده‌های طول در سن بکار برده می‌شود تا ریسک‌ها و مشکلات استفاده از فقط مدل VBGM برای مطالعه رشد نشان داده شود.

مواد و روش‌ها

۲۳ سری از داده‌های طول و سن متعلق به ۱۵ گونه ماهی استخوانی از آبهای ایران از مقالات منتشر شده در مجلات فارسی و گزاراشات پژوهشی جمع آوری شد. سپس ۴ مدل ریاضی (وان برتالنفی، گمپرتز، لجستیک و توانی) به این ۲۳ سری داده برازش شدند. اصل بنیادی مدل VBGM این است که با افزایش اندازه، نرخ رشد ماهی به طور خطی کاهش می‌یابد، همانطور که در معادله زیر نشان داده شده است:

$$\frac{dL}{dt} = k_1(L_\infty - L)$$

با حل معادله دیفرانسیل فوق، معادله زیر بدست خواهد آمد:

$$L(t) = L_\infty\left(1 - e^{-k_1(t-t_1)}\right)$$

در روابط فوق: k_1 نرخ رشد نسبی ($year^{-1}$)، L_∞ طول مجانب یا طول بی‌نهایت (مفهوم زیستی این طول در سه مدل وان برتالنفی، گمپرتز و لجستیک یکسان است)، t سن ماهی، L طول ماهی، $L(t)$ طول ماهی در سن t و t_1 سنی است که طول ماهی یا آبزی صفر است.

معادله رشد گمپرتز (Gompertz, 1825) یک منحنی رشد سیگموئید است که در آن با افزایش اندازه، نرخ رشد ماهی به طور نمایی کاهش می‌یابد. معادله دیفرانسیل گمپرتز به صورت زیر است:

$$\frac{dL}{dt} = \lambda e^{-k_2 t}L$$

با حل معادله دیفرانسیل بالا، معادله زیر بدست خواهد آمد:

$$L(t) = L_\infty \exp\left(-e^{-k_2(t-t_2)}\right)$$

در روابط فوق:

λ نرخ رشد نسبی اولیه ($year^{-1}$)، k_2 نرخ کاهش نمایی در نرخ رشد نسبی با سن و $t_2 = (\ln\lambda - \ln k_2)/k_2$.

نقطه عطف مدل گمپرتز بصورت $t = k_2^{-1}\ln(\frac{\lambda}{k_2})$ است.

مدل لجستیک یک منحنی سیگموئیدی است که بصورت معادله زیر بیان می‌شود (Ricker, 1975):

$$L(t) = L_\infty\left(1 + e^{-k_3(t-t_3)}\right)^{-1}$$

در رابطه فوق: k_3 نرخ رشد نسبی ($year^{-1}$) و t_3 نقطه عطف منحنی.

مدل توانی مجانب ندارد و معادله آن به صورت زیر است:

$$L(t) = a_0 + a_1 t^b$$

در این رابطه، a_0، a_1 و b ضرایب معادله هستند. برای مقادیر $b > 1$ منحنی توانی مقعر به سمت پایین و برای مقادیر $b < 1$ منحنی توانی مقعر به سمت بالا است.

برازش مدل‌ها به هر سری داده با روش حداقل مربعات غیرخطی با رویه تکراری بوسیله *الگوریتم* لونبرگ- مارکارد با فرض ساختار خطای جمعی انجام شد. انتخاب مدل و برآورد عدم قطعیت انتخاب مدل براساس راهکار تئوری اطلاعات می‌باشد. برای انتخاب مدل از معیار اطلاعات آکائیک تصحیح شده (Hurvich and Tsai, 1989) استفاده شد. این معیار حالت اریبی را تصحیح می‌کند و زمانی که تعداد داده‌ها کم باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$AIC_c = AIC + \frac{2k(k+1)}{n-k-1}$$

که در آن AIC (معیار اطلاعات آکائیک) (Akaike, 1973; Burnham and Anderson, 2002) برای حداقل مربعات به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$AIC = n\left(\log(2\pi\frac{RSS}{n}) + 1\right) + 2k$$

در روابط فوق: RSS مجموع مربعات باقیمانده، k تعداد پارامترهای برآورد شده (تعداد پارامترهای رگرسیون بعلاوه ۱ برای واریانس) و n تعداد مشاهدات.

از میان مدل‌های مورد بررسی، مدل با کمترین مقدار آکائیکه تصحیح شده ($AIC_{c.min}$) بعنوان بهترین مدل انتخاب شد. اختلاف مقدار آکائیک تصحیح شده هر مدل با کمترین مقدار آکائیکه تصحیح شده برای هر مدل محاسبه شد:

$$\Delta_i = \mathrm{AIC}_{c,i} - \mathrm{AIC}_{c,\min}$$

مدل‌های با $\Delta_i > 10$ اساساً هیچ پشتیبانی ندارند و ممکن است در بررسی بیشتر حذف شوند. مدل‌های با $\Delta_i < 2$ پشتیبانی قابل توجهای ندارند. پشتبانی خیلی کمی برای مدل‌های با $4 < \Delta_i < 7$ وجود دارد (Burnham and Anderson, 2002).

وزن آکائیک هر مدل (w_i) بصورت زیر بدست آمد (Akaike 1983; Buckland et al. 1997; Burnham and Anderson 2002):

$$w_i = \frac{\exp(-0.5\Delta_i)}{\sum_{k=1}^{4} \exp(-0.5\Delta_k)}$$

میانگین مدل‌ها با میانگین‌گیری وزنی مقادیر پیشی بینی شده متغیر پاسخ ($L(t)$) تعیین شد (Burnham and Anderson, 2002).

برای ۳ مدل رشد وان برتالنفی، گمپرتز و لجستیک، مقدار طول بی‌نهایت ($\hat{L}_\infty$) و خطای استاندار $se(\hat{L}_\infty)$ و فاصله اطمینان ۹۵ درصد آن برآورد شد. فاصله اطمینان ۹۵ درصد طول مجانب بصورت $\hat{L}_\infty \pm t_{df.0.05} se(\hat{L}_\infty)$ برآورد شد.

با پیروی از استنباط چندمدلی (MMI)، میانگین طول‌های بی‌نهایت بدست آمده از سه مدل بصورت زیر برآورد شد:

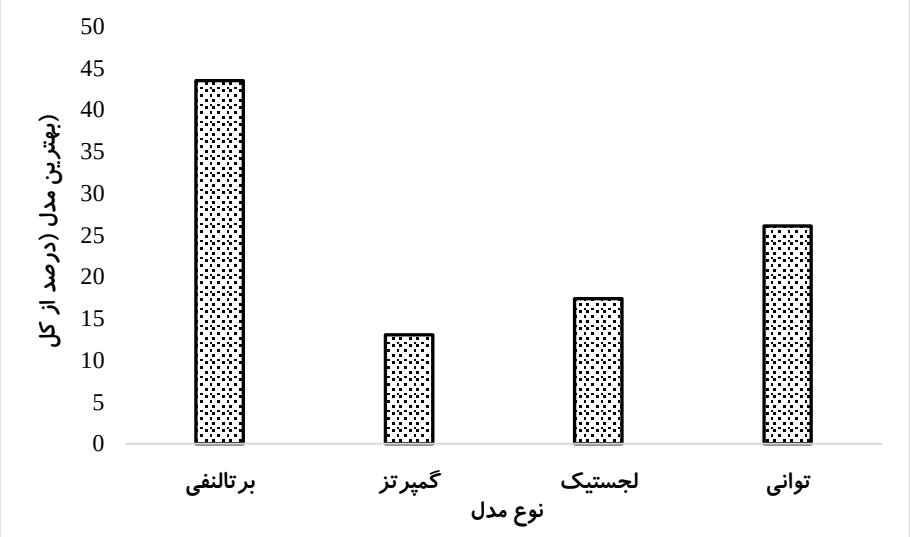
$$\bar{L}_\infty = \sum_{i=1}^{3} w_i^* \hat{L}_{\infty,i}$$

خطای استاندارد غیرشرطی $\bar{L}_\infty$ به صورت زیر محاسبه شد:

$$se(\bar{L}_\infty) = \sum_{i=1}^{3} w_i \left(var(\hat{L}_{\infty,i}|g_i) + (\hat{L}_{\infty,i} - \bar{L}_\infty)^2\right)^{1/2}$$

نتایج

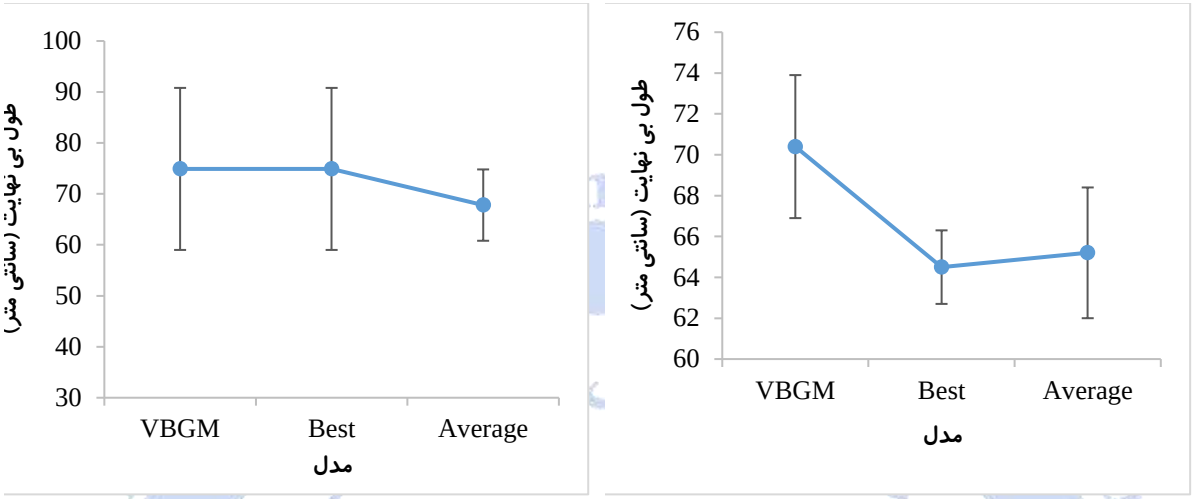
در این مطالعه، در ۵۶/۵ درصد موارد مدل رشد وان برتالنفی بعنوان بهترین مدل انتخاب نشد (شکل ۱). در بررسی بیشتر، فقط نتایج دو گونه کفال طلائی (*Liza aurata*) (منبع داده‌ها: Fazli *et al.*, 2008) و ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*) (منبع داده‌ها: Ghanbarzadeh *et al.*, 2013) ارائه شده است. مقادیر ضریب تعیین (R^2)، AIC_C، Δ_i، w_i، $\hat{L}_{\infty,i}$، $se(\hat{L}_{\infty.i})$، فاصله اطمینان ۹۵ درصد $\hat{L}_{\infty.i}$، $\bar{L}_\infty$، $se(\bar{L}_\infty)$ و فاصله اطمینان ۹۵ درصد $\bar{L}_\infty$ برای این ۳ گونه در جدول ۲ آورده شده است. مدل رشد وان برتالنفی بعنوان بهترین مدل برای کفال طلائی انتخاب شد. اگرچه دو مدل دیگر نیز تا حدودی توسط داده‌ها پشتیبانی می‌شود.



شکل ۳: خلاصه نتایج انتخاب بهترین مدل رشد ماهیان مورد مطالعه

جدول ۱: خلاصه آماری چهار مدل رشد دو گونه ماهی

مدل	k	R^2	AIC_c	Δ_i	w_i	طول بی‌نهایت (سانتی‌متر) L_∞	se	فاصله اطمینان ۹۵ درصد lower	upper
کفال طلائی (*Liza aurata*) (منبع داده‌ها: فضلی و همکاران (۲۰۰۸))									
برتالنفی	۴	۰/۹۹۵	۳۳/۲۶	۰/۰	۰/۵۷	۷۴/۹	۶/۸۹	۵۹/۰	۹۰/۸
گمپرتز	۴	۰/۹۹۴	۳۴/۵۸	۱/۳	۰/۳۰	۵۹/۸	۲/۸۶	۵۳/۲	۶۶/۴
لجستیک	۴	۰/۹۹۱	۳۶/۱۸	۲/۹	۰/۱۳	۵۵/۲	۲/۱۳	۵۰/۳	۶۰/۱
Model-Averaged						۶۷/۸	۳/۱۴	۶۰/۸	۷۴/۸
برآورد شده توسط نویسنده						۶۲/۷			
ماهی کوپر (*Argyrops spinifer*) (منبع داده‌ها: قنبرزاده و همکاران (۱۳۹۲))									
برتالنفی	۴	۰/۹۹۶	۴۰/۷۴	۲/۷	۰/۱۸	۷۰/۴	۱/۶۶	۶۶/۹	۷۳/۹۵
گمپرتز	۴	۰/۹۹۷	۳۸/۰۳	۰/۰	۰/۷۰	۶۴/۵	۰/۸۱	۶۲/۷	۶۶/۲
لجستیک	۴	۰/۹۹۶	۴۱/۸۷	۳/۸	۰/۱۲	۶۱/۹	۰/۷۶	۶۰/۳	۶۳/۶
Model-Averaged									
برآورد شده توسط نویسنده						۶۵/۲	۱/۵۴	۶۲/۰	۶۸/۵



شکل ۲: برآورد نقطه‌ای و فاصله اطمینان ۹۵ درصد طول بی‌نهایت برای مدل رشد برتالنفی، بهترین مدل و میانگین مدل

بحث

مدل رشد وان برتالنفی (VBGM) شاید پرکاربردترین و معمولترین معادله در علوم شیلاتی باشد. این مدل بر اساس اصول بیوانرژتیک ایجاد شده است (von Bertalanffy, 1938) اما چندین نویسنده (بعنوان مثال، Parker and Larkin, 1959; Paloheimo and Dickie 1964; Ursin, 1967; Roff, 1980; Schnute, 1981; Katsanevakis, 2007) عمومی بودن آن را زیر سؤال بردند و تأکید کردند که این فقط یک مورد خاص است و نباید به عنوان یک قانون رشد در نظر گرفته شود. Araya و Cubillos (۲۰۰۶) دو مدل رشد (وان برتالنفی و دو مرحله‌ای) را برای ۳۶ سری داده طول در سن (مربوط به ۱۸ گونه) ماهیان الاسموبرانش مقایسه کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که در ۲۳ مورد مدل رشد دو مرحله‌ای نسبت به VBGM تأیید بیشتری برخودار است. علاوه بر این، آن‌ها یافتند که VBGM تمایل به برآورد مقادیر بیشتر طول بی‌نهایت نسبت به مدل رشد دو مرحله‌ای دارد و پیشنهاد کردند که رشد در الاسموبرانش‌ها باید با احتیاط مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد زیرا VBGM همیشه کاربرد ندارد و به نظر می‌رسد بسیاری از گونه‌ها از مدل رشد متفاوت از VBGM پیروی می‌کنند. Katsanevakis و Maravelias (۲۰۰۸) چهار مدل رشد (برتالنفی، گمپرتز، لجستیک و توانی) را به ۱۳۳ سری داده طول و سن (۸۲ گونه: ۱۸ گونه الاسموابرانش و ۶۴ گونه ماهی استخوانی) برازاش دادند. در مطالعه آنها، در ۶۵/۴ درصد موارد مدل VBGM بعنوان بهترین مدل انتخاب نشد. بنابراین، تجزیه و تحلیل مطالعه حاضر و سایر مطالعات تأکید می‌کنند که مدل VBGM فقط یک گزینه است و نباید به طور پیشینی به عنوان مدل واحد برای مطالعه رشد ماهی مورد استفاده قرار گیرد. در هیچ یک از مقالات منتشر شده که در این مطالعه استفاده شده بودند، روش MMI برای استنباط دنبال نشده است. این امر تأیید می‌کند که VBGM انتخاب نهایی محققان برای مطالعه رشد ماهی بوده است، حتی وقتی چنین انتخابی از تأیید کمی یا هیچ تاییدی برخوردار نبوده است و عدم قطعیت انتخاب مدل به طور کامل نادیده گرفته شده بود. در این مطالعه ۴ مدل رشد در نظر گرفته شد. علاوه‌بر این‌ها مدل‌های دیگر مانند VBGM تعمیم یافته (Pauly, 1979)) (معادل با معادله ریچارد (Richards, 1959))، شنوت-ریچارد (Schnute and Richards, 1990) (اصلاح شده مدل VBGM که بعنوان مدل رشد دو مرحله‌ای شناخته می‌شود (Soriano *et al.*, 1992) و مدل توانی اصلاح شده (Rafail, 1971) و حتی مدل خطی ساده (Curtis and Shima 2005) در مدلسازی رشد استفاده می‌شود.

اولین نتیجه‌گیری کلی از مطالعه حاضر این است که انتخاب مدل برای مطالعه رشد بر اساس نظریه اطلاعات باشد. با توجه به نتایج بدست آمده، برآورد طول بی نهایت تا حد زیادی وابسته به نوع مدل بود بطوریکه طول بی نهایت برآورد شده با مدل رشد وان برتالنفی در تمام موارد بیشتر از مدل‌های دیگر بود. حتی اگر مدل وان برتالنفی بهترین مدل باشد، با در نظر نگرفتن اصل عدم قطعیت انتخاب مدل ممکن است باعث کاهش دقت تخمین پارامترهای مدل گردد. بنابراین، برای داشتن برآوردهای استوار از پارامترها و امکان در نظر گرفتن عدم قطعیت در مورد پارامترهای مدل، مدل ترکیبی براساس وزن‌های آکائیکه پیشنهاد می‌گردد. روش‌های بیزی در انتخاب و استنباط مدل نیز تمرکز تحقیقات زیادی است و همچنین می‌تواند در مدل‌سازی رشد ماهی استفاده شود.

منابع

Akaike H. (1973). Information theory as an extension of the maximum likelihood principle. In: Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory (eds B.N. Petrov and F. Csaki). Akademiai Kiado, Budapest, pp. 267–281.

Akaike H. (1981). Likelihood of a model and information criteria. Journal of Econometrics, 16: 3–14.

Araya M., Cubillos L.A. (2006). Evidence of two-phase growth in elasmobranchs. Environmental Biology of Fishes, 77: 293–300.

von Bertalanffy L. (1938). A quantitative theory of organic growth (Inquiries on growth laws II). Human Biology, 10: 181–213.

Burnham K.P., Anderson D.R. (2002). Model Selection and Multimodel Inference: a Practical Information-Theoretic Approach, 2nd edn. Springer, New York, 488 p.

Curtis T.D. and Shima, J.S. (2005). Geographic and sexspecific variation in growth of yellow-eyed mullet, Aldrichetta forsteri, from estuaries around New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 39: 1277–1285.

Fazli H., Ghaninejad D., Janbaz A.A., Daryanabard R. (2008). Population ecology parameters and biomass of golden grey mullet (Liza aurata) in Iranian waters of the Caspian Sea. Fisheries Research, 93: 222-228.

Ghanbarzadeh M., Mahboobi Soofiani N., Keivany Y., Asadollah S., Taghavi Motlagh S.A. (2013). Determination of growth parameters of the king soldier bream (Argyrops spinifer), using the backcalculation method and otolith reading data in coastal waters of Bushehr Province, Persian Gulf. Iranian Scientific Fisheries Journal, 21(4): 75-84.

Jackson G.D., Choat J.H. (1992). Growth in tropical cephalopods: an analysis based on statolith microstructure. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 49: 218–228.

Gompertz B. (1825). On the nature of the function expressive of the law of human mortality and on a new mode of determining the value of life contingencies. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 115: 515–585.

Hoeting J.A., Madigan D., Raftery A.E., Volinsky C.T. (1999). Bayesian model averaging: a tutorial (with discussion). Statistical Science, 14: 382–417.

Hurvich C.M., Tsai, C.L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. Biometrika, 76: 297–307.

Katsanevakis S. (2006). Modelling fish growth: model selection, multi-model inference and model selection uncertainty. Fisheries Research, 81: 229–235.

Katsanevakis S. (2007). Growth and mortality rates of the fan mussel Pinna nobilis in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. Marine Biology, 152: 1319–1331.

Katsanevakis S., Maravelias C.D. (2008). Modelling fish growth: multi-model inference as a better alternative to a priori using von Bertalanffy equation. Fish and Fisheries, 9: 178-1897.

Lamare M.D., Mladenov P.V. (2000). Modelling somatic growth in the sea urchin Evechinus chloroticus (Echinoidea: Echinometridae). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 243: 17–43.

Paloheimo J.E., Dickie L.M. (1964). Food and growth of fishes. 1. A growth curve derived from experimental data. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 22: 521–542.

Parker R.R., Larkin P.A. (1959). A concept of growth in fishes. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 16: 721–745.

Pauly D. (1979). Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula. Berichte aus dem Instiute fuer Meereskunde 63. Kiel University, Kiel, Germany.

Rabaoui L., Zouari S.T., Katsanevakis S., Ben Hassine O.K. (2007). Comparison of absolute and relative growth patterns among five Pinna nobilis populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. Marine Biology, 152: 537–548.

Rafail S.Z. (1971). A new growth model for fishes and the estimation of optimum age of fish populations. Marine Biology, 10: 13–21.

Richards F.J. (1959). A flexible growth function for empirical use. Journal of Experimental Botany, 10: 290–300.

Ricker W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 1–382.

Roff D.A. (1980). A motion for the retirement of the von Bertalanffy function. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37: 127–129.

Schnute J. (1981). A versatile growth model with statistically stable parameters. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 38: 1128–1140.

Schnute J.T., Richards L.J. (1990). A unified approach to the analysis of fish growth, maturity, and survivorship data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 47: 24–40.

Semmens J.M., Pecl G.T., Villanueva R., Jouffre D., Sobrino I., Wood J.B., Rigby P.R. (2004). Understanding octopus growth: patterns, variability and physiology. Marine and Freshwater Research, 55: 367–377.

Soriano M., Moreau J., Hoenig J.M., Pauly D. (1992). New functions for the analysis of two-phase growth of juvenile and adult fishes, with application to nile perch. Transactions of the American Fisheries Society, 121: 486– 493.

Ursin E. (1967). A mathematical model of some aspects of fish growth respiration and mortality. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 24: 2355–2453.

بخش چهارم

مقالات ارائه شده بصورت پوستر

Section 4

Poster Presentations

ترکیب طولی، وزنی، ضریب چاقی و الگوی رشد مرواریدماهی کورا (*Alburnus filippi*) در رودخانه‌های حوضه تالاب انزلی

کیوان عباسی [1*]؛ مهدی مرادی [1]؛ یعقوبعلی زحمتکش [1]؛ مرتضی نیکپور [1]؛ فریبا مددی [1]

پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

چکیده

مرواریدماهی کورا (*Alburnus filippi*) یکی از گونه‌های نسبتاً کوچک جثه متعلق به خانواده Leuciscidae بوده و در ایران تنها در حوضه دریای کاسپین وجود دارد. این ماهی در حوضه تالاب انزلی، در رودخانه‌های خالکایی، پلنگ ور، ماسوله رودخان، سیاه درویشان و پسیخان وجود داشته و به ندرت در داخل تالاب نیز مشاهده می‌شود. در رودخانه‌های تالاب انزلی طی بررسی سال ۱۳۹۵ حدود ۱/۳۳ درصد تعداد ماهیان را تشکیل داد. این بررسی با هدف تعیین برخی خصوصیات زیستی این ماهی در رودخانه‌های ورودی تالاب انزلی انجام شد و نمونه برداری ماهیان به صورت فصلی با استفاده از الکتروشوکر در سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. نتایج بررسی روی ۱۶۱ نمونه این ماهی در مجموع رودخانه‌ها نشان داد که ماهیان صید شده دارای وزن بدن ۰/۰۳ تا ۱۰/۹۵ با میانگین ۱/۵۷ ± ۲/۰۸ گرم، طول کل ۱۴ تا ۱۰۸ با میانگین ۱۴/۴ ± ۵۶/۵ میلی متر و سن آن‌ها +۰ تا ۴ سال (اغلب ۱ ساله) تعیین شد. همچنین ماهیان با طول کل ۵۰ تا ۶۰ میلی متر با فراوانی ۳۶/۳ درصد جمعیت غالب بودند. نرها ۵۷/۶ و ماده‌ها ۴۲/۴ درصد جمعیت را تشکیل دادند که با نسبت استاندارد (۱: ۱) اختلاف داشت. بررسی کنونی نشان داد که بین طول و وزن بدن این ماهی، مقدار ضریب ثابت (a) ۰/۰۰۶، مقدار شیب خط (b) ۳/۲۱ و همبستگی (r^2) ۰/۹۸ بوده و الگوی رشد آن آلومتریک مثبت تعیین شد. ضریب محیطی در این ماهی در رودخانه‌های مورد بررسی حوضه تالاب انزلی ۰/۱۳ ± ۰/۸۴ تعیین شد.

واژگان کلیدی: ماهیان، ویژگی‌های زیست شناسی، گیلان، دریای کاسپین

Length, weight, condition factor and growth pattern of Kura bleak, *Alburnus filippi* in the rivers of Anzali Wetland basin

Keivan Abbasi[1*], Mehdi Moradi[1], Yaghobali Zahmatkesh[1], Morteza Nikpour[1], Fariba Madadi

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

Abstract

Kura bleak, *Alburnus filippi* is one of the relatively small sized species of Leuciscid family and exists in the Caspian Sea basin only in Iran. In the Anzali wetland basin the species exists in Khalkaee, Palangvar, Masuleh-Rudkhan, Siahdarvishan and Pasikhan rivers. The studied fish constituted 1.33% of fish population (numerical) in the rivers of Anzali wetland basin in 2016. This study aimed to determine some biological traits of the fish in the rivers. Fish sampling was carried out seasonally using electro-shocker in 2016. The results showed that body weight was 0.03-10.95 with an average of 2.08 ± 1.57 g, total length 14-108 with an average of 56.5 ± 14.4 mm and the age of fish was 0^+ - 4 years old (mostly 1+) in sampled specimens (n=161). The specimens with total length of 50-60 ^{mm} were abundant with 36.3%. Males and females constituted 57.6% and 42.4% of total population respectively deviating from andard ratio of 1 male: 1 female). This study showed a good correlation between body weight and total length (r^2=0.98) of measured specimens and constant (a) and line slope (b) coefficient were estimated at 0.005 and 3.21. The growth pattern was positive allometric. Condition factor was computed 0.84 ± 0.13 in the studied rivers of Anzali wetland basin.

Keywords: Fish, Biological characters, Guilan, Caspian Sea.

ترکیب طولی، وزنی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی *Leucaspius delineatus* در تالاب انزلی

کیوان عباسی*[۱]؛ مهدی مرادی [۱]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۱]؛ علینقی سرپناه [۲]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

چکیده

ماهی لوکاسپیوس (*Leucaspius delineatus*) یکی از گونه‌های ریزجثه و نسبتاً کمیاب متعلق به خانواده Leuciscidae بوده و در ایران تنها در حوضه دریای کاسپین وجود دارد. این ماهی کم شناخته شده در ایران عمدتاً در تالاب انزلی، بوجاق و امیرکلایه و به ندرت در پایین دست برخی محدود از رودخانه‌های متصل به این تالاب‌ها وجود دارد. در تالاب انزلی طی بررسی سال ۱۳۹۵ حدود ۳/۱۶ درصد تعداد ماهیان را تشکیل داد. این بررسی با هدف تعیین برخی خصوصیات زیستی این ماهی در تالاب انزلی انجام شد و نمونه برداری ماهیان به صورت ماهانه با استفاده از الکتروشوکر در سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. نتایج بررسی روی ۱۵۸ نمونه این ماهی نشان داد که ماهیان صید شده دارای وزن بدن ۰/۰۱ تا ۱/۶۷ با میانگین ۰/۳۶ ± ۰/۵۲ گرم، طول کل ۱۰ تا ۴۹ با میانگین ۸/۴ ± ۳۵/۲ میلی متر و سن آن‌ها +۰ تا ۳ سال (اغلب ۱ ساله) تعیین شد. همچنین ماهیان با طول کل ۳۲ تا ۳۵، ۳۵ تا ۳۸ و ۴۱ تا ۴۴ میلی متر به ترتیب با فراوانی ۱۶/۲، ۱۵/۴ و ۱۵/۴ درصد جمعیت غالب بودند. نرها ۵۴/۲ و ماده‌ها ۴۵/۸ درصد جمعیت را تشکیل دادند که با نسبت استاندارد (۱: ۱) اختلافی نداشت. بررسی کنونی نشان داد که بین طول و وزن بدن این ماهی، مقدار ضریب ثابت (a) ۰/۰۰۵، مقدار شیب خط (b) ۳/۴۲ و همبستگی (r^2) ۰/۹۸ بوده و الگوی رشد آن آلومتریک مثبت تعیین شد. ضریب محیطی در این ماهی در داخل تالاب انزلی ۰/۱۶ ± ۰/۹۶ تعیین شد.

واژگان کلیدی: ماهیان، ویژگی‌های زیست شناسی، گیلان، دریای کاسپین

Length, weight, condition factor and growth pattern of Belica (*Leucaspius delineatus*) in Anzali Wetland

Keivan Abbasi*[1], Mehdi Moradi[1], Yaghobali Zahmatkesh[1], Alinaghi Sarpanah[2]

1-Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.
2- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

Abstract

Belica **(***Leucaspius delineatus*) is one of the small sized and relatively rare species of Leuciscid family and exists in Iran only in the Caspian Sea region. Little known about the species in Iran, mainly in Anzali wetland, Bojagh national Park and Amirkolayeh wetland and rarely in downstream rivers of wetlands, too. *L. delineatus* formed 3.16% of fish population in Anzali Wetland in 2016. This study aimed to determine some biological traits of the fish in Anzali Wetland (Guilan Province) and fish sampling has been done using with electro-shocker monthly in 2016. The results showed that body weight was 0.01-1.67 with an average of 0.52 ± 0.36 g, total length 10-49 with an average of 35.2 ± 8.4 mm and the age of fish was 0+-3 years old (mostly 1+) in examined specimens (n=158). The specimens with total length of 32-35, 35-38 mm and 41-44 were more abundant with 16.2%, 15.4% and 15.4%, respectively. Males and females formed 54.2% and 45.8 of total population respectively and had no difference with standard ratio (1male: 1 female). This study showed a good correlation between the body weight and total length (r^2=0.98) of measured specimens and constant (a) and line slope (b) coefficient estimated 0.005 and 3.42, and growth pattern was positive allometric. Condition factor was computed 0.96 ± 0.16 in Belica in Anzali wetland, too.

Keywords*: Fish, Biological trait, Guilan Province, Caspian Sea*

ترکیب طولی، وزنی، سنی، نسبت جنسی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی سیم (*Abramis brama*) در تالاب انزلی

کیوان عباسی [۱]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۱*]؛ مهدی مرادی [۱]؛ مرتضی نیکپور [۱]؛ احمد قانع [۱]

۱ پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: younes_zahmatkesh@yahoo.com

چکیده

ماهی سیم (*Abramis brama*) یکی از گونه‌های اقتصادی متعلق به خانواده Leuciscidae بوده و در ایران در حوضه دریای کاسپین و دریاچه ارومیه وجود دارد. بیشترین صید آن در ساحل و تالاب انزلی صورت می‌گیرد. ذخایر این ماهی در دو دهه اخیر به شدت کاهش یافته و در فهرست ماهیان آسیب پذیر قرار دارد. این ماهی در تالاب انزلی طی بررسی سال ۱۳۹۵ حدود ۰/۰۰۳ درصد تعداد ماهیان را تشکیل داد. این بررسی با هدف تعیین برخی خصوصیات زیستی این ماهی در تالاب انزلی انجام شد و نمونه برداری ماهیان به صورت ماهانه با استفاده از الکتروشوکر در سال ۱۳۹۵ انجام شد. نتایج بررسی روی ۶۸ نمونه این ماهی نشان داد که ماهیان صید شده دارای وزن بدن ۴/۷ تا ۵۶۵ با میانگین ۸۴/۸ ± ۹۱/۳ گرم، طول کل ۷۵ تا ۳۴۷ با میانگین ۴۹/۱ ± ۱۹۴/۳ میلی متر و سن آن‌ها ۱ تا ۷ سال (اغلب ۳ ساله) تعیین شد. همچنین ماهیان با طول کل ۱۶۱ تا ۱۸۰، ۲۰۱ تا ۲۲۰ و ۱۴۱ تا ۱۶۰ میلی متر به ترتیب با فراوانی ۲۰/۶، ۱۷/۷ و ۱۶/۲ درصد جمعیت غالب بودند. نرها ۴۸/۲ و ماده‌ها ۵۱/۸ درصد جمعیت را تشکیل دادند که با نسبت استاندارد (۱: ۱) اختلافی نداشت. بررسی کنونی نشان داد که بین طول و وزن بدن این ماهی، مقدار ضریب ثابت (a) ۰/۰۰۸، مقدار شیب خط (b) ۳/۰۷ و همبستگی (r^2) ۰/۹۸ بوده و الگوی رشد آن ایزومتریک تعیین شد. ضریب چاقی یا محیطی در ماهی سیم در داخل تالاب انزلی ۰/۱۱ ± ۱/۰۲ تعیین شد.

واژگان کلیدی: ماهیان، ویژگی‌های زیست شناسی، گیلان، دریای کاسپین

Length, weight, age, sex ratio, condition factor and growth pattern of bream, *Abramis brama* in Anzali Wetland, north of Iran

Keivan Abbasi[1]; Yaghobali Zahmatkesh*[1]; Mehdi Moradi[1], Morteza Nikpour[1]; Ahmad Ghane[1]

[1]Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: younes_zahmatkesh@yahoo.com

Abstract

Bream, *Abramis brama* is a commercial species of Leuciscid family and exists in the Caspian Sea and Urmia Lake basins. The highest catch of the species has been done in Anzali shore and wetland but its population has severely decreased in the past two decades and nowadays considered as vulnerable fish species. Bream constituted 0.003% of fish population in Anzali Wetland in 2016. This study aimed to determine some biological traits of the fish in Anzali wetland (Guilan province) and fish sampling has been done using with electro-shocker monthly in 2016. The results showed that body weight was 4.7-565 with an average of 91.3 ± 84.7 g, total length 75-347 with an average of 194.3 ± 49.1 mm and the age was 1-7 years old (mostly 3+) in sampled specimens (n = 68). The specimens with total length of 161-180, 201-220 and 141-160 were more abundant with 20.6%, 17.17% and 16.2%, respectvely. Males and females formed 48.2% and 51.85 of total population respectively with no difference from standard ratio (1 male: 1 female). This study showed a good correlation between body weight and total length (r^2 = 0.98) of measured specimens and constant (a) and line slope (b) coefficient estimated 0.008 and 3.07, and growth trend was isometric. Condition factor was computed 1.02 ± 0.11 in *A. brama* in Anzali wetland, too.

Keywords*: Fish, Biological trait, Guilan Province, Caspian Sea*

بررسی پراکنش ماهیان رودخانه چافرود (حوضه تالاب انزلی)

کیوان عباسی*[۱]، مهدی مرادی [۱]، مرتضی نیک پور [۱]، یعقوبعلی زحمتکش [۱]، علی عابدینی [۱]، رضا محمدی دوست [۱]، شهرام بهمنش [۱]، احمد قانع [۱]

۱ پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: Keyvan_abbasi@yahoo.com

چکیده

در حوضه تالاب انزلی حداقل یازده رودخانه وجود دارد که رودخانه چافرود یکی از رودخانه‌های نسبتاً مهم آن می‌باشد که در غربی‌ترین نقطه به آن وارد می‌شود. این بررسی با هدف شناخت جمعیت ماهیان این رودخانه صورت گرفت و برای این کار ۷ ایستگاه انتخاب شد و نمونه برداری فصلی ماهیان در سال‌های ۱۳۹۵ با استفاده از الکتروشوکر انجام شد. نتایج نشان داد که در رودخانه چافرود ۱۹ گونه ماهی از ۵ خانواده وجود دارند که خانواده‌های کپورماهیان (Cyprinidae) و گاوماهیان (Gobiidae) به ترتیب با ۱۰ و ۴ گونه بیشترین تنوع و با ۵۴/۳ و ۴۱/۴ درصد تعداد، بیشترین فراوانی را دارا بودند. گونه‌های خیاطه ماهی سمیعی (*Alburnoides samiii*)، گاوماهی ایران (*Ponticola iranicus*)، گاوماهی دریاچه‌ای (*Rhinogobius lindbergi*)، ماهی کاراس (*Carassius gibelio*) و سیاه ماهی رازی (*Capoeta razii*) به ترتیب حدود ۲۷/۲، ۲۰/۴، ۱۶/۵، ۶/۸ و ۶/۵ درصد جمعیت را تشکیل داده و غالب بودند. در این بررسی ۵ گونه ماهی بومزاد، ۶ گونه کپورچه (*Carassius gibelio*)، تیزکولی (*Hemiculter leucisculus*)، قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhyncus mykiss*)، آمورنما (*Pseudorasbora parva*)، گامبوزیا (*Gambusia holbrooki*) و گاوماهی دریاچه‌ای (*Rhinogobius lindbergi*) غیربومی و سایر ماهیان، بومی ایران بودند. همچنین تنها یک گونه ماهی مهاجر دریای خزر (شاه کولی خزری) در این رودخانه یافت شد.

واژگان کلیدی: تنوع زیستی، فراوانی، ماهیان، گیلان، دریای کاسپین

Distribution of fish species in Chafrud River, Anzali Wetland basin, north of Iran

Keivan Abbasi[1], Mehdi Moradi[1], Morteza Nikpoor[1], Yaghobali Zahmatkesh[1], Ali Abedini[1]
Reza Mohammadidost[1], Shahram Behmanesh1; Ahmad Ghane[1]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

Abstract

There are at least 11 rivers entering the Anzali Wetland, which Chaf River is one of its relatively important one which enter the wetland at the western point. The main aim of this study was determination of fish abundance in this river. Seven sampling stations were selected and fish were sampled seasonally by electro-shocker in 2016. The result showed 19 fish species belonging to 5 families. Cyprinidae and Gobiidae with 10 and 4 species showed the highest diversity abundance with 54.3% and 41.4% of total caught individuals respectively. *Alburnoides samiii*, *Ponticola iranicus*, *Rhinogobius lindbergi*, *Carassius gibelio* and *Capoeta razii* were abundant with about 27.2, 20.4, 16.5, 6.8 and 6.5% of total caught fish species, respectively. 5 fish species were endemic, 6 fish species (*Carassius gibelio*, *Hemiculter leucisculus*, *Oncorhyncus mykiss*, *Pseudorasbora parva*, *Gambusia holbrooki* and *Rhinogobius lindbergi*) were exotic and the others were native for Iran, too. Only one migratory fish species (shemaya, *Alburnus chalcoides*) was identified in this river.

Keywords: Biodiversity, Abundance, Fish, Guilan, Caspian Sea.

بررسی رشد طولی و وزنی در گاوماهی خزری (*Neogobius caspius*) در سواحل گیلان

کیوان عباسی*[۱]؛ علینقی سرپناه [۲]؛ اکبر پورغلامی [۱]؛ شهرام بهمنش [۱]؛ حامد موسوی ثابت [۳]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان- صومعه سرا، ایران

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

چکیده

گاوماهی خزری (*Neogobius caspius*) یکی از گونه‌های نسبتاً بزرگ جثه خانواده Gobiidae بوده و در ایران در حوضه دریای کاسپین وجود دارد. این گونه دریازی بوده و در سواحل گیلان طی دهه اخیر حدود ۱۲ درصد تعداد ماهیان را تشکیل داد. این بررسی با هدف تعیین رشد طولی و وزنی دو جنس این ماهی در سواحل گیلان انجام شد و نمونه برداری ماهیان با استفاده از پره چشمه ۶ و ترال کفی چشمه ۴ میلی متر در سال ۱۳۸۵، ۱۳۹۲ و ۱۳۹۵ صورت گرفت. نتایج نشان داد که وزن بدن و طول کل در نرها (۱۶۸ عدد) ۰/۶۳-۵۶/۷ گرم و ۴۲-۱۷۶ میلی متر و در ماده‌ها (۲۵۴ عدد) ۱/۰۶-۲۲/۲ گرم و ۴۶-۱۲۲ میلی متر می‌باشد. میانگین طول کل در نرها در سنین زیر ۱، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ سال به ترتیب ۵۲/۴، ۶۴/۶، ۸۸/۹، ۱۲۶/۵، ۱۳۹/۳ و ۱۵۸/۵ و در ماده‌ها به ترتیب ۵۲/۱، ۶۲/۱، ۹۰/۷، ۱۰۳/۴، ۱۱۷/۱ و ۱۲۲/۰ میلی متر و وزن بدن نرها در این سنین به ترتیب ۱/۴۲، ۲/۲۵، ۷/۱۱، ۲۲/۰، ۳۵/۳ و ۴۸/۶ و در ماده‌ها به ترتیب ۱/۴۲، ۲/۱۳، ۶/۷۲، ۱۰/۹۹، ۱۶/۴۶ و ۱۹/۵۹ گرم تعیین شد. رشد طولی و وزنی تا سن دو سالگی در نرها نسبتاً کم و از سن ۲ تا ۳ سالگی افزایش چشمگیری داشت اما در ماده‌ها بیشترین رشد طولی سنین ۱ تا ۲ سالگی می‌باشد، میانگین طول و وزن هر دو جنس تا ۲ سالگی مشابه اما در سنین بالاتر در نرها کاملاً بیشتر است.

واژگان کلیدی: گاوماهیان، زیست شناسی، بیومتری، دریای کاسپین

Length and weight growth in Caspian goby, *Neogobius caspius* in Guilan shore, Iran

Keivan Abbasi*[1]; Alinaghi Sarpanah[1]; Akbar Pourgholami; Shahram Behmanesh[1]; Hamed Mousavi-Sabet[3]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.
2- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.
3- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Somaesara, Iran.

Email: keyvan_abbasi@yahoo.com

Abstract

Caspian goby, *Neogobius caspius* is one of relatively large sized goby from family (Gobiidae) in the Caspian Sea basin. The studied species lives in brackish water and it constituted about 12% of fish population in Guilan coasts. This study aimed to determine length and weight growth of the fish in males and females in Guilan province shore. Fish sampling has been done with 6 mm mesh-sized beach seine and 4 mm mesh-sized bottom trawl in 2006, 2013 and 2016. The results showed body weight and total length of 0.63-56.7g and 42-176 mm for males (n = 168) and 1.06-22.2 g and 46-122 mm for females (n=254). The average total length in 0+, 1, 2, 3, 4 and 5 years old specimen was 52.4, 64.6, 88.9, 126.5, 139.3 and 158.5 mm in males and 52.1, 62.1, 90.7, 103.4, 117.1 and 122.0 mm in females and the mean body weigh was 1.42, 2.25, 7.11, 22.0, 35.3 and 48.6 g in males and 1.42, 2.13, 6.72, 10.99, 16.46 and 19.59 g in females in the mentioned ages. The length and weight increase was low from 0+ until 2 years but considerable growth was achieved from 2 – 3 years old in males and the highest growth was observed in 1-2 years old females. The average length and weight of both sexes were similar until 2 years old was much higher in older males.

Keywords*:* Gobiidae, Biology, Biometry, Caspian Sea

بررسی عادت غذایی شگ‌ماهی خزری (*Alosa caspia*) در ساحل تالش

کیوان عباسی [۱]؛ ساناز پوراسدی [۱*]؛ سپیده خطیب [۱]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۱]؛ سیامک باقری [۱]؛ رضا محمدی‌دوست [۱]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی

Email: s_pourasadi@yahoo.com

چکیده

شگ ماهی خزری یکی از گونه‌های بزرگ‌جثه خانواده شگ‌ماهیان در دریای خزر بوده و هر ساله توسط پره‌ها و تورهای گوشگیر در سواحل ایرانی این دریا صید می‌گردد. این بررسی با هدف تعیین عادت غذایی این گونه در ساحل تالش (غرب استان گیلان) و در فصول بهار، تابستان و پاییز ۱۳۹۹ انجام شد. نتایج بررسی ۱۱ نمونه در بهار (طول کل ۱۹۰-۲۶۹ میلی متر)، ۶ نمونه در تابستان (طول کل ۱۰۵-۱۴۶ میلی متر) و ۳۶ نمونه در پاییز (طول کل ۲۰۵-۲۷۲ میلی متر) نشان داد که شاخص تهی بودن لوله گوارش در هر سه فصل مشترکا صفر درصد، میانگین طول نسبی روده در این فصول به ترتیب ۰/۱۲ ± ۰/۶۸، ۰/۰۵ ± ۰/۶۴ و ۰/۰۵ ± ۰/۶۰ و شدت تغذیه به ترتیب ۲۰۶/۱ ± ۴۸۳/۷، ۵۷/۸ ± ۱۴۱/۹ و ۵۳/۴ ± ۹۰/۹ محاسبه شد. در لوله گوارش این ماهیان در بهار، تابستان و پاییز ۹۹ به ترتیب ۹ جنس فیتوپلانکتونی و ۵ جنس زئوپلانکتونی، ۴ جنس زئوپلانکتونی و ۲ جنس زئوپلانکتونی مشاهده شد. در بهار جنس‌های *Thalassiosira*، *Cyclotella* و *Nitzschia* به ترتیب با فراوانی ۳۴/۵، ۲۹/۶ و ۱۱/۱ درصد تعداد فیتوپلانکتون، و جنس‌های *Acartia* و *Moina* از شاخه Arthropoda به ترتیب با فراوانی ۹۲/۲ و ۶/۵ درصد تعداد زئوپلانکتون غالب بودند. همچنین در تابستان و پاییز جنس *Acartia* به ترتیب با فراوانی ۹۵/۹ و ۹۹/۷ درصد تعداد زئوپلانکتون غالب بودند. در مجموع این بررسی نشان داد که طیف غذایی این گونه پلانکتونخوار کاهش یافته و شدت تغذیه آن نیز مطلوب نبود.

واژگان کلیدی: ماهیان، تغذیه، زیست‌شناسی، پلانکتون، دریای خزر

Investigation of feeding habit of Caspian shad (*Alosa caspia*) in Talesh Shore

Keivan Abbasi[1]; Sanaz Pourasadi[1*]; Sepideh Khatib[1]; Yaghobali Zahmatkesh[1]; Siamak Bagheri[1]; Reza Mohammadidost[1]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: s_pourasadi@yahoo.com

Abstract

Caspian shad (*Alosa caspia*) is a large-sized species of Clupeid family in the Caspian Sea waters and it was caught annually in Iranian shore of the sea by beach seine and gill-nets. This study aimed to determine feeding habit in Talesh Shore (western Guilan province) in spring, summer and autumn 2020. The results of this study on 11 specimens (total length 190-269 mm) in spring, 6 specimens (total length 105-146 mm) in summer, and 36 specimens (total length 205-272 mm) in autumn showed 0% and 0% for the vacuity index of the gut, 0.68 ± 0.12, 0.64 ± 0.05 and 0.60 ± 0.05 for relative length of gut and 483.7 ± 206.1, 141.9 ± 57.8 and 90.9 ± 53.4 for index of intensity of fullness in studied seasons, respectively. In the gut of this fish, 9 Phytoplankton and 5 zooplankton genera were observed in spring, 4 zooplankton genera in summer and 2 zooplankton food items in autumn. The genera of *Thalassiosira*, *Cyclotella* and *Nitzschia* were abundant with 34.5%, 29.6% and 11.1% of total phytoplankton cells and *Acartia* and *Moina* both from phylum Arthropoda constituted 92.2% and 6.5% of zooplankton number in spring. *Acartia* was dominant with an abundance of 95.9% and 99.7% of zooplankton amount in summer and autumn, respectively. Food spectrum decreased in this plankton-filterer fish species and was no favorite the index of intensity of fullness in the fish in this study.

Keywords: Fish, Diet, Biology, Plankton, Caspian Sea

مطالعه جمعیت‌های *Aphanius vladycovi* با استفاده از ژن سیتوکروم اکسیداز I

در استان چهارمحال و بختیاری

فریده ابوالحسنی کوپائی [۱*]؛ محمدسعید حیدرنژاد [۲]؛ ایرج هاشم‌زاده سقرلو [۳]

دانشگاه شهرکرد، شهرکرد. ۱-کارشناسی ارشد بیوسیستماتیک جانوری، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه،
۲-دانشیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد.
۳- دانشیارگروه شیلات و محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد.

Email: f.abolhasani137@gmail.com

چکیده

در این مطالعه ۳۰ نمونه ماهی *Aphanius* از رودخانه بهشت‌آباد، تالاب‌های چغاخور و گندمان، چشمه‌های برووی، شلمزار و بالاقلی در استان چهارمحال و بختیاری جمع آوری شد و با استفاده از ژن سیتکروم اکسیداز ۱ مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی‌های فاصله ژنتیکی، حداکثر تمایز ژنی در سطح درون جمعیتی بر اساس ضریب تمایز K2P، با ۰/۲۸ درصد بود. بیشترین فاصله ژنتیکی بین جمعیت‌های تالاب گندمان و چشمه برووی با چشمه شلمزار ۰/۲۲ بود در حالیکه کمترین فاصله بین نمونه‌های تالاب چغاخور با رودخانه بهشت‌آباد با ۰/۰۹ درصد مشاهده شد. هم‌چنین دارنگاره‌ها به روش‌های الحاق همسایگی و احتمال بیشینه رسم شد که تمام نمونه‌های تهیه شده از زیستگاه‌های مختلف استان چهار محال و بختیاری با *Aphanius vladykovi* متعلق به تالاب چغاخور (محل اصلی توصیف این گونه) در یک خوشه با ضریب اطمینان ۱۰۰ درصد در هر دو تحلیل احتمال بیشینه و تحلیل الحاق همسایگی جای گرفتند. از این رو، پیشنهاد می‌شود همه جمعیت‌های مورد مطالعه در اقدامات حفاظتی مربوط به آنها در نظر گرفته شود.

واژگان کلیدی: بارکد، تمایز ژنتیکی، K2P، فیلوژنی.

Study of *Aphanius vladykovi* populations using cytochrome oxidase I gene in Chaharmahal and Bakhtiari province.

Farideh Abolhasani Koupaie[1]*, Mohammad Saeed Heydarnejad[2], Iraj Hashemzadeh Segherloo[3]

1-Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
2-Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran..
3-Department of Fisheries and Environment, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Email: f.abolhasani137@gmail.com

Asstract

In this study, 30 specimens of the *Aphanius* from Beheshtabad River, Choghakhor and Gandoman wetlands, Brovi, Shalamzar and Balagholi springs in Chaharmahal and Bakhtiari province were studied to prepare genetic barcode. In genetic distance studies,the maximum gene differentiation within the population based on the Kimura 2 parameter (K2P) was 0.28%. The maximum genetic distance was observed between the populations of Gandoman wetland and Brovi spring with Shalmazar spring, 0.22 and the least distance between Choghakhor wetland samples with Beheshtabad River, 0.09%. Also, phylogenic trees were constructed based on maximum likelihood and neighbor joining methods using MEGA7 and RaxML softwares. All collected specimens from different habitats with *Aphanius vladykovi* belonging to Choghakhor wetland (type locality of this species), were clustered in one group with a bootstrap value of 100%. Hence, it is proposed to consider all the studied populations in conservation measures related to *A. vladykovi.*

Keywords: Differentiation Genetic, Barcodes, K2P, Phylogeny

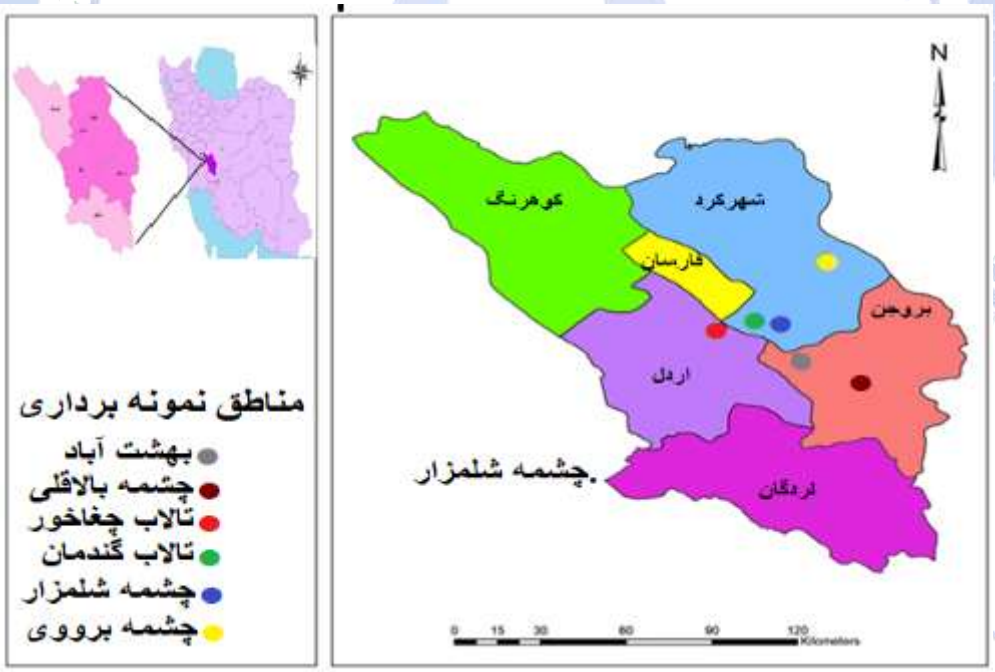
مقدمه

ماهیان کپور دندان‌دار (Cyprinodontoid) یک فوق خانواده متنوعی از راسته کپورماهی شکلان (Cyprinodontiformes) هستند و *Aphanius* تنها جنس متعلق به خانواده Aphaniidae است (Esmaeili *et al*., 2018) که در زیستگاه‌های آب‌های شیرین، لب شور وشور ساحلی زندگی می‌کنند (Gholami *et al*., 2015 ; Esmaeili *et al*.,2018). جنس یاد شده در سراسر منطقه مدیترانه و در خاور نزدیک و خاورمیانه پراکنش دارد (Teimori *et al*., 2018; Cicek *at al*., 2018). ایران و ترکیه به عنوان دو مرکز گونه‌زایی برای این جنس شناخته شده‌اند (Yogurtcuoglu and Ekmekci , 2017) که بیشترین میزان تنوع گونه‌ای در مناطق یادشده یافت می‌شود (Teimori *et al*., 2018; Cicek *at al*., 2018). گونه‌های متعلق به جنس *Aphanius* توانائی سازگاری و مقابله با نوسانات پارامترهای محیطی را دارا هستند (Cavraro *et al*., 2017). هر گونه با ویژگی‌های ظاهری بارزی، بومی منطقه‌ای مشخص می‌باشند (Coad, 2017) . ویژگی‌های ریختی هر گونه در واقع قابلیت یک ژنوتیپ منفرد برای نمایش دامنه-ای از تغییرات ریختی در پاسخ به تغییرات محیط است (Price et al., 2013). تنوع ریختی می‌تواند گویای تفاوت‌های ژنتیکی و یا تفاوت‌های ناشی از محیط باشد (Hashemzadeh *et al*., 2018) که از تکنیک‌های مولکولی برای تعیین تنوع ژنتیکی موجودات و تکمیل اطلاعات دقیق‌تر و با کمترین تأثیرپذیری از عوامل محیطی می‌توان استفاده کرد (Hashemzadeh *et al*., 2012 b). یکی از روش‌های مطالعه مولکولی برای بررسی ژنتیکی و شجره‌ای گونه‌های مختلف، استفاده از توالی‌های بارکد DNA در ژنوم میتوکندریایی است (Nassiri and Mahdavi, 2011). ژنوم میتوکندریایی به دلیل وراثت تک والدی تنها می‌توانند گویای رخدادهای شجره مادری بوده (Hallerman, 2003) و با ضریب جهشی بالا و عدم وجود نوترکیبی معیار مناسبی برای مطالعات باشند (Hashemzadeh *et al*., 2018). از این‌رو آنالیز mt DNA می‌تواند تفاوت‌های ژنتیکی را که ممکن است بین گونه‌ها و جمعیت‌های یک گونه وجود داشته باشد، آشکار سازد (Ward, 2005) و با تعداد نمونه‌های محدود بیشترین داده از تنوع موجود در جمعیت بدست آورد که این روش را به گزینه مناسب برای مطالعات بوم‌شناسی و حفاظتی مبدل کرده است (Decker *et al*., 2014). از آنجا که هدف از تهیه توالی‌های بارکد ژنتیکی، بهبود شناسایی گونه‌ها و معرفی گونه‌های جدید از طریق مطالعه الگوهای تمایز توالی در یک منطقه استاندارد در ژنوم است و ژن سیتوکروم اکسیداز جهت مطالعه در گروه‌های مختلف به‌ویژه سطوح گونه‌ها و جمعیت‌ها استفاده می‌شود (Hashemzadeh *et al*., 2012 b; Asgharian *et al*., 2011). در این پژوهش با تکنیک بارکد ژنتیکی با استفاده از ژن سیتوکروم اکسیداز زیر واحد یک میتوکندریایی، هویت ژنتیکی ماهی *Aphanius* مورد بررسی قرار گرفت و از ژن سیتوکروم اکسیداز زیر واحد ۱ (COI) به طول تقریبی ۶۴۸ جفت باز استفاده شد.

مواد و روش

ماهی مورد مطالعه از هر منطقه (رودخانه بهشت‌آباد، تالاب‌های چغاخور و گندمان، چشمه‌های برووی، شلمزار و بالاقلی) به تعداد ۵ نمونه با تور ساچوک صید شدند (شکل ۱). پس از آن باله سینه‌ای سمت راست هر یک از نمونه‌ها جدا و داخل اتانول ۹۶ درصد تثبیت شد. با روش استخراج نمک،DNA بافت استخراج شد (Aljanabi and Martinez, 1997). در این مطالعه جهت تکثیر ژن COI از پرایمرهای FCOI20 (50AACCTCTGTCTTCGGGGCTA-30) و RCOI20(50AGTGGTTATGYGGCTGGCTT-30) استفاده شد (Hashemzadeh *et al*., 2017). واکنش PCR در حجم ۲۵ میکرولیتر از ۱۸ میکرولیتر آب مقطر، ۵/۲ میکرولیتر بافر X۱۰، ۰/۵ میکرولیتر کلرید منیزیم ۵۰ میلی

مولار، ۰/۵ میکرولیتر محلول ۱۰ میلی مولار از هر آغازگر، ۰/۵ میکرولیتر dNTP ۲۵ میلی مولار، ۰/۵ میکرولیتر آنزیم بیوتیگ، ۲ میکرولیتر DNA استفاده شد. چرخه دمایی در این آزمایش شامل ۱۰ دقیقه در دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد، ۳۵ چرخه شامل دمای ۹۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه، ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه،۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ دقیقه و در پایان یک چرخه در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه بود (Hashemzadeh *et al.*, 2014). یک قطعه از ژنوم میتوکندریایی به طول تقریبی ۶۴۸ جفت باز در طی واکنش PCR تکثیر شد و توالی انتهای ۵ ژن COI به وسیله دستگاه ABI3130 تعیین شد. از توالی پیشرو جهت تعیین توالی استفاده شد و توالی با توجه به فایل‌های کروماتوگرام و توالی‌های مشابه در بانک ژن (جدول ۱) مقایسه و توسط نرم‌افزار (Bio edite (Version,7.2.5 ویرایش شد. پس از انطباق و یکپارچه کردن توالی‌ها، قطعه مشترک بین ماهیان مورد مطالعه و ژن‌های موجود در بانک ژن انتخاب شد. آزمون اشباع جایگزینی (Saturation) با استفاده از نرم‌افزار DAMBE (Xia and Lemey, 2009) انجام شد. میزان تمایز بین جمعیت‌ها و فاصله‌های ژنتیکی بین توالی‌ها براساس مدل K2P (Kimura, 1980) محاسبه شد. جهت ترسیم درخت شجره‌شناسی در این پژوهش از روش‌های Neighbor-Joining، Maximum likelihood موجود در نرم‌افزار MEGA و تحت مدل‌های GTR و GAMMA با ضریب بوت‌استرپ ۱۰۰۰ تکرار استفاده شد.



شکل ۱: نمایش موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری گونه *Aphanius vladycovi*

جدول ۱: لیست توالی‌های استفاده شده و شماره دسترسی از بانک NCBI

گونه	شماره دسترسی (بانک ژن	گونه	شماره دسترسی (بانک ژن)
Aphanius baeticus	KJ552418.1	Aphanius mentoides	**KJ552397.1**
Aphanius alexandri	KJ552647.1	Aphanius orontis	**KJ552683.1**
Aphanius almiriensis	KJ552360.1	Aphanius saldae	**KJ552398.1**
Aphanius anatoliae	KJ552467.1	Aphanius saourensis	**KJ552623.1**
Aphanius asquamatus	KJ834543.1	Aphanius similis	**KJ552500.1**
Aphanius danfordii	KJ834531.1	Aphanius similis	**KJ552367.1**
Aphanius fasciatus	KJ552516. 1	Aphanius sureyanus	**KJ834526.1**
Aphanius fontinalis	KJ552742.1	Aphanius transgrediens	**KJ552368.1**
Aphanius fontinalis	KJ552560.1	Bathygobius sp	**KT357897.1**
Aphanius iconii	KJ552688.1	Canthigaster rivulata	**JF952693.1**
Aphanius iconii	KJ552481.1	Canthigaster smithae	**JF493017.1**
Aphanius maeandricus	KJ552515.1	Parupeneus spilurus	**DQ107798.1**
Aphanius mento	KJ552511.1	Pseudamia gelatinosa	**FJ346820.1**

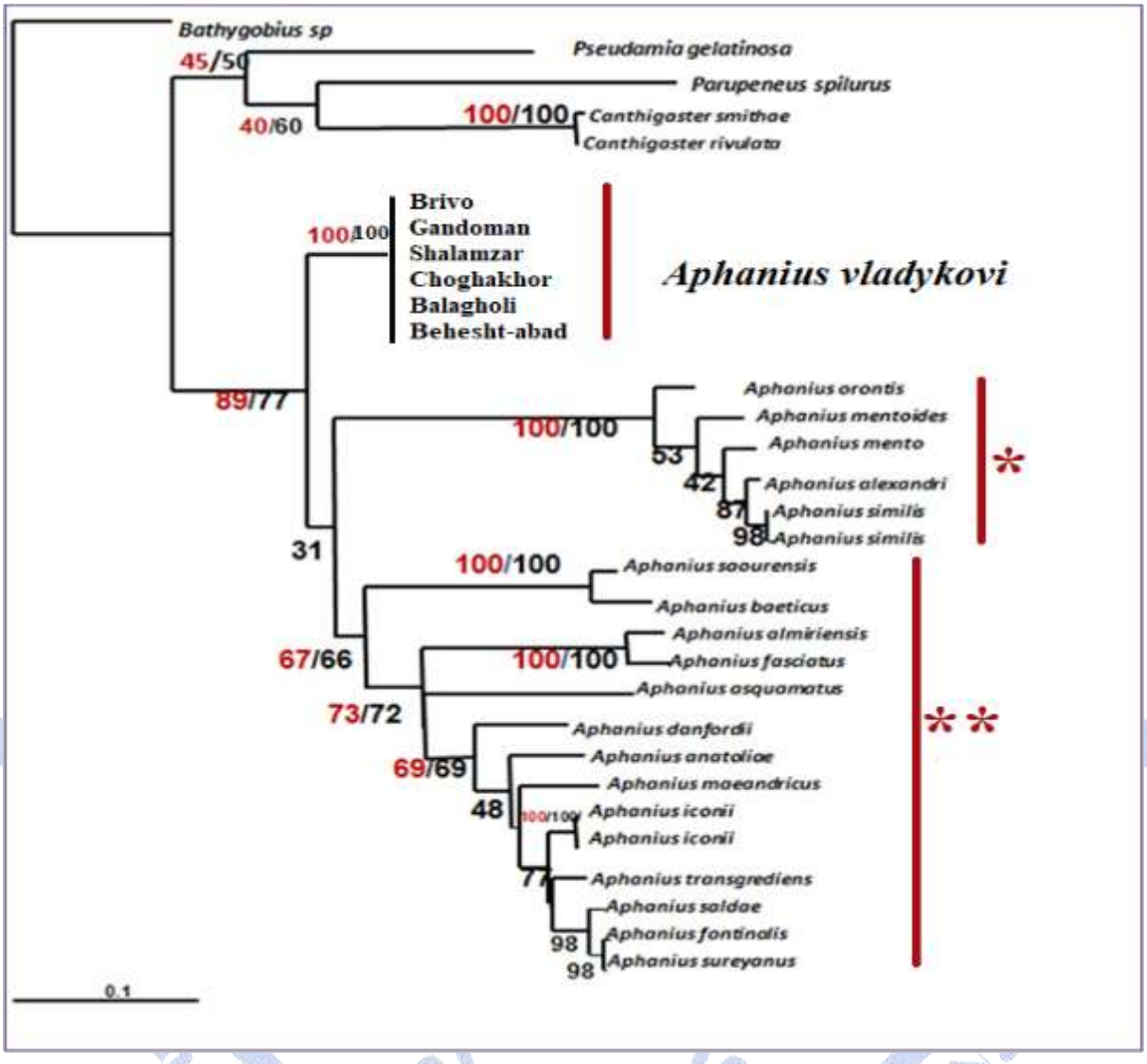
نتایج و بحث

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی بارکد DNA، در بیش از ۹۰ درصد از ارگانیسم‌های مورد بررسی در شناسائی گونه‌ها قابل اعتماد است (Kulsantiwong *et al.* 2013). فاصله ژنتیکی جمعیت‌های مورد مطالعه براساس الگوی Kimura2parameter محاسبه شد که حداکثر تمایز ژنی درون جمعیت مربوط به چشمه شلمزار با ۰/۲۸ درصد مشاهده شد و بیشترین فاصلهٔ ژنتیکی بین گروهی نیز مربوط به نمونه‌های تالاب گندمان با چشمه شلمزار و چشمه برووی با چشمه شلمزار با ۰/۲۲ درصد و کمترین فاصله بین نمونه‌های تالاب چغاخور با رودخانه بهشت‌آباد با ۰/۰۹ درصد بود (جدول ۲). تمایز توالی برای ژن سیتوکروم اکسیداز I در سطح درون گونه‌ای برای گروه‌های مختلف جانوران برآورد شده است. ضریب تمایز در ماهیان آب شیرین کانادا ۰/۲۷ درصد و میزان توالی در بین گونه‌های یک جنس در ماهیان آب شیرین بین (۰-۱۹/۳۳) که میانگینی برابر با ۸/۳۷ درصد گزارش شده است (Hubert *et al.*, 2008). درخت‌های شجره‌شناسی ترسیم شده براساس احتمال بیشینه و الحاق همسایگی، توپولوژی کم و بیش یکسانی را نشان داد. جمعیت مورد بررسی در شش منطقه با سایر گونه‌های *Aphanius* استفاده شده از بانک ژن با ضریب اطمینان ۷۷ درصد در تحلیل احتمال بیشینه و ۸۹ درصد در تحلیل الحاق همسایگی در یک گروه قرار گرفتند. تمام نمونه‌های *Aphanius* مورد بررسی در یک خوشه با ضریب اطمینان ۱۰۰ درصد (در هر دو تحلیل) قرار گرفتند (شکل ۳). در دارنگاره‌های ترسیم شده در بین اعضای جنس Aphanius سه کلاد شامل *Aphanius vladykovi*، آفانیوس‌های خاورمیانه‌ای و آفانیوس‌های اروپائی- آناتولی قابل مشاهده است. با توجه به داده‌های فسیلی مرتبط با اعضای این جنس، قدیمی‌ترین فسیل‌های ماهیان این جنس متعلق به اروپا در کشورهای آلمان، فرانسه و جمهوری چک و مربوط به بازه

زمانی ۱۹ تا ۲۱ میلیون سال قبل هستند. در منطقه خاورمیانه در ناحیه آناتولی فسیل‌هایی از اعضای این جنس با قدمت ۱۶-۱۷ میلیون سال ثبت شده است. در ایران نیز قدیمی‌ترین فسیل‌های این جنس متعلق به ۱۰-۱۱ سال میلیون سال قبل است (http://www.wahre-staerke.com). در شمال آفریقا نیز فسیل‌های این جنس به حدود ۶-۷ میلیون سال قبل باز می‌گردد (Gaudant, 2002). با توجه به این زمان‌ها می‌توان عنوان کرد که سیر مهاجرت اعضای این جنس و منشأ اولیه آن‌ها از منطقه پالئارکتیک (شامل اروپا) بوده است و امروزه دامنه پراکنش آن مناطقی شامل آفریقا، اروپا، آسیای غربی تا هندوستان را در بر می‌گیرد. در مطالعات شجره‌شناسی اعضای این جنس به گروه‌های اجدادی غرب و شرق دریای تتیس تقسیم‌بندی شده‌اند (Coad, 2017) که گونه‌های ایرانی را می‌توان از گروه‌های شرقی دانست. هم‌چنین Ferrito و همکاران (2007) نیز بیان داشتند در مطالعات مولکولی واگرایی ژنتیکی پایین بین جمعیت نشان‌دهندهٔ وجود جریان ژنتیکی بین جمعیت‌هاست. اما قضاوت در مورد فرآیندهای جمعیتی مثل مهاجرت در بین جمعیت‌ها و تعیین میزان مهاجرت، نیازمند استفاده از نشانگرهایی مثل ریزماهواره و دیگر نشانگرهای دو والدی است و تنها با استناد به داده‌های ژنوم میتوکندریایی نمی‌توان قضاوت دقیقی در این مورد ارائه داد (Hallerman, 2003). در مجموع می‌توان جمعیت‌های مورد بررسی را به عنوان جمعیت‌های گونه *A.vladykovi* معرفی و حفاظت از این جمعیت‌ها را ضروری دانست و اقدامات حفاظتی را در مورد همهٔ جمعیت‌ها و ذخایر ژنتیکی این گونه مهم اتخاذ کرد.

جدول ۲: فاصله ژنتیکی جمعیت‌های *Aphanius vladykovi* مورد بررسی بر اساس مدل K2P.

گروه‌ها درون گروهی		بین گروهی				
		(۱)	(۲)	(۳)	(۴)	(۵)
چشمه شلمزار	۰,۲۸					
تالاب گندمان	۰,۲	۰,۲۲				
تالاب چغاخور	۰,۱۷	۰,۲۱	۰,۱۷			
چشمه برووی	۰,۰۸	۰,۲۲	۰,۱۷	۰,۲۱		
رودخانه بهشت آباد	۰	۰,۱۷	۰,۱۳	۰,۰۹	۰,۲۱	
چشمه بالاقلی	۰	۰,۱۷	۰,۱۳	۰,۱۷	۰,۰۴	۰,۱۷



شکل ۲: درخت تبارشناسی براساس روش Liklihood توسط نرم‌افزار RaxML ترسیم شد. ضرایب اطمینان روش Neighbor-Joining نیز در کنار ضریب اطمینان کلادهای آن آورده شد. ضریب بوسترپ آزمون برابر با ۱۰۰۰ تکرار می‌باشد. (* *Aphanius* خاورمیانه‌ای ** *Aphanius* اروپائی- آناتولی)

منابع

Aljanabi S.M., Martinez I. (1997). Universal and rapid saltextraction of high-quality genomic DNA for PCR-based techniques. Nucleic Acids Research, 25: 4692-4693.

Asgharian H., Hosseinzadeh Sahafi H., Ashja A., SHekarriz SH., Elahi E. (2011). Cytochrome c oxidase subunit 1 barcode data of fish of the Nayband National Park in the Persian Gulf and analysis using meta-data flag several cryptic species. Molecular Ecology Resources, 11: 461–472.

Cavraro F., Malavasi S., Torricelli P., Gkenas C., Liousia V., Leonardos I., Kappas I., Abatzopoulos T.J., Triantafyllidis A. (2017). Genetic structure of the South European toothcarp Aphanius fasciatus (Actinopterygii: Cyprinodontidae) populations in the

Mediterranean basin with a focus on the Venice Lagoon. The European Zoological Journal, 84: 153–166.

Cicek E., Fricke R., Sungur S., Eagderi S. (2018). Endemic freshwater fishes of Turkey. FishTaxa, 3: 1-39.

Coad B.W. (20170. Freshwater Fishes of Iran. Available From: www.braincoad. com.Retrieved 14 April.

Decker J.E., McKay S.D., Rolf M.M., Kim J., Alcalá A.M., Sonstegard T.S., Hanotte O., Götherström A., Seabury C.M., Praharani L., Babar M.E. (2014). Worldwide patterns of ancestry, divergence, and admixture in domesticated cattle. PLoS Genet, 10: e1004254.

Esmaeili H.R., Asrar T., Gholamifard A. (2018). Cyprinodontid fishes of the world: an updated list of taxonomy, distribution and conservation status (Teleostei: Cyprinodontoidea). Journal Ichthyology, 5: 1-29.

Ferrito V., Mannino M. C., Pappalardo A. M., Tigano C. (2007). Morphological variation among populations of *Aphanius fasciatus* Nardo, 1827 (Teleostei, Cyprinodontidae) from the Mediterranean. Journal of Fish Biology, 70: 1–20.

Gaudant J. (2002). La crise messinienne et ses effects sur l ichthyofaune neogene de la Mediterranee: le temoignage des squelettes en connexion de poisons teleosteens. Geodiversitas, 24(3) 691-710.

Gholami Z., Esmaeili H. R., Erpenbeck D., Reichenbacher B. (2015). Genetic connectivity and phenotypic plasticity in the cyprinodont *Aphanius farsicus* from the Maharlu Basin, south-western Iran. Journal. Fish Biology, 86: 882-906.

Hallerman E.M. (2003). Population genetics: principles and applications for fisheries scientists. American Fisheries Society, 458pp.

Hashemzadeh Segherloo I., Abdoli A., Eagderi S., Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Bernatchez L., Hallerman H. (2017). Dressing down: convergent reduction of the mental disc in Garra (Teleostei: Cyprinidae) in the Middle East. Hydrobiologia, 785:47–59.

Hashemzadeh Segherloo I., Abdoli A., Purahmad R., Puria M., Golzarianpour K. (2014). Genetic barcoding of Capoeta species in Karoon and Tigris tributaries. Modern Genetics, 2: 171-178.

Hashemzadeh Segherloo I., Farahmand H., Abdoli A., Bernatchez L., Primmer C.R., Swatdipong A., Karami M., Khalili B. (2012b). Phylogenetic status of brown trout Salmo trutta populations in five rivers from the southern Caspian Sea and two inland lake basins, Iran: a morphogenetic approach. Journal Fish Biology, 81: 1479-1500.

Hashemzadeh Segherloo I., Normandeau E., Benestan L., Rougeux C., Cote G., Moore J.S., Ghaedrahmati N., Abdoli A., Bernatchez L. (2018). Genetic and morphological support for possible sympatric origin of fish from subterranean habitats. Scientific Reports, 8: 2909.

Hubert N., Hanner R., Holm E., Mandrak N. E., Laviolette N., Taylor E., Burridge M., Watkinson D., Curry A., Bentzen P., Zhang J., April J. Bernatchez L. (2008). Identifying Canadian Freshwater Fishes through DNA Barcodes. PLoS ONE, 3: E2490.

Kimura M. (1980). A simple method for estimating evolutionary rate of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal Molecular Evolution, 16: 11-120.

Kulsantiwong J., Prasopdee S., Ruangsittichai J., Ruangjirachuporn W., Boonmars Th., Viyanant V., Pierossi P., Hebert P. D., Nand Tesana S. (2013). DNA Barcode Identification of Freshwater Snails in the Family Bithyniidae from Thailand. PLoS ONE, 8(11): e79144.

Nassiri M.R., Mahdavi M. (2011). Genetic and phylogenetic analysis of cytochrome b region in Jebeer of Iran. Agricultural Biotechnology, 3: 91-104.

Price T. D., Qvarnstrom A., Irwin D. E. (2013). The role of phenotypic plasticity in driving genetic evolution. Proceedings of The Royal Society B. Biological Sciences, 270: 1433-1440.

Teimori A., Motamedi M., Iranmanesh A. (2018). Comparative morphology of urohyal bone in brackish water species of the genus *Aphanius Nardo*, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). Mediterranean Marine Science, 19: 356-365.

Ward R. D., Zemlak T.S., Innes B.H., Last P. R., Hebert P.D.N. (2005). DNA barcoding Australia s fish species. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 360: 1847-185.

Xia X., Lemey P. (2009). "Assessing substitution saturation with DAMBE." *The phylogenetic handbook: a practical approach to DNA and* protein phylogeny, 2: 615-630.

Yagurtcuoglu B., Ekmekci F. G. (2017). New record of Kizilirmak Toothcarp,*Aphanius* marassantensis from Central Yesilirmak River Basin(Turkey).Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,17: 205-208.

Distribution and associated factors of *Gyrodactylus malalai* infestation in African catfish, *Clarias gariepinus* in Ilorin, Nigeria

Ibrahim Adeshina[1,*], Sarahserum Bosom Setufe[2], Musa Idi-Ogede Abubakar[1] and Kaosarat Omolara Abdulwaheed[1]

1-Department of Aquaculture and Fisheries, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria.
2-Department of Fisheries and Water Resources, School of Natural Resources, University of Energy and Natural Resources (UENR), Ghana.

Email: adesina.i@unilorin.edu.ng

Abstract

Freshwater fish species are affected by many monogenetic trematodes including *Gyrodactylus* species especially *Gyrodactylus malalai*. *G. malalai* infection targets fish skin and gills resulting into skin de-coloration, peeling, de-scaling, dermatitis, sloughing, and high mortalities. This study examined the occurrence and associated factors of *G. malalai* infestation in 30 cultured African catfish in Ilorin, Nigeria. Four organs (gills, eyes, fin and skin) were collected from each fish (resulted into 120 organs) and observed for the existence of *G. malalai*. Fifty percent (50%) of the fish examined were infested with *G. malalai*. Males (30%) fish were more affected that the females (20%). Density, intensity and index of infestation were significantly different between males and females ($p < 0.05$). Fish with total length of 40.0 to 49.9 cm were significantly infested than fish with total length of 20.0 to 29.9 cm ($p < 0.05$) but body weight did not significantly affect the occurrence of *G. malalai* infestation ($p > 0.05$). Gills is most targeted organ of *G. malalai* infestation with percentage of infestation (12.50%), density of infestation (0.31), intensity of infestation (2.60), and index of infestation (4.88) than the eye with 3.33, 0.05, 1.75, and 0.23, respectively ($p < 0.05$). *Gyrodactylus malalai* infestations are high in African catfish and could multiply rapidly and could lead to mortality if not managed. Furthermore, total length was identified as the predisposing factor for *G. malalai* infestation in fish

Keywords: African catfish, *Gyrodactylus malalai*, Infestation, Monogenean, Disease

اثرات ناشی از مواجهه با میدان‌های الکترومغناطیسی در ماهیان

محدثه احمدنژاد [1*]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: m_ahmadnezhad@yahoo.com

چکیده

با توجه به اینکه کاربرد تکنولوژی مدرن در محیط زیست بخصوص اکوسیستم‌های آبی افزایش یافته است، لذا توجه به حاشیه‌های ناشی از آن به خصوص در مورد امواج الکترومغناطیس و اثرات آنها بر ماهیان به عنوان مهمترین جانوران محیط زیست آبی با جنبه‌های اقتصادی بسیار با اهمیت است. در مطالعه حاضر، نخست مفاهیم پایه‌ای الکترومغناطیس و طیف‌های الکترومغناطیسی و اهمیت مطالعه آن در مورد ماهی‌ها بحث می‌شود. سپس خلاصه‌ای از نتایج بدست آمده درباره اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی کم فرکانس و میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس‌های رادیویی بر ماهی‌های حساس به الکترومغناطیس و نیز دیگر ماهی‌ها در حوزه رفتار، دستگاه گردش خون و پارامترهای ایمنی، رشد و بقاء، جنین، لارو و تولیدمثل مورد بررسی قرار می‌گیرند. نتیجه آنکه، در برخی از مطالعات تأثیری از این میادین بر ماهی‌ها گزارش نشده است در حالیکه در دسته دیگر از این مطالعات اثرات معنی داری بر رفتار و سایر پارامترهای فیزیولوژیک ماهی مشاهده شده‌اند. اختلافات موجود در نوع گونه مورد آزمایش، نوع میدان مورد مطالعه، طراحی تیمارهای تحقیق و شرایط آزمون، از جمله عوامل تأثیر گذار بر نتایج متناقض موجود در تحقیقات مذکور می‌باشند.

واژگان کلیدی: آبزیان، امواج رادیویی، تلفن همراه، دریا

Effects of exposure to electromagnetic fields in fish

Mohaddeseh Ahmadnezhad[1*]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran

Email:m_ahmadnezhad@yahoo.com

Abstract

Application of modern technology in the environment has increased especially in aquatic ecosystems. So, attention to those results, especially in the case of electromagnetic waves and their effects on fish as the most important animals in the aquatic environment with economic aspects is very important. First, the basic concepts of electromagnetism and electromagnetic spectrum and the importance of studying it in the case of fish are discussed. Then a summary of the results obtained on the effects of extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-EMFs) and radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMFs) on fishes susceptible to electromagnetism as well as other fish in the field of behavior, blood circulation and immune parameters, growth and survival, embryos, larvae and reproduction are investigated. In some studies, the effect of these fields on fish was not reported, while in other studies, significant effects on behavior and other physiological parameters of fish were observed. The differences in the type of species tested the type of field studied, the design of the research treatments and the test conditions are among the factors influencing the contradictory outcomes of the research.

Key words: Aquatic, Radio waves, Cell phones, Sea

مقدمه

در بین انواع آلاینده‌های زیستی ناشی از فعالیت‌های بشر به آلاینده‌ای بر می‌خوریم که هیچ اثر ظاهری اعم از شکل، بو و یا صدا ندارد و اصطلاحاً یک آلاینده خاموش است. آلاینده‌ای که حاصل پیشرفت‌های خیره کننده بشر امروز بوده و در پس ویترین فناوری‌های الکترونیکی نوین پنهان شده است. امواج و میدان‌های الکترومغناطیسی که تقریباً در همه جای کره زمین، از خشکی تا محیط‌های آبی همواره بصورت طبیعی وجود داشته‌اند، بدلیل حضور تکنولوژی‌های پیشرفتهٔ قرن اخیر، بیش از پیش در اکوسیستم‌های طبیعی انتشار یافته‌اند. بطوریکه این حضور قدرتمند می‌تواند اثرات نامطلوبی بر سلامت انسان و حیات وحش داشته باشد. از طرفی، پیشرفت بشر درخصوص صنایع زیر دریایی، انتقال الکتریسیته از طریق کابل‌های زیر آب، دستگاه‌های مولد جریان برق از امواج آب، کابل‌های مخابراتی و فیبرهای نوری زیر دریایی، خطوط انتقال نیرو و آنتن‌های مخابراتی در مناطق ساحلی، سبب شده است تا علاوه بر مطالعه درمورد اثرات میدان هاو امواج الکترومغناطیسی بر انسان و جانداران خشکی، تحقیقاتی در مورد اثرات بالقوهٔ آنها بر آبزیان بویژه ماهی‌ها انجام گیرد. در این مقاله نتایج برخی از این مطالعات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

درتحقیق حاضر با استفاده از کلمات کلیدی متنوع نظیر: میدان الکترومغناطیسی، امواج الکترومغناطیسی، دریا، آبزیان، ماهی، کابل، تلفن همراه، و ترکیب‌های مختلف از این کلمات سرچ اینترنتی، از سایت‌های google scholar و SID.IR، جستجوی اینترنتی انجام شد. از بین مقاله‌های یافت شده، مقاله‌های مربوط به ماهیان و مرتبط با موضوع تحقیق مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند.

میدان‌های الکترومغناطیسی

میدان‌های الکترومغناطیسی (electromagnetic fields: EMFs) از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی ساخته شده‌اند. امواج الکترومغناطیسی (electromagnetic radiations: EMRs)، از نوع امواج عرضی پیشرونده هستند که از میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منتشر می‌شوند. این میدان‌ها در حال انتشار بر یکدیگر و بر جهت پیشروی عمود هستند. میدان الکتریکی در صفحهٔ عمودی و میدان مغناطیسی در صفحه افقی هستند. امواج الکترومغناطیسی از ارتعاش بارهای الکتریکی تولید می‌شوند و با موج‌های مکانیکی، مانند امواج آب و یا صوت، فرق می‌کنند و برای انتشار به هیچ محیطی نیاز ندارند. امواج الکترومغناطیسی نه تنها از هوا، مواد جامد و آب عبور می‌کنند بلکه در خلأ نیز می‌توانند سیر کنند. آن‌ها حامل انرژی‌اند و سرعت آنها با سرعت نور یکسان است (Purcell and Morin, 2013).

امواج الکترومغناطیسی بر اساس فرکانس و طول موج به انواع گوناگونی طبقه بندی می‌شوند که از موج‌های با طول موج بلند و کم فرکانس تا موج‌هایی با طول موج کوتاه و فرکانس زیاد عبارتند از: امواج رادیویی، مایکروویو یا ریزموج، فروسرخ یا مادون قرمز، نور مرئی، فرابنفش، پرتو ایکس و پرتو گاما. همچنین از نظر تأثیر آنها بر مواد، به دو نوع یونساز و غیریونساز تقسیم می شوند. امواج یونساز، آن دسته ازتشعشعات الکترومغناطیسی هستند که انرژی کافی برای یونیزه کردن مواد بیولوژیکی را دارند، مانند اشعه ایکس (X-ray) و اشعه گاما (γ-ray). در مقابل، پرتوهای غیر یونساز که در محدودهٔ طیف RF (Radio Frequency) قرار دارند، پرتوهایی‌اند که انرژی کافی برای یونیزه کردن اتم‌ها و شکستن پیوندهای شیمیایی ندارند و شامل: فرا بنفش، نور مرئی، فرو سرخ، امواج مایکروویو، امواج رادیویی و ... می‌باشند (Browne, 2013).

در برخی از منابع میدان‌های الکترومغناطیسی (EMFs) را بر اساس فرکانسشان به دو دسته تقسیم کرده‌اند. میدان‌های

الکترومغناطیسی با فرکانس بسیار پایین (extremely low frequency: ELF) (۵۰-۳۰۰ هرتز) تولید شده از خطوط برق، لوازم خانگی و ترانسفورماتور الکتریکی، و میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس رادیویی (radiofrequency: RF) و مایکروویو (حدود ۳ کیلو هرتز تا ۳۰۰ گیگا هرتز) تولید شده توسط رادیو و تلویزیون و دستگاه‌های ارتباطی بی سیم و تلفن‌های همراه (Lee and Yang, 2014). هردو دسته (یعنی ELF و RF)، امواج الکترومغناطیسی از نوع غیر یونیزان منتشر می‌کنند اما می‌توانند تاثیرات حرارتی و غیرحرارتی در ماده ایجاد نمایند. بدین معنی که نخستین مکانیسم برخوردی این دسته از پرتوها با ماده، ایجاد تحریک در چرخش و یا نوسان مولکولی (مثل آب) است که سبب افزایش گرما در بافت می‌شود. اما در اثرات غیر حرارتی این پرتوها، ساختار مولکولی مستقیماً با مکانیسم‌های اثر مولکولی، عدم توازن و اثر میدانهای الکتریکی و مغناطیسی تحت تأثیر قرار گرفته و باعث تغییرات سلولی می‌شود (Cember, 1992؛ Lee and Yang, 2014). شواهد معتبری مبنی بر این که امواج الکترومغناطیسی کم فرکانس، سبب افزایش دمای بافت ها شوند، ارائه نشده است و بیشتر اثرات القایی آنها در تخریب DNA، ایجاد سرطان، جهش و آسیب‌های ژنوتوکسیکی، به اثرات غیر گرمایی این امواج نسبت داده می‌شود (Adair, 1998).

منبع میدان‌های الکترومغناطیسی

میدان‌های الکترومغناطیسی از هردو منبع طبیعت و فعالیت‌های ساخت انسان منشأ می‌گیرند. منابع طبیعی تولید میدان‌های مغناطیسی شامل میدان مغناطیسی کره زمین و فرایندهای زیستی مختلف درون بدن موجودات زنده (فرایندهای بیوشیمیایی، فیزیولوژیکی و عصبی) می‌باشند. جانوران دریایی هم در معرض میدان‌های الکترومغناطیسی طبیعی قرار دارند که بوسیلهٔ جریان‌های دریایی عبورکننده از میان میدان‌های ژئومغناطیسی، ایجاد شده‌اند. منابع انسانی انتشار میدان‌های مغناطیسی در محیط دریا شامل کابل‌های مخابراتی زیر دریایی (فیبرهای نوری) و کابل‌های برق جریان قوی زیر دریا می‌باشند (Fisher and Slater, 2010).

انواع تجهیزات الکترونیکی استفاده شده در صنعت آبزی پروری مانند پمپ هوا و سیستم های تصفیه آب، همچنین و سایل الکترونیکی مورد استفاده توسط آبزی پروران و علاقمندان به تکثیر، پرورش و نگهداری ماهیان زینتی، در مکان نگهداری آبزیان، مانند تلفن‌های همراه، کامپیوتر و ... از جمله منابع تولید کننده میادین و امواج الکترومغناطیسی می‌باشند. به عنوان مثال شدت میدان مغناطیسی حاصل از پمپ آکواریوم در فاصلهٔ ۳۰/۴۸ سانتی متر (cm) از مخزن نگهداری ماهی، ۱۸/۲۱ – ۰/۳۵ میلی گاوس (mG) و در فاصلهٔ ۹۱/۴۴ cm، به میزان ۱/۱۷ mG – ۰/۰۱ است (Zaffanella, 1997).

اثرات زیستی میدان‌های الکترومغناطیسی

چند دهه است که اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر محیط زیست و سلامت انسان از طریق مطالعات اپیدمیولوژیک و مطالعات جانوری بطور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این مطالعات را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد:

۱) مطالعاتی که نتایج آنها نشانگر اثرات مفید و درمانی این میادین بوده‌اند. تولید کموکاین (Chemokine) و رشد سلول کراتینی (کراتینو سیت)، در میادین ELF-EMF با شدت ۱ میلی تسلا (mT) (Vianale *et al.*, 2008) و پاسخ ایمنی ضد توموری و طولانی شدن زمان بقاء در موش‌ها در میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۷/۵ هرتز (HZ) با شدت ۴/۵ تسلا (T) (Nie *et al.*, 2013) از جمله این موارد می‌باشند.

۲) مطالعاتی که گزارش کردند میدان های الکترومغناطیسی بی تاثیراند. به عنوان نمونه، در تعدادی از گزارش‌ها، هیچگونه رابطه اپیدمیولوژیکی بین ELF-EMF با انواع بیماری‌ها و سرطان‌ها در کودکان و افراد بالغ یافت نشد (Elliott *et al.*,

2013).

۳) مطالعاتی که در نتایج خود اثرات مخرب میدان‌های الکترومغناطیسی را گزارش کردند. گزارش‌هایی وجود دارند که نشان می‌دهند میدان‌های ELF-EMF خطر سقط جنین (Li *et al.*, 2002)، سرطان سینه (Sun *et al.*, 2013)، آلزایمر و زوال عقل در مردان (Qiu *et al.*, 2004) و سرطان خون حاد در بچه‌ها (Sermage-Faure *et al.*, 2013) را افزایش داده‌اند. تعداد مطالعات میدانی در مورد اثرات زیست محیطی میدان‌های الکترومغناطیسی، کم‌اند. با این حال، شواهد زیست محیطی حاصل از مطالعات آزمایشگاهی، با استفاده از باکتریها، گیاهان، حشرات، دوزیستان، پرندگان، و رت‌ها و موش‌های معمولی، نشان می‌دهند که میدان‌های الکترومغناطیسی با فرکانس رادیویی (RF-EMFs) برای ایجاد اثرات بیولوژیکی منفی بر حیات وحش پتانسیل دارند (Cucurachi *et al.*, 2013؛Balmori, 2009).

اثرات میدان‌های الکترومغناطیسی بر ماهیان

استفاده روزافزون از سازه های الکتریکی در دریاها محققین را بر آن داشت تا به بررسی اثرات امواج و میدان های الکترومغناطیسی ناشی از آنها بر آبزیان بویژه ماهی‌ها بپردازند. همچنین رشد آبزی پروری در دنیا سبب نزدیک شدن هرچه بیشتر ماهیان به انسان ها شده است و بدیهی است که اثرات ناشی از وسایل الکتریکی ساخت دست بشر دامنگیر آن‌ها نیز خواهد شد. تحقیقات در مورد تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی کم فرکانس بر موجودات آبزی هنوز کم‌اند (Chebotareva *et al.*, 2009؛ Khoshroo *et al.*, 2017) و بیشتر مطالعات انجام شده دراین مورد در دنیا بیشتر در حوزه تأثیر میادین الکترومغناطیسی تولید شده توسط کابل‌های موجود در سواحل یا در اعماق دریا بر روی گونه‌های ماهیان مهاجری همچون ماهی آزاد و رفتارهای مهاجرتی آنها بوده که نتایج اغلب آنها بیانگر تأثیر این میادین الکتریکی بر رفتارهای اکولوژیک این ماهیان بوده‌اند (Gill and Bartlett, 2010).

مطالعات تأثیر میدان‌های الکترومغناطیسی بر ماهیان در دنیا متنوع بوده و نتایج مختلفی دربرداشته اند. در مقاله حاضر نتایج برخی از این تحقیقات در حوزه‌های زیر بحث می‌شود:

۱) رفتار ماهیان

برخی از گونه های ماهیان مانند الاسموبرانش ها و آزادماهیان، برای رفتارهایی ازقبیل مهاجرت، تغذیه و جهت یابی از حس گرهای الکترومغناطیس اختصاصی موجود در بدن خود استفاده می‌کنند که به آنها توانایی تشخیص میدان‌های الکتریکی با قدرت کم (حدود ۰/۵ میکروولت بر متر (µV/m) را می‌دهد (McMurray, 2007). بنابراین این گونه‌ها نسبت به گونه‌های غیر حساس به الکترومغناطیس، بیشتر در معرض خطر منابع میدان‌های الکترومغناطیسی مصنوعی ساخت انسان می‌باشند. در چهار گونه از آزادماهیان اقیانوس آرام، کریستال‌هایی با خاصیت آهن ربایی، پیدا شده است، دانشمندان عقیده دارند که این کریستال‌های مغناطیسی مانند قطب نمایی هستند که با هدایت میدان مغناطیسی زمین کار می‌کنند. اما در ماهی آزاد sockeye (*Oncorhynchus nerka*) اثری از این کریستال‌ها یافت نشده است (Mann *et al.*, 1988؛ Walker *et al.*, 1988). الاسموبرانش ها میدان‌های الکتریکی بین ۷-۱۰ × ۵ تا ۳-۱۰ ولت بر متر (V/m) را حس می‌کنند و به منبع تولید میدان جذب می‌شوند. با این حال، در ۱ میکروولت بر سانتی متر (µV/cm) یا بیشتر، الاسموبرانش ها به طور معمول به منبع نزدیک نمی‌شوند (Kalmijn, 1982؛ Gill and Taylor, 2002).

در مطالعه Marino و Becker (1977)، هنگامیکه که ماهی‌های قزل آلا و مارماهی را در معرض میدان‌های الکتریکی قرار دادند، "اولین پاسخ"، یعنی تکان دادن آبشش ها و باله‌ها، زمانی بروز یافت که ماهی‌ها در معرض میدان‌های V/m ۰/۵ تا ۷/۵ قرار گرفتند و واکنش شنا به سمت قطب آند الکتریکی در شدت میدان V/m ۰/۰۲۵ تا ۱۵ رخ داد.

Westerberg و Begout-Anras (۲۰۰۴) در مورد جهت یابی و مهاجرت مارماهی‌های نقره‌ای (*Anguilla anguilla*) در حضـور کابل‌های فشـار قوی جریان مسـتقیم زیر دریا تحقیق کردند. تقریباً ۶۰ درصـد از این مارماهی‌ها از کابل‌ها عبور می‌کنند و محققان از این مو ضوع نتیجه می‌گیرند که کابل‌ها به عنوان مانعی برای م سیر مهاجرت این گونه‌ها عمل نمی‌کنند، هر چند که آنها معتقدند تحقیقات بیشـتری لازم اسـت. علاوه بر این، Westerberg و Lagenfelt (۲۰۰۸) دریافتند که سرعت شنای مار ماهیهای نقره‌ای در اطراف کابل‌های جریان متناوب، به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش نیافت.

ماهیان خاویاری نیز می‌توانند از گیرنده‌های الکتریکی برای یافتن شکار استفاده کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که رفتار ماهیان خاویاری starlet (*Acipenser ruthenus*) و ماهیان خاویاری روسـیه (*A. geldenstaedtii*) در حضـور فرکانس‌ها و شدت‌های مختلف میدان الکتریکی متفاوت ا ست (Basov, 1999). در ۱ تا ۴ Hz و ۲ تا ۳ µV/cm، پا سخ، جستجو برای یافتن منبع و تغذیه فعال بود؛ در ۵۰ Hz و ۰,۲ تا ۰,۵ میکروولت بر سانتیمتر، پاسخ، جستجو برای یافتن منبع بود؛ و در ۵۰ Hz و ۰/۶ µV/cm یا بیشتر، پاسخ، دوری از منبع بود.

در مطالعه بر روی ماهیان غیر الکتریکی، پراکندگی مکانی و زمانی ۱۰ جفت ماهی گوپی *Poecilia reticulate* و ۱۵ جفت ماهی گورخری *Danio rerio* در یک آکواریوم، تحت تأثیر امواج الکترومغناطیسی از نوع RF-EMF منتشر شده از موبایل پی گیری و ثبت شد. در این مطالعه، ۵ گروه مورد آزمایش قرار گرفتند: گروه شاهد، گروهی که تحت تأثیر تلفن همراه خاموش بودند، گروهی که ۱ ساعت بعد از خوردن غذا تحت تأثیر امواج موبایل قرار داده شدند و گروه دیگر ۱۳ ساعت پس از خوردن غذا تحت تأثیر امواج موبایل قرار داده شدند. نتایج نشان داد که در گروه ماهیان گرسنه سر ماهی‌ها به سمت موبایل قرار داشت اما هیچکدام به موبایل نزدیک نشدند. اما بیشترین توزیع و پراکنش آنها در ۷ سانتیمتری موبایل بود و واکنش مثبت نسبت به سـیگنال‌های RF-EMF ناشـی از موبایل نشـان دادند. اما ماهیان سـیر از سـیگنال‌های RF-EMF ناشـی از موبایل دوری می‌کردند و علاقه‌ای نشان نمی‌دادند. در این بررسی، رفتار ماهی‌ها بطور معنی داری تحت تأثیر حضور امواج منتشره از موبایل قرار گرفته بود. اما این واکنش رفتاری بر اساس سیر بودن و گرسنه بودن ماهی فرق می‌کرد (Lee *et al.*, 2015). همچنین، مطالعه میدانی Kilfoyle و همکارانش (۲۰۱۸) هیچگونه تأثیر معنی داری را از سوی میدان‌های الکترومغناطیسی منتشر از کابل‌های جریان برق زیر دریا، بر اجتماع محلی ماهیان صخره‌های مرجانی ن شان نداد. البته این محققین بر این باور بودند که امکان خطا در نتایج بدست آمده از تحقیقشان وجود داشته است.

۲) پاسخ‌های فیزیولوژیک

تغییرات ضربان قلب در مواجهه با میدان‌های مغناطی سی ۱۲۶۶۳ تا ۱۹۲۴۷۳ نانوت سلا nT (۰/۱۲۶۶۳ تا ۰/۱۹۲۴۷۳ گاوس G) برای گونه مارماهی ژاپنی (*Anguilla japonica*)، مورد بررسـی قرار گرفت. پس از ۱۰ تا ۴۰ بار قرار گرفتن در چنین شرایطی، در تمام مارماهی‌ها پاسخ معنی داری به میدان مغناطیسی ۱۹۲۴۷۳ nT (۰/۱۹۲۴۷۳G) بصورت کاهش ضربان قلب بروز یافت (Nishi *et al.*, 2004).

Marino و Becker (1977)گزارش کردند که هنگامی که که ماهی‌های قزل آلا و مارماهی در معرض میدان‌های الکتریکی ۰/۰۰۷ V/m تا ۰/۰۷ (میدان الکتریکی ۷ تا ۷۰ µV/cm) قرار می‌گیرند، میزان ضـربان قلب آنها افزایش می‌یابد. در حالیکه میادینی با شـدت ۱۵ V/m یا بیشـتر اثرات زیانباری مانند بیهوشـی و یا فلج در ماهی‌های آزاد، ایجاد می‌کنند (Balayev, 1980؛ Balayev and Fursa 1980). بروز پاسـخ‌های قلبی در سـفره ماهی، گونه *Raja clavata*، در مقابل میدان‌های یکنواخت با امواج ۵ Hz با ولتاژ ۰/۰۱ µV/cm رخ می‌دهد و در ولتاژ ۱۰-۶ V/m، ریتم تنفسـی آنها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Kalmijn, 1966). بررسـی در ۱۰-۵ × ۴ V/m، با موج ۵ Hz، کاهش ضـربان قلب در این گونه را در پی دارد

(Kalmijn, 1966).

تغییر در پارامترهای ایمنی و متابولیکی در مقابل میدان‌های مغناطیسی ایستا (استاتیک) با شدت‌های مختلف (۲/۵، ۵ و ۷/۵ µT) طی دوره یک هفته‌ای و ۳ هفته‌ای، در بچه ماهیان ماهی سفید دریای خزر مورد تحقیق قرارگرفت. در هر دو دوره ۱ و ۳ هفته (به مدت ۱ ساعت در روز)، با افزایش شدت میدان مغناطیسی میزان آنزیم‌های ALT و AST بطور معنی داری افزایش یافت. در هر دو دوره ۱ و ۳ هفته، پارامتر ایمنی یعنی سطح لیزوزیم، بویژه در شدت‌های بیشتر از ۲/۵ µT، بطور معنی داری کاهش یافت. بنابراین میدان‌های مغناطیسی با شدت کم توانستند بر متابولیسم و ایمنی بچه ماهیان سفید دریای خزر تأثیر بگذارند (Loghmannia *et al.*, 2015). در مطالعه دیگری که بر روی ماهی طلایی *Carassius auratus* انجام شد، ماهیان بطور غیرمستقیم در معرض آب مغناطیسی شده با شدت‌های ۵، ۱۵ و ۲۵ mT قرار داده شدند و افزایش معنی داری در هورمون کورتیزول ماهیان گروه ۵ mT نسبت به شاهد و سایر گروه‌ها مشاهده شد. همچنین گزارش شد که در شدت‌های بالاتر از ۵ mT هورمون کورتیزول روند کاهشی داشته است. در تحقیق مذکور کاهش استرس و کاهش کورتیزول در گروه‌های ۱۵ و ۲۵ mT به افزایش تطابق پذیری این ماهیان نسبت به شرایط مغناطیسی تشدید شونده ذکر شد (بهمنی و همکاران، ۱۳۹۳). بررسی شاخص‌های خونی مولدین ماده و نر ماهی کوی در مواجهه با امواج تلفن همراه در دو حالت بدون مکالمه و شرایط برقراری تماس نشان داد که در مولدین ماده مواجه شدن با شرایط مذکور سبب کاهش RBC، HB و Hct شد در حالیکه در مولدین نر سبب افزایش پارامترهای ایمنی WBC و نوتروفیل و کاهش تعداد لنفوسیت شد. در سایر پارامترهای خونی، تأثیر معنی داری از سوی امواج منتشر شده از تلفن همراه بر سایر پارامترهای خونی در هر جنس ماهی کوی مشاهده نشد. بنظر می‌رسد تأثیر پذیری از امواج الکترومغناطیسی می‌تواند با جنسیت ارتباط داشته باشد و در جنس نر و ماده نوع تأثیر پذیری متفاوت است (احمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۶؛ احمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۷ ب).

۳) رشد و بقاء

Cameron و همکاران (۱۹۸۵) گزارش کردند که قرار دادن جنین ماهی گورخری در معرض میدان الکترومغناطیسی سینوسی با فرکانس ۶۰ Hz و شدت ۱ µT سبب جلوگیری از رشد جنین این ماهی شد. بررسی تأثیر میدان مغناطیسی (µT ۳۷۰۰ = ۳۷G) ۳/۷ mT بر بقاء ماهی فلاندر Plathichthys flesus در مدت بیشتر از ۳۰ روز نشان داد که این ماهیان قادرند در چنین شرایطی زنده بمانند (Bochert and Zettler, 2004). در مطالعه بهمنی و همکاران (۱۳۹۳) نیز مشاهده شد که بازماندگی ماهی‌های طلایی *Carassius auratus* در آب مغناطیسی شده با شدت ۵ mT نسبت به ماهیان قرار داده شده در آب غیر مغناطیسی، کاهش یافت اما با افزایش شدت مغناطیسی به ۱۵ و ۲۵ mT، افزایش معنی داری در بازماندگی این ماهی‌ها نسبت به ماهیان رخ داد. Cuppen و همکاران (۲۰۰۷) نیز اثرات مثبت میدان الکترومغناطیسی کم فرکانس (۲۰۰ تا ۵۰۰۰ Hz) در شدت‌های بین ۰/۱۵ و ۵۰ µT را بر رشد ماهی طلایی *C. auratus* نشان دادند. Nofouzi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که فاکتورهای رشد بچه ماهی قزل آلای رنگین کمان پس از قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیسی با فرکانس ۱۵ هرتز و شدت‌های ۵ و ۵۰ میکرو تسلا افزایش نشان دادند همچنین بالاترین میزان بقاء را در فرکانس ۱۵ Hz و شدت ۰,۱ تا ۵۰ µT بیان کردند. در این مطالعات عنوان شد که ممکن است عوامل مختلفی مانند تغییر متابولیسم ماهی در اثر مواجه شدن با میدان الکترومغناطیسی منجر به بهبود عملکرد رشد شده باشد. نتایج یک تحقیق دیگر بر روی بچه ماهیان کپور نیز افزایش شاخص‌های رشد را در مقابل شدت‌های مختلف از میدان مغناطیسی نشان داد. در این مطالعه که Khoshroo و همکاران (۲۰۱۷) اثر میدان‌های مغناطیسی به شدت کم فرکانس (۵۰ Hz) را روی رشد و بازماندگی بچه ماهیان انگشت قد کپور معمولی بررسی کردند، بچه ماهیان ۱۶/۷۶ گرمی را یکبار به

مدت ۲ ساعت در معرض شدت‌های ۰/۱، ۰/۵، ۱ و ۲ μT از میدان مغناطیسی قرار داده و سپس به مدت ۶۰ روز آنها را پرورش دادند. نتایج آنها نشان داد که پارامترهای رشد بطور معنی داری با افزایش شدت میدان مغناطیسی بهبود یافتند. تیمار ۲ μT دارای بیشترین وزن نهایی، افزایش وزن، درصد افزایش وزن، نرخ رشد روزانه، نرخ رشد ویژه و کمترین ضریب تبدیل غذایی بود. نرخ بازماندگی در تمام تیمارها نسبت به شاهد افزایش داشت. در نتیجه آنها گزارش کردند که میدان‌های مغناطیسی با شدت بسیار کم سبب افزایش پارامترهای رشد و بقا در کپور معمولی می شود. برخلاف نتایج بالا، Krylov و Chebotareva (۲۰۰۶) گزارش کردند که قرار گرفتن ماهی کلمه، *Rutilus rutilus*، در معرض میدان الکترومغناطیسی کم فرکانس (۵۰۰ Hz) با شدت ۱۵۰ μT اندازه و وزن بچه ماهیان انگشت قد را بدلیل کاهش در نرخ رشد، کاهش داد. بنظر می‌رسد که تفاوت‌های موجود در طرح آزمایشات و میادین و شدت‌های مختلف بکار گرفته شده در آزمایشات مذکور در نتایج حاصل از آنها دخیل بوده‌اند.

٤) جنین و لارو ماهیان

در آزمایشات تحت کنترل مختلف نشان داده شده که میدان‌های مغناطیسی، رشد جنین ماهی‌های دریایی را به تأخیر می‌اندازند (Cameron *et al.*, 1993؛ Zimmermann *et al.*, 1990؛ Levin and Ernst, 1997). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که میدان‌های الکتریکی در رشد و نمو و تکوین سلولها تغییر ایجاد می‌کنند. تأثیر بر گردش خون، تبادلات گازهای تنفسی و رشد و نمو جنین؛ و ایجاد تغییر در عمل جهت یابی از جمله این تغییرات ایجاد شده‌اند.

در تحقیقی تخم‌های قزل آلای رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* و قزل آلای قهوه‌ای *Salmo trutta* از لحظه لقاح تا زمان تفریخ در معرض میدان مغناطیسی ثابت (از ۱ تا ۱۳ μT) و میدان ژئومغناطیسی به عنوان شاهد، قرار داده شدند. میدان مغناطیسی بطور قابل ملاحظه‌ای رشد و نمو جنینی قزل آلای رنگین کمان را کاهش داد و در نتیجه دوره انکوبا سیون (از لقاح تا هچ) افزایش یافت. میدان‌های مغناطیسی با شدت‌های کمتر (از ۱ تا ۵ μT) در مقایسه با میدان‌های با شدت بیشتر، تأثیر مثبتی روی رشد و نمو جنین و لارو ماهی‌ها داشتند. این موضوع به دوره انکوباسیون طولانی‌تر، کاهش تلفات در طی انکوباسیون و کوتاه شدن دوره هچ مربوط می شود. همچنین میدان مغناطیسی سبب افزایش ضربان قلب در جنین و لارو شد. در قزل آلای قهوه‌ای، بعد از قرار گرفتن در معرض میدان، فرکانس حرکات باله سینه‌ای بطور معنی داری افزایش یافت. بیشترین تعداد انقباضات قلبی بین دقیقه‌های ۲ و ۷ قرار گرفتن در معرض میدان اتفاق افتاد درحالیکه بیشترین تعداد حرکت‌های باله بین سومین و نهمین دقیقه از آزمایش بود. این مشخص می‌کند که گذشت زمان در شتاب گرفتن ریتم باله‌های سینه‌ای دومین واکنش است (Formicki and Winnicki, 1998).

در تحقیقی که بر روی مراحل لاروی ماهی هالیبوت کالیفرنیایی (*Paralicthys californicus*) انجام پذیرفت، درصد بقاء در مرحله لاروی در گروه آزمایشی که به مدت ۱۲ روز در معرض میدان الکترومغناطیسی ۳ mT قرار داده شده بودند (۴۷٪-۴۲) کمتر از درصد بقاء گروه شاهد (۷۴٪-۶۳) بود. زیست سنجی مراحل مختلف لاروی اختلاف معنی داری را بین گروه شاهد و گروه آزمایشی در معرض میدان الکترومغناطیسی نشان نداد (Woodruff *et al.*, 2012). Lee و Yang (۲۰۱۴)، امکان استفاده از جنین مداکا را به عنوان یک سیستم مدل برای مطالعه اثرات بیولوژیک میدان‌های الکترومغناطیسی روی رشد و نمو جنینی مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق، جنین‌های حاصل از تخم‌های تازه لقاح یافته، به طور تصادفی به چهار گروه تقسیم شدندو در معرض یک میدان الکترومغناطیسی با ۳/۲ کیلو هرتز (KHz) با شدت ۰/۱۲، ۱۵، ۲۵، و ۶۰ μT قرار داده شدند. گروهی که در معرض ۰/۱۲ μT قرار داده شدند، بعنوان گروه شاهد در نظر گرفته شدند. این جنین‌ها بطور مداوم و پیوسته تا زمان خارج شدن از تخم در معرض این میادین قرار داده شدند. چهار روز پس از خروج از تخم، تست رفتاری برای

لاروها انجام شد. نتایج نشان داد که جنین‌های قرار گرفته در معرض هر سه میدان الکترومغناطیسی ۱۵، ۲۵ و ۶۰ μT، بطور معنی داری سریعتر رشد و نمو کردند. نقاطی که تحت تأثیر قرار گرفتند شامل تعداد سومیت ها، طول و عرض چشم، چگالی تجمع رنگدانه ها در چشم، عرض مغز میانی، رشد سر و روز خروج از تخم بودند. بعلاوه، گروهی که در معرض میدان الکترومغناطیسی ۶۰ μT قرار گرفته بود، میزان رفتارهای شبه اضطرابی در آنها بطور معنی داری بالاتر از سایر گروه‌ها بود. در نتیجه میدان الکترومغناطیسی مورد آزمایش در این تحقیق به رشد و نمو جنینی شتاب داد و رفتار شبه اضطرابی را در لاروهای تازه خارج شده از تخم افزایش داد.

۵) دستگاه عصبی

در یک آزمایش که توسط Samiee و Samiee (۲۰۱۷)، انجام شد، تأثیر میدان مغناطیسی کم فرکانس (۵۰Hz) با شدت‌های ۰/۱، ۱، ۳، ۵ و ۷ mT در دو مدت زمان ۰/۵ و ۱ ساعت بر هیستوپاتولوژی مغز کپورهای معمولی (۱۵-۱۲ سانتی متری، ۲۵ تا ۳۰ گرم و کمتر از ۶ ماهه) مورد بررسی قرار گرفت. بروز نکروز در بافت مغز کپورهای قرار داده شده در معرض میدان با شدت مساوی و بیشتر از ۳ mT مشاهده شد. همچنین مشاهده شد که هرچه مدت زمان و شدت میدان مواجه سازی بیشتر شد شدت بروز ضایعات هیستوپاتولوژیکی در مغز نیز افزایش دا شت. بنابراین بیان شد که شدت میدان و مدت زمان قرارگیری در معرض میدان پارامترهای کلیدی در القای ضایعه در مغز بودند.

٦) تولید مثل

در اغلب مطالعات انسانی و آزمایشات انجام شده بر روی موش های آزمایشگاهی همواره بر تأثیر زیانبار میدان‌های الکترومغناطیسی بر دستگاه عصبی و دستگاه تولید مثل بخصوص در جنس نر تاکید شده است. اما آیا این میدان‌ها می‌توانند بر تولید مثل ماهی‌ها بطور موثری تأثیر گذار با شند؟ امروزه بدلایل فراوانی از جمله کاهش ذخایر آبزیان بخاطر افزایش صید و افزایش آلودگی‌های زیست محیطی و تغییر اقلیم و ...، به پرورش آبزیان در محیط‌های محصور بیشتر روی آورده شده است. اگرچه آبزی پروری در دنیا از قدمت طولانی برخوردار است ولی آبزی پروری نوین و صنعتی به تازگی رو به گسترش است و این امر موجب شده تا آبزیان بیش از پیش در معرض انواع دستگاه‌های الکترونیکی قرار گیرند لذا پاسخ به سؤال مذکور می‌تواند یکی از چالش‌های مهم در امر تکثیر و پرورش آبزیان باشد. در مطالعه‌ای بر روی ماهی آزاد چام (*O. keta*)، گزارش شد که در درصد تولید تخم و نرخ لقاح در مولدین ماده قرار داده شده در معرض میدان الکترومغناطیسی هیچ افزایشی مشاهده نشد (Prentice *et al.*, 1998). در مولدین ماده آنجل که تأثیر قرار گرفتن در معرض امواج الکترومغناطیسی منتشره از تلفن‌های همراه بر برخی از شاخص‌های تولید مثلی آنها مورد آزمایش قرار گرفت، مولدین به مدت ده روز و در ۳ گروه آزمایشی شامل: ۱- شاهد (بدون دریافت امواج)، ۲- روزانه ۴ بار و هر بار ۳۰ دقیقه در مجاورت تلفن همراه در حالت رو شن و بدون مکالمه و ۳- روزانه ۴ بار و هر بار ۳۰ دقیقه، در مجاورت تلفن همراه در حالت برقراری تماس، مورد مطالعه قرار گرفتند. تعداد ماهیانی که موفق به تخم ریزی شده بودند در گروه شاهد بیشتر از دو گروه دیگری بود که در معرض تلفن همراه قرار داشتند، در حالی که میزان هورمون LH در دو گروه مزبور و بویژه در مورد گروه قرارداده شده در مجاورت تلفن همراه در حالت برقراری تماس بطور معنی داری بیشتر از مولدین گروه شاهد بود. اگرچه پایین بودن LH گروه شاهد بدلیل آن بود که اکثر مولدین در این گروه تخم ریزی کرده بودند و تبعا کاهش این هورمون بدنبال تخم ریزی در ماهی اتفاق افتاده بود. از طرفی قرار گرفتن در معرض میدان الکترومغناطیسی منتشر شده از دستگاه تلفن همراه چه در شرایط بدون مکالمه و چه در حالت برقراری تماس سبب شد تا علیرغم افزایش هورمون LH (که یک هورمون جهت القای اوولاسیون و فراهم کردن

شـرایط تخم ریزی اسـت) در این مولدین تخم ریزی صـورت نگیرد. در مطالعه مذکور میزان آترزیای تخمدان در گروه مولدین مواجه شـده با تلفن‌های همراه در حالت برقراری تماس بطور معنی داری بیشـتر از دو گروه دیگر بود. با برقرار شـدن شـرایط برقراری تماس، مولدین ماده آنجل در معرض شـدت بیشـتری از میدان‌های الکترومغناطیسـی تلفن‌های همراه مجاور آکواریوم قرار داشـــتند و با افزایش شـــدت میدان عدم موفقیت در تخم ریزی و نیز افزایش تخمک‌های آســـیب دیده و ناقص در بافت تخمدان مولدین این گروه نیز نسبت به سایر گروه‌ها مشهود بود (احمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۳ الف). در آزمایش مشابهی که بر روی مولدین کوی نیز انجام شد کاهش موفقیت تولید مثلی در مولدین ماده و نر گزارش شد (احمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۳ ب).

نتیجه گیری

در بدن موجودات زنده یون های مختلفی ازجمله پتا سیم، کلسیم، کلرید، سدیم، بی کربنات، آمینوا سید و منیزیم وجود دارد. یون‌ها به ویژه یون کلسیم، نقش پل ارتباط شیمیایی بین میدان‌های الکترومغناطیسی و فرایندهای حیاتی داخل سلول را بازی می‌کند. سلول‌های بیولوژیکی، سلول‌هایی بیوالکترو شیمیایی اندکه با محیط اطرافشان به روش‌های مختلفی از جمله فیزیکی، شـیمیایی، بیوشـیمیایی و الکتریکی بر هم کنش دارند. غشـاء سـلولی به دلیل تنظیم جریان یون‌ها بین فضـای داخل و خارج سلول نقش مهمی در خ صو صیات الکتریکی سلول دارد. نفوذپذیری غ شاء ن سبت به یون‌های گوناگون متفاوت ا ست. تفاوت غلظت یون‌ها در داخل و خارج سلول، سبب به وجود آمدن یک میدان الکتریکی در عرض غشاء سلولی می‌شود که به یون‌های در حال عبوراز غ شاء نیز نیرو وارد می‌کند. اما این تبادلات یونی در سلول‌های بدن ماهی‌ها بدلیل زندگی در محیط آبی بیشتر نمود می‌یابد. وجود یونهای گوناگون در محیط دریایی و یا حتی آب شـیرین هم شـاید عامل مضـاعفی بر جریان‌های یونی و برقراری شـرایط بیوالکتریک در اطراف سـلول‌های بدن ماهیان باشـد. فرایندهای بیوالکتریک بویژه در سـلولهای عصـبی و ماهیچه‌ای بیشتر نمود دارند و این خ صو صیت آنهارا ن سبت به امواج الکترومغناطیس ح ساس‌تر می‌کند. د ستگاه تولید مثل به دلیل جای دادن سلول‌های ژرمینال و تق سیمات سلولی مداوم و سلول‌های جنین بدلیل تق سیمات متوالی در جریان ر شد و نمو، همواره نیاز به جریان نقل و انتقالات یونی در فرایندهای فیزیولوژیکی خود دارند و این موضـوع سـبب تأثیر پذیرتر بودن آنها نسـبت به امواج الکترومغناطیس شـده اسـت. در مرور مقالات به ثبت رسـیده در حوزه مطالعات تأثیر امواج و میدان‌های الکترومغناطیسـی بر آبزیان توجه به این نکته حائز اهمیت اسـت که در این مطالعات هیچ اسـتانداردی وجود نداشـته اسـت. همچنین تفاوت‌های موجود در نتایج حاصل از این تحقیقات را می‌توان به وجود اختلافات گسترده در روش کارهای موجود در این م طالعات، ت فاوت در گو نه و جنس ماهی و یا در مرا حل مختلف ز ندگی ماهی مورد آز مایش، تنوع فراوان در طراحی تیماربندی برای قرار دادن در معرض امواج و استفاده از دستگاههای مختلف جهت ایجاد امواج و شرایط مختلف محیطی نسبت داد. با وجود مطالعاتی که تاکنون انجام شده‌اند هنوز ابهامات فراوانی در مورد تأثیر سوء امواج و میدان‌های الکترومغناطیسی بر ماهی‌ها وجود دارد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از ریاست و کارشناسان محترم پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی (بندرانزلی) بدلیل حمایت‌های صمیمانه‌شان در انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Adair R. K. (1998). A physical analysis of the ion parametric resonance model. Bioelectromagnetics, 19:181–191.

Ahmadinejad M., Maghsoudiyeh Kohan H., Dejandian S., Sayad Borani M. And Khara h.

(1396). The effect of mobile phone electromagnetic waves on blood indices of adult female Cyprinus carpio. Presented at the 12th Marine Science and Technology Conference in Holy Mashhad. Pages 265-260.

Ahmadinejad M., Sayad Borani M., Dejandian S., Hosseinzadeh Sahafi H., Khanipour AA, Valipour AR, Hosseinjani, A. And Khara, h. (1397a). The effect of cell phone electromagnetic waves on the reproductive indices of adult female Pterophyllum scalare. Animal Environment, Volume 10, Number 1, Pages 212-205.

Ahmadinejad M., Sayad Borani M., Dejandian S., Matinfar A., Khara H., Hosseinzadeh Sahafi H., Dadgar Sh. And Sadeghi Nejad A. (1397 b). The effect of mobile phone electromagnetic waves on blood indices and reproductive reproduction of Cyprinus carpio. Aquatic Physiology and Biotechnology, Volume 6, Number 1, Pages 116-95.

Bahmani M., Agha Kouchaki M. And Takrimi Niarad m. (2014). Application of fixed magnetic fields on physical and chemical properties of water and the effect of magnetized water on the biophysiology of goldfish Carassius auratus. Journal of Ornamental Aquaculture. First Year, No. 2, pp. 10-1.

Balayev L.A., Fursa N.N. (1980). The Behavior of Ecologically Different Fish in Electric Fields I.Threshold of First Reaction in Fish. Journal of Ichthyology 20(4): 147-152.

Balayev L.A. (1980). The Behavior of Ecologically Different Fish in Electric Fields II – Threshold of Anode Reaction and Tetanus. Journal of Ichthyology, 21(1): 134-143.

Balmori A. (2009). Electromagnetic pollution from phone masts. Effects on wildlife. Pathophysiology, 16: 191–199.

Basov B.M. (1999). Behavior of sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*) and Russian sturgeon (*A. gueldenstaedtii*) in low-frequency electric fields. Journal of Ichthyology 39:782-787

Bochert R., Zettler M.L. (2004). Long-term Exposure of Several Marine Benthic Animals to Static Magnetic Fields. Bioelectromagnetics, 25: 498-502.

Browne M. (2013). Physics for Engineering and Science (2nd ed.). McGraw Hill/Schaum, New York, 464p.

Cameron I.L., Hunter K.E., Winters W.D. (1985). Retardation of embryogenesis by extremely low frequency 60 Hz electromagnetic fields. Physiological Chemistry and Physics and Medical NMR, 17: 135–138.

Cameron I.L., Hardman W.E., Winters W.D., Zimmerman S., Zimmerman A.M. (1993). Environmental Magnetic Fields: Influences on Early Embryogenesis. Journal of Cell Biochemistry, 51:417-425.

Cember H. (1992). Introduction to Health Physics. 2nd ed. NewYork: McGrow Hill, 54pp.

Chebotareva Y.V., Izyumov Y.G., Krylov V.V. (2009). The effect of an alternating electromagnetic field upon early development in roach (*Rutilus rutilus*: Cyprinidae, Cypriniformes). Journal of Ichthyology, 49:409–415.

Cucurachi S., Tamis W.L., Vijver M.G., Peijnenburg W.J., Bolte J.F., de Snoo G.R. (2013). A review of the ecological effects of radiofrequency electromagnetic fields (RF-EMF). Environment International, 51: 116–140.

Cuppen J.J.M., Wiegertjes G.F., Lobee H.W.J., Savelkoul H.F.J., Elmusharaf M.A., Beynen

A.C., Grooten, H.N.A., Smink, W. (2007). Immune stimulation in fish and chicken through weak low frequency electromagnetic fields. Environmentalist, 27: 577–583.

Elliott P. Shaddick G., Douglass M., de Hoogh K., Briggs D.J., Toledano M.B. (2013). Adult cancers near high-voltage overhead powerlines. Epidemiology, 24: 184–190.

Fisher C. Slater M. (2010). Effects of electromagnetic fields on marine species: A literature review. Electromagnetic Field Study. 0905-00-001. Oregon Wave Energy Trust. www.oregonwave.org

Gill A.B., Taylor H. (2002). The Potential Effects of Electromagnetic Field Generated by Cabling between Offshore Winds Turbines upon Elasmobranch Fishes. Report to the Countryside Council for Wales (CCW Contract Science Report No 488).

Gill A.B., Bartlett M. (2010). Literature review on the potential effects of electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments on Atlantic salmon, sea trout and European eel. Scottish Natural Heritage Commissioned Report No.401. 43p.

Kalmijn A.J. (1966). Electro-perception in Sharks and Rays. Nature, 212: 1232-1233.

Kalmijn A.J. (1982). Electric and Magnetic Field Detection in Elasmobranch Fishes. Science, 218: 916–918.

Khoshroo M. M-Z., Mehrjan M. S., Samiee F., Soltani M. and Shekarabi S.P.H. (2017). Some immunological responses of common carp (*Cyprinus carpio*) fingerling to acute extremely low-frequency electromagnetic fields (50 Hz). Fish Physiology and Biochemestry, Published online, https://doi.org/10.1007/s10695-017-0429-1.

Kilfoyle A.K., Jermain R.F., Dhanak M.R., Huston J.P., Spieler R.E. (2018). Effectsof EMF emissions from undersea electric cableson coral reef fish. Bioelectromagnetics, 39: 35-52.

Krylov V.V., Chebotareva Yu.V. (2006). Incubation of Eggs of Roach *Rutilus rutilus* (L.) in an Alternating Electromagnetic Field with a Frequency of 500 Hz Causes Anomalies of Axial Skeleton in Fingerlings. Ecology of Freshwater Ecosystems and the State of Health of the Population (Dimur, Orenburg), pp. 80–86.

Lee W., Yang K.L. (2014). Using medaka embryos as a model system to study biological effects of the electromagnetic fields on development and behavior. Ecotoxicology and Environmental Safety, 108: 187–194.

Lee, D., Lee J., Lee I. (2015). Cell phone-generated radio frequency electromagnetic field effects on the locomotor behaviors of the fishes *Poecilia reticulata* and *Danio rerio*. International Journal of Radiation Biology, Early Online: 1–8.

Levin M., Ernst S. (1997). Applied AC and DC Magnetic Fields Cause Alterations in the Mitotic Cycle of Early Sea Urchin Embryos. Bioelectro-magnetics, 16(4): 231 – 240.

Li D.K., Odouli R., Wi, S., Janevic T., Golditch I., Bracken T.D., Senior R., Rankin R., Iriye R. (2002). Apopulation-based prospective cohort study of personal exposure to magnetic fields during pregnancy and the risk of miscarriage. Epidemiology, 13: 9–20.

Loghmannia L., Heidari B., Rozati S.A., Kazemi S. (2015). The physiological responses of the Caspian kutum (*Rutilus frisii kutum*) fry to the static magnetic fields with different intensities during acute and subacute exposures. Ecotoxicology and Environmental Safety, 111: 215–219.

McMurray G. (2007). Wave Energy Ecological Effects Workshop Ecological Assessment

Briefing Paper. Hatfield Marine Science Center, Oregon State University. In: Fisher, C., Slater, M. (2010). Effects of electromagnetic fields on marine species: A literature review. Electromagnetic Field Study. 0905-00-001. Oregon Wave Energy Trust. www.oregonwave.org

Marino A.A., Becker R.O. (1977). Biological Effects of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields: A Review. Physiological Chemistry and Physics, 9(2): 131-148.

Mann S., Sparks N.H.C., Walker M.M., Kirschvink J.L. (1988). Ultrastructure, Morphology and Organization of Biogenic Magnetite from Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*—Implications for Magnetoreception. Journal of Experimental Biology 140:35–49.

Nishi T., Kawamura G., Matsumoto K., (2004). Magnetic Sense in the Japanese Eel, *Anguilla japonica*, as Determined by Conditioning and Electrocardiography. The Journal of Experimental Biology, 207:2965-2970.

Nofouzi K., Sheikhzadeh N., Mohammad-Zadeh Jassur D. and Ashrafi-Helan J., (2015). Influence of extremely low frequency electromagnetic fields on growth performance, innate immune response, biochemical parameters and disease resistance in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Fish Physiology and Biochemistry, 41: 721-731.

Prentice E.F., Downing S.L., Nunnallee E.P., Peterson B.W., Jonasson B.F., Snell G.A., Frost D.A. (1998). Study to Determine the Biological Feasibility of a New Fish Tagging System, Part III. Prepared for U.S. Department of Energy, Bonneville Power Administration. In: Fisher, C., and Slater, M., 2010. Effects of electromagnetic fields on marine species: A literature review. Electromagnetic Field Study. 0905-00-001. Oregon Wave Energy Trust. www.oregonwave.org

Purcell E. M., Morin D. J. (2013). Electricity and Magnetism (3rd ed.). Cambridge University Press, New York, 820p.

Qiu C., Fratiglioni L., Karp A., Winblad B., Bellander T. (2004). Occupational exposure to electromagnetic fields and risk of Alzheimer's disease. Epidemiology, 15: 687–694.

Samiee F., Samiee K. (2017). Effect of extremely low frequency electromagnetic field on brain histopathology of Caspian Sea *Cyprinus carpio*. Electromagnetic Biology and Medicine, 36: 31-38.

Sermage-Faure C., Demoury C., Rudant J., Goujon-Bellec S., Guyot-Goubin A., Deschamps F., Hemon D., Clavel J. (2013). Childhood leukaemia close to high-voltage power lines – the Geocap study, 2002–2007. British Journal Of Cancer, Published Online. http://dx.doi.org/10.1038/bjc.2013.128.

Sun J.W., Li X.R., Gao H.Y., Yin J.Y., Qin Q., Nie S.F., Wei S. (2013). Electromagnetic field exposure and male breast cancer risk: a meta-analysis of 18 studies. Asian Pacific Journal Cancer Prevention,14: 523–528.

Vianale G., Reale M., Amerio P., Stefanachi M., DiLuzio S., Muraro R. (2008). Extremely low frequency electromagnetic field enhances human keratinocyte cell growth and decreases proinfammatory chemokine production. British Journal of Dermatology, 158: 1189–1196.

Walker M.M., T.P. Quinn Kirschvink J.L., Groot T. (1988). Production of Single-domain Magnetite throughout Life by Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*. Journal of Experimental Biology, 140:51-63.

Westerberg H, Begout-Anras M.L. (2004). Orientation of silver eel (*Anguilla anguilla*) in a disturbed geomagnetic field. In: A. -Moore and I. Russell (eds.) Advances in Fish Telemetry. Proceedings of the 3rd Conference on Fish Telemetry. Lowestoft: CEFAS, pp. 149-158. As cited in Westerberg, H. and I. Lagenfelt. 2008. Sub-sea Power Cables and the Migration Behaviour of the European eel. Fisheries Management and Ecology, 15(5-6): 369-375.

Westerberg H, Lagenfelt I. (2008). Sub-sea Power Cables and the Migration Behaviour of the European Eel. Fisheries Management and Ecology, 15(5-6): 369-375.

Woodruff D.L., Schultz I.R., Marshall K.E., Ward J.A, Cullinan V.I. (2012). Effects of Electromagnetic Fields on Fish and Invertebrates, Task 2.1.3: Effects on Aquatic Organisms Fiscal Year 2011 Progress Report, Environmental Effects of Marine and Hydrokinetic Energy. Pacific Northwest National Laboratory, Richland, Washington, 68pp.

Zaffanella L. E., Kavet R., Pappa J. R, Sullivan T. P. (1997). Modeling magnetic fields in residences: Validation of the RESICALC program. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 7(2): 241-59.

Zimmermann S., Zimmermann A.M., Winters W.D, Cameron I.L. (1990). Influence of 60-Hz Magnetic Fields on Sea Urchin Development. Bioelectromagnetics, 11:37-45.

Effective treatment of curry (*Murraya koenigii*) and moringa (*Moringa oleifera*) leaves extracts on quality changes and melanosis of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during chilled storage

Ajeet Soni.[1]*

1- Department of Fish Processing Technology (Biochemistry), Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Panangad, Kochi 682 506, Kerala, India

*Email: ajitsoni3459@gmail.com

Abstract

This study investigated the treatment effect of curry leaves extract (CLE) and moringa leaves extract (MLE) on the melanosis of Pacific white shrimp during 15 days of chilled storage. These extracts have a high number of phytochemicals such as - saponin, tannin, and flavonoids that have various therapeutic potentials such as antioxidant, antibacterial activities. In this study, shrimp samples were divided into four groups; 1% CLE treated, 1% MLE treated, 1:1 (CLE+MLE) treated and control (without treatment) and stored for 15 days. Biochemical indices and microbiological analysis are done at 3 days interval. Sensory analysis and melanosis have been done by experts. In this study, both extracts showed significant results on chemical indices (Total volatile base nitrogen, trimethylamine, peroxide value, free fatty acid), but highest qualitative results were obtained by the 1:1 (CLE + MLE) treated group. Among the treated groups, 1:1 (CLE + MLE) had a greater effect on microbial spoilage in comparison with the control group. This study revealed that curry leaves and moringa leaves extract contain a variety of phytochemicals with different properties that could be utilized as a natural substitute for synthetic antimelanosic agents used to control melanosis in shrimp.

Keywords: Curry leaves extract, Moringa leaves extract, Quality changes of shrimp, Melanosis, Pacific white shrimp.

.

درصد تحرک و مدت زمان زنده‌مانی اسپرماتوزوآ ماهی سیاه کولی (*Vimba persa*) طی شرایط ذخیره سازی سرد

عرفان اکبری نرگسی [۱]؛ دانیال گروهی [۱]؛ بهرام فلاحتکار [۱*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

ذخیره سازی سرد اسپرم راهکاری است که به طور موثری می‌تواند به مدیریت آبزی‌پروری، حفاظت از گونه‌ها و تحقیقات علمی کمک شایانی نماید. در پژوهش حاضر، درصد تحرک و مدت زمان زنده‌مانی اسپرماتوزوآ ماهی سیاه کولی در زمان‌های صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۰ و ۱۶۸ ساعت پس از ذخیره سازی سرد در دمای ۴+ درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از اسپرم ۲۰ ماهی نر با میانگین وزن ۵/۰ ± ۳۰/۹ گرم استفاده شد. طی آزمایش ابتدا ماهی‌ها با استفاده از عصاره پودر گل میخک بیهوش شدند، سپس اسپرم با فشار آرام به ناحیه شکمی استحصال شد. سپس هر نمونه اسپرم در میکروتیوب ریخته شد و در دمای ۴+ درجه سانتی گراد نگهداری شد. بر اساس نتایج، از ۴۸ ساعت پس از ذخیره سازی سرد اختلاف معنی داری در درصد تحرک و مدت زمان زنده‌مانی اسپرماتوزوآ با زمان صفر مشاهده شد ($P < 0.05$). طبق مشاهدات تمامی نمونه‌ها تا ۷۲ ساعت پس از ذخیره سازی دارای تحرک بودند و پس از ۱۶۸ ساعت ذخیره سازی، میانگین فعالیت در ۷ نمونه باقیمانده ۷/۵ ± ۱۷/۱ درصد بود. نتایج نشان داد تا ۴۸ ساعت پس از ذخیره سازی، نمونه‌ها بهترین کیفیت را برای لقاح دارا هستند. درنتیجه، نگهداری اسپرم ماهی سیاه کولی در دمای ۴+ درجه سانتیگراد تا ۴۸ ساعت می‌تواند باعث تسهیل مدیریت لقاح مصنوعی در مراکز تکثیر شود.

واژگان کلیدی: اسپرم، تکثیر مصنوعی، گامت، مایع منی

Spermatozoa motility time and percentage in the Caspian vimba, *Vimba persa* during chilled storage

Erfan Akbari Nargesi[1]; Danial Gorouhi[1]; Bahram Falahatkar[1*]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

Chilled storage of fish semen is a useful tool, which may efficiently support fisheries management, species conservation, and research in many ways. In this study, motility time and percentage of motile sperm of Caspian Vimba were investigated at 0, 24, 48, 72, 96, 120 and 168 hours after chilled storage at 4 °C. For this purpose, semen of 20 mature males with a mean weight of 30.9 ± 5.0 g was used. First, the fish were anesthetized with clove powder extract, then semen was collected by gentle pressure to the abdominal region. Each semen samples were kept in plastic tubes and stored at chilled condition. According to the results, from 48 hours after chilling storage, significant reductions were observed in percentage of motile sperm and motility time compared to 0 time ($P < 0.05$). All semen samples were active up to 72 hours after chilling storage and following 168 hours of storage, the mean activity in the 7 remaining samples was only 17.1 ± 7.5%. According to the results, the best quality of the samples (for fertilization) was observed up to 48 hours after the storage. Consequently, chilled storage of Caspian Vimba semen up to 48 hours can facilitate the management of artificial insemination in the hatcheries.

Keywords: Sperm, Artificial reproduction, Gamete, Semen

القای تولیدمثل مولدین ماده ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*) با استفاده از هورمون اوپل (Ovopel)

عرفان اکبری نرگسی [۱]؛ بهرام فلاحتکار [۱*]، دنیل زارسکی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران

۲- گروه زیست شناسی گامت ها و جنین، انجمن تحقیقات تولیدمثلی و تغذیه‌ای حیوانات، آکادمی علوم لهستان، اولشتین، لهستان

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

ماهی کلمه (*Rutilus caspicus*) از ماهیان ارزشمند تالاب انزلی است که از نظر اقتصادی و بوم شناختی اهمیت قابل توجهی دارد. با توجه به کاهش شدید ذخایر این ماهی در سال‌های اخیر، این گونه ارزشمند جزو ماهیان در خطر انقراض دسته بندی شده است. از این رو، برنامه ریزی برای بازسازی ذخایر و حفظ جمعیت این گونه امری ضروری تلقی می‌شود. در بررسی حاضر، کارایی هورمون اوپل (Ovopel) جهت القای تولیدمثل ماهی کلمه مورد سنجش قرار گرفت. تمامی مولدین از بخش غربی تالاب انزلی در فصل تولیدمثل صید گردیدند. به منظور انجام آزمایش ۲۰ قطعه مولد ماده ماهی کلمه با میانگین وزن ۶/۵ ± ۸۵/۲ گرم در دو گروه مورد آزمایش قرار گرفتند. در گروه اول ۱۰ قطعه ماهی کلمه با هورمون تجاری اوپل (حاوی ۲۵ میکروگرم mGnRH به همراه ۲۰ میلی گرم آنتی دوپامین متوکلوپرامید در هر میلی لیتر) با دوز ۰/۵ میلی لیتر به ازای کیلوگرم وزن بدن و در گروه دوم (شاهد) ۱۰ قطعه ماهی کلمه با محلول سرم فیزیولوژی با دوز ۰/۵ میلی لیتر به ازای کیلوگرم وزن بدن تزریق شدند. بر اساس نتایج بدست آمده ۸۰ درصد مولدین تزریق شده با هورمون اوپل به القای هورمونی پاسخ دادند و هم آوری کاری و مطلق پس از عملیات تخم کشی اندازه گیری گردید. در گروه شاهد هیچ کدام از مولدین تخم ریزی نکردند. بر اساس نتایج بدست آمده، میانگین هم آوری کاری و نسبی در مولدین القا شده با هورمون اوپل به ترتیب ۴۳۵/۰ ± ۸۰۳۳/۷ (تعداد تخمک/ ماهی) و ۴۴۵۲/۶ ± ۹۴۵۱۴/۱ (تعداد تخمک/ کیلوگرم وزن بدن ماهی) بود. با توجه به نتایج این پژوهش جهت تکثیر مصنوعی و بازسازی ذخایر ماهی کلمه می‌توان استفاده از هورمون اوپل را در مراکز تکثیر مدنظر قرار داد.

واژگان کلیدی: تخمک، تکثیر مصنوعی، کپور ماهیان، گامت

Induction of reproduction of Caspian roach (*Rutilus caspicus*) female breeders using Ovopel hormone

Erfan Akbari Nargesi[1]; Bahram Falahatkar[1*]; Daniel Żarski[2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

2- Department of Gametes and Embryo Biology, Institute of Animal Reproduction and Food Research, Polish Academy of Sciences, Olsztyn, Poland

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

The Caspian roach (*Rutilus caspicus*) is one of the valuable fish of the Anzali lagoon with considerable importance from an economic and ecological point of view. In recent years, due to the sharp decline in stocks, this fish is classified as endangered species. Therefore, planning to conserve the population of this species is considered necessarily. In the present study, the effectiveness of the Ovopel to induce reproduction of Caspian roach was evaluated. All breeders were caught from the western part of the Anzali lagoon during the spawning season. In order to perform the experiment, twenty female fish with an average weight of 85.2 ± 6.5 g were tested in two groups. In the first and second groups (control), ten fish were injected at a dose of 0.5 mL per kg of body weight with Ovopel (containing 25 micrograms of mGnRH with 20 mg of metoclopramide antidopamine per mL) and physiological saline solution, respectively. According to the results, 80% of injected breeders with Ovopel responded to hormone induction, and working and relative fecundities were measured after stripping the each fish. No fish were ovulated after injection in the control group. Based on the obtained results, the mean values of working and relative fecundities in hormone-induced breeders were measured as 8033.7 ± 435.0 (number of eggs per fish) and 94514.1 ± 4452.6 (number of eggs per kg of fish body weight), respectively. According to the results of this study, the use of Ovopel in hatchery centers can be considered for artificial reproduction and conservation of the Caspian roach stocks.

Keywords: Artificial reproduction, Cyprinidae, Gamete, Oocyte

کاربرد DNA واکسن‌ها در ماهیان پرورشی

آتوسا اکبری خاکریزی [۱*]؛ بابک بیک زاده [۲]

۱- گروه میکروبیولوژی ایمونولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران
۲- گروه سلولی مولکولی و میکروبیولوژی، دانشکده علوم و فناوری‌های زیستی، دانشگاه اصفهان، اصفهان

Email: atousa_noor@yahoo.com

چکیده

بیش از نیم قرن است که واکسیناسیون بهترین روش جلوگیری از بیماری‌ها در ماهیان پرورشی است. تلاش‌هایی که در طی این مدت انجام شده است به پایداری زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی در آبزی پروری جهانی کمک کرده است. اکثر واکسنهای مجاز ماهی به طور سنتی میکروارگانیسم‌های غیرفعال شده‌ای هستند که با مواد کمکی تهیه شده و از طریق غوطه وری یا تزریق وارد بدن می‌شوند. فناوری مدرن واکسن، اجزای خاص بیماری زا را هدف قرار می‌دهد و واکسن‌هایی که با استفاده از چنین رویکردهایی ساخته شده‌اند، شامل واکسن‌های زیر واحد، نوترکیب یا DNA می‌باشند. واکسن‌های DNA در مراکز آزمایشگاهی در برابر تعدادی از بیماری‌های ویروسی، به ویژه بیماری‌های ناشی از رابدوویروس ها، محافظت بسیار بالایی دارد. با این حال، اثر آنها در ایجاد حفاظت در برابر سایر خانواده‌های بیماری زای ویروسی ماهی کمتر مشخص است. مکانیسم عمل واکسن‌های DNA، از جمله نقش پاسخ‌های ایمنی ذاتی و تطبیقی هنوز به طور کامل روشن نشده است. از این رو در مقاله حاضر به جنبه‌های عملکردی این نوع از واکسن‌ها و آینده آن‌ها در صنعت آبزی پروری می‌پردازیم.

واژگان کلیدی: DNA واکسن، ماهیان پرورشی، بیماری، ایمنی.

Application of DNA vaccines in farmed fish

Atousa Akbari Khakrizi[1*]; Babak Beikzadeh[2]

1- Department of Microbiology and Immunology, Faculty of Veterinary Medicine University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Department of Cell and Molecular Biology & Microbiology, Faculty of Biological Sciences and Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran.

Email:atousa_noor@yahoo.com

Abstract

Vaccination has been the best way to prevent diseases in farmed fish for more than half a century. Efforts done during this time period have contributed to global aquaculture environmental, social, and economic sustainability. Most licensed fish vaccines are traditionally inactivated microorganisms that are prepared with adjuvants and introduced into the body by immersion or injection. Modern vaccine technology targets specific pathogenic components, and vaccines developed using such approaches include subunit, recombinant, or DNA vaccines. DNA vaccines in invitro have a very high protection against a number of viral diseases, especially diseases caused by rhabdoviruses. However, their effect on providing protection against other viral pathogenic families of fish is less clear. The mechanism of action of DNA vaccines, including the role of innate and adaptive immune responses, is not yet fully understood. Therefore, in this article, we discuss the functional aspects of this type of vaccine and their future in the aquaculture industry.

Keywords: DNA vaccine, farmed fish, disease, immunity.

آکوستیک مخزن ماهی: روش‌ها و چالش‌های تحقیق در مطالعات رفتاری

مرضیه امینی فرد [۱]، سعید شفیعی ثابت [۱*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

چکیده

صوت ناشی از فعالیت‌های انسانی، در سطح، داخل و مجاور زیستگاه‌های آبی وجود دارد. برای ارزیابی اثرات بالقوه صوت بر آبزیان از جمله ماهی‌ها و بی مهرگان، آزمون‌های آزمایشگاهی و میدانی ضروری و اجتناب ناپذیر است. در اینجا ما یک مرور کوتاه از تاثیرات آکوستیک مخزن ماهی، برخی از مشکلات روش شناختی و چالش‌های تحقیق را ارائه می‌دهیم. لازم است بدانیم که تغییرات رفتاری ناشی از صوت در مخازن ماهی در شرایط آزمایشگاهی از نظر اعتبار صوتی محدود است اما در عین حال می‌تواند برای آگاهی از شرایط نگهداری آبزیان در محیط‌های کنترل شده ارزشمند نیز باشد. برای درک کامل از آکوستیک مخزن ماهی و پیچیدگی اندازه گیری های صوتی، در نظرگرفتن و پایش اجزاء امواج صوتی از جمله سطح فشار صوت و حرکت ذره بسیار مهم است. اندازه گیری های رفتاری و آکوستیک مبتنی بر آزمایشگاه، در مخازن ماهی نباید مستقیماً به شرایط میدانی تعمیم داده شوند.

واژگان کلیدی: آبزیان، مخزن ماهی، شرایط آزمایشگاهی، فشار صوت، حرکت ذره

Fish tank acoustics: methods and research challenges in behavioural studies

Marziyeh Amini Fard[1], Saeed Shafiei Sabet[1*]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: s.shafiei.sabet@guilan.ac.ir

Abstract

Anthropogenic sound is ubiquitous in, on and near aquatic habitats. To assess the potential effects of sound on aquatic animals including fish and invertebrates, laboratory-based and field experiments are necessary and inevitable. Here we give a brief overview of fish tank acoustics, some methodological pitfalls and research challenges. We argue that it is necessary to understand sound-induced behavioural changes are limited in terms of acoustic validity in fish tanks under laboratory conditions but can be also valuable to gain insights into housing conditions of aquatic animals in captivity. Moreover, it is important to consider and monitor acoustic components including sound pressure level and particle motion for comprehensive understanding of fish tank acoustics and the complexity of acoustic measurements. Laboratory-based behavioural and acoustic measurements in fish tanks should not be extrapolated directly to field conditions.

Keywords: Aquatic animals, Fish tank, Laboratory conditions, Sound pressure, Particle motion

بررسی هپاتوتوکسیک ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) در تیمار با دی- اتیل فتالات (DEP)

مهران عربی

گروه علوم جانوری، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

Email: mehranarabi@hotmail.com

چکیده

استفاده گسترده از دی- اتیل فتالات (DEP) به عنوان پلاستیزر در تجهیزات پزشکی،وسایل بهداشت شخصی و صنعت نه تنها خطری جدی برای سلامت انسان بوده،بلکه در صورت نشت به محیط اطراف نیز راه می یابد. آبزیان فتالات ها را از طریق آبشش، پوست و همراه با غذا به بدن خود وارد می کنند. کبد به عنوان یک اندام حیاتی مسئول سم زدایی گزنوبیوتیک ها و متابولیزه کردن بسیاری دیگر از ترکیبات شیمیایی در بدن جانوران است. این پژوهش با بررسی هپاتوتوکسیسیتی احتمالی ناشی از تیمار با DEP در ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) و تعیین مقدار LC_{50} حاد ۹۶ ساعته با استفاده از آنالیز Probit به میزان $4\ mg/L \geq$ با سه غلظت زیر حدکشندگی ($\frac{1}{5}$ ، $\frac{1}{10}$ و $\frac{1}{20}$ از LC_{50}) از DEP برای روزهای ۷ و ۱۴آزمایش صورت گرفت. در خاتمه نمونه های کبد و خون از بدن ماهیان خارج و از کبدها هوموژنیت تهیه و نتایج نشان داد که تیمار با DEP موجب بروز هپاتوتوکسیسیتی در ماهیان طلایی می شود. در این رابطه محتوی لیپوپراکسیداسیون (LPO) به عنوان شاخص ایجاد اختلالات غشایی در سلول های کبدی تیمار شده با DEP افزایش معنی داری داشته و سطوح پروتیین های کاربولینه شده (CP) نیز در نمونه های کبدی بالاتر رفته بود ($p<0.05$). بعلاوه، کاهش ظرفیت آنتی اکسیدانی تام (TAC) در نمونه ها مشاهده شدحال آنکه سطوح ALT و AST به عنوان مارکرهای نکروز کبدی در خون به صورت غیر معنی دار افزایش یافت ($p>0.05$). در مجموع میتوان گفت؛DEP موجب بروز تغییر در عملکرد نرمال کبد در ماهیان مورد آزمایش از طریق القای استرس اکسیداتیو و متعاقب آن بروز ناپایداری در غشاهای سلولی درکبد می شود.

واژگان کلیدی: DEP ، محیط آبی، گلدفیش، استرس اکسیداتیو، هپاتوتوکسیسیتی.

Hepatotoxic evaluation in goldfish (*Carassius auratus*) upon treatment with di-ethyl phthalate (DEP)

Mehran Arabi

Department of Animal Sciences, Faculty of Basic Sciences, University of Shahrekord, Shahrekord.

Email: mehranarabi@hotmail.com

Abstract

The extensive use of di-ethyl phthalate (DEP) as a plasticizer in medical devices, personal care products, and industries, which is a major threat to humankind as it leaches out easily from the plastic matrix into the environment. Aquatics may absorb phthalates from contaminated water through gills, skin, and digestive tract. The liver, a vital organ known for detoxification of xenobiotics that enters the body besides metabolizing many chemical compounds. In this work, we evaluated the possible hepatotoxicity in goldfish (*Carassius auratus*) upon treatment with DEP. First, the 96 hr acute LC_{50} value was determined was as $\geq$ 4 mg/L, using probit analysis. Three sub-lethal concentrations of DEP (1/5، 1/10 & 1/20 of LC_{50}) were used for 7 and 14 days. At the end of tests, liver and blood samples were taken out, and liver homogenates were made. Our findings revealed that DEP exposure caused hepatotoxicity in goldfish. It was showed that the content of lipoperoxidation (LPO) as a marker for membrane disorders was increased significantly ($p<0.05$) in the liver of DEP-treated fish. The level of carbonylated proteins (CP) was also elevated. Meanwhile, we showed that the total antioxidant capacity (TAC) was lowered in DEP-treated fish. The blood levels of ALT and AST as hepatic necrosis markers were increased non-significantly ($p>0.05$). In brief, DEP altered normal function of liver in the fish via induction of oxidative stress followed by cell membrane instability.

Keywords: DEP, Aquatic environment, Goldfish, Oxidative stress, Hepatotoxicity.

بررسی رابطه طولی – وزنی و پارامترهای رشد ماهی *Tariqilabeo adiscus* در رودخانه کاجو

زهرا عسگری برزکی*[۱]، محمدرضا رحمانی [۱]، محمد فروهر واجارگاه [۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده محیط زیست دانشگاه محیط زیست، کرج
۲-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت

Email: Zahra_zab@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه سن و رشد ماهی *Tariqilabeo adiscus* در رودخانه کاجو واقع در جنوب استان سیستان و بلوچستان مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۲۲۹ نمونه از این گونه از خرداد ۱۳۹۲ تا اردیبهشت ۱۳۹۳ به صورت ماهانه جمع آوری شد. شاخص‌های طولی و وزنی نمونه‌ها به ترتیب ۱۲۴-۲۱ میلیمتر و ۲۶,۹۸-۰,۹۹ گرم بودند. گروه سنی (توسط فلس و استخوان سرپوش آبششی) در هر دو جنس ماهی از ۱+ تا ۶+ سال متغییر بود و بیشترین فراوانی در گروه سنی ۲+ برای جنس نر و ۴+ سال برای جنس ماده مشاهده شد. رابطه طول و وزن برای جمعیت ($W = 0.0088\ TL^{3.222}$ $(r^2 = 0.993)$)، جنس ماده $W = 0.0091\ TL^{3.21}$ $(r^2 = 0.988)$ و جنس نر $W = 0.0095\ TL^{3.15}$ $(r^2 = 0.997)$ بدست آمد. بر اساس مقادیر b (شیب خط رگرسیونی) بدست آمده، از رابطه طول_وزن هر دو جنس رشد آلومتریک مثبت را نشان می‌دهند. همچنین مقدار پارامترهای معادله رشد برتالانفی نشان داد که طول بی نهایت برای جنس نر بیشتر از جنس ماده است و آهنگ رشد (K) در جنس ماده بزرگ‌تر از جنس نر بدست آمد. شاخص سن صفر برای همه گروه‌های مورد بررسی (نر، ماده و جمعیت) منفی بود و برای جنس نر ۰,۲۲- و برای جنس ماده ۰,۴۹- بدست آمد. شاخص فی مونرو (ϕ) در سه گروه جمعیت، نر و ماده در حد ۸ با دامنه حداقل ۸/۶۴ برای جنس ماده و حداکثر ۸/۷۶ برای جمعیت متغیر بود.

واژگان کلیدی: گونه *Tariqilabeo adiscus*، ویژگی‌های زیستی، رودخانه کاجو، جنوب سیستان و بلوچستان

Length-weight relationship and growth indices of *Tariqilabeo adiscus* in Kajo River, southeast of Iran

Zahra Asgari Barzoki*[1], Mohammad Reza Rahmani[1], Mohammad Forouhar Vajargah[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Environmental, Environmental University, Karaj, Iran
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: Zahra_zab@yahoo.com

Abstract

In this study the age and growth of *Tariqilabeo adiscus* fish was studied in the Kajo River in the south of Sistan and Baluchestan Province, Iran. 229 samples of this species were collected monthly from June 2013 through May 2014. The length and weight of the samples were 21-124 mm and 0.09-26.98 g, respectively. Age group (by scales and gill cap bone) in both sexes varied from +1 to +6 years and the highest frequency was observed in age group +2 for males and +4 years for females. Length and weight were obtained for population W = 0.0088 TL3.222 (r^2 = 0.993), female W = 0.0091 TL3.21 (r^2 = 0.988) and male W = 0.0095 TL3.15 (r^2 = 0.997). Based on the values of b (slope of the regression line) obtained from the length-weight relationship, both sexes show positive allometric growth. Also, the value of Bertalanfi growth equation parameters showed that the infinite length for males is greater than females and the growth rate (K) in females was greater than males. Zero age index was negative for all groups (male, female and population) and was -0.22 for males and -0.49 for females. The Phi Monroe index (φ) was variable in three groups of population, male and female, with a minimum range of 8.64 for females and a maximum of 8.76 for the population.

Keywords: ***Tariqilabeo adiscus*** **species, Biological features, Sarbaz River, South Sistan and Baluchestan**

مقدمه

گونه *Tariqilabeo adiscus* متعلق به خانواده کپورماهیان است که در بین ماهیان با ۲۱۰ جنس، جزء بزرگترین خانواده‌ها می‌باشد (Sattari, 2007). آب‌های شیرین رودخانه‌هایی که دارای دمایی نسبتاً بالا تا ۴۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و قسمت‌های بالایی و میانی رودخانه‌هایی که دارای بستر قلوه سنگی همراه با ماسه می‌باشد، زیستگاه مناسبی برای این گونه از کپورماهیان می‌باشد (Coad, 2009). *T. adiscus* در جنوب شرق ایران در حوضه رودخانه‌های مکران، ماشکید و حوضهٔ سیستان وجود دارد (Coad, 2013). این ماهی به علت اندازه کوچکی که دارد ارزش خوراکی و صید ورزشی ندارد و مورد بهره برداری نمی‌باشد. رودخانه کاجو در جنوب استان سیستان و بلوچستان واقع شده است، این رودخانه از جمله زیستگاه‌های مهم آبزیان در آبهای داخلی می‌باشد که کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این رودخانه از شاخه‌های اصلی رودخانه سرباز است (Elmi *et al.*, 2011).

تعیین سن و رشد ماهی در مدیریت و بیولوژی شیلاتی امری بنیادی است و کمبود اطلاعات سنی در مورد بسیاری از گونه‌های غیر اقتصادی سبب اعمال سیاست‌های نامطلوب در امر مدیریت شده است. پارامترهای بدست آمده از تعین سن نظیر نرخ مرگ و میر و رشد، زیربنای مدل‌های پویایی جمعیت آبزی می‌باشد که برای آنالیز داده‌های صیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nelson,1994).

یکی از مهمترین گونه‌های ماهیان رودخانه کاجو، ماهی *T. adiscus* است که اطلاعات بسیار کمی در مورد آن وجود دارد و بیشتر در حد گزارش است. باتوجه به اینکه خاستگاه گونه در جغرافیای جانوری Oriental می‌باشد، و کشور ایران و حوضه مکران، غربی‌ترین منطقه پراکنش این گونه می‌باشد، اختلاف آب وهوایی و جغرافیایی منطقه مورد مطالعه با سایر مناطق مورد پراکنش، نیاز به اطلاعات در مورد ویژگی‌های زیستی این گونه را افزایش می‌دهد و این پژوهش برای آگاهی از شاخص‌های رشد به منظور مدیریت ذخایر انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تعداد کل نمونه‌های مورد بررسی ۲۲۹ قطعه ماهی بود که نمونه برداری در ۱۰ ماه از خرداد ۱۳۹۲ تا اردیبهشت ۱۳۹۳(به جز مردادماه و دی ماه به دلیل وجود مشکلات برای محقق) در حوضه آبریز رودخانه کاجو در محدوده جغرافیایی ۲۵° ۵۰′ ۵۹″ عرض شمالی واقع در جنوب استان سیستان و بلوچستان انجام پذیرفت. روش صید استفاده از سوربر، تورسالیک، ساچوک و دام گوشگیر بود تا احتمال صید تعداد مناسبی از این گونه برای ارزیابی ویژگی‌های زیستی افزایش یابد. پس از جداسازی نمونه‌ها در فرمالین ۱۰٪ فیکس شدند و به آزمایشگاه منتقل شدند. ابتدا بیومتری نمونه‌ها که شامل اندازه گیری طول چنگالی، طول استاندارد و طول کل آنها با دقت ۱ میلیمتر و وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰,۰۱ گرم اندازه گیری شد. با توجه به گرمسیری بودن این گونه از فلس و اپرکلوم ماهی برای تعیین سن استفاده شد تا دقت کار افزایش یابد. سپس با کابدگشایی نمونه جنسیت، وزن لاشه، وزن گناد و هماوری آن مشخص شد. از آنجا که امکان دارد برخی گروه‌های سنی در مجموعه صید وجود نداشته باشد، از روش پیشینه پردازی بهره گرفته شد.

بعد از تعیین سن ماهیان، طول ماهی در زمان تشکیل هر حلقه سالانه با استفاده از معادله رشد فان برتالانفی طبق رابطه زیر، $L_t = L_\infty [1-e^{-K(t-t0)}$ محاسبه شد (Von Bertalanffy, 1938)، که در آن، L_t: طول ماهی در سن مورد نظر به میلی‌متر، L_∞: طول بی‌نهایت (طول مجانب) به سانتی‌متر، K: آهنگ رسیدن به طول بی‌نهایت، t: سن مورد نظر و t_0 : سن ماهی در زمان طول صفر می‌باشد (Ricker, 1975).

از آنجایی که در یک گونه طول و وزن با هم در ارتباط هستند، رابطه طول و وزن برای جنس‌های نر و ماده و برای کل جمعیت نمونه برداری شده با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$W = aTLb$$

در این معادله W وزن به گرم، TL طول به میلی‌متر، b شیب خط رگرسیونی (ضریب رشد) و a عدد ثابت می‌باشند.

شاخص عملکرد رشد که برای مقایسه و تحلیل پارامترهای رشد یک گونه در مناطق مختلف بسیار مفید می‌باشد، با استفاده از رابطه $\varphi' = 2\ln L\infty + \ln K$ محاسبه شد. تمام تجزیه تحلیل‌ها با سطح معنی‌داری ۰/۰۵ با بسته نرم‌افزاری SPSS22 انجام شد. جهت وارد کردن داده‌ها و رسم نمودارها برنامه Excel استفاده شد.

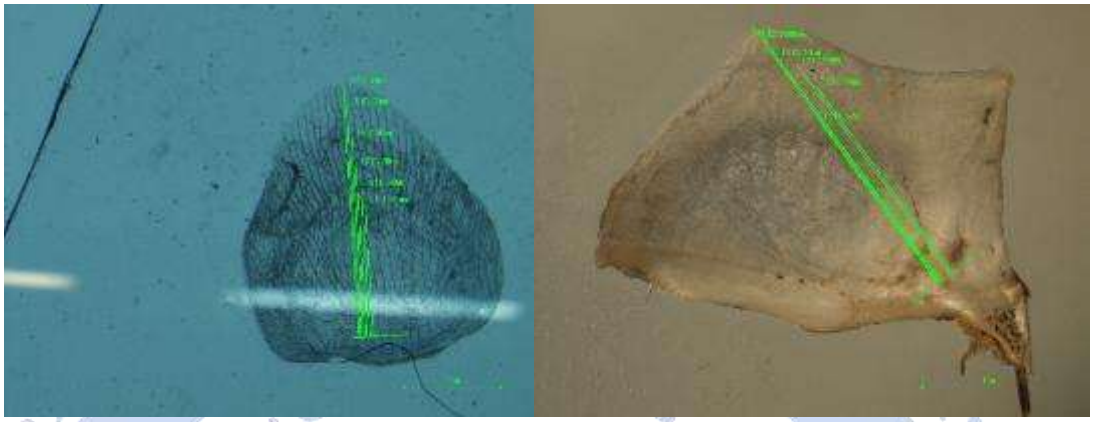
نتایج

در مجموع ۲۲۶ قطعه ماهی *Gangetic.latia* (۵۰ نمونه نر و ۱۷۶ نمونه ماده) با دامنه طول کل ۱۲۴-۲۱ میلیمتر و میانگین طول کل و انحراف معیار استاندارد ۲۸/۳۱ ± ۸۶/۵۹ میلیمتر در طول یک سال جمع آوری شدند.

در جنس ماده میانگین طول کل و انحراف معیار استاندارد برابر ۲۳/۵۶ ± ۹۴/۲۶ میلی‌متر و میانگین وزن کل و انحراف معیار استاندارد برابر ۶/۷۳ ± ۱۴/۲۹ گرم بدست آمد. در جنس نر میانگین طول کل و انحراف معیار استاندارد برابر ۲۷/۲۶ ± ۵۹/۶۰ میلی‌متر و میانگین وزن کل و انحراف معیار استاندارد برابر ۵/۵۹ ± ۴/۷۱ گرم مشاهده شد. دامنه طول کل در جنس ماده بین ۱۲۴–۲۱ میلی‌متر و وزن کل بین ۲۶/۹۸–۰/۰۹ گرم و برای جنس نر دامنه طول کل ۱۰۸- ۲۶ میلیمتر و وزن کل بین ۱۹,۸۵- ۰,۳۶ گرم بود. تعیین سن از روی فلس و استخوان سرپوش آبششی برای این گونه ۶ گروه سنی برای جنس ماده و ۵ گروه سنی برای جنس نر نشان داد (جدول ۱). الگوی تشکیل حلقه‌های رشد شامل یه منطقه مات و یک منطقه شفاف برای هر سال بود.

جدول ۱-میانگین طول کل (میلی‌متر) و وزن کل (گرم) در گروه‌های سنی مختلف در گونه *T. adiscus* در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان

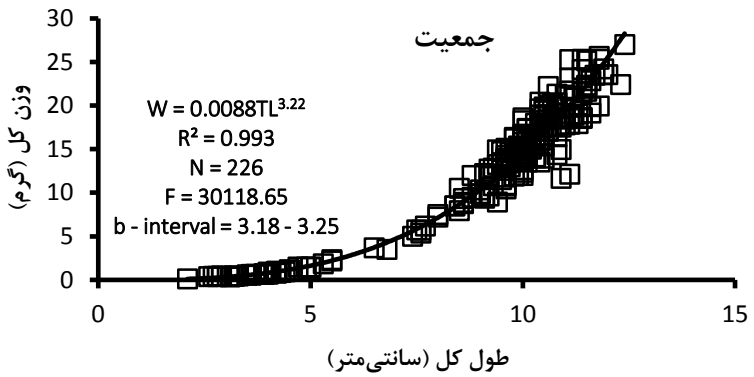
سن	ماده		نر	
	TW ± SD	TL ± SD	TW ± SD	TL ± SD
۱	۰/۳۳ ± ۰/۱۴	۲۹/۸۰ ± ۴/۹۷	۰/۳۹ ± ۰/۰۳	۲۶/۸۳ ± ۱/۱۷
۲	۰/۷۲ ± ۰/۱۳	۳۹/۲۹ ± ۲/۶۱	۰/۷۶ ± ۰/۱۳	۴۰/۱۱ ± ۲/۴۰
۳	۱/۲۳ ± ۰/۴۲	۴۶/۵۰ ± ۴/۴۳	۲/۱۷ ± ۰/۹۳	۵۴/۸۸ ± ۷/۷۴
۴	۱۴/۳۲ ± ۳/۴۶	۹۸/۰۸ ± ۷/۴۹	۱۱/۰۰ ± ۲/۸۴	۹۳/۴۰ ± ۸/۶۹
۵	۲۰/۳۹ ± ۲/۶۴	۱۱۱/۸۶ ± ۳/۳۵	۱۸/۰۴ ± ۲/۵۷	۱۰۱/۰۰ ± ۲/۸۳
۶	۲۲/۸۹ ± ۴/۰۴	۱۱۸/۴۳ ± ۵/۲۶	-	-



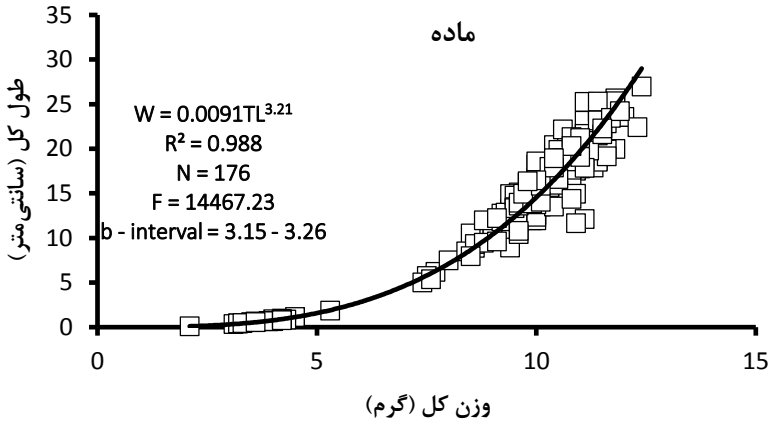
شکل ۱: فلس و سرپوش آبششی گونه *T. adiscus* از چپ به راست برای جنس ماده ۶ ساله

شاخص عملکرد رشد که برای مقایسه رشد جمعیت‌ها و جنس نر و ماده یک گونه استفاده می‌شود برای این جمعیت ۱۲،۵۵ و برای جنس نر ۷،۰۷ و برای جنس ماده ۷،۸۱ محاسبه شد. در جمعیت مورد مطالعه گونه *T. adiscus* رودخانه کاجو، رابطه طول و وزن جمعیت (r۲= ۰/۹۹۳) W= ۰/۰۰۸۸ TL۳/۲۲ و برای جنس ماده (r۲= ۰/۹۸۸) W= ۰/۰۰۹۱ TL۳/۲۱ و برای جنس نر (r۲= ۰/۹۹۷) W= ۰/۰۰۹۵ TL۳/۱۵ بدست آمد.

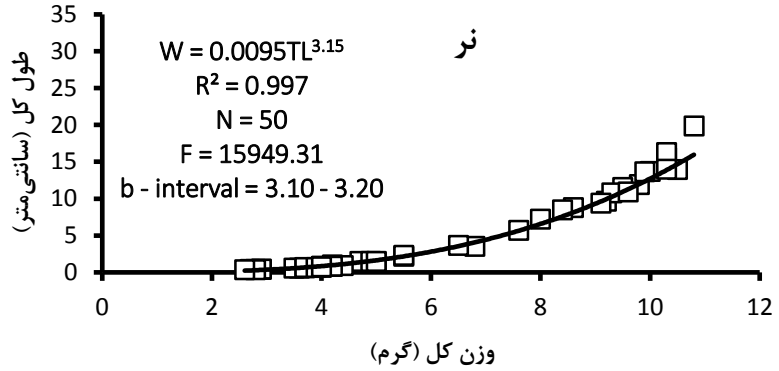
باتوجه به شیب خط رگرسیونی بزرگتر از ۳ از رابطه طول و وزن و استفاده از رابطه پائولی، اختلاف مقدار b برای جمعیت و جنس نر و ماده با b>3 معنی دار بوده و الگوی رشد ماهی *T. adiscus* آلومتریک مثبت پیش بینی شد($p < 0.05$)



نمودار ۱-رابطه طول–وزن کل جمعیت *T. adiscus* در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان



نمودار ۲-رابطه طول-وزن کل جنس ماده گونه *T. adiscus* در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان



نمودار ۳-رابطه طول–وزن کل جنس نر گونه *T. adiscus* در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان

با مقایسه سن و طول ماهی در دو جنس نر و ماده مشخص شد که گروه سنی +۲ ساله در جنس نر و گروه سنی +۴ ساله در جنس ماده جمعیت غالب را تشکیل داده بودند، همچنین با توجه به نتایج، میانگین طول کل با افزایش سن، افزایش داشت

نمودار ۴-میانگین طول کل (میلی‌متر) با سن در گونه *T. adiscus* در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان

بحث

رشد ماهی‌ها در سرتاسر عمر ادامه می‌یابد و تحت تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی قرار دارد. دما، اکسیژن، شوری، رقابت، جریان آب، نور، میزان غذای در دسترس، اندازه بدن و طیف اندازه ذرات غذایی را می‌توان از مهمترین عوامل محیطی تعیین کننده رشد دانست (Fakhri *et al.*, 2011)

در این تحقیق دامنه طول کل و وزن کل برای این جمعیت به ترتیب ۱۲۴-۲۱ میلیمتر و ۲۶,۹۸-۰,۰۹ گرم بدست آمد و همچنین اسماعیلی و همکاران در سال ۲۰۱۴ طول و وزن این گونه در حوضه مکران را به ترتیب ۱۵۶-۳۶ میلیمتر و ۱۶,۱۰-۰,۷۰ گرم بدست آوردند. بنابر مطالعاتی که تا کنون روی این گونه صورت گرفته است، بیشترین طول کل بدن ۱۶۴ میلیمتر گزارش شده است، در نتیجه این گونه جزء گونه‌های با اندازه کوچک محسوب می‌شود و به همین دلیل تحت بهره برداری و صید صنعتی نمی‌باشد. برای این گونه بیشترین فراوانی طولی در بین جنس نر این جمعیت مربوط به طول ۴,۰۰-۳,۰۱ سانتیمتر و در بین ماده‌های این جمعیت مربوط به طول ۱۱,۰۰-۱۰,۰۱ سانتیمتر مشاهده شد و ماده‌ها از لحاظ نسبت جنسی برتری داشتند، پس می‌توان نتیجه گرفت که جنس ماده به شرایط محیطی رودخانه کاجو سازگاری بیشتری دارد.

گستره سنی در این گونه بین +۱ تا +۶ سال برآورد شد، البته برای جنس نر گروه سنی بین +۱ تا +۵ سال بود که در مجموع این جمعیت به طور متوسط عمر کوتاهی دارد. در ماده‌ها گروه سنی +۲ ساله بیشترین فراوانی را داشتند و گروه سنی +۴ ساله در بین نرها غالب بود. آمار این پژوهش بیانگر این است که با افزایش سن، طول نیز افزایش می‌یابد. تفاوت در اندازه و ساختار سنی علاوه بر ژنتیک، با استفاده از عواملی مثل: تفاوت در ویژگی‌های زیستی هر رودخانه (میزان آب، غذا، دما و تنوع گونه‌های گیاهی) و میزان حفاظت (فشار صیادی و...) می‌توان مورد بحث قرار داد.

بر اساس نتایج بدست آمده طول بی نهایت در ماهی‌های نر ۲۲۸,۱۰ میلیمتر و بزرگتر از ماده‌ها (۲۰۱,۴۶ میلیمتر) بدست آمد. پائولی بیان کرده که طول بی نهایت در حدود ۵ درصد بزرگتر از حداکثر طول مشاهداتی است (Pauly,198). اما نکته مهم این است که طول بی نهایت در جمعیت‌های تحت بهره برداری شدید، برابر با حداکثر طول مشاهداتی است. در این گونه طول بی نهایت از قاعده ذکر شده پیروی می‌کند و مقادیر بالاتری بدست آمده، که به نظر می‌رسد این گونه به دلیل عدم ارزش اقتصادی، تحت بهره برداری شدید نمی‌باشد. اختلاف در شرایط اکولوژیکی و تغییرعرض جغرافیایی بر میزان طول بی نهایت و ضریب رشد تأثیر داشته و این تغییرات میزان متفاوتی از (φ') را شامل می‌گردد. حتی در یک منطقه در دوره‌های زمانی مختلف این دو شاخص می‌توانند میزان متفاوتی، به علت تغییر شرایط محیطی داشته باشند. تنوع در پارامترهای رشد فان برتالانفی در جمعیت‌های مختلف یک گونه بیانگر وجود همزادان و یا نسل‌های متنوع در جمعیت یک گونه است. تنوع در طول بی نهایت در جمعیت‌های یک گونه را می‌توان از یک طرف به تفاوت‌های اندازهٔ بزرگترین نمونه‌های درون هر یک از جمعیت‌ها و از طرف دیگر به تنوع پارامترهای جمعیت یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب در منطقه، به خصوص در دما و شرایط تغذیه‌ای به وجود می‌آید (Turkmen *et al.*, 2001).

در مطالعه حاضر، ضریب رشد (K) در ماده (۰,۱۴) بزرگ‌تر از مقدار K در جنس نر (۰,۱۱) بدست آمد که این افزایش در ضریب رشد در جنس ماده، به دلیل رشد سریع‌تر و رسیدن به طول بی نهایت است. مقادیر t_0 در ماده‌ها ۰,۴۹- و در ماهیان نر ۰,۲۲- بدست آمد. در مکان‌های مختلف با توجه به شرایط محیطی و تغییر طول بی نهایت و ضریب رشد، میزان سن در طول صفر نیز تغییر می‌کند و این پارامتر با افزایش ضریب رشد و کاهش طول بی نهایت، افزایش پیدا می‌کند (Sparre *et al.*, 1989). شاخص عملکرد رشد در نرها بیشتر از ماده‌ها بدست آمد که این شاخص به مکان زیست، غذای قابل دسترس، دمای

آب و جنسیت ماهی بستگی دارد. شاخص مونرو (ϕ) برای این گونه در رودخانهٔ کاجو استان سیستان و بلوچستان در بین جنس نر، ماده و جمعیت ماهی *T. adiscus* اختلاف ناچیزی را نشان داد و دامنه آن بین ۸,۷۶ -۸,۶۴ بود. تهامی و همکاران برای سگ ماهی جویباری استان فارس، شاخص مونرو (ϕ) را ۷,۷۹ گزارش کردند.

رابطه طول با وزن در جمعیت‌های مختلف می‌تواند بیانگر استراتژی مصرف انرژی به وسیله ماهی باشد و بر این اساس در تحقیق حاضر مقدار ضریب نمائی b برای ماده‌ها ۳,۲۰ ودر جنس نر این ضریب ۳,۱۵ بدست آمد که شیب خط رگرسیونی بین طول و وزن در هر یک از جنس‌های نر و ماده نشان داد که جنس ماده به طور میانگین طول و وزن بیشتری نسبت به جنس نر دارد که این نشان دهنده رشد بیشتر جنس ماده نسبت جنس نر می‌باشد. همچنین آزمون پائولی مثبت بودن آلومتریک الگوی رشد هر دو جنس در این گونه را تأیید کرد. تهامی و همکاران برای سگ ماهی جویباری پارسی (*Oxynemachilus persa*) در استان فارس مقدار b را ۳,۲۳۱ گزارش کردند، که برای این گونه نیز رشد از از نوع آلومتریک مثبت است و نشان‌دهنده این است که با افزایش طول مقدار بیشتری به وزن اضافه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از آقای مهندس مختار عموئی و افراد و سازمان‌هایی که در اجرای این مطالعه به ما کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

Elmi A, M. Abdoli A. Khorasani N, A. Yousefi Siahklorudi Autumn S. (2011). Identification and frequency of fish in Sarbaz river (Sistan and Baluchestan province), Journal of Animal Environment, Volume 3, Number 3, 11-13 p. [in Persian]

Coad, B. w. (2013).Freshwater Fishes of Iran. Retrieved 6 may 2013, from http: //www.briancoad.com

Fakhri A., Hajeb P., Shadi A., Kamalifar R., Mirza R. (2011). Growth parameters and mortality rates of javelin grunter, Pomadasys kaakan, in the Persian Gulf World Journal of Fish and Marine Sciences, 3(4): 346-350.

Nelson J.S. 1994. Fishes of the World. John Wiley and Sons, Inc. New York. 3rd edition, 600 p.

Pauly D. (1984): Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use for programmable calculators. ICLARM Studies and Reviews 8.

Sattari M. (2007'0. Fisheries 2, Haghshenas Publications.

Sparre P., Ursin E., Venema S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 2: Manual FAO fisheries Technical paper, 306/1, 337p.

Tahami M. (2012). Study of population dynamics of Persian Oxynoemacheilus. Persa (Heckel, 1847) in Fars province (adult radius: (carp), Shiraz University.

Patimar R., Nasri M. (2007). Investigation on age structure and growth of Lotak *Cyprinion macrostomum* Heckel, 1843, in Seimareh River, Ilam province. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources (Animal and Aquatic Sciences), 5: 12-22. (In Persian).

Turkmen M., Erdogan O., Yeldirrim A., Akyurt I. (2001). Reproduction tactics, age and growth of Capoeta capoeta nmbla (Heckle, 1843) from the Akkale of the Karasu River, Turkey. Fisheries Research, 1220: 1-120.

بررسی انگلهای کرمی شکل در مجرای گوارشی ماهی کیلکای معمولی از سواحل جنوبی دریای خزر

مهرداد اصغرنیا [1*]؛ محدث قاسمی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

چکیده

دریای خزر زیستگاه بسیاری از ماهیان اقتصادی و با ارزش می‌باشد که از آن جمله می‌توان به کیلکا ماهیان اشاره نمود. کیلکاها ماهیانی کوچک هستند که به صورت گله‌ای زندگی کرده و چون به عنوان مصرف کننده ثانویه در زنجیره غذایی قرار می‌گیرند، از جمعیت زیادی برخوردار می‌باشند. کیلکا ماهیان از خانواده شگ ماهیان *Clupeidae* می‌باشند اهداف مطالعه: شناسایی گونه‌های انگلی در گونه کیلکای معمولی، تعیین تغییرات شدت و شیوع آلودگی انگلی در ارتباط با گروههای طولی و وزنی. این مطالعه طی سه مرحله از ماههای گرم سال ۱۳۹۹، ۸۲ نمونه ماهی کیلکای معمولی *Clupeonella cultriventris* از لحاظ آلودگی انگلی مورد بررسی قرار گرفتند. جهت انتخاب ماهی بخشی از صید به صورت تصادفی جدا شده و بعد از انتقال به آزمایشگاه، ابتدا خصوصیات زیست سنجی هر ماهی اندازه گیری شده و سپس ماهی تشریح شده، بخشهای گوناگون بدن ماهی همچون مخاط پوست، محوطه بطنی، دستگاه گوارش، چشم و آبشش مورد بررسی قرار گرفتند. تعداد ۳۸ عدد به ترماتد پرونوپریمنا ونتریکوزا Pronoprymna *ventricosa* آلوده بودند. این ترماتد روده‌ای تنها انگل یافت شده در این تحقیق می‌باشد. تعداد انگل‌های مشاهده شده ۱۰۹۲ عدد، میزان شیوع معادل ۹۲/۶٪ شدت آلودگی برابر ۴۳/۲ ± ۲۸/۷، میانگین فراوانی ۴۲/۲ ± ۲۶/۶ و دامنه شدت انگل ۱۸۹-۱ بود. همچنین همه پارامترهای انگلی اعم از شیوع، شدت آلودگی، دامنه شدت و میانگین فراوانی در گروه طولی بزرگتر نسبت به گروه کوچکتر کیلکا افزایش یافته است.

واژگان کلیدی: زئونوز، شیوع، ترماتد، روده، شناسایی

A survey to worm-shape parasites in intestinal duct of *Clupeonella cultriventris* from southern coast of the Caspian Sea

Mehrdad Asgharnia[1*]; Mohaddes Ghasemi[1]

1- Inland waters aquaculture research center, Fisheries sciences research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

Abstract

The Caspian Sea is a habitant of many economic and valuable fish which can imply to Kilka fish which belongs to *Clupeidae* family. The aim of this study was to identify parasite species in *Clupeonella cultriventris* and to determine occurrence and intensity of parasitic infection varies associated with Length and weight groups. This research was started during three phases of warm moths of the year 2020. For this reason 82 fish specimens were examined. A part of fish yield was selected randomly and transported to the parasitology lab. Upon arrival to the lab first fish biometric characteristics measured individually, then each fish dissected and different parts of the body such as the skin mucus, gills, eyes, abdominal cavity and gut were studied. In result a number of 38 specimens were infected with *Pronoprymna ventricosa*. This intestinal trematode was the only parasite found in the present survey. The numbers of observed parasites were 1092, the occurrence value was equal to 92.6%, intensity 28.7 ± 43.2, mean abundance 26.6 ± 42.2 and parasite intensity range was 1-189. Also all the parasitical parameters including occurrence, intensity, parasitic range and mean abundance in the greater length group fish compared with the lower length group were increased.

Keywords: zoonoses, occurrence, trematode, intestine, identify

گزارش موردی از آلودگی ماهی سیم دریای خزر *Abramis brama* به انگل کرمی شکل *Raphidascaris acus*

مهرداد اصغرنیا [۱*]؛ محدث قاسمی [۱]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی.

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

چکیده

ماهی سیم *Abramis brama orientalis* یکی از گونه‌های با ارزش و تجاری سواحل جنوبی دریای خزر، بویژه مناطق استان گیلان و تالاب انزلی است. این ماهی بدلیل رفتار خاص تغذیه‌ای خود می‌تواند به انواع مختلفی از انگلها مبتلا شود. یکی از گونه‌های انگلی آلوده کننده این ماهی لارو نماتد *Raphidascaris acus* بوده که از روده این ماهی جدا سازی شد. در این بررسی که در بهار سال ۱۳۹۹ به انجام رسید. تعداد کل ۵۰ نمونه ماهی پس از صید به صورت زنده به آزمایشگاه انگل شناسی منتقل شده و پس از طی مراحل زیست سنجی و تعیین جنسیت، از اعضای مختلف مانند پوست و باله، آبشش ها، چشم‌ها و لوله گوارشی بر اساس اصول متداول در آزمایشات انگل شناسی مورد بازرسی قرار گرفتند، بدین ترتیب که نخست از مخاط پوست و آبشش گسترش مرطوب تهیه شده و عدسی چشم‌ها خرد شده و به کمک میکروسکوپ مشاهده شدند، سپس ابتدا و انتهای روده ماهی بوسیله قیچی از محل خود خارج شده و پس از تخلیه محتویات آن داخل ظرف پتری از طریق استریوسکوپ کرم‌های انگل جستجو شدند، نتیجه این تحقیق نشان داد که ۳۵ نمونه (شیوع ۷۰٪) آلوده به این کرم بودند. شدت آلودگی برابر ۴، میانگین فراوانی ۲/۸ و دامنه فراوانی ۸-۱ بود. این انگل قبلاً توسط سایر محققان از ایران و جهان گزارش شده است.

واژگان کلیدی: نماتد، روده،، بررسی، میکروسکوپ، تالاب

A case report of infection of the Caspian Sea Bream fish *Abramis brama* with vermiform parasite *Raphidascaris acus*

Mehrdad Asgharnia[1*]; Mohaddes Ghasemi[1]

1- Inland waters aquaculture research center, Fisheries sciences research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali.

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

Abstract

Abramis brama orientalis is one of the valuable and commercial species of the southern shores of the Caspian Sea, especially the areas of Guilan province and Anzali wetland. Due to its special nutritional behavior, this fish can be infected with various types of parasites. One of the parasitic species infecting this fish is the larvae of the nematode *Raphidascaris acus*, which was isolated from the intestine of this fish. In this study, which was conducted in the spring of 2020 a total of 50 fish samples were transferred live to the parasitology laboratory and after bioassay and sex determination, from various organs such as skin and fins, gills, eyes and gastrointestinal tract according to the principles common in parasitological experiments were conducted. They were inspected by moistening the skin and gills first and crushing the lens of the eyes and observing them under a microscope. Petri dishes were searched through a stereoscope for parasitic worms. The results of this study showed that 35 specimens (prevalence 70%) were infected with this worm. Infection intensity was 4, mean frequency was 2.8 and frequency range was 1-8 number. This parasite has already been reported by other researchers in Iran and around the world.

Keywords: Nematode, intestine, study, microscope, wetland

انگل‌ها در ماهیان پرورشی و وحشی

مهرداد اصغرنیا [1*]؛ محدث قاسمی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی.

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

چکیده

انگل‌ها، که باعث آسیب‌های ظاهری کمی در جمعیت ماهیان وحشی می‌شوند، ممکن است عامل بیماری‌های بسیار مهم در ماهیان پرورشی شوند، که منجر به تغییرات پاتولوژیک، کاهش تناسب اندام یا کاهش ارزش بازار ماهی می‌شود. علیرغم پیشرفت قابل ملاحظه در انگل شناسی ماهی در دهه‌های گذشته، هنوز شکاف‌های عمده‌ای در دانش طبقه بندی، زیست شناسی، اپیزوتولوژی و کنترل انگل‌های ماهی وجود دارد، از جمله "همیشه سبز" مانند مژک دار *Ichthyophthirius multifiliis*، عامل بیماری لکه سفید، یا بیماری تکثیر کلیوی (PKD) یکی از زیانبارترین بیماری‌های اقتصادی در صنعت قزل آلای رنگین کمان که عامل ایجاد کننده آن همچنان اسرارآمیز است. علاوه بر انگل‌های شناخته شده، سایر عوامل بیماری زای شدید اخیراً ظاهر شده‌اند مانند آمیب‌های آمفیزوئیک، عوامل آمیبی ایجاد بیماری آبشش (AGD)، مونوژن *Gyrodactylus salaris* که جمعیت ماهی قزل آلا را در نروژ از بین برده است، یا شپشک دریایی، به ویژه *Lepeophtheirus salmonis* که ماهیان آزاد دریایی را در برخی مناطق به خطر می‌اندازد. گسترش اخیر برخی از انگل‌ها در سراسر جهان (به عنوان مثال سستود Bothriocephalus *acheilognathi*) از طریق کنترل ناکافی دامپزشکی در حین واردات ماهی تسهیل شده است. کنترل بسیاری از بیماریهای مهم انگلی هنوز به مراتب رضایت بخش نیست و تحقیقات بیشتری مورد نیاز است. استفاده از شیمی درمانی محدودیت‌هایی دارد و باید داروهای جدید مؤثر اما سازگار با محیط زیست ایجاد شود. به نظر می‌رسد که یکی از زمینه‌های امیدوار کننده تحقیقات آینده، بررسی ایمنی در عفونت‌های انگلی، استفاده از فناوری مولکولی در تشخیص و توسعه واکسن‌های جدید علیه بیماری زا ترین انگل‌ها است.

واژگان کلیدی: ایکتیوفتیریوس، مونوژن، آمیبی، ماهی آزاد، شپشک

Parasites in cultured and wild fish

Mehrdad Asgharnia[1*]; Mohaddes Ghasemi[1]

1- Inland waters aquaculture research center, Fisheries sciences research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali.

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

Abstract

Parasites, causing little apparent damage in feral fish populations, may become causative agents of diseases of great importance in farmed fish, leading to pathological changes, decrease of fitness or reduction of the market value of fish. Despite considerable progress in fish parasitology in the last decades, major gaps still exist in the knowledge of taxonomy, biology, epizootiology and control of fish parasites, including such 'evergreens' as the ciliate *Ichthyophthirius multifiliis*, a causative agent of white spot disease, or proliferative kidney disease (PKD), one of the most economically damaging diseases in the rainbow trout industry which causative agent remain enigmatic. Besides long-recognized parasites, other potentially severe pathogens have appeared quite recently such as amphizoic amoebae, causative agents of amoebic gill disease (AGD), the monogenean *Gyrodactylus salaris* which has destroyed salmon populations in Norway, or sea lice, in particular Lepeophtheirus salmonis that endanger marine salmonids in some areas. Recent spreading of some parasites throughout the world (e.g. the cestode *Bothriocephalus acheilognathi*) has been facilitated through insufficient veterinary control during import of fish. Control of many important parasitic diseases is still far from being satisfactory, and further research is needed. Use of chemotherapy has limitations and new effective, but environmentally safe drugs should be developed. A very promising area of future research seems to be studies on immunity in parasitic infections, use of molecular technology in diagnostics and development of new vaccines against the most pathogenic parasites.

Keywords: ***Ichthyophthirius*, Monogenean, Amoebae, Salmon, Lice**

آلودگی انگلی در ماهی سوف حاجی طرخان *Perca fluviatilis* تالاب انزلی از جنوب غربی دریای خزر

مهرداد اصغرنیا [1*]؛ محدث قاسمی [1]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

چکیده

انگل‌های موجود در ماهی بسیار نگران کننده هستند زیرا اغلب باعث ایجاد بیماری در ماهی شده که منجر به کاهش رشد، افزایش حساسیت نسبت به سایر بیماری‌ها وهمچنین تلف شدن ماهی می‌شوند. هدف از این مطالعه توصیف انگل‌های پریاخته ساکن در ماهی سوف حاجی طرخان در تالاب انزلی بود. برای این منظور، در مجموع ۶۳ نمونه سوف در طول تیرماه ۱۳۹۶ مورد بررسی قرار گرفته که ۲۱ (۳۳,۳٪) ماهی با گونه‌های مختلف انگل آلوده شدند. نمونه‌های ماهی با تور گرفته و زنده به آزمایشگاه منتقل شدند. به محض ورود، ویژگی‌های بیومتریک به صورت جداگانه ثبت شد. نمونه‌ها به طور جداگانه با توجه به روش‌های رایج در انگل شناسی آماده شده و از مخاط پوست، باله و آبشش ماهی گرفته شدند. همچنین، کمان‌های آبشش با استفاده از استریوسکوپ با دقت مورد بررسی قرار گرفتند. عدسی چشم خرد شده و از طریق میکروسکوپ مشاهده شده تا دیژن‌های احتمالی یافت شود. سپس هر ماهی کالبد شکافی شده، روده را برداشته و برای جستجوی کرم‌های قوی بازرسی می‌شود. همه انگل‌های بدست آمده با توجه به کلیدهای معتبر شناسایی شدند. به طور کلی، هشت گونه از جمله *Trichodina* sp. (شیوع ۱۱/۱٪ ومیانگین شدت ۱۲)، *Dactylogyrus* sp. (شیوع ۱/۵٪، شدت ۴) از آبشش، *Diplostomum spathaceum* (۶/۳٪، ۱/۲) از چشم، *Camallanus lacustris* (۱۲/۶٪، ۱/۶)، *Anisakis schopakvi* (۳/۱٪، ۱)، *Raphidascaris acus* (۱۵/۸٪، ۳)، *Eustrongilides excisus* (۲۶/۹٪، ۳/۵) در روده و *Argulus foliaceus* (۱/۵٪، ۱) روی پوست جدا شدند. بالاترین مقدار وقوع متعلق به *Eustrongilides* و کمترین سطح در *Argulus*و*Dactylogyrus* به طور مشترک ثبت شد.

واژگان کلیدی: آب شیرین، ماهی، متازوآها، نمونه، استریوسکوپ

Parasitic infection in perch *Perca fluviatilis* of Anzali lagoon from southwest of the Caspian Sea

Mehrdad Asgharnia[1*]; Mohaddes Ghasemi[1]

1- Inland waters aquaculture research center, Fisheries sciences research institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran

Email: mehrdad_asgharnia@yahoo.com

Abstract

Parasites in fish have been a great concern since they often produce disease conditions in fish which will lead to reduced growth, increase in the fishe susceptibility to other diseases as well as fish loss. The aim of this study was to characterize the metazoan parasites harboring the perch fish in Anzali lagoon. For this purpose, a total of 63 perch specimens were examined during July 2017, in which 21 (33.3%) fish were infected with different parasite species. Fish samples were caught by the net and transferred alive to the laboratory. Upon arriving, biometric features were recorded individually. Specimens were acquired separately according to common procedures in parasitology and taken from the mucus of the skin, fin, and gills of fish. Also, gill arches were examined carefully using a stereoscope. The eye lens was crushed and observed through a microscope to found possible digenea. Then each fish was dissected, the intestine removed and inspected for vigorous worms. All parasites obtained were identified according to valid keys. As a whole, eight species including *Trichodina* sp. (prevalence 11.1% and mean intensity of 12), *Dactylogyrus* sp. (prevalence 1.5%, intensity 4) from gills, *Diplostomum spathaceum* (6.3%, 1.2) from eyes, *Camallanus lacustris* (12.6%, 1.6), *Anisakis schopakvi* (3.1%, 1), *Raphidascaris acus* (15.8%, 3), *Eustrongilides excisus* (26.9%, 3.5) in intestine and, *Argulus foliaceus* (1.5%, 1) on skin were recovered. The highest occurance value was belonged to *Eustrongilides* and the lowest level was recorded in *Argulus* and *Dactylogyrus* jointly.

Keywords: Freshwater, Fish, Metazoan, Specimen, Stereoscope

Preparation and characterization of marine collagen-alginate based biocomposite film as an edible packaging for fish fillet preservation

Fathima Asharaf[1]; Aiswarya Anil[1]; Radhika Rajasree S.R[1*]

1- Department of Fish Processing Technology, Faculty of Fisheries, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Cochin-682506, Kerala, India.

Email: radhikarajasree@kufos.ac.in

Abstract

The present study was aimed for the synthesis of a novel collagen/alginate based biocomposite packaging film and its characterization. For this acid soluble collagen was effectively derived from the skin of a marine eel, *Gymnothorax reticularis* and then characterized.. FTIR spectra confirmed the intact triple helical structure stabilized mostly by hydrogen bonds and SEM investigations showed the morphology of isolated collagen as a multi-layered, tubular structure of complicated collagen fibrils. The extracted collagen was then blended with sodium alginate with glycerol as plasticizer. The mechanical properties and moisture content of the film was examined. The developed biocomposite film was found to be excellent in terms of antioxidant activity. Afterwards the packaging efficiency of the biocomposite film was evaluated by treating it with fresh fish fillet for 12 days of chilled storage condition and analyzed the biochemical, bacteriological and sensory evaluation. From the study it was evident that the prepared film is expected to be a promising material for food packaging.

Keywords: Marine eel, Collagen, Alginate, Biocomposite film, Antioxidative property

بارگذاری DNA ابزار طبقه بندی مناسب در شناسایی ایکتیوپلانکتون ها

سیما اصلان فعال [1*]، حمید رضا اسماعیلی [1]

۱ - گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز
۲- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز

Email: aslanfaal@yahoo.com

چکیده

بارگذاری DNAاستفاده از شناساگر مولکولی بخش کوچک و استانداردی از ژن سیتوکروم اکسیداز میتوکندی (COX1) مشتمل بر حدد ۶۵۰ جفت نوکلئوتید است که برای شناسایی مطمئن و سریع گونه‌ها به کار گرفته می‌شود و اولین بار در سال ۲۰۰۳ به جهان علم معرفی شد. به دلیل کافی نبودن ویژگی‌های شاخص مورفولوژیکی در لارو ماهیان، شناسایی اشتباه آنها آسان است. از این روش برای شناسایی و تعیین حدود شمار زیادی از جانوران از جمله گونه‌هایی با ریخت شناسی مشابه استفاده شده است. این موضوع به خصوص در شناسایی مراحل اولیه زندگی جانوران به خصوص نمونه‌های تخم و لارو ماهی‌ها (ایکتیوپلانکتون) بسیار حائز اهمیت است. بنابرین بارگذاری DNA می‌تواند اطلاعات ارزشمندی را برای تهیه برنامه‌هایی برای پایش، بهره برداری بهینه و حفاظت و مدیریت ماهیان ارائه دهد که در این مقاله بحث خواهد شد.

واژگان کلیدی: ماهی شناسی، تخم و مراحل لاروی، سیستماتیک، حفاظت، مدیریت.

DNA barcoding: a useful taxonomic tool in ichthyoplankton identification

Sima Aslanfaal[1*], Hamid Reza Esmaeili[1]

1- Department of of Biology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz
2- Department of of Biology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz

Email: aslanfaal@yahoo.com

Abstract

DNA barcoding is method of using a molecular marker of short standardized mitochondrial DNA sequences, cytochrome c oxidase I (COI) gene with about 650-bp which was first introduced in 2003 and is being used for correct and rapid species identification. Due to insufficient morphological diagnostic characters in larval fishes, it is easy to misidentify them.

This method has been used for identification of numerous animals especially morphologically similar species. It is important in identification of early stages of animal life specially eggs and larvae of fishes (ichthyoplanktons). Therefore, DNA barcoding can provide valuable information for preparing programs in monitoring, sustainable use, conservation and management of fishes, which will be discussed in details.

Keywords: Ichthyology, Egg and larvae stages, Systematics, Conservation, Management.

میزان سنجش فلزات سنگین (Pb,Cd,Ni,Cu,Co) در بافت عضلانی ماهی کپور در تالاب انزلی

هادی بابائی* ، عظمت دادای قندی ، حسین صابری، حجت محسن پور

پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشور ، بندر انزلی

Email: babaeiha@yahoo.com*

چکیده

این تحقیق در سال ۱۳۹۴ به منظور تعیین غلظت فلزات سنکین سرب ، کادمیم ، نیکل ، مس وکبالت در بافت عضله ماهی کپور در تالاب انزلی (مرکزی و تالاب آبکنار) انجام گرفت . تعداد ۱۵ نمونه ماهی تهیه و پس از تفکیک بافت عضلانی ماهی به روش هضم تر و مخلوط اسید هضم شیمیایی نمونه ها صورت گرفت و به کمک دستگاه جذب اتمی (FAAS) تعیین غلظت گردید . میانگین غلظت فلزات سنگین سرب ، کادمیم ، نیکل و مس در بافت عضله ماهی کپور به ترتیب ۰/۰۲±۸۷۹/۲۱۴ ، ۰/۰±۰۸۹/۰،۰۳۱/۰±۰۶۵/۰ ، ۱/۰±۷۲۴/۶۰۸، ۰/۰±۰۵۵/۰۴۵ میکروگرم برگرم وزن خشک بوده است . غلظت سرب و کادمیم در ماهیان منطقه مرکزی بیشتر از منطقه تالاب آبکنار بوده و غلظت نیکل و مس در ماهیان منطقه تالاب غرب بیشتر بوده است. نتایج این تحقیق با استاندارد های FAO ,FDA,ROPME,NOAA, WHO, NHMRC UK(MAFF), و آلمان مورد مقایسه قرار گرفت و بالاتر بودن غلظت سرب نسبت به استاندارد های WHO در بافت عضلانی ماهی کپور نتیجه گیری شد .

واژگان کلیدی: تالاب غرب ، هضم شیمیایی ، استاندارد ، دستگاه جذب اتمی

Heavy metal determination in muscle tissues of *Cyprinus carpio* from Anzali Wetland

Hadi Babaei*, Azamt Dadayghandi, Hosin Sabri,Hojjat Mohsenpour

Natinal Inland Water Aquaculture tnstute Bandar Anzali

Email: babaeiha@yahoo.com*

Abstract

Heavy metal (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Co) concentrations in muscle tissues of *Cyprinus carpio* of Anzali Wetland measured 1n year 2015.the muscle tissues of 15 fish sample were separated, digested in acid mixture and determined by flame atomic absorption. The level of heavy metal Pb, Cd, Zn, Cu, Ni and Co in muscle were 0.879±o.214, 0.089±0.02, 0.065±0.031, 1.724±0.608, 0.055±0.045 ppm dry weight respectively. The concentration of Pb and Cd were higher in Center Wetland than in Abknar Wetland where the level of Zn and Cu were higher in Abknar Wetland. According to NHMRC, WHO, UK (MAFF), FAO, FDA, NOAA standards were below admissible limits except for Pb which is higher with respect to WHO admissible limits.

Keywords: chemical digested, Abknar, standard, Atomic absorption

بهبود ماندگاری محصولات غذاهای دریایی توسط آنتی اکسیدان های طبیعی

آریا باباخانی [1*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، نام شهر صومعه‌سرا

Email: arialashkan@gmail.com

چکیده

آنتی‌اکسیدان‌ها استرس اکسیداتیو در سلول‌ها را کاهش می‌دهند و بنابراین در درمان بسیاری از بیماری‌های انسانی از جمله سرطان، بیماری‌های قلبی عروقی و التهابی مفید می‌باشند. این مقاله به بررسی پتانسیل آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های ساقه، ریشه، پوست، برگ، میوه و دانه چندین گونه گیاه دارویی مهم از جمله رزماری، تومریک، سیر، موسیر و آویشن می‌پردازد. آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی مانند هیدروکسی تولوئن بوتیله (BHT) و هیدروکسیلانیزول بوتیله (BHA) در حال حاضر به‌عنوان افزودنی‌های غذایی استفاده می‌شوند و بسیاری از گونه‌های گیاهی دارویی دارای پتانسیل آنتی‌اکسیدانی مشابهی با این مواد مصنوعی هستند. نتایج بدست آمده از این مطالعه به ما کمک می‌کند تا پروفایل‌های ظرفیت آنتی‌اکسیدانی این گیاهان را در محصولات غذاهای دریایی درک کنیم و همچنین منابع جدید آنتی اکسیدان‌های طبیعی را بررسی کنیم.

واژگان کلیدی: **آنتی‌اکسیدان، اکسیداتیو، هیدروکسی تولوئن بوتیله، هیدروکسیلانیزول بوتیله**

Improvement in shelf life of seafood products by natural antioxidants

Aria Babakhani[1*]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan

Email: arialashkan@gmail.com

Abstract

Antioxidants reduce the oxidative stress in cells and are therefore useful in the treatment of many human diseases, including cancer, cardiovascular diseases and inflammatory diseases. This paper reviews the antioxidant potential of extracts from the stems, roots, bark, leaves, fruits and seeds of several important medicinal species include rosemary, turmeric, garlic, shallot and thyme. Synthetic antioxidants such as butylated hydroxytoluene (BHT) and butylated hydroxylanisole (BHA) are currently used as food additives, and many medicinal plant species have similar antioxidant potentials as these synthetics. The results will help us understand the antioxidant capacity profiles of these plants in seafood products, and also investigate new sources of natural antioxidants.

Keywords: Antioxidants**,** oxidative, butylated hydroxylanisole, butylated hydroxytoluene

,

تأثیر دمای استخراج بر کیفیت روغن ماهی از محصولات جانبی

آریا باباخانی

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان

Email:arialashkan@gmail.com

چکیده

قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) یکی از گونه های مهم آبزی پروری در ایران است. بنابراین، مقدار زیادی فرآورده های جانبی طی فرآوری آن تولید می شود که می توان از آنها برای تولید روغن ماهی استفاده کرد. هدف اصلی در این مطالعه بررسی تاثیر دماهای مختلف استخراج (۱۵ و ۹۰ درجه سانتیگراد) در طول تولید روغن ماهی خام از دو بخش (سر و روده) بر کیفیت روغن می باشد. کیفیت روغن با تعیین مقدار پراکسید، اسیدهای چرب آزاد و اسیدهای تیوباربیتوریک اندازه گیری شد. مقدار پراکسید روغن جدا شده از استخراج سرد کمتر از روغن استخراج شده در دمای بالا بود. اسیدهای چرب آزاد و تیوباربیتوریک اسید در استخراج سرد کمتر از استخراج گرم بود. میزان پرکسید، اسیدهای چرب آزاد و تیوباربیتوریک اسید در روغن تولید شده از دورریز سر پایین تر از روغن روده بود. تمام روغن های استخراج شده از محصولات جانبی از کیفیت خوبی دارند و می توان از آنها برای تولید روغن ماهی با کیفیت بالا استفاده کرد.

واژگان کلیدی:: *Oncorhynchus mykiss*، روغن ماهی، FFA TBA،

Effects of extraction temperature on the quality of fish oil from by-products

Aria Babakhani

Fisheries department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan

Email:arialashkan@gmail.com

Abstract

Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* is one of the most important species produced in Iran. Therefore, a large amount of by-products are available and can be used to produce fish oil. The main aim in this study was to investigate whether different extraction temperatures (15 and 90°C) during production of crude fish oil from two fractions (Head and intestines) affected the quality of the oil. The quality of the oil was measured by determination of peroxide value, free fatty acids and Thiobarbituric acids. The peroxide value of oil isolated from cold extraction was lower than in oil extracted at high temperature. The FFA and TBA in cold extraction were also lower than hot extraction. The PV, FFA and TBA in oil from head lower than intestines oil. All oil extracted from by-products have a good quality and can be used to produce high quality fish oil.

Keywords: ***Oncorhynchus mykiss*, Fish oil, TBA, FFA**

اثرات آسیب بافتی نانو ذره مس اضافه شده در آب بر بافت کبد تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

فروزان باقرزاده لاکانی [۱*]، سعید مشکینی [۲]، محمد علی یزدانی ساداتی [۳]، بهرام فلاحتکار [۴]

۱- بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۲- گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۳- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۴- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

چکیده

کبد اندامی است که بیشترین نقش را در سم زدایی دارد و به دلیل این عملکرد، یکی از اندام‌هایی است که بیشترین تأثیر را از آلاینده‌ها می‌پذیرد. شناسایی تغییرات بافت کبد به عنوان یک علامت هشدار دهنده آسیب به سلامت ماهی عمل می‌کند. هدف از این تحقیق بررسی آسیب احتمالی در بافت کبد به دلیل قرار گرفتن در معرض نانوذره مس (Cu-NPs) اضافه شده به آب بود. ۲۴۰ قطعه بچه تاسماهی سیبری (با میانگین وزنی ۳/۱ ± ۲۹/۲ گرم و میانگین طول ۱/۴ ± ۲۱/۸ سانتیمتر) به صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس در چهار تیمار مختلف نانوذره مس با سه تکرار توزیع شدند. تیمارها شامل سطوح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکروگرم در لیتر (با میانگین سایز nm ۲-۶) بود. این آزمایش ۲۸ روز به طول انجامید و شامل ۱۴ روز مواجهه با نانوذره مس و ۱۴ روز دوره بهبودی بود. در روزهای صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ از بافت کبد شش ماهی از هر تیمار (دو ماهی از هر تانک) نمونه برداری شد. بیشترین آسیب بافتی مشاهده شده در بافت کبد دژنرسانس چربی، خونریزی، هیپرپلازی دیواره مجرای صفراوی، افزایش لنفوسیت‌ها، رسوب گلبول‌های قرمز، واکوئله شدن و سلول‌های منفرد نکروزه بود. با افزایش غلظت نانوذره و همچنین با افزایش دوره قرار گرفتن در معرض نانوذره (از روز ۷ تا ۱۴)، به شدت علایم افزوده شد. در دوره بهبودی (از روز ۲۱ تا ۲۸) از شدت علایم کاسته شد اما تا انتهای دوره عارضه‌ها رفع نشدند.

واژگان کلیدی: دژنرسانس چربی، خونریزی، هیپرپلازی دیواره مجرای صفراوی، رسوب گلبول‌های قرمز، واکوئله شدن.

Effects of waterborne copper nanoparticle on liver histopathology of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)

Forouzan Bagherzadeh Lakani [1*], Saeid Meshkini [2], Mohammad Ali Yazdani Sadati [3], Bahram Falahatkar [4]

[1] Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
[2] Department of Food Hygienic and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia
[3] International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht
[4] Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara
* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

Abstract

The liver is an organ that plays the most important role in detoxification, and because of this function, is most affected by pollutants. Identifying the changes found in this organ is easier than the other types of functional changes and it acts as a warning sign of damage to fish health. The aim of this study was to investigate the possible histological damage resulting from the waterborne exposure of fish to copper nanoparticles (Cu-NPs). Totally, 240 juveniles Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* with an initial weight of 29.0 ± 3.0 g and an initial length of 21.9 ± 1.5 cm were randomly distributed in 12 fiberglass tanks at four different Cu-NPs treatments each with three replicates. Treatments included 0, 50, 100 and 200 µg/l Cu-NPs (mean primary particle size of 2-6 nm). The experimental period lasted 28 days, 14 days exposure to Cu-NPs and 14 days as recovery time. On days 0, 7, 14, 21 and 28, six fish liver from each treatment (two fish per tank) were randomly sampled. The greatest histopathological impacts in the livers were fat degeneration, hemorrhage, bile duct hyperplasia, increasing of lymphocytes, erythrocyte sedimentation, vacuolation and single cells necrosis. With the increase in the concentration of Cu-NPs and also the period of exposure (from day 7 to 14), the histopathological impacts increased sharply. During the recovery period (21 to 28 days), the severity of the lesions decreased, but the complications did not disappear until the end of the period.

Keywords: Fat degeneration, Hemorrhage, Bile duct hyperplasia, Erythrocyte sedimentation, Vacuolation.

اثرات آسیب بافتی نانو ذره مس اضافه شده در غذا بر بافت آبشش تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

فروزان باقرزاده لاکانی [1*]؛ سعید مشکینی [2]؛ محمدعلی یزدانی ساداتی [3]؛ بهرام فلاحتکار [4]

۱- بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۲- گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۳- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۴- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی آسیب احتمالی در بافت آبشش به دلیل قرار گرفتن در معرض نانو ذره مس (Cu-NPs) اضافه شده به غذا بود. ۲۴۰ قطعه بچه تاسماهی سیبری (با میانگین وزنی ۳/۱ ± ۲۹/۲ گرم و میانگین طول ۱/۴ ± ۲۱/۸ سانتی‌متر) به صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس در چهار تیمار مختلف نانوذره مس با سه تکرار توزیع شدند. تیمارها شامل سطوح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم نانوذره مس در کیلوگرم غذا (با میانگین سایز ۲-۶ nm) بود. این آزمایش ۸۴ روز به طول انجامید و شامل ۴۲ روز مواجهه با نانو ذره مس و ۴۲ روز دوره بهبودی بود. در روزهای صفر، ۲۱، ۴۲، ۶۳ و ۸۴ از بافت آبشش شش ماهی از هر تیمار (دو ماهی از هر تانک) نمونه برداری شد. بیشترین آسیب بافتی مشاهده شده در بافت آبشش نکروز، هیپرپلازی، ازدیاد سلولی منجر به به هم چسبیدن رشته‌های اولیه و تیغه‌های ثانویه، از بین رفتن تیغه‌های ثانویه، ضخیم شدن غضروف، واکوئل های متعدد در رشته‌های اولیه و تیغه‌های ثانویه، پرخونی و خونریزی در رشته‌های اولیه و تیغه‌های ثانویه بود. با افزایش غلظت نانوذره و همچنین با افزایش دوره قرار گرفتن در معرض نانوذره (از روز ۲۱ تا ۴۲)، به شدت علایم افزوده شد. در دوره بهبودی (از روز ۶۳ تا ۸۴) از شدت علایم کاسته شد اما تا انتهای دوره عارضه‌ها رفع نشدند.

واژگان کلیدی: نکروز، هیپرپلازی، ازدیاد سلولی، پرخونی، خونریزی

Effects of diet borne copper nanoparticle on gill histopathology of Siberian sturgeon, (*Acipenser baerii*)

Forouzan Bagherzadeh Lakani[1*]; Saeid Meshkini[2]; Mohammad Ali Yazdani Sadati[3]; Bahram Falahatkar[4]

1- Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht

2- Department of Food Hygienic and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia

3- International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht

4- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the possible histological damage resulting from the dietary exposure of fish to copper nanoparticles (Cu-NPs). Totally, 240 juveniles Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) with an initial weight of 29.0 ± 3.0 g and an initial length of 21.9 ± 1.5 cm were randomly distributed in 12 fiberglass tanks at four different Cu-NPs treatments each with three replicates. Treatments included 0, 250, 500 and 1000 mg/kg diet (mean primary particle size of 2-6 nm). The experimental period lasted 84 days, 42 days exposure to Cu-NPs and 42 days as recovery time. On days 0, 21, 42, 63 and 84, six fish gill from each treatment (two fish per tank) were randomly sampled. The greatest histopathological impacts in the gill tissue were necrosis, hyperplasia, cell proliferation leading to fusion of primary and secondary lamellae, loss of primary and secondary lamellae, thickening of the cartilage, numerous vacuole in primary and secondary lamellae, conjestion and hemorrhage in the primary and secondary lamellae. With the increase in the concentration of Cu-NPs and also the period of exposure (from day 21 to 42), the histopathological impacts increased sharply. During the recovery period (63 to 84 days), the severity of the lesions decreased, but the complications did not disappear until the end of the experiment.

Keywords: Necrosis, Hyperplasia, Cell proliferation, Congestion, Hemorrhage

اثرات سطوح مختلف نانوذرات مس اضافه شده در غذا بر استرس اکسیداتیو در تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

فروزان باقرزاده لاکانی [۱*]، سعید مشکینی [۲]، محمد علی یزدانی ساداتی [۳]، بهرام فلاحتکار [۴]

۱- بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

۲- گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه.

۳- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

۴- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

چکیده

نانوذرات دارای ویژگی‌های مهمی هستند که شامل اندازه کوچک، سطح وسیع و ویژگی‌های نوری خاص و پوشش‌های سطحی است که هنگام ورود به بدن فعالیت آن‌ها را افزایش می‌دهد و منجر به سمیت بیشتر نانوذرات می‌شود. مسیرهای جذب نانوذرات در ماهی شامل جذب از طریق آبشش و اپیتلیوم روده در نتیجه قرار گرفتن در معرض رژیم غذایی و نوشیدنی یا از طریق پوست است. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف نانوذرات مس (Cu-NPs) بر استرس اکسیداتیو در کبد تاسماهی سیبری انجام شد. ۲۴۰ قطعه بچه تاسماهی سیبری (با میانگین وزنی ۳/۱ ± ۲۹/۲ گرم و میانگین طول ۱/۴ ± ۲۱/۸ سانتیمتر) به صورت تصادفی در ۱۲ تانک فایبرگلاس در چهار تیمار مختلف نانوذره مس با سه تکرار توزیع شدند. تیمارها شامل سطوح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم نانوذره مس در کیلوگرم غذا (با میانگین سایز nm ۲-۶) بود. این آزمایش ۸۴ روز به طول انجامید و شامل ۴۲ روز مواجهه با نانوذره مس و ۴۲ روز دوره بهبودی بود. در روزهای صفر، ۲۱، ۴۲، ۶۳ و ۸۴ از بافت کبد شش ماهی از هر تیمار (دو ماهی از هر تانک) نمونه برداری شد. در میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، مالون دی‌آلدهید وگلوتاتیون پراکسیداز، از شروع دوره تا روز ۴۲، روند افزایشی محسوسی مشاهده شد اما در میزان CAT اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0/05$). یافته‌های فعلی نشان می‌دهد که نانوذرات مس دارای اثرات فیزیولوژیکی مزمن بر تاسماهی سیبری هستند و حتی با دوره بهبودی، عوارض این نانوذرات به طور کامل برطرف نشده است.

واژگان کلیدی: سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، مالون دی‌آلدهید، گلوتاتیون پراکسیداز.

Effects of dietborne exposure of different copper nanoparticle levels on oxidative stress in Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*

Forouzan Bagherzadeh Lakani [1*], Saeid Meshkini [2], Mohammad Ali Yazdani Sadati [3], Bahram Falahatkar [4]

1- Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht.

2- Department of Food Hygienic and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Uremia University, Uremia.

3- International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht.

4-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Gilan, Sowmeh Sara.

* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

Abstract

Nanoparticles (NPs) have important characteristics that include small size, wide surface, and specific optical properties and surface coatings that increase their activity when enters the body, which results in more toxicity of NPs. NPs absorption pathways in fish include absorption through the gill and intestinal epithelium as a result of exposure to diet and drink or through the skin. This study aimed to investigate the effect of different levels of copper nanoparticles (Cu-NPs) on oxidative stress in the liver of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. Totally, 240 juveniles Siberian sturgeon with an initial weight of 29.0 ± 3.0 g and an initial length of 21.9 ± 1.5 cm were randomly distributed in 12 fiberglass tanks at four different Cu-NPs treatments each with three replicates. Treatments included 0, 250, 500 and 1000 mg/kg diet (mean primary particle size of 2-6 nm). The experimental period lasted 84 days, 42 days exposure to Cu-NPs and 42 days as recovery time. On days 0, 21, 42, 63 and 84, six fish liver from each treatment (two fish per tank) were randomly sampled. There was a significant increase in the activity of GPx, SOD and MDA enzymes from the beginning of the period to day 42, but no significant difference was observed in the amount of CAT ($p < 0.05$). The current findings indicate that Cu-NPs had a chronic physiological effects on the Siberian sturgeon even though the recovery period, complications of these nanoparticles are not completely resolved.

Keywords: Superoxide dismutase, Catalase, Malondialdehyde, Glutathione peroxidase.

اثر نانوذرات آهن بر سلامت ماهیان پرورشی

فروزان باقرزاده لاکانی *

بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

چکیده

با بهره‌گیری از فناوری نانو در صنعت آبزی‌پروری اشکال جدید و متنوعی از مواد معدنی به ویژه آهن در مدل‌های متفاوت مانند نانوذرات صفرظرفیتی (خنثی) و نانوذرات اکسید آهن در مقیاس‌های مختلف تولید می‌شود. نیاز به یک سطح بهینه آهن در حفظ سلامتی ماهی به طور گسترده ثابت شده است. آهن جزء میکروالمنت‌هایی است که تأثیر به‌سزایی در انجام فعالیت‌های طبیعی اندام‌های بدن ماهی دارد و یک عنصر ضروری است که برای بسیاری از فرایندهای متابولیکی نظیر حمل اکسیژن، متابولیسم داروها، سنتز استروئیدها، سنتز DNA، تولید ATP و نقل و انتقال الکترون‌ها نیاز است. این عنصر جز ترکیب تمام یاخته‌های بدن می‌باشد و به خصوص در کبد و طحال ذخیره می‌شود و گلبول‌های سفید آن را از کبد و طحال به مغز استخوان انتقال داده و برای ساختن گلبول‌های قرمز به کار می‌رود. آهن برای متابولیسم صحیح ویتامین‌های B ضروری است. وظایف آهن انتقال اکسیژن در گلبول‌های قرمز، تولید هموگلوبین خون، مقاومت در برابر استرس و عملکرد صحیح آنزیم‌ها و تقویت سیستم ایمنی می‌باشد. گزارش شده که کمبود آهن در انواع مختلفی از ماهیان موجب کم‌خونی و یا کاهش تخم گشایی ماهیان می‌شود. از سوی دیگر یکی از نتایج موثری که در ماهیان تغذیه کرده از دوز مناسب آهن مشاهده می‌شود، افزایش کارایی عملکرد رشد در ماهیان است. از دیگر وظایف آهن در بدن می‌توان به افزایش مقاومت ماهی در برابر استرس و عملکرد صحیح آنزیم‌ها اشاره کرد. از سوی دیگر، آهن اهمیت و نقش بسزایی در رشد باکتری‌ها و میکروارگانیسم‌ها در بدن میزبان به عهده داشته و می‌تواند رشد و تکثیر پروبیوتیک ها رادر روده تقویت کند. با توجه به مطالعات انجام شده استفاده از نانوذرات آهن سبب افزایش رشد و عملکرد سیستم ایمنی در ماهی ازون‌برون، ماهی کپورمعمولی، کپورهندی، قزل‌آلای رنگین‌کمان و گربه‌ماهی کانالی شده است.

واژگان کلیدی: اکسیژن، رشد، استرس، پروبیوتیک، ویتامین.

The effect of iron nanoparticles on the health of farmed fish

Forouzan Bagherzadeh Lakani *

Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

* Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

Abstract

Utilizing nanotechnology in the aquaculture industry, new and diverse forms of minerals, especially iron, are produced in different models such as zero-capacity (neutral) and iron oxide nanoparticles in different scales. The need for an optimal level of iron in maintaining fish health has been widely proven. Iron is a micronutrient that has a beneficial effect on the normal functioning of fish organs and is an essential element for many metabolic processes such as oxygen transport, drug metabolism, steroid synthesis, DNA synthesis, ATP production, and electron transfer. This element is a component of all cells in the body and is stored especially in the liver and spleen, and white blood cells transfer it from the liver and spleen to the bone marrow and are used to produce red blood cells. Iron is essential for the proper metabolism of B vitamins. The functions of iron are to transport oxygen to red blood cells, to produce hemoglobin in the blood, to resist stress and to function properly, and to strengthen the immune system. It has been reported that iron deficiency in different types of fish causes anemia or reduced fish spawning. Other functions of iron in the body include increasing fish resistance to stress and the proper functioning of enzymes. On the other hand, iron plays an important role in the growth of bacteria and microorganisms in the host body and can enhance the growth and proliferation of probiotics in the intestine. According to studies, the use of iron nanoparticles has increased the growth and function of the immune system in stellate sturgeon, common carp, Indian carp, rainbow trout and catfish.

Keywords: Oxygen, Growth, Stress, Probiotics, Vitamins.

اثرات نانوذرات سلنیوم بر دستگاه آنتی اکسیدانی ماهیان

فروزان باقرزاده لاکانی [1*]

بخش بهداشت و بیماری‌ها، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت
Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

چکیده

امروزه از فناوری نانو به‌عنوان یک تکنولوژی کلیدی و تأثیرگذار بر علم و صنعت یاد می‌شود. ورود این فناوری به عرصه آبزی‌پروری و استفاده کاربردی از آن در بسیاری از کشورها گسترش یافته است. در همین راستا با توجه به افزایش علاقه به موضوع مصرف سلنیوم در رژیم غذایی، نانوذرات سلنیوم به عنوان مکمل تغذیه‌ای جدید پیشنهاد شده‌اند. سلنیوم یک عنصر کمیاب ضروری برای حیوانات از جمله ماهی است و به‌عنوان یک ماده مغذی ضروری بسیار عالی برای افزایش محصول در آبزی‌پروری در نظر گرفته می‌شود. سلنیوم یک جزء از آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز است که از غشای سلولی در مقابل استرس اکسیداتیو محافظت می‌کند. مکمل سلنیوم به شکل معدنی و آلی وجود دارد. سلنیت سدیم متداول‌ترین شکل معدنی آن است که در تغذیه دام و طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیست فراهمی سلنیوم به فرم آن بستگی دارد، امروزه فرم عالی سلنیوم مانند مخمر سلنیوم در آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد. منبع سلنیوم در ظرفیت آنتی اکسیدانی آن مؤثر است. نانوذرات سلنیوم با توجه به مزایای متعددی از قبیل پایداری شیمیایی، زیست فراهمی بالا، سازگاری زیستی و سمیت پایین، مورد توجه قرار گرفته‌اند. با توجه به برسی های انجام شده نانوذره سلنیوم غذایی سبب افزایش عملکرد رشد و ایمنی در گونه‌های مختلف ماهی از جمله کپور معمولی، قزل‌آلای رنگین‌کمان، کاراس طلایی، ماهی سیم و تیلاپیای نیل می‌شود. نانوذره سلنیوم به عنوان یک آنتی اکسیدان قوی عمل کرده و قدرت بالایی در پاکسازی رادیکال‌های آزاد دارد و بنابراین می‌تواند به عنوان یک آنتی‌اکسیدان طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. مطالعات نشان می‌دهد این نانو ذره موجب سم‌زدایی هیدروپراکسیدازها و لیپوهیدروپراکسیدازها در سطوح سیتوپلاسمی و ماتریکس میتوکندری شده و سبب افزایش عملکرد رشد، ایمنی و بهبود عملکرد سیستم آنتی‌اکسیدانی ماهیان می‌شود.

واژگان کلیدی: آنزیم، پایداری شیمیایی، زیست فراهمی، سازگاری زیستی، سمیت

Effects of selenium nanoparticles on fish antioxidant system

Forouzan Bagherzadeh Lakani[1*]

1- Department of Fish Health and Disease, International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht

Email: F.Bagherzadeh.L@areeo.ac.ir

Abstract

Today, nanotechnology is mentioned as a key and influential technology in science and technology. The entry of this technology into the aquaculture and its practical use has expanded in many countries. In this regard, due to the increasing interest in the issue of selenium consumption in the diet, selenium nanoparticles have been proposed as a new nutritional supplement. Selenium is an essential trace element for animals, including fish, and is considered an excellent essential nutrient for increasing productivity in aquaculture. Selenium is a component of the glutathione peroxidase enzyme, which protects cell membranes from oxidative stress. Some studies have reported that dietary selenium increases growth performance and immunity in various fish species. Selenium supplements are available in mineral and organic forms. Sodium selenite is the most common mineral form used in livestock and poultry feed. The bioavailability of selenium depends on its form; today, the highest form of selenium, like selenium yeast, is used in the United States. Selenium source is effective in its antioxidant capacity. Selenium nanoparticles have been considered for several advantages such as chemical stability, high bioavailability, biocompatibility and low toxicity. According to studies, dietary selenium nanoparticles increase growth performance and immunity in various species of fish, including common carp, rainbow trout, bream, and Nile tilapia. Selenium nanoparticles act as a powerful antioxidant and have a high power in scavenging free radicals and therefore can be used as a natural antioxidant. Studies show that this nanoparticle detoxify hydroperoxidases and lipohydroperoxidases at the cytoplasmic and mitochondrial matrix levels, increasing growth performance, immunity, and improving the performance of fish antioxidant systems.

Keywords: Enzyme, Chemical stability, Bioavailability, Biocompatibility, Toxicity

بررسی ریختی اتولیت ماهیان حوضه جنوبی دریای کاسپین

شیما بخشعلی‌زاده[1*]؛ کیوان عباسی[2] عادله رستم زاده لیافویی[3]؛ علی بانی[1]

۱- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

[3] گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

Email: sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

چکیده

اتولیت های ۷۰ گونه ، متعلق به ۱۶ خانواده از ماهیان حوضه جنوبی دریای کاسپین با استفاده از ویژگی های ریخت شناسی طی سال های ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۰ شرح داده شد. توصیف مورفولوژیکی بر اساس شکل اتولیت، شکل سالکوس آکوستیک، استیوم ، کائودا و ویژگی های قدامی و خلفی آنها انجام گردید. سطوح دیستال، پروگزیمال و پهلویی از هر نمونه تصویربرداری و توصیف گردید. اطلس حاضر اطلاعاتی را ارائه می دهد که ویژگی ایکتیولوژیک برخی گونه ها را در این منطقه تکمیل می کند و از نظر آرایه شناسی ماهیان نیز مفید است، همچنین یک ابزار مهم در مطالعه تغذیه شکارچیان ماهی از جمله فوک کاسپین، شنگریال پرندگان شکارچی مانند قره غاز (باکلان) و لک لک و انواع ماهیان شکارچی نظیر سوف ماهیان، شگ ماهی ها، ماهی آزاد و ماش ماهی به حساب می آید.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات کلیدی، زیستگاه، انعطاف‌پذیری ریختی، انتخاب

Morphological study of the fish otolith in the south Caspian Sea basin

Shima Bakhshalizadeh [*1]; Keivan Abbasi[2]; Adele Rostamzade Liafuie[3]; Ali Bani[1]

[1] Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.
[2] Inland Waters Aquaculture Research Center. Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran
[3] Faculty of Natural Resources, University of Tehran

Email:Sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

Abstract

The sagittal otolith of 70 species, belonging to 16 families of fishes from the south Caspian Sea basin were described using morphological characters between 2019-2021. The morphological description was based on the otolith shape, the shape of sulcus acoustics, ostium, cauda, features of anterior, and the posterior region. Both distal and proximal surface otoliths from the same specimen are described and photographed. The present Atlas provides information that complements the characterization of some ichthyologic taxa in this region and also it constitutes an important instrument in feeding the remains of predators such as Caspian seal, Cormorant, stork and carnivorous fish.

Keywords: specific characters, habitat, phenotype plasticity, selection

داده‌های صید غیر مجاز به عنوان کلیدی جهت بررسی روند صید در آبهای ایران دریای کاسپین

شیما بخشعلی‌زاده [۱*]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۲]؛ اکبر پورغلامی مقدم [۲]؛ مهدی مرادی چافی [۲]؛ فریبا مددی [۲]

۱- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲ - پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

چکیده

در پاسخ به نگرانی‌ها در مورد مرگ و میر ناشی از صید ماهیان، داده‌های جمع آوری شده توسط یگان حفاظت از دریا در آب‌های ایرانی دریای کاسپین ارزیابی شد. پیوندهای درون گروهی برای دندروگرام خوشه‌ای بر اساس روش وارد برای تعیین نقش پارامترها در دسته‌بندی روند صید به کار بسته شد. علاوه بر این، تجزیه و تحلیل تشخیصی (DFA) برای تعیین اینکه آیا میزان روند صید قابل تشخیص است یا نه استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل تشخیصی بر اساس طبقه بندی معکوس نیز درصد بالایی از جایابی درست را نشان داده و به گروه صحیح اختصاص داده شد. دندروگرام نیز روند صید ماهیان را بر اساس پارامترهای ضبط شده در کشفیات در دو زیر گروه اصلی گروه بندی کرد. لذا نتایج حاصله از تحلیل‌های مذکور، کاربرد داده‌های جمع آوری شده توسط گروه‌های حفاظت از دریا را به عنوان معیاری برای ارزیابی روند صید ماهیان پیشنهاد می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: روند صید، زیستگاه، مدیریت شیلاتی

Data from illegal fishing as key for investigating the fishing rate in the Iranian water of the Caspian Sea

Shima Bakhshalizadeh[1*]; Yaghob-Ali Zahmatkash[2]; Akbar Pourgholami Moghaddam[2]; Mehdi Moradi Chafi[2]; Fariba Madadi[2]

1- Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht
2- Inland Waters Aquaculture Research Center. Iranian Fisheries Sciences Research Institute. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali

Email: Sh.bakhshalizadeh@guilan.ac.ir

Abstract

In response to concerns over the fishing mortality, the data collected deployed by sea protection brigade was assessed in the Iranian water of the Caspian Sea. Within-group linkages were derived for dendrogram clusters using Ward correlation distance on the basis of Ward method to determine the roles of parameters in the grouping of the catch rate. In addition, discriminant function analysis (DFA) was applied to determine whether the catch rates are distinguishable. The results show that discrimination by cross-validated classification between these two groups had a high degree of correct classification and was assigned to the correct category. The dendrogram grouped the catch rates in two major subgroups too. The results support using the data collected by sea protection brigade could be an alternative to ongoing assessments of fish catch rates.

Keywords: Catch rate, Habitat, Fisheries Management

کاربرد یادگیری ماشین در آبزی پروری هوشمند

اشکان بنان [۱*]؛ امین طاهری گراوند [۲]

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات و محیط زیست، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد،
۲- گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد،

Email: banan.a@lu.ac.ir

چکیده

در میان پیشرفت‌های به دست آمده در زمینه مکانیزاسیون و هوشمندسازی، فناوری یادگیری ماشین به طور گسترده‌ای در سال‌های اخیر در آبزی پروری به کار رفته است و فرصت جدیدی را برای تحقق آبزی پروری دیجیتال فراهم آورده است. در این مقاله، کاربرد یادگیری ماشین در آبزی پروری مورد بررسی قرار گرفته که شامل ارزیابی اطلاعات زیتوده ماهیان، تشخیص گونه و دسته بندی ماهیان، آنالیز رفتاری و پیش بینی پارامترهای کیفی آب است. علاوه بر این، چارچوب کاربرد الگوریتم‌های یادگیری ماشین در آبزی پروری ترسیم شده و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته است. در انتها، چند معضل جاری آبزی پروری مورد تاکید قرار گرفته و روند توسعه آنها مطرح شده است.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، پرورش ماهی، تشخیص گونه ماهی، هوشمندسازی

Machine learning use in intelligent aquaculture

Ashkan Banan[1*]; Amin Taheri-Garavand[2]

1- Department of Fisheries and Environmental Sciences, Faculty of Agricultural and Natural Resources Sciences, Lorestan University, Khorramabad.
2- Department of Mechanical Engineering of Biosystems, Faculty of Agricultural and Natural Resources Sciences, Lorestan University, Khorramabad,

Email: banan.a@lu.ac.ir

Abstract

Among the advances in mechanization and intelligentization, machine learning technology has been widely used in aquaculture in recent years and has provided a new opportunity for the realization of digital aquaculture. In this paper, the usage of machine learning in aquaculture is investigated, which includes evaluation of fish biodiversity information, fish species identification and classification, behavioral analysis and prediction of water quality parameters. In addition, the framework of application of machine learning algorithms in aquaculture has been drawn and its results have been studied. Finally, some current problems of aquaculture are emphasized and their development process is discussed.

Keywords: Artificial intelligence, Fish culture, Fish species identification, Intelligentization

بررسی اثر فلزات سنگین برکبد، عضله و آبشش برخی از ماهیان دریای خزر

اعظم بارانی بیرانوند [۱*]؛ اکبر پورغلامی مقدم [۲]

۱ - کارشناس ارشد صنایع غذایی موسسه آموزش عالی مهر آئین
۲ - دانشجوی دکترای فرآوری محصولات شیلاتی، دانشگاه تهران

Email: baraninahid94@gmail.com

چکیده

در این تحقیق به بررسی اثرات فلزات سنگین مس و سرب بر روی برخی از ماهیان دریای خزر پرداختیم و همچنین به اثرات زیان بار آنها بر روی انسان نیز اشاره‌ای شده است. ماهی به عنوان یک منبع مهمی از پروتئین و چربی‌های با ارزش بیولوژیکی بالا و نیز ویتامین‌های محلول در چربی در یک رژیم غذایی متعادل جایگاه ویژه‌ای دارد. جذب عناصر سنگین توسط آبزیان به سه طریق تنفس، تغذیه و جذب پوستی انجام می‌گیرد. بیشترین درصد جذب فلزات سنگین مربوط به تغذیه آبزیان است. نتایج بررسی‌ها بیانگر آن است که بیشترین میزان آلودگی در ماهیان سفید، کلمه و کپور در بافت کبد و عضله تجمع یافته و با توجه به گرایش به سمت مصرف آبزیان در جوامع انسانی، کنترل بهداشتی فرآورده‌های آبزیان و رعایت استانداردهای زیست محیطی می‌تواند از بروز مخاطرات کوتاه و بلند مدت برای مصرف کنندگان جلوگیری کرده و سلامت آنان را تضمین نماید. میانگین غلظت فلزات و همچنین تجمع زیستی برخی از آن‌ها در ماهیان جوان بیشتر از ماهیان مسن بود. با توجه به نتایج این تحقیق و تجمع این فلزات ترجیحاً مصرف ماهی با وزن‌های متوسط توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: دریای خزر، فلزات سنگین، ماهی، تغذیه

Effects of heavy metals on the liver, muscle and gills of some fish in the Caspian Sea

Barani Beyranvand.A[1*]; Pourgholami moghaddam.A[2]

1- Master of Food Industry, Mehr Ain Institute of Higher Education
2- PhD student in Fishery Processing - University of Tehran

Email: baraninahid94@gmail.com

Abstract

The effects of heavy metals copper and lead on some fish in the Caspian Sea were investigated and also their harmful effects on humans were pointed out. Fish has a special place as an important source of proteins and fats with high biological value as well as fat-soluble vitamins in a balanced diet. Absorption of heavy elements by aquatic animals is done through three ways of respiration, nutrition and skin absorption. The highest percentage of heavy metal uptake is related to aquatic nutrition. The results indicate that the highest levels of contamination in whitefish, word and carp are accumulated in liver and muscle tissue and due to the tendency to consume aquatic products in human communities, health control of aquatic products and compliance with environmental standards can Prevent short-term and long-term risks for consumers and ensure their health. The average concentration of metals and also the biological accumulation of some of them in young fish was higher than older fish. According to the results of this study and the accumulation of these metals, it is preferable to consume fish with medium weights.

Keywords: Caspian Sea, Heavy Metals, Fish, Nutrition

مقدمه

دریای خزر بین کشورهای قزاقستان، ترکمنستان، روسیه، آذربایجان و ایران واقع شده و بعنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان دارای اهمیت بسیاری از نظر اکوسیستم آبی بوده و همواره جهت تأمین غذا، ایجاد اشتغال و درآمد مورد توجه ساحل نشینان و دولت‌ها قرار گرفته است. طول این دریاچه از ۱۰۳۰ الی ۱۲۰۰ کیلومتر، عرض آن از ۲۰۸ کیلومتر در قسمت‌های میانی الی ۴۸۰ کیلومتر و عمق متوسط آن ۱۸۰ متر است. بسته بودن این دریاچه موجب شده است تا زمان ماندگاری آلاینده‌ها در آن طولانی شده و ورود انواع آلاینده‌ها تهدید جدی برای این اکوسیستم وآبزیان آن محسوب می‌شود. حدود ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین حیوانی مورد نیاز جوامع انسانی از منابع آبی تأمین می‌شود (FAO،۲۰۰۷). آبزیان می‌توانند دارای میزان خطرناکی از بعضی فلزات سنگین باشند که ممکن است هم برای ماهی و هم برای مصرف کنندگان مخاطره آمیز باشد فلزات سنگین به عناصری گفته می‌شود که وزن مخصوص آن‌ها بیش از ۵ گرم بر سانتی متر مکعب باشد و شامل فلزاتی مانند مس، سرب، روی، کادمیوم، کروم و...که جزء فلزات ضروری هستند و عناصری که در درجه دوم قرار دارند شامل آهن، منگنز، نقره، قلع و... می‌باشند. به دنبال آن تجمع این فلزات را در فرآوردهای دریایی بخصوص ماهیان شاهد خواهیم بودکه علاوه بر آسیب‌های جدی بر سلامت و حیات این موجودات در نهایت با توجه به زنجیره غذایی با وارد شدن به بدن انسان سبب بروز بیماری‌های خاص می‌شود. مطالعات متعددی نشان داده است که میانگین غلظت فلزات ضروی و غیر ضروری در ماهیان متفاوت است و فاکتورهایی از قبیل فصل، جنسیت، طول و وزن و وضعیت شیمیایی آب می‌توانند نقش مهمی در تجمع فلزات در بافت ماهی ایفا کنند

مواد و روش‌ها

جهت انجام این بررسی از مقالات، کتب و دستاوردهای تحقیقاتی کارشناسان و محققان این عرصه از علوم بهره برده و نتایج و بحث این تحقیق تدوین شد. مطالعات کتابخانه‌ای و استفاده از گزارشات نهایی پروژه‌های تحقیقاتی در خصوص آلاینده‌های فلزات سنگین نگرش بهتری در خصوص تدوین این مقاله فراهم کرد. تنوع فلزات سنگین و تاثیرات آن‌ها بر زنجیره غذایی مجموعه گسترده‌ای از داده‌های آماری را پیش روی ما نهاد که بر اساس گونه مورد بررسی و نوع آلاینده استفاده لازم بعمل آمد.

نتایج

نتایج بررسی‌ها بیانگر آن است که بیشترین میزان آلودگی در ماهیان سفید، کلمه و کپور در بافت کبد و عضله تجمع یافته است. داده‌های بدست آمده حاکی از تفاوت معنی داری در نمونه‌های مناطق مختلف بوده و در گروه‌های سنی مختلف نیز مقادیر متفاوتی به ثبت رسیده است. تحقیقات متعددی در زمینه بررسی فلزات سنگین در ماهیان سفید، کلمه و کپور در سواحل جنوب دریای خزر انجام شده است که از آن جمله می‌توان به بررسی انجام شده توسط شکرزاده لموکی در سال (۱۳۷۶) اشاره کرد. (Monserfar *et al.*, 2012) غلظت فلزات سنگین مس، روی، کادمیوم و جیوه در کبد و عضله ماهی کلمه در فصل مهاجرت این ماهیان از سواحل جنوب شرقی دریای خزر را بررسی کردند. که بیشترین مقادیر مس از بافت کبد به دست آمده است. (Raeisi *et al.*, 2014) نیز نسبت به بررسی غلظت فلزات سنگین روی، مس، سرب و کادمیوم در نمونه‌های آب، رسوب و اندام‌های مختلف شامل آبشش، عضله، کلیه و کبد ماهیان کلمه، ازون برون، ماهی سفید و کپور معمولی در خلیج گرگان اقدام کردند. که بیشترین غلظت فلز مس مربوط به کبد بوده و پس از آن عضله است. تحقیقات دیگری در سال‌های (۱۳۹۰) تا (۱۳۹۱) توسط مهدی سلطانی و همکاران روی بافت عضله، کبد و گناد ۵۰ نمونه ماهی سفید که از دو ایستگاه شهرستان بابلسر و مرکز تکثیر و پرورش سیجوال بندر ترکمن به منظور مطالعه حضور فلزات سنگین مس، سرب، کادمیوم انجام گرفته است. بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین مقادیر مس در هر دو گونه ماهیان سفید و کلمه در بافت کبد تجمع داشته است.

بحث

آلودگی محیط‌های آبی به فلزات سنگین و پتانسیل تجمع زیستی این آلاینده‌ها به عنوان یک خطر جدی از مدت‌ها پیش مورد توجه بوده است. این آلاینده‌ها در بدن آبزیان تجمع می‌یابند و سپس از طریق زنجیره غذایی به بدن انسان منتقل می‌شوند. میزان معینی از این فلزات برای فعالیت متابولیکی بدن ضروری است اما اگر میزان این فلزات بیش از حد استاندارد باشد مشکلاتی را برای سیستم‌های بدن ایجاد می‌کند. فلزات سنگین از راههای مختلف گوارشی، تنفسی و پوستی وارد بدن شده وبسته به نوع، جنس، شرایط محیطی و نیز سن در اندام‌های مختلف بدن به نسبت‌های مختلف انباشته می‌گردند. فلزات سنگین بسته به کمیت و کیفیت سبب اختلال در تنفس، گردش خون و اختلاف بافتی آبزیان می‌گردند. میزان تجمع فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهیان با هم متفاوت است. کبد بیشترین مقادیر فلزات سنگین را در خود ذخیره می‌کند بعد از کبد آبشش ها بیشترین مقدار را دارند و پس از آن‌ها ماهیچه فلزات سنگین را به مقدار کمتر در خود ذخیره می‌کند. فاضلاب شهری، صنعتی و کشاورزی سال به سال افزایش یافته و موجب آلودگی محیط زیست انسان و موجودات آبزی می‌شود. در اکثر تحقیقاتی که به بررسی فلزات سنگین می‌پردازند، غلظت فلزات سنگین رو به افزایش است که قابل تأمل بوده و برای حفظ محیط زیست و سلامت بشر می‌بایست تهمیداتی اندیشیده شود.

منابع

فریبا زینالی، حسین تاجیک (ارزیابی میزان مس و روی در عضلات برخی گونه‌های ماهیان دریای خزر) دوره چهارم، شماره ۴، زمستان (۱۳۸۷).

اکبر الصاق (تجمع زیستی فلزات سنگین در بافت عضله ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور (*Cyprinus carpio*) *دریای* خزر در آب‌های ساحل استان مازندارن)، شماره ۹۵، تابستان (۱۳۹۱).

مهدی سلطانی، مریم برزگر (بررسی میزان فلزات سنگین (مس، کادمیوم، سرب) در برخی اندام‌های ماهیان سفید و کلمه در سواحل جنوب شرقی دریای خزر، مجله علمی-پژوهشی زیست شناسی دریا، دانشگاه، آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره بیستم، تابستان (۱۳۹۳).

مهدی نجم، محمد شکر زاده، مهدی فخاری (بررسی میزان غلظت فلزات سنگین در بافت های مختلف ماهی کلیکا و سه خاره دریای خزر) مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران، دور بیس و چهارم، شماره ۱۳، خرداد (۱۳۹۳).

حوریه یونسی، حسن نصراله زاده ساروی، سید محمد تقی ساداتی پور (بررسی تجمع زیستی فلزات سنگین ضروری (آهن، مس و روی) و نیمه ضروری (نیکل، کبالت و منگنز) در بافت خوراکی ماهی کپور دریای خزر) نشریه آبزی پروری، سال هشتم، شماره اول، بهار (۱۳۹۳).

عسگری ساری، ا.(۱۳۸۸)(بررسی عناصرسنگین (سرب، جیوه وکادمیوم) در ماهیان بومی آب شیرین شیریت (*Barbus grypus*) و بیاه (*Liza abu*) صید رودخانه‌های کارون و کرخه در فصل زمستان) مجله علمی پژوهشی بیولوژی دریا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره چهارم. صفحات ۹۷-۱۰۷.

الصاق، ا.(۱۳۹۰) (ارزیابی تراکم روی، مس، کبالت و منگنز ر بافت خوراکی ماهیان دریای خزر)، مجله دانشگاه علوم پزشکی گرگان،۱۰۷،۴-۱۱۳.

جلالی، ب.وآقازاده مشگی، م.(۱۳۸۶). (مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن بهداشت عموی) انتشاراتمان، تهران، چاپ اول،۱۳۴ ص.

شکرزاده لموکی، م.(۱۳۷۶). (بررسی و اندازه گیری میزان سرب، کادمیوم وکروم در پنج نوع ماهی پر مصرف دریای خزر) طرح پژوهشی، مرکز تحقیقات شیلات استان مازندران،۵۶ ص.

Caralho ML.,Santiago S and Nunes ML. (2005).Assesstent of the essential element and hevy metal content of edible fish muscle.Analyt:cal and Bioanalytical Chemistry.382:426-43

Tuzen M(2003)Deternmination of havy metals in fish sample of the middle Black sea(Turkey)by graphite fumace atomic absorption spectrometry.Food chemistry,80:119-123

Fazeli MS,Abtahi B,Sabhagh Kashani A.Assessing pb,ni and zn accumulation in the tissues of liza aurata in the south caspian sea.Iran J fish Sci 2005,14(1),65-78(Persian

تأثیرات فلزات سنگین (Cd ،Zn ،Pb ،Cu) بر لارو ماهی‌ها

مهدی براتی گلدره [۱*]؛ آرش شکوری [۱]

۱-گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
Email: mehdibaratigoldareh@gmail.com

چکیده

گزارش زیر یک مطالعه مروری در رابطه با اثرات ۴ فلز سرب، مس، روی و کادمویم بر روی لارو ماهی‌ها است. ماهی به دلیل ارزش عذایی بالا، در سبد غذایی انسان جای به خصوصی دارد و به همین دلیل بررسی آسیب‌های احتمالی و جلوگیری از بروز آن‌ها بسیار اهمیت دارد. فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های پایدار در محیط هستند و در زنجیره غذایی قابلیت بزرگنمایی زیستی را دارند. طبق بررسی‌های انجام شده عوارض در معرض بودن شامل انحنای ستون فقرات، تغییر شکل سر، کاهش رنگدانه سازی بدن، تغییر شکل کیسه زرده، بد شکلی مهره‌ها، تشکیل توده‌های التهابی و موارد دیگری می‌شود. طبق بررسی‌های انجام شده نه تنها فلزات سنگین آسیب‌های جدی به ماهی بالغ وارد می‌کنند بلکه بر روند تولید مثل، تخم ریزی و رشد لاروها نیز تأثیر می‌گذارند.

واژگان کلیدی: سرب، روی، مس، کادمیوم، لارو ماهی‌ها

Effects of heavy metals (Cu, Pb, Zn, Cd) on fish larvae

Mehdi Barati Goldareh*; Arash Shakori

Department Of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime and Marine Sciences University

Email: mehdibaratigoldareh@gmail.com

Abstract

Effects of the four metals lead, copper, zinc and cadmium on fish larvae were studied. Due to its high nutritional value, fish has a special place in the human food basket, and for this reason, study on fish and possible harms theire prevention is important. Heavy metals are among the persistent pollutants in the environment and have the ability to biomagnify in the food chain. According to studies, the side effects of exposure include spine, head deformity, decreased body color, yolk sac deformity, vertebral deformity, inflammatory masses, and more. According to studies, not only heavy metals can cause serious damage to adult fish, but also they hamper the process of reproduction, spawning and larval growth.

Keywords: Lead, zinc, Copper, Cadmium, Fish larvae

مقدمه

ماهی به عنوان یک غذای پروتئینی کم چرب و کیفیت بالا برای رژیم غذایی سالم، ضروری تلقی می‌شود که ویتامین‌ها و طیف وسیعی از مواد مغذی مهم دیگر را تأمین می‌کند. از نظر تغذیه‌ای یک ویژگی مرتبط که ماهی را متمایز می‌کند، محتوای بالای اسیدهای چرب غیر اشباع امگا ۳ (PUFAs) است که از بیماری‌های قلبی محافظت می‌کند و به رشد عصبی رضایت بخشی در کودکان کمک می‌کند (Núñez, García et al. 2018). شهرنشینی سریع و توسعه صنعت، منابع بسیاری از آلودگی هوا، خاک و آب را ایجاد کرده است. فلزات سنگین آلوده کننده محیط آبزیان، بسیار خطرناک هستند، زیرا تخریب پذیری ضعیفی دارند و به طور گسترده‌ای در محیط پخش می‌شوند. فلزاتی که وارد آب می‌شوند نه تنها خود آب را آلوده می‌کنند، بلکه موجودات زنده موجود در آن را نیز آلوده می‌کنند که می‌تواند سایر حیوانات یا افرادی که غذای آلوده مصرف می‌کنند را مسموم کند(Brown and Austin 2012). آلودگی محیط آبی یک مشکل جدی و رو به رشد است. افزایش تعداد و مقدار مواد شیمیایی صنعتی، کشاورزی و تجاری تخلیه شده در محیط‌های آبی که منجر به اثرات مخرب مختلف بر روی موجودات آبزی شده است. ارگانیسم‌های آبزی، مانند ماهی‌ها آلاینده‌ها را مستقیماً از آب آلوده و به طور غیرمستقیم از طریق زنجیره غذایی مصرف می‌کنند (Ali, El-Shafai et al. 2008). فلزات سنگین اجزای طبیعی سنگ‌ها و خاک‌ها هستند و در نتیجه هوازدگی و فرسایش به صورت طبیعی وارد محیط می‌شوند. بسیاری از فلزات از نظر بیولوژیکی ضروری هستند، اما همه آن‌ها دارای پتانسیل بالقوه سمیت زیستی بیش از غلظت‌های آستانه مشخص هستند. پس از صنعتی شدن، مقادیر غیرطبیعی فلزاتی مانند آرسنیک (As)، کادمیوم (Cd)، مس (Cu)، جیوه (Hg)، سرب (Pb)، نیکل (Ni) و روی (Zn) آزاد شده و همچنان نیز ادامه دارد. از طریق تخلیه فاضلاب به محیط آبی منتقل می‌شوند. Cd، Hg،Cu و Zn چهار فلزی هستند که با بیشترین تأثیر بالقوه که به دلیل فعالیت‌های کشاورزی در غلظت‌های بالا وارد محیط می‌شوند. روی و مس در مقادیر کمی به عنوان کود در برخی از خاک‌ها استفاده می‌شوند و As، Cd و Hg اجزای برخی از قارچ کش‌ها هستند (Hunter 1992). Cu همچنین به عنوان جلبک‌کش مورد استفاده قرار می‌گیرد و Cd و Zn به عنوان آلاینده کودهای فسفاته دیده می‌شوند. ترکیبات ارگانوتین هیچ گونه مشابه طبیعی ندارند و عموماً از طریق کاربردهای بیوسید، عمدتاً به عنوان ترکیبات رنگ‌های ضد رسوب به محیط دریایی وارد می‌شوند (Carr, Ruhanen et al. 2019).

۱- کادمیوم (Cd)

کادمیوم در محیط زیست، عمدتاً در ارتباط با روی، و همچنین تا حدی با سرب و مس یافت می‌شود. بنابراین یک محصول جانبی اجتناب ناپذیر از متالورژی این فلزات است. کادمیوم و ترکیبات آن در بسیاری از کاربردهای تکنولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد و از طریق ذوب فلزات، احتراق سوخت‌های فسیلی، سوزاندن زباله‌ها، استفاده از کودهای فسفاته و لجن فاضلاب‌ها در محیط آزاد می‌شود. امروزه کادمیوم در لیست مواد خطرناک، که توسط آژانس ثبت مواد سمی و بیماری‌های وزارت بهداشت و خدمات انسانی ایالات متحده تهیه شده است، رتبه هشتم را دارد. آرسنیک، سرب و جیوه در بالای لیست قرار دارند. برخلاف فلزات یا آلیاژهای مختلف دیگر مانند برنز، آهن، برنج، سرب و جیوه که استفاده از آنها به بیش از دو هزاره می‌رسد، کشف کادمیوم نسبتاً جدید است (۱۸۱۷ میلادی). کادمیوم از نظر شیمیایی شبیه روی است و به طور طبیعی با روی و سرب در سنگ معدن سولفید یافت می‌شود (Åkesson 2011).

(Witeska, Jezierska et al. 1995) تخمهای کپور معمولی (C.carpio) را در غلظت‌های مختلف کادمیوم (۰/۰۵-۰/۰۰۱ ppm) تا زمان تخم‌ریزی در معرض بررسی قرار دادند. آن‌ها تغییر شکل سر و انحنای ستون فقرات را گزارش کردند که از ۰ تا ۴۷ درصد در جمعیت‌های مختلف بود. جالب است که بالاترین غلظت از کادمیوم (۰/۰۵ ppm) یکی از موارد پایین در تغییر

شکل است (۵٪). نویسندگان همچنین از لاروهای کپور معمولی با سن کمتر از ۱۰ روز، بین ۱۰ تا ۲۰ روز و مسن‌تر از ۲۰ روز برای آزمایش سمیت حاد ۹۶ ساعته (۰/۰۱۷-۰ ppm) استفاده کردند اما هیچ گونه تغییر شکلی مشاهده نکردند. نتایج این مطالعه نشانگر نقش محافظتی پوسته تخم است، زیرا لاروهای تازه تخم ریزی شده حساس‌تر از تخم‌ها هستند. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که حساسیت به Lc50 ۹۶ ساعت برای ماهی‌های زیر ۱۰ روز، بین ۱۰ تا ۲۰ روز و بیش از ۲۰ روز به ترتیب ۰/۰۰۲ ppm، ۰/۰۰۵ppm، ۰/۰۰۷ ppm کادمیوم کاهش می‌یابد.

(Williams and Holdway 2000) اثرات ۲ ساعت قرار گرفتن در معرض کادمیوم را در مراحل اولیه زندگی ماهیان رنگین کمان خال‌دار سرخ استرالیا (Melanotaenia fluviatilis) مطالعه کردند. دامنه غلظت‌های مورد استفاده ۰/۰۳۳، ۰/۱، ۰/۳۳، ۱ و ۳/۳ میلی‌گرم در لیتر بود. سن لارو ۳، ۴۶ و ۹۲ ساعت (بعد از لقاح) بود. کادمیوم بر تخم‌ریزی، زنده ماندن لارو و تغییر شکل ستون فقرات تأثیر گذاشت. غلظت بالاتر کادمیوم و سن کمتر جنین منجر به عوارض جانبی بیشتری می‌شود. نمونه‌های تغییر شکل یافته (تغییر شکل ستون فقرات) در جمعیت‌ها تا ۲۷٪ رسید.

(Nguyen and Janssen 2002) با مطالعه برروی گربه ماهی آفریقایی (Clarias gariepinus)، تأثیرات کادمیوم را پس از لقاح، شروع و به مدت ۵ روز مطالعه کردند. غلظت‌های مورد استفاده از ۰/۰۵ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر متفاوت بود. تغییر شکل عمده‌ای که گزارش کردند کاهش رنگدانه سازی بدن است که در بالاترین غلظت به ۱۰۰٪ می‌رسد و از غلظت بالاتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر از شاهد (۰ میلی‌گرم در لیتر) به طور قابل توجهی بالاتر است.

(Witeska, Sarnowski et al. 2014) اثرات Cd (۱۰۰ میکروگرم در لیتر) بر روی جنین، لارو یا هر دو مرحله از روشن‌ماهی، (Leuciscus idus) را مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مسمومیت فلزی بر میزان مرگ و میر، اندازه بدن، شکل گیری‌های مختلف بدن و تغییر شکل یا انحنای مهره‌ها و تغییر شکل کیسه زرده تأثیر می‌گذارد. تا آنجا که به ناهنجاری‌ها مربوط می‌شود، آن‌ها گزارش دادند که در پایان مرحله جنینی، لاروهای تغییر شکل یافته پس از قرار گرفتن در معرض Cd حدود ۳۵٪ در جمعیت بودند. همچنین، آن‌ها ثابت کردند که کادمیوم برای جنین‌ها و لارو سمی‌تر از مس است.

۲- مس (Cu)

تحرک مس در محیط نسبت به کادمیم و روی بسیار کمتر است. مس در غلظت‌های پایین برای انسان سمی نیست و برای انسان یک عنصر ضروری است (Linder and Hazegh-Azam 1996). بنابراین تأمین مستمر مس در رژیم غذایی ضروری است. یک منبع عالی مس، صدف است که مس را در غدد گوارشی و کلیه تجمع می‌دهد. افزایش غلظت مس در غذاهای آبزی تنها زمانی گزارش شده است که فاضلاب ناشی از فعالیت‌های معدنی انسان، مناطق آلوده شده از آبزیان را آلوده کرده باشد. مقادیر زیادی مس در سخت پوستان، دهپایان، گاستروپودها و سفالوپودها وجود دارد که از مس در هموسیانین‌های خود برای انتقال اکسیژن به بافت‌های خود استفاده می‌کنند (White and Rainbow 1985).

(Nguyen and Janssen 2002) گربه ماهی آفریقایی را با قرار گرفتن در معرض مس از زمان لقاح و به مدت ۵ روز مطالعه کردند. غلظت‌های مورد استفاده از ۰/۱۵ تا ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر (CuSO4 5H2O) متفاوت بود. تغییر مهم در آن‌ها کاهش رنگدانه سازی بدن است که تا ۷۰٪ رسیده و به طور قابل توجهی بالاتر از شاهد (۰ میلی گرم در لیتر) در غلظت‌های بالاتر از ۰/۶ میلی‌گرم در لیتر بود.

(Johnson, Carew et al. 2007) اثر مس را روی جنین ماهی گورخر (Danio rerio) از لقاح تا ۱۲۰ ساعت بعد مطالعه کردند. از دو غلظت مس (۶۸ و ۲۴۴ میکروگرم مس در ۱ لیتر) استفاده شد و نتایج نشان داد که نورون‌های عملکردی سطح

پوست کمتر و عدم توانایی لاروها در جهت یابی در جریان آب وجود دارد. علاوه بر این، نویسندگان مرگ و میر، مهار تخم‌ریزی و اختلال در رشد لارو را مشاهده کردند.

(Mochida, Ito et al. 2008) از یک ماهی استخوانی، گلمیخ ماهی (Fundulus heteroclitus) برای انجام آزمایش سمیت در مراحل اولیه زندگی از پیریتون مس (CuPT) استفاده کردند. تخم‌های گلمیخ بارور در شرایط جریان مداوم به مدت ۵۰ روز در غلظت‌های مختلف (۰/۵-۴ میکروگرم / لیتر) در معرض CuPT قرار گرفتند. قابلیت تخم‌ریزی، بقا، رشد و تغییر شکل‌های مورفولوژیکی اندازه گیری شد. قابلیت تخم‌ریزی بین هیچ گروه آزمایشی و گروه کنترل تفاوت معنی داری نداشت. بقا و رشد در گروه‌های در معرض ۲ یا ۴ میکروگرم / لیتر CuPT در ۵۰ روز بطور قابل توجهی کاهش یافت. در طول آزمایش، ناهنجاری‌هایی مانند بدشکلی مهره‌ها (لوردوز، کیفوز و اسکولیوز) و تشکیل توده‌های التهابی در عضلات جانبی، در ماهیانی که در معرض CuPT قرار گرفتند. مطالعات میکروسکوپی نور و الکترون نشان داد که اختلال عملکرد عضلات در تغییر شکل مهره‌ها نقش دارد و نشان داد که توده‌های التهابی عمدتاً از ماکروفاژها و میوسیت‌های نکروزه تشکیل شده‌اند. این مطالعه تغییرات زیادی در بروز تغییر شکل‌ها دارد اما روند کلی این است که هرچه مدت تماس (۵۰ روز در مقابل ۴۰ و ۳۰) همراه با دوزهای بالاتر (۴ میکروگرم در لیتر) بیشتر باشد، نمونه‌های تغییر شکل یافته بیشتری (تا ۱۰۰٪ در جمعیت) وجود دارد.

(Kong, Jiang et al. 2013) اثر غلظت‌های مختلف مس (۰/۱، ۰/۴، ۰/۷ و ۱ میلی‌گرم در لیتر) از لقاح تخم را تا ۲۴ ساعت پس از تخم‌ریزی بر روی ماهی قرمز (auratus Carassius) مطالعه کرد. آن‌ها اسکولیوز و انحنای دم (زیر میکروسکوپ) را مشاهده کردند و نتیجه گرفتند که با افزایش غلظت مس، میزان تغییر شکل به تدریج افزایش می‌یابد. بیشترین میزان تغییر شکل در جمعیت با غلظت مس ۱ میلی گرم در لیتر حدود ۱۰٪ بود.

(Witeska, Sarnowski et al. 2014) اثرات مس (۱۰۰ میکروگرم در لیتر) بر روی جنین، لارو یا هر دو مرحله در روشن ماهی (Leuciscus idus) را مطالعه کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که مسمومیت با فلز بر میزان مرگ و میر، اندازه بدن، شکل گیری‌های مختلف بدن (به طور خاص محیط بدن و محیط ناحیه شناور) و تغییر شکل (انحنای مهره‌ها و تغییر شکل کیسه زرده) تأثیر می‌گذارد. تا آنجا که به ناهنجاری‌ها مربوط می‌شود، آن‌ها گزارش دادند که در پایان مرحله جنینی، لاروهای تغییر شکل یافته به دنبال قرار گرفتن در معرض مس حدود ۱۵٪ از جمعیت را نشان می‌دهد.

۳- سرب (Pb)

سرب به عنوان یک عنصر مرتبط با سم شناسی، با وجود تحرک کم ژئوشیمیایی، توسط انسان در مقادیر بسیار زیاد به محیط وارد شده و در سراسر جهان توزیع شده است (Raspor, Nürnberg et al. 1980). استفاده از سرب توسط انسان تقریباً به ۹۰۰۰ سال پیش بر می‌گردد، اما حداکثر افزایش ناشی از شروع معدنکاری و متالورژی صنعتی سرب در حدود ۱۷۵۰ و افزایش تردد افراد در حدود ۱۹۴۰ با استفاده از ترکیبات تترا آلکیل سرب به عنوان افزودنی بنزین بود. ۹۵ تا ۹۸ درصد از کل سرب موجود در محیط زیست را می‌توان در فعالیت‌های انسانی جستجو کرد. در حالی که میزان سرب در آب‌های دریای عمیق اقیانوس آرام جنوبی ۱ تا ۲ نانوگرم سرب در لیتر و در آب‌های عمیق قطب جنوب ۰/۴ نانوگرم در لیتر است، که به نظر می‌رسد سطح زمینه طبیعی باشد، میزان سرب آب‌های سطحی مرکزی اقیانوس اطلس شمالی و اقیانوس آرام شمالی حدود ۵ تا ۵۰ نانوگرم بر ثانیه است (Betti, Papoff et al. 1988).

(Sarnowski and Jezierska 1999) ناهنجاری لارو کپور (Ctenopharyngodon idella) که در معرض سرب بوده را گزارش کردند: بلاستومرها از نظر اندازه متفاوت بودند و به طور نامنظم توزیع می‌شدند، سلول‌های منفرد جدا شده و کل بلاستول تغییر شکل یافته.

(Weis and Weis 1977) اثر جیوه، کادمیوم و سرب را در برکه‌ماهی (F. heteroclitus) بررسی کردند و تغییر شکل را فقط به عنوان اثر سرب مشاهده کردند. آن‌ها تخم‌ها را با PbNO3 در ۳ غلظت مختلف (۰/۱ - ۱ میلی گرم در لیتر) از مرحله بلاستول تا زمان تخمگذاری تا اینکه در جایی که آزمایش برای ناهنجاری‌های اسکلتی صورت می‌گرفت، آن‌ها مشاهده کردند که با سرعت ۱ میلی‌گرم در لیتر، فقط ۲۰٪ لاروها طبیعی بودند، ۴۰٪ لوردوز و ۴۰٪ دیگر به طور دائمی خم شدند (خمیده). در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، همه نمونه‌ها (۱۰۰٪) به طور دائمی خم‌شدند، در حالی که در ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر، هیچ نمونه تغییر شکل یافته‌ای مشاهده نشد (۰٪).

(Osman, Wuertz et al. 2007) اثر قرار گرفتن در معرض سرب (۱۰۰، ۳۰۰ و ۵۰۰ میکروگرم در لیتر نیترات سرب) بر روی جنین‌های گربه ماهی آفریقایی را بررسی کردند. لاروها ۴۸ ساعت بعد از لقاح، ۹۶ ساعت بعد لقاح، ۱۴۴ ساعت بعد لقاح و ۱۶۸ ساعت بعد لقاح مورد بررسی قرار گرفتند. قرار گرفتن در معرض نیترات سرب باعث تأخیر تدریجی در تخم‌ریزی شد و درصد جنین‌هایی را که با موفقیت تخم‌ریزی انجام دادند را از ۷۵٪ در گروه کنترل به ۴۰٪ در گروه در معرض ۵۰۰ میکروگرم در لیتر سرب کاهش داد. چهار تغییر شکل عمده (شکل نامنظم سر، ورم پریکارد، ورم کیسه زرده و نقص نوتوکوردال) و دو مورد جزئی (نقص تاشو و کاهش رنگدانه) مشاهده شد در حالی که فرکانس آن‌ها با افزایش غلظت سرب در تمام مراحل به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. تمام بدشکلی‌ها در جنین‌های در معرض ۳۰۰ و ۵۰۰ گرم در لیتر سرب ثبت شده. لازم به ذکر است که فرکانس‌های بالاتر تغییر شکل در اولین نقطه نمونه برداری (۴۸ ساعت درست بعد از تخم‌ریزی) مشاهده شد که ثابت می‌کند بیشتر آن‌ها برای لارو کشنده هستند.

(Hou, Zhuang et al. 2011) اثر سرب را بر روی ماهیان خاویار چینی، Acipenser sinensis بررسی کردند. آن‌ها از ۳ غلظت (۰/۲، ۰/۸ و ۱/۶ میلی‌گرم در لیتر) برای مدت ۱۱۲ روز (از لارو تا نوجوان) استفاده کردند. آن‌ها تغییر شکل را در دو غلظت بالاتر مشاهده کردند که در پایان دوره آزمایش به ۱۰۰٪ در جمعیت رسید. تغییر شکل‌هایی که آن‌ها ثبت کردند انحنای بدن (ستون فقرات) بود. تمام نمونه‌های تغییر شکل یافته پس از ۵ هفته از مرحله تخلیه کاملاً بهبود یافتند. نویسندگان همچنین از کاهش توانایی جابجایی و جستجوی غذا توسط لارو تغییر شکل یافته خبر دادند.

۴- روی (Zn)

(Speranza, Seeley et al. 1977) گزارش دادند که بلاستودیسک در تخم گورخر ماهی (Brachydanio) در معرض روی، برجستگی‌های پروتوپلاسمی غیرطبیعی را نشان می‌دهد و در چندین مورد به صورت دیسک مایع در بالای زرده ظاهر می‌شود.

(Williams and Holdway 2000) اثر ۲ ساعت قرار گرفتن در معرض روی را در مراحل اولیه زندگی ماهیان رنگین کمان لکه دار سرمه‌ای استرالیایی بررسی کردند. غلظت روی مورد استفاده ۰/۳۳، ۱، ۳/۳، ۱۰ و ۳۳/۳۳ میلی‌گرم در لیتر بود. سن جنین‌ها ۳، ۴۶ و ۹۲ ساعت (پس از لقاح) بود و روی بر تخم‌ریزی، زنده ماندن لارو و تغییر شکل ستون فقرات تأثیر گذاشت. هر چه غلظت بالاتر باشد، جنین به عوارض جانبی بیشتری منجر می‌شود. نمونه‌های تغییر شکل یافته (با در نظر گرفتن تنها تغییر شکل ستون فقرات) در جمعیت‌ها تا ۲۷٪ رسید.

نتایج

طبق مطالعات انجام شده در این پژوهش اثرات بسیار جبران ناپذیری در رابطه با در معرض قرار گرفتن ماهی‌ها و لارو آن‌ها با فلزاتی چون مس (Cu)، سرب (Pb)، روی (Zn) و کادمیوم (Cd) مشاهده شد، به طور مثال می‌توان انحنای ستون فقرات، اثرات بر دستگاه ایمنی، تأثیر بر سیستم راهیابی لارو، افزایش مرگ و میر و ناهنجاری‌های دیگر را نام برد. با توجه به این که

کشور ایران با دسترسی به دریاهای مختلف و همینطور صنعت گسترده پرورش آبزی، که یکی از کشورهای صنعتی منطقه در علوم مختلف و دارای معادن بسیار، صنعت کشاورزی گسترده و درای شهرهای پرجمعیت است که این امر باعث می‌شود تولید کننده انواع آلاینده‌های صنعتی نیز باشد در همین راستا باید پایش دقیقی در زمینه سلامت آبزیان و کنترل محیط آبی انجام شود تا در صورت بروز هر گونه مشکلی سریعاً در رفع آن اقدامات لازم انجام گیرد.

بحث

با توجه به پیشرفت صنعت ماهیگیری، افزایش مزارع پرورش آبزی، بهبود عملکرد و تسریع در سیستم فروش و از طرفی با توجه به آشنایی روز افزون مردم با خواص و فواید بی‌شمار آبزیان به خصوص ماهی‌ها در چند سال اخیر که موجب افزایش تولید، صید و درنتیجه فروش آن شده است، مطالعه و پایش سلامتی این جانداران بسیار حائز اهمیت است. محیط آبی به طور کلی به دلایل تخلیه نادرست فاضلاب‌های شهری و صنعتی به رودخانه‌های منتهی به دریا و در شهرهای ساحلی به طور مستقیم همیشه میزبان انواع آلاینده‌های محیطی‌است که با صنعتی شدن و پیشرفت روز افزون کشورهای در حال توسعه به حجم این آلاینده‌ها نیز افزوده می‌شود. فلزات سنگین از آن دسته از آلاینده‌ها هستند که در محیط نیز پایدار بوده و می‌توانند در موجودات بزرگنمایی زیستی نیز داشته باشند که این خود امری بسیار مهم است که در سالیان گذشته در رابطه با آن مطالعات بسیاری در سطح جهانی انجام شده است.

منابع

Åkesson A. (2011). "Cadmium exposure in the environment: renal effects and the benchmark dose."

Ali F. K., S. A. El-Shafai F. A. Samhan and Khalil W. K. (2008). "Effect of water pollution on expression of immune response genes of Solea aegyptiaca in Lake Qarun." African Journal of Biotechnology 7(10).

Betti M., P. Papoff and Mitchell J. W. (1988). "Trace elements: data and information in the characterization of an aqueous ecosystem." CRC Critical Reviews in Analytical Chemistry 19(4): 271-322.

Brown I. A. and Austin D. W. (2012). "Maternal transfer of mercury to the developing embryo/fetus: is there a safe level?" Toxicological & Environmental Chemistry 94(8): 1610-1627.

Carr A., Ruhanen L., Whitford M., Lane B. (2019). Sustainable tourism and indigenous peoples, Routledge.

Hou J., P. Zhuang L. Zhang L. Feng T. Zhang J. Liu and Feng G. (2011). "Morphological deformities and recovery, accumulation and elimination of lead in body tissues of Chinese sturgeon, Acipenser sinensis, early life stages: a laboratory study." Journal of applied ichthyology 27(2): 514-519.

Hunter H. (1992). "Agricultural contaminants in aquatic environments-- a review." Bulletin. Department of Primary Industries(Queensland). 1992.

Johnson A., Carew E., and Sloman K. (2007). "The effects of copper on the morphological and functional development of zebrafish embryos." Aquatic Toxicology 84(4): 431-438.

Kong X., Jiang H., Wang S., Wu X., Fei W., Li L., Nie G., Li X. (2013). "Effects of copper exposure on the hatching status and antioxidant defense at different developmental stages of embryos and larvae of goldfish Carassius auratus." Chemosphere 92(11): 1458-1464.

Linder, M. C. Hazegh-Azam M. (1996). "Copper biochemistry and molecular biology." The American journal of clinical nutrition 63(5): 797S-811S.

Mochida K., Ito K., Harino H., Onduka T., Kakuno A., Fujii K. (2008). "Early life-stage toxicity test for copper pyrithione and induction of skeletal anomaly in a teleost, the mummichog (Fundulus heteroclitus)." Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal 27(2): 367-374.

Nguyen L., Janssen C. (2002). "Embryo-larval toxicity tests with the African catfish (Clarias gariepinus): comparative sensitivity of endpoints." Archives of environmental contamination and toxicology 42(2): 256-262.

Núñez R., García M. Á., Alonso J., Melgar M. J. (2018). "Arsenic, cadmium and lead in fresh and processed tuna marketed in Galicia (NW Spain): Risk assessment of dietary exposure." Science of the Total Environment 627: 322-331.

Osman A. G., Wuertz S., Mekkawy I. A., Exner H. J., Kirschbaum F. (2007). "Lead induced malformations in embryos of the African catfish Clarias gariepinus (Burchell, 1822)." Environmental Toxicology: An International Journal 22(4): 375-389.

Raspor B., Nürnberg H., Valenta P., Branica M. (1980). The chelation of lead by organic ligands in sea water. Lead in the marine environment, Elsevier: 181-195.

Sarnowski P., Jezierska B. (1999). "The effect of lead exposure on grass carp spermatozoa and developing embryos." Heavy metals in the environment: an integrated approach, Vilnius, Lithuania: 304-308.

Speranza A. W., Seeley R. J., Seeley V. A., Perlmutter A. (1977). "The effect of sublethal concentrations of zinc on reproduction in the zebrafish, Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan." Environmental Pollution (1970) 12(3): 217-222.

Weis J., Weis S. P. (1977). "Effects of heavy metals on development of the killifish, Fundulus heteroclitus." Journal of Fish Biology 11(1): 49-54.

White S., Rainbow P. (1985). "On the metabolic requirements for copper and zinc in molluscs and crustaceans." Marine Environmental Research 16(3): 215-229.

Williams N. D., Holdway D. A. (2000). "The effects of pulse-exposed cadmium and zinc on embryo hatchability, larval development, and survival of Australian crimson spotted rainbow fish (Melanotaenia fluviatilis)." Environmental Toxicology 15(3): 165-173.

Witeska M., Jezierska B., Chaber J. (1995). "The influence of cadmium on common carp embryos and larvae." Aquaculture 129(1-4): 129-132.

Witeska M., Sarnowski P., Ługowska K., Kowal E. (2014). "The effects of cadmium and copper on embryonic and larval development of ide Leuciscus idus L." Fish physiology and biochemistry 40(1): 151-163.

اثرات نانوذرات آلوئه ورا (*Aloe vera*) بر عملکرد رشد و زنده‌مانی تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

سهیل بازاری مقدم [۱*]، مصطفی شریف روحانی [۲]، مسعود حقیقی [۳]

۱- انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

۳- مرکز تحقیقات ماهیان سردابی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

Email*: Soheil bm274@gmail.com

چکیده

استفاده از دانش نانوتکنولوژی می‌تواند به منظور کاربرد گیاهان دارویی در آبزی پروری مؤثر باشد. در این مطالعه، پس از عصاره گیری از گیاه دارویی آلوئه ورا (*Aloe vera*)، نسبت به تولید نانوذرات از آن اقدام شد. سپس، اثرات مصرف سه سطح از نانوذرات آلوئه ورا در غذای مصرفی تاسماهی سیبری(*Acipenser baerii*) ، تأثیر آنها بر عملکرد رشد و میزان زنده‌مانی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۳۶۰ عدد تاسماهی سیبری با میانگین وزنی ۰,۰۴ ± ۱۰,۹۵ (گرم) به صورت تصادفی در چهار تیمار و هر تیمار با سه تکرار تقسیم شدند (در ۱۲ وان فایبرگلاس با حجم کلی ۵۰۰ لیتر و حجم آبگیری ۳۰۰ لیتر). تیمارهای غذایی شامل مقادیر ۰ (شاهد)، ۰,۵، ۱ و ۱,۵ درصد از نانو ذرات آلوئه ورا بوده که به مدت ۶۰ روز توسط ماهیان تغذیه شدند. طی دوره پرورش نسبت به انجام زیست سنجی و ثبت فاکتورهای فیزیکی و شمیایی آب اقدام شد. در این بررسی شاخص‌های رشد نظیر افزایش وزن، درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی، ضریب تبدیل غذایی، شاخص رشد ویژه، ضریب کارایی پروتئین و نیز میزان زنده‌مانی، بین تیمارها مقایسه شدند. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد ماهیانی که از نانوذرات آلوئه ورا تغذیه کرده‌اند دارای اختلاف معنی داری نسبت به گروه شاهد می‌باشند ($p<۰/۰۵$). نتایج نشان داد که افزودن مقدار ۱ درصد از نانوذرات آلوئه ورا به رژیم غذایی ماهی، می‌تواند موجب بهبود عملکرد شاخص‌های رشد در تاسماهی سیبری شود.

واژگان کلیدی: آلوئه ورا، نانوذرات، رشد، تاسماهی سیبری

Effects of *Aloe vera* nanoparticles on growth performance and survival rate of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*

Soheil Bazari Moghaddam [1*]; Mostafa Sharif Rohani [2]; Masoud Haghighi [3]

1- International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Rasht.

2-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran.

3-Iranian Fisheries Science Research Institute, Cold-water Fishes Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tonekabon.

Email*: Soheil bm274@gmail.com

Abstract

The use of nanotechnology knowledge can be effective in the performance of medicinal plants in aquaculture. In this study, after extraction of *Aloe vera*, its nanoparticles produced. Three levels of *Aloe vera* nanoparticles in Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*) were evaluated for the effects on growth performance and survival rate. A total of 360 Siberian sturgeon with average weight of 10.95 ± 0.04 (g) were randomly divided into four treatment groups with three replicates (in 12 fiberglass tubs with a total volume of 500 liters and a dewatering volume of 300 liters). The treatment groups were fed with diets that included 0% (control), 0.5, 1 and 1.5% of *Aloe vera* nanoparticles for 60 days. During this period, in addition to fish biometrics, physical and chemical factors of water were also measured. Weight gain, initial body weight, condition factor, feed conversion ratio, specific growth rate, protein efficiency ratio and survival rate were measured and compared among the fish in the different groups. The results showed that growth indices of fish fed the *Aloe vera* nanoparticles were higher than the control diet ($p<0.05$). The results showed that adding 1% *Aloe vera* nanoparticles to the fish diet, it can improve the performance of growth indicators in Siberian sturgeon.

Keywords: *Aloe vera*, Nanoparticles, Growth, *Acipenser baerii*

نقش تنوع زیستی در امنیت ملی

شهرام بهمنش [۱*]؛ عادل حسینجانی [۱]؛ محدثه احمدنژاد [۱]؛ کیوان عباسی [۱]

۱-پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی

*Email:Behmanesh2007@gmail.com

چکیده

امروزه امنیت ملی مفاهیمی ورای آنچه با سلاح حاصل می‌شود، در بردارد و در دنیایی که کشورها برای دسترسی به منابعی چون آب در نزاع هستند و آب به عنوان مسئله‌ای سیاسی درآمده است، ابعاد بوم شناختی امنیت ملی را نمی‌توان نادیده گرفت. امنیت ملی تنها با قوی بودن یک کشور از نظر نظامی حاصل نمی‌شود، بلکه در معیارهای امروزی و در دنیای امروز در سایه محیط زیست سالم و بارور و با تنوع زیستی مطلوب تأمین می‌گردد. آنچه مسلم است بدون تنوع زیستی ادامه حیات میسر نیست. به همین دلیل حفاظت از تنوع زیستی و ذخایر ژنتیکی می‌تواند به عنوان عنصری از امنیت ملی کشورها مطرح شود. ارزش‌های تنوع حیاتی و حفاظت از آن ریشه در ارزشهای اخلاقی، فرهنگی و اعتقادی ملتها دارد. تنوع زیستی رابطه نزدیک با تنوع فرهنگی دارد و فرهنگهای انسانی با محیط زنده اطراف آنها شکل گرفته است. در دهه‌های اخیر اخلاقیات از فرهنگ بهره برداری از منابع طبیعی حذف شده است و به تولید صرفاً از منظر بهره برداری و بهره کشی از منابع نگریسته می‌شود و فرهنگ‌های سنتی و دانش بومی جای خود را به فرهنگ‌های صرفاً اقتصادی بهره برداری کوتاه مدت داده است. حفاظت از تنوع زیستی را نباید با حفاظت سنتی از منابع طبیعی همسان دانست. حفاظت طبیعت بیشتر جنبه‌های تدافعی دارد و به حفاظت از منابع طبیعی در مقابل اثرات ناشی از توسعه متکی است. بدین ترتیب حفاظت از تنوع زیستی آبزیان نه تنها حفاظت از گونه‌های وحشی است، بلکه به حفاظت از تنوع ژنتیکی گونه‌های اهلی و پرورشی و خویشاوندان آنها نیز مرتبط است. این هدف با اکوسیستم‌های طبیعی و پرورشی و با منافع و نیازهای انسان ارتباط دارد. هدف از ارائه این مقاله اشاره به اهمیت و لزوم توجه به حفاظت از تنوع و ذخایر ژنتیکی ماهیان بومی در منابع آبی کشور و همچنین معرفی راهکارهای متداول دستیابی به این مهم است.

کلمات کلیدی: آبزیان، امنیت ملی، بوم شناختی، تنوع زیستی، ذخایر ژنتیکی

The role of biodiversity in national security

Sahram Behmanesh[1]*; Adel Hosseinjani[1]; Mohadeseh Ahmadnejad [1]; Kivan Abbasi[1]

[1]Iranian Fisheries Science Research Institute, Inland Waters Aquaculture Research Center, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali,Iran.

*Email:Behmanesh2007@gmail.com

Abstract

Today, national security has implications beyond what can be achieved with weapons, and in a world where countries are in conflict over access to resources such as water, and water has become a political issue, the ecological dimensions of national security cannot be ignored. National security is not achieved by the military strength of one country alone, rather, in today's standards and in today's world, it is provided in the shadow of a healthy and fertile environment with desirable biodiversity. What is certain is that without biodiversity, life is not possible. For this reason, protection of biodiversity and genetic resources can be considered as an element of national security of countries. The values of biodiversity and its protection are rooted in the moral, cultural and religious values of nations. Biodiversity is closely related to cultural diversity, and human cultures are shaped by the living environment around them. In recent decades, ethics has been removed from the culture of exploitation of natural resources and production is viewed only from the perspective of exploitation and exploitation of resources, and traditional cultures and indigenous knowledge have been replaced by purely economic cultures of short-term exploitation. Biodiversity conservation should not be equated with traditional conservation of natural resources. Nature protection has more defensive aspects and relies on protection of natural resources against the effects of development. Thus, the protection of aquatic biodiversity is not just the protection of wild species, it is also related to the protection of the genetic diversity of domestic and breeding species and their relatives. This goal is related to natural and nurturing ecosystems and to human interests and needs. The purpose of this article is to point out the importance and need to pay attention to the protection of diversity and genetic resources of native fish in the country's water resources, it is also important to introduce common strategies for achieving this.

Keywords: **Aquatic organisms, national security, ecology, biodiversity, genetic resources**

اهمیت ایجاد بانک ژن زنده ماهیان در حفظ و نگه‌داری ذخایر ژنتیکی

شهرام بهمنش [1*]؛ عادل حسینجانی [1]؛ محدثه احمدنژاد [1]؛ کیوان عباسی [1]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی

Email:Behmanesh2007@gmail.com

چکیده

ایجاد ذخایر زنده ماهیان وحفظ تنوع زیستی آنان به عنوان سرمایه‌های ملی، از مهمترین اهداف ایجاد بانک ژن است. جمع آوری نمونه‌های گونه‌های مختلف ماهیان، نگهدا ی بلند مدت آنها، ثبت ژنتیکی گونه‌های در معرض تهدید ودر حال انقراض از جمله دیگر وظایف بانک ژن زنده است. ازطرفی بانک‌های ژن برای مراکز تکثیر ماهی نیز کاربردهای فراوانی دارند. بانک ژن می‌تواند تنوع ژنتیکی را به مراکز تکثیر ارائه دهد. بهبود ژنتیکی مولدین یا تکثیرگونه های موجود در ذخیرگاه زنده به جهت ذخیره ژنتیکی برای صفاتی مانند مقاومت در برابر بیماری، نرخ رشد سریع و تحمل به شوری اهمیت بسیاری دارد. یکی از اهداف اصلی درایجاد بانک زنده ماهیان تعیین تاریخچه تکاملی آنان به همراه تعیین رابطه شجره‌ای آنها با دیگرگونه‌ها می‌باشد. تاکنون کشورهای پیشرفته هفت نوع تیره سلولی از آبزیان تولید کرده‌اند که تنها بافت های دو نوع آبزی پرورشی آنها با آبزیان پرورشی ایران مشابه است (بافت اپیتلیال کپور معمولی و بافت گناد ماهی قزل آلای رنگین کمان). بنابراین تأسیس بانک زنده ماهیان و تولید یاخته‌های اختصاصی آبزیان، باعث اطمینان از سرمایه گذاری و بالابردن ارزش افزوده و ایجاد امنیت غذایی کشور و ساماندهی پژوهشها و تحقیقات به منظور کاربردی شدن مطالعات در حفظ طبیعت و اکوسیستم‌های آبی خواهد شد این مقاله با هدف پرداختن به الزامات و شیوه‌های تشکیل بانک ژن و ذخایر زنده آبزیان در کشور ارائه شده است. همچنین با راه اندازی بانک زنده ماهیان بومی، این مراکز می‌توانند یکی از مهمترین مراکز و مراجع جهت حفظ ذخایر ژنتیکی ماهیان بومی کشور باشند و در احیاء ذخایر طبیعی آبهای داخلی و آبزی پروری با استفاده از تکنولوژی‌های نوین نقش فعالی را ایفا نماید.

واژگان کلیدی: اکوسیستم‌های آبی، بانک ژن، تنوع ژنتیکی، سرمایه‌های ملی

Importance of establishing a live fish gene bank in the preservation of genetic resources

Shahram Behmanesh[1*]; Adel Hosseinjani[1]; Mohadeseh Ahmadnejad[1]; Kivan Abbasi[1]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Inland Waters Aquaculture Research Center, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali

Email:Behmanesh2007@gmail.com

Abstract

Creating live fish stocks and preserving their biodiversity as national assets is one of the most important goals of establishing a gene bank. Collecting samples of different species of fish, their long-term preservation, genetic registration of endangered and endangered species are other tasks of the live gene bank. On the other hand, gene banks have many applications for fish breeding centers. Gene banks could provide genetic diversity to breeding centers. Genetic improvement of breeders with breeding species in the living stock is very important for genetic storage for traits such as disease resistance, rapid growth rate and salinity tolerance. One of the main proposes in creating a bank of living fish is to determine their evolutionary history along with determining their pedigree relationship with other species. To date, developed countries have produced seven species of aquatic gens, that only the tissues of the two types of aquaculture are similar to those of Iranian aquaculture (Common carp epithelial tissue & Rainbow trout gonadal tissue). Therefore, the establishment of a live fish bank and the production of specific aquatic cells. Ensures investment and increases added value and creates food security in the country and will organize research and studies in order to apply studies in nature conservation and aquatic ecosystems. This article has been presented with the aim of addressing the requirements and methods of establishing gene banks and living aquatic reserves in the country. Also with the launch of a live bank of native fish, these centers could be one of the most important centers and authorities to preserve the genetic resources of native fish in the country and play an active role in rehabilitating natural reserves of inland water and aquaculture using new technologies.

Keywords: **Aquatic ecosystems, Gene bank, Genetic diversity, National capital**

بررسی اثرات آلودگی‌های نفتی برآبزیان و روش‌های پیشگیری ازآن

مهدی بی باک [۱*]، محمد فروهر واجارگاه [۱]، محسن محمدی گلنگش [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۲- گروه محیط زیست.، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: mehdi.bibak65@yahoo.com

چکیده

تمامی عواملی که به طریقی سبب ورود آلاینده‌های نفتی به دریا می‌شوند، می‌توانند موجبات آلودگی آب و رسوبات را فراهم نمایند. آلودگی‌های نفتی در دریاها در جوامع گیاهی و جانوری و اکوسیستم دریاها، اثرات مخربی را می‌گذارد و دراین بین اثرات حادی برماهیان داشته واثرات آن به مرحله لاروی وجوانی ماهیان وهمچنین آسیب‌های ژنتیکی که برآنها داشته مشاهده شده است. هیدروکربن‌ها ازنظرکمیتی مهم‌ترین ترکیب تشکیل دهنده نفت هستند که از منابع طبیعی و همچنین بشری برمی خیزند. آلاینده‌های نفتی به عنوان یک تهدید بزرگ برای اکوسیستم‌های دریایی به شمار می‌آیند که یکی ازاصولی ترین راه‌های مقابله با این آلودگی‌ها استفاده ازروش هایی است که بتواند به مقدارقابل توجهی، این آلودگی راکاهش دهند. باتوجه به اثرات مهمی که آلودگی‌های نفتی براکوسیستم دریا وآبزیان دارند. در این مقاله به توضیحی در رابطه با این آلودگی و راه‌های پیشگیری از آن پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: اکوسیستم دریا، آلودگی‌های نفتی، هیدروکربن‌ها، تجزیه زیستی

Investigating the effects of oil pollution on aquatic animals and methods of its prevention

Mehdi Bibak[1*]; Mohammad Forouhar Vajargah [1]; Mohsen Mohammadi Galangash[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara
2- Department of Environmental Science, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: mehdi.bibak65@yahoo.com

Abstract

All factors that results oil pollutants enter the sea in a way or another can cause water and sediment pollution. Oil pollution in the seas has devastating effects on plant and animal communities and marine ecosystems, including acute effects on fish and its effects on the larval and juvenile stages of fish, as well as genetic damage to them. Hydrocarbons are the most important constituents of oil in terms of quantity, which is produced from natural as well as human resources. Oil pollutants pose a major threat to marine ecosystems, and one of the most fundamental ways to combat them is to use methods to reduce them significantly. Considering the important effects of oil pollution on the marine and aquatic ecosystem, this article has provided an overview of this contamination and ways to prevent it.

Keywords: Hydrocarbons, Oil pollutants, Marine ecosystems

مقدمه

ترکیبات نفتی واثرات تخلیه آن برگونه های زنده محیط‌های دریایی سبب جلب توجه به سمت مشکلات ناشی از آلودگی نفتی دراکوسیستم های آبی شد. براساس مطالعات انجام شده سالیانه حدود شش میلیون تن نفت وارد محیط زیست می‌شود که شامل مواد هیدروکربنی از قبیل هیدروکربن‌های سبک نفت خام، هیدروکربن‌های چندحلقه ای آروماتیک و مانند آنها است که به دریاها و اقیانوس‌ها می‌ریزد. هیدروکربن‌ها ازنظر کمیتی مهم‌ترین ترکیب تشکیل دهنده نفت هستند و از منابع طبیعی و همچنین بشری بر می‌خیزند (Deb *et al*., 2000). هیدروکربن‌های نفتی عناصراورگانیک مهمی هستند و توجه زیادی راجلب کرده‌اند زیرا خود بسیاری از آن‌ها بر فرآیندهای زیستی و ناهنجاری‌های ژنتیکی موثربوده، سمی وسرطان زا هستند (Walker *et al*., 2005). بسیاری از عوامل مانند جریان‌های محلی، هوا و دمای آب و ترکیب خود نفت درمقایسه با دیگر عوامل برمیزان تخریب طولانی مدت ناشی از لکه‌های بزرگ نفت اثر می‌گذارند. آثار آلودگی نفت در آب به دونوع دراز مدت وکوتاه مدت قابل تقسیم هستند، علاوه برمسمومیت انسانی حاصل از انتقال ترکیبات نفتی از طریق زنجیره غذایی، خفگی آبزیان ناشی از پوشیده شدن سطح آب با لکه نفت نیزدر گروه اول قرار دارد. این لایه‌ها، علاوه برکاهش انتقال نور باعث ممانعت عمل فتوسنتز گیاهان آبزی شده وسرعت جذب اکسیژن هوا به وسیله آب را بسیار کند می‌کند. به طوری که میزان انحلال اکسیژن در لایه‌های آبی لکه‌های نفتی حتی از لایه‌های عمیق آب نیز کمتر است (Clark, 2005).

یکی از بهترین راه‌ها برای مقابله با این آلودگی‌ها راه‌هایی است که بتواند به مقدار قابل توجهی این آلودگی‌ها را کاهش دهد که لازمه آن شناخت ودرک کاملی از آلودگی نفتی وهیدروکربن ها و اثراتی که براکوسیستم دریا می‌گذارند است از این جهت در این مقاله به بررسی این موارد پرداخته شده است.

تأثیرآلودگی های نفتی برسلامت و اکوسیستم

نفت خام به دلیل ویژگی‌های شیمیایی خاص خود، آسیب‌های جدی به سلامت انسان و اکوسیستم وارد می‌کند. حضورطولانی مدت و غلظت بالای آن در محیط باعث بروز بیماری‌های کلیه، کبد و انواع سرطان‌ها می‌شود. به طور کلی ترکیبات، آروماتیک سمی‌تر از ترکیبات آلیفاتیک بوده و ترکیبات با وزن مولکولی پایین، سمی‌تر از ترکیبات با وزن مولکولی بالا، می‌باشند. تابش نور خورشید در میزان سمیت نفت تأثیر گذارد بوده و سطح نفت که در معرض نور قرار دارد، نسبت به قسمتهای محلول در آب، دارای سمیت کمتر می‌باشد [۵]. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای آلاینده‌های بسیار سمی هستند و می‌توانند از طریق پوست، تنفس، بلع و زنجیره غذایی وارد بدن انسان شوند. تاثیرات اولیه آنها به صورت تنگی نفس، سرفه خشک، درد قفسه سینه و نامنظمی ضربان قلب می‌باشد. همچنین در محیط‌های دریایی در سخت پوستان بیشترین سمیت را داشته و در بعضی گیاهان و حیوانات دریایی جذب شده و تجمع می‌یابد (Mohanti., 2013).

تاثیرات مختلف نفت در جانداران وابسته به میزان آلودگی بوده و ارزیابی دوره‌ای و بررسی آلودگی‌ها، برای مدیریت اکوسیستم آلوده، ضروری است. تأثیر آلودگی نفتی در اکوسیتم های آبی و موجودات آن، از سطح تولیدکننده‌های اولیه تا ثانویه و سطوح بالاتر است. هیدروکربن‌های نفتی با جا به جایی ترکیبات لیپید، در نیمه تراوایی غشا تأثیر می‌گذارند و باعث مهار فتوسنتز و اختلال در رشد و تولید مثل فیتوپلانکتون ها می‌شوند. این عمل در نتیجه حل شدن هیدروکربن‌های درفاز لیپیدی کلروپلاست و تداخل در برهم کنش مولکول‌های کلروفیل صورت می‌گیرد. اختلال مشابه دیگر در غشای میتوکندری اتفاق می افتد و باعث چرخه تری کربوکسیلیک اسید وفسفریالسیون اکسیداتیومی شود. کروزن باعث انحرا ف لیپیدهای غشای سلولی و سپس نفوذ عوامل سمی در جلبک دریایی قرمز شده ونفتالین نیزباعث کاهش سطح پروتئین سلولی می‌شود. نفت همچنین باعث غیرفعال شدن مجرای تغذیه‌ای در خارپوستان، ایجاد توده‌های سرطانی در دهان ماهی‌ها و سوزش چشم وکوری درسیل های دریایی

می‌شود. تأثیر نفت در پرندگان شامل نفوذ نفت به پرهای آن‌ها، جایگزین شدن آب به جای هوا، از بین رفتن عایق حرارتی وکاهش شناوری است و پرنده‌ها قادر به شنا وپرواز نخواهند بود. همچنین سمیت نفت باعث کاهش میزان زیست پذیری تخم‌ها می‌شود. میزان کم اکسیژن واشباع رسوبات با آب، جنگل‌های مانگرو، تجزیه نفت را کاهش داده و به ویژه هیدروکربن‌های آروماتیک در این مناطق تا سالها باقی مانده وتجمع می‌یابد و حتی می‌توانند تا ۲۰ سال پایدار بمانند. در جنگل‌های مانگرو نفت شناور باعث خفه شدن ریشه‌های تنفسی و تغذیه‌ای می‌شود و نه تنها باعث از بین رفتن برخی درختان شده بلکه کاهش رشد درختان شده بلکه کاهش رشد درختان باقی مانده را نیز در پی داشته و به صورت ریزش برگ‌ها، به شکلی میوه‌ها از بین رفتن پوشش آنها تاثیرات خود را نشان می‌دهد (Tam *et al.*, 2005).

فلزات نفت خام

درترکیب نفت خام فلزات مختلفی وجود دارد که به توضیح در رابطه با چند نمونه آن می‌پردازیم:

سرب: سرب در ترکیب با گروه‌های سولفیدری پروتئین‌ها و به خصوص آنزیم‌های دخیل در تولید مولکول هم باعث اختلال در پمپ Na-K ATPase از غشای گلبول‌های قرمز می‌شود. این امر منجربه کاهش عمرآن ها، نفریت مزمن، میوکاردیت، نوروتوکسیک، عبور از جفت و پارگی زودرس کیسه آمنیون (PROM) وبلاخره زایمان زودرس و در نتیجه نوزاد نارس می‌شود. همچنین در صورت جذب بیش از ۰/۵mg/day آن پس از چندی مسمومیت ایجاد خواهد کردو جذب ۰/۵gr نیز موجب مرگ خواهد شد.

سرب می‌تواند در بدن انباشته شود و هنگامی که به شکل سرب دوظرفیتی باشد، می‌تواند به جای یون کلسیم در استخوان‌ها جانشین شود. استخلاف مذکوراین امکان را به سرب می‌دهد که تا مدت زمان طولانی در بدن باقی بماند. براساس مطالعه‌های clark سمیت سرب ازنظرتاثیر بر موجودات زنده دریایی در مقایسه با سایر فلزات در دریا کمتر است ودرغلظت های بالاتر از ۰/۸ppm، نیترات سرب از طریق تاثیرغذایی نیتریت رشد دیاتومه های phaeodactylun را افزایش دهد.

کادمیوم: کادمیوم از عناصر آلوده کننده‌ای است که نفوذ آن در آب می‌تواند ناشی از استفاده کودهای شیمیایی (کودهای فسفات) در فعالیت‌های کشاورزی، رسوب‌های آلوده اتمسفری ناشی از کارخانجات صنعتی وپساب فعالیت‌های صنعتی یا معادن باشد. کادمیوم گرچه در آب‌ها به مقدار بسیار جزیی موجوداست، اما تجمع بیش از حد مجاز آن می‌تواند سبب بروز بیماری‌ها قبیل سرطان پروستات، فشارخون بالا، تخریب بافت های بیضه و گلبول‌های قرمزخون، گرفتگی مجاری کلیه، انعقاد برخی ازپروتئین ها و نیز بیماری ایتایاتیای همراه باشد. به طور قطع کادمیوم یک آلاینده خطرناک منابع آب است و پاکسازی آبی که آلوده به آن است بسیار دشواراست (Sattari *et al.*, 2020).

کروم: کروم عنصر سمی است و سمیت آن به اشکال شیمیایی آن بستگی دارد؛ به طوری که کروم شش ظرفیتی برای ارگانیزم‌های دریایی بسیار سمی‌تر از کروم سه ظرفیتی است و به راحتی می‌تواند از غشاهای سلولی عبور کند. فاکتورهای زیستی و غیرزیستی سبب افزایش کروم شش ظرفیتی می‌شود، می‌تواند باعث افزایش سمیت این عنصر در آب دریا گردد.

جیوه: در محیط به وسیله فعالیت‌های کشاورزی (قارچ کشها و نگهدارنده های بذر)، کارخانه‌های داروسازی، به عنوان نگهدارنده کاغذ و خمیر آن، کاتالیزور در سنتز مواد آلی، در تولید باتری و ترمومتر ها در تهیه فلز آمیخته با جیوه و در کارخانه‌های تهیه سودسوزآور کلرین رها می‌شود. تخمین زده شده که میزان ورود سالانه ۴۰۰۰۰ تا ۵۰۰۰۰ تن در اتمسفر و تقریباً ۴۰۰۰ تن در دریا است. اولین مسمومیت به وسیله ماهی‌های آلوده به جیوه موسوم به بیماری میناماتا بود که بعد از تحقیقات کامل، مسمومیت

با متیلجیوه شناسایی شد. سمیت جیوه بستگی به شکل شیمیایی آن (آلی، فلزی، یونی) دارد. جیوه عمدتاً به شکل آلی خودش یا همان دی متیل جیوه در ماهی وجود دارد.

مس: قابلیت انتقال مس در طبیعت در مقایسه با روی و کادمیوم خیلی کمتر است. مس در تراکم پائین برای انسان سمی نیست و به عنوان یک عنصر ضروری برای موجودات زنده است. منبع عمده و اصلی مس اویستر هستند که مس در غدد گوارشی و کلیه‌هایشان تجمع می‌یابد. مقدار مس در عضله ماهی به میزان متوسط ۲/۰-۵/۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن مرطوب است در حالیکه اندام‌هایی که مس بیشتری دارند به ترتیب شامل کبد، فلس‌ها، طحال، کلیه و آبشش ها هستند. مقدار اضافی بر نیاز آبزی به مس عمدتاً در کبد ذخیره می‌شود (Forouhar *et al*., 2021).

روی: روی مثل مس یک عنصر ضروری برای انسان است و جز قسمت اصلی در آنزیمها است. روی معمول در ماهی و سایر غذاهای دریایی بصورت میلی گرم بر کیلوگرم وجود دارد و تاکنون گزارشی درباره مقدار آن در بخش‌های خوردنی ماهی که منجر به ایجاد خطر برای سالمتی انسان بشود، ارائه نشده است. متوسط میزان روی ۵-۳ میلی گرم در کیلو بر اساس وزن مرطوب است، و ماهی تازه مهمترین منبع این فلز ضروری برای انسان است (Sattari *et al*., 2020; Bibak *et al*., 2020).

مهم‌ترین عضوهایی که در بدن ماهیان دچار آلودگی می‌شوند

آبشش ها، کلیه و کبد مهم‌ترین راههای جذب فلزات در بدن ماهیان هستند.

که جذب فلزکادمیوم از طریق آبشش ها بسیار بیشتر از جذب ازطریق لوله گوارشی صورت می‌گیرد. معمولاً بافت عضله دارای پایین‌ترین مقادیر فلزات سنگین درماهیان است و این عناصر در بافت هایی مانند کلیه، کبد و آبشش ها تجمع می‌یابند. میزان جیوه در اعضای داخلی بدن ماهی کمی بیشتر از بافت عضله است (Sattari *et al*., 2020; Vajargah *et al*., 2021; Bibak *et al*., 2020).

کبد: کبد اندامی است که بیشترین ارتباط را با سم زدائی و فرآیندهای تغییر شکل زیستی دارد که به دلیل این عملکرد و وجود خون فراوان در آن یکی از اندام‌هایی است که بیشترین تاثیررا ازآلاینده های موجود در آب می‌پذیرد. چندین دلیل مهم برای انتخاب کبد به عنوان شاخص زیستی نشان دهنده آلودگی‌ها در محیط وجود دارد، از جمله اینکه کبد ماهیان عملکردهایی مانند غیر فعالسازی هیدروکربن‌های نفتی، ذخیره سازی نوترینت ها و آزادسازی فرآورده‌های کاتابولیسم دیگر بافت ها را داردوبا تولید صفرا که نقش مهمی در هضم اسید چرب و دفع متابولیت های مسموم کننده دارد، در حفظ و هموستازی بدن بسیار موثرمیباشد. صفرای تولید شده توسط سلول‌های هپاتوسیت کبدی تولید و به داخل کیسه صفرا ترشح می‌شود. مواد سمی در کبد از خون پالایش شده وبا تبدیل به ترکیبات دیگر خنثی و به همراه صفرا به داخل روده ترشح و دفع می‌شوند. آسیب پذیری کبد در برابر آلاینده‌ها و مواد شیمیایی هم به دلیل جریان خون نسبتاً آهسته‌ای است که در مقایسه با برونده قلبی دارد. میزان جریان صفرا در ماهیان تقریباً ۵۰ برابرکندترازپستانداران می‌باشد (Bibak *et al*., 2021; Vajargah *et al*., 2021) که این امر می‌تواند حساسیت بیشتر ماهی نسبت به صدمات شیمیایی کمک کند، چرا که سرعت کم صفراموجب دفع کندتر متابولیتها و مواد شیمیایی سمی از کبد می‌شود. کبد به خاطر عملکرد، موقعیت و جریان خونی که دریافت می‌کند بیشترین اثر را از آلاینده‌های موجود در آب می‌پذیرد و در مجموع عوامل متعددی می‌توانند باعث آسیب کبدی شوند که با توجه به وظایف متابولیسمی کبد چنین صدماتی می‌توانند اثرات جدی روی متابولیسم آبزی داشته باشد.

کلیه: کلیه ماهی در یک موقعیت خارج صفاقی در طرفین ستون مهره‌ها واقع شده و اندامی قهوه‌ای تا سیاهرنگ است. کلیه به دو قسمت تقسیم می‌شود: بخش جلویی که متشکل از عناصر هماتوپوئیتیک (خون ساز) است و بخش پشتی که دفعی است. مهم‌ترین وظیفه کلیه در ماهیان تنظیم اسمزی آب و نمک از طریق دفع مواد نیتروژن دار زائد بوده، نقش مهمی در نگهداری هموستاز بدن ایفا می‌کند. به علاوه، بافت های کلیوی، حجم عظیمی از جریان خون را دریافت کرده و ترشح متابولیت های حاصل از زنوبیوتیک های مختلف را بر عهده دارند. بنابراین کلیه‌ها به طور مداوم در معرض سموم شیمیایی واثرات مخاطره آمیز ناشی از آنها بوده و اندام هدف مهمی برای بسیاری از آلاینده‌های محیطی هستند (Sattari *et al*., 2019).

آبشش: آبشش ماهی تقریباً در تمام ماهی‌ها، محل اصلی تبادل گازها هستند. آبشش ماهی از کمان‌های استخوانی یا غضروفی سخت تشکیل شده و توسط جمجمه آبششی محافظت می‌شود. بیشتر ماهی‌ها تبادل گازی را با استفاده از آبشش هایی که در دو سوی حلق (گلوی) آن‌ها قرار گرفته، انجام می‌دهند. آبشش ها بافت هایی هستند که به نخ‌های کوتاهی شبیه‌اند. قرار گیری آنها درمعرض آلودگی‌هایی مثل پایرن پرخونی و S شکل شدن تیغه‌ها می‌شود. قرار گیری این اندام در معرض میزان مختلفی از آلودگی که توسط پایرن است موجب بدفرم شدن، کوتاه شدن، چماقی شدن و کنده شدن آن می‌شود.

روش‌های مقابله با آلودگی نفتی

روش‌های فیزیکی

بیشتر روش‌های معمول که برای مقابله با ریزش‌های نفتی در محیط‌های دریایی وجود دارند، روش‌های فیزیکی و شیمیایی هستند. این روش‌ها معمولابر اساس شرایط ریزش نفت، نوع اکوسیستم و همچنین بر اساس عقیده عمومی و تصمیمات سیاسی انتخاب می‌شوند. روش‌های فیزیکی برای پاکسازی ریزش‌های نفتی از روش‌های ساده بوده و شامل: استفاده از کفگیرها، شستن، جاذب‌ها و سوزاندن درجا می‌باشند (GarapatiVK., 2012).

کفگیرها

استفاده از شناورها با کمک کفگیرها به منظور کنترل جریان و حرکت نفت و سپس جمع آوری نفت از سطح آب به داخل تانک می‌باشد این روش ساده، کم خطر، و مؤثر بوده و ٪۸۰ نفت نشت یافته بازیافت می‌شود اما عملکرد آن فقط در شرایط محیطی آرام می‌باشد و در مورد بازیافت نفت با ویسکوزیته بالا مؤثر نمی‌باشد (Singh., 2001).

شستن

شستن روش فیزیکی دیگری است که با استفاده از آب داغ یا سرد و فشار بالا یا پایین، بر اساس وضعیت موجود انجام می‌گیرد و می‌تواند برای نواحی ساحلی استفاده شود (GarapatiVK., 2012).

جاذب‌ها

مواد جاذب نیز روش دیگری است که در آن از مواد آبگریز برای رفع آلودگی نفتی در امتداد ساحل استفاده می‌شود که درآن جذب کننده‌ها، در نواحی آلوده، تغییر فاز مایع به نیمه جامد را تسهیل می‌کنند. مواد جاذب در ۳ گروه مواد غیرآلی، مواد آلی سنتزی و مواد آلی گیاهی قرار می‌گیرند. مواد غیرآلی شامل: سنگ مروارید، ذرات سیلیس و جاذبهای رسی می‌باشد. این مواد نیروی شناوری کافی ندارند و ظرفیت جذب نفتی آن‌ها عموماً پایین است. جاذبهای سنتزی شامل: پلی پروپلین وفوم های پلی یورتان می‌باشند و به علت وضعیت آبگریزی دارای استفاده گسترده هستند اما در مقایسه با مواد معدنی یا گیاهی خیلی آهسته تجزیه می‌شوند. جاذبهای گیاهی آلی از قبیل کاه، فیبرهای چوبی و چوب ذرت، نیروی شناوری ضعیف و ظرفیت جذب پایین دارند. نخاله‌های ابریشم ظرفیت جذب بالایی دارند، چون محتوی موم بالایی بوده و ساختار متخلخل دارند. یک گرم از آن‌ها

تقریباً ۴۰ گرم از نفت خام سبک را در دمای اتاق جذب می‌کند. گیاهانی مثل کتان نیز برای جذب نفت استفاده می‌شود که علاوه بر جذب، به علت ناحیه سطحی بزرگ، برای تشکیل کلنی باکتریها مناسب بوده و برای ریزشهای نفتی کوچک کاربرد دارد و اگر قبل از رسیدن آلودگی نفتی به ساحل استفاده شود می‌تواند تأثیر نفت ریزش یافته را محدود کند. نوع دیگر جاذبها، پلیمرهای زیستی باشند که برای پوشاندن سطح و برای جلوگیری از جذب نفت روی سطوح استفاده می‌شوند (Lakshmipathy *et al.*, 2010).

درجا سوزاندن

سوزاندن روشی است که پس از استفاده از کفگیرها، برای از بین بردن باقیمانده نفت استفاده می‌شود. این روش از حداقل تجهیزات و نیروی انسانی بهره می‌گیرد و کارایی آن ٪۹۵ می‌باشد اما نیتروژن و سولفور حاصل از سوزاندن نفت وارد اتمسفر شده و باعث باران های اسیدی می‌شود. دود ناشی ازآن حاوی ذرات ریز،PAH و مواد شیمیایی بوده که برای افراد مسئول خطرناک می‌باشد و همچنین باعث تخریب پوشش گیاهی و آسیب زدن به حیوانات منطقه می‌شود. در واقع این روش آلودگی را از نوعی به نوع دیگر تبدیل می‌کند.

روش‌های شیمیایی

پراکنده شدن، شکستن نفت و انتقال آن به صورت ذرات کوچک از سطح به هوا می‌باشد که توسط جریان سطح دریا کنترل می‌شود و در تلاطم بیشتر، پراکندگی بیشتری صورت می‌گیرد. پخش کننده‌های شیمیایی برای تسریع این فرایند ساخته شده‌اند و تالاب و اولین خط دفاعی در مقابل ریزشهای نفتی هستند. سواحل و زیستگاههای حساس از قبیل باتلاق‌های نمکی تالاب‌های مانگرو با این روش تیمار میشوندو چون ذرات نفت پراکنده شده در سطح قرار می‌گیرند، بیشتر در معرض جذب زیستی هستند و میزان تجزیه زیستی هم افزایش میابد. مواد پخش کننده حاوی سورفاکتانت بوده و باعث شکسته شدن لکه نفتی و تبدیل آن به میسل می‌شود که به راحتی رقیق می‌شود (GarapatiVK., 2012).

پخش کننده‌ها به ۳ نوع عمده تقسیم می‌شوند: نوع اول حاوی٪۲۵-۱۵ سورفاکتانت می‌باشد و با نسبت ۱:۱ یا ۳:۱ (پخش کننده – نفت) روی نفت اسپری می‌شود. نوع دوم به صورت حلال‌های الکلی یا گلیکولی می‌باشد و حاوی غلظت بالای سورفاکتانت بوده و با نسبت ۱۰:۱ رقیق سازی می‌شود. نوع سوم پخش کننده‌های غلیظ هستند و با فرمول مشابه نوع دوم هستند وبا نسبت ۵:۱ و ۳۰:۱ رقیق سازیمیشوند پخش کننده‌های نوع اول ودوم پس ازاستفاده نیازمند مخلوط شدن بانفت میباشندتاعملکردمناسب داشته باشند اما نوع سوم نیاز به مخلوط کردن ندارد و حرکات طبیعی دریا برای عملکرد آن کافی می‌باشد. مزیت عمده پخش کننده‌ها این است که از حرکت نفت به سمت سواحل حساس و تشکیل گلوله‌های قیری جلوگیری می‌کند. ازجمله معایب این روش می‌توان به احتمال ورود ترکیبات سمی به محیط اشاره کرد. همچنین تیمار ریزشهای نفتی با پخش کننده‌ها، باعث ایجاد قطرات نفتی می‌شود که اندازه کوچک داشته و می‌توانند توسط حیوانات دریایی خورده شود و وارد زنجیره غذایی شده و به مصرف انسان برسند. روش‌های شیمیایی دیگر شامل استفاده از جامدکننده ها و ضد امولسیون‌کننده‌هاست که سطحی نازک از مواد شیمیایی هستند و باعث می‌شوند نفت حالت جامد مانند پیدا کند و روشهای فیزیکی برای پاکسازی خط ساحلی راحتتر صورت بگیرد (GarapatiVK., 2012).

روش‌های طبیعی

وقتی نفت در دریا ریزش پیدا می‌کند، در طول زمان به دلیل اثر امواج، نور خورشید و فعالیت میکروبی دستخوش تغییراتی شده و برخی ترکیبات نفت در ستون آب پراکنده می‌شوند. در حالی که برخی دیگر از طریق رسوبگذاری در اعماق قرار می‌گیرند و

می‌توانند بر گیاهان کفزی هم تأثیر بگذارند. روش‌های طبیعی پاکسازیی آلودگیهای نفتی شامل: تبخیراکسیداسیون نوری، پراکندگی، انحلال، امولسیون شدن، جذب و تجزیه زیستیی توسط میکروارگانیسم‌های بومی است. از آنجایی که هیدروکربن‌ها منبع کربن و انرژی هستند، میکروارگانیسم‌ها می‌توانند آنها را مصرف کنند. باکتریی های تجزیه کننده هیدروکربن‌ها ٪۹۰ جامعه میکروبی را در ریزش‌های نفتی تشکیل می‌دهند. میکروارگانیسم‌های دریایی در مقایسه با انواع خاکی بسیار متنوع بوده و به علت تولید ترکیبات ویژه، در روش رقابت و تکامل، دارای مکانیسم‌های حفاظتی منحصر به فردی هستند .میکروارگانیسم‌های مجزا می‌توانند نوع خاصی از ترکیبات نفتی را تجزیه کنند اما جمعیت‌های میکروبی مخلوط، قادر به تجزیه سطوح بالایی از آلودگی‌ها هستند (Milić *et al.*, 2009).

پاکسازی یا تصفیه زیستی

روش نسبتاً جدیدی است که از توانایی طبیعی میکروارگانیسم‌ها برای کاهش غلظت یا سمیت مواد شیمیایی مختلف از قبیل: مشتقات نفتی، هیدروکربن‌های آلیفاتیک و آروماتیک، حلال‌های صنعتی، آفت کش ها و فلزات استفاده می‌کند و مهمترین ویژگی آن این است که در محیط‌های باز غیراستریل و با انواع میکروارگانیسم‌ها صورت می‌گیرد. تجزیه زیستی روشی مهم برای از بین بردن نشت هیدروکربن‌های نفتی در محیط‌های آبی بوده و در دهه‌های گذشته باکتری‌های دریایی با قابلیت تجزیه هیدروکربن‌ها از نقاط مختلف دنیا جدا شده‌اند. مهم‌ترین اصل در پاکسازی زیستی، استفاده از میکروارگانیسم‌های دریایی بومی منطقه آلوده است که قادر هستنددر شرایط طبیعی منطقه زنده مانده و به فعالیت ادامه دهند. قبل از تصفیه زیستی عواملی مانند نوع و غلظت نفت، شرایط آب و هوایی منطقه، نوع ساحل آلوده، محتوی مواد مغذی (نیتروژن، فسفر و اکسیژن) و pH باید بررسی گردد. علاوه بر روش‌های فوق روش‌های دیگرو استفاده از مواد مختلف دیگری نیز وجود دارند که سبب مقابله با آلودگی‌های نفتی می‌شوند از قبیل: استفاده از بیوسورفاکتانت ها، آنزیم‌های مختلف، هیدروکربن‌های سیر شده و آروماتیک، آسفالتن ها و....

نتیجه گیری

آلاینده‌های نفتی به عنوان یک تهدید بزرگ برای محیط زیست و موجودات ساکن آن محسوب می‌شوند که از راه‌های مختلفی از قبیل نشت نفت طبیعی از دریا، حمل و نقل دریایی، پالایش نفت و... وارد دریا می‌شود. آلودگی‌های نفتی براکوسیستم متطقه تأثیر می‌گذارند بطوریکه در اثر این آلودگی حیات موجودات آبزی وکفزیان به خطر افتاده، مرگ ومیر بسیاری از آنان رابه همراه داشته است. علاوه برآن اثرات فیزیکی وشیمیایی متعددی در آب‌ها مشاهده می‌شود که ناشی از این آلودگی‌هاست. بطوریکه در اثر پخش ترکیبات نفتی برسطح آب امکان تبادل اکسیژن کمتر شده ونیز درصد برخی از فلزات سنگین دربدن جانداران افزایش یافته است (بنابراین اندازه گیری میزان فلزات سنگین در اندام‌های مختلف و حیاتی آبزیان بسیارمهم است زیرا می‌تواند از نظر سلامتی خطرات جبران ناپذیری رابرای انسان داشته باشد). با توجه به اهمیت حفظ اکوسیستم‌های آبی کشور وسلامت پروتئین دریایی واقتصاد لازم است که در کاهش آلودگی دریاها وهمچنین مقابله با این آلودگی‌ها (یکی از بهترین روش‌های مقابله با آلودگی‌های نفتی تجزیه زیستی است) کوشا باشیم.

منابع

Bibak M, Sattari M, Agharokh A, Tahmasebi S, Imanpour Namin J. (2020). Marine macro algae as a bio-indicators of heavy metal pollution in the marine environments, Persian Gulf. Indian J Mar Sci. 49(3):357-63.

Bibak M, Sattari M, Tahmaseb S, Kafaei R, Sorial GA, Ramavandi B. (2020). Trace and Major Elements Concentration in Fish and Associated Sediment–Seawater, Northern Shores of the Persian Gulf. Biol. Trace Elem. Res; DOI: 10.1007/s12011-020-02370-x.

Clark, R. B. (2005). Marine Pollution, book, Fifth edition, Oxford University Press. 248 P.

Deb S. C., Araki T. and Fukushima T. (2000). Polycyclic aromatic hydrocarbons in fish organs, marine pollution bulletin. Food Additives and Contaminants, 24(2): 201 - 209.

Forouhar Vajargah M, Sattari M, Imanpour Namin J, Bibak M. (2021). Evaluation of trace elements contaminations in skin tissue of Rutilus kutum Kamensky 1901 from the south of the Caspian Sea. Journal of Advances in Environmental Health Research; 9(2): -. doi: 10.22102/jaehr.2021.259190.1201

Garapati V. K. (2012). Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons: MSc thesis,National Institute of Technology Rourkela, Odisha;.

Lakshmipathy T.D., Prasad A.A., Kannabiran K. (2010). Production of biosurfactant and heavy metal resistance activity of Streptomyces Sp. VITDDK3-a novel Halo tolerant Actinomycetes isolated from saltpan soil. Biol. Res, 4(2):108-115.

Mohanty M. (2013). Potential Applications of Biosurfactant from Marine Bacteria in Bioremediation:National Institute Of Technology Rourkela.

Sattari M., Majidi S., Bibak M., Forouhar Vajargah M. (2020b). Investigating the relationship between some element concentrations in liver and muscle of Vimba persa and growth indices during different seasons in the southwest coasts of the Caspian Sea. J. Aquac. Res. Dev. 10; 14(3):43-53.

Sattari M., Namin J.I., Bibak M., Vajargah M.F., Bakhshalizadeh S., Faggio C. (2019). Determination of Trace Element Accumulation in Gonads of Rutilus kutum (Kamensky, 1901) from the South Caspian Sea Trace Element Contaminations in Gonads. Proc Natl Acad. Sci. India Sect B Biol. Sci. 11:1-8.

Sattari M., Vajargah M.F., Bibak M., Bakhshalizadeh S. (2020). Relationship Between Trace Element Content in the Brain of Bony Fish Species and Their Food Items in the Southwest of the Caspian Sea Due to Anthropogenic Activities. Avicenna Journal of Environmental Health Engineering. Dec 31; 7(2):78-85. DOI: 10.34172/ajehe.2020.12.

Singh T. (2011). Removal of Petroleum Hydrocarbons by using Microbial Mats. MSc thesis,National Institute of TechnologyRourkela.

Tam N.F., Wong T.W., Wong Y. (2005). A case study on fuel oil contamination in a mangrove swamp in Hong Kong. Marine Pollution Bulletin, 51(8):1092-1100.

Vajargah M.F., Sattari M., Namin J.I., Bibak M. (2021). Predicting the Trace Element Levels in Caspian Kutum (Rutilus kutum) from South of the Caspian Sea Based on Locality, Season and Fish Tissue. Biological Trace Element Research. Feb 12:1-0. https://doi.org/10.1007/s12011-021-02622-4.

Walker S. E., Dickhut R. M., Chisolm-Brause C., Sylva, S. and Reddy C. M. (2005). Molecular and isotopic identification of PAHSources in a highly industrialized urban estuary. Organic Geochemistry, 36(4): 619–632.

بررسی فیزیولوژی و زیست شناسی اسبله *Silurus glanis*

مهدی بی‌باک*[۱]، محمد فروهر واجارگاه [۱]، علی آقارخ [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۲- گروه شیلات، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

Email: mehdi.bibak65@yahoo.com

چکیده

Silurus glanis بزرگ‌ترین ماهی آب شیرین اروپایی است. بومی اروپای شرقی و غرب آسیا در حال حاضر در چندین کشور در غرب و جنوب محدوده بومی خود تأسیس شده است. در ایران این ماهی در حوضه‌های آبریز دریاچه ارومیه، دریای خزر و احتمالاً در حوضه رودخانه تجن یافت می‌شود. *S. glanis* دارای رژیم غذایی همه چیز خوار گسترده‌ای است، از جمله بی مهرگان و مهره داران مانند جوندگان کوچک. این ماهی‌ها معمولاً در سالهای دوم تا چهارم زندگی به بلوغ جنسی می‌رسند. بزرگ‌ترین ماهی "دائمی" آب شیرین است. حداکثر سن آن ۸۰ سال گزارش شده است. هدف از این مقاله بیان ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی این ماهی است.

واژگان کلیدی: *Silurus glanis*، دریای خزر، دریاچه ارومیه

Investigation of physiology and biology of *Silurus glanis*

Mehdi Bibak [*1], Mohammad Forouhar Vajargah[1], Ali Agharokh[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran

2- Research Center for Persian Gulf, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran

Email: mehdi.bibak65@yahoo.com

Abstract

Silurus glanis is the largest-bodied European freshwater fish. Native to Eastern Europe and western Asia it is now established in several countries to the west and south of its native range. In Iran, this fish is found in the catchments of Lake Urmia, the Caspian Sea and possibly in the basin of the river Tajan. *S. glanis* has a broad omnivorous diet, including invertebrates and vertebrates such as small rodents. These fish usually reach sexual maturity in the second to fourth year of life. The largest "permanent" fish is freshwater. Its maximum age is reported to be 80 years. The purpose of this article is to express the physiological and biological characteristics of this fish.

Keywords: ***Silurus glanis*, Caspian Sea, Urmia Lake**

مقدمه

ماهی اسبله با نام علمی *Silurus glanis* متعلق به خانواده اسبله ماهیان (Siluridae) بوده و در اروپای شرقی، آسیای صغیر و آسیای مرکزی پراکنش دارد. در ایران این ماهی در حوضه‌های آبریز دریاچه ارومیه، دریای خزر و احتمالاً در حوضه رودخانه تجن نیز وجود دارد. اسبله عمدتاً در دریاچه‌های بزرگ و رودخانه‌ها وجود داشته و گاهی به آبهای لب شور دریای سیاه و بالتیک نیز وارد می‌شود. مشخص شده که این ماهی از مرغابیها، موش‌ها، خرچنگ‌های دراز آب شیرین و ماهیان کوچک در شبها تغذیه کرده و در آب دریای آرال و نیز در آبهای شیرین تخم ریزی می‌نماید. این ماهی در تالاب انزلی یکی از مهمترین اقلام صید تجاری را به خود اختصاص داده به طوریکه میانگین صید سالانه آن در سالهای ۷۵-۱۳۷۱ به میزان ۱۷۶۷۱ کیلوگرم (۷۸ .۳ درصد کل صید) بوده و در بین ۲۵ گونه ماهیان اقتصادی تالاب انزلی رتبه پنجم را به خود اختصاص داده است. ماهیان صید شده عمدتاً به صورت تازه، منجمد و کنسرو شده مورد مصرف قرار می‌گیرند. علاوه بر بهره برداری اقتصادی ماهی اسبله از آبهای طبیعی، در عین حال جز، گونه‌های پرورشی وصید تفریحی نیز به شمار می‌رود.

رده بندی:

← Class: Actinopterygii (رده: پرتوبالگان)

← Infraclass: Teleostei (فرو رده: پیوسته‌استخوانان)

← Order: Siluriformes (راسته: گربه‌ماهی‌سانان)

← Family: Siluridae (خانواده: اسبله‌ماهیان)

مشخصات ظاهری، رفتاری و فیزیولوژیک ماهی اسبله:

- **شکل بدن:**

دارای بدن کشیده و سینوسی که در انتها فشرده می‌شود، پوست اسبله کاملاً نرم و دارای رنگ‌های متنوعی است، این رنگ‌ها برحسب زیستگاه ماهی تغییر می‌کند. گفته می‌شود که اسبله جزو ماهی‌های پوست سمی است. باله پشتی بسیار کوچک و دارای ۳ تا ۵ شعاع نرم است. باله مخرجی بسیار بلند و تا دو سوم طول کل ماهی می‌رسد، تعداد شعاع‌های نرم در آن ۷۷ تا ۹۲ عدد است و رنگ آن همرنگ سطح پشتی است. باله دمی تخم مرغی شکل و دارای انحنای اندکی است. باله سینه‌ای دارای یک خار و ۱۴ تا ۱۷ شعاع نرم است. احتمالاً زیر پایه باله سینه‌ای غدد سمی وجود دارد. باله شکمی تیره و کوچکتر از باله سینه‌ای است و ۱۱ تا ۱۳ شعاع نرم دارد. یک جفت سبیلک بلند در فک بالا و دو جفت سبیلک کوچک‌تر زیر فک پائین دارد. یک ردیف دندان سمباده‌ای بر روی هر کدام از فکین قرار دارد. هر ردیف دندان دارای صدها دندان ریز است. در سقف دهان نیز دندان دارد. معده بزرگ و قابل اتساع برای بلعیدن طعمه‌های بزرگ و دهان بسیار بزرگ و عریض دارد.) دو جفت سوراخ بینی نسبتاً بزرگ برروی بخش پشتی سر و نزدیک پایه سبیلک‌ها دارد. باله سینه‌ای کوچک و زیر سرپوش آبششی است. باله‌های زوج گرد و پارو مانند هستند. باله دمی کم و بیش دو شاخه و ۱۹ شعاع دارد.

شکل ۱ – نمایی نزدیک از دندان‌های اسبله ایران شکل ۲ – نمایی از سر تعدادی از باله‌ها

- **اندازه:**

بزرگ‌ترین ماهی "دائمی" آب شیرین است.

در دنیا، بزرگ‌ترین اندازه گزارش شده ۵۰۰ سانتیمتر (۵ متر) و بیشترین وزن گزارش شده ۳۰۶ کیلوگرم است. مطالعه استخوان‌های اسبله نشان می‌دهد که می‌تواند تا ۴۵۰ کیلوگرم هم رشد کند، اما چنین اسبله‌ای تا به حال به دام نیفتاده است.

در ایران بزرگترین اندازه ثبت شده با قلاب (دارای مدرک) ۱۰۴ کیلوگرم وزن داشته است. در گیلان اسبله‌هایی تا ۹۰ کیلوگرم نیز هنوز صید می‌شوند. در رودخانه ارس و با تور، اسبله‌هایی با طول ۲. ۵ متر و وزن ۲۴۵ کیلوگرم صید شده است.

- **طول عمل:**

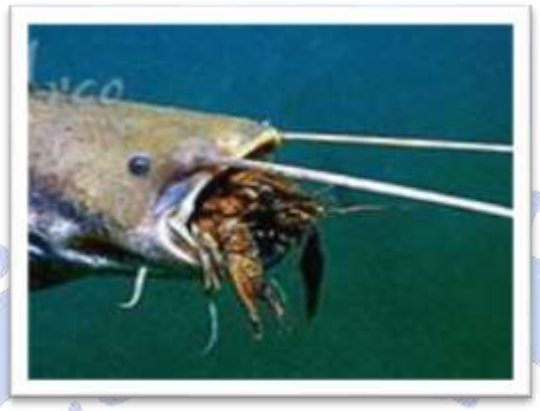
حداکثر سن اسبله ۸۰ سال گزارش شده. استخوان‌هایی از اسبله پیدا شده که برآورد شده ماهی قبل از مرگ ۱۰۰ سال عمر داشته است. جمعیت‌های مختلف اسبله، از الگوهای سنی گوناگون تبعیت می‌کنند.

در دنیا: در جنوب دریاچه آرال ترکیب سنی اسبله‌های صید شده از ۳ تا ۳۰ سال تفاوت می‌کرده است.

- **غذا:**

در نقاط مختلف جهان: از ماهیان استخوانی نظیر جنس‌های *Abramis*، *Alburnus*، *Alosa*، *Barbus*، *Capoetobrama*، *Carrassus*، *Cyprinus*، *Esox*، *Neogobius*، *Perca*، *Pungitius*، *Rutilus*، *Scardinius*، *Tinca*، *Vimba*، پستانداران کوچک آبزی، پرندگان، پسماندها و فضولات، و همچنین در دوران لاروی و نوزادی از بی مهرگان، تخم و لارو سایر ماهیان، گروه‌هایی از حشرات، انواعی از دوبالان و سخت پوستان تغذیه می‌کند.

در ایران نیز رژیم غذایی آن را بیشتر ماهیان استخوانی، جنس‌هایی مثل *Cyprinus*، *Abramis*، *Carrasius*، *Perca*، *Liza*، *Rutilus*، *Esox*، *Alosa*، قورباغه، پرندگان و پستانداران کوچک آبزی و... تشکیل می‌دهد.



شکل ۳ – ماهی اسبله و شکار خرچنگ

- **خصوصیات رفتاری:**

شکارگری: اسبله به طور نیمه‌ارادی دائماً در حال تعقیب محرک‌ها است تا هنگامیکه مغز یکی از آنها را تشخیص داده و دستور عکس العمل بدهد. گونه اسبله چشم‌های بسیار کوچکی دارد، این خصوصیت بیانگر این حقیقت است که اسبله یک شکارچی شبانه بوده و بدلیل عدم بکارگیری چشم‌ها برای شکار، چشم‌ها تحلیل رفته‌اند. سبیلک‌ها نیز در شکارگری نقش دارند: سبیلک‌های بالا برای شکار و جلوگیری از برخورد با موانع است، ضمناً این سبیلک‌ها توانایی دریافت لرزه‌های خاص بدن ماهیان ضعیف را دارند. سبیلک‌های پائینی بیشتر وضعیت بستر را به ماهی منتقل می‌کنند. در سبیلک‌ها جوانه‌های چشایی هم وجود دارند.

اسبله می‌تواند شکار را مستقیماً بوسیله گیرنده‌های صوتی ردیابی کند. همچنین این ماهی قدرت تشخیص اصوات ماهیان معمولی و ماهیان ضعیف یا به دام افتاده (مثلاً در قلاب) را دارد.

اسبله اغلب ماهیخوار است، اما از هر نوع غذای دیگری استقبال می‌کند! بقایای بدن انسان در احشاء اسبله پیدا شده است، اگر چه احتمالاً قبل از خورده شدن، مرده بوده است. اما موارد متعدد حمله اسبله به سگ‌هایی که در حال آب خوردن بوده‌اند گزارش شده است. سیستم بویایی قوی دارد، بعضی بوها برای اسبله جنبه هشدار دارند: مثلاً بوی ماهی سوف می‌تواند هشدار برای دوری از خارهای این ماهی را بدهد.

واحدهای سیستم چشایی در اسبله جوانه‌های چشایی هستند. برخلاف انسان که جوانه‌های چشایی تنها در زبانش قرار دارند، در اسبله‌این جوانه‌ها برروی سبیلک‌ها و اطراف دهان نیز هستند. حس چشایی بطور هماهنگ با سایر حواس بویژه بویایی عمل می‌کند، یعنی ابتدا سیستم بویایی وجود غذا را تشخیص داده وسپس سیستم چشایی کیفیت آنرا معین می‌کند. وجودگیرنده‌های چشایی خارجی به اسبله قدرت می‌دهد که بدون نیاز به وارد کردن غذا به دهان آن را بچشد. این مساله برای اسبله که در محیط‌های تاریک زندگی می‌کند بسیار مهم است.

اسبله انفرادی زندگی می‌کند، اما در فصل تولیدمثل به صورت زوج یا گروهی دیده می‌شوند.

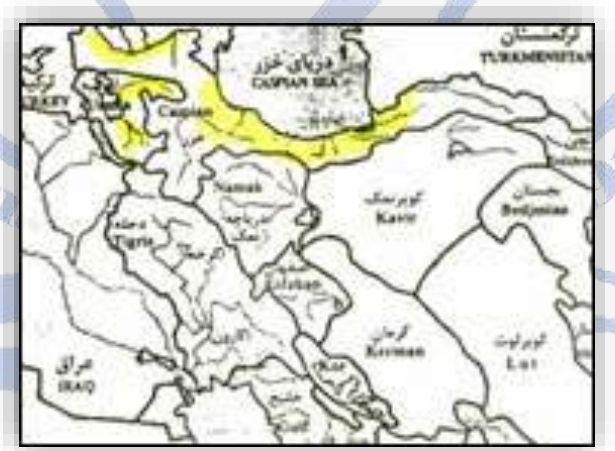
زیستگاه‌های گزارش‌شده ماهی اسبله:

در جهان: ماهی اسبله به طور طبیعی در تمام مناطق شرقی اروپا و غرب آسیا پراکنده است. این ماهی در تمام رودها از بالادست رود راین تا سمت شرق یعنی حوزه آبریز شمال، بالتیک، سیاه، آژوف، دریاچه‌های آرال و خزر پراکنده است، اما تراکم آن در حوزه‌های آبریز رودهای ولگا و دانوب است.

در ایران: علاوه بر دریای خزر، ماهی اسبله در تمامی‌رودهای شمال ایران از رود اترک در شمال شرقی تا ارس در شمال غربی وجود دارد. بعلاوه رودهای منتهی به دریاچه ارومیه نیز محل زیست این ماهی هستند. بخشهای شمالی کارون، نقاطی از کردستان و سرشاخه‌های قزل اوزن در زنجان از دیگر مناطق پراکنش این ماهی در ایران هستند.

از مهمترین زیستگاه‌های اسبله در ایران دریاچه سد ارس در آذربایجان غربی است. در مطالعات انجام شده در این رودخانه، از ۶ ایستگاه انتخاب شده در ۳ ایستگاه در طول این رودخانه اسبله صید شده است. در بالادست دریاچه سد نیز اسبله‌های فراوانی وجود دارند، به ویژه در منطقه‌ای به نام "چشمه ثریا" که منتطقه‌ای مرزی مابین ایران، ترکیه و نخجوان است تمرکز اسبله‌ها زیاد است. استعداد رودخانه در بخش پشت سد ارس برای زندگی اسبله در مطالعات دانشمندان جمهوری آذربایجان نیز اثبات شده است. برطبق این مطالعات هنگام احداث مخزن آبی نخجوان در این رودخانه در سال ۱۹۷۳ ماهی‌های غالب منطقه سیاه ماهی و سس ماهی کورا بودند، اما در ۱۹۷۶ ماهی اسبله پس از ماهی کپور بیشترین میزان ماهی را از لحاظ وزن به خود اختصاص داده است. عمق زیاد مخزن به همراه طول و عرض زیاد آن عامل این رشد بوده است.

از دیگر مناطق زیست اسبله دریاچه سد منجیل است. سرشاخه‌های قزل‌اوزن در زنجان هم از نقاطی است که اسبله‌های فراوانی در آن وجود دارد. رود اترک در استان گلستان، تجن در ساری و رودخانه بهنمیر در حومه بابلسر از دیگر نقاط زندگی اسبله در ایران هستند. رودخانه ولی‌آباد تنکابن، تالاب امیرکلایه و از همه مهمتر تالاب انزلی از دیگر نقاط زندگی این ماهی هستند. رودخانه فریدونکنار زمانی پراهمیت‌ترین رودخانه از لحاظ زندگی اسبله بوده است. در آذربایجان، رودخانه‌های زرینه‌رود، سیمینه‌رود و تلخه‌رود (قبل از خشکسالی) از زیستگاه‌های اسبله بودند.



شکل ۴ – پراکنش اسبله ماهی در ایران

تولیدمثل اسبله:

ماهی‌ها معمولاً در سال دوم تا چهارم عمر به بلوغ جنسی می‌رسند، در این سن اسبله دارای طولی حدود ۶۰ تا ۷۰ سانتی متر و وزنی از ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ گرم است. اسبله‌ها برای تخمریزی گاه تا ۲۵ کیلومتر مهاجرت می‌کنند. اسبله نر در بخش انتهایی ناحیه شکمی، بخش پوستی آویخته‌ای دارد. در جنس ماده این بخش کوچکتر ولی قطورتر است. نرها بزرگتر هستند و وظیفه

نگهداری از تخم و نوزاد را نیز دارند. اسبله یکبار در سال تولیدمثل می‌کند. تولیدمثل در دمای ۱۸ تا ۲۰ درجه انجام می‌شود که اگر این دما فراهم نشود، تولیدمثل عقب می‌افتد. جفت‌ها قبل از تولیدمثل، بازی‌های تولیدمثلی شامل تعقیب و گریز و جهش از آب انجام می‌دهند.

تخم‌های اسبله زرد و چسبناک و به قطر ۳ میلیمتر بوده و به گیاهان می‌چسبند. اسبله‌های ماده لانه سازی می‌کنند. هماوری نسبی زیاد و می‌تواند تا ۳۳۰۰۰۰ به ازای هر کیلوگرم برسد که نشاندهنده اینست که بسیاری از تخم‌ها و لاروها از بین می‌روند. هماوری مطلق اسبله‌هایی با اندازه‌های معمولی و کوچک، از ۴۸۰ تا ۱۱۰۰۰ عدد است. تخم‌ها بصورت خوشه‌ای در لانه متمرکز شده و ماهی نر که اسپرم کمی دارد آنها را بارور می‌کند و تا زمان خارج شدن لاروها (تخم‌گشایی) از آنها مراقبت می‌نماید.

مدت انکوباسیون تخم‌ها ۳ تا ۵ شبانه روز (اغلب ۵۰ ساعت) در دمای ۲۴ درجه سانتیگراد است، مدت زمان رشد و نمو تخم‌ها نیز هنگام تخم‌گشایی برحسب مکان فرق می‌کند. لارو پس از تخم‌گشایی حدود هشت و نیم میلیمتر طول دارد. لاروها تا زمان جذب کیسه زرده لانه راترک نمی‌کنند.

تخم‌ها و بویژه لاروهای اسبله مانند تمام لاروهایی که در لانه زندگی می‌کنند سازگاری‌های تنفسی ویژه‌ای برای تحمل شرایط کمبود اکسیژن در لانه پیدا کرده‌اند. سرعت رشد اسبله‌ها در یک ساله اول زندگی بسیار زیاد است.

وضعیت تغذیه در تالاب انزلی:

رژیم غذایی ماهی اسبله از نوع شکارگری بوده و از زمره ماهیانی محسوب می‌شود که تغذیه اصلی خود را در شب انجام می‌دهند. نتایج مشاهده شده میانگین شدت تغذیه در اسبله را حدود ۷/۲۷۳ ± ۳۲۲ نشان می‌دهد درحالیکه بیسواس مقدار شدت تغذیه مناسب را ۴۰۰ تا ۹۰۰ دانسته است، یعنی ماهی اسبله از تغذیه مناسبی برخوردار نیست، علت کاهش تغذیه می‌تواند احتمالاً ناشی از تغذیه کم یا بسیار کم در زمان تخم ریزی، استراحت ناشی از هر وعده تغذیه و کاهش توانایی تغذیه‌ای درهنگام سیلابی شدن و در نتیجه گل آلود بودن تالاب بوده و همچنین به دلیل زمان نامناسب صید ماهیان در دوره نمونه برداری باشد. از طرفی با افزایش طول ماهی اسبله میزان شدت تغذیه کاهش می‌یابد به طوریکه در طول ۲۰ تا ۵۵ سانتیمتر، بیشترین و در طول ۹۰ تا ۱۲۵ سانتیمتر کمترین میزان را داشته است، زیرا به طور کلی موجودات با جثه کوچک‌تر سوخت و ساز بالاتری داشته و نسبت به موجودات درشت‌تر نیاز به انرژی بیشتر و در نتیجه تغذیه بالاتری خواهند داشت تا علاوه بر فعالیتهای سوخت و سازی، رشد و نمو نیزصورت پذیرد. در ماهیان مسن‌تر انرژی حاصله بیشتر صرف تولید و تشکیل مواد تناسلی شده و نیاز به شدت تغذیه کاهش می‌یابد. از طرف دیگر از آنجایی که ماهیان بزرگتر در مراحل جنسی بالاتر قرار داشته و در فصول تخم ریزی اغلب در مراحل پیش تخم ریزی، در حال تخم ریزی و یا مراحل مراقبت از نوزادان بودهاند، در نتیجه تغذیه در آنها به شدت کاهش یافته است، چرا که این ماهیان از نوزادان خود حفاظت به عمل می‌آورند. مطالعات نشان داده که اسبله در تالاب انزلی علیرغم اینکه از تنوع غذایی بالای‌ی برخوردار است ولی عمدتاً از موجودات کم ارزش تغذیه کرده است، به طوری که عمده‌ترین منابع غذای‌ی آن به ترتیب ماهی کاراس و میگوی ماکروبراکیوم بوده که هر دو از گونه‌های آبزیان غیربومی حوضه دریای خزر و ایران هستند. از نظر وزنی با توجه به میانگین وزنی موجودات مصرف شده در حوزه آبخیز و منطقه مطالعاتی بیش از ۹۰ درصد وزن أقلام غذایی موجود در لوله گوارش اسبله را این دو گونه غیربومی تشکیل داده‌اند. بنابراین بایستی اهمیت ماهی اسبله را در کنترل زیستی این دو موجود غیربومی بسیار مهم و خطیر دانست. (قانع) یک گونه از این میگو *Macrobrachium nipponenes* را از تالاب انزلی گزارش کرده و احتمال داده است که گونه‌های دیگری از این جنس در تالاب انزلی مشاهده گردد. وی

اشاره می‌نماید که این موجود جمعیت فوق العاده‌ای را در تالاب انزلی تشکیل داده است که نگارندگان در صید ماهی با الکتروشوکر، تراکم بالایی از آن را مشاهده کرده‌اند. (ولی پو و حقیقی) نیز میانگین سالانه وزن کاراس صید شده توسط صیادان تالاب انزلی را در سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵ حدود ۷/۱۸۶ تن در سال دانسته که با ۹۷/۳۹ درصد وزن کل صید ماهیان تالاب (۲۵ گونه) در هر ۵ سال حائز رتبه نخست شده است. همچنین مطالعات انجام شده توسط نگارندگان در صید با الکتروشوکر نشان داد که ماهی کاراس فراوانی بالایی را در مناطق نمونه برداری تالاب انزلی داشته و همواره بیشترین تعداد را به خود اختصاص داده است. (عباسی) در بررسی تلفات دسته جمعی ماهیان تالاب انزلی در سالهای اخیر ملاحظه کرد که بیش از ۹۰ درصد تعداد آنها را تنها ماهی کاراس تشکیل داده است. از اینرو به نظر می‌رسد تغذیه اسبله از آنها بخاطر تراکم بالای این دو گونه در تالاب انزلی و بدین دلیل دستیابی اسبله به آنها آسان بوده و تغذیه از نوع تصادفی باشد، هرچند که ممکن است بخاطر رفتار دست جمعی کاراس و ماکروبراکیوم و نیز احتمالاً کندی حرکات آنها در تغذیه بیشتر روی آنها نیز مؤثر بوده باشد. گاوماهیان بخصوص در فصل سردزمستان به مراتب بیشتر از سایرین تغذیه شده و ماهی شاه کولی نیز در بیشتر مواقع سال به میزان کم در دستگاه گوارش اسبله مشاهده شده است، به نظر می‌رسد که در مورد ماهی نخست، افزایش آنها درتالاب به دلیل مهاجرت‌های تخم ریزی آنها بوده و مورد تغذیه بیشتر اسبله قرار گرفته است و در مورد شاهکولی، اندازه کوچک و احتمالاً سرعت شنای بالا و غیره در کاهش فراوانی آنها در لوله گوارش اسبله نقش داشته باشد.

طبق شواهد آنچه مسلم است اسبله در تالاب کمترین تغذیه را از ماهیان اقتصادی همچون ماهی سفید، سیاه کولی، سرخباله، سس ماهی سرگنده وماهی سیم به عمل آورده و از ماهیانی همچون سوف سفید، سوف حاجی طرخان، کپور معمولی، کپور علفخوار نقره‌ای، کپور علف خوار، کپور سر گنده، اردک ماهی، لای ماهی، سیم نما و گامبوزیا تغذیه نکرده است. اغلب ماهیان اقتصادی تالاب انزلی فراوانی ناچیز، برخی دارای فراوانی متوسط (کپور نقرهای، کپور سرگنده، ماهی سیم و سوف حاجی طرخان) ولی برخی مانند (کپور معمولی و اردک ماهی) فراوانی خوبی را داشته‌اند ولی در عین حال یا اصلاً مورد تغذیه اسبله قرار نگرفته و یا به میزان کمی در لوله گوارش ماهی اسبله دیده شده‌اند. بنابراین ماهی کاراس می‌تواند غذای اصلی یا ترجیحی این ماهی بوده و در بعضی فصول حتی میگوی ماکروبراکیوم و گاوماهیان دارای چنین نقشی باشند و بسیاری از منابع غذایی دیگر تنها غذای ثانویه یا اتفاقی این ماهی را به خود اختصاص دهند. عدم مشاهده یا مشاهده ناچیز ماهیان با فراوانی کم تا متوسط در لوله گوارش اسبله دلایل زیادی داشته که تعیین آنها نیاز به کسب تجارب طولانی و اجرای پروژه‌ها و کارهای علمی عمیقی در زمینه اکولوژی این گونه‌هاست

منابع علمی مختلف اشاره کرده‌اند که ماهی اسبله از مروارید ماهی معمولی، اردک ماهی، لای ماهی، کولمه خزری، کپور معمولی، ماهی سیم، ماهی سرمخروطی، جنس کیلکا، سوف حاجی طرخان، قورباغه، پرندگان آبزی، پستانداران کوچک مانند موش، گاماریده، توبیفیسیده، شیرونومیده و خرچنگ دراز آب شیرین اشاره کرده ولی هیچ اشارهای به اولویت تغذیه‌ای آن نکرده‌اند.

در دریاچه سد ارس، اسبله از گاماریده، شیرونومیده، توبیفکس، ماهیان و به طور انبوهی بیش از ۹۰ درصد وزن غذا از خرچنگ درازآب شیرین تغذیه کرده و در مواردی بیش از ۱۰ عد د از این سخت پوست در معده اسبله مشاهده شده است. احتمالاً این اولویت می‌تواند به خاطر فراوانی خوب، حرکات کند این و اندازه بزرگتر و شاید هضم راحت‌تر آن باشد. در تالاب انزلی نیز این سخت پوست وجود دارد اما از آنجایی که به نظر صیادان محلی و باتجربه در چند سال اخیر ذخایر آن بسیار کاهش یافته لذا به احتمال قوی دسترسی اسبله به آن بسیار کاهش یافته است.

نکته مهم دیگر این است که در اسبله‌های مورد بر رسی، پدیده همنوع خواری (Cannibalism) مشاهده نشد که می‌تواند ناشی از وفور سایر منابع غذایی و احتمالاً عدم علاقه به همنوع خواری باشد، زیرا ماهی اسبله از نوزادان و نسل خود شدیداً حفاظت به عمل می‌آورد، هرچند که این پدیده در غالب ماهیان مشابه اسبله دیده شده است. در تمامی فصول به طور کلی ماهیان به عنوان عمده‌ترین غذای ترجیحی ماهی اسبله بوده و پس از آن سخت پوستان و حشرات قرار داشته‌اند. سایر گروه‌های غذای‌ی همچون دو کفه ایها و دوزیستان به صورت کاملاً اتفاقی مورد مصرف اسبله قرار گرفته که با توجه به تغذیه این موجودات تنها در یک فصل و آنهم در فصل سرد سال احتمالاً به جهت عدم دسترسی به مواد غذایی ترجیحی و نکتونی باشد. حشرات تنها در فصل گرم سال یعنی بهار و تابستان به جهت تکثیر و ازدیاد جمعیتی و نیز تحرک بیشتر خود مورد مصرف قرار گرفته‌اند. در بین ماهیان، ماهی گل آذین و کفال تنها در تابستان تغذیه شده که می‌تواند به جهت حضور بیشتر آنها در طی این فصل درنواحی مختلف تالاب باشد. همانطوریکه بیان شد با افزایش طول اسبله، حشرات و سخت پوستان به تدریج اهمیت کمتری را در تغذیه داشته ولی رژیم ماهی خواری به شدت افزایش می‌یابد. تغذیه از دوکفه‌ای‌ها و دوزیستان تنها در موارد خاصی مشاهده شده که با توجه به وزن آنها نمی‌تواند جزء غذای قابل توجه برای این ماهی بشمار آید. بنابراین ماهی اسبله به طورکلی رژیم غذای‌ی نکتون خواری و به ویژه ماهیخواری دارد. از طرف دیگر اطلاعات حاصله نشان می‌دهد که ماهی اسبله با افزایش طول و وزن، به طعمه‌های بزرگتری روی آورده و در نتیجه رژیم ماهی خواری (تغذیه از ماهی کاراس) آن افزایش می‌یابد. در اردک ماهی تالاب انزلی نیز با افزایش سن میزان تغذیه از کاراس افزایش یافت به طوریکه از ۴ سالگی به بالاتر بیش از ۵۰ درصد تغذیه آن از این ماهی می‌باشد. چنین همپوشانی غذایی در این دو ماهی شکاری و اقتصادی تالاب انزلی، هرچند موجب رقابت آنها با هم شده و بر روند رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارد اما به جهت کنترل شدید ذخایر کاراس بسیار با ارزش می‌باشد. بر اساس نتایج به دست آمده، با توجه به نوع رژیم غذای‌ی ماهی اسبله در تالاب انزلی، چنین نتیجه گیری می‌شود که این ماهی نه تنها عاملی در جهت تخریب و از بین رفتن آبزیان اقتصادی مانند ماهی سفید، سوف معمولی، کپور معمولی و غیره در تالاب نمی‌باشد، بلکه با تغذیه از آبزیان کم ارزش همچون ماهی کاراس که به دلیل وجود خار، مزه بد، پرت زیاد و دارای ارزش اقتصادی کم است و نیز میگوی ماکروبراکیوم که به علاوه هر دوغیربومی بوده و می‌توانند تهدیدی برای سایر آبزیان اقتصادی و بومی به ویژه ماهیان کفزی خوار نظیر ماهی کپور معمولی، سیم و لای ماهی حساب آیند، خود عاملی جهت موازنه اکولوژیک آنها به شمار می‌رود. حال اگر به هر دلیلی (به ویژه صید بیرویه) کاهشی در جمعیت ماهی اسبله به وجود آید شاهد کاهش جمعیت سایر ماهیان اقتصادی و بومی و افزایش تک گونه‌های آبزیان مهاجم خواهیم بود. علاوه بر نقش اکولوژیک اسبله در تالاب انزلی، این ماهی به دلیل رشد مطلوب می‌تواند به جهت تولید گوشت مورد مصرف بعضی از اقلیت‌های هموطن مورد مورد توجه قرار گرفته و بایستی بر حفظ و حمایت آن در تالاب و نیز در زمینه تکثیر و پرورش آن جهت صادرات و ارز آوری اقدامات لازم صورت پذیرد.

منابع:

حقیقی، د. و ع. ولیپور. ۱۳۷۶. ماهیان تالاب انزلی) ساختار صید، میزان برداشت و خصوصیات زیستی آنها(. گزارش دو سالانه ۱۳۷۳-۷۴. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان

عباسی، ک، ولی پور، ع، طالبی حقیقی، د، سرپناه، ۱۳۷۸. اطلس ماهیان ایران، آب‌های داخلی گیلان (سفید رود و تالاب انزلی) مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان

عباسی، ک، ولی پور، ع، ۱۳۸۳. بررسی رژیم غذایی ماهی اسبله در تالاب انزلی. مرکز تحقیقات ماهیان استخانی دریای خزر بندر انزلی

کازانچف، آ. ن، ۱۹۸۱. ماهی‌های دریای خزر و حوضه آبریز آن. ترجمه شریعتی، ا. ۱۳۷۱. انتشارات شرکت سهامی شیلات ایران

عبدلی، ا.، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. انتشارات موزه حیات وحش شهرداری تهران

استفاده از ماهیان به‌عنوان شاخص آلودگی در اکوسیستم‌های آبی

مهدی بی‌باک [۱*]، محمد فروهر واجارگاه [۱]، علی آقارخ [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۲- گروه شیلات، پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

Email: Mehdi.bibak65@yahoo.com

چکیده

استفاده از شاخص‌هایی که کیفیت آب را از طریق پارامترهای بیولوژیکی مانند ساختار و عملکرد اکوسیستم آب شیرین ارزیابی می‌کند، در سال‌های اخیر بطور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است و به‌عنوان یک اقدام مهم برای محاسبه میزان آلودگی اکوسیستم‌های آبی استفاده می‌شود. نظارت بیولوژیکی از این جهت سودمند است که می‌تواند تغییرات تجمعی را در طول زمان ادغام و منعکس کند. مزیت دیگر این است که تنوع جانوری موجود در اکوسیستم‌های آبی، که شامل میکروارگانیسم‌ها، جلبک‌ها، پریفیتون، فیتوپلانکتون، زئوپلانکتون، مهره‌داران بزرگ، ماهی‌ها و پستانداران است، می‌تواند در ارزیابی سلامت رودخانه‌ها لحاظ شود. در میان جانوران، ماهی‌ها به‌عنوان شاخص‌های زیستی خوبی برای نظارت بر تخریب اکوسیستم مربوط به کشاورزی و جنگلداری و همچنین پساب‌های شهری و صنعتی برجسته شده‌اند. از پروکسی‌های مختلف می‌توان برای اندازه گیری وضعیت اکوسیستم، مانند تراکم گونه‌ها و وجود/عدم وجود چندین گونه در ساختارهای مجموعه استفاده شود. یک مزیت قابل توجه در استفاده از این جانداران آبی، سادگی نسبی در گرفتن و نمونه‌برداری از آنهاست. از طرف دیگر محتویات معده ماهیان بیانگر آبزیان، مهره‌داران کوچک و بی‌مهرگانی است که در طبقه زیرین شبکه غذایی قرار دارند و می‌توانند بیانگر تاثیرات انسانی باشند. از طرفی دیگر رژیم غذایی ماهی می‌تواند وضعیت آن اکوسیستم آبی را بیان کند. مزیت استفاده از شاخص‌ها براساس ماهی به این دلیل ایجاد می‌شود که این موجودات در همه یا تقریباً همه رودخانه‌ها، حتی در آبهای آلوده وجود دارند. علاوه بر این، اطلاعات گسترده‌ای از تاریخچه زندگی برای بسیاری از گونه‌ها در دسترس است و مجموعه ماهی‌ها به طور کلی انواع سطوح مختلف آلودگی را نشان می‌دهد. در واقع، ماهی‌ها در بالای زنجیره غذایی آبزیان قرار دارند و بنابراین می‌توانند به ارائه اطلاعات یکپارچه از محیط آبی کمک کنند.

کلمات کلیدی: زنجیره غذایی، شاخص زیستی، پساب‌های صنعتی

Use of fish as an indicator of pollution in aquatic ecosystems

Mehdi Bibak[1], Mohammad Forouhar Vajargah[1*], Ali Agharokh[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran
2- Research Center for Persian Gulf, University of Persian Gulf, Bushehr, Iran

Email: mehdi.bibak65@yahoo.com

Abstract

Use of indicators that assess water quality through biological parameters such as the structure and function of freshwater ecosystems has increased significantly in recent years and is used as an important measure to calculate the extent of pollution of aquatic ecosystems. Biological monitoring is useful in that it can integrate and reflect cumulative changes over time. Another advantage is that the animal diversity in aquatic ecosystems, which includes microorganisms, algae, periphyton, phytoplankton, zooplankton, macro vertebrates, fish, and mammals, can be considered in assessing river health. Among animals, fish have been highlighted as good biological indicators for monitoring the degradation of agricultural and forestry ecosystems, as well as urban and industrial effluents. Different proxies can be used to measure ecosystem status, such as species density and the presence or absence of several species in collection structures. A significant advantage of using these aquatic organisms is their relative simplicity in taking and sampling them. On the other hand, the contents of the stomach of fish represent aquatic, small and invertebrate vertebrates that are in the lower class of the food network and can express human effects. On the other hand, the fish diet can express the state of that aquatic ecosystem. The advantage of using fish-based markers is that they are present in all or almost all rivers, even in polluted waters. In addition, extensive information on the life history of many species is available, and fish assemblages generally show different types of levels of contamination. In fact, fish are at the top of the aquatic food chain and can therefore help provide integrated information about the aquatic environment.

Keywords: Food chain, Bio indicator, Industrial wastewater

آلودگی زیست محیطی رودخانه‌های مشکین شهر و اثر آن بر ماهیان

عظمت دادای قندی, هادی بابایی, حسین صابری, حجت الله محسن پور

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی

Email: azematghandi@yahoo.com

چکیده

شهرستان مشکین شهر در شمال غربی ایران، ۸۳۹ کیلومتری تهران ۸۵، کیلومتری شهرستان اردبیل با مساحتی بالغ بر ۳۸۲۵ کیلومتر مربع، بزرگ‌ترین شهرستان استان اردبیل است. اکوسیستم‌های آبی دریافت کننده‌های اصلی مقادیر زیادی از مواد آلاینده ناشی از فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و شهری می‌باشند توان اکوسیستم‌های آبی برای حذف بار آلاینده‌های ورودی مختلف می‌باشد اما وقتی که مقادیر این آلاینده‌ها به سطح ماورای ظرفیت جذب آب‌های دریافت کننده برسند ممکن است. روند خود پالایی آن را دچار اخلال کرده که اثرات کوتاه مدت و بلند مدت را بر جای خواهد گذاشت. در میان آلاینده‌های مختلف شوینده‌ها وسموم کشاورزی به دلیل مصرف زیادشان از اهمیت زیادی برخوردارمی باشند و خطرات زیادی را برای آبزیان به همراه آورند. دراین بررسی ۷ ایستگاه تعیین شد. روش اندازه گیری دترجنت اتیونی الکیل بنزن سولفات (LAS) مراجع استاندارد (APHA 2005) براساس ایزو 17025 اندازه گیری شده است. برای اندازه گیری سموم کشاورزی از ۶ ایستگاه به نامهای قره سو (قادرلو)، داشکسن، کرکری، خیاو چای، مشکین چای، انزان جهت بررسی ۳ نوع سم ایمیدا کلوپراید، 2,4-D و پاراگوات بررسی شد. نمونه برداری در شهریور ۱۳۹۰ صورت گرفت. نتایج حاصل از اندازه گیری سم بیانگر این است که سم ایمیدا کلوپراید در ایستگاهها خیاوچای، داشکسن به میزان حدود ۰/۳ میلی گرم برلیتر سنجش شده است و جالب اینکه در ایستگاه کرکری این مقدار در حد اشباع بود. بقیه سموم میزانش به دلیل غلظت بسیار کم قابل اندازه گیری نبودند. سموم ودترجنت ها اثرات سمی خود را از طریق واکنشهای شیمیایی یا بصورت فیزیکی وکاهش کشش سطحی و کاهش درانتقالات اکسیژن و ایجاد علائم خفگی در ماهیان می‌شود.

واژگان کلیدی: دترجنت، LAS، سموم، ماهیان

Environmental pollution of Meshkinshahr Rivers and its effect on fish

Azemat Dadady Ghandi*, Hossein Saberi, Hadi Babaei,Hojatallah Mohsenpour

Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Inland Waters Aquaculture Research Center, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran

Email: azematghandi@yahoo.com

Abstract

Meshkinshahr city in northwestern Iran, 839 km from Tehran 85 km from Ardabil city with an area of 3825 square kilometers, is the largest city in Ardabil province. Aquatic ecosystems are the main recipients of large amounts of pollutants from industrial, agricultural and urban activities. Aquatic ecosystems have the ability to remove loads of various incoming pollutants, but when the levels of these pollutants exceed the water absorption capacity. They may reach the recipient. It disrupts the process of self-purification, which has short-term and long-term effects. Among the various pollutants, detergents and agricultural pesticides are very important due to their high consumption and pose many dangers to aquatic animals. In this study, 7 stations were identified. Method of measurement of alkyl benzene sulfate ethionic detergent (LAS) standard references (APHA 2005) based on ISO 17025. To measure agricultural pesticides from 6 stations named Gharasoo (Qaderloo), Dashksen, Karkari, Xiao Chai, Meshkin Chai, Anzan were studied to examine 3 types of pesticides: Imida Cloprid, 2, 4-D and Paraguat. Sampling was done in September 2011. The results of the measurement of the toxin indicate that Imida clopride toxin was measured at the stations of Khiavachai and Dashksen at a rate of about 0.3 mg/l, and it is interesting that in the station of Kirkari this amount was saturated. The rest of the toxins could not be measured due to their very low concentration. Toxins and detergents exert their toxic effects through chemical or physical reactions, reducing surface tension and reducing oxygen transport, and causing suffocation symptoms in fish.

Keywords: Detergents, LAS, Toxins, Fish

بررسی آلودگی‌های انگلی و دلایل بروز تلفات در برخی از مزارع ماهی طلائی استان گیلان

جواد دقیق روحی [1*]؛ سید فخرالدین میرهاشمی نسب [1]؛ محدث قاسمی [1]؛ محمد صیاد بورانی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، بندر انزلی.

Email: javad_daghigh@yahoo.com

چکیده

ماهی طلائی یا گلدفیش با نام علمی *Carassius auratus* یکی از انواع ماهیان زینتی است که زیستگاه اصلی آن آسیای جنوب شرقی است. امروزه این ماهی بعنوان یک گونه زینتی به اغلب کشورها و از جمله ایران انتقال یافته است. اقبال عمومی به نگهداری این ماهی و افزایش تقاضای آن بویژه برای ایام عید موجب شده تا پرورش این ماهی نیز در مزارع پرورش ماهی استان گیلان افزایش یابد. در سال‌های اخیر مواردی از تلفات ماهی طلائی در کارگاه‌های استان گیلان گزارش شده است. بر این اساس، بررسی آلودگی‌های انگلی بعنوان یکی از علل احتمالی بروز تلفات در این ماهیان در دستورکار قرار گرفت. تعداد ۱۰ کارگاه در شهرهای مختلف استان برای همکاری داوطلب شدند. درمجموع ۱۷۹ عدد ماهی قرمز نمونه برداری و بررسی شدند. از این ماهیان ۱۲ گونه انگل مختلف شناسائی شد. از گروه مژه داران چهار گونه *Trichodina* sp.، *Ichthyophthirius multifiliis*، *Chilodonella* sp. و *Apiosoma* sp.؛ از دیژن ها انگل چشمی *Diplostomum spathaceum* از سخت پوستان انگل *Lernaea cyprinacea* و از مونوژن ها پنج گونه داکتیلوژیروس *D. anchoratus, D.vastator, D.intermedius, D.formosus, D.baueri* و یک گونه ژیروداکتیلوس *G.kobayashi* از این ماهیان شناسائی شد. آلودگی به مونوژن ها در اغلب کارگاههائی که تلفات داشتند بطور معنی داری بیشتر از سایر کارگاهها بود ($p<0/05$). همچنین شدت آلودگی و غالبیت انگل *G.kobayashi* و تک یاخته‌ای تریکودینا در مزارع واجد تلفات بسیار بیشتر بود.

واژگان کلیدی: گلدفیش، داکتیلوژیروس، مونوژن، کارگاه

Parasitic infections and causes of losses in some goldfish farms in Guilan Province, Iran

Javad Daghigh Roohi[1*]; Seyed Fakhreddin Mirhasheminasab[1]; Mohades Ghasemi[1]; Mohamad Sayad Borani[1]

1- Inland water Aquaculture research center, Iranian fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e-Anzali, Iran.

Email: javad_daghigh@yahoo.com

Abstract

Goldfish (*Carassius auratus*) is an ornamental fish which is originally from southwest asia. This fish have been transferred to most countries, including Iran. The general tendency to keep this fish and increase its demand, especially for New Year, has led to the cultivation of this fish in fish farms of Gilan province. In recent years a few events of mortality have been reported from Guilan fish farms. Investigation of parasites was planned for a possible cause of fish losses. In this survey 179 specimens of goldfish, Carassius *auratus*, were collected from 10 farms in different localities of Guilan province. In the present study 12 parasite species were recovered from goldfish. Parasitofauna consisted of four ciliated protozoans: *Trichodina* sp.. *Ichthiophthirius multifiliis*, *Chilodonella* sp and *Apiosoma* sp.; one digenean trematodes *Diplostomum spathaceum*; one crustacean *Lernaea cyprinacea* and six monogenean trematodes; *Dactylogyrus anchoratus*, *Dactylogyrus vastator*, *Dactylogyrus formosus*, *Dactylogyrus intermedius*, *Dactylogyrus baueri* and *Gyrodactylus kobayashi*. Infestation to monogenean in most of the farm by mortalities were significantly higher than the other ones ($p<0.05$). Also the intensity and dominance of *G.kobayashi* and *Trichodina* sp. were higher in the farms which has mortality reports.

Keywords: Goldfish, Dactylogyrus, Monogenean, Fish farms

بررسی انگل‌های مونوژن در ماهی کپور معمولی دریاچه شهدای خلیج فارس تهران

جواد دقیق‌روحی [1*]؛ سیدفخرالدین میرهاشمی نسب [1]؛ منیره فئید [1]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات ترویج و آموزش کشاورزی، انزلی

Email: javad_daghigh@yahoo.com

چکیده

دریاچه شهدای خلیج فارس با وسعت ۱۴۰ هکتار در شمال غرب شهر تهران و در محدوده پارک چیتگر با هدف تفریحی احداث شده است. پس از احداث این دریاچه به منظور حفظ شرایط کیفی آب و همچنین تأسیس کلوپ صید ورزشی، نسبت‌های متفاوتی از گونه‌های مختلف ماهیان گرمابی به این دریاچه رهاسازی شد. جهت ارزیابی رشد و وضعیت بهداشتی ماهیان رهاسازی شده از تابستان ۹۶ تا زمستان ۹۷ اقدام به نمونه‌برداری از این ماهیان شد. تعداد ۳۰ عدد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) بصورت فصلی صید و پس از زیست سنجی مورد بررسی انگل شناسی قرار گرفتند. متوسط طول کل ماهیان مورد بررسی ۱۲,۴۷ ± ۲۸,۴۲ سانتیمتر و متوسط وزن آنها ۷۱۳,۲۳ ± ۶۰۱,۶۰ گرم بود. شایع‌ترین انگل‌های پوست و آبشش این ماهیان از گروه مونوژن ها بود. از این گروه انگل *Dactylogyrus minutus* با شیوع ۷۹,۱۶٪ شایع‌ترین گونه در بین ماهیان بررسی شده محسوب می‌شد. گونه‌های *Dactylogyrus extensus*، *Gyrodactylus* sp.، *Dactylogyrus achmerowi* و *Dactylogyrus anchoratus* بترتیب با درصد شیوع ۷۵٪، ۱۶,۶۶٪، ۱۲,۵٪ و ۸,۳٪ در درجات بعدی اهمیت قرار داشتند. انگل *D. minutus* چند سالی است که از ماهی کپور معمولی در ایران گزارش شده و پیشتر از کشورهای همجوار ایران نظیر ترکیه، عراق و سوریه گزارش شده بود. از آنجائیکه انگل *D. minutus* بویژه در ماهی کوی بسیار شایع است این احتمال وجود دارد که در سال‌های گذشته بهمراه ماهی کوی به ایران وارد شده باشد. البته از دریاچه چیتگر ماهی کوی نیز صید شده که حامل انگل *D. minutus* بودند. انگل‌های یاد شده خطری برای مصرف کنندگان ندارند.

واژگان کلیدی: انگل، چیتگر، کوی، *Cyprinus carpio*، *Dactylogyrus*

Investigation of monogenean parasites in common carp in Persian Gulf Martyrs Lake, Tehran

Javad Daghigh Roohi*, Seyed Fakhreddin Mirhasheminasab, Monireh Faeed

Inland Water Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-E-Anzali, Iran.

Email: javad_daghigh@yahoo.com

Abstract

Persian Gulf Martyrs Lake with an area of 140 hectares in the northwest of Tehran and in the area of Chitgar Park has been constructed for recreational purposes. After the construction of this lake in order to maintain water quality conditions and also the establishment of sport fishing club, different ratios of different species of warm water fish were released in to the lake. In order to evaluate the growth and health status of released fish from summer 2017 to winter 2018, samples were taken from these fish. 30 common carp, *Cyprinus carpio*, samles were caught seasonally and after bioassay, were examined for parasites. The average length of fish was 28.42 ± 12.47 cm and their average weight was 601.60 ± 713.23 gr. The most common parasites of the skin and gills of these fish were monogenean. From these group, *Dactylogyrus minutus* parasite with 79.16% was the most common species among the studied fish. *Gyrodactylus* sp., *Dactylogyrus extensus*, *Dactylogyrus achmerowi*, *Dactylogyrus anchoratus* were important with 75%, 16.66%, 12.5% and 8.3% prevalence respectively. *D. minutus* was reported as a carp parasite in Iran a few years ago, while it was previousely been reported in neighboring countries such as Iraq, Turkey and Syria. Since *D. minutus* is very common specially in Koi fish, it is possible that it has entered Iran with Koi fish in recent years. Of course, Koi fish were also caught from Chitgar lake, carrying *D. minutus* parasite. These parasites are not dangerous for consumers.

Keywords: Chitgar, Parasite, Koi, *Cyprinus carpio*, *Dactylogyrus*

تنوع گونه‌ای، پراکنش و فراوانی جنس *Pomadasys* (سوف ماهی سانان: سنگسر ماهیان) در خلیج فارس و خلیج عمان

احسان دامادی [۱*]؛ فائزه یزدانی مقدم [۲،۱]؛ مهدی قنبری فردی [۳]؛ امیر پورشبانان [۱]

۱-گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲-گروه نوآوری زیستی جانوری، مرکز پژوهشی جانورشناسی کاربردی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۳- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان

Email: Ehsandamadi@gmail.com

چکیده

در طول قرن‌های گذشته، اکوسیستم‌های دریایی تحت تأثیر دخالت شدید انسان قرار گرفته و منجر به از بین رفتن و تخریب زیستگاه شده و در نتیجه، بسیاری از گونه‌های ماهی به شدت در معرض خطر قرار گرفته‌اند. جنس Pomadasys با اهمیت اقتصادی بالا یکی از بزرگترین جنس‌های خانواده سنگسرماهیان با ۳۰ گونه است که در اقیانوس هند-آرام غربی و اطلس شرقی پراکنش دارد. مطالعه حاضر، نمونه برداری گونه‌های اقتصادی *Pomadasys* از ۹ ایستگاه خلیج فارس و خلیج عمان صورت گرفت. در مجموع ۹۶ نمونه از *Pomadasys* متعلق به هفت گونه جمع آوری و به شرح زیر شناسایی شدند: *P. aheneus*، *P. commersonnii*، *P. furcatus*، *P. kakaan*، *P. maculatus*، *P. olivaceus*، *P. stridens*. گونه‌های P. kakaan و P. stridens بیشترین فراوانی را در همه ایستگاه‌ها نشان دادند در حالی که گونه *P. aheneus* و P. olivaceus در یک ایستگاه مشاهده شدند. خلیج عمان با ۷ گونه نسبت به خلیج فارس با ۴ گونه بنظر می‌رسد، تنوع گونه‌ای بیشتری دارد که می‌تواند با عوامل مختلفی از جمله بسترهای گسسته، دما و شوری بالاتر و نوسانات سطح دریا در خلیج فارس مرتبط باشد. پروژه حفاظتی و ایجاد پایگاه داده مرجع DNA به منظور نجات گونه‌های در حال انقراض و کاهش روندهای نزولی جوامع مهم ماهی ضروری است.

واژگان کلیدی: فاکتورهای بوم شناختی، ساختار زیستگاه، ایران، ریخت شناسی

Diversity, Distribution and abundance of genus *Pomadasys* (Perciformes: Haemulidae) in the Persian Gulf and Gulf of Oman

Ehsan Damadi[1*], Faezeh Yazdani Moghaddam[1, 2], Mehdi Ghanbarifardi[3], Amir Pourshabanan[1]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Ferdowsi, Mashhad, Iran.

2- Zoological Innovations Research Department, Institute of Applied Zoology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

3- Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Email: Ehsandamadi@gmail.com

Abstract

Over the last century, marine ecosystems have been affected from intense human intervention resulting in habitat loss and degradation and as a consequence, many fish species have become highly endangered. The genus *Pomadasys* Lacepede, 1802, with high economic importance is one of the largest genera of the family Haemulidae, with 30 species that is distributed in the Indo-West Pacific and eastern Atlantic. The present study, sampling from of *Pomadasys* species was conducted from nine stations the Persian Gulf and Gulf of Oman. A total of 96 specimens of *Pomadasys* belonging to seven taxa were collected and identified as follows: *P. aheneus*, *P. commersonnii*, *P. furcatus*, *P. kakaan*, *P. maculatus*, *P. olivaceus*, *P. stridens*. *P. kakaan* and *P. stridens* showed the highest abundance in all stations while *P. aheneus* and *P. olivaceus* were observed at one station**.** The Gulf of Oman with seven species appears to be more diverse than the Persian Gulf with four species which can be related to various factors such as discrete substrate, high temperature and salinity and sea level fluctuations. Conservation project and establish DNA reference database are needed in order to rescue endangered species and reduce the downward trends facing important fish communities**.**

Keywords: Ecological factors, Habitat structure, Iran, Morphology

پراکنش ماهیان و ماکروبنتوزهای رودخانه خرم رود و تأثیر سیلاب بر حضور و فراوانی آن‌ها

پریا درویشی [۱*]، آرش جوانشیر [۱]، منوچهر نصری [۲]

۱- گروه علوم و مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، گروه شیلات، کرج.
۲- گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست و شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد.

*Email: Paria.darvishi@ut.ac.ir

چکیده

به منظور شناسایی و تخمین فراوانی جمعیت ماهیان و ماکروبنتوزهای رودخانه خرم رود، نمونه برداری به صورت فصلی در دو فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۷ در چهار ایستگاه بر روی این رودخانه صورت گرفت. بر اساس نتایج این مطالعه، ۸ خانواده ماکروبنتوز در فصل پاییز و در زمستان تنها خانواده Chironomidae شناسایی شدند. در عملیات نمونه‌برداری از ماهیان رودخانه خرم‌رود طی پاییز ۱۳۹۷ مجموعاً تعداد ۲۵۱ قطعه ماهی و در طول زمستان تعداد ۷۸ قطعه ماهی صید شد که نمونه‌های صید شده شامل دو خانواده کپورماهیان و سگ‌ماهیان جویباری بودند. با توجه به نتایج مربوط به بررسی تغییرات فصلی تراکم موجودات شناسایی شده، حداکثر تراکم ماهیان و ماکروبنتوزها در فصل پاییز و حداقل آن، در فصل زمستان بود. از عوامل عمده تعیین کننده فراوانی جمعیت موجودات شناسایی شده می‌توان به وضعیت سیلابی بودن رودخانه اشاره کرد. در بررسی همبستگی ماهیان و ماکروبنتوزها، رابطه مثبت و معنی داری بین گونه *Garra rufa* و *Alburnoides idignensis* با Tricorythidae، Caenidae، Belostomidae، گونه *Capoeta saadii* با Baetidae، Dolichopodidae، Chironomidae و Physidae، گونه *Capoeta trutta* با Dolichopodidae و Chironomidae، گونه *Cyprinion macrostomum* و *Oxynoemacheilus frenatus* با Baetidae، Dolichopodidae و Chironomidae، گونه *Alburnus mossulensis* با *خانواده‌های* Physidae، Tricorythidae، Belostomidae، وجود دارد.

واژگان کلیدی: رودخانه خرم رود، وضعیت سیلابی رودخانه، همبستگی ماهیان و ماکروبنتوز

Distribution of fish and macrobenthos of Khorramrud River and the effect of flood on presence and frequency

Paria Darvishi[1*]; Arash Javanshir[1]; Manoochehr Nasri[2]

[1] Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
[2] Department of Environmental and Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

*E-mail: Paria.darvishi@ut.ac.ir

Abstract

Fish and macrobenthos diversity and their population abundance of Khorram-rood River and their relationship with some physicochemical factors were investigated in autumn 2018 to winter 2019. Totally, 8 macrobenthos families were sampled in autumn and only the Chironomidae family was identified in winter. Fish were sampled in 251 specimens during the autumn and 78 specimens in winter in two families that included 2 families of Cyprinidae and Nemacheilidae.. Based on the results of the study of the two seasons, the density of the aquatic population showed the highest density observed in autumn and the lowest seasonal macroinvertebrates density was in winter. One of the main factors affecting the aquatic population is the flood currents of the river. The results showed the significant positive correlation between species of *Garra rufa*, *Alburnoides idignensis* and families of Tricorythidae, Caenidae, Belostomidae, species of *Capoeta saadi* and families of Baetidae, Dolichopodidae, Chironomidae, Physidae, species of *Capoeta trutta* and families of Dolichopodidae, Chironomidae, species of *Cyprinion macrostomum*, *Oxynoemacheilus frenatus* and families of Baetidae, Dolichopodidae, Chironomidae, species of *Alburnus mossulensis* and families of Physidae ،Tricorythidae ،Belostomidae

Keywords: Khorram-rood River, Flood Currents, Correlation of aquatic population

مقدمه

رودخانه‌ها دارای اهمیت بسیار زیادی از منظر اکولوژیکی و محل رویش تعداد زیادی از گیاهان و زیستگاه‌های متنوعی از آبزیان بوده و ساختار زیست محیطی پیچیده‌ای دارند (Sadeghi and Ghamazi, 2017). در اجرای طرح‌های حفاظت از اکوسیستم‌های آبی، وجود دانش کافی در مورد نیازهای زیستگاهی گونه‌های آبزی نیز اهمیت بسزایی دارد (Eagdari *et al.*, 2016). گونه‌های آبزی برای ادامه حیات و رشد به زیستگاهی نیاز دارند که همه شرایط برای بقا و موفقیت آن‌ها را فراهم کند (Bahmani *et al.*, 2016). وجود تغییرات در کیفیت زیستگاه‌های رودخانه‌ای می‌تواند در پراکنش گونه مؤثر باشد (Moshtaghi *et al.*, 2013). کیفیت آب رودخانه در هر نقطه بیانگر تأثیر عوامل متعددی از جمله شرایط اقلیمی، زمین شناسی و فعالیت‌های انسانی است (Behbahani Nia and Salmasi, 2004; Teimouri *et al.*, 2014). در حوضه رودخانه‌ها، رژیم طبیعی جریان در حفظ تنوع زیستی، بومی و یکپارچگی سازی اکوسیستم کارکرد زیادی دارد (Naderi *et al.*, 2019).

از جمله مخاطرات طبیعی که باعث بر هم زدن تعادل طبیعی رودخانه می‌شود وقوع سیلاب است. سیل به عنوان یک پدیده طبیعی و یک مخاطره از دیرباز توجه علوم مختلف از جمله هیدرولوژی، هیدرولیک و ژئومورفولوژی را به خود مشغول کرده است (Rezaiemoghadam and Esmaieli, 2004). طبق تعریف فرهنگ آب شناسی یونسکو، سیل عبارت است از افزایش معمولاً کوتاه مدت در سطح تراز آب یک رودخانه تا اوجی که سطح تراز آب از آن اوج با آهنگی آهسته‌تر عقب می‌نشیند که ممکن است بر اثر بارندگی شدید یا مستمر و یا ذوب ناگهانی برف‌ها در یک حوضه آبخیز یا در نتیجه شکسته شدن سدی به وقوع بپیوندد (Karam *et al.*, 2015).

شرایط اقلیمی ایران و غیریکنواخت بودن توزیع زمانی و مکانی بارش‌ها در کشور، باعث بروز سیل‌های مخرب در فصول مختلف سال و وارد شدن خسارات فراوان در مناطق مختلف کشور می‌شود. واقع شدن ایران در اقلیم مدیترانه‌ای باعث شده است که ریزش‌های جوی اغلب به صورت ناگهانی و در مدت زمان کوتاهی اتفاق بیافتد (Gholi zadeh and Motamedi, 2019). در سال ۱۳۹۷، بارش باران در شهر خرم آباد شدت گرفت. به دلیل تداوم بارش، سطح آب به تدریج بالاتر آمد. این سرریز درست در ضلع غربی خرم رود محل انباشت شن‌های سیلاب قبل بود. با ادامه و شدت گرفتن بارش‌ها، سطح رودخانه خرم رود بالاتر آمد و زیرگذرهای ضلع شرقی نیز به زیرآب رفت (Heidarizadeh *et al.*, 2019).

در این پژوهش، با تکیه بر مطالعات فیزیکوشیمیایی، از نقطه نظر وقوع سیلاب، و تأثیر برجوامع آبزی، ارزیابی رودخانه خرم رود انجام شده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری در طول دو فصل (پاییز و زمستان ۱۳۹۷) به‌صورت ماهانه و در ۴ ایستگاه، در محل‌های ورودی و خروجی رودخانه به شهر خرم‌آباد و دو ایستگاه نیز در نواحی بالادست و پایین‌دست شهر خرم‌آباد انجام شد (جدول ۱). به‌منظور شناسایی تنوع گونه‌ای ماکروبنتوزهای رودخانه خرم‌رود در استان لرستان، عملیات نمونه‌برداری با استفاده از سوربر انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری‌شده پس از تثبیت به آزمایشگاه انتقال داده شد و پس از شست‌وشو جهت جداسازی مواد اضافی، نمونه‌ها با استفاده از لوپ و توسط کلیدهای شناسایی معتبر شناسایی شدند. نحوه نمونه‌برداری، نگهداری و جداسازی بنتوزها از رسوبات، بر اساس دستور مطالعه بنتوزها انجام گرفت (Clifford, 1991; Bouchard, 2004; Javanshir khoie, 2015).

همچنین، به‌منظور شناسایی تنوع گونه‌ای ماهیان رودخانه خرم‌رود در استان لرستان، عملیات نمونه‌برداری با استفاده از تور ترال با اندازه چشمه (۲×۲ و ۵×۵ میلی‌متر) و دستگاه الکتروشوکر (Samus 750) با ولتاژ ۱۰۰۰ ولت انجام شد. نمونه‌های صید شده پس از شناسایی اولیه، با استفاده از محلول عصاره پودر گل میخک ۱٪ بی‌هوش و در فرمالین ۱٪ تثبیت و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه منتقل شدند. به‌منظور شناسایی ماهیان صید شده از کلیدهای شناسایی معتبر (Abdoli, 2016; Keivany *et al.*, 2016; Coad, 2019) استفاده شد.

جدول ۴: موقعیت و شرح ایستگاه‌های انتخابی جهت مطالعه رودخانه خرم‌رود

شماره ایستگاه	موقعیت مکانی	مختصات UTM	
		Latitude	Longitude
۱	ورودی شهر	3336.454	04817.888
۲	داخل شهر، پایین‌تر از پل موقت کنار زیباکنار	3350.917	4834.854
۳	خروجی شهر، دریاچه بهشت، پایین قبرستان خضر	332810.29	482043.83
۴	بعد از مزارع، جنب فرودگاه	3326.647	04816.954

نتایج

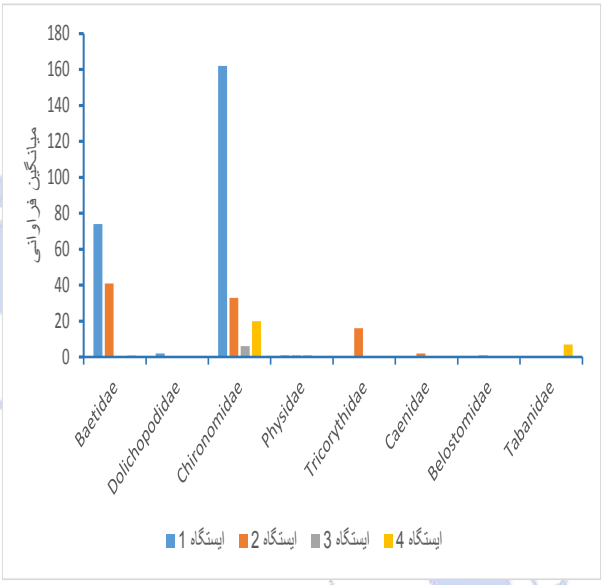
در عملیات نمونه‌برداری از ماهیان رودخانه خرم‌رود طی پاییز ۱۳۹۷ مجموعاً تعداد ۲۵۱ قطعه ماهی و در طول زمستان تعداد ۷۸ قطعه ماهی صید شد که نمونه‌های صید شده شامل دو خانواده کپورماهیان و سگ‌ماهیان جویباری بودند. بر اساس توزیع فراوانی کمی گونه‌های ماهیان صید شده در پاییز و زمستان، جنس Albrunus (به ترتیب ۷۲/۱۱٪ و ۵۵/۱۲٪) در تمامی ایستگاه‌ها گونهٔ غالب و سگ‌ماهی جویباری (به ترتیب ۱,۵۹٪ و ۱,۲۸٪) کمیاب‌ترین گونه بود (نمودار ۳). در طول دوره نمونه‌برداری از فون کفزیان رودخانه خرم‌رود در فصل پاییز و زمستان ۹۷، جمعاً ۱۴ راسته و ۸ خانواده بنتوزی شناسایی شد که نتایج فراوانی گروه‌های بنتوزی در جدول گزارش شده است (جدول ۳). در مجموع، تعداد ۳۴۳ عدد از بزرگ بی‌مهرگان کفزی مورد شمارش قرار گرفتند که در ایستگاه ۱ به تعداد ۲۲ عدد، ایستگاه ۲ به تعداد ۶۹ عدد، ایستگاه ۳ به تعداد ۷۱ و ایستگاه ۴ به تعداد ۱۸۱ عدد بودند (نمودار ۱). بیشترین فراوانی مربوط به ایستگاه ۴ با ۵۲/۷۶ درصد و کمترین فراوانی متعلق به ایستگاه ۱ با ۶/۴۱ درصد بود. نتایج نشان می‌دهد که فراوانی و تنوع ماکروبنتوزها در فصل پاییز بسیار بیش‌تر نسبت به فصل زمستان است. (نمودار ۲).

جدول ۲: فهرست و تعداد گونه‌های صید شده در پاییز و زمستان ۹۷ از ایستگاه‌های مورد مطالعه بر روی رودخانه خرم‌رود

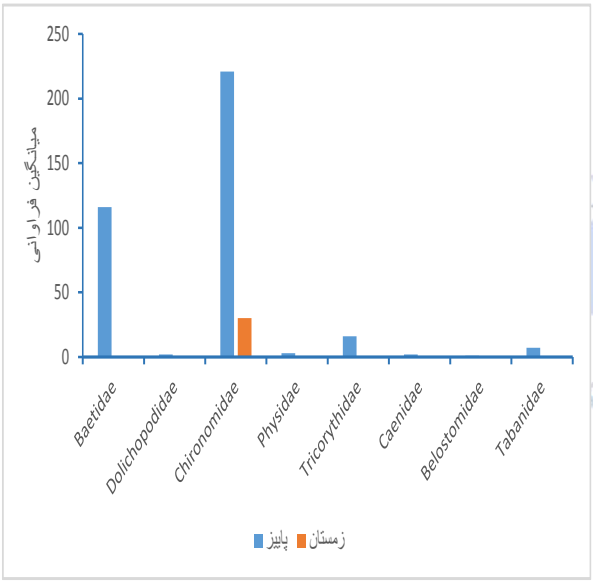
ایستگاه	فصل	*Garra rufa*	*Chondrostoma regium*	*Capoeta aculeata*	*Capoeta saadii*	*Capoeta trutta*	*Cyprinion macrostomum*	*Squalius cephalus*	*Alburnoides idignensis*	*Alburnus mossulensis*	*Carassius carassius*	*Oxynoemacheilus frenatus*
۱	پاییز	–	۷	–	۲	۳	۸	–	–	۵۵	–	۴
	زمستان	۱	۱۱	۲	–	۲	۱	–	۲	۸	–	۱
۲	پاییز	۴	۲۸	–	–	–	۴	۱	۳	۹۹	–	–
	زمستان	۱	۱	۲	۱	–	۵	۱	–	۱۲	۱	–
۳	پاییز	–	۲	۱	–	–	–	–	–	۲۳	–	–
	زمستان	–	۲	–	–	–	–	–	–	۲۳	۱	–
۴	پاییز	–	–	۲	–	–	۱	–	–	۴	–	–
	زمستان	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

جدول ۳: فهرست و تعداد ماکروبنتوزهای صید شده در پاییز و زمستان ۹۷ از ایستگاه‌های مورد مطالعه بر روی رودخانه خرم‌رود

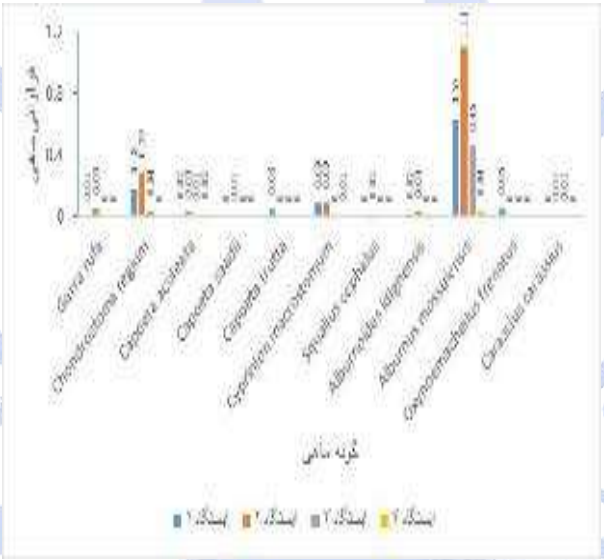
ایستگاه	فصل	Baetidae	Dolichopodidae	Chironomidae	Physidae	Tricorythidae	Caenidae	Belostomidae	Tabanidae
۱	پاییز	۷۴	۲	۱۵۲	۱	–	–	–	–
	زمستان	–	–	۱۰	–	–	–	–	–
۲	پاییز	۴۱	–	۱۳	۱	۱۶	۲	۱	–
	زمستان	–	–	۲۰	–	–	–	–	–
۳	پاییز	–	–	۶	۱	–	–	–	–
	زمستان	–	–	–	–	–	–	–	–
۴	پاییز	۱	–	۲۰	–	–	–	–	۷
	زمستان	–	–	–	–	–	–	–	–



شکل ۱. میانگین فراوانی گروه‌های مختلف ماکروبنتوزها در ایستگاه‌های مطالعاتی رودخانه خرم‌رود پاییز و زمستان ۹۷

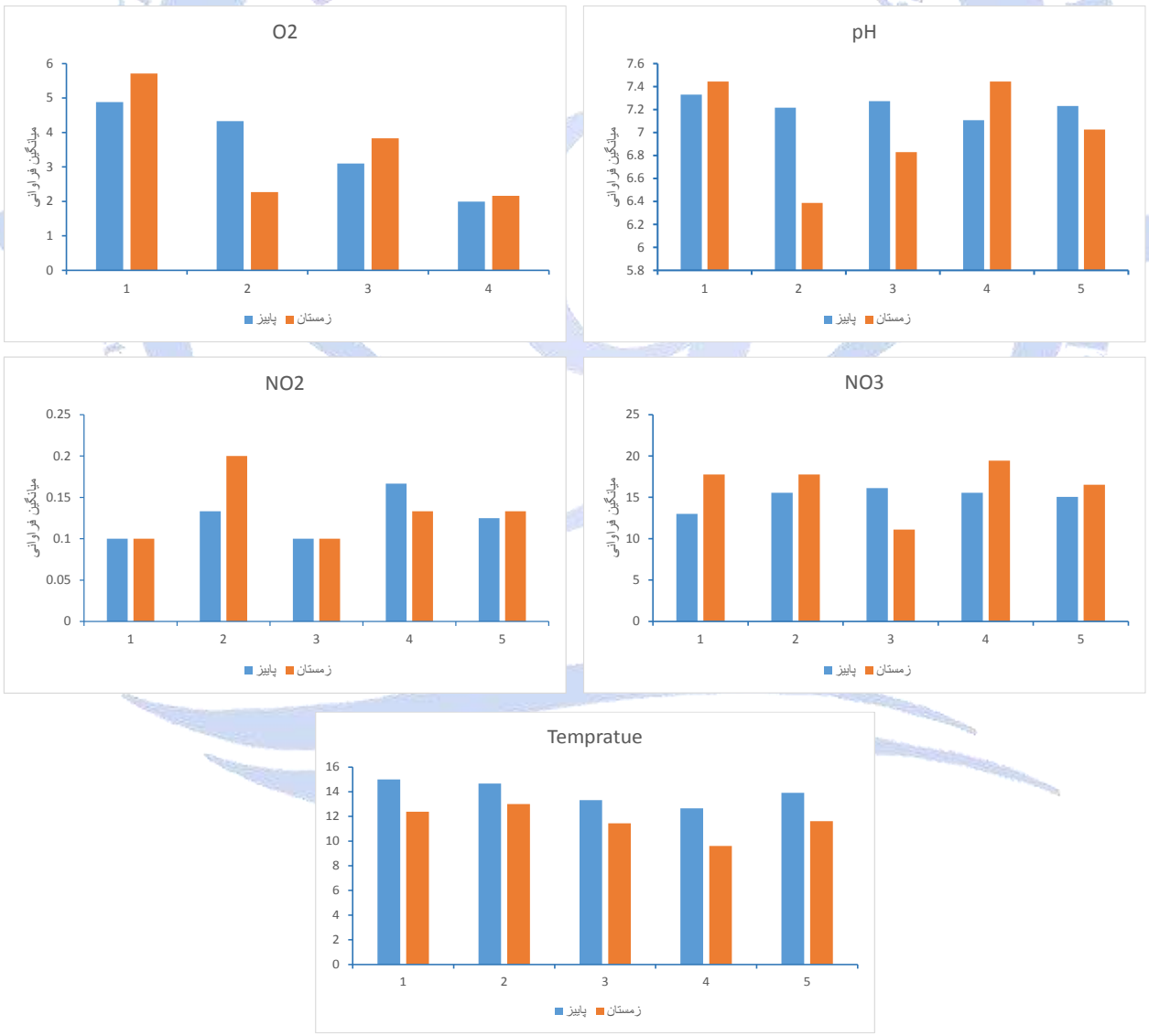


شکل ۲. میانگین فراوانی ماکروبنتوز های شناسایی شده در رودخانه خرم‌رود طی فصول پاییز و زمستان



شکل ۳: فراوانی ماهیان در فصل پاییز و زمستان رودخانه خرم رود

با توجه به تغییرات فاکتورهای فیزیکوشیمیایی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۹۷ (نمودار ۴)، بالاترین میانگین اکسیژن محلول مربوط به ایستگاه ۱ و ۵/۷۱ میلی گرم بر لیتر در زمستان و کمترین مقدار آن مربوط به ایستگاه ۴ به میزان ۱/۹۹ میلی گرم بر لیتر در پاییز ۹۷ بود. با توجه به اعداد بدست آمده و مقایسه آن با استاندارد کیفیت آب برای حفاظت اکوسیستم‌های آبی نشان می‌دهد که ایستگاه ۴ از نظر مقدار اکسیژن محلول در شرایط بحرانی وجود دارند. مقدار پی اچ رودخانه خرم رود با حداقل ۶/۳۸ و حداکثر ۷/۴۴ ثبت شد که دامنه تغییرات آن در بیشتر ایستگاه‌ها در محدوده خنثی قرار داشت. میانگین دمای آب ایستگاه ۴ با حداقل ۹/۶ درجه سانتی گراد در زمستان و حداکثر ۱۴/۹۹ درجه سانتی گراد در ایستگاه ۱ در پاییز ۹۷ متغیر بوده است. بیش‌ترین مقدار نیتریت مربوط به ایستگاه دوم و در فصل زمستان بود و میانگین تغییرات آن در دیگر ایستگاه‌ها تفاوت چندانی نداشت، با این وجود مقدار آن در تمامی ایستگاه‌ها بالاتر از حد مجاز گزارش شد که نشان دهنده تهدیدی آشکار برای موجودات آبزی است. میانگین تغییرات نیترات در فصل پاییز ۱۵/۰۵ و در زمستان ۱۶/۵۲ میلی گرم بر لیتر بوده است.



شکل ۴: میانگین خصوصیات فیزیکوشیمیایی در دو فصل پاییز و زمستان رودخانه خرم رود

نتایج همبستگی بین فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و جمعیت موجودات آبزی نشان داد، بین دمای آب وگونه های ماهیان *Cyprinion macrostomum*، *Alburnus mossulensis*، و همچنین با ماکروبنتوزهای ماکروبنتوزهای، Physidae، Baetidae ارتباط مثبت و معنی داری دارد.

در بررسی همبستگی ماهیان و ماکروبنتوزها، رابطه مثبت و معنی داری بین گونه *Garra rufa* و *Alburnoides idignensis* با Tricorythidae، Caenidae، Belostomidae، گونه *Capoeta saadii* با خانواده‌های Baetidae، Dolichopodidae، Chironomidae و Physidae، گونه *Capoeta trutta* با Dolichopodidae و Chironomidae، گونه *Cyprinion macrostomum* و *Oxynoemacheilus frenatus* با خانواده‌های Baetidae، Dolichopodidae و Chironomidae، گونه *Alburnus mossulensis* با خانواده‌های Physidae، Tricorythidae، Belostomidae، وجود دارد (جدول ۵).

جدول ۵. همبستگی گونه‌های ماهی و ماکروبنتوزهای موجود در رودخانه خرم رود

	Tricorythidae	Caenidae	Belostomidae	Baetidae	Dolichopodidae	Physidae	Chironomidae
Garra rufa	۰/۹۴**	۰/۹۴**	۰/۹۴**				
Chondrostoma	۰/۹۱**	۰/۹۱**	۰/۹۱**				
Capoeta saadii				۰/۷۱*	۰/۷۱*		۰/۷۱*
Capoeta trutta					۰/۸۰*		۰/۸۰*
Cyprinion macrostomum				۰/۸۲*	۰/۸۲*		۰/۸۲*
Alburnoides idignensis	۰/۸۰*	۰/۸۰*	۰/۸۰*				
Alburnus mossulensis	۰/۸۵**	۰/۸۵**	۰/۸۵**			۰/۷۶*	
Oxynoemacheilus frenatus				۰/۸۱*	۰/۸۱*		۰/۸۱*

*همبستگی مثبت و معنی دار، **همبستگی شدید مثبت و معنی دار

بحث

حضور موجودات زنده در یک اکوسیستم اتفاقی نیست و نشان دهنده مجموعه شرایط اکولوژی است که باعث رشد، تکثیر و تراکم برخی گونه‌ها و حذف بعضی گونه‌های دیگر می‌شود (Porheidar khoshkrodi, 2013).

از مهمترین عوامل تأثیرگذار برفاکتورهای فیزیکوشیمیایی رودخانه‌ای، وقوع سیلاب‌ها می‌باشند که با بارش‌های متعدد بر روی اکثر پارامترهای محیطی تاثیرگذار است. در مطالعات اسدی شریف و ایمان پور (۱۳۹۹)، قلی زاده (۱۳۹۸)، رضایی مقدم و اسماعیلی (۱۳۸۳)، Sagar (۲۰۱۶)، Death(۲۰۰۸)، تأثیر سیل بر پراکنش موجودات آبزی مشهود است.

سیل به عنوان یک پدیده طبیعی و یک مخاطره، از دیرباز توجه علوم مختلف از جمله هیدرولوژی، هیدرولیک و ژئومورفولوژی را به خود مشغول کرده است (Rezaiemoghadam and Esmaieli, 2004).

بر اساس نتایج حاصل از رودخانه خرم رود در دو فصل پاییز و زمستان، با توجه به سیلابی شدن رودخانه، شاهد تغییراتی در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی، جمعیت ماهیان و ماکروبنتوزهای رودخانه بودیم.

در مجموع، با توجه به اینکه گونه‌های کپورماهیان توان زیستی بالایی دارند، این ماهیان قادر به رشد و تولیدمثل در شرایط مختلف اکوسیستم‌های آبی هستند (Howes *et al.*, 1991)، در رودخانه خرم رود نیز در هر دوفصل، الگوی کلی فراوانی گونه‌ای ماهیان حاکی از غالبیت کامل کپورماهیان است. نتایج مشابهی در رودخانه لاویج (Rostami *et al.*, 2018)، رودخانه شیرآباد (Abbasi *et al.*, 2013)، رودخانه کلارود بابل (Gholizadeh *et al.*, 2014) ارائه شده است.

با توجه به نمونه برداری فصلی ماهیان، در فصل پاییز با در نظر گرفتن شرایط جوی مناسب، میزان ماهیان صید شده در ایستگاه‌های مختلف نمونه برداری بیشتر از فصل زمستان بود. این موضوع ممکن است به سیل‌های عظیم و سهمگین زمستان نسبت داده شود که سبب جابجایی، شسته شدن و دور کردن ماهیان و و سایر میکروارگانیسم‌ها و حتی از بین بردن شرایط اکولوژیک و در نهایت منجر به مرگ و کاهش جمعیت آن‌ها شده است، (Moses, 1987; Abbaspour et al, 2013).

نمونه برداری از ماکروبنتوزهای رودخانه نیز نشان داد، در فصل زمستان با کاهش شدید جمعیت ماکروبنتوزها شدیم.

علت کاهش ماکروبنتوزها در فصل زمستان را می‌توان به سیلابی بودن رودخانه و افزایش دبی آب نسبت داد، یعنی هر چه دبی آب بیشتر باشد فراوانی ماکروبنتوزها کمتر می‌شود، زیرا افزایش دبی آب مانع از استقرار موجودات کفزی بر روی بسترها می‌شود که درنتیجه آن کاهش تنوع گونه‌ای بنتوزها را در پی دارد. مطالعه Sagar (1986) در رابطه با تأثیر سیل بر روی بنتوزها، نتایج مشابهی را نشان داد و مشاهده شد شدت یافتن جریان‌های سیلابی کاهش جمعیت ماکروبنتوزها را در پی دارد. Death (2008) اظهار کرد که سیلاب‌ها بسته به شدت‌جریان، شرایط هیدرولوژی و ریخت‌شناسی آبراهه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم با تغییر در زیستگاه، بی‌مهرگان آبزی را تحت تأثیر قرار می‌دهد به‌گونه‌ای که باعث حذف برخی ارگانیسم‌ها و شسته شدن و جابجا کردن آن‌ها بین بسترها می‌شود، برخی دیگر نیز به پناهگاه‌هایی وارد می‌شوند تا از خطر سیلاب در امان بمانند.

البته باید به این نکته توجه داشت که عوامل غیر زیستی زیادی نظیر دما، سرعت آب و نوع بستر رودخانه نیز در پراکنش و فراوانی گونه‌های ماهیان و همچنین بر غنای گونه‌ای، تنوع گونه‌ای و تولیدات آبزیان مؤثرند (jafarzadeh *et al.*, 2014).

ارزیابی تأثیر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی و همبستگی بین این فاکتورها و آبزیان موجودات در رودخانه خرم رود، نشان داد، موجودات آبزی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی جمعیت آن‌ها تغییر می‌کند. همچنین، همبستگی بین حضور ماکروبنتوزها و ماهیان رودخانه خرم رود وجود دارد که حاکی از این اس، موجودات کفزی به عنوان گروه بزرگی از موجودات آبزی نقش عمده‌ای در زنجیره غذایی و سیکل بیولوژیک آبها دارند (Farrokhbin *et al.*, 2012).

در مجموع، عوامل مختلفی بر جمعیت موجودات آبزی تاثیرگذار است اما وجود سیل باعث تشدید تغییرات اکولوژیکی آبزیان می‌شود. در فصل زمستان وجود سیل در استان لرستان باعث تغییرات شدید هیدرولوژیکی رودخانه خرم رود و به وضوح سبب تغییر چشم‌انداز رودخانه و منظرهٔ آن به طور کلی از حالت طبیعی خارج شد. نتیجتاً فراوانی ماهیان و ماکروبنتوزها و همچنین فاکتورهای فیزیکو شیمیایی را تحت تأثیر قرار داده و شاید چند سال زمان لازم باشد تا جمعیت‌های طبیعی رودخانه بازسازی شوند. با توجه به این وضعیت ادامه روند نمونه برداری و بررسی بیشتر این فاکتورها به نتیجه گیری دقیق‌تر کمک بسیاری می‌کند.

منابع

Abbasi F., Ghorbani R., Mollai M., Naeemi A., Karimian E., Shirood Mirzaei F. (2013). Biodiversity of fish in Shirabad creek (Gorganrood watershed, Golestan province), first period, Fourth issue, winter 2013. [in persian].

Abdoli A. (2016). The inlandwater fishes of Iran, 1. Iran-Shenasi. Tehran. (in Persian).

Coad B.W. (2019). Freshwater fishes of Iran. Updated 23 Feb (2019). [Cited 23 Feb 2018]. Aavailable from: www.briancoad.com.

Asadi sharif A., Iemanpour J. (2020).The monitoring of Khararoud-Disam river in Guilan province with the help of biological indicators of macrobenthos in a period of 20 years from 1997 to 2017. Volume 33, Number 3, pp: 239-251, autumn 1399. [in persian].

Bahmani S., Javadian R., Bagherpour H.R., Bavandi S.h. (2010). The effect of human factors on Siahrud river ecosystem in Ghaemshahr. National Conference on Human, Environment and Sustainable Development, Young Researchers Club and Islamic Azad University, Hamadan Branch, March 2010. [in persian].

Behbahani N.A., Salmasi R. (2004). Investigation and recognition of physicochemical properties and pollutants of Jajroud river, Journal of Man and Environment. [in persian].

Bouchard J.R.W. (2004). Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest: Identification Manual for Students, Citizen Monitors, and Aquatic Resource Professionals. University of Minnesota. Minnesota.

Clifford H.F. (1991). Aquatic Invertebrates of Alberta. University of Alberta Press. Alberta.

Death R.G. (2008). The Effect of Floods on Aquatic Invertebrate Communities. In: Proceedings of the Royal Entomological Society's 24th Symposium, London. CABI International.

Eagderi S., Pourbagher H., Zamani faradonbe M. (2016). Habitat suitability index of Capoeta buhsei, Kessler 1877 in Jajroud River(Namak Lake basin). The Forth Iranian Conference of Ichthyology, Ferdowsi University of Mashhad, 20-21 July 2016. [in persian].

Farrokhbin Sh., Taherizadeh M.R., Avakh Kisemi M., Kamrani A. (2012). Investigation of benthic fauna of shrimp breeding ponds of Delvar Bushehr site and relationship with shrimp production. Journal of Fisheries, Islamic Azad University, Azadshahr Branch. Sixth Year, Third Issue, autumn 91, p: 45-54. [in persian].

Gholizadeh M., Khosrowzadeh F., Peyvandi, N. (2014). A phonetic study of fish in the Clarod River, Babol, (Mazandaran Province). Journal of Applied Fisheries Research, Volume 2, Number 1, Spring 2014. [in persian].

Gholizadeh M., Motamedi R. (2020). Effects of habitat destruction based on seasonal floods and management in the river basin: A case study of Zarrin Gol river. Aquatic exploitation and breeding. Volume 9, Number 2, Summer 2020, pp. 44-33. [in persian].

Heidarizadeh Kh., Rahimi S., Zahrakar N., Judaki R. (1398). Investigation of floods in Khorramabad, 9th International Health Congress on Accidents and Disasters. [in persian].

Jafarzadeh N., Fataei A., Vatandoost P., Hatami G., Shariat S.M. (2014). Biometrics and qualitative classification of Balkho River based on biological index (fauna). Environmental Science and Technology, Volume 16, Special Issue 2014. [in persian].

Rezaei Moghadam M.H., Ismaili R. (2004). Investigation of flood geomorphological effects of in Rais Kola Basin: North Alborz. Quarterly Journal of Humanities Teacher. Volume 9, Number 4, Winter 2004. [in persian].Howes G.J., Winfield I.J., Nelson J.S. 1991. Cyprinid Fishes: Systematics, biology and exploitation. Chapman and Hall.

Rostami P., Rahmani Hn., Haghparast S. (2018). The effect of environmental parameters on the biodiversity of Lavij river fish, Noor city, Mazandaran province, Journal of Applied Fisheries Research, Volume 6, Number 2, Summer 2018. [in persian].

Sadeghi M., Ghamazi N. (2017). Study of physicochemical quality of drinking water resources in Gorgan during the years 2013 to 2017. The second national conference on new research and educational findings in civil engineering, architecture, urban planning and environment of Iran, September 23, 2017. [in persian].

Teimouri M., Nazari L., Arefkhaneh S. (2014). Evaluation of water quality parameters of Atrak river using factor analysis method. 8th National Congress of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering, Babol, May 2014. [in persian].

Karam A., Saffari A., Hajjah Nia S.h. (2015). The role of floods and river processes in the occurrence of environmental hazards in the Arangeh basin of the Karaj River. Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards, Year 2, Issue 2, Summer 2015. Pages 68-53. [in persian].

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. (2016). Atlas of Inland Water Fishes of Iran, 1. Iran Department of Environment (in Persian).

Khooii A.J. 2015. Hydrobiology General & complementary. Ekhvat. Tehran. (in Persian).Khosravani S., Mohammadi-Zadeh F., Yahyavi M. 2014. Biological assessment of river Haji Abad (Hormuzgan province)

Naderi M.H., Zakerinia M., Salari Jazi M. (2019). Management of aquatic ecosystems and river rehabilitation by implementing environmental flow regime. Echo Hydrology. Volume 6, Number 3, Autmn 2019. pp: 737-719. [in persian].

Moshtaghi M., Kaboli M., Shamsai M. (2013). Determination of Habitat suitability Index (HSI) of Green Duck *(Anas platyhynchos)* in Zayandehrood River. Journal of Wetland Ecology - Islamic Azad University, Ahvaz Branch, Fifth Year, Issue 18, Winter 2013. p: 13-22. [in persian].

Porheidar Khoshkrodi B., Jaafari N., Naghi Nejad A. (2013). Identification and ecology of the epileptic diatom of the Babylrud River. Iranian Journal of Plant Biology, Sixth Year, Number:19, p: 43-56, Spring 2013

Sagar P.M. (1986). The effects of floods on the invertebrate fauna of a large, unstable braided river. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 20 (1): 37-46.

Spondylus gaederopus (Bivalvia, Pteriomorphia) as habitat structuring in subtidal stressed environments

Gemma Donato[1*]; Alessia Lunetta[2]; Alessandro Costanzo[2], Salvatore Giacobbe[2]

1- Department of Biological, Geological and Environmental Sciences, University of Catania, Italy
2- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Italy

Email: gemmadonato.93@gmail.com

Abstract

The European thorny oyster, *Spondylus gaederopus* (Linnaeus, 1758), is a large Mediterranean indigenous species, which widely occurs in subtidal hard bottoms from 2-3m to 50m depth. Despite *S. gaederopus* has been used since the Neolithic as food and ornament, only in recent years its biology and ecology have been object of targeted investigations, according to which it is a long-lived species inhabiting unpolluted environments. Such latter indication, however, contrasts with our observations on *S. gaederopus* stable populations settled in stressed environments. In particular, *S. gaederopus* regularly colonized breakwater barriers in depleted habitat along eroding coasts, sharing the habitat with a peculiar oligotypic *Arbacia lixula* - *Percnon gibbesi* benthic association. Preliminary data on two populations settled off the coast of Villafranca Tirrena (Sicily, Southern Tyrrhenian Sea) and Saline Ioniche (Calabria, Ionian Sea) suggest that *S. gaederopus*, in impacted areas, successfully recruits in hard substrates that have been denuded by sea urchin overgrazing. Subsequently, the spinous oyster shell attracts epibionts whose grazing is discouraged by the same thorniness of the shell, thus contributing to the small-scale landscape patchiness. Finally, the size-structure of both Thyrrenian and Ionian populations is shown, confirming that *S. gaederopus* is a slow growing, irregularly recruited, and potentially threatened species.

Keywords: Population structure, Ecological role, Mediterranean Sea

بررسی رژیم غذایی ماهی یال اسبی سر بزرگ *Trichiurus lepturus* در آب‌های شمالی دریای عمان، استان سیستان و بلوچستان

مسطوره دوستدار*[۱]، سید احمدرضا هاشمی [۲]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، چابهار، ایران

*Email: mastooreh.doustdar@gmail.com

چکیده

ماهی یال اسبی سر بزرگ از خانواده Trichiuridae جزء ماهیان با ارزش اقتصادی بالاست که در آب‌های دریای عمان وجود دارد. در این بررسی که ازفروردین سال ۱۳۹۹ الی فروردین ۱۴۰۰ در آبهای شمالی دریای عمان- در استان سیستان و بلوچستان انجام شد، رژیم غذایی ۱۳۲ عدد ماهی یال اسبی سربزرگ و برخی شاخص‌های تغذیه‌ای آن‌ها در ۴ فصل مورد بررسی قرار گرفت. بررسی شاخص معدی GaSI، شاخص کبدی HSI وشاخص خالی بودن معده CV در این ماهی نشان داد که این گونه جزء ماهیان پرخور است و حداکثر میزان شاخص معدی این گونه در فصل بهار و کمترین آن در فصل تابستان محاسبه شد. شاخص خالی بودن معده CV از بهار تا تابستان سیر صعودی داشت که در تابستان به بیشترین مقدار خود رسید و بعد از فصل تابستان سیر نزولی پیدا کرد که نشاندهنده عدم تغذیه ماهی در فصل تابستان و بیشترین تغذیه در فصل زمستان است. شاخص کبدی نیز در فصل بهار بیشترین و در فصل تابستان به کمترین مقدار خود رسید. درمحتویات معده این گونه به ترتیب اولویت، گروه‌های مختلف ماهیان استخوانی، سپس سخت پوستان و بعد نرمتنان دیده شد ولی بیشترین حجم محتویات معده را ماهیان استخوانی از قبیل پنجزاری ماهیان در این گونه تشکیل دادند. دو شاخص خالی بودن معده با بیشترین مقدار در فصل بهار وشاخص کبدی در کمترین میزان خود در این فصل نشان دادند که اوج تخمریزی و تولید مثل این گونه در فصل بهار است. ماهی یال اسبی سربزرگ دارای رژیم غذایی گوشتخواری با تنوع بالای تغذیه از ماهیان استخوانی است که می‌توان اظهار داشت، در دسترس بودن مواد غذایی، نوسانات فصلی و شرایط محیطی در این نوع رژیم غذایی بسیار مؤثر است.

واژگان کلیدی: ماهی یال اسبی سربزرگ، شاخص‌های تغذیه‌ای، آب‌های شمالی دریای عمان، استان سیستان و بلوچستان

Survey feeding of *Trichiurus lepturus* in the northern waters of the Oman Sea, Sistan and Baluchistan Province, Iran

Mastooreh Doustdar[1*]; Seyed Ahmad Reza Hashemi[2]

1-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

2-Offshore Fisheries Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Chabahar, Iran

*Email: mastooreh.doustdar@gmail.com

Abstract

Trichiurus lepturus of the Trichiuridae family is a fish specie with high economic value that exists in the waters of the Oman Sea. Feeding of 132 large ponies and some of their feeding indicators were examined in 4 seasons. Examination of GaSI index, HSI index and CV index in this fish showed that this species is a gluttonous fish and the GaSI maximum index of this species was calculated in spring and the lowest in summer. The CV index had an upward trend from spring to summer, which reached its maximum in summer and decreased after summer, which indicates that fish don't feed in summer and the most in winter. The HIS index also reached its highest in spring and its lowest in summer. In the gastric contents of this species, respectively, different groups of bony fish, crustaceans and mollusks were obserevd, but the largest volume of gastric contents were bony fish. The two indices of gastric emptying with the highest value in spring and the liver index at their lowest in this season showed that the peak of spawning and reproduction of this species is in spring. *Trichiurus lepturus* has a carnivorous diet with a high variety of bony fish, very effective in the availability of food, seasonal fluctuations and environmental conditions in this type of diet.

Keywords: Large Horsetail, Feeding indicators, Northern waters of Oman Sea, Sistan and Baluchistan Province.

تعیین غلظت کشنده (LC_{50-90}) نیتریت در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) به منظور ارزیابی تغییرات برخی پارامترهای اندوکرینی ناشی از این مسمومیت

زهرا عینی زاده [۱]؛ زهرا عاملی [۱]؛ محدث قاسمی [۲*]؛ وحید عزیزی [۱]؛ حسین صابری کوچصفهانی [۲]

۱- گروه زیست شناسی و زیست فناوری جانوری، دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
۲- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی.

Email: mohades@yahoo.com

چکیده

مواد شیمیایی آلوده کننده می‌توانند با ایجاد تغییر در پارامترهای آب مانند دما، pH، اکسیژن محلول، رسانایی و سختی، به طور مستقیم بر تراکم جمعیت، تنوع گونه‌ها در اکوسیستم‌های آبی و همچنین کاهش چشمگیر تولیدات در صنعت آبزی پروری مؤثر باشند. سطوح بالای نیتریت اغلب در سیستم‌های پرورش متراکم آبزیان و در شرایط خاص در آبهای طبیعی مشاهده می‌شود که موجب اثرات منفی در میزان تولیدات وکاهش کیفیت محصول می‌گردد. لذا اهمیت اندازه گیری غلظت کشنده این ترکیب شیمیایی در انواع گونه‌های تجاری، دوچندان بوده وتعیین پیامدهای آن بر روی سلامت آبزیان در دهه اخیر مورد توجه ویژه‌ای قرار گرفته است.. بنابراین، این مطالعه با هدف ارزیابی‌های آتی اختلال سیستم غدد درون ریز ناشی از غلظت کشنده (96h-LC_{50-90}) نیتریت در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) با تعداد ۱۸۰ عدد بچه ماهی کپور با میانگین وزنی ۲ ± ۱۵ gr، در شش تیمار با سه تکرار در غلظت‌های 0, 60, 120, 240, 360, 480 $mg.L^{-1}$ صورت گرفت و میزان تلفات در هر گروه به مدت ۹۶ ساعت پایش و ثبت شد که نتایج نشان داد که میزان کلر، شوری آب، و ارتباط مستقیم این پارامترها با افزایش آستانه تحمل نیتریت توسط ماهی، میزان غلظت کشنده نیتریت برای گونه مورد مطالعه، به میزان قابل توجهی بالاتر از مقادیر ثبت شده در سایر کشورهاست. لذا کنترل غلظت این ترکیب شیمیایی در صنعت آبزی پروری ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: سمیت کشنده، آلودگی شیمیایی آب، NO_2^-، بچه ماهی کپور.

The LC_{50-90} determination of nitrite in common carp, *Cyprinus carpio* and its effects on some endocrine parameters

Zahra Eynizadeh[1]; Zahra Ameli[1]; Mohaddes Ghasemi[2*]; Vahid Azizi[1]; Hossein Saberi Kouchesfehani[2]

1- Department of Animal Sciences and Marine Biology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
2- Inland Waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran.

Email: mohades@yahoo.com

Abstract

Contaminating chemicals can directly affect population density and species diversity in the aquatic ecosystem by altering critical water parameters such as temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, and hardness, as well as dramatically reducing production in the aquaculture industry. High levels of nitrite are often observed in dense aquaculture systems as well as in special conditions in natural waters, which leads to negative effects on production and reduce their quality. Therefore, the importance of measuring the lethal concentration of this chemical compound in a variety of species, especially commercial ones, take a place. The study of nitrite and its implications for aquatic animal health has increased in recent decade; in this study, the lethal concentration (96h-LC_{50-90}) of nitrite in common carp, *Cyprinus carpio* as an endocrine disruptor was measured for further evaluation of this disorder. In this study, 180 carp fingerlings with an average weight of 15 ± 2 g were designed in six treatments with three replications at concentrations of 480, 360, 240, 120, 60, 0 mg L^{-1}; mortality in each group was monitored and recorded for 96 hours. According to the evaluation of chlorine and salinity of water, and the direct relationship between these parameters with increasing the nitrite tolerance threshold by fish, the lethal concentration of nitrite for the studied species is significantly higher than the values recorded in other countries. Therefore, controlling the concentration of this chemical compound in the aquaculture industry is essential.

Keywords: Lethal toxicity, Chemical pollution of water, NO_2^-, Carp fingerling.

Effects of the red alga *Portieria hornemannii* on growth performance, hematological parameters and immune characteristics in Nile tilapia

Preetham Elumalai[1*], Sreeja Lakshmi[3], Amitha Kurian[2], Athira Ambili Sasikumar[2], Baskaralingam Vaseeharan[3], TiehuiWang[4], Einar Ringø[5]

[1]Department of Fish Processing Technology, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies Panangad, Kochi 682 506, Kerala
[2]School of Ocean Science and Technology, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies Panangad, Kochi 682 506, Kerala
[3]Department of Animal Health and Management, Alagappa University, Karaikudi, Tamil Nadu 630 004, India
[4]Scottish Fish Immunology Research Centre, School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Aberdeen, AB24 2TZ, United Kingdom
[5]Norwegian College of Fishery Science, Faculty of Biosciences, Fisheries and Economics, UiT, The Arctic University of Norway, Tromsø, Norway

[*]E-mail:preetham@kufos.ac.in.

Abstract

The present study addresses the immunostimulant effect of the red alga *Portieria hornemannii* in Nile tilapia. Fish were fed four different inclusion levels (0, 0.5%, 1.0% and 1.5%) of *P. hornemannii* enriched diets for 30 days, and innate immune parameters, disease resistance and growth performance were investigated. Two hundred and forty fishes were stocked in a large tank for acclimatization, and prior to the experiment 20 fishes were randomly selected and transferred to triplicate tanks. After 30 days of feeding serum lysozyme, phagocytosis, respiratory burst, alternative complement activities and growth performance were measured. Thereafter disease resistance against *Aeromonas hydrophila* was assessed in a 15-day study. Fish fed the *P. hornemannii* supplemented diets revealed significantly ($P< 0.05$) higher growth performance and increased phagocytic, lysozyme, respiratory burst, and compliment activities compared to the control. Maximum values were revealed in fish fed 1% *P. hornemannii* followed by 1.5% and 0.5% *P.hornemannii*. Furthermore, dietary administration of *P. hornemannii* improved the disease resistance against *A.hydrophila*, and the present study indicate that dietary *P. hornemannii* could be a functional feed additive for Nile tilapia.

Key words: **Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Portieria hornemannii*, innate immune parameter, *Aeromonas hydrophila*.**

بررسی فراوانی و پراکنش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان فرارکرده از مزارع پرورش ماهیان سردآبی به رودخانه چشمه‌کیله تنکابن

میثم عرفانی [۱*]؛ حمیدرضا علیزاده ثابت [۲]

۱- گروه اکووژی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، تنکابن

۲- بخش اکووژی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری، رشت

Email: meysamtavoli@yahoo.com

چکیده

ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) بومی آمریکای شمالی است و به‌عنوان یک گونه پرورشی به تمام نقاط دنیا منتقل و تولید اکثر مزارع پرورش ماهیان سردآبی دنیا از جمله ایران را به خود اختصاص داده است. این ماهی یک گونه غیربومی در آبهای داخلی ایران است و ورود آن به منابع آبهای داخلی می‌تواند تهدیدی برای گونه‌های بومی اکوسیستم باشد. پژوهش حاضر بر روی رودخانه چشمه‌کیله تنکابن در بازه زمانی ۱۳ ماهه از مهر ۱۳۸۸ تا آبان ۱۳۸۹ در ۱۳ ایستگاه از سرشاخه‌های دوهزار، سه‌هزار و ولمرود تا انتهای رودخانه در نزدیکی مصب با ۳ تکرار انجام گرفت. جهت نمونه‌برداری ماهیان رودخانه از ابزار صید تور پرتابی (Cast net) با چشمه ۲ سانتی‌متر استفاده شد. در این بررسی، در مجموع ۶۰ عدد ماهی قزل‌آلا صید و زیست‌سنجی شدند. دامنه طول‌کل ۲۹/۶-۷/۲ (۳/۲۰ ± ۱۲/۴۷) سانتی‌متر و دامنه وزن ۳۵۴/۴۵-۳/۶۷ (۱۱/۳۵ ± ۳۹/۶۶) گرم بود. پراکنش زمانی این گونه در بین ماه‌های مورد بررسی حضور دائم و اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P<0/05$). به طوری‌که، بیشترین و کمترین فراوانی این ماهی به‌ترتیب در تیر ماه (۱۲ عدد) و آذر ماه (۲ عدد) مشاهده شد. پراکنش مکانی این ماهی در بین ایستگاه‌های مورد بررسی، نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود. به طوری‌که، ایستگاه S_4 (پایین‌دست دو مزرعه پروش ماهی قزل‌آلا) با ۲۸ عدد فراوانی بیشتری نسبت به ایستگاه‌های S_1 (بالادست رودخانه دوهزار)، S_{12} (پایین‌دست رودخانه چشمه‌کیله) و S_{13} (نزدیک مصب رودخانه چشمه‌کیله) که نمونه‌ای از ماهی قزل‌آلا مشاهده نشد، داشته است. فراوانی ماهی قزل‌آلا صید شده از ایستگاه‌های پایین‌دست مزارع پرورشی افزایش معنی‌داری نسبت به ایستگاه‌های بالادست و دور از مزارع داشته است، که نشاندهنده سازگاری و حضور دائمی این ماهی در رودخانه در نزدیکی خروجی پساب مزارع پرورشی می‌باشد. این امر نشانه عدم توجه به ملاحظات محیط‌زیستی و مدیریت مسئولانه توسط صاحبان مزارع پرورش ماهی قزل‌آلا در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

واژگان کلیدی: فراوانی، پراکنش، قزل‌آلای رنگین‌کمان، رودخانه چشمه‌کیله، تنکابن

Abundance and distribution of escaped Rainbow trout from coldwater fish farms into CheshmehKileh River, Tonekabon, north of Iran

Meysam Erfani[1*]; Hamid Reza Alizadeh Sabet[2]

1- Ecology Group, Coldwater Fishes Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tonekabon, Iran.
2- Ecology Department, International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran.

Email: meysamtavoli@yahoo.com

Abstract

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is native to North America and due to its high adaptability, is transported by humans to all parts of the world and as a breeding species, is produced in most coldwater fish farms in the world, including Iran. This fish is a non-native species in the inland waters of Iran and its entry into inland water resources can threaten the native species of that ecosystem. The present study was carried out on CheshmehKileh River, Tonekabon City, during 13 months from September 2009 through October 2010 in 13 stations from Dohezar, Sehezar and Valamroud tributaries to the end of the river near the estuary with three replicates. For fish sampling, cast net fishing tool (2 cm mesh size) was used. In the present study, overall 60 rainbow trout were collected and examined. Total length and weight ranged from 7.2 to 29.6 cm (12.47 ± 3.20 SD) and from 3.67 to 354.45 gr (39.66 ± 11.35), respectively. Results of temporal distribution showed that the highest and lowest abundance of fish were in July (12 pieces) and December (2 pieces) respectively, which were significantly different ($p<0.05$). Results of Spatial distribution showed that the highest and lowest abundance of this fish were in July (12 pieces) and December (2 pieces) respectively, which were significantly different ($p<0.05$). Among sampling stations, S_4 (downstream of two rainbow trout farms) showed higher abundance (28 pieces) than S_1 (Dohezar upstream), S_{12} (downstream of CheshmehKileh River) and S_{13} (adjacent to the estuary of CheshmehKileh River), where no specimen of trout was observed, which were significantly different ($p<0.05$). The abundance of captured rainbow trout from downstream farm stations has significantly increased compared to upstream farm stations and far from farms, which indicates the compatibility and permanent presence of this fish in the river in vicinity of the farm effluent. This indicates of inattention to environmental considerations and responsible management by the owners of rainbow trout farms in the study area.

Keywords: Abundance, Distribution, Rainbow trout, CheshmehKileh River.

مروری بر استفاده از گاماروس در صنعت تولید غذای آبزیان

محمدحسن اسکندری ۱*؛ امید صفری ۱

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: E.mohammad1376@gmail.com

چکیده

یکی از مسائل مهم در امر آبزی‌پروری نیاز به بدست‌آوردن تعادل بین سرعت رشد گونه‌های آبزی و استفاده بهینه از غذای فرموله شده می‌باشد. منابع پروتئینی قابل استفاده از جیره غذایی آبزیان شامل منابع حیوانی با منشاء خشکی یا دریا، منابع گیاهی (کنجاله، کنسانتره و ایزوله پروتئینی)، ریزجلبک‌ها و تک یاخته‌ها (باکتری، قارچ و بیوفلاک) می‌شوند. پودر ماهی به علت مقدار زیاد پروتئین خام، تعادل مناسب اسیدهای آمینه ضروری، طعم و خوشخوراکی، قابلیت هضم مطلوب، مواد معدنی و ویتامینی مناسب، یکی از پرکاربردترین ماده خوراکی موجود در جیره غذایی آبزیان است. با توجه به افزایش تولیدات آبزی‌پروری و همزمانی آن با افزایش مصرف پودر ماهی در سایر بخش‌ها مانند پرورش حیوانات مزرعه‌ای، به نظر می‌رسد نیاز به این فرآورده در بازار جهانی رو به افزایش بوده و لذا تأمین پایدار پودر ماهی در یک افق طولانی مدت مشکلات زیادی را از دیدگاه آبزی‌پروری پایدار و امنیت غذایی ایجاد خواهد کرد. گاماروس‌ها در رده‌ٔ سخت پوستان ناجورپا قرار دارند که دارای ارزش غذایی زیادی بوده و از نظر پروتئین خام، اسیدهای چرب غیراشباع، کاروتنوئید و انواع مختلف آنزیم‌ها غنی هستند و لذا وجود آنها در جیره غذایی ماهی سبب افزایش میزان هضم و جذب غذا و در نتیجه افزایش عملکرد رشد می‌شود. در نتیجه، شناسایی و بهینه‌سازی شرایط و روش‌های مطلوب تکثیر و پرورش گاماروس‌ها و انجام مطالعات تغذیه‌ای جامع نیاز می‌باشد تا ویژگی‌های منحصر به فردی این موجود از نظر تأمین مواد مغذی مورد نیاز گونه‌های آبزی مورد بررسی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: پودر ماهی، خوشخوراکی، قابلیت هضم، کاروتنوئید

An overview of the use of Gammarus in the aquafeed production industry

Mohammad Hasan Eskandari[1*]; Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Email: E.mohammad1376@gmail.com

Abstract

One of the important issues in aquaculture is the need to achieve a balance between the growth rate of aquatic species and the optimal use of formulated food. Protein sources that can be used in aquafeeds include animal sources of land or sea origins, plant sources (meal, protein concentrate and isolate), microalgae and single cell ingredients (bacteria, fungi and biofloc). Fishmeal is one of the most widely used feed ingredients in the aquafeeds due to its high amount of crude protein, proper balance of essential amino acids, good taste, digestibility, minerals and vitamins. Due to the increase in aquaculture production and its coincidence with the increase in consumption of fishmeal in other sectors such as farm animals, it seems that the need for this product in the global market is increasing and therefore, a stable supply of fishmeal in the long run, it will create many problems in the terms of sustainable aquaculture and food security. Gammarus is a group of heteropoda crustaceans that have a high nutritional value and are rich in crude protein, unsaturated fatty acids, carotenoids and the various types of enzymes, thus its inclusion in the aquafeeds increases digestion and absorption process and finally, increases growth performance. As a result, the identification and optimization of the favorable conditions and methods of reproduction and production of gammarus and comprehensive nutrition studies are needed to evaluate the unique characteristics of this creature in the terms of nutrient requirements of the aquatic species.

Keywords: Fishmeal, Palatability, Digestibility, Carotenoids

مروری بر ماهیان کور غار لرستان (*Garra lorestanensis* و *Garra thyphlops*)

محمد حسن اسکندری [1*]؛ امید صفری [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: E.mohammad1376@gmail.com

چکیده

به دلیل گسترش روند تخریب محیط زیست از سوی انسان در دهه‌های اخیر، حفظ ذخایر ژنتیکی بیش از پیش مورد توجه و اهمیت قرار گرفته است. ایران از نظر تنوع زیستی بسیار غنی است و گونه‌های جانوری و گیاهی متنوعی دارد که شاید بتوان گفت بیش از نیمی از آنها هنوز کشف و شناسایی نشدند. این سرزمین به دلیل قرارگیری در فلات ایران و همجواری با اقلیم‌های مختلف آسیایی دارای پراکندگی جانوری منحصر به فردی است به طوری که آخرین حد و پراکنش گونه‌های جانوری مختلف از اروپا گرفته تا هند و عربستان در ایران قرار دارد. ماهیان کور غار ایران گونه‌هایی منحصر به فرد هستند که اولین بار در غاری در استان لرستان کشف شدند و از نظر ذخیره ژنتیکی یک ماهی بسیار با ارزش می‌باشند. ماهیان کور غار لرستان از گونه‌های خانواده کپورماهیان بوده و در خروجی طبیعی یک سیستم غارسنگی آهکی در رشته کوه زاگرس (۳۳ درجه و ۴ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی در ارتفاع ۷۴۰ متر) در دره آب سیرم (حوضه رودخانه دز) در استان لرستان زیست می‌کنند. ماهیان کور غار یکی از گونه‌های ارزشمند کشور هستند که در لیست سرخ اتحادیه بین المللی حفاظت از طبیعت (IUCN) در ردیف گونه‌های آسیب پذیر طبقه بندی شده‌اند لذا شناخت بیشتر این گونه‌ها برای جلوگیری از انقراض آن امری ضروری و واجب است.

واژگان کلیدی: تخریب محیط زیست، ذخایر ژنتیکی، تنوع زیستی، IUCN

A review on the blind Lorestan's cave fishes (*Garra lorestanensis* and *Garra thyphlops*)

Mohammad Hasan Eskandari[1*]; Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Email: E.mohammad1376@gmail.com

Abstract

Due to the expansion of the process of environmental degradation by humans in recent decades, conservation of genetic resources has become increasingly important. Iran is very rich in biodiversity and has a variety of animal and plant species, perhaps more than half of which have not yet been discovered and identified. Due to its location on the Iranian plateau and its proximity to different Asian climates, this land has a unique animal distribution, so that the last limit and distribution of various animal species from Europe to India and Saudi Arabia is in Iran. blind lorestanensis cave fishes are unique species that were first discovered in a cave in Lorestan province and are very valuable in terms of genetic storage of a fish. Lorestan cave blind fish is a species of carp family and in the natural output of a limestone cave system in the Zagros Mountains (33 degrees and 4 minutes north and 48 degrees and 36 minutes east at an altitude of 740 meters) in Ab-e-Sirim valley (Dez river basin) They live in Lorestan province. Cave blind fish are one of the most valuable species in the country, which are classified as vulnerable species in the Red List of the International Union for Conservation of Nature (IUCN), so it is necessary to know more about these species to prevent their extinction.

Keywords: Environmental Degradation, Genetic Resources, Biodiversity, IUCN

مقدمه

بوم شناسان پیش بینی می‌کنند که احتمال انقراض در گونه‌هایی که جمعیت‌های کوچک و یا پراکنش محدود دارند بسیار زیاد است (Manne *et al.*, 1999). عوامل انسانی (نظیر برداشت از جمعیت و تغییر در زیستگاه)، وابستگی‌های زیستگاهی خاص و ویژگی‌های منحصر به فرد زیست شناختی نیز تأثیر بسزایی در افزایش احتمال انقراض گونه‌ها دارند (Owens & Bennet، ۲۰۰۰؛ Hawkins *et al.*, ۲۰۰۰؛ Purvis *et al.*, ۲۰۰۰ ؛ Reed & Shine, ۲۰۰۲). چنین ویژگی‌هایی که اغلب در گونهٔ ماهی کور وجود دارند، ضرورت مطالعهٔ هرچه بیشتر در مورد این گونه را الزامی می‌کنند زیرا پیش نیاز حفاظت از یک گونه، جمع آوری اطلاعات پایه و انجام پژوهش‌های بنیادین در مورد آن است (Farashi *et al.*, 2015).

اولین زیستگاه شناسایی شده ماهیان کور ایران در منطقه پاپی استان لرستان در مجموعه‌های کارستی سلسله کوه‌های زاگرس در مجاورت رودخانه دز به صورت خروجی یک غار قرار دارد (Hashemzadeh Segherloo *et al.*, ۲۰۱۲). در این زیستگاه سه گونه ماهی کور شامل *Garra lorestanensis*، *Garra typhlops* و *Eidinemacheilus smithii* وجود دارند (Hashemzadeh Segherloo *et al.*, 2016; Mousavi Sabet & Eagderi, 2016).

سطح آب در این زیستگاه در فصل‌های مختلف تغییرات زیادی دارد، به طوری که در فصل‌های بارندگی سطح آب بالا آمده و جویبار کوچکی به نام کایه رو را ایجاد می‌کنند. جویبار کایه رو پس از عبور از دو آبشار به نهر دیگری به نام آب سیرم تخلیه شده و پس از حدود ۵ کیلومتر به رودخانه سزار می‌ریزد. در بررسی‌ها و مشاهدات دیواره‌های رودخانه سزار چشمه‌های مختلفی وارد رودخانه می‌شوند. وجود حفره‌ها و چشمه‌های یادشده این احتمال را پیش می‌آورد که ماهیان *Garra gymnothorax* با نفوذ به چشمه‌ها و حفرات موجود به زیستگاه‌های زیرزمینی راه یافته و با ماهیان کور *Garra lorestanensis* و *Garra typhlops* تبادل ژنتیکی انجام دهند (Hashemzadeh Segherloo *et al.*,2020).

این گونه به طور بالقوه به عنوان ماهی زینتی آب‌های داخلی ایران مطرح است ولی بهره برداری از این گونه با توجه به موقعیت آن از نظر زیستی در شرایط فعلی که نظارت چندانی بر روی ماهیان زینتی اعمال نمی‌شود، توصیه نمی‌گردد (Ramin & Dostdar., 2012).

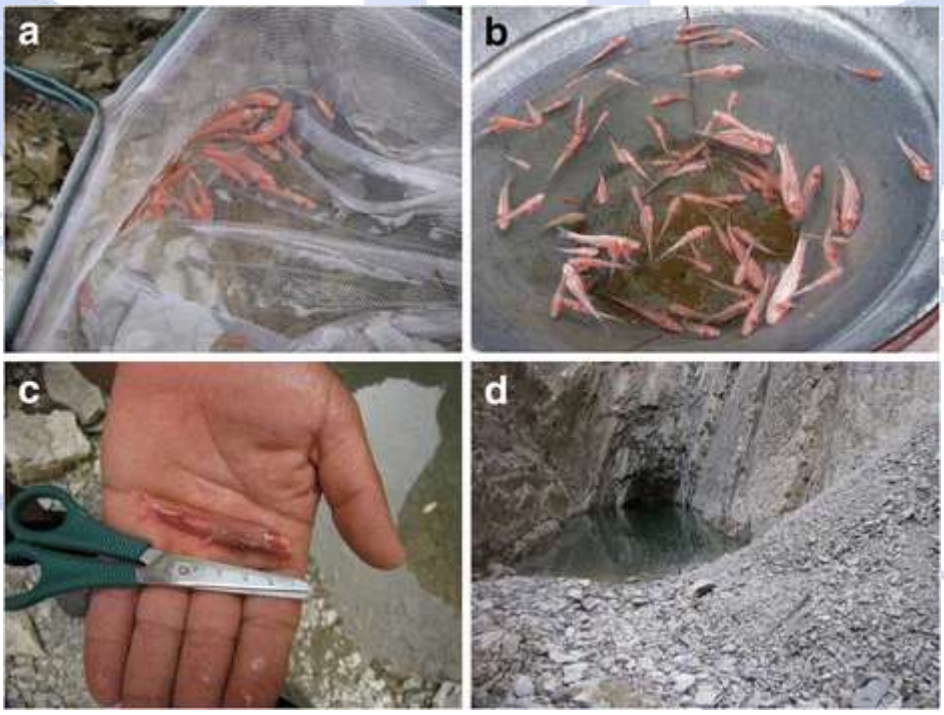
رده بندی

اظهارات متعددی در رابطه با جایگاه رده بندی واقعی این گونه ارائه شده است. برای مثال Brown and Kaiser (۱۹۴۸) این ماهی را به جنس *Barbus* نسبت می‌دهند (Coad ۲۰۰۸). Saadati (1977) با توجه به جثه کوچک این ماهی در مقایسه با گونه‌های جنس *Barbus* در حوضه دجله، که ماهیان بسیار بزرگتری هستند، این ادعا را رد می‌کند (Coad ۲۰۰۸). ممکن است این گونه با جنس *Garra* که در زاگرس نیز پراکنش وسیعی دارد (۲۰۰۰) Abdoli مرتبط باشد. این گونه از لحاظ تعداد سیبیلک و شکل دهان به گونه‌های هر دو جنس یادشده شباهت دارد، اما با توجه به جثه کوچک و وجود دیسک در قسمت دهانی (Sargeran *et al.*, 2008; Hashemzadeh *et al.*,2012) ممکن است، رابطه نزدیک‌تری با جنس *Garra* داشته‌باشد. رابطه نزدیک یادشده در بین اشکال ماهی کور و جنس *Garra* از نظر ژنتیکی گزارش شده است Hashemzadeh (*et al.*,2012) در یک مطالعه دیگر هم با استفاده از ژن *Cyt b* رابطه نزدیکی دربین ماهی کور (*Phreatichthys andruzzii*) و یکی از گونه‌های ماهی گارا (*Garra barreimiae*) مشاهده شده است (Colli *et al.*, 2009). علی رغم موارد یادشده، تاکنون رابطه ماهی کور با سایر جنس‌های ماهیان موجود در منطقه زاگرس مثل *Barbus*، *Luciobarbus*، *Kosswigobarbus*، *Cyprinion* و *Capoeta* سایر کپورماهیان ایران مشخص نشده است (Hashemzadeh et al 2012).

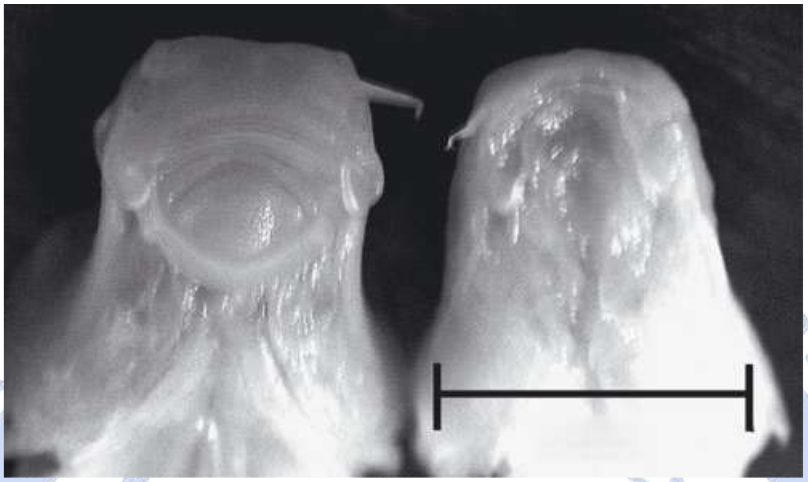
وضعیت رده‌بندی ماهی کور غار ایران *Iranocypris typhlops*، و اشکال دیسک دار و بدون دیسک آن تا حدی مبهم است و بررسی آن با روش‌های مولکولی می‌تواند در این رابطه مفید باشد. بررسی‌های شجره شناسی رابطه نزدیکی بین گونه ماهی کور ایران با گونه‌های جنس *Garra* و بویژه گونه *G. rufa* نزدیک بود. در کل شاید بتوان ماهی کور غار ایران را از گونه‌های خویشاوند ماهی *G. rufa* دانست، که در طی تکامل خود فرایند مینیاتوری شدن را تجربه کرده است (Hashemzadeh *et al.*,2013).

آناتومی

ماهیان کور *G. typhlops* و *G. lorestanensis* معمولاً دارای بدن دوکی شکل، دارای رنگ کرمی- صورتی روشن و فاقد چشم هستند. تفاوت ظاهری ماهیان یادشده در وجود دیسک دهانی در *G. lorestanensis* و عدم وجود دیسک دهانی در ماهی *G. typhlops* است که احتمالاً این تفاوت در شکل دهان نوعی سازگاری با کنج‌های اکولوژیک متفاوت موجود در بخش‌های مختلف زیستگاه زیرزمینی به منظور استفاده از انواع منابع غذایی و کاهش رقابت بین گونه‌ای است. در بین ماهیان کور دارای بدن دوکی شکل نمونه‌هایی مشاهده می‌شود که دارای بدن کشیده و لاغرتری در مقایسه با فرم‌های موجود در دهانه زیستگاه هستند. این تفاوت در شکل بدن می‌تواند گویای تفاوت‌های ژنتیکی و یا تفاوت‌های بوم شناختی باشد. (Hashemzadeh Segherloo *et al.*,2020)



شکل ۱۳ ماهی کور و غار ماهی کور (Bagheri et L., 2016)

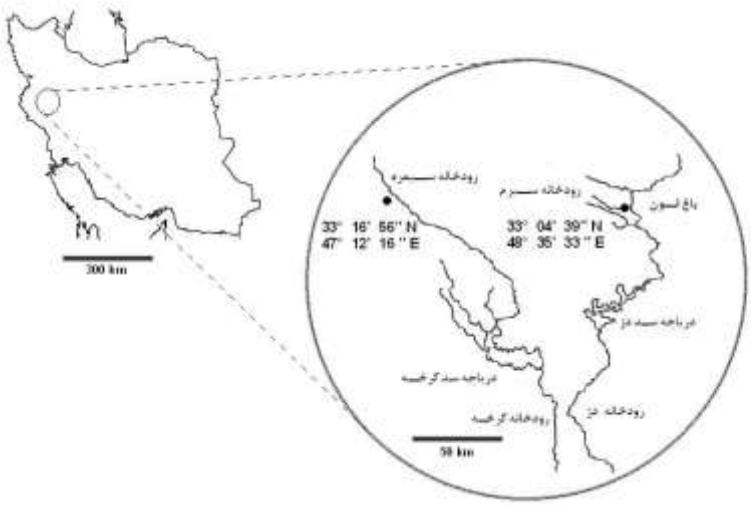


شکل ۱۴ وجود دیسک دهانی در *G. lorestanensis* و عدم وجود دیسک دهانی در ماهی *G. typhlops* (Sargeran et al., 2008)

بوم شناسی

استان لرستان با مساحتی حدود ۲۸۱۵۷ کیلومتر مربع در جنوب غربی ایران واقع شده‌است. میانگین ارتفاع آن بیش از ۲۲۰۰ متر از سطح دریا است. آب و هوا در این استان به دلیل وجود رودخانه‌ها و کوه‌های زیاد، معتدل و دارای فصول منظم است. میزان بارندگی نسبتاً مناسب و اغلب در نواحی کوهستانی است. این منطقه زمستان‌های سرد و پر برف و تابستان‌های ملایم و مرطوب دارد. لرستان سرزمینی کوهستانی است و غیر از چند دشت محدود، سراسر آن را کوه‌های زاگرس پوشانده‌است (Farashi *et al.*, 2015).

زیستگاه این گونه به رغم منحصر به فرد بودن، با تهدیدات انسانی و طبیعی زیادی روبه روست. برخی از این تهدیدات انسانی است و می‌توان با در نظر گرفتن تمهیدات مناسب، شدت تأثیر آن‌ها را کاهش داد. به طور مثال در مورد ساخت و سازهای انسانی یا برداشت‌های غیرقانونی برای فعالیت‌های پژوهشی، می‌توان تمهیداتی به کار بست اما برخی دیگر از این تهدیدات، طبیعی است. با توجه به آسیب پذیر بودن زیستگاه، امکان دستکاری در آن به منظور بهبود شرایط بسیار مشکل است. از طرفی نابودی این زیستگاه به معنای نابودی این گونهٔ منحصر به فرد ایران محسوب می‌شود (Farashi *et al.*, 2015).



شکل ۱۵ موقعیت جغرافیایی غار ماهی کور (Farashi *et al.*, 2013)

جدول ۱- برخی از پارامترهای غار ماهی کور آورده‌شده (Farashi *et al.*, 2015)

پارامترهای فیزیکی						
دما Cº	اکسیژن محلول ppm	pH	هدایت الکتریکی EC µs/cm	کدورت آب NTU	کل ذرات معلق ppm	کل ذرات محلول ppm
۱۸/۶۰	۷/۵۲	۷/۶۰	۴۴۰/۷۰	۰/۶۴	۰/۵۴	۲۳۷/۸۰

فلزات ppm			
منیزیم	پتاسیم	سدیم	کلسیم
۱۹/۳۴	۳/۱۹	۱۹/۰۲	۵۶/۷۰

مواد آلی ppm	
اکسیژن خواهی بیولوژیکی	اکسیژن خواهی شیمیایی
۰/۰۱	۰/۱۷

مواد معدنی یا غیر آلی ppm									
فسفر کل	فسفات	نیتروژن کل	نیترات	نیتریت	کربنات	بی کربنات	سولفور کل	سولفات	کلر
۰/۵۸	۰/۳۵	۱/۳۱	۰/۵۳	۰	۰	۱۵۱/۳۳	۸۶/۹۴	۵۸/۶۳	۲۹/۵۰

تراکم پلانکتونی (شمارش با میکروسکوپ اینورت)
۱۲۲/۸۷

نتیجه گیری

در مورد ماهی کور غار باید گفت که با توجه به وجود تنها یک زیستگاه در ایران، که آن هم دستخوش تغییرات طبیعی و انسانی است. باعث شده تا جمعیت آنها کاهش چشمگیری یابند. شرایط تغذیه نامناسب، گرم شدن دمای هوا و آب، صید بی رویه برای انجام کارهای تحقیقاتی، عدم تکثیر و بازسازی ذخایر آن‌ها موجب تأثیر در کاهش تولید مثل و جمعیت آنها شده‌است و همه این مسائل باعث شده تا کور ماهی‌های موجود در زیستگاه با یکدیگر مشابه باشند و تنوع در آن‌ها دیده نشود. بعلاوه اخیراً این گونه از نقطه دیگری در رشته کوه زاگرس در حوضه رودخانه سیمره در فاصله ۱۳۱ کیلومتری زیستگاه یادشده نیز گزارش شده است. گزارش زیستگاه جدید این ماهی، می‌تواند وضعیت حفاظتی آن را تحت تأثیر قرار دهد. در خاتمه باید اذعان نمود که غنای گونه‌ای جانوری ایران نباید موجب غرور شود چرا که امروز از گونه‌هایی همچون شیر ایرانی و ببر مازندران جز نامی باقی

نمانده است و اگر برنامه مدون و جامعی برای حفظ و صیانت از گونه‌های ارزشمند دیگر وجود نداشته باشد، در آینده نزدیک، این گونه‌های نادر و ذخایر ژنتیکی ارزشمند کشور نابود خواهد شد. اگرچه بسیاری از گونه‌های در معرض خطر تحت حمایت هستند، اما متاسفانه ابزار و امکانات کافی برای حفاظت از آنها وجود ندارد.

منابع

Abdoli A (2000) The inland water fishes of Iran. Tehran: Nature and Wildlife Meusume of Iran. (In Farsi)

Bagheri M., Goudarzi F., Zalaghi A H., Savabieasfahani M. (2016). Habitat characteristics and population size of *Iranocypris typhlops*, the Iran cave barb. Environmental Biology of Fishes ;192(1): 179-185

Coad B. (2008). Fresh water fishes of Iran. Available http://www.briancoad.com/contents.htm.

Colli L., Paglianti A., Berti R., Gandolfi G., Tagliavini J. (2009). Molecular phylogeny of the blind cavefish *Phreatichthys andruzzii* and *Garra barreimiae* within the family Cyprinidae. Environmental Biology of Fishes. 84:95-107

Farashi A., Kaboli M., Rahimian H., Rezaii H R., Naghavi M R. (2015). Selecting a suitable habitat for the transfer of Iranian blind fish (*Iranocypris typhlops*). Natural environment.68(3): 443-459

Hashemzadeh Segherloo I., Bernatchez L., Gaoklzhatriaiarnyp K., Abdoli A., Primmer C R., Bakhtiary M. (2012). Genetic differentiation betweentwo sympatric morphs of the blind Iran Cave barb *Iranocypris typhlops*. J. Fish Biol. 81: 1747- 1753

Hashemzadeh Segherloo I., Ghaedrahmati N., Freyhof J. (2016). Eidinemacheilus, a new genetic name for *Noemacheilus smithi* Greenwood (Teleostei; Namacheilidae). Zootaxa 4147: 466-476

Hashemzadeh Segherloo I., Rahmati S., Purahmad R., Golzarianpour K., Abdoli A. (2013). Analysis of the systematic status of the blind Iran cave barb, *Iranocypris typhlops*, using *COI* gene. Journal of Modern Genetics. 8(1). 59-66

Hashemzadeh Segherloo I., Tabatabaei S N., Ghaedrahmati N., Amiri M., Bernatchez L. (2020). The analysis of the relationship between Lorestan cave barbs (*Garra typhlops* and *Garra lorestanensis*) and *Garra gymnothorax* populations in Dez and Karkheh River drainages. Nova Biologica Reperta 7(1): 1-8

Hawkins J P., Roberts C M., Clark V.(2000). The threatened status of restricted-range coral reef fish species. Animal Conservation. 3: 81–88.

Manne L L., Brooks T M., Pimm S L.(1999). Relative risk of extinction of passerine birds on continents and islands. Nature. 399:258–261.

Mousavi Sabet H., Eagderi S. (2016). *Garra lorestanesis*, a new cave fish from Tigris River drainage with remarks on the subterranean fish in Iran (Teleostei: Cyprinidae). Fish Taxa 1: 45-54

Owens I P F., Bennett P M.(2000). Ecological basis of extinction risk in birds: habitat loss versus human persecution and introduced predators. Proceedings of the National Academy of Sciences 97: 12144–12148.

Purvis A., Gittleman J L., Cowlishaw G., Mace G M.(2000). Predicting extinction risk in declining species. Proceedings of the Royal Society of London. 267: 1947–1952.

Ramin A., Dostdar M. (2012). Indigenous species of inland water fish to introduce to the ornamental fish industry in Iran. Journal of Marine Science and Technology.8(2). 5-16.

Reed R N.,Shine R.(2002). Lying in wait for extinction: ecological correlates of conservation status among Australian elapid snakes. Conservation Biology. 16: 451–461.

Sargeran P., Bakhtiyari M., Abdoli A., Coad BW., Sarvi K., Rahmati Lishi M., Hajimoradloo A. (2008). The endemic Iranian Cave-fish, *Iranocypris typhlops*: two taxa or two forms based on the mental disc?. Journal of Zoology in the Middle East 44:67-74

ویژگی‌های ریخت شناختی ماهی شهری دندان کوچک Lethrinus *microdon* Valenciennes, 1830 در خلیج فارس و دریای عمان (Perciformes: Lethrinidae)

مهران اسماعیلی [۱]؛ فائزه یزدانی مقدم [۲ و ۱*]؛ جمیل واعظی [۱]؛ محمدرضا میرزائی [۳]؛ احسان دامادی [۲]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه نوآوری‌های زیستی جانوری مرکز پژوهشی جانورشناسی کاربردی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۳- گروه امور تحقیقات زیستی، مرکز تحقیقات شیلاتی آبهای دور (چابهار)، چابهار

Email: Yazdani@um.ac.ir

چکیده

شهری ماهی‌ها یا *Lethrinus* (Perciformes: Lethrinidae) که به طور معمول به عنوان ماهیان امپراتور (Emperor fishes) و در ایران با نام عمومی شهری ماهی (شعری ماهی) شناخته می‌شوند، در مجاورت سواحل جنوبی ایران در خلیج فارس و دریای عمان دیده می‌شوند. در زیستگاه‌های مختلف از صخره‌های مرجانی گرفته تا بستر علف‌های دریایی و جنگل‌های مانگرو (حرا) دیده می‌شوند. همچنین شهری ماهی‌ها از نظر تجاری مهم هستند. این جنس دارای ۲۷ گونه معتبر در سطح جهانی بوده، که از این تعداد ۱۰ گونه در خلیج فارس و دریای عمان گزارش شده است. با توجه به صید بی رویه در سالیان اخیر شناسایی گونه‌ها و جمعیت‌های این ماهی در جهت حفظ تنوع زیستی ضروری است. در این پژوهش با هدف ثبت ویژگی‌های ریخت شناختی ماهی شهری دندان کوچک (*Lethrinus microdon*)، نمونه برداری از ۴ ایستگاه واقع در خلیج فارس و دریای عمان با استفاده از گرگور و تور گوشگیر انجام شد. تعداد ۵ تا ۲۰ نمونه از هر ایستگاه جمع آوری شده و برای ۲۷ صفت ریختی اندازه گیری شدند. طول بزرگ‌ترین نمونه جمع آوری شده ۶۰ و کوتاه‌ترین نمونه جمع آوری شده ۳۰ سانتی متر بود. باله پشتی دارای ۱۰ شعاع سخت و ۹ شعاع نرم، باله مخرجی دارای ۳ شعاع سخت و ۸ شعاع نرم و باله سینه‌ای دارای ۱۳ شعاع نرم است. تعداد فلس‌های ردیف خط جانبی ۴۷ تا ۴۸ و تعداد ۴/۵ ردیف فلس در بالای خط جانبی مشاهده می‌شود. ویژگی غالب این گونه وجود سه رگه تیره رنگ از قسمت پایین چشم به سمت جلو است. همچنین از بدن نسبتاً کشیده و پوزه نسبتاً بلند به عنوان ویژگی‌هایی خاص این جنس می‌توان نام برد. این جنس به طور معمول با ماهی شهری صورت دراز (*Lethrinus olivaceus*) اشتباه گرفته می‌شود.

واژگان کلیدی: ریخت شناسی، شهری ماهی‌ها، شهری دندان کوچک، خلیج فارس، دریای عمان

Morphological characteristics of the Smalltooth emperor *Lethrinus microdon* Valenciennes, 1830 in Persian Gulf and the Gulf of Oman (Perciformes: Lethrinidae)

Mehran Esmaeili[1*]; Faezeh Yazdani Moghaddam[1&2*]; Jamil Vaezi[1]; Mohammadreza Mirzaei[3]; Ehsan Damadi[2]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
2- Department of Zoological Innovations Research, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
3- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Off-shore Fisheries Research Center, chabahar

Email: Yazdani@um.ac.ir

Abstract

The genus *Lethrinus* Cuvier, 1829 (Perciformes: Lethrinidae), commonly known as emperor fishes and commonly known in Iran as urban fish (shahri mahi), are found near the southern coast of Iran in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. Occurs in a variety of habitats from coral reefs to seagrass beds and mangroves sloughs. Emperor fishes are also commercially important. This genus has 27 globally valid species, of which 10 species have been reported in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. Due to overfishing in recent years, it is necessary to identify the species and populations of this fish in order to preserve biodiversity. In this study, with the aim of describing the morphological characteristics of Smalltooth emperor (*Lethrinus microdon*), specimens was Collected from 4 stations located in the Persian Gulf and the Gulf of Oman using Fish trap and Gill net. 5 to 20 specimens were collected from each station and Twenty-seven morphometric measurements were made. The length of the longest sample collected was 60 cm and the shortest sample collected was 30 cm. Dorsal spines 10, dorsal soft rays 9; anal spines 3, anal soft rays 8; pectoral rays 13; lateral-line scales 47-48; scales above lateral line to base of middle dorsal spines 4.5. The distinguished feature of this species is three narrow blackish streaks often present extending forward from eye. Also, the moderately elongated body and moderately long snout can be mentioned as special characteristics of this genus. This genus is often confused with the Longface emperor (*Lethrinus olivaceus*).

Keywords: Morphology, *Lethrinus*, Smalltooth emperor, Persian Gulf, Gulf of Oman

استخراج، تکثیر و شناسایی سلول‌های بنیادی جنسی از گناد ماهی بالغ *Huso huso*

هدیه فداکار [۱]، شیرین جمشیدی [۲]، طوبی میرزاپور [۱*]، تورج سهرابی لنگرودی [۲]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت.
۲- انستیتو تحقیقات بین المللی تاس ماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، رشت.

Email: t.mirzapoor@guilan.ac.ir

چکیده

سلول‌های بنیادی جنسی دارای توانایی تکثیر و تمایز به گامتهای عملکردی در هر دو جنس نر و ماده می‌باشند. سطح بالای شکل پذیری، تکثیر و نگهداری طولانی مدت آنها به وسیله انجماد، آن‌ها را به یک ابزار امیدوارکننده برای حفظ منابع ژنتیکی گونه‌های در حال انقراض تبدیل می‌کند. در این پژوهش سلول‌های بنیادی زایا از گناد ماهی خاویاری بالغ گونه *Huso huso* که در مرحله یک رسیدگی جنسی قرار داشتند با استفاده از آنزیم‌های کلاژناز و تریپسین جداسازی شد. سوسپانسیون سلولی به دست آمده در دو محیط کشت مختلف DMEM و L15 و در حضور سلول‌های حمایت‌کننده و ۱۰ درصد FBS کشت شد. افزایش رشد و تراکم سلولی، با ظهور کلونی‌های سلولهای زایا و اندازه گیری تعداد و قطر کلونی‌ها از طریق نرم افزار Image J ارزیابی شد. هویت سلول‌های بنیادی زایا از طریق ایمنوسیتوشیمی تعیین شد و بیان ژنهای *Nanos* و *Vasa* در طی روزهای مختلف کشت با روش q PCR سنجش شد. برای انجماد سلولهای زایا اثرات DMSO و اتیلن گلیکول مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد استفاده از آنزیم‌های تریپسین با غلظت ۰/۵ درصد و کلاژناز با غلظت ۱ mg/ml در کوتاه‌ترین زمان، کمترین آسیب را به سلول‌ها وارد می‌کند. حضور سلول‌های حمایت کننده در هر دو محیط کشت باعث ارتقاء رشد سلولی می‌شود و محیط L15، کلونی‌هایی بزرگ‌تر در مقایسه با محیط DMEM تولید می‌کند. در حضور DMSO زنده‌مانی سلول‌ها پس از ذوب افزایش قابل‌ملاحظه‌ای می‌یابد به طوری که این اختلاف معنی‌دار است ($P < 0/05$).

واژگان کلیدی: سلول‌های بنیادی زایا، کشت سلول، انجماد، ماهیان خاویاری

Isolation, proliferation and identification of derived -germ cells from gonad of mature *Huso huso*

Hediye Fadakar[1], Shirin Jamshidi[2], Tooba Mirzapour*[1], Tooraj Sohrabi Langaroudi[2]

1- Department of biology, Faculty of Science, University of Gilan, Rasht, Iran.
2- International Sturgeon Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran.

Email: t.mirzapoor@guilan.ac.ir

Abstract

Germline stem cells can be reproduced and differentiated into both male and female functional gametes. A high level of flexibility, reproduction, and long-term cryopreservation make stem cells a valuable candidate for preserving the genetic resources of endangered species. In this study, germline stem cells were extracted by enzymatic digestion from the gonad of an adult *Huso huso* in stage I of sexual maturity. The extracted suspension was cultured in two different culture medium (DMEM and L15) in present of 10% FBS. The number and diameter of colonies were measured by Image-J software to evaluate the density and growth of the germ cells. The identity of germline stem cells were determined by immunocytochemistry. The expressions of *Vasa* and *Nanos* genes were evaluated by qPCR on different days of culture. The effects of DMSO and ethylenglycol were compared as two different cryoprotectants for cryopreservation of germ cells. The results showed that, using trypsin (0.5%) and collagenase (1mg/ml) for enzymatic digestion would cause minimum damage to the cells. Also, the existence of supporting cells encourages cellular growth in both culture medium, and in the L15, the colonies are bigger than in DEMEM medium. In presence of DMSO, the survival rate of the cells increases significantly ($P<0.05$) after melting condition.

Keywords: Sturgeon, embryonic stem cells, extraction, *Huso huso*, cell cultivation

ارزیابی مقاومت آنتی بیوتیکی ماهی قزل آلای پرورشی در استان گیلان، شمال ایران

منیره فئید [1*] جواد دقیق روحی [1]، محدث قاسمی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی- انزلی

Email: m_faeed@yahoo.com

چکیده

استفاده از آنتی بیوتیک‌ها و تجویز آن بدون در نظر داشتن باقی مانده‌های دارویی در آبزیان و اثرات آلایندگی آنها در طبیعت و عوارض سوء این مواد، برانسان، در سالیان اخیر در کشورهای مختلف جهان افزایش یافته است این مطالعه درسال ۱۳۹۷ - ۱۳۹۶ در ۶ مزرعه پرورش ماهی قزل آلا (میانگین وزنی ۱۰۰ گرم) و به تعداد ۹۸ عدد در استان گیلان انجام شد. هدف از این تحقیق، بررسی مقاومت آنتی بیوتیکی ماهیان قزل آلای بیمار بود از ماهیان قزل آلای بیمار، دارای علایم بالینی شامل (تیرگی پوست، اگزوفتالمی، خونریزی چشم، پوست و باله‌ها) از استخرهای پرورشی استان گیلان نمونه برداری بصورت فصلی انجام شد. نمونه برداری از اندام‌های کبد، کلیه، طحال و مغز ماهیان بیمار انجام شد و در محیط‌های کشت آگار خوندار و تریپتیکاز سویا آگار کشت داده شد باکتری‌های جداسازی شده، عبارت بودند از استرپتوکوکوس آگالاکتیه، انتروکوکوس فکالیس، استرپتوکوکوس اینیایی. نتایج نشان داد که بیشترین مقاومت آنتی بیوتیکی را باکتریها، نسبت به لینکومایسین و تری متو پریم و باسیتراسین (۹۶-۹۰ درصد از موارد) داشتند. برای جلوگیری از افزایش مقاومت باکتریایی در ماهیان، باید از مصرف بی رویه و خودسرانه آنتی بیوتیک‌ها در صورت بروز بیماری ممانعت ورزید.

واژگان کلیدی: قزل آلا، مقاومت آنتی بیوتیکی، استان گیلان، باکتری

Evaluation of antibiotic resistance of farmed trout in Guilan Province, north of Iran

Monireh Faeed[1*], Javad Daghigh Roohi[1], Mohades Ghasemi[1]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), in land waters Aquaculture research center, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO) Anzali, Iran.

Email: m_faeed@yahoo.com

Abstract

The use of antibiotics and their administration, regardless of the residual drugs in aquatic animals and the effects of their pollution on nature and the adverse effects of these substances on humans, has increased in recent years in various countries around the world. This study was conducted in 1397-1396 in 6 trout farms (average weight 100 g) and 98 in Guilan province. The aim of this study was to evaluate the antibiotic resistance of sick trout. Sick trout with clinical symptoms, including (dull skin, exophthalmos, bleeding eyes, skin and fins) were sampled seasonally from breeding ponds in Guilan province. Samples were taken from the organs of liver, kidney, spleen and brain of diseased fish and cultured on blood agar and soybean agar tryptase media. The isolated bacteria were *Streptococcus agalactiae, Enterococcus faecalis, Streptococcus iniae*. The results showed that bacteria have developed the highest antibiotic resistance to lincomycin, trimethoprim and bacitracin (90-96% of cases). To prevent an increase in bacterial resistance in fish, antibiotics should be avoided in the event of disease.

Keywords: Trout, Antibiotic resistance, Guilan province, Bacteria

بررسی مقاومت آنتی بیوتیکی باکتریایی در استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی استان گیلان

منیره فئید [1*]؛ سیدفخرالدین میرهاشمی نسب [1]؛ سپیده خطیب حقیقی [1]

۱- پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، انزلی

Email: m_faeed@yahoo.com

چکیده

تفاوت الگوی مقاومت آنتی بیوتیکی براساس منطقه جغرافیایی یا محل جداسازی و میزبان در سویه‌های مختلف از هر باکتری وجود دارد. این مطالعه روی ۱۲۰ نمونه ماهی بیمار، در طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ در استخرهای پرورشی ماهیان گرمابی استان گیلان انجام شد. این ماهیان در شرایط کاملاً بهداشتی به آزمایشگاه باکتری شناسی پژوهشکده آبزی پروری انتقال داده شد. نمونه‌برداری از قسمت‌های کبد، کلیه و طحال ماهیان دارای علائم بیماری یا مشکوک به بیماری انجام پذیرفت. کشت میکروبی روی محیط‌های پایه (تریپتیکاز سویا آگار و بلاد آگار) انجام شد و پلیت‌ها، در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت انکوبه شدند. پس از انجام تست‌های بیوشیمیایی، باکتری‌های بیماری‌زا شناسایی شدند سپس تست حساسیت آنتی بیوتیک با روش دیسک دیفیوژن، روی محیط مولرهینتون آگار با کمک دیسک‌های آنتی بیوتیکی انجام شد. تست سنجش میزان حساسیت به آنتی بیوتیک‌ها در گونه‌های باکتریایی انجام گرفت. دیسک‌های مورد استفاده عبارتند از: نالیدیکسیک اسید، کلروتتراسایکلین، کلینداماسین، ریفامپین، اریترومایسین، فلورفنیکل، سیپروفلوکساسین، انروفلوکساسین، اکسی تتراسایکلین و جنتامایسین. نتایج این مطالعه نشان داد ۶۵,۳۳٪ باکتری‌های جنس آئروموناس، ۲۴٪ جنس سودوموناس، ۳,۶٪ جنس فلاوباکتریوم، ۱/۷٪ سایر باکتری‌ها می‌باشد. بیشترین درصد مقاومت آنتی بیوتیکی گونه‌های مختلف باکتری‌ها، متعلق به کلینداماسین و اریترومایسین، کانامایسین و اکسی تتراسایکلین بوده است. افزایش مقاومت آنتی بیوتیکی دراستخرهای ماهیان گرمابی، به دلیل مصرف بی رویه و خودسرانه آنتی بیوتیک‌ها است.

واژگان کلیدی: ماهیان گرمابی، مقاومت آنتی بیوتیکی، باکتری

Evaluation of bacterial antibiotic resistance in warm water fish ponds of Guilan Province, north of Iran

Monireh Faeed[1*];Seyed Fakhradin Mirhashemi Nasab [1];Sepideh Khatib Haghighi[1]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran.

Email: m_faeed@yahoo.com

Abstract

There is a difference in the pattern of antibiotic resistance based on the geographical area or site of isolation and the host in different strains of each bacterium. This study was performed on 120 samples of sick fish during 2016-2017 in warm water fish ponds of Guilan province. These fish were transferred to the bacteriological laboratory of the Aquaculture Research Institute in completely sterile conditions. Samples were taken from the liver, kidneys and spleen of fish with symptoms or suspected disease. Microbial culture was performed on basic media (Tryptic soy agar - blood agar) and the plates were incubated at 37 ° C for 24 hours. After biochemical tests, pathogenic bacteria were identified. Then antibiotic susceptibility testing was performed by disk diffusion method on Muller-Hinton Agar with the help of antibiotic discs. Antibiotic susceptibility testing was performed in bacterial species. The discs used are: Nalidixic acid, Chlortetracycline, Clindamycin, Kanamycin, Rifampin, Erythromycin, Florfenicol, Ciprofloxacin, Enrofloxacin, Oxytetracycline and Gentamicin. The results of this study showed, that 65.33% were bacteria of the genus *Aeromonas*, 24% of the genus *Pseudomonas*, 3.6% of the genus *Flavobacterium*, and 1.7% of other bacteria. The highest percentage of antibiotic resistance of different bacterial species belonged to clindamycin and Erythromycin, Kanamycin and Oxytetracycline. The increase in antibiotic resistance inwarm water fish ponds is due to the indiscriminate and arbitrary use of antibiotics.

Keywords: Warm water fish, Antibiotic resistance, Bacteria

تغییر جوامع باکتریایی دستگاه گوارش ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) پس از غذادهی با پروبیوتیک بومی

منیره فئید [۱*]؛ روحا کسری کرمانشاهی [۲]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، انزلی

۲- گروه میکروبیولوژی، دانشکده علوم زیستی دانشگاه الزهرا، تهران

Email: m_faeed@yahoo.com

چکیده

ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*)، از ماهیان باارزش و اقتصادی دریای خزر است. عفونت‌های باکتریایی از عوامل تهدید کننده تلفات، در مزارع پرورشی ماهی محسوب می‌شوند. در این تحقیق اثر غذادهی لاکتوباسیلوس برویس MF01 بر میزان بقا باکتریهای کل، اسیدلاکتیک در روده ماهی و بقای ماهی پس از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا بررسی شد. باکتری لاکتوباسیلوس برویس از طریق آزمایشات بیوشیمیایی و ملکولی شناسایی شد. ماهیان غذادهی شده با لاکتوباسیلوس برویس در دزهای 10^8 و 10^{10} (تعداد کل فلور باکتریایی بر روی گرم) وکنترل برای ۸ هفته بررسی شدند. در پایان دوره غذادهی، ماهی‌ها خونگیری شدند. پس از آن ماهی‌ها با باکتری آئروموناس هیدروفیلا، 10^8 × ۴/۵ (تعداد کل فلور باکتریایی بر روی میلی‌لیتر) مواجهه شدند و نرخ بقای ماهیان به طور روزانه در یک دوره ۷ روزه مورد ارزیابی قرار گرفت. باکتری‌های روده‌ای شامل لاکتیک اسید باکتری‌ها و باکتری‌های کل در زمان‌های مختلف (۱۵، ۳۰، ۴۵) و ۱۵ روز پس از توقف غذا دهی با پروبیوتیک بر روی محیط پلیت کانت آگار و محیط لاکتوباسیلوس آگار (ام آر اس آگار) بررسی شد. نتایج نشان داد تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک و باکتری‌های کل میکروبیوتای روده‌ای در تیمارهای پروبیوتیک به طور معناداری بیشتر از گروه شاهد بود ($P<0.05$). بیشترین تعداد باکتری‌های اسید لاکتیک در تیمار 10^{10} لاکتو باسیلوس برویس (تعداد کل فلور باکتریایی بر روی گرم) بود. در ۱۵ روز اول باکتری‌های اسیدلاکتیک از روده گروه شاهد جداسازی شد بیشترین و کمترین میزان بقا به ترتیب در تیمارهای A1 (۸۶٪) و شاهد (۶۰٪) بود. افزودن لاکتوباسیلوس برویس در جیره ماهی سوف سفید، سبب افزایش معناداری نسبت به گروه کنترل در میزان باکتری‌های اسیدلاکتیکی، باکتری‌های کل روده‌ای و بقای ماهی پس از مواجهه سازی با باکتری آئروموناس هیدروفیلا شده است.

واژگان کلیدی: لاکتوباسیلوس برویس، آئروموناس هیدروفیلا، باکتری، اسیدلاکتیک، سوف سفید

Alteration of bacterial communities of *Sander lucioperca* digestive tract after feeding with native probiotic

Monireh Faeed[1*]; Rouha Kasra Kermanshahi[2]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI) in land waters Aquaculture research center, Agriculture Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali
2- Department of Microbiology, Faculty of biological Sciences, Alzahra University, Tehran

Email: m_faeed@yahoo.com

Abstract

Sander lucioperca is one of the most valuable and economical fish in the Caspian Sea. Bacterial infections are one of the threats to mortality in fish farms. In this study, the effect of *Lactobacillus brevis* MF01 feeding on the survival of whole bacteria, lactic acid in fish intestine and fish survival after exposure to *Aeromonas hydrophila*. *Lactobacillus brevis* was detected through biochemical and molecular tests. Fish fed *Lactobacillus brevis* were tested at doses of 10^8 and 10^{10} (total number of bacterial flora per gram) and control for 8 weeks. At the end of the feeding period, the fish blood samples were taken. Intestinal bacteria, including lactic acid bacteria and whole bacteria were examined at different times (15, 30, 45) and 15 days after stopping probiotic feeding on Kant agar plate medium and Lactobacillus agar medium (MRS agar). The results showed that the number of lactic acid bacteria and total intestinal microbiota bacteria in probiotic treatments was significantly higher than the control group ($P < 0.05$). The highest number of lactic acid bacteria was in 10^{10} *Lactobacillus brevis* treatment (total number of bacterial flora per gram). The highest and lowest survival rates were in treatments 1, A (86%) and control 60%, respectively. The addition of *Lactobacillus brevis* to the *Sander lucioperca* diet significantly increased the amount of lactic acid bacteria, whole intestinal bacteria and fish survival after exposure to *Aeromonas hydrophila* compared to the control group.

Keywords: *Lactobacillus brevis*, *Aeromonas hydrophila*, Bacteria, Lactic acid, *Sander lucioperca*

عملکرد رشد بچه ماهیان سوف سفید (*Sander lucioperca*) حاصل از مولدین پرورشی تغذیه شده با شیرونومید و بیوماس آرتمیا

بهرام فلاحتکار [۱*]، فائزه مرتضائی [۱]، رضا عسگری [۲]، اسحاق رسولی کارگر [۳]، مهدی رحمتی [۳]، شاهپور غلامی [۳]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، گیلان، ایران
۲- دانش‌آموخته دوره دکتری دانشگاه تهران، مدیر فنی هلدینگ ایران آرتمیا، تهران، ایران
۳- مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، سیاهکل، گیلان، ایران

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

مطالعه حاضر به بررسی اثر تغذیه با ارگانیسم‌های غذایی زنده مختلف بر عملکرد رشد و بازماندگی بچه‌ماهیان سوف سفید حاصل از مولدین پرورشی پرداخته است. بدین‌منظور، ماهیان با میانگین وزن اولیه ۰/۰۱ ± ۳/۷۶ g و طول اولیه ۰/۲۲ ± ۸/۶۱ cm با سه نوع جیره غذایی شامل CH: لارو *Chironomus* sp. منجمد، A: بیوماس آرتمیای (*Artemia franciscana*) منجمد و M: ترکیبی از CH (۵۰٪) + A(۵۰٪) برحسب اشتها، در سه تکرار غذادهی شدند. پس از ۱۰ روز، شاخص‌های رشد شامل وزن کسب شده (WG)، افزایش وزن بدن (BWI)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب چاقی (CF) و نرخ بقا بین گروه‌های مختلف مقایسه شد. نتایج این مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در عملکرد رشد تیمارهای آزمایشی وجود ندارد (P>۰/۰۵)؛ با این حال، نرخ بقا در تیمار A (۱/۲۵ ± ۷۰/۲۵٪) به‌طور معنی‌داری از تیمارهای CH (۳/۵۰ ± ۹۰/۵۰٪) و M (۰/۵۰ ± ۹۰/۰۰٪) پایین‌تر بود (P<۰/۰۵). بر این اساس، تیمارهای CH و M جهت تغذیه ماهی سوف سفید و عبور از مرحله گذار به جیره‌های فرموله شده توصیه می‌شوند.

واژگان کلیدی: استراتژی‌های غذایی، سازگاری، سوف، غذای زنده، مرحله گذار

Growth performance of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* derived from cultured broodstock fed with chironomid and artemia biomass

Bahram Falahatkar[1*], Faezeh Mortezaei[1]; Reza Asgari[2], Eshagh Rasouli Kargar[3], Mehdi Rahmati[3], Shahpoor Gholami[3]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
2- PhD Graduate of University of Tehran, Technical Manager of Iran Artemia Holding, Tehran, Iran
3- Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Siahkal, Guilan, Iran

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

The present study has investigated the effect of feeding with different live feeds on growth performance and survival of juvenile pikeperch, *Sander lucioperca* derived from cultured broodstock. For this purpose, fish with an initial body weight of 3.8 ± 0.0 g and 8.6 ± 0.2 cm were fed with three diets *ad libitum*, including CH: frozen larvae of *Chironomus* sp., A: frozen artemia, *Artemia franciscana* biomass and M: a combination of CH (50%) and A (50) in triplicates. After ten days, growth indices including weight gain, body weight increase, specific growth rate, condition factor and survival rate were compared between different groups. The results of this study exhibited no significant differences among the groups ($P>0.05$); however, the survival rate was significantly lower in A (70.3 ± 1.3%) than the CH (90.5 ± 3.5%) and M (90.0 ± 0.5%) ($P<0.05$). Hence, feeding with CH and M are recommended for feeding pikeperch during transition to the formulated diets.

Keywords: Feeding strategies, Habituation, Pikeperch, Live feed, Transition stage

اهلی سازی ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) با هدف بازسازی ذخایر و آبزی پروری پایدار؛ نتایج مقدماتی

بهرام فلاحتکار [۱ و ۲*]، اسحاق رسولی کارگر [۳]، ایرج عفت پناه [۱]، مهدی رحمتی [۳]، شاهپور غلامی [۳]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت

۳- مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور، گیلان، سیاهکل

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

اهلی‌سازی مرحله تکاملی از چرخه‌ای است که طی آن جمعیت‌های حیوانی قادر به تطابق با محیط کنترل شده می‌گردند. تولیدمثل یکی از فرایندهای کلیدی محسوب می‌شود که اغلب تحت تأثیر این فرآیند قرار می‌گیرد. در این بین، توجه به اهلی سازی گونه‌های بومی هر منطقه که دارای پتانسیل بالا و همچنین تولیدمثل در شرایط کنترل شده در نسل‌های متمادی باشند یکی از اهداف آبزی پروری پایدار است. در کنار این موضوع و با توجه به کاهش ذخایر آبزیان، تولیدمثل و رهاسازی بچه ماهیان حاصل از مولدین نگهداری و تولید شده در محیط‌های تحت اسارت، از فشار صیادی جهت تهیه مولدین جلوگیری کرده و به تضمین بازسازی ذخایر و بقای نسل ماهیان تولید شده کمک می‌نماید. در این مطالعه، بچه ماهیان سوف سفید تولید شده از مولدین وحشی و پرورش یافته در استخرهای خاکی، به حوضچه‌های بتونی منتقل و ضمن تطابق با غذای دستی و نگه‌داری در شرایط کنترل شده، پس از ۲ سال به سن بلوغ رسیده و تکثیر شدند. در طی پروسه اهلی‌سازی این ماهی، تولید بچه ماهی این گونه در سال‌های سوم و چهارم پرورش نیز ادامه پیدا کرد و بچه ماهیان حاصل به محیط‌های آبی مناسب با هدف بازسازی ذخایر دریای کاسپین رهاسازی شدند. نتایج این مطالعه طی چهار سال نشان داد پروسه اهلی‌سازی سوف سفید بر روی قابلیت‌های تولیدمثلی، رشد و بقای این ماهی تاثیرگذار بوده و می‌توان از آن با اهداف بازسازی ذخایر و آبزی پروری این گونه استفاده کرد.

واژگان کلیدی: سازگاری، تکثیر و پرورش، اهلی‌سازی، سوف سفید

Pikeperch (*Sander lucioperca*) domestication with purpose of stock rehabilitation and sustainable aquaculture; Preliminary results

Bahram Falahatkar[1,2*], Eshagh Rasouli Kargar[3], Iraj Efatpanah[1], Mehdi Rahmati[3], Shahpoor Gholami[3]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.
3- Dr. Yousefpour Marine Fishes Restocking and Genetic Conservation Center, Guilan, Siahkal, Iran

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

Domestication is an evolutionary process in which the populations of an animal can be adapted to controlled environment. Reproduction is a key function which is affected by this process. In this regard, considering the domestication of native species in each district that have high potential and reproduction under controlled conditions for many generations is one of the purposes of sustainable aquaculture. In addition, due to the reduction of natural aquatic stocks, reproduction and releasing of juvenile fish from breeders which are kept and produced in captive environment, prevent fishing pressure on breeders supply for the hatcheries and help to ensure the restocking and survival of produced fish. In this study, produced juveniles pikeperch from wild breeders which were grown in earthen ponds were transferred to concrete tanks, adapted to artificial diet and kept in controlled conditions, and reached to puberty and induced for propagation after 2 years. Through the domestication process of this fish, the production of juveniles continued in the third and fourth years of breeding and the produced juveniles were released into the suitable water bodies with the aim of restocking the pikeperch populations in the Caspian Sea. The results of the present study during 4 years showed that the domestication process of pikeperch may influence the reproductive, growth and survival performance, which could in turn use in stock rehabilitation and aquaculture purposes of this species.

Keywords: Adaptation, Propagation and rearing, Domestication, Pikeperch

مروری بر کاربردهای ترانسکریپتومیک در آبزی‌پروری و شیلات

سامان فراستی [1*]؛ مجیدرضا خوش‌خلق [1]؛ مهدیه رهبر [1]؛ فاطمه زحمتکش [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

Email: farasatisaman@yahoo.com

چکیده

ترانسکریپتومیک عبارت است از آنالیز تمامی رونوشت‌های RNA موجود در درون یک سلول که اطلاعات گسترده‌ای را در مورد فرآیندهای فعال و غیر فعال درون سلولی ارائه می‌دهد. پیشرفت‌های اخیر در برنامه‌های توالی‌یابی نسل جدید (NGS) از قبیل توالی‌یابی mRNA پیشرفته (RNA-seq)، امکان رمزگشایی تمامی رونوشت‌های (ترانسکریپت) یک موجود زنده که شامل فرآیندهای بسیار پیچیده‌ای هستند را تسهیل می‌کند. تاکنون، طبقه‌بندی رونوشت‌ها به‌صورت گسترده‌ای در مطالعات شیلاتی و به‌منظور شناسایی مؤثر و همچنین آنالیز بیان ژن‌های کاندید دخیل در رشد، تولید مثل، نمو، ایمنی، بیماری، استرس و سم‌شناسی مورد استفاده واقع شده است. با استفاده از ترانسکریمپتومیک می‌توان نشانگرهایی از قبیل توالی‌های تکراری ساده (SSRs) و چندشکلی‌های تک نوکلئوتیدی (SNPs) مرتبط با صفت مورد مطالعه را بررسی کرد. در این بررسی نحوه آنالیز و وضعیت رونوشت‌ها در تولید مثل و همچنین نقش آن در تولید منابع ژنتیکی و توسعه نشانگرهای مولکولی به‌صورت خلاصه بررسی خواهد شد.

واژگان کلیدی: رونوشت، توالی‌یابی نسل جدید (NGS)، نشانگرهای مولکولی

A review of transcriptomics applications in aquaculture and fisheries

Saman farasati[1*], Majidreza Khoshkholgh[1], Mahdie Rahbar[1], Fateme Zahmatkesh[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

Email: farasatisaman@yahoo.com

Abstract

Transcriptomics is the analysis of total RNA transcript in a cell, which gives a broad idea of cellular processes that are active and dormant. Recent advancement in next-generation sequencing (NGS) technologies like high-throughput mRNA sequencing (RNA-seq) facilitates in deciphering the functional complexity of the whole transcriptome of an organism. So far, transcriptome profiling has been widely used in aquaculture for effective identification and expression analysis of candidate genes involved in growth, reproduction, development, immunity, disease, stress and toxicology. Transcriptomics can be used in the detection of molecular markers such as simple sequence repeats and single-nucleotide polymorphism associated with the trait of interest. This study summarizes the process of transcriptome analysis and its status in reproduction as well its rules in generation of genetic resources and development of molecular markers.

Keywords: Transcriptome, Next-generation sequencing (NGS), Molecular markers

مروری بر پیامدهای تغییر اقلیم در ایران

رضا فرضی [۱*]؛ سید حامد موسوی ثابت [۱]؛ حسین مصطفوی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان، شهر رشت
۲- گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

Email: Rezafarzi137181@yahoo.com

چکیده

تغییر اقلیم پدیده‌ای است که با افزایش میزان گازهای گلخانه‌ای دمای کره زمین نسبت به دهه‌های گذشته به میزان ۰/۶۵- ۱/۰۶ درجه سانتی‌گراد (متوسط ۰/۸۵) گرم‌تر شده است. همچنین تعداد روزهای سرد از سال ۱۹۵۰ میلادی به‌صورت معنادار کاهش یافته و تعداد روزهای گرم در مقیاس جهانی افزایش یافته است. با توجه به روند تغییرات اقلیم در مقیاس جهانی و همچنین موقعیت جغرافیایی فلات ایران این پدیده اثرات متعددی نظیر: تغییر الگوی زمانی و مکانی، میزان بارش و تغییر الگوهای دمایی در تمام نقاط کشور مانند افزایش متوسط دمای سالانه، افزایش تعداد روزهای داغ در اکثر مناطق کشور، کاهش روزهای یخبندان در فصول سرد، افزایش تعداد روزهای گرم خواهد شد. نتایج این تغییرات موجب خشک‌سالی و تخریب منابع آبی (تالاب، آبگیرها و دریاچه‌ها)، تخریب و تغییر ساختار زیستگاه‌ها در اکثر اکوسیستم‌های حساس و آسیب‌پذیر، کاهش میزان آب‌های زیر زمینی و خشک‌شدن آب چشمه‌ها، قنات‌ها، کاهش دبی آب رودخانه‌ها و جریان آب‌های جاری، تغییر در الگوی رسوب‌گذاری و همچنین فرسایش خاک می‌شود، در لغایت بزرگترین معضل و چالش اصلی در شیلات کاهش تنوع گونه‌ای و در برخی موارد کاهش جمعیت و ذخایر آبزیان خواهد بود، این معضلات فرصت را برای گونه‌های مهاجم و فرصت طلب ایجاد می‌کند.

واژگان کلیدی: تغییرات اقلیمی، گازهای گلخانه‌ای، تنوع زیستی، گونه بومی، اکوسیستم آبی.

A review of the consequences of climate change in Iran

Reza Farzi[1*]; Hamed Mousavi-Sabet; Hosein Mostafavi[2]

1- Department of fishery, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Biodiversity and Ecosystem Management, Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Email: Rezafarzi137181@yahoo.com

Abstract

Climate change phenomenon in which increasing the amount of greenhouse gases the temperature of Earth has been increased compared to previous decadesby 0.06-0.65 °C (average 0.85). Also, the number of cold days has decreased significantly since 1950 and the number of hot days has increased worldwide. Due to the trend of climate change on a global scale and the geographical location of the Iranian plateau, this phenomenon has had several effects such as: change in temporal and spatial pattern, precipitation and temperature patterns in all parts of the country such as average annual temperature increase, increasing number of hot days in most areas. The number of icy days will decrease in the cold seasons, and the number of hot days will increase in the country. The results of these changes cause drought and destruction of water resources (wetlands, reservoirs and lakes), destruction and restructuring of habitats in most sensitive and vulnerable ecosystems, depletion of groundwater and drying springs, aqueducts, reduction of river water flow and flow of water, change in sedimentation pattern as well as soil erosion, in addition to the biggest problem and the main challenge in fisheries is reducing species diversity. In some cases there will be declining populations and aquatic resources, creating opportunity for invasive and opportunistic species.

Keywords: Climate change, Greenhouse gases, Biodiversity, Native species, Aquatic ecosystem.

بررسی تغییرات اقلیم بر تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی ایران

رضا فرضی [1*]؛ آرش جمشیدی [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی صومعه سرا، دانشگاه گیلان، شهر رشت، ایران

Email: Rezafarzi137181@yahoo.com

چکیده

تغییرات اقلیمی را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تاثیرات فعالیت انسانی بر روی آب و هوای کره زمین، می‌شمارند. انسان همواره با بی‌توجهی به قوانین طبیعت موجب سرعت در نوسانات اقلیمی شده است در نتیجه، این تغییرات باعث می‌شود اکوسیستم‌ها و گونه‌های موجود فرصت کافی برای ساگازی با این تحولات را نداشته باشند. با توجه به موقعیت قرارگیری کشور ایران، این پدیده اثرات شدیدی بر اکوسیستم‌های کشور به‌خصوص اکوسیستم‌های آب شیرین و رودخانه‌ها خواهد گذاشت. عواملی نظیر تغییرات کیفی آب، هیدرولوژی، مورفولوژی، تغییرات در وضعیت آب و هوای جهان، ذوب شدن یخ‌های قطبی و افزایش ارتفاع آب‌های آزاد، تغییر در میزان املاح آب‌ها، کاربری اراضی و تهاجم گونه‌های غیر بومی به همراه صید بی‌رویه، تنوع زیستی اکوسیستم‌های موجود در کشور با تهدید جدی مواجه است و تغییرات اقلیمی نیز شدت این تخریب را افزایش خواهد داد. یکی از مهم‌ترین عواقب اثرات این پدیده جهانی کاهش تنوع گونه‌ای و انقراض گونه‌هی بومی است، از این رو لازم است مدیران رأس کشور اقدامات لازم را برای جلوگیری از اثرات ناشی از تغییرات اقلیم لحاظ قرار دهند. در عصر حاضر تغییر اقلیم به‌عنوان مهمترین عامل تهدیدکننده برای توسعه آبزی پروری مطرح است و به منابع طبیعی، محیط زیست و دیگر موجودات زنده خسارات جبران ناپذیری را وارد می‌کند. کند شدن روند تغییر اقلیم نیاز به همبستگی جهانی به منظور پایش وضعیت حاضر جهت شناسایی و کنترل عوامل است.

واژگان کلیدی: تغییر اقیلم، تنوع زیستی، گرمایش جهانی، اکوسیستم آبی، آلودگی

Effects of climate change on biodiversity of iranian aquatic ecosystems

Reza Farzi[1*]; Arash Jamshidi[2]

1- Department of fishery, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Some Sara, Iran.

Email: Rezafarzi137181@yahoo.com

Abstract

Climate change is considered as one of the most important effects of human activity on the planet earth. Humans have always accelerated climate change by ignoring the laws of nature. As a result, these changes make existing ecosystems and species less likely to survive these changes. Due to the location of Iran, this phenomenon will have severe effects on the country's ecosystems, especially freshwater ecosystems and rivers. Factors such as changes in water quality, hydrology, morphology, changes in world climate, melting polar ice caps and rising open waters, changes in water solutes, land use and invasion of non-native species along with overfishing, the biodiversity of existing ecosystems in the country is seriously threatened and climate change will increase the severity of this degradation. One of the most important consequences of the effects of this global phenomenon is the reduction of species diversity and the extinction of native species, so it is necessary for top managers to take the necessary measures to prevent the effects of climate change. Nowadays, climate change is the most important threat to the development of aquaculture and causes irreparable damage to natural resources, the environment and other living organisms. Slowing down the process of climate change requires global solidarity in order to monitor the current situation in order to identify and control the factors.

Keywords: Climate change, Biodiversity, Global warming, Aquatic ecosystem, Pollution

مروری بر زیست شناسی و صید ماهی سفید در حوضه جنوبی دریای کاسپین

محمد فروهر واجارگاه

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

چکیده

ماهی سفید یکی ازگونه‌های باارزش و اقتصادی در حوضهٔ دریای کاسپین است که در اغلب سال‌های بهره برداری نیمی از میزان صید ماهیان استخوانی رابه خود اختصاص می‌دهد و دارای دو فرم پاییزه و بهاره می‌باشد که فرم بهاره قسمت اعظم ذخایر این ماهی راتشکیل می‌دهد. این ذخایر به دلایل متعددی از جمله صید غیر مسئولانه، تغییرات سطح آب دریای کاسپین، احداث سد و... کاهش یافته است و به همین دلیل برای جبران این موضوع به تکثیر مصنوعی این ماهی روی آورده‌اند. این ماهی رودکوچ می‌باشد و زمانی که به بلوغ جنسی می‌رسد برای تولید مثل به رودخانه مهاجرت می‌کند و پس از آن دوباره به دریا برمی گردد. ماهی سفید پس از تخم ریزی و بازگشت به دریا در مدت باقیمانده از بهار و در طول تابستان در سواحل کم عمق دریای کاسپین یعنی جایی که غنی از جانوران کف زی است، به تغذیه می‌پردازد. در اواخر تابستان به علت دمای بسیار زیاد ماهی سفید سواحل کم عمق را ترک کرده و در نقاط عمیق‌تر بسر می‌برد و هنگام چرخش دمایی پائیزه، دوباره جهت تغذیه به قسمت‌های کم عمق سواحل با عمق کمتر از ۲۰ متر بر می‌گردد.

واژگان کلیدی: ماهی سفید، دریای کاسپین، رودکوچ

Biology and fishing of Caspian kutum in the southern basin of the Caspian Sea (An overview)

Mohammad Forouhar Vajargah

Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

Abstract

Caspian kutum is one of the most valuable and economic species in the Caspian Sea basin, which for many years its exploitation accounts for half of the amount of bony fish catch. The species has two forms viz the autumn and the spring spring forms. The latter form of large part of the stocks of this species. These reserves have decreased due to various reasons such as irresponsible fishing, changes in the water level of the Caspian Sea, construction of dams, etc., and for this reason, they have resorted to artificial reproduction of this fish to compensate for this issue. It is an anadromous species and migrates to the rivers to reproduce when it reaches sexual maturity and then returns to the sea. After spawning and returning to the sea, Caspian kutum feeds on the shallow shores of the Caspian Sea, on substrates rich in benthic animals, for the remainder of spring and summer. In late summer, due to the very high temperature, Caspian kutum leaves the shallow shores and retreats to deeper waters. In autumnwith decrease in temperature, it returns to the shallow parts of the shores with a depth of less than 20 m for feeding.

Keywords: Kutum, Caspian Sea, Anadromous

مقدمه

دریای کاسپین بزرگترین دریاچهٔ جهان و زیستگاه منحصر بفرد و عمدهٔ ماهی سفید است (Forouhar Vajargah *et al*., 2021; Vajargah *et al*., 2021; Ebrahimzadeh Kouchesfahani. and Forouhar Vajargah, M., 2021). ماهی سفید از ماهیان استخوانی متعلق به خانوادهٔ Cyprinidae جنس Rutilus با نام علمی *Rutilus kutum* از ماهیان بومی دریای خزراست. ماهی سفید مهاجر و رودکوچ می‌باشد و بخش عمده زندگی خود را در آب شور دریا گذرانده و در فصل بهار (نیمه اسفند ماه لغایت پایان اردیبهشت ماه) هرسال جهت تخم ریزی و تولیدمثل به آب شیرین رودخانه مهاجرت می‌کند (Vajargah *et al*., 2021). غذای ماهی سفید بسیارمتنوع و متعدد است، در واقع ماهی سفید همه چیز خوار و پرخور است. شدت تغذیه در زمان‌های مختلف متفاوت است مثلاً در زمان‌های تولید مثلی و هنگامی که برای تخم ریزی به رودخانه مهاجرت می‌کنند غذا نمی‌خورند و روده این ماهیان اغلب ضخیم وخالی است و هم چنین در اواخر زمستان و با کاهش دما این شاخص بشدت کاهش می‌یابد (Sattari *et al*., 2020).

رسیدگی جنسی ماهی سفید

رسیدگی جنسی در ماهیان تحت تاثیرعوامل محیطی مختلف از جمله دما، طول دوره تابش نور، شوری آب و عوامل مختلف دیگر می‌باشد. تغییر در این عوامل می‌تواند اثرات نامطلوب بر روند تولیدمثل ماهیان بگذارد (Forouhar Vajargah *et al*., 2020).

رسیدگی جنسی شامل شش مرحله می‌باشد:

مرحله اول_نابالغ: اندام‌های جنسی بسیار کوچک و نزدیک به ستون مهره، بیضه‌ها و تخمدان‌ها شفاف و رنگ متمایل به خاکستری، تخم‌ها غیر قابل رویت با چشم غیر مسلح (اووگونی)

مرحله دوم_نابالغ: در حال رسیدگی بیضه‌ها و تخمدان‌ها نیمه شفاف، خاکستری، نصف یا کمی بیشتر از نصف طول محوطه شکمی، تخم‌ها منفرد و با ذره بین قابل رویت، ماهیان تخم ریزی کرده (درحال استراحت) در این طبقه قرار می‌گیرند (تخمک‌های اولیه)

مرحله سوم_در حال توسعه: بیضه‌ها و تخمدان‌ها تیره، متمایل به قرمز با مویرگ‌های خونی نصف محوطه شکم را اشغال کرده و تخم‌ها با چشم غیر مسلح قابل رویت به صورت دان دان مس باشد. (تخمک‌های حفره دار)

مرحله چهارم_آماده تخم ریزی: اندام‌های جنسی محوطه شکمی را پرکرده و بیضه‌ها سفید رنگ، مایع اسپرم در اثر فشار ریخته شده و تخم‌ها کاملاً گرد و بعضی نیمه شفاف‌اند.

مرحله پنجم_درحال تخم ریزی: تخمک و اسپرم با فشار اندک جاری شده، بیشتر تخمک‌ها نیمه شفاف با تعدادی از تخمک‌های روشن خارج می‌شوند.

مرحله ششم_تخم ریزی کرده: تخمدان‌های شل و چروکیده، محوطه شکمی کاملاً خالی و تخمک‌ها تخلیه شده‌اند.

مهاجرت فرم بهاره و پاییزه ماهی سفید

حداکثرسن ماهی سفید ۹ الی ۱۰ سال و حداکثر وزن آن ۵ الی ۶ کیلوگرم می‌باشد. ماهی سفید نر در سه سالگی و ماهی سفید ماده در چهارسالگی بالغ می‌شوند. ماهی سفید بر روی گیاهان آبزی و هم بر روی سنگ‌ها و سنگریزه‌های بستر تخم ریزی می‌کند. اوج تخم ریزی ماهی سفید نژاد بهاره در ماه‌های فروردین و اردیبهشت و به هنگامی که درجه حرارت آب بین ۱۳ تا ۱۵ درجه سانتی گراد است صورت می‌گیرد.

ماهی سفیدپس از مهاجرت به دریا، مراحل تغذیه و رشد خود را در دریا سپری می‌نماید و پس از رسیدن به سن بلوغ جنسی برای تولید مثل و تکثیر طبیعی وارد محیط آب شیرین تالاب انزلی و رودخانه‌های منتهی به دریای کاسپین می‌گردد.

ماهی سفید مهاجر پاییزه در صورت مناسب بودن شرایط معمولاً از اوایل مهرماه از دریا و از طریق کانال ابتدا ماهیان نر و سپس ماده‌ها وارد می‌گردند، این گروه معمولاً دوره زمستان گذرانی را درگستره آبی تالاب به خصوص تالاب مرکزی، ابتدای تالاب غرب و منطقه شیجان در تالاب شرق در مناطق عمیق سپری می‌کنند و سپس با گرم ترشدن هوا در اواخر زمستان به رود خانه‌هایی که پوشش گیاهان حاشیه‌ای مثل نی و لوئی دارند مهاجرت می‌کنند و بر روی آنها عملیات تکثیر را به انجام می‌رسانندکه به همین دلیل این فرم از ماهی سفید را گیاه دوست یا فلیتوس گویند. اما در حال حاضر جمعیت اصلی ماهی سفید در دریای کاسپین متعلق به فرم بهاره است که بیش از ۹۸ درصد ذخایر را تشکیل می‌دهد (Sattari *et al*., 2019).

تکثیر مصنوعی

میزان استحصال سالانه ماهی سفید از سال ۱۳۶۹ تا سال ۱۳۸۴ بین ۸ تا ۱۱ هزارتن در سال بوده است. مقایسه این مقادیر رها سازی و صید نشان می‌دهد که طی ۳۰ سال گذشته بیشترذخایرماهی سفید در نتیجه تکثیر مصنوعی تأمین شده و شواهد موجود حاکی از این است که در طی این مدت شرایط تکثیر طبیعی ماهی سفید هرساله باز هم نامناسبتر شده و سهم تکثیر طبیعی در ذخایر موجود ماهی سفید در دریای کاسپین روند کاهشی داشته و به حد بسیار ناچیزی رسیده است. ماهی سفید در دریا تغذیه و رشد کرده و بعد از رسیدن به بلوغ جنسی برای تخم ریزی به رودخانه‌های بسیار کمی به عنوان مکانهای اصلی تخم ریزی و تکثیر مصنوعی این گونه مورد استفاده قرارمی گیرند. بازسازی ذخایر شامل صید بخشی از افراد جمعیت و تکثیر آنها در اسارت و رها سازی آنها در طبیعت است. در این روش مولدین را از رودخانه‌های حاشیه کاسپین صید و پس از تکثیر مصنوعی، تخم‌های لقاح یافته را به مرکز تکثیر و پرورش منتقل و در انتها لاروهایی باوزن ۲ گرم را در دریا رها سازی می‌کند، با این شیوه مرکز شیلات سالانه حدود ۲۰۰ میلیون لارو را ازطریق تکثیرمصنوعی تولید و این رها سازی نقش اساسی در احیاء ذخایر این گونه دارد (Vajargah *et al*., 2014).

منابع

Ebrahimzadeh Kouchesfahani N. And Forouhar Vajargah M. (2021). A Short Review On The Biological Characteristics Of The Species Esox Lucius, Linnaeus, 1758 In Caspian Sea Basin (Iran). Transylvanian Review Of Systematical & Ecological Research, 23(1).

Forouhar Vajargah M., Sattari M., Imanpour Namin J., Bibak M. (2021). 'Evaluation of trace elements contaminations in skin tissue of Rutilus kutum Kamensky 1901 from the south of the Caspian Sea', Journal of Advances in Environmental Health Research, 9(2), pp. -. doi: 10.22102/jaehr.2021.259190.1201

Forouhar Vajargah M., Sattari M., Imanpour Namin J. and Bibak M. (2020). Length-weight, length-length relationships and condition factor of Rutilus kutum (Actinopterygii: Cyprinidae) from the southern Caspian Sea, Iran. Journal of Animal Diversity, 2(2), pp.56-61.

Vajargah M.F., Sattari M., Namin J.I. and Bibak M. (2021). Predicting the Trace Element Levels in Caspian Kutum (Rutilus kutum) from south of the Caspian Sea Based on Locality, Season and Fish Tissue. Biological Trace Element Research, pp.1-10.

Vajargah M.F., Hedayati A., Yalsuyi A.M., Abarghoei S., Gerami M.H. and Farsani H.G., (2014). Acute toxicity of Butachlor to Caspian Kutum (Rutilus frisii Kutum Kamensky, 1991). Journal of Environmental Treatment Techniques, 2(4), pp.155-157.

Vajargah M.F., Mohsenpour R., Yalsuyi A.M., Galangash,M.M. and Faggio C. (2021). Evaluation of Histopathological Effect of Roach (Rutilus rutilus caspicus) in Exposure to Sub-Lethal Concentrations of Abamectin. Water, Air, & Soil Pollution, 232(5), pp.1-8.

Sattari M., Namin J.I., Bibak M., Vajargah M.F., Hedayati A., Khosravi A. and Mazareiy M.H. (2019). Morphological comparison of western and eastern populations of Caspian kutum, Rutilus kutum (Kamensky, 1901)(Cyprinidae) in the southern Caspian Sea. International Journal of Aquatic Biology, 6(4), pp.242-247.

Sattari M., Imanpour Namin J., Bibak M., Forouhar Vajargah M., Bakhshalizadeh S. and Faggio C. (2020). Determination of trace element accumulation in gonads of Rutilus kutum (Kamensky, 1901) from the south Caspian Sea trace element contaminations in gonads. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 90(4), pp.777-784.

Sattari M., Vajargah M.F., Bibak M. Bakhshalizadeh S. (2020). Relationship between Trace Element Content in the Brain of Bony Fish Species and Their Food Items in the Southwest of the Caspian Sea Due to Anthropogenic Activities. Avicenna Journal of Environmental Health Engineering, 7(2), pp.78-85.

مروری بر فیزیولوژی و زیست شناسی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*)

محمد فروهر واجارگاه [۱*]، مهدی بی باک [۱]، مسعود ستاری [۱،۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

چکیده

تیلاپیا نام گروهی از ماهیان سیکلاید مقیم آفریقاست که در نیم قرن گذشته آبزی پروران در خطه استوایی و نیمه استوایی پرورش تیلاپیا (به معنای رایج مصطلح) را آغاز کرده‌اند. گونه‌های پرورشی تیلاپیا را معمولاً می‌توان به کمک الگوهای متفاوت نوارهای روی باله دمی‌شان از یکدیگر بازشناخت. تیلاپیای نیل نوارهای پر رنگ افقی بر روی باله دمی خود دارند. ماهی تیلاپیای نیل نر بالغ بر روی ناحیه حلقی خود رنگدانه‌های خاکستری یا صورتی دارند. تیلاپیا معمولاً نسبت به دیگر گونه‌های پرورشی آب شیرین نسبت به کمبود اکسیژن آب، شوری بالا، دمای بالا و مقدار بالای آمونیاک در آب محل پرورش مقاوم‌تر است.

واژگان کلیدی: زرماهیان، ماهیان سیکلاید، اکولوژی

A review of the physiology and biology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)

Mohammad Forouhar Vajargah[1*], Mehdi Bibak[1], Masoud Sattari[1,2]

1-Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

Abstract

Tilapia is the name of a group of cichlid fish living in Africa that in the last half century, aquaculture in the tropics and subtropics have begun to breed tilapia (commonly known as). Cultivated species of tilapia can usually be distinguished from each other by different patterns of strips on the caudal fin. Nile tilapia have brightly colored stripes on their caudal fins. Adult male Nile tilapia have gray or pink pigments on their throat. Tilapia are usually more resistant to hypoxia, high salinity, high temperatures, and high levels of ammonia in the breeding water than other freshwater farmed species.

Keywords: ***Oreochromis*, Cichlid fish, Ecology**

مقدمه

ماهی تیلاپیای نیل یکی از اولین گونه‌هایی بود که توسط بشر پرورش داده شد. نمایه‌هایی که از گورهای باستانی در مصر به قدمت ۳،۰۰۰ سال وجود دارند بیانگر این هستند که پرورش این ماهی حداقل تا به این تاریخ در تمدن ما ریشه دارد. از این ماهی همچنین به عنوان ماهی سند پیتر نیز یاد شده است چرا که وی در باب سنت پیتر انجیل از آن به عنوان "غذای امت" نام برده است. تیلاپیای نیل امروزه هم بیشترین حجم پرورش را در میان گونه‌های تیلاپیای مورد پرورش در آفریقا دارد. معرفی این گونه به ایران در سال ۱۳۷۸ انجام شد و پرورش پایلوت آن در منطقه بافق یزد انجام شد. این مسئله واکنش شدید فعالان محیط زیست را برانگیخت چرا که تیلاپیا می‌تواند با ورود به آب‌های غیر بومی به عنوان یک ماهی انگل عمل کرده و برای اکوسیستم منطقه و ماهی‌های بومی ایجاد مشکل کند. علی رغم این کشمکش‌ها که کماکان ادامه دارد امروزه برای پرورش این گونه در سیستم‌های تماماً مدار بسته مجوز صادر می‌شود.

ویژگی‌هایی که این گونه را برای پرورش مناسب می‌کند توانایی تحمل کیفیت آب پایین و گسترده بودن طیف مواد غذایی طبیعی مورد استفاده توسط آنهاست. محدودیت‌هایی که برای پرورش صنعتی این گونه وجود دارد عمدتاً وابسته به این مسئله است که تیلاپیای نیل در تحمل دمای آب حدود ۱۰ درجه سانتیگراد و زیر آن ناتوان است و بلوغ زودرس این ماهی باعث می‌شود پیش از رسیدن به اندازهٔ مورد تقاضای بازار تولید مثل کند اگرچه این مسائل درمورد گونه‌های غیر هیبریدی تیلاپیا و نژاد خالص تیلاپیای نیل صادق است و ایران هم به دلیل اینکه سهم زیادی از خاکش در مناطق گرمسیری قرار دارد مشکل تأمین دمای مناسب پرورش تیلاپیا را ندارد چه، استان‌هایی که در آن امکان پرورش تیلاپیا برای پرورش دهندگان به طور قانونی فراهم است عمدتاً گرمسیری هستند.

رده بندی

تیلاپیا نام گروهی از ماهیان سیچلاید مقیم آفریقاست. این گروه از سیچلایدها شامل ۳ سرده مهم از نظر توان پرورش توسط انسان است: Oreochromis زر ماهی، Sarotherodon: خاک اره دندان‌ها، وTilapia : تیلاپیا. ویژگی‌های بسیاری این سرده‌های را از یکدیگر متمایز می‌کند اما مهم‌ترین آنها ویژگی‌های تولید مثلی این ماهی‌هاست. تمامی گونه‌های تیلاپیا لانه سازی می‌کنند؛ تخم‌های لقاح یافته در این آشیانه توسط یک ماهی مولد محافظت میشوند. مهم است که به خاطر داشته باشید تیلاپیای نیل درواقع یک زرماهیست و به سرده تیلاپیا تعلق ندارد، نام علمی این ماهی *Oreochromis niloticus* به خوبی گویای این مسئله است. گونه‌های هر دو سرده زرماهی و خاک اره دندان اما اصطلاحاً mouthbrooder (دهان پرور) هستند. آن‌ها تخم‌ها را در یک آشیانه بارور می‌کنند اما به سرعت آنها را با دهان خود برمیدارند و در طول دوره‌ای که اصطلاحاً "برخوابی" نامیده می‌شود آنها را به مدت چند روز پس از خارج شدن از تخم در آنجا نگه می‌دارند. در زرماهیان تنها ماهی ماده دهان پروری می‌کند درحالی که در میان خاک اره دندان‌ها این عمل توسط هردو جنس انجام می‌شود.

در نیم قرن گذشته آبزی پروران در خطه استوایی و نیمه استوایی پرورش تیلاپیا (به معنای رایج مصطلح) را آغاز کرده‌اند. امروزه تمام مزارع تجاری مهم تیلاپیا خارج از آفریقا روی به پرورش زرماهیان آورده‌اند، و ۹۰ درصد از حجم تیلاپیای تجاری تولید شده خارج از آفریقا تیلاپیای نیل است. گونه‌های کمتر مورد پرورش شامل تیلاپیای آبی، تیلاپیای موزامبیک و تیلاپیای زنگبار هستند. نام‌های علمی گونه‌های تیلاپیا در طی ۳۰ سال گذشته دستخوش تغییرات فراوانی شده‌اند منجر به ایجاد سردرگمی شده‌اند. نام‌های علمی داده شده به تیلاپیای نیل *Tilapia nilotica* و*Sarotherodon niloticus* بودند. این ماهی امروزه به نام *Oreochromis niloticus* شناخته می‌شود.

ویژگی‌های ظاهری

شکل ظاهری تیلاپیا شباهت بسیاری به ماهی خورشیدی (sunfish) یا ماهی دهان کاغذی (crappie) است اما به سادگی می‌توان آنرا به دلیل داشتن یک خط جانبی غیر متصل که ویژگی خانوادهٔ ماهی‌های سیچلاید است شناخت. فرم بدن آنها فشرده از جانب است و باله‌های پشتی بلندی دارد. قسمت جلویی باله پشتی آنها به پر از برامدگی‌های تیز است. این تیغ‌های بر روی انتهای باله‌های خاطره و باله‌های مخرجی ماهی قابل مشاهده‌اند. معمولاً خطوط عمودی پهنی بر دو جانب نوزاد، انگشتک و گاهی بدن ماهی بالغ مشاهده می‌شود.

الگوهای نوارها و رنگ بندی (مورفولوژی)

گونه‌های پرورشی تیلاپیا را معمولاً می‌توان به کمک الگوهای متفاوت نوارهای روی باله دمیشان از یکدیگر بازشناخت. تیلاپیای نیل نوارهای پر رنگ افقی بر روی بالهٔ دمی خود دارند، در تیلاپیای آبی این نوارها منفصل‌اند، در تیلاپیای موزامبیک این نوارها یا وجود ندارند یا بسیار ضعیفند، تیلاپیای موزامبیک نر همچنین حفره‌های بینی رو به بالا دارد. الگوی رنگها بر روی بدن و باله‌ها ها همچنین ممکن است گونه‌ها را از یکدیگر متمایز کند. ماهی تیلاپیای نیل نر بالغ بر روی ناحیه حلقی خود رنگدانه‌های خاکستری یا صورتی دارند در حالی که تیلاپیای موزامبیک رنگبندی متمایل به زرد دارد. اگرچه معمولاً تمایز گونه‌های تیلاپیا بر اساس طیف رنگی بدن روشی مطمئن نیست چرا که محیط، مرحله بلوغ جنسی و منبع غذایی به طور ویژه شدت بیان رنگها را در پوست بدن آنها تحت تأثیر قرار می‌دهند.

تیلاپیای قرمز به دلیل شباهتش به ماهی سرخوی اقیانوسی بازار فروش بهتر و لاجرم محبوبیت بالایی میان پرورش دهندگان یافته است. اولین تیلاپیاهای قرمز با دست ورزی ژنتیکی تولید شدند. آن‌ها در اواخر ده ۶۰ میلادی در تایوان، در نتیجهٔ آمیزش یک تیلاپیای موزامبیک مادهٔ نارجی – قرمز رنگ تراریخته و یک تیلاپیای نیل معمولی پا به عرصه وجود گذاشتند. نام این ماهی جدید را تیلاپیای قرمز تایوانی نهادند. سویه دیگری از تیلاپیای سرخ در دهه ۷۰ میلادی در فلوریدا در نتیجهٔ آمیزش یک تیلاپیای ماده زنگبار با رنگ بندی معمولی و یک تیلاپیای نر موزامبیک به رنگ قرمز-طلایی ایجاد شد.

سویهٔ سومی از تیلاپیای قرمز در فلسطین اشغالی ایجاد شد که حاصل آمیزش یک تیلاپیای نیل تراریخته صورتی رنگ و یک تیلاپیای آبی وحشی بود. هر سه سویه اصلی یاد شده تا به امروز با دیگر نژادهای ناشناس تیلاپیای قرمز یا زر ماهیان دیگر آمیزش و ترکیب شده‌اند.

به همین دلیل اکثر تیلاپیاهای قرمز موجود در آمریکا نژادهایی ناخالص با منشائی نامعلوم دارند. ابهام و تغییرات مکرر در هنجارهای ثبت شده از ژنتیک تیلاپیای قرمز بدون مطالعات آزمایشگاهی بر روی رشد سر به سر دو رگه‌های تبار زای اصلی امروزه تولید کنندگان را با این مشکل مواجه ساخته که کدام سویه از این ماهی واقعاً رشد بهتری دارد؟

تولید مثل

در تمامی زرماهیان ماهی نر یک فضای گود به عنوان آشیانه بنا می‌کند. این آشیانه‌ها معمولاً در کف بستر آب در آب‌هایی کم عمق‌تر از ۳ پا بنا می‌شوند. در آنجا ماهی نر با چندین ماهی ماده لقاح انجام می‌دهد. در این فرایند پس از انجام یک مراسم تولید مثلی کوتاه ماهی ماده در آشیانه تخم ریزی می‌کند (حدود ۲ الی ۴ تخم نسبت به هر گرم از وزن ماهی مولد)، ماهی نر تخم‌ها را بارور کرده و سپس ماهی ماده آنها را برداشته و در دهان خود نگهداری می‌کند تا زمانی که از تخم خارج شوند. ماهی‌های از تخم خارج شده همچنان در دهان ماهی ماده می‌مانند تا زمانی که محتویات کیسه زرده خود را مصرف کنند. بعضاً این دهان پروری چند روز دیگر ادامه پیدا می‌کند تا زمانی که این ماهی توانایی تغذیه از محیط را بدست میاورد.

بلوغ جنسی تیلاپیا وابسته به عوامل محیطی، سن و اندازه است. ماهی‌های تیلاپیایی که در جمعیت‌های بزرگتر در استخرهای بزرگ یا برکه‌ها زندگی می‌کنند در ابعادی بزرگتر و سنی بالاتر نسبت به جوامع کوچکتر به بلوغ می‌رسند. به طور مثال تیلاپیای نیل در برکه‌های آفریقای شرقی تحت شرایط مساعد محیطی طی ۱۰ الی ۱۲ ماه با وزن ۳۵۰ تا ۵۰۰ گرم بالغ می‌شود. این اعداد برای ماهی‌هایی که در استخرهای پرورش نگهداری می‌شوند طی شرایط مساوی به ۵ الی ۶ ماه و ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم تغییر می‌کند. وقتی فرایند رشد کند است بلوغ در ماهی تیلاپیای نیل ۱ تا ۲ ماه عقب بیفتد، در مقابل ماهی‌های حاصل از زاد و ولد آنها ممکن است با وزنی زیر ۲۰ گرم متولد شوند.

استراتژی‌هایی که می‌توانند جلوی بالارفتن بیش از حد تراکم ماهی تیلاپیا را در استخرتان بگیرند

پرورش در قفس که باعث می‌شود تخم‌ها پیش از آنکه ماهی ماده بتواند آنها را بردارد به کف استخر سقوط کند.

پلی کالچر کردن تیلاپیا با یک گونه مهاجم مانند ماهی سوف دهان بزرگ (۴۰۰ هدد به ازای هر هکتار).

پرورش دادن مونوسکس ماهی نر در استخر نه فقط برای جلو گیری از زاد و ولد بیرویه بلکه به دلیل اینکه تیلاپیای نر دو برابر سریع‌تر از ماده رشد می‌کند.

روش‌هایی برای ایجاد استخری که تنها متشکل از تیلاپیای نر باشند

۱) جدا کردن ماهی‌های نر به صورت دستی بر اساس معاینه بصری پاپیلای تناسلی بچه ماهی (روش دستی)

۲) برقراری آمیزش میان دو گونه‌ای که فقط حاصل تولید مثلشان تیلاپیای نر باشد (مثلاً ماده نیل یا موزامبیک با نر آبی یا زنگباری).

۳) تغذیه ماهی‌های تازه از تخم درامده با غذای حاوی هورمون‌های جنسی نر به مدت ۳ تا ۴ هفته.

۴) تکنولوژی نر YY که در حال حاضر در حال توسعه است و یک گزینه تجاری نیست.

جنسیت یک انگشتک ۲۵ گرمی تیلاپیا را می‌توان با بررسی پاپیلای تناسلی که دقیقاً مجاور مخرج قرار دارد مورد بررسی قرار داد. در نرها پاپیلای تناسلی تنها یک دهانه دارد (مجرای ادراری-تناسلی) که هم ادرار هم مایعات جنسی را از خود عبور می‌دهد. در ماده‌ها اما تخم‌ها یک خروجی میزنای برای خود دارند. قراردادن یک قطره رنگ خوراکی یا بلو دو متیلن می‌تواند به تبیین پاپیلا و مجراهای آن کمک کند.

رفتار تغذیه‌ای و نیازهای غذایی

تیلاپیا طیف وسیعی از اوگانیسم‌های طبیعی را به عنوان غذا مصرف می‌کند که شامل پلانکتون‌ها، برخی ماکروفیت‌های آبی، لارو ماهی و بافت اورگانیک درحال پوسیدن می‌باشد. در شرایطی که از غذای مصنوعی برای تغذیه کامل تیلاپیا استفاده شود این ارگانیسم‌های طبیعی همچنان ۳۰ تا ۵۰ درصد رشد تیلاپیا را در سامانه‌های غیر متراکم تشکیل می‌دهند. تیلاپیاها اغلب پالیده خوار محسوب می‌شوند چرا که مبتوانند از پلانکتون آب تغذیه کنند. اگرچه ماهی تیلاپیا مانند ماهیان پالیده خوار واقعی با استفاده از خارهای آبششی مانند کپور نقره‌ای این کار را انجام نمی‌دهد. آبشش‌های تیلاپیا موکوسی ترشح می‌کنند که پلانکتون‌ها را در خود گیر می‌اندازد. این موکوس غنی شده از پلانکتون سپس بلعیده می‌شود. هضم مواد گیاهی در تیلاپیا در طول روده انجام می‌شود که معمولاً تا ۶ برابر طول بدن ماهی طول دارد. یک تیلاپیا در شرایط معمولی ۳۰ تا ۶۰ درصد از پروتئین موجود در جلبک هارا جذب می‌کند. جلبک‌های سبز-آبی فرایند هضم بهینه‌تری از جلبک سبز دارند. به طور کلی تیلاپیا به قدری غذای طبیعی را بهینه مصرف می‌کند که گله‌هایی اندازه ۲۷۰۰ پوند ماهی را می‌تواند در هر هکتار از یک استخر خاکی بدون نیاز به غذای مکمل تنها با کوددهی استخر پرورش داد. ارزش غذایی مواد غذایی طبیعی موجود در استخر اما اهمیت

ویژه‌ای دارد، این مسئله طبیعتاً شامل خال استخرهای پرورش متراکم که با غذای مصنوعی ماهی‌ها را تغذیه می‌کنند نیز می‌شود.

در استخرهایی با ضریب غذادهی بالا که تعویض آب کمی داشته (یا ندارند) مواد غذایی طبیعی موجود در آب تقریباً می‌تواند یک سوم از مواد مورد نیاز برای رشد تیلاپیا را تأمین کند. به طور کلی تیلاپیا هم پروتئین جانوری را به بهینگی گربه ماهی‌ها هضم می‌کند و هم پروتئین گیاهی را به خوبی جذب می‌کند، مخصوصاً اگر حاوی فیبر بالا باشند.

تیلاپیا همان ۱۰ آمینو اسید حیاتی‌ای را احتیاج دارد که بقیه ماهی‌های گرمابی معمولاً برای رشدبه آ«ها نیاز دارد و از نظر مقدار نیاز به آنها نیز با اکثرشان مشابه است. پروتئین مورد نیاز برای حداکثر رشد در ماهیان تیلاپیا بستگی به کیفیت پروتئین و اندازه ماهی دارد و تا اندازه ۵۰ درصد ضریب تبدیل در انگشتک آن‌ها گزارش شده است.

نیازهای محیطی

تیلاپیا معمولاً نسبت به دیگر گونه‌های پرورشی آب شیرین نسبت به کمبود اکسیژن آب، شوری بالا، دمای بالا و مقدار بالای آمونیاک در آب محل پرورش مقاوم‌تر است

نتیجه گیری

تیلاپیا ماهی خوبی برای پرورش دهندگان ماهی گرمابی برای تولید است. آن‌ها به راحتی تولید مثل می‌کنند، از طیف وسیعی از غذاهای طبیعی و مصنوعی استفاده می‌کنند، با کیفیت آب پایین کنار می‌آیند و به سرعت در آب‌های گرم رشد می‌کنند. این ویژگی‌ها به علاوه هزینه اولیه پایین، تیلاپیا را به بیشترین ماهی مورد پرورش در نواحی حاره‌ای و نیمه حاره‌ای کرده است.

منابع

Azami J., Mehdi R. (1395). 'Biological status and different perspectives of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) breeding in Iran', Journal of Aquatic Exploitation and Breeding, 5 (4), pp. 1-12. doi: 10.22069 / japu.2017.12783.1338 (In Persian).

Alizadeh M., and Bemani A. (2012). Environment Impact Assessment of tilapia (*Tilapia nilotica*) farming project in brachish water of Bafgh.

Biswas A.K., Morita T., Yoshizaki G., Maita M., and Takeuchi T. (2005). Control of reproduction in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) by photoperiod manipulation. Aquaculture, 243: 229-239.

Guerrero III R. (1998). Impact of tilapia introductions on the endemic fishes in some Philippine lakes and reservoirs. Aquaculture Asia. Bangkok, 3: 16-17.

Kour R., Bhatia S., and Sharma K.K. (2014). Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a successful biological invader in Jammu (J&K) and its impacts on native ecosystem.

مروری بر تون ماهیان و ارزش اقتصادی آن‌ها

محمد فروهر واجارگاه [۱*]، مهدی بی باک [۱]، محمد منصوری چرهی [۱]، مسعود ستاری [۱،۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا.
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

چکیده

تون ماهیان ماهیانی پلاژیک و دریایی هستند که گاهی توانایی مهاجرت به دلایل غذایی و یا تولید مثلی دارند. آن‌ها دارای ۱۵ جنس و ۴۹ گونه می‌باشند. این گروه از ماهیان جزء ماهیان مهم اقتصادی محسوب می‌شوند زیرا جزء مواد اولیه کارخانه‌های کنسروسازی هستند و به همین علت جایگاه مهمی در سبد غذایی جهان دارند. در سراسر جهان علاوه بر تولید کنسرو، تون ماهیان به شیوه‌های دیگری نیز مصرف می‌شوند که همین تنوع درمصرف تون ماهیان است که باعث افزایش استفادهٔ آن‌ها می‌شود. همچنین از امعاء و احشا و ضایعات آن‌ها در تولید پودر ماهی و یا تولید پروتئین‌های تک یاخته توسط مخمرها استفاده می‌شوند. صید این ماهیان در آب‌های جنوب کشور توسط دو بخش ماهیگیری سنتی و صنعتی انجام می‌شود.

واژگان کلیدی: تولید کنسرو، امعاء و احشا، صید

An overview of tuna and their economic value

Mohammad Forouhar Vajargah[1*], Mehdi Bibak[1], Mohammad Mansouri Chorehi[1], Masoud Sattari[1,2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

Abstract

Tuna are pelagic and marine fish with ability to migrate for food or reproduction. They have 15 genera and 49 species. This group of fish is considered as an economically important fish as the species provide raw materials of canning factories and therefore has an important place in the world food basket. All over the world, in addition to canned food, tuna is consumed in other ways, and it is this diversity in the consumption of tuna that increases their use. Their viscera and wastes are also used in the production of fish meal or the production of protozoan proteins by yeasts. These fish are caught in the southern waters of the country by both traditional and industrial fishing.

Keywords: Canned food production, Viscera, Fishing.

مقدمه

تون ماهیان از راسته Perciformes و خانواده Scombridae دارای ۱۵ جنس و ۵۲ گونه بوده و جنس *Thunnus* دارای ۸ گونه می‌باشد. همه اعضای خانواده تون ماهیان دریایی و پلاژیک بوده و در ناحیه میانی آب در لایه‌های بالایی (از سطح تا عمق ۳۰۰ متری) زندگی می‌کنند و گاهی مهاجرت‌های مهم غذایی یا تولیدمثلی انجام می‌دهند (Froese and Pauly, 2020) . تون ماهیان جزء ماهیان مهم اقتصادی برای اکثر کشورها بوده و باارزش‌ترین آبزیان اقتصادی از نظر صید صنعتی در آب‌های جهان هستند و به طور وسیعی در آب‌های دریاهای معتدله و گرمسیر به خصوص در اقیانوس آرام، اقیانوس اطلس و اقیانوس هند پراکنش دارند ولی در دریای مدیترانه و دریای سیاه و سایر نقاط هم یافت می‌شوند . (Arrizabalaga *et al*., 2012) گونه‌های سطح زیان درشت اقیانوسی از جمله تون ماهیان در آب‌های مناطق حاره‌ای اقیانوس‌های جهان زیست می‌کنند. این ماهیان توانایی مهاجرت طولانی را دارند که نشان دهنده روابط پیچیده آن‌ها با شرایط اقیانوسی هستند. این شرایط برای مراحل لاروی و ماهیان جوان و بالغین متفاوت است. لاروها و ماهیان جوان اکثر گونه‌ها بیشتر در آب‌های حاره اس زیست می‌کنند در صورتی که ماهیان بزرگ سال پراکندگی گسترده‌تری دارند (Kimaram *et al*., 2009) . برخلاف تون ماهیان ساحلی که اغلب اوقات خود را در فاصله کمی از ساحل می‌گذرانند، تون ماهیان اقیانوسی به صورت آزادانه در محیط اقیانوسی زندگی می‌کنند. تغییرات و پراکندگی این ماهیان کوچ رو بستگی به اختلافات بین تاریخچه زیست، الگوهای مهاجرت و زیستگاه‌هایی که تحت تأثیر شرایط محیطی ناپایدار از قبیل درجه حرارت، الگوهای جریانات دریایی و دسترسی به غذا می‌باشد، دارد. گونه‌های سطح زی درشت در مناطق وسیعی تخم ریزی می‌کنند و معمولاً در طول سال در آب‌های گرم سال و بیشتر به طور فصلی در عرض‌های بالاتر جایی که درجه حرارت بالای ۲۴ درجه سانتی گراد می‌باشد، وجود دارند. تمام تون ماهیان از نسبت تولید مثل بالایی برخوردار هستند . (Kimaram *et al*., 2009)

تون ماهیان و صید آن‌ها

صنعت تون ماهیان و شبه تون ماهیان به عنوان متغیری مهم اقتصادی و توسعه اجتماعی در کشورهای حوزه اقیانوس هند شناخته می‌شود و این صنعت به عنوان تأمین کننده بخش بزرگی از درآمد اقتصادی کشورهای ساحلی اقیانوس هند مطرح می‌شود(IOTC 2015) . تون ماهیان و شبه تون ماهیان با سهمی حدود ۸,۲ درصدی از کل صید دنیا نقش پررنگی در تأمین مواد اولیه صنایع شیلاتی در دنیا دارد.(Moreno and Herrera, 2013) برخلاف جایگاه تون ماهیان و شبه تون ماهیان در سبد صید کشور (سهم ۳۹,۷ درصدی این نوع ماهیان از کل صید کشور بر اساس گزارش‌های سالانه آمار صید کشور در سال ۱۳۹۶) و نقش مهمی که در امنیت غذایی کشور دارند به نظر می‌رسد این صنعت دارای راندمان مناسبی نباشد و موانعی در راه پویایی و راندمان مناسب این صنعت وجود دارد که مهمترین آن‌ها مشکلات در تأمین مواد اولیه (از نظر کیفیت، قیمت و تداوم و پایداری تأمین ماهی) می‌باشد. عدم عرضه پایدار تون ماهیان به دلیل نوسان در تخلیه تون ماهیان در ماه‌های مختلف سال در بنادر صیادی از یک سو و عدم کفاف کل مقدار تون ماهیان کشور با توجه به ظرفیت ۵۶۹ میلیون قوطی واحدهای کنسروسازی و مراکز فرآوری تون ماهیان که نیاز به حدود ۲۷۳ هزار تن می‌باشد (این در حالی است که کل صید تون ماهیان بدون احتساب ضایعات در سال ۱۳۹۴ به ۲۳۳ هزار تن رسیده است) از سوی دیگر موجب شده است که کمبود ۱۷,۱ درصدی ماده اولیه برای استفاده از ظرفیت کامل کارخانه‌های کنسروسازی و فرآوری مورد انتظار باشد. بنابراین کمبود تون ماهیان به عنوان ماده اولیه کارخانه‌های کنسروسازی و مراکز فرآوری محرز و وجود ظرفیت‌های بی مصرف در کارخانجات و عدم بهره برداری مناسب از ظرفیت‌های موجود مشهود می‌باشد (Sistani *et al*., 2018).

دور بودن صیدگاه‌های تون ماهین از محل صید تا مکان تخلیه و عدم نگهداری مناسب ماهی در شناورهای صیادی معمولاً دو عامل اصلی است که کیفیت ماهی به عنوان ماده اولیه را کاهش می‌دهد (Ward, 1994). ضعف در تولید محصولات متنوع با توجه به بازار هدف که دارای ارزش افزوده بالاتر است هم می‌تواند عاملی منفی بر حلقه تولید باشد. در حال حاضر در دنیا بیش از صدها نوع محصولات متنوع باارزش افزوده بالا از تون ماهیا شامل محصولات کنسروی، فیله و ... در بسته بندی‌های متنوع تولید و عرضه می‌شود. این در حالی است که در ایران طبق آمار دفتر موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تنها برای ۱۱ نوع محصول کنسروی پروانه صادر شده است که حدود ۸۰ درصد پروانه‌های صادره مربوط به کنسرو تون در روغن بوده است. ۸۴,۲ درصد از کل تولیدات محصولات تون ماهیان به تولید انواع کنسرو اختصاص دارد و سهم سایر محصولات غیر کنسروی از جمله ماهی تازه، فیله بسته بندی تون ماهیان زیر ۱۵ درصد بوده است که از این مقدار (سهم محصولات غیر کنسروی تون ماهیان) ۶۷ درصد مربوط به ماهی تازه تون و فقط ۳,۸ درصد مربوط به فیله بسته بندی تون ماهیان اختصاص داشته است و سهم تولی سایر محصولات غیر کنسروی تون ماهیان مانند فیله سوخاری تون ماهیان که دارای ارزش افزوده بالاتری در مقایسه با محصولات منسروی هستند بسیار ناچیز بوده است(Sistani *et al*., 2018) . با توجه به اهمیت اقتصادی تون ماهیان این ماهیان همواره با خطر صید بی رویه رو به رو هستند. میانگین صید تون ماهیان (تون ماهی، شبه تون ماهی و نیزه ماهی) در آب‌های جنوب کشور و استان سیستان و بلوچستان برای دوره مطالعه ۱۳۷۶ -۱۳۹۶ به صورت معنی داری طی دو دهه گذشته افزایش یافته است. میزان صید بی رویه تعداد کل آبزیان در آب‌های جنوب کشور و استان سیستان و بلوچستان طی دو دهه گذشته روند افزایشی داشته و میزان صید بی رویه (تعداد) کل صید در مناطق یادشده به وضعیت متوسط (رنگ زرد) بوده و برای میزان صید بی رویه (تعداد) صید تون ماهیان در جنوب کشور و استان سیستان و بلوچستان حالت حداقل (رنگ آبی) وجود داشته و از میانگین صید بی رویه (تعداد) کل صید آب‌های جنوب کشور کمتر می‌باشد. با توجه به شرایط و وضعیت اشاره شده، به نظر می‌رسد با رعایت الزامات صید پایدار، بتوان میزان صید از سطح زیان درشت و تون ماهیان در جنوب کشور را افزایش داد(Hashemi and Dostdar, 2020) . صید بی رویه با بهره برداری شدید از اجتماع ماهیان اقتصادی می‌تواند بر کل زنجیره غذایی تأثیر بگذارد.(Travers *et al*., 2010) صیادی دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر ذخایر آبزی و کل اکوسیستم بوده و ازجمله اثرات مستقیم بر روی ساختار اجتمتع، رشد، تولیدمثل و توزیع گونه‌های هدف (Hashemi *et al*., 2018) و نیز اثرات غیرمستقیمی بر روی جمعیت‌های گونه‌های بی مهره و ماهیان غیرهدف و زیستگاه آن‌ها دارد(Arias-Gonzalez *et al*., 2004) . همچنین صیادی ساختار و کارکرد شبکه‌های غذایی اکوسیستم‌های دریایی را دچار تغییر می‌کند (Hashemi & Ghasemzadeh, 2019) و فشار ماهیگیری بر روی گومه‌های ماهی هدف از طریق رقابت، شکار و کاهش دسترسی به مواد غذایی برای شکارچیان بر کل اکوسیستم تأثیر می‌گذارد(Mashjoor & Kamrani, 2015) .

تون ماهیان و ارزش اقتصادی آن‌ها

آمار روشنی از شکل مصرف تون ماهیان در ایران وجود ندارد ولی می‌توان گفت که این گروه از ماهیان عمدتاً برای تولید کنسرو مصرف می‌گردد و درصد ناچیزی در نوار ساحلی جنوب کشور مصرف غیر کنسروی دارد البته برخی محققین بر سرانه مصرف کنسرو تون ماهیان مطالعه کرده‌اند برای مثال عادلی و شعبانپور (۱۳۸۶) سرانه مصرف کنسرو را ۱,۱ کیلوگرم از ۱۳,۳ کیلوگرم و حاجی محمدی (۱۳۸۱) سرانه مصرف کنسرو تون ماهیان را برای شهروندان تهرانی ۳۷,۶ درصد از کل سبد مصرف آبزیان بیان کرده‌اند. حسینی و همکاران (۱۳۹۵) کنسرو تون را بعد از ماهی تازه و زنده به عنوان سومین اولویت برای خریداران شهر ساری بیان کرده‌اند.

بر اساس آمار سال ۱۳۹۵ حدود ۱۳۴ واحد تولید کنسرو تون با ظرفیت ۵۶۹ میلیون قوطی در سطح کشور وجود دارد همچنین حدود ۱۴۷ واحد فرآوری آبزیان با ظرفیت ۲۳۰۷ تن در روز وجود دارد که تعداد کمی از این واحدها مبادرت به عمل آوری تون ماهیان می‌کنند(Statistical Yearbook of Iran Fisheries Organization, 2016) . مبدأ اصلی تأمین مواد اولیه کارخانه‌های کنسرو سازی، مراکز فرآوری با محصولات تازه تون ماهیان و شبه تون ماهیان عرضه شده در بازار به ترتیب استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان می‌باشد(Mojahedi, 2009) .

استفاده از ضایعات تون ماهیان

میزان تولید تون ماهیان در سال ۱۳۸۴ در حدود ۱۸۰۰۰۰ تن بوده است (Statistical Yearbook of Iranian Fisheries 2010 - 2000). اگر ضایعات مربوط به این گونه‌ها بین ۴۰ تا ۴۵ درصد در نظر گرفته شود (مربوط به ضایعات سر و دم و امعاء و احشا) ضایعات تولید شده بین ۷۲۰۰۰ و ۸۱۰۰۰ تن خواهد بود. در مراکز عمل آوری تون ماهیان، ضایعات حاصل از امعاء و احشا جمع آوری شده و در نهایت به کارخانه‌های پودر جهت تهیه پودر ماهی انتقال داده می‌شود. اگر ضایعات تولید شده به طور صحیح مدیریت شده و به عنوان سوبسترای غنی از پروتئین جمع آوری و پس از آماده سازی اولیه و هضم آنزیمی به بک بیوراکتور زیستی هدایت گردد می‌توان محصولات متنوعی با پایه میکروبی تولید کرد و با اهداف گوناگون مورد استفاده قرار داد. (Safari and Yaghoubzadeh, 2013).

منابع

Adeli A., and Shabanpour B. (2007). A Study of Changing the Behavior of Tehran Citizens in Aquatic Consumption. Scientific Journal of Fisheries. Volume 16 Number. 2 p. 117. (In Persian).

Arias-Gonzales E. J., Nunes-Lara E., Gonzales-alas C. and Galzin R. (2004). Trophic models for investigation of fishing effect on coral reef ecosystems. Ecological Modelling. 172: 197–212.

Arrizabalaga H., Murua M. and Majkowski J. (2012). Global status of tuna stocks: summary sheets. Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia, 19(8): 645-676.

Haji Mohammadi R. (2002). Presenting methods to improve fisheries management in order to improve aquaculture production, quality, distribution and consumption in large cities of Iran (Case study in Tehran). Faculty of Industry, Amirkabir University of Technology, Master Thesis in Systems Management and Productivity, 73 p. (In Persian).

- Hashemi A, Dostdar M. (1399). Evaluation of uncontrolled catch of tuna (tuna, quasi-tuna and also tuna) in the southern waters of the country (Persian Gulf and Oman Sea) Scientific Journal of Marine Biology Volume 12 Number 45, (In Persian).

Hashemi S. A. and Ghasemzadeh J. (2019). Mean Trophic Level and Fishing inBalance index of fisheries landings in the Persian Gulf and Oman Sea. Iranian Journal of Ichthyology 6(4): 244-253.

Hashemi S.A., Taghavi Motlagh S. A., Hedayati A. and Fazli H. (2018). Fishingin-balance, mean trophic level, ratio of pelagic and demersal fish landings and piscivory indices of coastal fisheries landings in Iranian part pf the Caspian Sea. Iranian Journal of Ichthyology 6(2): 112-122

Hosseini S. M., Adeli A. And Vahedi M. (1395). A study of the pattern and tastes of fish consumers in Sari. Scientific Journal of Fisheries. 25: 103 - 112 (In Persian).

Froese R., and Pauly D. eds. (2020). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version. (02/2020), accessed at www.fishbase.org in November/December 2020.

IOTC (2015). Nominal tuna catches and efforts, 1951-2014 [Online]. Available at, http: //www.iotc.org/English/data/databases.

Kimaram F. (1379). Dynamics and population management of the yellow fin of the Oman Sea. PhD Thesis in Marine Biology. Islamic Azad University, Science and Research Branch, p.121. [in Persian]

Mashjoor S., and Kamrani E. (2015). Evaluation of the "fishing down marine food web" process in the north-west of Persian Gulf (Khuzestan Province) during the period of 2002–2011. Acta Oceanologica Sinica, doi: 10.1007/s13131-015-0726-4.

Mohajedi A. (2009). Introduction to tuna and quasi-tuna in Iran. Iran Fisheries Organization. First Edition. New publication. 87 p. (In Persian).

Safari R., Yaghoubzadeh Z. (2013). The use of yeasts to produce protozoan proteins from the intestines and organs of fish Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology (Vol. 27, No. 4). (In Persian).

Sistani M.A., Adeli A., Mira A. (1397). Identification of factors affecting the efficiency of the production chain of tuna value chain in Iran. Scientific Journal of Fisheries. Volume 28 Number 1, (In Persian).

Statistical Yearbook of Iran Fisheries (2000-2001). Iran Fisheries Planning and Development Office, Iranian Fisheries Organization (In Persian).

Statistical Yearbook of Iran Fisheries Organization, 2016 Statistics Unit of Program and Budget Office. Deputy for Management and Resources Development. First Edition. Tehran, 58 pages. [in Persian]

Travers M., Watermeyer K., Shanon L. J. and Shin, Y. J. (2010). Changes in food web structure under scenarios of overfishing in the southern Benguela: comparison of the Ecosim and OSMOSE modelling approaches. Journal of Marine Systems, 79: 101–111.

Ward D (1994). Microbiological quality of fishery products. In A. Martin (Ed.), Fisheries processing (pp. 1-17). London, UK: Chapman and Hall. DOI: 10.1007/978- 1-4615-5303-8-1

بررسی بیماری دهان قرمز در قزل آلا

محمد فروهر واجارگاه [۱*]، فاطمه مرادی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت
۲- گروه دامپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل، بابل

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

چکیده

در سال‌های اخیر عوامل بیماری زای متعددی سلامت آبزیان و به دنبال آن سلامت عمومی را تحت تأثیر خود قرار داده است. بیماری‌های باکتریایی از طریق مرگ و میر ماهی‌ها، کاهش رشد و افزایش دوره پرورش ضررهای اقتصادی فراوانی را متوجه پرورش دهنده می‌نماید .به‌طورکلی بیماری‌های ماهیان به دو دستهٔ بیماری‌های غیر عفونی (محیطی، تغذیه‌ای، ژنتیکی) و بیماری‌های عفونی تقسیم‌بندی می‌شوند که بیماری‌های عفونی به علت مسری بودن از جایگاه ویژه‌ای به لحاظ اهمیت برخوردار می‌باشند. یرسینیوزیس بصورت حاد و یا مزمن سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی را متوجه صنعت آبزی پروری بویژه گونه قزل آلای رنگین کمان می‌نماید. عامل ایجاد کننده این بیماری، باکتری گرم منفی به نام یرسینیا راکری است. این باکتری قادر است در تمام سنین ماهی قزل‌آلا عفونت‌زایی داشته باشد؛ لیکن، میزان تلفات در ماهیان بالغ به‌مراتب کمتر از بچه ماهیان می‌باشد که برای درمان ماهیان مبتلا به یرسینیوزیس، تترا سایکلین‌ها و سولفونامیدها را توأم به روش خوراکی (مخلوط با غذا) به ماهیان داده می‌شود.

واژگان کلیدی: یرسینیوزیس، سلامت آبزیان، باکتری گرم منفی

Evaluation of red mouth disease in trout

Mohammad Forouhar Vajargah*[1], Fatemeh Moradi[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Veterinary Medicine, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran.

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

Abstract

In recent years, several pathogens have affected aquatic health, followed by general health. Bacterial diseases through fish mortality, reduced growth and increased breeding period cause great economic losses to the breeder. In general, fish diseases are divided into two categories: non-infectious diseases (environmental, nutritional, genetic) and infectious diseases. Infectious diseases have a special importance due to their contagious nature. Aquaculture industry, especially the species of rainbow trout. The cause of this disease is a gram-negative bacterium called Yersinia rakrimi. This bacterium is capable of infecting salmon at all ages; However, the mortality rate in adult fish is much lower than in juvenile fish, which are given tetracycline's and sulfonamides orally (mixed with food) to treat fish with yersiniosis.

Keywords: Yersiniosis, Aquatic health, Gram-Negative bacteria

مقدمه

در سال‌های اخیر عوامل بیماری زای متعددی سلامت آبزیان و به دنبال آن سلامت عمومی را تحت تأثیر خود قرار داده است. رشد سریع صنعت آبزی پروری در سال‌های اخیر، منجر به بروز بسیاری از بیماری‌های باکتریایی در آبزیان شده که معمولاً بصورت طبیعی در آب حضور دارند اما تحت تأثیر شرایط استرس زا قدرت بیماری زایی می‌یابند. بیماری‌های باکتریایی از طریق مرگ و میر ماهی‌ها، کاهش رشد و افزایش دوره پرورش ضررهای اقتصادی فراوانی را متوجه پرورش دهنده می‌نماید.

به‌طورکلی بیماری‌های ماهیان به دو دستهٔ بیماری‌های غیر عفونی (محیطی، تغذیه‌ای، ژنتیکی) و بیماری‌های عفونی تقسیم‌بندی می‌شوند که بیماری‌های عفونی به علت مسری بودن از جایگاه ویژه‌ای به لحاظ اهمیت برخوردار می‌باشند. این دسته از بیماری‌ها از طریق ارگانیسم‌های پاتوژن (انگل، باکتری، ویروس، قارچ) پدید می‌آیند که در محیط مزرعه وجود دارند و یا توسط ماهیان حامل وارد محیط پرورشی می‌گردند (Nekoei Fard, 2010).

یرسینیوزیس که با نامهای بیماری دهان قرمز آنتروباکتریایی، دهان قرمز روده‌ای، دهان قرمز هگرمن، دهان قرمز، بیماری لکه خونی چشم آزاد ماهی، سپتی سمی یرسینیایی و دهان قرمز آنتریک نیز نامیده می‌شود، بصورت حاد و یا مزمن سالانه خسارات اقتصادی قابل توجهی را متوجه صنعت آبزی پروری بویژه گونه قزل آلای رنگین کمان می‌نماید. عامل ایجاد کننده این بیماری، باکتری گرم منفی به نام یرسینیا راکری است.

دوره کمون بیماری حدود یک هفته می‌باشد. شدت بیماریزایی این باکتری بستگی به خوصیات باکتری و شرایط میزبان دارد. این بیماری در تمام سنین رخ می‌دهد. در ماهی‌های با سایز کوچک و انگشت قد این بیماری بصورت حاد بروز می‌نماید و ماهی‌های با سایز بزرگ‌تر، فرم مزمن بیماری را نشان می‌دهند. میزان تلفات در ماهی‌های جوان از ۲٪ در هفته تا ۳۵٪ می‌باشد که وجود عوامل استرس زا در محیط پرورش از جمله کیفیت نامناسب آب، تراکم بالا، تغذیه نامناسب و دستکاریهای غیر ضروری و مکرر باعث افزایش تلفات در ماهیان مبتلا می‌گردد. التهاب همراه با خونریزی در ناحیه خلفی روده، پرخونی در اندام‌های داخلی، بزرگ شدن بافت‌های خون ساز همچون کلیه و طحال، شنای آهسته در سطح استخر، تیرگی بدن، آب آوردگی شکم، بی اشتهایی، عدم تعادل، خونریزی در قائده باله‌ها، قرمزی (خونریزی) نواحی دهان، سرپوش آبششی و سایر نواحی پوست از علائم بروز این بیماری می‌باشد. ممکن است تمامی علائم ذکر شده در تمام مبتلایان دیده نشود. بنابراین عدم مشاهده قرمزی دهان نمی‌تواند دلیلی بر رد بیماری باشد. به همین دلیل نام قدیمی دهان قرمز آنتروباکتریایی نام کاملاً علمی نبوده و اسامی یرسینیوزیس و سپتی سمی یرسینیایی جایگزین آن شده است ((Soltani, 2001. علت ایجاد این بیماری یا عامل باکتریاییست یا عامل شیمیایی.

عامل باکتریایی

عامل ایجادکنندهٔ این بیماری، باکتری یرسینیا راکری (*Yersinia ruckeri*) می‌باشد. باکتری فوق از طریق ماهیان آلوده، ماهی‌های وحشی، پرندگان و پستانداران منتقل می‌شود. در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد بیشترین تلفات و در دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد کمترین میزان تلفات و ابتلا رخ می‌دهد. این باکتری در محیط‌های آبی و در بین رسوبات زنده می‌ماند و در هر زمان می‌تواند ایجاد بیماری کند حتی گفته‌شده که باکتری در آب‌های گل‌آلود و لجنی می‌تواند تا ۲ ماه زنده بماند (Gangvar *et al.*, 2015). ماهیان به‌ظاهر سالمی که ناقل این بیماری هستند در دمای ۱۸-۱۵ درجه سانتی گراد شروع به ترشح باکتری کرده و بیماری به شکل بالینی ظاهر می‌گردد. همان‌طور که بیان شد در دمای کمتر از ۱۰ درجه میزان ابتلا و تلفات کمتر است. درصد بالایی (بیش از ۷۵ درصد) از ماهیان بهبودیافته تبدیل به حاملین بیماری می‌شوند و به‌صورت دوره‌ای

باکتری را از قسمت انتهای روده‌ٔ خود پخش می‌کنند. به‌طورکلی می‌توان گفت مهم‌ترین محل استقرار و منشأ این باکتری، ماهیان بیمار و میزبانان ناقل هستند و به نظر می‌رسد که انتقال بیماری از طریق جریان آب صورت می‌گیرد.

عوامل شیمیایی

عوامل اصلی تأثیرگذار شیمیایی بر آلودگی آب مزارع پرورشی به باکتری یرسینیا راکری، نیتریت، نیترات، آمونیاک، اکسیژن محلول و دمای آب می‌باشند. بیشترین و کمترین میزان همبستگی در بین فاکتورهای شیمیایی آب با آلودگی آن به یرسینیا راکری، به ترتیب متعلق به نیتریت و دمای آب می‌باشد. ب

علائم و نشانه‌ها

این بیماری به دو حالت حاد و مزمن در ماهیان بروز می‌نماید. علائمی که جهت تشخیص بیماری بکار برده می‌شوند را می‌توان از لحاظ نوع آن‌ها به ۳ دسته‌ٔ کلی تقسیم‌بندی کرد. قابل‌بیان است که ممکن است تمامی علائم ذکرشده در همه مبتلایان دیده نشود (Khoda shenas *et al*., 2015) و این احتمال وجود دارد که موارد فوق به‌صورت مشترک در ماهیان بیمار مشاهده نگردد(Babaalyan *et al*., 2014)

تغییرات رفتاری ماهی

شنای نامتعارف و نامنظم (چرخشی یا مارپیچی)، کندی حرکت، بی‌حالی و از دست دادن تعادل

علائم ظاهری ماهی

کدورت قرنیه، خونریزی در اطراف چشم‌ها، بیرون‌زدگی یا اصطلاحاً اگزوفتالمی یک یا دو طرفه‌ٔ چشم همراه با لکه‌های خونی در آن. تیرگی رنگ پوست همراه با قرمز شدن رنگ اطراف دهان، سرپوش آب‌ششی و قاعده‌ٔ باله‌ها (البته در مواردی ممکن است علائم قرمزی اطراف دهان مشاهده نشود. اتساع محوطه‌ٔ بطنی و بیرون‌زدگی مخرج

علائم داخلی ماهی

بزرگی و پرخونی طحال، آب‌آوردگی شکم، رنگ‌پریدگی و بزرگ شدن کبد، پرخونی کلیه و در مواردی خونریزی در اندام‌های داخلی مثل سطح کبد و قلب و خونریزی در انتهای روده. خونریزی در داخل دهان، فک، قاعده باله‌ها

فصل شیوع

با توجه به نتایج تحقیقات صورت گرفته، با کاهش اکسیژن محلول آب، میزان آلودگی آب به باکتری یرسینیا راکری افزایش می‌یابد. این کاهش اکسیژن می‌تواند در فصول گرم سال که میزان BOD (نرخ مصرف اکسیژن) افزایش می‌یابد و تقاضای اکسیژنی ارتقا پیدا می‌کند، مشهود گردد. از طرفی دیگر فاکتور دما که در فصل تابستان و در مناطقی که در این فصل نوسانات دمایی بیشتری دارند، موجب افزایش BOD شده که به دنبال میزان اکسیژن مصرفی افزایش و مقدار محلول آن کاهش می‌یابد؛ که این عوامل باعث بروز استرس در ماهی شده و می‌تواند افزایش احتمال آلودگی ماهیان به یرسینیوزیس را به همراه داشته باشد

سن و گونه‌های در معرض ابتلا

حساس‌ترین گونه به این بیماری قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌ویژه در اندازه‌ٔ انگشت قد می‌باشد و اندازه‌ٔ زیر یک گرم تا انگشت قدی (دامنه‌ٔ وزنی ۲۰-۱ گرم) بیشترین درصد آلودگی و اندازه‌ٔ بازاری و پرواری (وزن ۲۰۰ گرم به بالا) کمترین میزان آلودگی را به باکتری یرسینیا راکری نشان داده‌اند (۵). این باکتری قادر است در تمام سنین ماهی قزل‌آلا عفونت‌زایی داشته باشد؛ لیکن، میزان تلفات در ماهیان بالغ به‌مراتب کمتر از بچه ماهیان می‌باشد و علت آن را می‌توان به این عامل ارتباط داد که ماهیان

کوچک‌تر نسبت به عوامل بیماری‌زا حساس‌ترند و احتمال بروز بیماری و مرگ در آن‌ها بیشتر است. همچنین برخی از بچه ماهیان تا سنین بالاتر این عامل بیماری‌زا را با خود حمل می‌کنند و بیماری فوق به‌صورت مزمن در آن‌ها وجود دارد (ماهیان ناقل) لذا می‌توان این‌گونه گفت که در ماهی‌های با سایز کوچک و انگشت قد این بیماری به‌صورت حاد بروز می‌نماید و ماهی‌های با سایز بزرگ‌تر فرم مزمن بیماری را نشان می‌دهند. میزان تلفات در ماهی‌های جوان ۳۵-۲ درصد در هفته می‌باشد که وجود عوامل استرس‌زا در محیط پرورش از جمله کیفیت نامناسب آب، تراکم بالا، تغذیهٔ نامناسب و دست‌کاری‌های غیرضروری و مکرر باعث افزایش تلفات در ماهیان مبتلا می‌گردد.

تشخیص و درمان

همان‌طور که گفته شد ماهیان مبتلا اغلب دارای علائم بالینی چون شنای نامتعارف، تیرگی رنگ و جدا افتادگی از سایر ماهیان هستند. برای تشخیص این بیماری می‌توان از روش‌های باکتری‌شناسی، سرولوژیکی، آسیب‌شناسی و مولکولی استفاده کرد. بدین ترتیب که می‌توان از قدام کلیه، ثلث روده، محوطهٔ دهانی و آب نمونه‌گیری کرد و نمونه را بر روی محیط اختصاصی یرسینیا (Yersinia selective agar)کشت داد و آن را به مدت ۷۲-۴۸ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد نگهداری کرد و بعد از رنگ‌آمیزی گرم و انجام آزمایشات بیوشیمیایی توصیه‌شده، باسیل‌های گرم منفی با اکسیداز منفی و کاتالاز مثبت جهت استخراج DNA و تشخیص قطعی با انجام واکنش زنجیره‌ای پلی مراز مورداستفاده قرار گیرند.

به‌طورکلی برای درمان بیماری‌های ماهیان دو گام اصلی وجود دارد: ابتدا تشخیص بیماری و سپس شناسایی داروی مناسب و اندازه‌گیری مقادیر مورد نیاز آن برای درمان بیماری. ایمن‌سازی ماهیان از طریق افزودنی‌های غذایی می‌تواند یکی از راه‌کارهای سودمند جهت افزایش مقاومت ماهیان در مقابله با بیماری‌های باکتریایی محسوب گردد. برای درمان ماهیان مبتلا به یرسینیوزیس، تترا سایکلین‌ها و سولفونامیدها را توأم به روش خوراکی (مخلوط با غذا) به ماهیان داده می‌شود (Farehani, 2001).

منابع

Babaalian A. A. T., Abedian Amiri G., Khodadadi A., Keshavarz A.M (2014). Investigation of the role of environmental and physicochemical parameters affecting the prevalence of yersiniosis in *oncrohynchous mykiss* farms in Haraz region of Mazandaran province. Journal of Veterinary Clinical Research, Volume 5, Number 1, Pages 61-51, Spring 2014.

Ganjoor M. S.Z. Z., Mehrabi S. J., Gorjipour M.R., Habibollah A., Mohammadpour G., Salahi M., Mohammad M. (2015). A case report of Yersiniosis in Oncrohynchous mykiss in Kohkiluyeh and Boyer-Ahmad Provinces. Iranian Journal of Fisheries, Year 24, Issue 1, Pages 138-133, Spring 2015.

Khodashenas M., Mohammadian S. (2016). Enterobacterial red mouth disease (yersiniosis) with the bacterial agent Yersinia rocker. Published in 2016.

Nekoui F.A. (2010).Aquatic Animal Diseases, the importance of aquatic health management.2010

Farahani R(2001). Diseases of farmed trout. First Edition. Naghsh Mehr Publications, Tehran,. p.35.

Soltani M. (2001). Bacterial diseases of fish. University of Tehran. 130 p. [in Persian]

بافت‌شناسی تخمدان گور ماهی کویر Aphanius *kavirensis* Esmaeili, Teimori, Gholami & Reichenbacher, 2014 از چشمه علی دامغان

زانیار غفوری [1*]؛ سهیل ایگدری [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

Email: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir

چکیده

در پژوهش حاضر روند توسعه و تکامل تخمدان گور ماهی کویر *Aphanius kavirensis* طی ۷ ماه نمونه‌برداری مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها پس از صید به وسیله توردستی، تکوین گنادها براساس ویژگی‌های مورفولوژیک و بافت‌شناسی بررسی شدند. تهیه مقاطع بافتی براساس روش معمول پارافینه تهیه شدند. نتایج نشان می‌دهد تخمریزی این گونه به صورت محدود و در ماه‌های اردیبهشت و خرداد انجام می‌شود و شکل تخمدان به صورت کیسه‌ای و اووژنز در ۶ مرحله اتفاق می‌افتد. مرحله اول شامل اووگونی‌های کوچک و سفیدرنگ هستند. مرحله دوم، دارای دو مرحله رشد و هسته به صورت گرد در دیواره داخلی قرار دارند. بیشترین رشد اووسیت‌ها در مرحله سوم یعنی زرده‌سازی انجام می‌شود که تخمدان‌ها بزرگ و زرد رنگ بودند و سه لایه تخمک قابل تشخیص بود. در مرحله چهارم مهاجرت وزیکول اتفاق می‌افتد، تخمک‌ها شروع به آبگیری می‌کنند و قطر آن‌ها افزایش می‌یابد. در مرحله پنجم تخمک‌ها به حالت سیال درآمده و آماده تخمریزی می‌شود. در مرحله ششم تخمریزی انجام شده و لایه‌های فولیکولی خالی می‌باشد. براساس پژوهش حاضر مرحله یک و دو در ماه‌های دی و بهمن، مرحله سوم در ماه اسفند، مرحله چهارم و پنجم در ماه‌های فروردین، اردیبهشت و خرداد است.

واژگان کلیدی: تخمک، کپوردندان‌دار، رسیدگی تخمدان، آفانیوس

Histological assessment of Gonadal *Aphanius kavirensis* in Cheshme Ali Spring in Damghan

Zanier Ghafouri[1*], Soheil Eagderi[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email: zaniar.ghafouri@ut.ac.ir

Abstract

In the present study, the development and evolution of *Aphanius kavirensis* ovaries during 7 months of sampling was investigated. After sampling by dip net, the samples were examined for gonad development based on morphological and histological characteristics. Tissue sections were prepared according to the usual paraffin method. The results show that spawning of this species begins in May and June and the ovary forms a sac and oogenesis occurs in 6 stages. The first stage consists of small and white oogonia. The second stage has two stages of growth and the nucleus. The highest oocytes growth occurs in the third stage or vitellogenesis where the ovaries were large and yellow, and three layers of follicle could be distiguished. In the fourth stage, vesicle migration occurs, the oocytes begin to dehydrate and increase in diameter. In the fifth stage, the oocytes fluid and ready to spawn. In the sixth stage, ovulation has been done and the follicular layers are empty. According to the present study, the first and second stages are in January and February, the third stage is in March, the fourth and fifth stages are in April, May and June.

Keywords: Oocyte, *Aphanius*, Ovarian development.

مقدمه

گونه‌های جنس آفانیوس به طور گسترده در زیستگاه‌های ساحلی و آب‌های شیرین داخلی در سراسر منطقه مدیترانه و خاورمیانه پراکنش دارند (Gholami *et al*., 2015). خانواده کپورماهیان دندان‌دار (Aphaniidae) از سازگارترین ماهیان آب‌های داخلی ایران شامل سه جنس *Aphanius*، *Aphaniops* و *Paraphanius* هستند. جنس *Aphanius* به عنوان متنوع‌ترین جنس این خانواده در آب‌های ایران شامل ده گونه است (Esmaeili *et al*., 2016). مطالعات متعددی در زمینه شناخت الگوهای تولیدمثلی و ساختار گنادها در طی سال‌های اخیر با استفاده از تکنیک و روش‌های جدید توسعه پیدا کرده است. یکی از این ابزارها برای تعیین مکانیسم تولیدمثل ماهیان بافت‌شناسی می‌باشد. مطالعه مراحل رشد گناد اهمیت زیادی در آبزی‌پروری، القاء تخمریزی و مطالعات هیبریدی دارد (Omotosho, 1993). به علاوه شناخت مراحل رسیدگی گناد برای اهدافی از قبیل تعیین مولدین بالغ (Bagenal, 1978)، تعیین پتانسیل تولیدمثل جمعیت‌های ماهی، ثبت دوره تولیدمثلی و طول دوره رسیدگی گناد به کار می‌رود (کریمی و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین مطالعات در زمینه زیست‌شناسی تولیدمثل ماهیان براساس مطالعات بافت‌شناسی در تعیین مراحل رسیدگی گناد، مشخص کردن جزئیات رشد و نمو اووسیت و تعیین مراحل رسیدگی از اولویت‌های تحقیقاتی در ماهیان به ویژه بومزاد است (Mendonaca, 2006). از این رو پژوهش حاضر با هدف مطالعه ریخت‌شناسی و بافت‌شناسی تخمدان گورماهی کویر Aphanius *kavirensis* و تغییرات آن در طی آبان تا خرداد در چشمه علی‌دامغان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

چشمه علی‌دامغان با ارتفاع ۱۹۸۰ متر از سطح دریا در شرق کوه‌های زاگرس (E ´05 °54 و N ´16 °36) قرار دارد. نمونه‌برداری این مطالعه از آبان ۱۳۸۳ تا خرداد ماه ۱۳۸۴ با استفاده از ساچوک به صورت ماهانه انجام شد. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، تخمدان‌ها تشریح و توزین شدند. سپس برش‌هایی از قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی تخمدان در محلول بوئن تثبیت شدند. نمونه‌ها برای مراحل مختلف آبگیری، تثبیت آن در پارافین، رنگ‌زدایی و شفاف کردن نمونه در داخل دستگاه Tissue processor قرار گرفته و در مرحله بعد قالب‌گیری آن‌ها و تهیه بلوک‌های پارافینی صورت گرفت و پس از اصلاح کردن بلوک‌ها، با استفاده از میکروتوم برش‌هایی با ضخامت ۵ میکرون تهیه شد. سپس نمونه‌ها توسط هماتوکسیلین ائوزین (روش Hariss) رنگ‌آمیزی شد (Johnson *et al*., 1998). نمونه‌ها سپس به وسیله میکروسکوپ مطالعه شدند.

نتایج

در این تحقیق تخمدان ۲۰۷ قطعه گور ماهی کویر بررسی شد. تخمدان این گونه از دو قسمت کیسه‌ای تشکیل شده و در امتداد حفره شکمی قرار دارد. زمان رسیدگی تخمدان دارای رنگ زرد یا طلایی، تخمک‌ها به صورت واضح و قابل تشخیص هستند. براساس ویژگی‌های بافت‌شناسی مراحل رسیدگی تخمدان این گونه به شش مرحله قابل تقسیم بود:

مرحله یک: اووگونیا و هسته کروماتینی: در این مرحله سلول‌های تخمک کروی کوچک با یک ناحیه محیطی نازک غیرقابل تشخیص و سیتوپلاسم کاملاً بازوفیلی است. هسته دارای یک هستک و کروماتین می‌باشد. اووگونیا در تخمدان‌های نابالغ وجود دارند. نسبت هسته به سیتوپلاسم زیاد بود و یک لایه بسیار نازک از بافت همبند که از تخمدان منشاء گرفته است هر اووگونیا را احاطه می‌کند (شکل ۱-الف).

مرحله دوم: پیش هسته: این مرحله خود دارای دو مرحله ابتدایی و انتهایی است. در مرحله ابتدایی رشد، سلول دارای سیتوپلاسم بازوفیلی، یک هسته بزرگ و یک هستک هستند. نسبت هسته به سیتوپلاسم بیشتر می‌شود و قطر هسته نسبت به

اووسیت بیشتر می‌شود. هسته در داخل اووپلاسم به صورت تصادفی قابل تشخیص است. در مرحله انتهایی، میزان سیتوپلاسم افزایش یافته و اووسیت از نظر اندازه بزرگ‌تر شده و افزایش قطر قابل تشخیص است (شکل ۱-ب).

مرحله سوم کورتیکال آئولی (وزیکول‌های زرده): اووسیت در مراحل ابتدایی زرده‌سازی است که از طریق افزایش ذرات ویتلین در سیتوپلاسم قابل تشخیص است. بیشترین رشد اووسیت در این مرحله اتفاق می‌افتد و بیشترین اندازه را دارد. سیتوپلاسم به صورت بازوفیل ضعیف است و هسته در قسمت مرکزی قرار دارد و دارای هستک‌های متصل به غشای هسته‌ای هستند. قطرات زرده به صورت توده‌ای افزایش یافته و تشکیل وزیکول‌های زرده‌ای را داده است. تعداد و اندازه کورتیکال آئولی در دو لایه مجزا غشای هسته‌ای و نزدیک غشاء تخمک‌ها افزایش یافت. در این مرحله سه لایه تکا، گرانولوزا و سلول‌های فولیکولی قابل تشخیص هستند. اووسیت‌ها در این مرحله شکل کروی تا بیضوی دارند. اندازه و تعداد هستک‌ها تغییر نمی‌کند ولی موقعیت آن‌ها تغییر می‌کند و به صورت تصادفی در هسته پراکنده می‌شوند.

مرحله چهارم: زرده سازی نهایی و مهاجرت هسته به سمت قطب حیوانی: در این مرحله ذرات زرده به شدت افزایش یافته و تشکیل توده‌های بزرگ‌تر می‌دهند. سیتوپلاسم پر از گرانول (پروتئین) و واکوئل‌های چربی به حداکثر اندازه خود می‌رسند. هسته به سمت قطب حیوانی حرکت می‌کند و غشاء هسته به تدریج محو و هستک‌ها مشاهده می‌شوند. لایه زونارادیاتا به صورت واضح قابل مشاهده است. در این مرحله اووسیت‌ها شروع به آبگیری می‌نمایند و قطر آن‌ها افزایش یافته و سلول‌های فولیکولی اطراف آن از اووسیت فاصله می‌گیرند.

مرحله پنجم: رسیدگی نهایی: در این مرحله تخمک‌های رسیده آزاد و تخم‌ریزی ماهی صورت می‌گیرد.

مرحله ششم: در این مرحله تخمدان دارای دو گروه سلولی یک گروه کوچک نابالغ و دیگری گروه بسیار بزرگ‌تر می‌باشد که تخمک‌های آتروفیه شده‌اند. اووسیت‌های آتروفیه دارای چروکیدگی بوده و واکوئل‌های زرده‌ای و ذرات چربی با یکدیگر تداخل یافته و دیواره سلولی تخریب شده است. سلول‌های فولیکولی پس از تخمک‌گذاری، متورم و تقسیم شده و فاگوسیتوز را نشان می‌دهند. این سلول‌ها در جذب تخمک‌های تحلیل رفته نقش دارند (شکل ۱-ه).

بعلاوه مراحل رشد تخمدانی براساس بررسی‌های ماکروسکوپی نیز به پنج مرحله زیر قابل تقسیم می‌باشد:

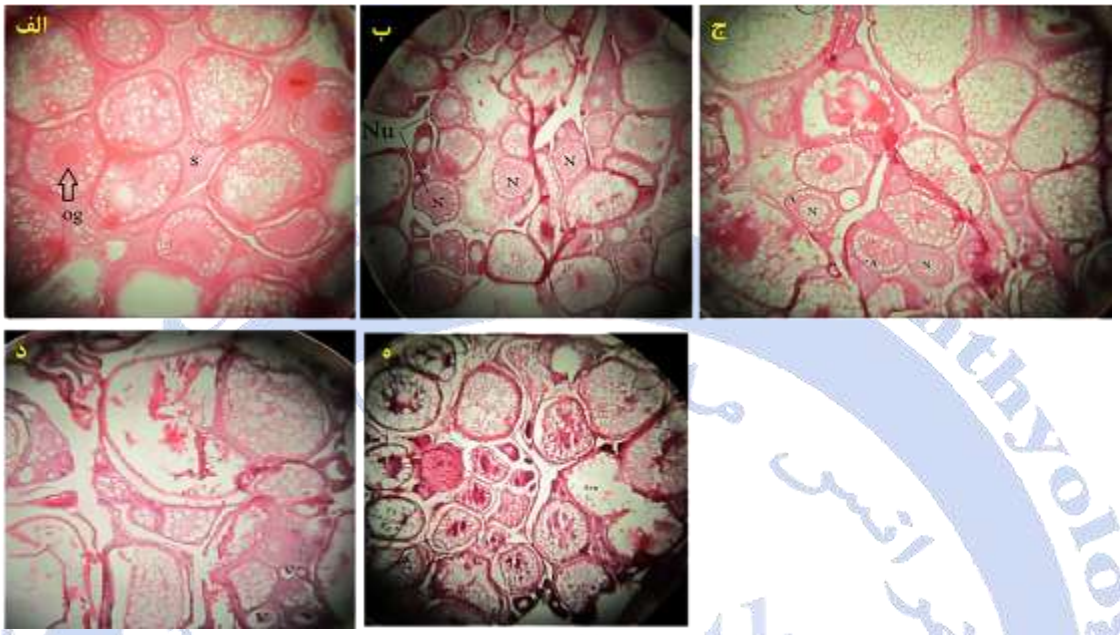
مرحله اول: نابالغ: گناد ماهی نابالغ است ظاهری کوچک، باریک و رنگ آن زرد کم رنگ مایل به سفید است. تخمک‌ها با چشم غیر مسلح دیده نمی‌شوند.

مرحله دوم: در حال تکامل: تخمدان‌ها حدود نیمی از حفره شکمی را اشغال کرده بودند. تخمدان‌ها در این مرحله رشد کردند اما هنوز آماده تخم‌ریزی نیستند. تحمدان‌ها شکلی مات داشتند.

مرحله سوم: در حال تخم‌ریزی یا بلوغ نهایی: در این مرحله تخمدان‌ها به طور کامل رشد یافته بودند و شروع فصل تولیدمثل است. اندازه تخمدان‌ها بزرگ و اغلب دارای اووسیت‌های بالغ بودند که به صورت ماکروسکوپی قابل مشاهده بودند.

مرحله چهارم: بازگشت یا تخم‌ریخته: در این مرحله تخم‌ریزی انجام شده و گنادها کوچک، چروکیده شده و به شکل کیسه تخلیه درآمده بود. تخمدان‌ها چروکیده و شل بود و دارای چند تخمک ریز بود.

مرحله پنجم: احیاء یا بازسازی: در این مرحله رگ‌های خونی کم شده. تخمدان کاملاً خالی و اندازه آن‌ها کوچک بود.



شکل ۱: روند تغییرات تخمدان گورماهی کویر *Aphanius kavirensis* (الف) *مرحله یک: اووگونی (og) و استرومای تخمدان (s)*، (ب) *مرحله دوم: هسته (N) و هستک (Nu)*، (ج) *مرحله سوم: هسته (N) و کورتیکال آئولی (A)*، (د) *شکل ۴: مرحله چهارم: مهاجرت وریکول زایگر به سمت قطب حیوانی* و (ه) *مرحله ششم: شامل اوسیت‌های طبیعی و آتروفیه* (AVO) (هماتوکسیلین-ائوزین).

بحث

بافت‌شناسی ابزاری قوی، خصوصاً برای مطالعات تولیدمثلی و فاکتورهایی مانند ویتلوژنین و مطالعات ریختی می‌باشد. مطالعات بافت‌شناسی شامل سطح هورمون‌های استروئیدی، سطح ویتلوژنین، تغییرات مورفولوژیک مانند تغییرات شاخص گنادوسوماتیک و مشخصات ثانویه جنسی و مطالعات آسیب‌شناسی بافتی است (Blazer, 2002). براساس تشابه‌های بین گونه‌ای مراحل رسیدگی تخمدان به پنج تا هشت مرحله مختلف تقسیم می‌شود (Aminaghaie and Esmaeili, 2017) که در این مطالعه در مورد گورماهی کویری نتایج میکروسکوپی رسیدگی تخمدان را ۶ مرحله نشان داد. براساس مطالعه Kamal و همکاران (۲۰۰۹) که بر روی تاریخچه زندگی *A. sophiae* در دو محیط زیستگاهی انجام داد با بررسی تغییرات شاخص گنادوسوماتیک و تغییرات قطر تخمک نشان داد که تخمریزی این گونه از فروردین‌ماه شروع شده و تا خرداد ادامه می‌یابد که مشابه یافته‌های بافت‌شناسی مطالعه حاضر است. در مرحله یک جنسی، اووسیت‌ها بسیار کوچک و به لحاظ رشد کم‌ترین نمو را دارند. در این مرحله هسته هر اووسیت که در سراسر آن یک یا چند کروماتین، هستک‌ها توزیع شده‌اند بیشترین بخش سلول را اشغال می‌کند و درون یک لایه سیتوپلاسمی قرار دارد. اووسیت و حجم سیتوپلاسم افزایش می‌یابد و حالت بازی بیشتر می‌شود. در مرحله دوم جنسی حجم سیتوپلاسم از هسته بیشتر می‌شود و هستک‌های کروماتینی نزدیک به غشاء هسته قرار می‌گیرند. در مراحل نهایی پیش هستکی لایه‌های تکا و گرانولوزا بین سیتوپلاسم و لایه فولیکولی مشاهده می‌گردد. در مرحله سه جنسی یا ویتلوژنز، شروع زرده‌سازی مشاهده شد. در قسمت پایانی این مرحله وزیکول‌های زرده در کل سیتوپلاسم قرار می‌گیرند. این مرحله معمولاً از اوایل اسفند ماه تا اواخر فروردین اتفاق می‌افتد. در مرحله چهارم جنسی مهاجرت هسته به سمت قطب حیوانی اتفاق می‌افتد و اختلاط وزیکول‌های زرده و قطرات چربی صورت می‌گیرد. اووسیت‌های بالغ با افزایش جذب آب آماده تخمریزی می‌شوند. این مرحله در ماه اردیبهشت قابل مشاهده بود. در مرحله پنجم لایه‌های فولیکولی گسسته شده و تخمک‌ها از حفره فولیکولی آزاد

می‌شوند و تخمریزی انجام می‌شود. پس از تخمریزی نیز ترکیب تخمدان شامل تعدادی از فولیکول‌های باقی مانده و تخمک‌های مرحله دوم و سوم رسیدگی می‌باشد. تخمک‌های مرحله سوم و چهارم پس از تخمریزی جذب می‌شوند. در این بررسی تخمدان گورماهی کویری روند رشد تخمدان و اووسیت تقریباً همه مراحل رسیدگی را به صورت یکنواخت طی و به بلوغ رسیدند به عبارت دیگر اووسیت‌ها همزمان بودند و تخمک مراحل قبل به صورت اندک وجود داشت. این وضعیت نشان می‌دهد که این گونه تخمریزی را یک بار در سال انجام می‌دهد و سپس به مراحل اولیه رسیدگی بر می‌گردد. نتایج مطالعات بافت‌شناسی و رسیدگی گناد این گونه مورد مطالعه مشابه نتایج Aminaghaie و Esmaeili (۲۰۱۷) در خوضه رودخانه کر بود.

منابع

کریمی، ش.، کوچنین، پ.، سلاطی ا.، گورانی‌نژاد، س. (۱۳۹۲). مطالعه تغییرات ساختار ماکروسکوپی و میکروسکوپی تخمدان شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) طی چرخه تولیدمثلی. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۲(۲): ۵۷-۶۵.

Aminaghaie S., Esmaeili H.R. (2017). Gonad morphology and histology of an endemic tooth-carp *Aphanius sophiae* (Heckel, 1847) from Iran. International journal of Aquatic Biology, 5(3): 193-200.

Bagenal T. B. (1978). Methods for Assessment or Fish Production in Freshwater. BlackWell Scientific Publisher, Oxford, London, UK. 365 p.

Blazer V.S. (2002). Histopathological assessment of gonadal tissue in Wild fishes. Fish Physiology and Biochemistry, 26: 85-101.

Esmaeili H.R., Masoudi M., Ebrahimi M., Elmi A. (2016). Review of *Aphanius farsicus*: a critically endangered species (Teleostei: Cyprinodontidae) in Iran. Iranian Journal of Ichthyology, 3(1): 1-18.

Johnson A.K., Thomas P., Wilson JR R.R. (1998). Seasonal cycles of gonadal development and plasma sex steroid levels in *Epinephelus morio* a protogynous grouper in the eastern Gulf of Mexico. Journal of Fish Biology, 52: 502-518.

Gholami Z., Esmaeili H. R., Reichenbacher B. (2015). New data on the Zoography of *Aphanius sophiae* in the Central Zagros. Journal of Limnologica 51: 70-82.

Kamal S., Bakhtiyari M., Abdoli A., Eagderi S., Karami M. (2009). Life-history variations of Killifish (*Aphanius sophiae*) populations in two environmentally different habitats in central Iran. Journal of Applied Ichthyology, 25: 474-478.

Mendonca A.E., Isidro G., Menezes M.R., Puiho O., Estacio S. (2006). New contribution to the Reproductive features of blue mouth *Helicolenus dactylopterus dactylopterus* from the north Atlantic (Azores archipelago). Science Marine, 70: 697-698.

Omotosho J.S. (1993). Morphological and histological features of gonadal maturation of *O. niloticus* (Linn). Trewavas Journal African Science Association, 36: 23-36.

تبارزایی مولکولی خانواده خفاش‌ماهیان (Actinopterigii: Acanthuriformes: Ephippidae)

مهدی قنبری فردی [۱*]؛ عدنان شهدادی [۲]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان
۲- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

Email: mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

چکیده

خانواده Ephippidae از ۸ جنس و ۱۵ گونه تشکیل شده است که جنس *Platax* با پنج گونه دارای بیشترین تنوع است و در منطقه هند-آرام گسترش دارد. روابط تبارشناختی بین گونه‌ها و جنس‌های این خانواده هنوز روشن نشده است. ۴۸ توالی مربوط به ۸ گونه از چهار جنس خفاش ماهی از طریق بانک ژنی در دسترس هستند که برای رسم درخت تبارزایی مولکولی خانواده Ephippidae در مطالعه حاضر استفاده شده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر و بررسی‌های استخوان شناسی، *Chaetodipterus* در دورترین فاصله نسبت به جنس‌های دیگر این خانواده قرار گرفت. سه جنس دیگر مطالعه شده *Ephippus*، *Platax* و *Tripterodon* در کنار یکدیگر تشکیل یک کلاد حمایت شده می‌دهند.. جنس *Platax* با توجه به موقعیت فیلوژنتیکی جنس‌های *Tripterodon* و *Ephippus* در بین گونه‌های *Platax* احتمالاً یک جنس پارافیلتیک است. سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* در یک خوشه و دو گونه دیگر خانواده *P. batavianus* و *P. pinnatus* در خوشه دیگری قرار گرفتند. تبارزایی مولکولی گونه‌های جنس *Platax* تاحدی منطبق بر ویژگی‌های دندانی و استخوان بندی باله‌ای اعضای این جنس است.

واژگان کلیدی: Ephippidae، تبارزایی مولکولی، ویژگی‌های استخوان شناسی

Molecular phylogeny of Ephippidae (Actinopteri: Acanthuriformes)

Mehdi Ghanbarifardi[1*]; Adnan Shahdadi[2]

1- Department of Biology, Faculty of sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.
2- Assistant Professor, Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences and Technology, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran.

*Email: mehdi.ghanbarifardi@science.usb.ac.ir

Abstract

The family Ephippidae consists of eight genera and 15 species. The genus *Platax* with five species distributed throughout Indo-Pacific, seemingly has more diversity than other genera of the family. Phylogenetic relationships among species and genera of the family, however, are not fully resolved. 48 sequences of eight species (four genera) of batfishes are available in the GenBank and have been used to construct the molecular phylogenetic tree of Ephippidae for the present study. Based on the analysis, a species of *Chaetodipterus*, *C. faber* is located at the farthest distance from other studied genera of this family. This positioning, confirms the previous morphological study based on osteology. Three other examined genera *Ephippus*, *Platax* and *Tripterodon* are grouped together under a supported clade. The genus *Platax* is probably a paraphyletic taxon regarding to the positions of the genera *Tripterodon* and *Ephippus* in the phylogenetic tree. Three species of *Platax*, *P. orbicularis*, *P. teira* and *P. boersii* are clustered together while two other species, *P. batavianus* and *P. pinnatus* are in another cluster. Molecular phylogeny of *Platax* species are somewhat consistent with the dental characteristics and fin ossification of the members of this genus.

Keywords: Ephippidae, Molecular phylogeny, Osteological features.

مقدمه

خانواده Ephippidae از ۸ جنس و ۱۵ گونه تشکیل شده است (Fricke *et al*., 2021) و در منطقه هند-آرام گسترش دارد (Heemstera *et al*., 2001). ۸ جنس خفاش ماهیان عبارتند از *Chaetodipterus* (۳ گونه)، *Ephippus* (۲ گونه)، *Parapsettus* (۱ گونه)، *Platax* (۵ گونه)، *Proteracanthus* (۱ گونه)، *Rhinoprenes* (۱ گونه)، *Tripterodon* (۱ گونه)، *Zabidius* (۱ گونه) (Nelson *et al*., 2016) که جنس *Platax* با پنج گونه دارای بیشترین تنوع است. در تمام افراد نابالغ جنس *Platax*، باله‌های پشتی و مخرجی به میزان زیادی طولانی و عمیق هستند و شبیه به بال های پرندگان می‌باشند اما با رشد ماهی نسبت باله‌ها کاهش یافته و شبیه به خفاش می‌شوند که ویژگی اصلی اعضای خانواده Ephippidae است (Kuiter and Debelius, 2001).

P. orbicularis از آب‌های شمال خلیج فارس از جمله شهرستان بوشهر (Pouladi *et al*., 2020; Paighambari and Daliri, 2012)، جزیره لارک در نزدیکی جزیره قشم (Assady *et al*., 2004) و بندر لنگه (Azhdari *et al*., 2010) و همچنین از سواحل دریای عمان شهرستان جاسک (Hashemi *et al*., 2013) گزارش شده است. *Ephippus orbis* از آب‌های بین جزیره خارک و شهر بوشهر نیز گزارش شده است (Blegvad and Løppenthin, 1944). *Ephippus orbis*، *Platax teira* و *P. orbicularis* همگی اعضای خانواده Ephippidae هستند که از بخش‌های جنوبی خلیج فارس (Carpenter, 1997) و دریای عمان (Randall, 1995; Al-Masroori *et al*., 2004) گزارش شده‌اند. چهار گونه از خانواده خفاش ماهیان از دریای عرب گزارش شده‌اند که عبارتند از *Ephippus orbis*، *P. orbicularis*، *P. teira* و *Tripterodon orbis* (Manilo and Bogorodsky, 2003). *P. orbicularis*، *P. boersii*، *P. teira* و *Tripterodon orbis* از دریای سرخ (Bogorodsky *et al*., 2014؛ Golani and Fricke, 2018) گزارش شده‌اند.

در مطالعه‌ای که با استفاده از دو ژن میتوکندریایی 12S و 16S روی آرایه‌های Acanthuroidei انجام گرفت (Tang *et al*., 1999) فقط دو جنس *Platax* و *Chaetodipterus* به عنوان نمایندگان خانواده Ephippidae در درخت تبارزایی مورد استفاده قرار گرفتند بنابراین بررسی دقیق روابط تبارزایی جنس‌های متعلق به این خانواده صورت نگرفته است. در یک بررسی جدیدتر روابط تبارزایی Acanthuroidei با استفاده از پنج ژن هسته‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است و نمایندگان خانواده Ephippidae دو جنس *Platax* و *Chaetodipterus* می‌باشند که در کنار یکدیگر و به عنوان تاکسون خواهری خانواده Drepaeidae معرفی شده‌اند (Holcroft and Wiley, 2008). تا حدی می‌توان گفت که تاکنون مطالعه جامع مولکولی روی نمایندگان خانواده Ephippidae صورت نگرفته است و روابط تبارزایی بین جنس‌ها و گونه‌های این خانواده به صورت محدود در مطالعات کلی مورد اشاره قرار گرفته است.

اگر چه گزارش‌های متعددی از این گونه در ایران و کشورهای همجوار وجود دارد اما روابط تبارزایی مولکولی گونه‌های خانواده Ephippidae بررسی نشده‌اند. هدف این مطالعه بررسی روابط تبارزایی مولکولی اعضای خانواده Ephippidae بر اساس داده‌های موجود در بانک ژن است.

مواد و روش‌ها

۴۸ توالی مربوط به ۸ گونه (۴ جنس، *Chaetodipterus*، *Ephippus*، *Platax*، *Tripterodon*) خفاش ماهی از طریق بانک ژنی در دسترس هستند (جدول ۱) و برای رسم درخت تبارزایی خفاش ماهیان استفاده شده‌اند. *Drepane punctata* با توجه به مطالعه مولکولی Acanthuriformes به عنوان برون گروه انتخاب شد (Holcroft and Wiley, 2008). درخت‌های تبارزایی با روش بیشینه درست نمایی (ML) (Felsenstein, 1981) و بیژین (BI) (Huelsenbeck *et al*., 2001) رسم شدند. تحلیل

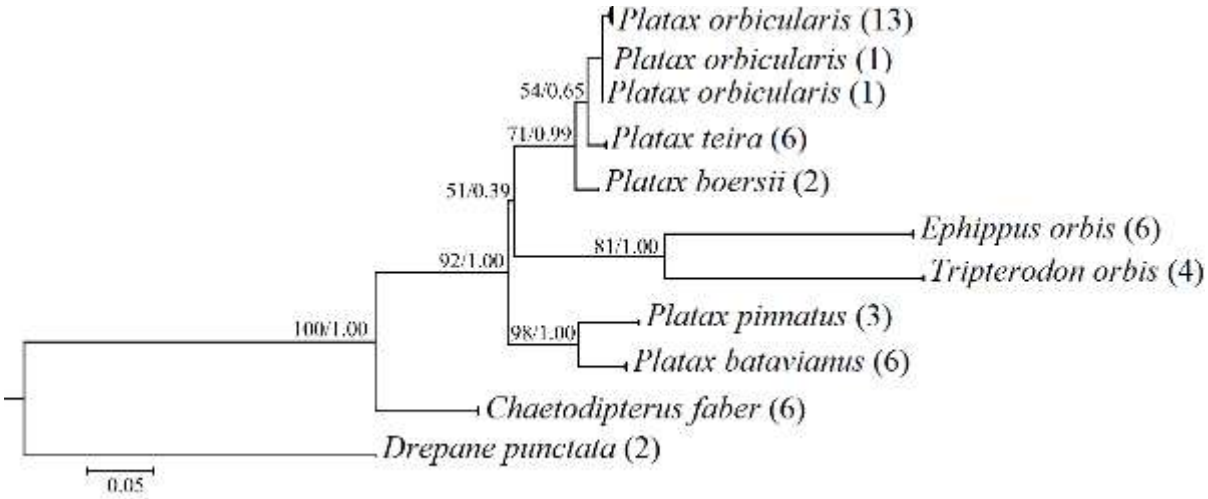
ML با استفاده از RAxML v.8.1.24 (Stamatakis, 2014) با ۱۰۰۰ تکرار بوت استرپ و تحلیل BI با استفاده از MrBayes v.3.2.6 (Ronquist *et al*., 2012) با ۱۰ میلیون نسل تکرار انجام شدند.

نتایج

داده‌های جدول ۱ شامل ۶۵۰ جفت باز که از این تعداد ۱۸۸ جفت باز متغییر و ۱۸۴ جفت باز دارای اطلاعات پاسیمونی بودند. هر دو درخت بیشینه درست‌نمایی و بیژین از نظر توپولوژی شبیه یکدیگر هستند، البته در طول شاخه‌ها و میزان حمایت با یکدیگر تفاوت‌هایی دارند. درخت تبارزایی مطالعه حاضر شامل دو کلاد اصلی است (شکل ۱) که در کلاد بالا سه جنس *Platax*، *Ephippus*، *Tripterodon* و در کلاد پایین یک جنس *Chaetodipterus* قرار گرفته است. سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* در یک کلاد و دو گونه *P. batavianus* و *P. pinnatus* در کلادی دیگر قرار گرفته‌اند. با توجه به نتایج تحلیل تبارزایی احتمالاً جنس *Platax* یک جنس پارافیلتیک باشد چون نمایندگان جنس‌های *Ephippus* و *Tripterodon* در بین اعضای جنس *Platax* قرار گرفته‌اند.

جدول ۱. آرایه‌ها و شماره‌های بازیابی توالی‌های مورد استفاده در تحلیل تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر.

ردیف	گونه	GenBank acc. numbers, COI
۱	*Chaetodipterus faber*	JQ365288, JQ365285, JQ365284, JQ365283, JQ365281, JQ365280
۲	*Ephippus orbis*	HQ564455, HQ564426, HQ149837, HQ149836, HQ149835, HQ149834
۳	*Platax batavianus*	HQ956562, DQ107767, DQ107770, DQ107768, DQ107771, DQ107769
۴	*Platax boersii*	JN313144, HQ564408
۵	*Platax orbicularis*	GU674288, FJ58385, FJ583852 FJ583856, FJ583854, FJ583855, MF123985, KF009644, MF123986, MH331825, JN021240, NC 013136, AP006825, KF930266
۶	*Platax pinnatus*	KP194929, FJ583857, FJ583858
۷	*Platax teira*	HQ149898, HQ149897, KY371964, KY371965, KJ129008, KJ129007
۸	*Tripterodon orbis*	JF494749, JF494748, JF494746, JF494747
۹	*Drepane punctata*	JN242500, JN242499



شکل ۱. روابط تبارزایی خانواده خفاش ماهیان (Ephippidae) حاصل از روش بیشینه درست‌نمایی یک ژن میتوکندریایی (COI). اعداد روی شاخه‌ها به ترتیب نشان دهنده بوت استرپ حاصل از آنالیز بیشینه درست‌نمایی و احتمال پسین از تحلیل بیژین می‌باشد. اعداد داخل پرانتز نشان دهنده تعداد توالی‌های مورد استفاده برای هر گونه است.

بحث

۵۹ صفت استخوان شناسی برای مقایسه خانواده‌ها و جنس‌های مربوط به Acanthuroidei مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مربوط به جنس‌های خانواده Ephippidae نشان داده که *Chaetodipterus* در دورترین فاصله نسبت به جنس‌های دیگر این خانواده قرار می‌گیرد (Cavalluzzi, 2000) و این مورد از درخت تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر (شکل ۳) نیز نتیجه گیری می‌شود. به علاوه مطالعه استخوان شناسی (Cavalluzzi, 2000) جنس‌های *Platax* و *Zabidius* را به عنوان آرایه‌های خواهری شناسایی کرده و *Tripterodon* و *Ephippus* را در کنار آن‌ها قرار می‌دهد. در مطالعه دیگری که با استفاده از دو ژن میتوکندریایی 12S و 16S روی آرایه‌های Acanthuroidei انجام گرفت (Tang *et al*., 1999) فقط دو جنس *Platax* و *Chaetodipterus* به عنوان نمایندگان خانواده Ephippidae در درخت تبارزایی مورد استفاده قرار گرفتند بنابراین امکان بررسی دقیق روابط تبارزایی جنس‌های متعلق به این خانواده وجود ندارد.

تاحدی می‌توان گفت که تاکنون مطالعه جامع مولکولی روی نمایندگان خانواده Ephippidae صورت نگرفته است و روابط تبارزایی بین جنس‌ها و گونه‌های این خانواده به صورت محدود در مطالعات کلی مورد اشاره قرار گرفته است. روابط تبارزایی Acanthuroidei با استفاده از پنج ژن هسته‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است و نمایندگان خانواده Ephippidae دو جنس *Platax* و *Chaetodipterus* می‌باشند که در کنار یکدیگر و به عنوان تاکسون خواهری خانواده Drepaeidae معرفی شده‌اند (Holcroft and Wiley, 2008).

در مطالعه حاضر توالی‌های نشانگر COI مربوط به ۴ جنس (۸ گونه) خانواده Ephippidae برای اولین بار جهت بررسی روابط تبارزایی خانواده مذکور مورد بررسی قرار گرفت. توالی‌های مورد استفاده در مطالعه حاضر از مطالعات DNA barcoding حاصل شده‌اند (Aguilar *et al*., 2020؛ Hou *et al*., 2018؛ Steinke *et al*., 2016؛ Valdez-Moreno *et al*., 2010؛ Ribeiro *et al*., 2012؛ Habib *et al*., 2017؛ Bamaniya *et al*., 2016). نتایج تحلیل مطالعه حاضر (شکل ۳) نشان می‌دهد که *P.*

orbicularis و *Platax teira* گونه‌های خواهری می‌باشند همچنین جنس *Platax* با توجه به جنس‌های *Tripterodon* و *Ephippus* یک جنس پارافیلتیک معرفی می‌شود.

پنج گونه معتبر جنس *Platax* در تحلیل تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفته‌اند (شکل ۱). در مطالعه مقایسه‌ای ریخت شناسی بین گونه‌های جنس *Platax*، چهار گونه *P. orbicularis*، *P. teira*، *P. boersii* و *P. pinnatus* از آب‌های ساحلی ژاپن گزارش و ویژگی‌های ریختی آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده است، همچنین *P. batavianus* از جزیره بورنئو با چهار گونه مذکور مورد مقایسه قرار گرفته است (Kishimoto *et al.*, 1988). دندان‌های آرواره‌ای، تعداد خارها و شعا ع های باله‌ای روی هر پرتوپایه (Pterygiophore) در مطالعه Kishimoto *et al.*, 1988 مورد مقایسه قرار گرفته‌اند که تفاوت‌ها و شباهت‌های بین پنج گونه تا حد زیادی منطبق بر نتایج درخت مولکولی بررسی حاضر است. در دو گونه *P. batavianus* و *P. pinnatus* برجستگی وسطی دندان‌های آرواره بسیار بزرگتر از برجستگی‌های کناری است ولی در سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* سه برجستگی دندان آرواره‌ای از نظر اندازه با یکدیگر تفاوت کمتری دارند البته دندان آرواره‌ای *P. teira* و *P. boersii* بسیار به یکدیگر شبیه هستند و نویسندگان مقاله یک شکل دندان را برای هر دو گونه در نظر گرفته‌اند و در تحلیل تبارزایی مطالعه حاضر نیز سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* در یک کلاد گروه بندی شده‌اند. شباهت دندانی *P. batavianus* و *P. pinnatus* منطبق بر ارتباط تبارزایی مولکولی مطالعه حاضر (شکل ۱) است که آن‌ها را در یک کلاد قرار داده است (شکل ۱).

افراد گونه *P. pinnatus* اگر چه دارای تنوع‌هایی هستند ولی همیشه اولین شعاع باله پشتی روی ششمین پرتوپایه و در *P. batavianus* اولین شعاع باله پشتی روی هفتمین پرتوپایه قرار گرفته است. سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* دارای حالت مشابهی می‌باشند و همیشه اولین شعاع باله پشتی روی پنجمین پرتوپایه قرار گرفته است (Kishimoto *et al.*, 1988). حالت مشابه صفت استخوان بندی باله پشتی در سه گونه *P. orbicularis*، *P. teira* و *P. boersii* دقیقاً در راستای موافقت با خوشه بندی این سه گونه در شکل ۱ است.

تعیین توالی نمایندگی از تمام جنس‌های خانواده Ephippidae تصویر بهتر و جامع‌تری از روابط تبارزایی این خانواده را مشخص خواهد کرد.

منابع

Aguilar R., Ogburn M.B., Weigt L.A., Driskell A.C., Macdonald K.S. and Hines A.H. (2020). Chesapeake Bay Barcode Initiative (CBBI): Fishes of the greater Chesapeake Bay. Submitted (MAY-2020) to the EMBL/GenBank/DDBJ databases (https://www.uniprot.org/citations/-6651190125915483841).

Al-Masroori H., Al-Oufi H., McIlwain J.L., McLean, E. (2004). Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. Fisheries Research, 69(3): 407-414.

Assady H., Behzadi S., Abdulmehdi I., Saeidmorady S., Mirzai A., Dehghani, R. (2004). A study on status of exploring stocks of Ornamental Fishes Iranian Fisheries Science Research Institut, Persian Gulf and Oman Sea Ecological Research Center.

Azhdari H., Taghavi A., Mortazavi M.S., Azhdari Z.H., Kamali I., Ghasemi Sh., Maghsodi A.M., Valinasab T., Tokhmafsan M., Gharra K., Mazlomi M. (2010). The effectiveness of artificial reefs for rehabilitation and production of fisheries in Iran, Iranian Fisheries Research Organization.

Bamaniya D.C., Pavan-Kumar A., Gireesh-Babu P., Sharma N., Reang D., Krishna G., Lakra W.S. (2016). DNA barcoding of marine ornamental fishes from India. Mitochondrial DNA Part A 27(5): 3093-3097.

Blegvad, H., Løppenthin B. (1944). Fishes of the Iranian Gulf. Danish Scientific Investigations in Iran, Einar Munksgaard Copenhagen, 247 p.

Carpenter K.E., Krupp F., Jones D.A. (1997). Living marine resources of Kuwait, Eastern Saudi Arabia, Bahrain, Qatar, and the United Arab Emirates. Food & Agriculture Organization.

Cavalluzzi M.R. (2000). Osteology, phylogeny, and biogeography of the marine fish family Ephippidae (Perciformes, Acanthuroidei), with comments on sister group relationships. The College of William and Mary.

Felsenstein J. (1981). Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. Journal of Molecular Evolution, 17(6): 368-376.

Fricke R., Eschmeyer W.N., Fong J.D. (2021). Eschmeyer's catalog of fishes: genera/species by family/subfamily. (http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp). Electronic version Updated 3 August 2021.

Froese R., Pauly D. (2021). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2021).

Habib K.A., Kim C.G., Oh J., Neogi A.K., Lee, Y.H. (2017). Aquatic Biodiversity of Sundarbans, Bangladesh. Korea Institute of Ocean Science and Technology (KIOST).

Hashemi S.H., Salarpouri A., Koosej N. (2013). A survey on fish fauna of Hormozgan Province mangrove protected areas in IUCN category from Persian Gulf and Oman Sea, National Conference of Persian Gulf Environmental Research.

Hou G., Chen W.T., Lu H.S., Cheng F., Xie, S.G. (2018). Developing a DNA barcode library for perciform fishes in the South China Sea: species identification, accuracy and cryptic diversity. Molecular ecology resources, 18(1): 137-146.

Huelsenbeck J.P., Ronquist F., Nielsen R., Bollback J.P. (2001). Bayesian inference of phylogeny and its impact on evolutionary biology, Science, 294(5550), PP: 2310-2314.

Kishimoto H., Hayashi M., Kohno H., Moriyama O. (1988). Revision of Japanese batfishes, genus *Platax*. Science Report of the Yokosuka City Museum 36: 19-38 [In Japanese, English summary].

Kuiter R.H., Debelius, H. (2001). Surgeonfishes, rabbitfishes and their relatives: a comprehensive guide to Acanthuroidei. TMC publishing, Chorleywood.

Paighambari S.Y., Daliri M. (2012). The by-catch composition of shrimp trawl fisheries in Bushehr coastal waters, the northern Persian Gulf. Journal of the Persian Gulf, 3(7): 27-36.

Pouladi M., Paighambari S.Y., Millar R.B., Babanezhad M. (2020). Length-weight relationships and condition factor of five marine fish species from Bushehr Province, Persian Gulf, Iran. Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 36(2): 457-461.

Randall J.E. (1995). Coastal fishes of Oman. University of Hawaii Press.

Ribeiro A.D.O., Caires R.A., Mariguela T.C., Pereira L.H.G., Hanner R., Oliveira C. (2012). DNA barcodes identify marine fishes of São Paulo State, Brazil. Molecular Ecology Resources, 12(6): 1012-1020.

Ronquist F., Teslenko M., Van Der Mark P., Ayres D.L., Darling A., Höhna S., Larget B., Liu L., Suchard M.A., Huelsenbeck J.P. (2012). MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. Systematic Biology, 61(3): 539-542.

Stamatakis A., (2014). RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. Bioinformatics, 30(9): 1312-1313.

Steinke D., Connell A.D., Hebert P.D. (2016). Linking adults and immatures of South African marine fishes. Genome, 59(11): 959-967.

Valdez-Moreno M., Vásquez-Yeomans L., Elías-Gutiérrez M., Ivanova N.V., Hebert P.D. (2010). Using DNA barcodes to connect adults and early life stages of marine fishes from the Yucatan Peninsula, Mexico: potential in fisheries management. Marine and Freshwater Research, 61(6): 655-671.

بررسی عوامل ویروسیKHV و SVC در مزارع منتخب پرورش ماهی قرمز (*Carassius auratus*) استان گیلان

محدث قاسمی [۱*]؛ جواد دقیق روحی [۱]؛ منیره فئید [۱]؛ محمد صیاد بورانی [۱]؛ سیدمحمدابراهیم جلیل ذریه زهرا [۲]؛ سمیه حقیقی کارسیدانی [۳]؛ سید فخرالدین میرهاشمی نسب [۱]؛ مهرداد اصغرنیا ۱؛ زهرا عینی زاده [۴]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی.
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
۳-گروه شیلات، واحد بندرانزلی، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرانزلی.
۴- گروه زیست شناسی و زیست فناوری جانوری، دریا و آبزیان، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران.

Email: mohades@yahoo.com

چکیده

صنعت آبزی پروری، یکی از صنایع رو به رشد در سراسر جهان است، به گونه‌ای که محصولات آن اعم از گونه‌های خوراکی و زینتی از اهمیت اقتصادی قابل توجهی برخوردارند. با توجه به نیاز فزاینده بازار عرضه و تقاضا، موضوعات مرتبط با سلامت آبزیان می‌تواند مانع از ادامه رشد این صنعت شود. لذا بدون توجه به اصول امنیت زیستی و مدیریت بهداشتی مزارع و انتقال غیر مسئولانه ماهیان بین مزارع کشور توسعه این صنعت امکان پذیر نبوده و می‌تواند به گسترش بیماری‌ها منجر گردد. بر اساس گزارش‌های صورت گرفته متعدد از تلفات ماهیان قرمز در مزارع استان گیلان، بررسی وجود یا عدم وجود پاتوژن‌های بیماری زای ویروسی به عنوان عوامل شاخص بیماری زایی در آبزیان، ضرورت می‌یابد. در این پژوهش، بیماری‌های ویرمی بهاره کپور (SVC) و بیماری هرپس ویروس کوی (KHV) که طبق دستورالعمل سازمان جهانی سلامت حیوانات (OIE) جزء بیماری‌های مسری لازم الاخطار هستند، به روش کشت سلولی، PCR، RT-PCR و آنتی بادی درخشان غیر مستقیم بررسی شدند. نتایج آزمایشات حاکی از عدم وجود RNA رابدو ویروس کارپیو و DNA هرپس ویروس کوی در نمونه‌های مورد آزمایش بود. به این ترتیب که در آزمایش PCR، باند ۴۷۰ bp مربوط به SVCV و باند ۲۹۲ bp مربوط به KHV در هیچیک از نمونه‌ها تأیید نشد. با توجه به نتایج به نظر می‌رسد که عوامل غیر ویروسی به عنوان علت اولیه تلفات ماهیان قرمز در مزارع مورد آزمایش بوده و با مدیریت بهداشتی مزارع قابل کنترل و پیشگیری می‌باشد.

واژگان کلیدی: ویرمی بهاره کپور، هرپس ویروس کوی، ماهی زینتی، آنتی بادی درخشان غیر مستقیم.

KHV and SVC viral agents in the selected goldfish farms, *Carassius auratus* in Guilan Province, northwest of Iran

Mohaddes Ghasemi[1*]; Javad Daghigh Roohi[1]; Monireh Faeed[1]; Seyed Mohammad Jalil Zorriehzahra[2]; Somayeh Haghighi Karsidani[3]; Seyed Fakhraddin Mirhashemi Nasab[1]; Mehrdad Asgharnia [1]; Zahra Eynizadeh[4]

1- Inland Waters Aquaculture Research center, Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Bandar-e Anzali, Iran.
2- Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3- Department of fishery, Bandar Anzali Branch, Islamic Azad University, Bandar Anzali, Iran.
4- Department of Animal Sciences and Marine Biology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

Email: mohades@yahoo.com

Abstract

The aquaculture industry is one of the growing industries worldwide, so that its products, including edible and ornamental species, have a considerable economic importance. Considering the increasing demand of fish products, several fish health-related issues have the potential to inhibit continued industry growth. Therefore, without hiring the principles of biosafety and health management of farms and irresponsible transfer of fish between farms, the development of this industry would be impossible and can lead to the diseases spread. According to numerous reports of goldfish mortalities in the main farms of Gilan province, it is necessary to monitor the existence of viral pathogens as critical pathogenicity causes in aquatic animals. In this study, spring viremia of carp (SVC) and koi herpesvirus disease (KHV) -which belongs to the OIE notifiable viral diseases- Were examined by cell culture, PCR, RT-PCR, and an indirect immunofluorescence antibody test (IFAT). The tests results showed the absence of the RNA of *Rhabdovirus Carpio* and the DNA of Koi herpes virus in tested samples. Thus, in PCR assay, 470 bp band related to SVCV, and 292 bp band related to KHV were not confirmed in any of the samples respectively. According to the results, it seems that non-viral factors are the primary causes of goldfish population loss in mentioned farms and can be controlled and prevented by health management procedures.

Keywords: Spring viremia of carp, Koi herpesvirus disease, Ornamental fish, Indirect immunofluorescence antibody test (IFAT).

اثر کوتاه‌مدت تغذیه با کنجاله بذر کتان بر عملکرد سیستم ایمنی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی

ساره قیاسی [۱]، بهرام فلاحتکار*[۱،۲]، میرمسعود سجادی [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه خزر، دانشگاه گیلان، رشت

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر کوتاه‌مدت تغذیه با کنجاله بذر کتان به عنوان منبع فیتواستروژن بر شاخص‌های ایمنی تاس‌ماهی سیبری *Acipenser baerii* انجام گرفت. به‌همین منظور، تعداد ۳۲ تاس‌ماهی پرورشی با میانگین وزن ۵۳/۳۸ ± ۹۵۵/۰۶ گرم به‌طور تصادفی در هشت مخزن فایبرگلاس (۵۰۰ لیتری) در چهار تیمار و دو تکرار توزیع و با جیره‌ای حاوی یکی از سطوح صفر (شاهد)، ۵ (F5)، ۱۰ (F10) و ۱۵ (F15) درصد کنجاله بذرکتان در جیره به‌مدت ۳۰ روز تغذیه شدند. در انتهای روز ۳۰ شاخص‌های ایمنی شامل تعداد گلبول‌های سفید، لایزوزیم، کمپلمان C3 و C4 و ایمنوگلوبولین M (IgM) بررسی شدند. نتایج نشان داد در ارتباط با تعداد گلبول‌های سفید و درصد افتراقی آن‌ها شامل تعداد لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود ندارد (P>۰/۰۵). سنجش میزان فعالیت لایزوزیم نشان داد افزایش معنی‌داری در تیمارهای F10 و F15 نسبت به تیمار شاهد وجود دارد (P<۰/۰۵). افزایش معنی‌داری در میزان C3 در تمام تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان مشاهده شد اما در ارتباط با C4 افزایش معنی‌دار فقط در بالاترین سطح تغذیه با کنجاله بذر کتان یعنی تیمار F15 وجود دارد (P<۰/۰۵). در هیچ یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری در ارتباط با IgM مشاهده نشد (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد تغذیه با کنجاله بذرکتان قادر به ایجاد تغییرات در پاسخ ایمنی تاس‌ماهی سیبری در کوتاه مدت می‌باشد.

واژگان کلیدی: فیتواستروژن، تغذیه، پاسخ ایمنی، ماهی خاویاری.

Short time effect of feeding with flaxseed meal on immune performance in farmed Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*

Sareh Ghiasi[1], Bahram Falahatkar[1,2 *], Mir Masoud Sajadi[2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to investigate the short term effects of feeding with flaxseed meal on immune performance of Siberian sturgeon *Acipenser baerii*. Thirty two farmed fish with average weight of 955.06 ± 53.38 g were randomly distributed in 8 tanks (500 L) in four treatments and two replicates and fed diets with different levels of flaxseed meal including 0 (control), 5 (F5), 10 (F10) and 15 (F15) percent for 30 days. The number of white blood cell, lysozyme, complement C3 and C4 and immunoglobulin M were determined at 30 days. Results showed there are no significant difference in white blood cell number, lymphocyte, monocyte, neutrophil and eosinophil (P>0.05). Lysozyme activity showed there was significant increase in F10 and F15 compare with the control group (P<0.05). The C3 increased in all flaxseed meal groups, while C4 showed a significant increase in the highest level of dietary flaxseed meal (P<0.05). There is no significant difference in IgM in all treatments (P>0.05). results of this study showed that feeding with flaxseed meal in Siberian sturgeon can changed the immune indices in short time.

Keywords: Phytoestrogen, Diet, Immune Response, Sturgeon.

مقدمه

تغذیه به‌عنوان یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر رشد و سلامت ماهی در مزارع پرورشی اهمیت ویژه‌ای دارد. دانه کتان (*Linum usitaissiumum*) که در زبان انگلیسی به نام‌های Flaxseed و Linseed شناخته می‌شود یکی از قدیمی‌ترین کشت و کارهای جهان بوده و زراعت آن به چند هزار سال قبل بر می‌گردد. به‌طور عام، دانه کتان حاوی ۴۲ تا ۴۶ درصد چربی، ۲۸ درصد فیبر خوراکی، ۲۱ درصد پروتئین، ۴ درصد خاکستر و ۶ درصد کربوهیدرات است. از سوی دیگر بذر کتان سرشار از اسیدهای چرب ضروری است به‌طوری که تا ۷۳ درصد از چربی موجود در روغن آن را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می‌دهند که شامل ۱۶ درصد اسیدهای چرب امگا ۶ (عمدتاً لینولئیک اسید) و ۵۱ تا ۵۵ درصد امگا ۳ (عمدتاً آلفا لینولنیک اسید) می‌باشد (Prasad, 2005). علاوه بر سطوح مناسب پروتئین و چربی، دانه کتان منبعی سرشار از لیگنان‌ها بوده که در این مورد ۵۷ تا ۸۰۰ برابر سایر گیاهان حاوی این ماده با ارزش است. عمده لیگنان‌های موجود در دانه کتان به صورت سکوایزولاریک رزینول-دی گلیکوزید (۷mg g^{-1}) است که نقش فیتواستروژنی دارد و نوعی استروژن گیاهی محسوب می‌شود (Singh *et al.*, 2011).

فیتواستروژن‌ها ترکیبات شبه استروژنی گیاهی می‌باشند که در گیاهان مختلف تولید شده و ماهیتی شبیه به هورمون ۱۷ بتا-استرادیول (E2) دارند (Knight and Eden, 1995). این ترکیبات با اتصال به جایگاه گیرنده‌های E2 در بافت‌های بدن منجر به بیان ژن آن هورمون و در نتیجه تغییر سطح آن در بدن می‌شوند. در یک آبزی‌پروری موفق علاوه بر تأمین غذای مناسب از نظر مواد مغذی و هزینه مقرون به‌صرفه، تهیه جیره‌ای که سلامت ماهی را نیز ارتقا دهد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه بیان می‌شود که پارامترهای ایمنی با هورمون‌های استروئیدی در تعامل هستند و تعدادی از ژن‌هایی که کدکننده پروتئین‌های ایمنی هستند به همراه ژن‌های کدکننده استروئیدهای جنسی بیان می‌شوند (Milla *et al.*, 2011)، به طوری که لکتین‌ها (Tokalov and Gutzeit, 2007)، لایزوزیم‌ها، کمپلمان C (Saurabh and Sahoo, 2008) و اینترلوکین‌ها (Yu *et al.*, 2009) در بافت گناد و کبد نیز مشاهده شده‌اند. از این رو، با توجه به نقش استروژنیک لیگنان‌های موجود در کنجاله بذر کتان در سنتز استرادیول به‌عنوان مهم‌ترین هورمون در ماهیان ماده از یک‌سو و ارزش غذایی کنجاله کتان از نظر اسیدهای چرب ضروری از سوی دیگر، مطالعه حاضر در نظر دارد با افزودن کنجاله بذر کتان به جیره تاس‌ماهیان ماده سیبری *Acipenser baerii* به عنوان یکی از با ارزش‌ترین گونه‌های پرورشی حاضر در کشور اثرات کوتاه‌مدت این ماده غذایی را بر شاخص‌های ایمنی بررسی کرده تا با آگاهی از آن منجر به بهبود وضعیت سلامت این ماهیان در محیط‌های پرورشی شود.

مواد و روش‌ها

در ابتدا به‌منظور سازگاری ماهیان با شرایط و محیط آزمایش، ماهیان به‌مدت ۱۴ روز در مخازن پرورشی درنظر گرفته شده با جیره فاقد کنجاله بذرکتان به‌میزان ۲ درصد وزن بدن در روز تغذیه شدند. پس از سازگاری، تعداد ۳۲ تاس‌ماهی سیبری ۲ ساله با میانگین وزن ۵۳/۳۸ ± ۹۵۵/۰۶ گرم و طول کل ۰/۷۹ ± ۶۵/۹۶ سانتیمتر به طور تصادفی انتخاب و در ۸ مخزن فایبرگلاس با حجم ۵۰۰ لیتر (حجم آبگیری ۴۵۰ لیتر) در ۴ تیمار و دو تکرار توزیع شدند (۴ ماهی در هر تانک). آب مورد نیاز مخازن با متوسط دبی ۱/۱۲ ± ۸/۷ لیتر بر دقیقه از چاه تأمین و در هر تانک دو سنگ هوا جهت تزریق اکسیژن قرار داده شد. میانگین دما و اکسیژن محلول در طی دوره به ترتیب برابر ۰/۸ ± ۱۶/۸۰ سانتیگراد و ۰/۵۶ ± ۸/۴ میلی‌گرم بر لیتر بود. ماهیان طی دوره پرورش تحت رژیم نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار داشتند. در طی ۳۰ روز دوره آزمایش، ماهیان با جیره آزمایشی حاوی کنجاله بذرکتان با یکی از چهار سطح صفر (شاهد)، ۵ (F_5)، ۱۰ (F_{10}) و ۱۵ (F_{15}) درصد کنجاله بذرکتان

در جیره تغذیه شدند (Taher *et al.*, 2014; Staykov *et al.*, 2015). جیره‌های آزمایشی به صورت ایزونیتروژنیک و ایزوانرژتیک بر پایه سطح پروتئین ۴۲ درصد و سطح انرژی ۲۱ $MJ\ kg^{-1}$ جیره توسط نرم افزار لینگو فرمول‌نویسی شدند.

به منظور تعیین تعداد گلبول‌های سفید و بررسی شاخص‌های ایمنی پس از بیهوشی، ۲ میلی‌لیتر خون از ساقه دمی ماهیان گرفته شد وتعداد گلبول‌های سفید (WBC) توسط لام هماسیتومتر به روش Yuan و همکاران (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد. همچنین جهت تعیین درصد افتراقی گلبول‌های سفید و شمارش تعداد لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل پس از تهیه گسترش خونی سلول‌ها با روش Blaxhall و Daisley (۱۹۷۳) شمارش شدند. فعالیت لایزوزیم سرم طبق روش توصیه شده Ellis (۱۹۹۰) و براساس روش کدورت سنجی اندازه گیری شد به‌طوری‌که تفاوت جذب نوری بین ثانیه ۱۵ و ۱۸۰ محاسبه شد و منحنی استاندارد با استفاده از رقت‌های لایزوزیم موجود در سفیده تخم مرغ رسم و میزان لایزوزیم بر حسب $IU\ L^{-1}$ به‌دست آمد. اندازه‌گیری میزان کمپلمان‌های C3 و C4 و IgM با استفاده از کیت تجاری مخصوص (پارس آزمون، کرج، ایران) و دستگاه اسپکتروفتومتری انجام شد.

به‌منظور بررسی آنالیز آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov–Smirnov و همگنی واریانس‌ها با آزمون Levene بررسی شد. سپس میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و تست Tukey به‌عنوان post hoc استفاده شد. اختلاف میانگین‌ها در کلیه موارد با سطح اطمینان $P<۰/۰۵$ تعیین شد.

نتایج

نتایج حاصل از تغییرات تعداد و درصد افتراقی گلبول‌های سفید در تاس‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله بذر کتان در ۳۰ روز پس از شروع آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

نتایج نشان داد در ارتباط با هیچ یک از پارامترهای مرتبط با گلبول‌های سفید شامل WBC و درصد افتراقی مونوسیت، لنفوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل تغییرات معنی‌داری بین تیمارهای تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله بذر کتان وجود ندارد ($P>۰/۰۵$). نتایج حاصل از تغییرات شاخص‌های ایمنی در تاس‌ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف کنجاله بذر کتان ۳۰ روز پس از شروع آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. سنجش میزان لایزوزیم نشان داد افزایش معنی‌داری در تیمارهای F10 و F15 نسبت به تیمار شاهد وجود دارد ($P<۰/۰۵$). در ارتباط با کمپلمان‌ها افزایش معنی‌داری در میزان C3 در تمام تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان مشاهده شد اما در ارتباط با C4 نتایج نشان داد افزایش معنی‌دار فقط در بالاترین سطح تغذیه با کنجاله بذر کتان یعنی تیمار F15 وجود دارد ($P<۰/۰۵$). همچنین در ارتباط با IgM تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

جدول ۱: تعداد و درصد افتراقی گلبول‌های سفید در تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پس از تغذیه با سطوح مختلف کنجاله بذر کتان ۳۰ روز پس از شروع آزمایش. تمامی داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده‌اند؛ تعداد برای هر تیمار ۸ عدد.

کنجاله بذر کتان ($g\ kg^{-1}$)	WBC ($Cell\ mL^{-1}$)	لنفوسیت (٪)	نوتروفیل (٪)	مونوسیت (٪)	ائوزینوفیل (٪)

شاهد	۴۲۰۰/۰۰ ± ۱۷۰/۰۰	۷۵/۰۰ ± ۰/۸۵	۲۰/۵۰ ± ۰/۴۲	۳/۸۳ ± ۰/۴۰	۰/۶۶ ± ۰/۳۳
F5	۴۴۶۶/۶۷ ± ۷۸۲/۵۸	۷۳/۰۰ ± ۱/۰۳	۲۲/۳۳ ± ۰/۵۵	۴/۰۰ ± ۰/۴۴	۰/۶۶ ± ۰/۳۳
F10	۴۸۵۰/۰۰ ± ۲۰۰/۱۲	۷۳/۱۶ ± ۱/۰۱	۲۱/۶۶ ± ۰/۱۶	۴/۶۶ ± ۰/۲۱	۰/۵۰ ± ۰/۳۴
F15	۵۵۸۰/۳۰ ± ۶۷۰/۲۵	۷۲/۱۶ ± ۱/۷۴	۲۲/۵۰ ± ۱/۱۷	۴/۵۰ ± ۰/۵۰*	۰/۸۳ ± ۰/۳۰

جدول ۲: تغییرات شاخص‌های ایمنی در تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پس از تغذیه با سطوح مختلف کنجاله بذر کتان ۳۰ روز پس از شروع آزمایش. تمامی داده‌ها به صورت میانگین ± خطای استاندارد گزارش شده‌اند؛ تعداد برای هر تیمار ۸ عدد.

کنجاله بذر کتان (g kg $^{-1}$)	لایزوزیم (IU L^{-1})	C3 (µg mL^{-1})	C4 (µg mL^{-1})	IgM (µg mL^{-1})
شاهد	۳۵/۲۵ ± ۴/۵۰^{b}	۶۲/۶۲ ± ۲/۵۷^{b}	۲۲/۴۳ ± ۱/۰۹^{b}	۳۳/۳۱ ± ۱/۳۰
F5	۴۰/۰۰ ± ۸/۲۱^{ab}	۷۱/۸۰ ± ۲/۲۰^{a}	۲۱/۹۳ ± ۱/۰۷^{b}	۳۳/۵۸ ± ۱/۶۲
F10	۴۳/۷۵ ± ۵/۸۶^{a}	۷۰/۵۵ ± ۷۶/۶۴^{a}	۲۴/۷۵ ± ۰/۹۲^{ab}	۳۲/۲۷ ± ۰/۳۶
F15	۴۳/۸۵ ± ۶/۵۱^{a}	۸۵/۲۴ ± ۲/۴۴^{a}	۲۶/۶۲ ± ۲/۵۸^{a}	۳۳/۱۷ ± ۰/۳۳

اعداد با حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

بحث

مطالعه حاضر نشان داد پس از گذشت ۳۰ روز تیمارهای تغذیه‌ای اثر معنی‌داری بر WBC نداشتند، با این‌حال تغذیه با کنجاله کتان توانست تا حدودی منجر به افزایش عددی WBC در تیمارهای F10 و F15 شود که با توجه به کوتاه بودن مدت زمان آزمایش به‌نظر می‌رسد این اثرات مثبت در دراز مدت نمایان‌تر شود. در ارتباط با اثر کنجاله بذر کتان بر گلبول‌های سفید در ماهیان تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته اما مطالعات محدود انجام شده روی سایر حیوانات نشان داد افزایش معنی‌داری در WBC جوجه‌های بوقلمون زمانی که به مدت ۴۲ روز با جیره‌های حاوی ۵ و ۱۰ درصد کنجاله کتان تغذیه کردند ایجاد شد (Taher *et al.*, 2014). مطالعه روی بره‌ها نشان داد تغذیه با ۷۵ گرم بذر کتان در جیره منجر به افزایش معنی‌دار WBC می‌شود اما تعداد مونوسیت‌ها تحت تأثیر تغذیه با جیره حاوی بذر کتان قرار نگرفتند (Benavides *et al.*, 2013). تغذیه با ۲۵ درصد بذر کتان در جیره در تعداد مونوسیت و ائوزینوفیل موش تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد (De França Cardozo *et al.*, 2011). در ارتباط با افزایش تعداد گلبول‌های سفید مکانیسم شناخته شده‌ای وجود ندارد اما بهبود در وضعیت WBC را می‌توان در ارتباط با میزان بالای آلفا لینولنیک موجود در بذر کتان به عنوان یک اسید چرب امگا ۳ نسبت داد. آلفا لینولنیک منجر به ساخته شدن اسیدهای چرب ضروری ایکوزاپنتانوئیک و دکوزاهگزانوئید می‌شود که به طور گسترده‌ای به عنوان عامل فعال‌سازی ماکروفاژها (که توسط مونوسیت‌ها به‌وجود می‌آیند) شناخته شده هستند (Calder, 2001). اما درک صحیح اثرگذاری نیاز به مطالعات تکمیلی در ارتباط با پروفایل اسیدهای چرب تاس‌ماهی سیبری پس از تغذیه با کنجاله بذر کتان در آینده دارد.

مطالعه حاضر نشان داد فعالیت آنزیم لایزوزیم افزایش معنی‌داری در تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان در تاس‌ماهی سیبری دارد. در تحقیق حاضر فعالیت کمپلمان‌های C3 و C4 افزایش معنی‌داری در تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان داشت اما اثر معنی‌داری بر فعالیت IgM نشان نداد. به‌طور کلی می‌توان بیان کرد تغذیه با کنجاله بذر کتان منجر به افزایش اغلب پارامترهای ایمنی در تاس‌ماهیان مورد مطالعه در این تحقیق شد که نشان‌دهنده اثرپذیری بالای شاخص‌های ایمنی از این ماده غذایی است. در ارتباط با اثر تغذیه با روغن، کنجاله و بذر کتان بر سیستم ایمنی ماهیان مطالعه‌ای صورت نگرفته است اما مطالعه Acuti و همکاران (۲۰۱۲) روی گوسفند نشان داد تغذیه با بذر کتان منجر به افزایش سطح لایزوزیم پس از گذشت ۶۰ روز می‌شود و این تغییرات را به نقش اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ و امگا ۶ حاضر در روغن کتان ارتباط دادند. مطالعه دیگری روی موش نشان داد کاهش اسیدهای چرب ضروری منجر به کاهش تولید IgM شد (DeWillee *et al*., 1998). در تحقیق حاضر افزایش شاخص‌های ایمنی در تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان می‌تواند با حضور بالای اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ در جیره این ماهیان مرتبط باشد اما با توجه به اطلاعات کم در این‌باره شناخت مکانیسم دقیق نیاز به مطالعات تکمیلی در ارتباط با پروفایل اسیدهای چرب ضروری پس از تغذیه با کنجاله بذر کتان در آینده دارد.

نکته قابل تأمل در شناخت علت افزایش شاخص‌های ایمنی در تیمارهای تغذیه شده با کنجاله بذر کتان می‌تواند در ارتباط با نقش فیتواستروژنی آن نیز باشد چرا که این گیاه بالاترین میزان فیتواستروژن لیگنان را نسبت به هر ماده غذایی شناخته شده‌ای دارد (Singh, 2011). مطالعات محدود صورت گرفته در مدل‌های آزمایشی نشان می‌دهند زمانی که موش‌ها تحت تزریق دوزهای متفاوتی از لیگنان SDG قرار گرفتند IgM به طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد (Yu *et al*., 2009). همچنین تغذیه یا تزریق ایزوفلاون‌هایی نظیر دایدزین و جنیستین منجر به افزایش سطح شاخص‌های ایمنی نظیر لایزوزیم، کمپلمان‌های C3 و C4 و ایمونوگلوبولین‌های نظیر IgM در ماهیان تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) (Chakraborty *et al*., 2015)، گلدفیش (*Carassius auratus*) (Li *et al*., 2016)، ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Krogdahl *et al*., 2000)، پامپانو طلایی (*Trachinotus ovatus*) (Zhou *et al*., 2015) و فیل‌ماهی (*Huso huso*) (Bahmani *et al*., 2016) شد و در همه این مطالعات این اثرات را در ارتباط با نقش استروژنی فیتواستروژن‌ها مرتبط دانستند چرا که با افزایش این شاخص‌ها به طور همزمان میزان هورمون E2 نیز افزایش پیدا کرد. ترکیبات استروژنی به عنوان یک تنظیم‌کننده مهم سیستم ایمنی ذاتی در ماهیان شناخته می‌شوند (Cuesta *et al*., 2007) و کاهش سطح استروژن‌ها منجر به بروز بیماری‌ها و افزایش تلفات در ماهی می‌شود (Deane *et al*., 2001). در تأیید این مسئله، مطالعه روی ماهی بأس دریایی نشان داد تزریق هورمون E2 در دوزهای مختلف و روزهای مختلف اثرات افزایشی و کاهشی بر میزان فعالیت C3، C4 و IgM می‌گذارد تا جایی‌که سطح این شاخص‌ها یک روز پس از تزریق E2 افزایش یافت و سه روز بعد کاهش یافتند و مجدد ۷ روز بعد افزایش یافتند که بیان کننده مکانیسم‌های پیچیده مرتبط با تنظیمات ژنی این شاخص‌ها با سطح هورمون E2 است (Cuesta *et al*., 2007). با این‌حال به منظور درک بهتر ارتباط بین تغذیه با کنجاله بذر کتان و پاسخ‌های ایمنی تاسماهی سیبری مطالعات تکمیلی به خصوص در رابطه با تأثیر SDG بر ژن‌های کدکننده ایمنی در آینده ضروری است.

به‌طور کلی، مطالعه حاضر نشان داد تغذیه با کنجاله بذرکتان اثر منفی بر شاخص‌های ایمنی ندارد و منجر به بهبود این شاخص‌ها می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود در جیره تاسماهیان از سطوح ۱۰ تا ۱۵ درصد کنجاله بذرکتان به عنوان تأمین‌کننده پروتئین، اسیدهای چرب ضروری و اثرگذاری مثبت بر پارامترهای ایمنی استفاده شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از شرکت تولید خوراک دام، طیور و آبزیان پارس دانه سوادکوه به‌ویژه جناب آقای دکتر عابد اوانی جهت تولید و در اختیار قراردادن جیره‌های آزمایشی و از پژوهشکده حوضه آبی خزر به‌خاطر حمایت‌های پژوهشی طبق قرارداد ۲۱۷۵۱۰۴ و همچنین صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور برای حمایت طرح شماره تشکر بعمل می‌آورند.

منابع

Acuti G., Trabalza-Marinucci M., Cagiola M., Pela M., Curina G., Moscati L. (2012). Extruded linseed supplementation in the diet of dairy sheep: The effects on immune response and oxidative stress as affected by the physiological state. Small Ruminant Research, 106: 21-28.

Bahmani M., Ghasemi R., Yousefi Jourdehi A. (2016). Effects of dietary isoflavone-genistein on hematological and immunological parameters in pre-brood stock beluga, *Huso huso*. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 15: 390-401.

Benavides J., Martinez-Valladares M., Tejido M.L., Giraldez F.J., Bodas R., Prieto N., Andres S. (2013). Quercetin and flaxseed included in the diet of fattening lambs: Effects on immune response, stress during road transport and ruminal acidosis. Livestock Science, 158: 84-90.

Blaxhall P.C., Daisley K.W. (1973). Routine haematological methods for use with fish blood. Journal of Fish Biology, 6: 771-781.

Calder P.C. (2001). Polyunsaturated fatty acids, inflammation, and immunity. Lipids, 36: 1007-1024.

Chakraborty S.B., Molnar T., Ardo L., Jeney G., Hancz C. (2015). Oral administration of Basella alba leaf methanol extract and genistein enhances the growth and non-specific immune responses of *Oreochromis niloticus*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 15: 167-173.

Cuesta A., Vargas-Chacoff L., Garcia-Lopez A., Arjona F.J., Martinez-Rodriguez G., Meseguer J., Esteban M.A. (2007). Effect of sex-steroid hormones, testosterone and estradiol, on humoral immune parameters of gilthead seabream. Fish & Shellfish Immunology, 23: 693-700.

De Franca Cardozo L., Soares L.L., Brant L.H., Chagas M.A., Pereira V.A., Velarde L.G., Boaventura G.T. (2011). Hematologic and inmunological indicators are altered by chronic intake of flaxseed in Wistar rats. Nutricion Hospitalaria, 26: 1091-1096.

Deane E.E., Li J., Woo N.Y. (2001). Hormonal status and phagocytic activity in sea bream infected with vibriosis. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 129: 687-693.

DeWille J.W., Fraker P.J., Romsos D.R. (1979). Effects of essential fatty acid deficiency, and various levels of dietary polyunsaturated fatty acids, on humoral immunity in mice. The Journal of Nutrition, 109: 1018-1027.

Ellis A.E. (1990). Lysozyme assays. Techniques in Fish Immunology, 1: 101-103.

Knight D.C., Eden J.A. (1995).Phytoestrogens -a short review. Journal of the Climacteric and

Postmenopause, 22: 167-175.

Krogdahl A., Bakke-McKellep A.M., Roed K.H., Baeverfjord G. (2000). Feeding Atlantic salmon *Salmo salar* L. soybean products: effects on disease resistance (furunculosis), and lysozyme and IgM levels in the intestinal mucosa. Aquaculture Nutrition, 6: 77-84.

Li Y., Yu H., Xue M., Zhang Y., Mai K., Hu H., Liu J. (2016). A tolerance and safety assessment of daidzein in a female fish (*Carassius auratus*). Aquaculture Research, 47: 1191-1201.

Milla S., Depiereux S., Kestemont P. (2011). The effects of estrogenic and androgenic endocrine disruptors on the immune system of fish: a review. Ecotoxicology, 20: 305-319.

Prasad K. (2005). Effect of chronic administration of lignan complex isolated from flaxseed on the hemopoietic system. Molecular and Cellular Biochemistry 270, 139-145.

Saurabh S., Sahoo P.K. (2008). Lysozyme: an important defence molecule of fish innate immune system. Aquaculture Research, 39: 223-239.

Singh K.K., Mridula D., Rehal J., Barnwal P. (2011). Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 51, 210-222.

Staykov Y., Zhelyazkov G., Stoyanova S. (2015). Effect of substitution of sunflower meal with flaxseed meal on the growth performance and chemical composition of meat in common carp (*Cyprinus carpio L.*). Bulgarian Journal of Agricultural Science, 21: 169-174.

Taher M.G., Al-Zuhairy M.A. (2014). Effects of feeding different levels of flaxseed on performance traits and blood parameters in broiler. Diyala Agricultural Sciences Journal, 6: 1-10.

Tokalov S.V., Gutzeit H.O. (2007). Lectin-binding pattern as tool to identify and enrich specific primary testis cells of the tilapia (*Oreochromis niloticus*) and medaka (*Oryzias latipes*). Journal of Experimental Zoology, 308: 127-138.

Yu Y., Zhong Q., Li C., Jiang L., Yan F., Wang Z., Zhang Q. (2009). Isolation and characterization of Toll-like receptor 9 in halfsmooth tongue sole *Cynoglossus semilaevis*. Fish & Shellfish Immunology, 26: 492-499.

Zhou C., Lin H., Ge X., Niu J., Wang J., Wang Y., Tan X. (2015). The effects of dietary soybean isoflavones on growth, innate immune responses, hepatic antioxidant abilities and disease resistance of juvenile golden pompano *Trachinotus ovatus*. Fish & Shellfish Immunology, 43: 158-166.

بررسی الگوی رشد ماهی شاه‌کولی جنوبی (*Alburnus sellal* Heckel, 1843) در رودخانه ایوشان در استان لرستان – ایران

آلتین قجقی [۱*]؛ منوچهر نصری [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط‌زیست.، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۲- گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست و شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

Email: nasri.m@lu.ac.ir

چکیده

شاه‌کولی جنوبی *Alburnus sellal* از خانواده مرواریدماهیان (*Leuciscidae*)، ساکن آب شیرین و لب‌شور بوده و بر روی میز ماهی‌فروشان محلی یافت می‌شود. به‌منظور بررسی الگوی رشد گونه *A. sellal* در رودخانه ایوشان در استان لرستان، عملیات نمونه‌برداری در سه ایستگاه طی پاییز و زمستان ۱۳۹۷ انجام شد. بر اساس نتایج حاصله، دامنه طول چنگالی و وزن در جمعیت این گونه به ترتیب ۱۸/۶۹-۲۶۹/۸۹ میلی‌متر و ۰/۱۳-۹۵/۶۸ گرم بود. رابطه طول و وزن به‌صورت $W = 0.00002FL^{2.83}$ با ضریب همبستگی $R^2 = 0.98$ محاسبه شد. بر اساس آزمون t-تک‌نمونه‌ای در سطح معنی‌داری ۰/۰۵، مقدار b=۲/۸۳ با عدد ۳ اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد که بیانگر الگوی رشد نوع آلومتریک منفی در جمعیت شاه‌کولی جنوبی موردمطالعه بود.

واژگان کلیدی: ماهی‌شناسی، بوم‌شناسی ماهیان، کپورماهیان، حوضه دجله

Investigation of growth pattern of *Alburnus sellal* Heckel, 1843 in Eivashan River in Lorestan Province- Iran

Altin Ghojoghi[1*]; Manoochehr Nasri[2]

1- Department of Fisheries., Faculty of Fisheries and Environmental Science, University of Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

2- Department of Environmental and Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Email: nasri.m@lu.ac.ir

Abstract

Alburnus sellal (Family Leuciscidae) is a freshwater and brackish water dweller fish. This fish can be found on local fish store tables. In this study, in order to investigate the growth pattern of *A. sellal*, a total of 193 fish specimens were caught using electrofishing, cast net, and small-eyed trawl net from 3 stations on Eivashan River during Autumn and Winter 2018. According to the results, the fork length and weight of the fish were 18.69-269.89 millimeters and 0.13-95.68 respectively. The relationship between length and weight was obtained as $W = 0.00002FL^{2.829}$ and $R^2 = 0.98$. comparison of the obtained t based on one-sampled t-test showed significant difference between b=2.83 and 3 ($p<0.05$). Accordingly, it can be proposed that the growth pattern of *A. sellal* in the Eivashan river is negative allometric.

Keywords: Ichthyology, Fish Ecology, Cyprinidae, Tigris basin.

مقدمه

گونه *Alburnus sellal* متعلق به راسته کپورسانان (Cypriniformes) و خانواده مرواریدماهیان (*Leuciscidae*) می‌باشد. ماهیان این خانواده تا سال ۲۰۱۸ جزو خانواده Cyprinidae بودند و بعدازآن در خانواده مستقل قرار گرفتند. این خانواده دارای ۳۴ جنس و ۶۶۷ گونه در سراسر جهان است. اعضای این خانواده ساکن آب‌های شیرین، لب‌شور و گاهی آب‌های دریایی-ساحلی هستند (Froese and Pauly, 2021) ماهیان جنس *Alburnus* در ایران شامل ۸ گونه تائید شده *A. mossulensis* هستند (موسوی ثابت و همکاران، ۲۰۱۳، ۲۰۱۵). این ماهی به تعداد فراوان در حوضه‌های عراق، ترکیه و ایران گزارش شده است. در ایران در حوضه‌های دجله، خلیج، دریاچه مهارلو، رود کر و بالادست حوضه آبریز هرمز گزارش شده است (Abdoli, 2000). این ماهی بنتوپلاژیک در ایران ارزش خوراکی اندکی دارد اما در بنگلادش در سبد غذایی مردم جای دارد (Coad, 2013)این گونه در نهرها، رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، مخازن و مرداب‌ها یافت می‌شود. *A. sellal* از فیتوپلانکتون‌ها، مواد آلی و حشرات تغذیه می‌کند (Coad, 2017). در ایران این گونه پراکندگی خوبی دارد، اما در ترکیه در فهرست گونه‌های در معرض خطر قرار دارد (Fricke *et al*., 2007).

در مطالعات شیلاتی، رابطه طول-وزن در برآورد وزن ماهیان از اهمیت بالایی برخوردار است. از این شاخص جهت بررسی وضعیت ماهیان استفاده می‌شود (Pauly, 1993). شناخت و بررسی خصوصیات زیست‌شناختی و بوم‌شناختی ماهیان در منابع آبی به حفظ و بازسازی و مدیریت ذخایر آن‌ها کمک می‌کند. بنابراین تمامی گونه‌های آبزیان (اقتصادی و غیراقتصادی) به دلیل نقش آن‌ها در زیست‌بوم‌های آبی دارای ارزش بالایی خواهند بود ازآنجایی‌که اطلاعات الگوی رشد در بیولوژی و اکولوژی گونه اهمیت زیادی دارد بنابراین هدف از این مطالعه بررسی رابطه طول و وزن و فاکتور وضعیت گونه در رودخانه ایوشان بود.

مواد و روش‌ها

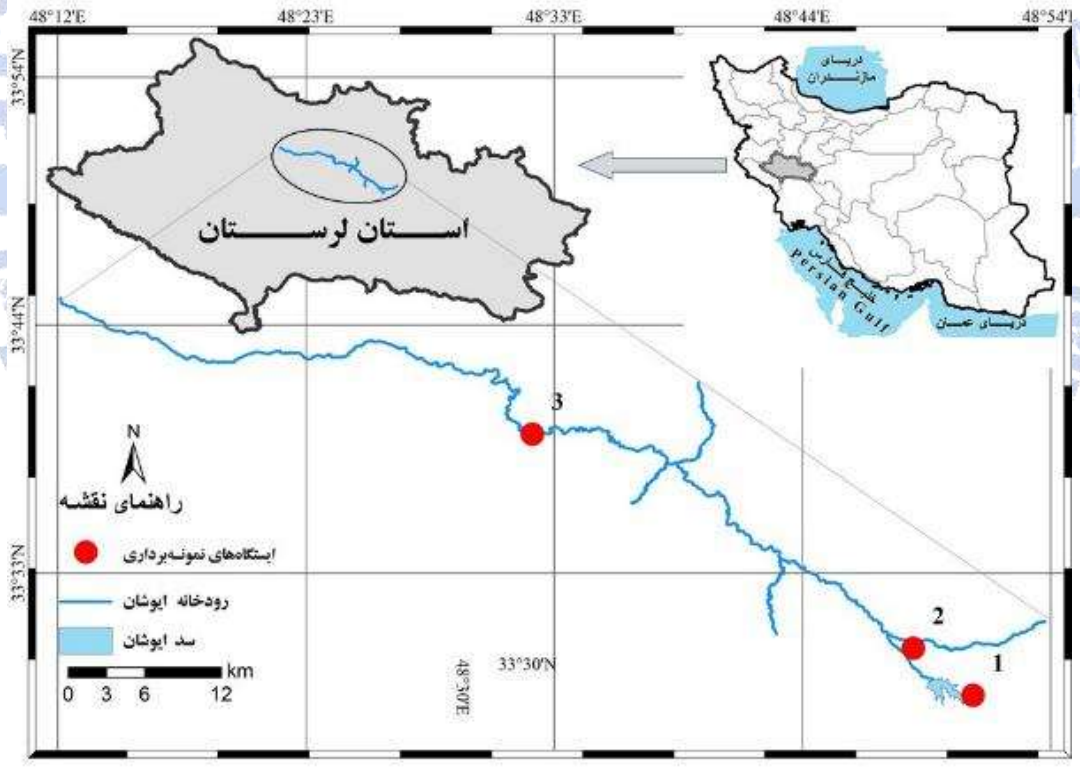
به‌منظور ارزیابی ذخایر و مطالعه تنوع و ساختار جمعیتی ماهیان رودخانهٔ ایوشان عملیات نمونه‌برداری از این رودخانه در ۳ ایستگاه انجام شد. رودخانهٔ ایوشان دارای طول تقریبی ۹۳ کیلومتر بوده و از بالادست سد ایوشان تا محل تلاقی با رودخانهٔ کهمان را شامل می‌شود. دمای آب رودخانه ایوشان در ایستگاه‌های نمونه‌برداری در فصل پاییز در محدودهٔ ۲۱- ۱۲ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. در این مطالعه ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس امکان دسترسی به رودخانه، امکان نمونه‌برداری با استفاده از تور پره ریزچشمه، تور پرتابی و دستگاه الکتروشوکر و درنهایت بر اساس خصوصیات اکولوژیکی که بیشترین امکان حضور ماهیان در آن وجود داشته باشد انتخاب شد (شکل ۱). به‌منظور صید نمونه ماهیان موردنیاز بسته به شرایط رودخانه، از تور پرهٔ ریزچشمه (با طول ۶ متر و ارتفاع ۲ متر)، تور پرتابی با اندازه چشمه ۲ سانتی‌متر و دستگاه الکتروشوکر (مدل SAMUS ساخت کشور مجارستان) استفاده شد. عملیات نمونه‌برداری طی پاییز و اوایل زمستان ۱۳۹۷ در سه ایستگاه انجام شد. نمونه‌برداری در یک محدودهٔ حدود ۲۰۰ متر از هر ایستگاه انجام شد. نمونه‌های صید شده پس از بیهوشی در محلول عصاره پودر گل میخک درون فرمالین ۴٪ تثبیت و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه دانشگاه لرستان منتقل شدند. به‌منظور رعایت اصول زیست‌محیطی از تثبیت تمامی نمونه‌ها خودداری شده و در هر نمونه‌برداری تعداد محدودی نمونه برای ادامه کارهای پژوهشی به آزمایشگاه منتقل شدند و سایر نمونه‌های صید شده پس از تعیین طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد و وزن ماهی، مجدداً به درون رودخانه رهاسازی شدند.

در آزمایشگاه برخی از مهم‌ترین خصوصیات ریختی ازجمله طول کل، طول چنگالی، طول استاندارد، وزن نمونه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن نمونه‌ها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

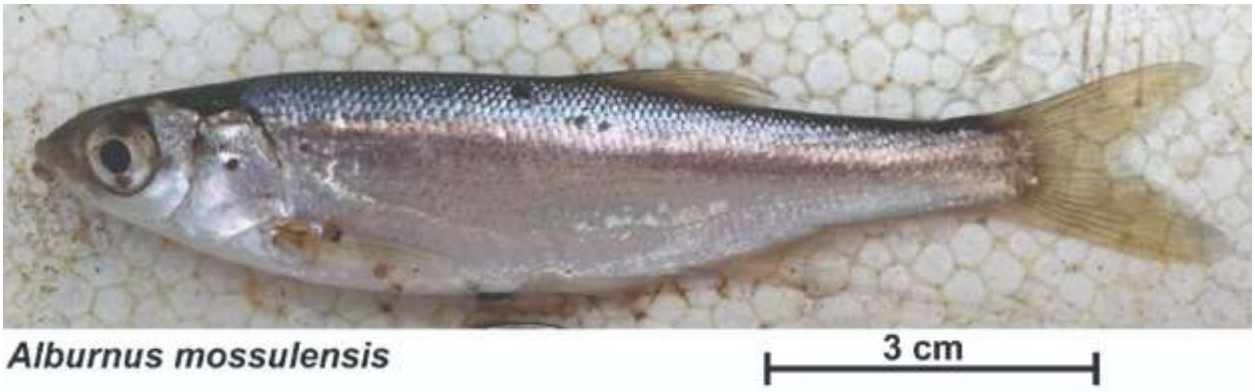
برای تخمین رابطه طول-وزن از فرمول $W = aFL^b$ زیر استفاده شد (Riker, 1975). در این رابطه w وزن ماهی برحسب گرم، FL طول چنگالی برحسب میلیمتر، a عرض از مبدأ و b شیب خط رگرسیون است. جهت محاسبه a و b از فرمول لگاریتمی طول- وزن (LnW=aLna+bLnL) استفاده شد. از فرمول پائولی جهت تعیین الگوی رشد استفاده شد (Pauly, 1984).

برای ایزومتریک یا آلومتریک بودن رشد از آزمون پائولی $t = \frac{sdLnTL}{sdLnW} \times \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \times \sqrt{n-2}$ استفاده شد. به‌منظور تعیین الگوی رشد، t محاسباتی با t جدول با درجه آزادی n-2 مقایسه شد. در این حالت چنانچه t محاسباتی از t جدول بزرگ‌تر باشد، الگوی رشد از نوع آلومتریک و اگر t محاسباتی از t جدول کوچک‌تر باشد الگوی رشد از نوع ایزومتریک ارزیابی می‌شود.

برای محاسبه ضریب چاقی از فرمول $K = \frac{100000W}{L^3}$ استفاده شد (Bagenal and Tesch,1978) که در آن W: وزن ماهی برحسب گرم، L: طول برحسب میلیمتر است.



شکل ۱: منطقه موردمطالعه و ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر روی رودخانه ایوشان



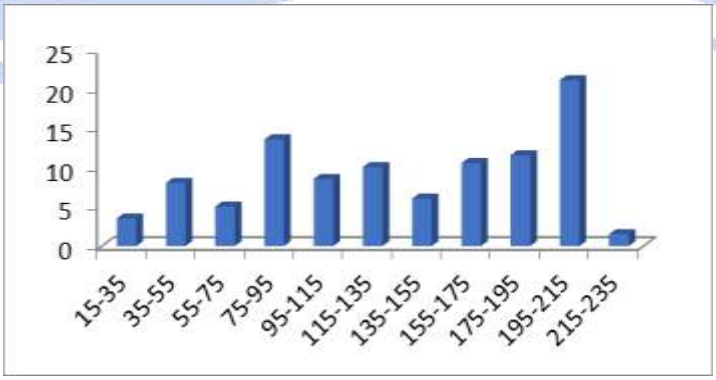
شکل ۲: زیست‌سنجی و تعیین وزن شاه‌کولی جنوبی (*A. sellal*) رودخانه ایوشان

نتایج

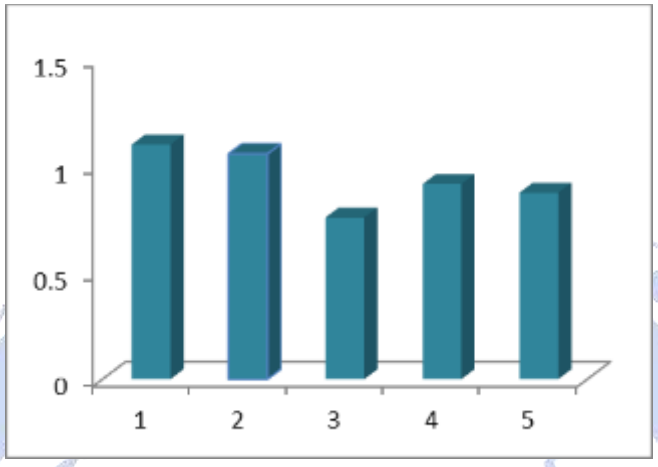
در شکل ۳ دامنه فروانی طولی نمونه‌های ماهیان در رودخانه ایوشان نشان داده شده است. میانگین طولی کل جمعیت ۱۳۶/۰۳ و وزنی ۵۸/۸۴ به دست آمد. بیشترین فراوانی طولی در ۲۱۵-۱۹۵ میلی‌متر و کمترین فراوانی طولی در دامنه ۲۳۵-۲۱۵ قرار داشت. رابطه طول وزن برای ۱۹۸ نمونه صید شده به دست آمد که ضریب همبستگی ۰/۹۸ بود که نشان‌دهنده همبستگی بالای طول و وزن است. در شکل ۵ رابطه طول و وزن نشان داده شده است. مقدار t محاسباتی برای ارزیابی b محاسبه شده در فرمول پائولی، از t جدول کمتر بود. بر این اساس و با توجه به آنکه مقدار b محاسباتی کمتر از ۳ بود، الگوی رشد ماهیان از نوع آلومتریک منفی ارزیابی شد. میانگین طول چنگالی و میانگین وزن در سنین ۱ تا ۵ سال در جدول ۱ آورده شده است. ضریب چاقی در کل جمعیت ماهیان ۰/۹۴ و در سنین ۱ تا ۵ سال به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۹۲، ۰/۷۵، ۱/۰۶ و ۱/۱ به دست آمد که بیشترین مقدار آن در گروه سنی یک‌ساله‌ها مشاهده شد (شکل ۴).

جدول ۱: میانگین طولی و وزنی در سنین مختلف شاه‌کولی جنوبی (*A. sellal*) در رودخانه ایوشان.

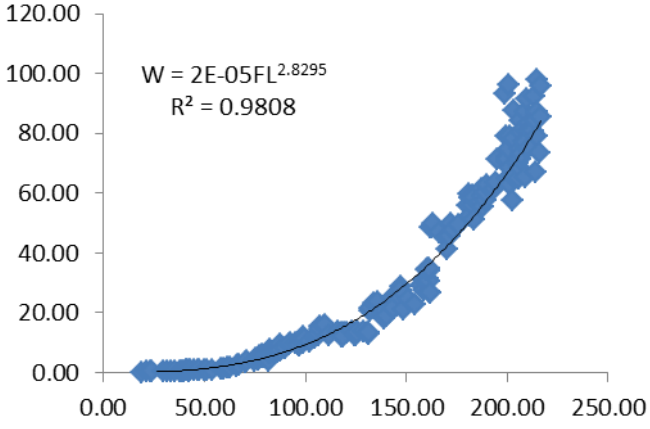
گروه سنی	میانگین طولی	میانگین وزنی
۱+	۴۲,۲۹	۰,۷۵
۲+	۹۲,۰۱	۸,۶۴
۳+	۱۴۱,۷۶	۲۲,۵۳
۴+	۱۷۷,۶۹	۵۱,۷۷
۵+	۲۰۶,۸۱	۷۷,۴۲



شکل ۳: فراوانی طولی شاه‌کولی جنوبی (*A. sellal*) در رودخانه ایوشان



شکل ۴: میانگین فاکتور وضعیت بین سنین مختلف شاه‌کولی جنوبی (*A. sellal*) در رودخانه ایوشان.



شکل ۵: رابطه طول و وزن شاه‌کولی جنوبی (*A. sellal*) در رودخانه ایوشان.

بحث

رابطه طول و وزن در ارزیابی ذخایر ماهیان بسیار مهم است و می‌توان از روی آن الگوی رشد یک گونه از ماهی را مورد مقایسه قرار داد. همچنین از روابط طول و وزن می‌توان به‌عنوان یک شاخص کاربردی برای تعیین وضعیت رشد ماهی در محیط‌های مختلف و یا در فصول مختلف استفاده کرد (Gonzalez Acosta *et al*., 2004). در مطالعه M.Mohamed و همکاران (۲۰۱۵) در عراق بر روی ۲۳۰۷ نمونه ماهی *A. moussulensis* بین گروه طولی ۳/۷ تا ۱۸/۴ سانتیمتر گروه طولی ۹ سانتیمتر غالب جمعیت را تشکیل می‌داد پس گروه طولی ۱۰ سانتیمتر غالب بود. در ترکیه توزیع طولی *A. moussulensis* بین ۸/۴ تا ۲۴/۲ در دریاچه سد آتاتورک (Başusta and Çiçek, 2006)، و در سد کاراکایا بین ۱۲/۳ تا ۲۰/۴ سانتی‌متر متغیر بود (Uçkun and Gökçe, 2015). الگوی رشد در مطالعه حاضر جمعیت از نوع آلومتریک منفی (b<۳) به دست آمد .در مطالعه Mohamed و همکاران (۲۰۱۵) در عراق بر روی جنس‌های نرو ماده گونه *A. moussulensis* در گروه الگوی رشد از نوع ایزومتریک و در ماده‌ها آلومتریک مثبت بود. مقدار b در رودخانه گرمات علی ۳/۱۲ بود که از نوع آلومتریک مثبت بود. در رودخانه گاماسیاب الگوی رشد از نوع آلومتریک مثبت بود که مطالعه ما را تائید می‌کند (Mousavi-Sabet *et al*., 2013). در مناطق مختلف این تغییرات را می‌توان به تفاوت در اندازه ماهی، سن، تغییرات در عوامل محیطی مرحله بلوغ نسبت داد (Ricker, 1975). در مطالعه حاضر میانگین فاکتور وضعیت در جمعیت ۰/۹۴ بود که در مطالعه Mohamed و همکاران

(۲۰۱۵) در عراق میانگین مقدار فاکتور وضعیت در جمعیت، نر و ماده به ترتیب ۱/۰۵، ۰/۹۹ و ۱/۰۶ محاسبه شد. تغییرات فاکتور وضعیت ممکن است با تفاوت‌هایی در شرایط محیطی مثل تغییرات فصلی، کیفیت غذا و نوع سیستم آبی بین گونه‌ها متفاوت باشد (Nikolski, 1969) و تنوع آن در جمعیت‌های مختلف یک گونه خاص نیز به جنس، فصل یا مکان خاصی ارتباط داشته باشد (Ricker, 1975). فاکتور وضعیت برای مقایسه وضعیت چاقی به کار می‌رود. ماهیانی که فاکتور وضعیت در آن‌ها بالا است نسبت به طولشان ماهیان سنگین‌تری هستند و برعکس ماهیانی که میزان فاکتور وضعیت در آن‌ها پایین است، نسبت به طولشان ماهیان کم‌وزنی هستند (Wooton, 1991).

منابع

Abdoli A. (2000). The inland water fishes of Iran. Naghsh Mana Publication. Tehran, 378 p. [in Persian]

Başusta N. and Çiçek E. C. (2006). Length–weight relationships for some teleost fishes caught in Ataturk Dam Lake on southeastern Anatolia, Turkey. J. Appl. Ichthyol. 22: 279–280

Bagenal T.B. and Tesch F.W. (1978). Methods for assessment of fish production in freshwater, Third Edition, Blackwell Scientific Publication, London, 165-201

Coad B.W. (2017) - Freshwater Fishes of Iran. Nat. Acad. Sci. Brno., 29: 1-64. Online [www.briancoad.com]

Coad B.W. (2014). Freshwater fishes of Iran. Available from: www.briancoad.com. Retrieved 06 April.

Froese R., Pauly D. (2021). FishBase. Updated 8, 2021. [Cited 8, 2021]. Aavailable from: www.fishbase.org.

Fricke R., Bilecenoglu M. and Sari H. M. (2007). Annotated checklist of fish and lamprey species (Gnathostomata and Petromyzontomorphi) of Turkey, including a Red List of threatened and declining species. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, Serie A (Biologie), 706: 169 pp.

Froese R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. Journal of Applied Ichthyology 22: 241-251.

Gonzalez Acosta A.F., De La Cruz Aguero G. and De La Cruz Aguero J. (2004). Length-weight relationships of fish species caught in a mangrove swamp in the Gulf of California (Mexico). Journal of Applied Ichthyology. Vol. 20, No. 2, pp: 154-155.

Mohamed M., Aufy A., and Jasim M. (2015). Some Biological Aspects of the Bleak, Alburnus mossulensis in the Southern Reaches of Euphrates River, Iraq. Asian *Journal of Applied Sciences*3: 277-285

Mousavi-Sabet H.; Vatandoust S.; Khataminejad S.; Eagderi S.; Abbasi K.; Nasri M.; Jouladeh A., & Vasil'eva E.D. (2015). Alburnus amirkabiri (Teleostei), a new species of shemaya from the Namak Lake basin, Iran. Journal of Ichthyology 55(1): 40-52.

Mousavi-Sabet H.; Abdollahpour S.; Salehi-Farsani A.; Vatandoust S.; Langroudi H.F.; Jamalzade H.R. & Nasrollahzadeh A. (2013). Lengthweight and length-length relationships and condition factor of Alburnus mossulensis from the Persian Gulf basin. AACL Bioflux 6: 297- 302.

Nikolski G.V. (1969). Theory of fish population dynamics as the biological back ground for rational exploitation and management of fishery resources. Olive and Boyd, Edinburgh. 323p.

Pauly D. (1993). Fishebyte section editorial. Naga, ICLARM Q, 16: 26.

Pauly D. (1984). Fish population dynamics in tropical waters: A manual for use wih programmable calculators. ICLARM, Manila.

Ricker W.E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 191, 1-382

Saud H.A. (1998). The biology of two species (Cyprinidae), Acanthobrama marmid and Chalcalburnus sellal in Garmat Ali River, south Basrah. M.Sc. Thesis, Basrah University, Iraq. 60p

Uçkun A.A., and Gökçe D. (2015). Assessing age, growth, and reproduction of Alburnus mossulensis and Acanthobrama marmid (Cyprinidae) populations in Karakaya Dam Lake (Turkey). Turk J. Zool., 39: 1-14.

Wooton R.J. (1991). Ecology of Teleost fishes. Chapman and Hall Ltd.404pp.

مقایسه نرماتیوهای تکثیر مصنوعی ماهی سفید (*Rutilus frisii*) فرم بهاره و پاییزه

دانیال گروهی؛ ولی زکی چماچائی؛ سید حامد موسوی ثابت*

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

Email: d.gorouhi@gmail.com

چکیده

ماهی سفید مهمترین ماهی استخوانی در منطقه جنوبی دریای خزر بوده و در سالیان اخیر جمعیت فرم پاییزه و بهاره آن به شدت کاهش یافته و در خطر انقراض قرار گرفته است. هدف از مطالعه تحقیق حاضر، مقایسه نرماتیوهای تکثیر مصنوعی ماهی سفید فرم بهاره و پاییزه می‌باشد. مولدین از کانال کشتیرانی گمرگ تا ورودی رودخانه نهنگ روگا در تالاب انزلی با استفاده از تور لاکش صید شدند. سپس خصوصیات نرماتیو مولدین صید شده مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد، میانگین وزنی و طولی فرم پاییزه بطور معنی داری بالاتر از فرم بهاره ماهی سفید بود. هماوری مطلق و نسبی فرم بهاره به ترتیب، ۱۲۱۶۵/۵۶ ± ۴۷۵۷۶ /۹۳ و ۴۷۹ ± ۴۲۴۶ در فرم پاییزه به ترتیب، ۱۴۶۰۷/۹۹ ± ۴۳۵۵۸/۹ و ۶۷۲/۵ ± ۳۸۶۳/۴ عدد محاسبه شد. تعداد تخمک در گرم مولدین بهاره به طور معنی داری بالاتر از پاییزه بود. از طرفی میانگین درصد تخم‌های لقاح یافته در ۲۴ و ۴۸ ساعت پس از لقاح در فرم پاییزه به ترتیب، ۱/۴۱ ± ۸۰ و ۲/۲۵ ± ۷۱/۳۳ و در فرم بهاره به ترتیب ۱/۳۲ ± ۹۱/۸۳ و ۱/۷۵ ± ۸۴/۶۶ محاسبه شد. تفاوت معنی داری از لحاظ مدت زمان تخم گشایی و جذب کیسه زرده بین دو فرم بهاره و پاییزه مشاهده شد و مدت زمان هچ در فرم بهاره کوتاه‌تر از پاییزه بود. با توجه به نتایج تحقیق حاضر، مولدین فرم بهاره از لحاظ خصوصیات نرماتیو در تکثیر مصنوعی از کیفیت بالاتری نسبت به فرم پاییزه برخوردار هستند. از طرفی به نظر می‌رسد که نتایج فوق می‌تواند بسته به زمان انجام تکثیر مصنوعی، تغییر یابد.

واژگان کلیدی: تکثیر مصنوعی، نرماتیوهای تولیدمثلی

Comparison artificial reproduction between spring and autumn migratory forms of Caspian kutum, *Rutilus frisii*

Danial Gorouhi, Vali Zaki-Chomachai, Sayed Hamed Mousavi-Sabet*

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.

Email: d.gorouhi@gmail.com

Abstract

Caspian kutum is one of the most important bony fish in Caspian Sea region. In recent years its autumn and spring form has drastically reduced and are at risk of extinction. The aim of this study was to compare artificial reproduction characteristics between spring and autumn migratory forms of Caspian kutum. The fish were caught from the Anzali costums navigation channel to Nahang whale Ruga river in Anzali wetland using pull net. Fish reproductive characteristics were measured and then were analyzed using SPSS software. The results showed that the average weight and length of autumn form was higher than spring form. Absolute and relative fecundity calculated 47576.93 ± 12165.56 and 4246 ± 479 in spring form, respectively, and 43558.9 ± 14607.99 and 3863.4 ± 672.5 number in autumn form respectively. The number of eggs in gram in spring form was significantly higher than in autumn form. The mean percentage of fertilized eggs at 24 and 48 hours after fertilization in autumn form were 80 ± 1.41 and 71.33 ± 2.25 and in the spring form 91.83 ± 1.32 and 84.66 ± 1.75 respectively. Significant differences were observed in the duration of egg hatching and the yolk sac absorbtion between the two forms of spring and autumn and hatching period was shorter in the spring form than autumn form. According to the results of this study higher-quality of reproductive characteristics were apparent in the spring form. On the other hand, it seems, results may change depending on the time of artificial reproduction.

Keywords: Artificial reproduction, Reproductive characteristics

Protective effect of a short molecule or peptide, WL15 on Bisphenol A induced lipid accumulation by improving glucose metabolism, hypolipidemic, antioxidant property and reducing oxidative damage in zebrafish model

Ajay Guru & Jesu Arockiaraj

1-S RM Research Institute, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur 603 203, Chennai, Tamil Nadu, India
2- Department of Biotechnology, College of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur 603 203, Chennai, Tamil Nadu, India

*Email: ajayrag02@gmail.com

Abstract

Humans are exposed to obesity-causing Bisphenol A in a variety of ways, including diet and food packaging. Antioxidant, antidiabetic and antiobesity properties have already been reported in bioactive peptides, which can mimic the role of mediators involved in obesity prevention. The effect of WL15, a short molecule or peptide derived from cysteine and glycine-rich protein 2 of an aquatic teleost, on BPA-induced lipid accumulation in zebrafish larvae was studied. BPA causes changes in biochemical markers such as alkaline phosphatase, lactate dehydrogenase, lipid peroxidation, glutathione S-transferases, glutathione peroxidase and reduced glutathione. WL15, on the other hand, inhibited oxidative stress overproduction, which is consistent with its lipid-lowering potential. In zebra fish, BPA-induced lipid accumulation resulted in an increase in triglyceride, cholesterol and glucose levels; however, WL15 treatment significantly reduced such accumulation. WL15 inhibited lipid accumulation, as demonstrated by Oil red O staining and Nile red assay. WL15 increases 2NBDG glucose uptake in zebrafish at a concentration of 50 µM. Furthermore, gene expression studies in zebrafish larvae revealed that the WL15 peptide might play a key role in preventing lipid accumulation by suppressing the expression of lipogenesis-related genes. These findings reveal an interesting and novel function of WL15, indicating that its hypolipidemic and antioxidant properties could be used to prevent lipid accumulation.

Keywords: Zebrafish larvae, Antiobesity, Bisphenol A, Antioxidant.

تجزیه و تحلیل وضعیت صید و پتانسیل‌های صیادی استان بوشهر بر اساس داده‌های آماری صید در آب‌های خلیج فارس

ابوذر حبیبی [1*]؛ محمد بازیاری [2]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

۲-کارمند اداره شیلات استان بوشهر، تنگستان

Email:habibiaboozar@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه با استفاده از آمارصید مربوط به سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸، روند توسعه صید و نسبت افزایش صید در آبهای استان بوشهر (خلیج فارس) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین وضعیت صید گروه‌های گونه‌ای سطح زیان درشت، سطح زیان ریز، کفزیان، میگو و مقدار صید کل استان بوشهر در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ بررسی و پتانسیل صید گروه‌های گونه‌ای آبزیان در آب‌های دریایی استان بوشهر برای سه سال آینده پیش بینی شد. آنالیز روند صید گروه‌های گونه‌ای در آب‌های دریایی استان بوشهر از سال ۱۳۷۹ نشان داد که مقدار صید روند کاهشی دارد، اما نسبت افزایش صید کل روند نسبتاً افزایشی را نشان می‌دهد. بیانگر این موضوع است که مقدار صید در آب‌های استان بوشهر به سطح مجاز بهره برداری رسیده است و افزایش در مقدار صید مربوط به افزایش تلاش صیادی، صید گونه‌های که قبلاً در سبد صید صیادان وجود نداشتند و استفاده از شناورهای مجهز و روش‌های نوین بهره برداری و ابزارهای مدرن صید و ... است. تعریف برنامه‌های کوتاه مدت و بلند مدت در خصوص مسائل بیولوژکی، اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی جهت بهره برداری پایدار از ذخایر آبزیان خلیج فارس نیاز ضروری است.

واژگان کلیدی: بهره برداری پایدار، روند صید، گونه‌های آبزیان

Analysis of fishing status and fishing potentials of Bushehr Province according to Persian Gulf fishing data statistics

Abouzar Habibi[1*]; Mohammad Baziari[2]

1- Department of Fisheries Science, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

2- Bushehr Fisheries Department, Tangestan

Email:habibiaboozar@yahoo.com

Abstract

In this study, fishing data from Persian Gulf during 2000 to 2019 were used to assess the fishing development and annual fishing ratio increase in the waters of Bushehr province (Persian Gulf). Also the fishing status of large epiplagic fishes, small epiplagic fishes, bentic fishes, shrimp and total fishing of Boushehr province during the 200 to 2019 were analyzed and fishing potential of aquatic species in Marin waters of Bushehr province, were predicted for three years. According to assessments, total fishing trend analysis showed decreasing trend, but the annual fishing increase ratio shows a relatively increasing trend. It indicates that the capacity of catch in the waters of Bushehr province has reached the maximum level. The increase in the total fishing is related to the increase in fishing effort, catching species that did not previously exist in the fishing basket of fishermen, the use of equipped vessels, new methods of fishing and modern fishing tools, etc. Defining short-term and long-term plans in the field of biological, ecological, economic and social studies is needed for sustainable exploitation of the Persian Gulf aquatic resources.

Keywords: Sustainable exploitation, Fishing trend, Aquatic species

مقدمه

صیادی یکی از فعالیت مهم اقتصادی شناخته شده در دنیاست که از طریق تولید بیش از ۱۰۰ میلیون تن ماهی و فرآورده‌های مربوطه، به معیشت مستقیم ۲۰۰ میلیون نفر و تأمین پروتئین برای میلیاردها نفر کمک شایانی می‌کند (Adrianto *et al.*, 2005; Charles, 2001; FAO, 2016). خلیج فارس یکی از منابع ارزشمند اقتصادی و زیست محیطی برای کشور ایران محسوب می‌شود که از نظر امنیت غذایی، اشتغال، تجارت و ارز آوری برای ایران منبع مهمی بوده و در صورت استفاده مناسب و مدیریت صحیح، می‌توان از ظرفیت‌های آن استفاده کرد. اگر چه شیلات و فعالیت‌های صیادی جزء کوچکی از اقتصاد ایران است و تنها ۴ درصد از سهم GNP بخش کشاورزی را به خود اختصاص داده است (FAO, 2015) اما در تأمین اشتغال ساحل نشین ها، امنیت غذایی و از نظر کیفی با تأمین بهترین نوع پروتئین حیوانی، حفظ ساختار جوامع صیادی و جلوگیری از مهاجرت آنها نقش اساسی دارد. خلیج فارس با توجه به قرار گرفتن در عرض‌های جغرافیایی پایین، تنوع گونه‌ای بالایی از آبزیان را در خود جای داده است (Kuronuma and abe, 1986). مجموع گونه‌های تأیید شده ماهیان خلیج فارس شامل ۷۴۴ گونه، ۱۳۱ خانواده، ۴۴۵ جنس و ۲۷ راسته می‌باشند. در رده ماهیان غضروفی، متنوع‌ترین خانواده Charcharhinidae با ۲۳ گونه و بعد از آن Dasyatidae با ۱۵ گونه قرار دارد. در راسته ماهیان استخوانی، Gobiidae با ۶۵ گونه، Carangidae با ۴۵ گونه، Serranidae با ۲۵ گونه، Apogonidae با ۲۵ گونه، Lutjanidae با ۲۳ گونه، Blenniidae با ۲۳ گونه متنوع‌ترین خانواده‌های ماهیان خلیج فارس می‌باشند (Eagderi *et al.*, 2019). مطالعات نشان می‌دهد که چالش‌های جهانی قابل توجهی در حوزه ماهیگیری وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به بهره برداری بیش از حد از منابع، آلودگی (Islam and Tanaka, 2004)، تغییرات آب و هوایی (FAO, 2008)، تخریب زیستگاه و کاهش تنوع زیستی اشاره کرد. در طول سال‌های گذشته ذخایر آبزیان به صورت ناپایدار مورد استفاده قرار گرفته است به طوری که شاهد افزایش بهره برداری و کاهش ذخایر آبزیان هستیم (FAO, 2012). طبق گزارش‌های سازمان فائو، ۳۲ درصد از ذخایر آبزیان بیش از حد بهره برداری شده، ۵۰ درصد ذخایر به طور کامل مورد بهره برداری قرار گرفته و تنها ۱۲,۷ درصد از ذخایر آبزیان دارای وضعیت مطلوب بهره برداری می‌باشند. مطالعه وضعیت ذخایر آبزیان نشان می‌دهد که بیشتر مناطق ماهیگیری در وضعیت بحرانی قرار دارند و نیاز به مدیریت و توجه فوری دارند (Cochrane, 2000; Charles, 2001). مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های میزان صید آبهای استان بوشهر (آمار رائه شده در سالنامه‌های آماری سازمان شیلات ایران)، روند توسعه صید در آب‌های استان بوشهر را از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار داده است. و همچنین پتانسیل صید گروه‌های گونه‌ای آبزیان در آب‌های دریایی استان بوشهر برای سه سال آینده پیش بینی کرده تا مورد توجه مدیران و برنامه ریزان در حوزه شیلات قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه با استفاده از آمار صید استان بوشهر از سال ۱۳۷۹ تا سال ۱۳۹۸ (با استفاده از سالنامه‌های آماری سازمان شیلات ایران) و روند توسعه صید در آب‌های دریایی استان بوشهر با محاسبه نسبت افزایش صید در طی این سال‌ها مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نسبت افزایش صید، با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (FAO,1996):

$(c_{1+1}-c1)/c1$

برای تخمین متوسط رشد صید، فرمول $P_1=P_0(1+\alpha)$ مورد استفاده قرار گرفت (نهاپتیان، ۱۹۹۲) که در این فرمول:

P_1 مقدار صید در سال بعد، P_0 مقدار صید در سال اولیه، α نرخ رشد متوسط است.

برای پیش بینی ظرفیت صید برای سال‌های آتی فرمول $Pn= P_0(1+\alpha)\ n$ مورد استفاده قرار گرفت که ۳ سال مورد نظر است.

برای تعیین روند صید، معادله خط، $Y=a+bx$ مورد استفاده قرار گرفت تا با توجه به شیب منحنی (b)، روند صید برای هر گروه گونه‌ای طی دوره مشخص نشان داده شود. که در این فرمول، Y مقدار محصول در سال بعد، a عرض از مبدأ (عدد ثابت به دست آمده از معادله)، x (سال مورد نظر برای پیش بینی صید در آن سال) و b مقدار شیب منحنی حاصل از معادله است.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودار از نرم افزار R (Graphpad prism version 9) و اکسل استفاده شد.

بعد از آنالیز روند صید، پتانسیل صید برای گروه‌های گونه‌ای کفزیان، سطحزیان درشت، سطح زیان ریز، میگو و مقدار صید کل برای سال سه سال آینده تخمین زده شد.

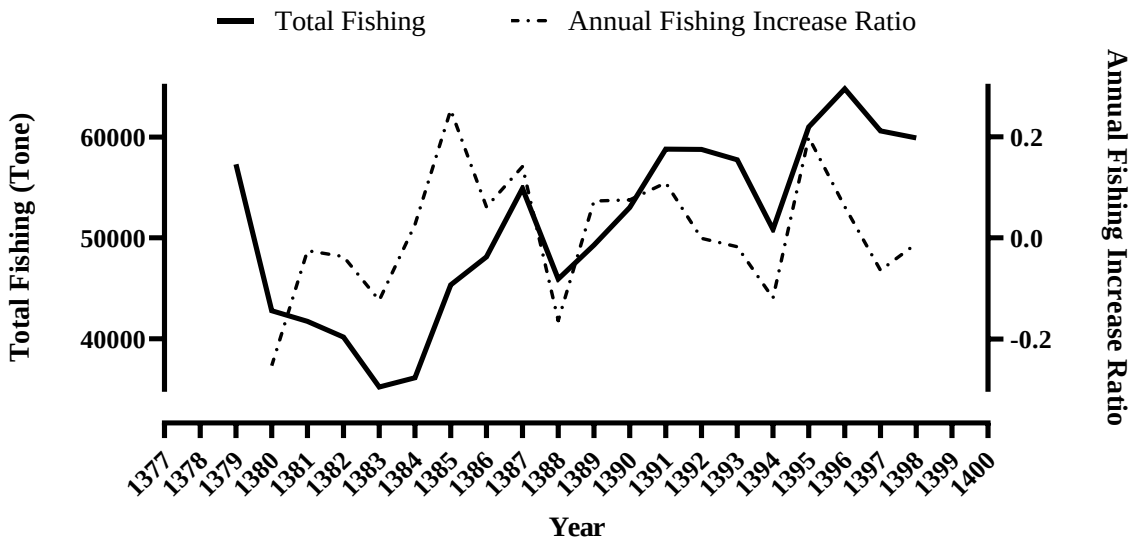
نتایج

نمودار ۱ روند صید و نسبت افزایش صید از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸، در آب‌های دریایی استان بوشهر را نشان می‌دهد. میزان صید در آبهای دریایی استان بوشهر در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۹ تا اوایل ۱۳۸۹ روند کاهشی داشته، از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۶ روند افزایش را طی کرده و بعد از سال ۱۳۹۶ مجدداً روند کاهشی را نشان می‌دهد.

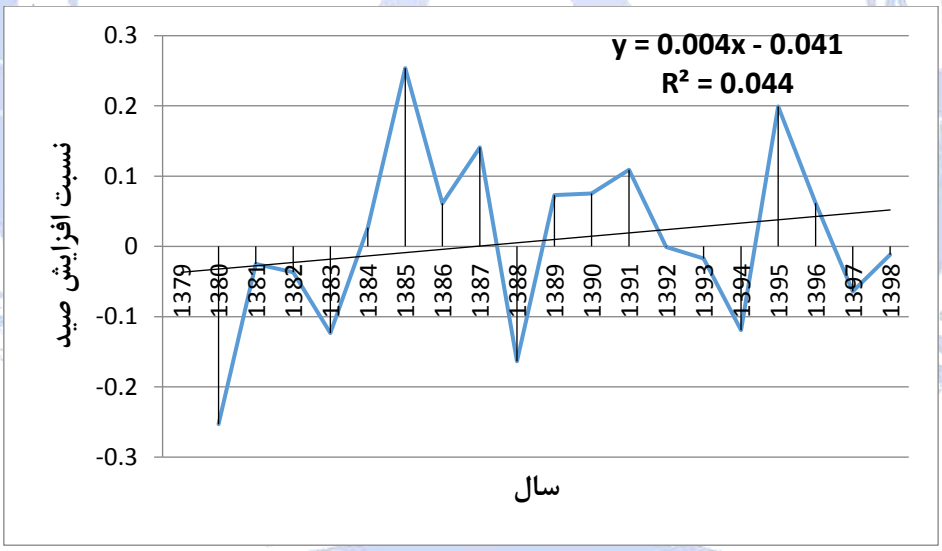
تغییرات در میزان تولید و نسبت افزایش تولید نسبت به سال‌های بهره برداری در نمودار ۲ نشان داده شده است. بیشترین نسبت افزایش در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ مشاهده می‌شود، در صورتی که بعد از سال ۱۳۹۲ نسبت افزایش خیلی محدود و در بعضی موارد صفر و زیر صفر است.

متوسط رشد بهره برداری از گروه‌های گونه‌ای آبزیان از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ محاسبه شد. علامت منفی نشان دهنده کاهش متوسط نسبت رشد و علامت مثبت افزایش متوسط نسبت رشد برای صید گروه‌های گونه‌ای در دوره ۲۰ ساله را نشان می‌دهد. در مجموع صید سطح زیان درشت با ۰,۰۰۱-، کفزیان ۰,۰۰۶، سطح زیان ریز ۰,۰۵۴ و میگو ۰,۰۳۵- متوسط رشد همراه بوده است. به طور کلی میزان صید کل آبزیان در آب‌های استان بوشهر از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸ دارای رشد متوسط ۰,۰۰۲ است. پتانسیل بهره برداری از آبهای استان بوشهر برای سه سال آینده محاسبه شد (جدول ۱).

در آنالیز انجام شده با استفاده از معادله خطی، b شیب منحنی است که در صورت مثبت بودن نشان دهنده روند افزایش میزان صید طی این دوره و در صورت منفی بودن روند کاهش میزان صید گروه‌های گونه‌ای را نشان می‌دهد و r^2 بالاتر از ۰,۲ از لحاظ آماری مهم ($P\leq0.05$) و قابل قبول و بعبارت دیگر پتانسیل صید حاصل از این روش منطقی است و r^2 کمتر از ۰,۲ از لحاظ آمار مهم نیست ($P\geq0.05$) و می‌توان گفت که پتانسیل صید محاسبه شده از این روش قابل تأمل است. صید سطح زیان درشت روند افزایشی با درجه همبستگی پایین ($r^2=0.37$) (نمودار، ۳)، سطح زیان ریز روند افزایشی با درجه همبستگی ضعیف ($r^2=0.09$) (نمودار، ۴)، کفزیان روند افزایشی را با درجه همبستگی متوسط ($r^2=0.58$) (نمودار، ۵) و صید میگو روند کاهشی با درجه همبستگی پایین ($r^2=0.27$) (نمودار، ۶) را نشان می‌دهند. در مجموع روند بهره برداری از آبهای استان بوشهر روند افزایشی با درجه همبستگی متوسط ($r^2=0.55$) (نمودار، ۷) را نشان می‌دهد. با توجه به درجه همبستگی پایین، از محاسبه مقدار صید برای سال‌های آینده با استفاده از این روش خودداری شد.



شکل ۱: تغییرات میزان صید و نسبت افزایش صید در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).

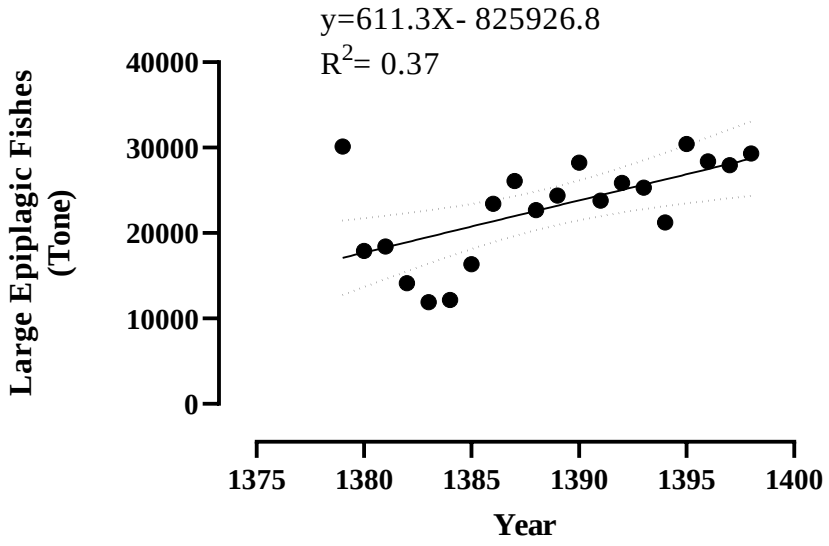


شکل ۲: روند افزایش نسبت صید در آبهای استان بوشهر (سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۸).

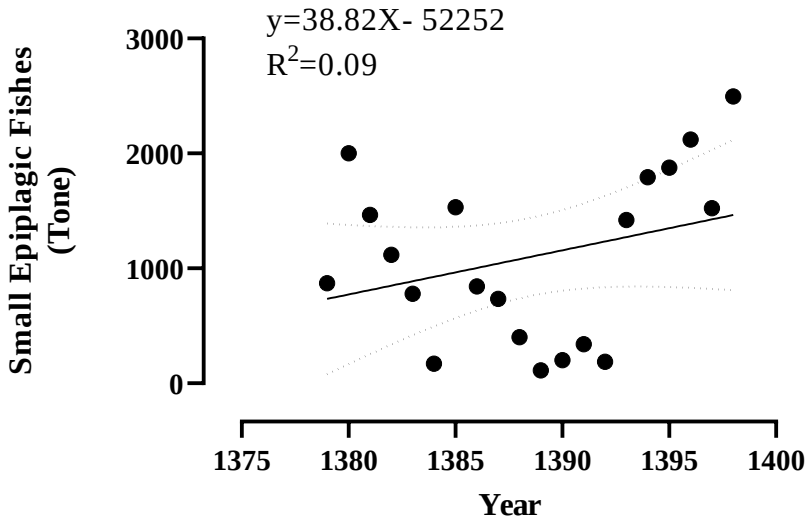
جدول ۱: متوسط رشد صید گروه‌های گونه‌ای در آبهای استان بوشهر و پیش بینی صید برای سال‌های آینده (تن).

سال	سطح زیان درشت	سطح زیان ریز	کفزیان	میگو	جمع کل صید
1379	۳۰۱۴۰	۸۷۰	۲۳۰۹۰	۳۲۰۰	**۵۷۳۰۰**
1380	۱۷۹۰۰	۲۰۰۰	۲۰۶۵۰	۲۲۵۰	**۴۲۸۰۰**
1381	۱۸۴۴۱	۱۴۶۴	۲۰۳۱۹	۱۵۰۶	**۴۱۷۳۰**

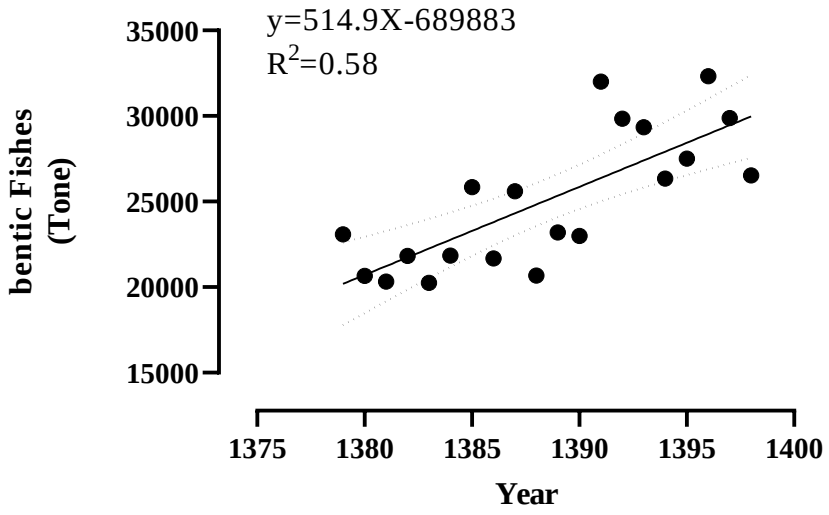
۴۰۱۹۴	۳۱۳۲	۲۱۸۲۵	۱۱۱۹	۱۴۱۱۸	1382
۳۵۲۲۹	۲۲۸۴	۲۰۲۴۲	۷۸۰	۱۱۹۲۳	1383
۳۶۱۵۸	۱۹۵۶	۲۱۸۵۱	۱۷۲	۱۲۱۷۹	1384
۴۵۳۳۵	۱۵۹۲	۲۵۸۴۴	۱۵۳۱	۱۶۳۶۸	1385
۴۸۱۱۳	۲۱۸۰	۲۱۶۷۱	۸۴۳	۲۳۴۱۹	1386
۵۴۹۰۵	۲۴۶۲	۲۵۶۰۳	۷۳۵	۲۶۱۰۵	1387
۴۵۹۱۹	۲۱۵۰	۲۰۶۷۷	۴۰۲	۲۲۶۹۰	1388
۴۹۲۸۱	۱۶۰۰	۲۳۱۹۰	۱۱۲	۲۴۳۷۹	1389
۵۳۰۰۳	۱۵۷۹	۲۲۹۹۴	۲۰۰	۲۸۲۳۰	1390
۵۸۷۸۴	۲۶۵۱	۳۲۰۱۲	۳۳۹	۲۳۷۸۲	1391
۵۸۷۵۰	۲۸۵۰	۲۹۸۳۹	۱۸۸	۲۵۸۷۳	1392
۵۷۷۳۴	۱۶۶۸	۲۹۳۴۷	۱۴۲۰	۲۵۲۹۹	1393
۵۰۸۶۰	۱۵۰۰	۲۶۳۳۶	۱۷۹۳	۲۱۲۳۱	1394
۶۰۹۹۸	۱۲۰۳	۲۷۵۰۵	۱۸۷۷	۳۰۴۱۳	1395
۶۴۷۶۷	۱۹۲۵	۳۲۳۳۳	۲۱۲۲	۲۸۳۸۷	1396
۶۰۶۰۰	۱۲۵۷	۲۹۸۷۳	۱۵۲۴	۲۷۹۴۶	1397
۵۹۹۰۰	۱۵۶۶	۲۶۵۱۹	۲۴۹۷	۲۹۳۱۸	1398
60033.05	1511.03	26703.23	2632.16	29277.49	پیش بینی ۱۳۹۹
60166.4	1457.99	26888.74	2774.65	29237.04	پیش بینی ۱۴۰۰
60300.05	1406.81	27075.54	2924.84	29196.64	پیش بینی ۱۴۰۱
0.002	-0.035	0.006	0.054	-0.001	نسبت افزایش



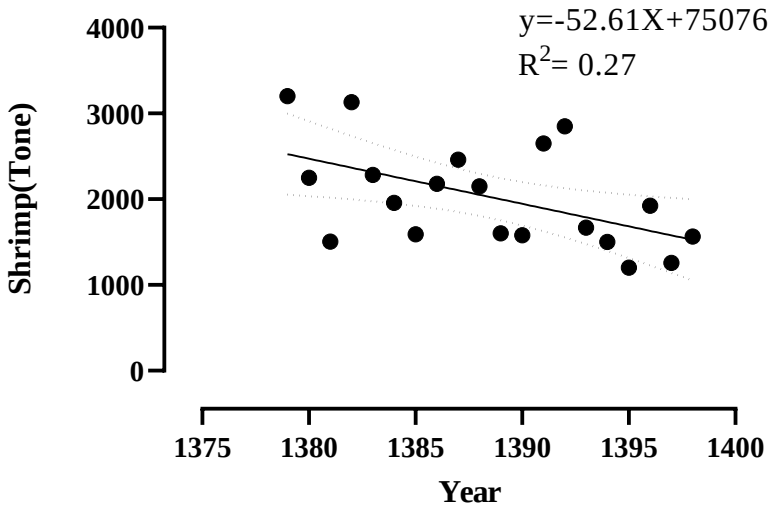
شکل ۳: تغییرات میزان صید سطح زیان درشت در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).



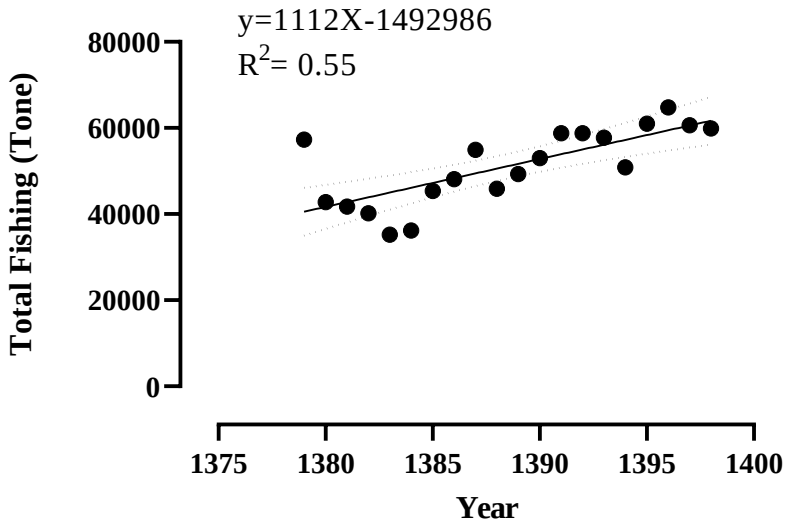
شکل ۴: تغییرات میزان صید سطح زیان ریز در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).



نمودار ۵: تغییرات میزان صید کفزیان در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).



نمودار ۶: تغییرات میزان صید میگو در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).



نمودار ۷: تغییرات میزان صید کل آبزیان در آبهای استان بوشهر (۱۳۹۸-۱۳۷۹).

بحث

همانگونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود روند مقدار صید کل در آبهای خلیج فارس استان بوشهر روند کاهشی را نشان می‌دهد. در مطالعه تقوی مطلق و همکاران در سال ۱۳۸۵ مشخص شد که روند صید گونه‌های مختلف آبزیان در آب‌های دریایی جنوب کشور بعد از سال ۱۳۷۶ با توجه به ارزش اقتصادی آنها روند کاهشی یا افزایشی را با توجه به گونه مربوطه نشان می‌دهد، ولی میانگین صید کل آبهای جنوب کشور روند نسبتاً پایدار و ثابتی را نشان می‌دهد. در مطالعه دیگر که توسط آقای تقوی مطلق و همکاران در سال ۱۳۹۹ انجام شد، مشخص شد که روند صید گونه‌های حلوا سفید، خارو، سرخو، سوس ماهی، شوریده، عروس، کفشک، کوسه ماهیان، گربه ماهی، ماهی میش، سوکلا و گواف در آب‌های استان بوشهر روند کاهشی را نشان می‌دهد. شکوفایی جلبکی خلیج فارس بین سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ آثار فاجعه باری بر جنبه‌های زیست محیطی و اجتماعی و اقتصادی داشته است که در نمودار نیز با کاهش شیب در این سال‌ها قابل رویت است (Fatemeh Mirza,*et al.*, 2019). مقایسه مقدار صید در سال ۱۳۷۹ (۵۷۳۰۰ تن) و ۱۳۹۸ (۵۹۹۰۰ تن) نشان دهنده روند نسبتاً ثابت بهره برداری در آب‌های استان بوشهر است. و هر گونه افزایش در مقدار صید مربوط به افزایش تلاش صیادی، صید گونه‌های که قبلاً در سبد صید صیادان وجود نداشتند و استفاده از شناورهای مجهز و روش‌های نوین بهره برداری و ابزارهای مدرن صید و ... است.

آنالیز روند صید گروه‌های گونه‌ای در آب‌های استان بوشهر از سال ۱۳۷۹ نشان داد که مقدار صید روند کاهشی دارد، اما نسبت افزایش صید کل مقدار افزایش جزئی را نشان می‌دهد (نمودار ۲). بیانگر این موضوع است که مقدار صید در آب‌های استان بوشهر به سطح مجاز بهره برداری رسیده است. در مطالعه تقوی مطلق و همکاران روند صید برای آبهای جنوب ایران افزایش محدودی را نشان داد. در صورتی که برنامه‌ای برای افزایش ظرفیت صید و کنترل تلاش صیادی وجود نداشته باشد در سال‌های آینده نسبت افزایش صید روند منفی پیدا خواهد کرد.

در جدول ۲ متوسط رشد صید گروه‌های گونه‌ای در آبهای استان بوشهر و پیش بینی میزان برداشت صید بهینه برای ۳ سال آینده بر حسب (تن) با نگاه پایداری در بهره برداری از ذخایر این گروه‌های گونه‌ای آمده است تا به خوبی مورد توجه مدیریت صید و صیادی قرار گیرد. تعریف برنامه‌های کوتاه مدت و بلند مدت مناسب و سازگار با محیط زیست در بخش‌های مختلف اعم

از صید، تکثیر آبزیان، پرورش آبزیان، فرآوری و عمل آوری، بهداشت و بیماری‌ها، صادرات و واردات محصولات شیلاتی و کارخانه‌های تولید غذای آبزیا ن و سایر زیر بخش‌ها از طرف سازمان شیلات ضروری است. به عنوان مثال هدف توسعه پایدار سازمان ملل در اقیانو س ها این است که تا سال ۲۰۳۰ میلادی به نقطه صید بی رویه دست یابد (FAO, 2018).

فعالیت صیادی در جنوب ایران از اهمیت اقتصادی ویژه‌ای بر خوردار بوده و در حفظ ساختار اجتماعی جوامع صیادی منطقه نیز نقش بسزایی دارد. توجه به بحث پایداری این فعالیت به عنوان یک شیوه معیشتی و شناسایی ابعاد و وضعیت آن از نگاه توسعه پایدار دارای اهمیت است. توسعه پایدار ایجاد تعادل میان توسعه و محیط زیست است. این اصل از دهه ۸۰ میلادی به عنوان یک مفهوم نو و عمیق زیست محیطی مورد پذیرش جامعه قرار گرفته و بر قواعد حقوقی پرتو افکن شد. بر پایه این اصل حفاظت از محیط زیست به منظور دستیابی به توسعه پایدار باید به عنوان جزء تفکیک ناپذیر توسعه در هر کشور تلقی شود (مک هاگ، ۱۳۸۰، ص ۴۰). پایداری، مدیریت صیادی در دنیا را در ابعاد مختلف بحران بیولوژیکی، زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی بررسی می‌کند (Cochrane, 2000). تعریف برنامه‌های کوتاه مدت و بلند مدت در زمینه بررسی‌های بیولوژیک، اکولوژیک، اقتصادی و اجتماعی جهت بهره برداری پایدار از ذخایر آبزیان خلیج فارس نیاز است.

منابع

امین اله تقوی مطلق، ۱۳۹۹، آنالیز روند صدو پیش بینی میزان تولید گونه‌های صید در آب‌های جنوب کشور، بر اساس اطلاعات سری‌های زمانی صید (۱۳۹۵-۱۳۷۶).

سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، سال ۱۳۹۸-۱۳۷۹، دفتر برنامه و بودجه.

امین اله تقوی مطلق، مختار آخوندی، علیرضا شیری. تجزیه و تحلیل روند صید و تعیین پتانسیل ماهیگیری بر اساس آمار صید در آب‌های خلیج فارس و دریای عمان. مجله علمی شیلات ایران، سال پانزدهم، شماره سه، پاییز ۱۳۸۵.

عفت قربانیان، منصور زیبایی، سنجش و مقایسه ابعاد مختلف پایداری سیستمهای صیادی در خلیج فارس، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، جلد،۳۳ شماره،۳ پاییز،۱۳۹۸ ص. ۲۶۵-۲۷۹

نهاپتیان، و.، ۱۹۹۲. میزان‌های حیاتی، مرگ و میر، باروری، رشد جمعیت، جدول عمر. ترجمه: ح. خزانه. انشارات دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقاتی بهداشتی دانشگاه تهران. ۱۹۳ صفحه.

مک هاگ، ماری، 1831 بهرهوری پایدار، ترجمه و تلخیص: سید مهدی الوانی، تهران، مجله مدیریت و توسعه، شماره ۹.

Adrianto L., Matsuda Y., and Sakuma Y. (2005). Assessing local sustainability of fisheries system: a multi-criteria participatory approach with the case of Yoron Island, Kagoshima prefecture, Japan. Marine Policy 29: 9-23

Charles A.T. (2001). Sustainable fisheries system. London, UK: Blackwel Sciences. Kuronuma, K. and Abe, Y., 1986. Fishes of the Arabian Gulf. Kuwait Institute for Scientific Research.

Cochrane K.L. (2000). Reconciling sustainability, economic efficiency an equity in fisheries: the one that got away? Fish and Fisheries 1(1): 3–21.

Cochrane K.L. (2000). Reconciling sustainability, economic efficiency an equity in fisheries: the one that got away? Fish and Fisheries 1(1): 3–21.

FAO (2012). *The State of World Fisheries and Aquaculture*, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 2012

FAO. (1996). Chronicles of marine fishery landings (1950-1994): Ternd analysis and fisheries potential. *FAO Fisheries Technical Paper. No.359.*51p.

FAO. (2015). Fishery and Aquaculture Country Profiles: The Islamic Republic of Iran (http://www.fao.org/fishery/facp/IRN)

FAO. (2016). The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 pp.

FAO. (2008). FAO Year book. Fishery statistics. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome.

FAO. (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome. Licenses: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 227 P.

Mirza Esmaeili F., Mortazavi M.S., Dehghan Banadaki A.R. (2020). An overview of management and monitoring of harmful algal blooms in the northern part of the Persian Gulf and Oman Sea (Hormuzgan Province). Environ Monit Assess. 192:42

Shahidul Islam MasaruTanaka, Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: a review and synthesis, Volume 48, Issues 7–8, April 2004, Pages 624-649, Marine Pollution Bulletin EAGDERI S., FRICKE R., ESMAEILI H.R., JALIL P. (2019). Annotated checklist of the fishes of the Persian Gulf: Diversity and conservation status، Iran. J. Ichthyol. (October 2019), 6(Suppl. 1): 1-171

بررسی روش‌های مدیریت پساب خروجی استخرهای پرورش میگو به منظور کاهش اثرات مخرب زیست محیطی

ابوذر حبیبی [۱*]؛ سلمان محمدی [۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

۲-کارمند اداره شیلات استان بوشهر، تنگستان

Email:habibiaboozar@yahoo.com

چکیده

فشار گروه‌های حامیان محیط زیست اکثر دولت‌ها را مجبور به اعمال قوانین در خصوص کنترل پساب مزارع پرورش آبزیان کرده است، تولیدکنندگان میگو و ماهی نگران هستند که این مقررات غیر ضروری، محدود کننده و گران باشد. فاضلاب‌های استخرهای پرورش آبزیان بیشتر شبیه منابع آلودگی غیر نقطه‌ای است تا منابع نقطه‌ای. بنابراین، در صورت بروز آلودگی کنترل آن با استفاده از روش‌های سنتی که برای کنترل آلودگی مناطق نقطه‌ای به کار می‌رود ممکن نخواهد بود. فعالان آبزی پروری معتقدند که استفاده از شیوه‌های مدیریتی ایده آل (BMPs) می‌تواند راهی مناسب و مقرون به صرفه جهت بهبود کیفیت و کاهش حجم پساب‌های حوضچه‌های پرورش برای حفاظت از محیط زیست باشد. در سال‌های اخیر سازمان‌های مختلف روش‌های BMPs را در راستای کاهش آسیب‌های زیست محیطی استخرهای پرورش آبزیان پیشنهاد کرده‌اند. کلیات قوانین BMP های ارائه شده توسط گروه‌های مختلف بسیار مشابه است. اگرچه BMP در حال حاضر فقط "لیست کاغذی" است، اما این موضوع به طور گسترده مورد بحث قرار گرفته است و تولیدکنندگان در خصوص مسائل زیست محیطی آگاهی پیدا کرده‌اند. تلاش قابل ملاحظه‌ای توسط تولید کنندگان کشورهای آمریکای لاتین، آسیا، استرالیا و ایالات متحده برای بهبود شیوه‌های تولید انجام شده است و برخی از تولید کنندگان به صورت داوطلبانه روش‌های BMP را اتخاذ می‌کنند. بسیاری از تولید کنندگان میگو در چندین کشور حوضچه‌های رسوب احداث کرده‌اند، و چند مزرعه بزرگ میگو کیفیت پساب را کنترل می‌کنند.

واژگان کلیدی: آلودگی، مدیریت ایده آل، مزارع میگو

Investigation of management methods of shrimp ponds eeffluent in order to reduce the destructive effects on the environment

Abouzar Habibi[1]*; Salman Mohammadi[2]
1- Department of Fisheries Science, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara
2- Bushehr Fisheries Department, Tangestan
Email:habibiaboozar@yahoo.com

Abstract

Pressure from environmental groups will force most governments to impose effluent regulations on aquaculture. Shrimp and fish producers are concerned that these regulations will be unnecessarily restrictive and expensive. Effluents from pond aquaculture resemble non-point sources of pollution more than point sources. Thus, application of traditional effluent treatment methods to meet effluent standards, as done in point source pollution, will be difficult or impossible. Many involved in aquaculture believe that application of best management practices (BMPs) could be a reasonable and affordable way to improve the quality and reduce the volume of pond effluents. During recent years, several organizations have suggested systems of BMPs for making pond aquaculture more environmentally responsible. The contents of BMP documents presented by the different groups are remarkably similar. Although the BMP approach is largely a ‘‘paper list’’ at present, the topic is being discussed widely, and producers are becoming more aware of environmental issues. There is an obvious attempt by producers in Latin America, Asia, Australia, and the United States to improve production practices, and some producers are voluntarily adopting BMPs. Many shrimp producers in several nations have installed settling basins, and a few large shrimp farms monitor effluent quality.

Keywords: **Pollution, Best management practices, Shrimp Farms**

مقدمه

در سال‌های اخیر آبزی پروری توسعه چشمگیری پیدا کرده است به طوری که اثرات قابل توجهی را بر روی محیط زیست و منابع طبیعی گذاشته و موجب نگرانی طرفداران و دانشمندان محیط زیست شده است (Naylor *et al.*, 1998, 2000). از مهمترین تاثیرات مخرب محیط زیست در ارتباط با توسعه آبزی پروری می‌توان به تخریب جنگل‌های مانگرو، تالاب‌ها و مناطق زیست گاهی حساس آبزیان توسط پروژه‌های آبزی پروری، تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به استخرهای پرورش آبزیان، آلودگی آب ناشی از خروجی پساب مزارع پرورش آبزیان، استفاده بیش از حد از داروها، آنتی بیوتیک ها و سایر مواد شیمیایی برای کنترل بیماری‌های آبزیان، استفاده از روش‌های فراوری نامناسب جهت تولید پودر ماهی و دیگر مواد طبیعی برای استفاده در پرورش ماهی و میگو، شور شدن خاک، و آب در اثر خروج پساب، نشت و رسوب آب شور استخرهای پرورش، استفاده بیش از حد از آب‌های زیر زمینی و دیگر منابع آب شیرین برای پر کردن حوضچه‌ها، سرایت بیماری از آبزیان پرورشی به جمعیت آبزیان بومی ساکن دریا و اثرات منفی بر تنوع زیستی ناشی از فرار گونه‌های غیر بومی معرفی شده برای آبزی پروری، نابودی پرندگان و سایر شکارچیان اشاره کرد علاوه بر مشکلات بیان شده، سایر مشکلات احتمالی آلودگی آب در اثر پساب مزارع پرورش آبزیان نگرانی‌هایی را به وجود آورده است که در برخی از کشورها توجه مسئولین حکومتی را جلب کرده است (Boyd and Tucker, 2000). پرورش ماهی و میگو در استخر انجام شده که دارای پساب ودر مواقع بارندگی‌های شدید و یا زمان برداشت تخلیه و وارد اکوسیستم های مجاور می‌شوند (Boyd and Queiroz, 2001) به طور متوسط ۲۰ تا ۳۰ درصد از نیتروژن و فسفر کود و غذایی که به منظور تولید ماهی و میگو در استخر استفاده شده، رسوب می‌کند و در موقع برداشت وارد جریان آب می‌شود (Boyd and Tucker, 1998). استخرها توانایی قابل ملاحظه‌ای برای جذب نیتروژن و فسفر از طریق فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک دارند (Schwartz and Boyd, 1994a). با توجه به تمام موارد گفته شده استخرها اغلب غلظت بالایی از نیترات، پلانکتون و مواد جامد معلق نسبت به آب‌هایی که به آن تخلیه می‌شوند، دارند (Schwartz and Boyd, 1994b). بنابر این استخرها پتانسیل بالاقوه ای جهت آلودگی منابع آبی مجاور خود می‌باشند. هدف از این مطالعه مروری بر اقدامات مدیریتی صورت گرفته برای بهبود پساب خروجی مزارع پرورش میگو به منظور جلوگیری یا کاهش اثرات آلودگی آب‌های اکوسیستم‌های ساحلی است

استانداردهای تأیید شده کیفیت پساب خروجی مزارع پرورشی

استانداردهای کیفی آب برای پیشگیری از اثرات منفی پساب خروجی مزارع پرورشی بر روی اکوسیستم‌های دریافت کننده این آب‌ها تعریف می‌شود (Boyd, 2000) استانداردها معمولاً محدودیت‌هایی را برای متغییر های کیفی آب تعیین می‌کنند. برخی استانداردهای تعریف شده برای خروجی پساب مزارع پرورشی در جدول ۱ قابل مشاهده است.

جدول ۱: استانداردهای کیفی اولیه و استانداردهای مورد نظر پساب خروجی مزارع پرورش میگو بر اساس داده‌های اتحادیه آبزی پروری جهانی (Boyd and Gautier, 2000).

پارامترهای کیفی آب	استاندارد اولیه	استاندارد مورد نظر
pH	۶/۰ - ۵/۹	۶/۰ -۹/۵
مواد جامد معلق کل (mg/L)	≤ ۱۰۰	≤ ۵۰
فسفر (mg/L)	≤ ۰/۵	≤ ۰/۳
نیتروژن (mg/L)	≤ ۵	≤ ۳
اکسیژن محلول (mg/L)	≥ ۴	≥ ۵

مدیریت استخرهای پرورشی

در مدیریت محیط زیست، به دستورالعمل‌هایی که از آلودگی آب و سایر اثرات منفی بر روی اکوسیستم‌های محیط آبی پیشگیری می‌کند، شیوه‌های مدیریتی ایده آل۱۷ نامیده می‌شود. که به اختصار BMPs نیز مطرح می‌شود (Hairston et al., 1995). BMPs در واقع به عنوان ساده‌ترین و کاربردی‌ترین روش‌ها جهت پیشگیری از تأثیرات مخرب محیط زیستی پساب مزارع پرورشی است که ضمن توجه به مسائل اقتصادی تولید، در مزارع پرورش آبزیان اجرا می‌شود. البته باید به این نکته توجه داشت کلمه ایده آل همیشه عملی و مقدور نبوده و بر اساس ویژگی‌های مجموعه پرورشی، تکنولوژی‌های مورد استفاده و مواردی از این قبیل بستگی دارد. به عبارت دیگر شیوه‌های مدیریتی ایده آل باید به صورت مداوم بازنگری شده تا اطلاعات به روز رسانی شده و در اختیار مدیران مجموعه‌های پرورشی قرار گیرند. باید تاکید کرد که BMPs به ندرت به تنهایی به کار برده می‌شوند و معمولاً بایستی مجموعه‌ای از چندین BMPs جهت پیشگیری از آلودگی اکوسیستم‌های آبی و دست یابی به مدیریت منابع طبیعی استفاده شود. BMP های متعددی برای استفاده در آبزی پروری وجود دارد بنابر این لیست ساده‌ای از BMP ها جهت مدیریت، کنترل و پیشگیری از تخریب اکوسیتم های آبی کاربردی نخواهد داشت. Bmp ها را بر اساس عملیات یا اهداف خاصی گروه بندی می‌کنند. به عنوان مثال BMP هایی که در ارتباط با ساختارهای مهندسی استخرهای پرورش می‌باشند و BMP هایی که مربوط به موارد غذادهی است که در ادامه به مواردی از هر دو گروه اشاره شده است.

الف: BMP های مرتبط با ساختارهای مهندسی استخر

به منظور جلوگیری از فرسایش خاک دیواره‌های استخرهای پرورشی شیب مناسب را رعایت کرده و فشرده سازی خاک به خوبی انجام شود.

دریچه‌ها و کانال‌های خروجی به صورت صحیح و مناسب طراحی شود تا در زمان تخلیه و شستشو، خروج آب موجب فرسایش خاک در نزدیک دهانه خروجی استخر نشود.

جهت جلوگیری از فرسایش دیوارهای استخر و کانال‌های خروجی در مناطقی که دارای شیب تند است از پوشش‌های گیاهی استفاده شود.

در بخش‌هایی از استخر که آب سرریز می‌شود از پوشش‌های گیاهی، در جاده‌های مزارع و بالای خاکریز ها جهت جلوگیری از فرسایش خاک از شن ریزه استفاده نمایید.

هواده‌ها به صورت صحیح جانمایی شوند تا جریان آب در اثر فعالیت هواده باعث فرسایش خاک کف استخر و دیواره نشود.

به منظور پیشگیری از فرسایش خاک کف استخر در مواقع بارندگی و خروج مواد جامد معلق، دریچه‌های خروجی در استخرهای خالی بسته باشد.

از عبور و ورود احشام به داخل استخرها پرورشی جلوگیری شود.

ب: BMP های مرتبط با غذادهی استخرهای پرورشی

قطعاً موارد بالا به تنهایی جهت پیشگیری از آلودگی منابع آبی کافی نمی‌باشند. پساب استخرهای پرورشی محتوی مقدار زیادی مواد مغذی هستند که ممکن است باعث یوتروف شدن آب‌های دریافت کننده آنها شوند. غلظت مواد مغذی ممکن است با اجرای موارد زیر تا حدودی کاهش یابد:

فقط برای حفظ شکوفایی فیتوپلانکتونها از کود استفاده کنید.

۱۷- Best management practices

بیومس موجودات داخل استخر و میزان غذا دهی را کنترل کنید تا بیش از نیاز استخر غذا دهی صورت نگیرد.
غذاها باید دارای کیفیت بالا و ماندگاری طولانی در آب بوده و مقدار نیتروژن و فسفر آن بیش از نیاز نباشد.
از غذا دهی بیش از حد خود داری نمایید و به اندازه‌ای غذا دهید که مورد نیاز بوده و مصرف می شود.
تا حد امکان آب را تعویض نکنید یا مقدار تعویض آب را کاهش دهید.
استخرها به گونه‌ای طراحی شوند که در مواقع بارندگی و سیلاب، بروز مشکلات را کاهش دهد.
در صورت امکان در موقع برداشت محصول، آب استخر را به صورت کامل تخلیه ننمایید.
تا حد امکان پساب مزارع را از طریق حوضچه‌های رسوب یا کانال‌هایی دارای پوشش گیاهی می‌باشند تخلیه نمایید.
در صورت امکان از سیستم‌های پرورشی چرخشی یا استفاده مجدد از آب استفاده نمایید.

تأثیر پساب خروجی مزارع پرورش میگو بر اکوسیستم‌های ساحلی

متداول‌ترین نوع سیستم‌های پرورش میگو استخرهای خاکی می‌باشند که معمولاً در نزدیکی سواحل احداث شده‌اند. در زمان تخلیه استخرها، آب وارد اکوسیستم‌های ساحلی می‌شود. اجزای اصلی ترکیبات موجود در پساب مزرعه میگو، مواد آلی و معدنی و مواد جامد معلق می‌باشند. در این میان نیتروژن و فسفر در هر دو شکل آلی و معدنی مشاهده می‌شود (C. E. Boyd,2000). با توجه به نوع سیستمهای پرورش میگو (نیمه متراکم، متراکم و گسترده)، غلظت مواد مغذی، بیومس فیتوپلانکتون ها، مواد آلی و مواد جامد معلق در محل ورود پساب مزرعه به اکوسیستم دریا متفاوت است (Cardoz et al, 2011). برخی از مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهند که کیفیت آب در محل ورود پساب مزارع پرورشی دچار تغییرات کوتاه مدت شده و به صورت مقطعی برخی از پارامترهای کیفی آب تغییر می‌یابد و تفاوت قابل توجهی در میزان تغییرات در طول سال مشاهده نمی‌شود (Trott et al, 2000). تأثیر پساب‌های خروجی پرورش میگو بر اکوسیستم‌های مجاور متفاوت بوده و به عوامل مختلفی از جمله میزان دبی آب، ترکیب شیمیایی پساب و ویژگیهای خاص محیطی اکوسیستم‌هایی که خروجی آب مزارع را دریافت می‌کند مانند مقدار گردش آب بستگی دارد (FAO, 2012) شریفی نیا و همکاران در سال ۱۳۹۵ با استفاده از شاخص‌های زیستی، تأثیر آلودگی مزارع پرورش میگو بر ساختار جوامع بزرگ بی مهرگان کفزی را در خورتیاب استان هرمزگان بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که ایستگاه‌هایی که در مسیر خروجی استخرهای پرورش میگو قرار داشتند در طبقات اندکی آلوده تا به شدت آلوده قرار دارند. با توجه به گسترش روز افزون فعالیت‌های آبزی پروری در نواحی ساحلی و عدم وجود برنامه ریزی های مناسب و کنترل ضعیف پساب خروجی در کشورهای در حال توسعه، پیش بینی می‌شود که عدم مدیریت مناسب و اقدامات کنترلی لازم جهت مقابله با پتانسیل‌های حاصل از آسیب این فعالیت باعث به خطر افتادن خدمات اکوسیستمی و آسیب‌های زیست محیطی زیان باری خواهد شد. علاوه بر این، نگرانی عمده ورود دیگر آلاینده‌های زیست محیطی در حال ظهور مانند آنتی بیوتیک های مورد استفاده در آبزی پروری و انتشار اتفاقی میگوهای غیر بومی نیز ممکن است اثرات منفی روی محیط زیست سواحل بر جای بگذارد. برای مقابله با اثرات زیان بار زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های آبزی پروری در مناطق ساحلی باید تدابیر لازم جهت کنترل پساب قبل از ورود به اکوسیستم ساحلی به منظور کاهش اثرات آن هم زمان با گسترش آبزی پروری را پیش بینی کرده و با ارائه آموزش‌های پایه و قابل درک زیست محیطی به پرورش دهندگان آبزیان در منطقه از مشکلات پیش رو در آینده جلوگیری به عمل آید (شریفی نیا و همکاران، ۱۳۹۸).

پساب مزارع میگو دارای شوری بسیار بالا، جامدات معلق، ذرات معدنی و آلی، کلروفیل a و باکتری‌ها بوده که به اکوسیستم‌های ساحلی وارد می‌شود و کاهش اکسیژن محلول و افزایش کدورت در آب محل ورود پساب را به دنبال دارد. پساب خروجی باعث تغییر در کیفیت آب خلیج و تالاب می‌شود. تجمع جامدات، مواد آلی و زیست توده باکتریایی بر محیط زیست و تولیدات جوامع

ساحلی تأثیر می‌گذارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که هم در مکزیک و هم در سراسر جهان برای پیشگیری از ورود پساب مزارع به نواحی ساحلی، پیشنهاد می‌شود میزان تولید پساب را از طریق مدیریت کیفیت پارامترهای آب کاهش داده و تا حد امکان کیفیت آب مزارع را قبل از خروج تیمار کرده و از سیستم‌های چرخش آب استفاده شود (Ramón *et al.*, 2013).

حوضچه‌های رسوب گذاری می‌توانند مقدار قابل توجهی از مواد معلق را کاهش دهند اما تأثیر چندانی در حذف فسفات و نیتروژن ندارد (Jackson *et al.*,2003). عملکرد سیستم‌های تصفیه پساب خروجی مزرعه را می‌توان با استفاده از پرورش دوکفه‌ای‌ها، ماکرو جلبک‌ها، ماهی و کشت نیترو باکتر ها بهبود بخشید (Pa´ez-Osuna, 2001).

به طور کلی در ارزیابی اثرات زیست محیطی پرورش میگو، پنج فعالیت عمده باید در نظر گرفته شود: آماده سازی استخر، کنترل آب ورودی مزرعه، غذادهی، تعویض آب، تخلیه استخرها. در بین این فعالیت‌ها، شش عمل، مهم‌ترین منبع آلودگی به شمار می‌آیند که عبارتند از استفاده مواد شیمیایی و دارویی، استفاده از کود، منابع آب، خوراک پلت، تخلیه پساب و تخلیه رسوبات استخر. مهم‌ترین مشکلات زیست محیطی ناشی از پساب مزارع پرورش میگو عبارتند از آلودگی آب، آلودگی رسوبات و انتشار بیماری. به منظور مدیریت کاهش ضایعات پساب خروجی آب پرورش میگو دولت‌ها می‌توانند کیفیت خوراک را کنترل نمایند و از طرفی با استفاده از اوزون آب خروجی را ضد عفونی نمایند (Pham *et al.*, 2010).

منابع

شریفی نیا، م.، طاهری زاده، م.ر.، ایمانپور نمین، ج.، کامرانی، الف. ارزیابی بوم شناختی تأثیر پساب مزارع پرورش میگو بر ساختار جوامع بزرگ بی مهرگان کفزی با استفاده از شاخص زیستی bentix (مطالعه موردی: خورتیاب – استان هرمزگان). فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. سال دهم، شماره1، بهار ۱

Boyd C.E. (2000). Water Quality, An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. 330 pp.

Boyd C.E., Gautier D. (2000). Effluent composition and water quality standards. Global Aquaculture Advocate 3 (5), 61 – 66.

Boyd C.E., Queiroz, J. (2001). Feasibility of retention structures, settling basins, and best management practices in effluent regulation for Alabama channel catfish farming. Reviews in Fisheries Science 9, 43 – 67.

Boyd C.E., Tucker C.S. (1998). Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA. 700 pp.

Boyd C.E., Tucker C.S. (2000). Rule-making for aquaculture effluents in the US. Global Aquaculture Advocate 3 (6), 81 – 82.

Cardozo A.P., Britto V. O., and Odebrecht C. (2011). "Temporal variability of plankton and nutrients in shrimp culture ponds, vs. adjacent estuarine water," Pan-American Journal of Aquatic Sciences, vol. 6, no. 1, pp. 28–43.

Hairston J.E., Kown S., Meetze J., Norton E.L., Dakes P.L., Payne V., Rogers K.M. (1995). Protecting Water Quality on Alabama Farms. Alabama Soil and Water Conservation Committee, Montgomery, AL. 124 pp.

Naylor R.L., Goldburg R.J., Mooney H., Beveridge M., Clay J., Folke C., Kautsky N., Lubchenco J., Primavera J., Williams M. (1998). Nature's subsidies to shrimp and salmon farming. Science 282, 883–884.

Naylor R.L., Goldburg R.J., Primavera J.H., Kautsky N., Beveridge M.C.M., Clay J., Folke C., Lubchenco J., Mooney H., Troell M. (2000). Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature 405, 1017–1024.

Pa´ez-Osuna F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: a global perspective. J. Environ. Pollut, 112: 229- 231.

Ramón H., Barraza-Guardado José A., Arreola-Lizárraga Marco A., López-Torres Ramón C-H., Anselmo M-B., Francisco M.B., and Cuauhtemoc I.G. (2013).Effluents of Shrimp Farms and Its Influence on the Coastal Ecosystems of Bahía de Kino, Mexico, The Scientific World Journal, Article ID 306370, 8 pages

Schwartz M.F., Boyd C.E. (1994a). Channel catfish pond effluents. Progressive Fish-Culturist 56, 273–281.

Schwartz M.F., Boyd C.E. (1994b). Effluent quality during harvest of channel catfish from watershed ponds. Progressive Fish-Culturist 56, 25–32.

Trott L.A., and Alongi D. M. (2000). “The impact of shrimp pond effluent on water quality and phytoplankton biomass in a tropical mangrove estuary,” Marine Pollution Bulletin, vol. 40, no. 11, pp. 947–951.

بررسی برخی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب استخرهای پرورشی میگوی پاسفید غربی (*Litopenaeus vannamei*) در مزرعه دلوار میگوی بوشهر

ابوذر حبیبی [۱]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email:Aboozarhabibi@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی وضعیت رشد و ارتباط آن با پارامترهای مهم فیزیکی و شیمیایی آب محیط پرورش میگوی پاسفید غربی، مطالعه حاضردر سه استخر ۱/۲ هکتاری با تراکم ذخیره سازی حدوداً ۳۸ قطعه در هر متر مربع به مدت ۹۰ روز در سایت پرورش میگوی دلوار متعلق به استان بوشهر در تابستان ۱۴۰۰ انجام شد. پارامترهای ثبت شده شامل وزن کل، دمای آب، pH، میزان شفافیت، شوری، عمق و اکسیژن محلول آب استخر بود. برای تعیین مدل رشد میگوی پاسفید غربی *Litopenaeus vannamei* از دو متغیر وابسته نرخ رشد روزانه و رشد ویژه و ۹ متغیرمستقل غیر زیستی استفاده شد. بر روی داده‌ها آزمون تشخیص هم خطی بین متغیرهای وابسته و متغیرهای غیرزیستی مستقل انجام شد. نتایج آنالیز نشان داد که هیچ کدام از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بر روی متغیرهای وابسته تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. میانگین میزان برداشت ۴۱۵۲/۹۶ کیلو گرم در ۱/۲ هکتار با میانگین وزنی ۱۰/۹۸ گرم و ضریب تبدیل غذایی ۱/۶ بود.

واژگان کلیدی: مدل رشد، کیفیت آب، نرخ رشد روزانه، متغیرهای غیر زیستی

Investigation of some physicochemicalparameters of Western White Shrimp rearing pond's water (*Litopenaeusvannamei*), in Delvar ShrimpFarms, Bushehr Province

Abouzar Habibi[1*]

1- Department of Fisheries Science, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: Habibiaboozar@yahoo.com

Abstract

To investigate the growth condition of *Litopenaeus vannamei* and its relationship with some of the important physicochemical parameters of rearing water, present study was conducted in 3 earthen ponds with 1.2-hectare area for rearing 90 days in the Delvar shrimp rearing site, Bushehr province in the summer of 2021. Shrimps reared 38 numbers of postlarvas in per square. To determine the growth model of *L. vannamei*, two dependent variables including daily growth rate and specific growth rate and 9 independent non-biological variables were used. The data were tested by backward multi regression method for detection relationship between the dependent variables and non-biological independent variables. The result of the analysis showed that none of the physical and chemical factors had a significant effect on the dependent variables. The average of total harvest in 1.2 hectare, average weight and FCR was 4152.96 kg, 10.98 g and 1.60 respectively.

Keywords:Growth model, Water quality, Daily growth rate, Abiotic variables

مقدمه

میگوی پاسفید غربی *Litopenaeus vannamei*، عمده‌ترین میگوی پرورشی در نیمکره غربی، از خانواده پنائیده و یوری هالین است (Saoud, Davis and Rouse, 2003). ویژگی این گونه برای تحمل دامنه وسیعی از شوری از 0/5 تا ۴۰ گرم در لیتر، همراه با خصوصیات رشد بسیار بالا موجب شده است گونه‌ای پرطرفدار برای پرورش در منابع آبی مختلف در بسیاری از نقاط جهان باشد (Cheng *et al.*, 2006). تغذیه جمعیت رو به رشد انسانی که پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ میلادی به ۹/۶ میلیارد نفر برسد و انتظار می‌رود که این جمعیت با کمبود منابع طبیعی مورد نیاز برای تولید غذا مواجه باشند. آبزی پروری در بسیاری از کشورها به عنوان گزینه ایده آل برای تولید غذا مطرح می‌باشد. توسعه آبزی پروری پایدار به اهداف سازمان فائو در زمینه‌های پایان فقر، پایان گرسنگی، دستیابی به امنیت غذایی، بهبود تغذیه، ترویج کشاورزی پایدار، رشد اقتصادی پایدار، اشتغال و کار مناسب برای همه، حفاظت و استفاده پایدار از اقیانوس‌ها و منابع دریایی کمک می‌کند (FAO, 2017). به دلیل کمبود منابع آبی و زمین، توسعه آبزی پروری پایدار به احتمال زیاد به عواملی مانند بهبود محیط‌های پرورشی، افزایش تولید در واحد سطح، افزایش فناوری‌های آبزی پروری و کاهش هزینه‌های تولید وابسته خواهد بود. سهم جهانی پرورش میگو از آبزی‌پروری در دهه اخیر قابل توجه بوده است. تولید میگوی پرورشی و میگوی آب شیرین از ۳۴۰۰۴۵۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ میلادی به ۶۰۰۴۳۵۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۸ میلادی (۷۶/۶ درصد افزایش) رسید که ۷/۳ درصد تولید جهانی آبزی پروری بدون احتساب گیاهان آبزی در سال ۲۰۱۸ مربوط به تولید میگو می‌باشد (FAO, 2020). میگوی پاسفید غربی *L. vannamei* مهم‌ترین گونه از سخت پوستان پرورشی است. میزان تولید این گونه در ۱۰ سال اخیر از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ تقریباً دو برابر شده است و حدود ۵۳ درصد از کل سخت پوستان پرورشی را در سال ۲۰۱۸ در بر می‌گیرد (FAO, 2020). به دلیل نوآوری‌های قابل توجه و پیشرفت‌های فنی در پرورش آبزیان در سال‌های اخیر باعث این افزایش تولید شده است.

میگوی پا سفید غربی *L. vannamei* با توجه به تحمل دامنه وسیعی از تغییرات دما، ماندگاری بالا در مراحل لاروی در هچری و در شرایط استخرهای پرورشی و همچنین نیاز به پروتئین پایین و هزینه تولید پایین در صنعت تکثیر و پرورش میگوی جهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Wyban and Sweeney, 1991). با توجه به نتایج ارزشمند در پرورش این گونه در کشورهای آسیائی و خسارات شدید ناشی از شیوع بیماری لکه سفید وارد شده به صنعت پرورش میگو در کشور، این گونه توسط موسسه تحقیقات شیلات ایران در تابستان ۱۳۸۳ به کشور وارد و پس از انجام کارهای پژوهشی به مزارع پرورش میگوی کشور معرفی شد (Afsharnasab *et al.*, 2008).

مطالعات مختلفی در سایت‌های پرورشی میگو در استان‌های جنوبی کشور در ارتباط با بررسی پارامترهای آب استخر پرورشی بر روی تولید میگو صورت گرفته است. برای نخستین بار مرتضوی و همکاران در سال ۱۳۷۸ وضعیت اکولوژیک استخرهای پرورش میگوی تیاب جنوبی را بررسی کردند. محمد افشار نسب و همکاران در سال ۱۳۸۷ وضعیت پرورش میگوی پاسفید غربی در شرایط آب و هوایی ایران را بررسی کردند. کیفیت آب مزارع پرورش میگوی پاسفید غربی طی یک دوره پرورش توسط روحانی قادیکلایی و همکاران در سال ۱۳۹۸ بررسی شد. روند رشد میگوی ببری سبز در استخرهای پرورش میگوی سایت حله استان بوشهر توسط ارشدی و همکاران در سال ۱۳۸۱ مورد مطالعه قرار گرفت.

با توجه به اهمیت اقتصادی میگوی پنائیده در سراسر جهان، در سال‌های اخیر تلاش‌های گسترده‌ای جهت شناسایی زیست‌شناسی رشد گونه‌های *Penaeus* spp. صورت گرفته است. این مطالعات شامل بررسی تأثیر فاکتورهای محیطی، از قبیل دما (Ye *et al.*, 2003)، شوری (Lemos *et al.*, 2001) و چرخه ماه‌های قمری (Griffith and Wigglesworth, 1993) در روند رشد میگو است. مطالعه حاضر به منظور بررسی نرخ رشد، میانگین وزن، میزان بقا، ضریب تبدیل غذایی و برداشت کل در

دوره پرورش ۹۰ روزه برای میگوی پا سفید غربی *L. vannamei* در استان بوشهر انجام شد. همچنین تأثیر فاکتورهای کیفی آب بر روند تولید میگوی پا سفید غربی در این تحقیق بررسی شد.

مواد و روش‌ها

عملیات این تحقیق در سه استخر خاکی با مساحت ۱/۲ هکتار در سال ۱۴۰۰ در طول ۹۰ روز پرورش در سایت پرورش دلوار میگوی استان بوشهر انجام شد. اصول پرورش شامل آماده سازی استخرها (شخم زنی، آهک پاشی، آبگیری، کوددهی استخرها)، مدیریت ذخیره سازی لاروها، مدیریت تغذیه، و مدیریت کیفیت آب (تعویض آب، کوددهی و آهک پاشی) در طول دوره پرورش نیز مطابق اصول پرورش میگو انجام شد (مجدی نسب، ۱۳۷۶). به ازای هر متر مربع حدوداً ۳۸ قطعه لارو میگوی پاسفید غربی *L. vanname* (پست لارو ۱۲ روزه) با میانگین وزنی ۰/۰۴ گرم پس از انجام عمل سازگاری ذخیره سازی شدند. عوامل محیطی مورد بررسی در طول دوره پرورش شامل اکسیژن محلول، دمای آب، PH و شفافیت روزانه بود. شوری آب توسط شوری سنج چشمی در یک نوبت (ساعت ۱۵)، در استخر اندازه‌گیری شد. شفافیت به وسیله سشی دیسک در دو نوبت (هنگام طلوع آفتاب ساعت ۶ صبح و در هنگام بعد از ظهر ساعت ۱۵) و همچنین این پارامترها از دو ایستگاه و در هر ایستگاه هم از سطح (عمق ۵ تا ۱۰ سانتیمتری) و هم از عمق (عمق ۷۰ تا ۱۰۰ سانتیمتری) آب، اندازه گیری و ثبت شد (آهنی ۱۳۷۹ و اسماعیلی ساری، ۱۳۷۹). عمق آب با دیرک مدرج در مرکز استخر یک نوبت در روز ساعت ۱۵ ظهر اندازه‌گیری و در فرم مخصوص ثبت شد. وزن متوسط میگوها، از اول مرداد ماه تا آخر شهریور ماه با فاصله زمانی ده روز، با اندازه گیری وزن کل ۱۳۰ عدد میگو با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم بررسی شد.

بررسی‌های تغذیه‌ای جهت تنظیم غذای روزانه، بصورت روزانه با بررسی سینی‌های غذادهی، ۲ ساعت پس از هر وعده غذایی صورت گرفت. جیره روزانه استخر در طول دوره پرورش با بیومتری میگوهای جمع آوری شده از سینی‌های غذا دهی بین ۲/۵ تا ۱۰ درصد میانگین وزنی میگوها و جدول غذادهی و همچنین بسته به شرایط فیزیکی و شیمیایی آب استخر و رفتار تغذیه‌ای میگوها طبق معادله (۱) محاسبه شد.

معادله (۱): جیره روزانه = میزان ذخیره سازی اولیه × ضریب باز ماندگی × میانگین وزن بدن × درصد غذا دهی

درصد غذا دهی بر اساس سن میگو و با استفاده از جدول‌های راهنمای رشد تعیین شد، به طوری که با بالا رفتن سن میگو، درصد غذا دهی کاهش می‌یابد.

برای محاسبه ضریب تبدیل غذایی F.C.R از معادله ۲ استفاده شد:

معادله (۲): $F.C.R=\frac{\text{غذای داده شده}}{\text{افزایش وزن}}$

جهت محاسبه توده زنده موجود در استخر از معادل ۳ استفاده شد:

معادله (۳): $\text{تعداد میگوی موجود در استخر} = \frac{100\times \text{غذای مقدار روزانه}}{\text{درصد غذادهی}\times \text{میانگین وزن بدن}}$

معادله (۴): میزان توده زنده = تعداد کل میگوی موجود در استخر × میانگین وزن

همچنین برای محاسبه درصد بازماندگی در استخر که جهت محاسبه میزان غذای مورد نیاز روزانه به کار می‌رود از معادله ۵ استفاده شد:

معادله (۵): $\text{درصد بازماندگی} = \frac{\text{تعداد میگوی موجود در استخر}}{\text{تعداد میگوی ذخیره سازی شده}}$

با استفاده از معادله ۶ میزان رشد روزانه محاسبه شد.

معادله (۶): $\frac{\text{میانگین وزن اولیه – وزن میانگین ثانویه}}{\text{طول دوره رشد حسب بر روز}}$=مقدار رشد روزانه (گرم در روز)

برای تعیین مدل رشد میگوی *L. vannamei* از دو متغیر وابسته نرخ رشد روزانه و رشد ویژه و ۹ متغیر مستقل غیر زیستی استفاده شد. بر روی داده‌ها آزمون تشخیص هم خطی بین متغیرهای وابسته و متغیرهای غیر زیستی مستقل انجام شد. آنالیزهای آماری در محیط نرم افزار R version 4.1.1 انجام شد.

نتایج

نتایج بررسی‌های انجام شده در خصوص وضعیت پرورش گونه میگوی پاسفید غربی *L. vannamei* مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. جدول ۲ نتایج بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در استخر پرورشی میگوی پا سفید غربی *L. vannamei* را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز رگرسیون خطی نشان داد که هیچ کدام از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی بر روی متغیرهای وابسته تأثیر معنی‌داری نداشته‌اند. جدول ۳ ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته را نشان می‌دهد. رشد ویژه (SGR) ۲/۴۵۴ درصد در روز (بصورت میانگین) رشد روزانه (DWG) ۰/۱۵۶ گرم در روز (بصورت میانگین) محاسبه شد.

جدول ۱: نتایج حاصل از عملیات پرورش میگوی وانامی.

روز پرورش	کل غذای مصرفی برای سه استخر (کیلوگرم)	میانگین میزان برداشت (کیلوگرم در ۱,۲ هکتار)	میانگین ضریب تبدیل غذایی	درصد بازماندگی	میانگین رشد روزانه (گرم)	میانگین وزن در روز ۹۰ (گرم)
۹۰	19452.6	۴۱۵۲,۹۶	۱,۶	۰,۸۴	۰,۱۵۶	۱۰,۹۸

جدول ۲: بررسی پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب استخر.

ردیف	فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی	میانگین
۱	دمای صبح (درجه سانتی گراد)	28
۲	دمای عصر (درجه سانتی گراد)	30
۳	اکسیژن صبح (میلی گرم در لیتر)	۲-۲/۵
۴	اکسیژن عصر (میلی گرم در لیتر)	۳-۳/۵
۵	شوری (گرم در لیتر)	42
۶	شفافیت صبح (سانتی متر)	45
۷	شفافیت عصر (سانتی متر)	30
۸	pH صبح	۷/۹
۹	pH عصر	۸/۳
۱۰	عمق آب (سانتی متر)	160

جدول ۳: ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته.

پارامترهای فیزیکوشیمیایی	SGR	DWG
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)- صبح	0.175T-2.8 R^2 =0.2	-0.01T + 0.5 R^2 = 0.24
دمای آب (درجه سانتی‌گراد)- عصر	0.21T-4.4 R^2 =0.5	-0.003T + 0.28 R^2 = 0.04
اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)- صبح	-1.9O+6.4 R^2 = 0.15	0.13O – 0.11 R^2 = 0.17
اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)- صبح	-1.94O+9.04 R^2 = 0.136	-0.013O + 0.2 R^2 = 0.001
شوری (میلی‌گرم در لیتر)	0.36S-12.44 R^2 = 0.17	-0.01S + 0.6 R^2 = 0.15
شفافیت آب (سانتی‌متر)	0.02TR+1.9 R^2 = 0.06	-0.003TR + 0.25 R^2 = 0.4
pH– صبح	0.82pH-4.28 R^2 = 0.01	0.39pH – 3.11 R^2 = 0.58
pH– عصر	-1.37pH+13.025 R^2 = 0.06	0.14 pH - 0.99 R^2 = 0.17
عمق آب	-0.087W.D+16.12 R^2 = 0.07	-0.002W.D + 0.47 R^2 = 0.04

بحث

کیفیت آب در استخرهای پرورش میگو در اوایل دوره بسیار مناسب بوده و از اواسط دوره تا انتهای دوره شرایط زیست میگو دارای حساسیت فوق العاده بوده و نیاز به کنترل و نظارت مداوم دارد. آب محیط استخر پرورش که میگو در آن زندگی می‌کند تحت تأثیر مواد آلی و معدنی که از موجودات زنده و غیر زنده وارد آب استخر می‌شود قرار دارد از این رو، بر بقا، رشد، عملکرد میگو در پاسخ به رشد تأثیر می‌گذارد. به همین دلیل کنترل کیفیت آب استخر پرورش ضروری است (Boyd,1989). بنابراین خواص فیزیکی و شیمیایی آب محیط پرورش نقش مهمی را در تولید و رشد موجودات در شرایط پرورش دارد (Boyd, 1998). میانگین شوری مشاهده شده در طول دوره بررسی ۹۰ روزه در استخرهای پرورشی ۴۱/۴۳ میلی گرم در لیتر بود. شوری یکی از فاکتورهای مهم تأثیر گذار در رشد و بقای گونه‌های آبزی و همچنین میگوهای خانواده پنائیده است (Kumlu *et al.*, 2000). تغییرات جزئی در شوری در طول دوره پرورش تأثیر مثبتی بر روی رشد میگو می‌گذارد (Mu *et al.*, 2005) تغییرات فیزیولوژیکی بدن میگو در راستای سازگاری با تغییرات شوری جهت احیاء ذخایر میگو در طبیعت و رشد آنها، بقاء و مصرف غذا در شرایط پرورش حیاتی می‌باشد (Jaffer *et al.*, 2020) دامنه‌های شوری مختلفی برای رشد میگوی وانامی گزارش شده است: شوری بالای ۲۰ میلی گرم در لیتر (Ponce-Palafox *et al.*, 1997) بین ۱۰ تا ۱۵ میلی گرم در لیتر Briggs و همکاران (۲۰۰۴) و همچنین Laramore و همکاران در سال ۲۰۰۱ اعلام کردند که بقای این گونه در شوری‌های بالاتر از ۳۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش می‌یابد. شوری و pH در طول دوره پرورش تحت تأثیر بعضی از عوامل از قبیل ورود بیش از حد آب شیرین در اثر بارندگی‌های شدید، از بین رفتن یا تغییرات ناگهانی در زیتوده فیتوپلانکتون‌ها در اثر آلودگی آب و تبخیر بیش از

حد دچار نوسانات شدید می‌شود (Christensen et *al*.,1997) pH آب استخرهای پرورش میگو در محدوه ۶/۹۵ تا ۸/۳۸ متغیر است. بر اساس مطالعات صورت گرفته مقدار تغییرات شوری و pH به ترتیب نباید بیشتر از ۳ میلی گرم در لیتر و ۰/۵ باشد (Lu *et al*., 2007). تحمل pH خارج از محدوده آبزیان پرورشی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد. ماهیان و سخت پوستان pH پایین را در شرایطی که مقدار شوری در دامنه مناسب قرار داشته باشد بهتر تحمل می‌کنند. غلظت بالای کلسیم بر روی نفوذ و پایداری غشاهای زیستیتاثیر می‌گذارد بنابراین هنگامی که pH بالا باشد، نفوذ الکترولیت‌ها به جریان خون از طریق ساختار غشای پایه آبششی کاهش می‌یابد (Boyd and Tucker, 2014). به نظر می‌رسددر استخرهای مورد مطالعه دامنه مقدار تغییرات شوری و pH برای گونه مورد پرورش مناسب می‌باشد. اما به دلیل تأثیر مقدار شوری در میزان حلالیت اکسیژن و سایر پارامترهای کیفی از افزایش بیش از حد آن با تعویض به موقع آب استخر جلوگیری بعمل آید

میانگین اکسیژن مشاهده شده در صبح و عصر به ترتیب ۲/۰۳ و ۳/۴۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد. اکسیژن محلول یک پارامتر مهم غیرزنده برای ارزیابی کیفیت آب در سیستم‌های متراکم پرورش میگوی پا سفید غربی *L. vannamei* است که باید به صورت دوره‌ای و منظم اندازه گیری شود (Kuligiewicz *et al*.,2015). میانگین مقدار بهینه اکسیژن محلول بین ۴/۴ تا ۸/۶ میلیگرم در لیتر است (Chakravarty *et al*., 2016) و حلالیت آن به شدت تحت تأثیر شوری و دمای آب قراردارد (Boyd,1998). به طور کلی تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز و فعالیت هواده‌های پدل‌ویل وارد شده و تعویض آب آن را کنترل می‌کند (Boyd,1998). از طرف دیگر، میزان مصرف اکسیژن به عوامل مختلفی از جمله زیتوده میگو، وزن میگو، وضعیت شکوفایی جلبکی و ... بستگی دارد. با توجه به داده‌های نتایج به دست آمده پیشنهاد می‌شود مقدار تراکم ذخیره‌سازی در واحد سطح کاهش یابد و با در نظر گرفتن این موضوع که میگو جانوری کفزی است، از هواده‌هایی استفاده گردد که آب را به سمت کف استخر گردش دهد. هواده‌های دمنده (air blower) نسبت به پمپ‌های پروانه‌ای (propeller aspirator pump) و Air jet کارایی بیشتری در روند رشد میگو دارند (Gabriele *et al*., 2017).

دما تأثیر غیر مستقیم نور است که بر روی میزان متابولیسم، پاسخ‌های فیزیولوژیک جانداران پرورشی و تجزیه مواد آلی و همچنین کنش‌های بیوشیمیایی داخل استخر پرورشی تأثیر می‌گذارد. دما یکی از مهمترین فاکتورهای کنترل کننده میزان رشد میگو است. در مطالعه‌ای که توسط Franco و همکاران در سال ۲۰۰۶ میلادی انجام شد، تحت بررسی‌های دقیق آماری مشخص شد که باکاهش ۱۰ درصدی در مقدار غذای در دسترس میگوهای جوان، اختلافی در رشد مشاهده نشد، اما تغییر دمای آب به طور موثری در وزن نهایی میگو تأثیر گذار بود. در این تحقیق، درجه حرارت بین ۳۰/۲۹ تا ۳۲/۴۳ درجه سانتی‌گراد ثبت شد. ارشدی و همکاران در سایت پرورش میگوی حله استان بوشهر در سال ۱۳۸۸ برای میگوی ببری سبز (*Penaeus semisulcatus*) دمای مشابهی را ثبت کردند.Franco و همکاران (۲۰۰۶) اعلام کردند بیشترین میزان رشد میگو در دمای نزدیک به ۲۶ درجه سانتی گراد است. همچنین، دامنه دمایی ۲۶ الی ۳۰ درجه سانتی گراد توسط Kutty(1987) به عنوان دمای مناسب برای رشد میگوی پا سفید غربی گزارش شده است. پیشنهاد می‌شود با توجه به تاثیرگذاری دما در میزان رشد، دمای بهینه مؤثر در رشد را با توجه به شرایط دمایی استان بوشهر تعیین و با استفاده از تعویض آب از کاهش و افزایش آن جلوگیری به عمل آید.

شفافیت در صورتی که شرایط استخر پرورشی مناسب باشد تقریباً بعد از هفته چهارم کاهش می‌یابد. Guideline شفافیت مناسب را ۴۵-۲۵ سانتی‌متر اعلام کرد. در مطالعه راشدی و همکاران میزان شفافیت در استخرهای پرورش بین ۶۷/۳۵ تا ۵۱/۶۴ تعیین شد. در مطالعه Mahean Haque و همکاران (۲۰۰۸) بر روی توزیع جمعیت پلانکتون‌ها در استخرهای پرورش میگو در بنگلادش انجام دادند شفافیت ۲۴/۵ – ۲۹/۶ سانتی‌متر گزارش شد. کدورت و خصوصیات ظاهری آب از ویژگی‌های

مهم استخرهای آبزیان پرورشی می‌باشد. اگر آب استخر پرورشی شفاف باشد و نور به راحتی بتواند به کف استخر نفوذ کند علف‌های هرز زیر آب متشکل از جلبک‌های ماکروفیت و گیاهان آوندی رشد خواهند کرد. این گیاهان با فیتوپلانکتون‌ها برای مواد مغذی رقابت خواهند کرد و در مدیریت بخش‌های مختلف استخر مشکلاتی پیش خواهد آمد. آب شفاف همچنین آبزیان را مستعد شکار پرندگان خواهد کرد. تولید در استخرهای شفاف کمتر از استخرهای با کدورت مناسب خواهد بود. خصوصیات ظاهری آب از قبیل رنگ و وجود کف نشانه‌هایی از کیفیت آب استخر پرورشی است. مطلوب‌ترین حالت کدورت شکوفایی پلانکتونی متوسط می‌باشد. فیتوپلانکتون‌ها با جلوگیری از نفوذ نور، از رشد علف‌های هرز در کف استخر جلوگیری می‌کند و منبع مناسبی از غذا برای گونه‌های پرورشی می‌باشند و همچنین به تولید اکسیژن استخر کمک می‌کنند و در حذف آمونیاک مؤثر هستند. فیتوپلانکتون بیش از حد نامطلوب است زیرا نیاز اکسیژنی زیادی را به دنبال خواهد داشت.

به طور کلی اختلال در کیفیت آب می‌تواند باعث مرگ و میر مستقیم شود اما بیشتر اوقات آبزیان را تحت استرس قرار می‌دهد و آنها را مستعد ابتلا به بیماری‌های عفونی می‌کند. جانوران آبزی که در شرایط نامناسب محیط آب به سر می‌برند انرژی بیشتری صرف تنظیمات اسمزی کرده و رشد آن‌ها با کاهش کیفیت آب کاهش می‌یابد. بیشتر مشکلات در ارتباط با کیفیت آب در آبزی پروری مربوط به تأمین آب کم‌تر از مقدار مورد نیاز (دبی نامناسب آب)، مقدار کود دهی و تاثیرات باقی مانده غذا خورده نشده میگو است.

منابع

آهنی، پ، ۱۳۷۹. راهنمای کاربردی پرورش تجاری میگو دریایی روش نیمه متراکم. (تألیف جوزآر. ویلالون). معاونت تکثیر و پرورش آبزیان.۱۸۲ صفحه.

اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۷۹. مبانی مدیریت کیفی آب در آبزی پروری. موسسه تحقیقات شیلات ایران.

مجدی نسب، ف.، ۱۳۷۶. مدیریت بهداشت در استخرهای پرورش میگو (تألیف. پی. کان راچاکول، جی. اف. ترنبال) معاونت تکثیر و پرورش آبزیان

علی ارشدی، ابوالقاسم کمالی، عباس متین فر، اسحق زکی پور رحیم آبادی، حامد زارع، روند رشد میگوی ببری سبز (penaeussemisulcatus) در استخرهای پرورش میگوی سایت حله استان بوشهر. مجله شیلات، سال سوم، شماره دوم، تابستان ۸۸.

کیومرث روحانی قادیکلایی، غلامعلی اکبر زاده، عیسی عبدالعلیان، مریم معزی، محمد صدیق مرتضوی، کیفیت آب مزارع پرورش میگوی وانامی (*L. vannamei*) طی یک دوره پرورش در استان هرمزگان، مجله علمی شیلات ایران، ۲۹(۶)۱۷۹-۱۸۹.

محمد افشار نسب، عباس متین فر، مهران محمدی دوست، علی قوام پور، رضا سید مرتضایی، سارا سبز علیزاده، خلیل پذیر، غلامحسین فقیه، مختار حق نجات، شهرام قاسمی، تعیین نرخ رشد، میانگین وزن، میزان بقا، ضریب تبدیل غذایی و تولید کل در پرورش میگوی پا سفید (*L. vannamei*) در ایران. مجله علمی شیلات ایران، سال هفدهم، شماره سه/پاییز ۱۳۸۷.

مرتضوی، م. ص.، آقا جری، ن.، و جوکار، ک.، ۱۳۷۸.، بررسی وضعیت اکولوژیک استخرهای پرورش میگو در منطقه تیاب، موسسه تحقیقات شیلات ایران، پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان، بندر عباس، ۷۶ ص.

Franco A.R., Ferreira J.G., Nobre A.M. (2006). Development of a growth model for penaeid shrimp, Aquaculture 259 (2006) 268–277

Afsharnasab M., Matinfar A., Mohamadi D.M., Ghavampour A., Seyed M., S.R.,Sabz Alizadeh S., Pazir K., Faghih G.H.,Haghnejat M. and Ghasemi S. (2008).Growth and

survival rates, mean weight,food conversion ratio and total harvest incultured shrimp *Litopenaeusvannamei*inIran. *Iranian Scientific Fisheries Journal*,17(3): 15–22.

Briggs M., Funge S., mith S., Subasinghe R., Phillips M. (2004). Introductions and movement of *Penaeus vannamei*and *Penaeus stylirostris*in Asia and the Pacific. RAP publication 10: 92.

Boyd C.E., Tucker C.S. (1998) Pond aquaculture water quality management. Springer Science+Business Media, New York, 700 p.

Boyd C.E., Tucker C.S. (1998) Turbidity and Appearance of Water. In: Pond Aquaculture Water Quality Management. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5407-3_9

Boyd C.E., Tucker C.S. (2014). Handbook for Aquaculture Water Quality. Craftmaster Printer, Inc., Auburn, Alabama.

Chakravarty M.S., Ganesh P.R.C., Amarnath D., Sudha B.S., Babu T.S. (2016). Spatial variation of water quality parameters of shrimp (*Litopenaeusvannamei*) culture ponds at Narsapurapupeta, Kajuluru and Kaikavolu villages of East Godavari district, Andhra Pradesh. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 4(4):390-395.

Cheng K., Hu C.Q., Liu Y.N., Zheng S.X. & Qi X.J. (2006) Effects of dietary calcium, phosphorus and calcium/phosphorus ratio on the growth and tissue mineralization of Litopenaeusvannamei reared in low-salinity water. Aquaculture 251,472^483.

Christensen J.D., Monaco M.E., Lowery T.A. (1997). An index toassess the sensitivity of Gulf of Mexico species to changes inestuarine salinity regimes. Gulf Res Rep 9 (4), 219–229.

FAO (2017). Fishery and AquacultureStatistics. Food and AgricultureOrganization of the United Nations. Rome.

FAO (2020). Fishery and AquacultureStatistics. Food and AgricultureOrganization of the United Nations. Rome.

Griffith D.R.W., Wigglesworth J.M. (1993). Growth rhythms in theshrimp Penaeus vannamei and P. schmitti. Marine Biology 115,295–299.

Jaffer Y.D., Saraswathy R., Ishfaq M., Antony J., Bundela D.S., Sharma P.C. (2020).Effect of low salinity on the growth and survival of juvenile pacific white shrimp, *Penaeus vannamei*: A revival. Aquaculture, 515: 734561.

Kumlu M., Eroldogan O., Aktas M. (2000). Effects of temperature and salinity on larvalgrowth, survival and development of *Penaeus semisulcatus*. Aquaculture, 188: 167–173.

Kuligiewicz A.R., Bialik R.J., Rowinski P.M. (2015). Dissolved oxygen and water temperature dynamics in lowland rivers over various timescales. Journal of Hydrology and Hydromechanics 63(4):453-363.

Laramore S., Laramore C.R., Scarpa J. (2001). Effect of low salinity on growth and survivalof postlarvae and juvenile *Litopenaeusvannamei*. J. World Aquacult. Soc., 32: 385–392.

Lemos D., Phan V.N., Alvarez,G. (2001). Growth, oxygenconsumption, ammonia-N excretion, biochemical compositionand energy content of Farfantepenaeuspaulensis Pérez-Farfante(Crustacea, Decapoda, Penaeidae) early postlarvae in differentsalinities. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology261, 55–74.

Wyban J. and Sweeney J.N. (1991).Intensive Shrimp ProductionTechnology: The Oceanic Institute ShrimpManual. Oceanic Institute, University ofCalifornia, 158 P.

Ye Y., Bishop J.M., Fetta N., Abdulqader E., Al-Mohammadi J., Alsaffar A.H., Almatar S. (2003). Spatial variation in growth of thegreentiger prawn (Penaeus semisulcatus) along the coastal watersof Kuwait, eastern Saudi Arabia, Bahrain, and Qatar. Ices Journalof MarineScience 60, 806–817

چالش‌های تنوع زیستی ماهیان در دریای خزر

فرشته حاجی آقایی قاضی محله [۱*]؛ جاوید ایمانپور نمین [۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

Email: fereshte.hj22@yahoo.com

چکیده

تنوع زیستی شامل ترکیب، تعداد و غنای گونه‌ای است و در سطح تنوع ژنتیکی میان گونه‌ها، بین گونه‌ها و اکوسیستم مطالعه می‌شود. تنوع زیستی نقش بسیار مهمی در حفظ ثبات اکوسیستم‌ها دارد و نشاندهنده پایداری بیشتر اکوسیستم‌ها است. حضور گونه‌های بیشتر در یک اکوسیستم، سبب پیچیده‌تر شدن اکوسیستم‌های طبیعی شده و لذا اکوسیستم‌ها توانایی بیشتری در پاسخ به تغییرات محیطی داشته و باثبات‌تر هستند. دریای خزر از نظر تنوع زیستی نسبت به دریاهای دیگر نظیر بالتیک و سیاه فقیرتر هست و در اثر فشار روزافزون چالش‌های زیست محیطی، به تدریج گونه‌های با ارزش آبزی با کاهش جمعیت رو به رو شده و شماری از آنها از جمله ماهیان خاویاری نیز در معرض خطر انقراض قرار گرفته‌اند. از طرف دیگر رودخانه‌ها و تالاب‌های منتهی به این دریا، که محل مناسبی برای تخمریزی ماهیان رود کوچ و نوزادگاه های مطمئن انواع ماهیان محسوب می‌شود، به دلیل کاربرد غیرمسئولانه اغلب شرایط مناسبی ندارند و امکان مهاجرت ماهیان بدلایل متعدد از جمله صید غیر مسئولانه و بی رویه وجود ندارد و بدین ترتیب ذخایر ماهیان استخوانی بویژه ماهیان آنادروموس (Cyprinidae عمدتاً) به شدت تهدید می‌شود. احیای ذخایر این گونه‌ها همانند ماهی سفید باید در حجم وسیعتر انجام شود. مدیریت رودخانه‌ها و فراهم کردن شرایط مهاجرت به حداقل برخی از این رودخانه‌ها و تأمین شرایط زادآوری طبیعی نقش اساسی در بازسازی ذخایر این ماهیان و حفظ تنوع زیستی ماهیان دریای خزر ایفا خواهد کرد.

واژگان کلیدی: تنوع گونه‌ای، احیای رودخانه‌ها، چالش‌های زیست محیطی، ماهیان استخوانی.

Challenges of fish diversity in the Caspian Sea

Hajiaghaei Ghaazi Mahalleh[1*], F.; Imanpour Namin, J[2].

1- Department of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Guilan, Sowmesara,
2- Department of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Guilan, Sowmesara,

Email: fereshte.hj22@yahoo.com

Abstract

Biodiversity includes the composition,abundance and richness of species and is studied at genetic diversity within species, between species and ecosystem level. Species diversity is vital for maintaining the flexibility of an ecosystems results in greater stability. The presence of more species in an ecosystem makes natural ecosystems more complex and therefore ecosystems are more resistant to unfavorable environmental changes with their stable communities. The Caspian Sea is poorer in biodiversity than other seas such as the Baltic and Black Seas, and due to growing pressure of environmental challenges, the population of valuable aquatic species has declined radically including all sturgeon representing the Caspian Sea and are in danger of extinction. On the other hand, rivers and lagoons leading to the Caspian Sea, which are suitable spawning grounds for spawners and safe nursery grounds for offsprings of several bony fishes often do not have appropriate conditions due to irresponsible fishing and heavy loads of various pollutants. Therefore, practically there is no sound spawning migration into these water bodies by bony fishes which means the stocks of anadromous species (mainly Cyprinidae) are severely threatened. Restoration of stocks of these bony fish species should be practiced in large scale similar to that of Kutum (*Rutilus kutum*). Appropriate river management and restoration and providing conditions for migration to at least some of these rivers and providing conditions for natural reproduction will play a key role in rehabilitation of stocks of these fish and preserving the biodiversity of the Caspian Sea.

Keywords: Species Diversity, Rivers Restoration, Environmental Challenges, Bony Fishes.

اثرات تخریبی شانه دار *Mnemiopsis leidyi* بر روی جمعیت ماهیان دریای خزر

فرشته حاجی آقایی قاضی محله [۱*]؛ جاوید ایمانپور نمین [۲]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

Email: fereshte.hj22@yahoo.com

چکیده

دریای خزر زیستگاه برخی از ارزشمندترین ماهیان در مقیاس جهانی و نیز منطقه‌ای شامل ماهیان خاویاری و ماهی سفید است. آلاینده‌های زیست محیطی و گونه مهاجم شانه دار، اکوسیستم دریای خزر را دچار آسیب کرده‌اند. ورود *Mnemipsis leiydyi* از شاخه Ctenophora تهدید بیولوژیک برای زنجیره غذایی دریای خزر بویژه ماهیان پلاژیک هست. منشأ این گونه آبهای شور سواحل جنوب غربی آمریکا و خلیج Chesapeake است ازدریای سیاه در آب توازن کشتی‌ها وارد خزر شده است. اثرت تخریبی برروی ماهیان کیلکا، فک دریای خزر و ماهیان خاویاری گذاشته و در دراز مدت ممکن است سبب از بین رفتن گونه‌های پلاژیک شود. این گونه مهاجم رقابت تغذیه‌ای با ماهیان پلاژیک برای زئوپلانکتون داشته و با مصرف تخم‌های پلاژیک آن‌ها ذخایر این ماهیان آسیب می زند. اثرات گونه غیربومی به صورت کاهش در کیفیت اکولوژیک اکوسیستم‌ها و تغییر در خصوصیات بیولوژیک، شیمیایی و فیزیکی اکوسیستم بروز می‌کند. این تغییرات شامل کاهش یا انقراض گونه‌های حساس، تغییر اجتماعات محلی، بلوم جلبکی، تغییر شرایط بستر و مناطق ساحلی، تغییر اکسیژن و مواد مغذی، pH و شفافیت آب؛ تجمع آلاینده‌ها و ... می‌باشند. بعد از گسترش شانه دار مهاجم، اکوسیستم دریای خزر دچارآشفتگی شده و گونه‌های پلاژیک درمعرض تهدید جدی هستند. تغییر در حلقه‌های سیستم تروفیک دریای خزر باعث عدم تعادل در شبکه غذایی خواهد شد.

واژگان کلیدی: تهدید بیولوژیکی، آلاینده‌های زیست محیطی، گونه غیر بومی

Destructive effects of *Mnemiopsis leidyi* on the Caspian fish population

Hajiaghaei Ghaazi Mahalleh[1*], F.; Imanpour Namin, J[2].

1- Department of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Gilan, Sowmesara
2- Department of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Gilan, Sowmesara

Email: fereshte.hj22@yahoo.com

Abstract

Caspian Sea is home to some of the most valuable fish on a global and regional scale including sturgeon and kutum (*Rutilus kutum*). Environmental pollutants and invasive species have deteriorated the ecosystem of the Caspian Sea. Invasion of *Mnemipsis leiydyi* (Ctenophora) is a biological threat to the whole food web of the Caspian Sea, especially pelagic species. The origin of this invasive species is the southwestern coast of the United States and the Chesapeake Bay. It has entered Caspian Sea from Black Sea in the ballast water commercial ships. Destructive effect on Kilka, Caspian seal (*Phoca caspica*), and sturgeon is imminent and in the long run it may cause the extinction of pelagic species. This invasive species competes with pelagic fishes for zooplankton and damages fish stocks by consuming their pelagic eggs. The effects of non-native species occur as a deterioration of ecological quality of ecosystems and changes in the biological, chemical and physical characteristics of the ecosystem. These changes follow the reduction or extinction of sensitive species, changes in local communities, algal blooms, changes in sediment structure and coastal conditions, changes in oxygen and nutrients, pH and water transparency, accumulation of pollutants and etc. By expansion of jelly fish population,Caspian Sea ecosystem is disturbed and pelagic species are under serious threat. Changes in the Caspian Sea trophic system will cause an imbalanced status in the food web in the foreseeing future.

Keywords: Biological Threat, Environmental pollutants, Invasive species,

صید و تأثیر آن بر و کیفیت محصولات دریایی

سید مهرداد حسنی اژدری [۱*]، جمال رحیمی [۱]، فاطمه شیخیانی [۱]، فائزه عسکری دهستانی [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

Email: mehrdad.azhdari@ut.ac.ir

چکیده

واژه کیفیت تداعی کننده معانی مختلفی است که باید در خصوص محصوص خاص مورد بررسی قرار گیرد. برای ماهی، کیفیت به ظاهر بصری، تازگی و تغییرات ماهی در اثر فساد اشاره دارد. از جمله عواملی که بر کیفیت ماهی تأثیر میگذارند عبارت‌اند از: فرآیند صید و زمان نگهداری محصول. به طور کلی روش صید به کار رفته باید تا حد امکان از ایجاد استرس شدید در ماهی اجتناب کند یا آنرا به حداقل برساند و موجب مرگ ماهی طی روند صید نشود. روش‌های زیادی برای ارزیابی کیفیت ماهی وجود دارد، اما تنها چند مورد از آنها برای آزمایش تفاوت‌های ناشی از روش‌های صید استفاده شده است. کیفیت ماهی در روش‌های مختلف صید متفاوت است چراکه تقلا و تخلیه انرژی ماهیان به دلیل مدت زمان ماهیگیری یا روش صید با روشهای صید متفاوت است. در این مطالعه سعی بر این است تأثیر روش‌های مختلف صید بر ماهیان و شیوه‌های مختلف ارزیابی کیفیت ماهیان صید شده مورد بررسی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: روش‌های صید، تازگی، ارزیابی کیفیت، مقبولیت، تغییرات پس از مرگ

Fishing and its impact on the quality of seafood

Seyed Mehrdad Hasani Azhdari[1*], Jamal Rahimi[1], Fatemeh Sheikhiani[1], Faezeh Askari Dehestani[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran

Email: mehrdad.azhdari@ut.ac.ir

Abstract

The word quality has various meanings that should be considered in relation to specific products. For fish, quality refers to the visual appearance, freshness and changes of the fish due to spoilage. Among the factors that affect the quality of fish are: the fishing process and the storage time of the product. In general, the fishing method used should avoid or minimize severe stress on the fish as much as possible and should not cause fish death during the fishing process. There are many methods for assessing the quality of fish, but only a few have been used to test for differences in fishing methods. The quality of fish in different fishing methods is different because the scramble and depletion of fish energy due to the duration of fishing or fishing.

Keywords: Fishing methods, Freshness, Quality assessment, Acceptability, Postmortem changes

مقدمه

محصولات شیلاتی از منابع حیاتی تغذیه بشر هستند و صنعت شیلات یک منبع اقتصادی مهم و یک صنعت اساسی در تجارت بین المللی برای بسیاری از ایالت‌ها و مناطق ساحلی است. در گزارشی از سی‌امین کنفرانس کمیسیون شیلات سازمان غذا و کشاورزی که در سال ۲۰۱۲ در رم برگزار شد، اشاره شد که سالانه ۱۲۸ میلیون تن محصولات شیلاتی برای مصرف انسان در سراسر جهان ارائه می‌شود و میزان مصرف آن به طور متوسط ۱۸,۴ کیلوگرم به ازای هر نفر است. با این حال ماهی یکی از آسیب پذیرترین و فاسدشدنی‌ترین مواد غذایی است و تولیدکنندگان توجه ویژه‌ای به تضمین کیفیت آن در بازارهای مصرف دارند. برای ماهی و محصولات شیلاتی، تازگی و طراوت یکی از مهمترین ویژگیهای اصلی کیفیت ماهی است که سهم عمده‌ای در کیفیت ماهی و محصولات شیلاتی دارد (Cheng et al, 2015).

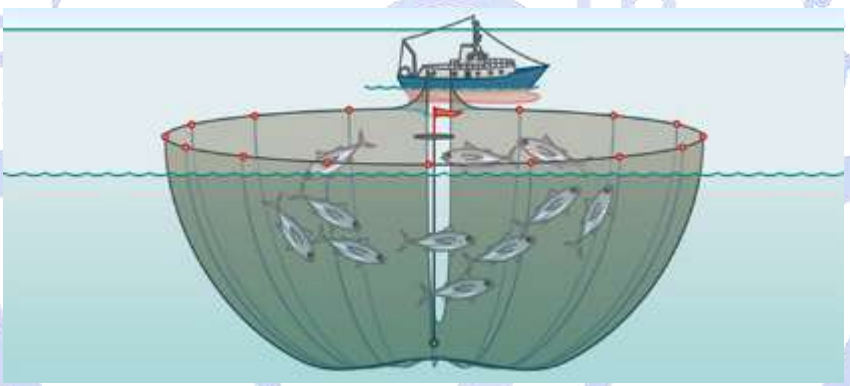
تازگی و کیفیت غذاهای دریایی

تازگی ماهی مفهومی است که عوامل زیادی را در خود جمع می‌کند. مفهوم تازگی یک ماهی خاص را توصیف می‌کند که در زمان فرآوری، پخت، ارائه و خوردن یا همه اینها هنوز دارای ویژگی‌های خاصی است. میزان حفظ این خواص در ماهی بستگی به شرایطی چون زمان و دمای آن در هنگام صید یا برداشت دارد (Hall, 2012). کیفیت یک محصول به عواملی مانند ترکیب ذاتی آن، ارزش غذایی که دارد، میزان فساد، آسیب‌های وارد شده به آن، خرابی در طول فرآوری، ذخیره و توزیع، خطرات آن که برای سلامتی، رضایت مصرف‌کننده، مقبولیت ظاهری، عملکرد محصول و سودآوری آن برای تولیدکننده و فروشنده بستگی دارد. به طور کلی، کیفیت ماهی به معنی تمام ویژگی‌هایی است که باید از نظر مصرف‌کننده یا خریدار دارا باشد. با این حال، تصمیم‌گیری در مورد کیفیت در نهایت با مصرف-کنندگان ماهی است (Sankar and Ashok Kumar, 2014). تازگی ماهی و کیفیت آن در اولین مرحله از زنجیره آماده‌سازی آن برای مصرف در بالاترین حد خود قرار دارد و هرگونه کاهش کیفیت در مراحل ابتدایی در مراحل بعدی قابل جبران و بازگشت نیست. کیفیت محصولات ماهی و ایمنی آنها از نظر افزایش تقاضا، الزامات ایمنی مصرف‌کنندگان و جهانی شدن تجارت ماهی از اهمیت زیادی برای بسیاری از کشورها برخوردار است. ماهی حاوی ۸۰-۷۰ آب است که این مسئله موجب می‌شود نسبت به سایر محصولات غذایی بیشتر مستعد فساد باشد. در خصوص استفاده از هر روش صید نهایت دقت در جا به جایی ماهی و همچنین اقدامات محافظتی از آن بلافاصله پس از صید برای افزایش طول عمر نگهداری آن و به حداقل رساندن فساد و کاهش ارزش غذایی آن ضروری است (Huss, 1988). هرگونه تأخیر در انجماد یا سرد کردن عمر ذخیره‌سازی ماهی را کاهش می‌دهد (Gopakumar, 2002). خنک شدن فوری ماهی‌ها پس از صید، اقدامات بهداشتی مناسب در کشتی و اطمینان از دمای ایده‌آل در هنگام حمل و نقل از جمله اقدامات مهم برای جلوگیری از بیماری‌های منتقله به انسان توسط ماهی است (Alasalvar et al, 2011).

صید ماهی و تأثیر آن بر تازگی

صید ماهی تأثیر زیادی بر کیفیت ماهیان دارد. شروع جمود نعشی و مدت زمان آن و همچنین عمر نگهداری ماهی در مراحل مختلف بستگی به روش‌های صید دارد (Huss, 1988). روش محاصره‌ای یا Purse seining (شکل ۱) و ترال به عنوان موفق‌ترین روش‌های ماهیگیری در جهان محسوب می‌شوند که بخش عمده‌ای از صید دریایی را به خود اختصاص می‌دهند (Hameed & Boopendranath, 2000). هر دو از روش‌های فعال صید محسوب می‌گردند. ماهیانی که با استفاده از تورهای ترال صید می‌شوند، نسبت به ماهیان صید شده با Purse seining، خسته‌تر و دارای انرژی ذخیره کمتر یا صفر هستند. تور گوشگیر یکی از محبوب‌ترین ابزار ماهیگیری ایمن از نظر زیست‌محیطی است با این حال به دلیل تقلای طولانی مدت ماهی

به دام افتاده در تور در زیر آب صیدی که ارائه می‌دهد از منظر کیفی در درجه بالایی قرار نمی‌گیرد. روش‌های دستی، جیگینگ و صید با تله در مقایسه با روش‌های دیگر صید ماهی باکیفیت‌تری ارائه می‌دهند. با توجه به تقلای ماهی‌ها در طول صید، مدت زمان عملیات صید و روش صید، ماهیگیران باید شرایط مناسب برای حفظ کیفیت ماهی‌ها در شناورهای صیادی را فراهم کنند. به طور کلی، ماهیان صید شده از آبهای دریایی در مقایسه با آبهای نزدیک ساحل یا آبهای داخلی از منظر باکتری‌های بیماری زا در وضعیت مطلوب‌تری قرار می‌گیرند. ابزار ماهیگیری تأثیرات متعددی بر کیفیت ماهی دارند و ممکن است منجر به کاهش کیفیت محصولات ماهی شود (Digre *et al*, 2010). ماهیان صید شده با روش رشته‌قلاب در معرض جراحت قرار می‌گیرند (Larsen & Rindahlm, 2008) و ماهی‌های صید شده با ترال در حین حمل و نقل کبود می‌شوند (Digre *et al*, 2010). براساس ارزیابی حسی، ماهی کاد صید شده با تور گوشگیر و تله به میزان قابل توجهی کاهش کیفت در مقایسه با ماهی کاد صید شده با قلاب دستی یا رشته قلاب داشتند (Botta *et al*, 1987)، در حالی که ماهی کاد صید شده با تور گوشگیر و ترال در مقایسه با ماهی کاد صید شده با رشته قلاب دارای pH بالاتری بودند (Olafsdottir *et al*, 2006). علاوه بر این، ابزار مختلف ماهیگیری بر مدت‌زمان صید و شرایط صید تأثیر می‌گذارد (Huse *et al*, 2000).



شکل ۱۶: روش صید Purse seining (Bollmann, 2010)

ارزیابی کاهش تازگی ماهیان صید شده

از دست‌دادن تازگی ماهی در محیط‌های مختلف آبی را می‌توان بر اساس مشاهدات فیزیکی، روش‌های ابزاری، بیوشیمیایی، میکروبیولوژیکی و با استفاده از روش‌های آماری ارزیابی کرد. تغییرات ساختاری جدید در طراحی تجهیزات صید. تغییرات در پروتکل‌های جا به جایی و حمل و نقل، توسعه امکانات نوآورانه در کشتی‌های ماهیگیری، مراکز تخلیه صید و نگهداری صید در سراسر زنجیره تأمین از دیگر مزایای آن است. ارزیابی کاهش تازگی در حین صید، ذخیره‌سازی و حمل و نقل غذاهای دریایی را می‌توان با (۱) ارزیابی پارامترهای کیفیت کشتی، (۲) ارزیابی پارامترهای کیفیت در طول ذخیره سازی و حمل و نقل غذاهای دریایی انجام داد. در طول فرآیند صید، ماهی‌ها قبل از مرگ فعالیت و استرس بیشتری دارند و در اثر عملکرد غدد درونریز در این شرایط کاهش سریع pH ماهیچه‌ها به دلیل افزایش اسید لاکتیک از طریق متابولیسم بی هوازی ماهیچه ماهی رخ می‌دهد (Erikson *et al*, 2006). کاهش pH عضلات منجر به شروع سریع جمود نعشی می‌شود. کاهش ماندگاری، افزایش فاصله و شکاف در بافت ماهیچه‌ها و لکه‌های خونی، تغییر بافت گوشت و کاهش ظرفیت نگهداری آب ماهیچه از دیگر پیامدهای آن است (Robb & Kestin, 2002). لکه‌های خون و شکاف‌ها تأثیر منفی عمیقی بر کیفیت فیله ماهی دارند (Margeirsson *et al*, 2010). تغییر بافت و کاهش خواص عملکردی فیله از جمله مواردی است که به دلیل وقفه در حمل و نقل و فرآوری ماهی

در حین جمود نعشی صورت می‌گیرد (Özogul & Özogul, 2004). همچنین طبق نتایج مطالعات خون باقیمانده در ماهیچه ماهی باعث اکسیداسیون چربی در سی بأس، ماهی آزاد آتلانتیک دودی شده، قزل آلا و ماکرل می‌شود (Maqsood & Benjakul, 2011). نیاز است که از تکنیک‌های صید و برداشت که فعالت و استرس حین فرآیند در آنها حداقل است به منظور حفظ pH نظر فیزیولوژیکی طبیعی بدن برای دستیابی به گوشت با کیفیت بالا استفاده شود (Robb & Kestin, 2002).

ارزیابی حسی ماهیان

در مقایسه با بسیاری از روش‌های موجود برای ارزیابی کیفیت ماهی، تجزیه و تحلیل حسی به عنوان قابل قبول‌ترین روش برای ارزیابی تازگی و افت کیفیت ماهی در نظر گرفته می‌شود (Olafsdottir *et al*, 2006). ارزیابی رنگ، بو و بافت غذا از طریق بینایی، بو و مزه در ارزیابی حسی ثبت می‌شود. ارزیابی حسی شامل ارزیابی تازگی ماهی و تفسیر نتایج توسط پرسنل مجرب و آموزش دیده است. طرح‌های زیادی برای ارزیابی کیفیت ماهی خام بر اساس سیستم Torry پیشنهاد شده است (Shewan *et al*, 1953). سایر روش‌های رایج ارزیابی حسی شامل طرح اتحادیه اروپا (EU) و روش شاخص کیفیت (QIM) است (Green, 2010).

ارزیابی با ابزار برای تازگی

تکنیک‌های ابزاری برای ارزیابی تازگی ماهی شامل استفاده گسترده از تجهیزات آزمایشگاهی در راستای این امر می‌باشد. مانند دستگاه اندازه‌گیری تازگی ماهی (ایستگاه تحقیقاتی Torry انگلستان) و pH متر که نتایج مقایسه‌ای تازگی ماهی را بلافاصله پس از صید بسته به روش‌ها، گونه‌ها و فصول مختلف نشان می‌دهند (Jain *et al*, 2007). ابزار اندازه‌گیری Torry خواص دی‌الکتریک را اندازه‌گیری می‌کند به این صورت که قرائت‌ها در اوج شروع می‌شود و سپس در طول ذخیره‌سازی پس از مرگ کاهش می‌یابد. این ابزار قابل حمل بوده و همچنین سریع و غیر مخرب هستند. بینی مصنوعی نیز که دارای سنسورهای گاز است به گازهای فضای بالای نمونه در یک محفظه پاسخ می‌دهد و قابلیت اندازه‌گیری انواع فرارهای آلی را دارد (Bremner & Sakaguchi, 2000). معمولاً اینکه جمود یک شاخص مفید در مورد تازه بودن ماهی است یا خیر مورد تصور قرار می‌گیرد. اگر ماهی در مرحله جمود باشد پس مدت زیادی از صید آن نگذشته و تازه است. تجزیه بافت سلولی قبل از اتمام جمود رخ می‌دهد و این را می‌توان با تست پانچ که یک آزمایش فیزیکی است نشان داد (Ando *et al*, 1993). تغییرات بافتی ماهیچه ماهی بعد از مرگ را به طور معمول توسط دستگاه‌های آنالیز بافت اندازه‌گیری می‌کنند (Jain *et al*, 2007). علاوه بر اینها توسعه ابزارهای جدید آزمایش مانند انتقال مادون قرمز نزدیک (NIT)، بازتاب نزدیک مادون قرمز (NIR)، رزونانس مغناطیسی هسته‌ای (NMR) و فلورسانس باعث توسعه استفاده از آنها در صنعت ماهی شده است. به طور مثال از NMR می‌توان برای اندازه‌گیری توزیع فسفاتهای پرانرژی (ATP و فسفوکراتین) و متابولیتهای آن‌ها استفاده کرد (Bremner & Sakaguchi, 2000).

ارزیابی بیوشیمیایی

رطوبت، ترکیبات فرار، تغییرات در پروتئین، تجزیه ATP، محصولات اکسیداسیون لیپیدها و شاخص K به طور معمول در ارزیابی بیوشیمیایی نمونه‌های ماهی تخمین زده می‌شود. اندازه گیری شاخص‌های بیوشیمیایی ماهی مانند: کل نیتروژن فرار، تری متیل آمین، مقدار اسید تیو باربیتوریک، مقدار اسید چرب آزاد، مقدار پراکسید و ظرفیت نگهداری آب و غیره وضعیت کیفیت ماهی را در مراحل مختلف زنجیره تأمین ارائه می‌دهد و می‌توانند برای مقایسه کیفیت ماهیان از فرآیندهای مختلف

صید استفاده می‌شود (Roach, 1962). با این حال، تغییرات بیوشیمیایی پس از مرگ در ماهیچه ماهی به شدت تحت تأثیر شیوه‌های جابجایی پس از صید قرار دارد. تغییرات بیوشیمیایی توسط آنزیم‌های درون زا باعث از بین رفتن تازگی ماهی می‌شود و به طور معمول قبل از فساد باکترایی بوده و مستقل از آن است (Ehira & Uchiyama, 1987).

تجزیه و تحلیل میکروبیولوژیکی

یکی از دلایل اصلی فساد ماهی، باکتری‌ها هستند. شمارش ارگانیسم‌های خاص ایجاد کننده فساد که باعث تغییرات بدتری می‌شوند نسبت به شمارش کل باکتری‌ها مفیدتر است چراکه در غیر این صورت بعداً شاخص‌های گمراه کننده‌ای ارائه می‌شود که ممکن است هیچ ارتباطی با دوره ذخیره‌سازی نداشته باشد، شاخص‌هایی که اغلب هنگام صید ماهی بسیار بالا هستند (Bremner & Sakaguchi, 2000). تعداد کل باکتری‌های زنده (TVC) به عنوان یک شاخص سنتی و مفید برای ارزیابی تازگی انواع مختلف آبزیان استفاده می‌شود. در همین حال، اکثر کشورها استانداردها، دستورالعمل‌ها و مشخصات ارزیابی تازه بودن ماهی را بر اساس شاخص TVC با شرایط متنوع نگهداری از نظر دما، زمان و اتمسفر تعیین کرده‌اند. این شاخص برای تشخیص دقیق میزان تازگی ماهی و پیش بینی ماندگاری و مدت زمان قابل نگهداری ماهی مفید است. به طور کلی، میکروارگانیسم‌های زیادی در گوشت ماهی درست پس از زمان صید وجود دارد و مقدار اولیه TVC معمولاً تقریباً بین 10^2 الی 10^4 CFU/g است (Liu *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

جهت بازاریابی غذاهای دریایی برای صادرات و همچنین مصرف داخلی آنها نیاز است که این محصولات از کیفیت بالایی برخوردار باشند. نیاز است که کیفیت ماهی صید شده با استفاده از بهترین روش‌ها حفظ شود که جهت دستیابی به این امر آموزش و آگاه‌سازی صیادان نسبت به روش‌های ایمن و مناسب صید و تخلیه ضروری است. جهت رسیدن به هدف تأمین غذای ایمن برای مصرف جهانی، فساد ماهی در طول تولید، جا به جایی، فرآوری و بازاریابی باید به حداقل برسد. یخ‌گذاری مناسب، سردکردن یا منجمد کردن بلافاصله پس از صید نه تنها برای بازار صادراتی بلکه برای بازار داخلی نیز ضروری است تا از ایمنی محصول برای مصرف‌کنندگان اطمینان حاصل شود.

منابع

Alasalvar C., Miyashita K., Shahidi F., & Wanasundara U. (Eds.). (2011). Handbook of seafood quality, safety and health applications. John Wiley & Sons.

Ando M; Toyohara H; Shimizu Y; Sakaguchi M. (1993). Post-mortem tenderization of fish muscle due to weakening of pericellular connective tissue. Nippon Suisan Gakkai, Tokyo. 59(6), 1073-1076.

Bollmann M. (2010). World ocean review: living with the oceans.

Botta J. R., Kennedy K., & Squires B. E. (1987). Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (Gadus morhua). Journal of Food Science, 52(4), 922-927.

Bremner H. A., & Sakaguchi M. (2000). A critical look at whether ‘freshness’ can be determined. Journal of Aquatic Food Product Technology, 9(3), 5-25.

Cheng J. H., Sun D. W., Zeng X. A., & Liu D. (2015). Recent advances in methods and techniques for freshness quality determination and evaluation of fish and fish fillets: A review. Critical reviews in food science and nutrition, 55(7), 1012-1225.

Digre H., Hansen U. J., & Erikson U. (2010). Effect of trawling with traditional and 'T90'trawl codends on fish size and on different quality parameters of cod Gadus morhua and haddock Melanogrammus aeglefinus. Fisheries Science, 76(4), 549-559.

Ehira S., & Uchiyama H. (1987). Determination of fish freshness using the K value and comments on some other biochemical changes in relation to freshness. In Seafood quality determination: proceedings of the International Symposium on Seafood Quality Determination, coordinated by the Univ. of Alaska Sea Grant College Program, Anchorage, AK/edited by DE Kramer, J. Liston. Amsterdam: Elsevier, 1987.

Erikson U., Hultmann L., & Steen J. E. (2006). Live chilling of Atlantic salmon (Salmo salar) combined with mild carbon dioxide anaesthesia: I. Establishing a method for large-scale processing of farmed fish. Aquaculture, 252(2-4), 183-198.

Gopakumar K. (2002). Textbook of fish processing technology.

Green D. P. (2010). Sensory evaluation of fish freshness and eating qualities. Handbook of seafood quality, safety and health applications, 29-38.

Hall G. M. (2012). Fish processing technology. Springer Science & Business Media.

Hameed M. S., & Boopendranath M. R. (2000). Modern fishing gear technology. Daya Books.

Huse I., Løkkeborg S., & Soldal A. V. (2000). Relative selectivity in trawl, longline and gillnet fisheries for cod and haddock. ICES Journal of Marine Science, 57(4), 1271-1282.

Huss H. H. (1988). Fresh fish--quality and quality changes: a training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control (No. 29). Food & Agriculture Org.

Jain D., Pathare P. B., & Manikantan M. R. (2007). Evaluation of texture parameters of Rohu fish (Labeo rohita) during iced storage. Journal of food engineering, 81(2), 336-340.

Larse, R. B., & Rindahl L. (2008). Improved catch on cod (Gadus morhua), haddock (Melanogrammus aeglefinus) and Greenland halibut (Reinhardtius hippoglossoides) with a new hauling technique in the Norwegian mechanized bottom longline fishery. Fisheries research, 94(2), 160-165.

Liu S., Fan W., Zhong S., Ma C., Li P., Zhou K., ... & Zhu M. (2010). Quality evaluation of tray-packed tilapia fillets stored at 0°C based on sensory, microbiological, biochemical and physical attributes. African Journal of Biotechnology, 9(5), 692-701.

Maqsood S., & Benjakul S. (2011). Effect of bleeding on lipid oxidation and quality changes of Asian seabass (Lates calcarifer) muscle during iced storage. Food chemistry, 124(2), 459-467.

Margeirsson S., Hrafnkelsson B., Jónsson G. R., Jensson P., & Arason S. (2010). Decision making in the cod industry based on recording and analysis of value chain data. Journal of food engineering, 99(2), 151-158.

Olafsdottir G., Lauzon H. L., Martinsdóttir E., Oehlenschláuger J., & Kristbergsson K. (2006). Evaluation of shelf life of superchilled cod (Gadus morhua) fillets and the influence of temperature fluctuations during storage on microbial and chemical quality indicators. Journal of food science, 71(2), S97-S109.

Özogul Y., & Özogul F. (2004). Effects of slaughtering methods on sensory, chemical and microbiological quality of rainbow trout (Onchorynchus mykiss) stored in ice and MAP. European Food Research and Technology, 219(3), 211-216.

Roach S. A. (1962). Microdiffusion Analysis and Volumetric Error. British Journal of Industrial Medicine, 19(4), 307.

Robb D. H. F., & Kestin S. C. (2002). Methods used to kill fish: field observations and literature reviewed. Animal welfare, 11(3), 269-282.

Sankar T. V., & Ashok Kumar K. (2014). Food safety with special reference to seafood. Practical Aspects of Seafood Safety'. (Eds SK Panda, F. Hassan, S. Sanjeev, and TV Sankar.) pp, 1-4.

Shewan J. M., MacIntosh R. G., Tucker C. G., & Ehrenberg A. S. C. (1953). The development of a numerical scoring system for the sensory assessment of the spoilage of wet white fish stored in ice. Journal of the Science of Food and Agriculture, 4(6), 283-298.

پراکنش ماهیان بومی و غیربومی در تالاب چغاخور

ایرج هاشم‌زاده سقرلو [۱*]؛ سیدعیسی عبدالهی موسوی [۱]؛ حامد علیمردانی [۲]، محسن حبیبی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۲- اداره کل محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری، شهرکرد

Email: ihashem@sku.ac.ir

چکیده

شناسایی پراکنش آبزیان در زیستگاه‌های بومی و بررسی رابطه آنها با گونه‌های غیربومی از اطلاعات بسیار مهم در مدیریت و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با حفاظت از آبزیان و در کنار آن استفاده از خدمات اکوسیستم‌های آبی است. تالاب بین المللی چغاخور یکی از تالاب‌های مهم کشور است که در کنار خدمات اکوسیستمی مهمی نظیر فراهم آوردن امکانات زیستگاهی برای گونه‌های جانوری ساکن و مهاجر نظیر پرندگان، به منبعی برای امرار معاش مبتنی بر صیادی سکنه بومی منطقه و توسعه گردشگری مبدل شده است. در سال‌های گذشته به دلیل رهاسازی ماهیان تجاری غیربومی در این تالاب، گونه‌های غیربومی غیرتجاری نظیر *Pseudoraspora parva* هم به تالاب یادشده راه یافته‌اند. این درحالی است که تالاب چغاخور مهم‌ترین زیستگاه ماهی گورخری *Aphanius vladykovi* – ماهی بومی انحصاری استان چهارمحال و بختیاری - است و این گونه در سطح ملی به عنوان یکی از گونه‌های حفاظت شده سازمان حفاظت از محیط زیست طبقه بندی شده است. در مورد محدوده پراکنش گونه یادشده در تالاب چغاخور و همچنین سایر گونه‌های ماهیان اطلاعات دقیقی وجود ندارد. در این مطالعه با نمونه‌برداری در ۲۴ ایستگاه در حاشیه تالاب چغاخور پراکنش ماهی گورخری چهارمحال و بختیاری و سایر ماهیان مورد بررسی قرار گرفته و محدوده پراکنش ماهیان یادشده و تنوع آنها در ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از نمونه برداری فیزیکی و تصویربرداری با دوربین زیرآبی مشخص شد. نتایج نشان داد در بیشتر ایستگاه‌ها ماهی گورخری وجود دارد اما فراوانی ماهی *P. parva* که با ماهی گورخری همباشی دارد بیشتر از ماهی گورخری است. بیشترین فراوانی مشاهده ماهی گورخری در ایستگاه‌های شمال غرب و جنوب شرق تالاب بود.

واژگان کلیدی: ماهی گورخری زاگرس، ماهیان غیربومی، صید، فیلمبرداری، حفاظت

Distribution of native and exotic fish species in the Choghakhor Wetland, Iran

Iraj Hashemzadeh Segherloo[1*]; Seyed Eisa Abdolahi Musavi[1]; Hamed Alimardani[2]; Mohsen Habibi[2]

1- Department of Fishery, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, ShahreKord University, Shahr-e-Kord, Iran.
2- Chaharmahal va Bakhtiary Province Department of Environment, Shahr-e-Kord, Iran.

Email: ihashem@sku.ac.ir

Abstract

Assessment of distribution of aquatic organisms in their native habitats and analysis of their relationships with alien species are data important for management and conservation planning along with utilization of ecosystem services. The Choghakhor Wetland is one of the most important wetlands of Iran located in Zagros Mountains that plays significant roles in terms of providing habitat for resident and migratory species including birds and has been exploited via commercial fishing by local residents and tourism development. During the past years as a result of commercial fish stocking in the wetland, non-comercial exotic fish species including *Pseudoraspora parva* also have been introduced to the wetland. The Choghakhor Wetland is the most important habitat patch for the Zagros toothed-carp *Aphanius vladykovi* – an endemic species to Chaharmahal va Bakhtiari Province, Iran. This species has been nationally protected by the Iranian Department of Environment. There are not much data available on the distribution of the Zagros toothed-carp and other fish species in the wetland. In this study 24 localities along periphery of the Choghakhor Wetland were explored via direct sampling and underwater video recording to assess distribution of different fish species in the wetland. Our results showed that the Zagros toothed-carp co-existed with *P. parva* in most of the localities that were sampled with *P. parva* being more frequent. Zagros toothed-carp had its most frequent observation cases in localities located in northwest and south east of the wetland.

Keywords: Zagros toothed-carp, Exotic fish, Fishing, Video recording, Conservation

مقدمه

در میان اکوسیستم‌های طبیعی متعدد و متنوع، تالاب‌ها از جمله مفیدترین اکوسیستم‌های طبیعی به‌شمار می‌روند (نافیان و همکاران، ۱۳۹۵). تالاب چغاخور با وسعت متوسط ۱۵۰۰ هکتار در موقعیت جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه و ۱۷ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۶ دقیقه و ۱۴ ثانیه طول شرقی و در ارتفاع حدود ۲۲۷۰ متری از سطح آب‌های آزاد قرار گرفته است. از نظر تقسیمات کشوری تالاب چغاخور در بخش بلداجی از شهرستان بروجن در استان چهارمحال و بختیاری واقع شده است. فاصله این تالاب تا مرکز شهرستان بروجن، ۳۵ و تا مرکز استان ۶۵ کیلومتر است. بلداجی نزدیک‌ترین شهر به تالاب است که در فاصله ۱۲ کیلومتری شرق تالاب قرار گرفته است (صمدی، ۱۳۹۵). تالاب چغاخور به‌لحاظ برخورداری از غنای مواد مغذی، دارای شرایط زیستگاهی مناسبی برای انواع آبزیان و به‌خصوص ماهی‌ها است که همچون منبع معاش برای اهالی بومی و فروشندگان غیربومی ماهی است و تفرجگاه مطلوبی برای گردشگران به‌شمار می‌آید. ویژگی‌های مذکور فعالیت صیادی با تور و قایق با هدف کسب درآمد برای اهالی بومی و ماهیگیری تفریحی را برای گردشگر غیربومی فراهم کرده است (دانه‌کار و همکاران، ۱۳۸۳).

تاکنون مطالعات زیادی روی ماهیان اکوسیستم‌های آبی مختلف ایران صورت گرفته که در این بین گونه‌های زیادی شناسایی و معرفی شده‌اند. ماهیان گزارش‌شده در تالاب بین‌المللی چغاخور شامل گونه‌های بومی و انواع معرفی‌شده به تالاب، مجموعاً ۱۳ گونه را تشکیل می‌دهند که از این تعداد ۶ گونه بومی تالاب بوده و ۷ گونه نیز به منظور گسترش فعالیت‌های صیادی در تالاب رهاسازی شده‌اند که از گروه دوم می‌توان به کپور معمولی، کاراس و کپور ماهیان چینی اشاره کرد (رئیسی و همکاران، ۱۳۸۹؛ فولادی و همکاران، ۱۳۹۲).

ماهیان بومی و غیربومی اکوسیستم‌ها به دلایل مختلف از جمله تنوع‌زیستی، اندیکاتورهای آب‌ها و در نهایت به‌عنوان منبع پروتئینی در تأمین غذای انسان از اهمیت بالایی در مطالعات زیستی برخوردارند. لذا شناسایی و در ادامه آن مطالعه ذخایر ماهیان به دلیل کسب اطلاع از ترکیب سنی و تنوع گونه‌ای و در نهایت به‌دست آوردن میزان تقریبی ذخایر ماهیان جهت بهره‌برداری پایدار و همچنین معرفی گونه‌های اقتصادی و بهره‌برداری در آن اکوسیستم ضروری به نظر می‌رسد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۷). لذا باتوجه به موضوعات بیان شده ضرورت بررسی روند تغییرات آبزیان تالاب بین‌المللی چغاخور به‌شدت محسوس بوده تا بتوان جهت حفظ و احیاء آن کوشید.

تعیین پراکنش و شناسایی تنوع ماهیان به‌عنوان قدمی برای حفاظت از ماهیان بومی و برنامه‌ریزی‌های شیلاتی دارای اهمیت می‌باشد. متعاقب آن پرداختن به اکولوژی ماهیان می‌تواند زمینه‌ای را فراهم نماید تا بر مبنای آن بتوان نسبت به بهره‌برداری و در عین حال حفظ ماهیان بومی و یا کاهش آسیب‌های وارد شده به آنها اقدام کرد. در همین راستا این مطالعه به منظور بررسی محدوده پراکنش ماهی گورخری زاگرس و سایر گونه‌های ماهیان در تالاب چغاخور برنامه ریزی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

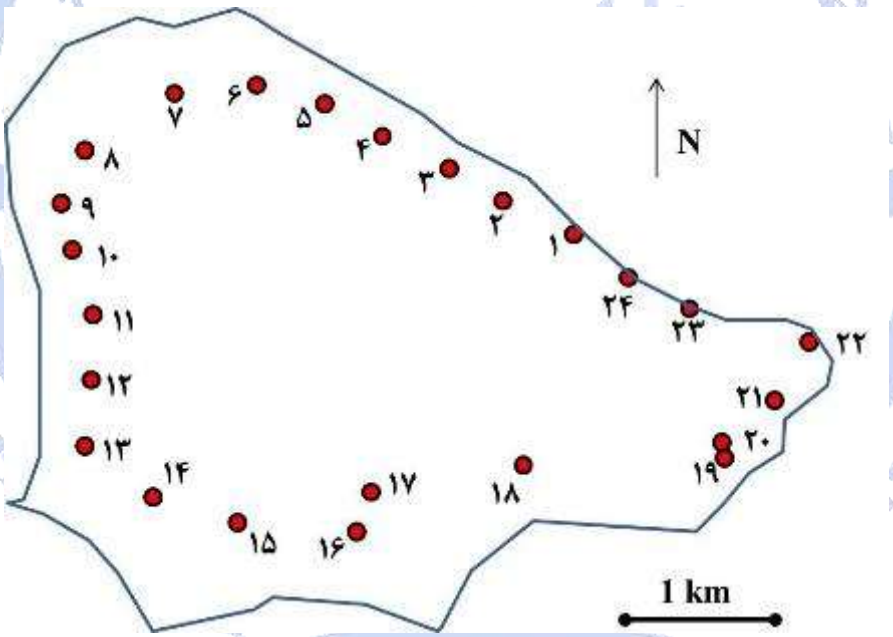
موقعیت ایستگاه‌ها: در این مطالعه با در نظر گرفتن یکنواختی عمومی حاشیه تالاب نمونه‌برداری ماهیان در تابستان سال ۱۳۹۹ از ایستگاه‌هایی به‌فاصله تقریبی ۶۰۰-۵۰۰ متر انجام شد (شکل ۱). در کنار نمونه‌برداری در سال ۱۳۹۹، یک مرحله نمونه‌برداری در مدت مشابه در تابستان سال ۱۳۹۸ در پنج ایستگاه در ضلع شمالی تالاب انجام شده و یک مورد تکرار نمونه‌برداری در دو ایستگاه از ایستگاه‌های سال ۱۳۹۹ به‌منظور کنترل ماهیان مشاهده شده در نمونه‌برداری اول با استفاده از تور ساچوک انجام شد. بعد از انجام نمونه‌برداری نقشه ایستگاه‌های مورد بررسی با استفاده از نرم افزار DIVA-GIS تهیه شد.

نحوه نمونه‌برداری از ماهیان: برای نمونه‌برداری از ماهیان در هر ایستگاه با توجه به نوع زیستگاه (چشمه و آب جاری)، وضعیت پوشش گیاهی و شفافیت آب از ابزار مختلفی استفاده شد. در ایستگاه‌های دارای پوشش گیاهی اندک که بیشتر در ضلع شمالی

دریاچه قرار داشتند در کنار تور ساچوک، از تور تله‌ای (طعمه‌گذاری شده) برای صید ماهیان استفاده شد (شکل ۲). ماهیان صیدشده بعد از عکس‌برداری در محلول فرمالین ۱۰ درصد با ثبت مشخصات ایستگاه تثبیت شده و برای بررسی بیشتر به آزمایشگاه شیلات دانشگاه شهرکرد انتقال داده می‌شدند.

در کنار نمونه‌برداری از ماهیان در هر ایستگاه مشخصات محیطی مثل جنس بستر، درصد تقریبی پوشش گیاهی و عمق آب ثبت شد. برآورد پوشش گیاهی به‌صورت تخمینی براساس درصد ثبت شد. عمق آب با استفاده از یک میله مدرج در ۳۰-۲۰ نقطه ثبت شد. درصورتی که بستر گلی یا لجنی بود، جنس بستر بدون نمونه‌برداری ثبت می‌شد، اما در بسترهای سنگی و ماسه‌ای مقداری از بستر با استفاده از سینی برداشت شده و در کنار یک خط‌کش به‌عنوان شاخص اندازه از آن عکس تهیه می‌شد.

زیست‌سنجی ماهیان: جهت انجام زیست‌سنجی، در آزمایشگاه پس از شماره‌گذاری و شناسایی گونه ماهیان صید شده، طول آنها با استفاده از خط‌کش معمولی و با دقت ۰/۱ و نیز کولیس INOX با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. سپس ماهی‌ها با ترازوی دیجیتال AND ژاپن مدل EK-i610 با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند.



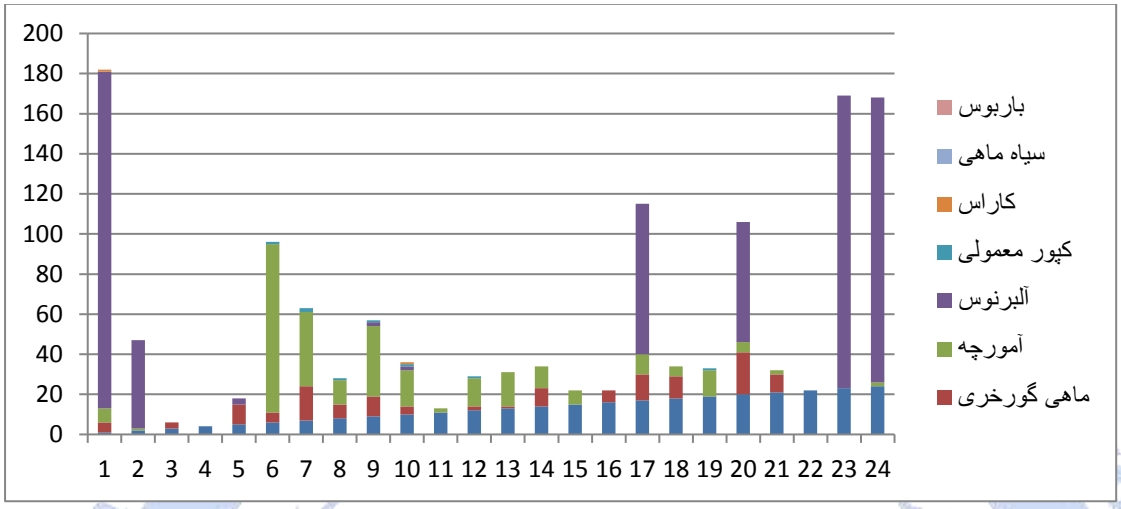
شکل ۱: نقشه پراکنش ایستگاه‌های نمونه برداری در تالاب چغاخور.

شکل ۲: تجهیزات نمونه‌برداری فیزیکی شامل تور ساچوک و تور طعمه‌گذاری شده.

نتایج

در طی بررسی ۲۴ ایستگاه با استفاده از تور ساچوک و تور طعمه‌گذاری شده در محیط تالاب چغاخور در هر ایستگاه نتایجی به شرح زیر در رابطه با ماهیان و محیط فیزیکی ایستگاه‌ها مشاهده شد که در جدول ۱ ارائه شده است. در بیشتر ایستگاه‌ها به غیر از ایستگاه‌های ۱۱، ۱۵، ۱۹، ۲۳ و ۲۴ در نمونه‌برداری فیزیکی ماهی گورخری مشاهده شد (شکل ۳). پوشش گیاهی در ایستگاه‌هایی که ماهی گورخری مشاهده شد، گونه‌های گیاهان آبزی *Myriophyllum spicatum* و *Ceratophyllum demersum* فراوانی بیشتری داشتند. این زیستگاه‌ها معمولاً دارای بستر گل و لای و تا حدی سنگریزه بوده و عمق مناطق حضور ماهی گورخری کمتر از ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر بود. در برخی از ایستگاه‌ها عمق‌هایی بیشتر از عمق حضور ماهی گورخری گزارش شده است که این امر به دلیل ثبت عمق در قسمت‌های مختلف است. گونه‌ای که معمولاً در ایستگاه‌های مختلف در کنار ماهی گورخری مشاهده می‌شد، گونه ماهی غیربومی آمورچه *Pseudoraspora parva* بود که ظاهراً با ماهی گورخری هم‌باشی دارد. در بررسی فیلم‌های تهیه شده با استفاده از دوربین‌های زیرآبی علاوه‌بر گونه‌های مشاهده شده در نمونه‌برداری‌های فیزیکی تعداد محدودی از گونه‌های دیگر شامل *Barbus lacerta* نیز مشاهده شد.

گونه‌های *Alburnus doriae*، *Cyprinus carpio*، *Carassius carassius* و *Barbus lacerta* ظاهراً در آب‌های آزاد و ستون آب بیشتر حضور دارند. البته ماهی آمورچه نیز در گله‌های ماهیان یادشده مشاهده شد.



شکل ۳: ترکیب و تعداد گونه‌های نمونه‌برداری شده با استفاده از تور ساچوک و تور طعمه گذاری شده در ایستگاه‌های مورد بررسی در تالاب چغاخور.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و ماهیان صیدشده با استفاده از تور ساچوک و تور طعمه‌گذاری شده در هر ایستگاه.

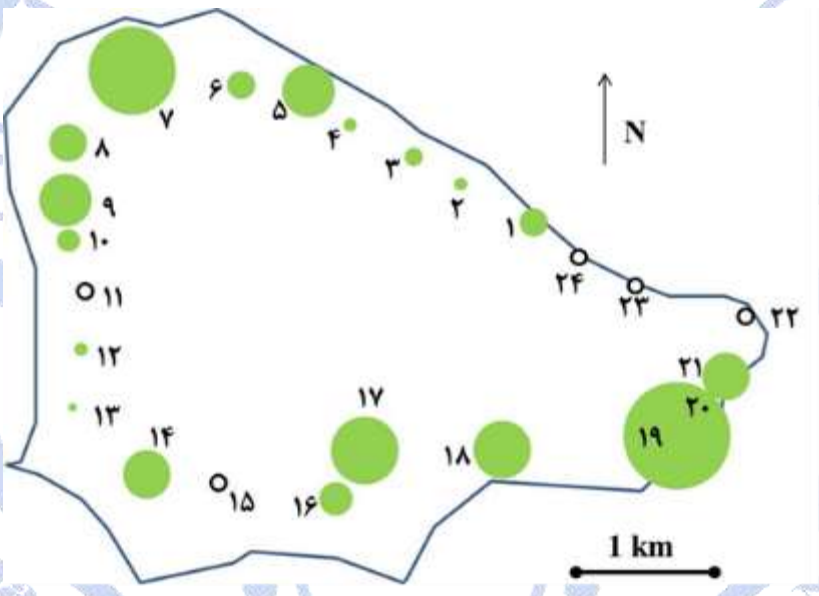
ایستگاه	ویژگی‌های فیزیکی			ماهیان مشاهده شده (عدد)						
	عمق متوسط (سانتی‌متر)	پوشش گیاهی (درصد)	جنس بستر	ماهی گورخری	آمورچه	آلبرنوس	کپور معمولی	کاراس	سیاه ماهی	باربوس
۱	۴۴/۲۲	۵۰	سنگ ریزه	۵	۷	۱۶۸	–	۱	–	–
۲	۳۰/۶۹	۵۵	ماسه و سنگریزه	Y	۱	۴۴	–	–	–	–
۳	۳۹/۶۰	۵۰	شن و سنگریزه	۳	–	–	Y	–	–	–
۴	۵۴/۰۷	۴۰	ماسه، سنگریزه و قلوه سنگ	Y	–	–	–	–	–	–
۵	۳۷/۲۰	۵۰	گل و لای و تا حدی قلوه سنگ	۱۰		۳	–	–	–	–
۶	۲۴/۶۹	۸۰	گل و لجن	۵	۸۴	–	۱	–	–	–
۷	۳۳/۳۸	۸۰	قلوه سنگ و تا حدی گل و لجن	۱۷	۳۷	–	۲	–	–	–
۸	۲۲/۶۰	۹۰	لجنی	۷	۱۲	–	۱	–	–	–
۹	۲۴/۲۳	۹۰	لجنی	۱۰	۳۵	۲	۱	–	–	–
۱۰	۲۸/۲۷	۸۰	گل و لجن	۴	۱۸	۲	۱	۱	–	–
۱۱	۴۴/۱۵	۸۰	گل	–	۲	–	–	–	–	–
۱۲	۴۴/۸۵	۶۰	گل و لجن	۲	۱۴	–	۱	–	–	–

ادامه جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و ماهیان صیدشده با استفاده از تور ساچوک و تور طعمه‌گذاری شده در هر ایستگاه.

ایستگاه	ویژگی‌های فیزیکی			ماهیان مشاهده شده (عدد)						
	عمق متوسط (سانتیمتر)	پوشش گیاهی (درصد)	جنس بستر	ماهی گورخری	آمورچه	آلبرنوس	کپور معمولی	کاراس	سیاه ماهی	باربوس
۱۳	۳۱/۹۲	۷۰	گل و لجن	۱	۱۷	–	–	–	–	–
۱۴	۵۸/۵۷	۹۰	گل سفت	۹	۱۱	–	–	–	–	–
۱۵	۳۸/۱۴	۹۰	گل و لجن	–	۷	–	–	–	–	–
۱۶	۴۶/۱۵	۹۵	گل	۶	–	–	–	–	–	–
۱۷	۴۰/۶۶	۹۸	گل	۱۳	۱۰	۷۵	–	–	–	–
۱۸	۲۰/۷	۹۵	گل	۱۱	۵	–	–	–	–	–
۱۹	۵۵/۲	۹۰	گل	–	۱۳	–	۱	–	–	–
۲۰	۴۱/۷۲	۹۵	گل	۲۱	۵	۶۰	–	–	–	–
۲۱	۴۰/۹۵	۶۰	گل سفت	۹	۲	–	–	–	–	–
۲۲		۵۰	سنگ	–	–	–	–	–	–	–
۲۳	۷۶/۸۶	۱	سنگ و سنگ ریزه	–	–	۱۴۶	–	–	–	–
۲۴	۹۱/۷۱	۲	سنگ و سنگ ریزه	–	۲	۱۴۲	–	–	–	–

بحث

پراکنش ماهیان در تالاب چغاخور: بر پایه بررسی‌های انجام شده در این مطالعه در بیشتر ایستگاه‌ها ماهی گورخری در کنار ماهی مهاجم آمورچه (*P.parva*) بیشتر در قسمت‌های کم‌عمق (کمتر از ۲۰ سانتی‌متر) و در بین پوشش گیاهی کرانه‌های تالاب و یا در مسیر و مظهر چشمه‌های موجود در کرانه جنوبی تالاب پراکنش دارد (شکل ۴). معمولاً فراوانی ماهی گورخری در مقایسه با ماهی آمورچه در بیشتر ایستگاه‌ها کمتر است. سایر ماهیان شامل ماهی آلبورنوس، کپور معمولی و یا کاراس به ندرت در بین پوشش گیاهی کرانه‌ای حضور دارند و بیشتر در بخش‌های ستون آب و بستر نواحی عمیق‌تر به‌صورت گله‌ای (آلبورنوس و کپور معمولی) مشاهده می‌شوند. در بین ایستگاه‌های مورد مطالعه هیچ یک از گونه‌های ماهیان موجود در تالاب در ایستگاه پشت دیواره سد و همچنین در کانال خروجی پشت سد (داخل تالاب) مشاهده نشدند. دلیل عدم مشاهده ماهی در ایستگاه یادشده را شاید بتوان به شرایط محیطی نامناسبی مثل شرایط تخلیه اکسیژنی آب نسبت داد. به هرحال این موضوع نیازمند بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر است.



شکل ۴: نقاط مشاهده ماهی گورخری در تالاب چغاخور. دایره‌های سفید ایستگاه‌هایی هستند که در آنها ماهی گورخری صید یا مشاهده نشد. دایره‌های سبز نشان‌دهنده نقاطی هستند که در آنها ماهی گورخری مشاهده شد. قطر دایره‌های سبز با تعداد ماهی گورخری صیدشده در هر ایستگاه متناسب است.

بررسی‌های انجام شده در این پژوهش نشان داد که در دوره‌های پیش‌روی و پسروی آب تالاب ماهی گورخری نیز با جابجایی خط ساحلی تالاب به‌صورت شعاعی جابجا می‌شود. برای مثال در بررسی که در دو ایستگاه مشخص دارای ماهی گورخری در دوره پرآبی (اواخر فصل بهار) انجام شد، در اوایل پائیز (دوره کم آبی) نیز ماهی گورخری مشاهده شد.

با توجه به این‌که ماهی گورخری بیشتر در حاشیه تالاب پراکنش دارد، یکی از تهدیدهایی که در مورد آن می‌توان متصور شد، فعالیت‌های انسانی مثل حضور گردشگران، دام و فعالیت‌های صید تفریحی است که می‌تواند تخریب کیفیت زیستگاه را به‌واسطه تردد و به هم خوردن شرایط فیزیکی برای ماهی یادشده در پی داشته باشد، برای روشن شدن این موضوع می‌توان برای مدتی انجام فعالیت‌های یادشده را در قسمت‌هایی از کرانه تالاب ممنوع کرده و نتیجه آن را به‌صورت مقایسه‌ای در بین نواحی یادشده و نواحی مشابه فاقد ممنوعیت بررسی کرد تا تأثیر فعالیت‌های انسانی بر جمعیت این ماهی مشخص شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از افراد و سازمان‌هایی که در اجرای این مطالعه به ما کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

دانه‌کار ا.، هاشمی ا.، وارسته م.ر.، محمودی ب.(۱۳۸۳). مطالعات محیط زیست حوزه آبریز دریاچه چغاخور. مهندسین مشاور فن‌آوران آب‌سازه. وزارت جهاد کشاورزی، شرکت سهامی شیلات ایران، مدیریت شیلات و آبزیان استان چهارمحال و بختیاری.

صمدی ج. (۱۳۹۵). مدل‌سازی مکانی-زمانی خصوصیات کیفی و وضعیت تغذیه‌گرایی تالاب چغاخور با استفاده از شاخص‌های آلودگی و تکنیک‌های قطعی و زمین‌آماری GIS. تحقیقات منابع آب ایران. سال دوازدهم، شماره ۱: ۱۲۲-۱۳۲.

فلاحی کپورچالی م.، عابدینی ع.، قانع ساسانسرایی ا.، صادقی نژاد ماسوله ا.، عباسی رنجبر ک. (۱۳۹۷). مطالعه بررسی روند تغییرات جوامع آبزیان تالاب انزلی. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقاتی علوم شیلاتی کشور- پژوهشکده آبزی‌پروری آب‌های داخلی. ۱۵۲ صفحه.

فولادی ز.، فلاح‌پورم.، درخشان هوره ع.، مردانی ف.، کریمیان ا.، طهماسبی پ. (۱۳۹۲). بررسی و شناخت زیست‌بوم تالاب چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری. اولین همایش ملی حفاظت از تالاب‌ها و اکوسیستم‌های آبی. صفحات ۱-۲۱.

نافیانم. محمودی ب. محمدی‌ی. (۱۳۹۵). بررسی اهمیت زیستمحیطی تالاب چغاخور در استان چهار محال و بختیاری. دهمین کنگره پیشگامان پیشرفت. ۱۳ صفحه.

شناسایی ماهیان تالاب سولقان استان چهارمحال و بختیاری

ایرج هاشم زاده سقرلو [1*]؛ سیدعیسی عبدالهی موسوی [1]؛ سجاد نجفی چالشتری ۱؛ محسن حبیبی [2]، حامد علیمردانی [2]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۲- اداره کل محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری

Email: ihashem@sku.ac.ir

چکیده

حفظ تالاب‌ها و دریاچه‌های طبیعی و مصنوعی با بقای ماهیان و سایر موجودات آبزی رابطه مستقیمی دارد. پدیده خشکسالی، تنش‌های آبی و پروژه‌های انتقال آب تهدید جدی برای بقای آبزیان بومی و بویژه ماهیان هستند. تالاب سولقان در استان چهارمحال و بختیاری در سال‌های گذشته شاهد کم آبی و خشکی بوده است. خشکی یادشده می‌تواند ازبین رفتن جمعیت ماهیان بومی را که در سطح ملی می‌توان مهم‌ترین آن‌ها را ماهی گورخری زاگرس *Aphanius vladykvi* معرفی نمود، در پی داشته باشد. با فرض اینکه در تالاب یادشده ماهیان بومی نظیر ماهی گورخری زاگرس حضور داشته‌اند در این مطالعه زیستگاه‌های مناسب برای ماهی گورخری در محیط تالاب سولقان در ۱۱ ایستگاه بررسی شد. در هیچ یک از ایستگاه‌های مورد بررسی ماهی گورخری زاگرس یا سایر ماهیان بومی مشاهده نشدند. تنها گونه ماهی مشاهده شده در ایستگاه‌های مورد بررسی در کرانه تالاب شامل ماهی *Pseudorasbora parva* بود. ماهیان Cyprinus *carpio* و *Hypophthalmichthys molitrix*، *Hypophthalmichthys nobilis* و *Ctenopharyngodon idella* نیز در سایر قسمت‌های غیرکرانه‌ای تالاب مشاهده شدند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که خشکسالی اخیر احتمالاً کاهش شدید و یا از بین رفتن ماهیان بومی را در پی داشته است. با توجه به کم آبی و تنش‌های مرتبط با آن انتظار خشکی و تهدیدهای مشابهی در مورد سایر پیکره‌های آبی وجود دارد که می‌تواند پیامدهای فاجعه‌باری برای آبزیان داشته باشد. این امر در کنار نیاز به تلاش برای حفاظت از زیستگاه‌ها، ضرورت تشکیل ذخیره‌گاه‌هایی را برای نگهداری جمعیت‌های گونه‌هایی مثل ماهی گورخری زاگرس برای بازیابی جمعیت‌های منقرض شده در آینده نشان می‌دهد.

واژگان کلیدی: ماهی گورخری زاگرس، تالاب سولقان، خشکسالی، ماهیان غیربومی

Identification of fishes of the Sooleghan Wetland, Chahrmahal va Bakhtiari Province, Iran

Iraj Hashemzadeh Segherloo[1*]; Seyed Eisa Abdolahi-Mousavi[1]; Sajad Najafi Chaleshtori[1]; Mohsen Habibi[2]. Hamed Alimardani

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, ShahreKord University, ShahreKord, Iran
2- ChaharMahal va Bakhtiari Province Department of Environment, ShahreKord, Iran

Email: ihashem@sku.ac.ir

Abstract

Conservation of wetlands and natural and artificial lakes is directly linked to persistence of aquatic organisms. Drought and inter-basin water transfer projects are serious threats to survival of native aquatic organisms, especially fishes. During recent years, the Sooleghan Wetland of the Chaharmahal va Bakhtiari Province (Iran) had dried up due to a drought period. This can be followed by extinction of native fish species of the region among which *Aphanius vladykovi* is the most important species at national level. Assuming the existence of native fish species including *A. vladykovi* in the wetland before drying up, 11 localities along the periphery of the wetland where *A. vladykovi* mostly forage in other similar water bodies were explored. In none of the localities *A. vladykovi* or other native fish species were detected. The only species detected in the sampling points was *Pseudorasbora parva*. Other non-native fish species including *Cyprinus carpio, Hypophthalmichthys molitrix, Hypophthalmichthys nobilis,* and *ctenopharyngodon idella* were also observed in off-shore localities of the reservoir. Overall, the results of this study probably indicate that the drought during past years has led to extinction or sever depletion of native fish populations in the studied wetland. Based on the ongoing drought and related water tensions there are similar threats to other water bodies that can be catastrophic for native aquatic organisms. This implies that along with efforts to protect natural habitats, it is necessary to develop reserve populations for species like *A. vladykovi* for restoration of populations, which may go extinct in future.

Keywords: ***Aphanius vladykovi*, Sooleghan Wetland, drought, exotic fish**

مقدمه

تالاب‌ها در زمره غنی‌ترین و حاصل‌خیزترین اکوسیستم‌های طبیعی هستند که در حفاظت از تنوع زیستی اهمیت فوق‌العاده‌ای دارند. از جمله فواید بی‌شمار تالاب‌ها می‌توان به تولید و ذخیره‌سازی آب، حفظ و توسعه تنوع زیستی گیاهی و جانوری، پالایش آب، تأمین غذا و تولید فرآورده‌های شیلاتی و پرندگان، محل تخم‌ریزی و زادآوری آبزیان، تولیدات زیستی، اهمیت زیستگاهی و ژنتیکی (بانک ژن) اشاره کرد (نافیان و همکاران، ۱۳۹۵).

در استان چهارمحال‌وبختیاری به دلیل کوهستانی بودن و وضعیت خاص توپوگرافی، همچنین بارش‌های جوی زیاد، تالاب‌های متعددی ایجاد شده است. تالاب سولقان با ارتفاع ۲۳۹۵ متر از سطح دریا در محدوده شهرستان بروجن و بخش گندمان استان چهارمحال‌وبختیاری قرار دارد. تالاب سولقان در گذشته به شکل یک تالاب فصلی بوده ولی با ساختن سد در سال ۱۳۶۴ گنجایش آب دریاچه پشت سد افزایش یافت و به مصرف فعالیت‌های کشاورزی مناطق اطراف می‌رسد. این تالاب به لحاظ گردشگری و زیست‌محیطی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تالاب سولقان در زمان پرآبی یکی از مناطق ارزشمند زادآوری پرندگان آبزی به خصوص اردک‌ها بوده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۷۰). تالاب سولقان در سال‌های اخیر در پی خشکسالی خشک شده است اما اطلاعاتی در مورد میزان و شدت خشک شدن تالاب یادشده وجود ندارد. در صورت خشک شدن تالاب احتمالاً ماهیان بومی دریاچه نیز از بین رفته‌اند اما در صورتی که خشک شدن تالاب به صورت کامل نباشد احتمال مشاهده ماهیان بومی وجود دارد. باتوجه به مطالعات اندکی که در زمینه بررسی تنوع آبزیان و ماهیان موجود در این تالاب صورت گرفته است، لذا هدف از این مطالعه بررسی پیامدهای خشک شدن تالاب بر گونه‌های ماهی موجود و همچنین حضور یا عدم حضور جنس آفانیوس در این تالاب است.

مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به منظور بررسی گونه‌های موجود در تالاب سولقان در تابستان ۱۴۰۰، در مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه و ۳۷ ثانیه شمالی، ۵۰ درجه ۴۷ دقیقه و ۱۱ ثانیه شرقی صورت گرفت. به این منظور ۱۱ ایستگاه در طول تالاب انتخاب و با ۲۰ بار تلاش صیادی در هر ایستگاه از ماهیان موجود در حاشیه تالاب و بویژه در قسمت‌های دارای پوشش گیاهی با استفاده از ساچوک نمونه‌برداری انجام شد. در همه ایستگاه‌ها در کنار استفاده از تور ساچوک، از دوربین فیلم‌برداری زیرآبی جهت بررسی تعداد و ترکیب ماهیان در شرایط طبیعی استفاده شد. در هر ایستگاه فیلم‌برداری به‌مدت حدود ۱۵ دقیقه انجام شد.

در کنار نمونه‌برداری از ماهیان در هر ایستگاه مشخصات محیطی مثل جنس بستر، درصد تقریبی پوشش گیاهی و عمق آب ثبت شد. برآورد پوشش گیاهی به‌صورت تخمینی براساس درصد ثبت شد. عمق آب با استفاده از یک میله مدرج در ۲۰ نقطه ثبت شد؛ که در پایان متوسط عمق ایستگاه در نظر گرفته شد. درصورتی که بستر گلی یا لجنی بود، جنس بستر بدون نمونه‌برداری ثبت می‌شد.

نتایج

در مطالعه حاضر آمورچه (*Pseudorasbora parva*)، کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و کپورماهیان چینی شامل؛ فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*)، سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) و آمور (*Ctenopharyngodon idella*) مشاهده شدند، اما در نمونه برداری‌ها و مشاهدات انجام شده ماهی آفانیوس (*Aphanius vladykovi*) یا سایر ماهیان بومی منطقه مشاهده نشدند. ماهیان صید شده با استفاده از تور ساچوک در ایستگاه‌های حاشیه تالاب تنها شامل گونه آمورچه بود. با این حال، بررسی‌های موجود با استفاده از دوربین‌های زیرآبی و بررسی صید تفریحی توسط گردشگران و افراد بومی نشان‌دهنده

وجود دیگر گونه‌های کپورماهیان غیربومی نیز بود که بیشتر در نقاط عمیق‌تر و دورتر نسبت به ساحل تالاب حضور دارند. نتایج مرتبط با ماهیان و محیط فیزیکی حاصل از بررسی ۱۱ ایستگاه با استفاده از تور ساچوک در تالاب سولقان به شرح زیر در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۵- ویژگی‌های فیزیکی و ماهیان صیدشده با استفاده از تور ساچوک و تور طعمه‌گذاری شده در هر ایستگاه.

نام ایستگاه	پوشش گیاهی٪	نوع بستر	تعداد صید	تلاش صیادی	صید بر تلاش صیادی	عمق متوسط	میانگین صید، cm
شماره ۱	۱۰٪	گل و لجن	۲۰	۲۰	۱	۲۵,۵	۲,۰۳۳
شماره ۲	۵٪	گل و لجن	۶	۲۰	۰,۳	۱۷,۴۵	۱,۹۱۶
شماره ۳	۳٪	گل و لجن	۲	۲۰	۰,۱	۱۵,۹	۱,۲۵
شماره ۴	۳۰٪	گل و لجن	۲۳	۲۰	۱,۱۵	۱۶,۸۵	۲,۴۲۵
شماره ۵	۱٪	گل و لجن	۰	۲۰	۰	۱۱,۲	۰
شماره ۶	۲۰٪	گل و لجن	۱۸	۲۰	۰,۹	۱۴,۹	۲,۸۶
شماره ۷	۱٪ >	گل و لجن	۰	۲۰	۰	۲۰,۱۹	۰
شماره ۸	۱٪ >	گل و لجن	۰	۲۰	۰	۲۱,۲۳	۰
شماره ۹	۳٪	گل و لجن	۶	۲۰	۰,۳	۱۷,۹۵	۲,۱۶
شماره ۱۰	۶٪	سنگریزه (خروجی)	۲۰	۲۰	۱	۱۸,۱۹	۱,۳
شماره ۱۱	۴۰٪	گل و لجن	۲۲	۲۰	۱,۱	۲۵	۲,۲۷

بحث

با توجه به موقعیت و شرایط اکوسیستم‌های تالابی در سطح جهان، بسیاری از گونه‌های مختلف از لحاظ اکولوژیکی وابسته به تالاب‌ها بوده و از طریق سازش‌های مختلف از این اکوسیستم‌های منحصربه فرد به‌عنوان یک زیستگاه مناسب و حائز اهمیت بهره‌برداری می‌نمایند (طبیعی و نصیری، ۱۳۹۲).

در مطالعه حاضر در زیستگاه‌هایی که ماهی آفانیوس معمولاً مشاهده می‌شود تنها ماهی آمورچه مشاهده شد. این گونه، مناطقی که گیاهان در آن به‌خوبی رشد کرده‌اند را برای پنهان شدن از شکارچیان ترجیح می‌دهد و ممکن است در نهرها، رودخانه‌ها و استخرها یافت شود. این ماهیان از بنتوزها تغذیه می‌کنند، اما بعضی از زئوپلانکتون‌ها نیز استفاده می‌کنند. لیست غذایی آن‌ها شامل حشرات متنوع آبزی مثل یک‌روزه‌ها، تری‌کوپترا، شیرونومیدها، حشرات آبزی و لارو پشه‌ها باشد. اما در روده آن‌ها قارچ‌ها، اسپیروژیرها و قطعات گیاهان بزرگ نیز یافت شده است و همچنین ممکن است از تخم و لارو ماهیان بومی نیز تغذیه نمایند. ماهیان جوان زئوپلانکتون‌خوار هستند (عبدلی، ۱۳۷۸). بررسی فیلم‌های ضبط شده توسط دوربین زیر آبی و همپنین اقلام صید شده در صید تفریحی بیانگر وجود ماهیان پرورشی از خانواده کپور شامل؛ کپور معمولی‌و کپورماهیان چینی بود. این ماهیان بومی منطقه نبوده و احتمالاً به منظور فعالیت‌های صیادی و آبزی پروری به تالاب معرفی شده‌اند. رئیسی و همکاران (۱۳۸۸) درپی بررسی انگل‌های ماهیان تالاب سولقان در استان چهارمحال‌وبختیاری، درمجموع سه گونه ماهی از خانواده کپورماهیان شامل کپورمعمولی، کاراس و سیاه‌ماهی درشت فلس را در تالاب شناسایی کردند. ایشان دو گونه اول را جزء ماهیان غیربومی تالاب

ذکر کردند که به‌منظور گسترش فعالیت‌های شیلاتی و صیادی در تالاب رهاسازی شده‌اند و سیاه‌ماهی جزء ماهیان بومی منطقه معرفی کرده‌اند که به‌طور طبیعی در تالاب زیست می‌کند. با توجه به حضور سیاه ماهی درشت فلس در تالاب سولقان در مطالعه یادشده، انتظار می‌رود این ماهی در این مطالعه هم مشاهده شود که برخلاف انتظار در این مطالعه ماهی یادشده نیز مشاهده نشد. البته تنها با نمونه برداری‌های این مطالعه نمی‌توان عدم وجود گونه یادشده را در تالاب تأیید یا رد نمود.

علی‌رغم این‌که ماهی آفانیوس زاگرس بومی استان چهارمحال و بختیاری بوده و زیستگاه آن چشمه‌ها، رودخانه‌ها و تالاب‌های استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲)، اما در مطالعه حاضر اطلاعاتی مبنی بر حضور آن در تالاب سولقان به‌دست نیامد. نظر به کاهش سالانه جمعیت‌های این ماهی در استان چهارمحال و بختیاری، ممکن است آلودگی و خشک شدن منابع آبی در سال‌های اخیر از دلایل عدم حضور و یا از بین رفتن جمعیت این ماهی در تالاب سولقان باشد. خشکسالی یک پدیده آب‌وهوایی است که به دلیل گستردگی مقیاس زمانی و مکانی، اصلی‌ترین عامل محیطی است که موجب کمبود و اختلال جریان آب، گسیختگی توان اکولوژیک و فقر غذایی به‌شمار می‌رود. به‌دنبال خشکسالی پیامدها و مشکلات ناشی از آن در مناطق مختلف رخ می‌دهد که از آن جمله می‌توان به از بین رفتن چرخه اکولوژیکی و نابودی زیستگاه‌های گونه‌های ارزشمند نظیر پرندگان و آبزیان در سطح مناطقی نظیر تالاب‌ها اشاره کرد (رستمی و رادفر، ۱۳۹۳). دلیل عدم مشاهده ماهی در ایستگاه یادشده را شاید بتوان به شرایط محیطی نامناسبی مثل خشکسالی نسبت داد. طبق اطلاعات موجود، این تالاب در سالهای دهۀ ۸۰ با خشکسالی شدید مواجه بوده است، که بررسی نقشه‌های ماهواره‌ای در بازه زمانی یاد شده نیز گویای این موضوع می‌باشد. به هرحال این موضوع نیازمند بررسی‌های بیشتر و دقیق‌تر است.

با فرض از بین رفتن و یا کاهش شدید جمعیت‌های ماهیان تالاب، انتظار نمی‌رود در این تالاب ماهیان غیربومی نیز مشاهده شوند. برای توجیه مشاهده ماهیان غیربومی پرورشی و همچنین ماهی آمورچه یکی از دلایل می‌تواند معرفی آنها به تالاب در سال‌های اخیر در پی خروج تالاب از حالت خشکی باشد که این امر نیازمند بررسی‌های بیشتری است.

نتیجه گیری

با توجه به شایع بودن فرایند خشکسالی و تنش‌های آبی موجود، خشک شدن کامل محیط‌های آبی طبیعی و دست ساخت در قسمت‌های مختلف کشور دور از انتظار نیست. نمونه این فرایند در بیشتر تالاب‌ها و منابع آبی کشور محسوس است. این فرایند در صورت بروز در منابع آبی که دارای گونه‌های ماهیان بومی مهم و ارزشمندی مثل ماهی گورخری زاگرس هستند، می‌تواند با توجه به محدوده پراکنش بسیار محدود گونه یادشده پیامدهای فاجعه‌باری را برای این گونه داشته باشد. با توجه به نتایج این پژوهش و همچنین با توجه به خشکسالی‌ها و معضلات مرتبط با انتقال بین حوضه‌ای آب، می‌توان چنین وضعیتی را برای زیستگاه‌های مهم این گونه متصور شد. در نتیجه در کنار تلاش برای حفاظت از زیستگاه‌های گونه ماهی گورخری زاگرس یا سایر گونه‌های در معرض خطر اتخاذ راه‌کارهای حفاظتی مثل ایجاد ذخیره‌گاه‌هایی علاوه بر زیستگاه‌های طبیعی برای نگهداری جمعیت‌های ماهیان یادشده برای احیای جمعیت‌های از منقرض‌شده در آینده ضروری است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقای محمد محسنی ناعانی، اداره کل محیط زیست استان چهارمحال و بختیاری و دفتر حفاظت از تالاب‌های سازمان محیط زیست کشور که در اجرای این مطالعه به ما کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

رستمی ف، رادفر م. ۱۳۹۳. بررسی وجود یا عدم‌وجود بحران آب در استان چهارمحال‌وبختیاری با پایش و پهنه‌بندی خشکسالی در آن. دومین همایش ملی بحران آب (تغییر اقلیم، آب و محیط زیست). شهرکرد. https://civilica.com/doc/305730

رئیسیم، فدائی‌فرد ف، انصاریم، تاجی‌زادگان ه، حسینی ر. ۱۳۸۸. بررسی انگل‌های ماهیان دریاچه سد سولقان استان چهارمحال‌و بختیاری. مجله دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، دوره ۵، شماره ۱، صفحات ۱۵-۱۹.

سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۳۷۰. مطالعات اکولوژیک تالاب‌های استان چهارمحال‌وبختیاری، صفحات ۷۵-۸۲.

طبیعی ا، نصیریم. ۱۳۹۲. بررسی تنوع گون‌های پرندگان آبزی و کنارآبزی مهاجر زمستان‌گذران تالاب بین‌المللی ارژن در استان فارس. فصلنامه علمی ـ پژوهشی زیستشناسی جانوری، سال ششم، شماره اول، پاییز ۹۲، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان.

عبدلی ا، ۱۳۷۸. ماهیان آب‌های داخلی ایران. موزه طبیعت و حیات وحش ایران. تهران.

نافیانم. محمودی ب. محمدی ی. ۱۳۹۵. بررسی اهمیت زیست‌محیطی تالاب چغاخور در استان چهار محال و بختیاری. دهمین کنگره پیشگامان پیشرفت. ۱۳ صفحه.

بررسی پاسخ‌های بیوشیمیایی ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus caspicus*) در مواجهه با منگنز

سید علی اکبر هدایتی

گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

Email: Hedayati@gau.ac.ir

چکیده

مسمومیت حاد منگنز در ماهی کلمه دریای خزر *Rutilus caspicus* با استفاده از روش ایستا-تجدید شونده، بررسی گردید. ماهیان به مدت ۹۶ ساعت در معرض غلظت‌های ۰، ۴۵، ۹۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ۵۵۰، ۹۰۰ و ۱۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز قرار گرفتند. غلظت کشنده حاد منگنز تعیین گردید. غلظت کشنده حاد منگنز در مدت ۹۶ ساعت (96 h-LC50)، ۲۹۷/۱۷ میلی‌گرم بر لیتر (۳۶۲/۲۲ – ۲۴۲/۳۳ میلی‌گرم بر لیتر) بود. در ادامه، ماهیان به مدت ۹۶ ساعت در معرض غلظت‌های ۰، ۶۰ (معادل ۲۰ درصد غلظت کشنده)، ۱۵۰ (معادل ۵۰ درصد غلظت کشنده) و ۳۰۰ (معادل غلظت کشنده) میلی‌گرم بر لیتر منگنز قرار گرفتند. غلظت گلوکز پلاسما در ماهیان گروه ۶۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز نسبت به گروه شاهد افزایش معنی‌دار داشت؛ درحالیکه، در گروه‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز، غلظت گلوکز پلاسما نسبت به گروه شاهد به طور معنی‌داری کمتر بود. پس از قرار گرفتن در معرض منگنز، غلظت آلبومین پلاسما تغییری نکرد ولی غلظت پروتئین کل پلاسما در ماهیان قرار گرفته در معرض منگنز به طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود. غلظت کلسترول و تری گلیسرید پلاسما در گروه‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز به طور معنی‌داری بالاتر از گروه شاهد بود. گروه‌های ۶۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز نسبت به گروه شاهد دارای فعالیت آلکالین فسفاتاز بالاتری بودند. ماهیان قرار گرفته در معرض منگنز به طور معنی‌داری آلانین آمینوترنسفراز بالاتری نسبت به گروه شاهد داشتند. گروه‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر منگنز دارای فعالیت آسپارتات آمینوترنسفراز بالاتری نسبت به دو گروه دیگر بودند.

واژگان کلیدی: منگنز، ماهی کلمه دریای خزر، مسمومیت، شیمی بالینی

Investigation of biochemical responses of Caspian roach, *Rutilus caspicus* in exposure to manganese

Seyyed Aliakbar Hedayati*

Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Email: Hedayati@gau.ac.ir

Abstract

Acute toxicity of manganese was investigated in Caspian Sea roach using static-renewable method. The fish were exposed to concentrations of 0, 45, 90, 180, 300, 550, 900 and 1400 mg/L manganese for 96 hours. Acute lethal concentration of manganese was determined. The acute lethal concentration of manganese for 96 hours (96 h-LC50) was 297.17 mg / L (362.362 - 242.33 mg/L). Then, the fish were exposed to concentrations of 0, 60 (equivalent to 20% of lethal concentration), 150 (equivalent to 50% of lethal concentration) and 300 (equivalent to lethal concentration) mg / L of manganese for 96 hours. Plasma glucose concentration in fish in the group of 60 mg/L manganese increased significantly compared to the control group; however, in the groups of 150 and 300 mg/L Mn, the plasma glucose concentration was significantly lower than the control group. After exposure to manganese, plasma albumin concentration did not change but the concentration of total plasma protein in fish exposed to manganese was significantly higher than the control group. Plasma cholesterol and triglyceride concentrations in the 150 and 300 mg/L manganese groups were significantly higher than the control group. The 60 and 150 mg/L Mn groups had higher alkaline phosphatase activity than the control group. Manganese-exposed fish had significantly higher alanine aminotransferase value than the control group. The 150 and 300 mg/L Mn groups had higher aspartate aminotransferase activity than the other two groups.

Keywords: Manganese, Caspian Sea Roach, Toxicity, Clinical Chemistry

Introduction of Satsuma-age as a Surimi-based product with the aim of increasing per capita consumption of aquatic products in Iran

Alireza Hodhodi[1]; Eshagh Zakipour[1*]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh Sara

Email: e.zakipoor@guilan.ac.ir

Abstract

Population growth has led food and nutrition industry experts to be constantly looking for new sources of food. On the other hand, the consumption of fishery products is increasing due to the variability in processing, taste and proper packaging. According to the statistics provided, the average per capita consumption of fish in Iran is much lower than the global average. One of the most efficient solutions available to increase the per capita consumption of aquatic products in Iran is the production and supply of new, diverse and quality food products and provide the necessary bases for access to them by residents of all parts of the country. Satsuma-age or fried fish cake is a surimi-based product that originates from Japan and is considered as a healthy and nutritious food due to the high quantity and quality of protein and calcium in it. The purpose of this study is to introduce this product as a product with high nutritional value and attractiveness that can diversify the seafood basket. As it was found in this study, this food can be prepared according to Iranian taste and mass-produced, and in this way, in addition to producing new, healthy and cost-effective products, it can be an effective step to increase per capita consumption of aquatic products in the country.

Keywords: Satsuma-age, Surimi, Seafood, Food processing

ویژگی‌های ریختی سیکلید بومزاد پارسی *Iranocichla persa* (ماهیان استخوانی عالی؛ سیکلید ماهیان)

مریم حسینی پور*[۱]؛ آزاد تیموری [۱]؛ مجید عسکری حصنی [۱]؛ حمیدرضا اسماعیلی [۲]

۱- بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
۲- بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

Email: maryamhoseinipour@yahoo.com

چکیده

به منظور ارائه داده‌های ریختی بیشتر از گونه *I. persa*، در این مطالعه، ویژگی‌های ریختی به همراه ویژگی‌های فلس و سنگریزه شنوایی مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌های ماهیان از چشمه خورگو جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. ماهیان بر اساس طول استاندارد، در سه سایز کلاس دسته بندی شدند. بر اساس نتایج به دست آمده سایز کلاس اول گونه *I. persa* در ۱۲ صفت نسبی متفاوت بود اما در تعداد شعاع‌های باله مخرجی و تعداد شعاع‌های باله پشتی تفاوت معنی داری را نشان نداد. شکل کلی اتولیت ها ذوزنقه‌ای، و آنتی روستروم در ماهیان کوچک (SCI, SCII) توسعه نیافته است، در حالی که روستروم در ماهیان بزرگتر نسبت به آنتی روستروم توسعه یافته تر است. همچنین، لبه شکمی اتولیت با افزایش سن، پهن و دندانه دار است. بررسی ساختار فلس نشان داد در سایز کلاس اول، طول نسبی فلس ((JSLبه صورت معنی داری متفاوت است. بر اساس این مطالعه، می‌توان نتیجه گیری کرد که علاوه بر داده‌های مولکولی مستند گذشته، برخی از خصوصیات مورفولوژیکی مربوط به بدن ماهی، اتولیت و فلس نیز می‌توانند برای شناسایی سیکلید ماهیان بومی ایران استفاده شوند. همچنین مشخص شد که خصوصیات فنوتیپی در این گونه درجاتی از گوناگونی‌های انتوژنتیک (وابسته به رشد و طول ماهی) را نشان می‌دهد که باید در جزئیات مورد بررسی قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اتولیت، فلس، تغییرات ریختی، حوضه هرمزگان

Morphological characteristics of Parsi cichlid *Iranocichla persa* (Teleostei; Cichlidae)

Maryam Hosseinipour[1*]; Azad Teimori[1]; Majid Askari Hesni[1]; Hamid Reza Esmaeili[2]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2- Department of Biology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran.

Email: maryamhoseinipour@yahoo.com

Abstract

To provide more morphological data of *I. persa*, in this study, morphological characteristics along with scales and otolith were studied. Fish samples were collected from Khorgo spring and transferred to the laboratory. Fish were classified into three class sizes based on standard length. Based on the results, the size of the first class was different in 12 relative traits but did not show a significant difference in the number of anal and dorsal fin rays. The general shape of otoliths was trapezoidal, and antistrostrom was not developed in small fish (SCI, SCII), while rostrum was more developed in larger fish than antistrostrum. Also, the ventral edge of the otolith was wider and serrated with age. Examination of the structure of the scales showed that in the first class, the relative length of the scales (JSL) was significantly different. Based on this study, it can be concluded that in addition to past documented molecular data, some morphological characteristics of fish bodies, otoliths, and scales can also be used to identify native Iranian cichlid fish. It was also found that phenotypic characteristics in this species show degrees of ontogenetic diversity (dependent on fish growth and length) that should be examined in detail.

Keywords: Otolith, Scale, Morphological variation, Hormuzgan Basin

مقدمه

تاکنون دو گونه از سیکلید ماهیان بومی در جنوب ایران توصیف شده‌اند. یکی از این گونه‌ها، *Iranocichla persa* است که در سال ۲۰۱۶ توسط اسماعیلی و همکاران از حوضه آبریز هرمزگان توصیف شد (Esmaeili *et al*., 2016). پراکنش این گونه را می‌توان به عنوان شرقی‌ترین ناحیه پراکنش سیکلید های ایرانی محسوب کرد. ویژگی‌های ریختی نمونه‌های ماهیان در این گونه با دیگر گونه سیکلید ماهیان در جنوب ایران (*I. hormuzensis*) بطور جامع توسط اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۶) مقایسه شده است. به عنوان مثال آنها نشان داده ند که نرهای آماده تولید مثل در گونه *I. persa* را می‌توان با استفاده از رنگ بندی از گونه دیگر جدا کرد. در گونه *I. persa* قسمت زیرین سر و ناحیه سینه نارنجی رنگ بوده و رنگ زمینه بدن خاکستری با نقاط نارنجی پراکنده دیده می‌شود. علاوه بر این، داده‌های مولکولی بر اساس مطالعه ژنوم میتوکندریایی ناحیه ND2 و D-loop بین سیکلید ماهیان بومی جنوب ایران نیز توسط اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۶) مقایسه شده است. به منظور ارائه داده‌های ریختی بیشتر از گونه *I. persa*، در این مطالعه، ویژگی‌های ریختی این گونه به همراه ویژگی‌های فلس و سنگریزه شنوایی مطالعه می‌شود.

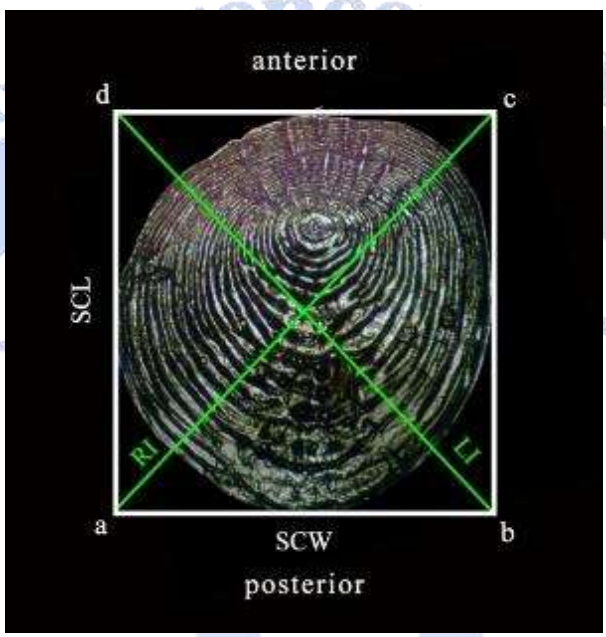
مواد و روش‌ها

در طی این پژوهش و در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹، تعداد ۴۰ نمونه از سیکلید ماهیان با استفاده از تور دستی و تور پرتابی از چشمه آب گرم خورگو جمع آوری شد (جدول ۳-۱). نمونه‌ها ابتدا در محلول عصاره میخک بیهوش و سپس به ترتیب در الکل ۷۰٪ و ۹۶٪ تثبیت شده و به آزمایشگاه جانور شناسی دانشگاه شهید باهنر منتقل شدند. نمونه‌های جمع آوری شده با استفاده از مقاله Esmaeili و همکاران (۲۰۱۶) شناسایی و در مراحل بعدی مطالعات مورد استفاده قرار گرفت. با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۵ میلیمتر، تعداد ۱۱ صفت ریختی اندازه گیری و همچنین دو صفت شمارشی شامل تعداد شعاع باله پشتی و تعداد شعاع باله لگنی نیز شمارش شدند. به منظور حذف اثر اندازه از داده‌های ریخت سنجی شده از بدن ماهیان این داده‌ها (ریخت سنجی) با استفاده از طول استاندارد ماهی، استاندارد سازی شدند.

به منظور استخراج اتولیت ها، ناحیه شکمی جمجمه در هر طرف سر شکافته و سنگریزه‌های شنوایی با استفاده از پنس ریز استخراج و به مدت ۸ دقیقه در پتاسیم هیدروکسید ۴٪ نگهداری شدند. سپس اتولیت ها درون آب مقطر قرار گرفت و با استفاده از قلم موی ریز بافت های اضافی از روی اتولیت ها پاک شده و پس از خشک شدن درون تیوپ‌های شماره گذاری نگهداری شده‌اند. سپس با استفاده از دوربین Dino-lite متصل به استریومیکروسکوپ OLYMPUS و با استفاده از نرم افزار Dino capture V2.0 از آنها عکس برداری شد. از این عکس‌ها برای آنالیز ریخت سنجی اتولیت ها استفاده شد. برای مطالعه ریخت سنجی اتولیت، از عکس برداری با میکروسکوپ نوری استفاده شد. به منظور مطالعه تغییرات ریختی در اتولیت نمونه‌های ماهیان، تعداد ۱۱ ویژگی ریختی اتولیت های ساژیتا اندازه گیری شدند. برای توصیف ریختی اتولیت، از عکس برداری با میکروسکوپ استفاده شد. اتولیت های سیکلید ماهیان از نظر ویژگی‌های ریختی از جمله شکل شیار سولکوس، اندازه و شکل روستروم، اندازه و شکل انتی روستروم، شکل اتولیت توصیف شدند.

به منظور مطالعه تغییرات ریختی فلس در بین نمونه‌های جمع آوری شده تعداد هشت فلس از ناحیه زیر باله پشتی (فلس‌های کلیدی) جدا شدند (Esmaeili *et al*., 2014). فلس‌ها پس از جدا شدن از بدن به مدت چهار دقیقه درون محلول ۱٪ پتاسیم هیدروکسید (KOH) قرار گرفت و سپس با استفاده از قلم موی ریز، بافت های اضافی روی آنها جدا شد. سپس فلس‌ها چند دقیقه درون آب مقطر قرار گرفتند و در زیر میکروسکوپ بافت های اضافی از روی فلس جدا شد و سپس فلس‌ها درون محلول فرمالدهید ۱۰٪ درون میکروتیوپ های شماره گذاری شده قرار گرفتند. فلس‌های جدا شده سپس توسط نرم افزار Dino

capture V2.0 عکس برداری و چهار متغییر شکلی فلس شامل: طول فلس (بیشترین فاصله بخش جلویی تا پشتی فلس،SCL)، عرض فلس (بیشترین فاصله بخش راست تا چپ فلس،SCW)، قطر سمت راست (RI) و قطر سمت چپ (LI) اندازه گیری شد (شکل ۱).



شکل ۱. متغیرهای شکلی اندازه گیری شده بر ری فلس ماهیان مطالعه شده.

نتایج و بحث

ویژگی‌های ریختی بدن در بین سایز کلاس‌های مختلف

نمونه‌های جمع آوری شده گونه *I. persa* در سه سایز کلاس دسته بندی شدند. مقایسه ویژگی‌های ریختی بدن نشان داد این ماهیان در طی مراحل مختلف رشد خود واجد تنوع ریختی می‌باشند. مقایسه آماری ویژگی‌های ریختی در بین سایز کلاس‌های مختلف با استفاده از آزمون واریانس یک طرفه موید وجود تفاوت معنی دار آماری برخی صفات در بین سایز کلاس‌های مطالعه شده بود (جدول ۱). بر اساس نتایج، از بین صفات ریختی سنجی، تنها فاصله نسبی جلو چشم (Preorbd.SL) و ارتفاع نسبی سر (HD.SL) تفاوت آماری معنی داری را در سایز کلاس دوم و سوم نشان ندادند و دیگر صفات نسبی در بین سه سایز کلاس متفاوت بودند (جدول ۱). از بین دو صفت شمارشی، تعداد شعاع‌های باله پشتی (Dff) در سایز کلاس سوم با مقدار ۰/۵۵ ± ۲۴/۴ در مقایسه با دو سایز کلاس اول و دوم به صورت معنی داری متفاوت بود (جدول ۱).

جدول ۱. ویژگی‌های ریختی بدن سایز کلاس‌های مختلف گونه *I. persa*. صفاتی که از نظر آماری در بین سایز کلاس‌های مختلف دارای تفاوت می‌باشند به صورت برجسته مشخص شده‌اند.

صفات	سایز کلاس		
	SC-I N=8	SC-II N=7	SC-III N=5
TL.SL	24.72 ± 1.29	30.76 ± 2.85	49.34 ± 5.06
Predd.SL	7.67 ± 0.46	9.38 ± 0.89	15 ± 1.6
Postdd.SL	7.6 ± 0.49	9.37 ± 0.87	15.16 ± 1.28

Pread.SL	14.75 ± 0.82	18.33 ± 1.75	29.41 ± 3.39
Preorbd.SL	1.59 ± 0.11	1.74 ± 0.36	3.37 ± 0.39
Lcaup.SL	2.96 ± 0.41	3.78 ± 0.42	6.32 ± 1.13
Maxb.SL	6.82 ± 0.4	8.39 ± 1.02	13.57 ± 1.38
HL.SL	7.34 ± 0.5	9.18 ± 0.93	14.89 ± 1.57
HL.Lcaup	1.08 ± 0.14	1.39 ± 0.16	2.32 ± 0.39
Eye.HL	0.63 ± 0.05	0.73 ± 0.07	1.02 ± 0.06
Preorbd.HL	0.58 ± 0.04	0.64 ± 0.13	1.24 ± 0.13
Predd.Pread	5.63 ± 0.4	6.86 ± 0.64	10.88 ± 1.12
Dff	23.25 ± 0.46	23.43 ± 0.53	24.4 ± 0.55
Aff	9.25 ± 0.46	9.29 ± 0.49	9.8 ± 0.45
SL	44.84 ± 1.37	50 ± 2.33	63.58 ± 3.86

صحت گروه بندی افراد با استفاده از آنالیز تابع تشخیص مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان داد تمامی افراد با استفاده از مقادیر نسبی صفات اندازه گیری شده بدن در گروه‌های اصلی خود دسته بندی شدند (جدول ۲).

جدول ۲. آنالیز تابع تشخیص اجرا شده با استفاده از صفات ریختی بدن سایز کلاس‌های مختلف گونه *I. persa*

		سایز کلاس			تعداد کل
		SC-I	**SC-II**	**SC-III**	
سایز کلاس	**SC-I**	**100**	0	0	100
	SC-II	0	**100**	0	100
	SC-III	0	0	**100**	100

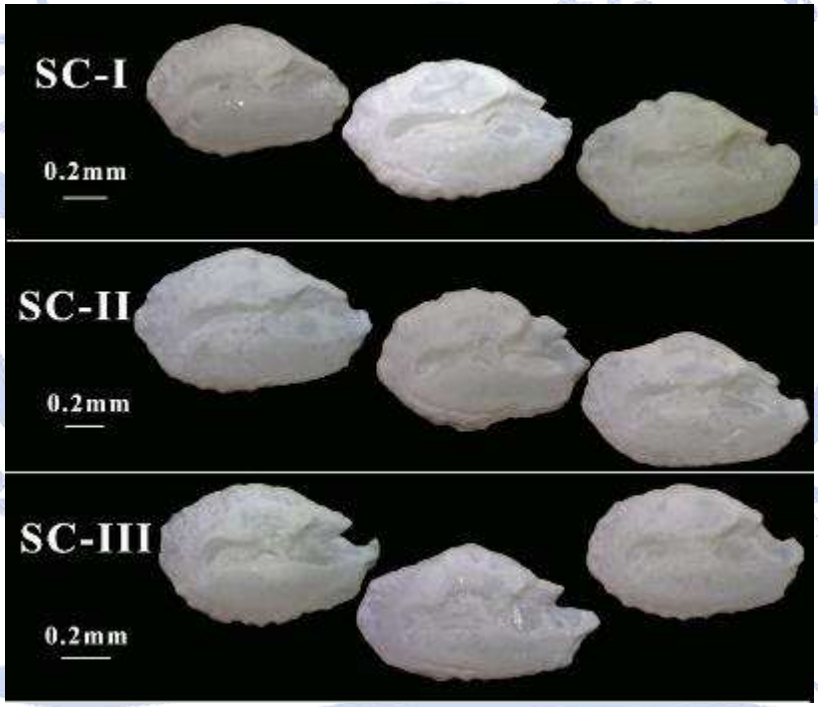
ویژگی‌های ریختی اتولیت در بین سایز کلاس‌های مختلف

شکل کلی اتولیت ها در گونه *I. persa* ذوزنقه‌ای است. ناحیه روستروم نسبت به آنتی روستروم کشیده‌تر، و ناحیه جلویی اتولیت شیب دار. شیار Sulcus در بخش جلویی به شیار Excisura ختم شده و عمق شیار بعد از ناحیه هسته اتولیت به سمت Excisura افزایش پیدا می‌کند (شکل ۲). همزمان با رشد ماهی تغییرات ریختی نیز در بخش‌های مختلف اتولیت آن رخ می‌دهد. در سایز کلاس اول با متوسط طول استاندارد ۴۴/۸۴ میلی متر، روستروم اتولیت ها توسعه نیافته و در نزدیکی محل شیار Excisura محدود می‌شوند، حاشیه سطح شکمی صاف نیست. در سایز کلاس دوم با متوسط طول استاندارد ۵۰ میلی متر، روستروم توسعه یافته و از بخش جلویی اتولیت فاصله گرفته است. در برخی افراد، دندانه‌های حاشیه شکمی تا بخش خلفی ادامه دارند، ventral furrow از بخش جلویی تا ناحیه خلفی کشیده شده. اتولیت افراد سایز کلاس سوم با متوسط طول استاندارد ۶۳/۵۸ میلی متر، واجد روسترم کشیده و آنتی روستروم کوچک می‌باشند، شیار Excisura بزرگ، حاشیه سطح شکمی دندانه دار، زاویه عقبی - پشتی واجد برجستگی‌های نامنظمی به سمت داخل اتولیت است. مقایسه صفات نسبی اتولیت نشان داد که بجز L/H index، سایر ویژگی‌های ریخت سنجی اتولیت در بین سایز کلاس‌های مختلف تفاوت معنی داری ندارند (جدول ۲).

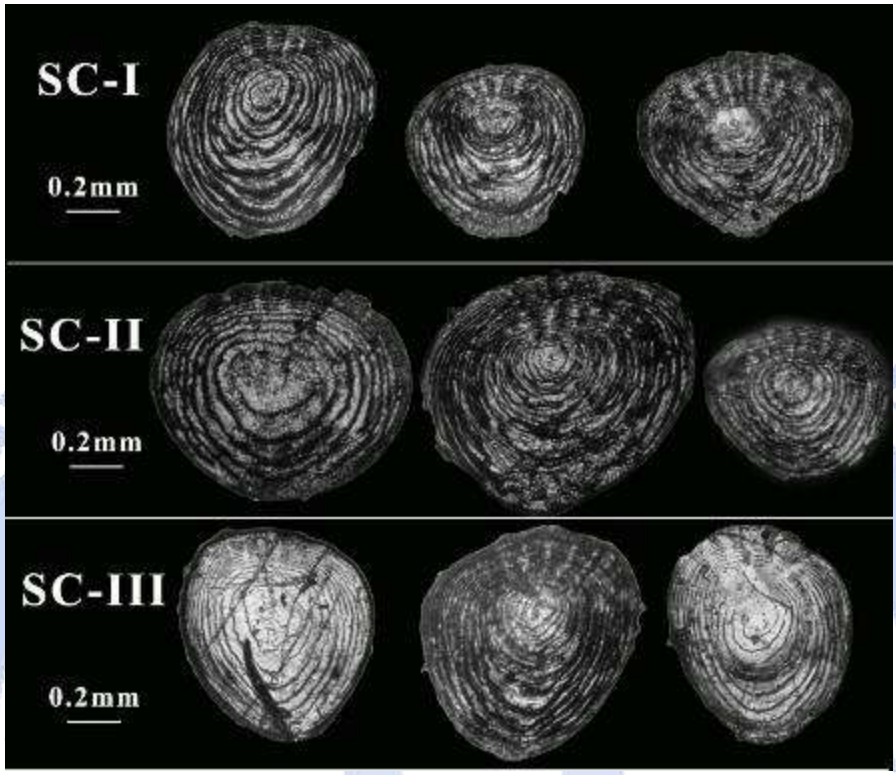
ویژگی‌های ریختی فلس در بین سایز کلاس‌های مختلف

فلس‌های ناحیه کلیدی در سایز کلاس اول گونه *I. persa* تقریباً گرد هستند. فوکوس مرکزی و متمایل به قسمت قدامی فلس، دوایر رشد در قسمت خلفی از یکدیگر فاصله داشته و ناپیوسته، در ناحیه قدامی دوایر رشد فاصله کمی با یکدیگر داشته و توسط شعاع‌ها قطع می‌شوند (شکل ۳). در سایز کلاس دوم فلس‌ها تقریباً مثلثی شکل، دوایر رشد در قسمت قدامی توسط شعاع‌ها منقطع شده و در قسمت خلفی فلس برخی دوایر رشد ناپیوسته، فوکوس در قسمت میانی و متمایل به سمت قدامی فلس و اندازه آن نسبت به اندازه فلس کوچک‌تر، در سایز کلاس سوم فوکوس مرکزی، دوایر رشد در بخش خلفی از بی نظمی بیشتری برخوردار بوده و در بخش جلویی توسط شعاع‌ها منقطع می‌شوند.

چهار شاخص شکلی محاسبه شده با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه بررسی شدند (جدول ۳). بر اساس نتایج به دست آمده تنها سایز کلاس سوم از نظر آماری نسبت به دو سایز کلاس دیگر متفاوت بود که این تفاوت با استفاده از شاخص‌های JSW و SI به دست آمد ($p\text{-value} \leq 0.05$) (جدول ۳).



شکل ۱. شکل کلی اتولیت گونه *I. persa* در سایز کلاس‌های مختلف.



شکل ۲. شکل کلی فلس گونه *I. persa* در سایز کلاس‌های مختلف.

جدول ۳. شاخص‌های شکلی فلس سایز کلاس‌های مختلف گونه *I. persa* صفاتی که از نظر آماری در بین سایز کلاس‌های مختلف دارای تفاوت می‌باشند به صورت برجسته مشخص شده‌اند.

شاخص	سایز کلاس		
	SC-I N=60	SC-II N=52	SC-III N=34
JSL	1.88 ± 0.24	1.78 ± 0.24	1.8 ± 0.55
JSW	2.17 ± 0.39	1.99 ± 0.46	**1.79 ± 0.53**
SE	1 ± 0.03	1.01 ± 0.04	0.99 ± 0.03
SI	0.88 ± 0.12	0.92 ± 0.17	**1.01 ± 0.13**
S.L	44.9 ± 1.26	49.79 ± 2.28	63.81 ± 3.59

بر اساس آنالیز DFA، ۴۷/۹٪ افراد با استفاده از شاخص‌های شکلی در گروه‌های صحیح دسته بندی شدند (جدول ۴). براساس نتایج به دست آمده ۵۶/۷٪ افراد سایز کلاس اول، و ۶۴/۷٪ افراد سایز کلاس دوم در گروه‌های صحیح دسته بندی شدند. در سایز کلاس دوم تنها ۲۶/۹٪ افراد در گروه‌های صحیح دسته بندی شدند و ۴۲/۳٪ به سایز کلاس اول و ۳۰/۷٪ افراد به سایز کلاس سوم شباهت داشتند (جدول ۴).

جدول ۴. نتایج آنالیز تابع تشخیص محاسبه شده با استفاده از شاخص‌های شکلی فلس در بین سایز کلاس‌های مختلف گونه *I. persa*

شاخص	سایز کلاس			Total
	SC-I	SC-II	SC-III	
SC-I	**56.7(34)**	16.7(10)	26.6(16)	60
SC-I	42.3(22)	**26.9(14)**	30.7(16)	52
SC-I	14.7(5)	20.6(7)	**64.7(22)**	34

در این مطالعه یکی از نکات برجسته در بررسی صفات اندازه گیری شده از ناحیه سر گونه مطالعه شده، تغییرات ایجاد شده در ناحیه سر در سنین مختلف است، به طوری که با افزایش سن در گونه *I. persa* نسبت طول سر (HL) به طول استاندارد (SL) در سایز کلاس اول (0.5 ± 7.34) نسبت به سایز کلاس سوم (1.57 ± 14.89) دوبرابر شده است. مدل‌های ریخت شناسی عملکردی نشان می‌دهند که این تغییر انتوژنتیکی در شکل سر، تأثیرات شدیدی بر حالت تغذیه ماهیان دارد به طوری که این تفاوت در حالت تغذیه، تمایز اکولوژیکی را تسهیل می‌کند و ممکن است رقابت بین گونه‌ای را بدر سنین مختلف ماهیان کاهش دهد (Meyer, 1990). بررسی تغییرات ریختی با استفاده از ویژگی‌های نسبی و شاخص اگرچه نتوانست از نظر آماری سنگریزه شنوایی سایز کلاس‌های مختلف را از یکدیگر متمایز نماید، اما بررسی کیفی اتولیت های سایز کلاس‌های مختلف نشان دهنده تغییر شکل اتولیت ها در سنین مختلف در ماهیان است. با افزایش طول استاندارد ماهی، بخش آنتی روستروم اتولیت ها نسبت به سایز کلاس قبلی افزایش محسوسی نشان می‌دهد. همچنین یکی دیگر از ویژگی‌های متمایز کننده در سایز کلاس‌های مختلف، افزایش عمق شیار Excisura است. از طرف دیگر حاشیه بخش شکمی اتولیت ها با افزایش سن در ماهی از حالت صاف خارج شده و واجد دندانه‌های مشخصی می‌شود.

بر اساس مطالعات انجام شده یکی از عوامل مؤثر بر شکل گیری ساختار اتولیت ها عوامل ژنتیکی می‌باشند (Teimori *et al.*, 2012) به طوری که این ساختار به عنوان یکی از معتبرترین ساختار در مطالعات تاکسونومیکی گروه‌های مختلف ماهیان (به خصوص بررسی انتوژنی ماهیان) مورد استفاده قرار گرفته است. علاوه بر این، شکل اتولیت ها نیز می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی نیز قرار گیرند (Vignon and Morat, 2010). بنابراین، می‌تواند نتیجه گرفت اگرچه شکل کلی اتولیت ها تابع عوامل ژنتیکی بوده، اما تغییر شکل آن در مراحل مختلف زندگی می‌تواند توسط عوامل مختلفی از جمله نوع زیستگاه و عوامل مؤثر در زیستگاه‌ها از جمله نوع تغذیه میزان شوری، دما و سایر عوامل اکولوژیکی کنترل شود (Vignon and Morat, 2010).

همچنین، در این پژوهش تنوع ریخت شناسی فلس‌های زیر باله پشتی در سایز کلاس‌های مختلف با استفاده از مقادیر نسبی JSL, JSW,SE, SI مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده تنوع ریختی ساختار فلس در برخی سنین از نظر آماری متفاوت بود. در گونه *I. persa* سایز کلاس اول و دوم از نظر شاخص‌های مورد بررسی تفاوت ریختی را در بین سه سایز کلاس گزارش نشان نداد. با این حال در سایز کلاس سوم از چهار شاخص به دست آمده تنها دو مقدار JSW (۱,۷۹ ± ۰,۵۳) و SI (۱,۰۱ ± ۰,۱۳) از نظر آماری نسبت به دیگر سایز کلاس‌ها تفاوت داشت.

اگرچه فلس‌های این گونه سیکلید ماهی از نظر شاخص‌های بررسی شده از نظر آماری در سایز کلاس‌های مختلف تفاوت معنی داری را به جز در برخی شاخص‌ها نشان نداد، اما این فلس‌ها از نظر ساختارهای کلی فلس با یکدیگر متفاوت بودند. همزمان با

رشد ماهی تعداد دوایر رشد نیز افزایش پیدا می‌کند به طوری که دوایر رشد در سنین بالا در بخش قدامی توسط شعاع‌های بیشتری از جمله شعاع‌های اولیه و ثانویه قطع می‌شود. همچین دوایر رشد در بخش خلفی فلس اگر چه در سایز کلاس‌های اول و دوم دو گونه در بخش خلفی به صورت ممتد مشاهده می‌شوند اما در سایز کلاس‌های سوم در گونه *I. persa* منقطع شده و بخش خلفی فلس نمایی نامنظم را از دوایر رشد می‌توان مشاهده کرد.

منابع

Esmaeili H.R., Khaefi R., Sayyadzadeh G., Tahami M., Parsi B., Gholamifard A. (2014). Scale surface microstructure and scale size in three mugilid fishes (Teleostei, Mugilidae) of Iran from three different habitats. European Journal of Biology, 73(1): 31-42.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Seehausen O. (2016). *Iranocichla persa*, a new cichlid species from southern Iran (Teleostei, Cichlidae). ZooKeys, (636): 141.

Meyer A. (1990). Morphometrics and allometry in the trophically polymorphic cichlid fish, *Cichlasoma citrinellum*: alternative adaptations and ontogenetic changes in shape. Journal of Zoology, 221(2): 237-260.

Teimori A., Schulz-Mirbach T., Esmaeili H.R., Reichenbacher B. (2012). Geographical differentiation of *Aphanius dispar* (Teleostei: Cyprinodontidae) from southern Iran. Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research, 50(4): 289-304.

Vignon M., Morat F. (2010). Environmental and genetic determinant of otolith shape revealed by a non-indigenous tropical fish. Marine Ecology Progress Series, 411: 231-241.

چالش‌ها و موانع پرورش ماهی در قفس در دریای خزر

عادل حسینجانی [۱*]؛ محمد صیادبورانی [۱]؛ تورج سهرابی لنگرودی [۲]؛ شهرام بهمنش [۱]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

Email: a.hosseinjani@areeo.ac.ir

چکیده

پرورش ماهی در قفس در دو دهه اخیر رشد کرده است و پیش بینی می‌شود میزان مصرف آبزیان با رشد ۲۷ درصدی نسبت به سال ۱۹۹۷ به میزان ۹۸/۶ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ افزایش خواهد یافت. تقاضای جهانی برای غذاهای دریایی در حال افزایش است. آنچه مسلم است حتی با حفظ و بازسازی ذخایر وحشی نمی‌توانیم تقاضا برای غذاهای دریایی را به تنهایی از صید از منابع آبی طبیعی تأمین کنیم. آمارها نشان می‌دهد با وجود افزایش جمعیت انسانی، سطح جهانی صید شده از منابع وحشی بیش از ۲۰ سال است که نسبتاً ثابت بوده است. امروزه آبزی پروری دریایی از نظر اقتصادی و زیست محیطی مکمل پرورش آبزیان در خشکی و صید از منابع طبیعی است. در سالیان اخیر بحران کم آبی و خشکسالی ها در جهان و همچنین ایران، توجه به بهره وری در مصرف آب در کشاورزی را افزایش داده است. پرورش ماهی در قفس با بهره گیری از ستون آب قابلیت استقاده حداکثری از منابع آبی را فراهم می‌سازد. در سالیان اخیر علیرغم استقبال پرورش دهندگان و سرمایه گذاران به پرورش ماهی در قفس و همچنین سود مناسب آن، این روش با چالشهای متعددی روبرو بوده است. اگرچه این صنعت با اشتغال زایی، تولید غذای سالم در دسترس، ارز آوری و استفاده بهینه از منابع آبی مزایای فراوانی به همراه داشته است اما توسعه در این صنعت با از جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مورد توجه قرار گیرد. هدف از ارائه این پژوهش ارائه چالش‌ها و موانع پرورش ماهی در قفس در دریای خزر است. بدیهی است شناسایی موانع در توسعه پرورش ماهی در قفس می‌تواند اتخاذ راهکارهای مدیریتی برای پیشگیری از بروز خسارات اقتصادی در حوزه شیلات را به همراه داشته باشد.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی در قفس، چالش، آبزی پروری، دریای خزر

Challenges of cage aquaculture in the Caspian Sea

Adel Hosseinjani[1*]; Mohammad Sayyad Bourani[1]; Tooraj Sohrabi Langroudi [1]; Shahram Behmanesh [1]

1-Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran, P. O. Box: 61

2-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran

Email: a.hosseinjani@areeo.ac.ir

Abstract

Marine aquaculture has grown in the last two decades, and aquatic consumption is projected to increase by 27% from 1997 to 98.6 million tons in 2050. Global demand for seafood is growing. What is certain is that even by conserving and rebuilding wildlife, we cannot meet the demand for seafood by fishing from natural water sources alone. Statistics show that despite the increase in human population, the global level caught from wild resources has been relatively stable for more than 20 years. Today, marine aquaculture is economically and environmentally complementary to onshore aquaculture and fishing from natural resources. In recent years, drought in the world, as well as in Iran, has caused more attention to the optimal use of water in agriculture. Cage farming uses the water column to maximize the use of water resources. Sea fish farming has faced many challenges. Although this industry has brought many benefits with job creation, production of available healthy food, currency exchange, and efficient use of water resources, but development in this industry should be considered from economic, social, and environmental aspects. The purpose of this study is to present the challenges of cage aquaculture in the Caspian Sea. Identifying barriers to the development of caged fish farming can provide management strategies to prevent economic losses in the fisheries sector.

Keywords: **Marine aquaculture, Challenges, aquaculture, Caspian Sea**

آبزی پروری پایدار، راهکارها و چشم اندازها

عادل حسین جانی[1*]؛ شهرام بهمنش[1]؛ محدثه احمدنژاد[1]؛ اسماعیل صادقی نژاد ماسوله[1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: a.hosseinjani@areeo.ac.ir

چکیده

افزایش جمعیت و نیاز به تامین غذا سبب توجه بیشتر به تولیدات کشاورزی مانند پرورش آبزیان گردیده است. در سالیان اخیر آبزی پروری پایدار مورد توجه قرار گرفته است. توسعه پایدار با نگاهی به آینده، شاخص های زیست محیطی ، اقتصادی و اجتماعی مورد توجه قرار می دهد. آبزی پروری علاوه بر منافع اقتصادی، نباید اثرات زیست محیطی در پی داشته باشد. بنابراین، توسعه پایدار در آبزی پروری باید از لحاظ اقتصادی پایدار و از نظر زیست محیطی برای سایر کاربریها اثرات مخرب نداشته باشد. این مقاله، مروری کوتاه بر توسعه آبزی پروری جهانی در نیم قرن گذشته دارد و در این پژوهش چند نمونه از فعالیت های آبزی پروری پایدار در منابع آبی مانند پرورش ماهی در قفس را ارائه می دهد. همچنین با اشاره به تلاش های بین المللی در تدوین دستورالعمل ها در ترویج آبزی پروری پایدار، راهکارهای توسعه در صنعت آبزی پروری و روش های پیش گیرانه از بروز خسارات احتمالی را مورد بررسی قرار می دهد.

واژگان کلیدی: آبزی پروری پایدار، اثرات زیست محیطی، کشاورزی

Sustainable aquaculture, solutions, and perspectives

Adel Hosseinjani[1*]; Shahram Behmanesh [1]; Mohadesseh Ahmadnezhad [1]; Esmaeil Sadeghinejad Masouleh [1]

1-Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran, P. O. Box: 61

Email: a.hosseinjani@areeo.ac.ir

Abstract

The increase in population and the need for food supply have led to more attention to agricultural products such as aquaculture. In recent years, sustainable aquaculture has been considered. Sustainable development looks to the future, environmental, economic, and social indicators. Aquaculture, in addition to economic benefits, should not have environmental effects. Therefore, sustainable development in aquaculture should not be economically sustainable and environmentally detrimental to other uses. This article gives you a brief overview of global aquaculture development over the past half-century. This study provides some examples of sustainable aquaculture activities in water resources such as caged fish farming. It also looks at international efforts to develop guidelines for promoting sustainable aquaculture, development strategies in the aquaculture industry, and ways to prevent potential damage.

Keywords: Sustainable aquaculture, environmental effects, agriculture

بررسی اثرات تحت کشنده سم ارگانوفسفره دیازینون بر ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*)

پریا هوشمند [۱]؛ سید علی اکبر هدایتی [۱*]

۱- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

Hedayati@gau.ac.ir

چکیده

گسترش فزاینده سموم همراه با ترکیبات فسفر آلی در کشاورزی و متعاقباً اثرات جبران ناپذیر آن بر اکوسیستم‌های آبی یکی از نگرانی‌های امروزه جامعه بشری است. سم دیازینون از سموم ارگانوفسفره بسیار پرکاربرد در مزارع زراعی و به خصوص در شمال کشور می‌باشد. در تحقیق حاضر ابتدا با تعیین دامنه غلظت کشنده سم دیازینون محاسبه میزان مرگ و میر ماهیان کپور سرگنده در زمانهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، سمیت کشنده آن با روش پروبیت آنالیز محاسبه شد. سپس با توجه به میزان LC_{50} به دست آمده، به منظور بررسی اثرات این سموم بر پارامترهای خونی ماهی کپور سرگنده آزمایشی جداگانه طراحی و به مدت ۷ روز در معرض غلظت‌های مختلف تحت کشنده سموم مورد نظر (۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵ و ۷۵ درصد غلظت کشنده ($LC_{50\ 96h}$) مورد آزمایش قرارگرفتند. پس از ۷ روز، خونگیری از ماهیان انجام شده و برخی پارامترهای هماتولوژی نظیر هماتوکریت، هموگلوبین، شاخصهای گلبول قرمز، تعداد کل گلبولهای سفید و قرمز و شمارش افتراقی گلبولهای سفید (درصد لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل) مورد بررسی قرار گرفت. میزان $LC_{50\ 96h}$ برای سم دیازینون ۸/۲۲ پی پی‌ام بدست آمد. نتایج حاص از بررسی هماتولوژی ماهیان کپور سرگنده در معرض سم دیازینون، کاهش معنی دار گلبول قرمز، گلبول‌های سفید، درصد هماتوکریت و شاخص اریتروسیتی MCHC را با افزایش میران غلظ سم نشان داد، همچنین با افزایش میزان سم دیازینون، نوتروفیل‌ها و لنفوسیت‌ها به طور معنی‌داری به ترتیب افزایش و کاهش یافت.

واژگان کلیدی: آفت کش، سم کشاورزی، حشره کش، کپور نقره‌ای

Lethal effects of organophosphate diazinon on silver carp, *Hypophthalmichthys nobilis*

Paria Houshmand[1]; Seyyed Aliakbar Hedayati[1]*

1-Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Hedayati@gau.ac.ir

Abstract

The increasing spread of toxins along with organic phosphorus compounds in agriculture and consequently its irreversible effects on aquatic ecosystems is one of the concerns of human society today. Diazinon is one of the most widely used organophosphate toxins in farms, especially in the north of the country. In the present study, first, by determining the range of lethal concentrations of diazinon and calculating the mortality rate of bighead carp at 24, 48, 72 and 96 hours, its lethal toxicity was calculated by probit analysis method. Then, according to the amount of LC_{50} obtained, in order to investigate the effects of these toxins on the blood parameters of bighead carp, a separate experimental design was designed and exposed to different concentrations of the desired toxins including 12.5, 25, 37.5 and 75% lethal concentrations (LC_{50} 96h) for 7 days were tested. After 7 days, blood samples were taken from fish and some hematological parameters such as hematocrit, hemoglobin, erythrocyte indices, total white and red blood cell count and differential white blood cell count (percentage of lymphocytes, monocytes, neutrophils and eosinophils) were examined. The LC50 level of 96h for diazinon toxin was 8.22 ppm. The results of hematological parameters of bighead carp exposed to diazinon showed a significant decrease in red blood cells, white blood cells, hematocrit percentage and MCHC erythrocyte index by increasing toxin concentration. By increasing diazinon, neutrophils and lymphocytes significantly increased and decreased respectively.

Keywords: **Pesticide, Agricultural pesticide, Insecticide, Silver carp**

بررسی شاخص‌های خون شناسی ماهی کپور سرگنده (*Hypophthalmichthys nobilis*) در مواجهه با مالاتیون

پریا هوشمند [۱*]؛ پدرام حاتمی [۱]؛ سید علی اکبر هدایتی [۱]

۱- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

Email: pariahooshmand71@gmail.com

چکیده

در تحقیق حاضر ابتدا با تعیین دامنه غلظت کشنده سم مالاتیون (۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ پی پی‌ام) و محاسبه میزان مرگ و میر ماهیان کپور سرگنده در زمانهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت، سمیت کشنده آن با روش پروبیت آنالیز محاسبه شد. سپس با توجه به میزان LC_{50} به دست آمده، به منظور بررسی اثرات این سموم بر فراسنجه‌های خونی ماهی کپور سرگنده آزمایشی جداگانه طراحی شد که در آن ماهیان کپور سرگنده را در ۲ تیمار با ۳ تکرار (۲ تیمار سم مالاتیون و ۱ تیمار شاهد) به مدت ۷ روز در معرض غلظت‌های مختلف تحت کشنده سموم مورد نظر از جمله ۱۲/۵، ۲۵، ۳۷/۵ و ۷۵ درصد غلظت کشنده (LC_{50} 96h) آزمایش شدند. پس از ۷ روز، خونگیری از ماهیان انجام شده و برخی فراسنجه‌های هماتولوژی نظیر هماتوکریت، هموگلوبین، شاخصهای گلبول قرمز، تعداد کل گلبولهای سفید و قرمز و شمارش افتراقی گلبولهای سفید (درصد لنفوسیت، مونوسیت، نوتروفیل و ائوزینوفیل) بررسی شد. نتایج حاصل از تعیین سمیت حاد نشان داد که میزان LC_{50} 96h برای سم مالاتیون ۱۱/۸ ppm به دست آمد. نتایج نشان داد ماهیان قرار گرفته در معرض سم مالاتیون با افزایش غلظت سم به طور معنی‌داری گلبول قرمز، درصد هماتوکریت، گلبول‌های سفید و لنفوسیت کمتری نسبت به گروه شاهد داشتند. در نهایت می‌توان گفت که استفاده از خون و بررسی هماتولوژیک ماهی کپور سرگنده در برابر سم مالاتیون می‌تواند ابزار مناسبی جهت بررسی مسمومیت در ماهی باشد.

واژگان کلیدی: آلودگی، آفت کش، سم شناسی، مالاتیون، کپور سرگنده.

Hematological indices of *Hypophthalmichthys nobilis* exposed to malathion

Paria Houshmand[1]*; Pedram Hatami[1]; Seyyed Aliakbar Hedayati[1]

Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

pariahooshmand71@gmail.com

Abstract

In the present study, first by determining the range of lethal concentrations of malathion (1, 5, 10, 15, 20 and 30 ppm) and calculating the mortality rate of bighead carp at 24, 48, 72 and 96 hours, its lethal toxicity calculated by probit analysis method. Then, according to the amount of LC_{50} obtained, in order to investigate the effects of these toxins on the blood parameters of bighead carp, a separate experiment was designed in which bighead carp were treated in 2 treatments with 3 replications (two treatments for malathion and 1 for control). In 7 days, they were exposed to different sublethal concentrations of the toxin including 12.5, 25, 37.5 and 75% of the lethal concentration (LC_{50} 96 h). After 7 days, blood samples were taken from fish and some hematological parameters such as hematocrit, hemoglobin, erythrocyte indices, total white and red blood cell count and differential white blood cell count (lymphocytes, monocytes, neutrophils and eosinophils rates) were examined. The results of acute toxicity showed that LC_{50} 96 h for malathion was 11.8 mg/L The results showed that fish exposed to malathion had significantly less red blood cells, hematocrit, white blood cells and lymphocytes than the control group with increasing toxin concentration. Finally, it can be said that the use of blood and hematological examination of stinging carp against malathion can be a good tool to investigate fish toxicity.

Keywords: **Contamination, Pesticide, Toxicology, Malathion, Carp**.

بررسی تأثیر ۲- فنوکسی اتانول، یوگنول و بنزوکائین بر برخی پاسخ‌های فیزیولوژیک ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmicthys molitrix*)

پریا هوشمند [1*]

۱- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان

Email: pariahooshmand71@gmail.com

چکیده

هدف این مطالعه بررسی کارایی ۲ فنوکسی اتانول، پودر گل میخک و بنزوکاوین به‌عنوان مواد بیهوش‌کننده در ماهی کپور نقره‌ای بود. در ابتدا ماهیان در معرض غلظت‌های ۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ میلی لیتر در لیتر ۲ فنوکسی اتانول و غلظت‌های ۱۰۰، ۳۰۰، ۵۰۰، ۷۰۰، ۹۰۰ و ۱۱۰۰ پودر گل میخک و بنزوکائین قرار گرفتند و زمان بیهوشی کامل و بهبودی در ماهیان اندازه‌گیری شد. بهترین غلظت ۲ فنوکسی اتانول برای بیهوشی کامل برای کپور نقره‌ای ۰/۵ میلی لیتر در لیتر تعیین شد. بهترین غلظت پودر گل میخک برای کپور نقره‌ای و ۹۰۰ میلی گرم در لیتر تعیین شد. علاوه بر این، بهترین غلظت بنزوکائین برای کپور نقره‌ای ۳۰۰ میلی گرم در لیتر تعیین شد. برای بررسی تأثیر غلظت‌های مؤثر ۲ فنوکسی اتانول بر روی پاسخ‌های فیزیولوژیکی، شاخص‌های خونی، متابولیت‌ها، یون‌ها، آنزیم‌ها و کورتیزول سرم خون مطالعه شد. استفاده از ۲ فنوکسی اتانول در غلظت ۰/۳ میلی لیتر در لیتر باعث افزایش تعداد گلبول قرمز، هموگلوبین و هماتوکریت شد. سطوح گلوکز، کلسترول و کورتیزول سرم خون در غلظت ۰/۳ میلی لیتر در لیتر به طور معنی‌داری بالا بود. علاوه بر این سطوح آنزیم اسپارتات آمینو ترانسفراز در تیمار ۰/۳ میلی لیتر در لیتر ۲ فنوکسی اتانول افزایش یافت. این مطالعه ثابت کرد که القای بیهوشی کامل یا عمیق در غلظت‌های نسبتاً بالای ۲ فنوکسی اتانول تغییری در پارامترهای خون شناسی و بیوشیمیایی سرم ایجاد نمی‌کند در نتیجه به‌عنوان بهترین غلظت برای مطالعات خونشناسی در این گونه توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: بیهوشی، ۲-فنوکسی اتانول، بنزوکائین، پودر گل میخک

Effects of 2-phenoxyethanol, eugenol and benzocaine on some physiological responses in *Hypophthalmicthys molitrix*

Paria Houshmand[1*]

1- Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Email: pariahooshmand71@gmail.com

Abstract

The aim of this study was to evaluate the efficacy of 2-phenoxyethanol, clove powder and benzocaine as anesthetics in silver carp. Initially, fish were exposed to 0.1, 0.3, 0.5, 0.7 and 0.9 mL/L 2-phenoxyethanol and also 100, 300, 500, 700, 900 and 1100 mg/L clove powder and benzocaine. The time of complete anesthesia and recovery in fish was measured. The best concentration of 2 phenoxyethanol for complete anesthesia was determined for silver carp 0.5 mL/L. The best concentration of clove powder was determined for silver carp and 900 mg/L. In addition, the best concentration of benzocaine for silver carp was determined to be 300 mg/L. To evaluate the effects of effective concentrations of 2-phenoxyethanol on physiological responses, blood indices, metabolites, ions, enzymes and serum cortisol were assayed. The use of 2-phenoxyethanol at 0.3 mL/L increased the number of red blood cells, hemoglobin and hematocrit. Serum glucose, cholesterol and cortisol levels were significantly higher at 0.3 mL/L. In addition, the levels of spartate aminotransferase enzyme increased in the treatment of 0.3 mL/L 2-phenoxyethanol. This study proved that the induction of complete or deep anesthesia at relatively high concentrations of 2-phenoxyethanol did not alter the hematological and biochemical parameters of serum and was therefore recommended as the best concentration for hematological studies in this species.

Keywords: **Anesthesia, 2-Phenoxyethanol, Benzocaine, Clove powder**

Potential toxic evaluation of sodium lauryl sulfate in *Danio rerio*

Federica Impellitteri[1]*; Mădălina Andreea Robea[2]; Gabriel Plavan[2]; Caterina Faggio[1]

1- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, Faculty of Biology, University of Messina, Italy
2- Department of Biology, Faculty of Biology, "Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi, Romania

Email: federica.impellitteri@gmail.com

Abstract

Sodium lauryl sulfate (SLS) is an anionic surfactant and is a common ingredient in personal care products and household cleaning products. Detergents are today defined as emerging pollutants, mostly because of their ubiquity in the environment, and their toxic effects also at low concentrations. Due to the daily use of all these detergents, SLS is commonly found in wastewater and sewer networks, becoming a highly concentrated pollutant and a toxic substance for aquatic species. This work aims to evaluate the toxicity of this substance in zebrafish (*Danio rerio*). The animals were exposed to four increasing concentrations of SLS (1.5 - 1 – 0.5 -0.25 µg/L) and monitored using video-tracking software to evaluate their different vital parameters, during an acute exposure period (30 h) and a chronic exposure period (14 days). Different locomotor activity parameters were considered, as the distance moved, velocity, acceleration, the time spent in some areas of the cross maze, and other parameters directly related to the stress states of the animal, such as frequency of rotations during the swimming. During the experiments, the fish placed in the aquarium with the highest concentration of SLS, spent the majority of time in the bottom of the tank, ceasing swimming (freezing behaviour) instead increasing the movement of the opercula (both results of high stress/anxiety). Preliminary data obtained during acute exposure showed an increase in speed, acceleration, and distance moved in the aquarium with the highest concentration of SLS.

Keywords: Zebrafish, Sodium lauryl sulfate, Locomotor parameters, Toxicity.

عدم ایزوله‌سازی جغرافیایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در سواحل جنوبی دریای خزر با تکیه بر اطلاعات ریختی

امید جعفری [۱*]؛ مریم نصراله پورمقدم [۲]

۱- بخش ژنتیک و بیوتکنولوژی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

Email: O.jafari@areeo.ac.ir

چکیده

مطالعه حاضر با هدف شناسایی ذخایر ماهی کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر با استفاده از اطلاعات مورفومتریک به اجرا در آمد. بدین منظور پس از صید ماهیان با استفاده از تورهای پره و تهیه عکس از نمای چپ جانبی هر ماهی، ۲۶ صفت مورفومتریک با استفاده از نرم افزار Image j استخراج شد. پس از نرمال سازی صفات، در نهایت ۲۵ صفت مورفومتریک نرمال شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. بررسی نتایج به‌دست آمده از مطالعه صفات مورفومتریک نیز بیانگر وجود تنوع فنوتیپی نسبتاً بالا بین مناطق مختلف بود (گمیشان، میان‌کاله، تالاب انزلی و انزلی) به صورتیکه از بین ۲۵ صفت مورد بررسی پس از نرمال سازی داده‌ها، ۲۳ صفت بین مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری ($p < ۰/۰۵$) نشان دادند. با وجود تنوع فنوتیپی بالا، نتایج حاصل از بررسی فوصل فنوتیپی و فواصل جغرافیایی حاکی از عدم وجود همبستگی معنی دار و در نتیجه عدم ایزوله سازی جغرافیایی ماهی کپور معمولی در سواجل جنوبی دریای خزر بود. تنوع فنوتیپی بالا می‌تواند به دلیل وجود تنوع در شرایط محیطی در هر یک از مناطق مورد بررسی در مطالعه حاضر باشد ولی از آنجاییکه این تنوع منجر به ایزوله سازی جغرافیایی نشده است، می‌توان جمعیت مؤثر کوچک ماهی کپور معمولی و در نتیجه وجود احتمالی جریانات ژنی (طبیعی یا با دخالت انسان) را مهم‌ترین عامل در عدم ایزوله سازی جغرافیایی ماهی کپور معمولی دانست. از اینرو احیای رودخانه‌ها و زیستگاه‌های سواحل جنوبی و عدم تداخل ذخایر می‌تواند از مهم‌ترین راهکارهای عملیاتی در ایجاد و حفظ تنوع در ذخیره کپور معمولی در سواحل جنوبی دریای خزر باشد.

واژگان کلیدی: تنوع فنوتیپی، جریان ژنی، ساختار جمعیت، شناسایی ذخایر زنتیکی، مورفومتریک

Morphological information of *Cyprinus carpio* did not show its isolation by distance across the southern coast of the Caspian Sea

Omid Jafari[1*]; Maryam Nasrolah-Pourmoghadam[2]

1- Department of genetics and Biotechnology, International Sturgeon Research Institute (ISRI), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Email: O.jafari@areeo.ac.ir

Abstract

The present study aimed to identify stocks of *Cyprinus carpio* across the southern basin of the Caspian Sea using morphometric information. Hence, after fish sampling, 26 morphometric traits were extracted from the lateral left side of each specimen using Image J software. Following the normalization, 25 traits were kept for the consequent statistical analysis. The obtained results represented a high level of phenotypic diversity so that 23 out of 25 traits were significantly different ($p < 0.05$) among investigated locations (Gomishan, Miamkaleh, Anzali wetland and Anzali). Although the high level of phenotypic diversity, phenotype and geographic distances did not show significant correlation, implying no isolation by distance in *C. carpio* throughout the southern coast of the Caspian Sea. The high level of phenotypic variation could be explained by the fluctuations in environmental conditions among studied locations, but since this variation has not caused isolation by distance, small effective population size and gene flow (natural or human-caused) are the most probable explanation for this observation. Hence, rehabilitation of the rivers and habitats across the southern basin of Caspian Sea and avoidance mixing of the populations could be of the most practical solutions to make and keep diversity in stocks of *C. carpio* throughout the southern coats of Caspian Sea.

Keywords: Gene flow, Genetic stocks identification, Morphometric, Phenotypic diversity, Population structure

شناسایی نشانه‌های انتخاب در ماهیان با استفاده از توالی یابی ژنوم

امید جعفری [۱*]؛ مریم نصراله پورمقدم [۲]

۱- بخش ژنتیک و بیوتکنولوژی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

Email: Jaafari.omid@yahoo.com and O.jafari@areeo.ac.ir

چکیده

دسترسی و استفاده از محتوای اطلاعات ژنومی گونه‌ها از مهم‌ترین محدودی های پژوهشگران ژنتیک تا دهه گذشته بوده است. امروزه با توجه به پیشرفت‌های چشمگیر ایجاد شده در صنعت توالی یابی موسوم به توالی یابی نسل جدید (NGS)، محققین قابلیت دسترسی به اطلاعات ژنومیک چه در گونه‌های مدل و چه در گونه‌های غیر مدل را پیدا کرده‌اند. از مهم‌ترین روش‌های مبتنی بر NGS می‌توان به روش‌های تعیین ژنوتیپ با استفاده از توالی یابی (GBS) و توالی یابی کل ژنوم (WGS) اشاره کرد که با توجه به میزان اطلاعات فراهم شده توسط این روش‌ها قابلیت استفاده توسط رویکردهای متفاوتی را دارند. از جمله مهم‌ترین کاربردهای این روش‌ها می‌توان به: شناسایی جمعیت‌ها و زیرجمعیت‌ها، کشف و شناسایی مارکرهای ژنتیکی، شناسایی نواحی ژنومی واگر، شناسایی مارکرهای مرتبط با صفات اقتصادی در برنامه‌های بهگزینی آبزیان و شناسایی مارکرهای مرتبط با جنسیت به منظور فراهم آوری جمعیت‌های تک جنس (به خصوص در ماهیان خاویاری) اشاره کرد. از دیگر کاربردهای روش‌های مبتنی بر NGS در ماهی شناسی کاربردی به شناسایی دورگه‌ها و کشف و معرفی مارکر مربوطه، شناسایی منبع پیدایش گونه یا جمعیت و همچنین شناسایی مسیر مهاجرتی را می‌توان نام برد. در حقیقت، NGS به عنوان پلی از مطالعات ژنتیک به مطالعات ژنومیک است. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آبزیان به منظور بررسی موضوعات نوین و نیز حصول نتایج با دقت و صحت بیشتر روش‌های مبتنی بر NGS مورد توجه قرار گیرند.

واژگان کلیدی: پویش ژنومی، توالی یابی نسل جدید، چندشکلی تک نوکلئوتیدی، ماهی شناسی کاربردی.

Detection of selection signatures in fish using genome sequence information

Omid Jafari[1*]; Maryam Nasrolah-Pourmoghadam [2]

1- Department of genetics and Biotechnology, International Sturgeon Research Institute (ISRI), Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Email: Jaafari.omid@yahoo.com and O.jafari@areeo.ac.ir

Abstract

Access to and use of genomic information content of species has been one of the most important limitations of genetic researchers until the last decade. Nowadays, due to the significant advances made in the sequencing techniques called Next Generation Sequencing (NGS), researchers have the accessibility to genomic information of both model and non-model species. One of the most important NGS-based methods is genotyping-by sequencing (GBS) and whole genome sequencing (WGS), which according to the amount of information provided by these methods can be used in different applications. Amongst the most important applications of these methods are: identification of populations and subpopulations, detection and identification of genetic markers, identification of divergent genomic regions, identification of markers related to economic traits in aquaculture programs and identification of markers related to sex in order to providing single-sex populations (especially in sturgeons). Other applications of NGS-based methods in applied fisheries include hybrids identification and discovering the relevant marker, identifying the origin of the species or population, and detecting the migration routes. In fact, NGS serves as a bridge from genetics to genomics. Therefore, the use of these NGS-based methods is highly suggested in genetic studies of aquatic animals in order to conduct novel issues and obtain more correct and precise results.

Keywords: Applied ichthyology, Genome wide, Next generation sequencing, Single nucleotide polymorphism.

بررسی رودخانه سفیدرود و ماهیان بوم زاد آن

آرش جمشیدی [۱*]؛ مسعود ستاری [۱ و ۲]؛ مجید راستا [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

چکیده

سفیدرود دومین رود بزرگ ایران و طولانی‌ترین رود شمال ایران است. سرچشمه این رود از کوه چهل‌چشمه از کوه‌های کردستان و شاخه‌ای از کوه‌های شمال غربی همدان و سایر شاخه‌های بیجار منشأ می‌گیرد و پس از سپری کردن مسیری پر پیچ و خم به سمت شمال حرکت می‌کند. سپس رودخانه‌های کوچک کوه‌های طارم به آن می‌پیوندند و به منجیل می‌رسد که تا این قسمت رودخانه قزل اوزن نامیده می‌شود. سپس رودخانه شاهرود به قزل اوزن می‌پیوندد و رودخانه سفیدرود را به وجود می‌آورد. سد منجیل اصلی‌ترین توقف‌گاه سفیدرود است. در ادامه مسیر با پیوستن آبراهه‌های کوچک به سمت شمال شرق حرکت کرده و در بندر کیاشهر به دریای خزر منتهی می‌شود. تنوع زیستی آبی این رودخانه به اندازه نقش کلیدی آن در فعالیت‌های کشاورزی گیلان اهمیت دارد. ماهیان این رودخانه معروف‌ترین ماهیان شمال ایران هستند. ماهیان رودکوچ متنوعی از جمله ماهی سفید (*Rutilus kutum*)، ماهیان خاویاری، آزاد ماهی خزری (*Salmo caspius*) و غیره در فصل تخم‌ریزی به این رودخانه مهاجرت می‌کنند. از گونه‌های بوم‌زاد سفیدرود می‌توان *Ponticola iranicus*، *Alburnoides samiei* و *Rhodeus caspius* که این رودخانه را به یکی از مهمترین رودخانه‌های جهان تبدیل کرده‌است.

واژگان کلیدی: مصب، ماهیان رودکوچ، اکوسیستم، خود پالایی

Investigation of Sefidrud River and its endemic fish

Arash Jamshidi[1*], Masoud Sattari[1,2], Majid Rasta[1]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.
Email: arash.jamshidi67@gmail.com

Abstract

Sefidrud is the second largest river in Iran and the longest river in north of Iran. The source of this river originates from Chehel Cheshmeh Mountain from Kurdistan Mountains and a branch of the northwestern mountains of Hamedan and other branches of Bijar. This river after passing a winding path, moves to the north toward. Then the small rivers of Tarom Mountains join it and reaches Manjil, which is called Ghezel Ozan River. After that Shahroud River joins Ghezel Ozan and creates Sefidrud. Manjil Dam is the main stop part of Sefidrud. In continues of the path it moves to the northeast by joining small waterways and leads to the Caspian Sea in the Kiashahr Port. The aquatic biodiversity of this river is as important as its key role in the agricultural activities of Guilan. fish of this river are the most important fish in north of Iran. A variety of anadromous fish such as Caspian kutum, *Rutilus kutum*, sturgeons, Caspian salmon, *Salmo caspius* etc. migrate to this river during spawning season. Sefidrud endemic species are included *Ponticola iranicus*, *Alburnoides samiei* and *Rhodeus caspius*, which it has made this river one of the most important rivers in the world.

Keywords: Estuary, Anadromous fish, Ecosystem, Self-purification

اثرات رسوبات معلق ناشی از فعالیت‌های معدنی بر جمعیت ماهیان رودخانه

آرش جمشیدی [۱*]؛ مسعود ستاری [۱،۲]؛ مجید راستا [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

چکیده

فعالیت‌های معدنی و برداشت شن و ماسه از بستر رودخانه‌ها باعث افزایش سطح رسوبات معلق و کدورت آب در بوم‌سازگان‌های رودخانه‌ای و جاری می‌شود. در مطالعات مختلف مطرح شده است که این رسوبات تا کیلومترها بعدتر از محل برداشت تاثیرگزار بوده و جمعیت ماهیان رودخانه‌ها را تهدید می‌کند و به واسطه از بین بردن تخم‌ها و یا باقی ماندن بقایای رسوبات بر روی آبشش ماهیان حتی می‌تواند منجر به انقراض جمعیت گونه‌های بومی منطقه شود. علاوه بر این، برداشت بی‌رویه رسوبات می‌تواند موجب تغییر مسیر رودخانه و تغییر اکوسیستم منطقه شده و با از بین بردن محل تخم‌ریزی ماهیان منجر به نابودی روزانه گونه‌های بومی منطقه شود. تا به امروز اکثر فعالیت‌های تحقیقاتی بر آلودگی فلزات سنگین و تجمع زیستی و تهدیدات آلودگی‌های نفتی بر بوم‌سازگان‌های رودخانه‌ای انجام شده و اثرات رسوبات معلق نادیده گرفته شده است. این در حالیست که اثرات رسوبات معلق می‌تواند منجر به تغییرات ژنتیکی و انقراض جمعیت ماهیان شود. بنابراین تهدیدی زیست محیطی جدی محسوب می‌شود.

واژگان کلیدی: ذرات شناور، رسوب گذاری، انقراض، گونه‌های بومی، بوم‌سازگان آبی

Effects of suspended sediments from mining activities on river fish populations

Arash Jamshidi[1*]; Masoud Sattari[1,2]; Majid Rasta[1]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Gilan University, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

Abstract

Mining activities and sand extraction from riverbeds increase the level of suspended sediments and water turbidity in rivers and its ecosystems. Different studies have suggested that these sediments are effective up to miles after activity and threaten the river fish populations and also can destroy fish eggs or even these sediments can reside on fish gills. Consequently, it leads to the extinction of the native species of the region. Irregular diggings can also change the path of the river and the ecosystem of the region, and by destroying the spawning ground of fish can lead to the daily destruction of the region's ecosystem. Most research studies about river ecosystems are related to heavy metal and oil pollution and their bioaccumulation on organisms. While, the effects of suspended sediments have been ignored to date. However, the effects of suspended sediments can lead to genetic changes and extinction of fish populations. Therefore, it is considered as an environmental threat.

Keywords: Floating particles, Sedimentation, Extinction, Native species, Aquatic ecosystem.

بررسی گونه‌های در معرض خطر انقراض جنس آفانیوس، به عنوان ماهیان آکواریومی در ایران

آرش جمشیدی [۱*]؛ رضا فرضی [۱]؛ نجمه طبسی نژاد [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع‌طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

چکیده

آفانیوس‌ها ماهیانی با جثه ریز و زیبا هستند که توجه زیادی به جنبه آکواریومی آن‌ها نشده است. جنس *Aphanius* شامل ۱۴ گونه و متعلق به خانواده Aphaniidae است که داری بیشترین تنوع در حوضه‌های مرکزی ایران می‌باشد. به طور میانگین طول نرها حدود ۵ و طول ماده‌ها ۷ سانتی‌متر می‌باشد، همه‌چیز خوار بوده و در دمای بین ۲۲ الی ۲۷ درجه سانتیگراد زیست می‌نمایند. نرها زرد متمایل به سبز با سطح پشتی لکه دار و باله دمی متمایل به زرد با نوار سیاه عرضی یا هلالی و ماده‌ها نقره‌ای رنگ با ۷ الی ۹ نوار عرضی باریک روی بدن می‌باشند که زیبایی خاصی به این ماهی داده‌است. در سال‌های اخیر اختلالات ناشی از فعالیت‌های انسانی، تغییرات هیدرولوژیکی، معرفی گونه‌های غیربومی، آلودگی آب و رسوبات، تغییرات آب و هوایی و خشکسالی و همچنین تکثیر محدود، جمعیت آفانیوس‌ها را به مرز انقراض واداشته است. از ویژگی‌های ظاهری این ماهی و همچنین سایز مناسب آن‌ها، یوری‌هالین بودن این ماهی و بومی بودن، تنوع غذایی و صلح جو بودن به این نتیجه می‌رسیم که این ماهی را می‌توان به عنوان گونه‌ای زینتی مورد پرورش قرار داد و پس از اصلاح ژنتیکی و به‌گزینی به عنوان ماهی آکواریومی به بازار عرضه کرد و هم موجب اشتغال‌زایی و هم نجات از خطر انقراض این ماهی شد.

واژگان کلیدی: ماهیان زینتی، Aphaniidae، یوری‌هالین، آلودگی، اصلاح ژنتیکی

Investigation of endangered species of genus *Aphanius*, as ornamental fish in Iran

Arash Jamshidi[1*]; Reza Farzi[1]; Najme Tabasi Nejad[1]

1- Department of fishery, Faculty of Natural Resources, Guilan University, Sowmeh sara

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

Abstract

Aphanius are small and beautiful fish that have not received much attention to their ornamental aspect. Genus *Aphanius* includes 14 species from family Aphaniidae that its most diversity is in the central basins in Iran. This fish belongs to Aphaniidae family. The average length of males is about 5 and the length of females is 7cm. They are omnivorous and live in temperatures between 22 and 27 degrees. Males are greenish yellow with a spotted dorsal surface and yellowish caudal fin with a black transverse or crescent stripe and females are silver with 7 to 9 narrow transverse stripes on the body, which has given a special beauty to this fish. In recent years, disturbances due to human activities, hydrological changes, introduction of non-native species, water and sediment pollution, climate change and drought and also limited reproduction have pushed the population of *Aphanius* to the brink of extinction. From the appearance of this fish and also its suitable size,being Eury halin and its nativeness, food diversity and peace, we conclude that these fish can be bred as an ornamental species and after genetic modification It would be marketed as an aquarium fish for creating both employment and extinction.

Keywords: Ornamental fish, Aphaniidae, Euryhalin, Contamination, Genetic modification.

مقدمه

پرورش ماهیان زینتی به دلیل بازدهی بالا در مدت زمان کوتاه و همچنین افزایش روزانه تقاضای آن در آینده می‌تواند به عنوان یکی از گزینه‌های موفق در صنعت آبزی‌پروری و شیلات مطرح باشد.

امروزه صنعت پروش ماهیان زینتی نسبت به دهه‌های گذشته رشد زیادی داشته و همچنان صنعتی در حال رشد محسوب می‌شود. این صنعت به دو صورت تکثیر و پرورش مصنوعی توسط انسان و جمع‌آوری گونه‌ها از محیط وحشی در حال گسترش است. تجارت ماهیان زینتی بازار گسترده جهانی داشته و با فرصت‌های شغلی جدید می‌تواند به رشد اقتصادی کشور کمک زیادی کند. بر این اساس با چالش‌های مختلفی در زمینه ماهیان زینتی مواجه هستیم که به طور خاص باید مورد توجه قرار گیرد. یکی از مسائل مهم تداوم و ثبات در ارائه ماهی‌های زینتی به بازار است. مساله دوم کاهش تلفات خواهد بود که مورد توجه اکثر تولید کنندگان قرار می‌گیرد و مساله بسیار مهم استفاده از ماهیان بومی و کاهش ورود ماهی‌های بیگانه است (Sathyaruban *et al*., 2021).

بنابراین در این شرایط حفظ گونه‌های بومی و پرورش آنها راهی مناسب است که می‌توان با توجه به سازگاری و بومی بودن و رشد و تکثیر مناسب، هم به بازسازی ذخایر این ماهیان و هم به اشتغال‌زایی و درآمد زایی از طریق این کار به دست آورد.

ماهیان بومزاد ایران:

کشور ایران با داشتن ۹۵ گونه اندمیک یکی از پرتنوع‌ترین کشورهای جهان از لحاظ گونه‌های بومزاد می‌باشد. این گونه‌ها شامل ۴۵ (۴۷/۳۷ درصد) گونه مربوط به خانواده Cyprinidae، ۲۹ (۳۰/۵۳ درصد) گونه مربوط به خانواده Nemacheilidae، ۱۲ (۱۳ درصد) گونه مربوط به خانواده Aphaniidae، ۴ (۴/۲۱ درصد) گونه مربوط به خانواده Cobitidae، ۳ (۳/۱۶ درصد) گونه مربوط به خانواده Cichlidae، ۱ (۱/۵۰ درصد) گونه مربوط به خانواده Gobiidae و (۱/۵۰ درصد) ۱ گونه مربوط به خانواده Sisoridae می‌باشند (Esmaeli *et al*., 2018).

بیولوژی و مورفولوژی جنس *Aphanius*:

آفانیوس‌ها از ماهیان جذاب و زیبایی هستند که دارای سایز کوچک و گونه‌های بومزاد در ایران می‌باشد. ماهیان آفانیوس در ایران از تنوع بالایی برخوردار هستند. بر اساس نتایج مطالعه‌ای که اخیراً بر روی خانواده Aphaniidae انجام شده یک جنس جدید (*Paraphanius*) معرفی و گونه *A. mento* از جنس *Aphanius* به جنس *Paraphanius* منتقل شد (Esmaeli *et al*., 2020). جنس *Aphanius* شامل ۱۴ گونه در ایران می‌باشد. این ماهیان یوری‌هالین (Euryhaline) و یوری‌ترم (Eurytherm) می‌باشند و دامنه شوری صفر تا ۱۶۰ گرم بر لیتر را تحمل کرده و در حوضه‌های مختلف جنوبی کشور یافت می‌شوند. در اکثر گونه‌های آفانیوس جنس نر دارای رنگ شفاف‌تر و براق‌تری نسبت به جنس ماده می‌باشد. نرها به رنگ‌های زرد متمایل به سبز تیره با سطح پشتی با لکه‌های آبی رنگ در دو طرف بدن می‌باشند. در برخی گونه‌ها نرها بر روی باله دمی خود چند نوار هم دارند. جنس ماده اندازه نسبتاً بزرگ‌تری نسبت به جنس نر دارد. ماده‌ها دارای نوارهای عمودی تیره در طرفین بدن می‌باشند. آفانیوس‌ها ماهیان آب گرم هستند و نسبت به تغییرات دمایی مقاوم می‌باشند و دامنه دمایی ۴ تا ۳۸ درجه سانتیگراد را تحمل می‌کنند (Wildekamp,1993). آفانیوس‌ها تخم‌گزار هستند و تولید مثل طبیعی این ماهیان در فصل بهار و تابستان با افزایش دما و بر روی سطوح مختلف و پوشش‌های گیاهی می‌باشد. جنس نر دارای بیضه حاوی اسپرماتوزوئید و جنس ماده دارای دو تخمدان کیسه‌ای شکل می‌باشد که در امتداد حفره بدن و در موقعیت پشتی و بالای روده گسترش پیدا کرده است. رژیم غذایی این ماهی همه چیز خوار می‌باشد و معمولاً در محیط طبیعی از مواد آلی بستر، جلبک‌ها، ذرات معلق و

حشرات تغذیه می‌کنند. علاوه بر تحمل بالای آن‌ها در برابر تغییرات زیست محیطی، دارای ظرفیت بازسازی در باله دمی نیز هستند (Zeinali & Motamedi,2017). آفانیوس‌ها همچنین برای کنترل بیولوژیکی لاروهای پشه مناسب هستند. در نتیجه گزینه خوبی برای از بین بردن لارو پشه از محیط و در نتیجه حذف بیماری‌های قابل انتقال از پشه‌ها به انسان و حیوانات خواهند بود (Al-Akel & Suliman, 2011). از نظر ریخت‌شناسی ویژگی‌های مربوط به ساختارهای سخت مانند فلس‌ها و استخوان‌ها و دندان‌ها و سنگریزه‌های شنوایی می‌تواند اطلاعات مناسبی در آفانیوس‌ها برای طبقه‌بندی و فیلوژنتیک مهمی را مطرح کند (Teymori *et al*., 2018). فلس‌ها در آفانیوس‌ها به صورت چند ضلعی و گرد ثبت شده‌اند و به نظر می‌رسد که شکل چند ضلعی معمولاً در گونه‌های آب شور رایج‌تر است. وجود خار در ناحیه خلفی فلس‌ها در گونه‌های آب شور و همچنین در آب شیرین گزارش شده است. اما به نظر می‌رسد که وجود خار در ناحیه خلفی فلس‌ها بیشتر در گونه‌های آب شور نسبت به آب شیرین مشاهده می‌شود. چشمان بزرگ در دو طرف بدن و تقریباً در قسمت‌های بالای سر قرار گرفته است که به عادات تغذیه‌ای آن‌ها مربوط می‌شود. آفانیوس‌ها ماهی‌های تغذیه کننده سطحی هستند که اکثراً در سطح آب برای خوردن ذرات سطح آب از جمله حشرت و تخم آنها شنا می‌کنند (Teymori *et al*., 2017).

گونه‌های جنس *Aphanius*:

جنس آفانیوس از خانواده Aphaniidae می‌باشد که در آب‌های کم عمق ساحلی و خور، مصب‌ها از دریای مدیترانه، دریای سرخ تا خلیج فارس و همچنین در آبهای شور، شیرین داخلی ایران، پاکستان و هند گسترش دارد (Zeinali & Motamedi, 2017). این جنس در ایران دارای ۱۴ گونه مختلف می‌باشند.

گونه اول *Aphanius arakensis* است که در حوضه دریاچه نمک در جنوب شرقی شهر اراک ایران یافت شده است (شکل ۱).

شکل ۱- *Aphanius arakensis*

گونه دوم *Aphanius darabensis* است که در حوضه هرمز و رودخانه کل یافت شده است (شکل ۲).

شکل ۲- *Aphanius darabensis*

گونه سوم *Aphanius farsicus* است که در حوضه دریاچه مهارلو در جنوب ایران ثبت شده است (شکل ۳).

شکل ۳- *Aphanius farsicus*

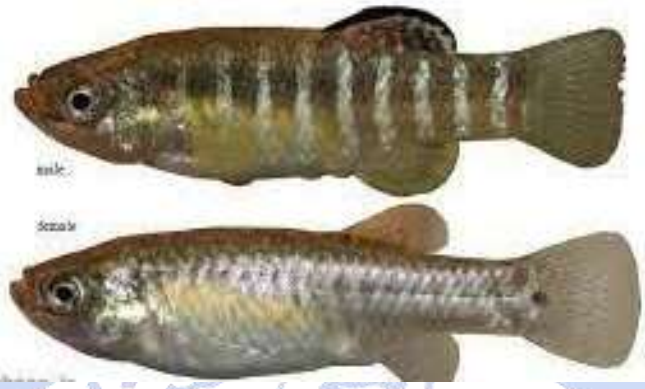
گونه چهارم *Aphanius furcatus* است که در حوضه‌های هرمز (رودخانه‌های کل و مهران) و مکران ثبت شده است (شکل ۴).

شکل ۴- *Aphanius furcatus*

گونه پنجم *Aphanius ginaonis* است در حوضه هرمز در چشمه آب گرم گنو یافت شده است (شکل ۵).

شکل ۵- *Aphanius ginaonis*

گونه ششم *Aphanius isfahanensis* است که حوضه اصفهان ثبت شده است (شکل ۶).

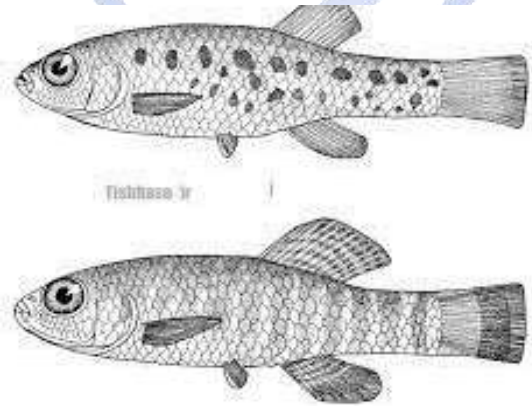


شکل ۶- *Aphanius isfahanensis*

گونه هفتم *Aphanius kavirensis*است که حوضه کویر با تعداد و تراکم بسیار محدود ثبت شده است (شکل ۷).

شکل ۷- *Aphanius kavirensis*

گونه هشتم *Aphanius mesopotamicus*که در حوضه دجله و رودخانه‌های کرخه و جراحی ثبت شده است (شکل ۸).



شکل ۸- *Aphanius mesopotamicus*

گونه نهم *Aphanius pluristriatus*است که در حوضه پرسیس و در سرشاخه‌های رودخانه مند ثبت شده است (شکل ۹).

شکل ۹- *Aphanius pluristriatus*

گونه دهم *Aphanius shirini* می‌باشد که در حوضه کر ثبت شده است. این گونه بومزاد رودخانه کر است اما توسط عوامل انسانی در رودخانه حله نیز یافت شده است (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- *Aphanius shirini*

گونه یازدهم *Aphanius sophiae* است که بومی حوضه کر است که توسط عوامل مختلف به حوضه پرسیس و دجله هم منتقل شده است (شکل ۱۱).

شکل ۱۱- *Aphanius sophiae*

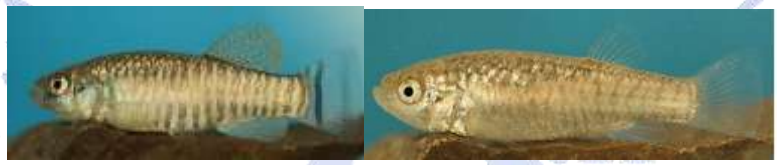
گونه دوازدهم *Aphanius vladykovi* است که در حوضه دجله ثبت شده است (شکل ۱۲).

شکل ۱۲- *Aphanius vladykovi*

گونه سیزدهم *Aphanius stoliczkanus* در رودخانه مند و حوضه ماشکید به ثبت رسیده است (شکل ۱۳)

شکل ۱۳- *Aphanius stoliczkanus*

گونه چهاردهم *Aphanius hormuzensis* ثبت شده در حوضه هرمز، رودخانه مهران، ۱۵ کیلومتری بستک در استان هرمزگان می‌باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- *Aphanius hormuzensis*

آلودگی‌ها و خطر انقراض:

وجود آلودگی‌ها در آب‌ها تراژدی تکراری است که تبعات زیان‌باری را از جمله اختلال در اکوسیستم‌ها و نابودی زیستگاه آبزیان، از بین رفتن برخی از گونه‌ها و در نهایت مرگ‌ومیر گسترده آبزیان را به همراه داشته است (Al-Akel & Suliman, 2011). روان شدن فاضلاب‌های شهری به اکوسیستم‌های آبی، ورود مواد نفتی و مشتقات آن به محیط‌های آبی و هزاران عامل انسانی دیگر که آلودگی را رقم می‌زنند موجب شده تا ماهیان آفانیوس بومی ایران بسیار کم شوند و برخی گونه‌های آن در خطر انقراض قرار گیرند (Esmaeli *et al*., 2017).

نتیجه گیری:

ویژگی‌های ظاهری آفانیوس‌ها مانند رنگ و زیبایی این ماهی‌ها که در انواع ماهی‌های بومزاد ایران دارای زیبایی و جذابیت خاصی است، همچنین اندازه کوچک آنها و صلح جو بودنشان، فلس‌های بزرگ، رژیم غذایی و همه چیز خوار بودنشان و از همه مهمتر بومی بودنشان می‌تواند این ماهی را به عنوان گونه‌های مناسب آکواریومی معرفی می‌کند.

روش‌های اصلاح ژنتیکی به ما این امکان را می‌دهد که پس از تکثیر و پرورش آفانیوس‌ها، در نسلهای آینده آنها، با توجه به نیازهای بازار مانند باله‌های بلند، دمهای بلند، برجسته کردن رنگدانه‌های سطح پوست تغییراتی ایجاد کنیم و بتوانیم بازار پسندی این ماهیان را بیشتر و بیشتر کنیم.

منابع

Al-Akel A.S., Suliman E.M. (2011). Biological control agent for mosquito larvae: Review on the killifish, *Aphanius* dispar dispar (Rüppel, 1829). African Journal of Biotechnology, 10(44), 8683–8688.

Esmaeili H.R., Mehraban H., Abbasi K., Keiyvany Y., Brian W.C. (2017). Review and updated checklist of freshwater fishes of Iran: Taxonomy, distribution and conservation status. Iranian Journal of Ichthyology, *4*(Suppl. 1), 1-114.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi K. (2018). Checklist of freshwater fishes of Iran. Fish Taxa; 3(3): 1-95.

Day F. (1872). Notes on fish, collected by Dr. *Stoliczka* in Kachh. Journal of the Asiatic Society of Bengal 41(2)(1-4): 258-260.

Esmaeili H.R., Teimori A., Zarei F., Sayyadzadeh G. (2020). DNA barcoding and species delimitation of the Old World tooth-carps, family Aphaniidae Hoedeman, 1949 (Teleostei: Cyprinodontiformes). PLoS ONE, 15(4): e0231717.

Sathyaruban S., Uluwaduge D.I., Yohi S., Kuganathan S. (2021). Potential natural carotenoid sources for the colouration of ornamental fish: a review. *Aquaculture International*, 1-22.

Teimori A., Motamedi M., Manizadeh N. (2017). Microstructural characterization of the body key scale morphology in six Iranian endemic *Aphanius* species (Cyprinodontidae): Their taxonomic and evolutionary significance. Journal of Ichthyology, 57(4), 533–546. https://doi.org/10. 1134/S0032945217040178

Teimori A., Motamedi M., Iranmanesh A. (2018). Comparative Morphology of urohyal Bone in brackish water species of the Genus *Aphanius* Nardo, 1827 in the Persian Gulf and Southeastern Mediterranean Sea basins (Teleostei: Aphaniidae). Mediterranean Marine Science, 19, 356–365. https://doi.org/10.12681/mms.15929.

Wildekamp R.H. (1993). A word of killies. Atlas of the oviparous cyprydontiform fishes of the world. A genera Adamas, Adinia, *Aphanius*. Indiana, 384pp.

Zeinali F., Motamedi M. (2017). The regeneration capacity of caudal fin in the common tooth-carp, *Aphanius* dispar (Rüppell, 1829) (Teleostei: Cyprinodontidae). International Journal of Aquatic Biology, 5(5), 321–327. https://doi.org/10.22034/ijab.v5i5.375.

آلودگی میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین و روش‌ها و منابع این ذرات

آرش جمشیدی [۱*]، مسعود ستاری [۱،۲]، مجید راستا [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

چکیده

افزایش روزافزون تعداد میکروپلاستیک‌ها در اکوسیستم‌های آبی نگرانی جهانی را برانگیخته است. مطالعات زیادی در محیط‌های دریایی انجام شده است، اما سؤالات زیادی در مورد رسوبات و رودخانه‌های آب شیرین وجود دارد. در این مطالعه، ما به طور مختصر مطالعات گذشته را مرور کرده و به مقایسه روش‌های مورد استفاده در مطالعات می‌پردازیم و پیشنهاداتی برای نمونه برداری و آنالیز رسوبات آب شیرین ارائه می‌دهیم و به ویژگی‌های آنها از جمله فراوانی، خواص ریخت شناسی، انواع پلیمرها و منابع و عوامل مؤثر بر فراوانی ریزپلاستیک‌ها در منابع آب برای مطالعات آینده می‌پردازیم. نتایج این مطالعه نشان داد که ریزپلاستیک‌ها در همه رسوبات مورد مطالعه در مناطق مختلف آب شیرین از ۲ تا ۵ نوع مختلف از لحاظ ترکیبات وجود دارند. الیاف کمتر از ۱ میلی متر در رسوبات آب شیرین فراوان‌ترین هستند. همچنین بیشترین رنگ ثبت شده رنگ سفید است. پلی اتیلن متداول‌ترین ماده‌ای است که در رسوبات دیده می‌شود. در پایان این مطالعه نتیجه می‌گیریم که تفاوت بین ظاهر و ترکیبات تشکیل‌دهنده به دلیل منابع این ریزپلاستیک‌ها است. در نتیجه، ریزپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین باید بیشتر مورد تحقیق قرار گیرند تا از طریق نمونه‌گیری بیشتر و روش‌های استاندارد تحلیلی شناسایی شوند.

واژگان کلیدی: اکوسیستم آبی، رودخانه، نمونه‌برداری، انواع پلاستیک، مرور

Polution of microplastics in freshwater sediments and methods and sources of these particles

Arash Jamshidi[1*]; Masoud Sattari[1,2]; Majid Rasta[2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

Abstract

The growing number of microplastics in aquatic ecosystems has raised concerns around the world. Many studies have been done in marine environments,but there are many questions about sediments and freshwater rivers. In this study, we briefly review past studies and discuss the methods used in the studies and make suggestions for testing and analyzing freshwater sediments and their characteristics such as abundance, morphological properties, types of polymers and sources and effects. We will focus on the abundance of microplastics in water resources for future studies. The results of this study showed that microplastics are present in all studied sediments in different types of fresh water from 2 to 5 different types of compounds. Fibers less than 1 mm are most abundant in freshwater sediments. Also, the most recorded color is white. Polyethylene is the most common material found in sediments. At the end of this study, we conclude that the difference between appearance and constituents is due to the sources of these microplastics. As a result, microplastics in freshwater sediments need to be further investigated to identify them through further sampling and standard analytical methods.

Keywords: Aquatic acosystem, River, Sediments, Microplastics.

مقدمه

توسعه روزافزون و افزایش زباله‌های پلاستیکی باعث شده که عصر کنونی را عصر پلاستیک می‌نامند .ویژگی‌های پلاستیک‌ها و ماندگاری و دوام آنها در برابر حذف این امکان را فراهم کرده که تحقیقات زیادی روی آنها انجام شود و این قابلیت منجر به تجمع گسترده در منابع آبی و آلودگی‌های زیست محیطی شده است .تولید جهانی پلاستیک در سال ۲۰۱۸ به ۳۶۰ میلیون تن می‌رسد (Plastics Europe, 2019). قطعات بزرگ پلاستیک را می‌توان تا حدودی جمع‌آوری کرد اما جمع‌آوری بقایای کوچکتر از ۵ میلیمتر که بعنوان میکروپلاستیک مطرح هستند امکان‌پذیر نیست و خطرات اکولوژیکی بیشتری دارند . میکروپلاستیک‌ها می‌توانند در اندازه ریز و توپی تولید شوند که به آن میکروپلاستیک اولیه و می‌توانند در نتیجه تخریب و تکه شدن پلاستیک‌های بزرگ‌تر پدید آیند که به آن میکروپلاستیک ثانویه میگویند (Hidalgo-Ruz *et al*., 2012). فاضلاب و رواناب‌ها راه‌های اصلی انتقال ریزپلاستیک ها به آب‌های شیرین و محیط‌های دریایی هستند. میکروپلاستیک‌ها به دلیل فراوانی و ثبات در طبیعت توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. همچنین به دلیل ریز بودن می‌توانند توسط ارگانیسم‌های مختلف مورد تغذیه قرار گیرند. تاثیرات میکروپلاستیک‌ها شامل آسیب به دستگاه گوارش و مسدود کردن مجاری گوارشی و اثرات سمی ناشی از مواد شیمیایی سمی و افزودنی‌های جذب شده در ریزپلاستیک‌ها می‌باشد که می‌تواند منجر به اختلال در هضم و جذب و در نهایت تلفات آبزیان شود. تجمع آلاینده‌ها و بیوفیلم‌ها باعث افزایش تراکم میکروپلاستیک‌ها می‌شود. مطالعات زیادی در زمینه آلودگی‌های میکروپلاستیک در محیط‌های دریایی انجام شده است اما اطلاعات کمی در رابطه با این آلودگی در رسوبات آب شیرین و منبع و اشکال و خطرهای آن وجود دارد. در نتیجه این مقاله در راستای شناخت، ویژگی‌ها، منابع و توضیع میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین سراسر جهان در سپتامبر ۲۰۲۱ گردآوری شده است.

مواد و روش

در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی بر روی میکروپلاستیک‌ها انجام شده است اما روش‌های جمع‌آوری و نمونه گیری استانداردی ارائه نشده است. در اطلاعات ارائه شده یافته‌های مختلفی دیده می‌شود که دلیل آن می‌تواند روش استخراج و حجم نمونه اصلی باشد. نمونه گیری می‌تواند به صورت انتخابی، کلی یا توده‌ای و همچنین حجم محدود یا کم صورت گیرد. نمونه گیری انتخابی برای حجم بالای میکروپلاستیک و ذرات بزرگ آن توسط پژوهشگر به صورت چشمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش نمونه گیری فقط برای میکروپلاستیک‌های اولیه مورد استفاده قرار گرفت (Corcoran *et al*., 2015). نمونه گیری حجم محدود به کاهش حجم و تنها نگه‌داشتن مواردی که در مطالعات آینده مورد نیاز است اشاره دارد (Hidalgo-Ruz *et al*., 2012). نمونه گیری توده‌ای یا کلی روش دیگری است که در آن حجم خاصی از رسوبات برداشته شده در محیط آزمایشگاهی جداسازی می‌شود. این روش زمان نمونه گیری را کاهش داده و کارهای سریع‌تر انجام می‌شود (Alimba and Faggio, 2019). برای نمونه گیری در تمام موارد از عمق‌های مختلف نمونه گیری و از نمونه بردارهای ضدزنگ استفاده شد. انواع نمونه در تحقیقات مختلف متفاوت است. تقریباً در اکثر مطالعات مساحت و وزن نمونه ملاک بررسی است. مساحت‌های نمونه برداری ۲۰۰ سانتی متر مربع تا ۹۳۰ سانتی متر مربع متغیر بوده است. وزن نمونه‌ها از ۰/۲ تا ۵ کیلوگرم و حجم ۱ تا ۳/۵ لیتر متغیر بوده است. از آنجا که وزن رسوبات متغیر است نمونه گیری از نظر حجم توصیه می‌شود (Directive, 2013). غلظت میکروپلاستیک‌ها به روش نمونه گیری و فاصله از مرکز فعالیت‌های انسانی بستگی دارد. همچنین انواع ریزپلاستیک‌های جمع‌آوری شده از اعماق مختلف متفاوت است که به دلیل ناهموار بودن عمق نمونه‌برداری باید مطرح شود. عمق نمونه برداری در مطالعات مختلف متفاوت است: در اکثر مطالعات، نمونه‌ها از عمق ۲-۳ سانتی‌متر تا ۱۰ سانتی‌متر از رسوب گرفته می‌شود. راهنمای MSFD توصیه می‌کند که برای بررسی هر منطقه ۵ نمونه از رسوب از عمق ۵ سانتی‌متر و فاصله حداقل ۵ متر از

یکدیگر جمع‌آوری شود (Directive, 2013). در مطالعه‌ای برای بررسی رسوبات پیشنهاد شده است که محل نمونه‌ها ۱۰۰ متر موازی خط ساحل باشد. با این حال، در محیط‌های آب شیرین در قسمت کناره‌ها، نمونه‌برداری توصیه می‌شود که مربع ۳۰ × ۳۰ سانتی‌متر با عمق نمونه برداری ۵ سانتی‌متر باشد، با یک بیل فلزی جمع‌آوری شده و در یک ظرف شیشه‌ای ذخیره می‌شود. برای رسوبات بستر، نمونه‌برداری با Veen grabber یا box corer توصیه می‌شود که دارای مته‌ای برای ایجاد کرده حفره در بستر باشد (Stock *et al.*, 2019). نمونه‌های محیطی حاوی انواع مواد آلی هستند. عوامل محیطی مثل ذرات آلی، معدنی و زباله‌ها برای بدست آوردن حجم دقیق‌تر باید حذف شوند و ریزپلاستیک‌های خالص‌سازی شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند (به عنوان مثال با طیف‌سنج FT-IR و Raman). مراحل تصفیه به دو صورت تجزیه آنزیمی و تخریب شیمیایی صورت می‌گیرد. در تخریب شیمیایی نمونه‌ها با مواد شیمیایی مثل محلول پراکسید هیدروژن (H2O2) و یا پراکسید مخلوط با اسیدگوگرد (H2SO4) خالص‌سازی می‌شوند (Li *et al.*, 2020). مطالعاتی در مورد حذف مواد آلی توسط اسیدها نشان داده است که اسیدها (مانند اسید کلریدریک) در حذف مواد آلی بازده پایینی دارند (Cole *et al.*, 2015). اسید سولفوریک و اسید نیتریک نیز می‌توانند ساختار میکروپلاستیک‌ها را از بین ببرند (Andrady, 2017). برای تجزیه آنزیمی، نمونه‌های ریز پلاستیک با ترکیبی از آنزیم‌ها حذف می‌شوند (کیتیناز، پروتئیناز، لیپاز، آمیلاز و سلولاز). با این روش مواد آلی حذف می‌شوند در حالی که میکروپلاستیک‌ها پایدار هستند. روش حذف مواد آلی با استفاده از H2O2 نشان می‌دهد که روشی کاربردی است (Hurley *et al.*, 2018).

آنالیز ریزپلاستیک‌ها به مرحله استخراج، مرحله خالص‌سازی و مرحله شمارش و شناسایی تقسیم می‌شود. به طور کلی میکروپلاستیک‌های با چگالی متفاوتی از g/cm3۰/۸ تا g/cm3۲/۶ در رسوبات یافت می‌شوند که این ذرات را می‌توان با محلول غلیظ نمک با چگالی g/cm3۱/۲ که رایج‌ترین و ارزان و غیر سمی‌ترین راه حل است در دستگاه مخلوط کن حل کرد و به ذرات شناور روی آب تبدیل کرد و جداسازی کرد (Prata *et al.*, 2019).

میکروپلاستیک‌های با چگالی بالاتر حاوی پلی وینیل کلرید (۱/۱۶ تا g/cm3۱/۵۸)، پلی فرمالدئید (۱/۴۱ تا g/cm3۱/۶۱) و پلی اتیلن ترفتالات (۱/۴۳ تا g/cm3۱/۳۸) را نمی‌توان با آن جدا کرد. برای چگالی‌های بالاتر از متاتونگستات سدیم با چگالی g/cm3۱/۴ برای جداسازی میکروپلاستیک‌ها استفاده می‌شود. با این وجود هم حتی نمی‌توان ترکیباتی مانند پلی وینیل کلرید (PVC) و پلی فرمالدئید (POM) را جداسازی کرد (Corcoran *et al.*, 2015). از کلرید کلسیم (CaCl2) با چگالی g/cm3۱/۳ و سدیم یدید (NaI) با چگالی g/cm3۱/۸ نیز بعنوان محلول جداسازی استفاده می‌شود. استفاده از کلرید سدیم ارزان و غیرسمی است اما برای جداسازی مواد ارگانیک مناسب نیست (Scheurer and Bigalke, 2018). محلول کلرید روی (ZnCl2) با چگالی ۱/۶ بسیار تاثیرگذار و بی‌خطر و پرکاربرد است (Ivleva *et al.*, 2017). محلول فرمات پتاسیم از دیگر محلول‌هایی است که می‌توان برای جداسازی استفاده کرد و غیرسمی و تاثیرگذارتر از کلرید روی است. تنها مشکل آن هزینه بالای آن است (Stock *et al.*, 2019). روش دیگر که بر پایه خواص لیپوفیلیک است نیز می‌تواند جایگزینی برای جداسازی و خالص‌سازی میکروپلاستیک‌ها باشد. برای مثال می‌توان از روغن کلزا یا روغن زیتون استفاده شود که برای جداسازی ذرات با چگالی بالا مثل PVC کاربردی است. در استخراج میکروپلاستیک از رسوبات اضافه کردن قطره‌ای روغن به محلول کلرید سدیم برای جداسازی کمک زیادی می‌کند (Scopetani *et al.*, 2020). بازیابی میکروپلاستیک‌های بزرگ‌تر از ۱ میلی‌متر نسبتاً آسان است، اما روش‌های فعلی محدودیت‌های خاصی برای سنجش میکروپلاستیک‌های کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر دارد. ترکیبی از NaCl و NaI گزینه مناسبی است (Nuelle *et al.*, 2014).

اندازه گیری‌های تحلیلی

روش استخراج ریزپلاستیک تحت فشار PFE نیز یک روش گسترده برای استخراج است. این روش رسوبات تحت فشار با امولسیون کننده قرار می‌گیرند و مسکروپلاستیک‌ها جدا می‌شوند. این روش تحت تأثیر اندازه قرار نمی‌گیرد و ذرات زیر میکرون هم قابل استخراج است. اما توزیع اندازه از بین می‌رود و این محدودیتی در این تکنیک است. پس از این مراحل ذرات میکروپلاستیک ابتدا باید شناسایی و سپس اندازه گیری شوند. در ابتدا ذرات درشت‌تر جداسازی شده و با تجزیه و تحلیل ترکیب شیمیایی با تکنیک‌های نوری و طیف سنجی مورد بررسی قرار می‌گیرد (Prata *et al.*, 2019). در مطالعات مختلف از ابزارهای متفاوتی استفاده شد. به طوری که در بیشتر مطالعات از طیف‌سنج مادون قرمزFTIR و در سایر مطالعات از طیف‌سنج رامان و در برخی مطالعات هم بررسی به صورت چشمی انجام گرفت.

رسوبات ساحل رودخانه

رودخانه‌ها به عنوان یک راه مهم برای انتقال ریزپلاستیک‌ها به دریاها و اقیانوس‌ها به واسطه جمع‌آوری از طریق زباله‌های پلاستیکی و فاضلاب‌ها هستند. چین یک نقطه بزرگ آلودگی پلاستیک است و به عنوان بزرگ‌ترین منبع این آلودگی از رودخانه به اقیانوس در نظر گرفته می‌شود. میزان میکروپلاستیک‌ها را مشاهده در رسوبات رودخانه در مناطق شهری شانگهای به طور متوسط غلظت ۵۹۴ تا ۸۰۲ مورد در کیلوگرم مشاهده شد. این مطالعه تأیید کرد که میکروپلاستیک‌های فراوانی در مناطق پرجمعیت بیشتر از مناطق کم جمعیت بود (Peng *et al.*, 2018). در چانگشا در رسوبات رودخانه میزان میکروپلاستیک‌ها بین ۲۷۰ تا ۸۶۶ عدد در کیلوگرم ثبت شد (Wen *et al.*, 2018). در رودخانه یانگ تسه و رودخانه pear هم چنین آلودگی‌هایی مشاهده شد. فراوانی این آلودگی در رودخانه بیجیانگ بین ۱۷۸ تا ۵۴۴ عدد ثبت شد (Wang J. *et al.*, 2017).

رسوب کف رودخانه

وجود میکروپلاستیک در رسوبات ته رودخانه در سراسر جهان ثبت شده است. به عنوان مثال، در رسوب ته رودخانه Ciwalengke در اندونزی به طور میانگین ۳۰ مورد در کیلوگرم ثبت شد که ممکن است به دلیل فرایندهای شست‌شوی صنعتی و فعالیت‌های لباسشویی خانگی باشد (Alam *et al.*, 2019). در رودخانه بریزبن در استرالیا جرم ریز پلاستیک‌ها بین ۰/۱۸ تا ۱۲۹ گرم در کیلوگرم و تعداد ۱۰ تا ۵۲۰ مورد در کیلوگرم متفاوت است (He *et al.*, 2020). میکروپلاستیک‌ها در رودخانه آنتوان در پرتغال نیز شناسایی شدند و این مطالعه بر اهمیت رودخانه‌ها به عنوان یک سیستم حمل و نقل بالقوه برای ریزپلاستیک‌ها تأکید کرد (Rodrigues *et al.*, 2018). مصب رودخانه نقاط تجمع ریز پلاستیک در مطالعه محسوب می‌شوند. از رودخانه ابرو در مدیترانه، میانگین ۲۰۵۲ مورد در کیلوگرم رسوبات مصب یافت شد (Simon-Sánchez *et al.*, 2019). آثار میکروپلاستیک‌ها در نهرهای کوچک نیز دیده شد. در ۱۸ نهر شهر اوکلند فراوانی میکروپلاستیک‌ها ۸۰ واحد در کیلوگرم رسوب یافت شد (Dikareva and Simon, 2019).

رسوب دریاچه‌ای

دریاچه‌ها حوضچه‌های آب طبیعی نسبتاً بسته‌ای هستند که آب را از بارش، رواناب سطحی و آبهای زیرزمینی ذخیره می‌کنند. زباله‌های پلاستیکی تولید شده به دریاچه منتقل و در آنجا انباشته می‌شود .در سال ۲۰۱۸، میکروپلاستیک در رسوب ساحل در دریاچه دانگینگ در چین به بالاترین حد خود رسید (Jiang *et al.*, 2018). فراوانی بسیار بالایی از ریزپلاستیک در رسوبات ساحل دریاچه شهری در نروژ ثبت شد و فراوانی آن به ۱۲۰۰۰-۲۰۰۰۰۰ مورد در کیلوگرم رسید. منبع اصلی ریزپلاستیک‌ها در نروژ خروجی فاضلاب در نظر گرفته شد (Haave *et al.*, 2019).

رسوبات کف رودخانه

میانگین غلظت میکروپلاستیک رسوب در دریاچه شهری لندن ۵۳۹ قلم در کیلوگرم بود (Turner *et al.*, 2019). غلظت میکروپلاستیک در دریاچه پویانگ در چین ۵۴ تا ۵۰۶ عدد در کیلوگرم یافت شد (Yuan *et al.*, 2019). ریزپلاستیک‌ها در دریاچه‌های داخلی اروپای شرقی یافت شدند که اولین نتیجه از استخر پرورش ماهی به عنوان ذخیره گاه میکروپلاستیک بود (Bordos *et al.*, 2019).

ویژگی‌های میکروپلاستیک در رسوبات آب شیرین

ریزپلاستیک‌ها در محیط در اشکال، اندازه‌ها، چگالی ها، رنگ‌ها و انواع پلیمرها و سایر آلاینده‌های ذاتی و متصل به آن یافت می‌شوند. این ویژگی ریزپلاستیک‌ها با تأثیر روی محیط و سرنوشت آن ارتباط دارد. تجمع ریزپلاستیک‌ها در رسوبات به اندازه، چگالی و شکل آنها نیز بستگی دارد. بنابراین علاوه بر فراوانی، ویژگی‌های میکروپلاستیک‌ها نیز ثبت شده است. میکروپلاستیک‌ها در محیط به اشکال و اندازه‌های مختلف شامل گلوله یا کروی، قطعه و ورقی، فوم و فیبر یافت می‌شوند. البته این اشکال بر اثر فرسایش و فرآیندهای تخریب سطح ذرات در طی زمان هم می‌تواند حاصل شود. رایج‌ترین شکل میکروپلاستیک در رسوبات آب شیرین در رسوبات جمع‌آوری شده از رودخانه Ciwalengke، میکروپلاستیک‌های فیبری (۹۱٪)، در مقایسه با قطعه‌ای (۹٪) بودند (Alam *et al.*, 2019). در رسوبات در خور Changjiang، فیبر شایع‌ترین شکل (۹۳٪) در بین همه ذرات ریزپلاستیک بود (Peng *et al.*, 2018). با این حال، در رود سنت لورنس شانگهای، شکل غالب از میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در رسوبات گلوله‌ای با تقریباً ۹۰ درصد از کل تعداد ذرات بود و تنها ۵ تا ۸ درصد آن الیاف‌ها بودند (Peng *et al.*, 2018). مطالعات رسوبی در رودخانه Nakdong، Wen-Rui Tang Rive در فلات تبت نشان داد که شکل اصلی میکروپلاستیک‌ها قطعه قطعه است (Wang *et al.*, 2017). با این حال، رایج‌ترین شکل میکروپلاستیک‌ها در رودخانه بریزبن به صورت فیلم و در کنار آن قطعه و فیبر بود (He *et al.*, 2020). شکل میکروپلاستیک‌ها تا حد زیادی مواد اولیه آنها را بیان می‌کند. هر اشکال خاصی ممکن است از محصولات خاصی تولید شده باشد (Andrady,2017).

اندازه

اندازه ذرات ریزپلاستیک‌ها به طور مستقیم بر مسیر حرکت آن‌ها در محیط آب تأثیر می‌گذارد. در این مرحله، محدوده اندازه میکروپلاستیک‌ها بسیار متفاوت است و کوچک‌ترین اندازه میکروپلاستیک‌ها با نوآوری تکنولوژیکیی تشخیص داده می‌شود. به طور کلی میکروپلاستیک‌هایی با اندازه ذرات کمتر از ۱ میلی‌متر در رسوبات آب شیرین فراوان است و با افزایش اندازه ذرات فراوانی ریزپلاستیک کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، در رودخانه Ciwalengke، اکثریت اندازه میکروپلاستیک‌ها ۵۰-۱۰۰ میکرومتر (۳۴٪)، پس از آن ۳۰۰-۵۰۰ میکرومتر (۱۸٪) و ۵۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر (۱۸٪) بود (Corcoran *et al.*, 2015).

رنگ

ذرات ریز پلاستیکی رنگی توسط موجودات آبزی به راحتی با غذا اشتباه گرفته می‌شوند (He *et al.*, 2020). رنگ یکی از مهمترین‌ها در تحقیقات میکروپلاستیک‌ها می‌باشد. رنگ‌های مختلف میکروپلاستیک شامل سفید، شفاف، قرمز، زرد، سبز، قهوه‌ای، خاکستری و غیره ثبت شد. علاوه بر این رنگ‌ها به شناسایی منابع میکروپلاستیک‌ها کمک می‌کنند. میکروپلاستیک‌های شفاف معمولاً از پلاستیک‌های یکبار مصرف مانند کیسه‌های پلاستیکی و لیوان‌ها و بطری‌ها و میکروپلاستیک‌های رنگی به احتمال زیاد از انواع محصولات پلاستیکی مصرفی با عمر طولانی حاصل می‌شوند (Andrady, 2017). از آنجا که رنگ دائمی

نیست و فرآیندهای سفید کننده می‌تواند در فرآیند آماده سازی نمونه رخ دهد. بحث در مورد رنگ برای استنباط نوع یا منشأ میکروپلاستیک‌ها باید دقیق باشد. نیمی از مطالعات روی رسوبات آب شیرین توضیحی درباره رنگ آن ندارند.

انواع پلیمر

ترکیب شیمیایی اساسی‌ترین معیار برای تعریف آلودگی ریز پلاستیک است. پلاستیک‌ها پلیمرهای مصنوعی هستند که از ترکیبات مختلفی با ویژگی‌های متفاوت ساخته شده‌اند. انواع پلیمرهای پلاستیکی پلی اتیلن (PE)، پلی پروپیلن (PP)، پلی استایرن (PS)، پلی وینیل کلرید (PVC)، و پلی اتیلن ترفتالات (PET) می‌باشند (Lusher *et al.*, 2017). در مناطق مختلف در تجزیه و تحلیل برای میکروپلاستیک‌های موجود در رسوبات آب شیرین پلی اتیلن فراوان‌ترین و پس از آن PP و PS و پس از آنها ترکیبات شیمیایی بسیار متفاوت یافت شد.

در رسوبات رودخانه سنت لورنس نقطه ذوب گلوله‌های ریز پلاستیک ۱۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد بود که نشان دهنده ترکیب پلی اتیلن است (Castañeda *et al.*, 2014). در رودخانه Ciwalengke ترکیبات پلی اتیلن ترفتالات (PET) و پلی آمید (PA) بیشترین تراکنش را داشت (Alam *et al.*, 2019).

ترکیبات مصنوعی در ناکدونگ رودخانه از بیشترین تنوع به کمترین به ترتیب PP، PE، PES، PVC، PS، آکریلیک، پلی دی متیل سیلوکسان، PU، پلی (اکریلات-استایرن) و پلی (لوریل اکریلات) هستند. تا کنون، هیچ همبستگی یا توضیحی برای تغییرپذیری ترکیب انواع پلیمرها در رسوبات آب شیرین وجود ندارد. در تحقیقات می‌توان روی فاصله طی شده نمونه و تغییر محل نمونه بیشتر تمرکز کرد.

مقایسه ریزپلاستیک در رسوبات دریایی و آب شیرین

میکروپلاستیک‌ها در رسوبات دریایی و رسوبات آب شیرین و آبهای سطحی در سطح جهانی رایج هستند. از قسمت‌های سطحی متوجه می‌شویم که ویژگی‌های ریزپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین در بین رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن بسیار متفاوت است. این تفاوت برای میکروپلاستیک‌ها در محیط آب شیرین و محیط دریایی نیز وجود دارد. بررسی توزیع اندازه ریزپلاستیک‌ها روی رسوبات دریایی نشان می‌دهد که اندازه ذرات ریزپلاستیک‌ها عمدتاً از ۱ تا ۵ میلی‌متر توزیع می‌شود. برای مثال، در امتداد سواحل جنوب شرقی هند، میکروپلاستیک‌ها بیشترین نسبت را در خط جزر و مد با سایز ۲ تا ۴ میلیمتر و تراکم ۸۷٪ نسبت به سایر جاها دارد (Karthik *et al.*, 2018). با افزایش اندازه میکروپلاستیک‌ها، فراوانی میکروپلاستیک‌ها کاهش می‌یابد. البته هنگامی که اندازه میکروپلاستیک کمتر از ۱ میلی متر است، با کاهش اندازه ریز پلاستیک، غلظت آن به سرعت کاهش می‌یابد. علاوه بر این، اندازه ریزپلاستیک‌های گزارش شده در مطالعات فردی بوده و با روش اندازه گیری نمونه ریزپلاستیک و روش شناسایی آنها تعیین می‌شود. در محیط آب شیرین، اندازه متوسط ریز پلاستیک نمونه‌ها جمع آوری شده با استفاده از الک یا ترال با اندازه منافذ ۲۰۰-۱۰۰۰ میکرومتر، ۱ میلی‌متر تا چند میلی‌متر می‌باشد. در حالی که نمونه‌ها با استفاده از اندازه منافذ ۵۰-۶۳ میکرومتر جمع آوری شوند اندازه متوسط میکروپلاستیک‌ها به نظر می‌رسد با اندازه متوسط کمتر از ۷۰۰ میکرومتر باشد. پلیمرهای مختلف دارای چگالی متفاوتی هستند که روی نحوه ورود ریزپلاستیک‌ها به رسوبات آب شیرین تأثیر می‌گذارد. رایج‌ترین انواع پلیمری میکروپلاستیک‌ها که در سطح محیط آب شیرین و نمونه‌های ساحلی یافت می‌شوند پلیمرهای با چگالی کمتر هستند (PE، PP و PS)، و چگالی آن‌ها حدوداً ۱ گرم در سانتی‌متر مکعب است (Andrady, 2017; Li *et al.*, 2020). همچنین PE، PP و PS بیشترین نسبت رسوبات آب شیرین را به خود اختصاص داده است. فراوانی این سه نوع پلیمر با تقاضای زیاد این مواد ارتباط تنگاتنگی دارد. توزیع تقاضای پلاستیک در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که PP، PE و PS بیشترین تقاضای پلاستیک در جهان را دارند که در بین آنها تقاضا برای PP و PE رتبه‌های اول و دوم را در جهان دارد

(Plastics Europe, 2019) که بیشتر در بسته بندی مواد غذایی، کیسه‌های قابل استفاده مجدد و سایر محصولات پلاستیکی با عمر کوتاه و یکبار مصرف استفاده می‌شود. محققان معتقدند که ۸۰ درصد از ریزپلاستیک ها در اقیانوس از خشکی می‌آیند و رودخانه‌ها یکی از اصلی‌ترین راه‌های دستیابی میکروپلاستیک‌ها به اقیانوس هستند (He *et al*., 2020).

منابع میکروپلاستیک

میکروپلاستیک‌ها از لحاظ نظری به دو قسمت میکروپلاستیک‌ها و میکروپلاستیک‌های ثانویه تقسیم می‌شوند. میکروپلاستیک‌های اولیه اشاره دارند به محصولات صنعتی از ذرات پلاستیک، که به داخل محیط آب از طریق رودخانه‌ها و تصفیه خانه‌های فاضلاب و غیره تخلیه می‌شوند. ذرات ریز پلاستیک موجود در لوازم آرایشی یا ذرات پلاستیک و ذرات رزین به عنوان ذرات اولیه هستند. در رسوبات ساحل رودخانه راین-ماین، گلوله‌های ریز پلاستیکی با اندازه ذرات ۶۳ تا ۲۰۰ میکرومتر با ریزکره‌های مصنوعی مورد استفاده در لوازم آرایشی و شوینده‌ها ارتباط نزدیکی دارد که منبع میکروپلاستیک‌های اولیه را مطرح می‌کند. دانه‌های ریز یافت شده در رسوب رودخانه سنت لارنس با اندازه کوچک و ترکیب پلی اتیلن منبع محصولات مصرفی را تأیید می‌کند (Castañeda *et al*., 2014). نشت از کارخانه‌های تولید محصولات کوچک نیز یک راه برای ریز پلاستیک‌های اولیه به محیط می‌باشد (Peng *et al*., 2018). در بین محصولات پلاستیکی، بسته پلاستیکی دارای کوتاه‌ترین طول عمر است. پس از استفاده بسیاری از بسته‌های پلاستیکی در محیط دور ریخته می‌شوند و ممکن است تعداد زیادی فیلم تولید کنند. در حین فرایند شستشو و استفاده از مواد شوینده هزاران فیبر تخلیه می‌شود و ریز پلاستیک فیبری تا ۶ میلیون مورد در هر ۵ کیلوگرم شستشو می‌تواند در فاضلاب تخلیه شود (Rodrigues *et al*., 2018). میکروپلاستیک‌های فیبری نیز در طول استفاده معمول یا پوشیدن منسوجات می‌توانند تولید شوند. فعالیت‌های انسانی ارتباط خاصی با انواع میکروپلاستیک‌ها دارد. میکروپلاستیک‌های اولیه معمولاً در نمونه‌های مناطق توسعه یافته یا منطقه صنعتی یافت می‌شوند. برای مثال گلوله‌هایی در رودخانه شهری شانگهای که کارخانه تولید پلاستیک کوچک در نزدیکی آن وجود دارد پیدا شد (Peng *et al*., 2018). گلوله بیشترین مقدار در رسوبات رودخانه Ciwalengke بود (Castañeda *et al*., 2014). عدم وجود ریزپلاستیک‌های اولیه و فراوانی قطعات و الیاف در رسوبات داخل رودخانه‌ها و دریاچه‌های فلات تبت نشان می‌دهد که از خرد شدن یا آسیب دیدن محصولات پلاستیکی خانگی و زباله نشات گرفته است.

مسیرهای انتقال میکروپلاستیک‌ها به رسوبات داخلی

فاضلاب خانگی منبع میکروپلاستیک به ویژه گلوله‌های پلاستیکی و میکروپلاستیک‌های فیبری در آب شیرین تلقی می‌شود تصفیه خانه فاضلاب از محل‌های دفن زباله، صنعت، فاضلاب خانگی و آب باران به طور مستقیم میکروپلاستیک دریافت می‌کند. وقوع طوفان‌های بارانی کمک می‌کند زباله‌های پلاستیکی غیرقابل کنترل از جمله ضایعات خانگی، پلاستیک‌های کشاورزی، کیسه‌های بافته شده در حاشیه رودخانه‌ها با رواناب آب باران به آب شیرین منتقل شوند. ریزپلاستیک‌ها با اندازه ذرات کمتر از ۰/۲ میلی‌متر و چگالی کمتر از آب از حوضه آبریز به سیستم‌های آبی داخلی و محیط‌های دریایی منتقل می‌شود.

عواملی که بر فراوانی ریزپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین تأثیر می‌گذارد شامل تراکم جمعیت در حوضه آبریز، نزدیکی به مراکز شهری، سرعت جریان آب، اندازه حوضه آب، نوع مدیریت پسماند مورد استفاده و ریختن فاضلاب می‌باشد. توزیع ریزپلاستیک‌ها در مخازن سه گردنه نشان می‌دهد که مکان‌های نمونه برداری با فراوانی میکروپلاستیک بالای ۵۰۰۰ مورد در متر مکعب تقریباً در مناطق شهری پرجمعیت واقع شده است (Di and Wang, 2018).

تراکم ریزپلاستیک‌های بالایی در دریاچه تایهو، رودخانه مروارید، رودخانه ون روی تنگ و رودخانه سنت لارنس ثبت شده است (Castañeda *et al*., 2014; Haave *et al*., 2019; Wang *et al*., 2017).

رسوبات در منطقه تحت نظارت شاخص خوبی از آلودگی ریزپلاستیک در ساحل رودخانه می‌باشد. حجم میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین هنوز به وضوح مشخص نیست. روش‌های کمی و مدل سازی برای شبیه سازی اثرات نیروهای مختلف فیزیکی بر روی میکروپلاستیک و انتقال و انتشار در طیف وسیعی از مقیاس مورد نیاز است. مقیاس‌های کوچکتر، نشان داده است نیروی محرکه باد بر توزیع میکروپلاستیک‌ها تأثیر می‌گذارد. توزیع مکانی ریزپلاستیک‌ها در مقیاس بزرگ در محیط آبی در اثر فعل و انفعال خارجی، ویژگی‌ها (مانند تراکم، شکل و اندازه) از ریزپلاستیک‌ها و همچنین محیطی که در آن قرار دارند شکل می‌گیرد. تراکم یک عامل مهم است که بر حمل و نقل ریزپلاستیک‌ها تأثیر می‌گذارد. چگالی محصولات پلاستیکی مصرفی متداول معمولاً بین ۰/۸ و ۱ گرم در سانتی‌متر مکعب است، در حالی که انواع پلیمری مانند پلی وینیل کلراید (PVC) و چگالی پلی اتیلن ترفتالات (PET) بیشتر از چگالی آب است. بنابراین چگالی ذرات ریز پلاستیک می‌تواند به طور تقریبی تعیین کند فضای ذخیره سازی آنها باشد. ذرات با چگالی کم ریز پلاستیکی تمایل دارند که سطح محیط آبی را اشغال کنند، در حالی که ریز پلاستیکهای با چگالی بالا بیشتر در دریاها رسوب می‌کنند. رسوب بیولوژیکی و جذب سایر آلاینده‌ها بر اندازه و چگالی ریزپلاستیک‌ها و بر توزیع و انتشار آنها تأثیر می‌گذارد. میکروپلاستیک تحت تأثیر عوامل محیطی مانند عمق آب، سرعت جریان، نوع ماتریس، توپوگرافی قرار می‌گیرند. در رودخانه وی بیشترین فراوانی یافت شد در یک پارک تالابی بزرگ با سرعت جریان بسیار کم ثبت شد و نشان داد کاهش سرعت رودخانه باعث می‌شود تا میکروپلاستیک‌ها راحت‌تر مستقر شوند (Haave *et al.*, 2019). فصل در فراوانی و توزیع میکروپلاستیک در رسوب رودخانه Antuã تأثیر گزار بود. بیشترین فراوانی میکروپلاستیکها در پایان فصل بارانی و کمترین فراوانی در پایان فصل خشک رخ می‌دهد (Rodrigues *et al.*, 2018). افزایش سطح میکروپلاستیک جذب آلاینده‌های شیمیایی موجود در محیط اطراف را افزایش می‌دهد. از جمله آلاینده‌های آلی (Heskett *et al.*, 2012)، آنتی بیوتیک ها (Yu *et al.*, 2020) و فلزات سنگین (Jasna *et al.*, 2018) می‌باشند. انواع و اشکال مختلف پلیمرها جذب آلاینده‌های متفاوتی دارند. برای مثال ونلافاکسین و متابولیت آن اودمتیلن ولافاکسین را می‌توان توسط میکروپلاستیک‌های PVC تا ۸۰ درصد جذب کرد. سطوح بالایی از آلاینده‌های آلی مداوم به صورت پراکنده در گلوله‌های پلاستیکی جمع آوری شده از جزایر دور افتاده یافت شد (Heskett *et al.*, 2012; Jasna *et al.*, 2018). میزان آلودگی گلوله‌های ریز پلاستیکی در سواحل جزیره Vis نشان داد که غلظت فلزات کمیاب در ریزپلاستیک‌های گلوله‌ها بیشتر از مقدار گزارش شده در آب دریا بود که نشان داد گلوله‌های ریز پلاستیکی فلزات را از محیط دریایی جذب می‌کنند (Jasna *et al.*, 2018).

اثرات ریز پلاستیک بر موجودات زنده

با کاهش اندازه میکروپلاستیک می‌توان آنها را توسط بسیاری موجودات زنده بررسی کرد. شواهد مبنی بر تأثیر جذب میکروپلاستیک‌ها بر سیستم‌های آب شیرین بسیار اندک است و بیشتر آنها در اقیانوس ثبت شده است. یافته‌های اخیر میکروپلاستیک در موجودات زنده آثار آسیب مکانیکی به روده و انسداد دستگاه گوارش، متابولیسم کند و کاهش باروری موجودات تغذیه کننده را نشان می‌دهد. اثرات ریزپلاستیک بر موجودات زنده به ترکیب شیمیایی، اندازه و شکل آنها مربوط می‌شود. مصرف ریزپلاستیک‌ها توسط موجودات آبزی با دو ویژگی اندازه و چگالی میکروپلاستیک در ارتباط هستند. تقریباً ۶۹۰ گونه دریایی تحت تأثیر آلودگی پلاستیکی در سال ۲۰۱۵ قرار گرفتند که ۱۰٪ آن‌ها میکروپلاستیک‌ها را خورده بودند (Yu *et al.*, 2020). علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها در روده یا بافت بسیاری از موجودات آبزی از جمله زئوپلانکتون (Sun *et al.*, 2017, 2018)، دوکفه‌ای و ماهی (Lusher *et al.*, 2017) یافت شدند. زباله‌های پلاستیکی یا میکروپلاستیک از طریق بلع، تأثیر مکانیکی مستقیم روی موجودات آبزی دارند (Yu *et al.*, 2020). ساییدگی و پارگی در دستگاه گوارش موجودات

آبزی مصرف غذا را کاهش داده و در نهایت منجر به گرسنگی و مرگ می‌شود. خطرات سم شناسی از مواد شیمیایی جذب شده بر روی سطح میکروپلاستیک ایجاد می‌شود (Yu *et al.*, 2020). این مواد شیمیایی و افزودنی‌های سمی با میکروپلاستیک‌ها وارد بدن می‌شوند در نتیجه باعث ایجاد اثرات سمی بر روی ارگانیسم می‌شود. مصرف میکروپلاستیک از زئوپلانکتون تا پستانداران بزرگ ثبت شده است (Cole *et al.*, 2015). غلظت بالایی از میکروپلاستیک‌ها در زئوپلانکتون‌ها در شمال دریای جنوبی چین و دریای شرق چین مشاهده شد (Sun *et al.*, 2017). این بلعیدن میکروپلاستیک‌ها توسط زئوپلانکتون دسترسی به زنجیره غذایی دریایی را فراهم می‌کند که میکروپلاستیک‌ها را به سطوح تغذیه‌ای بالاتر در طول زنجیره غذایی منتقل می‌کند. انتقال میکروپلاستیک‌ها بین صدف و خرچنگ از طریق انتقال مواد مغذی تأیید شده است و میکروپلاستیک‌ها در همولنف و بافت خرچنگ ثبت شد (Farrell and Nelson, 2013).

مطالعات نسبتاً کمی در مورد موجودات آب شیرین وجود دارد. اولین شواهد از بلع پلیمرهای پلاستیکی توسط ماهیان آب شیرین در آمازون ثبت شد. در رودخانه آمازون بررسی محتویات معده از سه گروه تغذیه‌ای ماهی (گیاهخوار، همه چیز خوار و گوشتخوار) مشخص شد که تقریباً ۸۰ درصد از گونه‌های مورد تجزیه و تحلیل دارای ذرات پلاستیک بوده و طول ذرات پلاستیک بین ۱ تا ۱۵ میلی‌متر بوده است (Andrade *et al.*, 2019). علاوه بر این میکروپلاستیک‌ها حتی در دستگاه گوارش ماهی در مناطق دوردست فلات تبت با غلظت از ۲ تا ۱۵ مورد در هر موجود ثبت شد (Xiong *et al.*, 2018). در بررسی غلظت میکروپلاستیک‌ها و فلزات سنگین در عضلات چهار ماهی تجاری در جنوب غربی ایران، میکروپلاستیک‌ها با انواع اشکال، رنگ‌ها و اندازه در همه موارد مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های ماهیچه ماهی و میانگین غلظت میکروپلاستیک‌ها در ماهیچه‌های ماهی ۷ تا ۸ مورد در ۱۰ گرم ماهیچه ماهی ثبت شد (Akhbarizadeh *et al.*, 2018). سمیت شیمیایی ریزپلاستیک‌ها و فلزات سنگین رابطه خطی خوبی را در برخی گونه‌ها نشان می‌دهد که تهدیدی برای سلامت مصرف کنندگان است.

۷. نتیجه گیری

میکروپلاستیک‌ها به یکی از آلاینده‌های فوری در محیط آبی تبدیل شده‌اند. ظهور میکروپلاستیک‌ها در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و مخازن به گسترش خود در مقیاس جهانی در حال گسترش است. با این حال هنوز اطلاعات کافی در مورد سرعت انتشار، توزیع و عوامل تأثیرگذار بر ریزپلاستیک‌ها در رسوب آب شیرین در میان مطالعات منتشر شده وجود ندارد. فراوانی نسبی از میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین ویژگی‌های مختلفی را نشان می‌دهند و در مناطق مختلف مقادیر فیبر رایج‌ترین شکل میکروپلاستیک در رسوبات آب شیرین بود. ریز پلاستیک‌های کوچک‌تر با اندازه کمتر از ۱ میلی‌متر در رسوب آب شیرین فراوان‌تر یافت شدند. رایج‌ترین رنگ‌ها در رسوبات آب شیرین سفید و شفاف بودند. برای میکروپلاستیک در آب شیرین رسوب، پلیمر PE فراوان‌ترین و پس از آن PP و PS ثبت شدند. ترکیب شیمیایی در مناطق مختلف بسیار متفاوت است. منبع اصلی میکروپلاستیک در رسوبات آب شیرین ریزپلاستیک‌های ثانویه است که محصولات پلاستیکی بزرگتر در خشکی را تشکیل می‌دهند. تراکم جمعیت و فعالیت صنعتی یا محل تصفیه خانه‌های فاضلاب به نظر می‌رسد شاخص خوبی برای توزیع آلودگی ریزپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین باشد. شرایط هیدرودینامیکی، بارندگی و سیل اثرات مهمی بر توزیع مکانی ریزپلاستیک‌ها در رسوب آب شیرین دارند. از آنجا که مطالعه میکروپلاستیک‌ها در رسوبات آب شیرین هنوز در حال انجام است، هنوز ناهماهنگی‌هایی در توصیف و مقایسه فراوانی و ویژگی‌های ریزپلاستیک‌ها وجود دارد. استاندارد سازی روشهای نمونه برداری و اندازه گیری ریزپلاستیک‌ها در رسوب آبهای شیرین امری ضروری است. بنابراین مطالعه جهانی در مورد تغییرات مکانی و زمانی میکروپلاستیک‌ها در رسوب آب شیرین نیاز به بررسی بیشتری دارد.

منابع

Akhbarizadeh R., Moore F., Kesh avarzi B. (2018). Investigating a probable relationship between microplastics and potentially toxic elements in fish muscles from northeast of Persian Gulf. Environ. Pollut. 232, 154–163.

Alam F.C., Sembiring E., Muntalif B.S. (2019). Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). Chemosphere 224, 637–645.

Alimba C.G., Faggio C. (2019). Microplastics in the marine environment: current trends in environmental pollution. Environ. Toxicol. Pharmacol. 68, 61–74.

Andrade M.C.,Winemiller K.O., Barbosa P.S. (2019). First account of plastic pollution impacting freshwater fishes in the Amazon: ingestion of plastic debris by piranhas and other serrasalmids with diverse feeding habits. Environ. Pollut. 244, 766–773.

Andrady A.L. (2017). The plastic in microplastics: a review. Mar. Pollut. Bull. 119 (1), 12–22.

Bordos G., Urbanyi B., Micsinai A. (2019). Identification of microplastics in fish ponds and natural freshwater environments of the Carpathian basin, Europe. 216, 110–116.

Castañeda R.A., Avlijas S., Simard M.A. (2014). Microplastic pollution in St. Lawrence river sediments. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 71 (12), 1767–1771.

Cole M.,Webb H., Lindeque P. (2015). Isolation ofmicroplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. Sci. Rep. 4, 1–8.

Corcoran P.L., Norris T., Ceccanese T. (2015). Hidden plastics of Lake Ontario, Canada and their potential preservation in the sediment record.Environ. Pollut. 204,17–25.

Di Mingxiao., Wang Jun. (2018). Microplastics in surface waters and sediments of the three gorges reservoir, China. Sci. Total Environ. 616, 1620–1627.

Dikareva N., Simon K.S. (2019). Microplastic pollution in streams spanning an urbanization gradient. Environ. Pollut. 250, 292–299.

Directive S.F. (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. https:// doi.org/10.2788/99475.

Haave M., Lorenz C., Primpke S. (2019). Different stories told by small and large microplastics in sediment - first report of microplastic concentrations in an urban recipient in Norway. Mar. Pollut. Bull. 141, 501–513.

Heskett M., Takada H., Yamashita R. (2012). Measurement of persistent organic pollutants (POPs) in plastic resin pellets from remote islands: toward establishment of background concentrations for international pellet watch. Mar. Pollut. Bull. 64 (2),445–448.

He B., Goonetilleke A., Ayoko G.A. (2020). Abundance, distribution patterns, and identification of microplastics in Brisbane River sediments, Australia. Sci. Total Environ. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134467.

Hurley R., Lusher A., Olsen M. (2018). Validation of a method for extracting microplastics from complex, organic-rich, environmental matrices. Environmental Science & Technology 52 (13), 7409–7417.

Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C. (2012). Microplastics in the marine environment: a reviewof the methods used for identification and quantification. Environmental science & technology 46 (6), 3060–3075.

Farrell P., Nelson K. (2013). Trophic level transfer of microplastic: Mytilus edulis (L.) to Carcinus maenas (L.). Environ. Pollut. 177, 1–3.

Ivleva N.P., Wiesheu A.C., Niessner R. (2017). Microplastic in aquatic ecosystems. Angew. Chem. Int. Ed. 56 (7), 1720–1739.

Jasna M.L., Jelena L., Pero T. (2018). Levels of trace metals on microplastic particles in beach sediments of the island of Vis, Adriatic Sea, Croatia. Pollut. Bull. 137, 231–236.

Jiang C., Yin L., Wen X. (2018). Microplastics in sediment and surface water of west dongting lake and south dongting lake: Abundance, source and composition. Int. J. Environ. Res. Public Health 15, 1–15.

Karthik R., Robin R.S., Purvaja R. (2018). Microplastics along the beaches of southeast coast of India. Sci. Total Environ. 645, 1388–1399.

Li C., Busquets R., Campos L.C. (2020). Assessment of microplastics in freshwater systems: a review. Sci. Total Environ. https://doi.org/10.1016/j. scitotenv.2019.135578.

Lusher A., Hollman P., Mendoza-Hill J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615.

Nuelle M.T., Dekiff J.H., Remy D. (2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. Environ. Pollut. 184, 161–169.

Peng G., Xu P., Zhu B. (2018). Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: a case study of risk assessment in mega-cities. Environ. Pollut. 234, 448–456.

Plastics Europe. (2019). Plastics – The Facts 2018: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.

Prata J.C., da Costa J.P., Duarte A.C. (2019). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: review. TrAC Trends Anal. Chem.110, 150–159.

Rodrigues M.O., Abrantes N., Gonçalves F.J.M. (2018). Spatial and temporal distribution of microplastics in water and sediments of a freshwater system (Antuã River, Portugal). Sci. Total Environ. 633, 1549–1559.

Scheurerm M., Bigalke M. (2018). Microplastics in Swiss floodplain soils. Environmental Science & Technology 52 (6), 3591–3598.

Scopetani C., Chelazzi D., Mikola J. (2020). Olive oil-based method for the extraction, quantification and identification of microplastics in soil and compost samples. Sci. Total Environ. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139338.

Simon-Sánchez L., Grelaud M., Garcia-Orellana J. (2019). River deltas as hotspots of microplastic accumulation: the case study of the Ebro River (NW Mediterranean). Science of the Total Environmen 687, 1186–1196.

Stock F., Kochleus C., Bänsch-Baltruschat Beate. (2019). Sampling techniques and preparation methods for microplastic analyses in the aquatic environment – a review. TrAC Trends Anal. Chem. 113, 84–92.

Sun X., Liu T., Zhu M. (2018). Retention and characteristics of microplastics in natural zooplankton taxa from the East China Sea. Sci. Total Environ. 216, 232–242.

Turner S., Horton A.A., Rose N.L. (2019). A temporal sediment record of microplastics in an urban lake, London, UK. J. Paleolimnol. 61 (4), 449–462.

Wang J., Peng J., Tan Z. (2017). Microplastics in the surface sediments from the Beijiang River littoral zone: composition, abundance, surface textures and interaction with heavy metals. Chemosphere 171, 248–258.

Wen X., Du C., Xu P. (2018). Microplastic pollution in surface sediments of urban water areas in Changsha, China: abundance, composition. Mar. Pollut. Bull. 136, 414–423.

Xiong X., Zhang K., Chen X. (2018). Sources and distribution of microplastics in China's largest inland lake–Qinghai Lake. Environ. Pollut. 235, 899–906.

Yu Q., Hu X., Yang B. (2020). Distribution, abundance and risks of microplastics in the environment. Chemosphere https://doi.org/10.1016/j. chemosphere.2020.126059.

Yuan W., Liu X.,Wang W. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. Environ. Saf. 170, 180–187.

بررسی سمیت میکروپلاستیک‌ها برای گونه‌های ماهی در محیط‌های آبی

آرش جمشیدی [۱*]، مسعود ستاری [۱،۲]، مجید راستا [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران.
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی خزر، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

چکیده

افزایش آلودگی میکروپلاستیک‌ها در انواع بوم‌سازگان‌های آبی منجر به افزایش نگرانی‌ها در مورد خطرات احتمالی آن‌ها برای موجودات زنده آبی شده است. در این بین، ماهیان که از منابع مهم پروتئین حیوانی هستند، نیاز به بررسی ویژه دارند. مطالعات زیادی در مورد این آلودگی و اثرات آن‌ها بر ماهی‌ها انجام شده است، اما به طور خلاصه جمع بندی از مجموعه این بررسی‌ها اندک است. بررسی ما مطالعات مختلف را در مورد فراهمی زیستی و سمیت میکروپلاستیک‌ها بر گونه‌های ماهی خلاصه کرده است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که آلودگی میکروپلاستیک در تمام محیط‌های آبی در سراسر جهان وجود دارد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که مصرف میکروپلاستیک‌ها توسط ماهی‌ها در محیط‌های آبی به فراوانی اتفاق می‌افتد. این در حالی است که، ماهیان آب‌های جاری و رودخانه‌ها کمتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. میکروپلاستیک‌ها پس از مصرف می‌توانند به طور جداگانه و یا در ترکیب با سایر آلاینده‌ها مشکلات مختلف سلامتی را برای ماهی‌ها به وجود آورند. این مطالعه اطلاعات کاملی در مورد این آلودگی نوظهور ارائه داده و پیشنهاداتی برای مطالعات بعدی ارائه می‌دهد.

واژگان کلیدی: فراهمی زیستی، مطالعات آزمایشگاهی، آب شیرین، ماهی، آلودگی جهانی

Investigation of Toxicity of microplastics to fish species in aquatic environments

Arash Jamshidi[1*]; Masoud Sattari[1,2]; Majid Rasta[1]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran.

Email: arash.jamshidi67@gmail.com

Abstract

Increasing microplastics (MPs) pollution in a variety of aquatic environments has raised concerns about their threats to the aquatic environment and also marine organisms. In the meantime, fish is an important source of animal protein, so the effects of MPs on fish need to be investigated. Many studies have considered this contamination and its effects on fish, but in summary, the collection of these studies is rare. Our study summarizes various studies on the bioavailability and toxicity of MPs on fish species. In general, it can be concluded that MPs contamination exists in all aquatic environments around the world. Studies show that the ingestion of MPs by fish in aquatic environments occurs frequently. Fish in flow waters and rivers have been less studied. MPs can cause various health problems for fish after ingestion, lonely or in combination with other contaminants. This study provides complete information about this emerging contamination and offers suggestions for further studies.

Keywords: Bioavailability, Laboratory studies, Freshwater, Fish, Global pollution

مقدمه

تولید پلاستیک طی سال‌های اخیر در جهان افزایش چشمگیری داشته و در سال ۲۰۱۷ به ۳۵۰ میلیون تن رسیده است. کاربرد پلاستیک تقریباً همه جنبه‌های زندگی مدرن از جمله بسته‌بندی، ساخت و ساز، خودرو، لوازم الکترونیکی و برقی، پوشاک، کشاورزی و غیره را در بر می‌گیرد (PlasticsEurope, 2018). رشد پایدار در تولید پلاستیک و کاربرد زیاد آن منجر به افزایش حجم زباله‌های پلاستیکی وارد شده به محیط شده است (Barnes *et al*., 2009). تکه تکه شدن مداوم اقلام پلاستیکی به دلیل تخریب ناشی از هوازدگی می‌تواند میکروپلاستیک‌های ثانویه بی شماری (با قطر کمتر از ۵ میلی‌متر) تولید کند (Arthur, 2009; Thompson *et al*., 2004). میکروپلاستیک‌ها می‌توانند هنگامی که در ابعاد کوچک مثلاً برای موارد خاص در مصارف خانگی یا صنعتی، مانند میکرو دانه‌های پلاستیکی به صورت محصولات مراقبت و آرایشی، اسکرابر برای تمیز کردن مواد ساینده و مواد اولیه برای تولید پلاستیک ساخته شده‌اند منشاء اولیه داشته باشند (Cole *et al*., 2011). ارزیابی شده است که هر سال حدود ۲۴۵ تن ذرات پلاستیکی تولید می‌شود که در نهایت به آب‌های جهانی ختم می‌شوند (Auta *et al*., 2017). میکروپلاستیک‌ها تقریباً در همه انواع زیستگاه‌های آبی توزیع می‌شوند و این امر آن‌ها را در دسترس طیف وسیعی از موجودات آبزی از جمله ماهیان قرار می‌دهد (Baldwin *et al*., 2016; Dai *et al*., 2018; Lusher *et al*., 2016). به دلیل اندازه کوچک و شباهت آن‌ها به مواد غذایی طبیعی به طور تصادفی یا به اشتباه توسط ماهیان مصرف می‌شوند (Crawford and Quinn, 2017). شواهدی از مصرف میکروپلاستیک‌ها توسط بیش از ۱۵۰ گونه ماهی هم در بوم‌سازگان‌های دریایی و هم آب گزارش شده است (Jabeen *et al*., 2017). بلعیدن میکروپلاستیک‌ها می‌تواند اثرات فیزیکی متعددی روی ماهی (مانند آسیب مکانیکی و انسداد دستگاه گوارش) ایجاد کرده و همچنین یک مسیر بالقوه برای ورود برخی از مواد خطرناک (به عنوان مثال افزودنی‌های پلاستیکی سمی و مواد شیمیایی که از ماتریس‌های محیطی جذب می‌شوند) به شبکه غذایی آبزیان فراهم کند (Wright and Kelly, 2017). از آنجا که ماهی منبع پروتئین مهمی برای انسان است حضور و اثرات اکوتوکسیکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها در ماهی ممکن است عواقبی بر سلامت انسان‌ها از طریق مصرف غذاهای آبزی داشته باشد (Barboza *et al*., 2018; Wright and Kelly, 2017). تعداد زیادی مطالعات در مورد بلع و اثرات میکروپلاستیک در ماهیان انجام شده است. بنابراین در این مطالعه به بررسی حضور فراگیر میکروپلاستیک‌ها در آب‌های جهانی و بلعیدن گسترده میکروپلاستیک‌ها توسط ماهیان می‌پردازیم. همچنین در این مطالعه به عوامل بالقوه مؤثر بر فراهمی زیستی میکروپلاستیک‌ها برای ماهی‌ها پرداخته و به ارزیابی اثرات اکوتوکسیکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها و آلاینده‌های مرتبط روی ماهی با جمع بندی مطالعات و ارائه پیشنهاداتی برای رفع این مشکل می‌پردازیم.

ظهور میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی:

آلودگی میکروپلاستیک‌ها در آب‌های شیرین و محیط‌های دریایی به دلیل توزیع فراگیر آنها نگرانی فزاینده‌ای ایجاد کرده است و ظهور میکروپلاستیک‌ها در طیف گسترده‌ای از محیط‌های آبی شامل آب‌های سطحی، ستون آب با عمق مختلف، رسوبات بنتیک و حتی هسته یخ در مناطق قطبی گزارش شده است. میکروپلاستیک‌های موجود در محیط‌های آبی می‌توانند به میزان قابل توجهی متفاوت باشند و رنگ آن‌ها منابع متنوع آن‌ها را نشان می‌دهد. به عنوان مثال الیاف شفاف ممکن است ناشی از تورهای ماهیگیری باشند. در حالی که میکروپلاستیک‌های رنگی به احتمال زیاد ناشی از سایش یا تکه تکه شدن برخی از کالاهای پلاستیکی مانند پوشاک و صنایع بسته‌بندی هستند (Abidli *et al*., 2018; Wang *et al*., 2017). رایج‌ترین اشکال میکروپلاستیک‌ها در آب‌های جهانی الیاف و قطعات پلاستیکی هستند که عمدتاً در اثر تکه تکه شدن پلاستیک‌های بزرگ ایجاد می‌شوند (Dai *et al*., 2018; Eriksen *et al*., 2014; Zhang *et al*., 2018). بیش از ۵ تریلیون قطعه

بقایای پلاستیکی شناور که بیش از ۹۰٪ آن‌ها حاصل از تکه تکه شدن قطعات پلاستیکی بزرگ‌تر بودند (میکروپلاستیک‌های ثانویه) در دریا ثبت شده است (Eriksen *et al.*, 2014). این‌ها نشان می‌دهد که در محیط‌های آبی منشأ اصلی میکروپلاستیک‌ها ثانویه است. منابع انواع عمده پلیمری میکروپلاستیک‌ها شامل پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی استایرن، پلی استر و پلی وینیل کلراید است که با تولید انبوه و گسترده استفاده از این پلیمرها در سراسر جهان مطابقت دارد (Horton *et al.*, 2017; PlasticsEurope, 2018). فقدان استراتژی مدیریت پسماند منجر به افزایش تراکم این مواد در تمام لایه‌های محیط‌های آبی می‌شود. با در نظر گرفتن ورود پیوسته اقلام پلاستیکی و تجزیه ناپذیری بقایای آن‌ها مقادیر میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی همچنان افزایش می‌یابد (Barnes *et al.*, 2009; Eriksen *et al.*, 2014). ورود میکروپلاستیک‌ها به آب عمدتاً توسط فعالیت‌های انسانی انجام می‌شود. تخمین زده شد که یک بار شستن لباس با استفاده از ماشین‌های لباسشویی خانگی می‌توانند بیش از ۱۹۰۰ الیاف میکروپلاستیک تولید کند (Browne *et al.*, 2011). غلظت میکروپلاستیک‌ها در مواد آرایشی صورت می‌تواند تا ۵۰۳۹۱ قطعه در گرم از نوع اولیه باشد. معمولاً یک بار استفاده از این مواد می‌تواند ۱۰۰۰۰-۱۰۰۰۰۰ میکروپلاستیک‌ها را در سیستم فاضلاب خانگی آزاد کند (Cheung and Fok, 2017). اگرچه تصفیه خانه‌های فاضلاب مدرن (WWTP) قادر به از بین بردن حجم زیادی از میکروپلاستیک‌های بزرگ‌تر از طریق مدیریت پساب هستند اما هنوز مقدار قابل توجهی میکروپلاستیک از سیستم‌های دفع فاضلاب در حال خروج و ورود به آب‌های جاری هستند (Carr *et al.*, 2016; Murphy *et al.*, 2016). منابع احتمالی این بسترهای پلاستیکی شامل آبزی‌پروری، ماهیگیری، حمل و نقل و گردشگری می‌باشد (Cole *et al.*, 2011). به عنوان مثال، میکروپلاستیک‌ها به طور گسترده در آب‌های سطحی دریاچه‌های شهری ووهان چین با نوع غالب الیاف که تا حدی به تخریب تورها یا لوازم ماهیگیری مربوط می‌شد گزارش شدند (Wang *et al.*, 2017). در خلیج هواتولکو در جنوب مکزیک، اعتقاد بر این بود منبع میکروپلاستیک‌های موجود عمدتاً از فعالیت‌های گردشگری هستند (Retama *et al.*, 2016). از این رو، توزیع میکروپلاستیک‌ها در محیط‌های آبی می‌تواند بسیار ناهمگن باشد، که به شدت تحت تأثیر تراکم جمعیت یا فعالیت‌های انسانی در اطراف آب است. میکروپلاستیک‌ها از مجموعه‌ای پیچیده از ذرات با اشکال، اندازه‌ها، رنگ‌ها، چگالی‌ها و ترکیبات شیمیایی مختلف، که ممکن است در نتیجهٔ فرآیندهای حمل و نقل آن‌ها باشد تشکیل شده‌اند (Zhang, 2017).

چگالی پلاستیک‌های بکر معمولاً در محدوده ۰/۸ تا ۱/۵ گرم در سانتی‌متر مکعب هستند، در حالی که چگالی آب خالص ۱ گرم در سانتی متر مکعب و آب دریا ۱/۰۲ تا ۱/۰۷ گرم در سانتی‌متر مکعب است. بعد از ورود به محیط آبی، میکروپلاستیک‌های با چگالی کم‌تر مانند پلی اتیلن و پلی پروپیلن تمایل دارند روی سطح آب شناور شوند، در حالی که ذرات با چگالی بالا مانند پلی وینیل کلراید و پلی استر احتمال غرق شدن دارند. با این وجود، چگالی میکروپلاستیک‌ها ممکن است بر حسب زمان حضور در محیط و به دلیل تجمع ناهمگن با سایر دانه‌ها و تشکیل بیوفیلم‌های روی سطح آن متفاوت باشد (Kooi *et al.*, 2017). صرف نظر از چگالی آن‌ها، میکروپلاستیک‌ها با اندازه کوچک‌تر می‌توانند در ستون آب معلق شوند (Filella, 2015). شکل میکروپلاستیک‌ها نیز ممکن است بر رفتار هیدرودینامیکی آن‌ها تأثیر بگذارد، مثلاً ذرات دانه‌ای معمولاً روی سطح آب وجود دارند در حالی که الیاف به طور گسترده‌ای در ستون آب و رسوب تشخیص داده می‌شوند (Zhang, 2017). میکروپلاستیک‌ها تحت تأثیر جریانات سطحی و نیروهای باد، می‌توانند در مسافت نسبتاً طولانی منتقل شوند، مسئله‌ای که از حضور آن‌ها در آب‌های جهانی می‌توان آن را توجیه کرد. حضور همه جانبه این ذرات در محیط‌های آبی و اشغال زیستگاه‌های مختلف دسترسی موجودات آبزی به آن‌ها را افزایش می‌دهد.

جذب میکروپلاستیک توسط ماهی در محیط‌های طبیعی:

بلعیدن میکروپلاستیک توسط ماهیان از آب‌های مختلف جهانی به طور گسترده مستند شده است. بیشتر شواهد مربوط به بلعیدن میکروپلاستیک‌ها توسط گونه‌های ماهی از تجزیه و تحلیل محتویات دستگاه گوارش ماهی حاصل شده است. ماهیان آلوده به میکروپلاستیک‌ها شامل طیف گسترده‌ای از گونه‌ها هستند که در زیستگاه‌های مختلف زندگی می‌کنند. میکروپلاستیک‌های شناسایی شده در ماهیان تفاوت‌های قابل توجهی در رنگ، شکل و پلیمر دارند. میکروپلاستیک‌های رشته‌ای و تکه پاره رایج‌ترین اشکال تشخیص داده شده در آب‌های جهانی بوده‌اند (Alomar and Deudero, 2017; Boerger *et al.*, 2010; Lusher *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2017). پلی اتیلن، پلی پروپیلن، پلی استر و پلی استایرن به عنوان بیشترین پلیمرهای تولید شده در اطراف جهان اغلب در دستگاه گوارش ماهیان وجود دارند (PlasticsEurope, 2018). مصرف میکروپلاستیک توسط ماهی می‌تواند مستقیماً به دلیل مصرف و بلع توسط ماهی یا غیر مستقیم از طریق مصرف سایر موجودات زنده حاوی میکروپلاستیک باشد (Batel *et al.*, 2016). به عنوان مثال، میکروپلاستیک‌ها به طور گسترده‌ای در معده ماهی سیاه دهان (*Galeus melastomus*) از دریای مدیترانه ثبت شده که می‌تواند به تجمع زیستی از طعمه‌های خود که به میکروپلاستیک آلوده شده بودند نسبت داده شود (Alomar and Deudero, 2017). میکروپلاستیک‌ها در دستگاه گوارش ماهیان از جمله معده و روده بیشتر هستند. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها نیز می‌توانند به پوست ماهی بچسبند یا به بافت‌های دیگر مانند آبشش، کبد و ماهیچه منتقل شوند. متأسفانه، اطلاعات مربوط به وجود میکروپلاستیک‌ها در بافت‌های خارج از دستگاه گوارش ماهی در حال حاضر بسیار محدود است.

فراهمی زیستی میکروپلاستیک‌ها برای ماهیان:

میکروپلاستیک‌ها تقریباً در همه انواع زیستگاه‌های آبی فراگیر هستند و همان اندازه که رسوبات را اشغال می‌کنند، در دسترس طیف وسیعی از موجودات آبزی از جمله ماهیان قرار می‌گیرند. عوامل زیادی می‌توانند بر فراهمی زیستی تأثیر بگذارند. به طور کلی اعتقاد بر این است در مقایسه با گونه‌های شکارچی، ماهیان فیلترکننده و کف‌خوار بیشتر مستعد دریافت میکروپلاستیک‌ها هستند که دلیل آن استراتژی تغذیه غیر انتخابی آن‌ها است (Wesch *et al.*, 2016). ماهیان همه چیز خوار مقدار بیشتری از میکروپلاستیک ها نسبت به ماهیان گیاهخوار و گوشتخوار مصرف می‌کنند. نتایج یک مطالعه نشان داد که در مقایسه با ذرات سیاه و قرمز و سفید، میکروپلاستیک های سفید در ماهی گوبی معمولی (*Pomatoschistus microps*) از مصب لیما و رودخانه‌های مینهو در شبه جزیره ایبری شمال غربی فراوانی بیشتری داشتند که علت این فروانی ظاهر مشابه میکروپلاستیک‌های سفید به میگوی آب شور (Artemia nauplii) است که رنگ این میگو نیز معمولاً کم رنگ و به عنوان طعمه اصلی برای گوبی معمولی محسوب می‌شود (Carlos de Sa *et al.*, 2015). شکل یا اندازه مناسب می‌تواند احتمال خوردن میکروپلاستیک‌ها توسط ماهی را افزایش دهد (Auta *et al.*, 2017). در اقیانوس آرام شمالی Boerger و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که رایج‌ترین اندازه میکروپلاستیک‌های خورده شده توسط Myctophidae ۱ تا ۲/۷۹ میلی‌متر بوده مه اندازه مشابهی با گونه‌های پلانکتون دارد که منبع اصلی غذایی برای این ماهیان هستند. چگالی میکروپلاستیک‌ها تا حد زیادی موقعیت عمودی آن‌ها را در ستون آب تعیین می‌کند، که می‌تواند بر بلع آبزیان مختلف در مواجهه با میکروپلاستیک ها تأثیر بگذارد. برای مثال، ماهیان سطح‌زی بیشتر با پلیمرهای با چگالی پایین روبرو می‌شوند (به عنوان مثال، پلی پروپیلن و پلی اتیلن) در حالی که گونه‌هایی که در عمق پایین‌تر زندگی می‌کنند ممکن است با میکروپلاستیک‌های با چگالی بالاتر (به عنوان مثال پلی وینیل کلراید و پلی اتیلن ترفتالات) مواجه شوند (Lusher *et al.*, 2013). با این حال، عدم قطعیت‌های زیادی در مورد مکانیسم‌های اساسی کنترل رفتار تغذیه‌ای ماهیان در مواجه با میکروپلاستیک‌ها وجود دارد و هنوز مطالعات بیشتری برای روشن شدن تعامل مکانیسم‌های بین میکروپلاستیک‌ها و ماهیان مورد نیاز است.

اثرات سمی میکروپلاستیک‌ها بر روی ماهیان:

تا به امروز، مطالعات با هدف بررسی اثرات میکروپلاستیک بر روی ماهیان مختلفی انجام شده است. پس از بلع، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند در دستگاه گوارش ماهی جمع شوند و باعث انسداد در سراسر دستگاه گوارش و کاهش تغذیه به دلیل سیری شوند (Lusher *et al.*, 2013). همچنین خوردن میکروپلاستیک‌ها می‌تواند منجر به مشکلات ساختاری و عملکردی دستگاه گوارش شود که به نوبه خود بر تغذیه و رشد تاثیرگذار است (Jabeen *et al.*, 2018). علاوه بر این، ذرات پلاستیکی بسیار ریز قادرند به اندام‌های دیگر ماهی مانند کبد و آبشش منتقل شده و ایجاد آسیب در این اندام‌ها کنند (Lu *et al.*, 2016). سنجش‌های زیستی موجود نشان می‌دهد که قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها با طیف گسترده‌ای از سمیت بر ماهی مرتبط است. مطالعاتی در محیط آزمایشگاهی نیز انجام شده است که در بیشتر مطالعات تنها یک نوع میکروپلاستیک استفاده شده است، در حالی که در محیط طبیعی میکروپلاستیک‌های متنوعی وجود دارد. علاوه بر این غلظت میکروپلاستیک‌ها و ویژگی‌های ظاهری میکروپلاستیک‌ها نیز بر انتخاب‌پذیری تغذیه ماهیان تاثیرگذار است. Rochman و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که بر روی ماهی (*Oryzias latipes*) انجام دادند، وجود میکروپلاستیک‌های پلی اتیلن با تجمع زیستی هیدروکربن‌های معطر چند حلقه‌ای، بی فنیل‌های کلراید و دیفنیل‌های پلی برومین را در ماهیان گزارش و بیان کردند که این ذرات می‌توانند باعث آسیب در کبد ماهی، از جمله کاهش گلیکوژن، واکوئل چربی و نکروز سلولی شوند. در مطالعه دیگری Barboza و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که غلظت جیوه در آبشش‌ها و کبد ماهیان جوان باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) که در معرض میکروپلاستیک‌ها و جیوه بودند به ترتیب تا ۲ و ۱/۶ برابر بیشتر از ماهیانی بود که در معرض غلظت‌های مشابه جیوه بدون حضور میکروپلاستیک قرار داشتند. Batel و همکاران (۲۰۱۶) یک زنجیره غذایی مصنوعی آبزیان با استفاده از ناپلی میگو آب شور (*Artemia sp.*) و گورخرماهی (*Danio rerio*) ایجاد و مشاهده کردند که میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به عنوان حاملی برای انتقال بنزو (پیرن) از ناپلی میگو به گورخرماهی عمل کنند. این نشان می‌دهد که ماهیان می‌توانند از طریق تغذیه در معرض آلودگی‌های مرتبط با میکروپلاستیک قرار بگیرد. با این حال نوع پلاستیکی که بیشترین قابلیت انتقال را دارد هنوز مشخص نشده است. علاوه بر این، میکروپلاستیک‌ها مخازنی برای جذب آنتی بیوتیک‌ها و برخی از میکروارگانیسم‌های مضر که مصرف آن‌ها ممکن است باعث بیماری شوند، هستند (Yang *et al.*, 2018). تأیید شده است که میکروپلاستیک‌ها می‌توانند به عنوان حامل بیماری‌های باکتریایی ماهی مثل *Aeromonas salmonicida* عمل کنند (Virsek *et al.*, 2017). با این حال، آیا خوردن میکروپلاستیک‌ها می‌تواند جمعیت ماهی را در معرض ویروس قرار دهد نیاز به بررسی بیشتری دارد.

نتیجه گیری و توصیه‌ها:

میکروپلاستیک‌ها آلودگی‌های محیطی در حال ظهور هستند. گزارش شده است که این ذرات پلاستیکی کوچک تقریباً در همه زیستگاه‌های آبی در اطراف جهان توزیع شده‌اند. به دلیل انتشار مداوم زباله‌های پلاستیکی به محیط زیست و تکه تکه شدن پلاستیک‌های قدیمی، تعداد میکروپلاستیک‌ها در آب‌های جهانی همچنان درحال افزایش است. شیوع میکروپلاستیک‌ها در سیستم‌های آبی، این ذرات را در دسترس جمعیت ماهیان قرار می‌دهد. شواهد نشان می‌دهد که انواع گونه‌های ماهی مستعد خوردن میکروپلاستیک‌ها هستند. بعد از بلع، میکروپلاستیک‌ها می‌توانند در دستگاه گوارش ماهی تجمع پیدا کنند و قادر به انتقال به اندام‌های دیگر هستند. قرار گرفتن در معرض میکروپلاستیک‌ها می‌تواند مشکلات مختلف سلامتی را برای ماهیان ایجاد کند. همچنین میکروپلاستیک‌ها ممکن است در انتقال مواد شیمیایی خطرناک و میکروارگانیسم‌های بیماری زا به ماهی تاثیرگذار باشند.

مطالعات فعلی در مورد میکروپلاستیک‌ها بر حضور و اثرات آن‌ها عمدتاً روی ماهیان دریایی متمرکز شده است، در حالی که اطلاعات مربوط به گونه‌های آب شیرین هنوز کافی نیست. در مقایسه با محیط‌های دریایی، سیستم‌های آب شیرین از موارد مشابهی یا حتی شدیدتر به میکروپلاستیک‌ها رنج می‌برند. بنابراین، وقوع و اثرات اکوتوکسیکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها بر ماهیان آب شیرین مستلزم تلاش‌های بیشتر در آینده است. شواهد مصرف میکروپلاستیک‌ها توسط ماهی بیشتر از تجزیه و تحلیل دستگاه گوارش آن‌ها حاصل می‌شود. بررسی حضور میکروپلاستیک‌ها در اندام‌های دیگر مانند عضله، آبشش، پوست و مجاری گوارشی که می‌تواند اطلاعات مفیدی برای ارزیابی پتانسیل انتقال ارائه دهد ضروری است. بررسی میکروپلاستیک‌ها در زنجیره غذایی و خطرات احتمالی آن‌ها نقش مهمی در روشن شدن اثرات اکوتوکسیکولوژیکی میکروپلاستیک‌ها ایفا می‌کند. در آینده باید سناریوهای مرتبط با محیط زیست از نظر غلظت مواجهه، توزیع اندازه، شکل و نوع پلیمر میکروپلاستیک‌ها به منظور درک واقعی از خطرات مربوط به میکروپلاستیک‌ها و آلودگی در محیط آبی مورد بررسی قرار گیرد. اثرات مورفولوژیکی میکروپلاستیک‌ها در ترجیح تغذیه ماهی نیز نیاز به شفاف سازی بیشتر دارد. در محیط طبیعی آبزیان، میکروپلاستیک‌ها حامل‌های احتمالی برخی از مواد خطرناک مانند آلاینده‌های آلی، فلزات سنگین، ژن‌های مقاوم به آنتی بیوتیک و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند. میزان وجود میکروپلاستیک‌ها به طور مداوم نیاز به شناسایی دارد. تلاش‌های تحقیقاتی برای نشان دادن اکوتوکسیکولوژیکی اثرات میکروپلاستیک بر ماهیان از فرد به جمعیت بسیار توصیه می‌شود. به منظور ارزیابی علمی تهدیدهای کلی این آلودگی‌های نوظهور برای گونه‌های ماهی و ایمنی غذای آبزیان برای انسان و همچنین ترویج توسعه و اجرای سیاست‌ها یا مقررات مناسب برای کاهش ورود میکروپلاستیک‌ها به منظور حفاظت از ماهی به محیط‌های آبی مطالعات و بررسی‌های گسترده‌تری باید صورت گیرد.

منابع

Abidli S., Antunes J.C., Ferreira J.L., Lahbib Y., Sobral P., El Menif N.T. (2018). Microplastics in sediments from the littoral zone of the north Tunisian coast (Mediterranean Sea). Estuar. Coast Shelf Sci. 205, 1–9.

Alomar C., Deudero S. (2017). Evidence of microplastic ingestion in the shark Galeus melastomus Rafinesque, 1810 in the continental shelf off the western Mediterranean Sea. Environ. Pollut. 223, 223–229.

Arthur C. (2009). In: Preceeding of International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris. vol. 30 NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R.

Auta H.S., Emenike C.U., Fauziah S.H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment:a review of the sources, fate, effects, and potential solutions. Environ. Int. 102, 165–176.

Bakir A., Rowland S.J., Thompson R.C. (2014). Enhanced desorption of persistent organic pollutants from microplastics under simulated physiological conditions. Environ. Pollut. 185, 16–23.

Baldwin A.K., Corsi S.R., Mason S.A. (2016). Plastic debris in 29 great lakes tributaries: relations to watershed attributes and hydrology. Environ. Sci. Technol. 50, 10377–10385.

Barboza L.G.A., Vethaak A.D., Lavorante B.R., Lundebye A.K., Guilhermino L. (2018). Marine microplastic debris: an emerging issue for food security, food safety and human health. Mar. Pollut. Bull. 133, 336–348.

Barnes D.K., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 364, 1985–1998.

Batel A., Linti F., Scherer M., Erdinger L., Braunbeck T. (2016). Transfer of benzo[a]pyrene from microplastics to Artemia nauplii and further to zebrafish via a trophic food web experiment: CYP1A induction and visual tracking of persistent organic pollutants. Environ. Toxicol. Chem. 35,1656–1666.

Boerger C.M., Lattin G.L., Moore S.L., Moore C.J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North pacific Central Gyre. Mar. Pollut. Bull. 60, 2275–2278.

Browne M.A., Crump P., Niven S J., Teuten E., Tonkin A., Galloway T., Thompson R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: sources and sinks. Environ. Sci. Technol. 45, 9175–9179.

Carlos de Sa L., Luís L.G., Guilhermino L. (2015). Effects of microplastics on juveniles of the common goby (Pomatoschistus microps): confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. Environ.Pollut. 359–362.

Carr S.A., Liu J., Tesoro A.G. (2016). Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. Water Res. 91, 174–182.

Cheung P.K., Fok L., 2017. Characterisation of plastic microbeads in facial scrubs and their estimated emissions in Mainland China. Water Res. 122, 53–61.

Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T.S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: a review.Mar. Pollut. Bull. 62, 2588–2597.

Crawford C.B., Quinn B., 2017. Biol. Impacts Eff. Contam. Micro 159–178.

Dai Z., Zhang H., Zhou Q., Tian Y., Chen T., Tu C., Luo Y. (2018). Occurrence of microplastics in the water column and sediment in an inland sea affected by intensive anthropogenic activities. Environ. Pollut. 242, 1557–1565.

Eriksen M., Lebreton L.C., Carson H.S., Thiel M., Moore C.J., Borerro J.C., Reisser J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLoS One 9, e111913.

Filella, M., 2015. Questions of size and numbers in environmental research on microplastics: methodological and conceptual aspects. Environ. Chem. 12, 527.

Horton A.A., Svendsen C., Williams R.J., Spurgeon D.J., Lahive, E. (2017). Large microplastic particles in sediments of tributaries of the River Thames, UK - abundance, sources and methods for effective quantification. Mar. Pollut. Bull. 114, 218–226.

Jabeen K., Su L., Li J., Yang D., Tong C., Mu J., Shi, H. (2017). Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. Environ. Pollut. 221, 141–149.

Kooi M., Nes E.H.V., Scheffer M., Koelmans A.A. (2017). Ups and downs in the ocean: effects of biofouling on vertical transport of microplastics. Environ. Sci. Technol. 51, 7963–7971.

Lu Y., Zhang Y., Deng Y., Jiang W., Zhao Y., Geng J., Ren H. (2016). Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (Danio rerio) and toxic effects in liver. Environ. Sci. Technol. 50, 4054–4060.

Lusher A.L., O'Donnell C., Officer R., O'Connor I. (2016). Microplastic interactions with North Atlantic mesopelagic fish. ICES J. Mar. Sci. 73, 1214–1225.

Murphy F., Ewins C., Carbonnier F., Quinn B. (2016). Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. Environ. Sci. Technol. 50, 5800–5808.

PlasticsEurope, 2018. Plastics – the Facts 2018: an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. Available from: https://www.www. plasticseurope.org/en.

Retama I., Jonathan M.P., Shruti V.C., Velumani S., Sarkar S.K., Roy P.D., Rodríguez-Espinosa P.F. (2016). Microplastics in tourist beaches of Huatulco Bay, Pacific coast of southern Mexico. Mar. Pollut. Bull. 113, 530–535.

Rochman C.M., Hoh E., Kurobe T., Teh S.J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. Sci. Rep. 3, 3263.

Thompson R.C., Olsen Y., Mitchell R.P., Davis A., Rowland S.J., John, A.W., Russell A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science 304 838-838.

Viršek M.K., Lovšin M.N., Koren Š., Kržan A., Peterlin M. (2017). Microplastics as a vector for the transport of the bacterial fish pathogen species Aeromonas salmonicida. Mar. Pollut. Bull. 125, 301–309.

Wang W., Ndungu A.W., Li Z., Wang J. (2017). Microplastics pollution in inland freshwaters of China: a case study in urban surface waters of Wuhan, China. Sci. Total Environ. 575, 1369–1374.

Wesch C., Bredimus K., Paulus M., Klein R. (2016). Towards the suitable monitoring of ingestion of microplastics by marine biota: a review. Environ. Pollut. 218, 1200–1208.

Wright, S.L., Kelly, F.J., 2017. Plastic and human health: a micro issue? Environ. Sci. Technol. 51, 6634–6647.

Yang Y., Liu G., Song W., Ye C., Lin H., Li Z., Liu W. (2019). Plastics in the marine environment are reservoirs for antibiotic and metal resistance genes. Environ. Int. 123, 79–86.

Zhang K., Shi H., Peng J., Wang Y., Xiong X., Wu C., Lam P.K. (2018). Microplastic pollution in China's inland water systems: a review of findings, methods, characteristics, effects, and management. Sci. Total Environ. 630, 1641–1653.

تأثیر عصاره خارخاسک (*Tribulus trestris*) بر روی تغییر جنسیت ماهی فایتر (*Betta splendens*)

الهام جانعلی‌زاده [۱*]؛ جلال ولی الهی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل

۲- گروه شیلات و محیط زیست، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

Email: el.janalizadeh@gmail.com

چکیده

تأثیر عصاره خارخاسک بر روی تغییر جنست ماهی فایتر با نام علمی *Betta splendens* به دو روش غوطه وری و غنی سازی با عصاره گیاه خارخاسک با نام علمی *Tribulus trestris* مورد آزمایش قرار گرفت. هدف از این بررسی معرفی روش جدید محیطی مناسب جهت نرسازی در ماهی *B. splendens* بوده است. دوزهای مختلفی از TT (۰/۰، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ گرم بر لیتر) به دو روش غوطه وری و غنی سازی خوراک جهت تغییر جنسیت در *B. splendens* آزمایش شد. نتایج نشان دادند، روش غوطه وری در ماهی فایتر به هیچ وجه نتیجه بخش نبوده و همه لاروها بعد گذشت ۱۰-۹ روز تلف شدند. اما در روش غنی سازی لاروها از ۱ ماهگی تا زمان رسیدگی به سن بلوغ (۴ – ۳/۵ ماه) تحت تأثیر عصاره خارخاسک به طریق تغذیه (از طریق غنی سازی خوراک بیومار با عصاره خارخاسک) قرار گرفته‌اند. در بین دوزهای استفاده شده در این آزمایش دوز ۰/۰۵ گرم بر لیتر برای بیشترین تأثیر و درصد بالایی از نر (۷۲/۷۱٪) بوده است ($p<0.05$) که *B. splendens* را بهبود بخشید ($p<0.05$).

واژگان کلیدی: عصاره گیاهی، خارخاسک، نرسازی، ماهی فایتر

The effect of *Tribulus trestris* extract on sex reassignment of fish fighter *Betta splendens*

Janalizadeh Elham[1*]; Valiallahi Jalal[2]

1- Scientific Association of Environmental Education and Sustainable Development,
2- Department of Environmental Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran

Email: el.janalizadeh@gmail.com

Abstract

The effect of *Tribulus terrestris* extract on the change of *Betta splendens* fighter fish by immersion and enrichment with *Tribulus trestris* extract was scientifically tested. Different doses of TT (0.0, 0.01, 0.05 and 0.1 g / l) were tested by immersion and feed enrichment methods for sex reversial in *B. splendens*. The method of immersion in fighter fish was not effective at all and all larvae were killed after 9-10 days. Effect of *T. terrestris* extract by feeding (by enriching feed with *Tribulus terrestris* extract). Among the doses used in this experiment, the dose was 0.05 g / L for the highest effect and Improved *B. splendens* ($p < 0.05$) and a high percentage of males (72.71%).

Keywords: Plant extract, *Tribulus trestris, Betta splendens*

مقدمه

گیاه خارخاسک *Tribulus trrestris* (راسته Zygophyllacea) یک گیاه یکساله است که بطور گسترده در چین، ژاپن، نواحی غربی آسیا و قسمت جنو بی اروپا و آفریقا پراکنش یافته است. نشان داده شده که این گیاه موجب افزایش سطوح تستوسترون بطور طبیعی و بی خطر در انسان و موجودات می‌شود و همینطور به طور نامعلوم شایع شده که موجب موفقیت بالای وزنه برداران بلغاری شده است (Bucci، 2000). TT موجب بهبود لیپید و اسپرماتوژنزیس در انسان و موجودات می‌شود (Tomova *et al.*, 1981). همچنین در آزمایشات ناتوانی‌های جنسی و هم به عنوان افزایش سطوح تستوسترون و بهبود عملکرد و کارایی ورزشکاران استفاده می‌شود (Gauthaman, 2002؛ Adimoelja، 2000؛ Adaikan *et al*.، 2000؛ Bucci، 2000). تستوسترون یک هورمون جنسی است که در سلول‌های جنسی نقش دارد و در زمان تمایز سلول‌های جنینی (ولیه) در لاروهای نر وجود دارند و متعاقباً در طی رشد در زمان بلوغ یا رسیدگی فیزیولوژیکی تستوسترون در بدن از آنها استفاده می‌شود. تستوسترون به عنوان پیشگام بیوسنتتیک، هم در آندروژن و هم در استروژن ماهیان تلئوسته ای (teleostei) است (Baroiller *et al.*, 1999). آندروژن ها اغلب جهت بررسی اعمال فیزیولوژیکی در جنس نر اهمیت دارند (Borg، 1994). مشخص شده که TT سطوح تستوسترون را افزایش می‌دهد (Gauthaman *et al.*, 2000؛ Adimoelja، 2000؛ Adaikan *et al.*, 2000). TT حاوی مقداری مواد مختلف شناخته شده مشابه مواد استروئیدی است. تأثیر عملکرد مواد موجود در TT بر روی سطوح تستوسترون مشابه پروتودیوسکین (Protodioscin) شناخته شده است (Ganzera *et al.* 2001؛ Adimoelja، 1997 and Adaikan). فایتر Betta *splendens* یک ماهی رایج آکواریومی است که اشکال جدید و با رنگ‌های متفاوتی از آنها در آکواریم ها وجود دارند. نرهای این گونه نسبت به ماده‌ها جذاب‌ترند. بنابراین حفاظت و تولید جمعیت نرها سود تجاری فراوانی را فراهم می‌آورد. نرزایی *B.splendens* را می‌توان با تولید هورمون‌های سنتتیک از طریق آزمایشات مستقیم انجام داد که پربازده‌ترین و صریح‌ترین روش تولید است (1993، 1992، Kavumpurath and Pandian). به هر حال هورمونهای سنتتیک نسبت به عصاره‌های گیاهی بسیار گران‌ترند و نهایتاً خطرات فشارهای ناشی از استفاده هورمون‌های سنتتیک را در آب و رسوبات آشکار می‌سازد. هدف از انجام این تحقیق معرفی یک روش جدید زیست محیطی مناسب جهت مذرسازی در *B.splendens* و بررسی امکان تغییر جنسیت ماهی جنگجوی سیامی از طریق تأثیر سطوح مختلف عصاره خارخاسک و تولید بیشتر جنس نر نسبت به جنس ماده به دلیل زیبایی و ارزش تجاری بیشتر آنها است.

مواد و روش‌ها

عصاره گیری

عصاره گیری به روش پرکولاسیون یا بوسیله تقطیر ساده به روش شریعت ص. ۱۳۸۶ انجام شد. (صمصام شریعت، ۱۳۸۶).

آماده سازی مولد جهت تکثیر

مولدین از کارگاه تکثیر ماهیان آکواریومی شهر بابل در تاریخ ۹۰/۰۸/۱۰ به تعداد ۸ عدد (با نسبت ۱: ۱) به آکواریم منتقل شدند که ماهیان نر نسبت به ماهیان ماده دارای باله‌های بلندتر و همچنین رنگ‌های زیباتری بوده‌اند. میانگین طولی ماهیان نر ۴/۱۲ cm و ماده ۳/۸۱ cm بوده است. بعد از گذشت ۳ الی ۴ روز که نر و ماده در کنار هم قرار داده شدند، تکثیر انجام شد.

روش هچ کردن آرتمیا

در یک لیتر آب با دمای ۲۸ تا ۲۹ درجه سانتیگراد یک سنگ هوا قرار داده و به ازاء هر ۳۰ گرم نمک، ۵ گرم سیست آرتمیا از گونه فرانسیسکانا ریخته که به مدت ۲۴ ساعت با هوادهی مناسب هچ شد.

روش تغذیه تیمارها

تیمارهای آزمایشی به ۴ روش مختلف تغذیه شدند که به شرح زیر است:

۱. تغذیه تیمارهای شاهد: ۲ روز بعد از تخم گشاهی تغذیه شروع شد. ابتدا به مدت یک هفته از طریق آب سبز، بعد به مدت ۱/۵ تا ۲ ماه ازطریق آرتمیا و نهایتاً تا رسیدن به سن بلوغ (۳/۵ تا ۴ ماهگی) بوسیله بیومار تغذیه شدند.

۲. تغذیه تیمارها به روش غوطه وری: عصاره گیاه خارخاسک با دوزهای ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ در آب حاوی پرورش ماهی در تانک‌های جداگانه ریخته شده و از ابتدا آب سبز (به مدت ۱ هفته) و پس از آن از آرتمیا تغذیه شدند.

۳. تغذیه تیمارها از طریق غنی سازی آرتمیا و خوراک پلت بیومار با عصاره خارخاسک: در این آزمایش بعد از یک هفته تغذیه با آب سبز به مدت ۲-۱/۵ ماه با آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک و سپس تا رسیدن به سن بلوغ (۴-۳/۵ ماهگی) با بیومار غنی شده با عصاره خارخاسک تغذیه شدند.

طریقه غنی سازی آرتمیا با عصاره خارخاسک

در این روش از باتری‌هایی به حجم یک لیتر استفاده شده است ببعد اینکه آرتمیا هچ شد ناپلی‌ها تحت تأثیر دوزهای مختلف عصاره خارخاسک (۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ g/l) به مدت ۱۲ بوده و پس از غنی سازی مورد تغذیه تیمارها قرار گرفتند (احمدی فر، ۱۳۸۷).

در این روش تیمارها بعد از یک هفته تغذیه با آب سبز تا زمان رسیدن به سن بلوغ تنها از طریق آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک مانند روش توضیح داده در بالا تغذیه شدند.

طریقه غنی سازی خوراک پلت با عصاره خارخاسک

به ازای هر ۰/۱ گرم خوراک پلت ۰/۱ cc عصاره خارخاسک به آن اسپری شده و پس از آن که به خوبی ترکیب و خشک شدند مورد تغذیه ماهی قرار گرفتند.

روش آماری مورد استفاده در آزمایش

در پایان آزمایش پس از جمع آوری اطلاعات ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کل موگروف اسمیرنف مشخص شد. پس از آن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. برای تعیین سطوح معنی داری تیمارها از آنالیز واریانس میانگین ANOVA و Duncan استفاده شد. جداول و نمودارها با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷ ترسیم شد.

شاخص‌های مورد ارزیابی

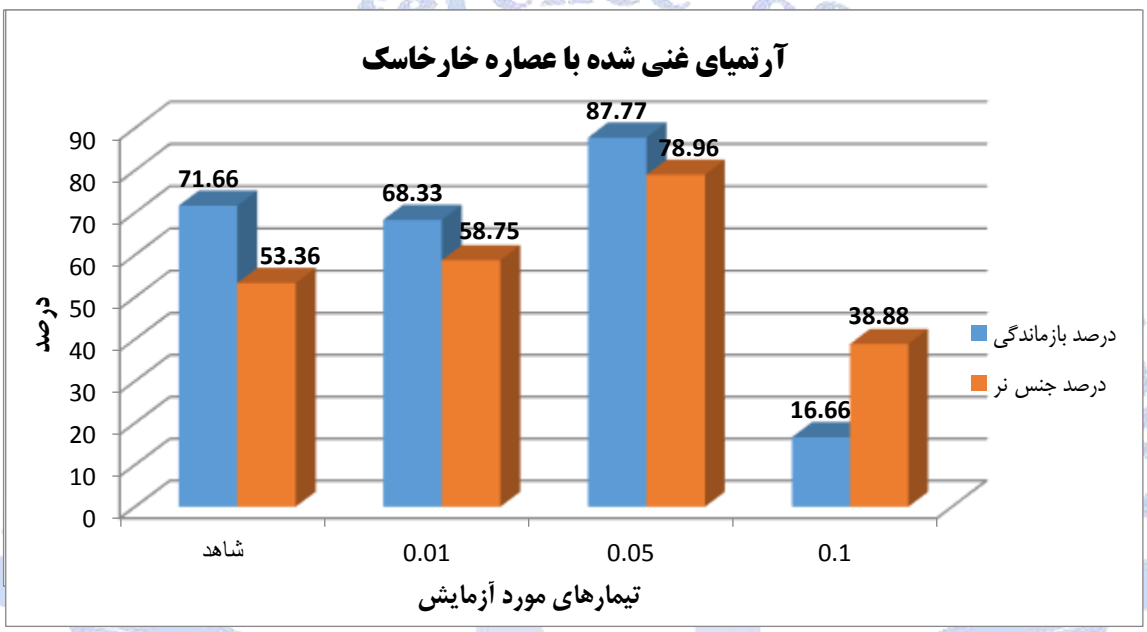
شاخص‌های مورد ارزیابی در این آزمایش عبارتند از: تحرک، رشد، طول بدن، بدشکلی، بازماندگی، تعداد نر و اختلاف معنی دار مورد ارزیابی قرار گرفته است. معیار ما برای اندازه گیری تحرک به روش تجربی انجام شد و منظور از تحرک همان شنای طبیعی و متعادل ماهیان است.

نتایج

نتایج مربوط به آزمایشات انجام شده به شرح زیر است:

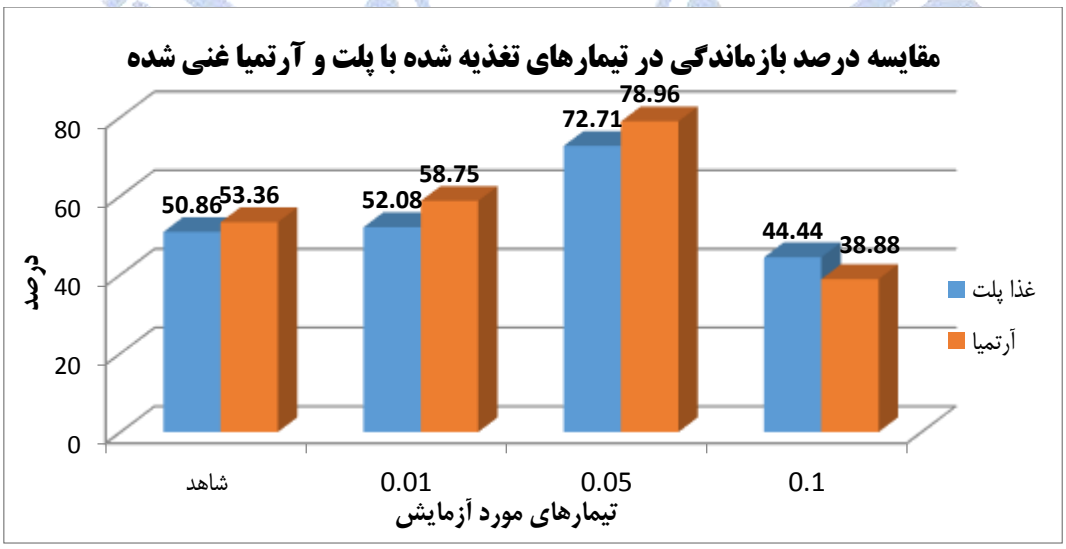
نتایج مربوط به تیمارهای آزمایشی تغذیه شده با غذای پلت غنی شده: همان طور که در نمودار ۱ زیر مشاهده می‌کنید در دوز ۰/۰۵ گرم در لیتر بیشترین درصد بازماندگی بعد از تیمار شاهد و دارای بیشترین درصد نر در بین آزمایشات بوده است.

نتایج حاصل از آرتمیای غنی شده: بیشترین درصد بازماندگی و درصد جنس نر در این گروه آزمایشی و در دوز ۰/۰۵ گرم بر لیتر بوده است که در نمودار ۱ مشاده می‌شود.



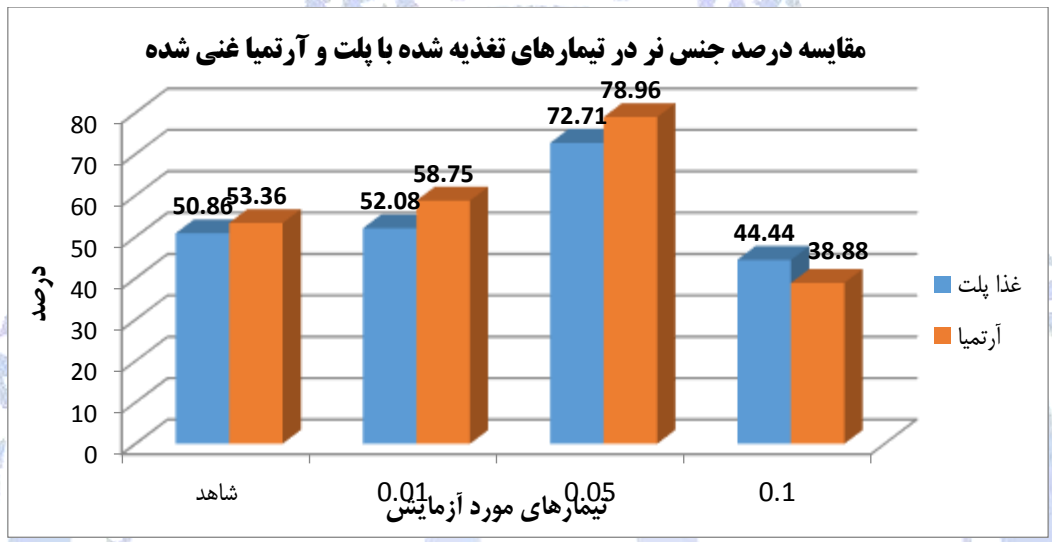
نمودار ۱: آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک.

نتایج حاصل از مقایسه درصد بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیای غنی شده: در مقایسه درصد بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیای غنی شده بیشترین درصد بازماندگی و بیشترین درصد جنس نر در تیمارهای آزمایشی تغذیه شده با آرتمیای غنی شده با دوز ۰/۰۵ گرم در لیتر مشاهده شده است که در نمودار ۲ آمده است.



نمودار ۲: مقایسه درصد بازماندگی در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیای غنی شده.

نتایج حاصل از مقایسه جنس نر در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیای غنی شده: درصد جنس نر در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیا در نمودار زیر با هم مقایسه شده است. همانطور که مشاهده می‌کنید بیشترین درصد جنس نر در تیمار آزمایشی با آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک در دوز ۰/۰۵ گرم در لیتر بوده است (نمودار ۳).



نمودار ۳: مقایسه درصد جنس نر در تیمارهای تغذیه شده با پلت و آرتمیای غنی شده.

بحث

در این تحقیق ماهی فایتر به سه روش تحت تأثیر عصاره خارخاسک جهت نرسازی قرار گرفته است. اولین روش، روش غوطه وری بوده است که همه ماهیها نهایتاً بعد از مدت ۱۰-۹ روز تلف شدند. بنابراین روش غوطه وری در مورد ماهی فایتر بدون نتیجه بوده است. در حالی که روش غوطه وری توسط (Santhakumar and Thavamani, 2002) با استفاده از هورمون رشد و تولید مثل (۱۷α- متیل تستوسترون) بر روی ماهی فایتر *Btta splendens* انجام شده و منجر به ۹۸٪ مذکرسازی و ۷۱٪ بقاء در دوز ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر شده است. در این تحقیق از بین سه آزمایش انجام شدهدر دو آزمایش (تغذیه تیمارها با آرتمیا تا سن ۲ ماهگی و پس از آن تغذیه با غذای پلت غنی شده و آزمایش تغذیه تیمارها فقط از طریق آرتمیای غنی شده تا زمان رسیدن به سن بلوغ ۴-۳/۵ ماهگی) مشاهده شده است که با افزایش دوز میزان بقاء کاهش یافته است و بهترین دوز از بین دوزهای ۰/۰۱، ۰/۰۵ و ۰/۱ گرم بر لیتر، دوز ۰/۰۵ گرم بر لیتر بوده است. در ماهی فایتر به روش غوطه وری هورمون (Santhakumar and Thavamani, 2002) نیز با افزایش دوز 17α-متیل تستوسترون بقاء *Betta splendens* کاهش یافته و در دوز ۹۰۰ میلی گرم بر لیتر به ۷۶٪ رسیده و به ۷۱٪ در پایان آزمایش و بلوغ جنسی کاهش یافت. در تحقیق حاضر در تمامی دوزها تغییر جنسیت مشاهده شده است در حالی که در روش غوطه وری هورمونی در کمترین دوز ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر قادر به تغییر جنسیت نبوده‌اند (Santhakumar and Thavamani, 2002).

در سری دوم آزمایشی که تغذیه فایتر با آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک تا سن ۲ ماهگی و پس از آن با بیومار غنی شده با عصاره خارخاسک انجام شده، نرها به آرامی رشد کرده و در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی داری دیده نشده است. در روش غوطه وری هورمونی فایتر (Santhakumar and Thavamani, 2002) در دوز ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر نوزادان نورس تیمار شده از بد شکلی‌ها رنج می‌بردند و در طی ۳-۲ روز تلف می‌شدند. از اینرو دوز ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر منجر به بقاء کمتر

شده و قادر به افزایش درصد غوطه وری نبوده است، در حالی که در آزمایش انجام شده به روش تغذیه تیمارها با آرتمیا و بیومار غنی شده با عصاره خارخاسک در بالاترین دوز (۰/۱ گرم بر لیتر) ماهیان تا حدودی دچار بد شکلی شدند اما همگی زنده مانده و تلفاتی دیده نشده است، همچنین تغییر جنسیت نیز مشاهده شده است.

در تحقیق حاضر زمان مورد نیاز برای بلوغ جنسی نر تیمار شده در آزمایشی که تغذیه ماهی فایتر به روش غنی سازی آرتمیا تا سن ۲ ماهگی و غنی سازی غذای پلت با عصاره خارخاسک انجام شده است از ۱۲۰ روز به ۱۳۱ روز افزایش یافته است و در تیماری که فقط با آرتمیای غنی شده در طول دوره پرورش تغذیه شدند تغییرات معنی داری دیده نشده است و از ۱۲۰ به ۱۲۸ روز افزایش یافته است. اما این مدت زمان در تحقیقی که به روش غوطه وری هورمونی ماهی فایتر انجام شده است به تدریج از ۱۱۰ به ۱۴۵ روز گسترش پیدا کرد (Santhakumar and Thavamani, 2002). چرخه بارورسازی تقریباً دو برابر شد و برای نرهای سری آزمایشی با نرسازی ۱٪ و بالای ۱٪ سه برابر شد. در نتیجه، مدت زمان در بر گرفتن (۶-۳ ثانیه) و تعداد جفت شدن‌های موفق (۱۹-۸ بار) و پالس‌های تخم ریزی (مراحل ۴ و ۵) تا ۵۰٪ دچار کاهش شدند (Santhakumar and Thavamani, 2002). در حالی که در تحقیق انجام شده کاهش معنی داری نداشته است. در روش غوطه وری هورمونی (Santhakumar and Thavamani, 2002) هم نرهای عادی و هم نرهای تغییر جنسیت یافته آشیانه‌های حبابی را ایجاد کردند و باله‌های بلند را با دیدن یک ماده نشان می‌دادند. ماده برتری خود را برای نر عادی نشان می‌داد و بطور پی در پی در مجاورت حفره نر عادی در تلاشی برای وارد شدن به آن مشاهده شد. این ویژگی‌ها در هر دو آزمایش انجام شده در این تحقیق (تیمارهای تغذیه شده با آرتمیا و غذای پلت غنی شده با عصاره خارخاسک و تیمارهایی که از ابتدا تا سن بلوغ فقط با آرتیمای غنی شده با عصاره خارخاسک تغذیه شدند) نیز دیده شده است.

نتایج نشان می‌دهد که افزایش دوز عصاره خارخاسک موجب افزایش تولید جمعیت نرها می‌شود (Sehriban, 2007). در تحقیقی که انجام شد نیز به همین نتیجه دست یافتیم اما با افزایش دوز درصد بقاء بطور معنی داری افزایش یافته است. در آزمایشات هیستولوژی بیضه و تخمدان گروه‌های آزمایشی با عصاره خارخاسک، ساختار بیضه و تخمدان ماهی‌ها بدون آسیب دیده شده است. تمامی مراحل اسپرماتوژنزیس در هر دو گروه آزمایشی، گروه کنترل و گروه‌های آزمایشی با عصاره خارخاسک مشاهده شده و با یکدیگر مقایسه شد (Sehriban, 2007).

در این تحقیق که تغذیه ماهی به روش غنی سازی آرتمیا و غذای پلت انجام شده بود بر روی بقاء ماهی مؤثر نبوده است. این در حالی بوده که در روش سوم که ماهیان در طول دوره پرورش تنها از طریق آرتمیای غنی شده با عصاره خارخاسک تغذیه شده‌اند، هم بقای ماهی افزایش یافته است و هم بطور چشمگیری موجب تنوع رنگ در تیمارهای آزمایشی شده است و مهم‌تر از همه آنکه موجب بیشترین درصد مذکر سازی (۸۷/۷۷٪) در دوز ۰/۰۵ گرم در لیتر شده است. که در مقایسه با تیمارهای تغذیه شده با آرتمیا و غذای پلت غنی شده با عصاره خارخاسک با دوز ۰/۰۵ گرم بر لیتر (۷۲/۷۱٪) دارای درصد بالاتری از نر بوده‌اند. همچنین در هر دو آزمایش ذکر شده مشاهده شده است که در بالاترین دوز آزمایشی (۰/۱ گرم بر لیتر) بقاء به طور معنی داری کاهش یافته است.

نتیجه گیری نهایی

تأثیر عصاره خارخاسک به روش غوطه وری موجب تلف شدن ماهی بعد از ۱۰-۹ روز شده است. در روش تغذیه تیمار با آرتمیای غنی سازی شده با عصاره خارخاسک تا سن ۲ ماهگی و پس از آن تغذیه تیمارها با غذای پلت غنی سازی شده با عصاره خارخاسک تا زمان رسیدگی به سن تولید مثل و همچنین در آزمایشی که تیمارها تارسیدن به سن تولید مثلی فقط از آرتمیای غنی سازی شده با عصاره خارخاسک تغذیه شدند، در دوز ۰/۰۵ گرم در لیتر به ترتیب دارای بیشترین تعداد نر ۷۲/۷۱٪ و

۷۸/۹۶٪ بوده‌اند. درصد بازماندگی در این دو آزمایش نیز به ترتیب ۸۲/۷۸٪ و ۸۷/۷۷٪ بوده است. همچنین در آزمایشی که فقط با آرتمیا تغذیه شدند موجب خوشرنگ تر شدن تیمارها شده است.

منابع

احمدی فر. احسان، بررسی اثرات تغذیه با *Artemia urmiana* غنی شده با آرگوسان بر رشد، درصد بقاء و مقاومت در برابر استرس حرارتی در لارو تاسماهی ایرانی *Acipencer persicus*، مجله زیست شناسی ایران، ص ۵۰۹.

صمصام شریعت. هادی، (۱۳۸۶)، عصاره‌گیری و استخراج مواد مؤثره گیاهان دارویی روش‌های شناسایی و ارزیابی آن‌ها، انتشاراتمانی اصفهان، ص ۲۵۸.

Adaikan P.G., Gauthaman k., prasad R.N.V., S.C.N.g., (2000). Proerectile pharmacological ffect of *Tribulus terrestris* on the rabbit corpus cavernosum.Ann. Acad. Med. Singapore, 29:22-26.

Adimoelja A., Adaikan P.G. (1997). Protodioscin from herbal plant *Tribulus terrestris* L. improves male sexual functions possibily via DHEA. Int. J. Impot. Res., 9:64.

Adimoelja A. (2000).Photochemical and the breakthrough of traditional herbs in the management of sexual dysfunctions. Int. J. Anderol., 23:82-84

Baroiller J.F., Guigen Y., Fostier A. (1999). Endocrine and environmental aspects of differentiation in fish. Cell. Life Sci., 55:910-931.

Bucci L.R. (2000). Selrcted herbals and human exercise Performanc. Am. J. Clin. Nutr 72:624-636.

Ganzera M., Bedir E., Khan I.A. (2001). Determination in Anderogens in *Tribulus terrestris* by reversed-phase high-performance lipid chromatography and evaporative light scattering detection. J Pharm Sci 90:1752-1758

Gauthaman K., Adaikan P.G., Prasad R.N.V., Goh V.H.H., Ng S.C. (2000). Changes in hormonal parameters secondary to intravenous administration of *Tribulus terrestris* extract in primates. Int J Import Res 12:6.

Kavumpurath S., Pandian T.J. (1992). Effect of induced triploidy on aggressive display in the fighting fish, *Betta splendens* (Regan). Aquacult Fish Mgmt 23:281-290.

Kavumpurath S., Pandian T.J. (1993). Determination of labile period and critical dose for sex reversal by oral administration of estrogens in *Betta splendens*. Indian J Exp Biol 31:16-20.

Santhakumar-K; Thavamani-J. 2002. Journal of experimental zoology, 606-616.

Sehriban C., Funda T. (2007). Biological Sciences for Scientific Information, 718-725.

نگاهی به عوامل مثبت و منفی پرورش ماهی بأس دریایی *Lates calcalifer* و اثرات رهاسازی آن در آبهای داخلی

الهام جانعلی‌زاده [۱*]؛ جلال ولی الهی [۲]

۱- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل

۲- گروه علوم محیط زیست، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران

Email: el.janalizadeh@gmail.com

چکیده

ماهی بأس دریایی آسیایی *Lates calcalifer* از گونه‌هایی است که در ایران به پرورش آن در سیستم استخری و در آبهای داخلی توجه شده است، این ماهی علاوه بر رشد سریع و توانایی سازگار شدن در شرایط محیطی مختلف، دارای تقاضا در بازارهای داخلی و خارجی است. در این مطالعه ویژگیهای رشد مزایا و معایت پرورش و اثرات رهاسازی ماهی در آب‌های داخلی مورد توجه قرار گرفته است شاخص‌های رشد و بقا و ترکیب عضله این ماهی نشان داد که این گونه می‌تواند تغییرات شوری در دامنهٔ آب‌های لب شور و شوری‌های معمول آب دریا را تحمل کند دامنه وسیعی از شوری در محدوده آب دریا تا آب لب شور را در محدوده زمانی ۳۰ روزه تحمل می‌کند می‌تواند بدون تلفات با آب شیرین سازگار شود. اما به دلیل صرف انرژی بالا به منظور تنظیم اسمزی در آب شیرین، این گونه نمی‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب شیرین باشد. اثرات رها سازی آن در آب‌های داخلی می‌تواند برای ماهیان بومی مرگبار باشد. اثرات منفی و احتیاط‌ها و ملاحظات زیست محیطی در پرورش این ماهی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: مزایا و معایب پرورش، اثرات رهاسازی در آبهای داخلی

Take a look at the positive and negative of breeding of sea bass *Lates calcalifer* and its release effects in inland waters

Janalizadeh Elham [1*]; Valiallahi Jalal [2]

1- Scientific Association of Environmental Education and Sustainable Development, Babol
2- Department of Environmental Sciences, Shahid Rajaee Teacher Training University, Tehran

Email: el.janalizadeh@gmail.com

Abstract

Lates calcalifer is one of the species that has been considered in Iran for breeding in the pond system and in inland waters. In addition, to rapid growth and the ability to adapt to different environmental conditions, this fish is in demand in domestic and foreign markets. In this study, the growth characteristics, advantages and disadvantages of breeding and the effects of fish release in inland waters have been considered. Tolerates a wide range of salinity from seawater to brackish water within 30 days can be adapted to freshwater without loss. However, due to the high energy used to regulate osmosis in freshwater, this species may not be a good choice for freshwater farming. The effects of its release into inland waters can be deadly to native fish. Negative effects and precautions and environmental considerations in the breeding of this fish are presented.

Keywords: Advantages and disadvantages of breeding, Release effects in inland waters

مقدمه

امروزه تقاضای جهانی برای غذا با سرعت زیادی در حال افزایش بوده و منجر به بهره وری بیش از حد از ماهیان در سرتاسر جهان گردیده است .صنعت آبزی پروری در جهان و همچنین آسیای جنوبی با سرعت فزآینده ای در حال افزایش است (Chang *et al.*, 2001). به علت افزایش جمعیت و تقاضا برای محصولات آبزی، در سال‌های اخیر احداث مزارع پرورش ماهی به خصوص مزارع پرورش ماهیان سردآبی در کنار رودخانه‌ها افزایش یافته و تخلیه پساب این مزارع بدون هیچ تصفیه ایی به زیستگاه‌های طبیعی آثار سویی به دنبال خواهد داشت و موجب بر هم خوردن تعادل طبیعی بوم سازان آبی می‌گردد (Costa Pierce,2002a,b,c, 2008 Forenshell, 2001;،Miller and Semmens, 2002;). به ازای هر تن تولید ماهی،۳۰۰-۱۵۰ کیلوگرم مواد غذای مصرف نشده و ۳۰۰-۲۵۰ کیلوگرم مدفوع به آب وارد می‌شود (Philips & Ross.1985).

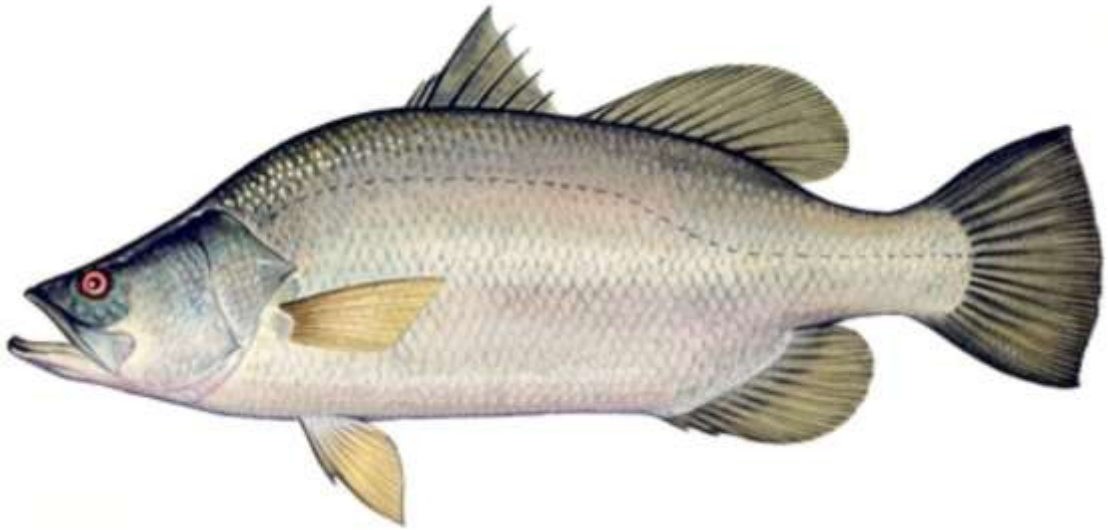
پرورش ماهیان دریایی بیشترین پتانسل را برای افزایش تولید ماهی و فراهم کردن ذخیره غذایی داراست. در این راستا گونه‌های جدید بیشتری جهت آبزی پروری معرفی گشته که البته برای مصرف انسانی و فعالیت‌های تجاری مربوطه مفید تشخیص داده شده‌اند (Garza-Gil *et al.*, 2009).

این ماهی یک گونه یوری هالین از خانواده Latidea بوده که در بسیاری از مناطق حاره و نیمه حاره، اقیانوس هند و اقیانوس اطلس پراکنده است (Whitehead, 1948). سی بأس به دلیل رشد سریع، تکثیر آسان، تحمل شوری بالا و توانایی در پذیرش غذای فرموله، از بهترین ماهیان پرورشی دنیا محسوب شده و در مدت 5 ماه به بیش از ۵ تا 300 گرم می‌رسد که مناسب بازار است (Allen *et al.*, 2002). این گونه هم در استخرهای خاکی و هم در قفس پرورش می‌یابد .طبق گزارش FAO از کل تولید ماهیان دریایی، 70 هزار تن مربوط به ماهی سی بأس آسیایی بوده که این نکته بیان گر بازار پسندی این ماهی در دنیا است (FAO, 2012). در پرورش این ماهی در استخرهای خاکی از غذاهای پلت و در پرورش در قفس تا ۷۰ درصد از ضایعات ماهی استفاده می‌شود .نیاز تغذیه‌ای در مراحل مختلف رشد متفاوت بوده و بسته به تکامل سیستم هضمی این ماهی تغییر می‌کند . تلاش‌های قابل توجهی در ارتباط با تعیین نیاز تغذیه‌ای این گونه در کشورهای استرالیا، تایلند و فیلیپین انجام گرفته است (اوجی فرد و همکاران، ۱۳۹۳).

رده بندی ماهی سی بأس آسیایی (بارامونڈی)

شاخه طنابداران، زیر شاخه مهره داران، رده ماهی‌ها، زیر رده ماهی‌های استخوانی، راسته سوف ماهی شکلان، خانواده Latidea، جنس*Lates* ، گونه *Lates calcarifer*.

یکی از گونه‌های مهم، سی بأس آسیایی *Lates calalifer* است (شکل ۱). گونه مذکور که تحت عنوان بارامانڈی (Baramundi) نیز شناخته می‌شود. برخی منابع ممکن است این ماهی را به از ماهیان آنادروموس قلمداد کرده باشند درحالی که این ماهی یک ماهی کاتادورموس است بوده که قابلیت سازگار شدن در هر دو محیط آب شور و شیرین را دارد. ماهی بأس دریایی با به انگلیسی بارامونڈی گونه ماهی آسیایی و کاتادورموس یا دریا کوچ است. ماهی کاتادور موس یا دریا کوچ به ماهیانی گفته می‌شود که بیشتر عمر بزرگسالی خود را در آبهای شیرین می گدارنند ولی برای تخم ریزی باید به دریا کوچ کنند.



شکل ۱: نمای جانبی گونه *Lates calcarifer* (اقتباس از https://scandposters.com/shop/lates-calcarifer-12347p.html).

اهمیت موضوع

ماهی سی بأس آسیایی به عنوان یک گونه پرورشی به تازگی وارد کشور شده است، این گونه از یک سو دارای اهمیت پرورشی، اقتصادی و بازارپسندی بالایی است و از سوی دیگر با توجه به توانائی تحمل دامنه گسترده شوری می‌تواند به عنوان یک گونه پرورشی مناسب به منابع آبهای شیرین معرفی شود.

از طرف دیگر رها سازی این ماهی در آبهای داخلی می‌تواند برای گونه‌های بومی مرگبار باشد. در این مقاله به مزایا و معایب پرورش این ماهی اشاره شده است.

بحث و تحلیل نتایج

مزایای پرورش ماهی بأس دریایی

ماهی *Lates calcarifer* که به عنوان سوف دریایی غول آسا یا بأس دریایی آسیایی شناخته می‌شود، ماهی اقتصادی مهم در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در آسیا - اقیانوسیه است. پرورش این گونه در سال ۱۹۷۰ در تایلند آغاز و به سرعت در سراسر آسیای جنوب شرقی گسترش یافته است(Mathew,2009) . سازش پذیری با غذای دستی، تکثیر در شرایط اسارت، نرخ رشد سریع و قیمت بالای محصول در بازار به واسطه کیفیت بالای گوشت از عواملی است که ماهی سی بأس را به یک گونه مناسب برای آبزی پروری تبدیل می‌کند(Singh, 2000; Mathew, 2009) . سی بأس دارای رشد سریع می‌باشد، در طول مدت شش ماه تا دو سال به سایز قابل برداشت (۳۵۰ گرم تا ۳ کیلوگرم (می‌رسد (Allen *et al*., 2002) .این ماهی دارای محدوده تحمل حرارتی بسیار گسترده (۱۵-۴۰ درجه سانتی‌گراد) است و پرورش آنها در درجه حرارت ۳۵-۲۲ صورت می‌گیرد (حامدی و همکاران، ۱۳۹۵).

به دست آوردن میزان شوری بهینه بعنوان یکی از فاکتورهای مهم در پرورش ماهیان بسیار حائز اهمیت می‌باشد .چنانچه بتوان از آب‌های شور و لب شور منابع داخلی جهت پرورش ماهیانی با ارزش اقتصادی و سازگار با شرایط جدید استفاده کرد تا حدود زیادی می‌توان کمبود پروتئین‌های جانوری را جبران کرد(Hafez Amini, 2003) . تأثیرات میزان شوری محیط، به خصوص

برای پرورش این آبزیان در سیستم‌های پرورشی بسیار مهم است و تنها زمانی که شوری آب در دسترس، با ماهیان مورد نظر سازگار باشد، می‌توان از آب لب شور به عنوان یک مزیت برای توسعه آبزی پروری یاد کرد (شیرین حامدی و همکاران، ۱۳۹۵). از ماهیان (*Lates calcarifer*) ماهی سی بأس آسیایی دارای ارزش اقتصادی بوده که به میزان زیادی در جنوب شرق آسیا، استرالیا، تایلند و اندونزی پرورش داده می‌شود (Larson, 1999) .این ماهی دارای سازش پذیری زیاد با غذای دستی، قابلیت تکثیر در شرایط اسارت، نرخ رشد سری (نرخ رشد ماهی سی بأس در مراحل اولیه زندگی کم است، اما از وزن ۳۰ گرم رشد سریع این ماهی شروع شده و پس از رسیدن به وزن ۴ کیلوگرم کاهش می‌یابد و قیمت بالا در بازار به دلیل کیفیت بالای گوشت آن است که مجموعه این عوامل ماهی سی بأس را به یک گونه مناسب برای آبزی پروری تبدیل می‌کند (Boonyaratpalin *et al.*, 1998; Singh, 2000). همچنین سی بأس آسیایی به شوری و تغییرات دمای آب مقاوم است که می‌تواند در محیط‌های با اسمولاریته متفاوت مثل دریا، مصب، مرداب‌های ساحلی و رودخانه‌ها زندگی کند. این امر باعث می‌شود این گونه به نمونهٔ آزمایشی مناسبی برای مطالعه اثرهای شوری نیز تبدیل گردد(Hafezamini and Orian, 2003) .

ماهی سی بأس آسیایی که در استرالیا با نام بارامونده (Barramundi) شناخته می‌شود، یک ماهی شکارچی فرصت طلب با رژیم غذایی گوشتخواری است که اخیراً در ایران مورد توجه پرورش دهندگان قرار گرفته و عمدتاً برای پرورش در قفس‌های دریایی در نظر گرفته شده است. بارامونده در سال‌های اخیر به قصد آبزی پروری به ایران، گوام، پلی نزی فرانسه، ایالات متحده آمریکا (هاوایی و ماساچوست) هلند، انگلستان و اسرائیل نیز معرفی شده است. باتوجه به اهمیت تجاری ماهی سی بس آسیایی، جا دارد که امکان پرورش این گونه ارزشمند در منابع آبی چاه‌های کشاورزی با شوری بیش از 10ppt مورد توجه بیشتری قرار گیرد .ورود ماهی سی بس آسیایی به عنوان یک گونه تجاری در سیستم پرورش می‌تواند به رونق صنعت آبزی پروری استان و کل کشور کمک قابل ملاحظه‌ای کند (یعقوبعلی پور، ۱۳۹۴).

ماهی سی بأس آسیایی از مهمترین گونه‌های ساحلی، مصب رودخانه و آب شیرین است که توانایی زیست در آب شور، لب شور و آب شیرین را داراست .این گونه بدلیل قیمت بسیار مناسب در بازار از اهمیت ویژه‌ای در صنعت تکثیر و پرورش دنیا برخوردار است .این ماهی توانایی تراکم پذیری بالایی در محیط پرورشی دارد و از لحاظ فیزیولوژیکی دارای محدوده تحمل بسیار بالایی است. ماهیان ماده سی بأس آسیایی دارای هم آوری بالایی هستند و استحصال تخم آنها در مراکز تکثیر بسیار راحت‌تر از سایر گونه‌های مشابه است .ماهی سی بأس را براحتی می‌توان با غذای دستی و پلت تجاری پرورش داد .رشد این گونه نسبتاً سریع است و سایز برداشت در ماهی سی بأس آسیایی می‌تواند در مدت شش ماه به ۵۰۰-۳۵۰ گرم و در مدت دو سال به ۴-۳ کیلوگرم برسد .لذا آگاهی از بیولوژی و فیزیولوژی این گونه در دست یابی هرچه بهتر به بیوتکنیک تکثیر و پرورش آن ضروری می‌کند . تخم ریزی در دمای ۲۹-۲۶ درجه سانتی گراد و در عمق ۱۰ - ۴۰ متری انجام می‌گیرد. در شرایط مناسب در طول یک دوره پرورش به وزنی حدود ۳ -۱/۵ کیلوگرم و به طول ۱۰۰-۲۵ سانتی متر می‌رسد .هرچند این ماهی گونه مقاومی است ولی پارامترهای فیزیکوشیمیایی که باید رعایت شود: حداقل اکسیژن آب بالای ۴/۵ میلی گرم در شوری ppt ۴۰-۵، دمای اپتیمال آب ۲۲ درجه، اما این ماهی دامنه وسیعی از دما (۸-۲۷ درجه سانتیگراد) را تحمل می‌کند. درجه حرارت مطلوب رشد ۲۴-۲۳ درجه سانتی گراد، رنگ بدن در آب‌های شیرین تیره و در آب شور نقره‌ای شفاف است. در سال‌های اخیر با تکثیر این ماهی امکان تأمین بچه ماهی آن در کشور امکان پذیر شده است (یعقوبعلی پور، ۱۳۹۴).

در مورد پرورش این نوع ماهی باید گفت *L. japonicus* گوشتخوار بوده و نسبتاً سریع رشد می‌کند (حدود بیشتر از ۳۰۰ میلی متر در طول بدن در طی ۲ سال و حدود ۶۰۰ میلی متر در طی ۳ تا ۴ سال) این ماهی حتی در آب‌هایی که دمایشان کمتر از ۱۰ درجه سانتی گراد است، بسیار پرخور می‌باشند. *L. japonicus* وحشی می‌تواند در اسارت پرورش یابد. پرورش

L. japonicus عموماً در قفس‌ها یا خاکریزها انجام می‌شود. البته اخیراً روش‌هایی برای پرورش این گونه در آب‌های شیرین داخلی نیز توسعه یافته است (اتحادیه تولید و تجارت آبزیان، ۱۳۹۶).

پراکنش آن، از منطقه غرب اقیانوس هند تا اقیانوس آرام از خلیج فارس تا چین، تایوان، پاپوا گینه نو و شمال استرالیا گزارش شده است .باراموندی در دسته ماهیان کاتادروموس (فرو رو) تقسیم بندی می‌شود که در فصل تولید مثل، محل زندگی خود در آب‌های شیرین و لب شور را ترک گفته و به آب‌های شور دریایی (غالباً در دهانه خوریات) مهاجرت می‌نماید (Jerry, 2013).

از جمله مزایایی که باراموندی را به عنوان گزینه‌ای ایده آل برای آبزی پروری مطرح ساخته است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

-مقاومت و تحمل بالا نسبت به تراکم و تغییرات فیزیولوژیک.

-این گونه به دلیل هماوری بالا در جنس ماده، گزینه‌ای مطلوب برای تکثیر مصنوعی بچه ماهی است.

-تکثیر این ماهی در هچری نسبتاً ساده است.

-تغذیه باراموندی با غذای پلت ساده بوده و ماهی‌های جوان در این گونه به راحتی با این نوع غذا خو می‌گیرند.

-سرعت رشد باراموندی بالاست و وزن برداشت آن، بین شش ماه تا دوسال به وزن 350 گرم تا 3 کیلوگرم بالغ می‌شود.

-امروزه ماهی باراموندی در بسیاری از کشورهایی که در حوزه پراکنش این گونه قرار گرفته‌اند پرورش داده شده و تولید آن عمدتاً در قفس‌های کوچک ساحلی در منطقه جنوب شرق آسیا انجام می‌شود .دراغلب این مزارع، گونه‌های متنوعی همچون باراموندی، هامور ماهیان (خانواده‌های *Serranidae* ، زیرخانواده *Epinephelinae* و سرخوماهیان (خانواده(*Lutjanidae* پرورش داده می‌شوند ((Heasman, 1990.

-کشور استرالیا در سال‌های اخیر، روند توسعه مزارع پرورش ماهی باراموندی را در مقیاس کلان و تجاری تجربه کرده که براساس الگوی صنعتی شدن آبزی پروری در اروپا بوده است .در مناطق غیر گرمسیر (همچون جنوب استرالیا و شمال شرقی ایالات متحده آمریکا) ، پرورش باراموندی اغلب در سیستم‌های مدار بسته انجام می‌شود (قوام پور، ۱۳۹۷).

تغذیه سی بأس آسیایی

ماهی باراموندی، شکارچی فرصت طلب است. این ماهی، تا سایز ۴ سانتی متر در محیط طبیعی زندگی خود از سخت پوستان ریز نظیر کوپه پودا و آمفی پودا تغذیه می‌کند. ماهی‌های بزرگتر، از سخت پوستان درشت همچون میگوهای خانواده پنائیده و پالمونیده استفاده می‌کنند .از آنجا که سخت پوستان بزرگ، بیشتر در نزدیکی بستر زندگی می‌کنند، باراموندی های جوان که برای تغذیه از آن‌ها به عمق مهاجرت می‌کنند، از دسترس شکارچی‌ها که اغلب در سطح به شکار طعمه‌های خود می‌پردازند دور می‌شوند. ماهی باراموندی، از نرم تنان نیز با درصد کمتری نسبت به سخت پوستان تغذیه می‌کنند. وقتی اندازه ماهی باراموندی به حدود ۸ سانتی متر رسید، شروع به تغذیه از سخت پوستان درشت و ماهی‌های استخوانی سطح زی (پلاژیک) می‌کند . ماهی‌های استخوانی، در حدود ۸۰ درصد از غذای ماهی‌های باراموندی بزرگ را تشکیل می‌دهند.

ماهی سی بأس آسیایی (باراموندی) طعمه خود را با مکیدن و بلعیدن، به درون دهان نسبتاً بزرگ خود وارد می‌کند. درجات متوسطی از همجنس خواری- (Cannibalism) پدیده‌ای نسبتاً معمول در ماهیان سی بأس آسیایی شمرده می‌شود. عمدتاً ماهی‌های باراموندی را در مزارع پرورش با پلت های ترکیبی تغذیه می‌کنند با این حال هنوز هم استفاده از ماهی‌های هرز در مناطقی که هزینه تهیه این آیتم غذایی ارزان‌تر از غذای پلت بوده و یا دسترسی به آن آسان‌تر است، معمول است. در روش تغذیه با ماهی‌های هرز، غذادهی به صورت دوبار در روز و به میزان ۸ تا ۱۰ درصد وزن بدن ماهی تا رسیدن ماهی‌ها به وزن

۱۰۰ گرم انجام می‌شود و پس از آن، با رسیدن وزن ماهیها به بالاتر از ۶۰۰ گرم، درصد تغذیه به تدریج به ۵-۳ درصد کاهش می‌یابد (قوام پور، ۱۳۹۷).

استان خوزستان از پتانسیل قابل قبولی جهت پرورش ماهی سی بأس آسیایی برخوردار بوده، چرا که پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب منطقه در طول دوره پرورش مناسب برآورد شد. سی بأس آسیایی می‌تواند گزینه مناسبی بر ای پرورش در آب‌های لب شور شوری ۱۵ گرم بر لیتر و شوری بالاتر از آب معمول دریاها یعنی ۵۰ گرم بر لیتر باشد، ولی این گونه به دلیل صرف انرژی بالا به منظور تنظیم اسمزی در آب شیرین نمی‌تواند گزینه مناسبی برای پرورش در آب شیرین باشد (عضدی و همکاران، ۱۳۹۵).

معایب پرورش ماهی بأس دریایی در آبهای داخلی

با توجه به مزایای پرورش این ماهی که بیانگر آن است که این ماهی یک ماهی با قدرت سازگاری بالا به هر محیطی و انبطاق با آن در طول زمان، تکثیر زیاد و رفتارهای تهاجمی در شکار و مهارت خارق العاده در شکار و حرص و ولع رشد و شکار به طوری که حتی در شرایط گرسنگی می‌تواند به همجس خواری بیانجامد یک ماهی مهاجم و غارتگر محسوب می‌شود. در حد ماهیان وحشی غارتگر که در طبیعت به میزان محدود بوده ولی در شرایط تکثیر گسترده می‌تواند در صورتی که عمداً یا سهواً در اثر سیل، و یا هر اتفاق دیگر اگر در آبهای داخلی و ساحلی رها سازی شود به یک آفت خطرناک تبدیل گردد که تخم ماهیان یا میگو و سایر آبزیان، لارو آنان یا خود آنان را به عنوان منبع غذایی و طعمه مورد حلمه و تهاجم مرگبار قرار دهد. وجود این ماهی همانند حمله کماندوهایی مسلح و آموزش دیده به درون یک جمعیت از مردمان عادی و جمعیت بی دفاع به قصد کشتن و نابود کردن آنان است.

این ماهی یک ماهی مهاجم و گوشت خوار و همه فن حریف است مانند همه ماهیان مهاجم و گوشت خوار مثل ماهی سوف با این تفاوت که توانایی تهاجم این ماهی از هر ماهی استخوانی دیگر بیشتر است.

هشدارها و ملاحضات زیست محیطی در پرورش ماهی بأس دریایی

با توجه به افزایش تقاضا محصولات آبزیان و رشد جمعیت از پرورش این ماهی نمی‌توان به طور مطلق گذشت. اما با توجه به این که آبهای ایران تا همین سال‌های اخیر یکی از پرتنوع‌ترین آب‌ها از نظر تنوع زیستی آبزیان به ویژه ماهیان ارزشمند آبهای داخلی مانند باربوس ماهیان است، در پرورش این ماهی باید احتیاط‌های و قوانین و مقرارتی تدوین گشته و به طور جدید اعمال شود. این احتیاط‌ها کدامند؟

۱. در پرورش متراکم تمام عواملی که استفاده از غذاها و داروها و مواد شمیایی ممکن است موجب آلودی در آب‌های داخلی و ساحلی و دریایی شود، باید توجه جدی و کنترل زیست محیطی صورت گیرد.

۲. پرورش این ماهی در محیط‌های محصور و کنترل شده صورت گیرد، ساختارها از نظر خرابی‌های احتمالی و یا سوانح و حوادث طبیعی مانند سیل و غیره محافظت شوند.

۳. هرگونه حمل و نقل و تکثیر و پرورش ماهی تحت کنترل سازمان‌های مسئول مانند سازمان حفاظت محیط زیست و کارشناسان شیلات صورت گیرد. حل و نقل به منظور پرورش و گسترش آن بدون اخذ مجوزهای لازم ممنوع شود

۴. رورش در سطح خانگی و در حد استخرهای کشاورزی و تأمین نیاز خانوادگی در آبهای داخلی و ساحلی ممنوع شود و احداث استخرها باید بر مبنای طرح‌های و پلان‌های مهندسی و رعایت همه موازین و اصول و در حد پرورش کنترل شده در حدی که صرفه اقتصادی داشته باشد مجاز باشد. پرورش تفریحی و تفننی این ماهی ممنوع اعلام گردد.

۵. درصورتی که انبوهی از این ماهیان به هر دلیلی از استخرها فرار کرده و در آبهای ساحلی و داخلی رها سازی شدند باید موضوع گزارش شده و مسئولین و مدیران تکثیر و پرورش در پی جبران این خسارت گروه‌های صیادی راه انداخته و در حد امکان ماهیان فراری را صید نمایند. و محیط را از وجود آنان در حد امکان پاک سازی کنند.

۶. هر گونه مجوز تکثیر و پرورش باید با رعایت این ملاحضات زیست محیطی با احترام و حفاظت از تنوع زیستی ارزشمند آبها داخلی و ساحلی و با برآورد ارزیابی پیامدهای زیست محیطی در هر منطقه و تباهی زیست محیطی که ممکن است در آینده ایجاد شود صورت گیرد.

منابع

اتحادیه تولید و تجارت آبزیان، "تولید ماهی سی بأس دریایی". ۱۳۹۶. https://seairan.com.

اوجی فرد، ا.، حسینی، ع.، محمدی دوست، م.، سعدونی، ع.، "ارزیابی پتانسیل پرورش ماهی سی بأس آسیایی *Lates calcalifer* در استخرهای خاکی خاکی چوئبده، آبادان". مجله بوم شناسی آبزیان. ۱۲۹۳. ص ۵۰-۴۱.

حامدی، ش.، رحیمی، ر.، نفیسی بهابادی، م.، عضدی، م.، سلیمانی، ز.، "تأثیر سطوح مختلف شوری بر تغییرات هیستوپاتولوژیک بافت کلیه ماهی سیباس آسیایی (*Lates calcalifer*)". شیلات-مجله منابع طبیعی ایران. ۱۳۹۵. ص ۳۳۹-۳۳۱

عضدی، م.، نفیسی بهابادی، م.، مرشدی، و.، ابراهیمی، هادی.، حامدی، ش.، "اثرهای سطوح مختلف شوری آب بر میزان رش تغذیه، ترکیب لاشه و پاسخ‌های فیزیولوژیکی در ماهی سی بأس آسیایی (*Lates calcarifer*)". فصلنامه علمی – پژوهشی. ۱۳۹۵. ص ۱۱۲-۹۹.

قوام پور، ع.، "آشنایی با تکثیر و پرزرش ماهی سی بأس آسیایی". موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۱۳۹۷.

ولی الهی، ج. شیرازی غلامرضا "مدیریت تکثیر و پرورش ابزیان وازریابی اثرات زیست محیطی توسعه شیلات". تهران. نشر صالحین. ۱۳۸۷. ص ۳۱

یعقوبعلی پور، م. "بررسی امکان پرورش ماهی سی بأس آسیایی در استخرهای ذخیره کشاورزی با آب لب شور و شور".۱۳۹۴.

Allen G.R., Midgley S.H, Allen M. (2002). Field guide to the freshwater fishes of Australia. Western Australian Museum, Perth, Western Australia. 394 p.

Boonyaratpalin M., Suraneiranat P. and Tunpibal T. (1998). Replacement of fishmeal with various types of soybean products in diets for Asian seabass, *Lates calcarifer*. *Aquaculture*, 161: 67–78.

Costa-Pierce B., Bridger C. (2002). The role of marine aquaculture facilities as habitats and ecosystems. In: Responsible Marine Aquaculture, eds. Stickney, R., McVey, J., pp. 105-144. Wallingford: CABI Publishing

Costa-Pierce B. (2002b). The ahupua'a aquaculture ecosystems in Hawaii. In: Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution, ed.

Costa-Pierce B.A., pp. 30-43. Oxford: Blackwell Science. Costa-Pierce B. (2002c). Ecology as the paradigm for the future of aquaculture, In: Ecological Aquaculture: The Evolution of the Blue Revolution, ed.

Costa-Pierce B.A., pp. 339-372. Oxford: Blackwell Science. Costa-Pierce B.A. (2003). Use of ecosystems science in ecological aquaculture. Bull Aquacul Assoc Canada. 103(2):32-40.

Costa-Pierce B.A., Desbonnet A., Edwards P., Baker D., pp. 1-14. Wallingford: CABI Publishing. Costa-Pierce, B. (2008a). Epilogue. In: Aquaculture, Innovation and Social Transformation, eds. Culver, K., Castle, D., pp. 315-325. New York: Springer Science.

Costa-Pierce B. (2008b). An ecosystem approach to marine aquaculture: A global review. In: Building An Ecosystem Approach to Aquaculture, ed. Soto, D., pp. 81-116. Rome: FAO Fisheries and Aquaculture Proceedings 14. FAO

FAO. 2012. http://www.fao.org/docrep/006/J2084e/j2084e06.htm

Froese R. and Pauly D.Editors. (2021). FishBase. *Lates calcarifer* (Bloch, 1790). Accessed through:World Register of Marine Species at: http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=278957 on 2021-10-10

Garza-Gil M.D., Varela-Lafuente M., Caballero-Miguez G. (2009). Price and production trends in the marine fish aquaculture in Spain. Aquaculture Research. 40: 274-281.

Hafez Amini P. (2003). The effect of NaCL stress on blood glucose and cortisol in Common carp. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 3, 35-42.

Hafezamini P. and Orian Sh. (2002). Survey of effects of choloride sodium stress on blood hematocrit and hemgolobin in common carp (*Cyprinus carpio*). *Iranian Scientific Fisheries Journal*, 3: 13-22.

Heaman M. J. B. A. (1990). Status of barramundi farming in Australia. 1**,** 1-3.

Jefrry D. R. 2013. *Biology and culture of Asian seabass Lates calcarifer*, CRC Press.

Larson, H. 1999. Order Perciformes. Suborder Percoidei. Centropomidae. Sea perches. p. 2429-2432.

Mathew G. (2009).Taxonomy, identification and biology of Seabass (*Lates calcarifer*). National Training on 'Cage Culture of Seabass' held at CMFRI, Kochi. Central Marine Fisheries Research Institute 38-43.

Read P.A., Fernandes T.F., Miller K.L. (2001). The derivation of scientific guidelines for best environmental practice for the monitoring and regulation of marine aquaculture in Europe. Journal of Applied Ichthyology. 17: 146-152.

Singh R.K. (2000). Growth, survival and production of *Lates calcarifer* in a seasonal rain fed coastal pond of the Konkan region. *Aquaculture* 8, 55-60.

Whitehead P.J.P. (1984). Centropomidae. In W. Fischer and G. Bianchi (eds.) FAO species identification sheets for fishery purposes. Western Indian Ocean (Fishing Area 51). vol. 1. [pag. var.] FAO, Rome.

روش PCR-DGGE به عنوان روشی نوین در شناسایی میکروارگانیسم‌ها در آبزی‌پروری

عبدالحسین جانگران نژاد [۱*]؛ عاطفه اشتری [۲ و ۳]

۱- گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۲- گروه علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
۳- مرکز تحقیقات سلولی و مولکولی، پژوهشکده علوم پایه پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

Email: abdolhossein.jangaran@gmail.com

چکیده

روش‌های مولکولی در مقایسه با روش‌های سنتی و معمول که مورد استفاده قرار می‌گیرند، نتایج دقیق‌تری را در زمینه شناسایی میکروارگانیسم‌ها فراهم می‌نمایند. این تکنیک‌ها شامل PCR، real-time PCR، کاریوتایپینگ، پلی‌مورفیسم هضم آنزیم محدود کننده (Restriction fragment length polymorphism)، هیبریداسیون فلورسانس در محل (Fluorescence in situ hibridisation) و روش تعیین توالی هستند. یکی از تکنیک‌هایی که در آن از PCR استفاده می‌شود، تکنیک الکتروفورز با ژل دارای شیب دناتوره کننده (Denaturing gradient gel electrophoresis) است که جهت شناسایی کونه‌های ناشناس و غیرقابل پیش‌بینی کاربرد دارد. این تکنیک، یکی از پرکاربردترین روش‌هایی است که بدون نیاز به کشت باکتری، برای بررسی و مطالعه ساختار جمعیتی میکروب‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور، ابتدا با استفاده از PCR، محصولاتی از ژنی که مدنظر می‌باشد به دست آمده و این محصولات در تکنیک DGGE به کار می‌رود. این تکنیک این توانایی را دارد که گونه‌های مختلف را با توجه به تفاوت‌هایی که در توالی آن‌ها وجود دارد و نقش این توالی بر روی رفتارهای ذوب قطعات، مورد شناسایی قرار دهد. در واقع، ذوب شدن قطعات DNA در ژل اکریل‌آمید در DGGE در طول روند الکتروفورز، می‌تواند موجب توقف حرکت آن‌ها در ژل و به دنبال آن تفکیک و شناسایی گونه‌های مختلف شود.

واژگان کلیدی: روش‌های مولکولی، آبزیان، باکتری، واکنش زنجیره‌ای پلیمراز، الکتروفورز

PCR-DGGE as a new method in microorganisms identifying in aquaculture

Abdolhossein Jangaran Nejad[1*]; Atefeh Ashtari[2,3]

1- Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2- Department of Anatomical Sciences, Faculty of Medicine, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran
3- Cellular and Molecular Research Center, Medical Basic Sciences Research Institute, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Email: abdolhossein.jangaran@gmail.com

Abstract

Molecular methods provide more accurate results in the identification of microorganisms than traditional and common methods. These techniques include PCR, Real-time PCR, karyotyping, restriction fragment length polymorphism, fluorescence in situ hybridization, and sequencing. One of the techniques which uses PCR is the denaturing gradient gel electrophoresis technique, which is applied to identify unknown and unpredictable species. This technique is one of the most widely used methods that is utilized to study the population structure of microbes without the need for bacterial culture. For this purpose, products of the gene that is considered obtained with PCR and these products are used in the DGGE technique. This technique has the ability to identify different species base the differences in their sequence and the role of this sequence on the melting behaviors of the parts. In fact, the melting of DNA fragments in acrylamide gel in DGGE during the electrophoresis process can stop their movement in the gel, followed by the separation and identification of different species.

Keywords: molecular methods, aquatic animals, bacteria, polymerase chain reaction, electrophoresis

سوف سفید (*Sander lucioperca*)، گونه‌ای جدید برای توسعه آبزی‌پروری

کامیار جاوید رحم‌دل[1]؛ بهرام فلاحتکار[1*]

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*) گونه‌ای ارزشمند با ویژگی‌های مطلوب و مناسب برای آبزی‌پروری است. این گونه بومی ایران بوده و ارزش اقتصادی بسیار بالایی دارد، اما متاسفانه صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها منجر به کاهش جمعیت طبیعی آن شده است. بنابراین، معرفی این گونه برای توسعه آبزی‌پروری در سیستم‌های پرورشی مختلف بسیار مهم است. نظر به اهمیت اقتصادی بالای سوف سفید در ایران و کشورهای اروپایی، به نظر می‌رسد دستیابی به بیوتکنیک تکثیر و پرورش و همچنین تعیین نیازمندی‌های محیطی و تغذیه‌ای این ماهی می‌تواند رشد آبزی‌پروری این گونه ارزشمند را در آینده تضمین کند. بنابراین، در مقاله حاضر روش‌های تکثیر و پرورش ماهی سوف سفید مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: بیوتکنیک، تکثیر، دریای خزر، سوف معمولی

Pikeperch (*Sander lucioperca*), a new species for aquaculture development

Kamyar Javid Rahmdel[1]; Bahram Falahatkar[1*]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

*Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

Pikeperch (*Sander lucioperca*) is a valuable species with desired features and proper for aquaculture. This species is an endemic fish and has high commercial value, but unfortunately, over-fishing and habitats destruction has led to decline in its natural population. Hence, it is very important to introduce this species for aquaculture in different culture systems. According to high commercial importance of pikeperch in Iran and European countries, it seems that access to biotechniques of propagation and rearing and also, determination of environmental and nutritional requirements of this fish could guarantee future aquaculture development of this valuable species. Therefore, the current paper reviews the methods of propagation and rearing of pikeperch.

Keywords: Biotechnique, Propagation, Caspian Sea, Pikeperch

مقدمه

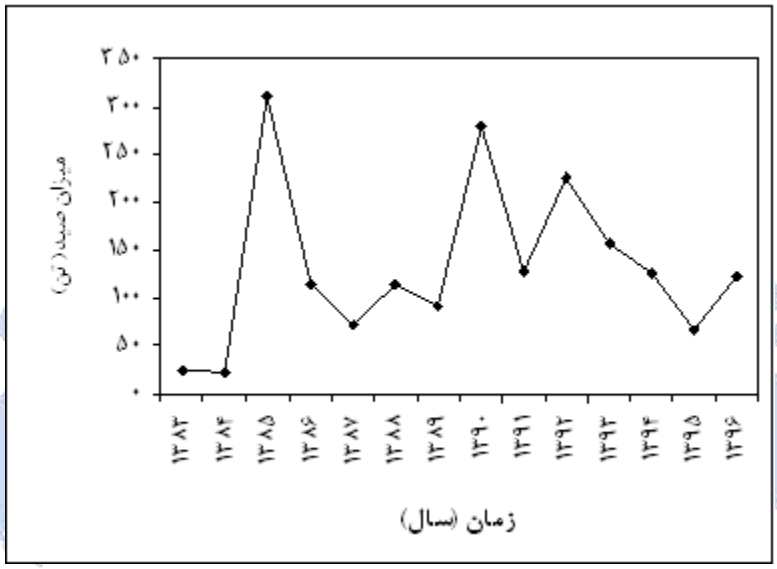
سوف سفید (*Sander lucioperca*) (شکل ۱) گونه‌ای بومی ایران بوده و ذخایر طبیعی آن در حوضه آبریز جنوبی دریای خزر و دریاچه پشت سد ارس وجود دارند (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021). طبقه‌بندی تاکسونومیک این گونه به شرح زیر است (Stepien and Haponski, 2015):

- ✓ سلسله: Animalia (جانوران)
- ✓ شاخه: Chordata (مهره‌داران)
- ✓ رده: Actinopterygii (شعاع‌بالگان)
- ✓ راسته: Perciformes (سوف‌ماهی شکلان)
- ✓ خانواده: Percidae (سوف‌ماهیان)
- ✓ جنس: Sander (سوف)
- ✓ گونه: *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) (سوف سفید)

شکل ۱: ماهی سوف سفید (*Sander lucioperca*).

ماهی سوف سفید دارای بدنی کشیده و فشرده از دو پهلو است. رنگ قسمت پشتی بدن تیره بوده، در ناحیه پهلوها نقره‌ای و در بخش شکمی سفید است. این ماهی دارای دو باله پشتی است که باله پشتی اول دارای ۱۳ تا ۱۴ شعاع سخت و باله پشتی دوم دارای ۱۹ تا ۲۳ شعاع نرم است. در نمونه‌های جوان، ۱۰-۸ نوار عمودی تیره‌رنگ روی پهلوها مشاهده می‌شود که با افزایش سن تدریجا کم‌رنگ می‌شوند (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021). طول کل اغلب بین ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتر متغیر بوده و ماهیان صید شده در ایران دارای میانگین وزنی ۳۳۳ گرم هستند (Abdolmalaki and Psuty, 2007). سوف سفید گونه‌ای گوشتخوار است. بچه‌ماهیان نورس در ابتدا زئوپلانکتون‌خوار هستند، سپس با افزایش سن (طول کل ۴۰-۳۵ میلی‌متر) از بی‌مهرگان کف‌زی مانند لارو شیرونومیده و گاماروس تغذیه کرده و در نهایت ماهیان جوان و بالغین به ماهیخواری روی می‌آورند (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2021).

سوف سفید سرعت رشد بالا و کیفیت گوشت بسیار مطلوبی دارد که سبب شده است تا در حال حاضر توجه زیادی به آبزی‌پروری آن در اروپا وجود داشته باشد. آسیب به ذخایر طبیعی سوف سفید در اثر صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه‌ها موجب کاهش شدید صید این ماهی در کشور شد، اما فعالیت‌های سازمان شیلات ایران منجر به افزایش مجدد میزان صید این ماهی شده است (Efatpanah and Falahatkar, 2019) (شکل ۲). با توجه به اهمیت معرفی گونه‌های جدید جهت آبزی‌پروری، در مقاله حاضر مروری اجمالی بر تکنیک‌های تکثیر و پرورش این گونه انجام شده است.



شکل ۲: آمار صید ماهی سوف سفید در ایران (Efatpanah and Falahatkar, 2019).

تکثیر ماهی سوف سفید در محیط اسارت

سه روش طبیعی، نیمه‌طبیعی و مصنوعی برای تکثیر این ماهی وجود دارد. در تکثیر طبیعی، مولدین در استخرهای خاکی جفتگیری کرده و روی لانه‌هایی از جنس چمن مصنوعی یا شاخ و برگ و ریشه درختان تخمریزی می‌کنند (Javid Rahmdel and Falahatkar, 2020). در تکثیر نیمه‌طبیعی، جفتگیری و تخمریزی روی بسترهای مصنوعی وجود دارد، اما تزریق هورمون نیز انجام می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱: نحوه کاربرد هورمون‌های مختلف برای حصول حداکثر نرخ رسیدگی جنسی در مولدین ماده سوف سفید.

عامل هورمونی	دوز مورد استفاده (به ازای هر کیلوگرم وزن بدن مولد ماده)	تعداد تزریقات	فاصله تزریقات (ساعت)	نرخ اوولاسیون (٪)	زمان رسیدگی (ساعت-درجه)	منبع
hCG	۲۰۰ واحد بین‌المللی برای مرحله اول و ۵۰۰ واحد بین‌المللی برای مرحله دوم	۲	۲۴	۱۰۰	۳۶۷/۳۸۷-۲/۵	Zakęś and Demska-Zakęś, 2005
عصاره هیپوفیز کپور	۱ میلی‌گرم برای مرحله اول و ۳ میلی‌گرم برای مرحله دوم	۲	۲۴	۹۰	۳۹۶-۵۸۹	Rónyai, 2007
LHRHa2	۳/۵ میکروگرم برای مرحله اول و ۱۰ میکروگرم برای مرحله دوم	۲	۴۸	-	-	Falahatkar *et al.*, 2009
mGnRHa	۲۵ میکروگرم	۱	-	۱۰۰	۱۲۴۵	Křišťan *et al.*, 2013

برای تکثیر سوف سفید در کشورمان از روش نیمه‌طبیعی استفاده می‌شود. مولدین از دریاچه پشت سد ارس صید و به مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل منتقل می‌شوند. تجربیات اجرایی اخیر در این مرکز، موفقیت استفاده از مخازن آبراهه‌ای را برای تکثیر سوف سفید نشان داده است (شکل ۳) (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021).

شکل ۳: مخازن آبراهه‌ای و لانه‌های تخمریزی مورد استفاده در تکثیر نیمه‌طبیعی ماهی سوف سفید در مرکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان دریایی شادروان دکتر یوسف‌پور سیاهکل (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021).

در این روش، تزریق یک‌مرحله‌ای هورمون hCG به میزان ۲۰۰ واحد بین‌المللی در کیلوگرم وزن بدن برای ماده‌ها انجام می‌شود، اما نرها به دلیل آمادگی تولیدمثلی بیشتر، تیمار هورمونی دریافت نمی‌کنند. مشاهده شد که علیرغم پایین بودن دوز هورمون مصرفی در این روش، حداقل دوسوم ماده‌ها موفق به تخمریزی می‌شوند (Falahatkar *et al*., 2021a). نسبت رهاسازی مولدین ماده به نر در این مخازن آبراهه‌ای ۱:۱/۲ است. جریان مداوم آب در این مخازن تاثیر مثبتی بر روند رسیدگی جنسی در ماهیان مولد و تحریک آن‌ها به تولیدمثل دارد. در تکثیر مصنوعی، هورمون به مولدین تزریق و گامت‌ها استحصال و با روش خشک لقاح داده می‌شوند. به‌ازای هر ۱۰۰ گرم تخمک، ۲ میلی‌لیتر اسپرم اضافه شده و توسط قاشق پلاستیکی مخلوط می‌شوند. سپس مقدار کمی آب برای فعال کردن اسپرم‌ها اضافه می‌شود. برای رفع چسبندگی تخم‌ها از محلول لقاح کاربامید با ترکیب ۴۰ گرم نمک و ۳۰ گرم اوره در ۱۰ لیتر آب استفاده می‌شود. انکوباسیون تخم‌های حاصله از تکثیر کنترل شده یا نیمه‌طبیعی، روی همان بسترهای تخمریزی انجام می‌شود، اما در تکثیر مصنوعی، تخم‌ها به انکوباتورهای ۸ لیتری ویس منتقل می‌شوند. دمای مناسب انکوباسیون ۱۸-۱۵ درجه سانتی‌گراد و طول دوره انکوباسیون حدودا ۳-۲ روز است. میانگین وزنی لاروهای تازه تفریخ شده ۰/۷-۰/۶ میلی‌گرم و میانگین طول کل ۱۳-۱۲ میلی‌متر است (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021).

پرورش لارو و بچه‌ماهی و پرواربندی سوف سفید

لارو سوف سفید، تا چند روز اول زندگی توانایی تغذیه خارجی را ندارد و برای تامین نیازمندی غذایی خود به ذخیره کیسه زرده وابسته است و پس از آن به غذای زنده نیاز دارد. بنابراین، تامین غذای زنده برای پرورش لارو سوف سفید ضروری است، اما این وضعیت را نمی‌توان به‌مدت طولانی ادامه داد، زیرا تامین غذای زنده مشکل بوده و همچنین هزینه بالایی دارد. در نتیجه، پس از مدتی باید از غذای فرموله شده برای تغذیه لاروها استفاده کرد. مشکل اصلی در این زمینه، عادت دادن بچه‌ماهیان نورس سوف سفید به تغذیه از غذای فرموله شده است. این فرآیند، یعنی سازش‌دهی ماهیان به استفاده از غذای دستی به‌جای غذای زنده را اصطلاحا Weaning می‌نامند که شامل یک دوره تغذیه ترکیبی با غذای زنده و غذای فرموله شده است. این تغذیه ترکیبی باید ۱۵ روز پس از تفریخ آغاز شود و تقریبا ۱۰ روز بعد می‌توان اقلام طبیعی را حذف کرده و منحصرا از غذای دستی برای تغذیه لاروها استفاده کرد (Hamza *et al*., 2007). جدول ۲ روند پیشنهادی غذادهی به لاروهای سوف سفید را نشان می‌دهد. پس از شروع تغذیه فعال، بچه‌ماهیان با تراکم ۴۰۰-۳۰۰ هزار در هکتار در استخرهای خاکی ۴-۲ هکتاری ذخیره‌سازی می‌شوند. این دوره با تولید بچه‌ماهیان انگشت‌قد ۵۰ روزه با میانگین وزنی ۱/۱-۱ گرم خاتمه می‌یابد (Falahatkar *et al*., 2018).

جدول ۲: روند پیشنهادی برای تغذیه لارو سوف سفید (Hamza *et al*., 2007).

آیتم غذایی	زمان شروع تغذیه (روز پس از تفریخ)
روتیفر یا ناپلی آرتمیا	۵
ترکیب ناپلی آرتمیا با غذای فرموله شده	۱۵
غذای فرموله شده	۳۶

پرواربندی سوف سفید با پرورش بچه‌ماهی انگشت‌قد ۲-۱ گرمی شروع و با تولید ماهی ۳۰۰-۱۰۰ گرمی تمام می‌شود. برخی پرورش‌دهندگان کپورماهیان در کشورمان با رهاسازی بچه‌ماهیان سوف سفید به استخرهای خود اقدام به مبارزه بیولوژیک با ماهیان هرز می‌کنند. سیستم نیمه‌متراکم پرورش سوف سفید مبتنی بر قفس است. این روش در کشورهای اروپایی اغلب با شکست مواجه شده که دلیل آن برودت آب و نرخ رشد پایین ماهی در سرما است. البته با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت ایران نسبت به کشورهای اروپایی، ممکن است پرورش سوف سفید در قفس در کشورمان با موفقیت همراه باشد. سیستم مداربسته بیشترین سهم را در پرورش تجاری سوف سفید دارد. این شیوه امکان کنترل پارامترهای محیطی و عرضه مستمر محصول به بازار را در طول سال فراهم می‌کند (Falahatkar *et al*., 2021b). میزان تولید ماهی در سیستم مداربسته ۷۰-۶۰ کیلوگرم در مترمکعب در هر فصل پرورش است. شرایط مطلوب پرورش سوف سفید شامل دمای ۲۴-۲۲ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۷۲-۶۰ درصد، آمونیاک محلول کمتر از ۰/۰۰۲ میلی‌گرم در لیتر و شدت نور ۱۱۰۰-۲۰۰ لوکس است (Falahatkar and Javid Rahmdel, 2021). جدول ۳ نیازمندی‌های غذایی سوف سفید را در مراحل مختلف رشد نشان داده است.

جدول ۳: محدوده تقریبی نیازمندی‌های غذایی سوف سفید (Biomar, 2021).

شاخص	سطح نیازمندی در مراحل مختلف پرورش		
	آغازین	پیش‌پرواری	پرواری
پروتئین خام (٪)	۵۵	۵۴	۴۸
چربی خام (٪)	۱۵	۱۸	۱۵
عصاره عاری از ازت (٪)	۱۳	۱۲	۲۱
فیبر خام (٪)	۰/۹	۰/۹	۲
خاکستر (٪)	۸/۳	۱۰	۷/۷
انرژی ناخالص (مگاژول/کیلوگرم)	۲۱/۱	۲۱/۸	۲۱/۳

نتیجه‌گیری

سوف سفید گونه‌ای بومی با ارزش بالای تجاری است. جهت افزایش بازده تکثیر و پرورش این ماهی توصیه می‌شود:

۱- با توجه به اثر مثبت آب جاری بر رسیدگی جنسی، از مخازن آبراهه‌ای برای تکثیر نیمه‌طبیعی سوف سفید استفاده شود.

۲- برای رفع چسبندگی تخم‌های سوف سفید از محلول کاربامید (۴۰ گرم نمک و ۳۰ گرم اوره در ۱۰ لیتر آب) استفاده شود.

۳- برای تطابق لارو سوف سفید به غذای فرموله شده، دوره گذاری بین غذای زنده و غذای فرموله شده در نظر گرفته شود.

۴- پرورش سوف سفید در سیستم مداربسته انجام شود تا امکان کنترل پارامترهای محیطی در محدوده مطلوب فراهم شود.

منابع

Abdolmalaki S., Psuty I. (2007). The effects of stock enhancement of pikeperch (*Sander lucioperca*) in Iranian coastal waters of the Caspian Sea. ICES Journal of Marine Science, 64: 973-980.

Biomar (2021). Available from: https://www.biomar.com/en/denmark/product-and-species/pike-perch. Retrieved 2 October 2021.

Efatpanah I., Falahatkar B. (2019). Analytical report of pikeperch (*Sander lucioperca*) stock rehabilitation effects on its recruitment and landings value in southern coasts of the Caspian Sea. The 1st International Conference on the Caspian Sea Environment & Sustainable Development. October 1-2, Rasht, Iran. [in Persian]

Falahatkar B., Poursaeid S., Efatpanah I., Ranaye Akhavan S., Meknatkhah B., Arzboo Z. (2009). Induction of spawning pikeperch (*Sander lucioperca*) in response to various hormones. Aquaculture Europe 2009, August 15-18, Trondheim, Norway.

Falahatkar B., Efatpanah I., Kestemont P. (2018). Pikeperch *Sander lucioperca* production in the south part of the Caspian Sea: technical notes. Aquaculture International, 26: 391-401.

Falahatkar B., Javid Rahmdel K. (2021). A Practical Manual for Propagation and Rearing of Pikeperch. University of Guilan Press, Rasht, Iran, 202 p. [in Persian]

Falahatkar B., Javid Rahmdel K., Rasouli Kargar E., Gholami S. (2021a). Evaluation of various hCG treatment strategies applied to domesticated pikeperch (*Sander lucioperca*) broodstock on nest-spawning performance. Aquaculture International. [in press]

Falahatkar B., Javid Rahmdel K., Poursaeid S. (2021b). Principles of Management in Recirculating Aquaculture Systems. Agriculture Research and Education Publications, Tehran, Iran, 160 p. [in Persian]

Hamza N., M'hetli M., Kestemont P. (2007). Effects of weaning age and diets on ontogeny of digestive activities and structures of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. Fish Physiology and Biochemistry, 33: 121-133.

Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2020). Reproductive biology of pikeperch (*Sander lucioperca*) - a review. Advanced Aquaculture Sciences Journal, 4: 41-53. [in Persian]

Javid Rahmdel K., Falahatkar B. (2021). Adaptation of pikeperch (*Sander lucioperca*) to formulated diets: A review. Fisheries and Aquatic Life, 29: 1-12.

Křište'an J., Alavi S.M.H., Stejskal V., Policar T. (2013). Hormonal induction of ovulation in pikeperch (*Sander lucioperca* L.) using human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue. Aquaculture International, 21: 811-818.

Rónyai A. (2007). Induced out-off-season and seasonal tank spawning and stripping of pike perch (*Sander lucioperca* L.). Aquaculture Research, 38: 1144-1151.

Stepien C.A., Haponski A.E. (2015). Taxonomy, distribution, and evolution of the Percidae. In: Kestemont P., Dabrowski K., Summerfelt R.C. (eds.), Biology and Culture of Percid Fishes, Principles and Practices. Springer, Dordrecht, Netherlands, 3-60.

Zakęś Z., Demska-Zakęś K. (2005). Artificial spawning of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) stimulated with human chorionic gonadotropin (hCG) and mammalian GnRH analogue with a dopamine inhibitor. Archives of Polish Fisheries, 13: 63-75.

Effects of potential probiotic *Bacillus* sp. and its subcellular components to induce immune in *Cyprinus carpio* against *Aeromonas hydrophila*

Jeyavani Jeyaraj; Vaseeharan Baskaralingam*

Biomaterials and Biotechnology in Animal Health Lab, Department of Animal Health and Management, Alagappa University, Science campus 6th floor, Karaikudi, Tamil Nadu 630004.

Email: Vaseeharanb@gmail.com.

Abstract

Recent years, the aquaculture industry faces serious problems to control the bacterial pathogenic disease and reduce the death of culturing organisms during outbreak conditions. Generally, researchers focus the prevention of infection disease by formulating the better immune booster from probiotic bacterial *Bacillus* sp. strain due to its beneficial effects to control the pathogenic bacterial infection at the burden situation. In current study, oral administration (primary 1st - and secondary 14th dose) of probiotic based different subcellular components such as whole cell protein, extra cellular protein and cell wall protein were given to *Cyprinus carpio* and evaluate the non-specific cellular response such as serum myeloperoxidase activity, respiratory burst activity, nitric oxide scavenging activity and non-specific humoral immune response such as serum anti-protease activity, serum natural haemolytic activity at end of each dose after 14th day the serum of *C. carpio*. Compared to the control groups the probiotic feed organisms show more immune response. After 28th days administration of bacterial pathogen 1x 10^{-8} cells of *Aeromonas hydrophila* the survival and immune parameters within the next thirty days were accessed. Our results suggested that the probiotic bacteria's subcellular components have effectively protected the fish from *Aeromonas* infection and enriched the immune parameters. These results shed light on probiotics based on different subcellular components that are most efficient to control diseases at the burden conditions. Further, research will be focused to validate the mixtures of various cellular components from different probiotic based formulations for the development of the aquaculture sector.

Keywords: ***Cyprinus carpio*, *Areomonas hydrophila*, *Bacillus* sp., Subcellular components, Immunostimulant.**

Effects of aquaculture by-product meal as fishmeal replacer on serum biochemistry, innate immune response, oxidative stress markers, and distal intestinal health of African catfish diet

Jimoh, Wasiu Adeyemi, Ayeloja, Ahmed Ayodeji, Bako. Rafat, Chaman, Victor Wanjzie, Mowete, Isioma Emmanuel, Yusuf, Olatunji Yusuf, Abubakar, Musa Idi-Ogede

Department of Aquaculture and Fisheries, Faculty of Agriculture, University of Ilorin, PMB 1515, Ilorin, Kwara State, Nigeria.

Email jimoh.wa@unilorin.edu.ng

Abstract

The effect of feeding aquaculture by-product meal to African catfish (*Clarias gariepinus*) was investigated in a 56-day feeding trial using serum biochemistry, innate immune response, oxidative stress markers, and distal intestinal health as indices of assessment. Fishmeal protein in control diets was replaced at a rate of 15, 30, 45, and 60% by aquaculture by-product meal protein. Each experimental diet was randomly distributed into triplicate tanks containing catfish fingerlings (n =15 fingerlings/replicate, 5.58±0.05g). Some of the innate immune responses, oxidative stress biomarkers, serum biochemistry, and electrolytes parameters were statistically similar ($p>0.05$) with control. The cellularity and morphological delineation of the distal intestine appear normal in all the dietary treatment groups. These results show that the health status and immunity of African catfish (*Clarias gariepinus*) were not degraded by feeding aquaculture by-product meal to the fish.

Keywords: **By-product meal, Intestinal microbiota, Catfish, Protease, Blood glucose.**

مدیریت استرس به وسیله پروبیوتیک‌ها در پرورش آبزیان

محمد کمال پور [1*]

۱- گروه علوم پایه، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه لرستان، خرم آباد

Email: kamalpour.m@lu.ac.ir

چکیده

پرورش آبزیان یکی از سریع‌ترین صنایع در حال رشد در بخش غذایی است. بر اساس گزارش سازمان غذا و کشاورزی (FAO)، متوسط مصرف محصولات آبزی پروری نسبت به کل سرانه مصرف انسان از ۱۴ درصد در سال ۱۹۸۶ به ۴۷ درصد در سال ۲۰۰۶ افزایش یافته است و می‌توان انتظار داشت در چند سال آینده به ۵۰ درصد برسد. آبزی پروری به طور مداوم به تکنیک‌های جدیدی برای افزایش عملکرد تولید نیاز دارد. با این حال، با هر قدم در جهت تشدید شیوه‌های پرورش آبزیان، سطح استرس بر حیوان و همچنین محیط زیست افزایش می‌یابد. شیوه‌های تغذیه در پرورش آبزیان معمولاً نقش مهمی ایفا می‌کند و افزودن مواد افزودنی مختلف به فرمول متعادل خوراک برای دستیابی به رشد بهتر، یک عمل رایج در بین پرورش دهندگان ماهی و میگو است. پروبیوتیک‌ها، که به عنوان "عوامل دوستدار زیست محیطی" نیز شناخته می‌شوند، مانند لاکتوباسیلوس، مخمرها و گونه‌های باسیلوس، می‌توانند برای کنترل و رقابت با باکتری‌های بیماری زا و همچنین افزایش رشد موجودات پرورش یافته به محیط پرورش وارد شوند. علاوه بر این، پروبیوتیک‌ها میکروارگانیسم‌های غیر بیماری زا و غیر سمی هستند و هنگام تجویز بر موجودات آبزی عوارض جانبی نامطلوبی ندارند. پروبیوتیک‌ها همچنین نقش مهمی در افزایش ایمنی ذاتی در بین ماهی‌ها دارند و از این رو به آنها در مبارزه با هر گونه باکتری بیماری زا و همچنین در برابر عوامل استرس زای محیطی کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی و میگو، تغذیه، ایمنی ذاتی

Stress management by probiotics in aquaculture

Mohammad Kamalpour[1*]

1- Department of Basic Science, Faculty of Veterinary Medicine, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Email: kamalpour.m@lu.ac.ir

Abstract

Aquaculture is one of the fastest growing industries in the food sector. According to Food and Agricultural Organization (FAO) report, the average consumption of aquaculture products relative to total per capita fish for human consumption rose from 14% in 1986 to 47% in 2006 and it can be expected to reach 50% in the next few years. Aquaculture continuously requires new techniques to increase the production yield. However, with every step towards intensification of aquaculture practices, there is an increase in stress level on the animal as well as on the environment. Feeding practices in aqua farming usually plays an important role, and the addition of various additives to a balanced feed formula to achieve better growth is a common practice among the fish and shrimp culturists. Probiotics, also known as 'bio-friendly agents', such as LAB (*Lactobacillus*), yeasts and Bacillus sp., can be introduced into the culture environment to control and compete with pathogenic bacteria as well as to promote the growth of the cultured organisms. In addition, probiotics are non-pathogenic and non-toxic micro-organisms, having no undesirable side effects when administered to aquatic organisms. Probiotics are also known to play an important role in developing innate immunity among the fishes, and hence help them to fight against any pathogenic bacteria as well as against environmental stressors.

Keywords: Fish and shrimp culture, Feeding, Innate immunity

اهمیت بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان در بهره برداری پایدار منابع آبزی و اقدامات شیلات ایران

ناصر کرمی راد [۱*]؛ سید قباد مکرمی [۱]؛ معصومه حاجی میری [۳]؛ حدیث عباسی قادیکلایی [۲]؛ کاوه مینوفر [۱]؛ جواد مهدوی روشن [۱]

۱- وزارت جهاد کشاورزی سازمان شیلات ایران، معاونت آبزی پروری، دفتر بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان، تهران.
۲- وزارت جهاد کشاورزی سازمان شیلات ایران حوزه معاونت آبزی پروری، تهران.
۳- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

Email: Naser276us@yahoo.com:

چکیده

ذخایر آبزیان به علت گسترش روز افزون جوامع انسانی و نیاز آنها به منابع غذایی جدید در زیستگاه‌های خود در معرض انواع فشارهای ناشی از صید بی رویه و مسائل محیطی از قبیل آلودگی و تخریب زیستگاه‌ها قرار دارند، به طوریکه برخی از این گونه‌ها به عنوان گونه‌های در معرض خطر انقراض در لیست IUCN قرار گرفته‌اند. بازسازی ذخایر برنامه همکاری و مشارکت انسان و طبیعت در جهت بهبود و افزایش توده زنده است که به منظور جبران کاهش، افزایش ذخایر گونه‌های خاص، معرفی گونه جدید یا تغییر ترکیب ذخیره انجام می‌گیرد. به منظور بازسازی ذخایر گونه‌های درحال انقراض ومدیریت صید باید به ۳ اصل اساسی توجه شود: ۱- مدیریت ذخایر آبزی به منظور جلوگیری از صید بی رویه و تنظیم فعالیتهای صید ۲- ساخت زیستگاههای مصنوعی وبازسازی مکانهای تخریب شده پرورش لارو و تخم ریزی آبزیان ۳- افزایش ذخایر از طریق تکثیر و رهاسازی. افزایش وبازسازی ذخایر با تکیه بر رهاسازی بچه آبزیان پرورشی به ارتباط بین مدیریت پایدار صید و پرورش آبزیان بستگی دارد. تکثیر مصنوعی گونه‌های با ارزش آبزی و سپس پرورش لارو تا مرحله آبزی جوان (Juvenile) که تحت عنوان Larviculture شناخته می‌شود محور اصلی این روش بحساب می‌آید که در مورد ماهیان دریایی شیوه‌ای پیچیده، پرهزینه و زمانبر است و موفقیت در آن تنها به پشتوانهٔ تحقیقات پیگیر با استفاده از امکانات و تجهیزات مناسب و برای مدتی طولانی امکانپذیر است. فعالیت‌های بازسازی ذخایر آبزیان سازمان شیلات ایران از تنوع و گستردگی زیادی برخوردار می‌باشد، بطوری که این اقدام بر اساس اهداف کمی برنامه‌های پنج ساله توسعه کشور و بصورت ملی در سه حوزه دریای خزر، آب‌های داخلی و حوزه خلیج فارس و دریای عمان انجام می‌گیرد. در حال حاظر بیش از ۳۰ گونه انواع آبزیان بمنظور بازسازی وحفاظت از ذخایرژنتیکی مورد تکثیر و رهاسازی قرار گرفته‌اند. اولین بار در سال ۱۳۰۱ تکثیر مصنوعی تاس ماهیان و اولین تکثیر ماهی سفید در سال ۱۳۱۸ انجام گرفت.

واژگان کلیدی: بازسازی ذخایر، بهره برداری، IUCN، شیلات، آلودگی

The importance of stock enhancement and conservation of aquatic genetic resources in the sustainable exploitation of aquatic resources in Iran

Nasser Karami Rad[1*], Seyed Ghobad Mokarami[1], Masoumeh Haji Miri[3],Hodeis Abbasi Ghadikolaei[2], Kave Minofar[1], Javad Mahdavi Roshan[1]

1- Ministry of Agriculture, Iranian fisheries Organization, Department of aquaculture development, Office for rehabitation and Conservation of Aquatic Genetic Resources Iranian Fisheries Organization, Tehran, Iran.
2- Ministry of Agriculture, Iranian fisheries Organization, Deputy filed of Aquaculture Department, Tehran, Iran.
3- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Email: Naser276us@yahoo.com.

Abstract

Due to the growing expansion of human communities and their need for new food resources in their habitats, aquatic resources have been exposed to a variety of pressures, both due to overfishing and pressures from environmental issues such as pollution and habitat destruction. Some of these species are listed as endangered on the IUCN list. Stock enhancement is a program of cooperation and participation of man and nature in order to improve and increase the living mass. This activity is done to compensate for the decrease of some species, increase ing the stocks of certain other species, introduction of new species or change the stock composition. In order to restore endangered species stocks and catch management, three basic principles should be considered: 1- Management of aquatic stocks in order to prevent overfishing and regulate fishing activities 2- Construction of artificial habitats and reconstruction of destroyed places for larval rearing and spawning 3 - Increase stocks through reproduction and release. Stock enhancement based on the release of juvenile aquaculture depends on the relationship between sustainable fisheries management and aquaculture. Artificial reproduction of valuable aquatic species and larval rearing to juvenile stage (Juvenile) known as larviculture is the main axis of this method which is a complex, costly and time consuming method for marine fish and success in is possible only through long term continuous research and use of appropriate facilities and equipment. Stock enhancement activities of aquatic resources of the Fisheries Organization of Iran are very diverse and extensive, so that this action is based on the quantitative objectives of the five-year development plans and nationally in the three basins of Caspian Sea, inland waters and Persian Gulf and Sea of Oman.. At present, more than 30 aquatic species have been reproduced and released in order to regenerate and protect genetic resources. The first artificial reproduction of sturgeon was done in 1301 and the first reproduction of Caspian white fish was done in 1318.

Keywords: Stock enhancement, Exploitation, IUCN, Fisheries, Pollution

ماهیان خاویاری و اهمیت توسعه آبزی پروری آنها در ایران

ناصر کرمی راد [1*]؛ سید قباد مکرمی [1]؛ معصومه حاجی میری [2]؛ حدیث عباسی قادیکلایی [2]؛ کاوه مینوفر [1]؛ سمیه پاکروان [1]

۱-وزارت جهاد کشاورزی سازمان شیلات ایران، معاونت آبزی پروری، دفتر بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان، تهران.
۲-وزارت جهاد کشاورزی سازمان شیلات ایران حوزه معاونت آبزی پروری، تهران.
۲-موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

Email Naser276us@yahoo.com:

چکیده

بازسازی ذخایر (تکثیر انبوه) تاسماهیان در ایران قدمتی ۴۰ ساله دارد که با هدف تولید گوشت و خاویار در حدود دو دهه آغاز و با روند توسعه جهانی از حدود ده سال گذشته توسعه آن در ایران شدت بیشتری گرفته است که علاوه بر تولید پروتئین و ارز آوری به دلیل کاهش فشار وارده به ذخایر طبیعی به امر بازسازی ذخایر کمک کرده است. وجود اقلیم مناسب برای پرورش این ماهیان، پایین بودن هزینه‌های تاسیساتی و نیرو انسانی در مقایسه با کشورهای اروپایی، وجود دانش فنی و تجربه بالا و همچنین آوازه کشورمان به عنوان تولید کننده بهترین خاویار جهان موجب شده تا این فعالیت ارزش اقتصادی فوق العاده‌ای داشته و به سرعت توسعه یابد. طبق آخرین آمار منتشره سازمان CITES در سال ۲۰۱۹ در خصوص صادرات خاویار گونه فیل ماهی (بلوگا) که ارزشمندترین خاویار دنیا می‌باشد، رتبه یک جهان، همچنین جایگاه چهارم جهانی تولید گوشت ماهیان خاویاری طبق آمار سازمان FAO به ایران تعلق دارد. از طرفی صید بی رویه، آلودگی‌های مختلف در دریا و رودخانه‌ها نسل آنها را با خطر انقراض مواجهه نماید که توسعه مزارع فعال پرورش ماهیان خاویاری درکشور، وجودتوده‌های زنده گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری علی الخصوص مولدین با سنین مختلف در مراکز بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی ماهیان خاویاری شیلات ایران پشتیبان بسیار ارزشمندی برای این گونه‌های ارزشمند دریایی است که در لیست قرمز گونه‌های در حال انقراض IUCN می‌باشند در حال حاضر ۲۷ گونه ماهیان خاویاری در دنیا پرورش داده می شود. که در ایران بیش از ۱۷۶ مزرعه فعال در ۲۲ استان کشور با ظرفیت تولید ۷۵۰۰ تن گوشت و بیش از ۱۱۰ تن خاویار ایجاد و در حال فعالیت هستند، به طوری که در سال ۱۳۹۹ بیش از ۳۴۹۱ تن گوشت و ۱۲۰۳۷ کیلوگرم خاویار در مزارع پرورشی بخش خصوصی تولید و استحصال شده است.

واژگان کلیدی: ماهیان خاویاری، CITES، خاویار، آبزی پروری، بازسازی ذخایر

Sturgeons and the importance of its aquaculture development in Iran

Nasser Karami Rad[1*], Seyed Ghobad Mokarami[1], Masoumeh Haji Miri[2];Hodeis Abbasi Ghadikolaei [1], Kave Minofar[1];Somaie Pakravan[1]

1-Ministry of Agriculture, Iranian fisheries Organization, Department of Aquaculture Development, Office for Rehabitation and Conservation of Aquatic Genetic Resources, Iranian Fisheries Organization, Tehran, Iran.
2-Ministry of Agriculture, Iranian fisheries Organization, Aquaculture Department, Tehran, Iran.
3-Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture research Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

Email Naser276us@yahoo.com

Abstract

Mass breeding of sturgeon with the aim of preserving and rebuilding stocks has a history of 40 years in Iran, but sturgeon farming with the aim of producing meat and caviar has been started two decades ago (1990) and has been developing in Iran for about ten years. In addition to protein production and currency, it has intensified due to the reduction of pressure on natural resources, has helped stock rehabilitation. Existence of suitable climate for breeding these fish, low installation costs and manpower in comparison with European countries, existence of technical knowledge and high experience as well as our country's reputation as the producer of the best caviar in the world have made this activity of extraordinary economic value develop rapidly. According to the latest statistics published by CITES in 2019 regarding the export of Beluga, which is the most valuable caviar in the world, it is ranked first in the world, as well as the fourth global sturgeon meat production according to FAO statistics. On the other hand, overfishing, various pollution in the sea and rivers endanger their offspring. Development of active sturgeon farming of different sturgeon species, especially the presence of breeders of different ages in the centers for the reconstruction and conservation of genetic stocks of Iranian sturgeon are valuable support for these valuable marine species placed in the red list of species. They are considered endangered fish by the IUCN .There are currently 27 species of sturgeon in the world. At present, more than 176 active farms in 22 provinces of the country with a production capacity of 7500 tons of meat and more than 110 tons of caviar are established and operating, so that in 1399 more than 3491 tons of meat and 12037 kg of caviar in private farms has been produced.

Keywords: Sturgeon, CITIES, Caviar, Aquaculture, Stock Enhancement

بررسی مسیر تکاملی و اشتقاق گونه‌های خانواده ساردین ماهیان (Clupeidae) خلیج فارس و دریای عمان به روش مولکولی

ناصر کرمی راد [۱*]؛ سهراب رضوانی گیل کلایی [۲]؛ معصومه حاجی میری [۲]

۱- وزارت جهاد کشاورزی سازمان شیلات ایران، معاونت آبزی پروری، دفتر بازسازی و حفاظت از ذخایر ژنتیکی آبزیان، تهران.
۲- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.

Email: Naser276us@yahoo.com

چکیده

ساردین ماهیان گروه بزرگ از سطح زیان ریز متعلق به خانواده Clupeidae هستند که بیشتر دوران زندگی خود را در لایه‌های سطحی آب در اکثر اکوسیستم‌های آبی می‌گذرانند و مهاجرت آنها از یک منطقه به منطقه دیگر نیز در سطح آب به شکل گله‌های نسبتاً بزرگ صورت می‌گیرد. این مطالعه با نمونه برداری از خانواده Clupeidae در ۴ ایستگاه از مناطق مختلف خلیج فارس و دریای عمان و استفاده از ژن Control region میتوکندریایی جهت تفکیک بین و درو ن گو. نه‌ای نمونه‌ها پس از شناسایی و استخراج mtDNA و بکارگیری پرایمرهای اختصاصی، ژن منطقه حفاظت شده جهت تکثیر و توالی ژنها استفاده شد نهایتاً" توالی‌های بدست آمده با نرم افزارهای BioEdit، Chromas، DnaSP و MEGA 4 آنالیز شد. با توجه به مطالعات انجام شده نرخ ٪۱-۲/۵ اشتقاق نوکلئوتید بر میلیون سال برای ژن منطقه کنترل میتوکندریایی با استفاده از نرم افزار MEGA 4 حداکثر و حداقل نرخ زمان اشتقاق برای هر گونه به روش Tajima test محاسبه و سپس به روش X^2 squre (Chi) و *P*-value دو گونه نسبت به برون گونه در سطح Molecular clock (P>0.05) محاسبه شد. Divergent time یا زمان اشتقاق بین گونه‌های مورد مطالعه از ۶-۴۹ میلیون سال برآورد شد که کمترین زمان اشتقاق مربوط به گونه *Anodontostoma chacunda* بوده که در ۶ میلیون سال قبل در دوران میوسن اتفاق افتاده است و بیشترین زمان اشتقاق مربوط به گونه *Herklotsichthys lossei* بوده که در ۴۹ میلیون سال قبل در دوران ائوسن زمین شناسی اتفاق افتاده است.

کلمات کلیدی: ساردین ماهیان، منطقه حفاظت شده میتوکندریایی (Control region)، Molecular clock، خلیج فارس و دریای عمان، Divergent time

Evaluation of evolutionary path and Divergent time of sardinella species (Clupeidae) in Persian Gulf and Oman Sea by molecular method

Nasser Karami Rad[1];Sohrab Rezvani Gilkolaiee[2];Masoumeh Haji Miri[2]

1- Iranian Fisheries Organization, Tehran
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Tehran

Email: Naser276us@yahoo.com

Abstract

Sardinella species are a large group of tiny surface fish belonging to the family Clupeidae that live in aquatic ecosystems in most parts of the world. These fish spend most of their lives in the surface layers of the water and their movement and migration from one area to another is done on the surface of the water. They are seen as relatively large herds during migration. Mitochondrial control region gene in fish is a good indicator of species segregation at both interspecific and intraspecific levels. Selected species of the Clupeidae family were collected from 4 stations in different parts of the Persian Gulf and the Sea of Oman and After identification, their mtDNA was extracted and with specific primers, the genes of their conserved region were first amplified and then sequenced. Finally, the obtained sequences were analyzed with BioEdit, Chromas, DnaSP and MEGA 4 software. According to studies, a rate of 1-2/5% nucleotide derivation per million years has been calculated for the mitochondrial control region gene. Using MEGA 4 software, the maximum and minimum divergent time rates for each species were calculated by Tajima test method. From this method X2 (Chi square) and P-value of two species to the extra specific is calculated and if P> 0.05, Molecular clock can be calculated. The divergent time between the studied species was estimated from 6-49 million years, which is the lowest divergent time of Anodontostoma chacunda, which occurred 6 million years ago during the Miocene and most of the divergent time belonged to the species Herklotsichthys lossei, which occurred 49 million years ago during the Eocene geological period.

Keywords: Sardinella, Mitochondrial Protected Area(Control region), Molecular clock, Persian Gulf and Sea of Oman, Divergent time

مدل‌های القاء و بررسی درد در ماهی زبرا

عماد خلیل زاده [1*]

۱- گروه علوم پایه، بخش فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

چکیده

درد یک احساس ناخوشایند و منفی است و مدیریت اثرات ناتوان کننده آن پیچیده است. مدل‌های معرفی شده در پستانداران مدتهاست که بر تحقیقات درد مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما شواهد فزاینده‌ای برای فرآیندهای قابل مقایسه تحقیقات درد در ماهی وجود دارد. با توجه به نیاز بهبود مدلهای درد موجود برای تحقیقات دارویی و الزام برای اصلاح بر اساس اصول R3 (سه اصل: اصلاح، کاهش و جایگزینی) روش‌های مطالعه درد در ماهی، توسعه روش‌های متعدد برای ارزیابی درد و نوسیسپشن را در ماهی را ترغیب کرده است. ماهی زبرا در حال حاضر به عنوان یک مدل حیوانی تثبیت شده در بسیاری از زمینه‌های تحقیقاتی دیگر مانند آزمایش سمیت دارویی، به عنوان الگویی برای بیماریها و همچنین تحقیقات درد مورد مقبولیت محققین قرار گرفته است. روش‌های الکتروفیزیولوژی، زیست شناسی مولکولی، تجزیه و تحلیل رفتاری و تصویربرداری فلورسنت به طور معمول در ارزیابی درد در این مدل استفاده می‌شوند، اما ترکیب این ابزارها است که مدل ماهی زبرا را بسیار قدرتمند می‌کند. به طور همزمان، مشاهده رفتار پیچیده در لاروهایی که قادرند آزادانه شنا کنند و همچنین ثبت فعالیت عصبی آنها در سطح سلولی، راهکارهای جدیدی را برای تحقیقات درد باز می‌کند. هدف این مرور ارائه خلاصه‌ای از روش‌های موجود برای مطالعه درد در ماهی زبرا برای محققان است. در این مطالعه مدل‌های مختلف القاء درد حاد و مداوم ناشی از محرکهای شیمیایی، حرارتی یا الکتریکی را مورد بحث قرار می‌گیرند.

واژگان کلیدی: مدل‌های درد، ماهی زبرا، بی دردی، نوسیسپشن

Models of induction and investigation of pain in zebrafish

Emad Khalilzadeh[1*]

1- Department of Basic sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

Abstract

Pain is an unpleasant and negative feeling, and managing its debilitating effects is complex. Models introduced in mammals have long been used in pain research, but there is growing evidence for comparable pain research processes in fish. Given the need to improve existing pain models for pharmaceutical research and the need for correction based on R3 principles (three principles: correction, reduction and replacement), pain study methods in fish have encouraged the development of multiple methods for assessing pain and nociception in fish. Is. Zebrafish is now accepted by researchers as an established animal model in many other fields of research, such as drug toxicity testing, as a model for disease, and pain research. Electrophysiology, molecular biology, behavioral analysis, and fluorescent imaging are commonly used to assess pain in this model, but it is the combination of these tools that makes the zebrafish model so powerful. At the same time, observing complex behavior in larvae that are able to swim freely, as well as recording their neural activity at the cellular level, opens up new avenues for pain research. The purpose of this review is to provide researchers with a summary of existing methods for studying pain in zebrafish. In this study, different models of inducing acute and ongoing pain caused by chemical, thermal, or electrical stimuli atr discussed.

Keywords: Pain models, Zebrafish, Analgesia, Nociception.

مقدمه

برای تشخیص محرک‌های مضر، یک حیوان باید دارای دستگاه عصبی برای درک، پردازش و پاسخ به محرک‌های بالقوه دردناک باشد. مطالعات نشان داده است که ماهی‌ها دارای رشته‌های عصبی مشابه آنهایی است که درد را در پستانداران تشخیص می‌دهد. این رشته‌های عصبی، نوسیسپتور نامیده می‌شوند و ترجیحاً توسط محرک‌های مضر فعال می‌شوند. اعصاب قزل آلا به طور قابل ملاحظه‌ای شبیه به پستانداران با خواص فیزیولوژیکی یکسان بود (Sneddon, 2003) و در سطح ماهی توزیع شده یافت شد. پردازش درد سیستم عصبی مرکزی در پستانداران مناطق خاصی از مغز را شامل می‌شود، بصل النخاع، تشکیلات مشبک، locus coeruleus، ماده خاکستری دور قنات سیلویوس، تالاموس و قشر. ماهی‌ها همه این مناطق را در مغز خود دارا می‌باشند، با این حال، یکی از موضوعات مورد بحث اندازه قشر است، زیرا تصور می‌شود که این امر برای پردازش درد در انسان بسیار مهم است (Sneddon, 2004). قشر ماهی نسبتاً کوچکتر و کمتر از قشر انسان متمایز است، اگرچه این در مورد همه مغز حیوانات صادق است. بنابراین، در برخی نظرات ماهی‌ها قادر به تجربه درد نیستند زیرا قشر کوچکتری دارند. اکنون مطالعات به طور مستقیم به این انتقاد پرداخته‌اند. دانلوپ و لامینگ (۲۰۰۵) پاسخ‌های فیزیولوژیکی را در مغز هنگام تحریک مضر در ماهی قرمز و قزل آلای رنگین کمان اندازه گیری کرده‌اند (Dunlop and Laming, 2005).

القاء درد در ماهی باعث نگرانی اخلاقی و فنی در آزمایش‌ها همانند آنچه در پستانداران دیده می‌شود، نیست. (Carbone, 2011; Gaskin and Richard, 2012; Sloman *et al*., 2019) اما همچنین امکانات جدیدی را برای بینش و کشفیات در زمینه درد و تحقیقات دارویی ارائه می‌دهد. درد مکانیسم تکاملی خوب محافظت شده‌ای است که نقش مهمی در بقای حیوانات دارند (Milinkeviciute *et al*., 2012; Crook *et al*., 2014) و در نتیجه بسیاری از مدلهای in vivo و in vitro برای مطالعه درد ایجاد شده است (Gregory *et al*., 2013; Wainger *et al*., 2015; Graham, 2016). در ماهی، برخی از مدلها هنوز نیاز به تنظیم دقیق‌تری دارند، در حالی که برخی مدلهای درد در ماهی زبرا به خوبی تکامل و توسعه یافته‌اند. تعداد ماهی‌های زبرا مورد استفاده در آزمایشات روی حیوانات طی سالهای گذشته به طور مداوم در حال افزایش بوده و در اتحادیه اروپا از تعداد موشهای سوری و صحرایی در حال پیشی گرفتن است. (European Commission, 2020).

مزایای ماهی زبرا به عنوان مدل حیوانی عبارتند از: تعداد باروری و فرزندان زیاد، زمان کوتاه تولید، هزینه کم نگهداری و تکامل سریع جنین‌های شفاف است که آن را برای کاربردهایی مانند ژنتیک در مقیاس بزرگ، غربالگری و تکنیک‌های تصویربرداری در دسترس قرار می‌دهد. در رابطه با مدل‌های درد، فرآیند عصبی برای تشخیص محرک‌های مضر یا بالقوه مضر که به عنوان درد شناخته می‌شوند، به خوبی مطالعه شده است. نوسیسپتورها نورون‌های حسی با انتهای عصبی آزاد مجهز به مجموعه‌ای از گیرنده‌ها هستند که قادر به تشخیص محرک‌های مضر هستند. یک خانواده مهم از گیرنده‌ها کانال‌های بالقوه گیرنده گذرا (چند کانال TRP) هستند که برجسته‌ترین اعضای آنها به ترتیب همولوگ TRPV1 و TRPA1 انسان هستند (Prober *et al*., 2008; Pan *et al*., 2012; Gau *et al*., 2013) این گیرنده‌ها به انواع مختلفی از محرک‌ها مانند تغییرات دما، pH یا فشار مکانیکی پاسخ می‌دهند. فعال شدن این کانالها باعث ورود سدیم و کلسیم می‌شود و می‌تواند منجر به ایجاد یک پتانسیل عمل شود. بسته به اینکه درد در سر یا بقیه بدن قرار دارد، این سیگنال یا از طریق گانگلیون های عصب سه قلو (TG) یا از طریق گانگلیون های ریشه پشتی (DRG) و شاخ پشتی به مغز منتقل می‌شود (Caron *et al*., 2008; Malafoglia *et al*., 2013).

در حالی که درد در همه مهره داران یک فرآیند شناخته شده است، اگر ماهی بتواند درد را تجربه کند بحث برانگیز بوده است (Rose *et al*., 2014; Sneddon, 2015). مساله اصلی در تعریف درد توسط انجمن بین المللی مطالعه درد (IASP) به عنوان "یک تجربه حسی و احساسی ناخوشایند" نهفته است و سؤال حاصله این است که آیا مغز ماهی به اندازه کافی رشد کرده است

که بتواند این احساسات را ایجاد کند یا این یک ویژگی منحصر به فرد پستانداران است (IASP, 1979). براساس بحث‌های مربوط به پرندگان، خزندگان و سفالوپودها، شواهد فزاینده‌ای وجود دارد که نشان می‌دهد ماهی‌ها واقعاً توانایی درک درد را دارند (Brown, 2015; Douglas *et al*., 2018; Walters, 2018). در ابتدا این امر در قزل آلا نشان داده شد، اما در حال حاضر نیز ماهی کپور، ماهی قرمز، زبرا و تعداد بیشتری از گونه‌های دیگر ماهی بر این اساس آزمایش شده‌اند و مقایسه این گونه‌ها سرنخ‌هایی در مورد مکانیسم‌های کلی درد در آنها را نشان می‌دهد (Dunlop and Laming, 2005; Reilly *et al*., 2008a; Wolkers *et al*., 2013; Ludvigsen *et al*., 2014).

این سؤال باقی می‌ماند که کدام ساختارها و مدارهای عصبی در ماهی زبرا در ایجاد تجربه درد نقش دارند. ماهی فاقد نئوکورتکس شناخته شده برای پردازش اطلاعات حسی در پستانداران است اما پس از تحریکات نامطلوب فعالیت بیشتری در مغز پیشانی نشان می‌دهد (Reilly *et al*., 2008b). مشابه پرندگان، پالیوم می‌تواند نقش مهمی در پردازش درد داشته باشد (Douglas *et al*., 2018). وی و همکاران (۲۰۱۹) به طرز قانع کننده‌ای نشان داد که نورونهای اکسی توسین هیپوتالاموس را می‌توان با محرکهای TRPA1 فعال کرد و فعال شدن این نورونها به تنهایی برای ایجاد رفتارهای تهاجمی کافی است. جالب اینجاست که احساسات ناشی از استرس و ترس هر دو در هسته هابنولا وجود دارد (Lee *et al*., 2010; Sivalingam *et al*., 2020). جداسازی بخش حسی درد از قسمت احساسی و تمایز درد از سایر احساسات مرتبط برای موضع گیری ساختارهای دردناک چالش برانگیز است. با استفاده از طیف گسترده‌ای از ابزارهای موجود برای تحقیقات ماهی زبرا، این روش‌ها را می‌توان در زمینه تحقیقات درد برای پیشبرد کشفیات در زمینه مکانیسم‌های اصلی درد، مدارهای عصبی درگیر در درد، تکامل درد در مقایسه با گونه‌ها یا غربالگری داروها به کار برد. برای کشف اهداف درمانی جدید و موادی که می‌توانند درک درد را تغییر دهند (Curtright *et al*., 2015; Bosse and Peterson, 2017; Bedell *et al*., 2018).

هدف از این مرور نشان دادن مهم‌ترین روش‌هایی است که برای بررسی درد در ماهی زبرا استفاده شده است و بحث می‌کند که چگونه تکنیک‌های نوظهور می‌توانند به درک درد کمک کنند.

درد حاد و محرک‌های آن در ماهی زبرا

فعال سازی گیرنده‌های درد با مواد شیمیایی یا دارویی اولین انتخاب برای القاء درد حاد و مداوم در ماهی است. مواد با وزن مولکولی کم معمولاً برای مدت طولانی پایدار هستند و به راحتی می‌توان آنها را در دوزهای مختلف به آب آکواریوم وارد کرد و یا در ماهیان بالغ از طریق تزریق اثرات آنها را ایجاد کرد. در اینجا، باید به روش کاربردی فکر کرد که با مدل دلخواه درد مطابقت دارد. در حالی که غوطه ور شدن ماهی زبرا در مواد آلوژنیک از سوی اغلب محققان ترجیح داده می‌شود، روش تزریق نیز می‌تواند در صورت استفاده دقیق از آن برتری بیشتری را نیز فراهم آورد. مشکل روش تزریق این است که معمولاً تزریق به دلیل القاء استرس اضافی ناشی از دست زدن و بیهوشی قبل از تزریق توسط بسیاری از محققین ترجیح داده نمی‌شود. با این حال، در روش تزریق محقق کنترل بهتری برای تجویز دقیق غلظت مؤثر در ماهی را دارد و می‌توانند اثرات یا درمان موضعی درد را نیز مورد بررسی قرار دهند. تعدادی از مواد برای القاء درد در ماهی‌ها توصیف شده است که می‌توانند از طریق تغییر pH یا به عنوان آگونیست گیرنده خاصی بر روی گیرنده‌های درد منجر به فعال سازی آنها گردند. به عنوان مثال اثر تجویز اسید استیک به عنوان عامل ایجاد کننده درد در گونه‌های مختلف ماهی از جمله ماهی زبرا به خوبی ثابت شده است (Reilly *et al*., 2008,b; Costa *et al*., 2019; Soares *et al*., 2019). علاوه بر این، استفاده از محلول NaCl هیپرتونیک در قرنیه ماهی زبرا بزرگسال می‌تواند باعث ایجاد احساس درد شود، که با افزودن کپسازپین آنتاگونیست TRPV1 معکوس شد (Magalhaes et al.، ۲۰۱۸؛ Soares et al.، ۲۰۱۹). آلیل ایزوتیوسیانات (AITC) که از روغن خردل استخراج شده است و یا سینامالدهید جدا شده از دارچین به

عنوان یک آگونیست TRPA1A و TRPA1B عمل می‌کند و می‌تواند مدل هایپرآلجزی حرارتی را در ماهی زبرا القا نمایند (Gau *et al*., 2013; Graham *et al*., 2013; Chen *et al*., 2016; do Nascimento *et al*., 2018; Soares *et al*., 2019).

کپسایسین، به عنوان یک ماده استاندارد برای آزمون‌های درد در جوندگان بصورت متداول مورد استفاده قرار می‌گیرد، نتایج مختلطی را در ماهی نشان داده است. در حالی که رفتار درد زا در ماهی زبرای بالغ گزارش شده بود، رفتار لاروها پس از استفاده از آن بدون تغییر باقی ماند، احتمالاً به این دلیل که ماهی زبرا فاقد گیرنده TRPV1 مشابه خرگوش یا مرغ است (Lam *et al*., 2017).

استفاده از گرما یا سرما دقیق و بهنگام برای القا درد در ماهی زبرا از نظر فنی چالش برانگیزتر است. از این رو، آزمایش اثرات دمای کلی بر لاروها و با انتقال آنها بین حمام‌های آبی (Malafoglia *et al*., 2014) یا تبادل آب از طریق جریان به شرایط مطلوب آسان‌تر است (Lopez -Luna *et al*., 2017).

القاء درد حرارتی با استفاده از لیزرهای حرارتی نیز از تکنیک‌های دیگر القاء درد حاد در ماهی زبرا و لاروهای آنها است. با استفاده از لیزر حرارتی امکان هدف گیری دقیق ناحیه مورد نظر بر روی ماهی زبرا و همچنین زمان بندی بسیار مشخصی از برنامه را فراهم می‌کند (Madelaine *et al*., 2017; Haesemeyer *et al*., 2018). با این حال، این نوع از لیزرها معمولاً توان بسیار کمی دارند و از سوی دیگر تعیین دمای دقیق تولید شده توسط لیزر دشوار است و اجازه خنک شدن نمی‌دهد. یک جایگزین مناسب حداقل برای لاروها استفاده از یک صفحه گرمایش/ سرمایش دو حالته با حجم کمی آب در تماس مستقیم با صفحه است (Gau *et al*., 2013; Curtright *et al*., 2015). دمای گرم بالای ۳۰ درجه سانتی گراد یک دمای اجتنابی به حساب می‌آید. در لاروها دمای ۳۴ درجه سانتیگراد آستانه مضر تلقی می‌شود (پروبر و همکاران، ۲۰۰۸؛ هاسمیر و همکاران، ۲۰۱۸). به صورت مشابه کاهش سریه دما به زیر ۱۶ درجه سانتی گراد نیز به عنوان دمای مضر و محرک درد در ماهی زبرا توصیف شده است (Prober *et al*., 2008; Gau *et al*., 2013). اثرات دماهای سرد نیز در زمینه بیهوشی و اتانازی ماهی زبرا مورد مطالعه قرار گرفته است که در آن خنک شدن تدریجی در دمای ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد باعث بیهوشی شده و خنک شدن سریع در زیر آن نقطه کشنده بود (Collymore *et al*., 2014; Oskay *et al*., 2018; Wallace *et al*., 2018).

محرک فشار مکانیکی برای ایجاد درد یا درد بدون زخم در ماهی زبرا آزمایش نشده است. آزمایشات قابل مقایسه بر روی ماهی قرمز و قزل آلا نشان داد که برای انجام تست درد مکانیکی پین پریک بایستی ماهی را بصورت فیزیکی مهار کرد که احتمالاً به همین دلیل می‌تواند موجب القاء استرس شده و موجب تداخل در نتایج آزمون درد شود (دانلوپ و لامینگ، ۲۰۰۵).

محرک الکتریکی یکی دیگر از محرک‌های کلاسیک در تحقیقات درد است. برای القاء درد الکتریکی حاد از شوک‌های الکتریکی خفیف طبقه بندی شده از ۳-۵ ولت برای اجتناب فعال در زبراهای بالغ و یا کاهش فعالیت شنای لاروها می‌توان استفاده کرد (Pradel *et al*., 1999; Steenbergen, 2018). فعالیت لاروها هنگامی که تحت درمان با بوپرنورفین به عنوان یک داروی ضد درد قرار گرفتند به حالت نرمال برگشت، که نشان می‌دهد درد باعث تغییر رفتار می‌شود (Steenbergen, 2018).

درد مداوم و محرک‌های آن در ماهی زبرا

مدل‌های مختلفی برای درد در ماهی زبرا ارائه شده است، اما تا کنون، هیچ شاخصی به تنهایی برای نتیجه گیری درک درد ماهی‌ها کافی نبوده است. بسته به شدت، زمان یا محل تحریک اعمال شده، می‌توان از روش‌های ذکر شده برای مدل سازی انواع مختلف درد استفاده کرد. به عنوان مثال، تزریق داخل صفاقی ۲/۵٪ اسید استیک به عنوان مدلی برای درد احشایی مورد استفاده قرار گرفت اما هنگام تزریق در لب به عنوان القا کننده درد دهانی صورت با غلظت ۰/۱ و ۵ درصد برای مشاهده رفتار در پاسخ

به محرک‌های مضر مورد استفاده قرار گرفت که این نشان می‌دهد که روش‌ها باید با دقت انتخاب شوند زیرا برای اکثر مواد هنوز مشخص نیست که آیا ممکن است در غلظت یا محلی که در ماهی تزریق می‌شوند می‌تواند دردزا باشند یا نه؟

بسیاری از مدلهای جانوری بار متوسط یا شدیدی از درد را بر دوش ماهیان می‌گذارند و ایجاد درد توسط اکثریت آنها در ماهی مورد بررسی قرار نگرفته است. (Xie *et al.*, 2020). این آزمایشات سمیت، مدل‌های بیماری، زخم از طریق بریدگی، سوختگی یا مواد شیمیایی یا حتی ضربه‌های صوتی، با ایجاد افزایش آسیب دراز مدت به عنوان مدل‌های درد معرفی شده‌اند اما این مدل‌ها بایستی بیشتر مورد کنکاش محققین قرار گیرند تا اثرات دقیق آنها تعیین و معرفی گردد.

با این وجود، برخی مدل‌های درد طولانی مدت برای بررسی درد التهابی یا نوروپاتیک در ماهی زبرا معرفی شده است، به عنوان مثال در این خصوص می‌توان به مدل تخریب آکسون های نوتوکورد و یا مدل باترمیم زخم یا مدل آسیب نوتوکورد اشاره کرد. (Malafoglia *et al.*, 2014). بنابراین، مدل‌های معرفی شده از زمینه‌های دیگر بایستی برای کاربردهای بالقوه در تحقیقات درد در ماهی زبرا بایستی دوباره مورد آزمایش قرار گیرند. به طور خلاصه، می‌توان گفت که طیف گسترده‌ای از محرک‌های مختلف برای ایجاد درد در ماهی زبرا وجود دارد. برای دستیابی به اثر مطلوب، زمان، غلظت و شکل کاربرد باید با دقت مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این، هنوز نیاز به مدلهایی برای مطالعه انواع خاصی از دردهای التهابی یا نوروپاتیک وجود دارد و مدلهای دیگری که قبلاً ایجاد شده‌اند می‌توانند برای تحقیقات درد در ماهی زبرا مورد استفاده قرار گیرند.

منابع

Bedell V., Buglo E., Marcato D., Pylatiuk C., Mikut R., Stegmaier J. (2018). Zebrafish: a pharmacogenetic model for anesthesia. Methods Enzymol. 602, 189–209.

Bosse G. D., and Peterson R. T. (2017). Development of an opioid selfadministration assay to study drug seeking in zebrafish. Behav. Brain Res. 335, 158–166.

Brown C. (2015). Fish intelligence, sentience and ethics. Anim. Cogn. 18, 1–17.

Douglas J. M., Sanchez-Migallon Guzman D., and Paul-Murphy J. R. (2018). Pain in Birds: the anatomical and physiological basis. Vet. Clin. North Am. Exot. Anim. Pract. 21, 17–31.

Dunlop R., and Laming P. (2005). Mechanoreceptive and nociceptive responses in the central nervous system of goldfish (Carassius auratus) and trout (Oncorhynchus mykiss). J. Pain 6, 561–568.

Carbone L. (2011). Pain in laboratory animals: the ethical and regulatory imperatives. PLoS One 6:e21578. doi: 10.1371/journal.pone.0021578.

Caron S. J., Prober D., Choy M., and Schier A. F. (2008). In vivo birthdating by BAPTISM reveals that trigeminal sensory neuron diversity depends on early neurogenesis. Development 135, 3259–3269.

Chen S., Chiu C. N., Mcarthur K. L., Fetcho J. R., and Prober D. A. (2016). TRP channel mediated neuronal activation and ablation in freely behaving zebrafish. Nat. Methods 13, 147–150.

Collymore C., Tolwani A., Lieggi C., and Rasmussen S. (2014). Efficacy and safety of 5 anesthetics in adult zebrafish (Danio rerio). J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. 53, 198–203.

Costa F. V., Rosa L. V., Quadros V. A., Santos A. R. S., Kalueff A. V., and Rosemberg D. B. (2019). Understanding nociception-related phenotypes in adult zebrafish: behavioral and

pharmacological characterization using a new acetic acid model. Behav. Brain Res. 359, 570–578.

Crook R. J., Dickson K., Hanlon R. T., and Walters E. T. (2014). Nociceptive sensitization reduces predation risk. Curr. Biol. 24, 1121–1125.

Curtright A., Rosser M., Goh S., Keown B., Wagner E., Sharifi J. (2015). Modeling nociception in zebrafish: a way forward for unbiased analgesic discovery. PLoS One 10:e0116766.

do Nascimento J. E. T., De Morais S. M., De Lisboa D. S., De Oliveira Sousa M., Santos S., Magalhaes F. E. A. (2018). The orofacial antinociceptive effect of Kaempferol-3-O-rutinoside, isolated from the plant Ouratea fieldingiana, on adult zebrafish (Danio rerio). Biomed. Pharmacother. 107, 1030–1036.

Gaskin D. J., and Richard P. (2012). The economic costs of pain in the United States. J. Pain 13, 715–724.

Gau P., Poon J., Ufret-Vincenty C., Snelson C. D., Gordon S. E., Raible D. W. (2013). The zebrafish ortholog of TRPV1 is required for heatinduced locomotion. J. Neurosci. 33, 5249–5260.

Graham D. M., Huang L., Robinson K. R., and Messerli M. A. (2013). Epidermal keratinocyte polarity and motility require Ca(2)(+) influx through TRPV1. J. Cell Sci. 126, 4602–4613. doi: 10.1242/jcs.122192.

Graham D. M. (2016). Methods for measuring pain in laboratory animals. Lab Anim. 45, 99–101.

Gregory N. S., Harris A. L., Robinson C. R., Dougherty P. M., Fuchs P. N., and Sluka K. A. (2013). An overview of animal models of pain: disease models and outcome measures. J. Pain 14, 1255–1269.

Haesemeyer, M., Robson, D. N., Li, J. M., Schier, A. F., and Engert, F. (2018). A brain-wide circuit model of heat-evoked swimming behavior in larval zebrafish. Neuron 98, 817–831.e816.

Lee A., Mathuru A. S., Teh C., Kibat C., Korzh V., Penney T. B. (2010). The habenula prevents helpless behavior in larval zebrafish. Curr. Biol. 20, 2211–2216.

Lopez -Luna J., Al-Jubouri Q., Al-Nuaimy W., and Sneddon L. U. (2017). Impact of analgesic drugs on the behavioural responses of larval zebrafish to potentially noxious temperatures. Appl. Anim. Behav. Sci. 188, 97–105.

Ludvigsen S., Stenklev N. C., Johnsen H. K., Laukli E., Matre D., and Aas- Hansen O. (2014). Evoked potentials in the Atlantic cod following putatively innocuous and putatively noxious electrical stimulation: a minimally invasive approach. Fish Physiol. Biochem. 40, 173–181.

Malafoglia V., Colasanti M., Raffaeli W., Balciunas D., Giordano A., and Bellipanni G. (2014). Extreme thermal noxious stimuli induce pain responses in zebrafish larvae. J. Cell. Physiol. 229, 300–308. doi: 10.1002/jcp.24447.

Madelaine R., Lovett-Barron M., Halluin C., Andalman A. S., Liang J., Skariah G. M. (2017). The hypothalamic NPVF circuit modulates ventral raphe activity during nociception. Sci. Rep. 7:41528.

Milinkeviciute G., Gentile C., and Neely G. G. (2012). Drosophila as a tool for studying the conserved genetics of pain. Clin. Genet. 82, 359–366.

Oskay Y., Cetin B., Serifoglu N., Arslan-Ergul A., and Adams M. M. (2018). A novel, low-cost anesthesia and injection system for zebrafish researchers. Zebrafish 15, 85–95. doi: 10.1089/zeb.2017.1513.

Pan Y. A., Choy M., Prober D. A., and Schier A. F. (2012). Robo2 determines subtype-specific axonal projections of trigeminal sensory neurons. Development 139, 591–600.

Pradel G., Schachner M., and Schmidt R. (1999). Inhibition of memory consolidation by antibodies against cell adhesion molecules after active avoidance conditioning in zebrafish. J. Neurobiol. 39, 197–206.

Rose J. D., Arlinghaus R., Cooke S. J., Diggles B. K., Sawynok W., Stevens, E. D. (2014). Can fish really feel pain? Fish Fish. 15, 97–133.

Sivalingam M., Ogawa S., and Parhar I. S. (2020). Habenula kisspeptin retrieves morphine impaired fear memory in zebrafish. Sci. Rep. 10:19569.

Sloman K. A., Bouyoucos I. A., Brooks E. J., and Sneddon L. U. (2019). Ethical considerations in fish research. J. Fish Biol. 94, 556–577.

Sneddon L. U. (2003). The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Applied Animal Behaviour Science*, *83*(2), 153-162.

Sneddon L. U. (2004). Evolution of nociception in vertebrates: comparative analysis of lower vertebrates. *Brain Research Reviews*, *46*(2), 123-130.

Sneddon L. U. (2015). Pain in aquatic animals. J. Exp. Biol. 218, 967–976.

Soares I. C. R., Santos S., Coelho R. F., Alve Y. A., Vieira-Neto A. E., Tavares K. C. S. (2019). Oleanolic acid promotes orofacial antinociception in adult zebrafish (Danio rerio) through TRPV1 receptors. Chem. Biol. Interact. 299, 37–43.

Steenbergen P. J. (2018). Response of zebrafish larvae to mild electrical stimuli: a 96-well setup for behavioural screening. J. Neurosci. Methods 301, 52–61. doi: 10.1016/j.jneumeth.2018.03.002

Prober D. A., Zimmerman S., Myers B. R., Mcdermott B. M. Jr., Kim S. H., Caron S. (2008). Zebrafish TRPA1 channels are required for chemosensation but not for thermosensation or mechanosensory hair cell function. J. Neurosci. 28, 10102–10110.

Reilly S. C., Quinn J. P., Cossins A. R., and Sneddon L. U. (2008a). Behavioural analysis of a nociceptive event in fish: comparisons between three species demonstrate specific responses. Appl. Anim. Behav. Sci. 114, 248–259.

Reilly S. C., Quinn J. P., Cossins A. R., and Sneddon L. U. (2008b). Novel candidate genes identified in the brain during nociception in common carp (Cyprinus carpio) and rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Neurosci. Lett. 437, 135–138.

Wainger B. J., Buttermore E. D., Oliveira J. T., Mellin C., Lee S., Saber W. A. (2015). Modeling pain in vitro using nociceptor neurons reprogrammed from fibroblasts. Nat. Neurosci. 18, 17–24.

Wallace C. K., Bright L. A.,Marx J. O., Andersen R. P., Mullins M. C., and Carty A. J. (2018). Effectiveness of rapid cooling as a method of euthanasia for young zebrafish (Danio rerio). J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci. 57, 58–63.

Wolkers C. P., Barbosa Junior A., Menescal-De-Oliveira L., and Hoffmann A. (2013). Stress-induced antinociception in fish reversed by naloxone. PLoS One 8:e71175.

Xie Y., Meijer A. H., and Schaaf M. J. M. (2020). Modeling inflammation in zebrafish for the development of anti-inflammatory drugs. Front. Cell Dev. Biol. 8:620984. doi: 10.3389/fcell.2020.620984.

مروری بر الکتروفیزیولوژی قلب ماهی زبرا (*Danio rerio*) از مدل سازی بیماری‌های قلبی تا مطالعات فارماکولوژیک

عماد خلیل زاده

گروه علوم پایه، بخش فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

چکیده

در مطالعات مختلف از ماهی زبرای برای مدل سازی بیماری‌های قلبی و عروقی انسان و نیز ثبت نوار قلبی (ECG) استفاده شده است. شکل موج الکتروکاردیوگرام ماهی زبرای بالغ و انسان بسیار شبیه است. این شباهت‌های الکتروکاردیوگرام ارزش ماهی زبرا را نه تنها به عنوان یک مدل تحقیقاتی برای الکتروفیزیولوژی و میوپاتی های قلب انسان بلکه به عنوان یک مدل جانشین قدرتمند در غربالگری دارویی برای ارزیابی سمیت قلبی انسان را افزایش می‌دهد. با این حال غالباً، فقدان یک روش ضبط قابل اعتماد، عملی و مقرون به صرفه همچنان یک چالش عمده است که مانع از دسترسی آسان این ابزار تشخیص می‌شود. از طرف دیگر، ماهی زبرای بالغ می‌تواند ظرفیت بازسازی کننده شگفت انگیز عضله قلب را نشان دهد، در حالی که قلب پستانداران بالغ فاقد این پتانسیل است. در این مقاله مروری شرح مختصری از روشهای اصلی مورد استفاده برای تشخیص ریتم قلب ماهی زبرا در مراحل جنینی و بلوغ را ارائه خواهد شد. به دلیل عدم وجود یک روش ضبط قابل اعتماد و قابل تکرار تغییرات زیادی در بین مطالعات مشاهده شده است. لذا در این مقاله به معرفی یک تکنیک قابل اعتماد برای ثبت و ارزیابی نوار قلبی در ماهی زبرای بالغ خواهیم پرداخت.

واژگان کلیدی: نوار قلبی (ECG)، الکتروفیزیولوژی قلب، ماهی زبرا، *Danio rerio*.

A review of the electrophysiology of the heart of the zebrafish, *Danio rerio* from modeling heart disease to pharmacological studies

Emad Khalilzadeh

1- Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

Abstract

In various studies, zebrafish have been used to model human cardiovascular disease as well as ECG recording. The electrocardiogram waveform of adult zebrafish and human is very similar. These electrocardiogram similarities increase the value of zebrafish not only as a research model for human heart electrophysiology and myopathies but also as a powerful alternative model in drug screening to assess human cardiac toxicity. Often, however the lack of a reliable, practical, and cost-effective recording method remains a major challenge that prevents this tool from being easily accessible. on the other hand, the adult zebrafishes can show amazing heart muscle regenerative capacity, whereas adult mammalian hearts lack this potential. This study provides a brief overview of the main methods used to detect zebrafish heart rhythms in the embryonic and adolescence stages. Due to the lack of a reliable and reproducible recording method, many differences have been observed between studies. Therefore, this study introduces a reliable technique for recording and evaluating ECG in adult zebrafish.

Keywords: Electrocardiography, Electrophysiology of the heart, Zebrafish, *Danio rerio.*

مقدمه

چرا ماهی زبرا برای مطالعه فیزیولوژی و سم شناسی قلبی یک مدل مناسب است؟

ماهی زبرا به طور گسترده‌ای به عنوان یک مدل in vivo برای ارزیابی سم شناسی مورد استفاده قرار گرفته است. غربالگری سمیت ممکن است شامل اطلاعاتی در مورد اثرات احتمالی ترکیبات هدف بر روی سیستم قلبی، سیستم عصبی مرکزی، دستگاه گوارش، عملکردهای شنوایی و بینایی و تشکیل استخوان باشد. سمیت قلبی یکی از نگرانی‌های اصلی در مطالعات سم شناسی است. این امر با طولانی شدن فاصله QT همراه است، که نشان دهنده عوارض جانبی قلبی کشنده در چرخه الکتریکی قلب است (Redfern *et al.*, 2003). گزارش شده است که استفاده از ماهی زبرا در مطالعات اینچنینی بسیار معتبر است و سمیت بالقوه داروها را برای سیستم قلبی انسان توصیف می‌کند (Caballero and Candiracci, 2018). همچنین اختلالات قلبی و عروقی انسان در مدل‌های ژنتیکی ماهی زبرا بازگو شده است (Giardoglou and Beis, 2019). علاوه بر این، بسیاری از داروهای قلبی عروقی انسان اثرات مشابهی بر فیزیولوژی قلب و عروق ماهی زبرا را از خود نشان داده‌اند. گزارش شده است که الکتروفیزیولوژی قلب انسان در مقایسه باجوندگان بیشتر به ماهی زبرا شبیه است (MacRae and Peterson, 2015). یک مطالعه قبلی نشان داده است که بیش از ۹۵ درصد داروهایی که باعث طولانی شدن QT در انسان می‌شوند، اثرات مشابهی در ماهی زبرا دارند (Cassar *et al.*, 2019). علاوه بر این، ویژگی‌های بیولوژیکی، سهولت دستکاری ژنتیکی، تسهیل در غربالگری شیمیایی و شباهت ژنتیکی با انسان از ویژگی‌هایی است که به ماهی زبرا را به عنوان یک مدل حیوانی همه کاره برای تحقیقات قلب و عروق کمک کرده است. قبلاً از مدل ماهی زبرا برای مطالعات متابولیسم لیپیدها و هایپرکلسترمی، که جز عوامل اصلی برای ایجاد بیماری‌های قلبی عروقی استفاده شده است (Giardoglou and Beis, 2019). علاوه بر این، چن و همکاران گزارش کرده‌اند که جهش‌های گزارش شده در ماهی ماهی زبرا، می‌تواند برای تحقیقات عمیق در مطالعات تکامل قلب بسیار مفید باشد (Chen *et al.*, 1996). این مزایا ماهی زبرا آن را به یک مدل حیوانی مناسب برای مطالعات فیزیولوژی و سمیت قلبی تبدیل کرده است.

قلب ماهی زبرا (Danio rerio) یک ساختار لوله‌ای با دهلیز و بطن است که از نظر آناتومیکی با قلب انسان متفاوت است. با این وجود الکتروفیزیولوژی به طور قابل توجهی مشابه است. برخلاف ضربان قلب نسبتاً سریع سایر مدلهای حیوانی مانند موش سوری و موش صحرایی، ضربان قلب ماهی زبرای بالغ بین ۱۳۰ تا ۱۸۰ ضربه در یک دقیقه (bpm) است و به طور قابل توجهی به تعداد ضربان قلب انسان نزدیکتر است. علاوه بر این، شکل موج الکتروکاردیوگرام (ECG) یک موج P متمایز، کمپلکس QRS و موج T را نشان می‌دهد. مقدار فاصله QT با انسان قابل مقایسه است، نشان می‌دهد که دپلاریزاسیون و رپولاریزاسیون نیز مشابه هستند. نوار قلب یک ابزار تشخیصی رایج برای بیماریهای قلبی عروقی انسان است. استفاده از ماهی زبرا به عنوان یک مدل حیوانی که می‌تواند امواج ECG انسان را تقلید کند، به عنوان یک ابزار تحقیقاتی امیدوار کننده برای تحقیقات بیماری‌های قلبی عروقی انسان و در صنعت داروسازی در نظر گرفته شده است.

ضبط ECG سطحی زبرا ماهیان بالغ از سال ۲۰۰۶ گزارش شده است. اندازه گیری فواصل نوار قلب از اهمیت قابل توجهی برخوردار است زیرا اندازه گیری غیرمستقیم وضعیت قلب را ارائه می‌دهد و می‌تواند نشان دهنده وجود برخی شرایط قلبی باشد. فاصله QT مهم‌ترین فاصله زمانی در شکل موج نوار قلب است که به عنوان زمان از بالا آمدن مجموعه QRS تا انتهای موج T تعریف می‌شود. این فاصله نشان دهنده مدت فعالیت الکتریکی (هم دپلاریزاسیون و هم رپولاریزاسیون) بطن در هر ضربان قلب است. فواصل QT گزارش شده ماهی زبرای بالغ در مطالعات قبلی بین ۲۵۰ میلی ثانیه تا ۶۰۰ میلی ثانیه با سیگنال‌های ECG

چند شکل متغیر بود. بدیهی است که استفاده از یک روش قابل اعتماد و قابل تکرار برای ثبت و تجزیه و تحلیل ECG سطحی ماهی زبرای بالغ بسیار ضروری است (Milan *et al.*, 2006).

قلب ماهی زبرا از دو چمبر، دهلیز و بطن تشکیل شده است که مکانیسم پمپاژ مشابهی با قلب پستانداران در سطوح سلولی و مولکولی دارند (Stainier, 2001). یکی از این شباهت‌ها جریان خون از سینوس وریدی به دهلیز است. سپس خون از طریق بطن به سمت آئورت به حرکت در می‌آید که توسط دریچه‌های قلب کنترل و هدایت می‌شود. همچنین قلب ماهی زبرا دارای عضلات آندوکارد تخصص عمل یافته است که سیستم القاء فشار قوی خون را هدایت می‌کند. تنظیم ریتمیسیته قلب با هدایت جریان الکتریکی کنترل می‌شود و باعث انقباض ماهیچه‌ها و پمپاژ خون می‌شود. همچنین ضربان ساز که با تخلیه جریان الکتریکی، ضربان قلب را تعیین می‌کند (Sarasamma *et al.*, 2018). علاوه بر این، ضربان قلب ماهی زبرا در ۱۳۰-۱۸۰ ضربه در دقیقه گزارش شد، جایی که بسیار بیشتر به ضربان قلب جنین انسان (۱۳۰-۱۷۰ ضربه در دقیقه) است، که در مقایسه با ضربان قلب موش (۳۰۰-۶۰۰ ضربه در دقیقه) بسیار کندتر است (Sarmah and Marrs, 2016)، ماهی زبرای بالغ را می‌توان برای مطالعه آسیب بافت میوکارد ناشی از ایسکمی طولانی مدت و هیپوکسی، که معمولاً در انفارکتوس میوکارد اتفاق می افتد و عامل اصلی نارسایی قلبی است، به عنوان یک مدل جایگزین بیماری قلبی عروقی انسان استفاده کرد. قلب ماهی زبرای بالغ قابلیت باسازی دارد، در حالی که قلب پستانداران بزرگسال اینطور نیست. گزارش شده است که ماهیان زبرای بالغ دارای قدرت بازسازی قوی در عضله قلب هستند (Poss *et al.*, 2002). آن‌ها می‌توانند بطن خود را بدون داشتن اسکار قابل مشاهده پس از جراحت ناشی از آمپوتاسیون و یا جراحت سرمایی دهلیز یا بطن بازسازی کنند، حتی اگر آسیب آنقدر گسترده باشد که در ابتدا باعث نارسایی بالینی قلب شود (Gut *et al.*, 2017). در ماهی‌های زبرای پنج روز مشخص شده است که میزان سرعت ضربان قلب با استقامت شنای ماهی ارتباط دارد. به طور کلی، افزایش ۲۰ تا ۵۰ ضربه در دقیقه ضربان قلب در ارتباط با فعالیت استقامتی شنا به اثبات رسیده است که این موضوع نشان می‌دهد که مکانیسم‌های عصبی یا هورمونی مورد نیاز برای تسریع ضربان قلب حتی در مراحل اولیه تکاملی به صورت عملکردی موجود می‌باشند. تغییر در ضربان قلب ارتباط نزدیکی با برون ده قلب دارد. کاهش ضربان قلب در ماهیان زبرا که شنای استقامتی را طی می‌کنند بدون کاهش در برون ده و نیز باز ده قلبی نیز از جمله کشفیاتی است که می‌تواند شباهت قلب ورزشکاران با این پدیده را یادآوری کند (Burggren and Gore, 2012).

۲- مروری بر تشخیص ریتم قلب جنین ماهی زبرا

جنین ماهی زبرا به دلیل شفافیت بدن، اندازه کوچک بدن، روند رشد سریع و ساختارهای قلب مشابه انسان به طور گسترده‌ای برای درک رشد و فیزیولوژی قلب استفاده می‌شود. این‌ها برخی از ویژگی‌هایی است که به دانشمندان در درک مکانیسم‌های موجود در پستانداران کمک می‌کند (Fishman *et al.*, 1997). علاوه بر شفافیت، اندازه کوچک بدن و باروری بالا ماهی زبرا جنینی را به یک مدل حیوانی مناسب در سنجش میزان ضربان قلب بالا تبدیل می‌کند ((Burns *et al.*, 2005. مزایای دیگر استفاده از جنین ماهی زبرا، سهولت در دستکاری ژنتیکی است که می‌تواند شناسایی عملکرد جهش‌های انسانی (Staudt and Stainier, 2012) و توانایی آن را برای چندین روز (۴-۵ روز) بدون گردش فعال تسهیل کند و زمان کافی برای مطالعه فراهم کند. نقص و تجزیه مکانیسم‌های سلولی و مولکولی (Sarmah and Marrs, 2016). رشد قلب ماهی زبرا را می‌توان در ۵ ساعت پس از لقاح که طی آن سلولهای پیش ساز قلبی ایجاد شده‌اند، جستجو کرد. این سلولها در طی فرآیند گاسترولاسیون با سرعت ۱۵ ساعت پس از لقاح در ناحیه پشتی مزودرم صفحه جلویی قدامی (ALPM) مهاجرت می‌کنند. در ۲۴ ساعت پس از لقاح، لوله قلب تشکیل می‌شود و انقباض قلب را آغاز می‌کند (Brown *et al.*, 2016). در نهایت، حلقه قلب از بطن سمت

راست و دهلیز سمت چپ را می‌توان در ۴۸ ساعت پس از لقاح مشاهده کرد، اگرچه ساختارهای اصلی قلب شکل گرفته‌اند، اما قلب هنوز نابالغ است و فاقد عملکردهایی برای حمایت از رشد آینده است (Staudt and Stainier, 2012). با توجه به این اطلاعات، ۴۸ ساعت پس از لقاح از جنین ماهی زبرا می‌توان برای مشاهده کل فرکانس ضربان قلب استفاده کرد و همچنین برای بررسی اثرات مواد شیمیایی و دارویی حتی در مراحل اولیه یعنی ۳ ساعت قبل از لقاح را می‌توان برای مشاهده اثرات مواد شیمیایی در روند رشد و تکامل قلبی مورد بهره برداری علمی قرار داد (Sarmah and Marrs, 2016).

روش‌های متعددی برای ارزیابی عملکرد قلب در جنین ماهی زبرا وجود دارد، از جمله شمارش دستی از طریق حرکت آهسته در فیلم، تکنیک‌های میکروسکوپ و دستگاه‌های الکتروکاردیوگرام. با این حال، استفاده از سیگنال‌های الکتروکاردیوگرافی در جنین ماهی زبرا نیازمند موقعیت دقیق الکترودها برای به دست آوردن سیگنال‌های قابل تکرار است (De Luca *et al.*, 2014). گائور و همکاران (Gauret *et al.*, 2018) همچنین روش شمارش دستی را گزارش کرده است. سه محقق مستقل ضربان قلب را از طریق یک ویدئوی ۱۰ ثانیه‌ای شمارش کردند و اعتبار سنجی نیز با قرار دادن جنین ماهی زبرا در معرض ایزوپروترنول، آگونیست معروف بتا آدرنرژیک انجام شد که ضربان قلب را افزایش می‌دهد. نتایج آنها نشان داد که شمارش دستی غیرقابل اعتماد است و ممکن است به دلیل تجربیات متغیر محققان منجر به داده‌های نادرست شود. برای غلبه بر اشکال تجزیه و تحلیل دستی، چندین روش برای نظارت بر عملکرد قلب در ماهی زبرا توسعه داده شده است، مانند روش‌های خودکار و نیمه خودکار بر اساس تکنیک‌های تشخیص ضربان قلب با استفاده از کامپیوتر و با استفاده از تصویر (Krishna *et al.*, 2017).

روش ثبت نوار قلبی (ECG) از جنین ماهی زبرا

بهینه سازی تشخیص ECG در لاروهای ماهی زبرا در مراحل اولیه در کاربرد آن و در تشخیص اثر طولانی شدن QT نشان داده شده است. ثبت نوار قلبی، جنین ماهی زبرا بیهوش شده به روی پارافین منتقل شده و سپس با قرارگیری میکروپیپت شیشه‌ای (الکترود شیشه‌ای) روی سطح پوست بین بطن و دهلیز بدون اینکه از پوست نفوذ کند انجام می‌شود. از همان روزهای بعد از لقاح ماهی زبرا می‌توان برای ثبت نوار قلب اقدام کرد، زیرا پتانسیل عمل ترکیبی ایجاد شده و هدایت مؤثر قلبی در حال رخ دادن است (Dhillon *et al.*, 2013). فناوری سنجش پتانسیل الکتریکی (EPS) برای ثبت فعالیت الکتروکاردیوگرام داخل بدن از قلب جنین ماهی زبرا در روزهای سوم و پنجم بعد از لقاح قابل انجام است. این روش نیازی به ابزارهای پیچیده پس از پردازش ندارد و مهمتر از همه، جنین زنده نگه داشته می‌شود. حسگر EPS از الکترود مرکزی فلزی تیتانیوم (Ti) استفاده می‌کند که با یک فیلم/غشای دی اکسید تیتانیوم (TiO_2) به عنوان دی الکتریک عمل می‌کند (Rendon-Morales *et al.*, 2015). با این وجود، روش‌های نوار قلب برای ثبت ضربان قلب در جنین ماهی زبرا به دلیل اندازه کوچک آن چالش برانگیز است (De Luca *et al.*, 2014). علاوه بر این، نیاز به استفاده از دستگاه‌ها و نرم افزارهای گران قیمت تخصصی آن را برای بسیاری از دانشمندان غیرقابل دسترس نگه داشته است.

مروری بر تشخیص ریتم قلبی ماهی زبرای بالغ

روش تشخیص ریتم قلبی در ماهی زبرای بالغ (۲ تا ۳ ماهه) به دلیل از دست دادن شفافیت بدن و وابستگی به داروهای بیهوشی جهت اجرای تکنیک ثبت، پیچیده‌تر از تکنیک‌های قابل استفاده در مرحله جنینی است. در مطالعات مربوط به سمیت آبزیان، عملکرد قلب و عروق شاخصی از تغییرات در وضعیت فیزیکی سلامت یا استرس در پاسخ به محیط بوده است (Cooke *et al.*, 2000). ماهی زبرا یک مدل عالی برای حساسیت به درمان‌های داروهای قلبی است. ماهی زبرا یک رویکرد ژنتیکی کارآمد برای آشکار ساختن پایه ژنتیکی مکانیسم‌های مولکولی زمینه‌ای بسیاری از بیماری‌های قلبی ارائه می‌دهد (Lenning *et al.*, 2018). این می‌تواند یک مدل الکتروفیزیولوژی قلبی قوی از نظر ضربان قلب باشد و مورفولوژی پتانسیل عمل مشابه انسان

است، اگرچه برخی تفاوت‌ها نیز در آن آشکار است (Lee *et al.*, 2016). علاوه بر این، ماهی زبرای بالغ ظرفیت بازسازی شگفت انگیز ماهیچه قلب را نشان می‌دهد (Poss *et al.*, 2002)، که این موضوع ماهی زبرا را به یک مدل امیدوارکننده برای مطالعه بیماری‌های قلبی عروقی در انسان تبدیل می‌کند. تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته برای اندازه گیری همه جنبه‌های عملکرد قلب در ماهی زبرای بالغ مورد نیاز است. الکتروکاردیوگرام (ECG) یک ابزار تشخیصی استاندارد برای تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی در انسان است. ثبت ECG سطح بدن ماهی زبرای بالغ برای اولین بار در سال ۲۰۰۶ توسط میلان و همکاران انجام شد. در مرکز تحقیقات قلب و عروق، بوستون، ایالات متحده (Milan *et al.*, 2006)، و پس از آن چندین اصلاح در روش‌های ثبت ECG در ماهی زبرا انجام شد.

شکل موج نوار قلب یک موج P مجزا، کمپلکس QRS و موج T را نشان می‌دهد. گزارش شده است که شکل موج در ماهی زبرای بالغ با شکل موج موجود در انسان قابل مقایسه است (Liu *et al.*, 2016). تصویربرداری سونوگرافی با فرکانس بالا به عنوان ابزاری مناسب برای دستیابی به تصویربرداری با وضوح بالا از ساختارهای بافت ماهی زبرای بالغ پیشنهاد شده است (Ho-Chiang *et al.*, 2020). استفاده از اکوکاردیوگرافی با پروب فرکانس بالا (۵۰-۷۰ مگاهرتز) می‌تواند امکان تصویربرداری با وضوح بالا، زمان واقعی و غیر تهاجمی را برای بررسی بسیاری از پارامترها و عملکرد قلب فراهم کند (Lee *et al.*, 2016). تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) همچنین برای تصویربرداری از ماهی زبرای بالغ به عنوان یک مدل حیوانی بیماری قلبی عروقی تثبیت شده است. این روش می‌تواند تصاویر زنده سه بعدی (سه بعدی) را برای به تصویر کشیدن مراحل رشد جنینی قلب در ماهی زبرا و نیز روند بهبود آسیب قلبی ماهی زبرای بالغ را ارائه دهد.

پروتکل استاندارد ثبت نوار قلبی از ماهی زبرای بالغ

۱ .آماده سازی مجموعه آزمایشی

ماهی‌های زبرا بایستی در سیستم‌های آکواریومی جریان دار در یک دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد ± ۰,۵ درجه سانتی گراد نگهداری شوند. بهتر است ماهی‌ها روزانه با غذای پولکی و میگوی آب نمک زنده (Artemia nauplii) دو بار در روز تغذیه شوند.

پس از انتقال بدون استرس ماهی‌های زبرا از محل پرور به آزمایشگاه، سیستم ضبط ECG را با اتصال قطعات ضروری تجهیزات و قرار دادن سه الکترود از جنس استنلس استیل رنگی در سه پرتال دسترسی رنگ آمیزی تقویت کننده تنظیم کنید (شکل ۳). سیستم را در شروع جلسه ضبط و/یا تجزیه و تحلیل ECG راه اندازی کنید.

ابزارهای لازم مانند تایمر/کرنومتر، اسفنج مرطوب با شکاف برای نگهداری ماهی، پنس، قیچی، پیپت های پاستور و ظروف کشت (۱۰۰ میلی متر در ۲۰ میلی متر) تهیه نماید (Zhao *et al.*, 2019).

۲- القای بیهوشی

- بیهوشی غوطه وری را برای کنترل درد و بی حرکتی ماهی آماده کنید تا از آثار حرکتی در حین جمع آوری دادههایECG جلوگیری کنید. اکثر آزمایشگاهها از غوطه وری در حمام تریکائین، استفاده می‌کنند.

- برای تهیه محلول استوک برای تهیه حمام تریکائین ٪۰/۴ موارد زیر را در یک بطری شیشه‌ای تیره درب دار ترکیب کنید: ۴۰۰ میلی گرم پودر تریکائین، ۹۸ میلی لیتر آب دوبار تقطیر شده و ۲ میلی لیتر محلول تریس (pH 9). در صورت نیاز با استفاده از محلول یک نرمال NaOH یا HCl اسیدیته محلول را روی pH هفت تنظیم کنید.

برای تهیه محلول نهایی غوطه ور شدن تریکائین، حداقل غلظت مناسب سن ماهی زبرا، اندازه، وضعیت متابولیک، فشار، مدل بیماری، اهداف علمی و مدت زمان عمل را تعیین کنید.

- یک مطالعه غلظت و پاسخ نسبت به از غلظت توصیه شده ۱۶۸ میلی گرم در لیتر (یا ۰٫۰۱۶۸٪) تری کائین انجام دهید. اگر لازم است برای دستیابی به سطح ۴ بیهوشی در مدت ۳ دقیقه با کمترین میزان سمیت احتمالی قلبی - تنفسی به عنوان مثال، غوطه ور شدن ماهی زبرا ۱۲ تا ۱۸ ماهه در محلول‌تری کائین دو صدم تا چهار صدم درصد باعث ایجاد سطح ۴ بیهوشی در ۳ دقیقه می‌شود. در سطح ۴ بیهوشی، تعادل و تن ماهیچه به طور کامل از بین می‌رود و سرعت حرکت چشم کاهش می‌یابد.

- برای زنده ماهی زبرا حتماً پروتکل ثبت نوار قلبی را تا آنجا که ممکن است کوتاه کنید بهترین پروتکل زمانی کمتر از ده دقیقه است. برای جلسات کوتاه ثبت ECG که کمتر از ۱۵ دقیقه طول می‌کشد، نیازی به القای دوباره بیهوشی نیست. برای جلسات طولانی ضبط ECG که ساعت‌ها طول می‌کشد، از یک فلج عضلانی طولانی مدت و یک سیستم پرفیوژن دهانی برای تأمین آب رسانی و اکسیژن رسانی کافی استفاده کنید (Zhao *et al.*, 2019).

۳- قرار دادن (الکترودهای) اشتقاق ثبت نوار قلب

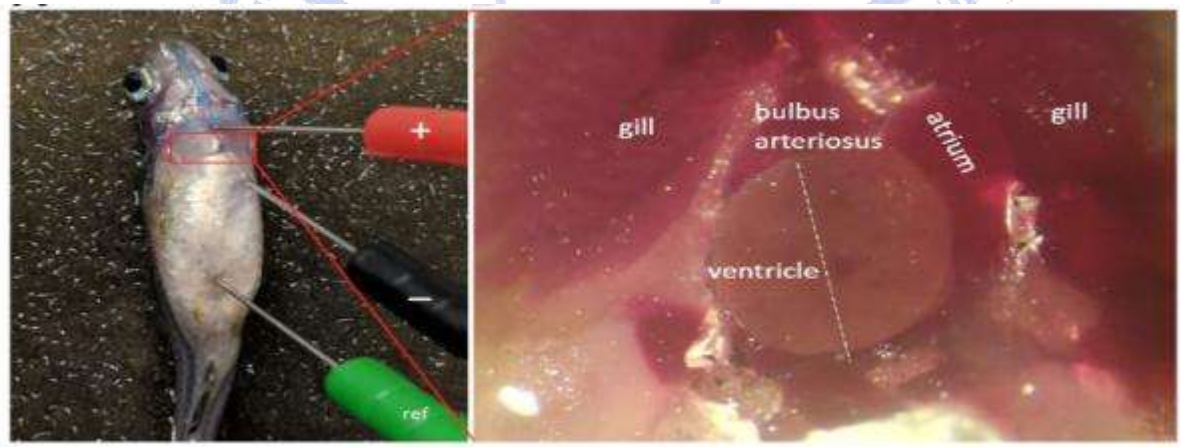
- هنگامی که ماهی زبرا سطح ۴ بیهوشی را به مدت ۳ ثانیه حفظ کرد، از یک جفت فورسپس صاف برای انتقال ماهی بلافاصله به شکاف اسفنجی مرطوب با سطح شکمی بالای آن برای قرار دادن الکترودهای سیستم ثبت نوار قلبی استفاده کنید.

- سه الکترود نوار قلب را به آرامی در عمق تقریباً ۱ میلی متر داخل ماهیچه ماهی قرار دهید تا اشتقاق دوقطبی در قسمت قدامی ماهی ایجاد شود قرار گیری الکترودها که در زیر توضیح داده می‌شود به گونه‌ای بایستی باشد تا با محور اصلی قلب موازی باشد.

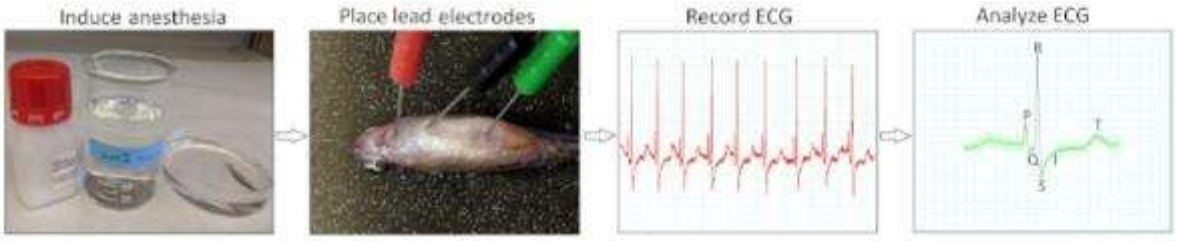
- الکترود مثبت را در خط میانی شکم در سطح شریان پیازی قرار دهید، یعنی در ۱-۲ میلی متر بالاتر از یک خط فرضی که دو لبه پایینی اوپرکولوم را به هم متصل می‌کند.

- الکترود منفی دستگاه را به صورت دمی و ۰/۵-۱ میلی متر سمت چپ به الکترود مثبت، در فاصله‌ای بیشتر از حداکثر طول آپیکوبازال بطن ماهی زبرای بالغ قرار دهید.

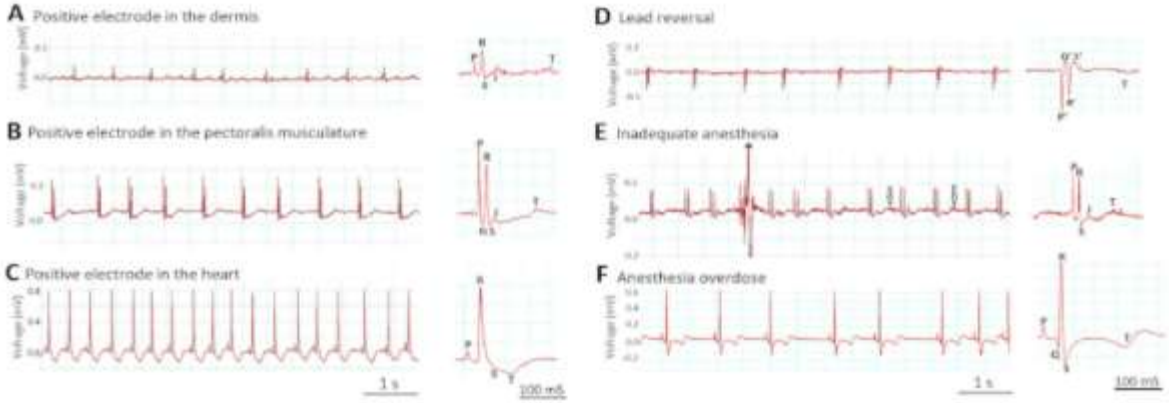
- الکترود رفرنس دستگاه را به صورت دمی، نزدیک ناحیه مقعد قرار دهید (Zhao *et al.*, 2019).



تصویر ۱- محل قرارگیری الکترودهای ثبت نوار قلبی (برگرفته از Zhao *et al.*, 2019).



تصویر ۲- مراحل ثبت نوار قلبی در ماهی زبرا (برگرفته از Zhao *et al.*, 2019).



تصویر ۳- این تصویر نشانگر تغییرات و اشتباهات رایج مانند اشتباه در محل قرارگیری الکترودها و نیز تأثیر بی هوشی بر روی پارامترهای نوار قلبی در ماهی زبرا است (برگرفته از Zhao *et al.*, 2019).

مشخصه‌های الکتروفیزیولوژیک ثبت از قلب ماهی زبرای بالغ

تنظیمات زیر در سیستم نرم افزار آمپلیفایر مورد استفاده، جهت برخورداری نسبت سیگنال به نویز یکنواخت و رضایت بخش برای یک ماهی زبرای بالغ را بصورت زیر تنظیم نمایید:

رنج ولتاژ ۲ میلی ولت، فیلتر لوپس (low pass) ۱۲۰ هرتز و فیلترهای پس (high pass) ۰/۰۳ ثانیه.

۲ .برای شروع ضبط مداوم ECG بدون فاصله با سرعت نمونه برداری ۱ کیلوهرتز، اقدام کنید.

۳ .برای تشخیص اینکهECG ماهی زبرای بالغ ما طبیعی است، چهار معیار اعتبارسنجی زیر را با دقت کنترل کنید (شکل ۱):

معیار ۱: اطمینان حاصل کنید که همه شکل‌های موج‌های نوار قلبی (P, QRS and T) از هم متمایز هستند و به راحتی قابل مشاهده است.

۲ .معیار ۲: مطمئن شوید که موج P مثبت است.

۳ .معیار ۳: اطمینان حاصل کنید که مجموعه خالص QRS مثبت است (یعنیR دامنه موج بزرگتر از مجموع دامنه موج Q و S است).

۴ .معیار ۴: مطمئن شوید که موج T مثبت است.

۴ .اگر معیارها درست نبود، الکترودها را جا به جا کنید (ابتدا الکترود منفی را امتحان کنید)، تا زمانی که هر چهار معیار اعتبارسنجی برآورده شوند.

۵- اگر موج T مثبت است، اما موج T بسیار کوچک است، الکترودها را در موقعیت جدید قرار دهید تا دامنه موج T را به حداکثر برسانید.

۶- پس از بهینه سازی موقعیت اشتقاق، ضبط نوار قلب را از سر بگیرید. ECG را برای تجزیه و تحلیل بعدی ذخیره کنید (Zhao *et al.*, 2019).

نتیجه گیری

بر اساس مطالعات انجام گرفته در یک دهه اخیر می‌توان به این نتیجه رسید که با رعایت اصول اخلاق کار با حیوانات و رعایت پروتکل‌های R3 و با توجه به شباهت‌های زیاد بین ماهی زبرا و انسان از مدل قلب ماهی‌های زبرا چه در دوران جنینی، لاروا و نیز بلوغ می‌توان با دقت و صرف هزینه تحقیقاتی کمتر بهره برد.

منابع

Brown D. R., Samsa L. A., Qian L., & Liu J. (2016). Advances in the study of heart development and disease using zebrafish. *Journal of Cardiovascular Development and Disease*, *3*(2), 13.

Burggren W. W., & Gore M. (2012). Cardiac and metabolic physiology of early larval zebrafish (Danio rerio) reflects parental swimming stamina. *Frontiers in physiology*, *3*, 35. Fishman M. C., Stainier D. Y., Breitbart R. E., & Westerfield M. (1997). Zebrafish: genetic and embryological methods in a transparent vertebrate embryo. *Methods in Cell Biology*, *52*, 67-82.

Burns C. G., Milan D. J., Grande E. J., Rottbauer W., MacRae C. A., & Fishman M. C. (2005). High-throughput assay for small molecules that modulate zebrafish embryonic heart rate. *Nature Chemical Biology*, *1*(5), 263-264.

Caballero M. V., & Candiracci M. (2018). Zebrafish as screening model for detecting toxicity and drugs efficacy. *Journal of Unexplored Medical Data*, *3*.

Cassar S., Adatto I., Freeman J. L., Gamse J. T., Iturria I., Lawrence C., & Zon L. I. (2019). Use of zebrafish in drug discovery toxicology. *Chemical Research in Toxicology*, *33*(1), 95-118.

Chen J. N., Haffter P., Odenthal J., Vogelsang E., Brand M., Van Eeden F. J., Nusslein-Volhard C. (1996). Mutations affecting the cardiovascular system and other internal organs in zebrafish. *Development*, *123*(1), 293-302.

Cooke S. J., Chandroo K. P., Beddow T. A., Moccia R. D., & McKinley R. S. (2000). Swimming activity and energetic expenditure of captive rainbow trout Oncorhynchus mykiss (Walbaum) estimated by electromyogram telemetry. *Aquaculture Research*, *31*(6), 495-505.

De Luca E., Zaccaria G. M., Hadhoud M., Rizzo G., Ponzini R., Morbiducci U., & Santoro M. M. (2014). ZebraBeat: a flexible platform for the analysis of the cardiac rate in zebrafish embryos. *Scientific Reports*, *4*(1), 1-13.

Kang C. P., Tu H. C., Fu T. F., Wu J. M., Chu P. H., & Chang D. T. H. (2018). An automatic method to calculate heart rate from zebrafish larval cardiac videos. *BMC bioinformatics*, *19*(1), 1-10.

Dhillon S. S., Dóró É., Magyary I., Egginton S., Sík A., & Müller F. (2013). Optimisation of embryonic and larval ECG measurement in zebrafish for quantifying the effect of QT prolonging drugs. *PloS one*, *8*(4), e60552.

Gaur H., Pullaguri N., Nema S., Purushothaman S., Bhargava Y., & Bhargava A. (2018). ZebraPace: An open-source method for cardiac-rhythm estimation in untethered zebrafish larvae. *Zebrafish*, *15*(3), 254-262.

Giardoglou P., & Beis D. (2019). On zebrafish disease models and matters of the heart. *Biomedicines*, *7*(1), 15.

Gut P., Reischauer S., Stainier D. Y., & Arnaout R. (2017). Little fish, big data: zebrafish as a model for cardiovascular and metabolic disease. *Physiological Reviews*, 97(3), 889-938.

Krishna S., Chatti K., & Galigekere R. R. (2017). Automatic and robust estimation of heart rate in zebrafish larvae. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, *15*(3), 1041-1052.

Lenning M., Fortunato J., Le, T., Clark I., Sherpa A., Yi, S., Cao H. (2018). Real-time monitoring and analysis of zebrafish electrocardiogram with anomaly detection. *Sensors*, *18*(1), 61.

Lee L., Genge C. E., Cua M., Sheng X., Rayani K., Beg M. F., … & Tibbits G. F. (2016). Functional assessment of cardiac responses of adult zebrafish (Danio rerio) to acute and chronic temperature change using high-resolution echocardiography. *PLoS One*, *11*(1), e0145163.

Liu C. C., Li L., Lam Y. W., Siu C. W., & Cheng S. H. (2016). Improvement of surface ECG recording in adult zebrafish reveals that the value of this model exceeds our expectation. *Scientific reports*, *6*(1), 1-13.

MacRae C. A., & Peterson R. T. (2015). Zebrafish as tools for drug discovery. *Nature Reviews Drug Discovery*, *14*(10), 721-731.

Milan D. J., Jones I. L., Ellinor P. T., & MacRae C. A. (2006). In vivo recording of adult zebrafish electrocardiogram and assessment of drug-induced QT prolongation. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, *291*(1), H269-H273.

Poss K. D., Wilson L. G., & Keating M. T. (2002). Heart regeneration in zebrafish. *Science*, *298*(5601), 2188-2190.

Redfern W. S., Carlsson L., Davis A. S., Lynch W. G., MacKenzie I., Palethorpe S., Hammond T. G. (2003). Relationships between preclinical cardiac electrophysiology, clinical QT interval prolongation and torsade de pointes for a broad range of drugs: evidence for a provisional safety margin in drug development. *Cardiovascular research*, *58*(1), 32-45.

Rendon-Morales E., Prance R. J., Prance H., & Aviles-Espinosa R. (2015). Non-invasive electrocardiogram detection of in vivo zebrafish embryos using electric potential sensors. *Applied Physics Letters*, *107*(19), 193701.

Sarasamma S., Audira G., Juniardi S., Sampurna B. P., Liang S. T., Hao E., Hsiao C. D. (2018). Zinc chloride exposure inhibits brain acetylcholine levels, produces neurotoxic signatures, and diminishes memory and motor activities in adult zebrafish. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(10), 3195.

Sarmah S., & Marrs J. A. (2016). Zebrafish as a vertebrate model system to evaluate effects of environmental toxicants on cardiac development and function. *International Journal of Molecular Sciences*, *17*(12), 2123.

Stainier D. Y. (2001). Zebrafish genetics and vertebrate heart formation. *Nature Reviews Genetics*, *2*(1), 39-48.

Staudt D., & Stainier D. (2012). Uncovering the molecular and cellular mechanisms of heart development using the zebrafish. *Annual review of genetics*, *46*, 397-418.

Ho-Chiang C., Huang H., & Huang C. C. (2020). High-frequency ultrasound deformation imaging for adult zebrafish during heart regeneration. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, *10*(1), 66.

Zhao Y., Yun M., Nguyen S. A., Tran M., & Nguyen T. P. (2019). In Vivo surface electrocardiography for adult zebrafish. Journal of visualized experiments: JoVE, (150).

اخلاق تحقیقاتی برای مطالعات درد و استرس در ماهی زبرا (*Danio rerio*)

عماد خلیل زاده

گروه علوم پایه، بخش فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

چکیده

ماهی زبرا یکی از موجوداتی است که بصورت فزاینده ای در مطالعات نوروفیزیولوژی درد و نیز تحقیقات دارویی و سم شناسی مورد توجه قرار گرفته است. همچنان که اقبال از ماهی زبرا در مطالعات زیست پزشکی در حال رشد است، جنبه های حقوقی کاربردهای آن با این میزان از پیشرفت بصورت همزمان رشد نکرده و از قافله عقب مانده است. بنابراین، نیاز به ارزیابی جنبه های حقوقی کاربردهای آن در تحقیقات دارویی و علوم اعصاب وجود دارد. در این مطالعه هدف بررسی مسایل اخلاقی کار در ماهی های زبرا در آزمایشاتی نظیر درد و تاثیر داروهای مختلف، مطالعات مربوط به استرس می باشد. فلذا در این بررسی به معرفی ابزارهایی که در تحقیقات جهت کاهش درد و استرس ناشی از آزمایش در ماهی زبرا مورد توجه قرار گرفته اند اعم از تکنیک های بی هوشی و مرگ با ترحم در این گونه خواهیم پرداخت.

واژگان کلیدی: اخلاق زیستی، علوم اعصاب، ماهی زبرا، حقوق آبزیان در مطالعات زیستی

Research ethic for pain and stress studies on Zebrafish (*Danio rerio*).

Emad Khalilzadeh

1- Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

Email: e.khalilzadeh@gmail.com

Abstract

Zebrafish is one of the creatures that have been increasingly considered in neurophysiological studies of pain as well as pharmacological and toxicological research. As the popularity of zebrafish grows in biomedical studies, the legal aspects of its applications have not grown at the same time and lagged behind. Therefore, there is a need to evaluate the legal aspects of its applications in pharmaceutical research and neuroscience. The aim of this study was to investigate the ethical issues of working in zebrafish in experiments such as pain and the effect of various drugs, stress-related studies. Therefore, in this study, we will introduce the tools that have been considered in research to reduce the pain and stress caused by experiments in zebrafish, including anesthesia and euthanasia techniques in this species.

Keywords: Bioethics, Neuroscience, Zebrafish, Aquatic Rights in Biological Studies

مقدمه

ماهی زبرا یکی از ماهی های کوچک آب شیرین، به دلیل هزینه کم نگهداری و شباهت بالای فیزیولوژیکی و ژنتیکی با پستانداران به عنوان یکی از آبزی های جذاب در تحقیقات عصبی و دارویی شناخته شده است (Kalueff et al., 2014). ماهی زبرا دارای بیش از ۲۶۰۰۰ ژن کد کننده پروتئین است که تقریبا ۷۱ درصد از این ژن ها دارای ارتولوگ در انسان هستند (هوو و همکاران ، ۲۰۱۳). مطالعات ژنتیکی در مقیاس بزرگ منجر به شناسایی صدها ژن جهش یافته شده است که بسیاری از آنها بیماریهای مختلف انسان را تقلید می کنند (Kettleborough et al., 2013). مشاهده اثرات دارویی بر روی اهداف مولکولی شباهت قابل توجهی را در مکانیسم عمل هنگام مقایسه ماهی زبرا و انسان به ویژه در مکان های بسیار فعال آنزیم ها، کانال های یونی و گیرنده های انتقال دهنده عصبی را نشان می دهد (میلان و همکاران ، ۲۰۰۳) ، (Schaaf et al., 2008).

ماهی‌های زبرای بالغ و لارو آنها برخی فنوتیپ های رفتاری را به خوبی از خود بروز می دهند و به طیف وسیعی از داروهای موثر بر اعصاب (Cachat et al., 2010)، و همچنین به عوامل استرس زای حاد و مزمن واکنش نشان می دهند (de Abreu et al., 2014). فیزیولوژی ماهی های زبرا مشابه انسان است و به نظر می رسد که در آینده نزدیک بصورت متداول در مدل سازی های مربوط به بیمار ی های انسان و غربالگری های دارویی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. همچنان که پذیرش کاربرد ماهی زبرا در زیست پزشکی همچنان در حال رشد است (Kalueff et al., 2014)، جنبه های حقوقی کاربردهای آنها مغفول مانده است. در اینجا، طیف وسیعی از موضوعات مرتبط با این خلأ را در تحقیقات ماهی زبرا بررسی خواهد شد و بر اخلاق زیستی و وضعیت حقوقی مدلهای ماهی استفاده شده در ماهی زبرا را مورد بررسی قرار می دهیم.

ماهی زبرا در مدل های تحقیقاتی درد و استرس

قرار گرفتن در معرض عوامل استرس زا می تواند تأثیر بسیار ناتوان کننده ای بر موجودات زنده داشته باشد. با این حال ، اثرات آن باید به صورت تجربی در حیوانات مورد مطالعه قرار گیرد ، تا اثرات آن بر انسان تقلید شود تا بتوان استراتژی های درمانی کارآمدی را توسعه داد (پیاتو و همکاران ، ۲۰۱۱ ؛ سانگ و همکاران ، ۲۰۱۸). ماهی زبرا یک مدل عالی برای تحقیقات استرس است. زیرا پاسخ های فیزیولوژیکی خوبی را در برابر عوامل استرس زای مختلف ارائه می دهد. به عنوان مثال، استرس حاد منجر به افزایش سطح کورتیزول پانزده دقیقه پس از قرار گرفتن در معرض عامل استرس زا می شود که به تدریج پس از ۶۰ تا ۹۰ دقیقه به سطح اولیه آن پس از حذف محرک باز می گردد (de Abreu et al., 2014؛ Cachat et al., 2010). مدل هایی که در ماهی زبرا وجود دارد بینش ارزشمندی در مورد اثرات قرار گرفتن در معرض استرس مزمن و حاد و پشتوانه مولکولی آنها ارائه کرده است (Marcon et al., 2016). به طور کلی ماهی زبرا برای تحقیقات استرس بسیار مناسب است، زیرا می تواند تغییرات رفتاری و فیزیولوژیکی ناشی از قرار گرفتن در معرض عوامل استرس زا را در آزمایشگاه و همچنین محیط نشان دهد (Williams et al., 2017).

ماهی زبرا همچنین می تواند در مطالعات چالش برانگیزتر مانند تحقیقات درد مورد استفاده قرار گیرد، زیرا آنها دارای پاسخهای درد قوی و گیرنده های درد هستند که از نظر تکاملی حفظ شده اند (Currie, 2014). با توجه به نقش اساسی سیستم ضد درد اپیوئیدی در کنترل درد، مطالعه سیستم اپیوئیدی ماهی زبرا برای درک ما از پاتوبیولوژی درد ضروری است (دمین و همکاران ، ۲۰۱۸). ماهی زبرا یک مدل ترجمه ای عالی برای مطالعه درد است، از جمله در ایجاد لاین های جهش زایی و یا حذف ژنی از جلمه در ارتباط با ژن های گیرنده دلتا- اپیوئیدی، ژن گیرنده موی اپیوئیدی (Barrallo et al., 2000)، و ژن گیرنده کاپا- اپیوئیدی (Alvarez et al., 2006) که همه با ژنهای انسانی مربوطه بسیار همگن هستند، می تواند بسیار کمک کننده باشد.(). هم ماهی های بالغ زبرا و هم لاروهای آنها پاسخ های آشکاری به درد مشابه با پستانداران نشان می دهد (Currie,

2014) از جمله این پاسخ ها می توان به کاهش فعالیت اشاره نمود که می تواند به راحتی با استفاده از ردیابی ویدئویی خودکار مورد ارزیابی رفتاری قرار گیرد. به عنوان مثال، مدل سازی هایپرآلژزی حرارتی: افزودن ترکیب التهابی و آنتاگونیست TRPA1 آلیل ایزوتیوسیانات که موجب افزایش حساسیت به گرما و افزایش رفتار اجتنابی از محیط گرم توسط لارو ماهی های زبرا می شود (Curtright et al., 2015).

رفتار شنای ماهی زبرا را می توان به دنبال تجویز انواع مختلف مواد آلگوژنیک مانند هیستامین، سینام آلدهید، روغن خردل، اجوانت فراند و اسید استیک مورد بررسی قرار داد. به طور کلی، قرار گرفتن در معرض این ترکیبات بر حرکت کلی تأثیر منفی می گذارد و در نتیجه کل مسافت طی شده را کاهش می دهد. این می تواند به عنوان یک تظاهر رفتاری از درد در ماهی تعبیر شود، که به طور قابل پیش بینی با تجویز یک مسکن متداول مانند مورفین تضعیف می شود. بنابراین، مطالعات ماهی زبرا با استفاده از مجموعه ای از محرکهای مضر، راههای تجویز و دستکاریهای دارویی این تصور را تأیید می کند که مدل ماهی زبرا دارای جنبه های متعددی از درد است. در مجموع، این مطالب ماهی زبرا را به عنوان یک مدل مناسب آزمایشگاهی برای مطالعات استرس و آسیب شناسی درد نشان می دهد.

اخلاق زیستی در بکارگیری ماهی زبرا در مطالعات آزمایشگاهی

پیشرفتهای علمی در پزشکی زیستی امکان تشخیص و درمان بیماریهای انسانی را ممکن ساخته است که به طور قابل ملاحظه ای از آزمایشهای پیش بالینی با استفاده از مدلهای حیوانی محقق شده است ارزش ذاتی استفاده از حیوانات برای اهداف علمی در قوانین مربوط به استفاده از حیوانات در سراسر جهان منعکس شده است(Barre-Sinoussi and Montagutelli, 2015).

اساس این دستورالعمل ها این اجماع است که هنگام برنامه ریزی آزمایشات روی حیوانات، یک محقق باید تجزیه و تحلیل کاملی از رفاه و موضوع حیوان و مزایای نتایج پروژه انجام دهد (فستینگ و ویلکینسون ، ۲۰۰۷). چنین دیدگاهی مستلزم درک عمیق از شدت و وسعت وضعیت بیماری است که بر انسان تأثیر می گذارد، و همچنین درک عمیق از مفهوم رفاه حیوانات و کاربرد آن مفاهیم در گونه های مورد استفاده در تحقیقات زیست پزشکی، از جمله مسئولیت اخلاقی جامعه علمی می باشد (فستینگ و ویلکینسون ، ۲۰۰۷). به عنوان مثال ، در ایالات متحده و برخی دیگر از کشورها (جدول ۱)، محقق باید به عنوان اولین گام برای انجام تحقیقات، از پروتکل ماهی زبرای بالغ و یا لارو از کمیته نهادی مراقبت و استفاده از حیوانات (IACUC) تأییده لازم را اخذ کند و در کل پروسه آزمون قوانین مربوط به رفاه حیوانات را رعایت کنید (شکل ۱). در ایالات متحده ، IACUC یک کمیته دارای اختیار فدرال است که از طریق تجربه و تخصص اعضای خود واجد شرایط است و بر برنامه حیوانات، امکانات و رویه های موسسه آن نظارت می کند.

در اتحادیه اروپا ، IACUC اجباری نیست، اما هر کشوری مجموعه ای متفاوت از مقررات و نهادهای نظارتی دارد که تحقیقات ماهی های زبرا را که به طور مفهومی در دستورالعمل ۶۳/۲۰۱۰/اتحادیه اروپا مشخص شده است، کنترل می کنند (جدول ۱). به عنوان مثال، در آلمان، مسئول رفاه حیوانات (AWO) فرد اصلی برای بحث در مورد مشکلات تحقیق و بهینه سازی روشهای موجود در موسسه است، در حالی که یک کمیته مشاوره نیز در این مرکز قرار دارد تا جنبه های اخلاقی و علمی تحقیق را با استفاده از ماهی های زبرای بالغ یا لارو را تعیین نمایید. در انگلستان، تأیید کار با حیوانات (شامل زبرا های لارو و یا بالغ) توسط وزارت خانه (پلیس انگلستان) پس از بررسی دقیق تحقیقات پیشنهادی اعطا می شود. در مقابل، روسیه و چین قوانین خاصی برای تنظیم تحقیقات ماهی ندارند (جدول ۱)، اگرچه IACUC ها معمولاً توسط موسسات تحقیقاتی مختلف تأسیس می شوند و پروژه های ماهی زبرا معمولاً توسط این نهادها مورد بحث و بررسی قرار می گیرد. سیاستهای سازمانهایی که تحقیقات حیوانی

را بر اساس اصول R۳ (جایگزینی ، کاهش و پالایش) بیش از ۵۰ سال پیش تدوین کرده اند، در مقررات ملی و بین المللی در مورد استفاده از حیوانات در رویه های علمی گنجانده شده است (راسل و همکاران ، ۱۹۵۹).)، که به طور خلاصه در جدول ۲ خلاصه شده است. این رویکرد R۳ به طور گسترده به عنوان یک چارچوب اخلاقی قوی برای کاهش استفاده و رنج حیوانات پذیرفته شده است، همچنین به رفع نگرانی های اجتماعی در مورد تحقیقات روی حیوانات کمک می کند. به طور کلی، این مدل ها باید از نظر علمی قوی و از نظر اخلاقی در مقایسه با مدل حیوانی موجود ترجیح داده شوند، که باعث پالایش روش ها و کاهش تعداد حیوانات می شود. جدول ۲ نشان می دهد که چگونه مدلهای ماهی زبرا بایستی به این اصول پایبند باشند.

نوآوری و اصلاح پایدار پروتکل های موجود برای توسعه مدل های بهتر و سازگارتر با ماهی زبرا بسیار مهم است. یک مثال جالب، آزمایش سمیت در ماهی است که اولین بار در دهه ۱۸۶۰ برای کمک به تعیین سطح ایمن مواد شیمیایی مختلف در آب استفاده شد (هاچینسون و همکاران ، ۲۰۱۶). آزمایش سمیت حاد ماهی، که در دستورالعمل های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) بیان شده است، رایج ترین آزمایش مهره داران برای ارزیابی خطرات و ارزیابی خطر زیست محیطی در ماهیان بالغ است. آزمایش سمیت جنین ماهی با مطالعات استاندارد شده و معتبر برای ارزیابی سمیت شکل جنینی ماهی پیشنهاد شده است (Braunbeck et al., 2015). با توجه به همبستگی بالای آن با آزمایش سمیت حاد ماهی و این واقعیت که مراحل تکاملی ماهیان بدون تغذیه مطابق با دستورالعمل اتحادیه اروپا EU/۶۳/۲۰۱۰ "حفاظت شده" طبقه بندی نمی شوند (جدول ۱)، آزمایش سمیت جنین ماهی می تواند نه تنها برای مطالعات دامنه یابی بلکه برای آزمایش سمیت حاد داخل بدن، مطابق با اصول Rs۳ (جدول ۲) و مقررات مختلف ملی و بین المللی مورد استفاده محققین قرار بگیرد (Braunbeck et al., 2015).

جدول ۱. مقایسه قوانین و مقررات آزمایش حیوانات از کشورهای منتخب، مربوط به تحقیقات ماهی زبرا (بر گرفته از de Abreu et al., 2019).

Countries	Regulations	Are zebrafish covered?	Age covered
Belgium	Law of 14 August 1986 on the protection and welfare of animals; Royal Decree on the Protection of Experimental Animals (10.07.2013)	Yes	Larval and adults
Brazil	CEUA/ CONCEA	Yes	Larval and adults
Canada	CCAC Guidelines	Yes	Larval and adults
China	None	Not	
Ecuador	IACUC	Yes	Larval and adults
France	Article R214-87 and R214-137 Du Code Rural	Yes	Larval and adults
Japan	Animal Welfare Act Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Guidelines	Not Yes*	Larval and adults
Germany	Animal Welfare Act and Regulation for the Protection of Animals Used for Experimental or Other Scientific Purposes	Yes	Larval and adults
Mexico	Mexican Agriculture Department	Yes	Larval and adults
Russia	None	Not	
United Kingdom	Animal (Scientific Procedures) Act 1986	Yes	Larval and adults
Uruguay	CEUA/ CNEA	Yes	Larval and adults
USA	OLAW PHS NIH guidelines	Not Yes*	Larval and adults

جدول ۲. نمونه هایی از اصول R۳ برای مدل های ماهی زبرا (بر گرفته از de Abreu et al., 2019).

Principle	Definition	Zebrafish models
Replacement	Methods to avoid or replace the use of animals.	Using embryonic zebrafish to replace rodents; using fish images or robotic fish to replace live animals
Reduction	Methods to minimize the number of animals used per experiment.	Zebrafish are highly sensitive to experimental manipulations, yet maintaining a high genetic and physiological homology with mammals. Using zebrafish in drug discovery narrows down the selection of candidate compounds, thereby lowering the number of rodents to use at subsequent research phases.
Refinement	Methods to minimize animal suffering and improve welfare.	Model allows drug administration by water immersion vs injection as a less stressful/ invasive procedure.

جایگاه ماهی زبرا در قوانین حمایت از رفاه حیوانات

تحقیقات بر روی ماهی زبرا تحت همان دستورالعمل هایی قرار می گیرد که حمایت و رفاه سایر مهره داران آزمایشگاهی را ارتقا می بخشد (جدول ۱). همانطور که در بالا ذکر شد، قوانین ایالات متحده هنگام بررسی استفاده از مدل های ماهی زبرا برای آزمایش حیوانات، اسناد راهنمای مختلفی (خط مشی ها، دستورالعمل ها و برگه های اطلاعاتی) ارائه می دهد. اجازه برای شروع پروژه پس از ارائه یک پروتکل توسط محقق ارائه می شود تا توسط یک کمیته دائمی IACUC برای بررسی در نظر گرفته شود (شکل ۱).

سرویس بهداشت عمومی ایالات متحده (PHS) از موسسات می خواهد تا تدابیری را برای اطمینان از مراقبت و استفاده مناسب از همه حیوانات دخیل در تمام جنبه های تحقیقاتی که توسط یک موسسه ایالات متحده با بودجه فدرال حمایت می شود ، ایجاد نمایند.

دفتر رفاه حیوانات آزمایشگاهی (OLAW) راهنمایی و تفسیر سیاست خدمات بهداشت عمومی (PHS) در مورد مراقبت انسانی و استفاده از حیوانات آزمایشگاهی (سیاست) را ارائه داده است که از برنامه های آموزشی پشتیبانی می کند و بر رعایت این سیاست توسط همه موسسات پژوهشی قابل اعتماد اعمال نظارت می کند. دفتر منابع حیوانات (OAR) تخصص، مراقبت و منابع لازم برای نگهداری از حیوانات تحقیقاتی را ارائه می دهد. مأموریت OAR ایجاد و حفاظت از قوانین تحقیقات در حیوانات دانشگاه ایالات متحده و حفاظت ازکیفیت برنامه مراقبت و استفاده از حیوانات است.

در سال ۱۹۸۵ ، در ایالات متحده ، پس از پرونده بحث برانگیز Silver Spring (پرونده ای که در آن ، میمونها در شرایط بهداشتی و فیزیکی وحشتناک نگهداری شده بودند) و در مورد شرایط جسمانی وحشتناک بهداشتی فرایند بررسی قوانین آمریکای شمالی در مورد رفاه حیوانات انجام شد(Simonetti et al., 2016). متعاقب آن در برزیل، کمیسیون ملی اخلاق در تحقیقات و کمیته های اخلاق تحقیقاتی طی قطعنامه شماره ۱۹۶ سال ۱۹۹۶ شورای ملی بهداشت برزیل تشکیل شد. همچنین در انگلستان به منظور هدایت کمیته های اخلاق در تحقیق ، دکترین سه "Rs" یعنی (اصلاح ، جایگزینی و کاهش) در سال ۱۹۵۹ ایجاد شد. **اصلاح** یعنی استفاده از روش های که درد، رنج یا ناراحتی احتمالی را کاهش داده یا به حداقل می رساند و رفاه حیواناتی را که باید توسط پرسنل آموزش دیده مورد استفاده قرار گیرند، بهبود می بخشد. **جایگزینی** شامل استفاده از روش هایی مانند کشت سلولی و مدل های رایانه ای به جای حیوانات است. پستانداران باید جانشین حیواناتی شوند که سیستم عصبی آنها کمتر توسعه یافته است. **کاهش** ایده استفاده از حداقل حیوانات ممکن را ارائه می دهد، به همان اندازه که نتایج آماری قابل توجهی را ارائه می دهد. طبق گزارش انجمن سلطنتی برای پیشگیری از ظلم به حیوانات (Simonetti et al., 2016) بین سالهای ۱۹۵۵ تا ۲۰۱۳ تعداد مطالعات علمی که از ماهی زبرا استفاده نموده اند استفاده از ۱۳۱۱۰۰ به ۵۰۷۴۰۰

عدد افزایش یافته است. مطالعات بر روی ماهی زبرا به تنهایی ۱۶۱۳۳۰ مورد از مطالعات علمی انجام شده در سال ۲۰۱۳ را به خود اختصاص داده است، دومین گروه پرکاربرد حیوانات پس از جوندگان (Hudson-Shore, 2016).

تصور می شود که ماهی زبرا یک مدل حیوانی جایگزین است که می توان آن را با حیوانات دیگر نظیر پستانداران جایگزین کرد چراکه سیستم عصبی آنها کمتر توسعه یافته است. این در حالی است که محققان تأیید کردند که این ماهیها از نظر عصبی مجهز به درد گیرنده (گیرنده های حسی که سیگنالهایی را که باعث احساس درد می شود ارسال می کنند) و نیز به پاسخ های احساسی ناخودآگاه مجهز هستند، اما از درد و احساسات آگاه رنج نمی برند(Rose et al., 2014). در یکی از تحقیقات (Malafoglia., 2013)، ماهی زبرا حیوانی برای مطالعات روی درد است. در تحقیقی دیگر (Readman et al., 2013) نتایج نشان می دهد که ماهی زبرا از تماس با هفت نوع داروی بیهوشی، از جمله تری کائین متان سولفونات (MS-222) ، ایزوژنول، کینالدین سولفات و بنزوکائین اجتناب می کند. ماهی زبرا هیچ گونه واکنش رفتاری بیزاری از اتومیدات و همچنین ۲،۲،۲ تریبرومو اتانول (TBE) از خود بروز نمی دهد (Readman et al., 2013). ماهی زبرا رفتار خود را در واکنش به وجود مواد مضر تغییر داده و بر اساس کلیشه های درد و ترس (مانند مدلهای شکارچی) حرکت می کند [۱۵].

محققان اشاره می کنند که تشخیص تفریقی بین درد و نوسیسپشن در ماهی بسیار دشوار است (Matthews & Varg, 2012). به منظور بهبود تفسیر نتایج منتشر شده از مطالعات درد در ماهعی زبرا، فهرست جامعی از رفتارهای ماهی زبرا تهیه شده است، این کاتالوگ رفتار ماهی زبرا (ZBC[۱۸]) است که هم مدلهای بالغ و هم لاروها را پوشش می دهد (Kalueff et al., 2013). در ZBC واژه نامه ای وجود دارد که با ارجاع رفتارهای خاص به اعداد موجب استانداردسازی رفتار ماهی زبرا در این نوع از تحقیقات شده است (Kalueff et al., 2013). هرچند ماهی زبرا جزء حیواناتی با طبقه بندی علمی پایین تر می باشد با این حال بایستی نگرانی ها از جنبه های اخلاقی استفاده از چنین حیواناتی در تحقیقات مورد توجه قرار گیرد. یک مطالعه نشان می دهد که بیشتر کمیته های اخلاق رویه هایی را که در مهره داران استفاده می کنند برای ارزیابی کار با ماهی زبرا نیز به کار می گیرند اما گاهی اوقات، حتی توجه کمیته های اخلاق به این گونه می تواند بسیار سهل گیرانه و بدون توجه کافی به حقوق آنها باشد. به عنوان ابزارهایی که در تحقیقات جهت کاهش درد و استرس ناشی از آزمایش در ماهی زبرا مورد توجه قرار گیرند تکنیک های بی هوشی و مرگ با ترحم در این گونه می باشند که در ذیل به آنها می پردازیم:

استفاده از مواد بیحس کننده و بی هوش کننده

برای ارزیابی روشهای مرگ با ترحم در حیوانات، برخی معیارها در بیهوشی باید در نظر گرفته شوند، مانند توانایی ایجاد هوشیاری، مرگ با کمترین درد ممکن، حداقل استرس یا اضطراب، برگشت پذیری هوشیاری و زمان مورد نیاز برای ایجاد بیهوشی، همه متناسب با نوع گونه و سن حیوان (Matthews & Varg, 2012). بیهوشی ایده آل برای ماهی ها آن است که در سه دقیقه یا کمتر بیهوشی ایجاد کند و در سطوح درمانی سمیت ایجاد نکند (Wong et al., 2014). یکی از داروهای بیهوشی که بیشتر در ماهی زبرا استفاده می شود، تری کائین متان سولفونات (MS-222) است. این داروی بی حسی با مسدود کردن کانالهای سدیم غشاء، از انتشار پتانسیل های عمل جلوگیری می کند. اثربخشی MS-222 به عوامل محیطی بستگی دارد، به عنوان مثال دما، اکسیژن، pH، سختی و شوری آب و حتی عوامل بیولوژیکی مانند سن، جنس، اندازه، وزن، محتوای چربی، گونه ماهی و چگالی زیست توده (Topic Popovic et al., 2012).

[۱۸] Zebrafish Behavior Catalog

مطالعات دوز ۵۰ تا ۴۰۰ میلیگرم به ازای وزن بدن برای ماهی زبرا و یا ۵۰۰-۲۵۰ میلیگرم به ازای وزن بدن را برای اکثر گونه های ماهی نشان می دهد(Sneddon, 2012; AVMA, 2013). چندین اثر نا مناسب بر روی پارامترهای فیزیولوژیکی ماهی در مواقع استفاده از MS-222 مانند تغییرات پلاسمای خون، هیپوکسی، اسیدوز تنفسی و افزایش قند خون نشان داده شده است. همچنین مشخص شده است که استفاده از ماده MS-222 همراه بافر مناسب اما بدون استفاده از بافر و به دلیل بروز استرس حاد در ماهی زبرا، که توسط حرکات سریع چشمی اثبات شده است مناسب نمی باشد (Topic Popovic et al., 2012). هیچ یک از حیواناتی که در معرض بافر MS-222 قرار گرفتند، حرکات سریع چشمی را نشان ندادند. داروهای بیهوشی دیگری برای استفاده در ماهی وجود دارند، مانند بنزوکائین، متومیدات، اوژنول، ایزوژنول، ۲- فنوکسی اتانول، کینالدین و سولفات کینیدین. از عوامل ضد التهابی غیر استروئیدی مانند کتوپروفن و کارپروفن نیز می توان استفاده کرد. بنزوکائین یا بنزوکائین هیدروکلراید یک محلول غوطه وری است که باید در غلظت های بیش از ۲۵۰ میلی گرم در لیتر تهیه شود و باید بافر شود (AVMA, 2013).

متومیدات یک خواب آور غیر باربیتوراتی است که مهار گیرنده گاما آمینوبوتیریک اسید (GABA) نوع A را موجب القاء اثرات خواب آوری و آرام بخشی می شود که برای مصارف انسانی و دامپزشکی مورد تایید قرار گرفته است. عوارض مضر متومیدات بر ماهی کاهش تنفس و گردش خون و هیپوکسی متعاقب آن و کاهش pH خون است.

۲- فنوکسی اتانول نیز معمولاً در واکسن ها، محصولات مراقبت از پوست و عطرها استفاده می شود. مکانیسم دقیق اثر آن روی ماهی مشخص نیست، اما ممکن است غشای سلولهای عصبی را درگیر کند (Sneddon, 2012).

اوژنول و ایزوژنول اجزای روغن میخک هستند. آنها کانالهای سدیم، پتاسیم و کلسیم را مهار می کنند. هر دو باعث کاهش فعالیت سیستم قلبی عروقی، کاهش فشار خون و افزایش کاتکول آمین های پلاسمایی خون می شوند که نشان دهنده پاسخ به استرس با استفاده از این داروی بی حسی است (Hill, 2004). غلظت پیشنهادی به عوامل مختلفی بستگی دارد اما باید کمتر از ۱۷ میلی گرم در لیتر باشد و غلظت های بالا می تواند موجب بروز مرگ در ماهی گردد. حیوان باید حداقل ده دقیقه در محلول تا زمان توقف حرکات چشمی نگهداری شود. این اجزا بر اساس برنامه ملی سم شناسی سرطان زا هستند (AVMA, 2013)، بنابراین، باید توسط پرسنل آموزش دیده به طور معقول مورد استفاده قرار گیرند. محققان دریافتند که ماهی زبرا از تماس با MS-222 اجتناب می کند، اما شواهد کمتری از این بیزاری برای متومیدات و روغن میخک یافتند، و این نشان می دهد که این عوامل نسبت به ماهی زبرا بی خطر تر هستند (Wong et al., 2014). علاوه بر این، در معرض MS-222 قرار گرفتن ماهی باعث افزایش اضطراب می شود. اوژنول به دلیل حلالیت زیاد کارآمدتر در نظر گرفته شده است، که منجر به القای سریع بی هوشی می شود، حتی وقتی از غلظت کم آن استفاده شود (Keene et al., 1998). محققان حدس می زنند که روغن میخک (اوژنول ۹۵٪) آبشش ها را می پوشاند و از این رو ، این ویژگی ها اثرات بیهوشی را طولانی می کند (Sladky et al., 2001). در مورد هزینه ها، در مقایسه با MS 222 ، متومیدات شش برابر گرانتر، بنزوکائین ۲۰ برابر ارزان تر، ۲-فنوکسی اتانول ۳۰ برابر ارزان تر و روغن میخک ۱۰۰ برابر ارزان تر است. برخی از محققان به این نتیجه رسیدند که متومیدات و روغن میخک روش های جایگزینی هستند که برای مرگ با ترحم در ماهی زبرا توصیه می شوند (Wong et al., 2014). همچنین روغن میخک به دلیل اینکه منجر به افزایش میزان کورتیزول نمی شود به عنوان یک ماده مناسب در مطالعاتی که استرس را ارزیابی می کنند می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

مرگ با ترحم

مرگ باید با مشاهده توقف علائم حیاتی حیوان تأیید شود. اتانازی با سه مکانیسم اساسی انجام می شود: هیپوکسی، دژرسیون نورونی و اختلال فیزیکی در فعالیت مغز(AVMA, 2013). با توجه به شورای مراقبت از حیوانات کانادا (CCoA, 2005) و قوانین برزیل (Simonetti et al., 2016) اتانازی ماهی باید در دو مرحله انجام شود: بیهوشی تا از دست دادن تعادل؛ به دنبال یک روش شیمیایی یا فیزیکی که باعث مرگ مغزی می شود. طبق نظر اتحادیه اروپا (Olsson et al., 2017)، ممکن است از این روش ها در حیوانات ناخودآگاه استفاده شود، به شرط آنکه حیوان قبل از مرگ به هوش نیاید. کشتن حیوانات باید با یکی از روشهای زیر تکمیل شود: تأیید توقف دائمی گردش خون، تخریب مغز، دررفتگی گردن، بیرون یا تأیید شروع جمود نعشی. یوتانازی می تواند با MS-222 بیش از حد، یک بیهوشی رایج در اوتانازی ماهی زبرا، توسط هیپوکسی موفق شود (Matthews & Varg, 2012). در کانادا، استفاده از سطح کشنده داروی بافر MS-222 ، روش ترجیحی اتانازی است (CCoA, 2005). در ایالات متحده، MS-222 باید بافر شود، غلظت بستگی به گونه دارد، ماهی های بزرگ را می توان با دوز کشنده این ماده و اعمال آن بر روی آبشش ها یوتانایز نمود (AVMA, 2013). در برزیل، MS-222 را می توان از طریق مسیرهای مختلف، آب، آبشش، یا فضاهای لنفاوی و حفره های پلوروپریتونئال تجویز کرد (Simonetti et al., 2016). علاوه بر این، هنگامی که MS-222 در غلظتهای بالاتر از ۵۰۰ میلی گرم در لیتر استفاده می شود، محلول باید بافر شود. در اروپا، در صورت لزوم با آرام بخشی قبلی می توان از دوز بیهوشی در ماهی استفاده کرد (Olsson et al., 2017).

اتانازی ممکن است با غوطه ور شدن در نیتروژن مایع رخ دهد (Westerfield, 2000). این تکنیک، برای مثال، برای جداسازی RNA و سایر آماده سازی هایی که مواد بیولوژیکی را از تخریب سریع حفظ می کنند، مورد نیاز است. در برزیل، این روش با محدودیت در مورد ماهی های کوچک (زیر ۲۰۰ میلی گرم) پذیرفته شده است (CONCEA, 2013). روش دیگر غوطه ور شدن در آب اشباع شده با دی اکسید کربن است که باعث ایجاد مخدر و از دست دادن هوشیاری می شود، اما به آرامی عمل می کند و برای ماهی ها استرس زا است. در کانادا، روش دی اکسید کربن در اتانازی پذیرفته نیست (CCoA, 2005) انجمن پزشکی- دامپزشکی آمریکا تنها در صورتی آن را می پذیرد که منبع CO2 به طور دقیق تنظیم شده باشد زیرا اپراتور باید در مورد تماس با این گاز اقدامات احتیاطی را انجام دهد (AVMA, 2013). در برزیل، این روش به دلیل ایجاد اسیدیته در آب و حفظ طولانی مدت فعالیت مغزی در ماهیان نباید استفاده شود (CONCEA, 2013). از نظر اتحادیه اروپا، نیز این روش نیز پذیرفته نیست (Olsson et al., 2017).

حتی در صورت کمبود اکسیژن، باید از سر بریدن اجتناب شود، مغز ماهی باید یخ زده، سوراخ شده یا از نظر فیزیکی از بین برود (CCoA, 2005). از سوی دیگر، انجمن پزشکی دامپزشکی آمریکا پیشنهاد می کند که پس از بیهوشی سر بریده شود (AVMA, 2013)، و همچنین در برزیل، از آنجا که بیهوشی تأیید شده است، با محدودیت پذیرفته می شود Simonetti et al., 2016). از آنجایی که سیستم عصبی مرکزی ماهی نسبت به هیپوکسی مقاوم است، پس از سر بریدن باید مغز حیوان با ضربه تخریب شود (ّی‌ءّو۲۰۱۳). در اروپا، استفاده از ضربه مغزی یا ضربه به سر یک روش پذیرفته شده است و در صورت استفاده از تجهیزات تخصصی الکتریکی (شوکر) نیز قابل قبول است (Olsson et al., 2017).

در آمریکای شمالی، سرد شدن سریع یا شوک هیپوترمی (۲ تا ۴ درجه سانتی گراد) برای ماهی زبرا تا زمان از بین رفتن جهت گیری و حرکت زیر چشمی پذیرفته می شود (AVMA, 2013). برخلاف آن در برزیل، سرمازدگی سریع یک روش پذیرفته شده نیست، اگرچه متابولیسم را کند می کند و کار را آسان می کند، اما هیچ مدرکی مبنی بر این که این روند درد را به حداقل

می رساند وجود ندارد. با این حال، در شوک هیپوترمی، باید در نظر داشت که وقتی دما تغییر می کند، ماهی زبرا نمی تواند دمای بدن خود را حفظ کرده و یک استرس گرمایی کشنده ایجاد کند(CONCEA, 2013).

انجماد سریع در حیوانات بدون بیهوشی یک روش غیرقابل قبول است (AVMA, 2013). در برزیل، انجماد سریع تنها زمانی پذیرفته می شود که حیوانات قبلاً بیهوش شده باشند. در مقابل، برخی از محققان نشان دادند که در ماهی های بالغ، انجماد سریع استرس زا و موثرتر از مصرف بیش از حد MS-222 است. با این حال، بافتها حاوی کریستالهای یخ تشکیل شده هستند (Wilson et al., 2009).

شیوه هایی که از حیوانات برای بررسی مزایای سلامتی انسان استفاده می کنند باید بهتر ارزیابی شوند (Baeder et al., 2012). بنابراین، لازم است نه تنها اصول اخلاقی آزمایش حیوانات را در نظر بگیریم، بلکه حیوانات را به طور کلی با در نظر گرفتن رفاه، سلامت جسمی و روحی آنها در نظر بگیریم و مرگ آنها کمتر دردناک و ناراحت کننده باشد. بنابراین، روشهای بیهوشی و اتانازی در روشها و پروتکلهای آزمایش با ماهی زبرا باید اساسی تلقی شود.

هدف از استفاده از مدل حیوانی درک یک بیماری خاص بدون ایجاد خطر برای انسان است. اگرچه از روشهای کشت سلولی آزمایشگاهی به طور گسترده استفاده می شود، اما نتایج ممکن است پیش بینی های واقعی را در مقایسه با نتایج in vivo ایجاد نکند. بنابراین استفاده از آزمایش روی حیوانات هنوز ضروری است.

جستجوی مدلهای تجربی جدید برای کاهش، اصلاح و جایگزینی استفاده از مدلهای حیوانی، راه را برای مدل های جدید هموار کرده است. بنابراین ماهی زبرا، که شباهت زیادی به پستانداران دارد، به عنوان یک مدل مهم برای تحقیقات زیستی و پزشکی مطرح می شود. به بسیاری از ویژگی ها باعث می شود ماهی زبرا به عنوان یک مدل حیوانی از اهمیت بالایی برخوردار شود، با این حال، هنوز کار زیادی برای فهم فیزیولوژی و رفتارهای این گونه وجود دارد. نتیجه می گیریم که مفهوم رفاه بخشی از اخلاق در تحقیقات زیست پزشکی است. امکان استفاده از حیوانات در تحقیقات مستلزم سلامت روحی و جسمی حیوانات موردنظر است. بنابراین، تلاش های بیشتر برای پیشرفت تحقیقات زیست پزشکی با ماهی زبرا اساسی است.

منابع

Abreu, M. S. D., Koakoski, G., Ferreira, D., Oliveira, T. A., Rosa, J. G. S. D., Gusso, D., ... & Barcellos, L. J. G. (2014). Diazepam and fluoxetine decrease the stress response in zebrafish. *PloS one*, *9*(7), e103232.

Alvarez, F. A., Rodriguez-Martin, I., Gonzalez-Nuñez, V., de Velasco, E. M. F., Sarmiento, R. G., & Rodríguez, R. E. (2006). New kappa opioid receptor from zebrafish Danio rerio. *Neuroscience letters*, *405*(1-2), 94-99.

American Veterinary Medical Association. (2013). American Veterinary Medical Association Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2013 ed. *Schaumberg (IL): American Veterinary Medical Association.[Google Scholar]*.

Barré-Sinoussi, F., & Montagutelli, X. (2015). Animal models are essential to biological research: issues and perspectives. *Future science OA*, *1*(4).

Barrallo, A., González-Sarmiento, R., Alvar, F., & Rodríguez, R. E. (2000). ZFOR2, a new opioid receptor-like gene from the teleost zebrafish (Danio rerio). *Molecular brain research*, *84*(1-2), 1-6.

Braunbeck, T., Kais, B., Lammer, E., Otte, J., Schneider, K., Stengel, D., & Strecker, R. (2015). The fish embryo test (FET): origin, applications, and future. *Environmental Science and Pollution Research*, *22*(21), 16247-16261.

Baeder, F. M., Padovani, M. C. R. L., Moreno, D. C. A., & Delfino, C. S. (2012). Percepção histórica da bioética na pesquisa com animais: possibilidades. *Bioethikos*, *6*(3), 313-20.

Cachat, J., Stewart, A., Grossman, L., Gaikwad, S., Kadri, F., Chung, K. M., ... & Kalueff, A. V. (2010). Measuring behavioral and endocrine responses to novelty stress in adult zebrafish. *Nature protocols*, *5*(11), 1786-1799.

Collymore, C., Tolwani, A., Lieggi, C., & Rasmussen, S. (2014). Efficacy and safety of 5 anesthetics in adult zebrafish (Danio rerio). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, *53*(2), 198-203.

CONCEA. (2013). Diretrizes da prática de eutanásia do CONCEA. *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação*.

CCoA, C. (2005). Canadian Council on animal care guidelines on: the care and use of fish in research, teaching and testing.

Curtright, A., Rosser, M., Goh, S., Keown, B., Wagner, E., Sharifi, J., ... & Dhaka, A. (2015). Modeling nociception in zebrafish: a way forward for unbiased analgesic discovery. *PloS one*, *10*(1), e0116766.

Currie, A. D. (2014). Toward a novel model of pain in zebrafish: Exposure to water containing dilute concentrations of acetic acid.

de Abreu, M. S., Giacomini, A. C., Echevarria, D. J., & Kalueff, A. V. (2019). Legal aspects of zebrafish neuropharmacology and neurotoxicology research. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, *101*, 65-70.

Davis, D. J., Klug, J., Hankins, M., Doerr, H. M., Monticelli, S. R., Song, A., ... & Bryda, E. C. (2015). Effects of clove oil as a euthanasia agent on blood collection efficiency and serum cortisol levels in Danio rerio. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, *54*(5), 564-567.

Hill, J. V., & Forster, M. E. (2004). Cardiovascular responses of Chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) during rapid anaesthetic induction and recovery. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, *137*(2), 167-177.

Hudson-Shore, M. (2016). Statistics of Scientific Procedures on Living Animals Great Britain 2015—Highlighting an ongoing upward trend in animal use and missed opportunities for reduction. *Alternatives to Laboratory Animals*, *44*(6), 569-580.

Kalueff, A. V., Gebhardt, M., Stewart, A. M., Cachat, J. M., Brimmer, M., Chawla, J. S., ... & Schneider, and the Zebrafish Neuroscience Research Consortium, H. (2013). Towards a comprehensive catalog of zebrafish behavior 1.0 and beyond. *Zebrafish*, *10*(1), 70-86.

Kalueff, A. V., Echevarria, D. J., & Stewart, A. M. (2014). Gaining translational momentum: more zebrafish models for neuroscience research.

Keene, J. L., Noakes, D. L. G., Moccia, R. D., & Soto, C. G. (1998). The efficacy of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum). *Aquaculture Research*, *29*(2), 89-101.

Marcon, M., Herrmann, A. P., Mocelin, R., Rambo, C. L., Koakoski, G., Abreu, M. S., ... & Piato, A. L. (2016). Prevention of unpredictable chronic stress-related phenomena in zebrafish exposed to bromazepam, fluoxetine and nortriptyline. *Psychopharmacology*, *233*(21), 3815-3824.

Malafoglia, V., Bryant, B., Raffaeli, W., Giordano, A., & Bellipanni, G. (2013). The zebrafish as a model for nociception studies. *Journal of cellular physiology*, *228*(10), 1956-1966.

Matthews, M., & Varga, Z. M. (2012). Anesthesia and euthanasia in zebrafish. *ILAR journal*, *53*(2), 192-204.

Olsson, I. A. S., Silva, S. P. D., Townend, D., & Sandøe, P. (2017). Protecting animals and enabling research in the European Union: An overview of development and implementation of directive 2010/63/EU. *ILAR journal*, *57*(3), 347-357.

Rose, J. D., Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Diggles, B. K., Sawynok, W., Stevens, E. D., & Wynne, C. D. (2014). Can fish really feel pain?. *Fish and Fisheries*, *15*(1), 97-133.

Readman, G. D., Owen, S. F., Murrell, J. C., & Knowles, T. G. (2013). Do fish perceive anaesthetics as aversive?. *PLoS One*, *8*(9), e73773.

Sladky, K. K., Swanson, C. R., Stoskopf, M. K., Loomis, M. R., & Lewbart, G. A. (2001). Comparative efficacy of tricaine methanesulfonate and clove oil for use as anesthetics in red pacu (Piaractus brachypomus). *American journal of veterinary research*, *62*(3), 337-342.

Simonetti, R. B., Santos Marques, L., Streit Jr, D. P., & Oberst, R. (2016). Zebrafish (Danio rerio): ethics in animal experimentation. *IOSR J. Agric. Vet. Sci. Ver. I*, *9*(7), 2319-2372.

Sneddon, L. U. (2012). Clinical anesthesia and analgesia in fish. *Journal of Exotic Pet Medicine*, *21*(1), 32-43.

Speedie, N., & Gerlai, R. (2008). Alarm substance induced behavioral responses in zebrafish (Danio rerio). *Behavioural brain research*, *188*(1), 168-177.

Topic Popovic, N., Strunjak-Perovic, I., Coz-Rakovac, R., Barisic, J., Jadan, M., Persin Berakovic, A., & Sauerborn Klobucar, R. (2012). Tricaine methane-sulfonate (MS-222) application in fish anaesthesia. *Journal of Applied Ichthyology*, *28*(4), 553-564.

Westerfield, M. (2000). The zebrafish book: a guide for the laboratory use of zebrafish. *http://zfin. org/zf_info/zfbook/zfbk. html*.

Williams, T. A., Bonham, L. A., & Bernier, N. J. (2017). High environmental ammonia exposure has developmental-stage specific and long-term consequences on the cortisol stress response in zebrafish. *General and comparative endocrinology*, *254*, 97-106.

Wilson, J. M., Bunte, R. M., & Carty, A. J. (2009). Evaluation of rapid cooling and tricaine methanesulfonate (MS222) as methods of euthanasia in zebrafish (Danio rerio). *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, *48*(6), 785-789.

Wong, D., von Keyserlingk, M. A., Richards, J. G., & Weary, D. M. (2014). Conditioned place avoidance of zebrafish (Danio rerio) to three chemicals used for euthanasia and anaesthesia. *PLoS One*, *9*(2), e88030.

تنوع ژنتیکی و اندازه مؤثر جمعیت ذخایر تاس ماهی ایرانی جنوبی دریای خزر با نشانگرهای DNA میتوکندری

مجیدرضا خوش خلق [۱]، سجاد نظری [۲*]

۱- گروه شیلات، منابع طبیعی، دانشگاه گیلان نام شهر صومعه سرا، ایران

۲- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران

Email: sajadnazari13@gmail.com

چکیده

نشانگرهای میتوکندریایی به خاطر استفاده آن‌ها در شناسایی جمعیت‌ها در بین ژنتیک‌دانان آبزی پروری کاملاً معروف و به علت سطوح بالای چند شکلی برای شناسایی جمعیت‌ها به کار گرفته شدند. در مطالعه موردی به منظور تعیین ساختار ژنتیک جمعیت تاس ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) روش توالی‌یابی قطعه D-Loop به کار گرفته شد. برای این منظور تعداد ۴۵ نمونه باله تاس ماهی ایرانی از آب‌های ۵ کشور ساحلی دریای خزر جمع آوری گردید. ناحیه DNA D-Loop میتوکندری با استفاده از روش PCR تکثیر و سپس توالی‌یابی انجام شد. تنوع هاپلوتایپی و نوکلئوتیدی در کل نمونه‌های دریای خزر به ترتیب برابر با ۰/۰۳۷ ± ۰/۷۹۵ و ۰/۰۰۴۶ ± ۰/۰۰۶۲ به دست آمد. نتایج آنالیز F_{ST} بر اساس روش دو پارامتری و آنالیز واریانس مولکولی نشان داد که نمونه‌های رودخانه سفیدرود با دیگر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری دارند ($P < ۰/۰۰۱$) و در نهایت وجود سه جمعیت شناسایی شد. با توجه به تنوع بالای موجود در ناحیه D loop، این قطعه می‌تواند به عنوان یک نشانگر مناسب برای شناسایی و تعیین واحدهای حفاظتی و مدیریتی ذخایر جمعیت‌های تاس ماهیان به کار گرفته شود و همچنین می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از کاربرد روش‌های مولکولی را به منظور تعیین بیولوژی حفاظت این گونه ارائه کند.

واژگان کلیدی: ژنتیک جمعیت، تنوع ژنتیکی، ساختار جمعیت، جریان ژنی

Genetic Assessment and effective population size of Persian sturgeon, *Acipenser persicus* Borodin, 1897 in the South Caspian Sea using mytocondrial DNA control region

Majid Reza Koshkholgh[1]; Sajad Nazari[2]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, P.O. Box 1144 Sowmehsara, Iran

2- Shahid Motahary Cold-water Fishes Genetic and Breeding Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran.

Email: sajadnazari13@gmail.com

Abstract

Direct mitochondrial DNA (mtDNA) control region sequencing analysis was used to investigate population genetic structure of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) in Caspian Sea. A total of 45 specimens were collected from the different locations of the Caspian Sea. mDNA control region was amplified using PCR. Direct sequencing was performed according standard method. The results showed that 12 haplotypes were observed between 45 samples in the method. The highest numbers of haplotypes were observed in Sefidrud River in which 3 haplotypes A, B and E among them were specific for the river and were not observed in the other locations. The average haplotype diversity (*h*) and nucleotide diversity (π) were 0.795 ± 0.037 and 0.0062 ± 0.0046, for control region sequencing, respectively. The results of F_{st} based on kimura- 2 parameters method and analysis of molecular variance (AMOVA) demonstrated that most variations occurred between samples, and samples between sefidrud in the south Caspian Sea and also Russia and Azerbaijan statistically are significant ($p<0.0001$). Therefore, three distinct populations including Sefidrud, Russia and Azerbaijan were identified. As mTDNA control region is hypervariable segment, this can be providing potential marker for identifying probable populations and for determining their management and conservation units, leading to the useful application of molecular genetics in investigating conservation biology of the Persian sturgeon.

Keywords: **Microsatellite, *A. persicus*, Population genetics, Caspian Sea**

مقدمه

از نظر تکنیکی اگرچه لوکوسهای mtDNA الل های زیادی را در هر لوکوس می‌تواند نشان دهد، شمار محدود مارکرهای موجود بر روی جایگاههای مولکول mtDNA ارزش PIC بالای آنها نسبت به آلوزایم هاست. در امور حفظ ذخایر آبزیان از جمله تاسماهیان که بر برنامه‌های رهاسازی استوارند، تنوع mtDNA تنها دانش مورد نیاز برای ارزیابی بقاء و اختلاف رشد ماهیان رها سازی شده می‌باشد و در مواردی که برنامه‌های تولید و رهاسازی ماهیان به منظور احیای ماهیان ساکن آبهای طبیعی صورت می‌گیرد، تفکیک این ماهیان و ماهیان رها سازی شده بایستی با استفاده از ارزیابی تنوع mtDNA انجام شود و با توجه به این امر می‌توان ماهیان رها سازی شده را تفکیک کرد (Billington and Hebert, 1991). از کاربردهای بسیار مفید بررسی‌های mtDNA در ژنتیک حفاظت، شناسایی یا تأیید شرایط ژنتیکی منحصر به فرد بخش‌های مشخص جمعیت، زیر گونه‌ها و گونه‌های نادر، در معرض خطر یا در حال تهدید بوده است (Khoshkholgh and Nazari, 2019).

در امور حفظ ذخایر آبزیان از جمله تاسماهیان که بر برنامه‌های رهاسازی استوارند، تنوع mtDNA تنها دانش مورد نیاز برای ارزیابی بقاء و اختلاف رشد ماهیان رها سازی شده است و در مواردی که برنامه‌های تولید و رهاسازی ماهیان به منظور احیای ماهیان ساکن آبهای طبیعی صورت می‌گیرد، تفکیک این ماهیان و ماهیان رها سازی شده بایستی با استفاده از ارزیابی تنوع mtDNA انجام شود و با توجه به این امر می‌توان ماهیان رها سازی شده را تفکیک کرد (Billington and Hebert, 1991). حلقه D به عنوان قسمتی از ناحیه کنترل معرفی می‌شود که از منطقه آغاز همانند سازی رشته سنگین (OH) شروع و تا توالی پیوسته انتهایی (TAS) ادامه دارد. علاوه بر وظیفه این قسمتها نواحی چپ و راست بوسیله جهش‌های طولی و جانشینی‌های بازی به سرعت تکامل می‌یابند. اما به دلیل حذف و الحاق بالا توزیع جهش‌ها در منطقه کنترل می‌تواند در بین گونه‌ها تغییر یابد. برای مثال، در مقایسه با ناحیه چپ نواحی اطراف CSB1 تنوع بیشتری را در برخی موجودات دارد. برخی موجودات توالی‌های تکراری را در مناطق TAS و CSB نشان می‌دهند (Brown, 1985, 2008). در مهره داران، منطقه کنترل می‌تواند به ۳ ناحیه تقسیم شود (شکل ۱). (۱) ناحیه چپ (انتهای '5) حاوی یک یا چند توالی پیوسته انتهایی (TAS) جاییکه سنتز رشته سنگین پیدایش یافته متوقف می‌شود؛ (۲) ناحیه مرکزی محافظت شده، غنی از C-G، که در تنظیم همانند سازی رشته سنگین دلالت دارد؛ (۳) ناحیه راست (انتهای '3) که جایگاه آغاز همانند سازی رشته سنگین (OH) است و دو یا سه قسمت توالی محافظت شده کوتاه (CSBs) را در بردارد (Brown *et al.*, 1985). امروزه مطالعات گسترده‌ای از توالی یابی منطقه کنترل در ماهیان منتشر شده است (Pourkazemi *et al.*, 1999; Rastorguev *et al.*, 2008; Balazik *et al.*, 2017; Khoshkholgh *et al.*, 2011; Nazari *et al.*, 2013; 2020; Wirgin *et al.*, 2018). هیچ شکی وجود ندارد مطالعاتی که بر اساس توالی یابی منطقه کنترل صورت می‌پذیرد ساختارهای شجره شناسی جغرافیایی یا فیلوژنتیکی گونه‌های نزدیک بهم و همچنین ساختار ژنتیکی جمعیتهای مختلف ماهیان را معلوم می‌سازد (Avise, 1994).

مواد و روش‌ها

نمونه برداری:

بافت نرم باله دمی و پشتی (۲-۳ گرم) ۴۵ تاس ماهی ایرانی *Acipenser persicus* از مناطق مختلف جنوبی، میانی و شمالی خزر استفاده شد. نمونه‌های بافت باله تاسماهیان بالغ صید شده در بخش جنوبی خزر از صیدگاههای شیلات استان گلستان (ناحیه چهار)، استان مازندران (نواحی سه و پنج)، استان گیلان (ناحیه یک و رودخانه سفیدرود) جمع آوری و سپس نمونه‌ها در الکل ۹۶٪ فیکس شده و به آزمایشگاه ژنتیک مولکولی موسسه تحقیقات تاس ماهیان دریای خزر منتقل شدند. نمونه‌های

مناطق آذربایجان، قزاقستان و آبهای روسیه نیز در آزمایشگاه ژنتیک مولکولی انستیتو موجود بودند و در روش توالی یابی مستقیم منطقه کنترل میتوکندریایی استفاده شد (جدول ۱).

استخراج DNA

در این بررسی روش استات آمونیوم برای استخراج کل DNA ژنومی طبق روش استاندارد استفاده گردید (Kowalchuk *et al.*, 2004). کیفیت DNA استخراج شده از روش الکتروفورز افقی (Pourkazemi, 1996) بر روی ژل آگارز (۰/۹) و میزان فلورسانس ترکیب اتیدیوم برومید جذب شده بوسیله DNA تعیین شد. در این بررسی کیفیت DNA نمونه‌های تاس ماهی ایرانی بوسیله ایجاد باند قوی با وضوح بالا و همچنین باندهای بدون اسمیر، آلودگی و شکستگی انجام پذیرفت. برای تعیین کمیت DNA نمونه‌ها پس از کالیبره کردن دستگاه اسپکتروفتومتری (مدل ND1000) با آب مقطر استریل، مقدار جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ۲۶۰ تا ۲۸۰ نانومتر و نسبت A260/280 به وسیله برنامه Nanodrop اندازه گیری و ثبت گردید.

جدول ۱: تعداد و محل جمع آوری نمونه‌های تاس ماهی ایرانی در مناطق مختلف دریای خزر جهت آنالیز به روش توالی یابی مستقیم

تعداد نمونه‌ها	محل صید (شماره در نقشه)	منطقه	استان/کشور
۶	آستارا (۱)	ناحیه ۱ (آستارا – بندرانزلی)	گیلان
۷	سفیدرود (۲)	رودخانه سفیدرود	
۵	ایزده (۳)	ناحیه ۳ (نوشهر – ساری)	مازندران
۵	شیرود (۵)	ناحیه ۵ (چابکسر – نوشهر)	
۵	ترکمن و فرید پاک (۴)	ناحیه ۴ (میانکاله – بندرترکمن)	گلستان
۶			آذربایجان
۶			روسیه
۵			قزاقستان
۴۵			**مجموع**

آنالیز آماری

هاپلوتایپ های مربوط به قطعه D (D-loop) DNA میتوکندریایی با استفاده از نرم افزارهای آماری مشخص شدند. تنوع هاپلوتایپی مخصوص جمعیتها با استفاده از شاخص Nei و Tajima (۱۹۸۱) اندازه گیری شد. شاخص تثبیت (F_{st}) (Weir & Cockerham, 1984) و فواصل ژنتیکی بین هاپلوتایپها (Nei,1972) بر اساس روش دوپارمتری Kimura (PHYLIP 3.56C; Felsenstein 1985) محاسبه شد. برنامه آماری MEGA version 4.1، برای ایجاد ماتریس فاصله انشعاب توالی بین هاپلوتایپها به کار گرفته شد و همچنین برای ایجاد درخت UPGMA مدل جانشینی نوکلئوتیدی Jukes-Cantor استفاده شد.

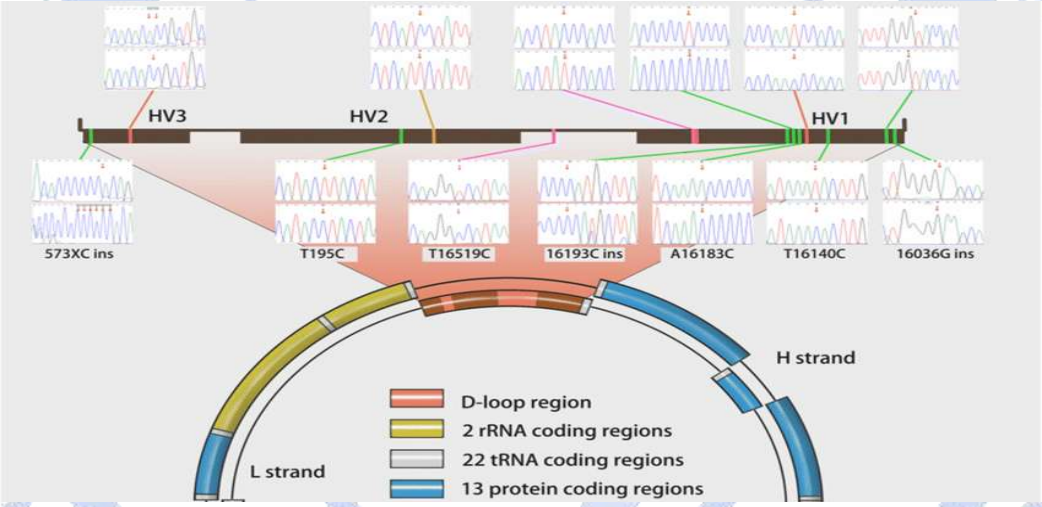
نتایج و بحث

در این بررسی توالی قطعه *D-loop* DNA میتوکندریایی ۴۵ نمونه از تاس ماهی ایرانی مناطق مختلف جنوبی، مرکزی و شمالی دریای خزر محدوده آبهای ایران، آذربایجان، روسیه و قزاقستان تعیین شد و توالی یابی بدست آمده با استفاده از برنامه Clustal W 1.8 همتراز شدند. از مجموع ۵۰۰ جفت نوکلئوتید همتراز شده نمونه‌های مناطق مختلف، ۴۴ جایگاه متغیر در همه توالی‌ها مشاهده شد. همه جانشینی بازها از نوع انتقالی بودند و هیچ گونه حذف و یا الحاق مشاهده نشد. ۱۲ ترکیب هاپلوتایپ در بین نمونه‌های تاس ماهی ایرانی مناطق مختلف دریای خزر مشاهده شد. تمامی هاپلوتایپها که بخشی از توالی

قطعه *D Loop* تاس ماهی ایرانی بودند در بانک اطلاعاتی ژنومی Genbank NCBI (FJ364156–FJ364162) ثبت شدند.

آنالیز ساختار ژنتیکی جمعیت

بیشترین تنوع هاپلوتایپی مربوط به رودخانه سفیدرود و ناحیه روسیه است که به ترتیب ۰/۰۷۷ ± ۰/۹۴۴ و ۰/۰۴۷ ± ۰/۹۳۶ بودند (جدول ۲). مقدار سطح معنی داری مربع کای و اختلاف فراوانی هاپلوتایپهای ناحیه کنترل mtDNA وجود گروههای مختلفی از تاس ماهی ایرانی را در مناطق شمالی و جنوبی دریای خزر تأیید می‌کند. نتایج نشان دادند که فراوانی هاپلوتایپی نمونه‌های تاس ماهی ایرانی رودخانه سفید رود با سایر نمونه‌های تاس ماهی ایرانی دریای خزر از نظر آماری اختلاف معنی داری دارد ($P < ۰/۰۰۰۱$) و آنالیز مربع کای با روش Mont-Carlo این مسئله را تأیید کرد و نشان می‌دهد که جمعیت این رودخانه اختلاف فراوانی هاپلوتایپی زیادی با دیگر نمونه‌ها در مناطق مختلف دریای خزر دارد که بیانگر جمعیتهای متمایز است.



شکل ۱: شکل شماتیک منطقه کنترل DNA میتوکندریایی جانوران، نشان دهنده منطقه مرکزی محافظت شده و مناطق چپ و راست دارای تنوع بالا. جهت دهی از '5 به '3 در رشته سبک است. مناطق آغازگر که منطقه کنترل را تکثیر می‌کند در بیشتر مهره داران اشاره شده است. آغازگرهای L15926، L16007، H00651 توسط Kochler و همکاران (۱۹۸۹) طراحی شده است. آغازگرهای L15926 و H00651 می‌تواند بوسیله حذف جایگاه محدود کننده بر روی قسمت '5 کوتاه‌تر شود.

جدول ۲: سطوح تنوع ژنتیکی نمونه‌های تاس ماهی ایرانی (تنوع هاپلوتایپی S.D ± *h* و تنوع نوکلئوتیدی S.D ± *π*).

مناطق	تعداد نمونه	تعداد هاپلوتایپ	*π*	*h*
آستارا	۶	۳	۰/۰۰۵۹ ± ۰/۰۰۴۴	۰/۷۲۳ ± ۰/۰۲۷
سفیدرود	۷	۵	۰/۰۱۰۲ ± ۰/۰۰۵۱	۰/۹۴۴ ± ۰/۰۷۷
ناحیه ۳ (ایزده)	۵	۲	۰/۰۰۵۲ ± ۰/۰۰۴۸	۰/۶۹۶ ± ۰/۰۲۵
ناحیه ۴ (بندرترکمن)	۵	۳	۰/۰۰۶۲ ± ۰/۰۰۵۶	۰/۷۸۹ ± ۰/۰۳۴
ناحیه ۵ (شیرود)	۵	۲	۰/۰۰۵۷ ± ۰/۰۰۴۶	۰/۷۰۴ ± ۰/۰۲۷
آذربایجان	۶	۴	۰/۰۰۹۲ ± ۰/۰۰۴۳	۰/۸۷۴ ± ۰/۰۳۹
روسیه	۶	۴	۰/۰۰۹۸ ± ۰/۰۰۴۹	۰/۹۳۶ ± ۰/۰۴۷
قزاقستان	۵	۲	۰/۰۰۵۱ ± ۰/۰۰۳۵	۰/۷۰۱ ± ۰/۰۲۷
جمع	**۴۵**	**۱۲**	**۰/۰۰۶۲ ± ۰/۰۰۴۶**	**۰/۷۹۵ ± ۰/۰۳۷**

بیشترین اختلاف فراوانی هاپلوتایپی نمونه‌های رودخانه سفید رود در ناحیه جنوبی دریای خزر با ناحیه ۳ (ایزده) بود که از نظر آماری اختلاف معنی داری داشت ($p <$ ۰/۰۰۰۱، $\chi^2 =$ ۴۲/۸۶) و در ناحیه شمالی دریای خزر با نمونه‌های منطقه قزاقستان بود ($P <$ ۰/۰۰۰۱، $\chi^2 =$ ۶۷/۳۳). در ناحیه جنوبی دریای خزر کمترین اختلاف فراوانی هاپلوتایپی بین نمونه‌های مناطق ناحیه ۴ (بندرترکمن) و ناحیه ۳ (ایزده) ($p <$ ۰/۱۶۲۴، $\chi^2 =$ ۲/۸۶) و همچنین بین نمونه‌های مناطق ناحیه ۵ (شیرود) و ناحیه ۴ ($p <$ ۰/۱۵۸۹، $\chi^2 =$ ۴/۱۲) مشاهده شد.

تنوع نوکلئوتیدی درون گونه‌ای ناحیه mtDNA *D loop* تاس ماهی ایرانی با استفاده از توالی یابی منطقه بعد از توالی تکراری قطعه *D loop* نشان داد که میزان تنوع ژنتیکی این ناحیه زیاد است. آغازگرهایی که در این بررسی در ناحیه D loop به کار گرفته شدند بعد از توالی‌های تکراری بودند که مناطق با تنوع بالا (HVS1 و HVS2) را شامل می‌شدند. محققین دیگری نیز استفاده از منطقه بعد از توالی تکراری قطعه *D loop* را در شناسایی جمعیت‌های احتمالی از ماهیان خاویاری مختلف را پیشنهاد کردند (Wirgin *et al.*, 2009; 2018). در این بررسی وجود ۴۴ جایگاه متغیر و پلی مورفیک نشان داده شد که در دیگر مطالعات جمعیتی تاسماهیان با استفاده از mtDNA و منطقه کنترل نیز مقادیر بالایی از تعداد جایگاههای پلی مورفیک مشخص شده‌اند که با توجه به تعداد نوکلئوتیدهای توالی یابی شده در هر بررسی تعداد نقاط پلی مورفیک متغیری داشته‌اند. همچنین با مقایسه نتایج مطالعات مختلف نشان داده می‌شود که هر چه طول توالی قطعه منطقه کنترل بیشتر باشد، میزان نوکلئوتیدهای پلی مورفیک نیز بیشتر است.

وجود ساختار جمعیتی تاس ماهی ایرانی در مناطق شمال دریای خزر در روش توالی یابی ناحیه D-Loop موید این مطلب است که احتمالاً جمعیت‌های مختلفی از تاس ماهی ایرانی در دریای خزر وجود دارد. از آنجا که در مطالعات مایکروستلایت به وجود چند جمعیت از تاس ماهی ایرانی پی برده شده است ضروری است که در مطالعات آتی نسبت به تعیین منشاء ژنتیکی این نمونه‌ها از این مناطق با استفاده از ترکیبی از روشهای DNA ژنومی و نشانگرهای مناسب mtDNA اقدام گردد (Khoshkholgh *et al.*, 2011; Pourkazemi *et al.*, 2012; Moghim *et al.*, 2012). همچنین با توجه به وجود هاپلوتایپهای متفاوت در رودخانه سفیدرود پیشنهاد می‌شود روش توالی یابی منطقه کنترل mtDNA بر روی تعداد نمونه بیشتری استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود به منظور تفکیک بهتر جمعیت‌های تاس ماهی ایرانی دریای خزر بهتر است جمع آوری نمونه‌ها در صورت امکان از داخل رودخانه هر یک از رودخانه‌های کشورهای حاشیه دریای خزر انجام و با در نظر گرفتن به اهمیت گونه در معرض خطر تاسماهی ایرانی و به منظور شناسایی جمعیت‌های مختلف، مطالعات مشترک با کشورهای حاشیه دریای خزر انجام شود.

منابع

Avise J.C. (1994). Molecular Markers, Natural History, and Evolution.Chapman and Hall, New York, NY.511P.

Balazik M.T., Farrae D.J., Darden T.L. and Garman G.C. (2017). Genetic differentiation of spring spawning and fall-spawning male Atlantic sturgeon in the James River, Virginia. *PLoS ONE*. 12(7): 1-8. DOI:10.1371/journal.pone.0179661

Billington N. & Hebert D. N. (1991). Mitochondrial DNA diversity in fishes and its implications for introductions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 48 (Suppllement 1), 80–94.

Brown W.M. (1985). The mitochondrial genome of animals.In: MacIntyre, R.J. (Ed.), Molecular Evolutionary Genetics. Plenum, New York, NY, pp. 95–130

Brown K.H. (2008). Fish mitochondrial genomics: sequence, inheritance and functional variation. *Journal of Fish Biology*, 72, 355–374. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2007.01690.x

Felsenstein J. (1985). Confidence Limits on Phylogenies: An Approach Using Bootstrap, *Evolution*, 39, 783– 791. DOI: 10.2307/2408678

Khoshkholgh M., Pourkazmi M., Nazari S. and Azizzadeh L. (2011). Genetic diversity in the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) in the south Caspian Sea based on mitochondrial DNA sequence analysis. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 9, 27–36.

Khoshkholgh M.R., Nazari S. (2015). Genetic variation in populations of the narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) as assessed by PCR-RFLP of mitochondrial COI gene. Mol Biol Res Commun 4:225–237

Khoshkholgh M.R., and Nazari S. (2019). The genetic diversity and differentiation of narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) (Decapoda: Astacidea: Astacidae) in the Caspian Sea Basin, Iran as determined with mitochondrial and microsatellite DNA markers. *Journal of Crustacean Biology,* 39(2), 112–120. DOI: 10.1093/jcbiol/ruy113

Khoshkholgh M.R., Nazari S. (2020). Characterization of single nucleotide polymorphism markers for the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) based on RAD sequencing. Conserv Genet Resour. https://doi.org/10.1007/s12686-020-01154-8

Moghim M., Heist E.J., Tan S.G., Pourkazemi M., Siraj S.S., Panandam J.M., Pourgholam R., Kor, D., Laloei F., Taghavi M.J. (2012). Isolation and characterization of microsatellite loci in the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897) and cross-species amplification in four commercial sturgeons from the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 11(3) 548-558. DOI: jifro.ir/article-1-626

Nazari S., Pourkazemi M., Koshkholgh M.R., and Azizzadeh L. (2013). Population structure and variation in Persian sturgeon (*Acipenser percicus*, Borodin 1897) from the Caspian Sea as determined from mitochondrial DNA sequences of the control region. *Progress in Biological Science*, 3, 67–80. DOI: 10.22059/PBS.2013.35826

Pourkazemi M. (1996). Molecular and biochemical genetic analysis of sturgeon stocks from the South Caspian Sea. Ph.D. thesis.University of Wales, Swansea, UK.

Nazari S., Pourkazemi M., Khoshkholgh M.R. (2020). Analysis of the genetic structure of the Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) populations: Comparison of control region sequencing and PCR-RFLP analysis of mitochondrial DNA. Iranian Journal of Fisheries Sciences. 19(6) 3201-3220.

Pourkazemi M. (1996). Molecular and biochemical genetic analysis of sturgeon stocks from the south Caspean sea. Ph. D. thesis. University of Wales. Swansea, UK

Pourkazemi M., Nazari S., Khoshkholgh M.R., and Azizzadeh L. (2012). Genetic Relationships among Populations of the Persian sturgeon, *Acipenser percicus*, in the south Caspian Sea Detected by Mitochondrial DNA– Restriction Fragment Length Polymorphisms. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 10(2), 215-226.

Pourkazemi M., Skibinski D.O.F. and Beardmore J.A. (1999). Application of mtDNA d-loop region for the study of Russian sturgeon population structure from Iranian coastline of the

Caspian Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 15, 23–28. DOI: 10.1111/j.1439-0426.1999.tb00199.x

Rastorguev S., Mugue N., Volkov A and Barmintsev V. (2008). Complete mitochondrial DNA sequence analysis of Ponto-Caspian sturgeon species. *Journal of Applied Ichthyology*, 24 (Suppllement 1), 46–49. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2008.01089.x

Weir B.S.and Cockerham C.C. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38, 1358–1370. DOI: 10.2307/2408641

Wirgin I., Grunwald C., Stabile J., & Waldman J. (2009) Delineation of discrete population segments of shortnose sturgeon *Acipenser brevirostrum* based on mitochondrial DNA control region sequence analysis. *Conservation Genetics* 11:1011–1024.

Wirgin I, Roy NK, Maceda L, Mattson M. (2018). DPS and population origin of subadult Atlantic sturgeon in the Hudson River. *Fisheries Research*, 207,165– 170. DOI: 10.1016/j.fishres.2018.06.004

Vlasenko A.D., Pavlov A.V. & Vasil'ev V.P. (1989). *Acipenser persicus* Borodin, 1897. In: The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 1. Pt. II. General Introduction to Fishes. Acipenseriformes (ed. J. Holcik). AULA-Verlag, Wiesbaden, pp. 345–366.

Waldman J., Alter S.E., Peterson D. (2019). Contemporary and historical effective population sizes of Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. *Genetics*, 20, 167–184. DOI: 10.1007/s10592-018-1121-4

Weir B.S. & Cockerham C.C. (1984). Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38, 1358–1370.

Wirgin I., Roy N.K., Maceda L., and Mattson M. (2018). DPS and population origin of sub-adult Atlantic sturgeon in the Hudson River. Fisheries Research, 207:165– Downloaded from isfj.ir at 21:58 +0430 on Saturday September 18th 2021 170. DOI: 10.1016/j.fishres.2018.06.004.

استفاده از مکمل کمین در جیره غذایی ماهی قرمز (*Carassius auratus*) و اثرات آن بر رشد و ترکیب بدن

علی خسروانی‌زاده [۱]؛ عبدالعلی راهداری [۱*]

۱- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین‌المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل

Email: Rahdari57@uoz.ac.ir

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، استفاده از مولتی آنزیم کمین در خوراک ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) و ارزیابی اثرات آن بر پارامترهای رشد و ترکیب بدن است. این تحقیق به صورت یک طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار صورت گرفت و مکمل کمین در ۵ سطح صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره غذایی ماهیان اضافه شد. ماهیان به مدت ۸ هفته با جیره‌های مختلف تغذیه شدند و پارامترهای رشد شامل وزن نهایی (FW)، درصد افزایش وزن (WGP)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR)، شاخص وضعیت (CF) و کارایی پروتئین (PER) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به‌دست آمده نشان داد تیمارهای مختلف در شاخص وضعیت تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند ($p>0/05$). اما درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و کارایی پروتئین در سطوح آنزیمی ۵۰۰ و ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند ($p<0/05$). ترکیب بدن در سطوح مختلف آنزیمی با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند ($p>0/05$). با توجه به نتایج کسب شده در این پژوهش به نظر می‌رسد استفاده از مکمل مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی می‌تواند سبب بهبود فاکتورهای رشد و ضریب تبدیل غذایی در ماهی قرمز شود.

واژگان کلیدی: پارامترهای رشد، مولتی آنزیم کمین، ماهی طلایی

Utilizing Kemin multi-enzyme in the diet and their effects on growth, and body composition of *Carassius auratus*

Ali Khosravanizadeh[1]; Abdolali Rahdari[1*]

1- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran.

Email: Rahdari57@uoz.ac.ir

Abstract

The purpose of this study was to investigate utilizing Kemin multi-enzyme supplementation in the diet and its effects on growth factors, and body composition in *Carassius gibelio*. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design with 5 treatments and 3 replications and Kemin at 4 levels of 0, 250, 500, 750, and 1000 mg/kg was added to the diet and given the experimental diets to fishes for 8 weeks and growth factors, Weight growth percent (WGP), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), Condition factor (CF), Protein efficiency ratio (PER) and body composition were studied. Different treatments of (CF) were not significantly different from each other (P> 0.05), But (WGP), (SGR), (FCR) and (PER), the enzyme levels of 500, 750, and 1000 mg/kg were significantly different from the control group (P<0.05). Body composition was not significantly different between enzyme levels (P>0.05). Based on the results, it seems Kemin multi-enzyme supplemented diets can improve the growth and FCR in *Carassius auratus gibelio*.

Keywords: Growth factors, Kemin multi-enzyme, Goldfish

مقدمه

متخصصین تغذیه آبزیان با هدف حذف عوامل ضدمغذی جیره‌ها (به ویژه در بخش‌های گیاهی جیره)، افزایش امکان دسترسی زیستی به پروتئین‌ها، مواد معدنی و نشاسته جیره توسط دستگاه گوارش آبزیان، تجزیه پیوندهای شیمیایی غیر قابل تجزیه توسط شیره‌های گوارشی خود ماهیان و ارتقا قدرت گوارش جیره‌های کارخانه‌ای در آبزیان فاقد دستگاه هاضمه کامل نظیر لارو و بچه ماهیان نورس، از آنزیم‌های مکمل در جیره آبزیان استفاده می‌کنند. در سال‌های اخیر بکارگیری مکمل‌های چند آنزیمی به صورت چشمگیری در مطالعات تغذیه‌ای ماهیان گسترش یافته است. این گروه از مکمل‌ها به واسطه داشتن چندین آنزیم مختلف، به شکل همزمان بر گروهای مختلف مواد مغذی جیره تأثیر می‌گذارند و هضم و جذب جیره را به شکل موثری افزایش می‌دهند (افشار مازندران و رجب، ۱۳۸۶؛ Bedford and Partridge, 2010).

تا به امروز از مکمل‌های چند آنزیمی مختلفی مانند ناتوزایم (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸ ب)، کومبو (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸ الف)، کمین (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵)، آویزایم (حسینی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۲) و آکواگرو (Shi *et al.*, 2016) برای ارتقا قابلیت هضم جیره آبزیان بهره گرفته شده است. مکمل چند آنزیم کمین یک محصول تجاری و تشکیل شده از ترکیبی از آنزیم‌ها شامل آنزیم‌های لیپاز، پروتئاز، فیتاز، آلفا آمیلاز، سلولاز، پکتینار، زایلاناز، پنتوسوناز، بتاگلوکوناز و همی سلولاز است. در پژوهش‌های مختلفی اثر مکمل چند آنزیم کمین به عنوان تکمیل کننده جیره، روی عملکرد رشد گونه‌های مختلف ماهیان مورد مطالعه قرار گرفته است. به عنوان مثال افزودن مکمل چند آنزیم کمین به جیره بچه ماهیان انگشت قد فیل ماهی (*Huso huso*) موجب افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در آنها شد (Ghomi *et al.*, 2012). بهره گیری از این مکمل تجاری در جیره غذایی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) نیز، افزایش وزن، نرخ رشد ویژه و بهبود ضریب تبدیل غذایی را به دنبال داشت (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵). مشابه این نتایج در مطالعه Vajargah و همکاران (۲۰۱۶) نیز حاصل شد. که گواهی بر اثربخشی مؤثر این مکمل آنزیمی در بهبود رشد ماهیان است.

از مکمل‌های چند آنزیم گوناگونی نظیر مکمل کمبو (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸)، مکمل ناتوزایم (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۸) و مکمل کمزم (Aimin, 2006) جهت تکمیل جیره غذایی ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) بهره گرفته شده است. اما تاکنون پژوهشی در خصوص بررسی اثر استفاده از مکمل چند آنزیم کمین بر رشد این گونه انجام نشده است. این پژوهش با هدف استفاده از مکمل آنزیمی کمین در جیره غذایی ماهی قرمز جهت ارتقا عملکرد دستگاه هاضمه این گونه به منظور افزایش قابلیت هضم اجزای جیره و مطالعه اثرات آن بر شاخص‌های رشد و کیفیت صورت می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۱۵۰ قطعه ماهی قرمز (Carassius auratus gibelio) با میانگین وزن ۰/۶۹ ± ۳/۴۹ گرم تهیه و پس از انتقال به محل آزمایش، در مدت ۱۵ روز دوره سازگاری با جیره تجاری تغذیه شدند. ماهیان پس از بیهوشی با ۲-فنوکسی اتانول بصورت منفرد زیست سنجی، و به شیوه کاملاً تصادفی در گروه‌های آزمایشی (۵ تیمار با ۳ تکرار) توزیع شدند. درجه حرارت و سطح اکسیژن محلول آب مخازن روزانه و pH آب هفته‌ای یکبار به کمک روش‌های استاندارد سنجش و ثبت شدند.

جیره پایه برای تغذیه ماهیان جیره تجاری و حاوی ۴۱ درصد پروتئین، ۶ درصد چربی، ۲ درصد فیبر و ۱۲ درصد فیبر بود. مکمل مولتی آنزیم مورد استفاده در این مطالعه مولتی آنزیم کمین (Kemin, Herentals, Belgium) با محتوی پروتئاز، لیپاز، آلفا آمیلاز، فیتاز، پکتینار، سلولاز، همی سلولاز، زایلاناز، بتاگلوکوناز و پنتوسوناز بود؛ که به جیره ماهیان تیمارهای پنج گانه به ترتیب به میزان صفر، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا افزوده شد (جدول ۱). برای افزودن مکمل

آنزیمی به جیره‌ها ابتدا مکمل به صورت محلول بر روی جیره‌ها اسپری شد و در پایان به منظور ممانعت از آب شویی مکمل، بر روی جیره تمام تیمارها (از جمله تیمار کنترل) پودر ژله محلول در آب ۲ درصد، اسپری شد (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۱: جیره‌های مورد استفاده برای تغذیه ماهیان قرمز با سطوح مختلف مکمل کمین.

گروه‌های آزمایش	جیره مورد استفاده برای تغذیه
گروه یک یا گروه کنترل	جیره پایه به همراه ۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه دو	جیره پایه به همراه ۲۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه سه	جیره پایه به همراه ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه چهار	جیره پایه به همراه ۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین
گروه پنج	جیره پایه به همراه ۱۰۰۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین

آزمایش به مدت ۸ هفته انجام شد. تغذیه ماهیان روزی سه مرتبه در روز در ساعت‌های ۸ صبح، ۱۳ و ۱۸ عصر صورت می‌گرفت. میزان غذادهی روزانه ۳ درصد از وزن بدن ماهیان محاسبه شد (Shi *et al.*, 2016). هر ۲ هفته یک مرتبه پس از اندازه گیری طول ماهیان با دقت میلی‌متر آنها را با دقت ۰/۰۱ گرم وزن کشی کرده و پس از محاسبه میزان رشد میزان غذادهی روزانه مطابق با افزایش وزن ماهیان مجدد محاسبه شد. در انتهای هفته هشتم پرورش با بهره گیری از داده‌های بدست آمده از زیست سنجی‌ها، میزان پروتئین موجود در جیره و سنجش میزان پروتئین لاشه، شاخص‌های: ضریب چاقی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نرخ بازده پروتئین و درصد بقا با استفاده از روابط زیر تعیین شدند (Tacon, 1990).

ضریب چاقی (CF) = وزن‌تر / طول ۳×۱۰۰

درصد افزایش وزن بدن (BWI) = W2 -W1 /W1× ۱۰۰

نرخ رشد ویژه (SGR) = (Ln W2 - Ln W1) / دوره پرورش به روز × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = مقدار غذای خورده شده (گرم)/ افزایش وزن بدن (گرم)

نرخ بازده پروتئین (PER) = وزن تولید شده (گرم)/ پروتئین مصرفی (گرم)

درصد بقاء = تعداد ماهی نهایی/تعداد ماهی اولیه ×۱۰۰

در رابطه‌های بالا W1 و W2 به ترتیب وزن اولیه و نهایی ماهیان هر تیمار بر حسب گرم می‌باشند.

تعیین میزان تقریبی ترکیبات لاشه ماهیان (میزان رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر) بر اساس دستور العمل‌های AOAC (۲۰۰۵) صورت گرفت. برای تعیین میزان رطوبت لاشه ماهیان از آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد، برای سنجش میزان پروتئین خام لاشه از روش کلدال در سه گام شامل هضم، تقطیر و تیتراسیون استفاده و در نهایت میزان ازت حاصله از هر یک گرم ماده خشک در ضریب ۶/۲۵، ضرب شد. اندازه‌گیری مقدار چربی خام لاشه‌ها به کمک حلال اتر و دستگاه سوکسله انجام گرفت. برای تعیین میزان خاکستر لاشه‌ها از کوره الکتریکی با درجه حرارات ۵۵۰ درجه سانتی گراد برای سوزاندن نمونه‌ها استفاده شد (AOAC, 2005).

داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS (ویرایش ۲۲) مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. بررسی نرمال بودن داده‌ها و همگنی گروه‌ها به ترتیب با استفاده از آزمون‌های کولموگروف- اسمیرنوف و Levene انجام شد. مقایسه میانگین تیمارهای تغذیه‌ای با کمک آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One Way-ANOVA) مورد بررسی قرار گرفت و برای تفکیک گروه‌های همگن، از آزمون چند دامنه دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد

نتایج

در طول دوره پرورش فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در حد متعارف (دما ۱ ± ۲۶ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن ۰/۲ ± ۶/۴ میلی‌گرم در لیتر، اسیدیته ۰/۵ ± ۷/۶) بودند و هیچ گونه مرگ و میری در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در پایان دوره پرورش، شاخص‌های وزن نهایی، درصد افزایش وزن، شاخص رشد ویژه و کارایی پروتئین (PER) در ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل آنزیمی کمین به میزان ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به طور معنی‌داری از ماهیان گروه شاهد بالاتر بود ($p<0/05$). در مورد شاخص‌های فوق اختلاف معنی‌داری بین گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی با گروه شاهد مشاهده نشد ($p>0/05$). ضریب تبدیل غذایی (FCR) به طور معنی‌داری در گروه شاهد بالاتر از گروه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی مکمل آنزیمی کمین به میزان ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بود ($p<0/05$). ضریب چاقی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0/05$؛ جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه شاخص‌های رشد ماهیان قرمز تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل کمین (میانگین ± انحراف معیار).

تیمارها (میزان مکمل mg/kg)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	درصد افزایش وزن	SGR (درصد در روز)	FCR	PER	CF	درصد بقا
شاهد (صفر)	^{a}۰/۰۷ ± ۳/۴۴	^{b}۰/۴۱ ± ۶/۳۸	^{c}۱۳/۳۹ ± ۸۵/۷۳	^{c}۰/۱۲ ± ۱/۰۲	^{a}۰/۲۶ ± ۲/۲۷	^{c}۰/۱۲ ± ۱/۰۸	^{a}۰/۲۰ ± ۱/۳۹	۱۰۰
تیمار یک (۲۵۰)	^{a}۰/۱۰ ± ۳/۵۱	^{b}۰/۲۳ ± ۶/۶۷	^{bc}۲/۹۹ ± ۸۹/۷۵	^{bc}۰/۰۳ ± ۱/۰۶	^{ab}۰/۰۵ ± ۲/۱۷	^{bc}۰/۰۲ ± ۱/۱۲	^{a}۰/۵۳ ± ۱/۵۶	۱۰۰
تیمار دو (۵۰۰)	^{a}۰/۲۱ ± ۳/۴۹	^{a}۰/۱۵ ± ۷/۲۵	^{ab}۱۷/۳۲ ± ۱۰۸/۲۴	^{ab}۰/۱۴ ± ۱/۲۱	^{bc}۰/۲۰ ± ۱/۹۲	^{ab}۰/۱۳ ± ۱/۲۷	^{a}۰/۱۷ ± ۱/۴۵	۱۰۰
تیمار سه (۷۵۰)	^{a}۰/۰۸ ± ۳/۵۲	^{a}۰/۳۵ ± ۷/۵۳	^{a}۷/۳۶ ± ۱۱۳/۷۸	^{a}۰/۰۶ ± ۱/۲۶	^{c}۰/۰۸ ± ۱/۸۴	^{a}۰/۰۶ ± ۱/۳۲	^{a}۰/۶۳ ± ۱/۷۰	۱۰۰
تیمار چهارم (۱۰۰۰)	^{a}۰/۱۷ ± ۳/۴۷	^{a}۰/۳۲ ± ۷/۳۱	^{a}۶/۷۷ ± ۱۱۰/۵۷	^{a}۰/۰۵ ± ۱/۲۴	^{bc}۰/۰۷ ± ۱/۸۸	^{a}۰/۰۵ ± ۱/۲۹	^{a}۰/۵۱ ± ۱/۶۵	۱۰۰

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($p<0/05$).

در جدول ۳ نتایج مربوط به اثر افزودن مقادیر مختلف مکمل آنزیمی کمین در جیره بر ترکیب بدن ماهیان قرمز پرورشی آورده شده است. مقادیر پروتئین، چربی و خاکستر لاشه در تمام تیمارهای تغذیه شده با جیره حاوی مکمل آنزیمی بیشتر از گروه شاهد بود اما این اختلاف در هیچ یک از پارامترها به لحاظ آماری معنی دار نبود ($p>0/05$). بیشترین میزان پروتئین لاشه، چربی لاشه و خاکستر لاشه متعلق به ماهیان تیمار تغذیه شده با جیره حاوی ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مکمل آنزیمی کمین بود. بالاترین میزان رطوبت لاشه در ماهیان گروه شاهد ثبت شد اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مختلف نشان نداد ($p>0/05$).

جدول ۳: مقایسه ترکیب بیوشمیایی لاشه ماهیان قرمز تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل کمین (بر حسب گرم در کیلوگرم؛ میانگین ± انحراف معیار).

تیمارها (میزان مکمل mg/kg)	رطوبت	پروتئین خام	لیپید خام	خاکستر
شاهد (صفر)	۷۰۵/۰۷ ± ۶/۱۶	۱۵۷/۱۷ ± ۷/۱۰	۷۹/۱۶ ± ۳/۷۱	۲۷/۵۳ ± ۳/۲۹
تیمار یک (۲۵۰)	۷۰۲/۲۳ ± ۱/۸۷	۱۵۷/۹۳ ± ۴/۹۶	۸۱/۷۰ ± ۲/۶۶	۲۸/۴۰ ± ۳/۷۷
تیمار دو (۵۰۰)	۷۰۱/۱۰ ± ۶/۲۴	۱۵۹/۴۰ ± ۶/۲۰	۸۱/۸۰ ± ۳/۴۵	۲۷/۷۷ ± ۱/۸۰
تیمار سه (۷۵۰)	۶۹۷/۳۶ ± ۵/۰۸	۱۵۹/۷۰ ± ۴/۷۴	۸۳/۱۷ ± ۴/۳۲	۲۹/۵۰ ± ۲/۴۵
تیمار چهارم (۱۰۰۰)	۷۰۲/۲۷ ± ۶/۳۵	۱۵۸/۲۳ ± ۶/۸۸	۸۲/۴۳ ± ۱/۷۶	۲۸/۶۷ ± ۳/۲۹

p).حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین تیمارهاست (<۰/۰۵

بحث

در مطالعه حاضر با افزودن بر سطح مکمل آنزیمی جیره غذایی، رشد ماهیان قرمز افزایش پیدا کرد و بالاترین میزان رشد را ماهیان تغذیه شده با جیره تکمبل شده با ۷۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آنزیم کمین نشان دادند؛ از سوی دیگر ماهیان این تیمار پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی (FCR) را در مقایسه با دیگر تمیارها داشتند. اما افزایش بیشتر سطح مکمل آنزیمی در جیره (۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) منجر به رشد بیشتر ماهیان و کاهش بیشتر ضریب تبدیل غذایی نشد. بخش زیادی از نتایج بدست آمده در مطالعات پیشین در خصوص مکمل‌های چند آنزیمی نیز نتایج این مطالعه را تأیید می‌کنند به عنوان مثال بکارگیری مولتی آنزیم کمین در جیره ماهی کپور معمولی سبب افزایش رشد ماهیان (بالاترین میزان رشد در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بدست آمد) و کاهش ضریب تبدیل جیره (کمترین ضریب تبدیل غذایی در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم جیره بدست آمد) شد (عادلیان و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهش Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) نیز بکارگیری مکمل کمین در رژیم غذایی فیل ماهی (*Huso huso*) سبب افزایش رشد ماهیان شد، به نحوی که افزودن ۲۵۰ میلی‌گرم مکمل به هر کیلوگرم غذا بالاترین میزان رشد و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی را سبب شد. در بررسی Shi و همکاران (۲۰۱۶) بکارگیری آنزیم Aquagrow (AG) در جیره ماهی قرمز افزایش رشد ماهیان را در پی داشت. به نظر می‌رسد استفاده از مولتی آنزیم‌ها در غلظت مناسب می‌تواند افزایش رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی را در گونه‌های مختلف ماهی از جمله ماهی قرمز را به همراه داشته باشد که در مطالعه حاضر نیز مورد تأیید قرار گرفت. این دسته از مکمل‌ها با دارا بودن چندین نوع آنزیم گوارشی مختلف قادر هستند شرایط بهره‌برداری بهتر از مواد مغذی جیره را برای جاندار فراهم کنند و ضمن مصرف کمتر غذا (بهبود ضریب تبدیل غذایی) رشد ماهیان پرورشی از جمله ماهی قرمز را بهبود می‌دهند.

نتایج این بررسی نشان داد استفاده از کمین در جیره ماهی قرمز اثری معنی داری بر ترکیب لاشه ماهیان پرورشی ندارد. بکارگیری آنزیم Aquagrow (AG) در جیره ماهی قرمز نیز مانند مطالعه حاضر تاثیری بر ترکیب لاشه ماهیان پرورشی در انتهای دوره نداشت (Shi *et al.*, 2016). در بررسی Ghomi و همکاران (۲۰۱۲) بکارگیری مکمل کمین در جیره فیل ماهی،

پروتئین خام لاشه ماهیان را در تیمارهای مختلف به طور معنی‌داری نسبت به ماهیان گروه شاهد کاهش و چربی را افزایش داد؛ همچنین میزان خاکستر در گروه تغذیه شده با جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم کمین (که بالاترین میزان رشد را نشان داد) بالاتر از دیگر تیمارها بود. در مطالعه حاضر نیز بالاترین میزان خاکستر، چربی و پروتئین خام لاشه در تیمار ۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم (که بالاترین میزان رشد را نشان داد) ثبت شد، اما این افزایش به میزانی نبود که اختلاف معنی داری با دیگر تیمارها را نشان دهد، به نظر می‌رسد با افزایش طول دوره پرورش اختلاف بین تیمارها از نظر ترکیبات لاشه به شکل ملموس‌تر بروز خواهد یافت. لذا برای محک دقیق‌تر این مکمل در خصوص قدرت ارتقا کیفیت لاشه ماهیان، انجام مطالعاتی با دوره پرورش طولانی‌تر توصیه می‌گردد.

پژوهش حاضر ثابت کرد استفاده از مکمل مولتی آنزیم کمین در جیره غذایی ماهی قرمز کارایی جیره غذایی را ارتقا داده و سبب بهبود فاکتورهای رشد می‌شود، مطالعه حاضر استفاده از غلظت ۷۵۰ میلی گرم در کیلوگرم مکمل کمین در جیره غذایی ماهی قرمز را توصیه می‌کند. از سوی دیگر استفاده از مکمل کمین بر نرخ بقای ماهیان قرمز اثرگذار نبود و کیفیت لاشه ماهیان را تغییر نداد. انجام مطالعات تکمیلی برای تأیید ایمنی این مکمل برای ماهی قرمز در آینده توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

منابع مالی این پژوهش از محل پژوهانه شماره UOZ-GR-9618-147 معاونت پژوهشی دانشگاه زابل تأمین شده است که بدینوسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Adelian M., Imanpoor M.R., Jafari V. (2019a). Effects of Combo multi enzyme in the diet on growth factors, survival rate and reproductive performance of gold fish (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Animal Environment, 11(1): 273-282 (In Persian).

Adelian M., Imanpoor M.R., Jafari V. (2019b). Effects of Natuzyme multi enzyme in the diet on growth factors, survival rate and reproductive performance of gold fish (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Animal Environment, 11(2): 215-224 (In Persian).

Adelian M., Imanpoor M.R., Taghizadeh V., Mazandarani M. (2016). Utilizing Kemin multi-enzymes in the diet and their effects on growth and some blood factors of common carp (*Cyprinus carpio*). Journal of Animal Environment, 8(1): 201-206 (In Persian).

Afshar Mazandaran N, Rajab A. (2007). Application of enzymes in poultry feeding Probiotics and their use in animal and poultry diets. Noorbakhsh. Tehran, 192 p. (In Persian).

Aimin W.A.N.G. (2006). Effect of Amino Acid Balance on the Growth and Apparent Digestibility of Allogynogenetic crucian Carp. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 34(16): 4005.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). Official Methods of Analysis. 16th edition. AOAC, Gaithersburg. Maryland, 532 p.

Bedford M.R., Partridge G.G. (2010). Enzyme in farm animal nutrition. 2ND edition. CAB Int., UK, 336 p.

Ghomi M.R., Shahriari R., Langroudi H.F., Nikoo M., Von Elert E. (2012). Effects of exogenous dietary enzyme on growth, body composition, and fatty acid profiles of cultured great sturgeon *Huso huso* fingerlings. Aquaculture International, 20: 249-254.

Hosseinifard S.M., Ghobadi, Sh., Khodabakhh E., Razeghi Mansour M. (2013). The effect of different levels of soybean meals and Avizyme enzyme supplement on hematological and biochemical parameters of serum in rainbow trout. Iranian Veterinary Journal, 9(3): 43-53. [in Persian]

Shi, Z., Li X.Q., Chowdhury M.K., Chen J.N., Leng X.J. (2016). Effects of protease supplementation in low fish meal pelleted and extruded diets on growth, nutrient retention and digestibility of gibel carp, *Carassius auratus gibelio*. Aquaculture, 460: 37-44.

Tacon A.G.J. (1990). Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. Argent Laboratories press. Washington DC, 454 p.

Vajargah M.F., Yalsuyi A.M., Hedayati A. (2018). Effects of dietary Kemin multi-enzyme on survival rate of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to abamectin. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 17(3): 564-572.

بررسی ریخت‌شناسی فلس در دو گونه از خانواده کفشک ماهیان از خانواده Soleidae خلیج فارس

ساناز کیشی پور، مجید عسکری حصنی*، آزاد تیموری، مینا معتمدی، نجمه صباح

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

Email: mahesni@uk.ac.ir

چکیده

ساختارهای سخت مثل فلس می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مطالعات ماهی شناسی داشته باشد. در مطالعه حاضر مورفولوژی فلس دو گونه کفشک گرد (*Brachirus orientalis*) و کفشک ریز (*Solea elongata*) از خانواده کفشک ماهیان راست رخ (Soleidae) خلیج فارس بررسی شد. نمونه‌ها در سال ۱۳۹۹ با استفاده از تور ترال صید در محدوده آب‌های بندرعباس جمع آوری و در الکل ۹۶ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس با استفاده از پنس ریز از ۶ ناحیه بدن ۱- ناحیه سر ۲- ناحیه تنه ۳- ناحیه دم ۴- ناحیه سر ۵- ناحیه شکم ۶- ناحیه دم فلس جداسازی و پس از آماده سازی و عکسبرداری مطالعه شد. نتایج بدست آمده از دوگونه نشان داد که این دوگونه از نظر ساختاری شباهت زیادی دارند. هر دو گونه دارای فلس‌های تخم‌مرغی شکل تا چهار ضلعی می‌باشند و دوایر رشد به صورت ناپیوسته است و هر دو گونه فاقد لپیدونت در قسمت قدامی و جانبی فلس بوده و شانه‌ها از نوع تمام شانه‌ای و به صورت پراکنده می‌باشند در صورتی که از نظر تعداد شعاع‌ها و شکل فلس با هم تفاوت دارند اما بر اساس ساختار کلی فلس تفکیک گونه‌ای امکانپذیر نبود و نیاز به مطالعات ریزساختارهاست.

واژگان کلیدی: فلس، تاکسونومی، ماهیان، خلیج فارس.

Scale morphology in two species of soles (Teleostei: Soliedae), Persian Gulf

Sanaz Kishipour, Majid Askari Hesni*, Azad Teimori, Mina Motamedi, Sabbah, N.

Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Email: mahesni@uk.ac.ir

Abstract

Hard structures such as scales can provide valuable information in fish studies. In the present study, the morphology of two species of soles *Brachirus orientalis* and *Solea elongata* from the Persian Gulf were investigated. Samples were collected in 2020 using fishing trawl in the waters of Bandar Abbas and stabilized in 96% alcohol and transferred to the laboratory. Then, using tweezers, scales were isolated from 6 areas of the body: 1- head 2- trunk 3- caudal peduncle in up or dorsal area and 4- head 5- abdomen 6- caudal peduncle in down or ventral area scales were studied and after preparation and photography. The results obtained from the two species showed that these two species are very similar in structure. Both species have ovoid-to-quadrangular scales and the growth circles are discontinuous. They are different in terms of the number of radii and the shape of the scales, but based on the general structure of the scales, species separation was not possible and the study of microstructures is needed.

Keywords: Scale, Taxonomy, Fish, Persian Gulf

مقدمه

با استفاده از ساختارهای سخت از جمله استخوان جمجمه‌ای، اتولیت و فلس می‌توان اطلاعات سودمندی در مورد روابط تاکسونومیکی، ژنتیکی، تغذیه و زیستگاه ماهیان بدست آورد. در مطالعات ماهی شناسی، از مورفولوژی کلی فلس‌ها و ریز ساختارهای آن‌ها برای دسته‌بندی گروه‌های مختلف ماهی‌ها استفاده می‌شود (Sabbah *et al*., 2020; Teimori *et al*., 2017 a,b; Jawad 2005; gholami *et al*., 2013; Ferrito *et al*., 2009). از ریخت شناسی کلی ماکرو ساختارها از جمله دوایر رشد، شعاع‌ها، فوکوس و همچنین در فلس‌های تنویید شکل و نوع شانه‌ها و جزئیات ریزساختارهای فلس مانند لپیدونت‌ها اطلاعات قابل توجهی برای تشخیص گروه‌های مختلف ماهیان منقرض شده و ماهیان امروزی در شناسایی و جدایی خانواده و حتی گونه مؤثر است (Jawad 2005, 2007; Sabbah *et al*., 2021). هدف بیشتر این مطالعات ارائه طیف وسیعی از ویژگی‌های ارزشمند فلس است که می‌تواند وضعیت بهتری از روابط تاکسونومیکی و فیلوژنتیکی ماهیان در دسترس قرار دهد. راسته کفشک ماهیان از جمله ماهیان استخوانی عالی هستند که در دورهٔ لاروی دارای تقارن دو طرفه هستند ولی بعد از آن دچار دگردیسی شده و بدن به صورت یکطرفه (چپ یا راست) تغییر می‌کند، چشم‌ها به یک سمت بدن منتقل شده و بدن در سمت چشم‌ها دارای رنگریزه است. در حالی که طرف دیگر به رنگ تیره بوده و هر دو چشم برروی آن قرار می‌گیرد که آنها در بالای سطح بدن به صورت برآمده هستند، این ماهیان از روی سطح کم رنگ بر روی بستر می‌خوابند و سطح تیره به سمت بالا قرار می‌گیرد (Nelson, 2016). ماهیان این راسته برای زندگی در بستر سازگاری دارند. فلس‌ها روی بدن آنها گرد یا شانه‌ای یا از هر دو نوع می‌باشد. این ماهیان غالباً دریازی بوده و در مصب‌ها و بیشتر در اعماق ۱۰-۲۰۰ متری زندگی می‌کنند. عمدتاً در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و در محل‌هایی که بسترهای نرم وجود دارد یافت می‌شوند. با توجه به اینکه ناحیه شمال خلیج فارس دارای تراکم بالای موجودات بنتیک است بنابراین شرایط زیستی بسیار مناسب برای این ماهیان وجود دارد (خلیفی و همکاران ۱۳۹۳). از گروه ماهیان گوشتخوار و کفزی هستند. در این راسته ۱۴ خانواده، ۱۲۹ جنس، حدود ۷۷۲ گونه شناسایی شده است که ۱۰ گونه از آنها متعلق به آب شیرین می‌باشد (Nelson, 2016 و بیک محمدی، ۱۳۸۳). در این پژوهش دو گونه کفشک گرد (*Brachirus orientalis*) و کفشک ریز (*Solea elongata*) از خانواده کفشک ماهیان راست رخ (Soleidae) مورد بررسی قرار گرفتند این خانواده دارای بدن بیضوی و پهن هستند که چشم‌ها در طرف راست بدن، توسط یک فضای فلس‌دار از یکدیگر فاصله دارند؛ باله‌ها فاقد خال هستند. باله پشتی تا جلوی بدن و سر کشیده شده، دارای خط جانبی است، فلس‌های سر در طرف کور بدن به ضمائم حسی- پوستی تغییر شکل داده‌اند، رنگ بدن خاکستری یا قهوه‌ای پراکنش آن‌ها در مناطق گرمسیری دریایی، اروپا و استرالیا است. توان تغییر رنگ و تطبیق با محیط را دارند؛ این ماهی‌ها از ماهیان کفزی و بی‌مهرگان تغذیه می‌کنند. این ماهیان کفزی هستند (عسکری حصنی و همکاران، ۱۳۹۵، Nelson *et al*., 2016). با توجه به اینکه فلس‌ها به عنوان یکی از ساختارهای سخت مهم در مطالعات تاکسونومی ماهیان هستند و از طرفی اطلاعات اندکی در زمینه ساختارهای فلس کفشک ماهیان راست رخ Soleidae می‌باشد. از طرفی با توجه به اینکه در این خانواده برخی تشابهات ریختی بین گونه‌ای وجود دارد لذا با مطالعات ساختارهای سخت می‌توان میزان نقش فلس در تفکیک دو گونه کفشک گرد (*Brachirus orientalis*) و کفشک ریز (*Solea elongata*) از خانواده کفشک ماهیان راست رخ را تعیین کرد.

مواد و روش‌ها

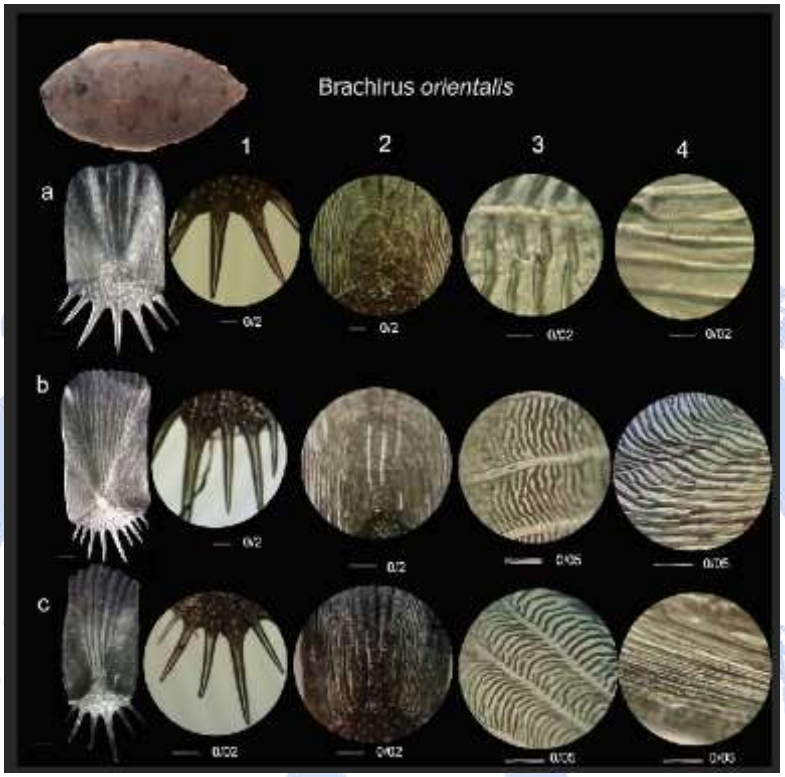
نمونه برداری از کفشک ماهیان راست رخ از شهریور لغایت آبان ماه ۱۳۹۹ در سطح لنج‌های صیادی و از طریق صید تور ترال در آب‌های اطراف بندرعباس و جزیره هرمز صورت گرفت. ۱۵ نمونه سالم از دو گونه *B. orientalis* و *S. elongata* تفکیک و در الکل ۹۶ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. طول کل و استاندارد ماهیان با استفاده از کولیس با دقت ۰/۱ میلیمتر

اندازه‌گیری شدند. سپس فلس ماهیان با استفاده از پنس ریز از ۳ ناحیه از بخش بالایی (پشتی) و ۳ ناحیه بخش زیرین (شکمی) استخراج و مورد مطالعه قرار گرفتند. شش ناحیه شامل ۱- ناحیه سر ۲- تنه ۳- دم در بخش بالایی و ۴- ناحیه سر ۵- شکم ۶- ناحیه دم در بخش زیرین بدن بود (شکل ۱). از هر ناحیه به تعداد ۵ عدد فلس برداشته و سپس فلس‌های استخراج شده با پتاسیم هیدروکسید (KOH) یک درصد و برس تمیز و در بین دو لام تثبیت شدند و با استفاده از دوربین Dino lite Capture 0.2 و استریو میکروسکوپ و میکروسکوپ نوری از نواحی مختلف فلس عکسبرداری انجام شد. فلس دارای ساختارهای ماکرو و میکرو می‌باشد که در شکل زیر نشان داده شده است.

شکل (۱): a- ناحیه سر (بخش بالایی یا پشتی)، b- ناحیه تنه، c- ناحیه پشتی دم، d1- ناحیه سر (بخش زیرین یا شکمی)، d2- ناحیه شکم، d3- ناحیه زیرین دم.

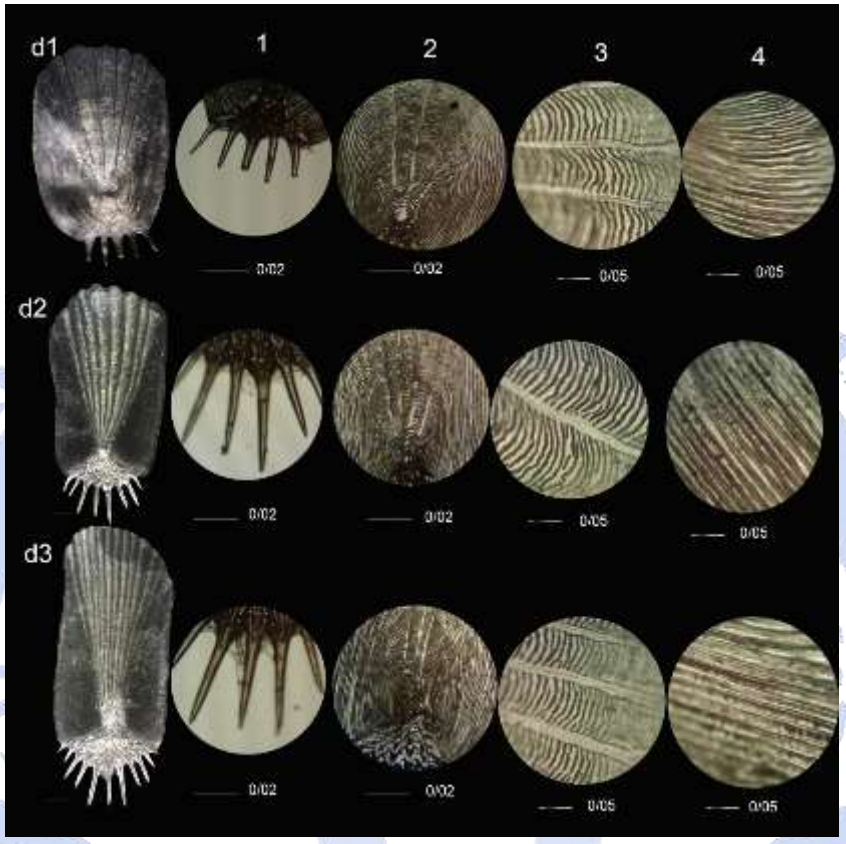
نتایج

فلس‌های شش ناحیه مختلف بدن دو گونه *Brachirus orientalis* و *Solea elongata* از خانواده کفشک ماهیان راست رخ مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج زیر بدست آمد. نتایج نشان داد که شکل کلی فلس در گونه کفشک گرد (*Brachirus orientalis*) از تخم‌مرغی شکل تا چهار ضلعی متغیر است و تعداد شعاع‌های اولیه بین یک تا چهار عدد و تعداد شعاع‌های ثانویه سه و تعداد شعاع‌های سوم بین صفر تا هفت متغیر بوده و دوایر رشد ناپیوسته. می‌باشد؛ فوکوس به شکل نیم دایره تا دایره‌ای است؛ فاقد لپیدونت در قسمت قدامی و جانبی هستند؛ نوع شانه‌ها در این گونه به صورت تمام شانه‌ای (Whole Cteni) که از نوع شانه‌های تکامل یافته محسوب می‌شود؛ شانه‌ها بلند و به صورت پراکنده بودند (شکل ۲ و ۳).



شکل ۲: شکل کلی و ریز ساختارهای فلس در نواحی مطالعه شده *B. orientalis*.

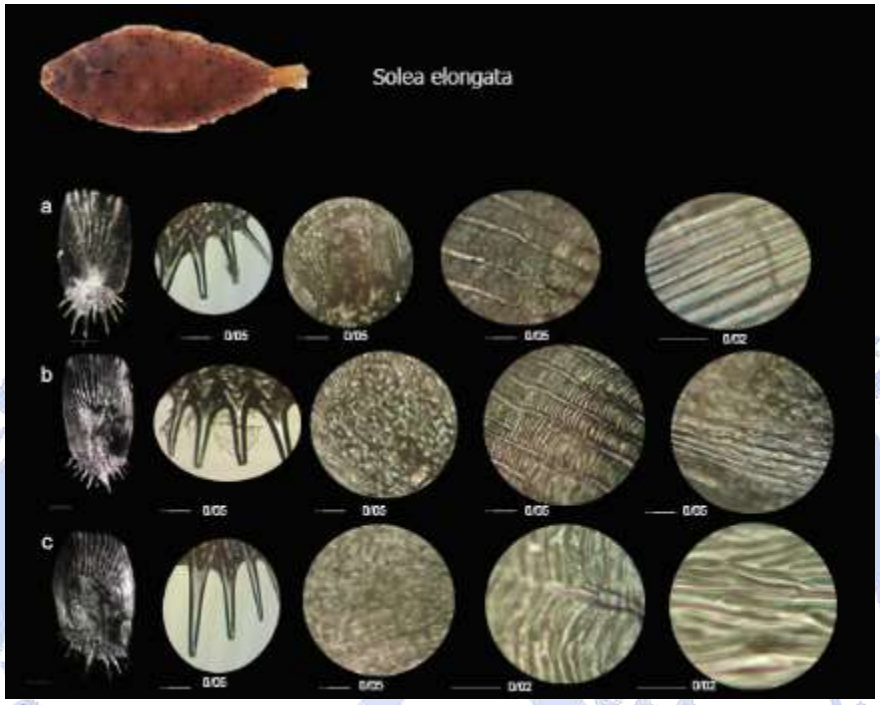
a: ناحیه سر، b: ناحیه تنه، c: ناحیه دم. ۱: شانه‌ها ۲: فوکوس ۳: لپیدونت ناحیه قدامی ۴: لپیدونت ناحیه جانبی.



شکل ۳: شکل کلی و ریز ساختارهای فلس در نواحی مطالعه شده *B. orientalis*.

a: ناحیه سر، b: ناحیه شکم، c: ناحیه دم. ۱: شانه‌ها ۲: فوکوس ۳: لپیدونت ناحیه قدامی ۴: لپیدونت ناحیه جانبی.

در گونه کفشک ریز (*Solea elongata*) از نوع تخم‌مرغی شکل تا چهار ضلعی است و تعداد شعاع‌های اولیه بین پنج تا دوازده عدد و تعداد شعاع‌های ثانویه دو و فاقد شعاع سوم می‌باشند و دوایر رشد به صورت ناپیوسته است. فوکوس به شکل تخم‌مرغی شکل است. فاقد لپیدونت در قسمت قدامی و جانبی هستند؛ شانه‌ها از نوع تمام شانه‌ای (Whole Cteni) و به صورت پراکنده دیده می‌شود (اشکال ۴ و ۵).



شکل ۴: شکل کلی و ریز ساختارهای فلس در نواحی مطالعه شد *S. elongata*.

a: ناحیه سر، b: ناحیه تنه، c: ناحیه دم. ۱: شانه‌ها ۲: فوکوس ۳: لپیدونت ناحیه قدامی ۴: لپیدونت ناحیه جانبی.

شکل ۵: شکل کلی و ریز ساختارهای فلس در نواحی مطالعه شده *S. elongata*.

a: ناحیه سر، b: ناحیه شکم، c: ناحیه دم. ۱: شانه‌ها ۲: فوکوس ۳: لپیدونت ناحیه قدامی ۴: لپیدونت ناحیه جانبی.

بحث و نتیجه گیری

شکل کلی فلس در هر دو گونه تخم‌مرغی شکل تا چهار ضلعی می‌باشد و دوایر رشد به صورت ناپیوسته است و هر دو گونه فاقد لپیدونت در قسمت قدامی و جانبی فلس بوده و شانه‌ها از نوع تمام شانه‌ای و به صورت پراکنده مشاهده شدند در صورتی که از نظر تعداد شعاع‌ها و شکل فلس با هم تفاوت دارند. با توجه به مطالعات انجام شده بر روی این دو گونه در نواحی مختلف فلس نشان از آن داد که رشد فلس از ناحیه دمی آغاز می‌شود و به سمت سر می‌آید و همین‌طور نشان داد این دو گونه متعلق به یک خانواده هستند همان گونه که در مطالعات اخیر Teimori و همکاران در سال ۲۰۲۱ انجام شد نشان داد که فلس می‌تواند در سطح خانواده آن‌ها را جدا کند؛ اما شناسایی آن‌ها از نظر جنس و یا در سطح گونه نیاز به ریز ساختارها و مطالعات بیشتری می‌باشد و نمی‌توان آن‌ها را از روی فلس شناسایی کرد (Teimori *et al*., 2021). که با مطالعات Gholami و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی ریز ساختار سطح فلس و اندازه فلس آفانیوس انجام شد (Gholami *et al*., 2013) با نتیجه حاضر مطابقت دارد در صورتی که در مطالعاتی Sabbah و همکاران در سال ۲۰۲۱ بر روی دو گونه بز ماهی انجام شد نشان از جدایی گونه‌ها را نشان داد اما در این دو گونه جدایی دیده نشد (Sabbah *et al*., 2021). بر اساس نتایج حاصل از این پروژه مشخص شد که ساختار و شکل کلی فلس به عنوان شاخص مهمی جهت شناسایی بین گونه‌ای خانواده کفشک ماهیان شاخص مهم و مناسبی نیست و بایستی بر اساس ریزساختارهای فلس یا سایر فاکتورهای ریختی مؤثر در تاکسونومی جهت شناسایی اعضای این خانواده در آب‌های خلیج فارس استفاده کرد.

منابع

Ferrito V., Pappalardo A.M., Fruciano C., Tigano C.. (2009). "Morphology of scale lepidonts in the genus *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae) using SEM." Italian Journal of Zoology, 76: 173-178.

Gholami Z., Teimori A., Esmaeili H.R., Schulz-MirbachT., Reichenbachr B. (2013). Scale surface microstructure and scale size in the tooth-carp gennus *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae) from endorheic basins in Southwest Iran. Zootaxa. 3619(4): 467-490.

Jawad L.A. (2005). Comparative morphology of scales of four teleost fishes from Sudan and Yemen. Journal of Natural History, 39.28: 2643-2660.

Teimori A. (2016). Scanning electron microscopy of scale and body morphology as taxonomic characteristics of two closely related cyprinid species of genus *Capoeta* Valenciennes, 1842 in southern Iran. Current Science, 111: 1214-1219.

Teimori A., Motamedi M., Manizadeh N. (2017). Microstructural characterization of the body key scale morphology in six Iranian endemic *Aphanius* species (Cyprinodontidae): Their taxonomic and evolutionary significance. Journal of Ichthyology, 57: 533-546.

Teimori A., Sabbah N., Askari Hesni M., Motamedi M. (2021). Macro-and microscopic morphology of the flank scales of families Lutjanidae and Serranidae from the Persian Gulf Coral Reefs (Teleosts: Perciformes)." Acta Zoologica, (In Press), doi.org/10.1111/azo.12403. Teimori A., Iranmanesh N., Askari Hesni M., Motamedi M. (2021). Microanalysis of scale morphology in killifish, *Aphaniops hormuzensis* (Cyprinodontiformes; Aphaniidae) inhabiting ecologically diverse environments. Micron 140: 102949.

Sabbah N., Teimori A., Askari Hesni M. (2021). Digital light microscopy to characterize the

scales of two goatfishes (Perciformes; Mullidae). Microscopy Research and Technique, 84.2: 180-191.

Jawad L.A., Al-Jufaili S.M. (2007). Scale morphology of greater lizardfish *Saurida tumbil* (Bloch, 1795)(Pisces: Synodontidae). Journal of Fish Biology 70.4: 1185-1212.

Nelson J.S., Terry G.C., Wilson V.H. (2016). Fishes of the World. John Wiley & Sons, New York, USA. 752p.

Khalifi K., Salamat N., Movahedinia A., Salati A .(2004) .Histological Study of gonads in *Euryglossa orientalis* from Persian Gulf. Journal of Marine Science and Technology, 13: 1-11.

Beyk Mohammadi H. (2004). Historical Geography of the Persian Gulf. Journal of Humanities Research of University of Isfahan. 16 (1): 12-23.

Development of a nanoparticle Tilapia Lake Virus (TiLV) vaccine for tilapia aquaculture in India

Sreeja Lakshmi[1,2], Bhaskaralingam Vaseeharan[2], David Smith[1], Kim Thompson[1], Preetham Elumalai[3*]

1-Aquaculture Research Group, Moredun Research Institute, United Kingdom
2-Alagappa University, Karaikudi, Tamilnadu, India
3-Department of Fish Processing Technology, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Panangad, Kochi, Kerala, India

*Email:preetham@kufos.ac.in.

Abstract

Aquaculture is the fastest growing food-production sector globally, with over 1 billion people relying on fish as their major protein source. Ever since the report of the first outbreak in 2014, Tilapia lake Virus (TiLV) infection is gaining attention for being the most devastating disease that causes mass mortality in Tilapia aquaculture. TiLV is a highly virulent and contagious novel orthomyxo-like virus whose extensive vulnerability has crossed 16 countries around the globe to date, which is viewed seriously for posing global threat to tilapia industry, food security and livelihood for billions of people. Tilapia (*Oreochromis* sp.) is the second largest farmed fish species after carp globally and is a major trade commodity for many low to middle-income countries (LMIC), with its production estimated to be around 6.4 million tons per annum (FAO, 2017). The hardiness of tilapia, its adaptability to various production systems and its rapid growth, makes it an excellent fish species for aquaculture. Intensification of tilapia farming has promoted severe disease outbreaks, however, resulting in high mortalities and economic hardship for tilapia farmers. Our study addresses to investigate a novel and innovative nanoparticle for delivery of the TiLV vaccine, compare its efficacy when delivered by immersion, oral or by IP injection and provide an easy and acceptable manner for tilapia fish farmers. The immune response it elicits, will be evaluated and compared to an inactivated, adjuvant TiLV vaccine. Fish will be challenged with a virulent strain of TiLV to test the level of protection elicited by the vaccines. Relative percentage survival and antibody titres will be determined for vaccinated fish. The antigenic diversity between Indian TiLV isolates to ensure the vaccine is able to cross-protect between TiLV isolates will be also examined using western blotting with serum from naturally infected fish, followed by contemporary proteomic analysis. The demonstration of the effectiveness of nanoparticle fish vaccine that can be delivered orally or by immersion would represent a significant opportunity for many different aquaculture industries, and this technology could be applied to several diseases in different aquaculture settings, including LMIC countries and even domestic aquaria, where price of vaccination or handling of fish for vaccination is problematic. This is a significant approach which helps to pursue the commercialisation of the TiLV vaccine and to advance scientific knowledge on TiLV.

Keywords: **Aquaculture, TiLV, Nanoparticle, Vaccination**

Lysine effect on the characterization of fillet, by-products, residues, and morphometry of tambaqui *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)

Ariany Rabello da Silva Liebl[1]; Marcelo dos Santos Nascimento[2]; Paulo Henrique Rocha Aride[3]; Jackson Pantoja-Lima[4]; Márcia Regina Fragoso Machado Bussons[5]; Wilson Massamitu Furuya[6]; Henrique David Lavander[7]; Caterina Faggio[8]; Adriano Teixeira de Oliveira[3*]

1- Postgraduate Program in Animal Science and Fishery Resources, Federal University of Amazonas, Amazonas, Brazil
2- Postgraduate Program in Aquaculture, Nilton Lins University, Amazonas, Brazil
3- Federal Institute of Science and Technology of Amazonas, Campus Center Manaus, Amazonas, Brazil
4- Federal Institute of Science and Technology of Amazonas, Campus Presidente Figueiredo, Amazonas, Brazil
5- Institute of Technology and Education Galileo da Amazônia, Manaus, Brazil
6- Department of Animal Science, University of Ponta Grossa, Paraná, Brazil
7- Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES), Piúma Campus, Espírito Santo, Brazil
7- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences University of Messina, Italy

Email: adriano.oliveira@ifam.edu.br

Abstract

This study aimed to evaluate the yields of by-products and residues and the morphometry of juvenile tambaqui *Colossoma macropomum* undernutrition with different levels of lysine. Diets were elaborated containing 6.60, 9.72, 12.84, 15.96, 19.08, and 22.20 g kg^{-1} of total lysine, and these were fed to fish distributed in 18 tanks (310 L each one) for 90 days. Morphometric analysis, measurements of whole fish, by-products, and residues were taken and compared to each other. All variables were validated using ANOVA, Tukey's test, and quadratic regression analysis ($p<0.05$). No differences were found for the morphometric variables ($p>0.05$). The ratio between morphometric data for the standard and total length showed significance at levels of 9.72 and 15.96 g kg^{-1} ($P= 0.03$). The gutted fish and fillets, the protein and lipid contents of the fillets, and the weights and lengths of the intestines did not change ($p>0.05$). Moisture was modified with lysine at levels of 22.20 g kg^{-1} ($P= 0.00$), and minerals, between 6.60 and 22.20 g kg-1 ($P= 0.01$). The increase in lysine levels in the diet led to an increase in fin weight ($p = 0.00$). It was concluded that the addition of lysine in the diet did not directly influence the morphometry and yields of the fish in the juvenile phase, but it did affect the fin waste and the skin by-product.

Keywords: Aquaculture, Nutrition, Amino acid, Yield, Amazon

مروری بر روش‌های غنی‌سازی تخم ماهیان با اسکوربیک اسید

مریم مددی [۱]؛ بهرام فلاحتکار [۱ و ۲*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

موفقیت در آبزی پروری به تولید انبوه و با کیفیت ماهیان جوان وابسته است که این امر به عواملی از جمله تغذیه آغازین، تکامل طبیعی و رشد لارو بستگی دارد. با این حال، شماری از گونه‌های ماهی در طول مراحل توسعه ابتدایی دچار تلفات بالایی می‌شوند؛ بنابراین برای به حداقل رساندن تلفات، تولید لاروهای سالم و انبوه از مسائل اساسی محسوب می‌شود. از طرفی ثابت شده است که اسکوربیک اسید ویتامینی ضروری در طی دوره جنینی و لاروی است و موجب سرعت بخشیدن به رشد، افزایش بقا، مقاومت در برابر استرس و همچنین بهبود کارایی انکوباسیونی می‌شود. بنابراین یافتن روش‌های نوین مانند غنی سازی می‌تواند منجر به افزایش غلظت این ویتامین در تخم ماهیان و به تبع آن پیشرفت در صنعت آبزی پروری شود. از این رو، مطالعه حاضر به مروری بر روش‌های غنی سازی تخم لقاح یافته ماهیان با آسکوربیک اسید و اثرات این غنی سازی پرداخته است.

واژگان کلیدی: تولید مثل، غوطه‌وری، غنی‌سازی، اسکوربیک اسید

An overview on fish egg enrichment methods with ascorbic acid

Maryam Madadi[1]; Bahram Falahatkar[1, 2*]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht, Iran

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

Success in aquaculture depends on mass production and quality of juveniles, which depends on factors such as initial feeding, natural development and larval growth. However, many of fish species suffer high losses during the early stages of development. Therefore, in order to minimize mortalities, the production of healthy and numerous larvae is a major issue. On the other hand, it is demonstrated that ascorbic acid is an essential vitamin during the embryonic and larval stages and accelerates growth, increases survival, resistance to stress and also improves incubation efficiency. Hence, finding new methods such as enrichment can increase the concentration of this vitamin in fish eggs and, consequently, progress in the aquaculture industry. Therefore, the present study reviews the methods of enrichment of fertilized fish eggs with ascorbic acid and the effects of this enrichment.

Keywords: Reproduction, Immersion, Enrichment, Vitamin C

بررسی اثرات کادمیوم بر اکوسیستم‌های آبی

محمد منصوری چرهی [۱*]، حامد غفاری فارسانی [۲]، نرگس رستمیان [۳]، شیرین حامدی [۴]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان
۲-عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، استان چهارمحال و بختیاری
۳-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه شهرکرد
Email: milad.mansouri333@yahoo.com

چکیده

فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که از پیامدهای پایداری آنها بزرگ‌نمائی زیستی در زنجیره غذایی می‌باشد، بطوری که در نتیجه این فرآیند مقدار آنها در زنجیره غذائی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آنها که در آب یا هوا یافت می‌شود افزایش یابد. عناصرسنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذائی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان بویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد. مقادیر زیاد هر یک از آنها ممکن است مسمومیت ایجاد کند. این مسمومیت‌ها از طریق دستگاه گوارش، استنشاق یا جذب این فلزات ایجاد می‌شود. اهمیت مس در تغذیهٔ ماهیان هنوز به خوبی مشخص نشده است، اما به نظر می‌رسد که مقدار ۱/۵ میلی گرم در کیلوگرم غذا مورد نیاز اغلب ماهیان باشد، اگر چه این مقدار مس از طریق تغذیهٔ طبیعی تأمین می‌گردد. اثر سولفات مس بر روی آبشش‌ها که به طور معمول به عنوان جلبک کش به کار برده می‌شود، سه برابر بیشتر از جیوه و سرب و سایر فلزات سنگین است. حضور مس بیش از میزان طبیعی آن در آبی که برای پرورش ماهی استفاده می‌شود به احتمال زیاد ناشی از آلودگی حاصله از فعالیت‌های انسانی است.

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، اکوسیستم، زنجیره غذائی، مسمومیت، آلودگی

Investigation of the effects of cadmium on aquatic ecosystems

Mohammad Mansouri-Chorehi[1*]; Hamed Ghaffari-Farsani[2]; Narges Rostamian[3]; Shirin Hamedi[4]

1- Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of guilan
2- Member of Young Researchers Club of Islamic Azad University, Shahrekord, Chaharmahal and Bakhtiari Province
3- Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of tehran
4- Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of shahrekord

Email: milad.mansouri333@yahoo.com

Abstract

Heavy metals are stable pollutants that result in biomagnification in the food chain, so that as a result of this process, their amount in the food chain can increase several times their amount found in water or air. After entering aquatic ecosystems, heavy elements accumulate in aquatic tissues and organs and eventually enter the food chain. The amount of absorption and accumulation of heavy elements in aquatic animals, especially in fish, is a function of the ecological, physical, chemical and biological conditions of water, the type of element and aquatic, and the physiology of the living body. Large amounts of any of them can cause poisoning. These poisonings are caused by the gastrointestinal tract, inhaling or absorbing these metals. The importance of copper in fish nutrition is not well understood, but it seems that 1.5 mg / kg of feed is required by most fish, although this amount of copper is supplied through natural nutrition. The effect of copper sulfate on the gills, which is commonly used as an algae killer, is three times greater than that of mercury, lead and other heavy metals. The presence of more copper than normal in the water used for fish farming is most likely due to contamination from human activities.

Keywords: Heavy metals, ecosystem, food chain, poisoning, pollution

مقدمه

منابع آلاینده آب به دو دسته تقسیم می شوند: دسته اول Point-source ها هستند که منشاء آن‌ها قابل ردیابی می‌باشد. شناسایی، تعیین کمی و کنترل آلاینده‌های این دسته نسبتاً آسان می‌باشد (Carpenter *et al.*, 1998). دسته دوم Non-point source ها می‌باشند که می‌توانند توسط عوامل مختلفی ایجاد شوند (Novotny, 1999) و نمی‌توان منشاء این‌ها را تشخیص داد. فلزات سنگین در محیط دارای نیمه عمر طولانی هستند. بنابراین آلوده کننده اصلی موجودات آبزی به خصوص ماهی‌ها هستند(Gopal *et al.*, 1997) . مواد فلزی در سرتاسر پوسته زمین وجود دارند و به علت حلالیت بالای آن‌ها ماهیان به طور مستقیم با آن‌ها در تماس هستند. استفاده از کودها و مواد شیمیایی در کشاورزی منجر به افزایش غلظت فلزات سنگین کبالت، مس، کادمیوم، کروم، سرب و روی شده است. فلزات سنگین پس ازورود به بوم سامانه‌های آبی در بافت‌های آبزیان تجمع یافته و موجب تأثیرات منفی نظیر کاهش رشد، تغییرات رفتاری و ژنتیکی آن‌ها شده است. به همین دلیل، ماهی جهت ارزیابی سلامت و کیفیت اکوسیستم‌های آبی، مدل مناسبی است و تغییرات فیزیولوژیک بدن ماهیان به عنوان بیومارکر محیطی محسوب می‌شوند (Kock *et al*,. 1996). «آلودگی دریایی» ورود انرژی یا مواد توسط انسان، به صورت مستقیم یا غیر مستقیم به محیط زیست دریایی است که اثرات نا مطلوبی را در بر خواهد داشت، از آن جمله خطراتی برای سلامتی انسان، بروز موانعی در برابر فعالیت‌های دریایی شامل ماهیگیری، کاهش کیفیت در مورد استفاده از آب دریا وکاهش سازگاری‌ها، می‌باشد (Connel, 1990).

فلزات سنگین، ترکیبات طبیعی پوسته زمین هستند که برخی از این فلزات در رشد و بقای موجودات زنده نقش حائز اهمیتی را ایفا می‌کنند مثل مس، روی، کبالت و غیره که به آنها عناصر کم مقدار می گویند. این فلزات در بدن موجودات در ساختار آنزیم‌ها، کوفاکتورها، اسیدهای نوکلئیک و سایر اجزای سلولی شرکت دارند (Wang and Chen, 2006). اما گروهی دیگر از فلزات، مثل جیوه، سرب و کادمیوم غیر ضروری بوده و عناصر حیاتی نیستند و هیچگونه نقش بیولوژیکی شناخته شده‌ای در بدن انسان و سایر موجودات زنده ندارند. این فلزات در گروه آلاینده‌های بسیار سمی طبقه بندی شده و محیط زیست را به شکل گسترده‌ای آلوده می‌کنند (Hetzer *et al.*, 2006).

در میان فلزات سنگین، کادمیوم یکی از آلوده کننده‌های محیط‌های آبی محسوب می‌شود که در مقادیر بحرانی و خطرناک در سامانه‌های آبی یافت می‌شود. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که پارامترهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی خون ماهی در معرض کادمیوم تغییر می‌کنند.

کادمیوم فلزی غیر ضروری است که نقشی در واکنشهای بیوشیمیایی بدن موجودات زنده ایفا نمی‌کند، بنابراین اثرات آلایندگی بیشتری نسبت به سایر فلزات سنگین دارد و می‌تواند سبب مسمومیت موجودات آبزی حتی در غلظت‌های پائین شود، بطوری که کادمیوم به عنوان یکی از سمی‌ترین آلاینده‌های آب معرفی شده است.

آلاینده‌های پایدار از جمله فلزات می‌توانند به واسطه بزرگنمایی زیستی (Bioaccumolation) به رده‌های بالاتر زنجیره غذایی انتقال یابند که اگر مقدار این آلاینده‌ها به دلیل تجمع زیستی در بدن آبزیان افزایش یابد ازآنجایی که بسیاری از گونه‌های دریایی مورد تغذیه انسان قرار می‌گیرند توجه به این امر حائز اهمیت می‌باشد (Wang and Chen, 2006؛ Chaalal and Zekri, 2005).

تجمع فلزات سنگین در آب، هوا و خاک یک مشکل زیست محیطی است که در سال‌های اخیر از تکنولوژی با هدف کاهش یا حذف فلزات سنگین از محیط آلوده استفاده شده است در این میان تکنولوژی‌هایی که بر اساس میکروارگانیسم‌ها پایه ریزی شده بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Hossein *et al.*, 2005).

روش‌هایی که برای حذف فلزات سنگین از آبها در نظر گرفته شده است شامل دستورالعمل‌های معمول مثل رسوب و ته نشین کردن فلزات به صورت شیمیایی، تبادل یون، اسمز معکوس، جذب سطحی کربن فعال و ... می‌باشند. متاسفانه این راهکارها به علت حذف ناقص فلزات، مصـــرف انرژی بالا، تجهیزات هزینه بر، تولید لجن‌های ســـمی و گل و لای و عدم کاهش غلظت‌های فلزات سنگین به حد استانداردهای قانونی مورد قبول و تشکیل مواد حد واسط سمی، نامناسب می‌باشند (Saifuddin & Raziah, 2007).

در ســالهای اخیر حذف فلزات ســنگین با اســتفاده از میکروارگانیســم‌ها، هدف اصــلی به شــمار می‌آید. نه به این علت که یک موضوع جدید و نوظهور علمی است بلکه به دلیل کاربرد آن در صنعت مورد توجه ویژه قرار گرفته است (Hussein, *et al.*, 2003).

در این روش از مواد بیولوژیکی (بیومس) به عنوان جاذب استفاده می‌کند که در میان جاذب‌ها، جلبک دریایی (Sargassum natans)، باکتری (Bacillus subtillis)، قارچ (Rhizopus arrhizas) و مخمر (Saccharomyces cerevisiae) مهم‌ترین هستند و نتایج خوبی نیز در این زمینه به دست آمده است (Leung, *et al.*, 2000، Wang, *et al.*, 2006).

Biosorption توانایی ارگانیسم‌های زنده در جمع آوری فلزات سنگین از آبهای آلوده به روش جذب متابولیکی یا فیزیکی – شیمیایی است (Ahalya *et al.*, 2003).

این جاذبهای زیستی دارای ویژگی ایجاد کمپلکس با فلزات هستند یعنی می‌توانند با یونهای فلزی کمپلکس تشکیل دهند و در نتیجه غلظت یونهای فلزات سنگین را در محلول از سطح ppt تا ppb کاهش دهند. آن‌ها به طور موثری می‌توانند یونهای فلزی محلول را با سرعت بالا از محلول جدا کنند. در اصل دیواره سلولی باکتری که ترکیبات شیمیایی را در بر می‌گیرد دارای سایتهای مستعدی برای ایجاد کمپلکس با فلزات می‌باشد (Leung *et al.*, 2000، Wang *et al.*, 2006).

بر این اساس باکتری‌ها به دلیل داشتن سطح بالاتر نسبت به حجم، فلزات را بخوبی جذب می‌کنند همچنین دیواره سلولی باکتری‌ها بخاطر شبکه پپتید و گلیکانی دارای چگالی بار منفی است که جاذب خوبی برای فلزات محسوب می‌شود (Alluri *et al.*, 2007).

فلزات سنگین

فلزات سنگین عناصری هستند که وزن مخصوص آنها پنج برابر آب یا بیشتر است مانند آنتیموان، آرسنیک، بیسموت، کادمیوم، کروم، کبالت، مس، طلا، آهن، ســـرب، منگنز، جیوه، نیکل، پلاتین، نقره، تلوریوم، تالیوم، قلع، اورانیوم، وانادیوم و روی. مقادیر کم اغلب این عناصـر معمول و در رژیم غذایی لازم اســت. مقادیر زیاد هر یک از آنها ممکن اســت مســمومیت ایجاد کند. این مسمومیت‌ها از طریق دستگاه گوارش، استنشاق یا جذب این فلزات ایجاد می‌شود.

معمولاً این فلزات از طریق مواد زائد صنعتی به داخل آب راه پیدا می‌کنند. مهم‌ترین فلزات در این خصوص شامل مس، سرب، جیوه و روی هستند. البته کادمیوم، کروم، آهن، منگنز و نیکل نیز خاصیت سمی دارند. مشخص کردن حداکثر محدوده مجاز این فلزات کاری دشواری است. اما معمولاً مقدار آنها که موجب مسمومیت حاد می‌شوند بین ۰/۱ تا ۱ میلی گرم در لیتر از فرم فعال این فلزات متغیر اســت. البته این مقدار به مدت زمان تماس ماهی با فلز و وضــعیت شــیمیایی آب بســتگی دارد. ویژگی مسمومیت با فلزات سنگین این است که اثر سمی آنها تا یکی دو روز آشکار نمی‌شود و پس از آن نیز مرگ و میر ناگهانی بروز می‌کند بدون اینکه بتوان علائم آشکاری مشاهده کرد.

فلزات سنگین از طریق فاضلابهای صنعتی و کشاورزی وارد محیطهای آبی می شوند و ممکن است به چندین شکل تبدیل شوند. این فلزات ممکن است به صورت کمپلکسهای غیر آلی در رسوبات و یا در ذرات غیر آلی معلق حبس شوند. همچنین

ممکن است به صورت یونهای آزاد و کمپلکسهای آلی و غیر آلی در آب به صورت محلول بمانند. فلزات وارد شده به داخل رسوبات به طور کامل از دسترس خارج نمی شوند بلکه بسته به شرایط محیطی در آب به حالت تبادل بوده و توانایی بازگشت به بدنهٔ آبی را دارند(Gopal, *et al.*, 1997) .

کادمیوم بعنوان یک آلاینده صنعتی سبب ایجاد مسمومیتهای حاد و مزمن در انسان و حیوانات می‌شود .کادمیوم می‌تواند در مسیرهای متابولیکی بسیاری از عناصر از جمله روی، مس، کلسیم و غیره وارد شود و فعالیتهای بیولوژیکی آنها را بهم زند (Hansen & Danscher, 1997). منبع آلودگی کادمیوم فاضلاب‌های صنعتی و باطله‌های معدنی هستند (Manahan, 2005).

از عواقب ناخوشایند صنعتی شدن و تمایل به کسب درآمدهای بیشتر در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، افزایش آلودگی‌های محیطی و در نتیجه بروز فجایع زیست محیطی است. آلودگی اکوسیستم‌های آبی به فلزات سنگین در نتیجه فرآیندهای ذوب و ریخته گری فلزات، سوخت‌های فسیلی و عملیات اکتشاف و استخراج معادن رو به افزایش است. بروز مشکلات حاد بهداشتی برای انسان در نتیجه تجمع فلزات سنگین در گیاهان و حیوانات زنجیره غذایی گزارش شده است (Mello, 2003., van-Duijn,2000). عناصر سنگین از عوامل مهم آلاینده‌های زیست محیطی به شمار می‌روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه‌ها وارد تالابها و دریاها می شوند (Johnsen & Bjerregaard, 2000). به طور کلی فلزات سنگین عناصری هستند که به طور طبیعی به میزان بسیار کم در اکوسیستم‌ها یافت می شوند. این عناصر جز آلاینده‌های بسیار پایدار بوده و تجزیه نمی شوند(Heath, 1987). فلزات سنگین آلاینده‌های پایداری هستند که از پیامدهای پایداری آنها بزرگنمائی زیستی در زنجیره غذایی است، به طوری که در نتیجه این فرآیند مقدار آنها در زنجیره غذائی می‌تواند تا چندین برابر مقدار آنها که در آب یا هوا یافت می‌شود افزایش یابد. عناصرسنگین پس از ورود به اکوسیستم‌های آبی در بافت‌ها و اندام‌های آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذائی می‌شوند. میزان جذب و تجمع عناصر سنگین در آبزیان بویژه در ماهیان تابعی از شرایط اکولوژیک، فیزیکی، شیمیائی و بیولوژیک آب، نوع عنصر و آبزی و فیزیولوژی بدن جاندار می‌باشد. تجمع فلزات سنگین در ماهیان باعث مسمومیت می‌گردد که با علائمی نظیر عقیمی، تغییر شکل اسکلت، تغییر در فاکتورهای خونی، افزایش حساسیت به عوامل عفونی و بالاخره مرگ همراه است که ممکن است به دلیل صدمات وارده به سیستم ایمنی ماهی باشد.

فلزات سنگین و منشأ آن

این فلزات جزء عوامل طبیعی تشکیل دهنده آب دریاها هستند و مقدار فراوانی از آنها به صورت طبیعی از راه‌های متفاوت مانند فرسایش سنگ‌های معادن، باد، ذرات غبار، فعالیت‌های آتشفشانی، رودخانه‌ها و آب‌های زیر زمینی وارد دریاها می‌گردند ولی آنچه مسئله ساز است افزایش این فلزات در برخی مناطق به خاطر فعالیت‌های صنعتی انسانی مانند افزایش پساب‌ها و ضایعات صنعتی کارخانه جات، آلودگی‌های نفتی، سموم دفع آفات و... است. این آلاینده‌ها از یک طرف منجر به کاهش اکسیژن محلول آب شده و از طرف دیگر در صورت سمی بودن اثرات مخربی بر روی ماهیان دارند و باعث تلف شدن آنها می‌گردند. فلزات سنگین به طور معمول در آب‌ها طبیعی (سطحی و یا زیر زمینی) به مقدار ناچیزی وجود دارد. در صورت غلظت بیش از حد آنها در آب اولین اندام ماهی که دچار آسیب می‌شود، لایه موکوس پوست است که با نابودی آن فعالیت حیاتی ماهیان به مخاطره می‌افتد. (Stoskopf, 1993). اندام آسیب پذیر بعدی آبشش است که مهمترین مسیر در جذب این عناصر محسوب می‌شود. به همین سبب آبشش ماهیان مشکوک نمونه مناسبی برای بررسی مسمومیت آنها با این فلزات

است. به طور معمول هر یک از فلزات سنگین در یک یا چند اندام تجمع می‌یابند، بنابراین برای تشخیص مسمومیت با فلزات، همه اندام‌های حساس بویژه آبشش‌ها باید جمع آوری شوند و بررسی آزمایشگاهی باید بر روی آن‌ها انجام گیرد. به علاوه، میزان حساسیت ماهیان به فلزات سنگین به عوامل زیست شناختی مانند گونه، سن و شرایط فیزیکی ماهی بستگی دارد.

زائدات پایدار

برخی از مواد تحت تجزیهٔ باکتریایی قرار نگرفته، پخش هم نمی شوند، اما به صورت مختلف و غالباً با تاثیرات مرگبار و مضر، با گیاهان وجانوران وارد واکنش می شوند. به دلیل اثرات مضر و پایداریشان، تهدیدی جدی به شمار می‌روند. انواع اساسی این زائدات عبارتند از: فلزات سنگین (جیوه، مس، سرب، روی و...)، هیدروکربن‌های هالوژن دار (DDT و سایر سموم هیدروکربنه کلردار، PCB ها و...)، مواد رادیواکتیو.

فلزات

فلزات جزء آلاینده‌های پایدار می‌باشند. برخلاف فاضلاب آلی، آلاینده‌های پایدار در معرض حمله باکتریایی نبوده یا اینکه اگر چنین شوند، در مدت زمانی آن چنان طولانی خواهد بود که برای اهداف عملی، آن‌ها افزودنی‌های دائمی به محیط زیست دریا محسوب می‌گردند. گیاهان و حیوانات از نظر توانایی تنظیم محتوای فلزیشان متفاوتند. اکثر آنها تنها در محدوده خاصی قادر به عمل هستند و فلزات دفع نشده در بدن باقی مانده و بطور مداوم طی دوره زندگی موجود زنده، به آنان افزوده می شود. این حالت به عنوان تجمع حیاتی نامیده شده است. حیوانات تغذیه کننده از موجودات دارای تجمع حیاتی، رژیم غذایی غنی از فلزات پایدار دارند و اگر آنها هم قادر به دفع این فلزات نباشند، که معمولاً به این صورت است که در معرض غلظت‌های بسیار بالا از یک ماده پایدار در غذای خود، قرار می‌گیرند. در نتیجه، این مواد یک پتانسیل خطر برای سلامت انسان و تهدیدی برای منابع طبیعی هستند و مسئول مرگ و میر انسان‌ها می‌باشند. به همین دلیل، آلاینده‌های پایدار مورد توجه بسیار زیاد قرار می‌گیرند.

منشأ فلزات سنگین

این فلزات جزء عوامل طبیعی متشکلهٔ آب دریاها هستند و مقدار فراوانی از آنها به صورت طبیعی از راه‌های متفاوت مانند فرسایش سنگ‌های معادن، باد، ذرات غبار، فعالیت‌های آتشفشانی، رودخانه‌ها و آب‌های زیر زمینی وارد دریاها می‌گردند. ولی آنچه مسئله ساز است افزایش این فلزات در برخی مناطق به خاطر فعالیت‌های صنعتی انسانی مانند افزایش پساب‌ها و ضایعات صنعتی کارخانه جات، آلودگی‌های نفتی، سموم دفع آفات و... است.

این آلاینده‌ها از یک طرف منجر به کاهش اکسیژن محلول آب شده و از طرف دیگر در صورت سمی بودن، اثرات مضری بر روی ماهیان دارند و باعث تلف شدن آنها می‌گردند. برای مثال موادی نظیر املاح مس و جیوه برای ماهیان سمی‌اند و ممکن است ماهی‌ها را به طور مستقیم بکشند یا در بدن آنها تجمع کنند، طعم و مزه و بوی گوشت ماهی را تغییر می‌دهند.

جذب فلزات

جذب فلزات سنگین به طور عمده از سطح اندام‌های بدن ماهیان (سطح مورد تماس با محیط اطراف) رخ می‌دهد. این مسیرها شامل آبشش، پوست، باله‌ها و روده است که در میان آنها سهم آبشش بیش از دو مسیر دیگر است و سلول‌های کلراید در این اندام دارای مهمترین نقش هستند (Flick *etal.*, 1985). دو مکانیزم فعال و غیر فعال برای جذب و انتقال فلزات وجود دارد و انجام هر یک از این دو مکانیسم بسته به کیفیت آب، رژیم غذایی، فعال بودن متابولیسم، مراحل رشد و تکامل، تماس قبلی

ماهیان با این فلزات و تکرار تماس و مجاورت با فلزات، متفاوت اســـت. همچنین گذرگاه‌های جذب به تأثیر متقابل بین فلزات سنگین و پروتئین‌های منتقله، که جذب سایر یون‌ها را تنظیم می‌کند، وابسته‌اند (Goyer, 1992).

رسوبات به مثابه منبع ذخیره فلزات

به طور کلی در محیط آبی انجام مطالعات در خصوص آلودگی رسوبات بستر از دیدگاههای متفاوتی شایان توجه است: نخست آنکه آلودگی رسوبات به آلاینده‌های گوناگون (به خصوص فلزات سنگین) برای کفزیان، آبزیان کفزی خوار (دتریت) و همچنین گیاهان آبزی اهمیت ویژه‌ای دارد. به علاوه در صـورتی که میزان آلودگی رسـوبات از مقادیر مشـخصـی که بسـته به توان خود پالایی منبع آبی مورد نظر متغیر ا ست، تجاوز نماید، موجبات بر هم خوردن تعادل بوم شناختی و زوال زیستی اکو سیستم را فراهم می نماید. جنبه دیگر اهمیت بررسی رسوبات، میزان تجمع انواع فلزات سنگین در آن است که به این ترتیب به سادگی نظارت پیو سته بر آلودگی منطقهٔ مطالعاتی امکان پذیر می‌گردد. زیرا بسیاری از انواع مواد و ترکیبات فلزات سنگین پس از ورود به یک منبع آبی به تدریج در بستر آن به شکل‌های متفاوت (همچون فاز معدنی جامد، جذب محیطی به رسوبات دانه ریز و یا بقایای مواد آلی) تجمع می‌یابند. بالاخره رسوبات در حکم جایگاه نهایی آلاینده‌ها در محیط‌های آبی نقش قابل ملاحظه‌ای را در تجمع فلزات در بی مهرگان کفزی و انتقال آنها به سطوح غذایی بالاتر به عهده دارند (Heath, 1987).

فلزات سنگین دارای سمیت زیاد شامل کادمیوم، روی، سرب و نیکل هستند.

کادمیوم (Cadmium)

فلزی نقره‌ای رنگ و نرم است که به آسانی توسط چاقو بریده می شود. این ماده در سال ۱۸۱۷ توسط اشترومایر در آلمان کشف شد. کادمیوم به عنوان یکی از فلزات سنگین و غیر ضروری در رشد موجودات زنده و با غلظت کشندگی پائین یکی از سمی‌ترین آلاینده‌ها محسوب می‌شود.

کادمیوم ناشی از زائدات صنعتی یا فضولات معدنی از آلوده کننده‌های اصلی آب است. کادمیوم در آبکاری فلزات به مصرف می‌رسـد. این عنصـر از لحاظ شـیمیایی شـباهت زیادی با روی دارد و این دو فلز در پدیده‌های ژئو شـیمیایی با هم شـرکت می‌کنند. فشار خون بالا – تخریب کلیه – تخریب بافتهای بیضه و تخریب گلبولهای قرمز خون از جمله عوارض کادمیوم است.

نحوه ورود کادمیوم به اکوسیستم

مهم‌ترین منبع کادمیوم در طبیعت سنگ معدن روی مانند سولفید روی و کانی‌های ثانویه مثل کربنات روی است. کادمیوم از راه‌های گوناگون وارد چرخه حیات می‌شود. این عنصر در صنعت به عنوان ماده ضد اصطکاک، ضد زنگ و یا در ترکیب آلیاژها به کار می‌رود. کامیوم همچنین در نیمه هادی‌های محافظ میله در راکتورهای هســـته‌ای، آبکاری فلزات، ســـرامیک ســـازی، کارخانه جات پی وی سی و صنایع پلاستیک سازی، تولید باتری‌ها، ترکیبات قارچ کش، روغن موتور، لاستیک سازی و عکاسی کاربرد دارد. به علاوه این عنصر از طریق سنگ‌های آذرین و سنگ‌های فسفاته نیز وارد آب می‌شود (آقا نجفی زاده، ۱۳۷۶).

این عنصر به طور معمول با عنصر روی همراه است و در ضایعات و دود کارخانه‌های ذوب روی به صورت اکسیدهای مخلوط کادمیوم و روی وجود دارد. اکسید کادمیوم نسبت به اکسید روی تبخیر پذیرتر است و در نتیجه مقدار نسبی کادمیوم در دود کارخانه‌ها بیشتر از روی است.

اثرات کادمیوم بر آبزیان

مسمومیت با کادمیوم باعث تغییر شکل و شکستگی مهره‌ها، به طور عمده در مهره‌های ۲ تا ۷ ماهی قنات کوهستان (*Phoxinus phoxinus*) می شود که ممکن است به دلیل اغتشاش در ساختار ماهیچه‌های ناحیهٔ مهره‌های نامبرده باشد تکامل جنینی در برخی ماهیان نیز تحت تأثیر کادمیوم دچار نقص می‌شود و مجاورت طولانی ماهی با کادمیوم منجر به بروز اثرات اختصاصی خواهد شد که عمده‌ترین آن تأثیر بر اندام‌های تناسلی است.

در غلظت‌های کادمیوم بیشتر از ۳ میلی گرم در لیتر، آبشش در برداشت اکسیژن دچار نقصان می‌شود. آب لب شور پتاسیم و کلسیم کمتر اما منیزیم بیشتری نسبت به پلاسمای ماهیان دارد. بنابراین تغییرات ناشی از حضور کادمیوم در الکترولیت‌های خون (افزایش منیزیم و کاهش پتاسیم) در نتیجهٔ فزونی انتشار این یون‌ها است. (Noga, 2000).

در بنادر و خلیج‌ها ته نشست کادمیوم و ترکیب آن با سولفاتها کادمیوم را بصورت سولفید کادمیوم نامحلول رسوب می‌دهد.

پیشگیری

کادمیوم برای ماهیان به شدت سمی است و تجهیزات فلزی‌ای که با کادمیوم پوشیده شده‌اند نباید برای حوضچه‌های نگهداری ماهی استفاده شوند، به علاوه رنگ‌هایی را که حاوی کادمیوم هستند نباید به منظور رنگ آمیزی حوضچه‌ها مصرف کرد.

نتیجه گیری

پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می شوند از دیدگاه سلامت انسان و بهداشت عمومی بسیار مهم هستند. هدف اصلی از این قبیل بررسی‌ها پیشگیری از ابتلا انسان به امراض وعوارض گوناگون ناشی از استفاده غذایی از آبزیان آلوده به فلزات سنگین است. از طرفی دراین پژوهش‌ها حفظ حالت توازن اکوسیستم‌های آبی به عنوان هدف ثانویه مدنظر است.

منابع

آقا نجفی زاده، ش. (۱۳۷۶): بررسی اثرات فلزات سنگین بر محیط زیست. پایان نامه کارشناسی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

Connel J.J. (1990): Control of fish quality. Fishing News Books. London,England 227 pp.

Gardner G.R, Yevich P.P. (1970): Histological and haematological responses of an estuarine teleost to cadmium. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 27, 2185-2196

Heath A.G. (1987): Water pollution and fish physiology. (2nd ed). CRC. Press.Boston, USA. 245 PP.

Hansen J.C., Danscher G. (1997): Organic mercury: an environmental threat to the health of dietary-exposed societies. Revolution of environmental Health. 12 (2): 107-16

Huss H.H. (1988): Fresh fish,quality and qulity changes.FAO.Fisheries series.No: 29.132pp.

Johnsen p., Pars T., Bjerregaard p. (2000): Lead,cadmium,mercury and selenium intake by Greenlanders from local marine food.Science of total Environment.245(1-3): 187-94

Klonts Z.G. (1979): fish health management (Vol 2) University of Idaho, Mascow.Idaho, USA.142PP.

Mello D.J.P.F. (2003). Food safety contaminants and toxins.CAB International publishing. pp.199-215

AL-Yousuf MH., El-shahawi. S.M., Ghais.A.L-. (2000): Trace metals in liver, skin and muscle of Lethrinus ientjan fish species in relation to body length and sex.Science of Total Environment.256(2-3): 87-94

Noga E.J. (2000): Fish disease, diagnosis and treatment. Iowa State University Press, Iowa, USA, 367 p.

Olsson P.E. (1998): Disorders associated with heavy metal pollution.In: Fish diseases and disorders. (Vol2).Noninfectious disorders. Leather land J.F; woo P.T.KN (eds). CAB International publishing. Oxford, England, 386 pp.

Snieszko F.S., Axelrod H.R. (1976): Diseases of fish. CRC Press, Boca Raton, Florida. Inc. USA, 374 p.

Stoskopf M.K. (1993): Fish medicine. WB.saunders co.London, England, 882 p.

Schaeperclaues W. (1992): Fish diseases. (Vol. 1 and 2) A.A. BAlkema, Rotterdam. Netherland, 1398 p.

Van-Duijn J.R.C. (2000): Diseases of fishers. Narendra publishing House, Delhi, India,174 p.

Gopal V.; Paravathy S. and Balasubramanian, P.R. (1997). Effect of heavy metal on the blood protein, Biochemistry of the fish (Cyprinus Caprio) and its use asa bio-indicator of pollution stress. Environmental monitoring and assessment. 48: 117– 124.

Kock G., Triendl M. & Hofer R. (1996). Seasonal patterns of metal accumulation in Arctic char (Salvelinus alpinus) from an oligotrophic Alpine lake related to temperature. Can. J. Fish. Aquat.Sci. 53: 780-78

Carpenter S.R., Caraco N.R.; Correll D.L.; Howarth R.W.; Sharpley A.N.; Smith V.H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. Ecological Applications 8 (3): 559–568.

Ahalya N.; Ramachandra T.V., and Kanamadi R.D. (2003). Biosorption of heavy metals. Journal of Chemistry and Environment. Vol. 7(4).

Alluri H.K., Ronda S.R., Settalluri V.S., Bondili J.S., Suryanarayana V., and Venkateshwar P., (2007). Biosorption: An eco-friendly alternative for heavy metal removal. African Journal of Biotechnology. Vol. 6 (25), pp. 2924-2931.

Chaalal O., and Zekri A.Y. (2005).Uptake of heavy metals by Microorganisms: An experimental approach.Energy Sources.27: 87-100

Hetzer A., Daughney C.J., and Morgan H.W. (2006). Cadmium ion Biosorption by the thermophilic bacteria Geobacillus stearothermophilus and G. thermocatenulatus. Appl. Environ. Microbiol. 72(6): 4020-4027.

Hussein H.; Farag I., Kandeel S., and Moawad, H. (2004). Biosorption of heavy metals from waste water using Pseudomonas sp. Electronic Journal of Biotechnology. Vol. 7, No. 1.

Hussein H., Farag S.; Kandeel K., and Moawad H. (2005). Biosorption of heavy metalsfrom wastewater using Pseudomonas sp. Electronic Journal of Biotechnology.

Leung W.C.; Wong M-F.; Chua H., Lo W.; Yu P.H.F., and Leung C.K. (2000). Removal and recovery of heavy metals by bacteria isolated from activated sludge treating industrial effluents and municipal wastewater. Water Science and Technology. Vol. 14, No. 12, PP. 233-240.

Wang J., and Chen C. (2006). Biosorption of heavy metals by Saccharomyces cerevisiae: A review. Biotechnology Advances 24: 427–451.

بررسی فراوانی و شدت آلودگی‌های انگلی در ماهی کاراس، سیم نما و تیزکولی تالاب انزلی، جنوب غربی دریای خزر، ایران

سیدفخرالدین میرهاشمی نسب [۱*]، جواد دقیق روحی [۱]، محدث قاسمی ۱، سیده مائده میرهاشمی نسب [۲]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، بندر انزلی، ایران

۲- گروه میکروبیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان

Email: mirhashemi_v@yahoo.com

چکیده

این بررسی با هدف شناسایی انگل‌های ۳ گونه از ماهیان غیر بومی و بومی تالاب انزلی شامل: کاراس *Carassius gibelio* (۱۴۰ عدد)، تیزکولی Hemiculter *leucisculus* (۱۳۰ عدد) و سیم نما *Blicca bjoerkna* (۱۲۲ عدد) و تعیین فراوانی و شدت آلودگی‌ها در ماهیان میزبان انجام گرفت. نمونه‌ها بصورت فصلی (از بهار تا زمستان ۱۳۹۸)، از ایستگاههای منتخب در مناطق مرکزی، شرقی و غربی تالاب صید و به آزمایشگاه انگل شناسی پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی منتقل شدند. عملیات زیست سنجی، تعیین جنس و سن و جستجوی انگل‌ها در بخش‌های مختلف ماهیان انجام شد. در نتیجه این تحقیق ۴۳۳۳ عدد انگل از ۲۰ گونه و ۶ رده مختلف شامل: *Ichthyophthirius mutifiliis*، *Trichodina sp.*، *Trichodina perforata*، *Myxobolus musayevi*، *Gyrodactylus kobayashi*، *D. anchoratus*، *Dactylogyrus* sp.، *D. differmis*، *D. sphyrna*، *D.intexpectatus*، *D. formusus*، *Diplostomum paraspathaceum*، *Diplostomum spathaceum*، *Posthodiplostomum cuticola*، *Caryophyllaeus fimbericeps*، *Cysticercus* sp.، *Raphidascaris acus*، *Contraceacum osculatum*، *Pseudocapillaria tomentosa* و Lernea *cyprinacea* در ماهیان مورد مطالعه جداسازی و شناسایی شد. در بین رده‌های مختلف انگلی، بیشترین و کمترین درصد فراوانی به ترتیب به ترماتودهای مونوژن (۴۱/۹۴ درصد) و سستودها (۶/۴۵ درصد) تعلق داشت.۶۴/۵۲ درصد از این انگل‌ها، جزو انگل‌های خارجی پوست و آبشش و ۳۵/۴۸ درصد، انگل‌های داخلی بودند. بر اساس آزمون مربع کای و کروسکال والیس بین آلودگی‌های مختلف با گونه، جنس و سن ماهیان میزبان و همچنین با فصول و ایستگاههای مختلف نمونه برداری در مواردی اختلاف معنی دار آماری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$).

واژگان کلیدی: **آلودگی انگلی، ماهیان، تالاب انزلی**

Parasitic occurrences in *Carassius gibelio*, *Hemiculter leucisculus* and *Blicca bjoerkna* in Anzali Wetland, southwest of the Caspian Sea, Iran

Seyed Fakhraddin Mirhasheminasab[1*]; Javad Daghigh Roohi[1]; Mohaddes Ghasemi[1]; Seyedeh Maedeh Mirhasheminasab[2]

1-Inland waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran
2-Department of Microbiology, Islamic Azad University of Lahijan

Email: mirhashemi_v@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to identify parasitic infections in three species of non-native and native fish of Anzali Wetland, including: *Carasius gibelio* (N =140), *Hemiculter leucisculus* (N = 130) and *Blicca bjoerkna* (N = 122). The parasite prevalences were determined in host fishes. The samples were caught seasonally (from spring to winter 2019) from selected stations in the central, eastern and western regions of the wetland and transferred to the parasitology laboratory of the Inland Waters Aquaculture Research Center. Biometric operations were performed to determine the sex and age of specimens and also search for parasites in different parts of the fish. As a result of this study, 4333 parasites from 20 species and 6 different categories were isolated and identified in the studied fish, including: *Ichthyophthirius mutifiliis*, *Trichodina* sp., *Trichodina perforate*, *Myxobolus musayevi*, *Gyrodactylus kobayashi*, *D. anchoratus*, *Dactylogyrus* sp., *D. difformis*, *D. Sphyrna*, *D.intexpectatus*, *D. formusus*, *Diplostomum, paraspathaceum*, *Diplostomum spathaceum*, *Posthodiplostomum cuticola*, *Caryophyllaeus fimbericeps*, *Cysticercus* sp., *Raphidascaris acus*, *Contraceacum osculatum*, *Pseudocapillaria tomentosa* and *Lernea cyprinacea* Among different parasitic classes, the highest and lowest prevalences belonged to monogenic trematodes (41.94%) and cestodes (6.45%), respectively. 64.52% of these infections were external parasites of skin and gill and 35.48% were internal parasites. Based on Chi-square and Kruskal-Wallis square test, there was a statistically significant difference between different infections with species, sex and age of host fish and also with different seasons and sampling stations ($p<0.05$).

Keywords: Parasitic infections, fish, Anzali Wetland

بررسی و شناسایی انگل‌های کرمی در ۳ گونه از ماهیان بومی و غیر بومی تالاب انزلی

سیدفخرالدین میرهاشمی نسب [۱*]؛ جواد دقیق روحی [۱]؛ منیره فئید [۱]؛ سیده مائده میرهاشمی نسب [۲]

۱-پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، بندر انزلی،
۲-دانشجوی رشته میکروبیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان
Email: mirhashemi_v@yahoo.com

چکیده

در این بررسی (بهار تا زمستان ۱۳۹۸)، عفونت‌های انگلی در ۳ گونه از ماهیان بومی و غیر بومی ساکن تالاب انزلی شامل مروارید معمولی *Alburnus hohenackeri* (۶۰ عدد)، آمور نما *Pseudorasbora parva*(۵۲ عدد) و مخرج لوله‌ای *Rhodeus amarus* (۵۲ عدد)، مورد مطالعه قرار گرفت. با استفاده از مکان یاب ماهواره‌ای (GPS)، تعداد سه ایستگاه نمونه برداری در بخش‌های شرقی، مرکزی و غربی تالاب انزلی انتخاب و نمونه‌ها با استفاده از دام گوشگیر (Gill net) ۷۰- ۵۰ میلی متری و تله مخروطی (Fyke net) از مناطق منتخب صید و به صورت زنده به پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی بندرانزلی منتقل شدند. در آزمایشگاه انگل شناسی، پس از زیست سنجی، تعیین سن و جنس، بخشهای مختلف بدن بررسی و انگل‌های مشاهده شده با استفاده از کلیدهای تشخیصی معتبر شناسایی شدند. در نتیجه این مطالعه، ۹ گونه انگل کرمی شامل: *Gyrodactylus sp.*، *Dactylogyrus sphyrna*، *Dactylogyrus sp.*، *Ligula intestinalis*، *Diplostomum paraspathaceum*، *Diplostomum spathaceum*، *Diplostomum sp.*، *Posthodiplostomum cuticola* و *Rhabdochona denudata* در ماهیان میزبان مشاهده و جداسازی شد. بیشترین فراوانی آلودگی به ترماتودها (در تمام گونه‌های مورد مطالعه) و کمترین به سستود (فقط در مروارید معمولی) تعلق داشت. بر اساس آزمونهای آماری (کای دو و کروسکال والیس)، اختلاف معنی داری بین آلودگی‌های مختلف و پارامترهای جنس، سن، وزن و طول ماهیان میزبان و همچنین فصل و ایستگاههای مختلف نمونه برداری وجود داشت ($p<0/05$).

واژگان کلیدی: تالاب انزلی، ماهیان، آلودگی انگلی

Worm parasite occurrence in three native and non-native fish species from Anzali Wetland, northwest Iran

Seyed Fakhraddin Mirhasheminasab[1*]; Javad Daghigh Roohi[1]; Monire Faeed[1]; Seyedeh Maedeh Mirhasheminasab[2]

1- Inland waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Anzali, Iran.
2- Student of Microbiology, Islamic Azad University of Lahijan, Iran.

Email: mirhashemi_v@yahoo.com

Abstract

In this study (spring to winter 2019), parasitic infections were examined in three native and non-native fish species living in Anzali Wetland, including *Alburnus hohenackeri* (N = 60), *Pseudorasbora parva* (N= 52) and *Rhodeus amarus* (N = 52). Via satellite location locator (GPS), 3 sampling stations in the eastern, central and western parts of Anzali Wetland were selected and samples using Gill net (50-70 mm) and Fyke net Were catught from selected stations and transferred live to the Inlandwater Aquaculture Institute in Bandar Anzali, Iran. In the parasitology laboratory, after bioassay, determination of age and sex, different parts of the specimens body were examined and the observed parasites were identified using recognized diagnostic keys. In this study, 9 species of parasitic worms including: Gyrodactylus sp., *Dactylogyrus sphyrna*, *Dactylogyrus* sp., *Ligula intestinalis*, *Diplostomum paraspathaceum*, *Diplostomum spathaceum*, *Diplostomum* sp. *Posthodiplostomum cuticola* and *Rhabdochona denudata* were observed and isolated from host fish. The highest prevalence of infection belonged to trematodes (in all studied species) and the lowest to cestodes (only in *A. hohenackeri*). Based on statistical tests (Chi-square and Kruskal-Wallis), there was a significant difference between different infections and parameters such as sex, age, weight and length of host fish as well as different seasons and sampling stations ($p < 0.05$).

Keywords: Anzali Wetland, fish, parasitic infection

دوشکلی جنسی *Iranocechla persa* در چشمه خورگو، حوضه هرمزگان با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی

عطا مولودی صالح [1*]؛ سهیل ایگدری [1]؛ هادی پورباقر [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

Email: atta_mouludi@yahoo.com

چکیده

این مطالعه به‌منظور بررسی دوریختی جنسی گونه *Iranocechla persa* در چشمه خورگو، حوضه آبریز هرمزگان به اجرا درآمد. بدین منظور تعداد ۲۷ قطعه (۱۰ قطعه نر و ۱۷ قطعه ماده) با استفاده از ساچوک صید و پس از تثبیت در فرمالین بافری به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه با استفاده از دوربین دیجیتال از نمای جانبی چپ آن‌ها عکس برداری شد و تعداد ۱۵ نقطه لندمارک با استفاده از نرم افزار tpsDig2 تعریف و رقومی‌سازی شد. داده‌های حاصل پس از آنالیز پروکراست به‌منظور بیان تفاوت‌های ریختی بین دو جنس با استفاده از تحلیل تشخیص تابع تحلیلی (Discriminant Function Analysis) براساس ارزش p حاصل از T-test هتلینگ مورد تحلیل قرار گرفتند. نتایج تفاوت معنی‌داری به لحاظ عمق بدن، اندازه و طول ساقه دمی بین دو جنس مورد مطالعه نشان داد ($p < ۰/۰۵$).

واژگان کلیدی: *Iranocechla persa*، چشمه خورگو، تشخیص تابع تحلیلی، عمق بدن.

Sexual dimorphism of *Iranocechla persa* from Khorgo spring, Hormozgan basin using geometric morphometric methods

Atta Mouludi-Saleh[1*]; Soheil Eagderi[1]; Hadi Poorbagher[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email: atta_mouludi@yahoo.com

Abstract

This study was conducted to investigate the sexual dimorphism of *Iranocechla persa* in the Khorgo Spring, Hormozgan basin. For this purpose, a total of 27 specimens (10 males and 17 females) were collected using hand net and after fixation in the buffered formalin, transferred to the laboratory. In the lab, their left sides were photographed using a digital camera and 15 landmark points were defined and digitized using tpsDig2 software. The obtained data after Procrustes analysis were analyzed to reveal morphological differences between the two sexes using discriminant function analysis (DFA) based on the P-value obtained from the Hoteling t-test. The results showed a significant difference in terms of body depth, head size and caudal peduncle length between the two sexes (P<0.05).

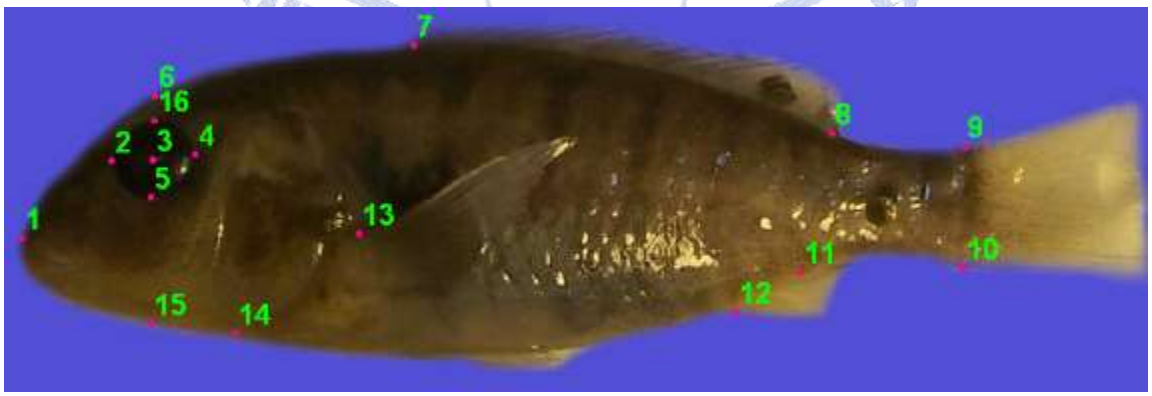
Keywords: ***Iranocechla persa*, Khorgo spring, Discriminant function analysis, Body depth.**

مقدمه

خانواده سیکلیدماهیان (Cichlidae) از بزرگترین خانواده ماهیان با حدود ۱۷۰۳ گونه است. اعضای این خانواده دارای پراکنش وسیعی در آمریکای جنوبی، تگزاس، هند، آفریقا، ماداگاسکار، سوریه، فلسطین، ایران و سریلانکا می‌باشند (Eschmeyer and Fong 2017). جنس *Iranocechla* برای اولین بار از بخش‌های جنوبی ایران توسط Behnke (۱۹۷۵) مطرح شد. بر اساس فهرست گونه‌ای ماهیان آب‌های داخلی ایران تعداد سه گونه از این جنس شامل *Iranocichla hormuzensis* (پراکنش در رودخانه مهران)، *Iranocichla* sp. (حوضه رودخانه کر) و *I. persa* (پراکنش در رودخانه‌های شور، حسن لنگی و میناب) گزارش شده است (Esmaeili et al. 2018). در بررسی Esmaeili و همکارن، ۲۰۱۶ گونه چشمه خورگو را تحت عنوان *I. persa* بیان کرده‌اند. گونه *I. persa* به واسطه صفاتی از جمله نارنجی روشن بودن قسمت شمکی و پایین سر و لکه‌های سفید شفاف با نوارهای موجی شکل یا نوارهایی تیره روی باله دمی از گونه *I. hormuzensis* قابل تشخیص می‌باشد (Esmaeili *et al*. 2016). با توجه به اهمیت حفاظتی گونه *I. persa* و عدم وجود اطلاعات کافی در رابطه با این گونه و توانایی روش ریخت‌سنجی هندسی در بیان تفاوت‌های ریختی، این مطالعه به منظور بررسی دو شکلی جنسی در ریخت گونه *I. persa* از چشمه خورگو (حوضه هرمزگان) با استفاده از روش ریخت‌سنجی هندسی لندمارک پایه به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی دوشکلی جنسی گونه *I. persa* تعداد ۲۷ قطعه (۱۰ قطعه نر و ۱۷ قطعه ماده) از چشمه خورگو حوضه هرمزگان با استفاده از ساچوک صید شدند. نمونه‌ها پس از صید و بی هوشی در فرمالین بافری ۱۰ درصد تثبیت و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه با استفاده از دوربین دیجیتالی از نمای جانبی (سمت چپ) نمونه‌ها عکسبرداری شد و تعداد ۱۵ نقطه لندمارک (شکل ۱) با استفاده از نرم‌افزار tpsDig2 تعریف و رقومی‌سازی شد. داده‌های لندمارک استخراج شده پس از آنالیز پروکراست به‌منظور بیان تفاوت‌های ریختی بین دو جنس با استفاده از تحلیل تشخیص تابع تحلیلی (Discriminant Function Analysis) براساس ارزش P حاصل از T-test هتلینگ در در نرم‌افزار PAST v 2.17b (Hammer *et al*., 2001) مورد تحلیل قرار گرفتند. مصورسازی تغییرات شکل بدن میانگین جمعیت‌های نر و ماده از شکل میانگین کل (Consensus configuration) در نرم‌افزار MorphoJ (Klingenberg, 1998) با استفاده از نمودار Wireframe انجام شد.

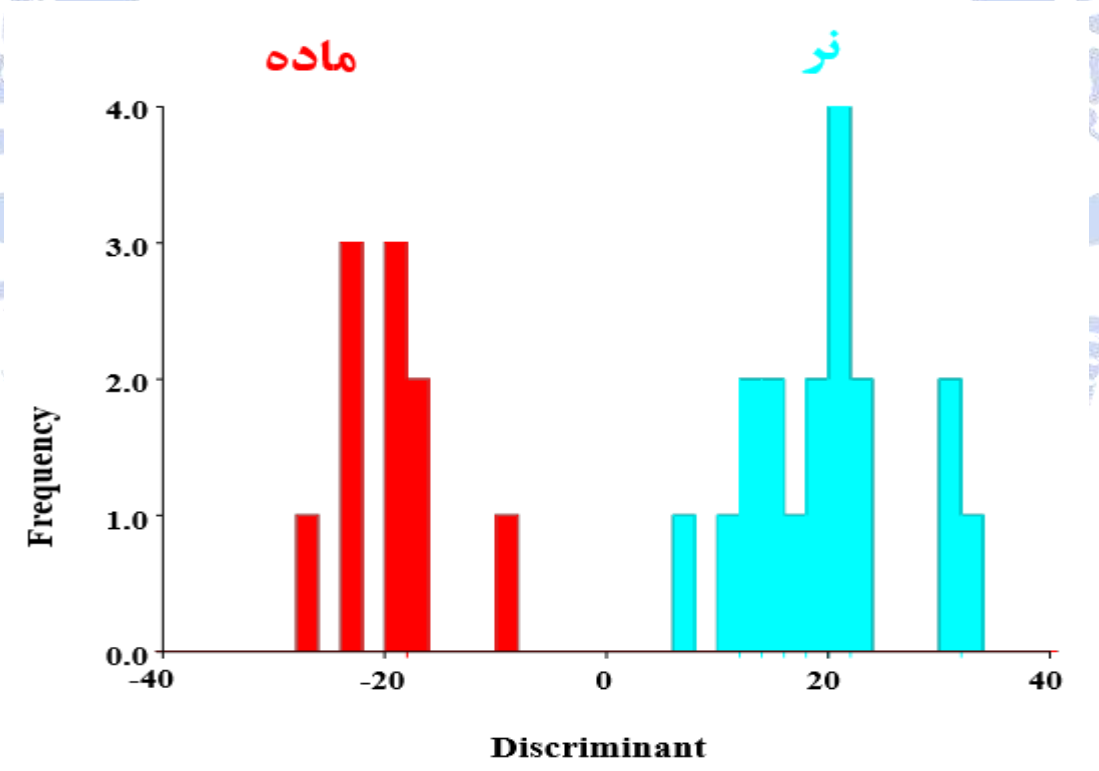


شکل ۱: لندمارک‌های تعریف شده برروی بدن گونه *I. persa* برای استخراج داده‌های شکل بدن. ۱- ابتدایی‌ترین بخش پوزه در قسمت فک بالا (نوک پوزه)، ۲- انتهایی‌ترین نقطه چشم (سمت چپ)، ۳- مرکز چشم، ۴- انتهایی‌ترین نقطه چشم (سمت راست)، ۵- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در بالای سر، ۶- انتهایی‌ترین نقطه چشم از پایین، ۷- ابتدای قاعده باله پشتی، ۸-

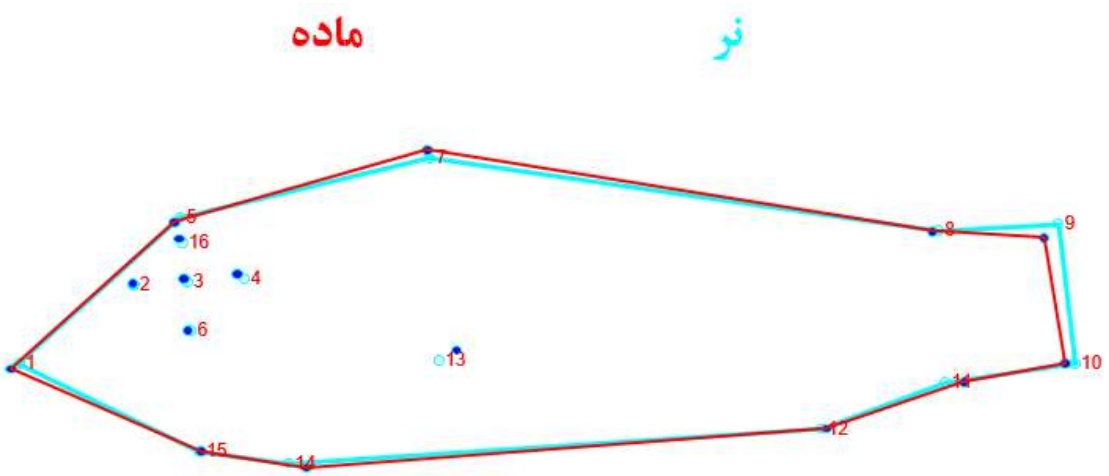
انتهای قاعده باله پشتی، ۹- حداکثر تورفتگی ساقه دمی در بالای ساقه دمی، ۱۰ - حداکثر تورفتگی ساقه دمی در محل پایین ساقه دمی، ۱۱- انتهای قاعده باله مخرجی، ۱۲- ابتدای قاعده باله مخرجی، ۱۳- قاعده بالای باله سینه‌ای، ۱۴- انتهایی‌ترین قسمت سرپوش آبششی در جلوی بدن و ۱۵- امتداد خط عمود بر مرکز چشم در پایین بدن.

نتایج

بر اساس نتایج تشخیصی تابع تحلیلی (DFA) و T-test هتلینگ، شکل بدن دو جنس نر و ماده گونه *I. persa* دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر می‌باشند ($P<۰/۰۵$) (شکل ۲). مقادیر ماهالانوبیس و پروکراست به‌عنوان درجه تمایز شکل بدن بین دو جنس نر و ماده به ترتیب ۶/۲۹ و ۰/۰۱۹۲ به دست آمد. نتایج نمودار قاب سیمی براساس الگوهای جابجایی لندمارک‌ها نشان داد که جنس ماده دارای عمق بدن بیشتر، اندازه سر تا حدودی بزرگتر و طول ساقه دمی کوتاهتر نسبت به جنس نر هستند (شکل ۳).



شکل ۲: نمودار آنالیز DFA شکل بدن جنس‌های نر و ماده گونه *I. persa*



شکل ۳: مقایسه میانگین شکل بدن جنس‌های نر و ماده گونه *I. persa* با استفاده از شبکه تغییر شکل.

بحث

روش ریخت‌سنجی هندسی به عنوان ابزار قدرتمند آماری در بیان تفاوت‌های ریختی به صورت شماتیک در مطالعات بین و درون گونه‌ای پیشنهاد شده است (Alberch *et al*. 1979). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که دو جنس نر و ماده گونه *I. persa* به‌واسطه صفاتی از جمله عمق بدن بیشتر، اندازه سر بزرگتر و طول ساقه دمی بیشتر یکدیگر قابل تفکیک می‌باشند. در مطالعه مشابه گنجعلی و اسماعیلی (۱۳۹۵) روی نسبت و دوشکلی جنسی در ماهی سیکلید هرمزی *Iranocichla hormuzensis* در رودخانه مهران تعداد ۲۳ صفت ریخت‌سنجی را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که گونه دو جنس نر و ماده در صفات طول سر، قطر چشم و فاصلهٔ پشت چشم و ویژگی‌های ریخت‌سنجی نسبی نسبت به طول سر و طول استاندارد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند. از طرفی آنالیز تابع ممیزه نیز اختلافات ریختی بین دو جنس نر و ماده را تأیید کرد. مطالعات فرایند انتخاب طبیعی در نتیجه تأثیر روی صفات تولیدمثلی و انتخاب جنسیتی را عامل تفکیک ریختی دو جنس نر و ماده عنوان کرده‌اند (Reeve and Fairbairn, 1999; Hood, 2000). به‌عنوان یک نتیجه گیری کلی می‌توان چنان بیان کرد که ریخت‌سنجی هندسی به عنوان یک ابزارکارآمد تفکیک ریختی دو جنس نر و ماده گونه *I. persa* را تأیید کرد.

منابع

گنجعلی، ز. و اسماعیلی. ح. ۱۳۹۵. نسبت و دو شکلی جنسی در ماهی سیکلید هرمزی *Iranocichla hormuzensis* Coad, 1982 (سوف ماهی شکلان، سیکلیده). چهارمین کنفرانس ماهی‌شناسی ایران. ۳۰-۳۱ تیرماه. دانشگاه فردوسی مشهد.

Alberch P., Gould S.J., Oster G.F., Wake D.B. (1979). Size and shape in ontogeny and phylogeny. Paleobiology, 5(3): 296-317.

Behnke R.J. (1975). Fishes from the qanats of Iran. In: 55th Annual Meeting, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Williamsburg, Virginia, 8-14 June 1975, 75.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Seehausen O. (2016). *Iranocichla persa*, a new cichlid species from southern Iran (Teleostei, Cichlidae). ZooKeys, 636: 141-161.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4(4): 1-9.

Hood C. (2000). Geometric morphometric approaches to the study of sexual size dimorphism in mammals. Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy, 11(1): 77-90.

Klingenberg C.P. (1998). Heterochrony and allometry: the analysis of evolutionary change in ontogeny. Biological Reviews, 73(1): 79-123.

Reeve J.P., Fairbairn D.J. (1999). Change in sexual size dimorphism as a correlated response to selection on fecundity. Heredity, 83: 697- 706.

مروری بر فیزیولوژی و بیولوژی قزل آلای رنگین کمان

احمد محمدی یل سویی [۱]، محمد فروهر واجارگاه [۲*]، عبدالمجید حاجی مرادلو [۱]

۱- گروه تکثیر و پرورش، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

چکیده

قزل آلای رنگین کمان از لحاظ ظاهری دارای بدنی کشیده و باله‌های توسعه یافته‌است که تعداد آن‌ها ۷ عدد می‌باشد. این ماهی دهان بزرگی دارد که هنگام صید طعمه به علت آزاد بودن استخوان فکی تا حد زیادی باز شده و طعمه‌های بزرگ را شکار می‌کند. رنگ بدن آن در رودخانه‌های مختلف تغییر می‌کند و پراکنش این ماهی در ایران در حوضه دریای کاسپین، رودخانه‌های دجله، کارون، تجن و دریاچه نمک می‌باشد. به‌طور کلی قزل آلای رنگین کمان متعلق به آب‌های سرد و شفاف، بستر سنگی، سنگلاخی و شنی است که در فصل بهار یا پاییز تخم ریزی می‌کنند و تخمک‌ها و اسپرم‌ها آزادند و در آب رها شده و لقاح در آنجا صورت می‌گیرد.

واژگان کلیدی: آزاد ماهیان، ماهیان سردآبی، ریخت شناسی

A review of the physiology and biology of rainbow trout

Ahmad Mohamadi Yalsuyi[1]; Mohammad Forouhar Vajargah[2*]; Abdolmajid Hajimoradloo[1]

1- Department of Reproduction, Faculty of Fisheries and Environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht

Email: mohammad.forouhar@yahoo.com

Abstract

Rainbow trout have an elongated body and developed fins, 7 in number. This fish has a large mouth that opens wide when it catches prey due to the free jawbone and preys on large prey. Its body color changes in different rivers and the distribution of this fish in Iran is in the Caspian Sea basin, Tigris, Karun, Tajan rivers and salt lake. In general, rainbow trout belongs to cold and clear waters, rocky bedrock, rocky and sandy, which spawn in spring or autumn, and eggs and sperm are free and released into the water and fertilization takes place there.

Keywords: Salmonidae, Cold-water fish, Morphology

مقدمه

آزاد ماهیان Salmonidae از مهمترین گونه‌های پرورشی ماهیان در سراسر دنیا می‌باشند و پرورش آنها قرن‌ها است که در جوامع مختلف در حال انجام است. از میان این خانواده، ماهی قزل آلای رنگین کمان، بومی شمال آمریکا، از اهمیت و ارزش زیادی از نظر کیفیت گوشت، تکثیر و پرورش آسان و همچنین صید ورزشی برخوردار می‌باشد. این گونه در رودخانه تخم‌ریزی کرده و بعنوان گونه بنتوفیل در نظر گرفته می‌شود. بهبود کیفیت مواد تناسلی مولدین و کنترل تولیدمثل آن می‌تواند ما را در دستیابی به تقاضای روز افزون و در حال رشد آبزی پروری در جهان کمک کند و یکی از عوامل مهم در لقاح، کیفیت اووسیتهای استحصالی از مولدین است (Lee & Donaldson., 2001).

ریخت شناسی

از لحاظ ظاهری دارای بدنی کشیده و باله‌های توسعه یافته‌است که تعداد آن‌ها ۷ عدد می‌باشد و شامل دو باله سینه‌ای، دو باله شکمی، یک باله مخرجی و دو باله پشتی است. یکی از باله‌های پشتی بالای بدن و در وسط قرار دارد و دارای شعاع می‌باشد. باله پشتی دیگر کوچک و بدون شعاع و بر روی ساقه دمی قرار داشته که به نام بالچه چربی معروف است که مشخصه اصلی کلیه آزاد ماهیان می‌باشد.

قزل آلای رنگین کمان دهان بزرگی دارد که هنگام صید طعمه به علت آزاد بودن استخوان فکی تا حد زیادی باز شده و طعمه‌های بزرگ را شکار می‌کند. رنگ اصلی سر و حاشیه بدن ماهی به رنگ زرد روشن است که در بالای خط جانبی لکه‌های تیره فراوانی دیده می‌شود. رنگ بدنان در رودخانه‌های مختلف تغییر می‌کند و در رودخانه‌هایی که در سایه واقع شده‌است بسیار تیره می‌گردد. طول این ماهی به ۴۰ سانتی متر و وزنان به ۱،۳ کیلو گرم می‌رسد. این ماهی دارای ۶۳-۶۱ مهره، ۱۹ خار آبششی، ۴۸ عدد زوائد باب‌المعده‌ای است. همچنین مانند بیشتر قرل‌آلاها دندان‌های تیزی دارد که بر روی استخوان خیش در سقف دهان قرار گرفته‌اند.(Sattari *et al.*, 2002)

زیستگاه

ماهیان که در میانگین حرارتی ۷ تا ۱۷ درجه سانتیگراد به خوبی رشد می‌کنند را تحت عنوان ماهیان سرد آبی شناسایی می‌نمایند. زیستگاه اصلی آن از رودخانه کاسکوکوئیم در آلاسکا شروع شده و به سمت جنوب ادامه یافته و به منطقه باها در کالیفرنیا می‌رسد. پراکنش این ماهی در ایران در حوزه دریای خزر، رودخانه‌های دجله، کارون، تجن و دریاچه نمک می‌باشد. به‌طور کلی قزل آلای رنگین کمان متعلق به آب‌های سرد و شفاف، بستر سنگی، سنگلاخی و شنی است. این ماهی در شرایط طبیعی در رودخانه‌ها و دریاچه‌های سرد و خنک زیست می‌کند. (Morten T. Limborg 2011)

تولید مثل

جنس نر و ماده قزل آلای رنگین کمان از لحاظ ظاهری شبیه به هم می‌باشند. در فصل تولید مثل با بلوغ جنسی، رنگ نرها غلیظتر و تغییرات قابل ملاحظه‌ای در نرها ایجاد می‌شود در خارج از فصل تخم ریزی غدد جنس کاملاً کوچک هستند و فقط با نزدیک شدن فصل تولید مثل بزرگ شده و کیسه مواد تخم و اسپرم را به وجود می‌آورد. در فصل بهار یا پاییز تخم ریزی می‌کنند و تخمک‌ها و اسپرم‌ها آزادند و در آب رها شده و لقاح در آنجا صورت می‌گیرد و تخم شفاف که کمی از آب سنگینتر بوده و قدری چسبناک هستند تا توانند به سنگها و گیاهان متصل شوند را به وجود می‌آورند. (Lee & Donaldson, 2001).

رفتار تغذیه‌ای در قزل آلا

فر آیندهای تنظیم کننده اشتها در ماهی نظیر مهره داران است. حداقل دو مکانیسم تنظیم کننده وجود دارد که یکی پاسخ کوتاه مدت به انبساط معده و دیگری پاسخ بلند مدت به مواد قندی در سیستم گردش خون است. در فاصله بین نوبتهای غذادهی گیرنده‌های مرتبط با مغز که در دیواره معده و یا قسمت جلویی دستگاه گوارش قرار دارند، همراه با تغذیه میزان انبساط یا درجه پر بودن معده را گزارش کنند. وقتی کل معده یا بخشی از آن پر می‌شود ماکز سیری ناحیه هیپوتالاموس مغز به اطلاعات دریافت شده پاسخ داده و در نتیجه فعالیت تغذیه‌ای کاهش می‌یابد و یا متوقف می‌شود.

تا زمانی که معده خالی نشده و قسمت اعظم محتویات آن وارد روده نشده نشده باشد ادامه فعالیت تغذیه‌ای شروع خواهد شد. در این زمان کنترل مراکز تغذیه (کنترل سیری و گرسنگی) در هیپوتالاموس مغز، جایی که اطلاعات را از منابع مختلف دریافت می‌کند اشتهای ماهی را تحریک می‌کند و به دنبال آن رفتار تغذیه‌ای و جستجوی ماهی برای غذا آغاز می‌شود. همچنین مشخص شده که تغییر سطوح موتد مغذی مانند گلوکز، اسیدهای چرب، گلیسرول و آمینو اسیدهای جذب شده از دستگاه گوارش که در جریان خون در حال گردش است از طریق گیرنده‌هایی در مغز و کبد ثبت می‌شود. هر چند در این خصوص مدل‌های متعددی پیشنهاد شده ولی هنوز مکانیسم‌های فیزیولوژیکی تنظیم کننده مصرف غذا در ماهی کاملاً شناخته نشده است.

ارزش ماهی قزل آلا از جهات مختلف در جامعه علمی و عمومی چیست؟

ارزش ماهی قزل آلا از لحاظ تغذیه‌ای، تحقیقاتی، پرورشی و بسیاری از موارد می‌شود. بنابراین ارزش ماهی قزل آلا تنها به عنوان یک ماهی مغذی نیست. زیرا ارزش ماهی قزل آلا در بسیاری از زمینه‌ها که در این مقاله آورده می‌شود است.

قزل آلا رنگین کمان بومی آمریکای شمالی از آلاسکا تا مکزیک است. با طیف گسترده‌ای از محیط‌ها و شرایط دامپروری سازگار است. بنابراین تقریباً به بیشتر نقاط جهان رفته و پروش داده می‌شود. معرفی‌های موفق در قاره‌های آمریکا، آسیا، آفریقا، استرالیا، اروپا داشته است. قزل آلا رنگین کمان توسط دولت‌های ملی و منطقه‌ای و توسط تولید کنندگان خصوصی و تجاری پرورش داده می‌شود. بر این اساس، تقریباً در سراسر جهان در دسترس است.

ارزش آزمایشی بالا و جایگزیین گونه‌های در حال انقراض

مهم‌ترین مزیت استفاده از قزل آلای رنگین کمان به عنوان یک نمونه آزمایشگاهی یا به عنوان یک جانشین برای گونه‌های دیگر سالمونید است. چندین دلیل خوب توجیه شده که مهم‌ترین آن‌ها بدون شک این است که تخم وبچه ماهی به طور گسترده در طول سال در دسترس است. بنابراین تحقیقات به صورت فصلی محدود نمی‌شوند. دلیل دوم مهم این است که ماهی قزل آلا رنگین کمان اغلب به اندازه کافی به عنوان یک حیوان تحقیقاتی برای گونه‌های در حال انقراض و با ارزش‌تر عمل می‌کند. از جمله گونه‌های مهم و ارزشمند ماهیان سردآبی قزل آلای دریاچه*Sulwelinus namycush* ، ماهی قزل آلا اقیانوس اطلس و ماهی قزل آلا چینیو *Oncorhynchcrs tshuwytscha* است که از اولویت بالایی برخوردار است. در نتیجه، ارزش مقایسه این گونه‌ها بسیار عالی است و در دسترس بودن آنها محدود است. مایمونولوژی، میکروبیولوژی، انگل شناسی، تغذیه، فیزیولوژی و ویروس شناسی از جمله تحقیات بر روی این گونه‌ها می‌باشد. اطلاعات در مورد ارزیابی رشد، بقا، تبدیل خوراک، مقاومت به بیماری، تحمل به آبهای اسیدی یا قلیایی، سن بلوغ، دوره تخم ریزی، باروری تخم، تحمل حمل و نقل و سایر ویژگیهای ارزش در دامداری از زمینه‌های های تحقیقاتی و آزمایشگاهی هستند.

منابع

Lee C. S., and Donaldson, E. M. (2001). General discussion on "Reproductive biotechnology in finfish aquaculture. Aquaculture, 197: 303-320.

Morten T. Limborg, National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark
Sattari M., Shahsouni D., Shabanipour N. and Shafiee S. (2002). Ichthyology (1): Anatomy and physiology. Naghsh Mehr Publication, 659p.

بررسی میزان هم آوری ماهی تیزکولی *Hemiculter leucisculus* در تالاب انزلی

مهدی مرادی چافی*؛ کیوان عباسی؛ علیرضا میرزاجانی؛ یعقوبعلی زحمتکش؛ مرتضی نیک پور؛ اکبر پورغلامی مقدم؛ فرشاد ماهی صفت؛ رضا محمدی دوست و محدثه احمدنژاد

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندر انزلی، ایران

*Email: moradichafi@yahoo.com

چکیده

این مطالعه در را ستای پروژه برر سی و ضعیت تولیدمثلی ماهیان تیزکولی تالاب انزلی صورت گرفت و جهت تعیین هم آوری، برداشت ماهیان ماده صید شده با تور گوشگیر و دستگاه صید الکتریکی در تالاب که در مراحل بلوغ تا قبل از تخم ریزی قرار داشتند، از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۵ انجام شد. وزن بدن ماهیان تیزکولی ماده (۳۴ عدد) از ۱۴/۶۳ تا ۱۱۲/۳۵ و با میانگین ۲۳/۴۲ ± ۴۲/۴۷ گرم، طول کل آن‌ها از ۱۱۷/۵ تا ۲۰۸ با میانگین ۲۴/۵۲ ± ۱۶۱/۷۵ میلی متر و سن نمونه‌ها از ۳ تا ۸ سال متغیر بود. وزن گناد ماهیان ماده ۱/۹۹ تا ۱۳/۷۹ و با میانگین ۳/۲۷ ± ۶/۲۶ گرم تعیین شد. میزان هم آوری مطلق از ۸۷۳۸ تا ۶۸۶۹۴ با میانگین ۱۷۵۴۴/۹۲ ± ۳۲۹۲۲/۰۵ عدد تخم و هم آوری نسبی از ۳۲۴/۱۱ تا ۱۲۹۴/۵۹ با میانگین ۲۵۰/۷۵ ± ۷۹۸/۶۶ عدد به ازای هرگرم وزن بدن ماهی به دست آمد. ارتباط قوی‌تری بین هم آوری با سن ماهی (۸۳/۴۵ درصد) و پس از آن به ترتیب با وزن و طول ماهیان وجود داشت.

واژگان کلیدی: ماهی تیزکولی، هم آوری، تالاب انزلی، ایران

Study of fecundity in *Hemiculter leucisculus* in Anzali Wetland, northwest of Iran

Mehdi Moradi Chafi*, Keyvan Abbasi; Alireza Mirzajani, Yaghobali Zahmatkesh, Morteza Nikpour, Akbar Pourgholami Moghadm, Farshad Mahisefat, Reza Mohammadi Dust and Mohaddeseh Ahmadnezhad

Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Inland Waters Aquaculture Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

*Email: moradichafi@yahoo.com

Abstract

The study was carried out in a comprehensive project "reproduction status of *Hemiculter leucisculus* in Anzali wetland". Female fish were caught by gillnets and electroshocker from April to March 2016 and specimens with maturity stages of adult to pre-spawning has been selected for fecundity determination. The studied females (n = 34) weight varied between 14.63 and 112.35 with an average of 42.47 ± 23.42 g and total length between 117.5 and 208 with an average of 161.75 ± 24.52 mm and age 3 to 8 years old. Gonad weight was determined 1.99 to 13.79 with an average of 6.26 ± 3.27 g. Absolut fecundity of studied fish was calculated 8738-68694 with an average of 32922.05 ± 17544.92 eggs and relative fecundity 324.11-1294.59 with an average of 798.66 ± 250.75 eggs per body weight in gram. There was a stronger relationship between fecundity with fish age (83.45%) and then with fish weight and length, respectively.

Keywords: ***Hemiculter leucisculus*, Fecundity, Anzali Wetland, Iran**

بافت‌شناسی کلیه و دستگاه تولیدمثلی در کپورماهی دندان دار صوفیه (*Aphanius sophiae*)

مینا معتمدی [1*]؛ فاطمه شمس الدینی مطلق [1]؛ مجید عسکری حصنی [1]؛ آزاد تیموری [1]

۱- گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

Email: m.motamedi@uk.ac.ir

چکیده

در این پژوهش نمونه بالغ گونه کپورماهی دندان‌دار صوفیه (*Aphanius sophiae*) با طول استاندارد ۵ سانتی متر از چشمه ملوس جان از حوضه رودخانه کر جمع‌آوری شدند. نمونه‌ها پس از دو هفته سازگاری جهت مطالعات بافت شناسی استفاده شدند. نمونه کامل ماهی در محلول فرمالین ۱۰٪ تثبیت و پس از انجام مراحل استاندارد آبگیری، شفاف سازی و قالب گیری، برش‌های بافتی طولی و عرضی تهیه و توسط هماتوکسیلین و ائوزین رنگ آمیزی شدند. در ادامه برش‌های بافتی به دست آمده برای ارزیابی بافت شناسی اندام‌های مورد هدف بررسی شدند. در مطالعه بافت شناسی بافت کلیه کپورماهی دندان دار صوفیه بالغ مقاطعی از مجاری نفرون های کلیوی در زمینه‌هایی از بافت خون ساز (هموپوئیتیک) مشاهده شدند که نقش خون سازی را در این ماهیان ایفا می‌کند. این اندام به وسیله فیلتراسیون پلاسمای خون، وظیفه تصفیه و دفع مواد زائد را علاوه بر تولید گلبولهای خونی بر عهده دارد. بیضه در قسمت انتهایی بدن و بالای حفره گوارشی به شکل نواری مشاهده شد که در رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین بسیار بازوفیلیک بوده و به رنگ ارغوانی مشاهده شد. انواع سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتیدها و اسپرماتوزوئیدها در برش‌های بافتی نمونه بالغ ماهی نر دیده شدند.

واژگان کلیدی: Aphaniidae، اطلس بافتی، ماهی گورخری، بافت شناسی

Anatomy and normal histology of the killifish specimens, *Aphanius sophiae*

Mina Motamedi[1*]; Fatemeh Shamsaldini Motlagh[1]; Majid Askari Hesni[1]; Azad Teimori[1]

1-Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman

Email: m.motamedi@uk.ac.ir

Abstract

In this study, adult specimens of tooth-carp (*Aphanius sophiae*) with a standard length of 5 cm were collected from the Melus Jan spring from the Kor river basin. Samples were used for histological studies after two weeks of adaptation. The complete fish sample was preserved in 10% formalin solution and after standard dehydration, clarification and molding, longitudinal and transverse tissue sections were prepared and stained with hematoxylin and eosin. The obtained tissue sections were examined for histological evaluation of the target organs. In the histological study of adult tooth carp's kidney tissue, sections of renal nephrons were observed in areas of hematopoietic tissue that play a hematopoietic role in these fish. By filtering blood plasma, this organ is responsible for purifying and disposing of waste products in addition to producing blood cells. The testis was observed as a strip at the end of the body and above the gastrointestinal tract, which was very basophilic in hematoxylin-eosin staining and was observed as purple. Different types of spermatogonia, spermatids and spermatozoa were seen in tissue sections of adult male fish samples.

Keywords: Aphaniidae, Histological atlas, *Aphanius sophiae*, Histology

مقدمه

بهره‌گیری از مدل‌های مختلف جانوری در تحقیقات زیست شناسی به شناخت دقیق‌تر ساختارهای بدنی و اعمال اندام‌های داخلی بدن موجودات مختلف کمک شایانی می‌کند. به همراه بهره‌گیری از مدل‌های شناخته شده قبلی، شناسایی و شناخت آبزیان به دلیل اندازه کوچک، زمان کوتاه بالغ شدن و مطالعه آسان‌تر ساختارهای مختلف آنان، برای مطالعات زیست‌شناسی و پزشکی بسیار با اهمیت است (Naji *et al.*, 2011).

مطالعه ماهیان از دیدگاه تکاملی، بوم‌شناسی، رفتارشناسی، حفاظت، مدیریت منابع آبی و ارزیابی ذخایر حائز اهمیت است. مطالعات میدانی و آزمایشگاهی در سال‌های اخیر نشان می‌دهد که کپورماهیان دندان‌دار جنس *Aphanius* از تنوع گونه‌ای بالایی در حوضه‌های آبی ایران برخوردار هستند (Yonekura *et al.*, 2018). اعضاء این جنس در آبگیرها و چشمه‌های دارای پوشش علفی، نیزار و جریان آب کم و یا نسبتاً ساکن یافت می‌شوند. این ماهیان دارای پراکنش وسیعی درحوضه های آبریز ساحلی دریای مدیترانه، دریای سرخ، خاورمیانه، دریان عمان و خلیج فارس هستند (Yonekura *et al.*, 2018).

ویژگی‌های شاخص در گونه‌های این جنس شامل موارد زیر است: بدن دارای مقطع بیضوی شکل و ضخیم، روی سر تخت، دهان کوچک و فوقانی، دارای دندان‌های آروارهای سه گوش، حاشیه فک بالایی فقط از استخوان پیش فکی تشکیل شده است و خط جانبی فقط روی سر به شکل واضح دیده می‌شود، باله پشتی در عقب بدن و باله‌های پشتی و مخرجی در نرها معمولاً طویل‌تر از ماده‌ها هستند. ابتدای باله پشتی مقابل ابتدای باله مخرجی قرار گرفته و دارای دو شکلی جنسی در رنگ‌بندی سطح خارجی بدن هستند (Teimori *et al.*, 2016).

گونه‌های جنس *Aphanius* در ایران به لحاظ اکولوژیکی به دو گروه تقسیم بندی می‌شوند. گروه اول متعلق به آب‌های ساحلی (شور و لب‌شور) و شامل ۵ گونه می‌باشد. ماهیان این گروه در حوضه‌های ساحلی خلیج فارس در جنوب ایران از جمله حوضه‌های آبریز هله، هرمزگان و مکران یافت می‌شوند. گروه دوم شامل کپورماهیان دندان دار آب‌های داخلی هستند و تعداد ۱۱ گونه را در بر می‌گیرند. این ماهیان با توجه به اندازه کوچک و قابلیت سازگاری بالا با محیط زندگی، ارزش فراوانی در مطالعات تکاملی و تکوینی دارند (Yonekura *et al.*, 2018).

از گروه کپورماهیان دندان‌دار شور و لب‌شور می‌توان به گونه کپورماهی دندان دار هرمز *Aphanius hormuzensis* اشاره کرد. در مطالعه قبلی توسط معتمدی و همکاران (۲۰۱۹)، اطلس کامل بافت‌شناسی کپورماهی دندان‌دار هرمز به عنوان یک گونه مربوط به گروه شور و لب‌شور ساحلی تهیه و گزارش شد (۵). با این حال، چنین مطالعه‌ای تاکنون برای گونه‌های گروه آب‌های شیرین انجام نشده است. در این پژوهش، ویژگی‌های آناتومیکی و بافت‌شناسی نمونه بالغ کپورماهی دندان‌دار صوفیه به عنوان یک گونه مربوط به آب‌های داخلی ایران مورد مطالعه قرار گرفت.

کپورماهی دندان دار صوفیه دارای حداکثر طول ۵/۸ سانتی‌متر، همه چیز خوار، در نرها رنگ بدن به طور معمول قهوه‌ای روشن با ۱۲-۹ نوار نقره‌ای، اما در بعضی موارد رنگ بدن آبی تیره، باله پشتی در نرها متمایل به آبی با لکه‌های نقره‌ای یا متمایل به آبی به شکل نوارهای عرضی، رنگ ماده‌ها روشن‌تر و معمولاً متمایل به قهوه‌ای همراه با لکه‌های کوچک قهوه‌ای در بدن و یک لکه بزرگ تیره در قاعدهٔ ساقهٔ دمی می‌باشد (شکل ۱).

مواد و روش‌ها

تهیه برش بافتی و رنگ آمیزی هماتوکسیلین – ائوزین

در این مطالعه نمونه‌های گونه *A. sophiae* با استفاده از تور دستی از چشمه آب شیرین ملوس جان در نزدیکی شهر بیضاء (ازحوضه رودخانه کر، در استان فارس جمع‌آوری شدند. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و درون آکواریوم‌هایی به حجم ۴۰ لیتر با هوادهی مناسب و دو بار تغذیه در روز با پلت های غذایی آماده، تا زمان انجام آزمایش نگهداری شدند. پس از تطابق نمونه‌ها با محیط آزمایشگاهی، برای انجام مطالعات بافت‌شناسی، تعداد ۶ عدد ماهی بالغ (۳ نر و ۳ ماده) از کپورماهی دندان‌دار صوفیه با طول استاندارد ۵-۴/۵ سانتی متر انتخاب و با استفاده از عصاره میخک با غلظت ppm ۱۸۰ بیهوش شدند. پس از بیهوشی کامل نمونه‌ها، ابتدا خصوصیات ریخت‌شناسی و ساختارهای بیرونی بررسی شده و سپس توسط استریومیکروسکوپ تصاویر تهیه شد.

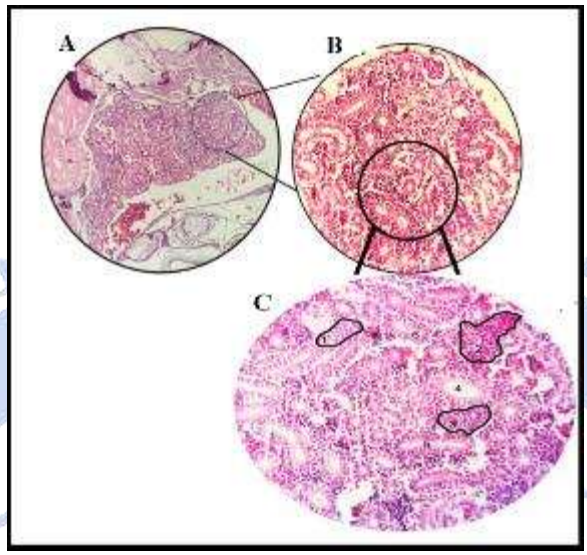
به منظور بررسی بافتی اندام‌های داخلی ماهیان، نمونه‌های مورد مطالعه با رعایت اصول اخلاق زیستی و پس از بیهوشی کامل با عصاره میخک، در فرمالین ۱۰٪ به مدت هفت روز تثبیت شده و سپس با استفاده از دستگاه آماده‌سازی بافت، مراحل آماده‌سازی به ترتیب زیر انجام شد:

در ابتدا آبگیری در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول آبگیری، نمونه‌ها در سری‌های افزایشی اتانول به ترتیب از اتانول ۷۰٪، ۸۰٪، ۹۶٪ و ۱۰۰٪ هر یک دو بار به مدت یک ساعت در هر محلول قرار داده شدند. در مرحله دوم آبگیری نمونه‌ها در دو مرحله به مدت یک ساعت در زایلین قرار داده شدند. در مرحله بعد که مرحله آغشتگی است نمونه‌ها در دو مرحله و هر سری به مدت یک ساعت در پارافین مذاب قرار داده شده و سپس نمونه‌ها درون پارافین مذاب بلوکه شدند. به کمک دستگاه میکروتوم از بلوک‌ها برش‌های بافتی مختلف در جهت‌های طولی، عرضی و میانی با ضخامت پنج میکرومتر تهیه شدند.

برای رنگ آمیزی هماتوکسیلین – ائوزین، ابتدا برش‌های بافتی در دو مرحله پنج دقیقه ایی در محلول زایلین قرار گرفتند، سپس به ترتیب در محلولهای اتانول - زایلین و سپس سری‌های کاهشی اتانول به ترتیب اتانول ۱۰۰٪، ۹۶٪، ۷۰٪ و ۵۰٪ هر یک به مدت یک دقیقه قرار داده شدند. در مرحله بعد، رنگ آمیزی با هماتوکسیلین به مدت دو دقیقه و پس از شستشو با آب جاری با استفاده از رنگ ائوزین به مدت یک دقیقه رنگ آمیزی صورت گرفت. سپس نمونه‌ها در غلظت‌های افزایشی اتانول (۵۰٪، ۷۰٪، ۹۰٪ و ۱۰۰٪) و سپس اتانول- زایلین و در نهایت به مدت پنج دقیقه در زایلین قرار گرفته و با چسب کانادا بالزام روی لام پاتولوژی چسبانده شدند. لام های تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ نوری عکس برداری و مورد مطالعه قرار گرفتند.

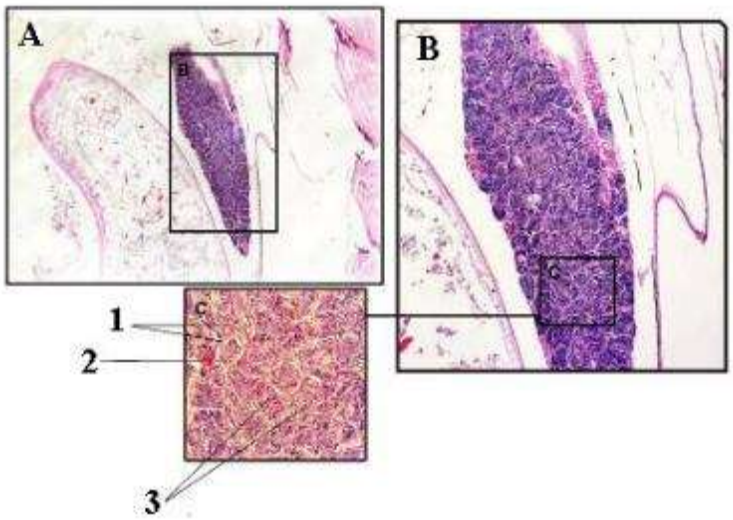
نتایج

در مطالعه بافت‌شناسی بافت کلیه کپورماهی دندان‌دار صوفیه بالغ مقاطعی از مجاری نفرون‌های کلیوی در زمینه‌هایی از بافت خون‌ساز (هموپوئیتیک) مشاهده شدند که نقش خون‌سازی را در این ماهیان ایفا می‌کند. این اندام به وسیله فیلتراسیون پلاسمای خون، وظیفه تصفیه و دفع مواد زائد را علاوه بر تولید گلبول‌های خونی بر عهده دارد (شکل ۱).



شکل ۱: بافت شناسی اندام کلیه در نمونه بالغ کپورماهی دندان‌دار صوفیه. بافت خونساز (هموپوئیتیک) کلیه (۱، ۲ و ۳)، توبول های کلیوی (۴، ۵ و ۶). A (بزرگنمایی 4x)،B (بزرگنمایی 10x)،C (بزرگنمایی 40x).

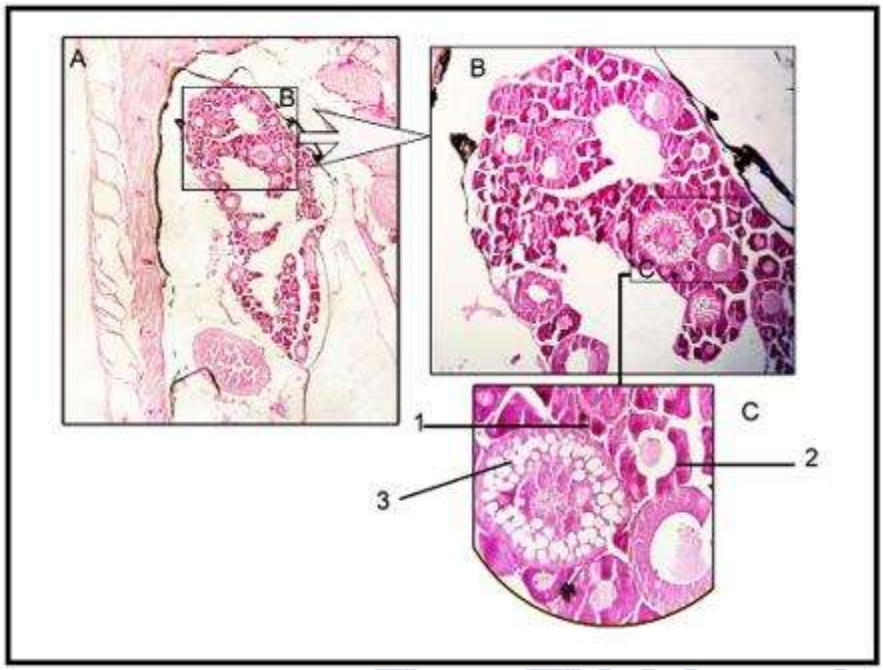
در طی مطالعات بافت شناسی توسط میکروسکوپ نوری بیضه کپورماهی دندان‌دار صوفیه در قسمت انتهایی بدن و بالای حفره گوارشی به شکل نواری مشاهده شد که در رنگ آمیزی با هماتوکسیلین - ائوزین بسیار بازوفیلیک بوده و به رنگ آبی کبود تا ارغوانی مشاهده شد. انواع سلول‌های اسپرماتوگونی، اسپرماتیدها و اسپرماتوزوئیدها در برش‌های بافتی نمونه بالغ ماهی نر دیده شدند (شکل ۲).



شکل ۲: بافت‌شناسی بیضه در نمونه نر بالغ کپورماهی دندان‌دار صوفیه.A: بافت بیضه در بدن ماهی (بزرگنمایی 4x)، B: بافت بیضه (بزرگنمایی 10x)، C: سلولی بافت بیضه (بزرگنمایی 40x)، 1: اسپرماتوگونیا، 2: بافت بینابینی، 3: اسپرماتید بالغ.

تخمدان

در طی مطالعات بافت شناسی بافت تخمدان در جنس ماده بالغ این گونه چرخه‌ایی از مراحل رسیدگی جنسی سلول‌های تخمدان مانند اووگونیوم، اووسیت نابالغ و نارس، اووسیت بالغ و فولیکول بالغ مشاهده شدند که در (شکل ۳) نشان داده شده است.



شکل ۳: ساختار بافتی تخمدان نمونه بالغ *A. sophiae* . ۱: اووگونیوم، ۲: فولیکول‌های نابالغ، ۳: فولیکول رسیده. A (بزرگنمایی 4x)، B (بزرگنمایی 10x)، C (بزرگنمایی 40x).

بحث

استفاده از مدل‌های جانوری در تحقیقات زیست شناسی برای شناخت بهتر مکانیسم‌ها و ساختار وجودی دنیای جانوران سابقه چندین ساله دارد. حیوانات مدل، معمولاً از گونه‌هایی کوچک که طول عمر کوتاهی دارند، انتخاب می‌شوند تا علاوه بر هزینه اندک نگهداری، امکان بررسی ویژگی‌های بیماری در طول چرخه کامل زندگی آنان فراهم باشد. در دنیای آبزیان دو مدل گورخر ماهی (زبرافیش) و Medaka تا چندین سال تنها گونه‌های مورد استفاده برای شناسایی عملکرد داخلی موجودات زنده محسوب می‌شدند (Heidari *et al*., 2014). این دو نوع از آبزیان به خوبی مورد شناسایی قرار گرفته‌اند و ساختارهای آناتومیکی، بافت شناسی، عملکردهای فیزیولوژیکی و ساختار ژنتیکی آنان بخوبی مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفته است. با وجود مطالعات بسیار بر روی مدل‌های معمول، بررسی ساختار گونه‌های دیگر و معرفی آنان به عنوان گونه‌های جدید می‌تواند به بررسی‌های بیولوژیکی و شناخت دقیق ساختارهای بدنی برای مطالعات زیستی، توکسیکولوژی و پزشکی کمک شایانی نماید (Abtahi *et al*., 2004; Movahedinia *et al*., 2018).

تاکنون در مجموع بیش از ۳۸ گونه از این جنس در جهان شناسایی شده است که از این تعداد ۱۵ گونه در ایران یافت می‌شود. از ویژگی‌های مهم گونه‌های ایران این است که از بین ۱۵ گونه تعداد ۱۳ گونه فقط در ایران یافت می‌شود (بومزاد ایران هستند) (Teimori *et al*., 2016).

گونه *A. sophiae* از زیستگاه آب شیرین، در شرایط اکولوژیکی متفاوت نسبت به گونهٔ مطالعه شده قبلی این جنس یعنی ماهی گورخری هرمز از زیستگاه آب شور و لب شور تکوین یافته است، و قطعاً این تفاوت اکولوژیکی بر اندام‌هایی مانند آبشش ها، کلیه و حتی برخی ساختارهای گوارشی که در تنظیم اسمزی نقش دارند، اثرگذار است. نتایج حاصل از این تحقیق به عنوان اولین اطلس بافتی از کپورماهی دندان دار آب‌های داخلی ایران است و همچنین می‌تواند به عنوان یک منبع اطلاعاتی برای مطالعات آینده بر روی جنبه‌های زیستی، آکواریومی، زیستی – پزشکی و دامپزشکی این ماهیان مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Abtahi B, Taghavi H, Usefian M, Fazli H. (2004). Anatomical and histological study of ovary maturity stages of common kilka. Cluponella Delicatula, 63(1):47–58.

Heidari B, Avarjeh S, Taghavi H. (2014). Effects of salinity and temperature on glomeruli of common carp (Cyprinus carpio). Aquatic Physiology and Biotechnology, 2(2):79–95.

Motamedi M, Shamsaldini F, Teimori A, Hesni MA. (2019). Histomicroscopy and normal anatomy of the adult killifish *Aphanius hormuzensis* (Teleostei; Aphaniidae) from the Persian Gulf coastal environment. Microscopy Research and Techique, 82(4):466–80.

Movahedinia A, Rounagh MT, Salamat N. (2018). Comparisonal study on histological structure of kidney in dominant fish species from northwestern regions of the Persian Gulf. Journal of Animal Research, 31(3):332–5.

Naji Z, Mahdvishahri N, Ghassemzadeh F, Shahsavani D, Behnamrassouli M. (2011). Effects of herbicide atrazin on oogenesis in zebrafish (*Danio rerio*). Journal of Cell Tissue, 2(2):147–55.

Yonekura M, Kondoh N, Han C, Toyama Y, Ohba T, Ono K, et al. (2018). Medaka as a model for ECG analysis and the effect of verapamil. J Pharmacol Sci, 137(1):55–60.

Uemura N, Takahashi R. (2018). Medaka Fish Model of Parkinson's Disease. In: Zebrafish, Medaka, and Other Small Fishes. Springer;. p. 235–49.

Teimori A, Mostafavi H, Esmaeili HR. (2016). An update note on diversity and conservation of the endemic fishes in Iranian inland waters. Turkish Journal of Zoology, 40(1):87–102.

تشکیل فلس در کپورماهی دندان دار هرمزی *Aphaniops hormuzensis* در طی ۱۵۶ روز

مینا معتمدی[1*]؛ محمدرضا اسماعیلی[1]، آزاد تیموری[1]

۱- بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

Email: m.motamedi@uk.ac.ir

چکیده

در این مطالعه، الگوهای شکل گیری فلس در کپورماهی دندان دار هرمز *Aphaniops hormuzensis* در شرایط آزمایشگاهی توصیف شد. در این گونه، شکل گیری فلس ۱۵۶ روز در دمای اتاق به طول انجامید. چهار منطقه خاص تشکیل فلس تشخیص داده شد. پیدایش اولین فلس ها ۱۳ روز پس از شکفته شدن تخم ها (TL = 8.5 میلی متر) در ناحیه ساقه دمی آغاز شد. ۲۶ روز پس از شکفته شدن تخم ها (TL = 13.6 میلی متر)، تشکیل فلس ها در ناحیه زیر باله پشتی شروع می شود. تشکیل فلس ها به طور مستقل در ناحیه سر ۳۳ روز پس از شکفته شدن تخم ها (TL = 21.7 میلی متر) شروع می شود. تشکیل فلس ها در ناحیه شکم، ۴۱ روز پس از تخمگذاری (TL = 25.8 میلی متر) آغاز شد. این گونه دارای نقاط دیگری نیز برای تشکیل فلس می باشد از جمله، در سرپوش آبششی یا پشت و زیر چشم ها. مطالعه الگوی تشکیل فلس در این ماهیان می تواند در شناسایی دوره گذار لارو/نوجوان مفید باشد.

واژگان کلیدی: تکوین، تغییرات ریختی، زیست شناسی، کپورماهیان دندان دار

The formation of scales in tooth-carp *Aphaniops hormuzensis* occurred out within 156 days

Mina Motamedi[1*]; Mohammad Reza Esmaeili[1]; Azad Teimori[1]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman

Email: m.motamedi@uk.ac.ir

Abstract

In this study, the patterns of scales formation in the Hormoz tooth-carp *Aphaniops hormuzensis* were described in vitro. The formation of scales in this species occurs for 156 days at room temperature. Four specific areas of scale formation were identified. The first scales began to appear 13 days after the eggs hatched (TL = 8.5 mm) in the caudal fin. 26 days after hatching (TL = 13.6 mm), scales begin to form in the area below the dorsal fin. The formation of scales begins independently in the head area 33 days after hatching (TL = 21.7 mm). The formation of scales in the abdomen began 41 days after laying (TL = 25.8 mm). This species also has other spots to form scales, such as on the operculum or behind and under the eyes. Studying the pattern of scale formation in this fish can be useful in identifying the larval/juvenile transition period.

Keywords: development, morphological changes, biology, tooth-carp

مقدمه

تشکیل فلس های ماهی اغلب در طول انتقال لارو - نوجوان رخ می دهد (Urho, 2002) . مشخص شده است که فلس ها از یک یا چند مکان در سطح بدن منشا می گیرند (Sire, & Arnulf, 1990) . برای بسیاری از گونه ها ، فلس ها از یک ناحیه مشخص در خط میانی - جانبی ساقه دمی منشا می گیرند(White, 1977) . بنابراین، زمان تشکیل فلس ها می تواند یک شاخص مفید برای تکمیل دوره لاروها و شروع دوره نوجوانی در گروه های مختلف ماهی باشد (Fuiman, 1997) . علاوه بر این، تحقیقات در مورد مورفولوژی فلس ها اطلاعات ارزشمندی را برای مطالعات سیستماتیکی و فیلوژنتیکی ماهیان فراهم می کند (Teimori et al., 2017) .

تا به امروز ، بیشتر مطالعات در مورد تشکیل فلس بر روی گونه های مدل شناخته شده مانند: گورخرماهی *Danio rerio* و medaka (*Oryzias latipes*) (Kondo et al., 2001) انجام شده است، و اطلاعات کمی در مورد الگوهای تشکیل فلس در سایر ماهیان استخوانی عالی، بویژه در گروه مهمی مانند کپورماهیان دندان دار در دسترس است (Able et al., 2009). کپورماهی دندان دار هرمز *Aphaniops hormuzensis* (خانواده *Aphaniidae*) ، عضو مهمی از شبکه غذایی در سیستم های رودخانه ای و نیز چشمه و جویبارهاست است، به ویژه در محیط های تالابی است، زیرا عمدتا از بی مهرگان کوچک مانند لارو پشه تغذیه می کند و بنابراین ، انتشار این ماهی در مناطق آلوده یک ابزار ایده آل برای کنترل حشرات در اکوسیستم های آبی است. با توجه به اهمیت بیولوژیکی این ماهی و به منظور تکمیل بیشتر شناخت تکوینی از این گونه، این مطالعه با هدف بررسی الگوهای ایجاد فلس در *A. hormuzensis* انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه های زنده ماهیان از رودخانه شور در استان هرمزگان جمع آوری و بلافاصله به آزمایشگاه انتقال داده شدند. نمونه های ماهی به مدت دو هفته در آکواریوم های مجهز به سیستم تهویه مناسب و اکسیژن رسانی قرنطینه شدند تا شرایط لازم برای تخم ریزی در شرایط آزمایشگاهی فراهم شود. برای تخم ریزی ماهیان ، یک یا دو جفت ماهی بالغ به آکواریوم ها محل تخمگذاری منتقل و در شرایط مطلوب (دمای ۲۸ درجه سانتی گراد و تغذیه دو بار در روز با گلوله های آماده شده) نگهداری شدند. تخم ها هر هفته جمع آوری و در ظروف پتری نگهداری و تا زمان شکفته شدن در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتی گراد) نگهداری شدند. سپس به ظروف بزرگتر منتقل و توسط پلانکتون های طبیعی موجود در استخرهای باتلاقی تغذیه می شدند (Motamedi et al., 2019). پس از شکفته شدن، لاروها در آب در دمای اتاق در آکواریوم ها قرار داده و روزانه با غذای آماده تغذیه شدند. الگوی تشکیل با استفاده از استریومیکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفت.

نتایج و بحث

نمونه های ماهیان با اندازه های کوچک با طول کل تقریبی ۵,۴ تا ۸,۴ میلی متر فاقد فلس بودند. مشاهدات میکروسکوپی نشان داد که به طور کلی ، فرآیند تشکیل فلس در *Aphaniops hormuzensis* در شرایط آزمایشگاهی در دمای اتاق (۲۴ درجه سانتی گراد) ۱۵۶ روز طول می کشد). چهار ناحیه خاص تشکیل فلس در این ماهی تشخیص داده شد). توسعه اولین فلس ۱۳ روز پس از زمان شکفته شدن تخم ها در یا نزدیک به ناحیه میانی - جانبی ساقه دمی شروع شد. تکمیل فلس ها در این منطقه ۳۴ روز به طول انجامید. پس از آن، وقتی که طول کل ماهیان تقریباً به ۱۳,۶ میلی متر رسید، (۲۶ روز پس از شکفته شدن تخم ها)، پیدایش فلس ها در ناحیه زیر باله پشتی شروع می شود. تکمیل پیدایش فلس ها در این منطقه ۴۳ روز به طول انجامید. سومین قسمت از بدن ماهی که فلس ها به طور مستقل در آن ناحیه شروع به شکل گیری کردند، ناحیه سر ماهی می

باشد. تشکیل فلس ها در این ناحیه، ۳۳ روز پس از شکفته شدن تخم ها (تقریباً ۲۱,۷ میلی متر) شروع و تا اتمام آن ۳۶ روز به طول انجامید. چهارمین ناحیه ای که در آن فلس ها شروع به شکل گیری کردند، سطح شکمی تنه (یا ناحیه شکمی) بود (تقریباً ۲۵,۸ میلی متر TL). تشکیل فلس در سطح شکمی تنه ۴۱ روز پس از شکفته شدن تخم ها شروع و کامل شدن آن ۴۳ روز طول کشید.

شروع تشکیل مقیاس ماهیان در مطالعات قبلی به عنوان یکی از ویژگی های مرتبط با شروع دوره نوجوانی ثبت شده است (Ahlstrom et al., 1976). استفاده از تشکیل فلس در تشخیص مراحل تکوینی در ماهی ها می تواند از اهمیت بالایی برخوردار باشد زیرا فلس یک ویژگی خارجی است که نسبتاً به راحتی قابل مشاهده و بررسی است. همچنین ، این یک ساختار مبتنی بر طول ماهی است. بنابراین می تواند به آسانی در مطالعات مبتنی بر سن مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، مانند ماهی های دیگر ، تشکیل فلس در مراحل ontogenetic در killifishes می تواند به عنوان ابزاری برای تشخیص مراحل انتقال دوران لاروی به نوجوانی و جوانی مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Ahlstrom, E.H., Butler, J.L., & Sumida, B.Y. (1976). Pelagic stromateoid fishes (Pisces, Perciformes) of the eastern Pacific: kinds, distributions, and early life histories and observations on five of these from the northwest Atlantic. Bulletin of Marine Science, 26, 285–402.

Able, K.W., Sakowicz, G.P., & Lamonaca, J.C. (2009). Scale formation in selected fundulid and cyprinodontid fishes. Ichthyological Research, 56, 1–9. https://doi.org/10.1007/s10228-008-0051-4

Fuiman, L.A. (1997). What can flatfish ontogenies tell us about pelagic and benthic lifestyles? Journal of Sea Research, 37, 257–267. https://doi.org/10.1016/S1385-1101(97)00013-0

Kondo, S., Kuwahara, Y., Kondo, M., Naruse, K., Mitani, H., Wakamatsu, Y., Ozato, K., Asakawa, S., Shimizu, N., & Shima, A. (2001). The medaka rs-3 locus required for scale development encodes ectodysplasin-A receptor. Current Biology, 11(15), 1202–1206. https://doi.org/10.1016/s0960-9822(01)00324-4

Motamedi, M., Teimori, A., Masoumi, A.H., Mohammadzadeh Shaghooei, P., & Mousavi, S.E. (2019). Early embryonic development of brackish water Killifish *Aphanius hormuzensis* (Teleostei, Aphaniidae) inhabiting coastal environment in Southern Iran. Journal of Applied Ichthyology, 35(6), 1260–1268. https://doi.org/10.1111/jai.13955

Sire, J.Y., & Arnulf, I. (1990). The development of squamation in four teleostean fishes with a survey of the literature. Japanese Journal of Ichthyology, 37, 133–143. https://doi.org/10.1007/BF02905381

Teimori, A., Motamedi, M., & Golmakan, M.S. (2017). Combining morphology, scanning electron microscopy, and molecular phylogeny to evaluate the taxonomic power of scales in genus *Aphanius* Nardo, 1827 (Teleostei: Cyprinodontidae). Archives of Polish Fisheries, 25(2), 77–87. https://doi.org/10.1515/aopf-2017-0008

Urho, L. (2002). Characters of larvae – what are they? Folia Zoology, 51, 161–186.

White, D.S. (1977). Early development and pattern of scale formation in the spotted

sucker, *Minytrema melanops* (Catostomidae). Copeia, 1977, 400–403. https://doi.org/10.2307/1443930

ارزیابی تغییرات سلول‌های کلراید آبشش ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) تحت تأثیر غلظت‌های مختلف فنانترن

سیدمصطفی موسوی [۱*]، نگین سلامات [۱]، عبدالعلی موحدی نیا [۲]،

۱- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر.
۲- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و محیطی، دانشگاه مازندران، بابلسر.

Email: mousavi.sm.1990@gmail.com

چکیده

ماهی شانک‌زردباله (*Acanthopagrus latus*) از جمله ماهیان مهم در زمینه تغذیه ساکنان سواحل خلیج‌فارس می‌باشد. با توجه به این مساله و وجود شرکت‌های استخراج و حمل‌ونقل نفتی و ورود آلاینده‌های متنوع به خلیج‌فارس در این تحقیق تأثیر آلاینده نفتی فنانترن بر آبشش شانک‌زردباله مورد بررسی قرار گرفت. برای این تحقیق تعداد ۸۳ قطعه ماهی شانک‌زردباله از خورموسی به صورت تصادفی با تور صید شد. طراحی تحقیق به این صورت بود که پس از طی دوران سازگاری، ماهیان موجود در تانک‌های اول تا چهارم به عنوان تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ درنظر گرفته شدند و به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۲۰، ۴۰ و ۷۰ میلی‌گرم فنانترن به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، تزریق شدند. نمونه‌برداری از کمان‌های آبششی در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۴ پس از تزریق، انجام گرفت. نمونه‌ها بعد از تثبیت در فرمالین ۱۵٪، آبگیری شده و پس از طی مراحل معمول پاساژ بافتی، قالب‌گیری، برش‌گیری و همچنین رنگ‌آمیزی به وسیله H&E، تحت میکروسکوپ نوری، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش غلظت فنانترن در تیمارهای مختلف بر تعداد سلول‌های کلراید اثر مستقیم دارد به گونه‌ای که با افزایش دز فنانترن، میزان فاکتورهای مورد بررسی به طور معنی داری افزایش می‌یابد.

کلمات کلیدی: سلول کلراید، اکوتوکسیکولوژی، خلیج فارس، شانک زردباله، *Acanthopagrus latus*

Effects of Phenanthrene on gill chloride cell densities in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus*

Seyed Mostafa Mousavi[1]*, Abdolali Movahedinia[1], Negin Salamat[2]

[1]. Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Khorramshahr University of Marine science and Technology, Khorramshahr, Iran.

[2]. Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

*Email: mousavi.sm.1990@gmail.com

Abstract

Yellow fin seabream, *Acanthopagrus latus* is an important fish as food for people especially along Persian Gulf coasts. Considering this importance and oil exploitation and transportation activities and pollutant entering the Persian Gulf, effects of Phenanthrene were investigated as an oil pollutant on fish gill tissues. For this study 83 fish were collected from Musa creek. After an acclimation period, fish were divided into for experimental groups. Then they were injected with Phenanthrene in of 2, 20, 40 and 70 mg/kg body weight doses, respectively. Samplings from fish gill arch were conducted at 1, 3, 7 and 14 days from the injection time. Samples were fixed in formalin 10% and then were processed in a routine histological methods following sectioning and staining with Hematoxylin and Eosin. Prepared histological slides were studied under light microscope. Results showed that there were a direct relation between gill chloride cell densities and concentrations of phenanthrene.

Keyword: Chloride cell, Ecotoxicology, Persian Gulf, Yellow fin Sea bream, *Acanthopagrus latus*

بررسی عوارض بافتی آبشش ماهی شانک زردباله (*Acanthopagrus latus*) تحت تأثیر فنانترن

سیدمصطفی موسوی [۱*]، نگین سلامات [۱]، عبدالعلی موحدی نیا [۲]

۱- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و اقیانوسی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر
۲- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی و محیطی، دانشگاه مازندران، بابلسر

Email: mousavi.sm.1990@gmail.com

چکیده

ماهی شانک‌زردباله (*Acanthopagrus latus*) از جمله ماهیان مهم در زمینه تغذیه ساکنان سواحل خلیج‌فارس می‌باشد. با توجه به این مساله و وجود شرکت‌های استخراج و حمل‌ونقل نفتی و ورود آلاینده‌های متنوع به خلیج‌فارس در این تحقیق تأثیر آلاینده نفتی فنانترن بر آبشش شانک‌زردباله مورد بررسی قرار گرفت. برای این تحقیق تعداد ۸۳ قطعه ماهی شانک‌زردباله از خورموسی به صورت تصادفی با تور صید شد. طراحی تحقیق به این صورت بود که پس از طی دوران سازگاری، ماهیان موجود در تانک‌های اول تا چهارم به عنوان تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ درنظر گرفته شدند و به ترتیب با غلظت‌های ۲، ۲۰، ۴۰ و ۷۰ میلی‌گرم فنانترن به ازای هر کیلوگرم وزن بدن، تزریق شدند. نمونه‌برداری از کمان‌های آبششی در روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۴ پس از تزریق، انجام گرفت. نمونه‌ها بعد از تثبیت درفرمالین ۱۵٪، آبگیری شده و پس از طی مراحل معمول پاساژ بافتی، قالب‌گیری، برش‌گیری و همچنین رنگ‌آمیزی به وسیله H&E، تحت میکروسکوپ نوری، مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین ضایعات مشاهده شده شامل هیپرپلازی و هیپرتروفی سلول‌های سنگفرشی اپیتلیوم تیغه آبششی، چماقی‌شدن رأس تیغه‌های ثانویه و جدا شدن اپی‌تلیوم از غشاءپایه بود. کمترین ضایعات در روز اول و بیشترین ضایعات در روز هفتم مشاهده شد. به نظر می‌رسد بروز برخی پاسخ‌های دفاعی از جمله هیپرپلازی و هیپرترفی سلول‌های اپیتلیومی، جدا شدن اپیتلیوم از غشا پایه و ... نوعی پاسخ‌های سازشی جهت افزایش فاصله انتشار و در نتیجه کاهش جذب آلاینده‌ها از طریق آبشش باشد. البته چنین پاسخی منجر به کاهش کارایی آبشش در انجام فعالیت‌های طبیعی آن و در نتیجه آن آسیب‌های بافتی و فیزیولوژیک بیشتر و کاهش کیفیت زندگی در ماهی می‌گردد.

واژگان کلیدی: هیستوپاتولوژی، اکوتوکسیکولوژی، خلیج فارس، شانک زردباله

Gill histologic lesions in yellowfin seabream, *Acanthopagrus latus* exposed to Phenanthrene

Seyed Mostafa Mousavi [1]*, Negin Salamat[1], Abdolali Movahedinia[2]

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Sciences, Khorramshahr University of Marine science and Technology, Khorramshahr, Iran.
2- Department of Marine Biology, Faculty of Marine and Environmental Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran.

Email: mousavi.sm.1990@gmail.com

Abstract

Yellow fin seabream, *Acanthopagrus latus* is an important fish as food for people especially along Persian Gulf coasts. Considering this importance and oil exploitation and transportation activities and pollutant entering the Persian Gulf, effects of Phenanthrene were investigated as an oil pollutant on fish gill tissues. For this study 83 fish were collected from Musa creek. After an acclimation period, fish were divided to for experimental groups. Then they were injected with Phenanthrene in 2, 20, 40 and 70 mg/kg body weight doses, respectively. Samplings from fish gill arch were done at 1, 3, 7 and 14 days from the injection time. Samples were fixed in formalin 10% and then were processed in a routine histological methods following sectioning and staining with Hematoxylin and Eosin. Prepared histological slides were studied under light microscope. Results showed that major histopathological lesions were hyperplasia and hypertrophy of the gill epithelium, club-shaped distal tips of gill lamellae and epithelial lifting of secondary lamellae. Minimum and maximum frequencies of lesions were observed at days 1 and 7, respectively. It seems that some defensive responses such as hyperplasia and hypertrophy of the gill epithelium, epithelial lifting of secondary lamellae, etc. were adaptive responses to increase diffusion distance and therefore lowering the pollutant intake across gill epithelium. Although this type of responses will decrease gill performance in its normal activities and more histological and physiological will decrease organism's fitness.

Keywords: Histopathology, Ecotoxicology, Persian Gulf, Yellowfin seabream

مقایسه رابطه طول-وزن کفال طلایی (*Chelon aurata*) و پوزه باریک (*Chelon saliens*) ماده در قسمت جنوب غرب دریای کاسپین

فاطمه نجفی [۱*]؛ علی بانی [۱ و ۲]؛ شیما بخشعلی زاده [۲]

۱- گروه زیست دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت

۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت

Email: fa.najafi7367@gmail.com

چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی و مقایسه الگوی رشد دو گونه کفال طلایی (*Chelon aurata*) و پوزه باریک (*Chelon saliens*) ماده در قسمت جنوب غربی دریای کاسپین است. از هر گونه ۴۱ نمونه تهیه شد. دامنه طول کل برای (*Chelon aurata*) ۲۰/۵ - ۳۹/۴ سانتی‌متر و برای (*Chelon saliens*) ۲۱ - ۲۹/۵ سانتی‌متر و دامنه وزنی برای هر گونه به ترتیب در محدوده ۱۴۸ – ۳۹۸ گرم و ۷۱ – ۱۶۷ گرم قرار داشت. رابطه طول کل به وزن کل برای گونه کفال طلایی و برای گونه کفال پوزه باریک محاسبه شد. رابطه طول-وزن برای ماهی کفال طلایی $W=2.644\ L^{1.335}$ و برای کفال پوزه باریک $W=0.074\ L^{2.251}$ تعیین شد. همچنین طبق R2=70.7 درصد برای کفال پوزه باریک مشخص شد که ۷۰,۷ درصد از از تغییرات متغیر وابسته (وزن) به واسطه متغیر مستقل (طول) توجیه می‌شود که این مقدار برای کفال طلایی $R^2=88.9$ بود. در این تحقیق مقدار b حاصله کمتر از مقدار مورد انتظار (b=3) در سطح ۹۵٪ بود که نشان‌دهنده رشد آلومتریک منفی برای هر دو گونه کفال است. با توجه به تغییرات زیاد b به نظر می‌رسد این صفت تا حدود زیادی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی و زیستگاه باشد.

واژگان کلیدی: رابطه طول-وزن، کفال ماهیان، زیست سنجی، وضعیت اکولوژیکی، رشد آلومتریک

Comparison of length-weight relationship between female *Chelon aurata* and *Chelon saliens* in the southwestern Caspian Sea

Fatemeh Najafi[1*]; Ali Bani[1, 2]; Shima Bakhshalizadeh[2]

1- Department of Marina Biology, Faculty of Sciences, Guilan University, Rasht
2- Department of Marine Science, Caspian Sea Basin Research Center, University of Guilan, Rasht

Email: fa.najafi7367@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to study and compare the growth pattern of two species of *Chelon aurata* and *Chelon saliens* in the southwestern part of the Caspian Sea. 41samples were prepared from each species. The total length ranges for *C. aurata* were 20.5 - 39.4 cm and for *C. saliens* 21 - 29.5 cm and the weight range for each species were 148 - 398 g and 71 - 167 g, respectively. The relationship between total length and total weight was calculated for *C. aurata* and *C. saliens*. The length-weight relationship (LWR) was determined for *C. aurata* $W = 2.644\ L^{1.335}$ and for *C. saliens* $W = 0.074\ L^{2.251}$. Also, according to $R^2 = 70.7\%$ for *C. saliens*, it was found that 70.7% of the changes in the dependent variable (weight) are explained by the independent variable (length), which was R2= 88.9 for the *C. aurata*. In this study, the resulting b value was less than the expected value (b= 3) at the 95% level, which indicates a negative allometric growth for both mullet species. Considering the large changes in b, it seems this trait was greatly influenced by environmental and habitat factors.

Keywords: LWR, Mugilidae, Biometrics, Ecological condition, Allometric growth

بررسی علت مشکلات جلدی و تلفات در یک گله ماهیان کوی (*Cyprinus carpio*) در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در استان گیلان.

علیرضا نصیری [۱]؛ هومن رحمتی هولاسو [۱، ۳]؛ حسینعلی ابراهیم زاده موسوی [۱]، مریم فلاح فر [۲*]؛ امیراحمد صمدی [۲]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل
۳- قطب بهداشت و بیماریهای ماهیان گرمابی، دانشکده شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

Email: fallahfarmaryam@gmail.com

چکیده

ماهی کوی (*Cyprinus carpio*) از جمله ماهیان پر طرفدار در بین علاقه مندان به ماهیان زینتی است که تولید آن در ایران از سال‌ها پیش در حال انجام است. در یک واحد تولیدی در استان گیلان، پس از مشاهده علائمی همچون پوسیدگی شدید باله، زخم‌های عمیق در نقاط مختلف بدن به‌ویژه در ناحیه سر، عدم تعادل در شنا، بی‌حالی و سپس مرگ پس از چند روز بعد انتقال از استخر خاکی به حوضچه سیمانی، تعداد ۲۰ ماهی به عنوان نمونه به صورت تصادفی جمع‌آوری و به کلینیک ماهیان زینتی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران برای بررسی‌های بیشتر انتقال داده شد. به منظور بررسی میکروسکوپی، از سطح پوست ماهیان لام مرطوب تهیه شد و با میکروسکوپ نوری زایس KF2 مورد بررسی قرار گرفت و حضور انگل تریکودینا در سطح پوست تأیید شد. بررسی میکروسکوپی اندام‌های داخلی موردی غیر عادی را نشان نداد. هرچند که هایپرپلازی در شعاع‌های آبششی مشاهده شد. به منظور بررسی بیشتر از ضایعات پوستی و اندام‌های داخلی نمونه‌برداری جهت کشت میکروبی انجام شد و حضور باکتری از جنس سودومانس در ضایعات پوستی تأیید شد. پس از انجام آنتی‌بیوگرام از انروفلوکساسین برای درمان استفاده شد. نتایج نشان داد که آلودگی به این باکتری می‌تواند تلفات بسیار شدید و خسارات مالی زیادی را به همراه داشته باشد. بنابراین، رعایت اصول بهداشتی در مراکز پرورش ماهی ضروری است.

واژگان کلیدی: سودوموناس، تریکودینا، آلودگی باکتریایی.

Investigation of the cause of skin abnormalities and death in a Koi (*Cyprinus carpio*) group in an ornamental fish farm in Gilan province, Iran.

Alireza Nassiri[1]; Hooman Rahmati Holasoo[1,3]; Hossein Ali Ebrahimzadeh Mousavi[1], Maryam Fallahfar[2*]; Amirahmad Samadi[2]

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Young Research and Elite Club, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran.
3- Centre of Excellence for Warm Water Fish Health and Disease, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Email: fallahfarmaryam@gmail.com

Abstract

Koi, *Cyprinus carpio* is one of the most popular fish among ornamental fish fans that is being produced in Iran for some years. Following appearance of symptoms such as sever fin rot, deep wounds in different parts of the body especially on head, absence of balance while swimming, narcosis and death some days after being transferred to concrete pond from earthen pool. 20 fish were collected randomly and were transferred to the Ornamental Fish Clinic of the Faculty of Veterinary Medicine at University of Tehran for further investigations. For more examination of fish, skin scraping and gill biopsy were done and examined by the Zeiss KF2 optical microscope. The examination showed Trichodina infection on skin. Examination of internal organs showed no abnormalities. Although hyperplasia in gill rays was obvious. For more investigations a bacterial culture of skin lesions and internal organs was done and pseudomonas infection in skin lesions wan confirmed. After antibiogram test, enrofloxacin was used as treatment. The results showed infections with this bacteria can cause severe death and financial losses. Thus the observance of health principles is essential in fish farms.

Keywords: ***Pseudomonas*, Trichodina, Bacterial infection.**

بررسی رابطه طول- وزن سیاه‌ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844) رودخانه ایوشان در استان لرستان

منوچهر نصری [1*]

۱- گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست و شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

Email: nasri.m@lu.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی رابطه طول-وزن و ساختار سنی سیاه‌ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* در رودخانه ایوشان (استان لرستان- ایران)، تعداد ۱۴۱ قطعه ماهی طی پاییز و زمستان ۱۳۹۷ با استفاده از الکتروشوکر، تور پرتابی و تور پره ریزچشمه صید شدند. از تمامی نمونه‌ها عکس‌برداری به عمل آمد و بیشتر نمونه‌ها پس از زیست‌سنجی در طبیعت رهاسازی شدند. تعیین سن نمونه‌ها به کمک دوایر رشد روی فلس‌ها انجام شد. بر این اساس ماهیان در دمنه سنی ۵+ تا ۱+ بودند و بیشترین و کمترین فراوانی به ترتیب در گروه ۱+ و ۵+ مشاهده شد. معادله رشد نمونه‌های موردمطالعه به‌صورت $Y = 0.000009X^{3.025}$ به دست آمد. مقدار آماره b=۳/۰۲۵ به دست آمد که تفاوت آماری معنی‌داری با عدد ۳ نداشت بر این اساس الگوی رشد سیاه‌ماهی درشت‌فلس به‌صورت ایزومتریک تفسیر شد. طول بی‌نهایت محاسباتی برابر ۲۵۱/۲۱ میلی‌متر به دست آمد. میانگین شاخص وضعیت معادل ۰/۱۱ ± ۱/۰۳ محاسبه شد که در گروه سنی ۵+ بالاترین شاخص وضعیت ۰/۰۳ ± ۱/۱۵ مشاهده شد. با توجه به اینکه مطالعه حاضر در خارج از فصل تولیدمثل ماهیان انجام شد و با توجه به شاخص وضعیت ماهیان ۵+ سال به نظر می‌رسد شرایط اکولوژیکی و تغذیه‌ای این رودخانه برای رشد این ماهیان مناسب می‌باشد.

واژگان کلیدی: بوم‌شناسی آبزیان، تنوع زیستی، کپورماهیان، ماهیان آبهای داخلی ایران، ماهی‌شناسی

Length-weight relationship of *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844) from Eivashan River in Lorestan Province, Iran

Manoochehr Nasri[1*]

1- Department of Environmental and Fisheries Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, Iran.

Email: nasri.m@lu.ac.ir

Abstract

in order to investigate the length-weight relationship and age structure of *Capoeta aculeata* in the Eivashan River (Lorestan province- Iran), 141 fish specimens were caught using electrofishing, cast net, and trawls with small mesh size during autumn and winter 2018. All specimens were photographed and most of them were released in the river after biometry. Age was calculated based on fish growth rings on side scales. The calculated fish age was ranged from +1 = +5. The growth formula obtained as $Y = 0.000009X^{3.025}$ and$R^2 = 0.98$. The regression slope b=3.025 did not show a significant difference with 3 (t=0.94, df=139, P>0.05) Accordingly, the growth pattern of *Capoeta aculeata* was inferred as isometric. According to Pauly formula, L∞=251.21. The mean observed condition factor was 1.03 ± 0.11 and the biggest condition factor which was observed in +5 old group was 1.15 ± 0.03. Since fishes were caught in the non-reproduction season and concerning the calculated condition factor for 5 years old samples, it can be proposed that the ecological and nutritional conditions of this river were suitable for the growth of these fish.

Keywords: Aquatic ecology, Biodiversity, Cyprinidae, Inland water, Fish, Ichthyology

مقدمه

سیاه‌ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844) در ایران با اسامی شوم، زرده‌پر و سیاه‌ماهی شناخته می‌شود (Coad, 2021). حوضهٔ پراکنش آن شامل دریاچهٔ نمک، کویر، کرمان، اصفهان، کُر و حوضهٔ دجله می‌باشد (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015; Keivany *et al.*, 2016; Esmaeili *et al.*, 2018; Zareian *et al.*, 2018). نام‌گذاری این ماهی به خاطر اندازهٔ درشت فلس‌های آن است به‌طوری‌که نسبت به سایر سیاه‌ماهیان ایران دارای کمترین تعداد فلس بر روی خط جانبی است. از نظر پراکنش یکی از وسیع‌ترین دامنه‌های پراکنش را در بین ماهیان ایران دارا می‌باشد و بیشترین تراکم آن در حوضهٔ دجله گزارش شده است. رژیم غذایی این ماهی شامل مواد گیاهی و جانوران کف‌زی می‌باشد. جلبک‌های رشته‌ای و دیاتومه‌ها، قطعات گیاهی و مقادیری سنگ در دستگاه گوارش این ماهی گزارش شده که مؤید این مطلب است (Coad, 2021). هرچند این ماهی دارای جثهٔ بزرگی نبوده و ارزش اقتصادی قابل‌توجهی برای آن ذکر نشده (Abdoli, 2016)، اما با توجه به پراکنش گسترده در سطح کشور و همچنین فراوانی بالای در مناطق پراکنش، از ارزش اکولوژیکی و جغرافیای زیستی بالایی برخوردار است.

مطالعه جنبه‌های مختلف ذخایر ماهیان اطلاعات پایه‌ای مهمی را فراهم می‌کند که برای اهداف مختلف همچون حفاظت از ذخایر، بازسازی ذخایر و قابلیت بهره‌برداری از ذخایر کاربرد دارد (Keimaram and Vahabnejad, 2116). بسیاری از خصوصیات رفتاری و تغذیه‌ای و بوم‌شناختی ماهیان را می‌توان با مطالعه و تجزیه‌وتحلیل خصوصیات زیست‌سنجی مانند ساختار سن و رشد و شاخص وضعیت ماهی مورد بررسی قرار داد (Adeyemi *et al.*, 2009). با مطالعه این خصوصیات می‌توان وضعیت سلامتی و شرایط زیستی ماهیان را ارزیابی کرد. یکی از راه‌های شناخت وضعیت تغذیه‌ای و وفور مواد غذایی در محیط ماهیان بررسی ساختار سنی و روابط طول و وزن و شاخص وضعیت ماهیان است (Mat *et al.*, 2010). ازآنجاکه شاخصه‌های طول و وزن و رشد ماهیان تحت تأثیر فاکتورهای محیطی است (Patimar *et al.*, 2009)، می‌توان از طریق مطالعه این شاخص‌ها زیستگاه‌های مختلف ماهیان را مورد بررسی و قضاوت قرار داد.

رودخانه ایوشان به‌عنوان یکی از سرشاخه‌های رودخانه کشکان است که درنهایت به رودخانه کرخه متصل می‌شود. با توجه به اینکه در سراسر مسیر این رودخانه فعالیت‌های کشاورزی صورت می‌گیرد و هم‌زمان ماهی گیری محلی برای مصارف خانوار و خورده فروشی نیز در این رودخانه رونق دارد، به نظر می‌رسد آگاهی از خصوصیات زیستی و اکولوژیکی ماهیان این رودخانه می‌تواند در تصمیم‌سازی‌های مدیریتی زیست‌محیطی بسیار کمک‌کننده باشد. به همین دلیل مطالعه رابطه طول و وزن و شاخص وضعیت سیاه‌ماهی درشت‌فلس به‌عنوان یکی از ماهیان دارای اهمیت اکولوژیکی انجام شد.

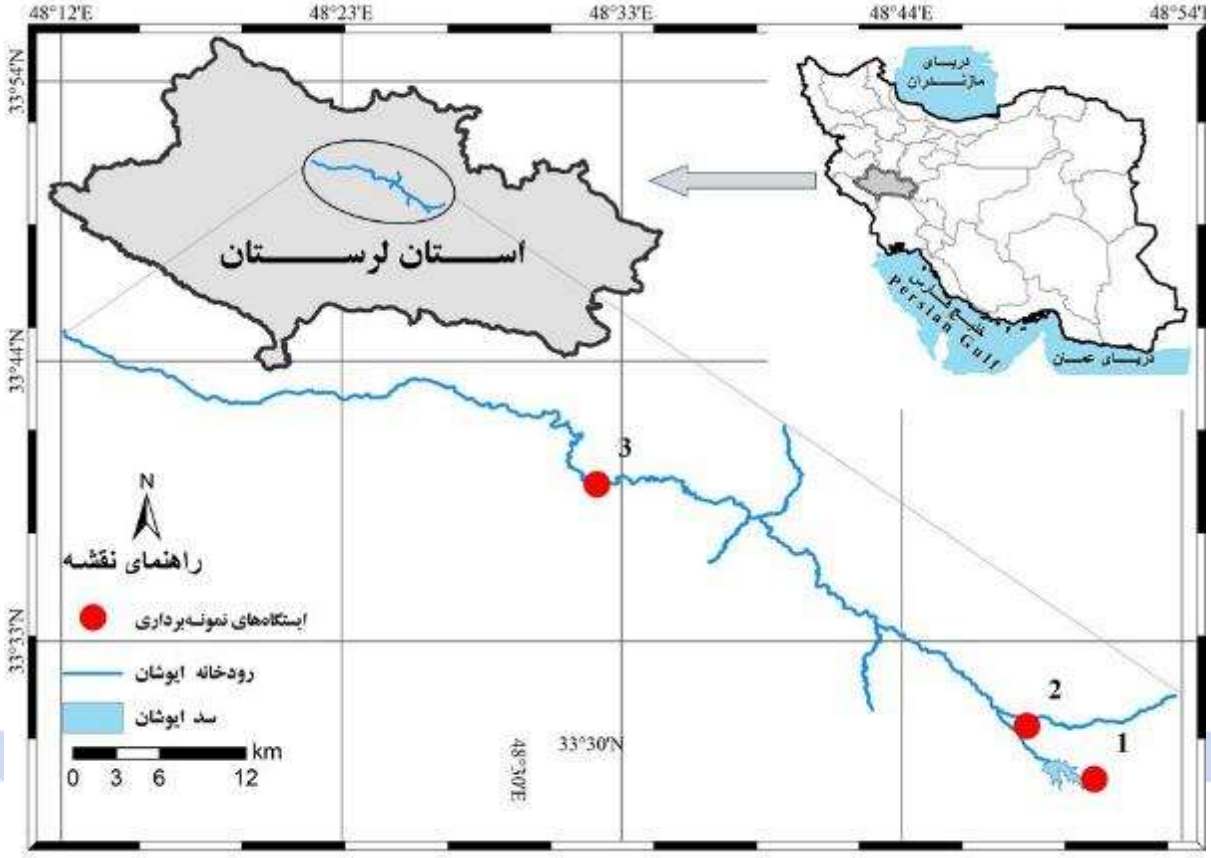
مواد و روش‌ها

رودخانهٔ ایوشان با طول تقریبی ۹۳ کیلومتر، از بالادست سد ایوشان تا محل تلاقی با رودخانهٔ کهمان را شامل می‌شود. نمونه‌برداری از ماهیان رودخانه ایوشان به‌منظور بررسی روابط بین طول و وزن به‌عنوان بخشی از شاخص‌های مورداستفاده در مطالعات ارزیابی ذخایر ماهیان به‌صورت ماهانه در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۷ انجام شد. برای این منظور از دستگاه الکتروشوکر (مدل SAMUS ساخت کشور مجارستان)، تور پرتابی با اندازه چشمه ۲ سانتی‌متر و تور پره ریزچشمه (با طول ۶ متر و ارتفاع ۲ متر) استفاده شد. طی عملیات نمونه‌برداری در سه ایستگاه و محدوده ۱۰۰ متر بالا و پایین‌دست هر ایستگاه (شکل ۱۷) مجموعاً تعداد ۱۴۱ قطعه سیاه‌ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* صید شد (شکل). ایستگاه‌های نمونه‌برداری بر اساس

امکان دسترسی به رودخانه، امکان نمونه‌برداری با استفاده از تور پره ریزچشمه، تور پرتابی و دستگاه الکتروشوکر و درنهایت بر اساس خصوصیات اکولوژیکی که بیشترین امکان حضور ماهیان در آن وجود داشته باشد انتخاب گردید (Jouladeh-Roudbar *et al.*, 2015; Abdoli, 2016; Keivany *et al.*, 2016; Esmaeili *et al.*, 2018). ماهیان پس از صید، در عصاره پودر گل میخک ۱٪ بی‌هوش و پس از توزین و عکس‌برداری، در محلول فرمالین بافری ۴٪ تثبیت و برای ادامه مطالعات به آزمایشگاه منتقل شدند. به دلایل اخلاقی و زیست‌محیطی از کشتن و تثبیت همه نمونه‌ها خودداری شد. تلاش شد تا حدود ۹۰٪ نمونه‌های صید شده پس از عکس‌برداری با استفاده از دوربین دیجیتال، توزین، اندازه‌گیری طول کل، طول استاندارد و طول چنگالی و تهیه نمونه فلس بخش میانی سمت چپ تنه مجدداً در طبیعت رهاسازی شوند. سنجش طول نمونه‌ها به کمک نرم‌افزار ImageJ از روی تصاویر دیجیتال از ماهیان انجام شد، اندازه‌گیری وزن به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰g و تعیین سن بر اساس تعداد پنج عدد فلس تهیه شده از ناحیه میانی تنه حدفاصل باله پشتی و خط جانبی هر نمونه ماهی صورت گرفت. در نمونه‌های موردمطالعه امکان تعیین سن بر اساس صفات ظاهری وجود نداشت بنابراین تعیین معادلات بدون تفکیک جنسی انجام شد.

معادله رشد بر مبنای طول استاندارد بر اساس فرمول وان‌برتالانفی $L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ انجام شد (Bertalanffy, 1938). در این معادله L_t طول مورد انتظار ماهی در زمان t برحسب میلی‌متر، L_∞ معادل طول بی‌نهایت، e عدد نپر، k ضریب رشد، t_0 سن فرضی که در آن طول ماهی معادل صفر است. محاسبهٔ فاکتورهای مؤثر در معادلهٔ رشد وان-برتالانفی بر اساس (Gulland and Holt, 1959) انجام گرفت. رابطه طول و وزن بر اساس معادله $TW = aFL^b$ محاسبه شد. در این معادله، TW وزن کل ماهی بر اساس گرم، a عرض از مبدأ و b شیب خط رگرسیون (ضریب رشد آلومتریک) بین طول و وزن و FL طول چنگالی ماهی‌ها است. شاخص وضعیت ماهی‌ها بر اساس معادله $K = {100000W}/{FL^3}$ محاسبه شد که در آن TW وزن کل ماهی برحسب گرم و FL طول چنگالی ماهی برحسب میلی‌متر است (Schneider, 2000).

تجزیه‌وتحلیل‌های آماری داده‌ها در نرم‌افزار آماری SPSS و در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ انجام شد. استخراج پارامترهای رشد بر اساس رگرسیون غیرخطی و روابط طول و وزن بر اساس رگرسیون خطی انجام شد. از آزمون T-تک‌نمونه‌ای جهت آزمودن فرض برابری شیب خط رگرسیون طول و وزن با عدد استاندارد ۳ (به‌عنوان رشد ایزومتریک) استفاده شد.



شکل ۱۷: موقعیت جغرافیایی رودخانه ایوشان و ایستگاه‌های نمونه‌برداری.

شکل ۲: سیاه ماهی درشت‌فلس *Capoeta aculeata* (Valenciennes, 1844)

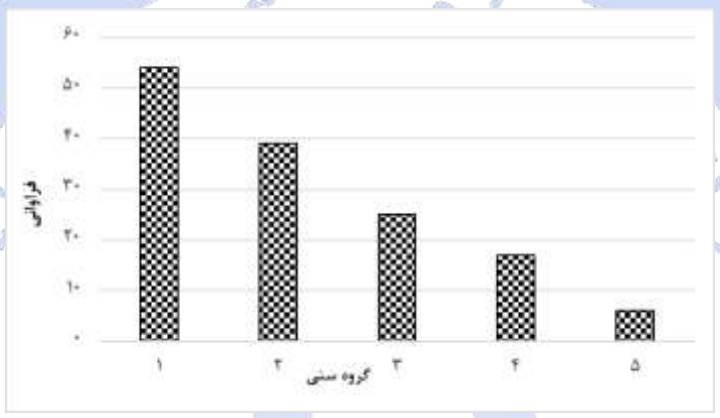
نتایج

دامنه سنی مشاهده شده در ماهیان موردمطالعه بین ۱+ تا ۵+ بود. گروه‌های سنی ۱+ و ۵+ به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی مشاهداتی را نشان دادند (**Error! Reference source not found.**). میانگین طول چنگالی و وزن نمونه‌های صید شده به ت رتیب ۴۵/۳۴ ± ۱۴۳/۱۸ میلی‌متر و ۳۳/۱۵ ± ۳۸/۷۳ گرم محاسبه شد. رابطه بین طول و وزن ماهیان پس از تبدیل لگاریتمی به‌صورت

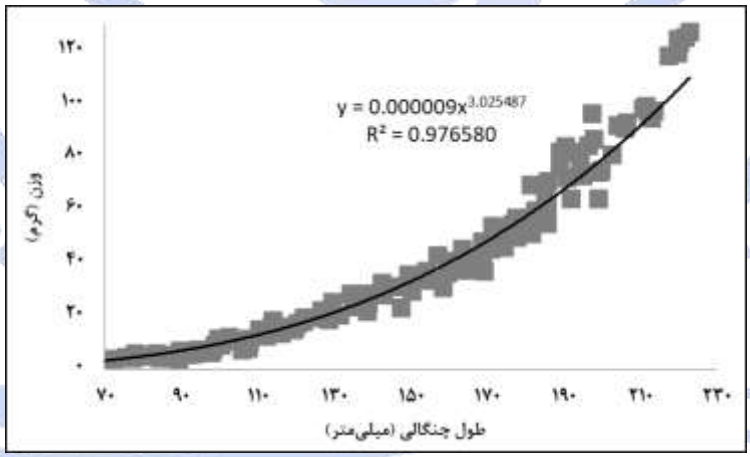
$Y = 0.000009X^{3.025}$ و ضریب همبستگی $R^2 = 0.98$ به دست آمد (**Error! Reference source not found.**).

مقایسه مقدار b محاسباتی با عدد ۳ به روش آزمون t-تک‌نمونه‌ای تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵، df=۱۳۹، t=۰/۹۴)

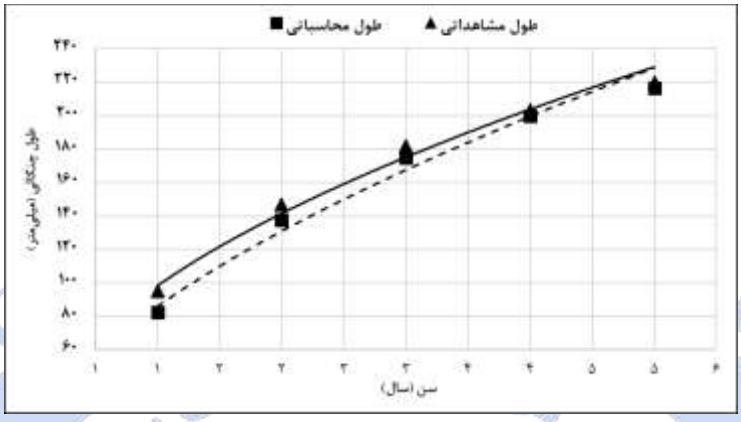
که این امر نشان‌دهنده الگوی رشد ایزومتریک بود. استفاده از فرمول وان‌برتالانفی رابطه طول و وزن $L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ قابلیت مناسبی در تخمین طول ماهی در سنین مختلف نشان داد که با افزایش سن دقت این تخمین بهبود نشان داد (**Error! Reference source not found.**). طول بی‌نهایت برای سیاه‌ماهی درشت‌فلس معادل ۲۵۱/۲۱ م یلی‌متر محاسبه شد. میانگین شاخص وضعیت محاسبه شده برای نمونه‌های مورد مطالعه به‌صورت (۰/۱۱ ± ۱/۰۳) محاسبه شد. از بین گروه‌های سنی تنها در گروه سنی ۵+ دارای شاخص وضعیت بالای ۱ بوده (۰/۰۳ ± ۱/۱۵) و در سایر گروه‌های سنی این مقدار کمتر از ۱ به دست آمد (**Error! Reference source not found.**).



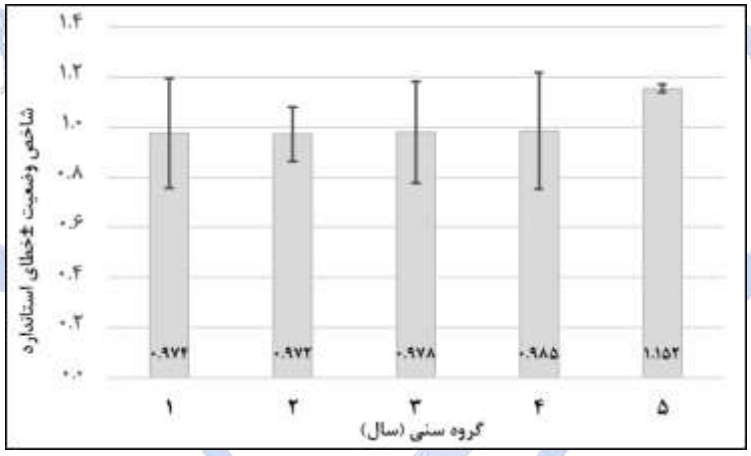
شکل ۳: نمودار فراوانی گروه‌های سنی ماهی‌های موردمطالعه.



شکل ۴: رابطه نمایی طول و وزن سیاه‌ماهی درشت‌فلس در رودخانه ایوشان.



شکل ۵: نمودار کارایی فرمول رشد محاسبه شده در تخمین طول محاسباتی نسبت به طول مشاهداتی.



شکل ۶: نمودار میانگین شاخص وضعیت گروه‌های سنی سیاه‌ماهی درشت‌فلس در رودخانه ایوشان به همراه انحراف استاندارد مقادیر.

بحث

اساساً یافتن رابطه بین طول و وزن ماهی‌ها نیاز به تعداد زیادی نمونه ماهی ندارد. به‌عنوان‌مثال تعداد ۱۰-۵ قطعه ماهی به ازاء هر اینچ طول ماهی کفایت می‌کند (Schneider, 2000). اما مسلم است که از نظر آماری و ریاضی فراهم شدن تعداد داده بیشتر می‌تواند نتایج دقیق‌تری را به نبال داشته باشد. در مطالعه حاضر بر اساس محدودیت‌های زیست‌محیطی تلاش شد بیشتر ماهیان صید شده بلافاصله پس از زیست‌سنجی مجدداً در طبیعت رهاسازی شوند. با توجه به ترکیب سنی در جمعیت سیاه‌ماهی درشت‌فلس مشاهده شد که با افزایش سن، فراوانی نسبی ماهی رو به کاهش گذاشت. این امر طبیعی است زیرا مطالعات نشان داده که در سنین بالا، به علت مرگ‌ومیر صیادی و طبیعی معمولاً جمعیت ماهیان کهن‌سال رو به کاهش می‌گذارد (Keimaram and Vahabnejad, 2116). نسبت بین طول و وزن ماهی وابسته به ژنتیک و همچنین عوامل محیطی آن‌ها است به همین دلیل این رابطه در بین جمعیت‌های مختلف یک گونه و حتی درون یک جمعیت متنوع است (Schneider, 2000). بر اساس نظر پائولی رابطه بین طول بیشینه مشاهداتی و طول بی‌نهایت معمولاً به‌صورت $L_\infty = {L_{max}}/{0.95}$ است (Froese and Binohlan, 2000). اما در مطالعه حاضر این رابطه به‌صورت $L_\infty = {L_{max}}/{0.89}$ مشاهده شد. محاسبه روابط ریاضی یا

همبستگی بین طول و وزن و سایر صفات ماهی کاربردهای فراوانی دارد. به‌عنوان‌مثال دانستن ارتباط بین وزن و قطر بدن ماهی می‌تواند در انتخاب اندازه مناسب تور جهت صید ماهی کاربرد داشته باشد. بنابراین یکی از پایه‌ای‌ترین داده‌های موردنیاز برای تصمیم‌گیران شیلاتی آگاهی از روابط بین فراسنجه‌های زیستی ماهیان است (Schneider, 2000; Keimaram and Vahabnejad, 2116).

شاخص وضعیت ماهی گاهی ممکن است تحت تأثیر شرایط کوتاه‌مدت مانند وضعیت تغذیه‌ای ماهی در یک هفته قبل از صید باشد. نکته مهم آن است که این شاخص به‌عنوان یک کمیت پویا محسوب می‌شود و ممکن است به‌صورت فصلی یا سالانه تغییر کند. از همین قابلیت برای قضاوت در مورد شرایط زیستی ماهیان استفاده می‌شود. به‌طورکلی در ماهیان وضعیت بلوغ جنسی و سپس وضعیت تغذیه‌ای می‌تواند به‌طور معنی‌داری بر شاخص وضعیت و همچنین رابطه طول و وزن اثرگذار باشد (Schneider, 2000).

یکی از مواردی که می‌تواند تحلیل داده‌های طول و وزن ماهیان یک سیستم رودخانه‌ای را تحت تأثیر قرار دهد، انتخابی عمل کردن ابزار صیادی است (Schneider, 2000). هرقدر ابزار صید غیرانتخابی تر عمل کند، اعتماد به داده‌های حاصل از آن مطالعه بیشتر است. عامل مؤثر دیگر بر روابط طول و وزن ماهیان می‌تواند تفاوت‌های جغرافیایی و محیطی باشد (Wund *et al.*, 2016). بنابراین برای هر مطالعه بر روی طول و وزن ماهیان باید از ابزارهای صید غیرانتخابی استفاده کرد و همچنین بهتر است برای قضاوت در مورد هر جمعیت از ماهیان مطالعات پایه‌ای بر روی آن جمعیت انجام شود و اتکا به نتایج مطالعات مشابه تنها تا زمانی جایز است که در مورد آن جمعیت مطالعه‌ای صورت نگرفته باشد. مطالعه حاضر به‌عنوان اولین مطالعه بر روی ساختار سنی و رابطه طول و وزن سیاه‌ماهی درشت‌فلس در محدوده استان لرستان محسوب شده و از این نظر می‌تواند مبنایی برای تصمیمات مدیریتی شیلاتی در رودخانه ایوشان باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از اداره کل محیط‌زیست استان لرستان و دانشگاه لرستان به خاطر همکاری و حمایت مالی از این مطالعه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

Abdoli A. (2016). The inlandwater fishes of Iran, 1. Iran-Shenasi. Tehran.

Adeyemi S.O., Bankole N.O., Adikwu A.I. 2009. Food and Feeding Habits of *Protopterus annectens* (Owen) in Gbedikere Lake, Bassa, Kogi State, Nigeria. Continental Journal of Biological Sciences, 2: 7-11.

Bertalanffy L.V. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human Biology, 10(2): 181-213.

Coad B.W. (2021). Freshwater fishes of Iran. Updated [Cited Aavailable from: www.briancoad.com.

Esmaeili H.R., Sayyadzadeh G., Eagderi S., Abbasi K. (2018). Checklist of freshwater fishes of Iran. FishTaxa, 3(3): 1-95.

Froese R., Binohlan C. (2000). Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. Journal of Fish Biology, 56(4): 758-773.

Gulland J.A., Holt S.J. 1959. Estimation of Growth Parameters for Data at Unequal Time Intervals ICES Journal of Marine Science, 25(1): 47-79.

Jouladeh-Roudbar A., Vatandoust S., Eagderi S., Jafari-Kenari S., Mousavi-Sabet H. (2015). Freshwater fishes of Iran; an updated checklist. AACL Bioflux (Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society), 8(6): 855-909.

Keimaram F., Vahabnejad A. (2116). Fish Stock Assessment. Iranian Fisheries Science Research Institute. Tehran.

Keivany Y., Nasri M., Abbasi K., Abdoli A. (2016). Atlas of Inland Water Fishes of Iran, 1. Iran Department of Environment (in Persian).

Mat M., Salmah M.R.C., Rosla R., Anuar S., Shah M., Ruddin A.S., Shah M. (2010). Length – weight Relationships of Freshwater Fish Species in Kerian River Basin and Pedu Lake. Research Journal of Fisheries and Hydrobiology, 5(1): 1-8.

Patimar R., Adineh H., Mahdavi M. (2009). Life history of the Western Crested Loach *Paracobitis malapterura* in the Zarrin-Gol River, East of the Elburz mountains (Northern Iran). Biologia, 64(2): 350-355.

Schneider J.C. (2000). Manual of Fisheries Survey Methods II: with Periodic Updates. Michigan Department of Natural Resources, Fisheries Special Report. Michigan.

Wund M.A., Singh O.D., Geiselman A., Bell M.A. (2016). Morphological evolution of an anadromous threespine stickleback population within one generation after reintroduction to Cheney Lake, Alaska. Evolutionary Ecology Research, 17: 203-224.

Zareian H., Esmaeili H.R., Gholamhosseini A., Japoshvili B., Özuluğ M., Mayden R.L. (2018). Diversity, mitochondrial phylogeny, and ichthyogeography of the *Capoeta capoeta* complex (Teleostei: Cyprinidae). Hydrobiologia, 806(1): 363-409.

بررسی تخریب DNA محیطی در آبزیان با استفاده از روش منطق فازی

مریم نصراله پورمقدم [۱*]؛ امید جعفری [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

۲- انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت

Email: pourmoghadamm@yahoo.com

چکیده

DNA محیطی(eDNA) ، مواد ژنتیکی است که توسط موجودات از طریق ترشح مخاط، مدفوع، تولید گامت و یا مواد دیگر درون محیط زیست منتشر می‌شود و به طور فزآینده‌ای برای بررسی و تشخیص مهره‌داران و بی‌مهرگان در زیستگاه‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت این روش این است که می‌توان موجودات را بدون نیاز به صید یا مشاهده مستقیم شناسایی کرد و این ویژگی،eDNA را به یک ابزار ارزشمند در مطالعات گونه‌های نادر تبدیل کرده است. استفاده از eDNA برای تشخیص مهره‌داران آبزی یک روش نسبتاً جدید است و سؤالات متعددی مانند روش نمونه برداری بهینه و یا چگونگی تفسیر داده‌ها وجود دارد. مطالعات نشان داده است شرایط محیطی مانند دما، pH و نور بر تخریب eDNA تاثیرگذارند. درک بهتر تخریبeDNA به پژوهشگران در مورد زمان نمونه برداری، دفعات نمونه برداری و روش‌های ذخیره سازی نمونه کمک خواهد کرد. چندین روش برای ارزیابی میزان آسیب ناشی از عوامل محیطی به eDNA وجود دارد. سیستم منطق فازی را می‌توان به عنوان ابزاری برای تعیین میزان شکستگی eDNA دو رشته‌ای مورد استفاده قرار داد. منطق فازی به عنوان یک روش جایگزین در نمایش سیستم‌های پیچیده به محیط معرفی شده است. لذا کاربرد روش منطق فازی در بررسی‌های مربوط به شکستگی eDNA با استفاده از مقدار کمی نمونه آب می‌تواند یک مبنای امیدوارکننده برای توسعه نشانگرهای حساس برای ارزیابی خطر در جمعیت‌های انسانی و حیوانی ارائه دهد.

واژگان کلیدی: تشخیص گونه، ردیابی آبزیان، شکستگی DNA، موکوس.

Investigation of environmental DNA degradation in aquatic animals using fuzzy logic method

Maryam Nasrolah Pourmoghadam[1*]; Omid Jafari[1]

1-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
2-International Sturgeon Research Institute, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Rasht, Iran

Email: pourmoghadamm@yahoo.com

Abstract

The term environmental DNA (eDNA) has been coined as the genetic material released by organisms into the environment through the mucus, excreta, sloughed cells, gametes, and other sources. This eDNA can be used to characterize and monitor vertebrates and invertebrates biodiversity in aquatic ecosystems. The advantage of this method is that the organisms can be detected without needing for direct observation, making eDNA a valuable tool in the study of rare species. Usage of eDNA to detect aquatic vertebrates is a relatively new method, and there are several questions such as how to optimally sample or interpret the data. Studies have shown that environmental conditions such as temperature, pH and light affect eDNA degradation. A better understanding of eDNA degradation will help researchers with sampling time, sampling frequency, and sample storage methods. There are several methods to assess the extent of environmental damage to eDNA. The fuzzy logic system can be used as a tool to determine the extent of double-stranded eDNA breakage. Fuzzy logic has been introduced as an alternative method of representing complex systems to the environment. Therefore, the application of fuzzy logic method in eDNA breakage studies using small amounts of water samples can provide a promising basis toward the development of sensitive markers for risk assessment in human and animal populations.

Keywords: Aquatics tracing, DNA Breakage, Mucus, Species detection.

پویش ژنومی جایگاه‌های صفات کمی (QTLs) مرتبط با رشد در قزل آلای رنگین کمان پرورشی

سجاد نظری [۱*]؛ مهدی گلشن [۲]؛ سلطنت نجار لشگری [۳]؛ محمدمیثم صلاحی اردکانی [۱]؛ سلمان ملک پور کلبادی نژاد [۳]؛ مریم میربخش [۲]؛ سید حسین مرادیان [۱]

۱- مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۳- مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تنکابن

Email: sajadnazari13@gmail.com

چکیده

امروزه بکارگیری روش‌های مولکولی نظیر شناسایی چندشکلی‌های تک نوکلئوتیدی (SNP)و نشانگرهای جایگاه ژنی کنترل کننده صفات کمی (QTLs) می‌تواند به بهبود ژنتیکی گونه قزل آلای رنگین کمان پرورشی کمک شایانی نماید. جهت اجرای این تحقیق از ۳۰ مولد نر و ماده قزل آلای رنگین کمان در مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان یاسوج در فصل تکثیر استفاده شد. با استفاده از تلاقی‌های مختلف از مولدین مزرعه، ۱۳ خانواده بدست آمدند. پس از پرورش به مدت شش ماه، استخراج ژنوم از بچه ماهیان طبق روش استاندارد صورت پذیرفت. تعداد ۴ جفت لوکوس صفت کمی (QTL) معرفی شده برای قزل آلای رنگین کمان در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. در ادامه آنالیزهای مولکولی نشانگرهای QTL نظیر پیوستگی صفت-نشانگر (آماره LD) به کمک نرم افزارهای GDA 1.1 و MapChart 2.1 انجام پذیرفت. آنالیز ارتباط بین ژنوتیپ‌ها و صفت رشد با استفاده از مدل خطی[۱۹] GLM به کمک نرم افزار SPSS 21.0 انجام شد. با توجه به نتایج این بررسی هتروزیگوسیتی مشاهده شده (Ho) و مورد انتظار (He) در جایگاههای QTL به ترتیب بین ۰/۶۹۹ - ۰/۳۵۴ مربوط به جایگاه OMM5140 و ۰/۸۳۶ - ۰/۵۶۸ مربوط به جایگاه OMM1268 بدست آمدند. میزان درصد واریانس (PV) نیز برای صفت وزن بدن در سن ۳۰ و ۱۸۰ روزگی به ترتیب ۱۸/۴۸ و ۳۱/۲۴ محاسبه شد. همچنین در بررسی حاضر اثر اپیستازی معنی داری بین جایگاههای QTL مورد مطالعه، مشاهده نشد. در بررسی تعادل هاردی- واینبرگ نیز در بیشتر جایگاههای مورد بررسی انحراف از تعادل هاردی– واینبرگ را مشاهده شد ($P<0.05$). با توجه به تنوع جایگاه ژنی کنترل کننده صفات کمی نمونه‌های قزل آلای رنگین کمان و از طرفی اهمیت شناسایی لوکوس‌های صفات کمی مرتبط با رشد، لوکوس‌های صفات کمی مرتبط با صفت مزبور در خانواده‌های ماهی قزل آلای رنگین کمان را می‌توان در برنامه‌های آینده و یا مزارع پرورشی مختلف استفاده کرد.

واژگان کلیدی: قزل آلای رنگین کمان، تنوع ژنتیکی، لوکوس‌های صفات کمی، انتخاب به کمک نشانگر

[19] General Linear Model

Genome scanning of quantitative trait loci (QTLs) for growth-related traits in farmed rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*

Sajad Nazari*[1]; Mahdi Golshan[2]; Saltanat Najjar Lashgari[3]; Mohammad Meysam Salahi Ardakani[1]; Salman Malekpour Kolbadinejad[3]; Maryam Mirbakhsh[2]; Seyed Hossein Moradian[1]

1- Shahid Motahary Cold-water Fishes Genetic and Breeding Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Yasouj, Iran.
2- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.
3- Cold-water Fishes Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research ,Education and Extension Organization (AREEO), Tonekabon, Iran.

Email: sajadnazari13@gmail.com

Abstract

The application of genomic technologies and molecular markers specially identification of single nucleotide polymorphism (SNP) and Quantitative trait loci (QTLs) towards the genetic improvement of rainbow trout aquaculture is expected to facilitate selective breeding and development of strains of rainbow trout via breeding programs. Thirty male and female broodstock of rainbow trout (n = 30) for generating full sibling collected in Cold-water Fishes Genetic and Breeding Research Center. We generated 13 different families using factorial mating design. Then juveniles were raised at the ponds until 6 months post-hatching. Genome extracted based on standard method and these individuals randomly selected for molecular analysis. Fin clips were cut and specimens were kept at -20℃ until use. Four specific primers were used for rainbow trout and all the four QTL loci screened in this study were successfully amplified in all families. Statistical analyses including linkage disequilibrium (LD), association between genotypes and two quantitative traits including body weight (BW) and total length (TL) were performed using MapChart 2.1, GDA 1.1. General Linear Model (GLM) was performed with software SPSS 21.0. The results demonstrated the mean observed heterozygosity (Ho) and expected heterozygosity (H_E) varied between 0.354 to 0.699 for locus OMM5140 and 0.568 to 0.836 for locus OMM1268, respectively. No significant epistatic interactions were identified between QTL markers. Proportion of phenotypic variation explained by each QTL (PV) for body weight at age 30 and 180 were 18.48 and 31.24, respectively. Hardy-Weinberg departure was observed for most loci from all farms and were disequilibrium ($P<0.05$). The four QTL loci variation in rainbow trout is important to gain a better understanding of the genetics of production traits and for transferring genetic information and improved selective breeding program to farms in Iran.

Keywords: QTL variation; Rainbow trout; Quantitative traits; Marker Assisted Selection

مقدمه

قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) گونه غالب پرورشی ماهیان سردآبی در کشور بوده و تاکنون تلاش‌های بسیاری در جهت ارتقا سطح کیفی پرورش این گونه در کشور انجام شده است. از فعالیت‌های تحقیقاتی مربوط به این گونه می‌توان به برخی مطالعات نظیر اکولوژیکی (Davidson, 2012)، زیست شناسی تکاملی (Taylor *et al*., 2011)، ایمنی شناسی (Nya and Austin, 2011)، تغذیه (Wong *et al*., 2013)، فیزیولوژی (Salem *et al*., 2015) و سلولی مولکولی (Nichols *et al*., 2003; Pedersen *et al*., 2013; Palti *et al*., 2015; Liu *et al*., 2015) بوده است.

امروزه روش‌های مولکولی در آبزی پروری پیشرفت زیادی داشته و این فن آوری‌ها به درک ژنتیک صفات اقتصادی و تشریح تنوع ژنوتیپی و فنوتیپی بسیار کمک کرده است (Wu *et al*., 2009; Du *et al*., 2009; Wringe *et al*., 2010). روش‌های ژنومی نظیر انتخاب به کمک نشانگر[20] (MAS) و انتخاب ژنومی[21] (انتخاب کل ژنوم (GS)، می‌تواند دسترسی به نشانگرهای مولکولی زیادی را با هزینه ارزانتری برای شناسایی لوکوس‌های صفات کمی[22] (QTL)در یک گونه خاص بدست دهد (Barra *et al*., 2018; Feng *et al*., 2018; Palaiokostas *et al*., 2018). جایگاهای QTL مکان‌هایی در ژنوم هستند که تنوع آنها موجب بروز صفات و بهگزینی برای آنها انتخاب به کمک نشانگر[23] نامیده می‌شود (Sonesson, 2009). مزیت انتخاب به کمک نشانگر در مقایسه با بهگزینی سنتی زمانی است که وراثت پذیری یک صفت پایین و یا در ماهیان انتخابی صفت مورد نظر قابل اندازه گیری نباشد (Rexroad *et al*., 2013; Gao *et al*., 2018; Neto *et al*., 2019).

تاکنون مطالعات مختلفی در زمینه ژنتیک کمی قزل‌آلای رنگین‌کمان در کشور انجام پذیرفته است. به عنوان مثال نظری و همکاران (۲۰۱۶) توالی ژن میوستاتین قزل‌آلای رنگین‌کمان بررسی و ارتباط بین چندشکلی‌های تک نوکلئوتیدی (SNPs) این ژن با صفات کمی رشد با استفاده از روش توالی‌یابی و PCR-SSCP مورد آنالیز قرار داد. در مطالعه فوق تعداد دو جهش تک نوکلئوتیدی (g.660T>C و g.1904C>A) در نواحی اینترون ۱ و ۲ ژن میوستاتین با استفاده از روش PCR-SSCP شناسایی و آنالیزهای پیوستگی هاپلوتیپ و صفات کمی رشد نشان دادند بین ژنوتیپ‌های TC و CC در نقطه g.1904C>A ارتباط معنی‌داری با طول و وزن در زمان ۹۰ و ۱۵۰ روزگی بچه ماهیان وجود دارد.

با دنبال کردن نشانگرهای پراکنده شده در ژنوم و یافتن هماهنگی آنها با تنوع صفت کمی در جمعیت مورد بررسی می‌توان به QTL های متعدد درگیر در کنترل صفت مورد نظر دست یافت(Moghadam *et al*., 2007; Chen *et al*., 2018) . ماهی قزل آلای رنگین کمان دارای صفات کیفی و کمی بسیار زیادی است (Ando *et al*., 2005; Gharbi *et al*., 2006; Nichlos *et al*., 2003) که هر یک از آنها بالقوه می‌تواند مورد اصلاح نژاد قرار گیرد، اما با توجه به اهمیت اقتصادی متفاوت صفات و نیز طولانی بودن روش‌های اصلاح نژاد کلاسیک، فقط تعداد معدودی از صفات باید وارد برنامه ملی ژنتیک و اصلاح نژاد ماهی قزل آلای رنگین کمان شوند که در تحقیق حاضر این اهداف شامل ارزیابی سطوح توزیع تنوع ژنتیکی لوکوس‌های صفت کمی مرتبط با صفت رشد در قزل آلای رنگین کمان پرورشی می‌باشند.

[20] Marker assisted selection
[21] Genome-wide selection
[22] Quantitative trait loci
[23] Marker-Assisted Selection

مواد و روش‌ها

با استفاده از تلاقی‌های مختلف از مولدین مزرعه، خانواده‌های تنی مختلفی (۱۳ خانواده) بدست آمدند که بصورت جداگانه مدیریت می‌شدند. بر اساس طرح فاکتوریل مولدین نر و ماده‌هایی که رسیدگی جنسی مناسبی پس از معاینه داشتند، برای عملیات تکثیر انتخاب شدند. در ادامه بچه ماهیان حاصل به مدت شش ماه تحت شرایط کنترل شده پرورش یافتند. پارامترهای مختلف پرورشی نظیر دما و ورودی آب کنترل و به منظور به حداقل رساندن تنوع محیطی و اثرات متقابل ژنوتیپ-محیط، شرایط یکسانی برای گروه‌های مختلف در یک دوره پرورشی فراهم شد. غذادهی با استفاده از غذاهای مرغوب تجاری و بصورت روزانه و در زمان‌های مشخص صورت گرفت. در طول دوره پرورش بچه ماهیان صفات کمی وزن بدن (BW) و طول کل (TL) بچه ماهیان در فواصل ۳۰، ۱۲۰ و ۱۸۰ روز اندازه گیری شدند. نمونه برداری از انتهای باله بچه ماهیان برای انجام فعالیتهای مولکولی انجام پذیرفت و سپس به آزمایشگاه ژنتیک مرکز انتقال یافتند.

استخراج DNA و مراحل PCR

برای استخراج DNA ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان از روش فنل-کلروفرم استفاده شد (Hills and Moritz, 1993; Nazari et al., 2016). به منظور مشخص‌شدن کیفیت و کمیت DNA استخراج شده از روشهای اسپکتروفتومتری و الکترفورز استفاده گردید. در روش اسپکتروفتومتری برای تعیین کمیت DNA استخراج شده، پس از کالیبره‌کردن اسپکتروفتومتر با آب مقطر، ۲۰ میکرولیتر از DNA ژنومی بوسیله آب مقطر به حجم ۳۰۰ میکرولیتر رسانده شد، مقدار جذب نوری نمونه‌های DNA در طول موج ۲۶۰ و ۲۸۰ نانومتر و نسبت A260/280 بوسیله دستگاه اندازه‌گیری و ثبت گردید. چهار جفت آغازگر مرتبط با صفت کمی رشد قزل آلای رنگین کمان بطول ۲۴-۱۸ باز، بدست آمده از ترادف DNA ژنومی آزاد ماهیان انتخاب و سپس به شرکت MWG-Biotech برای ساخت سفارش داده شد (Condrey and Bentzen, 1998; Palti *et al.*, 2002). مشخصات پرایمرهای مورد استفاده برای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در جدول ۱ آمده است.

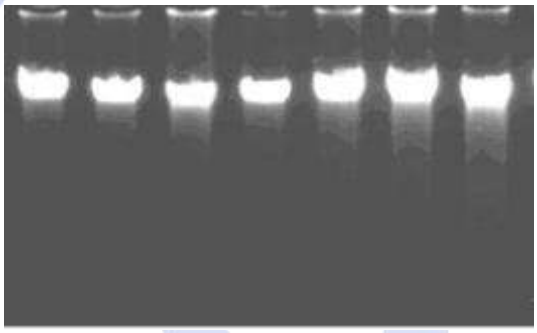
جدول ۱: خصوصیات و دمای اتصال جایگاههای QTL بررسی شده در ماهی قزل آلای رنگین کمان.

جایگاه	توالی آغازگر	دمای اتصال (درجه سانتیگراد)
OMM1046	F-TCC AGC CAG ACA CAC R-TCC TTT TCT TCC CTT TCT TTC C	۵۷
OMM1307	F-GAA CTT TGA CTC CTC ATT GTG AG R- CGG AGT CCG TAT CCT TCC C	۵۸
OMM1019	F-ATT CGT GCG TGT GTA CGT R-CTA TTG GGG GTT GTG TTC TCA	۵۴
OMM1050	F- ACC CTA GTC ATT CAG TCA GG R- GAT CAC TGT GAT AGA CAT CG	۵۶

برای انجام PCR و تکثیر ژن هدف، ۱۰۰ نانوگرم DNA استخراجی، ۱ میکرولیتر از پرایمرها (۱۰ پیکومول) بعلاوه ۰/۵ میکرولیتر dNTP (۱۰ میلی مولار)، ۰/۳ میکرولیتر Taq polymerase (۵u/µ)، ۲/۵ میکرولیتر بافر PCR (۱۰X)، ۰/۹ میکرولیتر MgCl2 (۵۰ میلی مولار) در یک ویال ۰/۲ میلی لیتری آماده، که در نهایت حجم آن با آب مقطر به ۲۵ میکرولیتر رسانده شد، لوله‌ها پس از چند ثانیه سانتریفیوژ در ترموسایکلر قرار گرفتند.

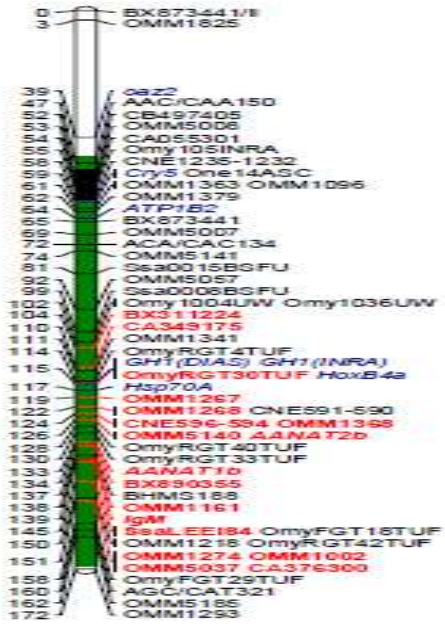
نتایج

بررسی شدت وضوح باندهای DNA بر روی ژل آگارز (یک درصد) و مشاهده شدت باندهای تولید شده نشان داد که DNA استخراج شده از باله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان از کیفیت مناسبی برای استفاده در آزمایشات PCR برخوردار می‌باشند. باندهای DNA بسیار شفاف و فاقد آلودگی پروتئینی، فنلی و یا RNA بود (شکل ۱).



شکل ۱: نمونه‌ای از DNA استخراج شده به روش فنل- کلروفورم بر روی ژل آگارز ۰/۸٪

نتایج الگوهای باندی بدست آمده از جایگاه‌های QTL ای نشان داد که محدوده اندازه باندها بین ۳۴۱-۱۱۸ جفت باز بوده است. در بررسی و مطالعات تنوع ژنی درون خانواده‌های یک گونه از معیارهای همچون هتروزیگوسیتی مشاهده شده (H_Oو مورد انتظار (H_Eبرای هر خانواده و در هر لوکوس استفاده می‌شود. هتروزیگوسیتی مشاهده شده (Ho) در جایگاههای QTL بین ۰/۳۵۴ (خانواده ۴) مربوط به جایگاه OMM5140 تا ۰/۶۹۹ (خانواده ۳) مربوط به جایگاه OMM5140 بود. هتروزیگوسیتی مورد انتظار (He) نیز گانه بین ۰/۵۶۸ (خانواده ۱) مربوط به جایگاه OMM1268 تا ۰/۸۳۶ (خانواده ۳) مربوط به جایگاه OMM5140 بود. تنوع درون جمعیتی یا تنوع ژنی بصورت هتروزیگوسیتی مشاهده شده (H_O) و هتروزیگوسیتی مورد انتظار (H_E) در هر لوکوس و برای هر خانواده در جدول ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲: جایگاه ژنی لوکوس‌های مرتبط با رشد در گروه لینکاژ ۹ قزل آلای رنگین کمان.

به منظور بررسی تعادل هاردی- واینبرگ در تمامی مزارع مورد بررسی و لوکوس‌های مختلف از آزمون مربع کای یا χ^2 استفاده شد. در بررسی تعادل هاردی- واینبرگ مزارع در بیشتر جایگاه‌های مورد بررسی انحراف از تعادل هاردی– واینبرگ را نشان داده و خارج از تعادل بودند. در جدول ۲ تعداد آللهای مشاهده شده و قابل انتظار و مقدار هتروزایگوسیتی مشاهده شده و قابل انتظار در خانواده‌ها و جایگاههای مختلف آمده است.

جدول ۲: سطح معنی داری جایگاههای QTL در قزل‌آلای رنگین‌کمان با شاخصهای صفت کمی رشد وزن و طول بدن

خانواده	وزن ۳۰ روزگی (mg)	طول ۳۰ روزگی (mm)	وزن ۱۲۰ روزگی (g)	طول ۱۲۰ روزگی (cm)	وزن ۱۸۰ روزگی (g)	طول ۱۸۰ روزگی (cm)
خانواده ۱	± ۱۴/۳۷ ۵۶۶/۸	۳۴/۴ ± ۰/۴۲	۳/۲۲ ± ۰/۲۲	۴۸/۴ ± ۰/۲۵	۱۳/۶۲ ± ۰/۳۵	۱۰/۲ ± ۰/۳۱
خانواده ۲	± ۲۲/۰۸ ۵۵۴/۲	۳۵/۳ ± ۰/۳۸	۳/۳۵ ± ۰/۱۸	۴۷/۲ ± ۰/۳۶	۱۲/۸۲ ± ۰/۶۶	۱۰/۲ ± ۰/۵۴
خانواده ۳	± ۲۰/۱۱ ۵۷۳/۴	۳۷/۵ ± ۰/۱۹	۳/۶۵ ± ۰/۱۹	۴۷/۲ ± ۰/۱۲	± ۰/۳۵* ۱۳/۷۵	۱۱/۱ ± ۰/۴۲
خانواده ۴	± ۱۸/۰۹ ۵۸۳/۷	۳۹/۱ ± ۰/۲۰	۴/۱۱ ± ۰/۴۶	۵۳/۲ ± ۰/۱۷	± ۰/۲۵* ۱۴/۷۸	۱۱/۳ ± ۰/۴۸

آستانه ضریب تصحیح بونفرونی[24]	۳/۶۵	۳/۷۲	۳/۴۱	۳/۵۹	۳/۶۸	۳/۲۱
ضریب F[25]	۳/۲۰	۳/۳۶	۳/۵۱	۳/۹۴	۳/۴۸	۴/۵۲
درصد واریانس (PV)	۱۸/۴۸	۲۵/۳۴	۱۹/۲۲	۲۶/۸۴	۳۱/۲۴	۲۷/۵۹

بحث

بررسی حاضر به مطالعه تنوع جایگاه‌های صفت کمی (QTL) با استفاده از چهار جفت آغازگر پرداخت. نتایج نشان داد خانواده‌های مختلف قزل آلای رنگین کمان از تنوع اللی در جایگاه‌های صفت کمی (QTL) مناسبی برخوردارند و میزان هتروزیگوسیتی بالا موید این مطلب بوده به طوریکه دامنه هتروزیگوسیتی مشاهده شده (H_O) بین خانواده‌های مختلف بین ۰/۳۵۴ (خانواده ۴) تا ۰/۶۹۹ (خانواده ۳) متغیر بود هرچند اختلاف معنی داری در جایگاه‌های QTL مرتبط با رشد در خانواده‌ها مشاهده نشد. از دلایل این امر می‌توان به اندازه نمونه‌ها، اثرات اپیستازی جایگاه‌های QTL به علت غالبیت اشاره کرد (Wang *et al*., 2006; Vallejo *et al*., 2017). این مسئله در مورد ماهیان پرورشی در موارد بسیاری گفته می‌شود و از دلایل این تنوع بالا می‌تواند اختلاط نژادهای مختلف در مرکز پرورشی باشد. در مزارع پرورشی تصمیم‌گیری در مورد اینکه کدام نژادها باید حفظ شوند، باید بر اساس حفظ حداکثر تنوع ژنتیکی در ذخیره ژنی انجام شود(Templeton, 2004) . با حفظ نمونه‌هایی از تمامی نژادهای یک گونه که دارای بیشترین تفاوت ژنتیکی می‌باشند، می‌توان حداکثر تنوع ژنتیکی را حفظ کرد. این نمونه‌ها نژادهایی را شامل می‌گردند که دارای آللها یا ترکیبات آللی منحصر به فرد هستند.

در مجموع به نظر می‌رسد خانواده‌های مورد استفاده در این بررسی تنوع مناسبی از نظر تنوع اللی و درصد واریانس داشته است و بنابر این نماینده مناسبی برای معرفی به یک برنامه اصلاح نژادی هستند. این جمعیت این قابلیت را دارد که به عنوان ذخیره ژنتیک مناسب استفاده شود. بررسی‌های آینده نیازمند استفاده از لوکوسهای QTL بیشتری می‌باشد و همچنین ضروری است نمونه‌های مزارع پرورشی نقاط مختلف کشور در برنامه‌های انتخاب به کمک نشانگرهای مولکولی مطالعه شوند.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران و مسئولینی که در اجرای این تحقیق همکاری کرده‌اند، تقدیر و تشکر می‌شود.

منابع

Almasy L., Blangero J. (1998). Multipoint quantitative-trait linkage analysis in general pedigrees. Am. J. Hum. Genet. 62: 1198–1211.

Ando D., Kitamura T., and Mizuno S. (2005). Quantitative analysis of body silvering during smoltification in masu salmon using chromameter. North Am. J. Aquacult. 67: 160–166.

Barra A., Christensen K.A., Yoshida G.M., Correa K., Jedlicki A., Lhorente J.P. (2018). Genomic predictions and genome-wide association study of resistance against Piscirickettsia salmonis in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) using ddRAD sequencing. Genes, Genomes, Genetics 8: 1183–1194.

[24] Bonferroni corrected threshold

[25] F-ratio

Chen L., Peng W., and Kong S. (2018). Genetic mapping of head size related traits in common carp (*Cyprinus carpio*). Front. Genet. 9, 38.

Davidson W.S. (2012). Adaptation genomics: next generation sequencing reveals a shared haplotype for rapid early development in geographically and genetically distant populations of rainbow trout. Mol Ecol 21: 219–222.

Donaldson L.R. (1955). Development of rainbow trout broodstock by selective breeding. Trans. Amer. Fish soc., 85: 93-101.

Du Z.Q., Ciobanu D.C., Onteru S.K., Gorbach D., Mileham A.J., Jaramillo G. (2009). A gene based SNP linkage map for pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Anim. Genet. 41: 286–294.

Feng X., Yu X., Fu B., Wang X., Liu H., Pang M. (2018). A high-resolution genetic linkage map and QTL fine mapping for growth-related traits and sex in the Yangtze River common carp (*Cyprinus carpio haematopterus*). *BMC Genomics* 19 (1), 230.

Gao G., Nome T., Pearse D., Moen T.M., Naish K., Thorgaard G.H. (2018). A new single nucleotide polymorphism database for rainbow trout generated through whole genome resequencing. Front. Genet. 9: 147.

Gharbi K., Gautier A., Danzmann R. G., Gharbi S., Sakamoto T. (2006). A linkage map for brown trout (*Salmo trutta*): chromosome homeologies and comparative genome organization with other salmonid fish. Genetics 172: 2405–2419

Hansen M., Nielsen E., Ruzzante D., Bouza C., and Mensberg K. (2000). Genetic monitoring of supportive breeding in brown trout (*Salmo trutta* L.) using microsatellite DNA markers. Canadian J. Fish. Aquat. Sci., 57: 2130-2139.

Hillis D. M., Moritz C. (1990). Molcular taxonomi. Sinauer associate, Inc. Publishers. Massachusetts.

Houston R. D., Bishop S. C., Hamilton A., Guy D. R., Tinch A. E., Taggart J. B. (2009). Detection of QTL affecting harvest traits in a commercial Atlantic salmon population. Animal Genet., 40: 753–755.

Khoshkholgh M., Nazari S. (2020). Characterization of single nucleotide polymorphism markers for the narrow-clawed crayfish *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) based on RAD sequencing. Conserv Genet Resour. https: //doi.org/10.1007/s12686-020-01154-8

Knott S.A., Elsen J.M., Haley C.S. (1996). Methods for multiple-marker mapping of quantitative trait loci in half-sib populations. Theor. Appl. Genet. 93, 71–80.

Laghari M.Y., Lashari P., Zhang X., Xu P., Narejo N.T., Liu Y. (2014). Mapping QTLs for swimming ability related traits in *Cyprinus carpio* L. Mar Biotechnol. 16: 629–37.

Miller K.M., Kaukinen K.H., Beacham T.D., Withler R.E. (2001). Geographic heterogeneity in natural selection on an MHC locus in sockeye salmon. Genetica, 111: 237–257.

Moghadam H. K., J. Poissant H. Fotherby L. Haidle M. Ferguson M. (2007). Quantitative trait loci for body weight, condition factor and age at sexual maturation in Arctic charr (Salvelinus alpinus): comparative analysis with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*). Mol. Genet. Genomics 277: 647–661.

Nazari S., Jafari,V, Pourkazemi M. Kolangi Miandare H., Abdolhay H, (2016). Association between myostatin gene (MSTN-1) polymorphism and growth traits in domesticated rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Agri Gene 1: 109–115.

Nazari S., Pourkazmi M. (2021). Isolation and characterization of SNP markers of rainbow trout (Onchorhynchus mykiss Walbaum, 1792) from transcriptomic sequences. Mol Biol Rep 48, 989–995. https: //doi.org/10.1007/s11033-020-06088-w

Neto R.V.R., Yoshida G.M, Lhorente J.P., Yanez J.M. (2019). Genome-wide association analysis for body weight identifies candidate genes related to development and metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Mol. Genet. Genom. 1–9.

Nichols K. M., Young W. P., Danzmann R. G., Robison B. D., Rexroad C., Noakes M., Phillips R. B., Bentzen P., Spies I., Knudsen K., Allendorf F. W., Cunningham B. M., Brunelli J., Zhang H., Ristow S., Drew R., Brown K.H., Wheeler P.A., and Thorgaard G.H. (2003), A consolidated linkage map for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Animal Genet. 34: 102–115.

Nya E.J., Austin B. (2011). Development of immunity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, walbaum) to aeromona shydrophila after the dietary application of garlic. Fish. Shellfish. Immunol. 30: 845–850

Palaiokostas C., Kocour M., Prchal M., and Houston R. D. (2018). Accuracy of genomic evaluations of juvenile growth rate in common carp (*Cyprinus carpio*) using genotyping by sequencing. *Front. Genet.* 9, 82–.

Palti Y., Gao G., Liu S., Kent M.P., Lien S., Miller M.R., Rexroad C.E., Moen T. (2015). The Development and Characterization of a 57K SNP Array for Rainbow Trout. Mol. Ecol. Resour. 15, 662–672.

Pedersen S., Berg P.R., Culling M., Danzmann RG., Glebe B. (2013). Quantitative trait loci for precocious parr maturation, early smoltification, and adult maturation in double-backcrossed trans-Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture 410: 164–171

Pérez L., Winkler F., Díaz N., Cárcamo C., Silva N. (2001). Genetic variability in four hatchery strains of coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), in Chile. Aqua. Res. 32: 41-46.

Rodrguez F.H., Caceres G., Lhorente J.P., Newman S., Bangera R., Tadich T. (2018). Genetic (co)variation in skin pigmentation patterns and growth in rainbow trout. Animal 7: 1–8.

Salem M., Panerum B., Al-Tobasei R., Abdouni F., Thorgaard G.H. (2015). Transcriptome Assembly, Gene Annotation and Tissue Gene Expression Atlas of the Rainbow Trout. PLoS ONE 10(3): e0121778.

Sonesson A.K., Meuwissen T.H.E. (2009). Testing strategies for genomic selection in aquaculture breeding programs. Genet. Selec. Evol, 41: 1-9.

Taylor E.B., Tamkee P., Keeley E. R., Parkinson E. A. (2011). Conservation prioritization in widespread species: the use of genetic and morphological data to assess population distinctiveness in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from british columbia, canada. Evol. Appl. 4, 1 0 0 – 1 1 5.

Templeton N.S. (2004). Gene and cell therapy: therapeutic mechanisms and strategies. Marcel Dekker, New York.

Vallejo R.L., Liu S., Gao G., Fragomeni B.O., Hernandez A.G. (2017). Similar genetic architecture with shared and unique quantitative trait loci for bacterial cold water disease resistance in two rainbow trout breeding populations. Front. Genet. 8: 156.

Voorrips R.E. (2002). MapChart: software for the graphical presentation of linkage maps and QTLs. J Hered 93: 77–78

Wang C.M., Lo L.C., Zhu Z.Y. and Yue, G.H. (2006). A genome scan QTL for growth-related traits in an F1 family from a breeding population of Asian seabass. BMC Genomics 7: 274.

Wong S., Waldrop T., Summerfelt S., Davidson J., Barrows F., Kenney P.B. (2013). Aquacultured rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) possess a large core intestinal microbiota that is resistant to variation in diet and rearing density. Appl. Environ. Microbiol. 79: 4974–4984

Wringe R. H., Devlin M. M., Ferguson H. K., Moghadam D., Sakhrani R. G., Danzmann Brendan F. (2010). Growth-related quantitative trait loci in domestic and wild rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) BMC Genetics 11: 63-77.

Wu P., Qi D., Chen L., Zhang H., Zhang X., Qin J.G. (2009). Gene discovery from an ovary cDNA library of oriental river prawn Macrobrachium nipponense by ESTs annotation. Comp.Bioch. Physiol. 4: 111–120.

Yeh F.C., Yang R.C., Boyle T. (1999). POPGENE, Version 1.31: Microsoft Window-Based Free Ware for Population Genetic Analysis. http: //www.ualberta.ca/~fyeh.

Yoshida G.M., Yanez J.M., de Oliveira C.A.L., Ribeiro R.P., Lhorente J.P, de Queiroz S.A. (2018). Mate selection allows changing the genetic variability of the progeny while optimizing genetic response and controlling inbreeding. Aquaculture 495: 409–414.

بررسی و شناسایی انگل‌های آبشش، پوست و دستگاه گوارش کپور ماهیان (کپور معمولی و کاراس) در رودخانه‌های منطقه شلمزار

امین نعمت اللهی [۱*]؛ اسماعیل پیرعلی [۲]؛ مهدی رئیسی [۳]؛ بهنام بختیاری [۱]؛ عباس مختاری [۱]؛ یدالله خسروی [۱]

۱- گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
۳- گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه آزاد واحد شهرکرد، شهرکرد

Email: anematolahi@yahoo.com

چکیده

کپور ماهیان بویژه کپور معمولی و ماهی کاراس در مناطق مختلف آب‌های داخلی کشور پراکنده بوده و بررسی انگل‌های این ماهیان می‌تواند از نظر چرخه حیات انگل‌ها و انتقال به سایر ماهیان حائز اهمیت باشد. هدف از این مطالعه حاضر بررسی انگل‌های آبشش، پوست و دستگاه گوارش کپور ماهیان رودخانه شلمزار استان چهارمحال و بختیاری بود. بدین منظور ۸۰ قطعه ماهی با متوسط وزنی ۵۰۰ گرم تهیه شد که به طور زنده به آزمایشگاه آبزیان دانشکده دامپزشکی منتقل شدند. سپس ماهی‌ها به صورت اتفاقی در سه وان جداگانه حاوی آب بدون کلر و واجد پمپ اکسیژن به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۲۲-۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. ابتدا نمونه برداری از سطح پوست و آبشش انجام شد و پس از کالبدگشایی اقدام به نمونه برداری از دستگاه گوارش به روش‌های معمول شد. نمونه‌ها ابتدا زیر لوپ بررسی و پس ازتهیه لام با میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده انگل‌های ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس، و تریکودینا پرفوراتا از پوست و آبشش و انگل‌های کنتراسکوم، رابدوکونا، و آکانتوسفال از دستگاه گوارش و نیز انگل‌های جنس داکتیلوژیروس و ژیروداکتیلوس، از آبشش ماهیان جدا شدند.

واژگان کلیدی: کپور ماهیان، انگل پوست، آبشش، دستگاه گوارش.

Identification of parasites of the gill, skin and gastrointestinal tract of Cyprinidae (*Cyprinus carpio* and *Carassius carassius)* in Shalamzar Rivers

Amin Nematollahi*[1], Esmaeil Pirali[2], Mehdi Raissy[3], Behnam Bakhtiari[1], Nafian[1], Abbas Mokhtari[1], Yadollad Khosravi [1]

1- Department of Food Health and Aquatic Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord.
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord.
2. Department of Food Health and Aquatic Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord Azad University,Iran.

Email: anematolahi@yahoo.com

Abstract

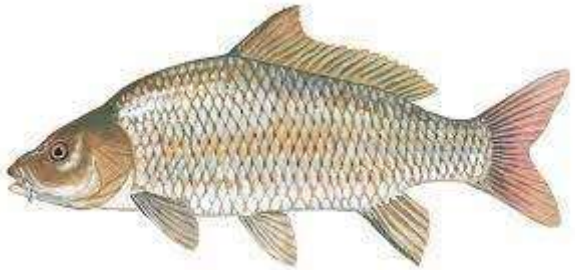
Cyprinidae fish such as *Cyprinus carpio* and *Carassius Carassius* are living in different fauna regions of Iranian freshwater fishes. The parasitological studies of these fishes are important on subjects of ecology and life cycles in different fishes. The aim of present study was to investigate the parasites of gill, skin and digestive system of Cyprinidae in Shalamzar river, Chaharmahal and Bakhtiari Province. 80 fish with average weight of 500 grams are caught from Shalamzar River and transported to the Aquatic laboratory of School of Veterinary Medicine alive. Then, fish were kept in 3 separate tub containing chlorine- free water with oxygen for 12 hours in 20- 22 °C. First of all, Samples were collected from skin and gill and then, the biopsy from digestive system was done. According to the results, ((*Ichthyophthirius multifiliis*), and (*Trichodina perforata*) from the skin and gill and (*Contracaecum* sp), (*Rhabdochona* sp), and (*Acanthocephal*) from digestive system, and finally (*Dactylogyrus sp*), (*Gyrodactylus* sp) parasites from gills were detected.

Keywords: Cyprinidae, skin parasite, gill, digestive system.

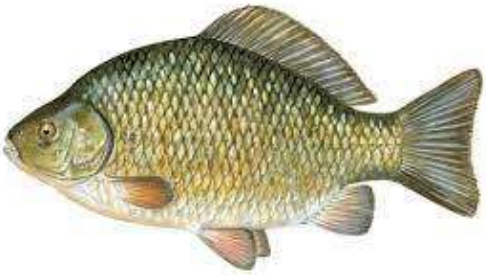
مقدمه

در سال‌های اخیر در کشور ما پرورش ماهی رشد قابل توجهی داشته است. همچنین فعالیت‌های تحقیقاتی زیادی در زمینهٔ تکثیر و پرورش ماهیان بومی به صورت گسترده آغاز شده است. هم‌گام با رشد و توسعه آبزی‌پروری در کشور، رعایت اصول بهداشتی، توسعهٔ روش‌های تشخیصی، پیشگیری و درمان بیماری‌های ماهی الزامی است. در این بین بیماری‌های انگلی آبزیان و به‌ویژه ماهیان، اهمیت زیادی دارد. بیماری‌های انگلی به خودی خود تلفات زیادی ایجاد نمی‌کنند مگر آن‌که تعداد زیادی انگل وارد بدن ماهی شده یا به آن حمله نمایند [۱،۷]. بیماری‌های آبزیان در سراسر جهان همواره باعث کاهش میزان تولید و صید شده است. عمده‌ترین خطری که صنعت آبزی‌پروری را تهدید می‌کند، عوامل گوناگون بیماری‌زا است که باعث کاهش تولید، افزایش تلفات و در نهایت ضرر و زیان اقتصادی دراین صنعت می‌شود [۲،۷]. انگل‌ها قسمتی یا تمامی مراحل زندگی خود را در بدن میزبان می‌گذرانند. انگل‌های تک‌یاخته‌ای، پریاخته‌ای و سخت‌پوستان می‌توانند ماهیان و دیگر آبزیان را مورد تهاجم قرار داده و باعث بروز بیماری در آن‌ها گردند [۴،۷]. استان چهارمحال و بختیاری با مساحت ۱۶۵۳۲ کیلومتر مربع بین ۳۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و نیز ۴۹ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی قرار دارد. این استان دربخش مرکزی کوه‌های زاگرس واقع شده است. از شمال و شرق به استان اصفهان، از غرب به استان خوزستان، از جنوب به کهکیلویه و بویر احمد و از شمال غرب به استان لرستان محدود است. این منطقه دارای یک درصد از کل وسعت ایران می‌باشد که در بستر سلسله جبال زاگرس واقع شده است. که با وجود مساحت کم ده درصد از منابع آب کشور را در اختیار دارد [۱،۷،۸].

راستهٔ کپور ماهی شکلان (Cypriniformis)، متعلق به ردهٔ ماهیان استخوانی بوده و خانوادهٔ کپورماهیان (Cyprinidae) دارای جنس‌های گوناگون است. این جنس کپور ماهیان تقریباً دارای ۶۹ گونهٔ ثبت شده است. پراکنش این ماهیان در مناطق مختلف اروپا و آسیا مثل آب‌های رودخانه‌های اردن، تمامی سواحل شرقی مدیترانه، عراق، جنوب ترکیه و ایران را در بر می‌گیرد. در آب‌های داخلی ایران در حوزه آبخیز خزر، ارس، ارومیه، رودخانه‌های کارون و حوزه زاینده رود، کر و حوزه‌های رودخانه‌های غرب ایران، شلمزار رود و هراز و حوزه‌های جنوبی ایران پراکنش دارد. این ماهیان در رودخانه‌های مهم و پر آب در بخش مرکزی ایران که دارای آب شیرین بوده و از ارتفاعات بلند زاگرس مرکزی در استان چهارمحال و بختیاری سرچشمه می‌گیرند، زندگی می‌کنند. این رودخانه‌ها در برگیرنده گونه‌های متنوعی ازکپور ماهیان بومی و غیر بومی مانند کپور معمولی و ماهی کاراس می‌باشد. دو نمونه از ماهیان بومی رودخانه‌های شلمزار گونه ماهی کپور معمولی و گونه کپور وحشی یا کاراس است. این گونه‌ها از گونه‌های اندمیک ایران می‌باشد. این گونه ماهیان در استان چهارمحال و بختیاری همچنین در تالاب چغاخور، رودخانه بهشت آباد و رودخانه‌های منطقه لردگان نیز زیست می‌کنند. جهت حفظ و جلوگیری از انقراض این گونه‌های اندمیک، بایستی مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌های گوناگون زیست شناسی و همچنین بیماری‌های آن‌ها انجام پذیرد. در میان این مطالعات شناسایی انگل‌های گوارشی و آبششی و نیز بیماری‌های انگلی ناشی از آن‌ها از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است [۱،۱۰]. هدف از این مطالعه حاضر بررسی انگل‌های آبشش و پوست و دستگاه گوارش کپورماهیان رودخانه‌های منطقه شلمزار در استان چهارمحال و بختیاری بود.



شکل ۱ – کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)



شکل ۲ – کپور وحشی یا کاراس (*Carassius Carassius*)

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۸۰ قطعه کپور ماهی و ماهی کاراس (شکل ۱ و ۲) با متوسط وزنی در حدود ۵۰۰ گرم به طور کاملاً تصادفی از رودخانه‌های منطقه شلمزار که زیستگاه کپور ماهی است، به وسیله تور پره با چشمه ۸ میلی متر صید و مورد بررسی‌های انگل شناسی قرار گرفتند. ماهیان در وان های جداگانه دارای سیستم آب شهری دکلرینه شده با ظرفیت تقریبی ۷۰۰ لیتر نگهداری شدند. صید ماهیان در فصل تابستان انجام شد. ماهیان زنده با کیسه‌های پلاستیکی دو جداره (یک سوم حجم آب و حجم باقی مانده اکسیژن) و به صورت دربسته به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا از نظر وضعیت ظاهری مورد بررسی قرار گرفتند و سپس اندام‌های مختلف بدن ماهی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور ابتدا از سطح خارجی بدن ماهی‌ها گسترش مرطوب تهیه شد و در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی‌های مختلف بررسی شد. هم چنین به منظور بررسی انگل‌های آبشش، تیغه‌های آبششی جدا و خرد شد و بر روی لام ابتدا زیر لوپ و در صورت وجود انگل زیر میکروسکوپ بررسی شد. در هنگام بررسی گسترش‌های تهیه شده از پوست و آبشش لام را از گوشهٔ بالا و سمت راست به سمت انتهای دیگر لام در زیر عدسی چشمی میکروسکوپ حرکت داده و در مسیر حرکت انگل‌های مورد مشاهده برداشته شد و این عمل تا انتهای پایین سمت چپ لام ادامه یافت. گسترش تهیه شده از پوست یا آبشش ابتدا به وسیلهٔ عدسی شیئی با بزرگنمایی ۴ و سپس با عدسی شیئی با بزرگنمایی ۱۰ و ۴۰ مورد بررسی قرارگرفت. در صورت مشاهدهٔ انگل، به وسیلهٔ پیپت پاستور و با کمک پوآر دستی برداشته و روی یک لام دیگر قرار داده شد و پس از اطمینان از برداشت صحیح انگل، روی آن یک لامل قرار داده کمی فشار داده تا مواد ویتلوژن از انگل خارج شده و سپس با کاغذ خشک کن آب اضافی لام را برداشته

و یک قطره فرمالین ۱۰٪ و یا آمونیوم پیکرات در گوشهٔ لامل قرار داده تا در زیر لامل ثابت شود و پس از اطمینان از ثابت شدن انگل، دور لامل را با چسب کانادا بالزام یا لاک ناخن می‌چسباندیم.

به منظور بررسی انگل‌های گوارشی ابتدا محوطهٔ بطنی از ناحیه مقعد تا سرپوش آبششی، برش ذوزنقه‌ای داده شد. سپس عضلات این ناحیه برداشته شد، تا محوطهٔ بطنی در معرض دید قرار گیرد. پس از مشاهده محوطه بطنی با چشم غیرمسلح، نمونه‌های مشکوک برای مطالعه بیشتر با استفاده از استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ نوری مورد بررسی قرار گرفتند. کیسه شنا نیز با قیچی باز شده و به منظور تعیین وجود انگل‌های احتمالی با استریومیکروسکوپ مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی لوله گوارش با ایجاد دو برش در ابتدا و قسمت انتهایی روده این لوله از بقیهٔ اندام‌ها جدا شد. سپس محتویات روده‌ها جداگانه داخل بشر خالی شدند و مقداری آب به این محتویات اضافه شد. محتویات به مدت ۱۰ تا ۲۰ دقیقه به طور راکد نگه داشته شد و پس از آن، مایع رویی دور ریخته و رسوبات پس از تخلیه به داخل یک پتری‌دیش، با لوپ بررسی شد. نمونه‌های مشکوک با کمک پنس برداشته شدند و با میکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفتند. مخاط روده نیز به دقت زیر لوپ بررسی شد و انگل‌های متصل به مخاط جمع‌آوری و با میکروسکوپ مشاهده گردید [۲،۳،۴،۵،۶].

نمونه‌های جمع آوری شده به روی لام منتقل شد. پس از تثبیت نمونه‌های انگلی از نظر ساختارها و بخش‌های مختلف با استفاده از دستورالعمل‌های فرناندو و همکاران (۱۹۷۲) و گوسو (۱۹۸۳) و شناسایی آن‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی گوسو (۱۹۸۵)، لوم و دایکوا (۱۹۹۲) و جلالی (۱۳۷۷) انجام گرفت. شناسایی ماهیان توسط ماهی شناس گروه و با استفاده از کلید شناسایی دکتر برایان کاد www.braincoad.com و عبدلی (۱۳۷۸) انجام پذیرفت [۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۸].

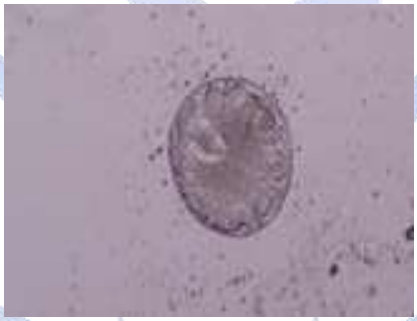
نتایج

تعداد ۸۰ قطعه ماهی در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت که در مجموع تعداد ۵۹ نمونه انگل داخلی و خارجی جدا شد و تا حد جنس و در برخی موارد گونه، مورد شناسایی قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده از دستگاه گوارش انگل‌های کنتراسکوم (*Contracaecum* sp)، (*Rhabdochona* sp)، و (*Acanthocephal*) جدا شدند (شکل‌های ۲،۳،۴). انگل‌های ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس (*Ichthyophthirius multifiliis*) (شکل ۵) داکتیلوژیروس (*Dactylogyrus sp*) (شکل ۶)، ژیروداکتیلوس (*Gyrodactylus* sp)، (*Trichodina perforata*) از آبشش جدا شدند. همچنین انگل‌های جدا شده از پوست ماهیان مورد بررسی، تریکودینا پرفوراتا و ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس بودند.

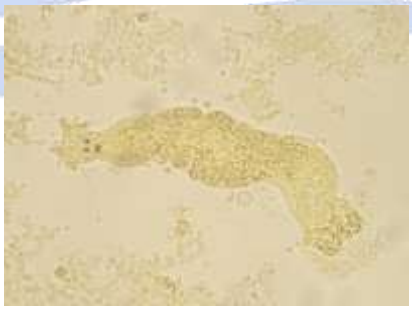
شکل ۲-کنتراسکوم ناحیه قدامی

شکل ۳- رابدوکونا ناحیه میانی

شکل ۴- ناحیه خرطوم آکانتوسفال که قلاب‌های به عقب برگشته بر روی آن مشخص است.



شکل ۵- گونه ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس



شکل ۶- جنس داکتیلوژیروس

بحث

امروزه انگل‌های تک یاخته‌ای و پریاخته ای از جمله مشکلات عدیدهٔ ماهیان پرورشی و وحشی در شرایط طبیعی و مزارع پرورش ماهی ایجاد می‌کنند. مطالعات متعددی در مورد انگل‌های گوناگون ماهیان در سطح کشور انجام شده است. در تحقیقات جلالی و همکاران سال ۱۳۸۹ روی گونهٔ *Capoeta capoeta* سیاه ماهی در رودخانهٔ سفیدرود متعلق به حوزهٔ سارماتیان (خزری) گونهٔ رابدوکونا هلیچی (*Rhobdocona helichi*) با بیشترین سطح آلودگی در فصل زمستان گزارش شده است همچنین *Contracaecum* sp نیز در این تحقیق شناسایی شد که با مطالعه حاضر تشابه دارد [۵]. در پژوهش رئیسی و همکاران که در سال‌های ۱۳۸۷ در رودخانه‌های کیار و بهشت آباد استان چهار محال و بختیاری روی سیاه ماهی ریز فلس *Capoeta damascina* انجام شد ۵ گونهٔ انگلی شامل آلوکاردیوم ایزوپروم (*Allocreadium isoporum*) و آلوکاردیوم لایمانی (*Allocreadiumlaymani*) جداسازی شد. بوتریوسفالوس جدا شده از کیار و بهشت آباد در حد جنس شناسایی شده است. گونهٔ آلوکاردیوم سوداسپی (*Allocardium pseudaspii*) و رابدوکونا (*Rhabdocona* sp) نیز از دستگاه گوارش سیاه ماهی کیار و بهشت آباد جدا شده است [۸]. آلودگی ماهیان به رابدوکونا با مطالعه حاضر تشابه دارد.

فدایی فرد و همکاران در سال ۱۳۸۰ به بررسی آلودگی انگلی ماهیان تالاب چغاخور واقع در استان چهار محال و بختیاری پرداختند. در این بررسی از روده‌ٔ *Capoeta damascina* تنها انگل *Rhabdochona* sp جدا شد. در همین پژوهش انگل‌های *Allocareadium isoporum* و *Rhabdochona* sp از گونهٔ *Capoeta aculeata* جدا شد [۲]. پازوکی و همکاران در سال ۱۳۸۸ به بررسی انگلی *Capoeta damascina* هلیل رود واقع در استان کرمان پرداختند. در این مطالعه گونه‌های متفاوت میکسوبولوس از سیاه ماهی جدا شد [۳].

یکی از مهمترین انگل‌های ماهیان آب شیرین که در این مطالعه از سیاه ماهی جدا شد، انگل تک یاخته ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس (*Ichthyophthirius multifiliis*) است، که در این تحقیق از آبشش و پوست جدا شده است. حضور این گونه با توجه به توان بیماری زایی شدید آن برای بهره برداری شیلاتی از سد، مانند رها سازی ماهی به منابع طبیعی برای صید تفریحی باید مورد توجه قرار گیرد [۶]. حضور انگل تک یاخته ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس (*Ichthyophthirius multifiliis*) در ماهیان این منطقه به مفهوم این است که شرایط مناسبی برای افزایش جمعیت آن به‌خصوص در فصول گرم وجود دارد و در صورت وجود میزبان‌های مستعد و در صورت گسترش پرورش ماهیان قزل الا در این ناحیه امکان همه گیری با آن وجود دارد. کنتراسکوم نماتود انگلی با دامنه میزبانی وسیعی است که تا کنون از ماهیان و پرندگان آبزی زیادی گزارش شده است. لاروهای کنتراسکوم چنانچه توسط انسان مورد استفاده قرار گیرند موجب ناراحتی ودرد های شکمی در انسان شوند [۱۱].

انگل تریکودینا پرفوراتا (*Trichodina perforata*) از سیاه ماهی مناطق شمال آذربایجان و استان زنجان برای اولین بار توسط پازوکی و همکاران گزارش شده است. هم چنین جلالی و همکاران از منطقه سمیرم اصفهان این انگل را گزارش کرده‌اند [۶]. که در این مطالعه از دریاچه سد کارون ۴ گزارش می‌شود. مبارزه مستقیم با عوامل بیماری زای ماهی در رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و دیگر آبهای طبیعی تقریباً ناممکن است. در این حالت، تنها راه مبارزه با انگل‌ها روش غیرمستقیم است که بر اساس از بین بردن میزبان واسط، حذف یا از بین بردن مخازن بیماری، ایجاد تغییرات و سازماندهی صحیح رودخانه و دریاچه‌ها استوار می‌باشد. برای جلوگیری از انتشار بیشتر بیماری باید ماهیان بیمار یا مرده را به سرعت از محل جمع آوری کرده و از بین برد. همچنین باید از ریختن امعاء و احشاء و اضافات ماهی در آبهای طبیعی جلوگیری کرد. اطلاع از چرخه زندگی انگل، میزبان واسط و نهایی آن برای کنترل آلودگیهای انگلی ضروری است. بعضی از انگل‌ها گونهٔ خاصی از ماهیان را مورد هجوم قرار می‌دهند. به عبارت دیگر حساسیت ماهیان نسبت به انگل متفاوت است. بنابراین در صورت امکان می‌توان گونه‌های مقاوم را در محل مورد

نظر وارد کرده یا اقدام به انتخاب نژاد مقاوم نمود. در مواردی که انگل به وسیله پرندگان ماهی خوار یا حیوانات شکارچی دیگر منتقل می‌شود، در صورتی که شکار این حیوانات مجاز باشد می‌توان با شکار یا دور کردن آن‌ها از محل به کاهش آلودگی کمک کرد.

همانگونه که توضیح داده شد، امروزه انگل‌های تک یاخته‌ای و پریاخته ای از جمله مشکلات مهم ماهیان پرورشی و وحشی بوده که اثرات زیان بار آن‌ها موجب هزینهٔ بالای درمان و کنترل آن‌ها در شرایط پرورشی و از بین رفتن ماهیان بومی در رودخانه‌ها و تالاب‌ها می‌شود. چنانچه آلودگی انگلی به محیط راه یابد به سرعت در جمعیت ماهیان گسترش می‌یابد و باعث ابتلای گروه زیادی از ماهیان می‌گردد. لذا مطالعه فون انگلی هر منطقه کمک شایانی به شناسائی انگل‌های شایع ماهیان و بررسی وضعیت سلامت حال و آینده ماهیان منطقه می‌نماید. در مورد سد کارون ۴ این مسئله اهمیت بیشتری دارد چراکه طرح پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در قفس و همچنین پرورش ماهیان خاویاری در حال بررسی است و به زودی به مرحله عمل می‌رسد. لذا شناسائی انگل‌های ماهیان علاوه بر ارزش اکولوژیک دارای اهمیت اقتصادی برای پرورش دهندگان ماهی نیز می‌باشد. در این خصوص احتمال انتقال برخی انگل‌های با میزبان غیر اختصاصی به ماهیان پرورشی باید مد نظر قرار گیرد تا از خسارات آتی پیشگیری شود.

در مطالعه حاضر ۸۰ قطعه ماهی مورد بررسی قرار گرفت که بر اساس نتایج به دست آمده انگل‌های ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس، داکتیلوژیروس، ژیروداکتیلوس، تریکودینا پرفوراتا از آبشش، انگل‌های تریکودینا پرفوراتا و ایکتیوفیتریوس مولتی فیلیس از پوست و در دستگاه گوارش انگل‌های کنتراسکوم و رابدوکونا، آکانتوسفال جدا شدند. مطالعه انگل شناسی در خصوص ماهیان بومی ایران به خصوص جنس کاپوئتا دارای پیشینه طولانی در ایران است. محققین زیادی نظیر ملک (۱۳۷۲)، شمسی (۱۳۷۵)، شمسی و همکاران (۱۳۷۶)، جلالی جعفری (۱۳۷۷)، مولنار و جلالی (۱۹۹۲)، پازوکی (۱۹۹۶)، روحی (۱۳۸۳)، روحی و ملک (۱۳۸۳)، ملکی (۱۳۸۵) و ملکی و ملک (۱۳۸۵) به بررسی این ماهی در مناطق مختلف کشور پرداخته‌اند [۸،۹،۱۰،۱۲،۱۳،۱۴،۱۵،۱۶،۱۷، ۱۸].

نتایج این مطالعه علاوه بر بیان فون انگلی ماهی کپور و کاراس در آب‌های منطقه شلمزار، نشان داد که عمده انگلهای یافت شده دارای میزبان غیر اختصاصی هستند و امکان سرایت به سایر ماهیان بصورت مستقیم یا با میزبان واسط را دارند. این امر باید در زمان تصمیم گیری برای گسترش پرورش ماهی در منطقه مد نظر قرار گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود که بررسی جامع و کاملی در مورد آلودگی انگلی ماهیان این منطقه صورت پذیرد و نیز ماهیان تازه وارد به منطقه می‌بایستی تا موقع برطرف شدن کلیهٔ انگل‌ها و درمان آن‌ها در حوضچه‌های قرنطینه باقی بمانند.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقای مهندس خسروی، در اجرای این مطالعه به ما کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

آذری تاکامی ق، مدیریت بهداشتی و روش‌های پیشگیری و درمان بیماری‌های ماهی. چاپ دوم، تهران، انتشارات پریور، ۱۳۸۵؛ صفحات: ۱۸-۱۳ و ۳۶-۲۶ و ۳۱۲-۳۰۵.

بابا مخیر، فدایی فرد ف، بررسی و شناسایی انگلهای ماهیان تالاب چغاخور استان چهارمحال و بختیاری، مجله تحقیقات دامپزشکی، جلد پنجاه و شش، شماره ۳، ۱۳۸۰؛ صفحه ۱۰۹.

پازوکی ج، ابراهیمی مهتاب, معصومیان محمود، سیاه ماهی (Capoetadamascina) میزبان جدید برای انگل میکسوزوآ (Myxozoa) رودخانه هلیل رود، استان کرمان، مجله تحقیقات دامپزشکی، جلد ۶۴، شماره ۴، ۱۳۸۸؛ صفحات ۳۲۷-۳۲۳.

پیغان ر، انگل‌ها و بیماری‌های انگلی ماهی، چاپ اول، جلد اول، تهران، انتشارات نوربخش، ۱۳۸۰ صفحات ۹ -۵، ۱۲۶-۱۲۱.

جلالی ب، ملکم، قاضی فرد آ، مطالعه آلودگی انگلی سیاه ماهی رودخانه سفید رود، مجله علوم دامپزشکی ایران، جلد ۳۶، شماره ۲، ۱۳۸۹؛ صفحات ۲۸-۲۱.

جلالی ب، صوفیانی ن، اسدالله س، برزگرم و همکاران. بررسی انگل‌های ماهیان تالاب حنا، سمیرم اصفهان. مجله علمی شیلات ایران، ۱۳۹۱؛ ۱: ۳۸-۲۵.

جلالی جعفری ب. انگل‌ها و بیماری‌های انگلی ماهیان آب شیرین ایران. چاپ اول، جلد اول، انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شرکت سهامی شیلات ایران، ۱۳۷۷؛ ۵۳-۵، ۲۲۵-۱۲۳، ۳۰۱-۲۲۹، ۳۶۸-۳۰۳، ۴۲۱-۴۰۷، ۴۲۶-۴۲۴، ۵۳۰-۴۴۷.

ریبسی م، انصاری مهسا، جلالی بهیار، شناسایی انگل‌های سه گونه سیاه ماهی در رودخانه‌های کیار و بهشت آباد استان چهارمحال و بختیاری، فصل‌نامه علوم دامپزشکی ایران، شماره ۶ مهر ماه ۱۳۸۷ صفحه ۶۷.

سایت شرکت توسعه منابع آب و نیروی ایران. اطلاعات پایه. http://fa.iwpco.ir/karun4/BaseInfo.aspx.

عبدلی ا، ماهیان آب‌های داخلی ایران. چاپ اول، جلد اول، تهران، انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران، ۱۳۷۸؛ صفحات: ۲۲۵-۲۱۲.

نعمت اللهی ا، شفیعی ش، اسدالله س، خسرویی، متقی ا و همکاران. بررسی میزان آلودگی‌های انگلی به‌ویژه انگل-های مونوژن در پوست و آبشش ماهیان طلایی (*Carassius auratus*) در منطقه شهرکرد. نخستین همایش ماهیان زینتی، لاهیجان، ۱۳۸۹؛ صفحات: ۱۲۶-۱۲۳.

Fernando, C.H., Furtado, G.I., Gussev, A.V., Hanek, G., Kakong, S.A., Methods for the study of freshwater fish parasites, University of Waterloo Biology Series,1972; 76.

Gussev, A.V. The methods of collection and processing of fish parasitic monogenean materials (in Russian). Nsuka, Leningrad, USSR.1983; 48.

Gussev, A.V, Parasitic metazoan: Monogenea in bauer, O. N (Ed) Key top parasites of freshwater fish of USSR. Vol 2. Nauka, Leningra, USSR. 1985. 242.

Gussev A.V, Jalali B, Molnar K. Six new species of the genus Dactylogyrus (Monogenea: Dactylogyridae) from Iranian freshwater.Russian Journal of nematology, 1993, 29-35.

Jalali, B and Barzegar, M, Fish parasites in Zarivarlake. Journal of Agriculture science technology, 2006;47-59.

Lom, J. & F. Dykova. Protozoan parasites of fishes. Elsevier scientist publisher. Amsterdam, 1992; 315.

Molnar K and Baska F. Scientific report on intensive training course on parasites and parasitic diseases of freshwater fishes of Iran..FisheriesCo.of Iran.15-25 Nov.From 24 Nov to 21 Dec, 1993; ppi:15.

اثر استرس حمل و نقل در بیهوشی با بنزوکائین هیدروکلراید بر سیاه ماهی فلس ریز (*Capoeta damascina*)

امین نعمت اللهی [1*]؛ عباس مختاری [1]؛ عبدالناصر محبی [2]؛ محمدخیاط زاده [1]؛ ایمان نافیان ۱؛ یدالله خسروی [1]

۱- گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

۲- گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

Email: anematolahi@yahoo.com

چکیده

در مطالعه حاضر، اثر حمل و نقل بر سیاه ماهی فلس ریز در بیهوشی با محلول بنزوکائین هیدروکلراید در مدت ۳ ساعت حمل و نقل بررسی شد.. ۶۰ عدد ماهی با وزن تقریبی ۲۰۰ گرم تهیه شد. ماهی‌ها با محلول ۱۰ میلی گرم بر لیتر بنزوکائین بیهوش شده و به شهرکرد منتقل شدند .اثر بیهوشی بنزوکائین بر سطوح گلوکز، هماتوکریت، کورتیزول پلاسما در ماهی، پس از حمل و همچنین طی یک دوره بهبودی ۱۲ ساعته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطح کورتیزول پلاسما برای ماهیان در گروه کنترل در زمان ۰، ۴ و ۸ ساعت پس از حمل و نقل به طور معنی داری بیشتر بود. سطح کورتیزول پلاسما ماهیان در گروه تجربی، ۴ و ۸ ساعت بعد از حمل و نقل به طور قابل توجهی بالاتر بود. ۱۲ ساعت بعد از انتقال، میانگین مقادیر کورتیزول پلاسما به ترتیب ۳۲/۲ ± ۲۹۶/۸ nM (گروه کنترل) و ۲۲/۴ ± ۱۴۲/۲ nM (گروه تجربی) بود .به طور معنی داری مقادیر زیادتر گلوکز در گروه آزمایش در زمان ۰ و ۱ ساعت بعد از حمل و نقل اندازه گیری شد. ۱۲ ساعت بعد از حمل و نقل، میانگین مقادیر گلوکز پلاسما ۰/۶ ± ۱۲/۴ mM (کنترل) و ۰/۲ ± ۶/۶ mM (گروه تجربی) بود. بنابر این استفاده از بیهوشی بنزوکائین در حین حمل و نقل منجر به کاهش میزان کورتیزول شده و درنتیجه بنزوکائین هیدروکلراید در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر باعث القاء و بهبودی مطلوب در سیاه ماهی در هنگام حمل و نقل می‌شود.

واژگان کلیدی: بیهوشی، بنزوکائین، سیاه ماهی، استرس، حمل و نقل

Effect of transport stress with benzocaine hydrocholoride anesthesia on *Capoeta damascina*

Amin Nematollahi*[1], Abbas Mokhtari[1], Abdolnaser Mohebi[2], Mohammad Khayatzadeh[1], Iman Nafian[1], Yadollad Khosravi

1- Department of Food Health and Aquatic Animals, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord.
2- Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Shahrekord University, Shahrekord.

Email: anematolahi@yahoo.com

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of a 3 hours transport on Capoeta with a benzocaine solution and the recovery of fishes. 60 fish of 200 g average weight were obtained. The fish were anaesthetized with 10 mg/l benzocaine hydrocholoride and given a 3-h transport to Shahrekord. The effects of benzocaine aesthesia on levels of glucose, haematocrit, plasma cortisol in carps, after transport and during a 12 hours recovery period were investigated. Results showed that plasma cortisol levels were significantly higher for fish in the control group at time=0,4, 8 hours after transport. Fish in the experimental group reached significantly higher plasma cortisol levels 4 and 8h after transport. 12 hours after transport, mean plasma cortisol values were 296.8 ± 32.2 nM (control) and 142.2 ± 22.4 nM (experimental group). Significantly higher glucose values were measured in the experimental group at time = 0 and 1 h after transport. 12 hours after transport, mean plasma glucose values were 12.4 ± 0.6 mM (control) and 6.6 ± 0.2 mM (experimental group). In conclusion, using of benzocaine anaesthesia during transport led to a reduced release of cortisol and significantly lowers levels of plasma cortisol after 12 hours recovery period. In conclusion, in Capoeta, benzocaine hydrocholoride at a concentration of 10 mg/l made satisfactory induction and recovery. Also, the results showed that benzocaine combined with a recovery period lessens the stress burden imposed by transport.

Keywords: anaesthesia, benzocaine, Capoeta, stress, transport.

مقدمه

سیاه ماهی با اسامی محلی سارده، گل خور، تیل خوس و سورو متعلق به ردهٔ ماهیان استخوانی، راستهٔ کپور ماهی شکلان (Cypriniformis)، خانوادهٔ کپورماهیان (Cyprinidae) و جنس Capoeta است. این جنس تقریباً دارای ۶۹ گونهٔ ثبت شده است. پراکنش این ماهی در مناطق مختلف اروپا و آسیا مثل آب‌های رودخانه‌های اردن، تمامی سواحل شرقی مدیترانه، عراق، جنوب ترکیه و ایران را در بر می‌گیرد. در آب‌های داخلی ایران در حوزه آبخیز خزر، ارس، ارومیه، رودخانه‌های کارون و حوزه زاینده رود، کر و حوزه‌های رودخانه‌های غرب ایران، شلمان رود و هراز و حوزه‌های جنوبی ایران پراکنش دارد. این ماهی یکی از بزرگ‌ترین گونه‌های جنس Capoeta از نظر اندازه و بعد از کپور معمولی بزرگترین ماهی بومی در سرچشمه‌های رودخانهٔ زاینده رود می‌باشد [۱۰،۱۱]. این ماهیان در رودخانه‌های مهم و پر آب در بخش مرکزی ایران که دارای آب شیرین بوده و از ارتفاعات بلند زاگرس مرکزی در استان چهارمحال و بختیاری سرچشمه می‌گیرند، زندگی می‌کنند. این رودخانه‌ها در برگیرنده گونه‌های متنوعی از ماهیان بومی و غیر بومی می‌باشد. یکی از ماهیان بومی این رودخانه گونه سیاه ماهی ریز فلس (*Capoeta damascina*) است. این گونه از گونه‌های اندمیک ایران می‌باشد. این گونه ماهی در استان چهارمحال و بختیاری همچنین در تالاب چغاخور، رودخانه بهشت آباد و رودخانه‌های منطقه لردگان نیز زیست می‌کند. حفظ این گونه از لحاظ حفظ غنای گونه‌ای برای کشور ما از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. جهت حفظ و جلوگیری از انقراض این گونه اندمیک، بایستی مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌های گوناگون زیست شناسی و همچنین بیماری‌های آن‌ها انجام پذیرد. (عبدلی، ۱۳۷۸).

امروزه در پرورش متراکم آبزیان و ماهی، موجودات آبزی همواره در معرض شرایط استرس‌زایی قرار دارند که موجب سرکوب سیستم ایمنی بدن، ایجاد بیماری و متعاقباً ضررهای اقتصادی می‌گردد. یکی از فعالیت‌های مهم در آبزی پروری لزوم حمل و نقل و انتقال اصولی و درست انواع ماهی و سایر آبزیان در مراحل مختلف می‌باشد. آبزیان در طی مراحل رشد به سایت‌های مختلف آبزی پروری و نیز در پایان پرورش برای صادرات و فروش حمل می‌گردند. فرآیند حمل و نقل ماهی زنده در مدیریت آبزی پروری و شیلات باعث وارد شدن استرس به ماهیان و تغییر در فیزیولوژی ماهی شده که این تغییرات فیزیولوژیکی، کاهش رشد و تلفات ماهی را در پی دارد. با توجه به این مساله، می‌توان گفت که عملیات حمل و نقل در کاهش تولید نهایی ماهی مؤثر می‌باشد. این فرآیند جزئی از عملیات آبزی پروری محسوب می‌شود و به حداقل رساندن تغییرات فیزیولوژیکی در ماهیان یکی از اهداف مهم آن بشمارمی‌رود (پیغان و مشایی،۱۳۸۸). بر اساس گزارش‌های FAO، پرورش ماهی از دهه ۱۹۵۰ با رشد صعودی همراه بوده و ایران نیز از کشورهای اصلی پرورش دهنده ماهی در خاورمیانه بوده است. روند افزایش تولید ماهیان گرم آبی در طی چندین سال گذشته از ۵۵ هزار تن در سال ۱۳۸۱ به ۱۷۰ هزار تن در سال ۱۳۹۳ رسیده است (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۹۳).

مواد شیمیایی بیهوشی در صنعت پرورش ماهی (آبزی پروری) دارای کاربردهای فراوانی است که از آن جمله می‌توان به گرفتن، معاینه، حمل و نقل ماهیان، تکثیر مصنوعی (تخم کشی و اسپرم گیری)، خونگیری، درمان موضعی و تزریقی، تزریق هورمون‌ها، واکسیناسیون، جراحی و بیوپسی از پوست، باله‌ها وآبشش‌ها اشاره نمود. داروهای بیهوش کننده منجر به کاهش فعالیت‌های فیزیولوژیک و نهایتاً کاهش استرس وارده و جلوگیری از بروز بیماری‌ها و تلفات بعدی به ویژه در اثر عوامل ثانویه می‌شود. بیهوشی و آرامبخشی ممکن است بوسیله روش‌های غوطه‌وری، تزریقی و خوارکی اعمال شود (فاطمی و میرزرگر ۱۳۸۶). در انتخاب و به کارگیری مواد بیهوشی در آبزیان، بیشتر باید به فاکتورهایی چون القاء سریع بیهوشی، ریکاوری سریع، غیر سمی بودن دارو برای ماهی و انسان، وجود حداقل باقی‌مانده داروی بیهوشی در ارگان‌های آبزی، تجزیه و حذف سریع دارو در محیط آبی و البته ارزان بودن دارو توجه داشت بنزوکایین‌هیدروکلراید نیز از جمله داروهای بیهوشی استنشاقی در ماهیان است.

بنزوکایین‌هیدروکلراید ماده‌ای کریستال سفیدی است که در ابتدا باید در استن یا اتانول حل شود. روش استاندارد تهیه محلول ذخیره در حلال بطور معمول ۱۰۰ گرم بر لیتر است که اگر در ظرف تیره نگهداری شود به مدت طولانی (دست کم یک سال) قابل نگهداری است. این دارو در ماهیان آب شیرین، شور، حاره‌ای قابل استفاده است. دارای مرز ایمنی بالای می‌باشد که در دمای بالاتر این ایمنی پایین‌تر است. سختی و اسیدیته آب روی این دارو اثری ندارد و در ماهیان مسن‌تر و باردار ریکاوری آهسته‌ای دارد (میرزرگر و صیدگر ۱۳۸۴). بررسی حاضر تلاشی برای مطالعه چگونگی روند آرامبخشی با داروی بیهوش‌کننده بنزوکایین‌هیدروکلراید در سیاه ماهی فلس ریز متعاقب حمل و نقل بود.

شکل ۱ - سیاه ماهی فلس ریز (*Capoeta damascina*)

مواد و روش‌ها

طرح مطالعه در بررسی حاضر، نوع طراحی، توصیفی و تحلیلی بود. تعداد ۶۰ عدد ماهی با وزن متوسط ۲۰۰ گرم از منطقه دیمه استان چهارمحال و بختیاری تهیه شد. ماهی‌ها با محلول ۱۰ میلی گرم بر لیتر بنزوکائین هیدروکلراید بیهوش شده و با صرف ۳ ساعت حمل و نقل به شهرکرد منتقل شدند .اثر بیهوشی بنزوکائین بر سطوح گلوکز، هماتوکریت، کورتیزول پلاسما در کپور، پس از حمل و همچنین طی یک دوره بهبودی ۱۲ ساعته مورد بررسی قرار گرفت. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر حمل و نقل بر سیاه ماهی بوسیله بیهوشی با محلول بنزوکائین هیدروکلراید در مدت ۳ ساعت حمل و نقل بوده و سپس بررسی مراحل بهبودی ماهی است .مراحل بیهوشی مانند افزایش تنفس، شنا کردن ناگهانی و تغییرات آن و همچنین توانایی دست زدن به ماهیان، مورد بررسی قرار گرفتند.

بنزوکائین هیدروکلراید:

شکل ۲ - پودر کریستالی بنزوکائین هیدروکلراید
(PCODE :1002073596،SIGMA CO.) تولید کشور چین)

بنزوکایین‌هیدروکلراید نیز از جمله داروهای بیهوشی استنشاقی در ماهیان بوده که ماده‌ای کریستالی سفیدی است که در ابتدا باید در استن یا اتانول حل شود. پس از خریداری یک بسته ۱۰۰ گرمی از پودر بنزوکائین هیدروکلراید از شرکت‌های معتبر (شکل ۲) هر دفعه مقدار ۲ گرم از پودر را با ۲۰ میلی لیتر اتانول حل نموده و بوسیله سمپلر به نمونه‌ها اضافه شد (میرزرگر و صیدگر ۱۳۸۴).

مراحل انجام آزمایش:

کیسه‌های ۵۰ لیتری مخصوص حمل‌ونقل با استفاده از سطل مدرج تا ۱۵ لیتر آبگیری و با استفاده از میکروپیپت داروهای بیهوشی در دوزهای اشاره‌شده، اضافه شد. به هر کیسه تعداد ۱۰ ماهی اضافه گردید و سپس با استفاده از کپسول اکسیژن تمام حجم باقیمانده از اکسیژن خالص پرگردید. کیسه‌ها پس از بارگیری به سمت سایت دانشگاه شهرکرد با سرعت میانگین ۹۰ کیلومتر بر ساعت حمل و پس از حدود ۲ ساعت به تانک‌های ذخیره که از قبل آبگیری و بوسیله پمپ‌های هواده هوا دهی می‌شد معرفیشده و پس از یک ساعت نمونه گیری انجام شد. سپس در ساعت‌های ۰ و ۴ و ۸ و ۱۲ پس از انتقال از همه گروه‌ها که در ۴ تانک نگهداری می‌شدند، خونگیری گردید. پس از جدا کردن سرم تا ۲۴ ساعت اول در دمای ۲۰- وسپس تا زمان ارسال به آزمایشگاه در دمای ۷۰- درجه سانتیگراد نگه داری شد.

اندازه‌گیری میزان گلوکز و کورتیزول خون:

میزان گلوکز سرم به وسیله کیت Glucose oxidase GOD-POD انجام و با دستگاه اسپکتوفتومتر با طول موج (۴۹۰ تا ۵۵۰) اندازه گیری شد. هورمون کورتیزول با کیت CORTISOL Monobind(ELISA) اندازه گیری شد.

- آنالیزهای آماری:

در بررسی حاضر، داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش گردیدند. در این مطالعه کلیه محاسبات و مقایسه‌های آماری در سطح معنی‌داری $P<۰/۰۵$، از طریق آزمون آماری ANOVA (Tukey test)صورت گرفت. جهت تهیه نمودارها از دو نرم افزار Microsoft Office Excel و Graph Pad Prism 6 استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که سطح کورتیزول پلاسما برای ماهیان در گروه کنترل در زمان ۰، ۴ و ۸ ساعت پس از حمل و نقل به طور معنی داری بیشتر بود. سطح کورتیزول پلاسما ماهیان در گروه تجربی، ۴ و ۸ ساعت بعد از حمل و نقل به طور قابل توجهی

بالاتر بود. ۱۲ ساعت بعد از انتقال، میانگین مقادیر کورتیزول پلاسما به ترتیب ۳۲/۲ ±۲۹۶/۸ nM (کنترل) و ۲۲,۴ ± ۱۴۲ nM (گروه تجربی) بود .به طور معنی داری مقادیر زیادتر گلوکز در گروه آزمایش در زمان ۰ و ۱ ساعت بعد از حمل و نقل اندازه گیری شد. ۱۲ ساعت بعد از حمل و نقل، میانگین مقادیر گلوکز پلاسما ۶/. ± ۱۲/۴ mM (کنترل) و ۰/۲ ± ۶/۶ mM (گروه تجربی) بود. نتیجه گیری کلی نشان داد که، استفاده از بیهوشی بنزوکائین در حین حمل و نقل منجر به کاهش میزان کورتیزول شد و پس از ۱۲ ساعت بهبودی سطح کورتیزول پلاسما را کاهش داد .گلوکز پلاسما پس از ۱۲ ساعت به سطح پایه باز نمی‌گردد، که نشان می‌دهد حتی ممکن است بهبودی بیشتر برای ماهی‌ها برای بازگشت به وضعیت قبل از استرس لازم باشد.

بحث

بررسی منابع نشان داد که میزان هورمون کورتیزول در زمان حمل‌ونقل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان افزایش می‌یابد. افزایش شاخص‌های تنش در این پژوهش‌ها بروز یک تنش حاد در ماهیان را به دنبال شرایط حمل‌ونقل به‌خوبی نشان می‌دهد که درنتیجه آن جانور با مدیریت میزان انرژی در دسترس باعث افزایش توان خود در مقابله با استرس می‌گردد. مطالعات زیادی در رابطه با تأثیر حمل‌ونقل زنده ماهیان بر هورمون کورتیزول خون و گلوکز پلاسمای خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ماهی سفید، ماهی شینر طلای، ماهی کوهو، ماهی آزاد اقیانوس اطلس و بسیاری از گونه‌های دیگر انجام‌شده است. این مطالعات نشان دادند که عملیات حمل‌ونقل باعث افزایش میزان هورمون کورتیزول می‌شود (فاطمی و میرزرگر ۱۳۸۶). شاخص‌های اصلی تنش ناشی از حمل‌ونقل، پارامترهای خونی ازجمله گلوکز سرم و هورمون کورتیزول خون می‌باشد. استفاده از مواد بیهوشی باعث کاهش فعالیت و تنش ماهی می‌شود (میرزرگر و صیدگر ۱۳۸۴). ترشح کورتیزول واکنش‌های ثانویه‌ای را در بدن به دنبال داردکه یکی از مهم‌ترین آن‌ها پدیده هایپرگلایسیک یا افزایش سطح گلوکز سرم خون، در جهت تأمین انرژی واکنش‌های فیزیولوژیک بدن پس از استرس است. تحقیقات بسیاری افزایش سطح کورتیزول و گلوکز را پس از استرس در سرم خون ماهی گزارش کرده‌اند. سطح کورتیزول و گلوکز در خون وابسته به فاکتورهای بسیاری ازجمله سن، جنس، شرایط محیطی و وضعیت تغذیه‌ای ماهی است. درنتیجه آگاهی از میزان سطوح پایه این دو فاکتور بیوشیمیایی در خون در شرایط بدون استرس می‌تواند کمک شایانی به ما در جهت آگاهی از شدت واکنش‌های اتفاق افتاده در بدن، پس از استرس و یا مطلوبیت اوضاع ماهی در طی پرورش بنماید (میرزرگر و صیدگر ۱۳۸۴).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که افزایش سطح کورتیزول و گلوکز درتیمارهای بنزوکائین با دوز ۴۰ میلی گرم در لیتردر ساعات ۴ و ۸ پس از حمل و نقل را شاهد هستیم و افزایش گلوکز در تیمار بنزوکائین با دوز ۲۰ میلی گرم در لیتر در ساعت ۴ پس از حمل و نقل مشاهده شد. درمجموع نتایج حاصل و بررسی‌های صورت گرفته نشان داد که استفاده از بیهوشی بنزوکائین در حین حمل و نقل منجر به کاهش میزان کورتیزول شد و پس از ۱۲ ساعت بهبودی سطح کورتیزول پلاسما را کاهش داد . گلوکز پلاسما پس از ۱۲ ساعت به سطح پایه باز نمی‌گردد، که نشان می‌دهد حتی ممکن است بهبودی بیشتر برای ماهی‌ها برای بازگشت به وضعیت قبل از استرس لازم باشد.

در این تحقیق ما به دنبال کاهش استرس ناشی از حمل‌ونقل به‌وسیله داروی بیهوش کننده بنزوکائین بوده‌ایم، همان‌طور که در اشاره شد حمل‌ونقل ماهیان یکی از ابتدایی‌ترین ملزومات و شاید یکی از مهم‌ترین بخش‌های صنعت شیلات می‌باشد. امروزه با توجه به گسترش آبزی‌پروری و افزایش خرید ماهیان به‌صورت زنده، نیاز به یک سیستم حمل‌ونقل پویا و بهینه در زمینه کاهش استرس در ماهیان و درنتیجه کاهش هزینه مربوط به تلفات و عدم مرغوبیت کالا بیش‌ازپیش احساس می‌گردد.

همان‌طور که می‌دانیم استرس می‌تواند با تحریک سیستم اندوکرین (غدد درون‌ریز) بدن باعث ترشح کورتیزول از غده فوق کلیوی شود، هدف اصلی از ترشح این هورمون افزایش میزان انرژی در دسترس بدن می‌باشد، درنتیجه باعث تغییرات در میزان فاکتورهای خونی ازجمله گلوکز و کورتیزول خون می‌گردد. انتخاب مواد بیهوشی به در دسترس بودن، هزینه، ایمنی و سلامت آن برای ماهی و مصرف انسان بستگی دارد. به همین دلیل گل میخک به‌عنوان یک ماده بی‌خطرشناخته‌شده است و ماهیانی که تحت تأثیر آن قرار گیرند، نیاز به گذراندن دوره‌ای برای دفع دارو ندارند (Ross *et al.*, 2005). در نتیجه، در کپور علفخوار، بنزوکائین هیدروکلراید در غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر باعث القاء و بهبودی مطلوب می‌شود .همچنین نتایج نشان داد که بنزوکین همراه با دوره بهبودی فشار ناشی از حمل و نقل را کاهش می‌دهد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقای مهندس خسروی، در اجرای این مطالعه به ما کمک کرده‌اند تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

پیغان ر، عبداله مشاییم (۱۳۸۸). پرورش و بیماری‌های ماهی و میگو. چاپ اول، اهواز، انتشارات دانشگاه شهید چمران.

سالنامه آماری شیلات ایران (۱۳۹۳)، انتشارات وزارت کشاورزی-شرکت سهامی شیلات ایران، تهران، ۱۳۹۳-۱۳۹۲

عبدلی ا. (۱۳۷۸). ماهیان آب‌های داخلی ایران. تهران، انتشارات موزه طبیعت و حیات وحش ایران.

فاطمی، س. و میرزرگر، س.(۱۳۸۶). *فارماکولوژی کاربردی ماهیان*. انتشارات دانشگاه تهران.

میرزرگر، س. و صیدگر، م.(۱۳۸۴). *بیهوشی و تسکین در آبزیان*. چاپ اول، ص ۳۸-۲۳ و ۸۹-۵۶ و ۱۱۴-۱۰۵.

نعمت اللهی ا، محبی ع، ستاری ز، شفیعی ش، ملکیان ه، کریمی ف، اسداله س، صفرپور ر (۱۳۸۸). ارزیابی پارامترهای بیوشیمیایی سرم ماهیان کپور نقره‌ای متعاقب بیهوشی با غلظت‌های متفاوت بنزوکائین‌هیدروکلراید. *ششمین گردهمایی دامپزشکان علوم بالینی ایران*، صفحه ۲۲۵.

Ross, L. G., Ross, B. (1984). Anaesthetic and Sedative Techniques for Fish. Glasgow: Nautical Press.

مطالعه استخوان‌شناسی ماهی جویباری *Paraschistura bampurensis* (Nemacheilidae) از حوضه آبریز جازموریان، جنوب شرق ایران

مجید نوروزی [1*]، سید حامد موسوی ثابت [1]، سهیل ایگدری [2]

۱- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

۲- دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

Email: engr.m_1862@yahoo.com

چکیده

جنس *Paraschistura* که در نیمه جنوبی ایران گسترش و تکامل یافته است، طی سالیان اخیر مورد توجه ماهی‌شناسان قرار گرفته است؛ به‌طوری که منجر به شناسایی گونه‌های جدید از این جنس شد. لذا گونه *Paraschistura bampurensis* با هدف شناسایی خصوصیات استخوانی، مورد تحقیق و مطالعه قرار گرفت. بدین جهت تعداد ۳۵ نمونه از این گونه بوسیله الکتروشوکر از حوضه آبریز جازموریان جمع‌آوری شد. بعد از انتقال نمونه‌ها در فرمالین ۱۰ درصد به آزمایشگاه، شفاف‌سازی و رنگ‌آمیزی، استخوان‌های آن مورد مطالعه قرار گرفت. مهم‌ترین خصوصیات اسکلتی که منجر به تمایز این گونه از سایر اعضا شد، عبارتند از: Y شکل بودن استخوان لامی، جوش خوردن استخوان بالاپره به جسم مهره، دربرداشتن ۵ شعاع غیرمنشعب در قسمت بالای باله پشتی و پتریجیفور سه شاخه در قسمت پایین بالا پشتی.

واژگان کلیدی: آرایه‌شناسی، آب شیرین، لوچ، اسکلت، رنگ‌آمیزی

Osteologyical Study of *Paraschistura bampurensis* (Nemacheilidae) from Jazmurian basin, Southeast of Iran

Majid Noroozei[1*], Hamed Mousavi-Sabet[1], Soheil Eagderi[2]

1- Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh sara
2- Department of fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj

Email: engr.m_1862@yahoo.com

Abstract

The genus *Paraschistura*, which has developed in the southern half of Iran, has attracted the attention of Scientists in recent years. As a result, new species of this genus were identified. Therefore, the genus *Paraschistura bampurensis* was studied by idenfiying bones characteristics. For this purpose, 35 specimens of *P. bampurensis* were collected by electroshock from the Jazmourian basin. After transferring the samples to 10% Formaldehyde to the laboratory, clarification and staining, the bones were examined. The most important skeletal features that led to the differentiation of this species from other are: Y-shaped basihyal bone, fusion of the Npu2 bone to the centrum body, including 5 unbranched rays at the top of the dorsal fin and a three-branches pterygium at the ventral part of dorsal fin.

Keywords: Taxonomy, Freshwater, Loach, Skeletal, Staining

Biochemical composition of fresh and cooked meat of economically important crab species from marine ecosystems

Neha Omgy[1*]; T.V. Sankar[2]

1- Kerala University of fisheries and ocean studies, Panagad P.O, Kochi, Kerala - 682506
2- ICAR-CIFT, Willington Island, Matsyapuri P.O, Kochi-682029

*Email: nehaomgy@gmail.com

Abstract

The proximate analysis of fresh and cooked meat from marine crabs (*Charybdis ferriatus* and *Charybdis lucifera*) from marine ecosystems of Kerala, India was investigated for proximate, fatty acid, amino acid and mineral compositions. The proximate composition of meat from fresh crabs showed an average moisture content of 72-77%. The average protein content ranged from 9.67%-14.24%, with higher levels in *C. ferriatus* species (12-14%). The crude fat content ranged between 0.004% to 0.72%, with highest among the two species was in *C. lucifera*. The fatty acid profile of the crab meat showed a good compliment of C16:1, C18:1 and C20:1 and omega-3 acids. A total of 17 amino acids were detected with higher tryptophan (3.33 ± 1.18 mg 100-1) content, followed by arginine and histidine. The essential amino acids (EAA) were higher in *C. lucifera* with EAA/TAA (total amino acid) above 0.6 mg.100-1. The carbohydrate content in crabs ranged between 2.88-5.58%. The mineral profile showed a good compliment of all essential elements in the species. Upon cooking, the composition showed a moderate increase due to loss of moisture. The study showed that the crabs are nutritionally rich and can be considered as a healthy diet with unsaturated fatty acids, good compliment of amino acids and minerals.

Keywords: Crabs, *Charybdis ferriatus, Charybdis lucifera,* Proximate composition, Minerals.

درمان انگل‌های ماهی با استفاده از مواد شیمیایی

مرتضی استواری دیلمانی [۱]؛ امین غلامحسینی [۱*]

۱- بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز

Email: Amingholamhosseini@shirazu.ac.ir

چکیده

امروزه بسیاری از ترکیبات مورد استفاده برای مقابله با بیماری‌های انگلی به دلیل آسیب‌هایی که به اکوسیستم وارد می‌کنند ممنوع شده‌اند. به عنوان مثال، داروهای حاوی مس، مالاشیت سبز یا متیلن آبی می‌توانند برای موجودات غیر هدف در محیط اطراف سمی باشند. از طرفی، ضدانگل‌های محدودی را می‌توان در بازار تجاری پیدا کرد که مخصوص کنترل انگل‌های ماهی ساخته شده باشند. بیشتر این ضدانگل‌ها برای حیوانات دیگری طراحی شده‌اند که به دلیل متابولیسم متفاوت ماهی‌ها، این مواد اغلب تأثیرات متوسطی روی انگل‌های ماهی دارند. بنابراین، تحقیق و توسعه ترکیبات ضد انگلی مخصوص ماهی‌ها برای جلوگیری از تلفات زیاد در مراحل مختلفی زندگی (تکثیر و پرورش، پرواربندی و ...) باید مورد توجه قرار بگیرد. هدف از این مطالعه، شناسایی بیماری‌های انگلی مهم در صنعت آبزی پروری و بررسی درمان‌های در دسترس برای هرکدام است و امید می‌رود که با مقایسهٔ اطلاعات فراهم شده و شناسایی نقاط ضعف و قوت هرکدام از روش‌ها، دیدگاه تازه‌ای برای ایجاد روش‌های درمانی کارآمدتر و داروهای موثرتر ایجاد شود.

واژگان کلیدی: بیماری‌های انگلی، آبزیان، ترکیبات ضدانگل، داروهای شیمیایی

Treatment of fish parasites using chemical substances

Morteza Ostovari Deylamani[1], Amin Gholamhosseini[1*]

1- Department of Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, University of Shiraz, Shiraz, Iran.

Email: Amingholamhosseini@shirazu.ac.ir

Abstract

Today, many compounds used to control parasitic diseases have been banned because of the damages that they pose to natural resources. Therapeutants containing copper, malachite green, or methylene blue can be toxic to non-target organisms in the surrounding environment. On the other hand, there are few agents on the market that control fish parasites. These are substances that are mainly used in other hosts; due to the different metabolism of fish, they often have only moderate effects on fish parasites. Therefore, the research and development of fish-specific antiparasitic compounds is needed to avoid the high mortality at different stages of life (fish hatchering, fattening, etc). The purpose of this study is to identify important parasitic diseases in the aquaculture industry and to review the available treatments for each one. It is hoped that comparing the provided information and identifying the strengths and weaknesses of each method, makes a new perspective for creating more efficient therapies and more effective drugs.

Keywords: Parasites Diseases, Aquatic animals, Antiparasitic compounds, Chemical drugs

مقدمه

آبزیان از جمله موجودات در معرض بیماری‌های انگلی هستند. عفونت‌های انگلی هم به صورت مستقیم و هم از طریق فراهم کردن شرایط برای بروز سایر عوامل عفونی به طور مداوم ضررهای مالی فراوانی را به صنایع مرتبط با آبزی پروری وارد می‌کنند. متأسفانه، ترکیبات شیمیایی محدودی برای مقابله با این انگل‌ها در دسترس است. ماهی‌ها میزبان تعداد زیادی از انگل‌ها هستند. این انگل‌ها بخشی از هر اکوسیستم بوده و به طور کلی تأثیرات محدودی بر زندگی ماهی‌های سالم دارند. اما اگر شرایط محیط زندگی ماهی مناسب نباشد، همین انگل‌ها تبدیل به مشکل بزرگی می‌شوند. این شرایط می‌تواند به طور مثال در آکواریوم‌های بزرگ، تجارت ماهیان زینتی و آبزی پروری رخ داده و در مواردی تا ۵۰٪ تلفات را به دنبال داشته باشد (Assefa and Abunna, 2018). تراکم بالا و کیفیت پایین آب شرایط مطلوبی را برای آلودگی و تکثیر انگل‌ها ایجاد می‌کند و به سرعت منجر به فراهم شدن شرایط برای بروز سایر عوامل بیماری زا می‌شود. علاوه بر این، گسترش عوامل بیماری زا از طریق حمل و نقل ماهی‌ها و تجهیزات آلوده نیز رخ می‌دهد (Subasinghe *et al.*, 2001). عفونت‌های انگلی نه تنها می‌توانند در داخل یک مجموعهٔ پرورشی گسترش یابند بلکه می‌توانند از راه‌های مختلف به واحدهای مجاور نیز منتقل شوند (Paperna, 1980). عوامل استرس زا می‌توانند منجر به استرس حاد و مزمن شوند که ماهی مجبور به صرف انرژی بیشتری برای مقابله با این استرس‌ها می‌شود و متعاقب آن کاهش رشد، تضعیف عملکرد سیستم ایمنی بدن و آسیب پذیری بیشتر ماهیان در برابر عفونت‌ها رخ می‌دهد (Bly *et al.*, 1997؛ Tort, 2011).

انگل‌های مهم ماهی از نظر اقتصادی

انگل‌های زیادی (جدول ۱) که متعلق به تقریباً تمام گروه‌های سیستماتیک (پروتوزوآ، هلمینتس و آرتروپودا) هستند در پرورش تجاری ماهیان خوراکی و زینتی در سراسر جهان یافت می‌شوند. با افزایش دمای آب این انگل‌ها شرایط مطلوبی را در حوضچه‌های شلوغ پیدا می‌کنند و در نتیجه منجر به تلفات سنگینی می‌شوند. در این بررسی، مهم‌ترین نمونه‌ها برای نشان دادن گروه‌های سیستماتیک آن‌ها انتخاب شده‌اند.

Flagellata

عمدتاً انگل‌های خارجی پوست و آبشش‌ها بوده و فقط در موارد ضعف عمومی می‌توانند تأثیرات شدیدی بر میزبان خود بگذارند (جدول ۱). به عنوان مثال، *Hexamita salmonis*، *Oodinium pillularis*، *Cryptobia* spp.

Sporozoa, Coccidia

گونه‌های جنس‌های *Eimeria*، *Goussia*و *Haemogregarina* به صورت داخل سلولی به دستگاه گوارش و کلیه‌های ماهی آسیب می‌زنند (جدول ۱). تخم‌ها عمدتاً در کبد و لوزالمعده قرار می‌گیرند و ۸۵٪ از هر دو اندام را درگیر می‌کنند. بافت چربی، حفرهٔ بطنی، تخمدان‌ها، روده و ساقه دمی محل‌های نادر بروز عفونت هستند.

Ciliates

به عنوان مثال جنس‌های *Apiosoma*، *Trichodina*، *Apiosoma*و *Ichthyophthiriu* مهم‌ترین آن‌ها است زیرا دامنهٔ میزبان بسیار وسیعی دارند (جدول ۱). به ویژه در ماهی قزل آلا، ماهی کپور و گربه ماهی، تلفات ناشی از ایکتیوفتیریوز (که معمولاً به عنوان "Ich" یا "بیماری لکه سفید" شناخته می‌شود) میلیون‌ها دلار محاسبه شده است (Hines and Spira, 1973). این انگل بدون اینکه وارد سلول شود در پوست زندگی می‌کند. عفونت‌های تحت حاد سبب از بین رفتن سدهای طبیعی در برابر سایر عوامل بیماری زا شده و آلودگی به انگل منجر به مرگ در مدت زمان کوتاهی می‌شود. این انگل‌ها دارای پتانسیل زیادی برای عفونت زایی هستند زیرا سرعت انتشار کیست‌ها در حوضچه‌ها زیاد است.

Microsporidia

بیشتر مراحل میکروسپوریدی‌ها در انواع سلول‌های میزبان به صورت داخل سلولی است (جدول ۱). برخی از گونه‌ها ممکن است مرگ و میر بالایی در ماهیان ایجاد کنند. در هجوم شدید، زنوم‌ها تقریباً در تمام اندام‌های داخلی قرار گرفته و باعث ایجاد برآمدگی‌های بزرگ در پوست بیرونی می‌شوند که بازار پسندی ماهی را کاهش می‌دهد. *Pleistophora anguillarum* که در ماهیچه‌های اسکلتی قرار می‌گیرد، تهدیدی جدی برای پرورش مارماهی به شمار می‌رود. عفونت‌های شدید رشد مارماهی‌ها را به تأخیر می‌اندازند و یا با ایجاد یک تودهٔ نرم، ظاهر ماهی را برای فروش نامناسب می‌کنند.

P. hyphessobryconis یکی از خطرناک‌ترین انگل‌ها در پرورش ماهیان زینتی است. برخلاف سایر میکروسپوریدی‌ها، این گونه اختصاصی میزبان خاصی نبوده و ماهیچه‌های چهار خانواده از ماهیان آب شیرین را آلوده می‌کند.

Myxozoa

میکسوزوآ یکی از مهم‌ترین گروه‌ها در بین انگل‌های ماهی است. در ماهی قزل آلا، بیماری چرخش ناشی از *Myxobolus cerebralis* که انگل به قسمت‌های غضروفی حمله می‌کند، یک عامل محدود کنندهٔ پرورش است. سایر میکسوزوآهای مهم متعلق به جنس *Myxidium* هستند که انگل آبشش‌ها، پوست و اندام‌های مختلف مارماهی‌ها در سراسر جهان‌اند. التهاب کیسه شنا (SBI) و بیماری تکثیرشوندهٔ کلیه (PKD) در کپور معمولی را در ارتباط با *انگل Sphaerospora renicola* می‌دانند.

Monogenean platyhelminths

در سال‌های اخیر چندین گونهٔ مونوژن سبب تلفات سنگینی در ماهیان شده‌اند. *Gyrodaetylus salaris* در ماهی قزل آلای اطلس (*Salmo salar*) و *Pseudodactylogyrus anguillae* و *P. bini* در مارماهی‌های ژاپنی و اروپایی (*Anguilla japonica*، *A. Anguilla*). هنگامی که تعداد این انگل‌ها زیاد می‌شود، اکثر ماهی‌ها به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند زیرا اغلب گونه‌های مونوژن به آبشش‌ها و پوست میزبان خود متصل شده و از مخاط یا خون ماهی تغذیه می‌کنند. برخی از گونه‌ها حتی ممکن است به بافت‌های آبشش نفوذ کنند. تلفات عمومی ناشی از این انگل‌ها زیاد است. به عنوان مثال، سالانه ۳۰۰ تن ماهی آزاد در نروژ تلف می‌شوند.

Digenean trematodes

مراحل لاروی ترماتودهای دیژن، به ویژه مراحل سرکاریا و متاکرساریا، عوامل اصلی بروز بیماری هستند. متاسرکاریای *D. spathaceum* در عدسی چشم بسیاری از ماهیان آب شیرین زندگی می‌کند. آن‌ها برای ماهی بیماری زا هستند و باعث کدورت عدسی چشم می‌شوند. این آلودگی به انگل ممکن است منجر به مشکلات خاصی در پرورش ماهی قزل آلا شود. در بین ترماتودهای دیژن بالغ، جنس *Sanguinicola* برای کپورماهیان مهم‌تر از سایرین است. گونه‌های مختلف این انگل عمدتاً به رگ‌های خونی آبشش حمله می‌کنند. تخمک‌های آن‌ها به بسیاری از اندام‌ها منتقل می‌شود که منجر به دجنراسیون (گرانولوم، نکروز) می‌شود. با این حال، گونه‌های آلوده کنندهٔ روده (به عنوان مثال *Crepidostomum*، *Azygia*، *Sphaerostoma*) به طور کلی چندان مضر نیستند.

Cestodes

ماهی برای سستودها می‌تواند میزبان واسط دوم (به عنوان *مثال Diphyllobothrium* spp.، *Ligula* spp.)، میزبان نهایی (به عنوان مثال *Caryophyllaeus* spp.، *Khawia* spp.)، یا هر دو (*Bothriocephalus* spp.) باشد. ماهی‌های آلوده به پلروسکوئیدها اغلب متورم می‌شوند، زیرا بسته به گونه ممکن است اندازه انگل‌ها به چند سانتی متر (یا حتی متر) برسد. سستودهای لاروی در حفرهٔ بطنی و یا ماهیچه‌ها و همچنین بزرگسالان نیز در روده یافت می‌شوند.

Nematodes

نماتودهای بالغ مهم عبارتند از *Philometroides cyprini* که انگل حفرهٔ بطنی، کیسهٔ شنا، غدد تناسلی و کلیه کپور معمولی است و همچنین *Anguillicola crassus* که در کیسهٔ شنای ماهی‌ها وجود دارد. لاروهای *Anisakis* و *Pseudoterranova* (که میزبان نهایی آن‌ها پستانداران دریایی هستند) از بسیاری از گونه‌های ماهیان دریایی به عنوان میزبان واسط دوم استفاده می‌کنند. همچنین از آنجا که این انگل‌ها ممکن است انسان را نیز آلوده کنند، در مراقبت‌های بهداشتی انسان باید مورد توجه قرار بگیرند.

Acanthocephalans

بسیاری از بالغین این گروه انگل‌های روده‌ٔ ماهی هستند که یا به دیواره‌ٔ روده چسبیده و یا آن را سوراخ می‌کنند. جنس‌های مهم شامل *Echinorhynchus* ، *Neoechinorhynehus* (در ماهی کپور و قزل آلا)، *Pomphorhynchus* و *Acanthocephalus* spp.(در بسیاری از گونه‌های ماهی) هستند. در برخی موارد، آکانتوسفالان‌ها ممکن است از ماهی‌های کوچک به عنوان میزبان استفاده کنند که در این موارد به حفرهٔ بطنی حمله می‌کنند.

Arthropoda (Crustacea)

انگل‌های مهم این شاخه متعلق به سخت پوستان هستند. در بین کوپه پودها، گونه‌هایی از جنس *Lernaea* اغلب کپورهای جوان و بالغ را به شدت آلوده می‌کنند. گزارش شده است که گونه‌های *Ergasilus* (به عنوان مثال، *E. sieboldi*) سبب تلفات کفال دریایی در حوضچه‌های پرورشی شده‌اند، به گونه‌ای که بقای این کفال‌ها از ۹۰٪ به ۴۵٪ کاهش یافته است (Sarig 1968). یکی دیگر از گروه‌های بسیار مهم انگل‌های خارجی ماهی، شپشک ماهی است که به صورت ایزوپود یا آمفی پود (اغلب موقت) در سطح ماهی بوده و از خون یا مخاط تغذیه می‌کند.

جدول ۶: انگل‌های ماهی که از نظر تجاری و اقتصادی مهم هستند

انگل	میزبان	محل ایجاد عفونت در ماهی
Flagellata:		
Hexamita salmonis	Trouts	معده، کیسهٔ شنا، خون
Oodinium pillularis	ماهیان آب شیرین	آبشش‌ها، پوست
Trypanoplasma spp.	Common carp, Tench, Crucian carp	خون
Sporozoa/Coccidia:		
Eimeria subepithelialis	Common carp	بخش میانی و انتهایی دستگاه گوارش
Haemogregarina spp.	ماهیان آب شور و شیرین	گلبول‌های قرمز
Ciliates:		
Iehthyophthirius multifiliis	ماهیان آب شیرین	داخل بافت‌های اپیتلیوم
Trichodina spp.	ماهیان آب شور و شیرین	پوست و آبشش
Apiosoma spp.	ماهیان آب شیرین	پوست و آبشش
Microsporidia:		
Glugea plecoglossi	Japanese ayu	محوطهٔ شکمی، تخمدان‌ها، بیضه‌ها، لولهٔ گوارش، طحال، کبد

Pleistophora hyphessobryconis	اعضای چهار خانواده از ماهیان آب شیرین	ماهیچه‌های اسکلتی
Myxozoa:		
Myxobolus cerebralis	Trouts, Rainbow trout	بخش‌های غضروفی
Myxidium giardi	European eel	کلیه، آبشش
Sphaerospora renicola	Common carp	کلیه، کیسهٔ شنا
Monogenea:		
Gyrodactylus salaris	Atlantic salmon	پوست و باله‌ها
Pseudodactylogyrus anguillae	European, Japanese eel	آبشش
P. bini	European, Japanese eel	آبشش
Digenea:		
Diplostomum spathaceum (metacercariae)	ماهیان آب شیرین	داخل چشم
Posthodiplostomum cuticula (metacercariae)	ماهیان آب شیرین	پوست، بافت ماهیچه‌ای
Sanguinicola inermis (adults)	Common carp	عروق خونی
Cestodes:		
Diphyllobothrium spp.	میزبان نهایی: انسان دومین میزبان واسط: گونه‌های مختلفی از ماهیان	دستگاه گوارش، حفرهٔ بطنی، ماهیچه‌ها
Caryophyllaeus laticeps	Cyprinid fish	دستگاه گوارش
Khawia sinensis	Common carp	دستگاه گوارش
Bothriocephalus gowkongensis	Common carp	دستگاه گوارش
Nematodes:		
Philometroides lusii	Common carp, Grass carp	کیسهٔ شنا، بیضه‌ها، کلیه
Anguillicola crassus	European eel, Japanese eel	کیسهٔ شنا
Anisakis spp.	پستانداران دریایی و گاهی انسان	حفرهٔ بطنی، ماهیچه‌ها
Acanthocephala:		
Neoechinorhynchus rutili	ماهی‌های سالمونیده	دیوارهٔ روده‌ٔ باریک
Pomphorhynchus laevis	Chub, eels	دیوارهٔ روده‌ٔ باریک، گاهی محوطهٔ بطنی
Crustacea:		
Argulus spp.	گونه‌های مختلفی از ماهیان	پوست
Ergasilus spp.	ماهیان آب شور و شیرین	آبشش
Annelida:		
Piscicola geometra	ماهیان آب شیرین	پوست

مواد شیمیایی درمان کنندهٔ انگل‌های ماهی

Dimetridazole

دیمتریدازول (کلاس شیمیایی، ۵-نیترویمیدازول) برای مقابله با تریکومونیازیس در انسان استفاده می‌شود. علاوه بر این، به منظور درمان قزل آلای آلوده به هگزامیتا به غذای آن اضافه می‌شود (جدول ۲؛ Mehlhorn *et al*., 1986).

Furazolidon

فورازولیدون (کلاس شیمیایی، ۵-نیتروفوران) هنگامی که در رژیم غذایی تجویز می‌شود، درمان موثری در برابر گونه‌های Eimeria موجود در رودهٔ کپور معمولی خواهد بود (Musselius *et al*., 1965). علاوه بر این، گزارش شده است که این دارو در صورت یک سال مصرف روزانه تاثیری بر *Myxobolus cerebralis* خواهد داشت (Taylor and Coli 1973).

Ronidizole

تحت شرایط آزمایشگاهی، نوریدیزول (کلاس شیمیایی، ۵-نیترویمیدازول) در برابر تروفوزوئیت‌های در حال شنای آزاد *Ichthyophthirius multifiliis* بسیار مؤثر است (جداول ۲). دوز درمانی رونیدیزول برای گونه‌های ماهی (*Gambusia affinis*) مورد استفاده در مطالعات مدل سمی نبود. با این حال، غلظت دو برابری این دارو در همان دوره انکوباسیون باعث مرگ ۳۵٪ ماهیان شد و دو برابر شدن زمان انکوباسیون مرگ ۱۰۰٪ ماهیان را به دنبال داشت (Farley and Heckmann, 1980).

Toltrazuril

تولترازوریل در مطالعات آزمایشگاهی تأثیر خوبی بر مراحل تروفوزوئیت *L. multifiliis* ساکن در پوست ماهیان خوراکی و زینتی داشت. با این حال، هیچ تاثیری بر روی ترونت‌های انگل نداشت. این دارو در برابر سایر مژک داران (*Trichodina* spp.، *Apiosoma* spp.) نیز مؤثر است. همانطور که در میکروسکوپ الکترونی عبوری مشاهده شد، آسیب به تروفوزوئیت‌های *L. multifiliis* شامل تخریب غشای سلولی خارجی، مژک‌ها، میتوکندری‌ها و همچنین حذف کامل ریبوزوم‌ها و بزرگ شدن فضای هسته‌ای بود (Mehlhorn *et al*., 1988; Schmahl *et al*., 1989).

تولترازوریل همچنین در برابر کوکسیدیا، میکروسپوریدیا و میکسوزوآ نیز مؤثر بوده (Mehlhorn *et al*., 1988) و به طور کلی به سلول میزبان و انگل نفوذ می‌کند. در میکروسپوریدیا، این دارو باعث آسیب قابل توجهی به مرونت‌های غیر هسته‌ای، پلاسمودیوم اسپوروگونیال، اسپوروپلاست‌ها و اسپورهای نابالغ شد اما هیچ اثری قابل مشاهده‌ای بر روی اسپورهای بالغ نداشت (Schmahl and Mehlhorn, 1989). اثرات مشابهی در مراحل رشد *Myxozoa* (به عنوان مثال، *Myxobolus* spp.، *Henneguya* spp.)، مشاهده شد. در اینجا نیز اسپورهای بالغ تحت تأثیر قرار نگرفتند. بنابراین درمان در هر دو مورد باید در دوره‌های مشخص تکرار شود تا کاهش قابل توجه و مداوم آلودگی به انگل رخ دهد.

Quinine

کوئینین آلکالوئید اصلی در پوست درخت سینچونا (*Cinchona succirubra*) است. در گذشته از آن به عنوان دارویی علیه مالاریا در انسان استفاده می‌شد. به طور کلی، کوئینین یک سم پروتوپلاسمی است که به DNA نیز متصل می‌شود. سولفات کوئینین و هیدروکلراید کوئینین از دیگر ترکیبات ضد مالاریا هستند که برای مقابله با *L. multifiliis* و *Oodinium* spp. استفاده می‌شوند (Kabata, 1985 ؛Reichenbach-Klinke, 1980).

Fumagiltin

این ترکیب از قارچ *Aspergillus fumigatus* تولید می‌شود. گزارش شده است که از فوماژیلین برای مقابله با *GIugea plecoglossi* در *Plecoglossus altivelis* آلوده استفاده شده است، اما مرگ و میر ماهیان تحت درمان گاهی اوقات به طور قابل توجهی بیشتر از ماهیان درمان نشده بود(Takahashi and Egusa, 1976) . با اضافه کردن فوماژیلین به جیرهٔ مصرفی

می‌توان عفونت‌های *Pleistophora anguillarum* در مارماهی‌ها را کنترل کرد (Kano *et al*., 1982). این دارو اثرات خوبی بر برخی مراحل رشد میکسوزوآ (به عنوان مثال، *Sphaerospora renicola*) دارد، اما اثربخشی آن در سایر گونه‌ها (به عنوان مثال، *Thelohanellus nikolskii*، *Myxobolus cyprinid*) ضعیف است (Molnar *et al*., 1987).

Amprolium

آمپروئیم، آنالوگ تیامین، روی کوکسیدیا اثر می‌کند(Mehlhorn *et al*., 1986; Raether, 1988) . دوز درمانی این دارو سمیت بالایی در ماهیان ایجاد کرده و بقای آن‌ها را کاهش می‌دهد(Awakura and Kurahashi, 1967) .

Praziquantel

اثربخشی بالای پرازیکوانتل (مشتق پیرازینوزوکینولین) در برابر گونه‌های نزدیک به هم (به عنوان مثال *Gyrodactylus arcuatus*، *Dactylogyrus extensions*، *D. vastator*، *Pseudodactylogyrus bini*، *Diplozoon paradoxum*، *D. homoion*) در صورت استفاده از آن بصورت حمام گزارش شده است (Schmahl and Mehlhorn, 1985; Buchmann, 1987; Schmahl and Taraschewski, 1987). بر اساس مطالعات انجام شده بر روی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Salmo gairdneri*)، تجویز پرازیکوانتل بصورت خوراکی، درمان انتخابی در برابر عفونت‌های متاسرکاریا (به عنوان مثال، *Diplostomum spathaceum*) است (Bjorklund and Bylund, 1987). اثرات این دارو بر سرکاریای *D. spathaceum* مشابه مواردی است که در سرکاریای *Schistosoma mansoni* مشاهده شده است.

استفاده از پرازیکوانتل در رژیم غذایی برای کنترل کرم‌های نواری بالغ (به عنوان مثال *Bothriocephalus* spp.) در ماهی استفاده می‌شود(Molnfir, 1977) . در آزمایشی، حمام با پرازیکوانتل بر درمان *Proteocephalus* sp. در قزل آلای رنگین کمان مؤثر بوده است ((Mackenstedt and Taraschewski, 1987.

Niclosamide

نیکلوزامید (کلاس شیمیایی، سالیسیلانیلید) که به صورت استحمام در غلظت‌های بسیار کم و به مدت زمان کوتاه استفاده می‌شود، در برابر گونه‌های مونوژن *Gyrodactylus arcuatus* برای درمان *Gasterosteus Gasterosteiformes* آلوده مؤثر بوده است(Schmahl and Taraschewski, 1987) . داروهای حاوی نیکلوزامید با وجود سمیت زیاد در سراسر جهان همراه با خوراک برای درمان سستودها استفاده می‌شوند(Molnar, 1970) .

Mebendazole می‌توان از این ترکیب (کلاس شیمیایی، بنزیمیدازول کاربامات) علیه عفونت *Pseudodaetylogyrus* spp. در مارماهی استفاده کرد(Szekely and Molnfir, 1987) . به طور کلی، مبندازول یک مهار کننده‌ٔ قوی جذب گلوکز است. علاوه بر این، ممکن است اثر اولیه خود را بر روی میکروتوبول‌های سیتوپلاسمی کرم‌های حساس به آن اعمال کند، بنابراین ترشح، جذب، هضم یا تشکیل غشاهای میتوکندری را مختل می‌کند. این ترکیب نیز مانند سایر بنزیمیدازول‌ها از بین برنده‌ٔ تخم انگل‌ها است(Raether, 1988) .

Levamisole

لوامیزول (کلاس شیمیایی، ایمیدازوتیازول) به صورت استحمام در برابر انگل‌های پوستی *Gyrodactylus* spp. مؤثر است (Schmahl and Taraschewski, 1987). این ماده در دامپزشکی به عنوان یک ترکیب مؤثر در برابر طیف وسیعی از نماتودها استفاده می‌شود، به عنوان مثال *Anguillicola crassus* که یک نماتود بیماری زا و خطرناک کیسه‌ٔ شنا در مارماهی‌ها است با استحمام مارماهی‌های آلوده در آب حاوی لوامیزول از بین می‌رود(Taraschewski *et al*., 1988) . به طور کلی، هیپودرم، قسمت‌های سیتوپلاسمی سلول‌های ماهیچه‌ای و دیواره روده به شدت آسیب دیده و منجر به واکوئولیزاسیون برگشت ناپذیر و

در نهایت منجر به مرگ انگل می‌شود(Taraschewski *et al*., 1988) . اثر اسپاستیک لوامیزول بر نماتودها کارایی مناسبی دارد که بر علیه مکانیسم کنترل تون عضلانی عمل می‌کند(Raether, 1988) .

Trichlorphon

از اوایل دهه ۱۹۶۰ تری کلرفون (کلاس شیمیایی، استر ارگانوفسفاتیک) در برابر انگل‌های مونوژن به ویژه*Dactylogyrus* و *Gyrodactylus* spp.استفاده شده است (Prost and Studnicka, 1966) .به طور کلی، تری کلرفون به عنوان مهار کننده آنزیم استیل کولین استراز عمل می‌کند. در نتیجهٔ این اثر، یک جریان مداوم محرک از سلول‌های عصبی ایجاد می‌شود که منجر به خستگی کامل اندام‌های انتهایی می‌شود(Raether, 1988) . ماهی‌ها هنگام استحمام با این ترکیب تحمل خوبی از خود نشان می‌دهند.

تماس طولانی مدت با آب حاوی‌تری کلرفون با فاصله‌های زمانی مشخص، برای مقابله با مراحل لاروی نماتود *Philometroides lusii* در ماهی کپور معمولی توصیه می‌شود. زالوی *Piscicola geometra* را می‌توان از طریق تماس ماهی با غلظت نسبتاً بالایی از تری کلرفون ظرف مدت کوتاهی از پوست میزبان آن‌ها جدا کرد (جدول ۲).

سخت پوستانی مثل .*Lernaea* spp به راحتی توسط محلول‌های تری کلرفون که در حوضچه‌های آب شیرین یا در پرورش ماهی اضافه می‌شوند از بین می‌روند. بر خلاف تأثیر آن‌ها بر مونوژن‌ها، استرهای ارگانوفسفات به خوبی در برابر مراحل لاروی سخت پوستان در آب دریا عمل می‌کنند. بالغین .*Lernaea spp* به تری کلرفون حساس نیستند (Lahav *et al*., 1964). با این حال، تری کلرفون به طور موثری در برابر مراحل بالغ .*Argulus* spp و .*Ergasilus* spp عمل می‌کند.

با وجود تمام محاسن آن، سه مورد وجود دارد که استفاده از تری کلرفون را محدود می‌کند: ۱) اثر آن در آب دریا به شدت کاهش می‌یابد، ۲) در مراحل قبل از بلوغ به خوبی کار نمی‌کند و ۳) بعد از مدتی انگل به آن مقاوم می‌شود.

جدول ۲: مواد شیمیایی مورد استفاده جهت مقابله با انگل‌های ماهی‌ها.

مورد مصرف	مادهٔ شیمیایی	روش تجویز	میزان و زمان
ضد تک یاخته‌ها			
Flagellata:			
Hexamita salmonis	Dimetridazole	خوراکی	1.5 kg/۱۰۰ kg; 4-7 days
Oodiniurn spp.	Quinine hydrochloride	حمام	1.5 kg/۱۰۰ l; 2-3 days
Ciliata:			
L. multifiliis (تروفوزوآیت‌های ساکن بر پوست و آبشش)	Toltrazuril	حمام	1st day: 10 mg/l, 2 h 2nd day: 20 mg/1, 1 h 3rd day: 20 mg/l, 1 h
	Quinine hydrochloride	حمام	10 mg/l; 3 days
L. multifillis (تروفوزوآیت‌های درحال شنای آزاد)	Ronidizole	حمام	500 mg/l; 48 h
Triehodina spp.	Toltrazuril	حمام	50 mg/1; 20 min
Apiosoma spp.	Toltrazuril	حمام	50 mg/1; 20 min
Sporozoa (Coccidia):			
Eimeria spp.	Toltrazuril	حمام	مقدار دقیق آن هنوز مشخص نیست

Haemogregarina spp.	Toltrazuril	حمام	مقدار دقیق آن هنوز مشخص نیست
Micro- sporidia:			
Glugea spp.	Toltrazuril	حمام	20 mg/1; 1 h شش مرتبه با فواصل دو روز
Glugea pleeoglossi	Fumagillin	خوراکی	50 mg/kg/day; 3 days
Pleistophora anguillarum	Fumagillin	خوراکی	5 mg/kg/day; 60 day
Mierosporidium takedai	Amprolium	خوراکی	روزانه ۰٫۰۶٪ از وزن بدن تا ۴۸ روز
Myxozoa:			
Myxobolus spp., *Henneguya* spp.	Toltrazuril	حمام	10 mg/l; 4 h
Sphaerospora renicola	Fumagillin	خوراکی	روزانه ۰٫۰۱٪ از وزن بدن تا ۲ هفته
ضد کرم‌ها			
Monogenea:			
گونه‌های مختلف مونوژن	Toltrazuril	حمام	10 mg/1; 4 h
	Praziquantel	حمام	10 mg/l; 3-48 h
Dactylogyrids, gyrodactylids	Trichlorphon	حمام	25-50 g/l; 5-10 min
Dactylogyrids, gyrodactylids	Levamisole	حمام	< 50 mg/1; 2 h
Gyrodactylus spp.	Niclosamide	حمام	0.075-0.1 mg/1; 2 h
Pseudodactylogyrus spp.	Mebendazole	حمام	100 mg/1; 10 min
Digenea:			
Diplostomum spathaceum (Metacercaria)	Praziquantel	خوراکی	500 mg/kg
Sanguinicola inermis (adults)	Praziquantel	خوراکی	500 mg/kg
Cestodes:			
Bothriocephalus spp.	Praziquantel	خوراکی	500 mg/kg
	Niclosamide	خوراکی	5 g/kg
Proteocephalus spp.	Praziquantel	حمام	1 mg/1; 10 min
Nematodes:			
Anguillieola crassus	Levamisole	حمام	1 mg/1; 24 h
Philometroides lusii	Trichlorphon	حمام	0.25~0.5 mg/1 سه بار با فواصل ده روز
ضد حشرات			
Arthropoda:			
Argulus spp.	Trichlorphon	حمام	1 g/4000 1; 1 week
Ergasilus spp.	Trichlorphon	حمام	1 g/4000 1; 1 week
Hirudinea:			
Piseicola geometra	Trichlorphon	حمام	۵۰-۲۵g/l; 5-10 min

منابع

Assefa A, Abunna F. (2018). Maintenance of fish health in aquaculture: Review of epidemiological approaches for prevention and control of infectious disease of fish. Veterinary Medicine International 2018: 1–10.

Awakura T, Kurahashi S. (1967). Studies on the Plistophora disease of salmonid fish: III. On prevention and control of the disease. Sci Rep Hokkaido Fish Hatchery 22: 51-68

Bjorklund H, Bylund G. (1987). Uptake, distribution and excretion of an anthelminthic (Droncit) in rainbow trout (Salmo gairdneri R.). Parasitol Res 73: 240-244

Bly J.E., Quiniou S.M., Clem L.W. (1997). Environmental effects on fish immune mechanisms. Developments in Biological Standardization 90: 33–43.

Buchmann K. (1987). The effects of praziquantel on the monogenean gill parasite Pseudodactylogyrus bini. Acta Vet Scand 28: 447450

Farley D.G., Heckmann R. (1980). Attempts to control Ichthyophthirius multifiliis Fouquet (Ciliophora: Ophryoglenidae) by chemotherapy and electrotherapy. J Fish Dis 3: 203-212

Hines R.S., Spira D.T. (1973). Ichthyophthirius multifiliis (Fouquet) in the mirror carp, Cyprinus carpio L.: I. Course of infection. J Fish Biol 5: 385-392

Kabata Z. (1985). Parasites and diseases of fish cultured in the tropics. Taylor and Francis, London Philadelphia

Kano T., Okauchi T., Fukui H. (1982). Studies on Pleistophora infection in eel Anguilla japonica: II. Preliminary test for application of fumigillin. Fish Pathol 17: 107-114

Lahav M., Sarig S., Shilo M. (1964). The eradication of Lernaea in storage ponds of carp through destruction of the copepodal stage by Dipterex. Bamidgeh 16: 87-97

Mackenstedt U., Taraschewski H. (1987). Therapy of acanthocephalans and tapeworms of fish - efficacy of 5 drugs. Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg [A] 265: 548

Mehlhorn H., Dfiwel D., Raether W. (1986). Diagnose und Therapie der Parasiten yon Haus-, Nutz- und Heimtieren. Fischer, Stuttgart New York

Mehlhorn H, Schmahl G, Haberkorn A (1988) Toltrazuril effective against a broad spectrum of protozoan parasites. Parasitol Res 75: 64-66

Mo T.A. (1987).The fatal effect of the introduced monogenean Gyrodactylus salaris on Atlantic salmon, Salmo salar, populations in Norwegian rivers. Abstracts of papers and posters, Sept 27-Oct 3, 1987, Tihany, Hungary, p. 60

Moln~tr K. (1970). An attempt to treat fish bothriocephalosis with Devermin. Toxicity for the host and antiparasitic effect. Acta Vet Acad Sci Hung 20: 325-331

Molnfir K. (1977). Droncit, a new effective medicine to control fish bothriocephalosis. Halfiszat 23: 4243

Molnfir K., Baska F., Sz6kely C. (1987). Fumagillin, an efficacious drug against renal sphaerosporosis of the common carp Cyprinus carpio. Dis Aquat Organisms 2: 187-190

Musselius VA, Ivanova I, Laptev V (1965) Furazolidon izlecivaet karpov ot kokcidioza. Rybovodstvo I rybolovstvo 8: 20-21 (in Russian)

Prost M., Studnicka M. (1966). Investigations on the use of organic esters of phosphoric acid in the control of external parasites of farmed fish: II. Control of the invasion of parasites of Dactylogyrus and Gyrodactylus. Med Weter 22: 644-650

Raether W. (1988). Chemotherapy and other control measures of parasitic diseases in domestic animals and man. In: Mehlhorn H (ed) Parasitology in focus. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 740-864

Reichenbach-Klinke H.H. (1980). Krankheiten und Schfidigungen der Fische. Fischer, Stuttgart New York

Sarig S. (1968). Possibilities of prophylaxis and control of ectoparasites under conditions of intensive warm-water pondfish culture in Israel. Bull Off Int Epizooties 69: 1577-t 590

Schmahl G., Mehlhorn H. (1985). Treatment of fish parasites: 1. Praziquantel effective against Monogenea (Dactylogyrus vastator, Dactylogyrus extensus, Diplozoon paradoxum). Z Parasitenkd 71: 727-737

Schmahl G., Mehlhorn H. (1989). Treatment of fish parasites: 6. Effects of sym. triazinone (toltrazuril) on developmental stages of Glugea anomala (Moniez, 1887), Microsporidia: a light and electron microscopic study. Eur J Protistol 24: 252-259

Schmahl G., Taraschewski H. (1987). Treatment of fish parasites: 2. Effects of praziquantel, niclosamide, levamisole-HC1, and metrifonate on Monogenea (Gyrodactylus aculeati, Diplozoon paradoxum). Parasitol Res 73: 341-351

Schmahl G., Mehlhorn H., Haberkorn A. (1988).Sym. triazinone (toltrazuril) effective against fish-parasitizing Monogenea. Parasitol Res 75: 67-68

Schmahl G., Mehlhorn H., Taraschewski H. (1989). Treatment of fish parasites: 5. The effects of sym. triazinone (toltrazuril) on skin parasitic Ciliophora (Ichthyophthirius multifiliis Fouquet, 1876, Apiosoma amoebea Grenfell, 1884, and Trichodina sp. Ehrenberg, 1831). Eur J Protistol 24: 152-161

Subasinghe R.P., Bondad-Reantaso M.G., McGladdery S.E. (2001). Aquaculture development, health and wealth. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Small B.C., Bilodeau A.L. (2005). Effects of cortisol and stress on channel catfish (Ictalurus punctatus) pathogen susceptibility and lysozyme activity following exposure to Edwardsiella ictaluri. General and Comparative Endocrinology 142(1): 256–262.

Szekely C., Moln~r K. (1987). Mebendazole is an efficacious drug against pseudodactylogyrosis in the European eel (AnguilIa anguilla). Abstracts of papers and posters, 2nd International Symposium on Ichtkyoparasitology, Sept 27-Oct 3, Tihany, Hungary, p 94

Takahashi S., Egusa S. (1976). Studies on Glugea infection of the ayu, Plecoglossus altivelis: II. On the prevention and treatment - 1. Fumagillin efficacy as a treatment. Jpn J Fish 11: 83-88

Taraschewski H., Renner C., Mehlhorn H. (1988). Treatment of fish parasites: 3. Effects of levamisole HC1, metrifonate, fenbendazole, mebendazole, and ivermectin on Anguillicola crassus (nematodes) pathogenic in the air bladder of eels. Parasitol Res 74: 281-289

Taylor R.E., Coli J. (1973). Attempts to control whirling disease by continuous drug feeding. J Wildlife Dis 9: 302-305

Tort L. (2011). Stress and immune modulation in fish. Developmental and Comparative Immunology 35(12): 1366–1375.

بررسی سمیت حاد کلرپیریفوس و تأثیر آن بر آبزیان

مرتضی استواری دیلمانی [۱]؛ امیر زیدی [۲]؛ امین غلامحسینی [۱*]؛ مهدی بنائی [۳]

۱- بخش بهداشت و بیماری‌های آبزیان، گروه علوم درمانگاهی، دانشکدهٔ دامپزشکی، دانشگاه شیراز، شیراز
۲- گروه مهندسی محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم الانبیا بهبهان

Email: Amingholamhosseini@shirazu.ac.ir

چکیده

آفت کش‌ها نقش مهمی در ارتقاء و توسعهٔ کشاورزی ایفا می‌کنند اما باید توجه داشت که استفادهٔ بی رویه از آن‌ها سبب بروز مشکلات زیست محیطی فراوانی می‌شود. کلرپیریفوس (CPF) یک آفت کش متداول ارگانوفسفاته بوده که به عنوان حشره کش در صنعت کشاورزی به کار می‌رود. از این آفت کش به دلیل استفادهٔ گسترده و شناسایی میزان زیادی از آن در آب‌های سطحی در بررسی حاضر استفاده شده است. ما در این بررسی بر شواهد مربوط به آلودگی زیست محیطی CPF در سیستم‌های آبی تمرکز کرده و مکانیسم عمل CPF را نشان می‌دهیم. هدف ما بررسی میزان سمیت CPF برای موجودات دریایی و در آب‌های شیرین بوده که به منظور ارزیابی اکوتوکسیکولوژیک و پایش زیست محیطی در سیستم‌های آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

واژگان کلیدی: کلرپیریفوس، سمیت محیطی، سمیت تجمعی، نشانگرهای زیستی

Acute toxicity of chlorpyrifos and its effect on aquatic animals

Morteza Ostovari Deylamani[1] ;Amir Zeidi[2]; Amin Gholamhosseini[1*] ; Mahdi Banaee[3]

1- Department of Clinical Sciences, School of Veterinary Medicine, Shiraz University, Shiraz, Iran.
2- Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, University of Birjand, Birjand, Iran.
3-Aquaculture Department, Faculty of Natural Resources and the Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.

Email: Amingholamhosseini@shirazu.ac.ir

Abstract

Pesticides play an important role in promoting agricultural development, while their unreasonable use has led to environmental problems. Chlorpyrifos (CPF), a typical organophosphate pesticide, is used globally as an insecticide in agriculture. In the present review, CPF was selected due to its extensive use in agriculture and higher detection rate in surface waters. In this review we summarized the evidence related to CPF pollution and focused on discussing the ecotoxicity of CPF to aquatic systems and revealed the mechanism of action of CPF. The aim of this study was to summarize the knowledges of the toxicity to marine and freshwater organisms of CPF, which are suitable for ecotoxicological assessment and environmental monitoring in aquatic systems.

Keywords: Chlorpyrifos, Environmental toxicity, Cumulative toxicity, Bbiomarkers

مقدمه

آفت کش‌های ارگانوفسفره (OPs) یک دسته کلی از ترکیبات آلی حاوی گروه استر و اتم‌های فسفر هستند که ۱۵۰ نوع از آن‌ها وجود دارد. دی کلروس و کلرپیریفوس (CPF) از جمله سموم ارگانوفسفره‌ای هستند که به دلیل قابلیت حشره کشی قوی و کاربرد فراوان، در سراسر جهان به طور گسترده‌ای برای کنترل بیماری‌ها و حشرات به فروش می‌رسند (Kralj *et al*., 2007; Shaffo *et al*., 2018; Ding *et al*., 2019). بسیاری از سموم این خانواده مانند گلیفوسات نیز به عنوان علف کش و قارچ کش استفاده می‌شوند (Myers *et al*., 2016; Soltani *et al*., 2017). آفت کش‌های ارگانوفسفره عمدتاً جامد یا مایع بوده، چگالی بیشتری نسبت به آب داشته و در شرایط خنثی و اسیدی ویژگی‌های نسبتاً پایداری دارند. از سوی دیگر، هیدرولیز کردن آن‌ها در محیط قلیایی آسان است (Cycoń *et al*., 2009; Seebunrueng *et al*., 2014; Wu *et al*., 2018). اکثر آن‌ها در آب نامحلول هستند و برخی مثل اومتات، تری کلرفون و چند نوع دیگر به راحتی در آب حل می‌شوند (Tao *et al*., 2008; Meng *et al*., 2012).

کلرپیریفوس نیز مشابه اکثر سموم ارگانوفسفره در محلول‌های ضعیف اسیدی و خنثی پایدار است اما توسط بازهای قوی هیدرولیز می‌شود (Dar *et al*., 2019). این سم به سختی در آب حل شده (۱,۴ میلی گرم در لیتر در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد)، در هوا پایدار (غیر فرار) است و به اشعه ماوراء بنفش نیز حساس نیست. سازمان ایمنی مواد غذایی اروپا (EFSA) سمیت ژنتیکی احتمالی و سمیت عصبی ناشی از کلرپیریفوس بر سلامت انسان را در سال ۲۰۱۹ تأیید کرد (FSN, 2019) که البته این سم تا قبل از آن نیز در هاوایی و کالیفرنیا ممنوع شده بود. از پایان سال ۲۰۱۶ نیز در چین استفاده از CPF بر روی سبزیجات ممنوع اعلام شد (MARA, 2013). بر اساس گزارش John and Shaike (2015) مصرف کلرپیریفوس در سال ۲۰۱۵ به میزانی بیش از ۲۰۰۰۰۰ تن تخمین زده شد که این مقدار در سال ۲۰۱۸ به ۲۸۶۰۰ تن افزایش یافته (Yang، ۲۰۱۹) و انتظار می‌رود که تقاضای جهانی برای این حشره کش به صورت سالانه افزایش یابد. باید توجه داشت که این امر منجر به توزیع گستردهٔ کلرپیریفوس در محیط زیست خواهد شد. دهه‌ها ردیابی نشان داده است که میزان کلرپیریفوس در آب دریاها، رودخانه‌ها، آب‌های زیرزمینی و حتی آب باران در کشورهای مختلف بیش از حد مجاز است (Sumon *et al*., 2018). غلظت آن به ۳۰۳,۸ میکروگرم بر لیتر رسیده است که بسیار بیشتر از حد مجاز زیست محیطی در ایالات متحده و کانادا است (Lepper, 2002; USEPA, 2002).

غلظت کم کلرپیریفوس در محیط آبی منجر به اثرات سمی خاصی بر جلبک‌ها، ماهی‌ها، سخت پوستان و صدف‌ها می‌شود که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به تغییرات بافت شناسی (Stalin *et al*., 2019; Sumon *et al*., 2019). تغییرات رفتاری (Halappa and David, 2009; Sharbidre and Patode, 2012)، استرس اکسیداتیو (Jeon *et al*., 2016b; Bertrand *et al*., 2016; Bonifacio *et al*., 2017)، آسیب‌های عصبی (Cooper and Bidwell, 2006; Xuereb *et al*., 2009; Amanullah *et al*., 2010; Sharbidre and patode, 2012; Topal *et al*., 2015; Jeon *et al*., 2016b; Bertrand *et al*., 2016; Bonifacio *et al*., 2017) و سمیت ژنتیکی (Ismail *et al*., 2017) اشاره کرد. برای درک تأثیر کلرپیریفوس بر اکوسیستم‌های آبی، بررسی‌هایی بر اثرات سمی آن در مواجهه با باکتری‌ها، جلبک‌ها، ماهی‌ها، سخت پوستان، روتیفرها و نرم تنان صورت گرفته و تأثیر عوامل محیطی بر سمیت آن ارزیابی شده است. اثرات و مکانیسم کلرپیریفوس بر سمیت عصبی، آسیب ژنتیکی و سیستم‌های دفاعی آنتی اکسیدانی موجودات آبزی نیز روشن شده است.

وضعیت آلودگی محیط‌های آبی به کلرپیریفوس

گزارشات قبلی نشان می‌دهند که CPF در آب‌های طبیعی مختلفی از جمله آب‌های سطحی (Santolaria و همکاران، ۲۰۱۵؛ Sumon و همکاران، ۲۰۱۸)، آب دریا (Morris *et al.*, 2016)، آب تالاب (Carvalho *et al.*, 2002)، رودخانه‌ها (Papadakis *et al.*, 2018; Rico *et al.*, 2019)، دریاچه‌ها (Otieno *et al.*, 2013) و باران (Charizopoulos and PapadopoulouMourkidou, 1999) مشاهده شده است. حداکثر غلظت گزارش شده از CPF از آب‌های شالیزار در زمین‌های کشاورزی بنگلادش و به میزان ۳۷,۳ میکروگرم بر لیتر بوده که این غلظت سه تا پنج برابر بیشتر از مقادیر مجاز محیطی در ایالات متحده و کانادا است (جدول ۱) (Hasanuzzaman *et al.*, 2018). غلظت CPF در آب دریا به طور معمول کمتر از سایر محیط‌های آبی است. مقدار این سم در آب‌های غیر روان بیشتر از آب‌های جاری است. شایان ذکر است که وجود CPF در آب باران نیز توسط Charizopoulos and Papadopoulou-Mourkidou (1999) گزارش شده که غلظت آن بیش از حد مجاز محیطی بوده و در محدوده ۳۰-۲۰۰ نانوگرم در لیتر نوسان داشته است (جدول ۱). به طور خلاصه، حضور CPF در محیط‌های آبی سراسر جهان بیش از استانداردهای قابل قبول بوده و سمیت زیست محیطی آن شایان توجه است.

جدول ۱: استانداردهای کیفیت آب برای کلرپیرفوس.

کشورها	دامنه کاربرد	محدوده ارزش	حد مجاز	مرجع
آمریکا	آب شیرین	CMC	۰/۰۸۳ میکروگرم در لیتر	USEPA, 2002
		CCC	۰/۰۴۱ میکروگرم در لیتر	USEPA, 2002
	آب شور	CMC	۰/۰۱۱ میکروگرم در لیتر	USEPA, 2002
		CCC	۰/۰۰۵۶ میکروگرم در لیتر	USEPA, 2002
کانادا	آب شور و شیرین	QS[۲۶]	۰/۰۰۰۴۶ میکروگرم در لیتر	Lepper, 2002
		MAC-QS[۲۷]	۰/۰۰۱ میکروگرم در لیتر	Lepper, 2002

CMC: معیار حداکثر غلظت؛ CCC: معیار غلظت مداوم؛ QS: استانداردهای کیفیت؛ MAC-QS: حداکثر استاندارد کیفیت مجاز غلظت.

سمیت عمومی برای موجودات آبزی

غلظت میانی کشنده (LC50) و غلظت اثر متوسط (EC50) به طور گسترده‌ای برای شناسایی سمیت مواد شیمیایی بر روی موجودات زنده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این مرور بر اساس مطالعات صورت گرفته بر روی CPF از سال ۱۹۹۰ به بعد انجام شده و از منابع اطلاعاتی مختلفی برای جستجو استفاده کرده است که شامل ۱- اسکوپوس ۲- پاب چم ۳- پایگاه دانش اکوتوکس از آژانس حفاظت از محیط زیست (EPA) و ۴- آژانس ثبت مواد سمی و بیماری‌ها (ATSDR) است. mysid دریایی (*Americamysis bahia*) با 0.029 میکروگرم بر لیتر 96h-LC50 حساس‌ترین ارگانیسم در برابر CPF است (Key *et al.*, 2013). در بین موجودات آب شیرین، *Daphnia ambigua* با 0.035 میکروگرم بر لیتر 48h-LC50 بیشترین حساسیت را نسبت به CPF دارد (Harmon *et al.*, 2003). مرگ و میر *Clarias gariepinus* پس از قرار گرفتن ۹۶ ساعته در معرض ۰.۵ µg/L کلرپیریفوس به میزان ۵۰٪ افزایش یافت (Woke and Aleleye-Wokoma, 2009).

به طور کلی ۳۷٪ اطلاعات اکوتوکسیکولوژیکی به ماهی و ۴۶٪ به سخت پوستان مربوط می‌شود. مقادیر L (E) C50 کلرپیریفوس برای همه موجودات از ۰,۰۲۹ تا ۵۰,۰۰۰ میکروگرم بر لیتر (محدوده ۱، ۷۲۴، ۱۳۸ برابری) متغیر است که چنین

quality standards
maximum admissible concentration quality standards

طیف وسیعی نشان دهندهٔ این واقعیت است که سمیت شیمیایی می‌تواند از گونه‌ای به گونه دیگر بسیار متفاوت باشد. با توجه به معیارهای طبقه بندی مطرح شده توسط گروه مشترک کارشناسان در زمینه جنبه‌های علمی حفاظت از محیط زیست دریایی (GESAMP)، سطوح خطر اکوتوکسیکولوژیکی را می‌توان بر اساس مقادیر L (E) C50 به هفت کلاس تقسیم کرد (جدول ۲) (GESAMP, 2013). سمیت کلرپیریفوس برای باکتری‌ها به طور متوسط، برای جلبک‌ها از متوسط تا زیاد، برای ماهی‌ها از کم تا زیاد، برای سخت پوستان از متوسط تا زیاد، برای روتیفرها از کم تا زیاد و برای نرم تنان از کم تا فوق سمی است. مقادیر L (E) C50 برای تقریباً نیمی (۴۵٪) از گونه‌های اکوتوکسیکولوژیک از ۱۰ میکروگرم بر لیتر بیشتر نبوده که نشان دهندهٔ سمیت بسیار زیاد کلرپیریفوس برای موجودات آبزی است.

جدول ۲: ترتیب رتبه بندی برای سمیت حاد آبزیان (GESAMP، ۲۰۱۳).

درجه	L(E)C50 (mg/L)	اثر
۰	L(E)C50 > 1000	غیر سمی
۱	۱۰۰ < L(E)C50 ≤ 1000	تقریباً غیر سمی
۲	10 < L(E)C50 ≤ 100	سمیت کم
۳	1 < L(E)C50 ≤ 10	سمیت متوسط
۴	0.1 < L(E)C50 ≤ 1	سمیت زیاد
۵	0.01 < L(E)C50 ≤ 0.1	سمیت بسیار زیاد
۶	L(E)C50 ≤ 0.01	فوق العاده سمی

تغییرات هیستوپاتولوژیک در بافت‌ها و اندام‌ها، نشانگرهای زیستی مفیدی هستند که با استفاده از آن‌ها می‌توان شدت آلودگی را به ویژه برای اثرات تحت کشنده و مزمن ارزیابی کرد (Sumon *et al.*, 2019). Xing و همکاران (۲۰۱۲) گزارش دادند که آسیب بافتی در کبد و آبشش ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در غلظت‌های پایینی از CPF (۱۱٫۶-۱۱۱۶ میکروگرم در لیتر) مشاهده شده است که در بافت کبد درجات مختلفی از دجنراسیون هیدروپیک، واکوئولاسیون، هسته‌های پیکنوتیک، نفوذ چربی و در بافت آبشش درجات مختلفی از هیپرتروفی اپیتلیال، تلانژکتازی و آماس وجود داشت. تغییرات ساختاری کبد و آبشش نیز در *Channa punctatus* قرار گرفته در معرض CPF مشاهده شد (Stalin *et al.*, 2019). تغییرات ساختاری در آبشش می‌تواند بر تنفس، تنظیم اسمزی و یونی و همچنین در کبد بر جذب، ذخیره و ترشح تأثیر بگذارد که به نوبه خود ممکن است بر رشد و بقای ارگانیسم‌ها تأثیر منفی داشته باشد (Stalin *et al.*, 2019). علاوه بر این، با قرار دادن طولانی مدت Trichogaster *fasciata* در معرض CPF ، تغییرات هیستوپاتولوژیکی در بافت‌های غدد تناسلی آن (تخمدان و بیضه) ایجاد شد (Sumon *et al.*, 2019).

بررسی رفتار یکی از روش کارآمد در مطالعات اکوتوکسیکولوژیک است (Deb and Das, 2013). قرار گرفتن در معرض مقدار کمی از مواد شیمیایی بر بروز اختلالات مختلف رفتاری و فیزیولوژیک مؤثر است (Sandahl *et al.*, 2005). در مطالعات انجام شده در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)، تغییرات رفتاری در شنا (شنای نامتعادل) پس از قرار گرفتن در معرض CPF مشاهده شد (Banaee *et al.*, 2013). Xuereb و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر قابل توجهی بر میزان تغذیه و رفتارهای حرکتی *Gammarus fossarum* پس از قرار گرفتن در معرض ۱٫۰۰ میکروگرم بر لیتر CPF به مدت ۹۶ ساعت مشاهده کردند.

هورمسیس

هورمسیس (Hormesis) به اثرات تحریکی ناشی از سطوح پایین عوامل بالقوه سمی گفته می‌شود (Shushimita *et al.*, 2016). چند گزارش در مورد هورمسیس برای سموم ارگانوفسفاته وجود دارد (Zalizniak and Nugegoda, 2006). یک اثر هورمسیس بر روی نسل دوم از *Daphnia carinata* قرار گرفته در معرض ۰،۰۵ میکروگرم بر لیتر CPF مشاهده شد (Zalizniak and Nugegoda, 2006).

سمیت تجمعی

یک ماده شیمیایی که وارد بدن می‌شود، ابتدا توزیع و متابولیزه شده و در نهایت در بدن تجمع می‌یابد (Rocha *et al.*, 2016). مقادیر اندازه گیری شده یا پیش بینی شدهٔ ضریب پارتیشن اکتانول آب (log Kow) برای CPF بین ۴،۹۶ تا ۵،۲۷ است (Noble, 1993). فاکتورهای غلظت زیستی (BCFs) نشان دهندهٔ توانایی یک ارگانیسم خاص برای متمرکز کردن آلاینده‌ها از محیط هستند. مقادیر گزارش شده BCF کلرپیریفوس برای ماهی از ۴۹ تا ۲۱۰۰۰ متغیر است (NCBI, 2020). بر اساس معیارهای طبقه بندی پیشنهاد شده توسط Beek و همکاران در ۲۰۰۰ محدودهٔ BCF نشان می‌دهد که پتانسیل تجمع زیستی در موجودات آبزی از کم تا زیاد است. توانایی انباشتگی CPF نیز از گونه‌ای به گونهٔ دیگر متفاوت است (Racke, 1993).

تأثیر عوامل محیطی بر سمیت حاد

30٪ از داده‌های سمیت موجودات دریایی در دسترس است که در مقایسه با سیستم‌های آب شیرین (۷۰٪) مقدار کمی است. برای سیستم‌های آبی، شوری یکی از عوامل مهم و مؤثر بر سمیت شیمیایی است (Rocha *et al.*, 2016). CPF برای میگوی سفید (*Litopenaeus vannamei*) در هر دو مرحله زندگی پس از لارو و جوانی در شوری کم (۵ و ۱۵) سمیت بیشتری دارد (Pawar *et al.*, 2020). در حال حاضر، اثرات متقابل بین شوری و CPF نامشخص است. تغییرات در شوری می‌تواند سمیت CPFرا بسته به عواملی مانند زمان قرار گرفتن در معرض، گونه‌های سازگار، مرحله زندگی و ویژگی‌های خاص شیمیایی تغییر دهد (Delorenzo, 2015; Pawar *et al.*, 2020).

درجه حرارت یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفیت آب است که بر تأثیر پذیری موجودات آبزی از سموم شیمیایی مؤثر است (عمدتاً به دلیل تنظیم زیستی فراهمی CPF در آب) (Delorenzo, 2009; Pawar *et al.*, 2020). Pawar و همکاران (۲۰۲۰) مجموعه‌ای از آزمایشات را در دماهای مختلف برای مقایسه سمیت CPF بر *Litopenaeus vannamei* انجام دادند. میگوی سفید در دمای پایین (۱۵ درجه سانتی گراد) به CPF حساسیت بیشتری نشان داد که مقدار 96h-LC50 در این دما یک چهارم دمای ۲۷ درجه سانتی گراد بود (Pawar *et al.*, 2020). همچنین نتایجPatra و همکاران (۲۰۱۵) مشخص کرد که دما بر سمیت CPF در چهار گونهٔ ماهی تأثیر قابل توجهی دارد. نتایج مشابهی نیز توسط Humphrey and Klumpp(2003) در قزل آلای رنگین کمان ذکر شده است. این سمیت وابسته به دما به دلیل نحوهٔ عملکرد مشابه در اکثر آفت کش‌های ارگانوفسفره قابل پیش بینی است (Costa, 2006).

Bejarano و همکاران (2005a) دریافتند که محلول طبیعی مواد آلی (DOM) در آب دریا تأثیر قابل توجهی بر سمیت حاد و مزمن CPF بر روی کوپه پود (*Amphiasas tenuiremis*) نر و ماده دارد. DOM ممکن است بر تقسیم مواد شیمیایی آلی تأثیر گذاشته (Schwarzenbach *et al.*, 2003) و باعث کاهش جذب و غلظت زیستی در دو کفه‌ای‌های دریایی شود

(Bejarano *et al.*, 2005b) .علاوه بر این، تفاوت در آب بدن (آب مصنوعی و طبیعی) نیز می‌تواند بر سمیت شیمیایی موجودات آبزی تأثیر بگذارد (Mugni *et al.*, 2012). بنابراین بررسی تاثیرات عوامل محیطی بر سمیت شیمیایی حائز اهمیت است. قرار گرفتن در معرض سمیت حاد عمدتاً شامل انواع استاتیک (S)، نیمه دینامیکی (SD) و پویا (D) است. با بررسی داده‌های آزمایشات می‌توان نتیجه گرفت که CPF در شرایط آزمایش پویا برای ماهیان سمی‌تر است (Tilak *et al.*, 2004). با این حال، تفاوت قابل توجهی در سمیت CPF بین دو وضعیت (به عنوان مثال، ساکن و نیمه پویا) قرار گرفتن در معرض سخت پوستان در آب دریا وجود نداشت (Leight and Van Dolah, 1999) .علاوه بر این، مراحل مختلف زندگی یا سن موجودات آبزی و دوره‌های مواجهه نیز عوامل مهمی هستند که بر سمیت یک ماده شیمیایی تأثیر می‌گذارند. به عنوام مثال، سمیت CPF (96h-EC50) برای نوجوانان *Procambarus sp.* به میزان ۵۲ برابر بالغین بود (Rubach *et al.*, 2011) و 96h-LC50 برای جنین خرچنگ (*Zilchiopsis collastinensis*) هشت برابر بالغین بود (Negro *et al.*, 2014). حساسیت به CPF در خرچنگ دستی چینی (*Eriocheir sinensis*) در مراحل مختلف زندگی وابسته به وزن بدن است البته به جز برای جنین‌ها که ممکن است به تفاوت سطح و سیستم متابولیک آن مربوط باشد (Li *et al.*, 2006). مقادیرLC50 با افزایش زمان قرار گرفتن *Macrobrachium lanchesteri* (Tongbai *et al.*, 2012)، *Procambarus clarkia* (Cebrián *et al.*, 1992)، *Ceriodaphnia dubia* (Bailey *et al.*, 1997)، *Gammarus palustris* (Leight and van Dolah, 1999) و *Spiralothelphusa hydrodroma* (SenthilKumar *et al.*, 2007) در معرض کلرپیریفوس کاهش می‌یابد. روند مشابهی نیز در مطالعه Rubach و همکاران (2011) یافت شد.

نتیجه گیری

به دلیل استفاده گسترده و دسترسی آسان به آفت کش‌های ارگانوفسفاته، کلرپیریفوس تهدید قابل توجهی برای سیستم‌های آبی مختلف از قبیل رودخانه‌ها، دریاچه‌ها، دریاها و باران تلقی می‌شود. بنابراین، تدوین قوانین مؤثر و کارامد بر استفاده از آن، محدودیت انتشار آلودگی و اقدامات مورد نیاز جهت دفع آن و تعیین آستانهٔ ایمنی محیطی در آب‌های مختلف برای حفاظت از اکوسیستم‌های آبی بسیار مهم است.

منابع

Amanullah B., Stalin A., Prabu P., Dhanapal S. (2010). Analysis of AchE and LDH in mollusc, Lamellidens marginalis after exposure to chlorpyrifos. J. Environ. Biol. 31 (4), 417–419.

Bailey H.C., Miller J.L., Miller M.J., Wiborg L.C., Deanovic L., Shed T. (1997). Joint acute toxicity of diazinon and chlorpyrifos to Ceriodaphnia dubia. Environ. Toxicol. Chem. 16 (11), 2304–2308.

Banaee M., Haghi B.N., Ibrahim A.T.A. (2013). Sub-lethal toxicity of chlorpyrifos on Common carp, Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758): biochemical response. Int. J. Aquatic Biol. 1 (6), 281–288.

Beek B., Böhling S., Bruckmann U., Franke C., Jöhncke U., Studinger G., (2000). The assessment of bioaccumulation. In: Bioaccumulation–New Aspects and Developments. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 235–276.

Bejarano A.C., Chandler G.T., Decho A.W. (2005a). Influence of natural dissolved organic matter (DOM) on acute and chronic toxicity of the pesticides chlorothalonil, chlorpyrifos

and fipronil on the meiobenthic estuarine copepod Amphiascus tenuiremis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 321 (1), 43–57.

Bejarano A.C., Decho A.W., Chandler G.T. (2005). The role of various dissolved organic matter forms on chlorpyrifos bioavailability to the estuarine bivalve Mercenaria mercenaria. Mar. Environ. Res. 60 (1), 111–130.

Bertrand L., Monferrán M.V., Mouneyrac C., Bonansea R.I., Asis R., Amé M.V. (2016). Sensitive biomarker responses of the shrimp Palaemonetes argentinus exposed to chlorpyrifos at environmental concentrations: roles of alpha-tocopherol and metallothioneins. Aquat. Toxicol. 179, 72–81.

Bonifacio A.F., Ballesteros M.L., Bonansea R.I., Filippi I., Amé M.V., Hued A.C. (2017). Environmental relevant concentrations of a chlorpyrifos commercial formulation affect two neotropical fish species, Cheirodon interruptus and Cnesterodon decemmaculatus. Chemosphere 188, 486–493.

Carvalho F.P., Villeneuve J.P., Cattini C., Tolosa I., Montenegro-Guillén S., Lacayo M., Cruz A. (2002). Ecological risk assessment of pesticide residues in coastal lagoons of Nicaragua. J. Environ. Monit. 4 (5), 778–787.

Charizopoulos E., Papadopoulou-Mourkidou E. (1999). Occurrence of pesticides in rain of the axios river Basin, Greece. Environ. Sci. Technol. 33 (14), 2363–2368.

Cebrián C., Andreu-Moliner E.S., Fernandez-Casalderrey A., Ferrando M.D. (1992). Acute toxicity and oxygen consumption in the gills of Procambarus clarkii in relation to chlorpyrifos exposure. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 49 (1), 145–149.

Cooper N.L., Bidwell J.R. (2006). Cholinesterase inhibition and impacts on behavior of the Asian clam, Corbicula fluminea, after exposure to an organophosphate insecticide. Aquat. Toxicol. 76 (3–4), 258–267.

Costa L.G. (2006). Current issues in organophosphate toxicology. Clin. Chim. Acta 366 (1–2), 13.

Cycoń M., Wójcik M., Piotrowska-Seget Z. (2009). Biodegradation of the organophosphorus insecticide diazinon by Serratia sp. and Pseudomonas sp. and their use in bioremediation of contaminated soil. Chemosphere 76 (4), 494–501.

Dar M.A., Kaushik G., Villarreal-Chiu J.F. (2019). Pollution status and bioremediation of chlorpyrifos in environmental matrices by the application of bacterial communities: a review. J. Environ. Manag. 239, 124–136.

Deb N., Das S. (2013). Chlorpyrifos toxicity in fish: a review. Curr. World Environ. 8 (1), 77–84.

Delorenzo M.E. (2015). Impacts of climate change on the ecotoxicology of chemical contaminants in estuarine organisms. Current Zoology 61 (4), 641–652.

Food Safety News (FSN). (2019). Eu votes against renew. Chlorpyrifos approval. Available from: https: //www.foodsafetynews.com/2019/12/eu-votes-against-renewingchlorpyrifos-approval/.

Ding T., Zhang Y., Zhu Y., Du S., Zhang J., Cao Y., Wang Y., Wang G., He, L. (2019). Deriving water quality criteria for China for the organophosphorus pesticides dichlorvos and malathion. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (33), 34622–34632.

Eaton J., Arthur J., Hermanutz R., Kiefer R., Mueller L., Anderson R., Erickson R., Nordling B., Rogers J., Pritchard H. (1985). Biological effects of continuous and intermittent dosing of outdoor experimental streams with chlorpyrifos. In: Bahner, R.C., Hansen, D.J. (Eds.), Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: Eighth Symposium. ASTM International.

GESAMP (2013). Revised GESAMP Hazard Evaluation Procedure for Chemical Substances Carried by Ships, second ed. International Maritime Organization, London.

Halappa R., David M. (2009). Behavioural responses of the freshwater fish, Cyprinus carpio (Linnaeus) following sublethal exposure to chlorpyrifos. Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 9 (2), 233–238.

Harmon S.M., Specht W.L., Chandler G.T. (2003). A comparison of the daphnids Ceriodaphnia dubia and Daphnia ambigua for their utilization in routine toxicity testing in the Southeastern United States. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 45 (1), 79–85.

Hasanuzzaman M., Rahman M.A., Islam M.S., Salam M.A., Nabi M.R. (2018). Pesticide residues analysis in water samples of Nagarpur and Saturia Upazila, Bangladesh. Appl. Water Sci. 8 (1), 8.

Ismail M., Ali R., Shahid M., Khan M.A., Zubair M., Ali T., Mahmood Khan Q. (2017). Genotoxic and hematological effects of chlorpyrifos exposure on freshwater fish Labeo rohita. Drug Chem. Toxicol. 41 (1), 22–26. https: //doi.org/10.1080/01480545. 2017.1280047.

Jeon H.J., Lee Y.H., Mo H.H., Kim M.J., Al-Wabel M.I., Kim Y., Cho K., Kim T., Ok Y.S., Lee S.E., (2016b). Chlorpyrifos-induced biomarkers in Japanese medaka (Oryzias latipes). Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 23 (2), 1071–1080.

John E.M., Shaike J.M. (2015). Chlorpyrifos: pollution and remediation. Environ. Chem. Lett. 13 (3), 269–291.

Kralj M.B., Černigoj U., Franko M., Trebše P. (2007). Comparison of photocatalysis and photolysis of malathion, isomalathion, malaoxon, and commercial malathion—products and toxicity studies. Water Res. 41 (19), 4504–4514.

Leight A.K., Van Dolah R.F. (1999). Acute toxicity of the insecticides endosulfan, chlorpyrifos, and malathion to the epibenthic estuarine amphipod Gammarus palustris (Bousfield). Environ. Toxicol. Chem. 18 (5), 958–964.

Lepper P. (2002). Towards the Derivation of Quality Standards for Priority Substances in the Context of the Water Framework Directive. Identification of quality standards for priority substances in the field of water policy. Contract No. B4-3040/2000/30637/ MAR/E1.

Li K., Chen L., Li E., Zhou Z., (2006). Acute toxicity of the pesticides chlorpyrifos and atrazine to the Chinese mitten-handed crab, Eriocheir sinensis. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 77 (6), 918–924

Ma J., Liu Y., Niu D., Li X. (2013). Effects of chlorpyrifos on the transcription of CYP3A cDNA, activity of acetylcholinesterase, and oxidative stress response of goldfish (Carassius auratus). Environ. Toxicol. 30 (4), 422–429. https: //doi.org/10.1002/tox. 21918.

Meng L., Qiao X., Xu Z., Xin, J., Wang, L., 2012. Development of a direct competitive biomimetic enzyme-linked immunosorbent assay based on a hydrophilic molecularly

imprinted membrane for the determination of trichlorfon residues in vegetables. Food Analytical Methods 5 (5), 1229–1236

Morris A.D., Muir D.C., Solomon K.R., Letcher R.J., McKinney M.A., Fisk A.T., McMeans B.C., Tomy G.T., Teixeira C., Wang X., Duric M. (2016). Current-use pesticides in seawater and their bioaccumulation in polar bear–ringed seal food chains of the Canadian Arctic. Environ. Toxicol. Chem. 35 (7), 1695–1707.

Mugni H., Paracampo A., Marrochi N., Bonetto C. (2012). Cypermethrin, chlorpyrifos and endosulfan toxicity to two non-target freshwater organisms. Fresenius Environ. Bull. 21 (8), 2085–2089.

Myers J.P., Antoniou M.N., Blumberg B., Carroll L., Colborn T., Everett L.G., Hansen M., Landrigan P.J., Lanphear B.P., Mesnage R., Vandenberg L.N., vom Saal F.S., Welshons W.V., Benbrook C.M. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. Environ. Health 15 (1), 1–13.

National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2020). PubChem Database. Chlorpyrifos, CID=2730. accessed on Jan. 16, 2020. https: //pubchem.ncbi.nlm.nih. gov/compound/chlorpyrifos.

Negro C.L., Senkman L.E., Marino F., Lorenzatti E., Collins P. (2014). Effects of chlorpyrifos and endosulfan on different life stages of the freshwater burrowing crab Zilchiopsis collastinensis P.: protective role of chorion. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 92 (6), 625–630.

Noble A. (1993). Partition coefficients (n-octanol-water) for pesticides. J. Chromatogr. A 642 (1–2), 3–14.

Otieno P.O., Owuor P.O., Lalah J.O., Pfister G., Schramm K.W. (2013). Impacts of climate-induced changes on the distribution of pesticides residues in water and sediment of Lake Naivasha, Kenya. Environ. Monit. Assess. 185 (3), 2723–2733.

Papadakis E.N., Tsaboula A., Vryzas Z., Kotopoulou A., Kintzikoglou K., Papadopoulou-Mourkidou E. (2018). Pesticides in the rivers and streams of two river basins in northern Greece. Sci. Total Environ. 624, 732–743.

Patra R.W., Chapman J., Lim R.P., Gehrke P.C., Sunderam R.M. (2015). Interactions between water temperature and contaminant toxicity to freshwater fish. Environ. Toxicol. Chem. 34 (8), 1809–1817.

Pawar A.P., Sanaye S.V., Shyama S., Sreepada R.A., Dake A.S. (2020). Effects of Salinity and Temperature on the Acute Toxicity of the Pesticides, Dimethoate and Chlorpyrifos in Post-larvae and Juveniles of the Whiteleg Shrimp. Aquaculture Reports. https: //doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100240.

Key P.B., Simonik E., Kish N., Chung K.W., Fulton M.H. (2013). Differences in response of two model estuarine crustaceans after lethal and sublethal exposures to chlorpyrifos. J. Environ. Sci. Health, Part B 48 (11), 967–973.

Racke K.D. (1993). Environmental fate of chlorpyrifos. Rev. Environ. Contam. Toxicol. 131, 1–150.

Rico A., Arenas-Sánchez A., Alonso-Alonso C., López-Heras I., Nozal L., Rivas-Tabares D., Vighi M. (2019). Identification of contaminants of concern in the upper Tagus river basin

(central Spain). Part 1: screening, quantitative analysis and comparison of sampling methods. Sci. Total Environ. 666, 1058–1070.

Rocha A.C.S., Reis-Henriques M.A., Galhano V., Ferreira M., Guimarães L. (2016). Toxicity of seven priority hazardous and noxious substances (HNSs) to marine organisms: current status, knowledge gaps and recommendations for future research. Sci. Total Environ. 542, 728–749.

Rubach M.N., Crum S.J., Van den Brink P.J. (2011). Variability in the dynamics of mortality and immobility responses of freshwater arthropods exposed to chlorpyrifos. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 60 (4), 708–721.

Sandahl J.F., Baldwin D.H., Jenkins J.J., Scholz N.L. (2005). Comparative thresholds for acetylcholinesterase inhibition and behavioral impairment in coho salmon exposed to chlorpyrifos. Environ. Toxicol. Chem. 24 (1), 136–145.

Santolaria Z., Arruebo T., Pardo A., Matesanz J.M., Bartolomé A., Caixach J., Lanaja F.J., Urieta J.S. (2015). Evaluation of airborne organic pollutants in a Pyrenean glacial lake (The Sabocos Tarn). Water Air Soil Pollut. 226 (11), 383.

Schwarzenbach R.P., Gschwend P.M., Imboden D.M. (2003). Environmental Organic Chemistry, second ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Seebunrueng K., Santaladchaiyakit Y., Srijaranai S. (2014). Vortex-assisted low density solvent based demulsified dispersive liquid–liquid microextraction and high-performance liquid chromatography for the determination of organophosphorus pesticides in water samples. Chemosphere 103, 51–58.

SenthilKumar P., Samyappan K., Jayakumar S., Deecaraman M. (2007). Impact of chlorpyrifos on the neurosecretory cells in a freshwater field crab, Spiralothelphusa hydrodroma. Res. J. Agric. Biol. Sci. 3 (6), 625–630.

Shaffo F.C., Grodzki A.C., Schelegle E.S., Lein P.J. (2018). The organophosphorus pesticide chlorpyrifos induces sex-specific airway hyperreactivity in adult rats. Toxicol. Sci. 165 (1), 244–253.

Sumon K.A., Rashid H., Peeters E.T., Bosma R.H., Van den Brin P.J. (2018). Environmental monitoring and risk assessment of organophosphate pesticides in aquatic ecosystems of north-west Bangladesh. Chemosphere 206, 92–100.

Sumon K.A., Yesmin M.F., Van den Brink P.J., Bosma R.H., Peeters E.T., Rashid H. (2019). Effects of long-term chlorpyrifos exposure on mortality and reproductive tissues of Banded Gourami (Trichogaster fasciata). J. Environ. Sci. Health, Part B 54 (7), 549–559.

Soltani N., Hooker D.C., Brinkman J., Sikkema P.H. (2017). Effect of the addition of a fungicide to glyphosate applied postemergence on crop injury, disease control, and corn yield. Can. J. Plant Sci. 98 (4), 971–974.

Stalin A., Suganthi P., Mathivani S., Paray B.A., Al-Sadoon M.K., Gokula V., Musthafa M.S. (2019). Impact of chlorpyrifos on behavior and histopathological indices in different tissues of freshwater fish Channa punctatus (Bloch). Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (17), 17623–17631.

Sharbidre A.A., Patode P.S. (2012). Behavioural changes and acetylcholinesterase activity in guppy fish (Poecilia reticulata) exposed to chlorpyrifos. Nat. Environ. Pollut. Technol. 11 (3), 487–492.

Sharbidre A.A., Patode P.S. (2012). Behavioural changes and acetylcholinesterase activity in guppy fish (Poecilia reticulata) exposed to chlorpyrifos. Nat. Environ. Pollut. Technol. 11 (3), 487–492.

Shushimita S., Grefhorst A., Steenbergen J., de Bruin R.W., Ijzermans J.N., Themmen A.P., Dor F.J. (2016). Protection against renal ischemia–reperfusion injury through hormesis? Dietary intervention versus cold exposure. Life Sci. 144, 69–79.

Tao Y., Wang Y., Ye L., Li H., Wang Q. (2008). Simultaneous determination of omethoate and dichlorvos by capillary electrophoresis. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 81 (2), 210–215.

Tilak K.S., Veeraiah K., Rao D.K. (2004). Toxicity and bioaccumulation of chlorpyrifos in Indian carp Catla catla (Hamilton), Labeo rohita (Hamilton), and Cirrhinus mrigala (Hamilton). Bull. Environ. Contam. Toxicol. 73 (5), 933–941.

Tongbai W., Boonplueng R., Damrongphol P. (2012). Enzymatic responses of the riceland prawn, Macrobrachium lanchesteri, to chlorpyrifos exposure. Biologia 67 (4), 762–766.

Topal A., Şişecioğlu M., Atamanalp M., Işık A., Yılmaz B. (2015). The in vitro and in vivo effects of chlorpyrifos on acetylcholinesterase activity of rainbow trout brain. J. Appl. Anim. Res. 44 (1), 1–5. https: //doi.org/10.1080/09712119.2015.1031776.

United States Environmental Protection Agency (USEPA). (2002). National Recommended Water Quality Criteria. https: //www.epa.gov/wqc/national-recommended-waterquality-criteria-aquatic-life-criteria-table.

Woke, G.N., Aleleye-Wokoma, I.P., 2009. Effects of pesticide (chlorpyrifos ethyl) on the fingerlings of catfish (Clarias gariepinus). Global J. Pure Appl. Sci. 15 (3–4).

Wu L., Verma D., Bondgaard M., Melvej A., Vogt C., Subudhi S., Richnow H.H. (2018). Carbon and hydrogen isotope analysis of parathion for characterizing its natural attenuation by hydrolysis at a contaminated site. Water Res. 143, 146–154.

Xing H., Li S., Wang Z., Gao X., Xu S., Wang X. (2012). Oxidative stress response and histopathological changes due to atrazine and chlorpyrifos exposure in common carp. Pestic. Biochem. Physiol. 103 (1), 74–80.

Xuereb B., Lefèvre E., Garric J., Geffard O. (2009). Acetylcholinesterase activity in Gammarus fossarum (Crustacea Amphipoda): linking AChE inhibition and behavioural alteration. Aquat. Toxicol. 94 (2), 114–122.

Yang Y. (2019). China's (global) chlorpyrifos market status and forecast in 2018. Pesticide Sci. Adm. 40 (1), 18–24 (in Chinese).

Zalizniak L., Nugegoda D. (2006). Effect of sublethal concentrations of chlorpyrifos on three successive generations of Daphnia carinata. Ecotoxicol. Environ. Saf. 64 (2), 207–214.

بازنگری رده بندی و تعیین وضعیت حفاظتی غضروف ماهیان حوضه دریاهای جنوب کشور

فریدون عوفی [۱*]؛ محسن رضایی عطا قلی پور [۲]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
۲- موسسه حفاظت از محیط زیست، قشم

Email: fowfi@areeo.ac.ir

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات جدید آرایه شناسی در سطح خانواده، جنس و گونه، و تعیین وضعیت و جایگاه حفاظتی غضروف ماهیان خلیج فارس و خلیج عمان بر اساس معیارهای IUCN انجام گرفته است. نتایج بررسی‌های گونه شناسی ماهیان حوضه‌های دریایی جنوب کشور مشخص کرد که فهرست نهایی گونه‌های تأیید شده ۹۷۵ گونه - ۱۶۹ خانواده می‌باشد. از این تعداد ۹۳ گونه در قالب ۲۶ خانواده شامل ۵۰ گونه - ۱۲ خانواده کوسه ماهیان و ۴۳ گونه - ۱۴ خانواده سفره ماهیان هستند. از کوسه ماهیان، خانواده Carcharhinidae با ۲۶ گونه و از سفره ماهیان، خانواده Dasyatidae با ۱۳ گونه بیشترین تعداد را به لحاظ تعداد گونه به خود اختصاص داده‌اند. همچنین تعداد هشت خانواده از غضروف ماهیان با تک جنس و تک گونه در منطقه حضور دارند. با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، از دیدگاه جغرافیای زیستی و پراکندگی جغرافیایی، غضروف ماهیان خلیج فارس و خلیج عمان در سه گروه گونه‌های با پراکندگی وسیع در اقیانوس هند و غرب اقیانوس اطلس، با انتشار منطقه‌ای محدود به شمال اقیانوس هند و دریاهای همجوار شمال و شمال غرب و گونه‌های بوم زاد خلیج‌فارس، تنگه هرمز و خلیج عمان تقسیم‌بندی می‌شوند. آخرین ارزیابی وضعیت حفاظتی و فهرست قرمز غضروف ماهیان بر اساس معیارهای IUCN مشخص کرده است که ۱۴ گونه در وضعیت به شدت در معرض خطر (CR)،۳۴ گونه در وضعیت در معرض خطر (EN)، و ۳۰ گونه در وضعیت آسیب پذیر (VU) قرار دارند.

واژگان کلیدی: کوسه ماهیان، سفره ماهیان، فهرست قرمز، خلیج فارس، خلیج عمان

Systematic review and conservation status of chondrichthyes in the Iranian southern seas

Fereidoon Owfi [1*], Mohsen Rezaei Atagholipour [2]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agriculture Research, Extention and Education Organization, Tehran, Iran.
2- Institute of Environmental Protection, Qeshm, Iran.

Email: fowfi@areeo.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to investigate the systematic changes in family, genus and species taxa and conservation status of chondrichthyes in Persian Gulf and Gulf of Oman according to IUCN criteria. The results showed that the final list of approved fish species is 975 species - 169 families. Of these, 93 species (26 families) include 50 species - 12 families of sharks and 43 species -14 families of rays. Among the sharks, Carcharhinidae with 26 species and Dasyatidae with 13 species have the most number of species. From the biogeography and geographical distribution point of view, the chondrichthyes species of the Persian Gulf and Gulf of Oman categorized in three groups of widespread, regional and endemic. The latest IUCN conservation status and red list assessment of cartilaginous species classified 14 species in Critically Endangered (CR), 34 species in Endangered (EN), and 30 species in the Vulnerable (VU) status.

Keywords: Sharks, Rays, Red List, Persian Gulf, Gulf of Oman

Embryonic anomalies of *Cyprinus carpio* as bioindicators of triclosan toxicity

Owias Iqbal Dar[1]*, Arvinder Kaur[1], Caterina Faggio[2]

1-Aquatic Toxicology Lab, Department of Zoology, Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab, 143005, India.
2-Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences University of Messina-Italy.

Email: owiaszolo@gmail.com

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effect of triclosan [TCS, 5-chloro-2-(2,4-dichlorophenoxy)phenol] on survival, hatching, and embryonic malformations in the embryos/larvae of *Cyprinus carpio*. Twenty eggs of *C. carpio* were exposed separately in triplicate to tap water (control) solvent control (acetone) and different concentrations (0.1, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.5 mg/L) of TCS for 96 h. The 96 h LC_{50} values (with 95% confidence limits) of TCS for the embryos of *C. carpio* was estimated at 0.315 (0.279-0.343) mg/L. TCS caused a concentration dependent decrease and delay in hatching, a decline in length and weight of the embryos and an increase in the number of abnormal larvae. Maximum delay of 16.33±0.88 h was observed in the hatching at 0.5 mg/L TCS. Spine malformations, cardiac oedema, yolk sac oedema, and swim bladder deformities were common for all the hatchlings. Hemorrhage, albinisim, gas bubble disease, fused eyes, abnormal yolk sac, abnormal caudal fin, degenerated digestive tract were also observed in 10-40% hatchlings. Incidence of abnormalities at 0.1 mg/L TCS while 100% mortality at 0.5 mg/L shows that embryonic abnormalities are better indicators of TCS toxicity.

Keywords: Triclosan, *Cyprinus carpio*, Embryos, Teratogenicity.

In vitro contamination by thiacloprid: *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator

Maria Pagano[1*], Alzeta Stara[2], Jacopo Fabrello[3], Valerio Matozzo[3], Ridjola Lika[4], Valbona Aliko[4], Caterina Faggio[1].

1-Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Italy;
2-Faculty of Fisheries and Protection of Waters, South Bohemian Research Centre of Aquaculture and Biodiversity of Hydrocenoses, University of South Bohemia in České Budějovice, Zátiší 728/II, 389 25, Vodňany, Czech Republic;
3-Department of Biology, University of Padova, Italy;
4-University of Tirana, Faculty of Natural Sciences, Department of Biology, Tirana, Albania.

Email: mpagano@unime.it

Abstract

Nowadays, the correct and improper use of pesticides is on the rise. Thiacloprid is a neonicotinoid used in commercial pesticides that affects nicotinic acetylcholine receptors, which are highly presented in insects, as well as in other invertebrates. It is widely used in intensive agriculture and the risk of finding it in wastewater is very high. This work aimed to evaluate the water contamination by thiacloprid using *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator. For this purpose, mussels were exposed acutely (7 days) and chronically (20 days) to different concentrations of thiacloprid.. Cell viability (through neutral red assay), regulation of volume decrease (RVD) and antioxidant parameters, such as superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) were monitored in mussel digestive gland cells. In the cells of the digestive gland following acute exposure to the pollutant, the results did not show cell damage, while after chronic exposure the activity of antioxidant enzymes were altered. Our data suggest that metabolism was impaired after chronic exposure to very low concentrations of thiacloprid, but *M. galloprovincialis* resists showing no other physiological alterations. This could be a risk, as mussels could accumulate thiacloprid in the tissues and be ingested indirectly by humans, because these organisms are part of the food chain.

Keywords: *Mytilus galloprovincialis*, Biondicator, Thiacloprid, RVD, Antioxidant enzymes

Effects of Lemon and Pomelo peel extracts on quality and melanosis of Indian white prawn during chilled storage

Praveenkumar Pandiyan[1]; Ajeet Soni[1]; Preetham Elumalai[1*]

1- Department of Fish Processing Technology (Biochemistry), Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Panangad, Kochi 682 506, Kerala, India

Email: preetham@kufos.ac.in

Abstract

The effects of lemon (*Citrus limon*) and pomelo (*Citrus maxima*) peel extracts have been investigated on the quality and melanosis of Indian white prawns (*Fenneropenaeus indicus*) during 15 days of storage (4°C). The extracts were also subjected to antioxidant assays viz.1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl radical reducing power (DPPH), total antioxidant capacity (TAC), total phenolic content (TPC), ferric reducing antioxidant power (FRAP). The extracts were also subjected to Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) for the analysis of high and low molecular weight chemical entities present in each of the extracts. The TPC, TAC and FRAP of lemon peel extract were 53.35 ± 0.46 mg GAE/g, 143.79 ± 0.94 mg Eq Asc/g and 2.157 ± 0.015 mmol Fe(II)/g respectively and for the pomelo peel extract were 12.44 ± 0.65 mg GAE/g, 70.08 ± 1.74 mg Eq Asc/g and 1.402 ± 0.005 mmol Fe(II)/g respectively. Lemon and pomelo extracts treated samples exhibited an enhanced effect on shelf life extension and quality maintenance than untreated samples during chilled storage.

Keywords: Indian white prawn, Lemon peel extract, Pomelo peel extract, Melanosis, Quality

1. Introduction

Shrimp is one of the most preferred seafood products, with an expected global production of 4 million tons in 2018-19 (FAO, 2019) and responsible for 41.1% of total quantity and 68.46% of total revenue in the Indian seafood export trade (MPEDA, 2017-18). It is rich in polyunsaturated fatty acids, such as n-3 (204 mg/100g shrimp meat) and n-6 (106 mg/100g shrimp meat), essential amino acids, vitamin B12, selenium, zinc, and other important micro and macro minerals, as well as a high protein content (19g/100g shrimp meat) (Dayal *et al.*, 2013). Shrimp has a limited storage life due to their biochemical composition, muscle type, and microbiological degradation compared to poultry products. Melanosis is one of the significant problems in the shrimp industry which causes market loss due to its appearance. Chemical and natural additives have been used to prevent melanosis in shrimp (McEvily, Iyengar, & Otwell, 1991; Sae-leaw & Benjakul, 2019)

Chemical additives can cause a variety of chronic health conditions and can be carcinogenic above certain amount. Thus, the processing industry relied more on natural additives (McEvily *et al.*, 1991). Recent studies have shown that extracts from various medicinal plants would be an emerging source for reducing the damage caused by oxidative stress by inhibiting the initiation or propagation of oxidative chain reactions (Firdous, Ringø, & Elumalai, 2020). Chamuang (*Garcinia cowa Roxb.*), grape seed (*Vitis vinifera*), rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*), orange peel and pomegranate peel (*Punica granatum*) extract are anti-melanogenic compounds that can reduce PPO formation and increase shrimp storage time (Alparslan & Baygar, 2017; Kim, Hong, & Oh, 2018; Linhartová *et al.*, 2019; Panza, Conte, & Del Nobile, 2021; Shiekh & Benjakul, 2020).

Citrus fruit is predominantly cultivated in tropical and subtropical countries, with an annual production of around 102 million tons (Mehl *et al.*, 2014). Total polyphenols, dietary fiber, basic phenolics, and ascorbic acid are all known to be beneficial bioactive compounds found in citrus fruits (Gorinstein *et al.*, 2001). The citrus fruit's peel, which accounts for nearly half of the fruit mass, has been discovered to be the primary source of total phenols and flavonoids (Ghasemi, Ghasemi, & Ebrahimzadeh, 2009; Asjad *et al.*, 2013; Bind, Singh, Prakash, Ahmadand, & Kumar, 2015; Lim & Loh, 2016). Flavonoids are a class of phenolic compounds that serve as antioxidants, antiviral, anti-inflammatory, and anti-tumor agents in biological systems. They capture oxidative agents and neutralize them, as well as quench free radicals (Segev *et al.*, 2010). It has been reported that these compounds have high antioxidant activity (Hayat *et al.*, 2010) and exert antimicrobial effects against foodborne pathogens (Espina *et al.*, 2011) due to their richness in terpenoids, tannins, quinones, phenolic acids and polyphenols (Calvo *et al.*, 2006; Lee & Lee, 2010). Lemon peel extract decreased the lipid oxidation and improved the storage quality of fried mutton ribs (Dua, Bhat, & Kumar, 2015). The effect of lemon and pomelo peel extracts on melanosis and quality of Indian white prawns during chilled storage has not been investigated to our knowledge. Therefore, the present research focuses on the efficacy of lemon and pomelo peel extracts in improving the biochemical, bacteriological, melanosis inhibition, and sensory efficiency of Indian white prawns during chilled storage.

2. Materials and methods

2.1 Chemicals and raw materials

2,2-diphenyl-1-picryl hydroxyl (DPPH), 2,4,6, tripyridyl 1,3,5 Follin ciocalteu (FC) reagent, ammonium molybdate, ascorbic acid, TPTZ (2, 4, 6-tri (2-pyridyl)-s-triazine), gallic acid, L-DOPA, nutrient agar were delivered from HiMedia (Associated Scientific Company, Kochi, Kerala). Merck provided the rest of the analytical reagents. Lemon and pomelo fruits were bought in Kochi's local market, and Indian white prawns with the size of 45-50 prawns/kg packed with ice in a 2:1 ratio were packed from Aroor, Kerala's fish landing centre, India.

2.2 Extraction of lemon and pomelo peel extracts

Lemon and pomelo peels were extracted as described by (S. Singh & Immanuel, 2014) with slight modifications. Lemon and pomelo peels were manually peeled, washed and dried overnight at 50°C in a hot air oven. 10 g of the dried powder with 100 mL of ethanol were taken in a conical flask and placed in an orbital shaking incubator at 120 rpm for 24 hours. The extract was filtered using Whatman (No.1) filter paper and the filtrate was concentrated in two parts using a rotary evaporator (IKA HB10) for 60 minutes at 40°C, then refluxing in ethanol for re-extraction followed by drying in a hot air oven at 40°C for 12 hours and storage in the dark at 4°C in an airtight plastic container.

2.3 Phytochemical screening of the extracts

Phytochemical screening was done to determine the presence of tannins and saponins in the extracts. Ferric chloride test and frothing test were used to determine the presence of tannin and saponin, respectively (Auwal *et al.*, 2014). Briefly, 2 mL of ethanolic extracts are mixed with a few drops of 10% ferric chloride solution for the tannin examination (light yellow). Gallic tannins were detected by the appearance of a blackish-blue color, while catechol tannins were detected by the appearance of a green-blackish color. For the frothing test, 3 mL of the ethanolic extracts were mixed with 10 mL of distilled water in a clean dry test tube, closed with a stopper, and vigorously shaken for about 5 minutes. It was then held at room temperature for 30 minutes and tested for the presence of honey-comb froth, which indicates the presence of saponins.

The extracts were subjected to ferric chloride and sodium hydroxide tests to determine the presence of flavonoids. Approximately 0.5g of each part was boiled in distilled water and then filtered. Several drops of 10% ferric chloride solution were added to 2 mL of the filtrate. The existence of a phenolic hydroxyl group was recognized by a green-blue or violet color (Evans, 2002). A small amount of each portion was dissolved in water and filtered. 2 mL of 10% aqueous sodium hydroxide was added to it. The color changed from yellow to colorless upon the addition of dilute hydrochloric acid, indicating the presence of flavonoids (Evans, 2002).

2.4 Antioxidant activity determination

2.4.1 DPPH scavenging assay

DPPH free radical scavenging activity was performed according to Ohnishi *et al.*, (1994) with slight modification. Briefly, eight different concentrations (10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 and 120 µg/mL) of the pure compound were prepared. 3 mL of DPPH solution (0.1 mM/mL of ethanol) was added to each of them. The entire reaction mixture was incubated in the dark for 30 minutes and the absorbance was measured using the UV-Spectrophotometer (UV-1800 SHIMADZU)

at 517 nm. All the measurements were carried out in triplicates. The percentage of radical scavenging activity (% RS) was determined using the following formula:

$$\% \text{ of DPPH scavenging} = \frac{(\text{Acontrol} - \text{A sample})}{(\text{Acontrol})} \times 100$$

2.4.2 Total phenolic content (TPC) determination

The phenolic content of the extract was determined with minor modifications in McDonald, Prenzler, Antolovich, & Robards, (2001) method. The calibration curve was prepared with gallic acid standard with 5ml Folin-Ciocalteu reagent and sodium carbonate (4 mL, 0.7M). Using a spectrophotometer, absorption values were read at 765 nm and the standard curve was plotted. Ethanolic extracts (1 mL) were combined with the above reagents and were incubated for 30 minutes and the absorbance was measured. All the tests were conducted in triplicate.

2.4.3 Total antioxidant capacity (TAC) evaluation

The total antioxidant capacity of the extracts was spectrophotometrically determined by the phosphomolybdenum assay (Firdous, Ringø, & Elumalai, 2020). In brief, 0.3 mL of 1 mg/mL of both pomelo and lemon peel extract in ethanol was mixed with 2.7 mL of phosphomolybdenum reagent (28 mM sodium phosphate and 4 mM ammonium molybdate in 0.6 M sulphuric acid). It was then incubated for 90 minutes at 95°C in a water tank and allowed to cool at room temperature. Then the absorbance was measured using a UV-spectrophotometer at 695 nm. The TAC findings were expressed as a standard Ascorbic acid equivalent (mg Asc/g of dry sample).

2.4.4 Evaluation of ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay

Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) of the two extracts were performed using Benzie & Strain, (1996) method. The FRAP reagent was freshly prepared by combining the acetate buffer (25 ml, 300mmol/L, pH 3.6), the 10mmol/L TPTZ solution (2.5 mL) with the 40 mmol/L HCl solution and the 20mmol/L $FeCl_3$ solution (2.5 mL) with a 10:1:1 ratio (v/v) and warmed to 37°C in a water bath. The samples were added to the reagent. After 4 min, the absorption of the reaction mixture was estimated at 593 nm and the assay was performed in triplicates. The findings were reported as mmol Fe (II)/g dry weight of extracts.

2.4.5 Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) analysis of lemon and pomelo peel ethanol extract

GC-MS analysis of the ethanolic extracts of lemon and pomelo peels were carried out on Shimadzu GCMS QP2010 Ultra employing the following condition: capillary column – Rxi 5sil Ms, at a constant flow of 1.00 mL/min and injection volume of 1.0 mL, injection temperature of 250˚C and ion source temperature of 220˚C. The column oven temperature was maintained at 100˚C.

2.4.6 Assessment of lemon and pomelo peel extract efficacy on polyphenols oxidase (PPO) activity

2.4.6.1 Preparation of crude PPO extract from shell of shrimp

PPO was isolated using Simpson, Marshall, & Otwell, (1987) method with slight modifications. 30 frozen shrimp shells were removed, cleaned, and powdered in a blender. The ground powder was stored at -20°C for 15 days. 150 mL extracting buffer (0.05 M Sodium phosphate buffer having 1 M NaCl and 0.2% Brij-35, pH 7.2) were added to 50 g of powder. The mixture was continuously stirred for 30 minutes at 4°C using a magnetic stirrer. The supernatant was treated with ammonium sulfate until it reached a saturation level of 40%. It was centrifuged at 12,500 rpm for 30 minutes at 4°C. Pellets were collected and dissolved in 0.05 M sodium phosphate at a low concentration. Centrifugation was performed once more at 3000 rpm at 4°C for 30 minutes. Finally, the supernatant was extracted and labeled as "Crude PPO extract".

2.4.6.2 Inhibitory activity of lemon and pomelo peel extract on PPO

Inhibitory activity was carried out as described by Nirmal & Benjakul, (2009a, 2009b). 100 µL of various concentrations of lemon and pomelo peel extracts (100-500 g/ mL) were mixed with 100 µL of crude PPO extract and incubated for 30 minutes at room temperature. After the incubation time, 400 µl of the same phosphate buffer was applied, followed by 600 µL of 15 mM L-DOPA that had been pre-incubated. The reaction mixture left for 3 minutes at 4°C and the absorbance was taken at 475 nm. Relative activity was calculated based on the following formula:

$$\text{Relative activity (\%)} = \frac{PPO\ activity\ in\ the\ presence\ of\ extracts\ \times 100}{PPO\ activity\ of\ control}$$

2.5 Shrimp sample preparation

Whole Indian white prawns were divided into four slots; lemon peel treated, pomelo peel treated, lemon and pomelo combination (1:2) and control slot (without any treatments). 10g/L extracts were used for the lemon and pomelo peel treated slots and for the combination lemon and pomelo peel extracts in the ratio of 1:2 (lemon:pomelo) were used. Treated shrimps were drained for 3 minutes at 4°C before being packed separately in 12 polyesters laminated with polyethylene bags with dimensions of 20×15 cm and a thickness of 420 mm and held at 4°C during the experiment.

2.6 Proximate composition analysis of Indian white prawn

Moisture content analysis (AOAC – 925.10), total fat content by Soxhlet extraction (AOAC – 2003.05), ash content by combustion method (AOAC – 923.03), and protein by the micro Kjeldahl procedure were performed using AOCA (2005) standard methods.

2.7 Chemical analyses

2.7.1 Trimethylamine (TMA):

The TMA level was calculated using the Conway micro-diffusion method (Conway, 1933), and the result was expressed as mg TMA/100 g muscle.

2.7.2 Total volatile base nitrogen content:

The TVB-N level was calculated using the Conway micro-diffusion method (Conway, 1933), and the findings expressed as mg TVB-N/100 g muscle.

2.7.3 Free fatty acid (FFA) content:

The samples were analyzed for free fatty acids using the AOCS (1975) standard protocol, with the findings expressed as a percentage of oleic acid.

2.7.4 Peroxide value (PV) evaluation:

Peroxide value was determined by standard AOCS (1989) protocol and the values expressed as milliEquivalents/kg of fat.

2.8 Microbiological analyses

Aerobic bacterial count

25g of aseptically minced shrimp samples were placed in stomacher bags containing 225 mL of 0.85% physiological sterile saline and blended in a stomacher blender for two minutes. 100 µL of 10-1, 10-2, 10-3, 10-4 and 10-5 dilutions were plated on nutrient agar plates with 0.5% salt and incubated at 35°±2°C for 48±2h for measuring aerobic plate count (mesophilic bacteria) as mentioned by Firdous, Ringø, & Elumalai, (2020) and the values expressed as CFU/g muscle.

2.9 Melanosis assessment

The melanosis assessment was performed using Montero, Lopez Caballero, & Perez Mateos, (2001) method. Melanosis was assessed at 3 days interval, and all samples and the control were given a unique code, and each package contained ten shrimp. Score 0 indicated no blackening and 2 indicated blackening of up to 20% of the shrimp exoskeleton. Similarly, a score of 4 was assigned for mild blackening of 20 to 40% of the shrimp body, a score of 6 for 40 to 60%, 8 for extreme (60-80% shrimp body) blackening, and a score of 10 for total (80-100%) blackening.

2.10 Sensory evaluation

Sensory evaluations were conducted on a three days interval basis using the nine-point hedonic scale (Meilgaard, Vance Civille, & Thomas Carr, 1999). Each package contained ten shrimp, and all treated samples and the control were given a unique code. Scores of 9 indicated superior quality or extreme liking, while one indicated the lowest quality or extreme dislike. Similarly, a score of 7 indicated moderate liking, a score of 5 indicated neutral liking, and a score of 3 indicated moderate disliking. Sensory evaluation was done by a 5 member expert group.

2.11 Statistical analyses

Each test was conducted in triplicate and carried out in a completely randomized design (CRD). Graph pad prism 6 and the SPSS package were used in the T-test, and $P<0.05$ was deemed statistically important. The level of significance was set at 5% for the mean and standard error (SE).

3. Results and discussion

3.1 Phytochemical screening of the extracts

Table 1 indicates the existence of various bioactive components in lemon and pomelo peel extracts. It shows that the ethanolic extract of lemon and pomelo peel contains tannin, saponin, and flavonoid. The presence of tannin in lemon and pomelo peel was revealed by the appearance of a blackish-blue color when 10% Ferric chloride solution was added. Similarly, saponin was detected in honey-comb frothing of lemon and pomelo peel extract after shaking vigorously with 10 mL distilled water for about 5 minutes and allowing it to stand for 30 minutes. Both the ferric chloride and sodium hydroxide tests for flavonoid qualitative testing

yielded positive results, as green-blue coloration appeared for both extracts after adding a few drops of 10% ferric chloride solution, and a change in color from yellow to colorless after adding dilute hydrochloric acid indicated the presence of flavonoid.

Table 1:Phytochemical screening of Lemon and Pomelo peel ethanolic extracts

Phytochemical constituent	Type of test	Appearance	Lemon peel extract	Pomelo peel extract
Tannin	Ferric chloride test	Blackish blue	+	+
Saponin	Frothing test	Honey comb like froth	+	+
Flavonoid	Ferric chloride test (10%)	Green blue	+	+
	Sodium hydroxide test	Yellow to colourless	+	+

+ indicates presence of phytochemical constituents

3.2 Antioxidant capacity of lemon and pomelo peel extract

3.2.1 DPPH scavenging assay

The DPPH scavenging assay is a useful antioxidant assay because it affirms the ability of the extracts to scavenge free radicals (Ohnishi *et al.*, 1994). This is focused on hydrogen donation as an antioxidant agent, and the extracts were measured as free radical scavengers, with the DPPH free radical having the ability to transfer electrons and produce a violet color solution in methanol (Poli *et al.*, 2003). Blois, (1958) described the degree of discoloration of the solution is proportional to the degree of radical-scavenging potential of the samples. Tables 2 and 3 show the DPPH scavenging percentage potential and IC 50 of lemon and pomelo peel ethanol extracts respectively. At different concentrations, lemon peel extract (10-120 µg/mL) showed a percentage inhibition range of 24.83% to 66.66%, while pomelo peel showed a radical scavenging potential range of 21.56% to 58.82%. In accordance with Moosavy *et al.*, (2017), the observations of the present study demonstrate a parallel relationship between radical scavenging capacity with the highest extract concentrations. They found that lemon peel extract has an IC 50 of 55.09 µg/mL. DPPH radicals of pomelo peel extracts had a percentage inhibition range of 54.95% at the maximum concentration of 100 µg/mL (Nurdalilah, Teoh, Ooi, & Sam, 2018). The presence of the high phenolic compounds showed that these extracts are involved in the higher antioxidant scavenging activity (Ibrahim, Kamarrudin, Suzihaque, & Abd Hashib, 2017). The current study confirms that both extracts were found to have a significant amount of free radical scavenging potential.

Table 2: Percentage (%) DPPH radical scavenging ability of lemon and pomelo peel ethanolic extracts at different concentrations

Concentration (µg/mL)	Lemon peel extract (% RS)	Pomelo peel extract (% RS)
10	24.83 ± 0.32	21.56 ± 0.42
20	44.44 ± 0.41	41.17 ± 0.42
30	48.36 ± 0.35	45.09 ± 0.21
40	50.98 ± 0.65	48.36 ± 0.13
50	52.94 ± 0.52	49.67 ± 0.26
60	54.90 ± 0.85	52.28 ± 0.73
80	58.82 ± 0.76	55.55 ± 0.97
120	66.66 ± 0.96	58.82 ± 0.87

3.2.2 Total phenolic content (TPC)

The most common group of plant metabolites is phenolic compounds, which have an aromatic ring with a hydroxyl group (R. Singh, Singh, Kumar, & Arora, 2007). However, a previous study found that natural antioxidants in plant sources include various forms of polyphenols, mostly flavonoid groups, as well as phenolic acid and tocopherol (Ali *et al.*, 2008). The role of phenolic groups in scavenging reactive oxygen constituents is vital (Pourmorad, Hosseinimehr, & Shahabimajd, 2006). Gallic acid standard solution of various concentrations (25-200 g/mL) was tested at 765 nm. A regression coefficient (R^2) = 0.9879 and a slope (m) = 0.0092 were obtained with an intercept = 0.187. The standard curve's equation is y = 0.0092x + 0.2165. The total phenolic content of lemon and pomelo peel extracts were considered as promising with a value of 53.35 ± 0.46 mg Eq GAE/g dry weight of lemon peel extract and 12.44 ± 0.652 mg Eq GAE/g dry weight of pomelo peel extract ($P<0.05$). Table 3 summarizes the total phenolic content of lemon and pomelo peel extracts. Our study shows that lemon peel extract has high phenolic content than that of pomelo peel extract.

The TPC of lemon peel reported in this analysis is identical to the TPC value of 49.8 mg Eq GAE/ g for lemon peel (Sir Elkhatim, Elagib, & Hassan, 2018). Lemon peel extract phenolic content correlates with radical scavenging activity (X. Li, Wu, & Huang, 2009), which explains their reducing ability by hydrogen donation and singlet oxygen quenching. The TPC value of 12.44 ± 0.652 mg Eq GAE/g of pomelo peel found in this study parallels that of studies investigated by Nurdalilah *et al.*, (2018). The content of polyphenols varies depending on the solvent, the degree of polarity of the solvents, and the compatibility of the compound with the solvents (Teh, Bekhit, & Birch, 2014; Zhang *et al.*, 2007). Chism & Haard, (1996) found that the outer layers contain high phenolic content than seed or pulp. The antioxidant efficacy of lemon and pomelo peel extracts is enhanced by the presence of phenolic compounds.

3.2.3 Total antioxidant capacity (TAC)

The phosphomolybdenum method for determining total antioxidant potential is based on the formation of green phosphate complex MO (V) from MO (VI) in presence of the sample tested (Subhashini, Thangathirupathi, & Lavanya, 2011). Since TAC is represented in numbers of equivalents of ascorbic acid, the phosphomolybdenum approach is quantitative. PM (phosphomolybdenum) assay is a standard laboratory test for determining the total antioxidant capacity of plant extracts (Prieto, Pineda, & Aguilar, 1999). Table 3 shows the TAC values of lemon and pomelo peel ethanol extracts. Lemon peel (143.79 ± 0.94 mgE Asc/g) had higher antioxidant potential than pomelo peel (70.08 ± 1.74 mgE Asc/g) ($P<0.05$).

Certain limonoids present in the citrus fruit are reported to be responsible for the antioxidant activity exhibited by the citrus fruits (Patil, Jayaprakasha, & Padanad, 2004; Poulose, Harris, & Patil, 2005). Previously, Jayaprakasha, Girennavar, & Patil, (2008) indicated that the total antioxidant activity of citrus was due to the presence of phenolics and flavonoids. Similar results were reported by Pallavi, Ck, Krishna, & Parveen, (2017). Also, the results were in agreements with the studies (Manthey & Grohmann, 1996; Anagnostopoulou, Kefalas, Papageorgiou, Assimopoulou, & Boskou, 2006).

3.2.4 Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay

FRAP is a commonly used antioxidant assay based on the redox-linked colorimetric reaction, in which ferric ion (Fe3+) converts to ferrous (Fe2+) ion at a lower pH, forming a colored ferrous-probe complex from a colorless ferric-probe complex (Firuzi, Lacanna, Petrucci, Marrosu, & Saso, 2005). The antioxidant activity of the solvent extracts is proportional to the polyphenol amount. Polyphenols are more effective reducing agents for ferric iron (Wong, Leong, & Williamkoh, 2006). Table 3 shows the reducing capacity of lemon and pomelo peel extracts. The FRAP values for lemon peel ethanol extract were 2.157 ± 0.015mmol Fe (II)/g, while the values for pomelo peel ethanol extract were 1.402 ± 0.005mmol Fe (II)/g, and the results were significant ($P<0.05$).

Lemon peel extract seems to have more reducing power than pomelo peel extract, which is likely due to the higher phenolic content in lemon peel extract compared to pomelo peel extract. The present study identified a strong correlation between DPPH scavenging ability and ferrous ion reducing ability, indicating that both extracts are effective in retarding oxidation. These findings is in agreement with Azman, Azlan, Khoo, & Razman, (2019) and B. B. Li, Smith, & Hossain, (2006).

Table 3:IC50, TPC, TAC and FRAP of Lemon and Pomelo peel ethanolic extracts

Extracts	IC50	TPC (mg GAC/g)	TAC (mg Eq Asc/g)	FRAP (mmol Fe (II)/g)
Lemon peel	54.31	53.35 ± 0.46	143.79 ± 0.94	2.157 ± 0.015
Pomelo peel	59.63	12.44 ± 0.65	70.08 ± 1.74	1.402 ± 0.005

3.3 GC-MS analysis

Figs. 1 and 2 show the GC-MS chromatogram profile of lemon peel and pomelo peel respectively. Table 4 represents the chemical groups present in the lemon and pomelo peel extracts. A total of 40 and 28 compounds were identified in the lemon peel and pomelo peel respectively. However, these two extracts have a slight difference in their minor constituents, including alcohols, aldehydes, acids, esters, ketones, terpene oxides and other miscellaneous. Jabalpurwala, Smoot, & Rouseff, (2009) detected 70 volatile compounds in intact grapefruit, sweet orange, sour orange, mandarin, lemon, lime and pomelo extracts, of which 33 volatiles were from pomelo extract. The results were similar to the study investigated by Espina *et al.*, (2011), who reported limonene and α-terpineol a chief components of citrus essential oils. As shown in Table 4, oxazine derivatives are well-known bioactive compounds with antioxidant and antimicrobial properties Chylińska, Janowiec, & Urbański, (1971). The presence of glycosides in the mass spectrum was the best indication that flavonoids were present in the lemon and pomelo peel extracts (Yamaguchi et al. 2006).

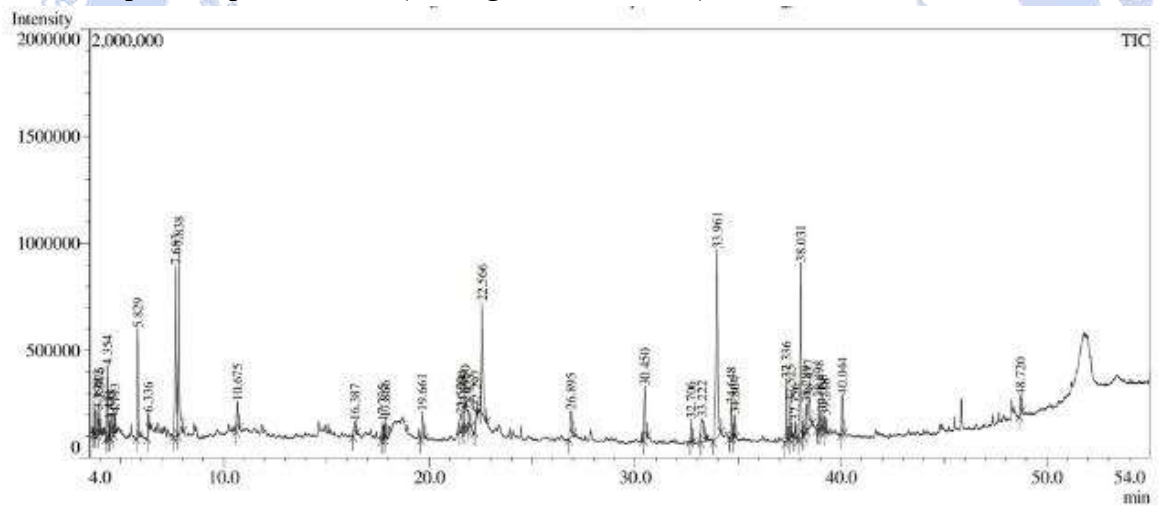


Fig. 1. Chromatogram of lemon peel extract

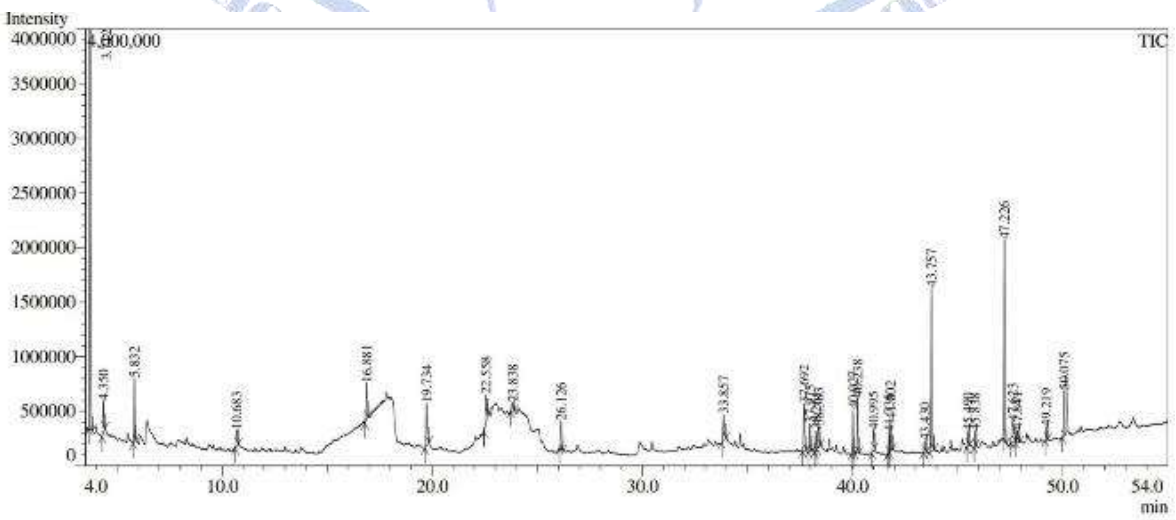


Fig. 2. Chromatogram of pomelo peel extract

Table 4:Chemial groups analysed in the extracts as per peaks obtained by GC-MS chromatogram

Chemical group	Lemon peel extract	Pomelo peel extract
D-Limonene	+	+
Cyclohexene	+	-
Benzene	+	-
Thymine	+	-
Furanoid	+	-
3-Thujanol	+	-
Cyclohexene	+	+
1,3,4,5-Tetrahydroxycyclohexacarboxylic acid	-	+
1,2-Benzenedicarboxylic acid	-	+
2-Propenal	+	+
N-acetamide	+	-
Hexadecanoic acid, ethyl ester	+	-
9,12-Octadecadienoic acid	+	+
Gamma.-Sitosterol	-	+
Auraptenol	-	+
Isoauraptene	-	+
Osthole	-	+
n-Hexadecanoic acid	-	+

+: Present, -: absent.

3.4 Polyphenols oxidase (PPO) activity

Polyphenol oxidase is an endogenous enzyme found in shellfish that is responsible for the blackening of the shrimp head and cephalothorax (McEvily *et al.*, 1991). Figure 3 illustrates the influence of lemon and pomelo peel extract solution on PPO inhibition in Indian white prawns. The current research found that its efficacy was dose-based ($P<0.05$). Lemon peel had a higher relative activity percentage than pomelo peel at equal concentration levels ($P<0.05$). An earlier study found that when an enzyme interacts with a phenolic substance, PPO activity is inhibited (Janovitz-Klapp, Richard, Goupy, & Nicolas, 1990). Catechins showed PPO

inhibitory activity in a dose-dependent manner, it was presumed that catechins could function as a competitive inhibitor for PPO due to their structural similarity to L-DOPA, which is a PPO substrate (Nirmal & Benjakul, 2009a, 2009b). The results demonstrate that lemon and pomelo peel extracts were used as a natural anti-melanogenic substance to regulate PPO effects on chilled stored shrimp.

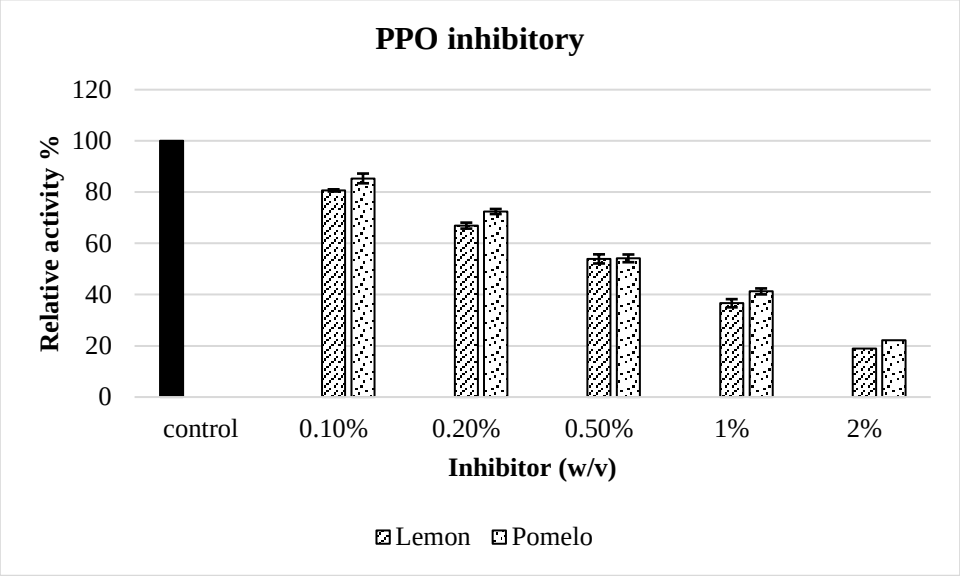


Fig. 3. Effect of lemon and pomelo peel extracts at different levels on the inhibition of polyphenoloxidase from shell of Indian white shrimp.

3.5 Proximate analysis

The proximate composition of Indian white prawn was found to be 75.24 ± 0.98% moisture, 19.49 ± 0.49% crude protein, 3.43 ± 0.12% crude fat, 1.67 ± 0.08% ash in the current study. The results were in an argument with the studies revealed by Delfieh *et al.*, (2013) and the results are similar to the study conducted by Fernandez, R, & Zynudheen, (2019).

3.6 Evaluation of lemon peel and pomelo peel extracts effect on the quality of chilled stored Indian white prawn

3.6.1 Trimethylamine (TMA)

TMA is a vital spoilage indicator, particularly in marine fish. TMA is derived from trimethylamineoxide (TMAO), which is essential for marine fish osmoregulation. Endogenous enzymes in frozen fish reduce TMAO to dimethylamine and formaldehyde, while bacterial enzymes in iced fish reduce it to trimethylamine (TMA), which has a fishy odor (Lakshmanan & Fung, 2000; Regenstein, 1982; Castell, Smith, & Neal, 1971; Lundstrom & Racicot, 1983). TMA of all classes increased as storage time increased ($p<0.05$). The initial TMA value was 2.319 ± 0.8 mgN/100 g, but the TMA value in the control slot had risen to 18.01 ± 0.79 mgN/100g. On day 15 of chilled storage at 4°C, lemon peel treated sample revealed a TMA value 13.92 ± 0.84 mgN/100g, while pomelo peel treated sample revealed a TMA value of 14.72 ± 1.21 mgN/100g, and slot treated with both lemon and pomelo peel revealed a TMA value of 13.55 ± 1.43 mgN/100g. Fig. 4 shows that the control is unacceptable in comparison to treated shrimps on day 15 of chilled storage at 4°C. TMA levels in fatty fish are limited to 10-15 mgN/100g (Sikorski, 1990). During refrigerated storage, all treated samples showed a

growing trend in the present investigation, but the rate of increase was substantially higher for the untreated samples than the treated samples. Ozogul *et al.*, (2010) reported similar results to the current research when treating the sardine with rosemary extract shows a lower TMA value than the control ones. Consequently, the research findings suit those of Nirmal & Benjakul, (2009a), who examined the effects of feluric acid extract on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*).

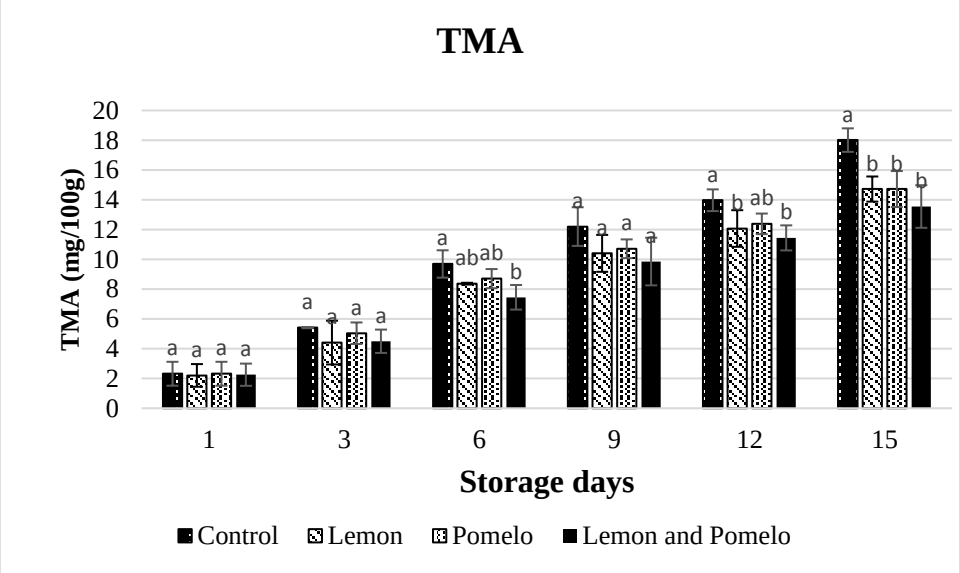


Fig. 4. Trimethylamine content of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ◦C. Bars represent the standard deviation (n = 4). Different letter in the same sampling day indicate significant difference (P<0.05).

3.6.2 Total volatile base nitrogen (TVB-N)

Microorganisms and autolytic enzymes cause seafood degradation, which is characterized by progressive proteolysis of the flesh tissue (Ocaño-Higuera *et al.*, 2011). In aquatic products processed at refrigerated temperatures, the TVB-N analysis is used as a quality indicator. TVB-N calculates trimethylamine, dimethylamine, ammonia, and other compounds, which are primarily generated by endogenous enzymes degrading proteins and non-protein nitrogenous compounds (Huss, 1995). An amount of 35-40 mg TVB-N /100g of fish muscle is generally considered the acceptable limit, above which the fish is considered spoiled (Lakshmanan & Fung, 2000). TVB-N of all groups increased with an increase in storage time (P<0.05). The initial TVB-N value was 6.16 ± 0.89 mgN/100g, but the control slot's TVB-N value had risen to 45.08 ± 1.1 mgN/100g by day 15. Treatment of lemon peel revealed a TVB-N value of 29.6 ± 0.95 mgN/100g on day 15 of chilled storage at 4°C, while pomelo peel treated sample revealed a TVB-N value of 30.52 ± 1.8 mgN/100g and slot treated with both lemon and pomelo peel revealed a TVB-N value of 27.82 ± 2.8 mgN/100g. Fig. 5 shows the control is unacceptable in comparison to treated shrimps on day 15 of chilled storage at 4°C.

The present study found a strong correlation between TVB content and bacterial load (Table 5), which is consistent with the results of Ozogul *et al.*, (2010), who found that untreated fish samples were rejected on the 13th day of chilled storage. On the other hand, chilled storage

samples treated with rosemary extract were suitable until day 17. Furthermore, the results of this study are consistent with those of Nirmal & Benjakul, (2011), who investigated the effects of lead seed extract on Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). During the storage of fish in ice, the number of bacteria increased after a lag period of 1 or 2 days, reaching maximum values of about 10^7 to 10^8/g of muscle after 9 to 12 days, even under the best conditions where the temperature was held at 0°C (Gram, Wedell-Neergaard, & Huss, 1990). In research of Indian mackerel treated with mint (*Mentha arvensis*) leaf and citrus (*Citrus aurantium*) peel extracts revealed similar results (Viji *et al.*, 2015). The findings of the present study are also similar to previous reports observing an effect of using lemon peel extract and chitosan to improve TVB-N values of chilled stored fish products (Sabu, Ashita, & Stephy, 2020).

Table 5: Determination of aerobic bacterial counts of Indian white shrimp samples treated with Lemon, pomelo, combination of lemon and pomelo and control during the 15-day storage study.

	Control (CFU/g)	Lemon (CFU/g)	Pomelo (CFU/g)	Lemon & Pomelo (CFU/g)
1st day	$3.26 \pm 0.3\times10^4$	$3.23 \pm 0.25\times10^4$	$3.53 \pm 0.25\times10^4$	$3.36 \pm 0.15\times10^4$
3rd day	$6.33 \pm 0.32\times10^5$	$1.7 \pm 0.26\times10^5$	$1.93 \pm 0.05\times10^5$	$1.56 \pm 0.15\times10^5$
6th day	$5.83 \pm 0.2\times10^6$	$3.16 \pm 0.05\times10^6$	$3.63 \pm 0.15\times10^6$	$2.86 \pm 0.11\times10^6$
9th day	$8.57 \pm 0.15\times10^7$	$2.26 \pm 0.15\times10^7$	$2.63 \pm 0.11\times10^7$	$1.66 \pm 0.11\times10^7$
12th day	$8.06 \pm 0.25\times10^8$	$7.53 \pm 0.25\times10^7$	$7.86 \pm 0.05\times10^7$	$7.2 \pm 0.3\times10^7$
15th day	$21.66 \pm 0.3\times10^8$	$3.1 \pm 0.55\times10^8$	3.43 ± 0.2010^8	$2.8 \pm 0.4\times10^8$

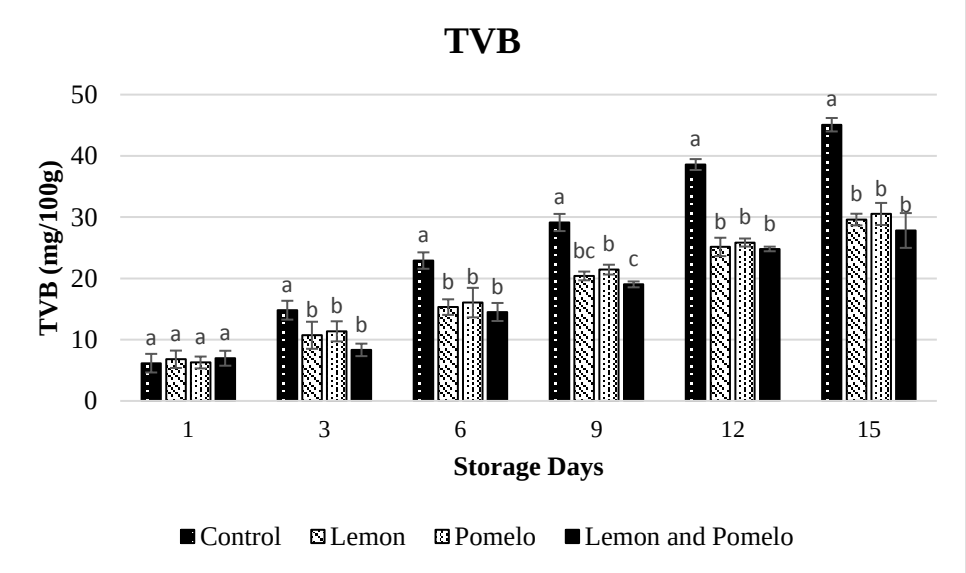


Fig. 5. Total volatile base content of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ◦C. Bars represent the standard deviation (n = 4). Different letter in the same sampling day indicate significant difference ($p<0.05$).

3.6.3 Free fatty acid content (FFA)

FFA is used as a guideline for determining the quality of chilled fish and shellfish stored in chilled storage. In the current study, significant ($p<0.05$) differences in FFA content were observed between the treatment groups (Fig. 6). Increased the FFA value from 0.022 ± 0.002% (expressed as a percentage of oleic acid) to 0.141 ± 0.001% in the control sample, while lemon peel treated samples revealed values of 0.0203 ± 0.002% to 0.116 ± 0.05% and pomelo peel treated samples revealed values of 0.0243 ± 0.001% to 0.115 ± 0.003% and lemon and pomelo peel treated samples revealed values of 0.022 ± 0.003% to 0.11 ± 0.001% (Fig. 6).

Enzymatic or non-enzymatic hydrolysis of lipids, especially phospholipids and triglycerides, produces free fatty acids, which are primarily found in the cell membrane (Serdaroglu & Felekoglu, 2005). In different fish and shellfish species preserved at -12 or -14°C, both lipase and phospholipase enzymes have major activity in generating FFA (Olley, Pirie, & Watson, 1962). The accumulation of FFA increased with extended storage time and at elevated frozen storage temperature, according to an early analysis of interaction during frozen storage of various fish species (Dyer & Dingle, 1961). In this analysis, a lower lipid hydrolysis rate was observed in all treated slots, regardless of their antioxidant content (Fig. 6). This finding is consistent with that of Sarah, Hadiseh, Gholamhossein, & Bahareh, (2010), who found that after 8 days of storage, refrigerated Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) treated with green tea and onion juice had lower FFA content than the untreated community. Similar results were reported by different authors in studies assessing the impact of various antioxidants (Aubourg, Pérez-Alonso, & Gallardo, 2004; Serdaroglu & Felekoglu, 2005; Chaijan, Benjakul, Visessanguan, & Faustman, 2006; Lugasi *et al.*, 2007; Taheri, Motalebi, & Fazlara, 2012).

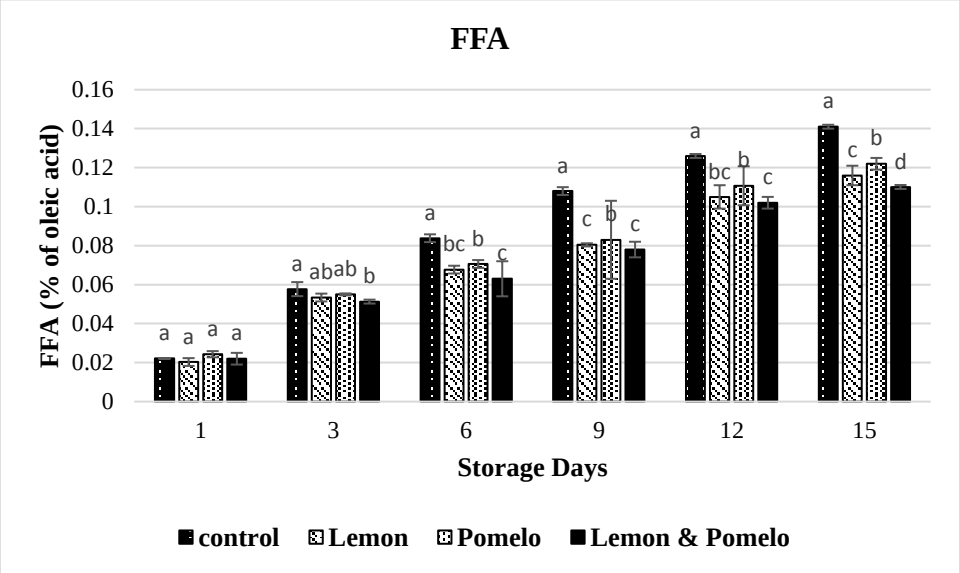


Fig. 6. Free fatty acid content of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ◦C. Bars represent the standard deviation (n = 4). Different letter in the same sampling day indicate significant difference ($p<0.05$).

3.6.4 Peroxide value (PV)

Fish lipid is vulnerable to oxidation as hydroperoxides, it generated due to its high content of highly unsaturated fatty acid. It converts iodide to iodine or iron (II) to iron (III), which can be calculated using PV evaluation (primary oxidation compounds) in terms of milliEquivalents/kg extracted fat from the sample (Stine, Harland, Coulter, & Jenness, 1954). It is difficult to detect spoilage early on because this compound has no odor, but when it degrades and forms auto-oxidative constituents, a sign of early auto-oxidation, which can lead to extreme oxidative spoilage. Aldehydes, ketones, and alcohols, which are breakdown products, are volatile and produce an off-odor, indicating a rancid stage of the product. PV is significant in the early stages of oxidation because it increases the rate of hydroperoxide formation, which is higher than the rate of decomposition. However, once it reaches its maximum level, it begins to decline due to a lack of substrates and the instability of peroxide molecules (Pereira de Abreu, Paseiro Losada, Maroto, & Cruz, 2011). Furthermore, several studies have shown that plant extract can effectively reduce peroxide formation by delaying secondary hydroperoxide reactions (Pezeshk, Rezaei, & Hosseini, 2011; Pereira de Abreu *et al.*, 2011; Shi, Cui, Yin, Luo, & Zhou, 2014; Viji *et al.*, 2015).

PV increased from 1.09 ± 0.217 milliEquivalents/kg to 16.42 ± 0.612 milliEquivalents/kg in the control group, while lemon peel, pomelo peel, and lemon and pomelo peel treated samples showed a slightly ($P<0.05$) lower level of 9.43 ± 0.15, 9.83 ± 0.13 and 9.17 ± 0.37 milliEquivalents/kg from initial values of 1.07 ± 0.29, 1.08 ± 0.07 and 1.086 ± 0.15 milliEquivalents/kg respectively. The difference in PV values between Indian white prawns treated with lemon peel and pomelo peel extracts and controls was important ($P<0.05$) (Fig.7). Similar results were also published by Quitral *et al.*, (2009) and Bensid, Ucar, Bendeddouche, & Özogul, (2014) in which rosemary and thyme extracts on ice stored chilean jack mackerel and anchovy were studied respectively.

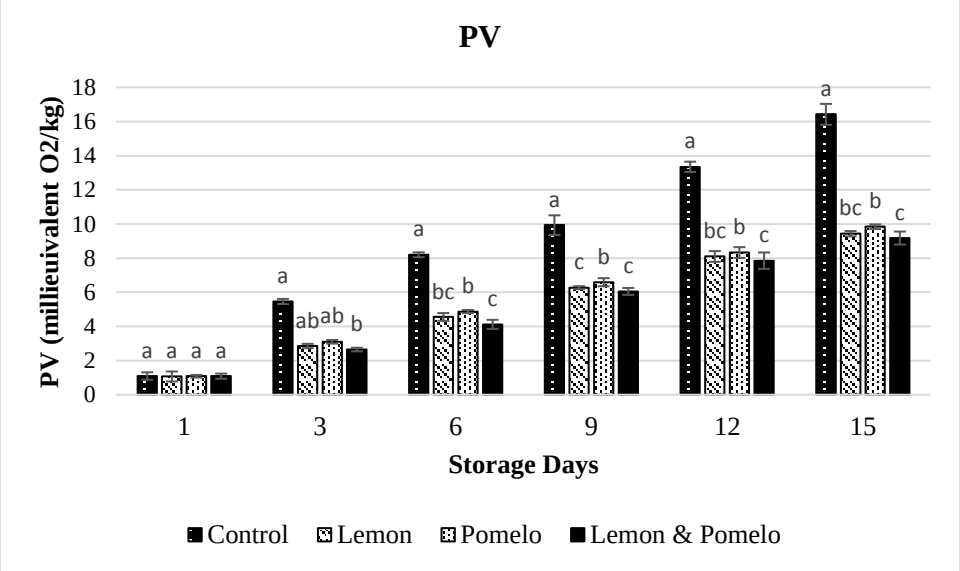


Fig. 7. Peroxide value (PV) of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ◦C. Bars represent the standard deviation (n = 4). Different letter in the same sampling day indicate significant difference ($p<0.05$).

3.7 Aerobic bacterial count (ABC)

Spoilage bacteria, which causes bad odor, unattractiveness and renders shrimp unfit for consumption, are one of the main reasons why chilled stored shrimp quickly spoils. The ABC indicates the bacteriological load (Huss, 1988; Viji *et al.*, 2015). Table 5 shows the ABC of the treated and control groups after 15 days of storage. The overall bacterial count for all slots on the first day was between log 4.509 and log 4.52 cfu/g. Aerobic bacterial counts substantially increased ($P<0.05$) during storage. The increase of ABC in the lemon and pomelo peel treated categories was significantly lower than control ($P<0.05$). The ABC of the control group increased to log 9.33 cfu/g on the 15th day of storage, while the lemon peel treated sample had a load of log 8.49 CFU/g, pomelo peel had a load of log 8.53 CFU/g, and lemon and pomelo peel had a load of 8.44 CFU/g (Table 5), which was slightly ($p<0.05$) lower than the control group. This log reduction was found to have a significant correlation with the sensory analysis ranking. The ABC well supports the chemical quality tests (TVB-N, FFA, and PV) and both treatment groups reported remarkably similar levels of quality retardation.

Del Nobile *et al.*, (2009) found that combining lemon extract and thymol with changed atmospheric packaging (MAP) decreased bacterial load significantly ($p<0.05$) when compared to the control. Lemon peel and pomelo peel have a possible inhibitory effect on spoilage bacterial development, according to ABCs revealed in this research. This trend was observed by Ozogul *et al.*, (2010) when they compared sardine (*Sardinella gibbosa*) fillets treated with rosemary extract to control examined by surface plating and incubation at 15°C (Huss, 1988). During storage of fish in ice even under the best conditions where the temperature is maintained at 0°C, the number of bacteria increased after a lag phase of 1 or 2 days, reaching maximum values of about 10^7 to 10^8/g of muscle after 9 to 12 days (Gram *et al.*, 1990). The findings of this study were similar to that of Alparslan & Baygar, (2017), who revealed that combining the effects of chitosan and orange peel essential oil minimized the bacterial load in shrimp samples kept in the refrigerator.

3.8 Effect of lemon and pomelo peel on melanosis formation of Indian white prawn at chilled storage

Fig. 8 shows the melanosis score for Indian white prawns treated with lemon and pomelo peel extract and the control during 15 days of chilled storage period. On the first day, there was no melanosis in any of the samples, and there were no variations in appearance. Melanosis formation increased significantly ($P<0.05$) during storage, which is consistent with Nirmal & Benjakul, (2011) finding that catechins in green tea could have an impact on melanosis formation in Pacific white shrimp. The lemon and pomelo peel treated groups remained appealing to the panelists until the 9th day, as blackening was mild (40-60%) and the score obtained was within the 4-6 range, while the control group achieved a score above 7, indicating extreme blackening (80%) from the 12th day onwards ($P<0.05$). As a result, lemon and pomelo peel extracts doses of 10g/L significantly ($P<0.05$) decreased melanosis in Indian white shrimp during chilled storage. Fig. 9 indicates the photographs of Indian white after 15 days of storage at 4°C.

This finding is in agreement with that of Gokoglu & Yerlikaya, (2008), who discovered a significant ($P<0.05$) inhibitory effect of grape seed treatment on the formation of melanosis in

shrimp. The authors observed that the treated group was in good shape until the second day of storage, but the control group had a lot of blackening by the third day of storage, which the sensory panel found unacceptable. Several types of research had been done on catechins and derivatives to reduce black spots in shrimp during refrigerated storage (Nirmal & Benjakul, 2011, 2009b; Sae-leaw, Benjakul, & Simpson, 2017).

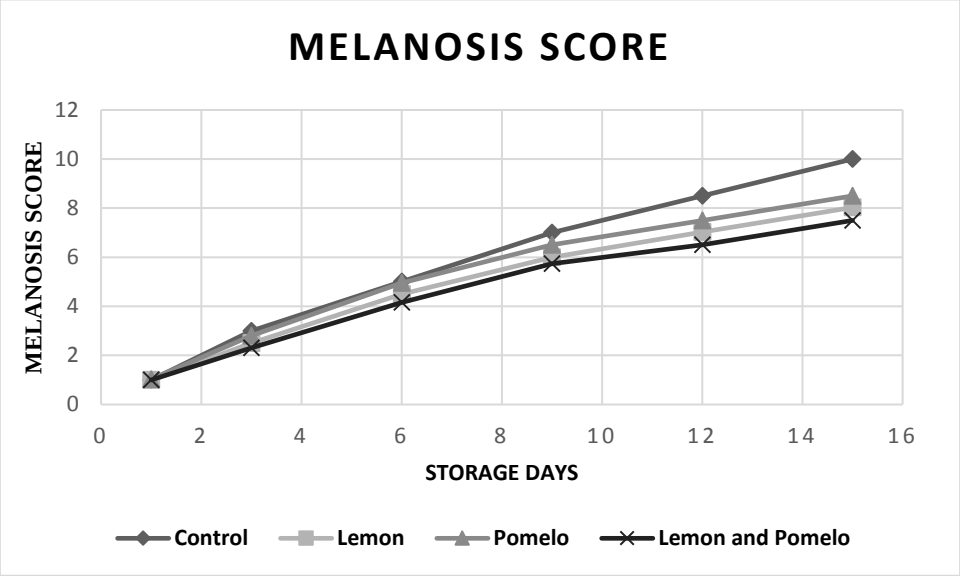


Fig. 8. Melanosis score of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ◦C.

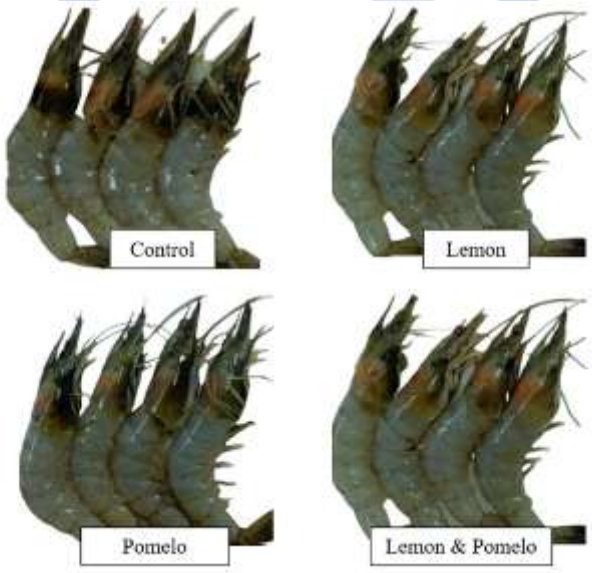


Fig 9. Photographs of Indian white prawns treated with lemon and pomelo peel extract, and control after 15 days of storage at 4 ◦C.

3.9 Effects of lemon and pomelo peel extracts on sensory quality of Indian white prawn at chilled storage

Figure 10 depicts the sensory changes in Indian white prawns handled with lemon peel, pomelo peel and the control during chilled storage. All samples scored near 9 on the hedonic scale on the first day, and all treatments had the same likeness ($P>0.05$). The control group had a slightly ($P<0.05$) higher rate of spoilage during storage. When comparing the sensory scores of lemon peel extract and pomelo peel extract treated slots to the control ($P<0.05$), the sensory scores of the lemon peel extract and pomelo peel extract treated slots were considerably lower. In general, shelf life ends when important sensory parameters such as off-odor and flavor become pungent or putrid as a result of the bacterial activity (Huss, 1988), and also when the presence of shrimp becomes unacceptably unattractive to the customer. If it receives a score of 3-4 on the hedonic scale, it is rejected. Lemon and pomelo peel treatments were found to be appropriate until the 9th to 12th day and 8th to 11th day respectively, due to texture and odor. The appearance of the treated slots was good to satisfactory, with a score in the 5-6 range, while the control groups gained a score of less than 4 before the treated groups ($P<0.05$). Photographs of Indian white prawns treated with lemon and pomelo peel extract, and control after 15 days of storage at 4 ◦C (Fig. 10).

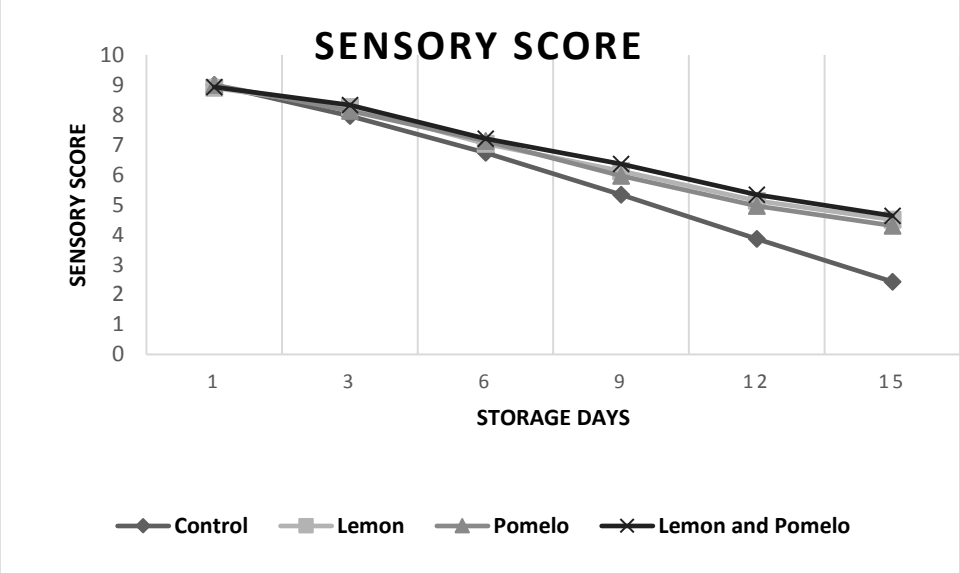


Fig. 10. Sensory score of Indian white prawn treated with lemon and pomelo peel extract, and control during 15 days of storage at 4 ºC.

In a study using pomegranate peel extract on Pacific white shrimp, (Fang, Sun, Huang, & Yuan, 2013) a decrease in sensory score was significantly inhibited in the pomegranate peel extract treated sample as compared to the control. Furthermore, Nirmal & Benjakul (2011) reported that Pacific white shrimp treated with lead seed had higher likeness and quality scores than the control group. However, because of species condition, dosage differences, and other environmental factors, sensory quality score differs from study to study, but natural extract may reduce the loss of sensory score. The current study reported that lemon and pomelo peel extract significantly delays the loss of sensory attributes in chilled stored Indian white prawns.

4. Conclusions

Lemon and pomelo peel extracts treated Indian white prawns had the retardation in TMA, TVB, lipid oxidation and microbial growth. Lemon and pomelo peel extracts proved a promising

agent for preventing melanosis in Indian white prawns during chilled storage. After 15 days of chilled storage, prawns treated with lemon and pomelo peel extracts had superior sensory properties than control prawns. As a result, lemon and pomelo peel extracts improved the shelf life of Indian white prawns. Natural additives such as lemon and pomelo peel extracts could be a safer way to preserve shrimp quality, although commercialization of the extracts as natural preservatives in the shrimp processing industry needs to be studied further.

Competing interests

The authors have no conflicts of interest for this article.

Acknowledgements

The authors are grateful to the Department of Fish Processing Technology at Kerala University of Fisheries and Ocean Studies for their assistance with the experiments. We thank Dr. Sreeja Lakshmi for improving the manuscript by critical reviewing.

References

Ali S. S., Kasoju N., Luthra A., Singh A., Sharanabasava H., Sahu A., & Bora U. (2008). Indian medicinal herbs as sources of antioxidants. *Food Research International*, *41*(1), 1–15. doi: 10.1016/j.foodres.2007.10.001

Alparslan Y., & Baygar T. (2017). Effect of Chitosan Film Coating Combined with Orange Peel Essential Oil on the Shelf Life of Deepwater Pink Shrimp. *Food and Bioprocess Technology*, *10*(5), 842–853. doi: 10.1007/s11947-017-1862-y

Anagnostopoulou M. A., Kefalas P., Papageorgiou V. P., Assimopoulou A. N., & Boskou D. (2006). Radical scavenging activity of various extracts and fractions of sweet orange peel (Citrus sinensis). *Food Chemistry*, *94*(1), 19–25.

AOAC. (2005). Official methods of analysis (16thEdition). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

AOCS. (1989). Official methods and recommended practices of American oil chemist's society. Washington DC: 5thEdition. AOAC international.

Asjad H. M. M., Akhtar M. S., Bashir S., Din B., Gulzar F., Khalid R., & Asad M. (2013). Phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of six common citrus plants in Pakistan. *Journal of Pharmaceutical and Cosmetic Sciences*, *1*(1), 1–5.

Association of Official Agricultural Chemists, & Horwitz W. (1975). *Official methods of analysis* (Vol. 222). Association of Official Analytical Chemists Washington, DC.

Aubourg S. P., Pérez-Alonso F., & Gallardo J. M. (2004). Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (Trachurus trachurus) by citric and ascorbic acids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, *106*(4), 232–240. doi: 10.1002/ejlt.200400937

Auwal M. S., Saka S., Mairiga I. A., Sanda K. A., Shuaibu A., & Ibrahim A. (2014). *Preliminary phytochemical and elemental analysis of aqueous and fractionated pod extracts of Acacia nilotica (Thorn mimosa)*. *5*(2), 95. Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran.

Azman N. F. I. N., Azlan A., Khoo H. E., & Razman M. R. (2019). Antioxidant Properties of Fresh and Frozen Peels of Citrus Species. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, *7*(2), 331–339. doi: 10.12944/CRNFSJ.7.2.03

Bensid A., Ucar Y., Bendeddouche B., & Özogul F. (2014). Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (Engraulis encrasicholus) during chilled storage. *Food Chemistry*, *145*, 681–686. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.08.106

Benzie I. F. F., & Strain J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*, *239*(1), 70–76. doi: 10.1006/abio.1996.0292

Bind A., Singh A., Prakash V., Ahmadand N., & Kumar M. (2015). Evaluation of non-enzymatic and enzymatic antioxidants activity in fruit peels. *World Journal of Pharmacy Pharmaceutical Sciences*, *4*(7), 955–965.

BloiZ M. S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, *181*(4617), 1199–1200.

Calvo M., Angulo E., Costa-Batllori P., Shiva C., Adelantado C., & Vicente A. (2006). Natural plant extracts and organic acids: Synergism and implication on piglet's intestinal microbiota. *Biotechnology*, *5*(2), 137–142.

Castell C. H., Smith B., & Neal W. (1971). Production of Dimethylamine in Muscle of Several Species of Gadoid Fish during Frozen Storage, Especially in Relation to Presence of Dark Muscle. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, *28*(1), 1–5. doi: 10.1139/f71-001

Chaijan M., Benjakul S., Visessanguan W., & Faustman C. (2006). Changes of lipids in sardine (Sardinella gibbosa) muscle during iced storage. *Food Chemistry*, *99*(1), 83–91. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.022

Chism G., & Haard N. (1996). Characteristics of edible plant tissues. *Food Chemistry*, 943–1011.

Chylińska J., Janowiec M., & Urbański T. (1971). Antibacterial activity of dihydro-1, 3-oxazine derivatives condensed with aromatic rings in positions 5, 6. *British Journal of Pharmacology*, *43*(3), 649.

Conway E. J. (1933). An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances: The determination of urea and ammonia in body fluids. *Biochemical Journal*, *27*(2), 430.

Dayal J. S., Ponniah A., Khan H. I., Babu E. M., Ambasankar K., & Vasagam K. K. (2013). Shrimps–a nutritional perspective. *Current Science*, 1487–1491.

Del Nobile M. A., Corbo M. R., Speranza B., Sinigaglia M., Conte A., & Caroprese M. (2009). Combined effect of MAP and active compounds on fresh blue fish burger. *International Journal of Food Microbiology*, *135*(3), 281–287. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2009.07.024

Delfieh P., Rezaei M., Hosseini H., Vali Hosseini S., Zohrehbakhsh E., & Regenstein J. M. (2013). Effects of Cooking Methods on Proximate Composition and Fatty Acids Profile of Indian White Prawn (*Fenneropenaeus indicus*). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *22*(4), 353–360. doi: 10.1080/10498850.2011.652767

Dua S., Bhat Z., & Kumar S. (2015). Effect of lemon peel extract on the oxidative stability and storage quality of Tabak-Maz, traditional fried mutton ribs. *Nutrition & Food Science*.

Dyer W., & Dingle J. (1961). Fish proteins with special reference to freezing. In" Fish as food," Vol. I. *Academic Press, New York*, 275.

Espina L., Somolinos M., Lorán S., Conchello P., García D., & Pagán R. (2011). Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. *Food Control*, *22*(6), 896–902.

Evans W. C. (2002). Trease and evans. *Pharmacognosy, 9th Edition Published by Saunders Elsevier*, 553–557.

Fang X.-B., Sun H.-Y., Huang B.-Y., & Yuan G.-F. (2013). Effect of pomegranate peel extract on the melanosis of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) during iced storage. *J Food Agric Environ*, *11*(1), 105–109.

FAO Survey 2018-19. (2019). Food and Agriculture Organization.

Fernandez T., R, A., & Zynudheen A. (2019). *A Comparative Evaluation of Nutritional Composition of Deep Sea and Coastal Shrimp off South-west Coast of India*.

Firdous A., Ringø E., & Elumalai P. (2020). Effects of green tea- and amla extracts on quality and melanosis of Indian white prawn (Fenneropenaeus indicus, Milne Edwards, 1837) during chilled storage. *Aquaculture and Fisheries*, S2468550X20301258. doi: 10.1016/j.aaf.2020.09.003

Firuzi O., Lacanna A., Petrucci R., Marrosu G., & Saso L. (2005). Evaluation of the antioxidant activity of flavonoids by "ferric reducing antioxidant power" assay and cyclic voltammetry. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*, *1721*(1–3), 174–184. doi: 10.1016/j.bbagen.2004.11.001

Ghasemi K., Ghasemi Y., & Ebrahimzadeh M. A. (2009). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pak J Pharm Sci*, *22*(3), 277–281.

Gokoglu N., & Yerlikaya P. (2008). Inhibition effects of grape seed extracts on melanosis formation in shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *International Journal of Food Science & Technology*, *43*(6), 1004–1008. doi: 10.1111/j.1365-2621.2007.01553.x

Gorinstein S., Martín-Belloso O., Park Y.-S., Haruenkit R., Lojek A., Ĉíž M., Trakhtenberg S. (2001). Comparison of some biochemical characteristics of different citrus fruits. *Food Chemistry*, *74*(3), 309–315. doi: 10.1016/S0308-8146(01)00157-1

Gram L., Wedell-Neergaard C., & Huss H. H. (1990). The bacteriology of fresh and spoiling Lake Victorian Nile perch (Lates niloticus). *International Journal of Food Microbiology*, *10*(3–4), 303–316.

Hayat K., Zhang X., Chen H., Xia S., Jia C., & Zhong F. (2010). Liberation and separation of phenolic compounds from citrus mandarin peels by microwave heating and its effect on antioxidant activity. *Separation and Purification Technology*, *73*(3), 371–376.

Huss H. H. (1988). *Fresh fish—Quality and quality changes: A training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control*. Food & Agriculture Org.

Huss H. H. (1995). *Quality and quality changes in fresh fish* (Vol. 348). FAO Rome.

Ibrahim U. K., Kamarrudin N., Suzihaque M. U. H., & Abd Hashib S. (2017). Local Fruit Wastes as a Potential Source of Natural Antioxidant: An Overview. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *206*, 012040. doi: 10.1088/1757-899X/206/1/012040

Jabalpurwala F. A., Smoot J. M., & Rouseff R. L. (2009). A comparison of citrus blossom volatiles. *Phytochemistry*, *70*(11–12), 1428–1434.

Janovitz-Klapp A. H., Richard F. C., Goupy P. M., & Nicolas J. J. (1990). Inhibition studies on apple polyphenol oxidase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *38*(4), 926–931. doi: 10.1021/jf00094a002

Jayaprakasha G., Girennavar B., & Patil B. S. (2008). Radical scavenging activities of Rio Red grapefruits and Sour orange fruit extracts in different in vitro model systems. *Bioresource Technology*, *99*(10), 4484–4494.

Kim J.-H., Hong W., & Oh S.-W. (2018). Effect of layer-by-layer antimicrobial edible coating of alginate and chitosan with grapefruit seed extract for shelf-life extension of shrimp (Litopenaeus vannamei) stored at 4 C. *International Journal of Biological Macromolecules*, *120*, 1468–1473.

Lakshmanan Y., & Fung L. C. T. (2000). Techniques in Endourology—Laparoscopic Extravesicular Ureteral Reimplantation for Vesicoureteral Reflux: Recent Technical Advances. *Journal of Endourology*, *14*(7), 589–594. doi: 10.1089/08927790050152203

Lee O.-H., & Lee B.-Y. (2010). Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in Olea europaea leaf extract. *Bioresource Technology*, *101*(10), 3751–3754.

Li B. B., Smith B., & Hossain Md. M. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels. *Separation and Purification Technology*, *48*(2), 189–196. doi: 10.1016/j.seppur.2005.07.019

Li X., Wu X., & Huang L. (2009). Correlation between Antioxidant Activities and Phenolic Contents of Radix Angelicae Sinensis (Danggui). *Molecules*, *14*(12), 5349–5361. doi: 10.3390/molecules14125349

Lim S., & Loh S. (2016). In vitro antioxidant capacities and antidiabetic properties of phenolic extracts from selected citrus peels. *International Food Research Journal*, *23*(1).

Linhartová Z., Lunda R., Dvořák P., Bárta J., Bártová V., Kadlec J., Mráz J. (2019). Influence of rosemary extract (*Rosmarinus officinalis*) Inolens to extend the shelf life of vacuum-packed rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) fillets stored under refrigerated conditions. *Aquaculture International*, *27*(3), 833–847. doi: 10.1007/s10499-019-00369-3

Liu Y., Heying E., & Tanumihardjo S. A. (2012). History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, *11*(6), 530–545. doi: 10.1111/j.1541-4337.2012.00201.x

Lugasi A., Losada V., Hóvári J., Lebovics V., Jakóczi I., & Aubourg S. (2007). Effect of pre-soaking whole pelagic fish in a plant extract on sensory and biochemical changes during subsequent frozen storage. *LWT - Food Science and Technology*, *40*(5), 930–936. doi: 10.1016/j.lwt.2005.09.021

Lundstrom R. C., & Racicot L. D. (1983). Gas Chromatographic Determination of Dimethylamine and Trimethylamine in Seafoods. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, *66*(5), 1158–1163. doi: 10.1093/jaoac/66.5.1158

Manthey J. A., & Grohmann K. (1996). Concentrations of hesperidin and other orange peel flavonoids in citrus processing byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *44*(3), 811–814.

McDonald S., Prenzler P. D., Antolovich M., & Robards K. (2001). Phenolic content and antioxidant activity of olive extracts. *Food Chemistry*, *73*(1), 73–84.

McEvily A. J., Iyengar R., & Otwell S. (1991). Sulfite alternative prevents shrimp melanosis. *Food Technology (Chicago)*, *45*(9), 80–86.

Mehl F., Marti G., Boccard J., Debrus B., Merle P., Delort E., Rudaz S. (2014). Differentiation of lemon essential oil based on volatile and non-volatile fractions with various analytical techniques: A metabolomic approach. *Food Chemistry*, *143*, 325–335. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.125

Meilgaard M., Vance Civille G., & Thomas Carr B. (1999). *Sensory Evaluation Techniques, Third Edition*. CRC Press. doi: 10.1201/9781439832271

Montero P., Lopez-Caballero M. E., & Perez-Mateos M. (2001). The effect of inhibitors and high pressure treatment to prevent melanosis and microbial growth on chilled prawns (Penaeus japonicus). *Journal of Food Science*, *66*(8), 1201–1206.

Moosavy M., Hassanzadeh P., Mohammadzadeh E., Mahmoudi R., Khatibi S., & Mardani, K. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of Lemon (Citrus limon) peel in vitro and in a food model. *Journal of Food Quality and Hazards Control*, *4*(2), 42–48.

MPEDA Annual Reports 2018-19. (2019). The Marine Products Exports Development Authority.

Nirmal N. P., & Benjakul S. (2009a). Effect of ferulic acid on inhibition of polyphenoloxidase and quality changes of Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei) during iced storage. *Food Chemistry*, *116*(1), 323–331. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.02.054

Nirmal N. P., & Benjakul S. (2009b). Melanosis and Quality Changes of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Treated with Catechin during Iced Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(9), 3578–3586. doi: 10.1021/jf900051e

Nirmal N. P., & Benjakul S. (2011). Inhibition of melanosis formation in Pacific white shrimp by the extract of lead (Leucaena leucocephala) seed. *Food Chemistry*, *128*(2), 427–432. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.03.048

Nurdalilah O., Teoh Y. P., Ooi Z. X., & Sam S. T. (2018). Comparative Study on the Extraction of Bioactive Secondary Metabolites from Pomelo and Pineapple Peels Extract. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *429*, 012040. doi: 10.1088/1757-899X/429/1/012040

Ocaño-Higuera V. M., Maeda-Martínez A. N., Marquez-Ríos E., Canizales-Rodríguez D. F., Castillo-Yáñez F. J., Ruíz-Bustos E., Plascencia-Jatomea M. (2011). Freshness assessment of ray fish stored in ice by biochemical, chemical and physical methods. *Food Chemistry*, *125*(1), 49–54. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.08.034

Ohnishi M., Morishita H., Iwahashi H., Toda S., Shirataki Y., Kimura M., & Kido R. (1994). Inhibitory effects of chlorogenic acids on linoleic acid peroxidation and haemolysis. *Phytochemistry*, *36*(3), 579–583. doi: 10.1016/S0031-9422(00)89778-2

Olley J., Pirie R., & Watson H. (1962). Lipase and phospholipase activity in fish skeletal muscle and its relationship to protein denaturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *13*(10), 501–516. doi: 10.1002/jsfa.2740131001

Ozogul Y., Ayas D., Yazgan H., Ozogul F., Boga E. K., & Ozyurt G. (2010). The capability of rosemary extract in preventing oxidation of fish lipid: Rosemary extract in preventing oxidation. *International Journal of Food Science & Technology*, *45*(8), 1717–1723. doi: 10.1111/j.1365-2621.2010.02326.x

Pallavi M., Ck R., Krishna V., & Parveen S. (2017). Quantitative phytochemical analysis and antioxidant activities of some Citrus fruits of South India. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *10*(12), 198–205.

Panza O., Conte A., & Del Nobile M. A. (2021). Pomegranate by-products as natural preservative to prolong the shelf life of breaded cod stick. *Molecules*, *26*(8), 2385.

Patil B., Jayaprakasha G., & Padanad M. (2004). Isolation characterization and role of functional components in fruits and vegetables. *American Society for Horticultural Science, 17th–20th July*.

Pereira de Abreu D. A., Paseiro Losada P., Maroto J., & Cruz J. M. (2011). Natural antioxidant active packaging film and its effect on lipid damage in frozen blue shark (Prionace glauca). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *12*(1), 50–55. doi: 10.1016/j.ifset.2010.12.006

Pezeshk S., Rezaei M., & Hosseini H. (2011). Effects of Turmeric, Shallot Extracts, and Their Combination on Quality Characteristics of Vacuum-Packaged Rainbow Trout Stored at 4 ± 1 °C. *Journal of Food Science*, *76*(6), M387–M391. doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02242.x

Poli F., Muzzoli M., Sacchetti G., Tassinato G., Lazzarin R., & Bruni A. (2003). Antioxidant Activity of Supercritical CO2 Extracts of Helichrysum italicum. *Pharmaceutical Biology*, *41*(5), 379–383. doi: 10.1076/phbi.41.5.379.15934.

Poulose S. M., Harris E. D., & Patil B. S. (2005). Citrus limonoids induce apoptosis in human neuroblastoma cells and have radical scavenging activity. *The Journal of Nutrition*, *135*(4), 870–877.

Pourmorad F., Hosseinimehr S., & Shahabimajd N. (2006). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*, *5*(11).

Prieto P., Pineda M., & Aguilar M. (1999). Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry*, *269*(2), 337–341. doi: 10.1006/abio.1999.4019

Quitral V., Donoso M. L., Ortiz J., Herrera M. V., Araya H., & Aubourg S. P. (2009). Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (Trachurus murphyi): Effect of a plant-extract icing system. *LWT - Food Science and Technology*, *42*(8), 1450–1454. doi: 10.1016/j.lwt.2009.03.005

Regenstein J. M. (1982). The shelf-life extension of haddock in carbon dioxide-oxygen atmospheres with and without potassium sorbate. *Journal of Food Quality*, *5*(4), 285–300. doi: 10.1111/j.1745-4557.1982.tb00750.x

Sabu S., Ashita T., & Stephy S. (2020). Chitosan and lemon peel extract coating on quality and shelf life of yellowfin tuna (Thunnus albacares) meat stored under refrigerated condition. *Indian Journal of Fisheries*, *67*(1). doi: 10.21077/ijf.2019.67.1.91361-15

Sae-leaw T., & Benjakul S. (2019). Prevention of melanosis in crustaceans by plant polyphenols: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *85*, 1–9. doi: 10.1016/j.tifs.2018.12.003

Sae-leaw T., Benjakul S., & Simpson B. K. (2017). Effect of catechin and its derivatives on inhibition of polyphenoloxidase and melanosis of Pacific white shrimp. *Journal of Food Science and Technology*, *54*(5), 1098–1107. doi: 10.1007/s13197-017-2556-1

Sarah H., Hadiseh K., Gholamhossein A., & Bahareh S. (2010). Effect of green tea (Camellia sinenses) extract and onion (Allium cepa) juice on lipid degradation and sensory acceptance of Persian sturgeon (Acipenser persicus) fillets. *International Food Research Journal*, *17*(3), 751–761.

Segev A., Badani H., Kapulnik Y., Shomer I., Oren-Shamir M., & Galili S. (2010). Determination of Polyphenols, Flavonoids, and Antioxidant Capacity in Colored Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Food Science*, *75*(2), S115–S119. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01477.x

Serdaroglu M., & Felekoglu E. (2005). Effects of using rosemary extract and onion juice on oxidative stability of sardine (*Sardina pilchardus*) MINCE. *Journal of Food Quality*, *28*(2), 109–120. doi: 10.1111/j.1745-4557.2005.00016.x

Shi C., Cui J., Yin X., Luo Y., & Zhou Z. (2014). Grape seed and clove bud extracts as natural antioxidants in silver carp (Hypophthalmichthys molitrix) fillets during chilled storage: Effect on lipid and protein oxidation. *Food Control*, *40*, 134–139. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.12.001

Shiekh K. A., & Benjakul S. (2020). Melanosis and quality changes during refrigerated storage of Pacific white shrimp treated with Chamuang (Garcinia cowa Roxb.) leaf extract with the aid of pulsed electric field. *Food Chemistry*, *309*, 125516.

Sikorski Z. E. (1990). *Seafood: Resources, nutritional composition, and preservation*. CRC press.

Simpson B. K., Marshall M. R., & Otwell W. S. (1987). Phenol oxidase from shrimp (Penaeus setiferus): Purification and some properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *35*(6), 918–921. doi: 10.1021/jf00078a017

Singh R., Singh S., Kumar S., & Arora S. (2007). Studies on antioxidant potential of methanol extract/fractions of Acacia auriculiformis A. Cunn. *Food Chemistry*, *103*(2), 505–511. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.019

Singh S., & Immanuel G. (2014). Extraction of antioxidants from fruit peels and its utilization in paneer. *Journal of Food Processing & Technology*, *5*(7), 1.

Sir Elkhatim K. A., Elagib R. A. A., & Hassan A. B. (2018). Content of phenolic compounds and vitamin C and antioxidant activity in wasted parts of Sudanese citrus fruits. *Food Science & Nutrition*, *6*(5), 1214–1219. doi: 10.1002/fsn3.660

Stine C. M., Harland H. A., Coulter S. T., & Jenness R. (1954). A Modified Peroxide Test for Detection of Lipid Oxidation in Dairy Products. *Journal of Dairy Science*, *37*(2), 202–208. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(54)70245-X

Subhashini N., Thangathirupathi A., & Lavanya N. (2011). Antioxidant activity of Trigonella foenum graecum using various in vitro and ex vivo models. *Int J Pharm Pharm Sci*, *3*(2), 96–102.

Taheri S., Motalebi A., & Fazlara A. (2012). Antioxidant effect of ascorbic acid on the quality of Cobia (Rachycentron canadum) fillets during frozen storage. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *11*(3), 666–680.

Teh S.-S., Bekhit A., & Birch J. (2014). Antioxidative Polyphenols from Defatted Oilseed Cakes: Effect of Solvents. *Antioxidants*, *3*(1), 67–80. doi: 10.3390/antiox3010067

Viji P., Binsi P. K., Visnuvinayagam S., Bindu J., Ravishankar C. N., & Srinivasa Gopal T. K. (2015). Efficacy of mint (Mentha arvensis) leaf and citrus (Citrus aurantium) peel extracts as natural preservatives for shelf life extension of chill stored Indian mackerel. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(10), 6278–6289. doi: 10.1007/s13197-015-1788-1

Wong S., Leong L., & Williamkoh J. (2006). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, *99*(4), 775–783. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.07.058

Yamaguchi L. F., Lago J. H. G., Tanizaki T. M., Di Mascio P., & Kato M. J. (2006). Antioxidant activity of prenylated hydroquinone and benzoic acid derivatives from Piper crassinervium Kunth. *Phytochemistry*, *67*(16), 1838–1843.

Zhang Z.-S., Li D., Wang L.-J., Ozkan N., Chen X. D., Mao Z.-H., & Yang H.-Z. (2007). Optimization of ethanol–water extraction of lignans from flaxseed. *Separation and Purification Technology*, *57*(1), 17–24. doi: 10.1016/j.seppur.2007.03.006

Heavy Metal Bioaccumulation and Biomagnification in a sentinel species, the oyster drill *Stramonita haemastoma* (Linnaeus, 1767)

Gianluca Pizzullo[1*]; Giuseppa Di Bella[2] ;Salvatore Giacobbe[1]

1- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Messina (IT)
2- BioMorf Department, University of Messina, Messina (IT)

Email: gpizzullo@unime.it

Abstract

In order to evaluate bioaccumulation and biomagnification of toxic elements in a potentially sentinel species, heavy metal content has been evaluated, by ICP-MS, in digestive glands and muscles of the amphiatlantic gastropod *Stramonita haemastoma*, sampled along the oligotrophic but highly anthropized Gulf of Milazzo (Central Mediterranean). A comparison with the sediment heavy metal content recorded in the seasonal rivers flowing in the same area indicated a notable accordance between environmental contamination and gastropod soft tissues. Based on such preliminary data, the use of *S. haemastoma* as reliable sentinel species in stressed oligotrophic environments is suggested.

Keywords: ICP-MS, Toxic minerals, Coastal environment

اولویت غذایی شگ ماهی خزری (*Alosa caspia*) در ساحل چابکسر

ساناز پوراسدی*[1]؛ کیوان عباسی ۱؛ جلیل سبک آرا ۱؛ یعقوبعلی زحمتکش ۱؛ سیامک باقری ۱؛ فریبا مددی ۱

پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: s_pourasadi@yahoo.com

چکیده

شگ ماهی خزری یکی از گونه‌های بزرگ جثه خانواده شگ ماهیان در دریای کاسپین بوده و هر ساله توسط پره‌ها و تورهای گوشگیر در سواحل ایرانی این دریا صید می‌شود. این بررسی با هدف تعیین اولویت غذایی این گونه در ساحل چابکسر (شرق استان گیلان) و در فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۹ انجام شد. نتایج بررسی ۲۱ نمونه در پاییز (طول کل ۱۳۳-۲۶۵ میلی متر) و ۶ نمونه در زمستان (طول کل ۷۲-۳۰۸ میلی متر) نشان داد که شاخص تهی بودن لوله گوارش در هر دو فصل مشترکا صفر درصد، میانگین طول نسبی روده در این فصول به ترتیب ۰/۰۵ ± ۰/۶۱ و ۰/۰۳ ± ۰/۵۶ و شدت تغذیه به ترتیب ۱۰۱/۳ ± ۱۸۰/۸ و ۱۳۲/۲ ± ۱۱۴/۷ محاسبه شد. در لوله گوارش این ماهیان در پاییز و زمستان به ترتیب ۵ و ۸ جنس زئوپلانکتونی مشاهده شد و طعمه دیگری یافت نشد. به طور کلی، جنس Acartia از شاخه Arthropoda در ۹۲/۶ درصد افراد (غذای اصلی)، راسته Ostracoda از شاخه Arthropoda در ۲۲/۲ درصد، جنس Brachionus از شاخه Rotifera در ۱۴/۸ درصد، جنس Difflugia از شاخه Amoebozoa در ۱۱/۱ درصد و ناپلی آکارتیا در ۱۱/۱ درصد افراد مشاهده شدند و غذای ثانویه (فرعی) بودند و سایر طعمه‌ها در کمتر از ۱۰ درصد دفعات مشاهده شدند لذا غذای تصادفی بودند. همچنین جنس *Acartia* با ۹۵/۳ درصد تعداد طعمه‌ها، کاملاً غالب بود. این بررسی نشان داد که Acartia غذای اصلی و غالب این گونه پلانکتونخوار بوده و طیف غذایی نیز نسبتاً کم بود.

واژگان کلیدی: ماهیان، تغذیه، زیست شناسی، پلانکتون، دریای کاسپین

Food preference in the Caspian shad (*Alosa caspia*) in Chaboksar Shore

Sanaz Pourasadi*[1]; Keivan Abbasi[1]; Jalil Sabkara[1]; Yaghobali Zahmatkesh[1]; Siamak Bagheri[1] & Fariba Madadi[1]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: s_pourasadi@yahoo.com

Abstract

Caspian shad (*Alosa caspia*) is one of large-sized species belong to Clupeid family in Caspian Sea waters and it was caught annually in Iranian shore of the sea by beach seine and gill-nets. This study aimed to determine food items preference by the studied fish in Chaboksar Shore (Eastern Guilan province) in autumn and winter 2020. The results of this study on 21 specimens (total length 133-265 mm) in autumn and 6 specimens (total length 72-308 mm) in winter showed 0% and 0% for the vacuity index of the gut, 0.61 ± 0.05 and 0.56 ± 0.03 for relative length of gut and 180.8 ± 101.3 and 114.7 ± 132.2 for index of intensity of fullness in studied seasons, respectively. 5 and 8 zooplankton food items observed in gut of the fish, in autumn and winter, respectively and no food from other animals. In total, *Acartia* from Arthropoda was observed in 92.6% of fish individuals as main food, Ostracoda from Arthropoda in 22.2%, *Brachionus* from Rotifera in 14.8%, *Difflugia* from Amoebozoa in 11.1% and naupli stage of *Acartia* in 11.1% of gutted specimens as secondary food item and another food was observed less than 10% of fish individual and thus they were categorized as incidental food. *Acartia* was abundant with 95.3% of all prey numerical amount. This study shows that *Acartia* is the main and dominant food item of the studied planktivorous fish species and diet spectrum was relatively low.

Keywords*:* Fish, Diet, Biology, Plankton, Caspian Sea

تأثیر روغن‌های ماهی و کلزا بر پارامترهای هماتولوژی و شاخص‌های لیپید خون تاسماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*)

سارا پورحسین سارمه [۱*]؛ بهرام فلاحتکار [۲]؛ امیرهوشنگ بحری [۳]؛ علیرضا سالارزاده [۳]

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان
۲- گروه شیلات، دانشکده. منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس، هرمزگان

Email: sarameh.sps@gmail.com

چکیده

سه جیره غذایی روغن ماهی (کیلکا):FO، روغن گیاهی (کلزا):VO و ترکیبی از روغن ماهی (کیلکا) و روغن گیاهی (کلزا) به میزان یکسان:FO + VO، به منظور آزمودن تأثیر ناشی از منبع مختلف روغن ماهی و گیاهی بر پارامترهای هماتولوژی و شاخص‌های لیپید خون در مولدین ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) به کار گرفته شد. این جیره‌های غذایی مورد تغذیه گروه‌هایی با سه بار تکرار شامل ۴۵ مولد استرلیاد (میانگین وزنی ۲۰/۰۵ ± ۹۹۰/۳ گرم) قرار گرفتند. مواد تشکیل دهنده در همه جیره‌های غذایی، تنها از نظر بنیان روغن اضافه شده، متفاوت بودند. در پایان دوره آزمایش ۷ ماهه، هیچ تغییری در سطوح مربوط به لیپوپروتئین‌های LDL و HDL، شاخص‌های لیپید سرم خون (کلسترول) و پارامترهای هماتولوژیک (هموگلوبین، هماتوکریت، گلبول سفید و قرمز) مشاهده نشد. این مطالعه نشان داد جایگزینی کامل روغن ماهی در جیره غذایی با روغن کلزا می‌تواند بدون تاثیرات منفی بر سلامت مولدین استرلیاد امکانپذیر باشد.

واژگان کلیدی: روغن ماهی، روغن گیاهی، مولدین خاویاری، پارامترهای هماتولوژی، شاخص‌های لیپید خون

The effect of fish and rapeseed oils on hematological parameters and blood lipid indices of sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus*

Sara Pourhosein-Sarameh[1*]; Bahram Falahatkar[2]; Amir Houshang Bahri[3]; Aireza Salarzadeh[3]

1- Young Researchers and Elite Club, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara
3- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, Islamic Azad University of Bandar Abbas, Bandar Abbas, Hormozgan

Email: sarameh.sps@gmail.com

Abstract

Three diets consisting of fish oil (100% FO), vegetable oil (100% VO), and equal combination of fish oil and vegetable oil (50% FO+50% VO) were used to test the influence of various oil sources on hematological parameters and blood lipid indices of sterlet sturgeon (*Acipenser ruthenus*) broodstocks. These diets were fed to triplicate groups of 45 fish (mean initial weight 990.3 ± 20.05 g). The three diets were designed to differ only in the oil sources added. At the end of the 7-month, did not observe change of levels in lipoproteins LDL and HDL, blood lipid indices (cholesterol) and hematological parameters (hemoglobin, hematocrit, red blood cell, and white blood cell). This study indicates that total replacement of dietary fish oil by vegetable oil could be possible without adverse effects on fish health.

Keywords: Fish oil, Vegetable oil, Sturgeon broodstock, Hematological parameters and blood lipid indices

مقدمه

به منظور اجرای مطالعات درباره تاسماهیان، ماهی استرلیاد به دلیل حضور همیشگی در آب شیرین، اندازه کوچک و هزینه پایین برای نگهداری و به علاوه بلوغ جنسی زودهنگام، به عنوان یک گونه مدل به کارگرفته می‌شود (Williot *et al.*, 2005). اجماع بر آن است که مانع موجود در مسیر تکامل و پیشرفت آبزی پروری تاسماهیان عدم درک و شناخت مناسب در زمینه نیازهای غذایی آنهاست (Hurvitz *et al.*, 2007; Memis *et al.*, 2009). همچنین اطلاعات موجود درباره لیپیدهای غذایی ماهیان خاویاری به ویژه در زمینه تغذیه مولدین تاسماهی، محدود است (Luo *et al.*, 2015). اگرچه ۰ روغن ماهی (FO) منبع اصلی لیپید جیره غذایی ماهی در آبزی پروری است (Reis *et al.*, 2014)، اما مطالعات مناسب بودن روغن‌های گیاهی (VO) مانند روغن کلزا (Peng *et al.*, 2017) را به عنوان جایگزینی برای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی گزارش کردند. این در حالی است که تغییرات در پروفایل اسید چرب غذایی و عدم تعادل در نسبت‌های n-3 به n-6 که از طریق گنجاندن روغنهای گیاهی ایجاد می‌شوند، ممکن است موجب تغییر در متابولیسم ماهی، وضعیت سلامت و مقاومت در برابر بیماریها گردند. به طوری که برخی شواهد نشان می‌دهند تغییر در غلظت اسیدهای چرب به شدت غیراشباع n-3 از طریق جایگزینی FO با VO می‌تواند موجب تغییر عملکرد ایمنی و سلامت ماهیان خاویاری گردد (Jafari *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2020). با استناد به اینکه ویژگی‌های هماتولوژیک می‌توانند بازتاب کننده تنظیم غذایی و به عنوان شاخص‌هایی از تغذیه، استرس و به علاوه سلامت ماهیان باشند (Zhou *et al.*, 2015) و با توجه به فقدان اطلاعات در زمینه اثرات ناشی از FO و VO موجود در جیره غذایی بر ویژگی‌های هماتولوژیک و شاخص‌های لیپید خون مولدین خاویاری این مطالعه به منظور ارزیابی اثرات ناشی از FO و VO موجود در جیره غذایی بر پاسخ هماتولوژی و شاخص‌های لیپید خون مولدین استرلیاد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

۷ ماه قبل از تخمریزی، ۴۵ عدد مولد استرلیاد با میانگین وزن ۲۰/۰۵ ± ۹۹۰/۳ گرم در ۹ تانک فایبرگلاس (با حجم ۱۱۰۰ لیتر) در سه تیمار و سه تکرار (پنج ماهی در هر مخزن) توزیع شدند. مولدین روزانه دوبار در روز، ۸ صبح و ۳ بعد از ظهر به مدت ۷ ماه با یکی از سه جیره غذایی شامل روغن ماهی (کیلکا):FO، روغن گیاهی (کلزا):VO و ترکیبی از روغن ماهی (کیلکا) و روغن گیاهی (کلزا) به میزان یکسان:FO + VO، تغذیه شدند. اقلام غذایی ابتدا طبق روش‌های موجود در AOAC (۱۹۹۵) آنالیز و سپس فرمولاسیون جیره‌ها توسط نرم افزار UFFDA (جورجیا، آمریکا) انجام گرفت (جدول ۱). در پایان دوره ۷ ماهه تغذیه، پس از بیهوشی مولدین با عصاره گل میخک (۴۰۰ppm)، خونگیری از ساقه دمی واقع در پشت باله مخرجی تمام مولدین صورت گرفت. تمامی پارامترهای سرولوژیک با استفاده از تکنیک‌های استاندارد تعیین شد. پارامترهای خونی شامل تعداد گلوکز (Falahatkar *et al.*, 2009)، لاکتات (Barton *et al.*, 2005)، کلسترول (CO) (Rifai *et al.*, 1999)، تری گلیسرید (TG) (Rifai *et al.*, 1999)، لیپوپروتئین با چگالی پایین (LDL) (Akhavan *et al.*, 2016) و لیپوپروتئین با چگالی بالا (HDL) (Sharpe and MacLatchy, 2007) به روش رنگ سنجی آنزیمی (Enzymatic Colorimetric) مورد سنجش قرار گرفت. برای تعیین هماتوکریت (Hct) از روش میکروهماتوکریت استفاده شد (Rey Vazquez and Guerrero, 2007) و اندازه گیری هموگلوبین (HB) بر اساس روش سیانومت هموگلوبین با استفاده از محلول درابکین صورت گرفت ۰(Drabkin, 1945). گلبول سفید (WBC) و قرمز (RBC) با استفاده از لام هموسیتومتر نئوبار بر اساس روشRafatnezhad و همکاران (۲۰۰۸) و درصد غلظت متوسط هموگلوبین گلبول‌های قرمز (MCHC)، غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (MCH)، حجم متوسط گلبولی (MCV) بر اساس روش Falahatkar و همکاران (۲۰۱۴) شمارش شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آنالیز واریانس

یک طرفه (One-Way ANOVA) انجام شد. میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی برای مقایسه چند میانگین مقایسه شدند. اختلاف میانگین در سطح معنی داری (p<۰/۰۵) تعیین شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS 17 انجام و نتایج به صورت میانگین ± خطای استاندارد (SE) ارائه شد.

جدول ۱- میانگین غلظت اسید چرب جیره‌های غذایی با منابع روغن مختلف FO و VO (n= ۳). مقادیر با حروف مختلف به طور معنی داری متفاوت می‌باشند (p<۰/۰۵).

منبع لیپید	FO	VO	FO + VO
14:0	۲/۳۷^{a}	۱/۷۵^{b}	۱/۷۷^{b}
15:0	۰/۵۷^{a}	۰/۳۸^{b}	۰/۳۹^{b}
16:0	۲۰/۴۸^{a}	۱۷/۴۷^{c}	۱۷/۶۸^{b}
16:1	۳/۸۶^{a}	۲/۶۸^{c}	۲/۸۵^{b}
17:0	۰/۶۳^{a}	۰/۳۶^{c}	۰/۴۳^{b}
17:1	۰/۵۳^{a}	۰/۱۷^{c}	۰/۲۷^{b}
18:0	۴/۴۲^{a}	۴/۰۷^{b}	۳/۹۷^{c}
18:1n-9	۳۰/۹۵^{c}	۳۵/۷۷^{b}	۳۶/۰۱^{a}
18:2n-6	۱۶/۴۳^{c}	۲۱/۷۴^{a}	۲۱/۳۹^{b}
18:3n-6	۰/۱۴^{a}	۰/۰۹^{b}	۰/۰۹^{b}
18:3n-3	۲/۱۵^{c}	۳/۱۹^{a}	۳/۰۷^{b}
20:0	۰/۲۸^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۳۲^{a}
20:1	۱/۰۱^{a}	۰/۵۸^{c}	۰/۶۵^{b}
20:2	۰/۳۱^{c}	۰/۴۶^{b}	۰/۵۵^{a}
20:3n-3	۰/۲۶^{a}	۰/۱۶^{c}	۰/۲۱^{b}
20:3n-6	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۲۱
20:4n-6	۰/۴۹^{a}	۰/۲۷^{c}	۰/۳۸^{b}
22:0	۰/۱۲^{b}	۰/۳۱^{a}	۰/۰۶^{b}
22:1	۰/۰۴^{c}	۰/۳۲^{a}	۰/۲۹^{b}
20:5n-3	۳/۵۷^{a}	۲/۲۸^{b}	۲/۲۵^{b}
22:4n-6	۰/۱۴^{b}	۰/۱۶^{a}	۰/۰۲^{c}
24:0	۰/۵۶^{a}	۰/۴۱^{b}	۰/۴۰^{b}
22:5n-6	۰/۵۳^{a}	۰/۳۷^{b}	۰/۳۵^{b}
22:5n-3	۰/۲۵^{a}	۰/۱۴^{b}	۰/۱۵^{b}
22:6n-3	۹/۸۱^{a}	۶/۵۷^{b}	۶/۴۹^{c}
DHA/EPA	۲/۷۵	۲/۸۸	۲/۸۸
EPA/ARA	۷/۲۸	۸/۴۴	۵/۹۲
DHA/ARA	۲۰/۰۲	۲۴/۳۳	۱۷/۰۸

نتایج

روغن‌های غذایی، موجب تغییر معنی داری در تعداد گلبول‌های سفید و قرمزخون نشدند.RBC،MCHC، MCH و MCV در تمام تیمارها در یک سطح قرار داشتند ($p>۰/۰۵$). همچنین درصد افتراقی گلبول‌های سفید، تفاوت معنی داری در میزان ائوزینوفیل، مونوسیت، لنفوسیت و نوتروفیل مولدین استرلیاد به نمایش نگذاشت ($p>۰/۰۵$). در گروه‌های FO، VO و FO + VO تفاوت معنی داری پس از تغذیه در غلظت هماتوکریت و هموگلوبین خون مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$).

غلظت TG و متابولیت های پلاسمای خون شامل غلظتهای گلوکز و لاکتات نیزتحت تأثیر FO و VO جیره غذایی قرار نگرفتند ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲). HDL، LDL و CO پروفایل‌های مشابه را پس از تغذیه به نمایش گذاشتند و روغن‌های مختلف غذایی تفاوت معنی داری را در غلظت آنها ظاهر نساختند ($p>۰/۰۵$).

جدول ۲- میانگین پارامترهای خون شناختی مولدین استرلیاد (*Acipenser ruthenus*) تغذیه شده با روغن‌های FO و VO.

پارامترهای خونی	FO	VO	FO + VO
RBC ($\times 10^3$ cell/mm^3)	۱/۴۸ ± ۰/۴۵	۱/۴۸ ± ۰/۳۹	**۱/۴۷ ± ۰/۳۴**
MCHC (g/dl)	۲۰/۰۷ ± ۰/۱۵	۲۰/۱۳ ± ۰/۱۳	**۲۰/۲۰ ± ۰/۱۴**
MCH (pg/cell)	۴۸/۹۳ ± ۰/۲۱	۴۹/۴۷ ± ۰/۳۵	**۴۹/۳۳ ± ۰/۳۸**
MCV (fl)	۲۴۲/۴۷ ± ۱/۵۴	۲۴۴/۲۷ ± ۱/۶۴	**۲۴۳/۲۷ ± ۱/۵۹**
WBC (cell/mm^3)	۵۳۰۶/۶۷ ± ۳۵۳/۲۸	۵۷۲۰ ± ۳۸۹/۰۴	**۵۲۴۶/۶۷ ± ۳۶۰/۱۴**
لنفوسیت (٪)	۷۴/۳۳ ± ۰/۸۱	۷۴/۰۱ ± ۰/۹۲	**۷۵/۸۱ ± ۰/۸۳**
نوتروفیل (٪)	۲۱/۰۷ ± ۰/۵۶	۲۱/۳۳ ± ۰/۷۱	**۲۰/۲۰ ± ۰/۶۷**
مونوسیت (٪)	۴/۱۳ ± ۰/۲۷	۴/۱۱ ± ۰/۲۹	**۳/۶۸ ± ۰/۲۷**
ائوزینوفیل (٪)	۱/۱۳ ± ۰/۰۹	۱/۴۷ ± ۰/۱۳	**۱/۲۷ ± ۰/۱۲**
هماتوکریت (٪)	۳۶/۰۱ ± ۱/۱۹	۳۶/۲۰ ± ۰/۹۱	**۳۵/۸۰ ± ۰/۸۱**
هموگلوبین (g/dl)	۷/۳۰ ± ۰/۲۳	۷/۳۳ ± ۰/۱۷	**۷/۲۹ ± ۰/۱۵**
گلوکز (mg/dl)	۴۳/۶۷ ± ۱/۴۲	۴۱/۶۷ ± ۱/۰۴	**۴۱/۲۷ ± ۱/۵۱**
لاکتات (mg/dl)	۳۷/۶ ± ۱/۱۷	۳۳/۰۱ ± ۲/۰۱	**۳۸/۲۱ ± ۱/۳۹**
کلسترول (mg/dl)	۱۲۸/۱۳ ± ۱۲/۰۱	۱۲۵/۰۷ ± ۹/۰۴	**۱۰۹/۷۳ ± ۹/۹۱**
تری گلیسرید (mg/dl)	۲۰۹/۴۰ ± ۲۶/۱۶	۱۸۴/۲ ± ۳۳/۸۱	**۲۲۶/۳۳ ± ۲۰/۴**
LDL (mg/dl)	۸۹/۱۳ ± ۹/۰۴	۸۰/۰۱ ± ۶/۰۱	**۷۰/۲۰ ± ۵/۲۵**
HDL (mg/dl)	۲۱/۳۳ ± ۱/۵۱	۱۸/۴۷ ± ۱/۸۱	**۱۶/۷۳ ± ۱/۱۱**

بحث

در مطالعه حاضر، پارامترهای هماتولوژی و شاخص‌های لیپید خون تفاوت معنی داری را در میان گروه‌های غذایی به نمایش نگذاشت. این نتایج مشخص داشتند که روغن‌های FO و VO جیره غذایی بر سلامت ماهیان استرلیاد تأثیر نگذاشت. در حمایت از نتایج حاضر، در بررسی Ahmadi Fackjouri و همکاران (۲۰۱۱) نیز هیچگونه تفاوت معنی داری در میان تیمارهای غذایی

FO و روغن سویا از نظر غلظت TAG، RBC، MCV، MCH و MCHC ماهی خاویاری بلوگا (*Huso huso*) یافت نشد. ماهی کپور سیاه (*Mylopharyngodon piceus*) تغذیه شده با مکمل FO دارای رشد و ایمنی غیراختصاصی سرم خون مشابهی با ماهیان تغذیه شده با یک جیره حاوی روغن کلزا بود (Sun *et al.*, 2011). برعکس، Ebrahimi و همکاران (۲۰۲۰) گزارش کردند جیره غذایی روغن رزماری سبب بهبود سیستم ایمنی ماهی بلوگا می‌شود. پارامترهای ایمونولوژیکی و بیوشیمیایی تاسماهی سیبری (*Acipenser baeri*) با گنجاندن جیره‌های غذایی حاوی عصاره چای سبز بهبود یافت (Hasanpour *et al.*, 2019). هیبرید تاسماهیان ♂ *Acipenser schrenckii* × ♀ *Acipenser baeri* بالاترین وضعیت سلامت را در تغذیه با روغن کانولا آشکار ساختند (Yu *et al.*, 2020). در تحقیق Falahatkar و همکاران (۲۰۱۸) تغذیه با میزان بالای روغن کانولا بیشترین میزان لنفوسیت و تغذیه با میزان پایین و بالای روغن ماهی به ترتیب بیشترین میزان نوتروفیل و ائوزینوفیل را در ماهیان خاویاری بلوگا به ثبت رساند. در بحث تغذیه ماهیان بیان شده است که استفاده از VO غنی از اسیدهای چرب n-6 بسته به نوع VO به کار رفته، گونه مورد مطالعه و سطوح و دوره زمانی جایگزینی، موجب تغییر پارامترهای مختلفی از سیستم ایمنی در گونه‌های مختلف پرورشی می‌شود (Montero and Izquierdo, 2010).

همراستا با نتایج این تحقیق، تغذیه با روغن رزماری (Ebrahimi *et al.*, 2020) یا روغن کانولا (Falahatkar *et al.*, 2018) تفاوت معنی داری در میزان Htc، CO و TG ماهی بلوگا ایجاد نکرد. در مقابل، جایگزینی روغن ماهی با روغن بذر کتان یا روغن سویا در جیره غذایی منجر به تغییرات معنی دار در میزان TG، LDL و HDL سرم خون هیبرید تاسماهیان *Acipenser* ♂ *schrenckii* × ♀ *baeri* شد (Liu *et al.*, 2018). در بررسی Jafari و همکاران (۲۰۱۸) همراستا با افزایش میزان لستین سویا در جیره غذایی، میزان CO، Htc و HB در ماهی ازون برون (*Acipenser stellatus*) افزایش یافت.

این مسئله عموماً پذیرفته شده است که مقادیر خونی می‌توانند به طور گسترده‌ای در میان گونه‌ها و در پاسخ به شرایط متنوع محیطی که ماهی با آن مواجه می‌شود، متغیر باشند (Hrubec and Smith, 2000; Campbell, 2006). تعدادی از مطالعات، به تشریح تغییرات فیزیولوژیک پرداخته‌اند که در تاسماهیان در شرایط استرس یا شرایط مختلف محیطی اتفاق می افتد (Jarvis and Ballantyne, 2003; Baker *et al.*, 2005). تنوع وسیعی از فاکتورها شامل عوامل محیطی (مانند دما، فصل بندی، سطوح اکسیژنی) و عوامل زیستی (مانند سن، جنسیت، وضعیت تولیدمثل، تنوع ژنتیکی و سطوح فعالیت) می‌توانند بر مقادیر خونی در ماهیان تأثیر بگذارند (Hrubec and Smith, 2000; Campbell, 2006). مقادیر خونی همچنین می‌توانند به طور معناداری در میان گونه‌های تاسماهی متفاوت باشند (Shi *et al.*, 2006)، که این امر نیاز برای فواصل مختص به گونه را برجسته می‌سازد. از اینرو، فواصل مرجع که براساس جنسیت، وضعیت تولیدمثلی، فصل و زیستگاه یا سایر فاکتورها ایجاد می‌شوند برای تاسماهیانی که دارای عمر و چرخه‌های تولیدمثل طولانی هستند و توانایی مهاجرت طولانی را دارند، مهم باشند. استرس‌های ناشی از صید ماهی، بیهوشی و نمونه برداری بافت نیز، تنوعی از تغییرات هماتولوژیک و بیوشیمیایی را در تاسماهیان موجب می‌گردند (Gomulka *et al.*, 2008; Matsche, 2011). کورتیزول پلاسما، گلوکز، سدیم و کلراید به دنبال صید، جا به جایی یا فعالیت بدنی اجباری افزایش یافتند (Baker *et al.*, 2005).

در تأیید گزارش‌های قبلی، در مطالعه حاضر، هیچ ارتباط روشنی بین بیان فاکتورهای خون مولدین استرلیاد و جیره‌های غذایی FO و VO مصرف شده توسط آنها آشکار نشد و جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های مختلف موجب بروز هیچگونه تغییراتی در پارامترهای هماتولوژی و پلاسمای خون نشد. این مطلب موجب تقویت این فرضیه می‌شود که وضعیت تولیدمثل و مرحله بلوغ جنسی مولدین استرلیاد، فاکتورهای خونی را تحت تأثیر قرار داده است و به همین سبب تغییرات معنی داری را در فاکتورهای

خونی آنها مشاهده نشد. اطلاعات به دست آمده، ما را به سمت این نتیجه گیری سوق می‌دهد که روغن کلزا تأثیر منفی و اثرات جانبی آشکاری بر سلامت ماهی استرلیاد ندارد و می‌توانند در جیره‌های غذایی ماهی استرلیاد به کار گرفته شود.

منابع

Ahmadi Fackjouri, H., Falahatkar, B., Ershad Langroudi, H. (2011). The influence of different lipid sources and levels on growth, body composition and haematology of *Huso huso*. J Anim Physiol Anim Nutr. 95: 632-641.

Akhavan S.R., Salati A.P., Falahatkar B., Jalali S.A. (2016). Changes of vitellogenin and lipase in captive Sterlet sturgeon *Acipenser ruthenus* females during previtellogenesis to early atresia. Fish Physiol. Biochem. 42: 967-978.

AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of the Association Official Analytical Chemists, 14th edn. Association of official analytical chemists, Arlington VA, pp. 1-45.

Baker D., Wood A., Litvak M. (2005). Haematology of juvenile *Acipenser oxyrinchus* and *Acipenser brevirostrum* at rest and following forced activity. J. Fish Biol. 66: 208-221.

Barton B.A., Ribas L., Acerete L., Tort L. (2005). Effects of chronic confinement on physiological responses of juvenile gilthead sea bream, *Sparus aurata* L., to acute handling. Aquac. Res. 36: 172-179.

Campbell T. (2006). Clinical chemistry of fish and amphibians. In: Thrall, M., Baker, D., Campbell, T., et al (Eds.) Veterinary hematology and clinical chemistry. Blackwell, Ames. pp. 499-504.

Drabkin D.R. (1945). Crystallographic and optical properties of human hemoglobin: a proposal for the standardization of hemoglobin. Am. J. Med. Sci. 209: 268-270.

Ebrahimi E., Haghjou M., Nematollahi A., Goudarzian F. (2020). Effects of rosemary essential oil on growth performance and hematological parameters of young great sturgeon (*Huso huso*). Aquaculture. 521: 734909.

Falahatkar B., Poursaeid S., Shakoorian M., Barton B. (2009). Responses to handling and confinement stressors in juvenile great sturgeon *Huso huso*. J. Fish Biol. 75: 784-796.

Falahatkar B., Akhavan S.R., Poursaeid S., Hasirbaf I. (2014). Use of sex steroid profile and hematological indices to identify perinucleolus and migratory gonadal stages of captive Siberian sturgeon *Acipenser baerii* (Brandt, 1869) females. J. Appl. Ichthyol. 30: 1578-1584.

Falahatkar B., Asheri S., Safarpour Amlashi A., Ershad Langroudi H. (2018). Canola oil, as a good alternative dietary lipid source in sturgeon: effects on growth, physiology and fatty acid profile in Beluga sturgeon *Huso huso* L. Aquac. Nutr. 24: 1263-1273.

Gomulka P., Własow T., Velíšek J., Svobodová Z., Chmielinska E. (2008). Effects of eugenol and MS-222 anaesthesia on Siberian sturgeon *Acipenser baeri*i Brandt. Acta Veterinaria Brno. 77: 447-453.

Hasanpour S., Sheikhzadeh N., Jamali H., Naderi Farsani M., Mardani K. (2019). Growth performance, antioxidant and immune status of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) fed diets containing green tea extract and oxidized fish oil. J. Appl. Ichthyol. 35: 1179-1188.

Hrubec T., Smith S. (2000). Hematology of fish. In: Feldman, B., Zinkl, J., Jain, N., (Eds.), Schalm's veterinary hematology, 5th edn. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, pp. 1120-1125.

Hurvitz A., Jackson K., Degani G., Levavi-Sivana B. (2007). Use of endoscopy for gender and ovarian stage determinations in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) grown in aquaculture. Aquaculture. 270: 158-166.

Jafari F., Agh N., Noori F., Tokmachi A., Gisbert E. (2018). Effects of dietary soybean lecithin on growth performance, blood chemistry and immunity in juvenile stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*). Fish Shellfish Immunol. 80: 487-496.

Jarvis P., Ballantyne J. (2003). Metabolic responses to salinity acclimation in juvenile shortnose sturgeon *Acipenser brevirostrum*. Aquaculture. 219: 891-909.

Liu C., Wang J., Ma Z., Li T., Xing W., Jiang N., Li, W., Li C., Luo L. (2018). Effects of totally replacing dietary fish oil by linseed oil or soybean oil on juvenile hybrid sturgeon, *Acipenser baeri* Brandt♀ × *A. schrenckii Brandt*♂. Aquac. Nutr. 24: 184-194.

Luo L., Ai L., Li T., Xue M., Wang J., Li W., Liang X. (2015). The impact of dietary DHA/EPA ratio on spawning performance, egg and offspring quality in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). Aquaculture. 437, 140-145.

Matsche M.A. (2011). Evaluation of tricaine methanesulfonate (MS-222) as a surgical anesthetic for Atlantic sturgeon *Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*. J. Appl. Ichthyol. 27: 600-610.

Memis D., Ercan E., Çelikkale M.S., Timur M., Zarkua Z. (2009). Growth and survival rate of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*), larvae from fertilized eggs to artificial feeding. Turkish J. Fish. Aquat. Sci. Turk J Fish Aquat Sc. 9: 47-52.

Montero D., Izquierdo M.S. (2010). Welfare and health of fish fed vegetable oils as alternative lipid sources to fish oil. In: Turchini, G., Ng, W., Tocher, D., (Eds), Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. Cambridge: CRC Press; pp. 439-486.

Peng X., Li F., Lin S., Chen Y. (2017). Effects of total replacement of fish oil on growth performance, lipid metabolism and antioxidant capacity in tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquac Int. 24: 145-156.

Rafatnezhad S., Falahatkar B., Tolouei Gilani M.H. (2008). Effects of stocking density on haematological parameters, growth and fin erosion of great sturgeon (*Huso huso*) juveniles. Aquac. Res. 39: 1506-1513.

Reis B., Cabral E. M., Fernandes T. J. R., Castro-Cunha M., Oliveira M. B. P. P., Cunha L. M., Valente L. M. P. (2014). Long-term feed- ing of vegetable oils to Senegalese sole until market size: Effects on growth and flesh quality. Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet. Aquaculture. 434: 425-433.

Rey Vazquez G., Guerrero G.A. (2007). Characterization of blood cells and hematological parameters in Cichlasoma dimerus (*Teleostei, Perciformes*). Tissue Cell. 39: 151-160.

Rifai N., Bachorik P.S., Albers J.J. (1999). Lipids, lipoproteins, and apolipoproteins. In: Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (Eds.), Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd edn. WB Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, pp. 809-861.

Sharpe R.L., MacLatchy D.L. (2007). Lipid dynamics in goldfish (*Carassius auratus*) during a period of gonadal recrudescence: effects of b-sitosterol and 17b-estradiol exposure. Comp. Biochem. Physiol. 145: 507-517.

Shi X., Li D., Zhuang P., Nie F., Long L. (2006). Comparative blood biochemistry of Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii*, and Chinese surgeon, *Acipenser sinensis*. Fish Physiol. Biochem. 32: 63-66.

Sun S., Ye, J., Chen J., Wang Y., Chen L. (2011). Effect of dietary fish oil replacement by rapeseed oil on the growth, fatty acid composition and serum non-specific immunity response of fingerling black carp, *Mylopharyngodon piceus*. Aquac. Nutr. 17: 441-450.

Williot P., Brun R., Rouault T., Pelard M., Mercier D., Ludwig A. (2005). Artificial spawning in cultured sterlet sturgeon, *Acipenser ruthenus* L., with special emphasis on hermaphrodites. Aquaculture. 246: 263-273.

Yu H., Xing W., Li T., Xu G., Ma Z., Jiang N., Luo L. (2020). Effects of alternative dietary lipid sources on growth performance, health status and fillet fatty acid composition of hybrid sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt ♀ × *Acipenser schrenckii* Brandt ♂). Aquac Nutr. 26: 1419-1430.

Zhou Q.C., Jin M., Elmada Z.C., Liang X.P., Mai K.S. (2015). Growth, immune response and resistance to *Aeromonas hydrophila* of juvenile yellow catfish, *Pelteobagrus fulvidraco*, fed diets with different arginine levels. Aquaculture. 437: 84-91.

مطالعه آرایه‌شناسی ماهیان جنس سفید رودخانه‌ای (*Squalius* Bonapart, 1837) در ایران

امیر پورشبانان [1*]؛ فائزه یزدانی‌مقدم [1]؛ منصور علی‌آبادیان [1]؛ فرشته قاسم‌زاده [1]؛ احسان دامادی [1]، سیدحامد موسوی‌ثابت [2]

۱- گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

Email: pourshabanan@yahoo.com

چکیده

جنس سفید رودخانه‌ای (*Squalius*) متعلق به زیرخانواده قنات‌ماهیان بوده و پراکنش وسیعی از اروپا تا خاورمیانه دارد. با وجود مطالعات ریختی و مولکولی مختلف هنوز وضعیت آرایه‌شناختی این جنس ناشناخته باقی مانده است و تاکنون چندین زیرگونه و گونه ریختی از این جنس در ایران گزارش شده که اعتبار برخی از آنها هنوز تأیید نشده است. در مطالعه حاضر با رویکردهای ریختی و مولکولی و با استفاده از چهار نشانگر میتوکندریایی (*Cytb+CO1*) و هسته‌ای (*RAG1+IRBP*) وضعیت آرایه‌شناختی اعضای این جنس در ایران مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، نمونه‌های این جنس طی سال‌های ۹۸-۱۳۹۶ از حوضه‌های آبریز مختلف ایران جمع‌آوری گردید و مورد مطالعات ریختی و مولکولی قرار گرفته شدند. نتایج ریختی نشان داد بجز اختلاف در تعداد فلس‌های خط جانبی، سایر صفات شمارشی تغییرات قابل توجهی برای متمایز ساختن گونه‌ها نشان نمی‌دهد؛ ولی صفات توصیفی نظیر اندازه سر، شکل دهان، وضعیت شیار دهانی و مقدار رنگدانه‌های فلس‌ها در تمایز گونه‌ها مؤثر می‌باشد. نتایج تبارزادی درخت‌های بیشینه درست‌نمایی و بیزین ترکیبی چهار نشانگر بیانگر حضور چهار گونه *S. turcicus*، *S. lepidus*، *S. berak* و *S. namak* و احتمال حضور گونه *S. orientalis* در ایران می‌باشد که همچنین *S. turcicus* با *S. lepidus* و گونه *S. berak* با *S. namak* قرابت ژنتیکی نزدیک‌تری دارد. براساس مطالعه حاضر، نتایج ریختی کاملاً منطبق با مولکولی نمی‌باشد و لذا جهت تعیین وضعیت آرایه‌شناختی دقیق این جنس نیاز به مطالعات ریختی با تعداد نمونه و صفات بیشتر می‌باشد.

واژگان کلیدی: قنات‌ماهیان، درخت‌های تبارزادی، صفات ریختی، نشانگرهای هسته‌ای و میتوکندریایی

Taxonomic study of the genus *Squalius* Bonapart, 1837 in Iran

Amir Pourshabanan[1*]; Faezeh Yazdani Moghaddam[1]; Mansour Aliabadian[1]; Fereshteh Ghasemzadeh[1]; Ehsan Damadi[1]; Hamed Mousavi-Sabet[2]

1- Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara

Email: pourshabanan@yahoo.com

Abstract

The genus *Squalius* belongs to the subfamily Leuciscinae and is widely distributed from Europe to the Middle East. Despite various morphological and molecular studies, the taxonomic status of this genus is still unknown, and so far several subspecies and morphological species of this genus have been reported in Iran, some of which have not yet been confirmed. In the present study, the taxonomic status of members of this genus in Iran was investigated with morphological and molecular approaches, using four mitochondrial (*Cytb+CO1*) and nuclear (*RAG1+IRBP*) markers. For this purpose, samples of this genus were collected from different basin of Iran during 2017-2019 and were investigated to morphological and molecular studies. Morphological results showed that except the difference in the number of lateral line scales, other meristic characters did not show significant changes to separate the species, but descriptive characters such as head size, mouth shape, mouth groove status and the amount of pigments in the scales are effective in species differentiation. Phylogenetic results of maximum likelihood and Bayesian combined trees using four markers indicate the presence of four species *S. turcicus*, *S. lepidus*, *S. berak* and *S. namak* and the possibility of the species *S. orientalis* in Iran, where *S. turcicus* with *S. lepidus* and *S. berak* with *S. namak* are clustered. According to the present study, the morphological and molecular results are not completely compatible and therefore to determine the explicit taxonomic status of this genus, morphological studies with more samples and characters are needed.

Keywords: Leuciscinae, Phylogenetic trees, Morphological characters, Nuclear and mitochondrial markers

بررسی چالش خطاهای آماری در ثبت اطلاعات و آمار صید و اثرات آن در مدیریت ذخایر آبزیان

اکبر پورغلامی مقدم [1*]؛ محمد جواد وثاقی [1]؛ کیوان عباسی [1]؛ مرتضی نیک پور [1]؛ مهدی مرادی [1]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، بندرانزلی

Email: pourgholami_yas@yahoo.com

چکیده

جمع آوری آمار که به اولین فعالیت آدمی در خصوص شمارش برمیگردد، اساسی‌ترین شناخت برای برنامه ریزی بوده و مشارکت مردم در این بین اهمیت بسیاری دارد. وجود ضعفهای متعدد و ثبت اطلاعات غلط و نادرست بحث مدیریت ذخایر را به چالش کشیده و بنظر می‌رسد اولین مسأله ای که فرا راه کارشناسی و ارزیابی صحت اطلاعات قرار دارد، توجیه و جلب مشارکت صیادان در ارائه آمار صید به آمارگیران شیلاتی و محققین تحقیقاتی می‌باشد. خصوصاً آنکه اجرای برخی رویکردهای مدیریتی در دهه‌های گذشته مثل حذف صید به روش دامگستری، ترغیب صیادان آزاد به مشارکت با جامعه صیادان پره و ناوگان صید کیلکا و همچنین محدودیت ورود مستقیم شیلات به تهیه ادوات صید و اخذ تمامیت ماهیان صید شده در ازای پرداخت وجه به صیادان و ..... موجبات ایجاد خلأ بین جامعه بهره بردار و سازمان شیلات و نهاد های تحقیقاتی گردیده است. در بحث مدیریت ذخایر آبزیان از سه راهبرد استفاده می‌گردد. راهبرد اول تحت ملاحظات زیست محیطی و دومی توجه به سود و سومی رعایت ملاحظات اجتماعی سیاسی است. در برنامه مدیریت شیلاتی انتخاب هر یک از اینها بستگی به ساختار کشور دارد، بطوریکه توسعه یافتگی آن موجب انتخاب راهبرد اول و دوم و عدم توسعه یافتگی، الگوی سوم را به اجرا می‌گذارد.

واژگان کلیدی: دریای خزر، الگوی راهبردی، جامعه صیادی

Investigating the challenge of statistical errors in recording information and fishing catch data and its effects on stock assessment.

Pourgholami moghaddam.A[1*]; Vesaghi.M.J[1]; Abbasi.K[1];Nikpour.M[1];Moradi.M[1]

1- National Inland Water Aquaculture Institute

Email: pourgholami_yas@yahoo.com

Abstract

Gathering data, which goes back to the first human activity in terms of counting, is the most basic knowledge for planning, and people's participation in this is very important. Existence of numerous weaknesses and recording of incorrect and inaccurate information challenges the issue of stock management and it seems that the first issue that lies in the way of expertise and evaluation of information accuracy is justifying and involving fishermen in providing fishing statistics to fisheries experts and researchers. In particular, the implementation of some management approaches in recent decades, such as the elimination of Illegal fishing, encouraging free fishermen to participate with the beachsein cooprative community and Kilka fishing ship, as well as restricting the direct entry of fisheries to provide fishing equipment and obtaining the integrity of fish caught in return the money for fishermen has created a gap between the exploiting community and the fisheries organization and research institutions. In discussing the management of aquatic resources, three strategies are used. The first strategy is under environmental considerations and the second is to pay attention to profit and the third is to observe socio-political considerations. In the fisheries management plan, the choice of each of them depends on the structure of the country. As its development causes the choice of the first and second strategies and nondevelopment, it implements the third model.

Keywords: Caspian Sea, strategic model, fishing community.

مقدمه

جمع آوری آمار که به اولین فعالیت آدمی در خصوص شمارش برمیگردد، اساسی‌ترین شناخت برای برنامه ریزی است. اما ماهیت آن به شکلی است که نیازمند همراهی است. یعنی در آمار گیری، همراهی و مشارکت مردم اهمیت بسیار پیدا می‌کند. به عبارتی اگر جامعه‌ای که می‌خواهیم اطلاعات و آمار از آنها جمع آوری کنیم چندان علاقه‌ای به این کار نشان ندهند، این آمار دارای ضعفهای متعدد است و مهمترین آنکه اطلاعات غلط و نادرست در آن موج می زند. چون آمار بهرحال جمع آوری اطلاعات است و اطلاعات چیزی نیست که کسی راغب به ارائه آن باشد. به همین منظور این تحقیق به بررسی وضعیت مشارکت صیادان در ارائه آمار صید می‌پردازد. البته مطالعات متعددی بصورت گزارشات میدانی و پرسش‌های شفاهی تهیه و در جلسات اداری نهاد های ذیربط ارائه می‌شود ولی بنظر می‌رسد اولین مسأله ای که فرا راه کارشناسی و ارزیابی صحت اطلاعات قرار دارد، توجیه و جلب مشارکت صیادان در ارائه آمار صید به آمارگیران شیلاتی و محققین تحقیقاتی است. خصوصاً آنکه اجرای برخی رویکردهای مدیریتی در دهه‌های گذشته مثل حذف صید به روش دامگستری، ترغیب صیادان آزاد به مشارکت با جامعه صیادان پره و ناوگان صید کیلکا و همچنین محدودیت ورود مستقیم شیلات به تهیه ادوات صید و اخذ تمامیت ماهیان صید شده در ازای پرداخت وجه به صیادان و ..... موجبات ایجاد خلأ بین جامعه بهره بردار و سازمان شیلات و نهاد های تحقیقاتی شد.

به نظر می‌رسد که نقش آمار در تحقیقات علمی به اندازه کافی روشن نیست. برخی از افراد که بتازگی وارد قلمرو تحقیقات شده‌اند، آمار و روش تحقیق را یکسان می‌پندارند. در صورتی که آمار یک ابزار اساسی برای نمونه گیری، اندازه گیری، جمع آوری، ارزشیابی و تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق است. تحقیق، بدون استفاده از آمار و روش‌های آماری نمی‌تواند علمی و کامل باشد. حتی انجام بسیاری از تحقیقات علمی بدون بهره گیری از آمار امکان پذیر نیست. آمار فقط به محاسبه برخی از شاخص‌ها محدود نمی‌شود، بلکه نقش وسیع‌تری در تحقیقات به عهده دارد.

امروزه به دلیل وجود جوامع بزرگ و عملاً نامحدود، مطالعه تمام افراد جامعه از نظر ویژگی مورد بررسی مستلزم صرف وقت و هزینه بسیار زیادی است و عملاً هم امکان پذیر نیست. لذا فرد محقق، ناچار است ضمن حفظ محدوده و قلمرو جامعه مورد بررسی، به جای مطالعه بر روی تک تک افراد جامعه، تعداد بسیار محدودی از آنها را به گونه‌ای انتخاب کند تا هم از نظر زمانی سریع‌تر به نتیجه برسد و هم از نظر هزینه ارزان‌تر باشد و با ضریب اطمینان بالایی نتایج آن با جامعه مرجع مطابقت داشته باشد. بدین جهت، گرایش به اجرای تحقیقات نمونه‌ای ضرورت پیدا می‌کند.

روش کار

روند جمع آوری آمار صید در مناطق به شکل نمونه برداری از صید تجاری تعاونی‌های پره است، این بررسی در ۴ منطقه غرب انزلی (تالش و آستارا)، انزلی تا زیباکنار، کیاشهر تا چمخاله و لنگرود تا چابکسر به شکل نمونه برداری تصادفی صورت می‌گیرد. در یک دهه گذشته به موازات نمونه برداری‌های ما، معاونت صید شیلات نیز اقدام به استقرار نیرو و زیست سنجی ماهیان صید شده کردند که عملاً تنها فاکتوری که بدست آوردند میانگین طول ماهیان صید شده و در اشل وسیع‌تر امکان مقایسه این ارقام در بخش‌های مختلف سواحل گیلان بوده است.

برای پیشبرد روند تحقیق ابتدا تعداد افراد مورد نیاز در یک مطالعه تحقیقاتی را که به آن حجم نمونه می گویند تعیین کرده سپس بصورت تصادفی به انتخاب افراد نمونه از جامعه که خصوصیت معرف جامعه اصلی بودن را حفظ کند اقدام به نمونه برداری می‌کنیم.

در این مسیر با استفاده از پرسشنامه، مصاحبه و آمار برداری حضوری داده‌های اولیه را جمع آوری می‌نماییم. بلحاظ مواجه شدن با انبوهی از داده‌های جمع آوری شده ناگزیر باید به طبقه بندی و استخراج جداول آماری توزیع فراوانی روی آورد تا اطلاعات و مشاهدات قابل استفاده و بهره برداری شوند. با محاسبه شاخص‌های مرکزی نظیر میانگین، میانه، نما و نیز درصدها، نسبت‌ها و میزان‌ها و شاخص‌های پراکندگی چون دامنه تغییرات، انحراف معیار و ... آمار توصیفی بدست می‌آید. مطالعه روابط بین متغیرها با استفاده از ضریب همبستگی و خط رگرسیون میسر می گرددو سر انجام با تحلیل نتایج به تفسیر چالش‌های این تحقیق خواهیم پرداخت.

نتایج

از جمله نتایجی که از بررسی‌های صورت گرفته در این تحقیق بدست می‌آید می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.
۱) تعیین منطقه یا شرکت‌هایی که بیشترین میزان صید را داشته‌اند. که عموماً مناطق حاشیه رودخانه سفید رود از صید نسبتاً خوبی برخوردارند.
۲) صیادان پره ضرورت آمار صید را قبول دارند، ولی چندان در امر آمار گیری همتی ندارند. بنابراین بنظر می‌رسد آماری که به شیلات ارئه می‌دهند از دقت زیاد برخوردار نیست.
۳- آن‌ها هر چند نمونه برداران را مزاحم خود نمی‌دانند، ولی نیمی از آنان معتقدند آمار صید برای دریافت تعرفه و مالیات از صید است.
۴- صیادان آمار ارائه شده توسط شیلات را واقعی می‌دانند، ولی آمار صید فروخته شده خود در بازار یا سهمی که برای تغذیه صیادان پره برداشت می‌کنند را و نیز صید ضمنی پره را ارائه نمی‌دهند واین در حالی است که اغلب آنها دوره‌های آموزش آمار صید و اهمیت رعایت استاندارد صید را گذرانده‌اند.

بحث

آمار، متنی است که در خدمت اثبات مفاهیم یک نظریه علمی قرار می‌گیرد. این کار طی دو مرحله یعنی جمع آوری اطلاعات و آنالیز آنها صورت می‌پذیرد. مفاهیم گردآوری شده و آزمون آنها بستگی به نوع علم دارد. مثلاً در اقتصاد، متغیرهایی مثل درآمد و هزینه یک نوع شغل به عنوان داده‌های آماری گردآوری شده و سپس با مقایسه آنها راجع به آینده این شغل اظهار نظر می‌شود. در شیلات که نظریه مدیریتی مطرح است، راهبردهای آن روشن کننده وضعیت آمار صید است. راهبردهای مدیریت شیلاتی سه نوع بوده: یکی راهبرد تحت ملاحظات زیست محیطی و دومی توجه به سود و سومی رعایت ملاحظات اجتماعی سیاسی است. در برنامه مدیریت شیلاتی انتخاب هر یک از اینها بستگی به ساختار کشور دارد، بطوریکه توسعه یافتگی آن موجب انتخاب راهبرد اول و دوم و عدم توسعه یافتگی، الگوی سوم را اهمیت می‌دهد.
الگوهای رایج در مدیریت شیلاتی ذخایر آبزیان شامل:
۱. الگوی حداکثر بازده پایدار(Msy) این الگو، نظریه محققان زیست شناس بوده و مبتنی بر این فرضیه است که مبنای بهره برداری از منابع بر اساس تعادل زیستی است. هدف الگوی حداکثر بازده پایدار آنستکه فرصت لازم را برای رشد ذخیره فراهم آورد. اما اشکال عمدهMsy این است که اقتصاد دانان معتقدندکه عملاً صیادان باید تا لحظه‌ای صید کنند که بیشترین منفعت را بدست آورند و نه لزوماً نقطه‌ای که منابع قادر به جایگزینی باشند.

۲. الگوی حداکثر بازده اقتصادی(Mey) در این الگو، مجموع درآمد حاصل از هر صید با مجموع هزینه‌های آن مقایسه می‌شود، تا زمانی که جمع در آمدهای هر تلاش بیش از هزینه‌هاست، فعالیت صید اقتصادی و قابل توسعه است. مهم‌ترین نقطه قوت الگویMey آن است که امنیت و پایداری بیشتری را برای منابع آبزی بدنبال دارد اما مشکل این الگو در این است که وقتی هزینه مساوی و یا بیشتر از درآمد باشد، صید باید متوقف شود و بهتر است امکانات این شغل در جای دیگری هزینه شود. ولی از آنجا که ماهیگیری از مشاغل کم تحرک است، انتقال و بکارگیری امکانات آن در سایر زمینه‌ها دشوار است. این الگو نیز مثل الگوی قبل بیشتر در کشورهای توسعه یافته رواج دارد.

۳. الگوی حداکثر بازده اجتماعی(Mscy) الگوی حداکثر بازده اجتماعی (Mscy) که در شرایط اضطرار در کشورهای با سطح رشد پائین مطرح است در شرایطی اهمیت می‌یابد که با نوعی اقتصاد با کارکرد قابل قبول مواجه نباشیم. در کشور ما ناوگان صید و عملیات صیادی فاقد مکانیزم هایی مثل بهره برداری از کشتی‌های مجهز است. این ناوگان حتی در کاهش نیروی انسانی با مشکل مواجه است. از این رو استفاده از فن آوری جدید در عمل دشوار یا کند و در سطح همان لنج های صید کیلکا باقی مانده است. در نتیجه افزایش (cpue) میزان صید بر واحد تلاش از طریق بهبود ابزار صید، کند است. مهم‌ترین نکته الگوی Mscyبه رغم خطر پذیری منابع آبزی مسأله اشتغال و توزیع درآمد است. این الگو بیش از هر چیز خاص ماهیگیران خرده پا است. اکثریت قریب به اتفاق جامعه صد هزار نفری صیادان کشور را ماهیگیران خرده پا تشکیل می‌دهند. این‌ها به علت عدم توانایی برای فعالیت در مناطق دور از ساحل، فقدان تحرک و محروم بودن از ابزار و پشتیبانی مناسب فقط قادر به صید منابع ساحلی هستند.

بنابراین نتیجه می‌گیریم که مبنای نظری رویکرد نهاد های گردآورنده آمار صید، Msy است که البته چندان علمی و دقیق به شیوه زیست شناسان اجرا نمی‌شود. اما سیاست اجرائی مدیریت شیلاتMscy است و نیز صیاد هم به فکر حفظ ذخایر نیست، بلکه دنبال رفع نیاز خود است. بنابراین اطلاعات آمار صید چندان مورد ارجاع مدیران واقع نمی‌شود. یعنی این اطلاعات سهمی در تصمیم سازیها ندارند و با توجه به هدف الگوی مورد نظر نباید برای آمار صید از مشارکت صیادان استفاده کرد. اما در طی بررسی صورت گرفته روشن شد که تلاش بسیاری برای تحقق این مشارکت دو جانبه صورت پذیرفته است.

از جمله عواملی که بر بهبود همکاری صیادان در خصوص مشارکت در ثبت و ارائه آمار صید تأثیر گذار است می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- افزایش میزان صید در شرکت‌های تعاونی پره و شناورهای کیلکا گیر که سبب گرایش صیادان نسبت به ارائه آمار صید می‌شود. که این مقوله برمی گردد به بازسازی ذخایر و کنترل و نظارت صید قاچاق که به نوعی سهم سرانه صیادان مجاز افزایش می‌یابد وهمچنین تجهیز ناوگان صید کیلکا به تکنولوژی روز.

۲- بالا بود میزان سابقه و سواد صیادان نیز از عوامل مؤثر تأیید آمار صید است و دقت آمار برداری را افزایش قابل توجهی می‌دهد.

۳ ـ صیادان از دوره‌های آموزشی شیلات در خصوص آمار صید استقبال کرده‌اند و این دوره‌ها نیز توانسته است تأثیر مناسبی در جامعه صیادی ایجاد کند و شاید یکی از دلایل همکاری‌های روز افزون جامعه صیادی با شیلات و مراکز تحقیقاتی، افزایش میزان آگاهی آنها نسبت به آبزیان و چرخه رشد و تولید مثل و آثار مثبت حفاظت و بازتاب آن در سود اقتصادی حاصل از صید ماهیان استاندارد و گردش مناسب اقتصاد آنها باشد.

منابع

جانباز، ع. ا. ۱۳۹۸. بررسی پارامترهای زیستی و برآورد ذخایر کیلکا ماهیان در سواحل ایرانی دریای خزر. موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور. ۴۲ صفحه.

حصارکی، ع. ۱۳۷۳. ارزیابی اقتصادی صید ماهی کیلکا. پایان نامه تحصیلی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد. دانشگاه علامه طباطبایی. ۱۳۶ ص.

سازمان شیلات ایران. ۱۳۸۶. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۸۵ ـ ۱۳۷۶. سازمان شیلات ایران. ۶۵ ص.

سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۲. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۲ ـ ۱۳۸۲. سازمان شیلات ایران. ۶۴ ص.

سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۶. سالنامه آماری سازمان شیلات ایران ۱۳۹۵ ـ ۱۳۹۱. سازمان شیلات ایران. ۶۴ ص.

FAO. 2006. Socio-economic indicators in integrated coastal zone and community-based fisheries management. Case studies from the Caribbean. FAO Fisheries Technical Paper No. 491. Rome. 208 p.

Grafton R., Kirkley J., Kompas T. & Squires D. (2006). Economics for fisheries management. Hampshire, UK, Ashgate Publishing.

Pinello D., Gee J., & Dimech M. (2017). Handbook for fsheries socio-economic sample survey – principles and practice. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 613. Rome, FAO. 118 pp.

Sapsford R., & Jupp V. (2006). Data collection and analysis. Report on quality aspects of the collection of economic data − methods of calculation of the indicators and sampling strategies. SAGE Publications in association with the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries. SGECA-09-02. 11−14 May 2009, Barcelona, Spain.

Guo Z., Zhang Xi. (2008). Review of fishery information and data collection systems. Food and agriculture organization of the United nations Rome. ISSN 0429-9329

مروری بر مطالعات انجام شده بر تأثیرات فلزات سنگین در مورد ماهیان شیلاتی در ایران

هادی پورموسی شیخعلی کلایه*[۱]، امیر رضائی [۲]، سیدرضا محسن‌پور [۳]

۱- گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع دریایی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.
۳- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا.

Email: hadi.pourmosa@gmail.com

چکیده

فلزات سنگین یکی از جدی‌ترین نگرانی‌های بوم‌سازگان‌های آبی هستند. فلزهایی مثل روی، جیوه، سرب و کادمیوم، از جمله مواد سمی هستند که به‌وسیله فعالیت‌های انسان به محیط‌های آبی راه پیدا کرده‌اند. یون‌های فلزات سنگین بعد از ورود به محیط‌های آبی در اندام‌های موجودات آبزی ازجمله ماهی‌ها انباشته شده و به زنجیره غذایی وارد می‌شوند. علاوه بر پارامترهای محیطی، رفتار اکولوژیکی تا حدودی نشان‌دهنده میزان غلظت فلزات سنگین تجمع‌یافته در ماهی‌ها است. ماهی‌هایی که وابستگی بیشتری به بستر دارند، نسبت به سایر گونه‌ها مستعد دریافت غلظت بیشتری از فلزات سنگین هستند. مواجهه آبزیان با فلزات سنگین، تغییراتی در سلول‌ها و بافت‌هایی نظیر کلیه، روده، کبد و آبشش به همراه دارد و در غلظت‌های بالا، باعث حرکات غیرنرمال در ماهی‌ها می‌شود. این فلزات، معمولاً باعث کاهش تحرک اسپرمی در ماهیان نیز می‌شوند. همچنین تغییراتی در میزان رشد سلول‌ها ایجاد می‌کنند. بر اساس مطالعات انجام‌شده، اسیدآمینه ال-سیستئین در جیره غذایی ماهی‌ها می‌تواند در خنثی‌سازی فلزات سنگین مؤثر باشد. عملیات لایروبی نیز می‌تواند باعث کاهش غلظت فلزات سنگین در رسوب و همینطور بافت‌های ماهی‌ها گردد. علاوه بر موارد ذکر شده، حذف فلزات سنگین به روش شیمیایی علی‌رغم هزینه بالایی که دارد، خود زمینه‌ساز آلودگی بوم‌سازگان‌های آبی است. بنابراین باید استاندارد ورودی بوم‌سازگان‌های آبی به طور جدی کنترل شود و از روش‌های کنترل‌زیستی و جاذب‌های‌زیستی به جای روش‌های شیمیایی، به‌منظور کاهش آلودگی محیط‌های آبی، استفاده گردد.

واژگان کلیدی: آلاینده‌های محیط‌زیست، زنجیره غذایی، کنترل زیستی، رفتار اکولوژیکی

A review of studies on the effects of heavy metals on fishes in Iran

Hadi Pourmosa SheykhAliKelayeh[1*]; Amir Rezaei[2]; Reza Mohsenpour[3]

1- Department of Environmental Science, Faculty of Fisheries and environment, Gorgan Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan.

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor.

3- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Gilan, Sowmeh Sara,

Email: hadi.pourmosa@gmail.com

Abstract

Heavy metals are one of the most serious concerns of aquatic ecosystems. Metals such as Zn, Cd, Pb are among the toxic substances that have been released into the aquatic environment by human activities. Heavy metal ions accumulate in the organs of aquatic organisms, including fish, after entering aquatic environments and entering the food chain. In addition to environmental parameters, ecological behavior to some extent indicates the concentration of heavy metals accumulated in fishes. The demersal fishes are more susceptible to heavy metal concentrations than other species. Exposure of aquatic animals to heavy metals causes changes in cells and tissues such as the kidneys, intestines, liver and gills, and at high concentrations, causes abnormal movements in fishes. These metals also usually reduce sperm motility in fishes. They also cause changes in the growth rate of cells. According to studies, the amino acid L-cysteine in fish diets can be effective in neutralizing heavy metals. Dredging can also reduce the concentration of heavy metals in the sediment as well as fish tissues. In addition to the above, the removal of heavy metals by chemical methods, despite its high cost, is itself a source of pollution of aquatic ecosystems. Therefore, the input standard of aquatic ecosystems should be seriously controlled and bio-control methods and bio-sorbents should be used instead of chemical methods to reduce pollution of aquatic environments.

Keywords: Environmental pollutants, Food chain, Biological control, Ecological behavior

ارزیابی اثرات بوم شناختی ناشی از احداث سدها در سیستم‌های رودخانه‌ای با تأکید بر ماهیان مهاجر

علیرضا رادخواه [۱*]؛ سهیل ایگدری [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

Email: alirezaradkhah@ut.ac.ir

چکیده

یکی از جنبه‌های مهم اثرات فعالیت‌های انسانی در اکوسیستم‌های رودخانه‌ای، احداث سدها می‌باشد که مورد توجه جوامع بین‌المللی قرار گرفته است. با توجه به توسعه و گسترش روزافزون احداث سدها در نقاط مختلف دنیا و همچنین، گزارش‌های واصله از اثرات اکولوژیکی این فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های آب شیرین، پژوهش حاضر با هدف بررسی ارزیابی اثرات اکولوژیکی ناشی از احداث سدها در سیستم‌های رودخانه‌ای با تاکید بر ماهیان مهاجر و ارائه راهکارهای مدیریتی انجام شده است. مرور منابع به‌دست آمده نشان داد که احداث سدها بر روی رودخانه‌ها منجر به اختلال در روند مهاجرت جوامع ماهی می‌شود که در مورد ماهیان مهاجر بالادست و پایین دست قابل بحث است. یکی از عمده‌ترین تأثیرات ساخت سد بر روی جمعیت‌های ماهی، کاهش گونه‌های آنادروموس است. بسیاری از اکولوژیست‌ها بیان کردند که ساخت این سدها از مهاجرت ماهیان بین مناطق تغذیه و تولیدمثل جلوگیری می‌کند، به طوری که اگر این اثرات تشدید پیدا کند، می‌تواند تا مرز نابودی و انقراض گونه‌ها نیز ادامه یابد. مطالعه حاضر استفاده از کانال‌های عبور طبیعت مانند را به منظور کاهش اثرات بوم شناختی ناشی از احداث سدها بر جوامع ماهی پیشنهاد می‌نماید. با این حال، ضروری است که اثرات و کارایی این روش نیز از دیدگاه بوم شناختی به‌طور جامع ارزیابی شود.

واژگان کلیدی: سد، مهاجرت، آنادروموس، کاتادروموس، کانال عبور طبیعت مانند.

Assessing the ecological effects of dam construction in river systems with emphasis on migratory fish

Ali Reza Radkhah[1*]; Soheil Eagderi[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj,Iran.

Email: radkhahalireza@ut.ac.ir

Abstract

One of the aspects of the effects of human activities on river ecosystems is the construction of dams, which has attracted the attention of the international community. Considering the increasing development and expansion of dams in different parts of the world and also the reports received from the ecological effects of these human activities on freshwater ecosystems, the present study aims to evaluate the ecological effects of dams in River systems have been implemented with an emphasis on migratory fish and the provision of management solutions. A review of the sources showed that the construction of dams on rivers leads to disruption of the migration process of fish communities, which is debatable for upstream and downstream migratory fish. Reduction of Anadromous species has been recorded as one of the ecological effects of dam construction. Many ecologists have stated that the construction of these dams prevents fish from migrating between feeding and breeding areas, so that if this effect intensifies, it could continue to the point of extinction of the species. The present study proposes the use of nature-like bypass channel to reduce the ecological effects of dam construction on fish communities. However, the effects and efficiency of this method must also be evaluated from an ecological point of view.

Keywords: Dam, Migration, Anadromous, Catadromous, Nature-like bypass channel

مقدمه

اکوسیستم‌های آب شیرین از منظر اکولوژیکی از اهمیت برجسته‌ای برخوردار هستند، به‌طوری که بیش از ۱۰ هزار گونه ماهی (حدود ۴۰ درصد از تنوع جهانی ماهی) در آب شیرین زیست می‌کنند که این مقدار تنها ۲/۵ درصد از منابع جهانی آب را تشکیل می‌دهد (Zeng *et al*., 2017). تنوع زیستی هر اجتماع ماهی اغلب به‌عنوان یک نشانگر زیستی برای ارزیابی شرایط رودخانه مانند کیفیت آب مورد استفاده قرار می‌گیرد (McCormick and Larsen, 2000). ماهی‌های آب شیرین به‌دلیل تهدیدات ناشی از عوامل انسانی جزو آسیب‌پذیرترین جانداران جهان شناخته می‌شوند (Radkhah *et al*., 2020, 2021). این اثرات انسانی را می‌توان در چهار گروه متقابل که شامل بهره‌برداری بیش از حد، آلودگی آب، ساخت سد و معرفی گونه‌های بیگانه (Radkhah *et al*., 2016, 2018) می‌باشد، دسته‌بندی کرد. تأثیرات ترکیبی این عوامل انسانی بر تنوع زیستی ماهیان به‌عنوان یکی از موضوعات داغ در سراسر جهان مطرح شده است (Zeng *et al*., 2017). اگر چه گستره اطلاعات در زمینه تهدیدات انسانی در حال افزایش است، اما همچنان بسیاری از یافته‌های موجود در مورد تنوع زیستی ماهیان در بسیاری از آب‌های شیرین جهان ناکافی است و ممکن است میزان از بین رفتن گونه‌ها بیش از آن چیزی باشد که در حال حاضر تخمین زده شده است. بنابراین، لازم است که درک دقیقی از اثرات و تهدیدات انسانی بر جوامع ماهی ارائه گردد. استفاده از سدها به‌منظور توقف و تنظیم سیستم‌های رودخانه‌ای با کنترل سیلاب، تولید برق و تأمین آب برای صنعت، آبیاری و اهداف شهری در توسعه انسانی نقش اساسی داشته است (Wang *et al*., 2011). در اواخر قرن گذشته، استفاده از سدها و آبراهه‌ها برای کنترل آب شیرین بسیار گسترده شده بود، به طوری که بیش از ۴۵۰۰۰ سد بزرگ و ۸۰۰۰۰۰ سد کوچک در سطح جهان ساخته شده بود (WCD, 2001). فراتر از ذخیره آب و تغییر رژیم‌های جریان، این سدها منجر به کاهش رسوب در مناطق پایین‌دست، کاهش انتقال مواد مغذی به آب‌های ساحلی، جابه‌جایی جوامع انسانی و تغییرات شدید در فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در اکوسیستم‌های آب شیرین می‌شود (Allan and Castillo, 2007; Jellyman and Harding, 2012; Turgeon *et al*., 2019). تشخیص اینکه سدها می‌توانند تأثیرات مستقیم و غیرمستقیمی بر اکوسیستم‌های آب شیرین داشته باشند، باعث شده است که ساخت آنها در کشورهای پیشرفته به‌طور فزاینده‌ای بحث برانگیز شود (Jellyman and Harding, 2012; Turgeon *et al*., 2019). با توجه به توسعه و گسترش روز افزون احداث سدها در نقاط مختلف دنیا و همچنین، گزارش‌های واصله از اثرات اکولوژیکی این فعالیت‌های انسانی بر اکوسیستم‌های آب شیرین، تحقیق حاضر با هدف بررسی ارزیابی اثرات اکولوژیکی ناشی از احداث سدها در سیستم‌های رودخانه‌ای با تاکید بر ماهیان مهاجر و ارائه راهکارهای مدیریتی انجام شده است.

اثرات بوم شناختی سدها

اثر سد بر جوامع ماهی

به‌طور کلی، احداث یک سد تأثیر عمده‌ای روی جمعیت ماهی‌ها در سیستم رودخانه‌ای دارد. این فعالیت انسانی می‌تواند مهاجرت و سایر حرکت‌های ماهیان را متوقف کند یا به تأخیر بیاندازد. همچنین، می‌تواند کیفیت، کمیت و دسترسی زیستگاه آنها را که نقش مهمی در پایداری جمعیت دارد، تحت تأثیر قرار داد. ماهی‌ها ممکن است در حین عبور از طریق توربین‌های هیدرولیکی آسیب جدی ببینند. احداث سدها به‌واسطه تغییر در رژیم تخلیه یا کیفیت آب نیز می‌تواند اثرات غیرمستقیمی بر گونه‌های ماهی داشته باشد. افزایش شکار ماهی‌های مهاجر در بخش‌های بالادست و پایین‌دست رودخانه نیز به سدها مرتبط است. مهاجرت این ماهی‌ها به‌دلیل وجود سد و مهیا شدن زیستگاه برای برخی از گونه‌های شکارگر با تأخیر همراه می‌شود.

مهاجرت ماهیان

جمعیت ماهی‌ها به‌طور زیادی به ویژگی‌های زیستگاه وابسته است. این وابستگی بیشتر در ماهیان مهاجر مشاهده می‌شود که به‌منظور مراحل اصلی چرخه زندگی خود که شامل تولیدمثل، تولید نسل، رشد و بلوغ جنسی است، به محیط‌های مختلفی نیاز دارند. بنابراین، این گونه‌ها به‌منظور بقا ناگزیر هستند که از یک محیط به محیط دیگر مهاجرت کنند (Larinier, 2021).

محققان ماهی‌ها را بر اساس توانایی آنها برای مقابله در طی مراحل خاصی از چرخه زندگی خود با آب‌هایی با شوری متفاوت طبقه‌بندی می‌کنند. کل چرخه زندگی گونه‌های پوتادروموس[۲۸] در آب‌های شیرین یک سیستم رودخانه‌ای اتفاق می افتد (Northcote, 1998). مناطق تولیدمثل و تغذیه ممکن است با مسافت‌هایی از چند متر تا صدها کیلومتر متفاوت باشد.

چرخه حیات گونه‌های دیادروموس[۲۹] تا حدی در آب‌های شیرین و تا حدودی در آب‌های دریایی و با فاصله‌ای تا چندین هزار کیلومتر بین مناطق تولیدمثل و مناطق تغذیه‌ای صورت می‌گیرد.

دو گروه مختلف را می‌توان در گونه‌های دیادروموس مشخص کرد:

گونه‌های آنادروموس[۳۰] (به‌عنوان مثال ماهی سالمون) که تولیدمثل آنها در آب شیرین با مرحله رشد در دریا انجام می‌گیرد. مهاجرت این ماهیان به آب شیرین به‌منظور تولیدمثل صورت می‌گیرد.

گونه‌های کاتادروموس[۳۱] (به‌عنوان مثال مارماهی) چرخه زندگی معکوس دارند. مهاجرت این ماهیان به‌منظور تولیدمثل به دریا و با هدف تروفیک به آب شیرین صورت می‌گیرد. گونه‌های کاتادروموس بسیار کمتر از آنادروموس هستند.

گونه‌های آمفی‌دروموس[۳۲] (به‌عنوان مثال کفال راه راه) قسمت‌هایی از چرخه زندگی خود را در هر دو آب شیرین و دریایی می‌گذرانند. مهاجرت این ماهیان به‌منظور تولیدمثل نیست، بلکه معمولاً با جستجوی غذا و یا پناهگاه همراه است (Larinier, 2021). حدود ۸۰۰۰ گونه ماهی در آب شیرین و ۱۲۰۰۰ گونه دیگر در دریا زندگی می‌کنند و حدود ۱۲۰ گونه به‌طور منظم بین این دو محیط حرکت می‌کنند (Cohen, 1970; Larinier, 2021).

اثرات احداث سد بر رفتار مهاجرتی ماهیان

مهاجرت بالادست

یکی از عمده‌ترین تأثیرات ساخت سد بر جمعیت ماهیان، کاهش گونه‌های آنادروموس است. این سدها از مهاجرت بین مناطق تغذیه و تولیدمثل جلوگیری می‌کند. این اثرات در جایی که هیچ منطقه تخم‌ریزی در رودخانه یا شاخه آن در پایین دست سد وجود نداشته باشد، می‌تواند تشدید و منجر به انقراض گونه‌ها گردد (Radkhah and Eagderi, 2020).

از قرن نوزدهم، کاهش مداوم و فزاینده‌ای در ذخایر گونه‌های دیادروموس در فرانسه وجود داشته است. در اکثر موارد، علت اصلی کاهش ذخایر به ساخت سدهایی که از مهاجرت آزاد جریان بالادستی جلوگیری می‌کند، نسبت داده شده است. اثرات منفی این انسدادها بر روی گونه‌های آنادروموس (به‌ویژه آزادماهی اقیانوس اطلس و شگ‌ماهی آلیس[۳۳]) بسیار بیشتر از آلودگی آب، صید بی‌رویه و تخریب زیستگاه در رودخانه‌های اصلی بوده است. انسداد دلیل انقراض کل ذخایر (ماهی سالمون در رودهای راین، سن و گارون) یا محصور شدن گونه‌های خاص در یک قسمت بسیار محدود از حوضه رودخانه بوده است (Porcher and Travade,

[28] Potamodromous
[29] Diadromous
[30] Anadromous
[31] Catadromous
[32] Amphidromous
[33] Allis shad

1992). ذخایر ماهیان خاویاری به‌طور ویژه توسط سدهای آبی در رودخانه‌های ولگا، دون و قفقاز مورد تهدید قرار گرفته‌اند (Larinier, 2021). در ساحل شرقی ایالات متحده آمریکا، ساخت سدها دلیل اصلی انقراض یا کاهش گونه‌های مهاجر مانند سالمون و شگ‌ماهی در رودخانه‌های کانکتیکت، مریماک و پنوباسکوت شناخته شده است. Zhong و Power (۱۹۹۶) گزارش کردند که تعداد گونه‌های ماهی از ۱۰۷ به ۸۳ کاهش یافته است، چرا که روند مهاجرتی این ماهیان به‌واسطه احداث سد شین‌جیانگ[34] (چین) قطع شد. Quiros (۱۹۸۹) اشاره می‌کند که ساخت سد در بخش‌های فوقانی رودخانه‌های آمریکای لاتین منجر به ناپدید شدن ذخایر گونه‌های پوتامودروموس در مخازن و رودخانه بالادست شد. همین پدیده در مناطقی که مجموعه‌ای از سدها و مخازن ساخته شده است، اتفاق می‌افتد. بر اساس Larinier (۲۰۲۱)، در استرالیا نیز انسداد محل عبور و مرور ماهیان منجر به موارد زیادی از کاهش جمعیت یا انقراض گونه‌ها در حوضه مورد نظر شده است.

مفهوم مانع یا انسداد در مهاجرت ماهیان اغلب با ارتفاع سد همراه است. با این حال، حتی علف‌های هرز کم‌تراکم نیز می‌توانند مانع اصلی مهاجرت ماهیان به مناطق بالادست باشند. اینکه ماهیان می‌توانند مانعی را رد کرد یا خیر، به شرایط هیدرولیکی در بالا و پایین مانع (سرعت، عمق آب، هوادهی، تلاطم و غیره) و ارتباط آن با ظرفیت شنا و جهش گونه‌های مربوطه بستگی دارد. ظرفیت شنا و جهش به گونه‌ها، اندازه افراد، وضعیت فیزیولوژیکی آنها و عوامل کیفیت آب مانند درجه حرارت آب و اکسیژن محلول بستگی دارد. برخی از گونه‌های کاتادروموس توانایی ویژه‌ای برای پاک کردن موانع در طول مهاجرت بالادست دارند. به‌عنوان مثال مارماهیان جوان علاوه بر سرعت شنا، قادر به صعود از میان دامنه‌های علفی هستند، به شرطی که کاملاً مرطوب نگه داشته شوند. برخی از گونه‌ها (مانند گاوماهیان) دارای باله‌های مکنده و بزرگ هستند که می‌توانند از طریق آنها به بستر بچسبند و از لبه آبشارها بالا بروند (Mitchell, 1995).

گاهی اوقات موانع ایجاد شده ممکن است کامل باشد، یعنی برای همه افراد به‌طور دائمی غیرقابل عبور باشد. البته، ممکن است در مواردی نیز جزئی باشد، یعنی برای افراد خاص قابل عبور باشد یا حتی ممکن است موقتی باشد، یعنی در بعضی از زمان‌های سال تحت شرایط خاص هیدرولوژیکی یا دمایی) قابل عبور باشد. در شرایطی که میزان جریان آب کم است، علف‌های هرز ممکن است غیرقابل عبور باشند، چرا که عمق آب خیلی کم است و اجازه نمی‌دهد که ماهی‌ها شنا کنند. تأثیرات منفی ناشی از موانع موقتی می‌تواند منجر به تأخیر در مهاجرت ماهیان شود و علاوه بر این، باعث می‌شود که آنها در مناطق نامناسب در قسمت پایین رودخانه بمانند یا در اثر تلاش‌های مکرر و بی‌ثمر برای عبور آسیب ببینند (Larinier, 2021).

مهاجرت پایین‌دست

در اولین مراحل توسعه سد، مهندسان و زیست شناسان شیلات مشغول تهیه امکانات عبور ماهیان در بالادست بودند. عبور از توربین‌های هیدرولیکی به‌عنوان مهم‌ترین دلیل آسیب دیدن ماهی‌های مهاجر پایین دست در نظر گرفته نشده است. تجربه نشان داده است که مشکلات مرتبط با مهاجرت پایین‌دست می‌تواند از عوامل اصلی تأثیرگذار بر ذخایر ماهیان دیادروموس باشد. مهاجرت به پایین‌دست شامل گونه‌های دیادروموس مانند گونه‌های نوجوان آنادروموس، گونه‌های بالغ کاتادروموس و برخی از گونه‌های مشخص آنادروموس است. برای گونه‌های پوتامودروموس، عبور ماهیان از مسیرهای پایین دست در سدها معمولاً در اروپا و آمریکای شمالی کمتر ضروری تلقی می‌شود. با این حال، برخی از گونه‌های پوتامودروموس می‌توانند در فواصل بسیار طولانی مهاجرت کنند، بنابراین باید کاهش شدت برای عبور ماهیان دیادروموس مورد توجه قرار گیرد (Larinier, 2021).

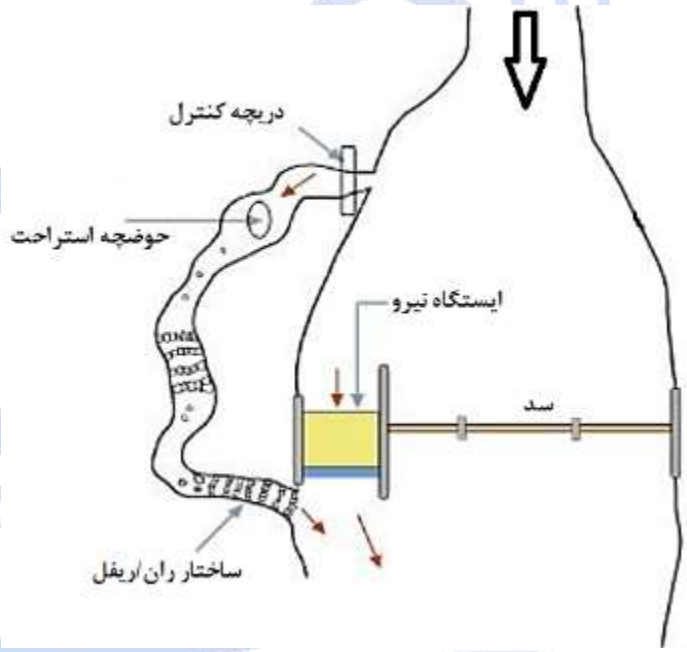
[34] Xinanjiang

راهکارهای مدیریتی

کانال‌های عبور طبیعت مانند

راهکارها و روش‌های مختلفی برای کاهش اثرات اکولوژیکی ناشی از احداث سدها بر جوامع ماهی پیشنهاد شده است که بیشتر روی ساخت گذرگاه و معابر عبور ماهیان تمرکز کرده‌اند (Radkhah and Eagderi, 2020). در این بخش، تنها یک روش که تحت عنوان "کانال عبور طبیعت مانند[۳۵]" شناخته می‌شود، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کانال عبور طبیعت مانند یک آبراهه طراحی شده برای عبور ماهی در اطراف یک مانع خاص است که شباهت زیادی به یک شاخه طبیعی رودخانه دارد (Larinier, 2021). همان‌طور که توسط Parasiewicz و همکاران (۱۹۹۸) اشاره شده است، عملکرد یک کانال عبور طبیعت مانند، تا حدی ترمیم‌کننده است زیرا جایگزین بخشی از زیستگاه آب جاری می‌شود که به‌دلیل توقف از بین رفته است. این کانال‌ها دارای شیب بسیار کم، به طور کلی ۱ تا ۵ درصد می‌باشند. عیب اصلی این روش این است که به فضای قابل توجهی در مجاورت مانع احتیاج دارد و نمی‌توان آن را با تغییرات قابل توجهی در سطح بالادست و بدون دستگاه‌های خاص سازگار کرد. این دستگاه‌های کنترل ممکن است شرایط هیدرولیکی ایجاد کنند که عبور ماهی را دشوار می‌کند (Larinier, 2021).



شکل ۱: شکل شماتیکی از کانال‌های عبور طبیعت مانند (برگرفته از: Franklin *et al.*, 2018).

نتیجه‌گیری

یافته‌های به‌دست آمده نشان داد که یکی از عمده‌ترین تأثیرات ساخت سد بر روی جمعیت ماهی، کاهش گونه‌های آنادروموس است. احداث این سدها از مهاجرت ماهیان بین مناطق تغذیه و تولیدمثل جلوگیری می‌کند. با تشدید این روند در صورتی که هیچ منطقه تخم‌ریزی در رودخانه یا بخش پایین‌دست سد وجود نداشته باشد، منجر به انقراض گونه‌ها می‌شود. مطالعه حاضر استفاده از کانال‌های عبور طبیعت مانند را به‌منظور کاهش اثرات اکولوژیکی بر جوامع ماهی پیشنهاد می‌نماید.

[۳۵] Nature-like bypass channels

منابع

Allan J.D., Castillo M.M. (2007). Stream ecology: structure and function of running waters, 2nd edition, Springer, 450 p.

Cohen D.M. (1970). How many recent fish are there? In: Proceedings of the California Academy of Science, 38: 341-345.

Franklin P., Gee E., Baker C., Bowie S. (2018). New Zealand fish passage guidlines for structures up to 4 meters. Taihoro Nukurangi, 229 p.

Jellyman P.G., Harding J.S. (2012) The role of dams in altering freshwater fish communities in New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 46(4): 475-489.

Larinier M. (2021). Environmental issues, dams and fish migration. CSP CEMAGREF GHAAPE Institut de Mécanique des Fluides Avenue du Professeur Camille Soula 31400 Toulouse, France. Available from: http://www.fao.org/3/Y2785E/y2785e03.htm. Retrieved 10 October.

McCormick F.H., Larsen D.P. (2000). Comparison of geographic classification schemes for Mid-Atlantic stream fish assemblages. Journal of the North American Benthological Society, 19: 385-404.

Mitchell C. (1995). Fish Passage Problems in New Zealand. In: Proceedings of the International Symposium on Fishways '95. Gifu, Japan.

Northcote T.G. (1998). Migratory behaviour of fish and its significance to movement through riverine fish passage facilities. In: Fish migration and fish bypasses. Jungwirth, M., Schmutz, S. and Weiss, S. (eds.). Fishing News Books, Vienna (Austria), pp. 3-18.

Parasiewicz P., Eberstaller J., Weiss S., Schmutz S. (1998). Conceptual guidelines for natural-like bypass channels. In: Fish migration and fish bypasses. Jungwirth, M., Schmutz, S. and Weiss, S. (eds.). Fishing News Books, Oxford, UK: Blackwell Science Ltd Publisher, pp. 348-362.

Porcher J.P., Travade F. (1992). Les dispositifs de franchissement: bases biologiques, limites et rappels réglementaires. Bulletin Français de Pêche et Pisciculture, 326-327: 5-15 (In French).

Quiros R. (1989). Structures assisting the migrations of non-salmonid fish: Latin America. COPESCAL Technical Paper. No. 5. Rome, FAO, 41p.

Radkhah A., Eagderi S., Mousavi-Sabet H. (2016). First record of the exotic species Hemiculter leucisculus (Pisces: Cyprinidae) in southern Iran. Limnetica, 35(1): 175-178. DOI: 10.23818/limn.35.14

Radkhah, A.R, Eagderi, S., Poorbagher, H., Hosseini, S.V. (2018). A review on the distribution of non-native species of *Pseudorasbora parva* in Iranian inland waters and its ecological effects. Conference on conservation of endemic fish in Iranian inland waters, Department of Fisheries (University of Tehran) and Iranian Society of Ichthyology, December 19, 2018. Karaj.

Radkhah A.R., Eagderi S. (2020). Book review: Fish Protection Technologies and Fish Ways for Downstream Migration, Schwevers, U. & Adam, B., Springer, Switzerland, 2020. ISBN: 9783030192426. Fish and Fisheries, 21(6): 1277-1278.

Radkhah A.R., Eagderi S., Poorbagher H., Shams Y. (2020). Investigation of fish fauna and environmental factors influencing biodiversity in the Zarineh River, Urmia Lake basin (West Azerbaijan Province). Iranian Scientific Fisheries Journal, 29(1): 81-91. [In Persian]

Radkhah, A.R., Eagderi, S.A., Poorbagher, H. (2021). A study on the abundance and biodiversity indicators of fish in Dinor river, Kermanshah province. Iranian Scientific Fisheries Journal 30: 1-12. [In Persian]

Turgeon K., Turpin C., Gregory-Eaves I. (2019). Dams have varying impacts on fish communities across latitudes: A quantitative synthesis. Ecology Letters, 29(2): 1501-1516. DOI: 10.1111/ele.13283

Wang L.Z., Infante D., Lyons J., Stewart J., Cooper A. (2011). Effects of dams in river networks on fish assemblages in non-impoundment sections of rivers in Michigan and Wisconsin, USA. River Research and Applications, 27: 473-487.

WCD, World Commission on Dams. (2001). Dams and development: a new framework for decision-making. London, Earthscan Publications, 17 p.

Zeng L., Zhou L., Guo D.L., Fu D.H., Xu P., Zeng S., Tang Q.D., Chen A.L., Chen F.Q., Luo Y., Li G.F. (2017). Ecological effects of dams, alien fish, and physiochemical environmental factors on homogeneity/heterogeneity of fish community in four tributaries of the Pearl River in China. Ecology and Evolution, 7(11): 3904-3915. DOI: 10.1002/ece3.2920

Zhong Y., Power G. (1996). Environmental impacts of hydroelectric projects on fish resources in China. Regulated Rivers: Research and Management, 12(1): 81-98.

مروری بر برخی ویژگی‌های زیست شناسی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*)

عبدالعلی راهداری [1*]؛ علی خسروانی زاده [1]

۱- گروه شیلات، پژوهشکده تالاب بین المللی هامون، دانشگاه زابل، زابل

Email: Rahdari57@uoz.ac.ir

چکیده

ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) متعلق به خانواده کپورماهیان و در ایران بومی حوضه سیستان می‌باشد. به دنبال خشکسالی‌های متوالی در منطقه سیستان و خشک شدن تالاب بین‌المللی هامون و در نتیجه از بین رفتن زیستگاه و زمینه تکثیر طبیعی این ماهی و ورود گونه‌های غیربومی احتمال خطر انقراض نسل آن به وجود آمده است. تکثیر مصنوعی یکی از راه‌های حفظ و احیا ذخایر ماهی سفیدک سیستان است. با توجه به تکثیر موفقیت آمیز این ماهی در سنوات اخیر و مستعد بودن این گونه بومی برای پرورش، لازم است مطالعات و اقدامات بیشتری برای دستیابی به بیوتکنیک پرورش آن انجام شود.

واژگان کلیدی: ماهی سفیدک، *Schizothorax zarudnyi*، سیستان.

An overview on snow trout, *Schizothorax zarudnyi* biology

Abdolali Rahdari[1*]; Ali Khosravanizadeh[1]

1- Department of Fisheries, Hamoun International Wetland Research Institute, University of Zabol, Zabol, Iran.

Email: Rahdari57@uoz.ac.ir

Abstract

The Snow trout (Cfidak-e-Sistan) (*Schizothorax zarudnyi* Nikolskii, 1897) is an endangered species of fish endemic to Hamoun Lake, Sistan, Iran. Natural fish populations have declined during the last several years because of environmental degradation due to drought and introduction of non-endemic fishes to Hamoun Lake. Artificial breeding is an option to preserve and restore Sistan snow trout stocks. Given the successful breeding of this fish in recent years and the susceptibility of this endemic species to breeding, it is necessary to conduct more studies and activities to achieve the biotechnic of snow trout farming.

Keywords: Snow trout, *Schizothorax zarudnyi*, Biology.

مقدمه

ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) متعلق به زیرخانواده Barbinae و خانواده کپور ماهیان (Nelson, 2006) بومی جنوب شرق کشور در حوضه سیستان و از ماهیان بسیار ارزشمند اقتصادی منطقه می‌باشد. جنس *Schizothorax* در منابع آبی از آسیای مرکزی (ترکمنستان) و شرق فلات ایران در غرب تا مکان‌های دوری در شرق مانند رودخانه‌های مکونگ[۳۶] و یانگ تسه کیانگ چین یافت می‌شوند (Nikolskii, 1961) و به طور کلی پراکنش آن از ایران در غرب تا Yunnan در شرق چین است (Berg, 1949). در ایران سه گونه به نام‌های *Schizothorax intermedius*، *S. zarudnyi* (شکل ۱) و *S. pelzami* وجود دارد که دو گونه اول فقط در سیستان وجود دارند (Coad, 1995).

در پی بروز خشکسالی‌های طولانی و متعدد، نسل این ماهی به شدت کاهش یافت. به همین جهت در سنوات اخیر تکثیر مصنوعی آن جهت احیا جمعیت ماهی سفیدک سیستان در منابع آبی منطقه انجام می‌شود. لزوم بازسازی ذخایر این گونه ارزشمند این است که در ایران منحصراً در منطقه سیستان وجود دارد و بومی این منطقه است. قبل از معرفی کپورماهیان چینی در دهه ۶۰ شمسی به تالاب هامون، صید عمده تالاب از این گونه بود و در بین مردم جایگاه بسیار ارزشمندی داشته و دارد. کپور ماهیان وارداتی به دریاچه رقیب غذایی و بیولوژیک این گونه شدند و به تدریج شرایط زیست آن را سخت‌تر کردند. خشکسالی های متعدد و پی در پی نیز زمینه و بستر تخم ریزی را بسیار محدود کرد.

هم اکنون تنها با اقدامات مصنوعی باید به بقای این گونه در چاه نیمه‌های سیستان امیدوار بود.

طبقه بندی

جنس *Schizothorax* قبلاً در زیرخانواده Schizothoracinae طبقه‌بندی می‌شد (Coad, 1995) ولی در منابع بعد از آن همراه با جنس Barbus و چند جنس دیگر در زیرخانواده Barbinae قرار گرفته است (Nelson, 2006). به هر حال، ماهیان زیرخانواده Schizothoracinae به واسطه داشتن فلس‌های درشت و بزرگ در اطراف مخرج و باله مخرجی با ماهیان زیرخانواده Barbinae فرق دارند (Nikolskii, 1961). این فلس‌های درشت schlitzes (وثوقی، ۱۳۶۶) و در برخی منابع split نامیده شده‌اند (Berg, 1949) (شکل ۲). جنس‌های این زیرتیره احتمالاً در اواخر دوران تریاسه از کپورماهیان جنوب و جنوب شرق آسیا جدا شده و به طرف شمال یا غرب انتشار یافته‌اند و به تدریج با گذشت زمان با شرایط موجود در این مناطق خو گرفته و رشد و نمو کرده‌اند. این هماهنگی با محیط باعث تغییراتی در بدن آنها گشته که به عنوان مثال می‌توان schlitzes را نام برد. البته عمل آن هنوز بخوبی روشن نیست ولی عده‌ای معتقدند که به هنگام تخم‌ریزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته جالب در مورد انتشار این ماهیان قدرت تطبیق با شرایط زیست محیطی است که آنها امکان زندگی در آبهای آسیای مرکزی را به دست آورده‌اند (وثوقی، ۱۳۶۶). این زیرخانواده شامل ۲۱ جنس، ۹۱ گونه و ۱۱ زیرگونه است و جنس *Schizothorax* با داشتن ۱۰ گونه در سال ۱۸۳۸ توسط Heckel بنیانگذاری شده است (Sizhong, 1995).

[۳۶] Mekong

شکل ۱ ماهی مولد ماده سفیدک سیستان

شکل ۲ فلس‌های درشت اطراف مخرج و باله مخرجی *Schizothorax zarudnyi*

تولیدمثل طبیعی

ماهی سفیدک در رودخانه‌ها و تالاب هامون (آب‌های ساکن) زندگی و در همان محل تخم‌ریزی می‌کند (وثوقی، ۱۳۶۶). مخصوصاً در دوران بلوغ در آبگیرهای هامون هیرمند در میان بسترهای پوشیده از نی به صورت اجتماعی زندگی می‌کند. ظاهراً تخم‌ها در آذرماه رسیده می‌شوند. نمونه‌هایی که در فصل زمستان صید شده‌اند، بالغ بوده‌اند. نمونه‌های بررسی شده تا ۵ سالگی رشد می‌کنند و رسیدگی جنسی در کمتر از چهار سالگی اتفاق نمی‌افتد (Annandale & Hora, 1920). ماهی ماده در ۴ سالگی و معدودی در ۳ سالگی به بلوغ می‌رسد و سن ۳ سالگی عمدتاً در ماهیان نر دیده می‌شود (ذبیحی، ۱۳۷۸).

تخم‌های جنس *Schizothorax* بی‌نهایت سمی هستند. سم همراه تخم بوده و شامل یک نوع گلوبوپروتئین می‌باشد. تخم‌ها درست در مرحله سوم جنسی سمی می‌شوند که در همین مرحله رشد سریع تخم نیز اتفاق می‌افتد. تخم‌ها در مرحله‌ای که حالت شناوری دارند، بیشترین سمیت را دارند. پرده صفاقی، مایع منی، تخمدان‌ها و مایع تخمدانی سمی نیستند (Nikolskii, 1961). برخی منابع اظهار داشته‌اند تخم و صفاق همه گونه‌های جنس مذکور سمی هستند (Berg, 1949). این سم روی بیشتر پستانداران از قبیل انسان و همچنین پرندگان تأثیر دارد ولی روی ماهی‌ها (مانند کپور) تاثیری ندارد. چند خانواده سیستانی که تخم ماهی را خورده بودند، دچار مسمومیت شدند ولی هیچ یک نمردند (راهداری و عیسی زایی، ۱۳۷۹).

تغذیه

این ماهی از سخت‌پوستان (حشرات آبزی)، نرمتنان، جلبک‌های زرد، قهوه‌ای، سبز و گیاهان عالی و به خصوص ماهیان ریز مانند گامبوزیا تغذیه می‌کند. در ساعات اولیه روز (۷ تا ۹ صبح) به خوبی می‌توان تقلای ماهی را با ماهیان هرز که آنها را دنبال کرده و با صدای خاصی نیز همراه هست، تشخیص داد (ذبیحی، ۱۳۷۸). تغذیه آن برخلاف دیگر گونه‌های این جنس آزادانه صورت گرفته و در صورت فقدان سایر مواد غذایی، منحصراً از دیگر ماهی‌های کوچک تغذیه می‌کند.

تکثیر و پرورش مصنوعی

تقریباً از اوایل راه اندازی مرکز تکثیر ماهی زهک (سال ۱۳۷۳) تلاش‌ها برای تکثیر مصنوعی مصنوعی ماهی سفیدک سیستان آغاز شد ولی علیرغم اقداماتی از قبیل انجام تزریقات هورمونی متعدد به نتیجه منجر نشد.

در زمستان ۱۳۸۰ و فروردین ۱۳۸۱ اولین بار تکثیر مصنوعی سفیدک توسط کارشناسان ایستگاه تحقیقاتی هامون انجام شد ولی بیوتکنیک تکثیر در اختیار کارشناسان بخش اجرا قرار داده نشد.

در سال ۱۳۸۴ در قالب پروژه توسعه آبزی پروری استان سیستان و بلوچستان با حمایت مالی دولت ایتالیا ماهی سفیدک در مقیاس کوچک تکثیر شد. در این پروژه با استفاده از هورمون Ovaprim با دوز ۰/۴ سی‌سی به ازای هر کیلوگرم وزن بدن تعداد ۱۳ مولد ماده هورمون‌تراپی شدند که فقط یک ماهی ۹۰ درصد پاسخ مثبت داشته است (UNDP, 2006).

در فروردین ۱۳۸۸، کارشناسان بومی مرکز تکثیر ماهی زهک با استفاده از هورمون Ovaprim موفق به تکثیر مصنوعی شدند و طی سنوات بعد در قالب مطالعات تکمیلی تبدیل به بیوتکنیک عملی شد (قرایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ راهداری و همکاران، ۱۳۹۱).

در زمینه پرورش هر چند مطالعاتی صورت گرفته است ولی تاکنون منجر به روشی قابل استفاده برای پرورش دهندگان نشده است. به نظر می‌رسد در صورت دستیابی به بیوتکنیک پرورش این گونه در استخرهای خاکی و بتونی، با توجه به اینکه به علت طعم و مزه فوق العاده مطلوب، از محبوبیت بالایی بین مردم برخوردار است، جایگزین برخی از گونه‌های پرورشی فعلی گردد.

منابع

راهداری، ع.، عیسی‌زایی، ن. ۱۳۷۹. شناسایی ماهیان منطقه سیستان. پایان نامه دوره کارشناسی رشته مهندسی شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل.

راهداری، ع.، قرایی، ا.، غفاری، م.، نجفی، ت. ۱۳۹۱. بیوتکنیک تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) در حوضه آبی سیستان. علوم آبزی‌پروری ۱: ۸۲-۷۳.

ذبیحی، م. ۱۳۷۸. تعیین زمان رسیدگی جنسی و تولیدمثل ماهی *Schizothorax zarudnyi*. پایان نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی شیلات. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

قرایی، ا.، راهداری، ع.، غفاری، م. ۱۳۹۰. تکثیر مصنوعی ماهی سفیدک سیستان (*Schizothorax zarudnyi*) با استفاده از هورمون‌های سنتتیک. مجله علوم و فنون دریایی، ۱۰: ۱۱-۱.

وثوقی، غ. ۱۳۶۶. شناسایی ماهیان حوزه دریاچه هامون، مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره (۴۱)، شماره (۳ و ۴).

Annandale N., Hora S.L. (1920). The fishes of Seistan, Record the Indian museum. 180: 151-203.

Berg, L.S. 1949. Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries. Israel program for scientific translation, Jerusalem (1962-1965), volume II.

Coad B.W. (1995). Freshwater fishes of Iran. Acta. Sc. Nat. Brno. 29(1).

Nelson J.S. (2006). Fishes of the world. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., 141: 622 p.

Nikolskoii G.V. (1961). Special ichthyology translated to English in 1961.

UNDP. (2006). Aquaculture development in Sistan-Baluchestan Project financed by Italian Cooperation, Italian Ministry of Foreign Affairs. Technical report, Artificial reproduction of *Schizothorax zarudnyi*, methodological approach, Zabol/Zahedan.

آلودگی میکروپلاستیک در دستگاه گوارش ماهی کیلکای معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) در جنوب غربی دریای خزر

محمدرضا رحیمی بشر [۱]، مجید راستا [۲]، مصطفی فلاح باقری نژاد نیکو [۱]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد لاهیجان
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

Email: Rahimibashar@yahoo.com

چکیده

میکروپلاستیک‌ها یک آلودگی نوظهور بوده که اخیراً حضور آن‌ها در دریای خزر توسط مطالعات متعدد گزارش و ورود آن‌ها به دستگاه گوارش برخی گونه‌ها مشخص شده است. در این تحقیق ۴۰۰ قطعه ماهی کیلکا معمولی (*Clupeonella cultriventris caspia*) در طی چهار فصل از لنج‌های صیادی بندرانزلی تهیه و دستگاه گوارش آن‌ها از لحاظ آلودگی میکروپلاستیک مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که دستگاه گوارش ۱۲٪ از ماهیان حاوی آلودگی بوده و میکروپلاستیک‌ها بیشتراز نوع رشته‌ای و اندازه ۱ ≥ میلی‌متر بوده‌اند. این ذرات در چهار رنگ سیاه، قرمز، آبی و سبز مشاهده شدند که رنگ سیاه بیشترین فراوانی را دارا بود. از لحاظ ترکیب شیمیایی، ۲ نوع پلیمر شامل پلی‌پروپلین و پلی‌استایرن در دستگاه گوارش ماهیان یافت شد. یافته‌های این تحقیق بلعیدن میکروپلاستیک‌ها توسط این گونه را تأیید ولی میزان آلودگی را نسبت به دیگر گونه‌های مطالعه شده بسیار پایین‌تر ارزیابی می‌کند. دلایل این تفاوت را می‌توان در حضور دور از ساحل و سطح‌زی بودن این گونه دانست. ولی با توجه به وجود این گونه در سبد غذایی مردم منطقه، توجه به آن ضروری و حفاظت دریای خزر از ورود این آلودگی باید بیشتر مورد توجه قرار بگیرد.

واژگان کلیدی: میکروپلاستیک‌ها، دستگاه گوارش، پلیمر، آلودگی نوظهور.

Microplastics pollution in the gastrointestinal tract of common kilka, *Clupeonella cultriventris caspia* in the southwest of the Caspian Sea

Mohammad Reza Rahimibashar[1], Majid Rasta[2], Mostafa Fallah Bagherynezhad Niko[1]

1- Department of Marine biology, Faculty of Science, Islamic Azad University, Lahijan branch, Iran.
2- Department of Fishery, Faculty of Natural Resource, University of Guilan, Sowmehsara, Iran.

Email: Rahimibashar@yahoo.com

Abstract

Microplastics (MPs) are recognized as an emerging contaminant and recently several studies have reported their occurrence in Caspian Sea and also gastrointestinal (GI) tract of some species. In the present study, 400 individuals of common kilka (*Clupeonella cultriventris caspia*) were collected from Bandar Anzali during four seasons and their GI tract were examined. The results showed that the GI tract of 12% of the fish contained contamination. Fibers were the most common shape and particles ≥1 mm were the dominant size. These particles were observed in four colors including black, red, blue and green, while black was the most common color. In terms of chemical composition, two types of polymers including polypropylene and polystyrene were found. The findings of this study confirm the ingestion of MPs by this species, but this contamination was much lower than other studied species. The reason for this difference can be the presence of this species in the surface waters of offshore. However, since this species is one of the most important seafood for local people, it is necessary to pay attention and protec the Caspian Sea from this pollution.

Keywords: Microplastics, Gastrointestinal tract, Polymer, Emerging contaminant

اثرات میدان‌های الکترومغناطیس بر عملکرد عصبی و رفتار ماهیان

محمدرضا رحیم نژاد [۱*]؛ دینا صفری شیخ احمدلو [۱]

۱- گروه. فیزیولوژی، دانشکده. دامپزشکی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد کرج، کرج

Email: dmrr30@gmail.com

چکیده

بسیاری از ماهیان توانایی‌های حسی خود در جنبه‌های ضروری از حیات خود، مانند تشخیص طعمه، شکارچیان و جفت یابی و همچنین مسیریابی و مهاجرت، براساس استفاده از نشانه‌های الکتریکی و مغناطیسی تکامل داده‌اند. این مسئله، در مورد ماهیهای الاسموبرونشی و تلئوستی به طور کامل مورد مطالعه قرار گرفته است. ماهیان الاسموبرونش و برخی ازماهیان تلئوست قادر به درک میدان‌های مغناطیسی از طریق گیرنده‌های الکتریکی هستند. برخی از ماهیان تلئوست می‌توانند میدانهای مغناطیسی را از طریق سلولهای حسی که حاوی بلورهای مگنتیت بیوژنیک هستند، حس کنند .مطالعات آزمایشگاهی و میدانی نشان می‌دهد که میدان‌های مغناطیسی بر فعالیت حرکتی و توزیع فضایی ماهی تأثیر می‌گذارد .ماهیان می‌توانند از میدان مغناطیسی برای ناوبری استفاده کنند .علاوه بر این، تأثیر میدان‌های مغناطیسی مصنوعی و نوسانات طبیعی میدان مغناطیسی بر روی جنین ماهی منجر به تغییراتی در رشد آن‌ها می‌شود و احتمال دارد این تغییرات در رشد و تکامل جنین ماهیان می‌تواند بر رفتار ماهی تأثیر منفی بگذارد. تغییرات در ضربان قلب، پاسخ‌های شرطی و مهاجرت برخی از گونه‌های ماهی پس از قرار گرفتن در معرض میدانهای مغناطیسی و الکتریکی بخشی از تغییرات مرتبط با سیستم عصبی و رفتار ماهیان است. این پدیده‌ها می‌تواند با تغییر مسیرهای عصبی خاص در مغز ماهیان در اثر میدانهای الکترومغناطیسی باشد.

واژگان کلیدی: میدان مغناطیسی، جریان الکتریکی، مگنتیت بیوژنیک، گیرنده الکتریکی.

Effects of electromagnetic fields on nerve function and fish behavior

Mohammad Reza Rahimnejad[1*]; Dina Safari Sheikh Ahmadlou [1];

1- Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran.

Email: dmrr30@gmail.com

Abstract

Many fish have developed their sensory abilities in essential aspects of their lives, such as bait detection, predators and mating, as well as routing and migration, based on the use of electrical and magnetic cues. This issue has been thoroughly studied in the case of Elasmobranchii and Teleosti. Elasmobranchii and some Teleostei are able to perceive magnetic fields through electrical receptors. Some teleosti fish can sense magnetic fields through sensory cells that contain biogenic magnetite crystals. Laboratory and field studies show that magnetic fields affect the motor activity and spatial distribution of fish. Fish can use a magnetic field for navigation. In addition, the effect of artificial magnetic fields and natural oscillations of the magnetic field on fish embryos leads to changes in their growth, and it is possible that these changes in the growth and development of fish embryos can negatively affect fish behavior. Changes in heart rate, conditioned responses, and migration of some fish species after exposure to magnetic and electric fields are part of changes in the nervous system and fish behavior. These phenomena can be altered by specific neural pathways in the fish brain, due to electromagnetic fields.

Keywords: Magnetic field, Electric current, Biogenic magnetite, Electrical receptor

شاخصهای هورمونی استرس در ماهیان

محمدرضا رحیم نژاد [۱*]؛ دینا صفری شیخ احمدلو [۱]

۱- گروه فیزیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ازاد اسلامی واحد کرج، کرج

Email: dmrr30@gmail.com

چکیده

استرس در ماهیان تلئوست به دلیل تأثیر متقابل آن با رشد، تولید مثل، سیستم ایمنی بدن و در نهایت سازگاری ماهیان، به طور فزاینده‌ای مورد مطالعه قرار می‌گیرد. روش‌های تجربی جدیدی برای توصیف فیزیولوژی تنش در ماهیان اسیر یا وحشی با هدف ارزیابی رفاه در آبزی پروری، ظرفیت‌های سازگار در محیط زیست ماهی، و بررسی اثرات تغییرات سریع محیطی ناشی از انسان توسعه یافته‌اند. ثابت شده است که کورتیزول یک شاخص قابل اعتماد برای استرس است و هورمون اصلی استرس در ماهیان تلئوست محسوب می‌شود. کورتیزول هورمون اصلی کورتیکواستروئید در ماهیان تلئوست است، زیرا عملکرد آن بستگی به شدت و زمان قرار گرفتن در معرض عوامل استرس زا دارد. اثرات کوتاه مدت کورتیکواستروئیدها به خوبی توصیف شده است، اما اثرات بلند مدت، از جمله تغییرات در مدیریت انرژی که مستقیماً بر رشد و بقا تأثیر می‌گذارد، در ماهی کمتر قابل درک است. روش‌های اندازه گیری کورتیزول که ابتدا در فقط خون اندازه گیری می‌شد، اکنون به سمت روشهای کمتر تهاجمی در حال تکامل است و اجازه می‌دهد اندازه گیری های مکرر در طول زمان با جایگزین‌های جدید خون، مانند تخم، مخاط، مدفوع، آب، فلس و باله انجام شود. به موازات آن، ابزارهای تحلیلی جدیدی برای افزایش ویژگی، حساسیت و اتوماسیون اندازه گیری در حال توسعه هستند. اگرچه کورتیزول به طور عمومی به عنوان واسطه اصلی پاسخ‌های مرتبط با استرس شناخته می‌شود، اما هورمون‌های دیگری نیز در پاسخ به استرس دخیل هستند، به عنوان مثال، آرژنین وازوتوسین، ایزوتوسین، اوروتنسین ها، دوپامین، سروتونین یا بتا اندورفین مطالعات متعدد نشان داده‌اند برهم کنش این هورمونها با کورتیزول درپاسخ فیزیولوژیک ماهیان تلئوستی به استرس نقش دارد.

واژگان کلیدی: استرس، کورتیزول، ایزوتوسین، سروتونین، دوپامین

Hormonal characteristics of stress in fish

Mohammad Reza Rahimnejad[1*]; Dina Safari Sheikh Ahmadlou [1];

1- Department of Physiology, Faculty of Veterinary Medicine, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran.

Email: dmrr30@gmail.com

Abstract

Stress in teleost fish is increasingly being studied because of its interaction with growth, reproduction, the immune system, and ultimately the adaptation of fish. New experimental methods have been developed to describe the physiology of stress in captive or wild fish with the aim of assessing well-being in aquaculture, ecologically compatible capacities of fish, and the effects of rapid human-induced environmental change. Cortisol has been shown to be a reliable indicator of stress and is the main stress hormone in teleost fish. Cortisol is the major corticosteroid hormone in teleost fish because its function depends on the severity and timing of exposure to stressors. The short-term effects of corticosteroids are well described, but the long-term effects, including changes in energy management that directly affect growth and survival, are less understood in fish. Cortisol measurements, originally measured in blood alone, are now evolving into less invasive methods, allowing repeated measurements over time with new blood substitutes, such as eggs, mucus, feces, water, Scales and fins to be done. In parallel, new analytical tools are being developed to increase the specificity, sensitivity and automation of measurements. Although cortisol is generally recognized as a major mediator of stress-related responses, other hormones are also involved in the stress response, for example, arginine vasotocin (AVT), isotocin (IT), urotensins, dopamine, serotonin or β-endorphine. Numerous studies have shown that the interaction of these hormones with cortisol is involved in the physiological response of teleost fish to stress.

Keywords: Stress, Cortisol, Isotocin, Serotonin, Dopamine.

بررسی علت تلفات ماهیان زینتی در یک مجموعه تولید ماهیان زینتی در شهر بجنورد

هومن رحمتی هولاسو [۳،۱]؛ علیرضا نصیری [۱]؛ امیراحمد صمدی [۲*]؛ مریم فلاح‌فر [۲]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل
۳- قطب بهداشت و بیماری‌های ماهیان گرمابی، دانشکده شهید چمران اهواز، اهواز

Email: a.ah.samadi@gmail.com

چکیده

صنعت ماهیان زینتی در ایران در حال پیشرفت است و شناسایی و درمان بیماری‌های آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. پس از مشاهده تلفات و لاغری در ماهیان گوپی (*Poecilia reticulata*) از نژادهای کوی توکسیدو، بیگ ایر و بلو مسکو و پلی کو پوزه بوته‌ای آلبینو (*Hypostomus cirrhosus*) و همچنین دیده شدن علائمی مانند تورم شکم و پرخونی در پایه باله‌ها و مرگ در ماهیان پلی کو پوزه بوته‌ای مشکی (*Hypostomus cirrhosus*) در یکی از مجموعه‌های تولیدی ماهیان زینتی در شهر بجنورد، اقدام به نمونه برداری از ماهیان زینتی شد و ماهی‌ها همراه آب آکواریوم‌های مبدأ در کیسه‌های مخصوص حمل ماهی بسته بندی و به کلینیک ماهیان زینتی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران ارجاع داده شدند. سپس اقدام به نمونه برداری به صورت لام مرطوب از پوست ماهی‌ها شد و نمونه‌ها زیر میکروسکوپ نوری بررسی شدند. در نمونه لام مرطوب پوست در ماهیان گوپی و پوزه بوته‌ای آلبینو هیچ آلودگی انگلی مشاهده نشد. ماهی‌ها پس از آسان‌کشی، کالبدگشایی شده و توسط میکروسکوپ بررسی شدند و در اندام‌های داخلی ماهیان گوپی و پوزه بوته‌ای آلبینو آلودگی به انگل نماتود کاپیلاریا (*Capillaria* sp.) مشاهده شد. بررسی میکروسکوپی پوست پلی کو پوزه بوته‌ای مشکی نشان از آلودگی به تک یاخته ایکتیوبودو (*Ichthyobodo*) داشت. کشت باکتریایی از ماهی پلی کو پوزه بوته‌ای مشکی حاکی از آلودگی با جنس سودوموناس (*Pseudomonas* sp.) نیز بود. درمان ماهی‌های آلوده به کاپیلاریا با لوامیزول انجام شد. درمان ماهیان مبتلا به سودوموناس با توجه به آنتی‌بیوگرام با انروفلوکساسین صورت گرفت. درمان ماهیان مبتلا به ایکتیوبودو نیز با فرمالین انجام شد.

واژگان کلیدی: کاپیلاریا، ایکتیوبودو، گوپی

Severe mortality in the population of an ornamental fish farm in Bojnurd City, Iran

Hooman Rahmati Holasoo[1, 3], Alireza Nassiri[1], Amirahmad Samadi[2*], Maryam Fallahfar[2]

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Young Research and Elite Club, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol
3- Centre of Excellence for Warm Water Fish Health and Disease, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.

Email: a.ah.samadi@gmail.com

Abstract

Ornamental fish industry is developing in Iran and curing their diseases is very important. Following the appearance of death and emaciation in Guppy fish (*Poecilia reticulata*) of Koi Tuxedo, Big Ear and Blue Moscow species and Albino Bristlenose Pleco (*Hypostomus cirrhosus*) and symptoms such as swelling of the abdomen and hyperemia at the base of the fins and following the death in Black Bristlenose Pleco fish (*Hypostomus cirrhosus*) in an ornamental fish farms in Bojnurd city, sampling of fish were done and then the fish were transferred in fish transferring plastic bags with the same aquarium water of origin to the Ornamental Fish Clinic of the Faculty of Veterinary Medicine at University of Tehran. For more examination of fish, skin scraping and gill biopsy were done and examined by optical microscope. The examination on Guppy and Albino Bristlenose Pleco showed no parasite infections. Then the fish anesthetized and their internal organs were examined by optical microscope and the examination showed *Capillaria* sp. nematoda infection in internal organs of Guppy and Albino Bristlenose Pleco. Examination of Black Bristlenose Pleco by optical microscope showed *Ichthyobodo* sp. as a protozoan infection. Bacterial culture of Black Bristlenose Pleco showed *Pseudomonas* infection. The fish infected with *Capillaria* sp. were treated with levamisole. The fish infected with *Pseudomonas* sp. treated with enrofloxacin and *Ichthyobodo* sp. with formalin.

Keywords: Capillaria, Ichthyobodo, Guppy.

گزارش عفونت انگلی خارجی شدید در مار ماهی خاردار (*Mastacembelus mastacembelus*) صید شده از رودخانه سیاه گاو

هومن رحمتی هولاسو [۱، ۳]؛ علیرضا نصیری [۱]؛ مریم فلاح فر [۲*]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران
۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل
۳- قطب بهداشت و بیماریهای ماهیان گرمابی، دانشکده شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

Email: fallahfarmaryam@gmail.com

چکیده

مار ماهی خاردار (*Mastacembelus mastacembelus*) به طور گسترده در نواحی غربی و جنوبی ایران پراکنده است. این نوع ماهی در ایران مصرف خوراکی ندارد اما برای برخی از آکواریوم‌داران جذاب است و به‌ندرت در آکواریوم‌های خانگی نگهداری می‌شود. مار ماهی خاردار (*Mastacembelus mastacembelus*) پس از صید از رودخانه سیاه گاو (از حوضه آبریز رودخانه کرخه) در شهر ایلام به آکواریوم خانگی در شهر تهران منتقل شد. حدود یک ماه بعد از انتقال ماهی به آکواریوم، عفونت شدید با انگل لرنه آ (*Lernea sp.*) مشاهده شد. انگل‌ها با اندازه‌های متفاوت به بخش‌های مختلف بدن ماهی از جمله لبه زیر پلک، قاعده سینه، پشتی، دمی، باله مقعدی، پایه خارهای باله پشتی و دهان متصل شده بودند. حضور انگل در دهان از تغذیه ماهی جلوگیری می‌کرد. ماهی با PI-222 ۰,۲ mL/L (داروی بیهوشی تجاری بر پایه روغن میخک) بیهوش شد تا انگل‌ها به شکل دستی از بدن ماهی جدا شوند. سپس ماهی به آکواریوم بازگردانده شد و درمان با تری‌کلروفن (۱ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب) انجام شد. این ماهی در یک آکواریوم ۲۰۰ لیتری و به شکل تنها نگهداری می‌شد. مار ماهی با ماهی‌های کوچک زنده تغذیه می‌شد. از آن جا که هیچ نشانه‌ای از بیماری در ماهیانی که از آن‌ها به عنوان غذا استفاده می‌شد وجود نداشت، به نظر می‌رسد که مار ماهی قبل از ورود به آکواریوم به انگل آلوده شده است. هر چند که نگهداری از ماهیان وحشی ایران در آکواریوم جایز نیست اما لازم است در صورت نگهداری به انتقال بیماری از حیات وحش به آکواریوم دقت شود.

واژگان کلیدی: مارماهی خاردار، لرنه آ، انگل.

Report of severe external parasite infection in Mesopotamian spiny eel, *Mastacemblus mastacembelus* caught from Siah Gav River, Southwest Iran

Hooman Rahmati Holasoo[1,3], Alireza Nassiri[1], Maryam Fallahfar[2*]

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Young Research and Elite Club, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran.
3- Centre of Excellence for Warm Water Fish Health and Disease, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Email: fallahfarmaryam@gmail.com

Abstract

Mesopotamian spiny eel, *Mastacemblus mastacembelus* is widely distributed in west and south of Iran. This species of fish is not eaten in Iran but it is attractive to some aquarium owners, and rarely kept it in home aquariums. A Mesopotamian spiny eel, *M. mastacembelus* was caught in Siah Gav River (from Karkheh River catchment area) in Ilam city and taken to a home aquarium in Tehran. About a month after its transfer to the aquarium, severe infection with the *Lernea Sp*. parasite was observed. The parasites with different size were attached to different parts of fish body such as border of operculum, base of pectoral, dorsal, caudal and anal fin, base of the spines of dorsal fin and even into mouth and other parts of body. The presence of parasites in the fish's mouth prevented the fish from feeding. The fish were anesthetized with 0.2 mL/L PI-222 (Commercial anesthetic based on clove oil) to Manual separation the parasites then it was returned back to aquarium and the treatment with Trichlorfon (1gr in 1000-liter water) was done. The fish was kept lonely in a 200- liter aquarium and fed by small live fish. Since there were no signs of the disease in fish that were used as food it was assumed that the eel was infected with the parasite before entering the aquarium. Although keeping wild fish in aquarium is not permitted in Iran but it's essential to consider transfering diseases from wild life to aquaria in case one decides to keep wild fish in aquarium.

Keywords: lernea, External parasitic infection.

مطالعه علت تلفات ماهیان گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهرستان نظرآباد

هومن رحمتی هولاسو [۱]، امین مرندی [۱*]، حسینعلی ابراهیم‌زاده موسوی [۱]، امیرپارسا عزیزی [۲]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران

۲- دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

چکیده

ماهی گرین ترور یکی از محبوب‌ترین ماهیان زینتی آب شیرین خانواده سیچلیده است که پرورش و تکثیر آن در کشور ما بسیار رایج است. هدف از این مطالعه، بررسی علت تلفات ماهیان گرین ترور در یک مرکز پرورش ماهیان زینتی می‌باشد. در تابستان ۱۴۰۰، به دنبال تلفات مزمن و مداوم ماهیان گرین ترور در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهرستان نظرآباد با علائم مدفوع سفید آویزان از مخرج ماهی‌ها، اقدام به نمونه برداری از ماهیان شد. ماهی‌ها در کیسه‌های حمل ماهی با همان آب محل نمونه برداری به کلینیک ماهیان زینتی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران ارجاع شدند. در بررسی‌های ماکروسکوپیک، لاغری و رنگ پریدگی ماهیان مشهود بود. به منظور بررسی آلودگی انگلی از پوست و آبشش ماهیان، لام مرطوب تهیه و سپس در زیر میکروسکوپ نوری بررسی شدند. سپس، ماهی‌ها آسان‌کشی و کالبد گشایی شدند. نتیجهٔ کشت باکتریایی منفی بود. اندام‌های داخلی نظیر روده‌ها از نظر آلودگی‌های انگلی بررسی شدند. در بررسی پوست و آبشش‌ها، آلودگی انگلی مشاهده نشد. در بررسی میکروسکوپیک روده، آلودگی با تخم و انگل نماتود *کاپیلاریا* با شدت زیاد مشاهده شد. در مطالعه حاضر، شدت آلودگی با نماتود *کاپیلاریا* بسیار زیاد بود و علت تلفات تشخیص داده شد. به منظور درمان بقیهٔ ماهیان، اقدام به تجویز لوامیزول به مدت ۴۸ ساعت در هر ۷ روز یکبار به مدت ۲۱ روز شد. تلفات کاملاً قطع شده و در بررسی مجدد، هیچ گونه آلودگی بعد از گذشت ۲۱ روز مشاهده نشد.

واژگان کلیدی: انگل، نماتود، کاپیلاریا، لوامیزول

Study of the cause of losses of green terror, *Andinoacara rivulatus* in an ornamental fish breeding center in Nazarabad, Iran

Hooman Rahmati-Holasoo[1]; Amin Marandi[1*]; Hosseinali Ebrahimzadeh Mousavi[1]; Amirparsa Azizi[2]

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

Abstract

Green terror is one of the most popular ornamental freshwater fish of Cichlidae, which is very common in Iran. The aim of this study was to investigate the cause of green terror losses in an ornamental fish breeding center. In the summer 2021, following the chronic and continuous losses of green terror in a center for the reproduction and breeding of ornamental fish in Nazarabad, with signs of white feces hanging from the anus of the fish, the fish were sampled. fish were referred to the ornamental fish clinic of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, in fish bags with the same water as the sampling site. In macroscopic examinations, thinness and paleness of the fish were evident. To investigate parasitic contamination of fish skin and gills, wet smears were prepared and then examined under a light microscope. Then, the fish were facilitated and necropsied. The result of bacterial culture was negative. Internal organs such as the intestines were examined for parasitic infections. No parasitic contamination was observed on skin and gills. Microscopic examination of the intestine showed infection with *Capillaria* eggs and parasite with high severity. In the present study, the severity of *Capillaria* infection was very high and the cause of losses was determined. In order to treat the rest of the fish, levamisole was administered for 48 hours every 7 days for 21 days. The losses were completely eliminated and in the re-examination, no infection was observed after 21 days.

Keywords: Parasite, Nematode, *Capillaria*, Levamisole

مقدمه

تجارت جهانی ماهیان زینتی یکی از صنایعی است که با سرعت چشمگیری در حال رشد است. ماهیان زینتی بخش بسیار بزرگی از صنعت حیوانات خانگی را به خود اختصاص می‌دهند (Winfree, 1989; Noga, 2010). اگرچه، محبوبیت ماهیان زینتی در سراسر جهان، منجر به پیشرفت‌هایی در زمینهٔ تکنیک‌های پرورشی آنها شده است (Wilson *et al.*, 2001)، هنوز تقاضای زیادی برای گونه‌هایی از ماهیان زینتی که تکثیر دشواری دارند، وجود دارد. تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در ایران، با استقبال قابل توجهی در بیست سال اخیر روبرو بوده است. در حال حاضر، بیش از ۱۵۰ گونه از ماهیان زینتی آب شیرین در ایران پرورش داده می‌شوند.

ماهی گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) یکی از محبوب‌ترین و پرطرفدارترین ماهیان زینتی آب شیرین خانواده سیچلیده است که پرورش و تکثیر آن به عنوان یک گونهٔ مطلوب تجاری در کشور ما بسیار رایج است. اطلاعات بدست آمده در مورد ویژگی‌های زیستگاه این گونه از ماهیان زینتی که منشأ آن به کشورهای آمریکای جنوبی نظیر اکوادور و پرو باز می‌گردد، محدود است. با این وجود، ثابت شده است که این گونه عمدتاً در آب‌های ساکن رودخانه‌های محلی زندگی می‌کند (Lewbart, 1998). نام گرین ترور یا جواهر سبز، به واسطهٔ رنگ درخشان باله‌ها و بدن، به این ماهی نسبت داده می‌شود. این ماهی از نظر رژیم غذایی، همه‌چیزخوار بوده و سازگاری بالایی نسبت به شرایط نامساعد محیطی دارد. در این گونه، جنس نر قلمروطلب بوده ولی جنس ماده نقش حفاظت و پرورش لاروها را بر عهده دارد (Lewbart, 1998; Reis *et al.*, 2003).

در طی سالیان اخیر، پرورش این گونه در ایران با توسعهٔ خوبی همراه بوده است. بخشی از تکثیر گرین ترورها در ایران صورت می‌گیرد. با این وجود، بخش قائل توجهی از گرین ترورها وارداتی هستند. بنا بر دانش مؤلفین، موارد کمی از بروز بیماری‌ها و تلفات در این گونه، در ایران مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. هم‌چنین، تحقیقات صورت گرفته بر روی انگل‌های کرمی در ماهیان زینتی آب شیرین در ایران محدود است. مطالعه حاضر، با هدف بررسی علت تلفات ماهیان زینتی گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهرستان نظرآباد صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

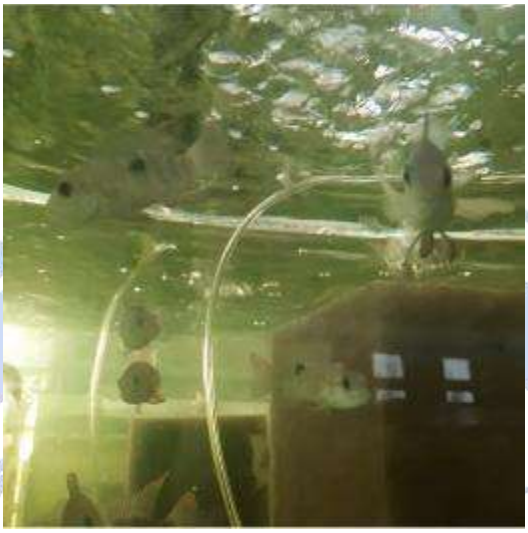
طی تابستان ۱۴۰۰، به دنبال تلفات مزمن و مداوم ماهیان گرین ترور در یک مرکز تکثیر و پرورش ماهیان زینتی در شهرستان نظرآباد با علائم مدفوع سفید آویزان از مخرج ماهی‌ها، اقدام به نمونه برداری از ماهیان شد. ۳۰ عدد ماهی گرین ترور در کیسه‌های حمل ماهی با همان آب محل نمونه برداری به کلینیک ماهیان زینتی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران ارجاع شدند. در بررسی‌های ماکروسکوپیک، لاغری و رنگ پریدگی ماهیان مشهود بود. به منظور بررسی آلودگی انگلی از پوست و آبشش ماهیان، لام مرطوب تهیه و سپس در زیر میکروسکوپ نوری بررسی شدند. سپس، ماهی‌ها به منظور بررسی دقیق عفونت‌های باکتریایی و آلودگی با انگل‌های خارجی، آسان‌کشی و کالبد گشایی شدند. کالبدگشایی ماهیان، تحت شرایط آسپتیک صورت گرفت. کشت باکتریایی در مدیای استاندارد صورت گرفته و مجرای گوارشی از بدن خارج‌سازی شد. پس از انکوباسیون مدیای استاندارد به مدت ۷۲ ساعت، مجرای گوارشی ماهیان در زیر میکروسکوپ نوری و استریومیکروسکوپ مورد بررسی قرار گرفت. انگل‌های مجرای گوارشی، شمارش شده و در اتانول ۷۰٪ فیکس شده و به منظور بررسی، با گلیسرین پاکسازی شدند. به منظور درمان بقیهٔ ماهیان، اقدام به تجویز لوامیزول به مدت ۴۸ ساعت در هر ۷ روز یکبار به مدت ۲۱ روز شد. تلفات کاملاً قطع شده و در بررسی مجدد، هیچ گونه آلودگی بعد از گذشت ۲۱ روز مشاهده نشد.

نتایج

در ماهیان گرین ترور بررسی شده با میکروسکوپ نوری و استریومیکروسکوپ، هیچ گونه انگل خارجی مشاهده نشد. هم‌چنین، رشد هیچ گونه باکتری بر روی مدیاهای استاندارد مشاهده نشد. اما، در بررسی داخلی و مشخصاً مجرای گوارشی ماهیان، انگلی از دستهٔ نماتودها به نام *کاپیلاریا* (*Capillaria* sp.) در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد. در بررسی‌های صورت گرفته، هر دو جنس نر و ماده انگل نماتود *کاپیلاریا* مورد شناسایی قرار گرفت. اما، تعداد نماتودهای جنس نر شناسایی شده، کمتر از تعداد نماتودهای جنس ماده بود. به طور میانگین، بین ۴ تا ۸ عدد انگل *کاپیلاریای* نر و بین ۱۶ تا ۲۰ عدد انگل *کاپیلاریای* ماده در ماهیان گرین ترور بررسی شده، مورد شناسایی قرار گرفت. نماتودهای ماده دارای تخم‌های بشکه‌ای شکل و نماتودهای نر دارای اسپیکول بودند. تعداد زیادی از تخم‌های رهاشدهٔ انگل، در روده ماهیان و در زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد. تشخیص انگل‌های نماتود *کاپیلاریا* بر اساس خصوصیات و ویژگی‌های مورفولوژیکی نماتودها و نیز تخم‌های آنها صورت گرفت.

تجویز داروی ضد انگل لوامیزول به منظور درمان ماهیان، مؤثر واقع شده و تلفات ماهیان که پیش از تشخیص و آغاز درمان، به میزان ۱۵ عدد در روز بود، کاملاً متوقف شده و در بررسی مجدد ماهیان پس از ۲۱ روز، هیچ علایم و تلفاتی مشاهده نشد.

شکل ۱: مدفوع سفید رنگ آویزان از مخرج ماهیان گرین ترور آلوده به انگل *کاپیلاریا*.



شکل ۲: لاغری، رنگ‌پریدگی بدن و مدفوع سفید رنگ آویزان از مخرج ماهیان گرین ترور آلوده به انگل *کاپیلاریا*.

بحث

مطالعات صورت گرفته بر روی انگل‌های ماهیان زینتی در ایران محدود است. در این میان، میزان مطالعات انجام شده بر روی انگل‌های خارجی ماهیان زینتی، بیش از مطالعات صورت گرفته بر روی انگل‌های داخلی ماهیان زینتی در ایران بوده است. در مطالعه‌ای که بر روی بررسی میزان شیوع عفونت‌های انگلی پوستی در ماهیان زینتی در استان اصفهان صورت گرفت، برخی از تک‌یاخته‌ها و ترماتودهای منوژن در ماهیان گرین ترور (*Andinoacara rivulatus*) شناسایی شدند. اما، هیچ نماتودی از جمله *کاپیلاریا* از این ماهیان جداسازی نشد (Salemi *et al.*, 2013). در مطالعهٔ دیگری که در زمینهٔ بررسی آلودگی با انگل‌های داخلی و خارجی در سه گونه ماهی زینتی (پاکوی سینه سرخ، گرین ترور، چاقو) در شهر تهران صورت گرفت، برخی از انگل‌های خارجی نظیر *ایکتیوبودو*، *ایکتیوفتریوس‌مولتی‌فیلیئیس* و *ژیرودактیلوس* و نیز انگل‌های داخلی نظیر *کاپیلاریا* از ماهیان گرین ترور جداسازی شدند (Rahbari, 2016). با این وجود، در مطالعه‌ای که بر روی آلودگی‌های انگلی ماهیان زینتی شهرستان مشهد در خراسان رضوی صورت گرفت، هیچ انگلی اعم از خارجی و داخلی در ماهیان گرین ترور مورد شناسایی قرار نگرفت (Gharavy *et al.*, 2017). مطالعات صورت گرفته بر روی انگل‌های ماهیان زینتی در اقصی نقاط جهان، به مراتب بیشتر از ایران صورت بوده است. در مطالعه‌ای که بر روی انگل‌های ماهیان زینتی در ترکیه انجام گرفت، انگل *کاپیلاریا* از گونهٔ دیگری از خانوادهٔ سیچلیده به نام دیسکس (*Symphysodon aequifasciatus*) جداسازی شد (Erkin, 2009). هم‌چنین، در مطالعهٔ دیگری که بر روی آلودگی‌های انگلی ماهیان زینتی آب شیرین در کشور سریلانکا صورت گرفت، انگل کاپیلاریا در دو گونهٔ گوپی (*Poecilia reticulate*) و آنجل (*Pterophyllum scalare*) شناسایی شد (Thilakaratne *et al.*, 2003).

منشأ بسیاری از گونه‌های ماهیان زینتی نظیر گرین ترور به نواحی گرمسیری جهان باز می‌گردد. نماتودهای *کاپیلاریا* در هر دو دستهٔ ماهیان آب شیرین و آب شور، انگل‌های متداولی به شمار می‌روند (Moravec *et al.*, 1988). این نماتودها ممکن است منجر به بروز تلفات سنگینی در ماهیان آکواریومی نظیر سیچلیدها شوند (Moravec *et al.*, 1999). مطالعهٔ حاضر، نشان داد که ورود انگل‌های کرمی و یا ماهیان جدید آلوده به برخی انگل‌های کرمی به محیط آکواریوم، می‌تواند تلفات سنگینی را در ماهیان زینتی پرورشی به همراه داشته باشد. لذا، تشخیص و درمان دقیق و به‌موقع آلودگی با نماتودها در ماهیان زینتی از جمله سیچلایدها، می‌تواند نقش مهمی در جلوگیری از بروز بیماری و تلفات در این ماهیان داشته باشد.

منابع

Erkin K.C. (2009). Parasites of ornamental fish in Turkey. Bulletin of European Association of Fish Pathologists, 29: 25-27.

Gharavy B., Khoshbavar Rostami H.A., Qelichi A., Haghpanah A., Eari Y., Kor N.M. (2017). The ornamental fish parasites on Mashhad city. New Technologies in Aquaculture Development, 11: 51-62. (In Persian).

Lewbart G.A. (1998). Ornamental Fish, Self-Assessment Colour. Manson Publishing, 194 p.

Moravec F., Orecchia P., Paggi L. (1988). *Pseudcapillaria parablennii* sp. n. (Nematoda: *Capillariidae*) from a marine fish, *Parablennius gattorugine* (Brunn), from the Italian coast.
Folia Parasitologica, 35: 353-357.

Moravec F., Wolter J., Körting W. (1999). Some nematodes and acantocephalas from exotic ornamental freshwater fishes imported into Germany. Folia Parasitol, 46: 296-310.

Noga E.J. (2010). Fish disease- diagnosis and treatment. 2nd edition. Wiley-Blackwell, 536 p.

Rahbari E. (2016). Study of contamination of three ornamental fish (redbellied pacu, green terror, knifefish) ectoparasites and endoparasites in Tehran. Masters thesis of aquatic animal health, faculty of veterinary medicine, university of Tehran. (In Persian).

Reis R.E., Kullander S.O., Ferraris C.J., Universidade Católica do Rio Grande do Sul P., de Ciências e Tecnologia M. (2003). Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America, Edipucrs.

Salemi S., Naghavi N., Abedi S. (2013). Study of Prevalence of cutaneous parasitic infections in ornamental fish in Isfahan. The 2th National Conference of Fisheries and Aquaculture in Iran, (In Persian).

Thilakaratne I.D.S.I.P., Rajapaksha G., Hewakopara A., Rajapakse R.P.V.J., Faizal A.C.M. (2003). Parasitic infections in freshwater ornamental fish in Sri Lanka. Diseases of Aquatic Organisms, 54: 157-162.

Wilson J., Osenberg C.W., Mary C.M., Watson C.A., Lindberg W. (2001). Artificial reefs, the attraction-productionissue, and density dependence in marine ornamental fishes. Aquarium Science Conservation, 3: 95-105.

Winfree R.A. (1989). Tropical fish: their production and marketing in the United States. World Aquaculture, 20: 24-30.

بررسی آناتومی ساختار اسکلتی ناحیهٔ تنه و دم ماهی آروانا گلدن کراس‌بک (*Scleropages formosus*) با استفاده از تصاویر رادیوگراف

هومن رحمتی هولاسو [۱]؛ علیرضا وجهی [۲]؛ امین مرندی [۱*]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران
۲- گروه جراحی و رادیولوژی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

چکیده

ماهی آروانا گلدن کراس‌بک (*Scleropages formosus*) از خانوادهٔ استئوگلوسیده (Osteoglossidae) و از ماهیان زینتی آب شیرین و بومی رودخانه آمازون است که معمولاً نزدیک به سطح آب شنا کرده و با داشتن فلس‌های درشت و بدنی طویل، از ماهیان آکواریومی بسیار محبوب و گرانقیمت در ایران و جهان محسوب می‌شود. در این مطالعه، ۴ عدد ماهی زینتی آروانا گلدن کراس‌بک (۶۵-۳۰ سانتی متر) از مراکز عرضهٔ ماهیان زینتی در سطح شهر تهران تهیه شدند. ماهی‌ها به صورت زنده به بیمارستان دانشکده دامپزشکی منتقل شده و سپس با استفاده از اسانس فرآوری‌شدهٔ گل میخک (PI222) ساخت شرکت پارس ایمن دارو و با دوز ۱۰۰ppm بیهوش شدند. سپس، تصاویر رادیوگراف دیجیتال از ماهیان مذکور تهیه و بررسی شدند. سپس، برگشت از بیهوشی با انتقال ماهی‌ها به آب شیرین انجام شد. در بررسی تصاویر رادیوگراف، مشخص شد که کیسه شنا در این ماهی بر خلاف اکثر ماهی‌ها، از پشت ناحیه سر و از حدود مهره هفتم شروع می‌شود و تا راستای قاعدهٔ بالهٔ مخرجی ماهی امتداد می‌یابد. در اکثر ماهی‌ها کیسه شنا تا محل شروع خارهای خونی امتداد دارد. نتایج بررسی اسکلت ماهی نشان داد که تعداد مهره‌های ستون فقرات ۸۰-۷۸، تعداد خارهای عصبی ۸۰-۷۸، تعداد خارهای خونی ۵۰-۴۸، تعداد پتریگوییدهای بالهٔ مخرجی ۴۷-۴۵ و تعداد دنده‌ها ۲۳ زوج (۴۶ عدد) است. نتایج این بررسی، نشان داد که استفاده از رادیولوژی به عنوان یک روش غیر تهاجمی به منظور بررسی آناتومی اسکلت ماهیان زینتی با ارزش و گران قیمت، روش بسیار مناسبی است.

واژگان کلیدی: ماهی زینتی، آروانا گلدن کراس بک، اسکلت، رادیوگرافی.

Anatomical survey of skeletal structures of the trunk and tail in golden crossback arowana, *Scleropages formosus*, using radiographic images

Hooman Rahmati-Holasoo[1]; Alireza Vajhi[2]; Amin Marandi[1*]

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Department of Surgery and Radiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

Abstract

The golden crossback arowana, *Scleropages formosus* belongs to the Osteoglossidae and is a freshwater ornamental fish that lives in the Amazon River. It usually swims near the surface and has an elongated body large scales and is one of the most popular aquarium fish and is expensive throughout the world. In this study, 4 arowanas were purchased from ornamental fish stores in Tehran. The fish were carried alive to veterinary school clinic and were anesthetized, using PI222 (Pars Imen Daru, Iran) 100 ppm and transferred to the operating table. Then, digital radiographic images of the fish prepared. After recovery, the fish were transferred to fresh water. The study of radiographic images showed that the swim bladder, unlike most fish, started from the back of the head and around the seventh vertebra and extended to the base of the anal fin of fish. In most fish, the swim bladder continues to the haemal arches. The results of investigation on fish skeleton showed the number of vertebrae of the spine were 78-80, the number of neural arches were 78-80, the number of haemal arches were 48-50, the number of anal fin peterygoids were 45-47 and the number of ribs were 23 pairs. The results also showed that the radiologic approach is an appropriate method as a noninvasive way for anatomical studies in valuable ornamental fish.

Keywords: Ornamental fish, Golden crossback arowana, Skeleton, Radiography.

بررسی آلودگی با انگل‌های سخت‌پوست و مژه‌دار پایه‌دار خارجی در ماهیان زینتی مولی و گوپی در شهر اصفهان

هومن رحمتی هولاسو [۱]؛ حسینعلی ابراهیم‌زاده موسوی [۱]؛ امین مرندی [۱*]؛ علیرضا نصیری [۱]

۱- گروه بهداشت و بیماری‌های آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه تهران، تهران

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

چکیده

ماهیان زینتی گوپی و مولی از زیباترین و محبوب‌ترین ماهیان آکواریومی و متعلق به خانوادهٔ ماهیان آب شیرین پوئیسیلیده بوده و زنده زا هستند که علاوه بر زیبایی، یکی از مقاوم‌ترین گونه‌های ماهیان زینتی هستند. هدف از این بررسی، مطالعه بر روی سخت‌پوستان انگلی و انگل‌های خارجی مژه‌دار پایه‌دار است. در تابستان ۱۴۰۰، تعداد ۲۰ قطعه ماهی گوپی و ۲۰ قطعه ماهی مولی به صورت کاملاً تصادفی از مراکز پرورش ماهیان زینتی اصفهان تهیه و به صورت زنده به آزمایشگاه بیماری‌های آبزیان دانشکدهٔ دامپزشکی دانشگاه تهران ارجاع داده شدند. نمونه‌های ماهی ابتدا مورد بررسی و معاینهٔ دقیق ماکروسکوپیک قرار گرفتند. سپس از پوست و باله‌های ماهیان مذکور، گسترش مرطوب تهیه شده و تحت بررسی‌های میکروسکوپی قرار گرفتند که در این بررسی، در حدود ۶۰ درصد از ماهیان مولی، آلوده به انگل *لرنه‌آ* و ۱۰ درصد از ماهیان گوپی، به طور همزمان به انگل *لرنه‌آ* و *اپیستیلیس* میتلا بودند. به منظور درمان ماهیان مبتلا به انگل مژه‌دار پایه‌دار، از حمام کوتاه مدت نمک و فرمالین استفاده شد. در خصوص *لرنه‌آ*، درمان همزمان با تجویز سم تری‌کلروفن و جداسازی انگل به‌وسیلهٔ پنس انجام گرفت. ماهیان تحت درمان، بعد از یک ماه دوباره معاینه شدند و هیچ گونه علائم آلودگی در این ماهیان دیده نشد.

واژگان کلیدی: گوپی، مولی، لرنه‌آ، اپیستیلیس، تری‌کلروفن

Survey of the contamination by crustacean and ciliate ectoparasites in ornamental mollies and guppies in Isfahan Province, Iran

Hooman Rahmati-Holasoo[1], Hosseinali Ebrahimzadeh Mousavi[1], Amin Marandi[1*], Alireza Nassiri

1- Department of Aquatic Animal Health, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.

Email: amin.marandi@ut.ac.ir

Abstract

Guppies and mollies are one of the most beautiful and popular aquarium fish belonging to the freshwater Poeciliidae are livebearer, which in addition to beauty, are one of the most resistant species of ornamental fish. The aim of this study was to study ectoparasitic crustaceans and ciliates. In the summer of 1400, 20 guppies and 20 mollies were obtained randomly from the ornamental fish breeding centers of Isfahan and were referred lively to the Aquatic Diseases Laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran. Fish samples were first examined macroscopically. Then, wet smear was prepared from the skin and fins of the mentioned fish and underwent microscopic examinations. In this study, about 60% of mollies infected with *Lerneae* and 10% of guppies, infected with *Lernaea* and *Epistylis*, simultaneously. A short bath of salt and formalin were used to treat fish with ciliated parasites. In the case of *Lernaea*, treatment was given simultaneously with the administration of trichlorophene and separation of parasite by forceps. The treated fish were re-examined after a month and showed no signs of infection.

Keywords: Guppy, Molly, *Lernaea*, *Epistylis*, Trichlorophene

Physico-chemical characteristics of food packaging films developed with *Gracilaria crassa* and chitosan for the preservation of fishery products

Roopa Rajan [1], Arunachalasivamani, P.[1] and Radhika Rajasree, S.R.[1]*

[1]*Algal Products Lab, Department of Fish Processing Technology, Kerala University of Fisheries and Ocean Studies, Cochin, Kerala, India- 682506.

*Email: radhikarajasree@kufos.ac.in

Abstract

The marine red algae, *Gracilariia crassa* (GC) possess metabolites, pigments and other high value compounds having potential food applications. In the present study, ethanolic extract (13.75%) of the species together with 2% chitosan and glycerol were included in the film formulation and evaluated its physico-chemical properties. The films were transparent and yellowish in appearance with 39.88% of water solubility. The FTIR spectra showed characteristic peaks that indicates the combination of seaweed extract with film components. The SEM images were smooth, confirmed the fine solubilization of GC extract within the film forming solution. The GC-chitosan film exhibited better antioxidative capacities than chitosan film, estimated with DPPH and total phenolic content measurements. The results suggest the application of seaweed films as a novel technique in food packaging industries to maintain the food quality and safety.

Keywords: *Gracilaria crassa*, GC- chitosan film, Bio-based packaging applications.

مروری بر ویژگی‌ها و کاربردهای محافظ‌های سرمایی (Cryoprotective) در صنعت فرآوری محصولات شیلاتی

رقیه رمضانی [۱]؛ امیر رضائی [۲*]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

Email: a_rezaie@modares.ac.ir

چکیده

افزایش روز افزون جمعیت جهانی، تشدید نیاز به مواد غذایی را به همراه دارد که این امر منجر به افزایش تقاضای محصولات غذایی شده است. ازطرفی آگاهی اجتماعی، تغییر سبک زندگی مصرف کنندگان و خواص ارزشمند آبزیان، منتج به افزایش سرانه مصرف این گونه مواد غذایی شده است. انجماد از اصلی‌ترین روش‌های نگهداری طولانی مدت می‌باشد و به طور وسیع در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد که باعث به تعویق افتادن فساد میکروبی و آنزیمی می‌گردد. علاوه براین، در این روش نگهداری کیفیت محصولات تا حد زیادی نزدیک به محصول تازه است. با این حال فرآیند انجماد، نگهداری و انجمادزدایی تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی را به همراه دارد که اثرات نامطلوبی بر روی بافت همچون دناتوره شدن پروتئین، اکسیداسیون چربی، تغییر در طعم و مزه و در نهایت کاهش بازارپسندی این محصولات می‌گذارند. محافظ‌های سرمایی (Cryoprotective) از جمله افزودنی‌های مورد استفاده در محصولات منجمد می‌باشند که مشکلات ناشی از فرایند انجماد را به حداقل می‌رساند. انواع مختلفی از ترکیبات شیمیایی همچون هیدروکلوئیدها، اسیدهای آمینه و سایر ترکیبات وجود دارند که به صورت سنتتیک یا طبیعی به عنوان محافظ سرمایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. محافظ‌های سرمایی با داشتن مقادیر زیادی از گروه‌های هیدروکسیل موجب هیدراته شدن رشته‌های پروتئینی محصولات منجمد و کاهش دناتوره شدن پروتئین‌ها می‌شوند. همچنین در حفظ ظرفیت نگهداری آب، کاهش آبچک و فساد اکسیداتیو مؤثر هستند. به طور کلی نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که مکانیسم عملکرد محافظ‌های سرمایی به عنوان یک روش سودمند در به حداقل رساندن اثرات نامطلوب انجماد، نگهداری منجمد و انجمادزدایی عمل می‌کند.

واژگان کلیدی: انجماد، ماده محافظ سرمایی، حفظ کیفیت

An overview of the characteristics and applications of cryoprotective in the fishery processing industry

Roghayeh Ramzani*[1]; Amir Rezaie[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor

Email: a_rezaie@modares.ac.ir

Abstract

The growing global population is increasing the need for food, which has led to an increase in demand for food products. On the part of social awareness, changes in consumers' lifestyles and valuable properties of aquatic animals have led to an increase in the per capita consumption of these foods. Freezing is one of the main methods of long-term storage and is widely used in the world, which delays microbial and enzymatic spoilage. In addition, in this method, maintaining the quality of products is very close to the fresh product. However, the process of freezing-thawing and freezing storage causes physical and biochemical changes that have adverse effects on tissues such as protein denaturation, lipid oxidation, changes in taste and ultimately reduced marketing of these products. Cryoprotective are among the additives used in frozen products that minimize the problems caused by the freezing process. There are various types of chemical compounds such as hydrocolloids, amino acids and other compounds that are used synthetically or naturally as Cryoprotective. Cryoprotective with large amounts of hydroxyl groups hydrate the protein filaments of frozen products and reduce the denaturation of proteins. They are also effective in maintaining water holding capacity, reducing drip and oxidative damage. In general, the results of these studies show that the mechanism of action of cryoprotectants acts as a useful method in minimizing the adverse effects of freezing-thawing and frozen storage.

Keywords: Cryoprotectants, Freezing, Maintaining quality

مقدمه

بر اساس گزارشات ارائه شده توسط سازمان خواربارجهانی تا سال ۲۰۳۰ نیاز به محصولات غذایی در جهان حدود ۱۹ درصد افزایش پیدا خواهد کرد (FAO., 2012). لذا با توجه به محدودیت منابع پروتئینی استفاده از منابع دریایی و آبزی‌پروری جهت برآورده کردن این نیازها، راهکار مناسبی می‌باشد. آبزیان به رغم حضور مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع، سرشار از اسیدهای‌آمینه ضروری، برخی از ویتامین‌ها و موادمعدنی و همچنین تأثیر مطلوب در کاهش میزان کلسترول خون از جایگاه ویژه‌ای در رژیم غذایی انسان برخوردار هستند (Haliloğlu *et al.*, 2004). از همین رو در سال‌های اخیر استفاده از آبزیان خوراکی بخصوص ماهی به منظور تأمین نیازهای غذایی و پروتئینی گسترش پیدا کرده است. باتوجه به افزایش آگاهی عمومی نسبت به جنبه‌های مثبت مصرف آبزیان خوراکی و افزایش تقاضای استفاده از محصولات شیلاتی، بهبود روش‌های حفظ کیفیت این محصولات ضروری است (Medina *et al.*, 2009). یکی از مهم‌ترین معیارهای سنجش کیفیت ماهی و محصولات شیلاتی، تازگی آن می‌باشد (Tzikas *et al.*, 2007). اما به دلیل صید بیش‌تر از تقاضای بازار، محدودیت دسترسی به آبزیان درتمام فصول سال، حمل‌ونقل از محل صید تا بازار فروش و همچنین فسادپذیری سریع‌تر محصولات شیلاتی نسبت به فرآورده‌های دامی سبب شده که این محصولات اغلب به صورت تازه در دسترس نباشند (Kamalipour, 2016). بنابراین معرفی روش‌های مناسب نگهداری و بسته‌بندی با حداقل کاهش کیفیت محصولات شیلاتی از جایگاه خاصی برخوردار است (Zhang, Fang, Hao, & Zhang, 2018). از مطلوب‌ترین روش‌های نگهداری موادغذایی که تغییر در کیفیت را به حداقل می‌رساند، می‌توان به انجماد اشاره کرد (Persson & Londahl, 1993). از همین رو، عرضه این محصولات به شکل منجمد در جهان گسترش پیدا کرده است. میزان آب موجود در غذاهای دریایی بخصوص میگو از لحاظ اقتصادی همچنین برای حفظ ویژگی‌های حسی و کیفی محصول نهایی حائز اهمیت است (Chao, Bin, Lu-Kai, & Ji-Peng, 2017). آب داخل غذا منجمد و منبسط می‌شود تا بلورهای یخ را در طول فرآیند انجماد تشکیل دهند که باعث پارگی ماتریس غذا می‌شود (Zounis *et al.*, 2002). کیفیت نهایی غذاهای منجمد وابسته به عوامل مختلفی از قبیل اندازه بلورهای یخ تشکیل شده، سرعت انجماد و نوع مواد منجمد می‌باشد (Fuchigami *et al.*, 1994, 1997). تغییر در ساختار پروتئین، اکسیداسیون چربی، تبلور بلورهای یخ و آبچک بافت‌های عضلانی از جمله تاثیرات نامطلوب است که می‌تواند در طول فرآیند انجماد، نگهداری منجمد و انجمادزدایی رخ دهد که منجر به افت کیفیت محصولات می‌شود. (Ma, Zhang, Deng, & Xie,2015). تاکنون برای جلوگیری از تاثیرات منفی انجماد مطالعات گسترده‌ای صورت گرفته است که مستندات نشان‌دهنده تأثیر محافظ‌های سرمایی در حفظ کیفیت محصول نهایی می‌باشند. انواع مختلفی از این ترکیبات شیمیایی سنتتیک و طبیعی وجود دارند که این گونه خواص را دارا می‌باشند. یکی از منابع مهم که به عنوان محافظ سرمایی استفاده می‌شوند هیدروکلوئیدها هستند. پلیمرهایی (پلی ساکاریدها/پروتئین‌ها) با وزن مولکولی بالا که می‌توانند خواص رئولوژیکی و بافتی سیستم‌های غذایی را بهبود ببخشند و کاربرد وسیعی در صنعت فرآوری موادغذایی دارند (Regand and Goff, 2002). علاوه بر آن به دلیل دارابودن مقادیر زیادی از گروه‌های هیدروکسیل در ساختار خود، هیدروفیل و پلی الکترولیت هستند. هیدروکلوئیدها با حفظ ظرفیت نگهداری آب، کاهش میزان تبخیر، اصلاح در ساختار بلورهای یخ، مهارکننده سینرزیس در غذاهای منجمد و شرکت در واکنش‌های شیمیایی در محصولات غذایی فرآوری شده اثرات مطلوب برجای می‌گذارند (Linlaud, 2011; Chaisawang & Suphantharika, 2006). محافظ‌های سرمایی در طول فرآیند انجماد و نگهداری و انجمادزدایی از بروز تغییرات شدید در مواد غذایی جلوگیری می‌کنند. همچنین در افزایش کیفیت و مدت ماندگاری محصولات منجمد مؤثر هستند. محافظ‌های سرمایی در برابر اثرات نامطلوب ناشی از تبلور املاح، از جمله تخریب در ساختار و ترکیب شیمیایی به دلیل فساد و اکسیداسیون بافت و تغییر در رنگ و طعم محصولات غذایی که برای مدت طولانی به صورت منجمد نگهداری می‌شوند، محافظت

می‌کند (Levin and Slade, 1990). از منابع مختلفی از جمله ساکارز، پلی الکل‌ها، اسیدهای آمینه، روغن‌ها، هیدروکلوئیدها و نشاسته به عنوان محافظ‌های سرمایی استفاده می‌شود. انجماد به عنوان روشی کارآمد برای نگهداری طولانی مدت محصولات غذایی شناخته شده است که سرعت واکنش‌های عامل فساد را در بافت به حداقل می‌رساند و محصول نگهداری شده در شرایط انجماد مطلوب، بیشترین شباهت را از نظر ظاهری و تغذیه‌ای به ماده اولیه دارد. با این حال تغییرات فیزیکوشیمیایی در بافت محصولات منجمد اجتناب ناپذیر است (Razavi Shirazi, H. 2007) از همین رو استفاده از محافظ‌های سرمایی در محصولات غذایی منجمد توسعه پیدا کرده است و به عنوان راهکاری مناسب برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب انجماد مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه حاضر نتایج مرتبط با تاثیرات ناشی از انجماد بر کیفیت محصولات شیلاتی و مکانیسم عملکرد محافظ‌های سرمایی بر روی این گونه محصولات پرداخته شده است. هدف از این مطالعه ارائه یک دیدگاه جامع نسبت به انجماد مطلوب با حضور محافظ‌های سرمایی برای حفظ ارزش غذایی محصولات منجمد می‌باشد.

مرور منابع

طبق مطالعات Shabanpour, *et al.*, 2008 با مطالعه گوشت چرخ شده ماهی فیتوفاگ حاوی محافظ سرمایی ۴٪ ساکارز، ۴٪ سوربیتول و ۰/۳ پلی فسفات (مخلوط ۱:۱ از تترا پیرو فسفات و سدیم تری فسفات) به صورت نگهداری منجمد طی مدت ۶ ماه در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار دادند. مطابق با این تحقیق میزان پراکسید و اسیدهای چرب آزاد و تیوباریک اسید (TBA) طی مدت ۶ ماه نگهداری افزایش یافت و میزان رطوبت و چربی و پروتئین کل تغییر معناداری نشان نداد. با توجه به شاخص‌های اندازه گیری شده به خصوص اثرات نامطلوب اسیدهای چرب آزاد و پراکسیدها و کاهش کیفیت محصول، نگهداری بیشتر از ۴ ماه گوشت چرخ کرده سبب افت کیفیت ماهی می‌شود.

مطابق با تحقیقات صورت گرفته توسط Moosavi-Nasab, *et al.*, 2009 که بر روی اثر محلول ۱ درصد پکتین (به نسبت ۱ به ۳ وزنی/حجمی) به مدت ۲ تا ۴ ماه بر روی سوریمی منجمد صورت گرفت. در این مطالعه ظرفیت نگهداری آب، پروتئین محلول در نمک و شیرآبه در سوریمی منجمد حاوی پکتین در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که در طول نگهداری سوریمی با پکتین به عنوان محافظ سرمایی ظرفیت نگهداری آب به مقدار ۳۸ درصد بهبود پیدا کرده است. همچنین استفاده از پکتین تا مقدار زیادی موجب حفظ کیفیت پروتئین‌های محلول در نمک شد. علاوه بر آن در این مطالعه کاهش ۳۰ درصدی شیرابه نسبت به نمونه شاهد مشاهده شد. با این حال پروتئین محلول در نمک و ظرفیت نگهداری آب در سوریمی حاوی محافظ سرمایی پکتین کاهش پیدا کرد اما این تغییرات در مقایسه با نمونه شاهد ناچیز بود. بنابراین می‌توان پکتین را به عنوان یک محافظ سرمایی مناسب برای بهبود کیفیت محصولات غذایی در نظر گرفت.

فرآیند یخ پوشی هیدروکلوئید کیتوزان ۲ درصد به عنوان محافظ سرمایی بر روی میگوی منجمد (کامل، خام، پخته شده) توسط Mousavi Nasab, et al,. 2013 مورد مطالعه قرار گرفت. مطابق با تحقیق انجام شده میگوی یخ‌پوشی شده با کیتوزان ۲ درصد در مدت ۶ ماه نگه‌داری در دمای ۲ ± ۱۸- سانیگراد، در مقایسه با استفاده از یخ پوشی با آب، تیمار متا بی‌سولفیت سدیم و شاهد نتایج مطلوب‌تری در زمینه بازدهی پس از لعاب‌دهی، افت در اثر انجماد، میزان آبچک و ویژگی‌های حسی به همراه داشت. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میگوهای منجمد با پوشش کیتوزان به عنوان یک نگهدارنده طبیعی تولید شده از ضایعات می‌تواند گزینه مناسبی برای افزایش مدت زمان نگهداری در شرایط انجماد باشد.

طبق مطالعات Oujifard, 2015 اضافه کردن محافظ سرمایی ساکارز و سوربیتول در سطوح مختلف به روش ریخته گری به فیلم پروتئینی حاصل از ماهی تیلاپیای نیل منجر به افزایش مقاومت به کشش (TS) کمتر همراه با افزایش طول نقطه پارگی (EBA)

بیشتر در مقایسه با گروه شاهد می‌شود. همچنین با افزایش سطح محافظ سرمایی میزان نفوذ پذیری بخار آب، حلالیت فیلم و پروتئین و میزان سفیدی فیلم افزایش یافتند. علاوه بر آن با حضور محافظ سرمایی، سطح فیلم‌ها صاف‌تر، یکنواخت‌تر و ترک کمتری را تجربه کردند. به طور کلی می‌توان عنوان کرد که محافظ سرمایی موجود در مینس و سوریمی بر روی خواص فیلم‌ها تاثیرگذار است.

طبق تحقیقات Taghani, *et al.*, 2020 اثر پوشش‌دهی کیتوزان و الیگوساکاریدهای آن بر روی برخی از خواص کیفی میگو وانامی بدون پوست را مورد مطالعه قرار دادند. در این تحقیق کیتوزان و الیگوساکارید آن (۱ و ۲ درصد) به روش غوطه‌وری به میگو بدون پوست اضافه شد و اثرات آن در مقایسه با پیروفسفات سدیم (۱ و ۲ درصد)، تیمار ترکیبی پیروفسفات-کیتوزان (۱ و ۲ درصد) و پیروفسفات-الیگوساکارید کیتوزان (۱ و ۲ درصد) طی مدت ۳ ماه در دمای ۱۸- به صورت منجمد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که مقادیر دیان های مزدوج [۳۷] (CD) و تیوباربیتوریک اسید [۳۸] (TBA) طی نگهداری روند افزایشی داشت. مطابق با بررسی‌های انجام شده تیمارهای حاوی کیتوزان و الیگوساکارید آن به تنهایی یا در ترکیب با پیروفسفات سدیم نقش مؤثری در به تعویق انداختن اکسیداسیون چربی و جلوگیری از اثرات نامطلوب آن، حفظ ویژگی‌های بافت، بهبود و تثبیت در شاخص‌های رنگ میگو در مقایسه با تیمار شاهد و پیروفسفات سدیم را از خود نشان داده است. مطابق با نتایج حاصل به کارگیری کیتوزان و الیگوساکارید آن به عنوان محافظ سرمایی سبب حفظ کیفیت بافت میگوی بدون پوست منجمد می‌گردد.

اثر محافظ‌های سرمایی مختلف بر روی پروتئین‌های میوفیبریلار، فعالیت آنزیم‌های بیوشیمیایی و بافت ماهیچه‌ای ماهی کپور روهو (*Labe rohita*) در نگهداری طولانی مدت به صورت منجمد توسط Jasra et al, 2006 مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش اثر محافظ‌های سرمایی مختلف به صورت جداگانه یا در ترکیب باهم شامل (ساکارز gl^{-1} ۸۰ + سوربیتول gl^{-1} ۸۰)، (آلژینات سدیم gl^{-1} ۴)، [۳۹] (STPP gl^{-1} ۳)، (سوربیتول gl^{-1} ۴۰ + STPP gl^{-1} ۳)، (ساکارز gl^{-1} ۸۰ + سوربیتول gl^{-1} ۴۰ + STPP gl^{-1} ۳)، (سوربیتول gl^{-1} ۴۰ + STPP gl^{-1} ۳ + آلژینات سدیم gl^{-1} ۴) و تیمار شاهد در مدت ۲ سال در دماهای ۲۰- و ۳۰- درجه سانتی گراد مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل این مطالعه نشان داد که بعد از ۱۲ ماه نگهداری به صورت منجمد به غیر از بافت غوطه‌ور شده در سوربیتول + STPP + آلژینات سدیم، دیگر ترکیبات محافظ سرمایی، علائم تجزیه میوفیبریلاری را تجربه کردند. با این حال حتی این مخلوط به مدت ۱۸ ماه در دمای ۳۰- درجه سانتی گراد مؤثر بوده و پس از این مدت زمان فرآیند تخریب پروتئین‌های میوفیبریل مشاهده شد. همچنین کاهش دمای نگهداری از ۲۰- به ۳۰- روند تخریب در ماهیچه ماهی را کند می‌کند. مطابق با این تحقیق استفاده از محافظ‌های سرمایی در نگهداری طولانی مدت فیله کپور روهو به صورت منجمد نتایج مثبتی در کاهش اثرات نامطلوب انجماد به همراه داشت.

مطالعه‌ای به منظور برسی اثر پروتئین هیدرولیزشده ماهی [۴۰] (FPH) بر روی خواص فیزیکوشیمیایی و تشکیل ژل اکتومیوزین ماهی کاد اقیانوس آرام توسط Korzeniowska et al, 2013 صورت گرفت. در این تحقیق خصوصیات اکتومیوزین طبیعی [۴۱] (NAM) حاوی ۲٪ یا ۸٪ پروتین هیدرولیزشده (FPH-8, FPH-2) و مخلوط ۸٪ ساکارز-سوربیتول قبل و بعد از انجماد مورد برسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصل شده آب‌گریزی سطحی درتیمار شاهد و FPH-2 در حین انجماد و انجمادزدایی افزایش

[۳۸] Conjugated Dienes
[39] Sodium tripolyphosphate
[۴۰] Fish protein hydrolysate
[۴۱] Natural actomyosin

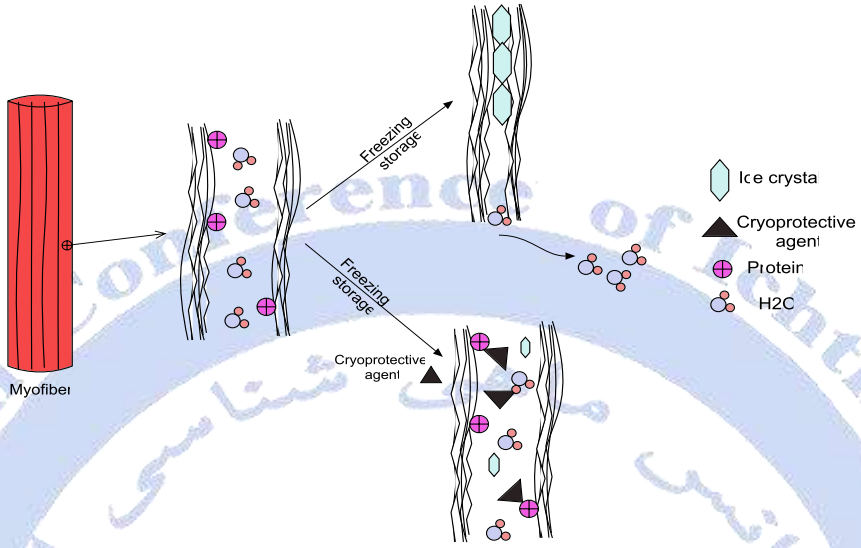
یافته درحالی که این مقدار FPH-8 تغییر نکرده است. همچنین حرارت‌پذیری بیشتر اکتین و میوزین در FPH-8 مشاهده شد. اسیدهای آمینه و پپتیدهای موجود در FPH با پروتئین موجود در اکتومیوزین طبیعی (NAM) بخصوص اکتین در تعامل هستند که می‌تواند منجر به تشکیل یک شبکه ژلی با ظرفیت نگهداری بهتر آب شود. این مطالعات نشان داد که FPH به طور مؤثر به عنوان محافظ سرمایی می‌تواند ساختار و عملکرد پروتئین NAM در طول انجماد و انجمادزدایی حفظ کند.

طبق تحقیقات Jenkelunas & Li-Chan, 2018 که بر روی تولید و ارزیابی اثر پروتئین هیدرولیز شده ماهی قلاب‌دهان اقیانوس آرام (*Merluccius productus*) به عنوان محافظ سرمایی در حین انجماد و انجماد زدایی گوشت چرخ کرده ماهی کاد مورد بررسی قرار دادند. ۴٪ یا بیشتر پروتئین هیدرولیز شده این ماهی در کاهش رطوبت، تلخی، سفتی و افت پخت در مقایسه با ۸٪ ساکارز-سوربیتول به مقدار قابل توجه‌ای موثرتر بود و می‌تواند جایگزینی مناسب برای محافظ‌های سرمایی که بر پایه قند (سوربیتول، ساکارز) هستند، در نظر گرفت.

اثر زایلوالیگوساکارید بر روی پروتئین میگوی وانامی بدون پوست در مقایسه با تیمار پیروفسفات سدیم در طول ذخیره نگهداری منجمد توسط Zhang et al, 2018 مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌ها نشان داد که خیساندن میگو بدون پوست در محلول‌های الیگوساکارید قبل از نگهداری منجمد، آسیب‌های ناشی از ذوب و پخت در میگوی منجمد را به طور قابل توجه‌ای کاهش می‌دهد. علاوه بر آن منجر به کاهش آسیب‌های بافتی و افزایش پایداری پروتئین در حین انجماد می‌شود.

بحث و نتیجه گیری

دناتوره شدن پروتئین‌های میوفیبریل محصولات شیلاتی یکی از مهمترین تغییراتی است که در طول فرآیند انجماد و انجمادزدایی رخ می‌دهد که منجر منجمد شدن آب خارج سلولی مولکول‌های پروتئین، شکسته شدن پیوندهای هیدروژنی و در نهایت ناپایداری در ساختار و حالت طبیعی پروتئین می‌شود (Jannat alipour,2013). از اثرات منفی دناتوره‌شدن پروتئین از دست رفتن بافت ماهی، افزایش آب آزاد، تغییر در طعم و کاهش ارزش غذایی فرآورده‌های شیلاتی است که در اثر تشکیل ترکیبات کربونیلی در پروتئین‌های میوفیبریلار ایجاد می‌شود (Estévez M, 2011). محافظ‌های سرمایی از طریق هیدراته کردن پروتئین عضله از دناتوره شدن پروتئین جلوگیری می‌کند و منجر به حفظ ظرفیت نگهداری آب در رشته‌های پروتئینی می‌شود. مکانسیم عمل محافظ سرمایی به این صورت است که در حالت طبیعی رشته‌های میوفیبریل از هم دور هستند و آب بین مولکول‌های آن محبوس شده است ولی هنگامی‌که انجماد رخ می‌دهد، باعث یخ زدن مولکول‌های آب و خارج شدن آن از زنجیره‌های پروتئین می‌شود در نتیجه رشته‌های پروتئین‌های میوفیبریل به یکدیگر نزدیک شده و بین گروه‌های فعال آن‌ها برهم‌کنش‌های هیدروفوبیک، دی سولفیدی و هیدروژنی ایجاد می‌شود و بلورهای یخ (در خارج از رشته‌ها) به تدریج رشد کرده و بزرگ شده که منجر به پدیده دناتوره شدن پروتئین‌ها در اثر انجماد می‌شود. محافظ‌های سرمایی با داشتن حداقل دو گروه فعال که یکی از آنها با زنجیره پروتئین و دیگری با آب وصل واکنش می‌دهد، پروتئین را هیدراته کرده و باعث شده که آب در میان زنجیره رشته‌های پروتئین-پروتئین منجمد شود و به‌دلیل عدم تحرک از بین رشته‌ها خارج نشود. در نهایت از نزدیک شدن رشته‌های پروتئینی به همدیگر جلوگیری می‌کند) (شکل ۱)(Moosavi-Nasab, *et al.*, 2009).



شکل ۱: طرح شماتیک چگونگی تأثیر محافظ‌های سرمایی در حفظ ظرفیت نگهداری آب توسط پروتئین‌های میوفیبریل

نگهداری منجمد رایج‌ترین روش نگهداری طولانی مدت میگو است که می‌تواند مانع از رشد میکروبی، کند شدن فعالیت‌های آنزیمی و همچنین حفظ طعم و ارزش غذایی شود (Zhang *et al.*, 2018). مطابق با تحقیقات انجام شده توسط (Taghani, *et al.*, 2020) آب بافت میگو منجمد در نمونه‌های حاوی محافظ سرمایی (پیروفسفات سدیم، کیتوزان، الیگوساکاریدکیتوزان و تیمارهای ترکیبی پیروفسفات سدیم) کاهش پیدا کرده است اما میزان این کاهش نسبت به تیمار شاهد به مقدار قابل توجه‌ای کمتر بوده است. کاهش میزان رطوبت بافت میگو منجر به اثرات نامطلوب همچون تغییر شکل در پروتئین‌های میوزین و افزایش فضای خارج سلولی، تخریب غشا سلولی و در نهایت افزایش احتمال دناتوره شدن پروتئین‌ها می‌شود. کیتوزان و الیگوساکاریدهای آن با پروتئین پیوند تشکیل داده و علاوه بر آن با مولکول‌های آب موجود در بافت واکنش می‌دهند که منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در بافت میگوی منجمد شده می‌شود. همچنین نتایج بدست آمده از این تحقیق قابل مقایسه با یافته‌های (Mousavi Nasab, et al,. 2013)می‌باشد که یخ پوشی با ۲ درصدکیتوزان روشی مؤثر در محافظت از اثرات نامطلوب نگهداری منجد مقایسه با تیمارهای آب، متا بی‌سولفیت سدیم بود، نشان داد که به دلیل جذب بالای آب در نمونه‌های تیمار شده با محلول کیتوزان، افت در اثر انجماد به مراتب کمتر بوده است. برخی از ترکیبات شیمیایی همچون هیدروکلوئیدها به عنوان محافظ‌های سرمایی، در حفظ و بهبود کیفیت محصولات غذایی در فرآیندهای انجماد، نگهداری منجمد و انجمادزدایی حائز اهمیت هستند. مطابق با مطالعات انجام شده استفاده از محافظ‌های سرمایی برای جلوگیری یا کاهش اثرات نامطلوب همچون دناتوره شدن پروتئین‌ها، اکسیداسیون چربی و حفظ ظرفیت نگهداری آب و در نهایت تهیه محصولی مطلوب از نظر طعم و ارزش‌های غذایی در فرآیند انجماد، نگهداری و انجمادزدایی می‌تواند مفید باشد.

منابع

Alexandratos N., and J. Bruinsma. (2012). *World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.* ESA Working Paper No. 12-03. Rome, FAO.

Chaisawang M., and Suphantharika M. (2006). Pasting and rheological properties of native and anionic tapioca starches as modified by guar gum and xanthan gum. *Food Hydrocolloids*, 20: 641–649.

Chao X., Bin Z., Lu-Kai M., & Ji-Peng S. (2017). Cryoprotective Effects of Trehalose, Alginate, and its Oligosaccharide on Quality of Cooked-Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) During Frozen Storage. Journal of Food Processing and Preservation, 41(2), e12825. doi:https://doi.org/10.1111/jfpp.12825.

Estévez M. (2011). Protein carbonyls in meat systems: A review. Meat Sci, 89(3):259-79.

Fuchigami M., Hyakumoto N., Miyazaki K., Nomura T. and Sasaki J. (1994). Texture and histological structure of carrots frozen at a programmed rate and thawed in an electrostatic field. J. Food Sci. 59: 1163–1168.

Fuchigami M., Kato N. and Teramoto A. (1997). High pressure freezing effects bon textural quality of carrots. J. Food Sci., 62(4): 804–808.

Haliloğlu Hİ, Bayır A, Sirkecioğlu AN, Aras NM, Atamanalp M. (2004). Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. Food Chem. 86(1): 55-9

Jannat alipour H., Shabanpour B., Sadeghi Mahoonak A. R., Shabani A. (2013). Effects of freezing and two thawing methods on food quality of Persian sturgeon fillets. 10(40):11-20. [In Persian]

Jasra K.S., Zielinski B. and Jasra K.P. (2006). Cryoprotective additives and cryostabilisation effects on muscle fillets of the freshwater teleost fish Rohu carp (*Labeo rohita)* during prolonged frozen storage. *J. Sci. Food Agric*. 86 (15): 2609-2620.

Jenkelunas PJ., Li-Chan ECY. (2018). Production and assement of pacific hake (Merluccius productus) hydrolysates as cryoprotectants for frozen fish mince. Food Chem. 239: 535-543. Doi: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.148.

Kamalipour Sh. (2016). The effect of different defrosting methods on the nutritional value of aquatic animals. Shrimp and Crustacean Journal. Page(s) 72-78. [In Persian]

Korzeniowska M., Cheung I., & Li-Chan EYC. (2013). Effects of fish protein hydrolysate and freeze-thaw treatment on physicochemical and gel properties of natural actomyosin from Pacific cod. Food chemistry. 138. 1967-75. 10.1016/j.foodchem.2012.09.150.

Levine H., and Slade L. (1990). In Ma, C.Y. and Harwalkar, V.R. (eds), Thermal Analysis of Foods. *Elsevier Applied Science*, London, 1-48

Linlaud N., Ferrer E., Puppo M.C., and Ferrero C. (2011). Hydrocolloid interaction with water, protein, and starch in wheat dough. *J. Agric. Food Chem.*, 59: 713-719.

Ma L.-k., Zhang B., Deng S.-g., & Xie C. (2015). Comparison of the Cryoprotective Effects of Trehalose, Alginate, and Its Oligosaccharides on Peeled Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) During Frozen Storage. Journal of Food Science, 80(3), C540-C546. doi:https://doi.org/10.1111/1750-3841.12793

Medina I., Gallardo J.M., Aubourg S.P. (2009). Quality preservation in chilled and frozen fish products by employment of slurry ice and natural antioxidants. International Journal of Food Science and Technology, 44(8), 1467-1479.

Mousavi Nasab M., Mesbahi G., Maghsodi L. (2009). Investigation of the Cryoprotective effect of pectin on frozen surimi. JWSS, 12(46): 221-229. [In Persian]

Moosavi-Nasab S., Moosavi-Nasab M., Mesbahi, GH., Jamalian J., & Maghsoudlou Y. (2013). Ice-glazing of Frozen Shrimp using chitosan hydrocolloid for improving its qualitative properties. Juurnal of food processing and preservation, 5 (2): 1-17. [In Persian]

Oujifard A. (2015). Effect of sucrose and sorbitol on properties of protein based-film from red tilapia (*Oreochromis niloticus*) fish. Journal of food science and technology(Iran), 13(53): 159-149 (In Persian).

Persson P.O, Londahl G. (1993). Freezing technology. In: Frozen Food Technology (Ed CP Mallett). Glasgow: Chapman and Hall.

Razavi Shirazi H. (2007). Seafood technology Principles of storage and processing. Pars Negar Publications. 336 p. (In Persian).

Regand A. and Goff H.D. (2002). Effect of biopolymers on structure and ice recrystallization in dynamically frozen ice cream model systems. *J. Dairy Sci*, 85(11):2722-2732.

Shabanpour B., Asghar Zadeh A., Hosseini H., Abbasi M. (2008). Lipid Quality Changes of Silver Carp (Hypophthalmichthys molitrix) during Frozen Storage. Journal of agricultural sciences and natural resources, Page(s) 38 TO 43. (In Persian).

Taghani T., Shabanpour B., Pourashouri P., Alishahi A. (2020) The effects of chitosan hydrocolloid and Its oligosaccharides in comparision with sodium pyrophosphate on some quality properties of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during frozen storage. Journal of research and innovation in food science and technology, 3(9): 307 _ 322 (In Persian).

Tzikas Z., Ambrosiadis I., Soultos N., Georgakis S., (2007). Quality assessment of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) and blue jack mackerel (*Trachurus picturatus*) during storage in ice. Food control 18, 1172- 1179.

Zhang B., Hao G.-j., Cao H.-j., Tang H., Zhang Y.-y., & Deng S.-g. (2018). The cryoprotectant effect of xylooligosaccharides on denaturation of peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei*) protein during frozen storage. Food Hydrocolloids, 77: 228-237. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.038.

Zounis S., Quail K.J., Wootton M., and Dickson M.R., (2002). Studying Frozen Dough Structure Using Low-Temperature Scanning Electron Microscopy. *J. Cereal Science* 35(2): 135-147.

گیاه موسیر (*Allium hirtifolium*) رشد، ایمنی، و مقاومت قزل آلای رنگین مکان در برابر بیماری استرپتوکوکوزیس بهبود می‌بخشد

قاسم رشیدیان [۱*]، حبا حلبو [۲]، مارکو دی پروکیک [۳]، آذین فهیم [۱]، کاترینا فاجیو [۴*]

۱- گروه آبزی پروری، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور ۴۶۴۱۷۷۶۴۸۹، ایران

۲- گروه بیماریها و مدیریت ماهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاهZagazig ، Zagazig 44519، مصر

۳- گروه فیزیولوژی، موسسه تحقیقات بیولوژیکی"Siniša Stanković" ، موسسه ملی جمهوری صربستان، دانشگاه بلگراد، ۱۱۰۶۰ بلگراد، صربستان

۴- گروه شیمی، زیست شناسی، داروسازی و علوم محیطی، دانشگاه مسینا، ایتالیا

* Email: cfaggio@unime.it، ghasemrashidiyan@gmail.com

چکیده

در صنعت آبزی‌پروری افزودنی‌های خوراکی بمنظور مبارزه با بیماری‌ها در سراسر جهان مورد توجه روزافزون قرار گرفته‌اند. عصاره‌های گیاهی اثرات مثبتی بر رشد و ایمنی ماهی دارند. نتایج اولیه ما نشان داد که *Allium hirtifolium* در برابر باکتری‌های بیماری زای ماهی شامل Streptococcus *iniae*، *Yersinia ruckeri* و *Aeromonas salmonicida* مؤثر است: گیاه *A. hirtifolium* غنی از مواد فعال بیولوژیک مانند آلیسین و ajoene است که به اثرات آنتی اکسیدانی و آنتی باکتریایی آن کمک می‌کند. بنابراین مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثر تجویز خوراکی *A. hirtifolium* بر قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام شد. به ماهی‌ها توسط ۶ رژیم غذایی مختلف (رژیم غذایی پایه (به عنوان شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ گرم در کیلوگرم رژیم غذایی) به مدت ۶ هفته غذا دهی شدند. نتایج نشان داد که *A. hirtifolium* تا حد زیادی بر پاسخ‌های بیوشیمیایی، آنتی اکسیدانی و ایمنی سرم تأثیر می‌گذارد. سطح گنجاندن بالاتر *A. hirtifolium* در جیره اثر محسوس‌تری نشان داد. بر اساس نتایج حاصل از میزان زنده‌مانی پس مواجهه با S. iniae، گروه‌های دریافت کننده ۱۰ و ۲۰ گرم به ازای هر کیلوگرم *A. hirtifolium* مقادیر بیشتری نشان دادند. یافته‌های حاضر مؤثر و کارآمد بودن استفاده از پودر *A. hirtifolium* در رژیم غذایی به عنوان محرک رشد و تقویت کننده سیستم ایمنی برای قزل آلای رنگین کمان را نشان داد. برای درک کامل مکانیسم‌های اثر دخیل در این فرایندها تحقیقات بیشتری مورد نیاز است.

واژگان کلیدی: رشد، ایمنی، و مقاومت قزل آلای رنگین، موسیر (*Allium hirtifolium*)

Allium hirtifolium improves growth, immunity, and resistance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* against streptococosis

Ghasem Rashidian[1*], Heba H. Mahboub[2], Marko D. Prokić[3], Azin Fahim[1], Caterina Faggio[4*]

1- Department of Aquaculture, Faculty of Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor 4641776489, Iran; ghasemrashidiyan@gmail.com
2- Department of Fish Diseases and Management, Faculty of Veterinary Medicine, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt; hhhmb@yahoo.com
3- Department of Physiology, Institute for Biological Research "Siniša Stanković", National Institute of Republic of Serbia, University of Belgrade, 11060 Belgrade, Serbia; marko.prokic@ibiss.bg.ac.rs
4- Department of Chemical, Biological, Pharmaceutical and Environmental Sciences, University of Messina, Viale Ferdinando Stagno d'Alcontres 31, 98166 Messina, ME, Italy; cfaggio@unime.it

* Correspondence: cfaggio@unime.it; ghasemrashidiyan@gmail.com

Abstract

In aquaculture, feed additives are gaining increasing attention worldwide where disease outbreak is a major problem to deal with. Plant extracts are demonstrated to have positive effects on fish growth and immunity. Our preliminary results showed that *Allium hirtifolium* is effective against fish pathogenic bacteria: *Streptococcus iniae*, *Yersinia ruckeri*, and *Aeromonas salmonicidae*. The plant, *A. hirtifolium*, is rich in biologically active substances such as allicin and ajoene contributing to its antioxidant and antibacterial effects. Thus the present study was aimed to evaluate dietary effects of *A. hirtifolium* on rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Fish were given 6 different diets including basal diet (as control), 5, 10, 15, 20, and 25 g per kg diet for 6 weeks. Results showed that *A. hirtifolium* greatly influenced serum biochemical, antioxidant, and immune responses. The higher inclusion level of *A. hirtifolium* showed a greater effect. Meanwhile, results from the survival rate of fish challenged with *S. iniae* showed higher values in groups receiving 10 and 20 g per kg *A. hirtifolium*. The present findings suggest the beneficial use and promising efficiency of utilizing powdered *A. hirtifolium* in the diet as a growth promotor and immunostimulant for rainbow trout. Further research is needed to fully understand the underlying mechanisms.

Keywords: Mooseer, Bacterial infection, Medicinal plants, Growth performance, Disease resistance, Rainbow trout.

The poaching statistics of Amu Darya sturgeon at the lower reaches of the Amu Darya, Uzbekistan

Akbarjon Rozimov[1]; Bakhtiyor Sheraliev[2*]

1- Department of Zoology, Faculty of Biology, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
2- Key Laboratory of Freshwater Fish Reproduction and Development (Ministry of Education), School of Life Sciences, Southwest University, Chongqing, China

Email: bakhtiyorsheraliev@gmail.com

Abstract

Pseudoscaphirhynchus kaufmanni is a "living fossil" fish and unique to Central Asia. It's assessed as a Critically Endangered species on the IUCN Red List in 2009 and listed in CITES Appendix II in 1998. In the past, *P. kaufmanni* was also distributed in the Panj River. Recordings from the middle and lower reaches of the Amu Darya were provided by several researchers. Our study shows that at present this species is found from the upper to the lower reaches of the Amu Darya. Along with water pollution, poaching is also causing a sharp decline in the population of this species. The population has declined by more than 80% over the past three generations. Approximately 700 individuals were caught from 1964 to 2014. However, there was almost no direct data on the statistics of illegal hunting. To study the threats to the Amu Darya sturgeon, we have been constantly conducting observations and estimated poaching statistics since 2019. According to our observations, local fishermen caught 57 Amu Darya sturgeons from the lower reaches of the river in the first 8 months of 2021. The main reason for poaching is that fishermen sell these fish to women suffering from infertility. There is a rumor among the locals that this fish eliminates infertility. To investigate this rumor, we conducted a survey among more than 500 locals in the Khorezm Region. The survey found that 20% of those surveyed answered they believed a woman who ate this fish would get rid of infertility.

Keywords: endemic, living fossil, poaching, Uzbekistan

ماهیان حوزه تالاب بیشه دالان بروجرد (لرستان)

اسماعیل صادقی نژادماسوله*

موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

چکیده

بیشه دالان که در فاصله ۱۰ کیلومتری در جنوب شهرستان بروجرد بین روستاهای چگنی کش، بوریاباف وکپر جودکی در حاشیه رودخانه تیره با مساحت تقریبی ۹۱۴ هکتار در حاشیه دشتی به وسعت ۴۰ هزار هکتار قرار دارد. مطالعات اکولوژیک تالاب با هدف بررسی امکان آبزی پروری در سال ۸۰- ۱۳۷۹ با جمع آوری اطلاعات و تعیین ۵ ایستگاه نمونه برداری به صورت فصلی انجام گرفت. منبع تأمین آب بیشه از طریق نزولات جوی، رودخانه تیره و سرابهای چگنی کشی، سراب شور، بوریا باف، برد کل، چنارستان است. دمای آب بیشه دالان بین ۸ تا ۲۳/۵ درجه سانتیگراد، مقدار pH بین ۶/۵ الی ۷/۴، هدایت الکتریکی بین ۳۶۲ الی ۴۴۳ میکروموس بر لیتر، میزان TDS از ۳۶۶ تا ۳۹۳ میلیگرم در لیتر و حداقل اکسیژن در خروجی بیشه دالان ۵/۵ میلیگرم در لیتر اندازه گیری گردید. با بررسیهای بعمل آمده ماهیان بیشه دالان به ۳ خانواده Salmonidae، Cyprinidae و Poeciliidae، شامل ۷ جنس و ۱۱ گونه که بیشترین تعداد گونه متعلق جنس Capoeta با ۲ گونه و همچنین 8 گونه از این ماهیان غیر بومی می‌باشد.

واژگان کلیدی: ماهیان، بیشه دالان بروجرد، لرستان، ایران

Fishes of wetland Bisheh-Dalan Broojerd (Lorestan)

Sadeghinejad masouleh,E [1*]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Inland waters Aquaculture Research Center,Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Anzali, Iran

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

Abstract

Bisheh-Dalan wetland, which is located 10 km south of Boroujerd city between the villages of Chegni Kash, Boryabaf and Koper Jodaki on the banks of the Tireh River with an area of approximately 914 hectares on the edge of a 40,000-hectare plain. The ecological studies of the wetland were carried out with the aim of investigating the possibility of aquaculture in 2000-2001 by collecting information and determining 5 sampling stations on a seasonal basis. Baf, the whole range, is Chenarestan. Dalan grove water temperature between 8 to 23.5 ° C, pH value between 6.5 to 7.4, electrical conductivity between 362 to 443 µm / l, TDS level from 366 to 393 mg / l and minimum oxygen at the exit of Dalan grove 5.5 mg / l was measured. According to the researches of Dalan bush fish to 3 families Salmonidae, Cyprinidae and Poeciliidae, including 7 genera and 11 species, the largest number of species belong to Capoeta genus with 2 species and also 8 species of these non-native fish.

Keywords: Fishes,Wetland, Bisheh-Dalan, Lorestan, Iran.

مقدمه

با افزایش روز افزون جمعیت در قرن بیستم ودخالت غیر اصولی وبدون تعقل انسانها در طبیعت، برای بدست آوردن نیازهای غذایی، موجب از بین رفتن منابع، به خطر افتادن محیط زیست ودر نتیجه منقرض شدن گونه‌های مختلفی از گیاهان وجانورانی که ذخایر ژنتیکی ارزشمند حیات کره زمین را تشکیل می‌دهد بدنبال داشته وتوازن اکولوژیکی محیط اطراف مارا بر هم زده است. بدیهی است که بدون اندیشیدن به محیط زیست، بهبود ارتقاء کیفیت زندگی انسانها، با هدف بهره وری از طبیعت میسر نخواهد شد و ضرورت شناخت اکوسیستم‌های آبی به عنوان حساسترین منابع جهانی که همواره با مشکلات متعدد زیست محیطی روبروست، لذا اساسی‌ترین قدم در رفع معضلات آن‌ها می‌باشد. کشور ما به دلیل ویژگیهای جغرافیایی جزء مناطق خشک جهان بحساب می‌آید وبدین جهت مشکلات کمبود آب از زمانهای دور همیشه زندگی مردم ما را تحت تأثیر خود قرار داده، چنانچه قناتهای با قدمت چند هزار ساله ایران گواه این موضوع هستند. در گذشته تعادل جمعیتی وکشاورزی وصنعت موجب استفاده محدود از منابع را فراهم آورده ولی در چند دهه اخیر به دلیل نرخ بالای رشد جمعیت، عدم مدیریت صحیح وکارآمد، ضعف دستگاههای اجرایی وکنترل کننده سبب تخریب محیط زیست واز آن جمله اکوسیستم‌های آبی ایران شده است. تاکنون در اثر مساعی پژوهشگران واکولوژیست ها بسیاری از فوائد اکوسیستم‌های آبی شناخته شده است، اما هنوز ارزشهای بسیاری در این اکوسیستم‌ها نهفته است که شناخت آنها مستلزم مطالعات اساسی محیط‌های آبی ودر رأس آنها اکوسیستم‌های نظیر تالاب‌ها می‌باشد. مطالعات مختلفی در این منطقه انجام گرفته که از آن جمله، بیشه دالان با مساحت ۹۱۴ هکتار (محیط زیست استان لرستان)، حدود ۹۰۰ هکتارکه نقشه آن توسط اداره کل منابع طبیعی استان لرستان تهیه گردیده،۹۰۰ هکتار (عاشوری،۱۳۸۴)، در فاصله ۱۰ کیلومتری از جنوب شهر بروجرد قرار دارد. مطالعات مختلفی در دشت سیلاخور از جمله مطالعات هیدرومتری رودخانه تیره در ایستگاه رحیم آباد دشت سیلاخور (امور آب استان لرستان ۷۵-۱۳۵۴)، مهندسی محیط زیست آبهای جاری و رژیم جریان آنها (عباس پور،۱۳۷۱)، زمین شناسی و ژئومورفولوژی منطقه سیلاخور دورود (شهاب،۱۳۷۳)، سیمای کشاورزی دشت سیلاخور (گودرزی،۱۳۷۳)، مطالعات نیمه تفضیلی خاکشناسی و طبقه بندی اراضی بروجرد (کشمیری،۱۳۶۴)، بررسی پدیده‌های اقلیمی در حوزه دشت سیلاخور (مبارکیان،۱۳۷۳)، بررسی مسائل و مشکلات مجتمع پرورش ماهی دشت سیلاخور دورود (پیروزی، ۱۳۸۱). اما مطالعات ماهی شناسی بسیار کمی در این منطقه وجود دارد. همین امر مانع از بازسازی ذخایر آبزیان بعد از تلفات دسته جمعی انها در سالهای ۱۳۹۶ و ۱۴۰۰ و ما قبل از انها رخ داده می‌گردد. تالاب بیشه دالان یکی از اکوسیستم‌های آبی فصلی در استان لرستان است که امروزه قسمت اعظم آن توسط حاشیه نشیان روستاهای اطراف خشک گردید. باقی مانده آن یک نوار باریک از درختان گز Tamarix در حاشیه رودخانه تیره همچنین علفزارهای ونی‌هایی که هر ساله مورد برداشت اقتصادی روستائیان قرار می‌گیرند. زمینهای اطراف بیشه که هر ساله با سوزاندن درختان گز وغیره مورد تهاجم قرار می‌گیرد. در گذشته به دلیل وسعت بیشه دالان، داشتن آب مناسب، جهت گسترش آبزی پروری و اشتغال در استان برای احداث مزارع پرورش ماهیان گرم آبی در نظر گرفته شده بود، اما این امر به مکان دیگری در دشت سیلاخور انتقال یافت.

بیشه دالان در فاصله ۱۰ کیلومتری در جنوب شهرستان بروجرد بین روستاهای چگنی کش، بوریاباف وکپر جودکی در حاشیه رودخانه تیره با مساحت تقریبی ۹۱۴ هکتارکه امروزه قسمت کوچکی به صورت توده‌ای از درختچه‌های گز (Tamarix) وعلفزارهایی که بیشتر گرز (بوریا) Typha *australis* می‌باشد . در گذشته‌های نه چندان دور در مواقعی از سال که میزان بارش مناسب بود و هنوز ادوات ماشینی گسترش زیادی نداشت و در فصول پائیز وزمستان براثر بارش برف سبب انباشته شدن لایه‌های برف در ارتفاعات بر روی هم گشته و بارندگی بهاره سبب آب شدن برفهای کوه گرین مشرف بر

دشت سیلاخور در طی چند روز و بوجود آمدن سیلابهای مختلف از کوه به دشت می‌گردید, چنانچه قسمتهای زیادی از اطراف بیشه و روستاهای اطراف مورد هجوم سیل قرار و اکثر زراعت وگندمزارهای آن‌ها از بین می‌رفت. ولی امروزه سازمان آب به دلیل زهکشی‌های متعددی که در بیشه مزبور احداث کرده وخروجی آن به رودخانه تیره می‌ریزد, خشکه چنهای در دامنه گوه‌های مشرف بر دشت و همچنین خشکسالی در سالهای ۱۳۷۸ به بعد ونیز افزایش استفاده از آبهای جاری دشت به دلیل گسترش کشت های آبی چون برنج وخیار وغیره و نیز ازدیاد برداشت آب از لایه‌های سطحی و زیر زمینی از طریق چاههای مختلف در دشت از دلایل دیگر خشک شده این بیشه می‌باشد. مطالعه اکولوژی تالاب بیشه دالان با هدف بررسی‌های پلانکتونی، کفزیان، گیاهان آبزی، ماهیان، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب، منابع احتمالی آلاینده و خاکشناسی انجام گردید. این مطالعات جهت بررسی امکان سنجی احداث مزارع پرورش ماهیان گرم آبی در بیشه دالان بروجرد استان لرستان انجام گردید. لذا این مقاله قسمتی از آن گزارشات که مربوط به ماهیان است، ارائه می‌گردد.

مواد و روشها

مطالعه اکولوژیک بیشه[1] دالان از تابستان سال ۱۳۸۰ آغاز و تا زمستان سال ۱۳۸۱ به مدت ۱۸ ماه ادامه یافت. به دلیل اینکه طرح از تابستان شروع گردید و از آنجایکه کشت برنج در منطقه بشدت در حال گسترش می‌باشد تمام آب تأمین کننده بیشه مورد مصرف کشاورزی قرار گرفته و همچنین بدلیل وقوع خشکسالی در استان لرستان و به طبع در منطقه بیشه دالان، کاملاً خشک شده، حتی رودخانه تیره نیزکه یکی دیگر از منابع تأمین کننده آب کشاورزی دشت سیلاخور است، گاهاً قسمتی از آب بیشه دالان وارد آن می‌گردید، کاملاً خشک شده، چنانچه ماشین به راحتی از بستر رودخانه توانایی حرکت و جابجایی داشت. با شروع مطالعات مقدماتی و جمع آوری اطلاعات مختلف معلوم گردید که از ۹۱۴ هکتار مساحت بیشه در طی چند سال گذشته، حدود ۲۰۰ هکتار آن باقی مانده است. پس از مطالعات اولیه و شناسایی تعدادی چشمه گسترده (سراب) از جمله سرابهای شور، بردکل، چگینی کش و بوریاباف که از منابع اصلی و دائمی تأمین کننده آب بیشه دالان می‌باشند، با تعیین ۵ ایستگاه در سرابهای شور، کیوره، بردکل و کانالهای خروجی ۱ و ۲ نمونه برداری مختلف انجام گرفت.

شکل ۱- تصاویر ایستگاههای سراب شورو کانال خروجی (۲) بیشه دالان در فصل بهار - ۱۳۸۰

در هر ایستگاه یک نمونه آب سطحی استخر، جهت اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل اکسیژن محلول در آب (بوسیله آزمایش وینکلر), سختی و کربناتها (با روش استاندارد متد) برداشت و آزمایشات بوسیله تجزیه و تیتراسیون انجام شد. تعدادی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ایستگاههای تعیین شده در محل نمونه برداری بوسیله دستگاه‌های دیجیتال مدل WTW که شامل درجه حرارت آب و هوا، اکسیژن, EC,TDS, PH و شوری اندازه گیری گردید. فیزیکی و شیمیایی آب

۱-بیشه به جایی اطلاق می‌شود که عواملی چون آب، درخت و علفزار به همراه سایر موجودات با هم قرابت نزدیک داشته باشند.

رودخانه تیره متعلق در ایستگاه هیدرمتری رحیم آباد از دهستان چالانچولان دشت سیلاخور با مختصات طول جغرافیایی ۴۸- ۴۸ و عرض جغرافیایی ۴۷- ۳۳, که توسط سازمان آب دایر گردیده ودر نزدیکی خروجی بیشه دالان قرار دارد, مورد استفاده سپس بررسی و آنالیز گردید. نمونه برداری جهت شناسایی ماهیان, بوسیله الکتروشوکر از سرابها، حواشی بیشه و رودخانه تیره انجام و شناسایی تا حد گونه با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر انجام گردید.

نتایج

ماهیان از جانوران بسیار قدیمیند که ماهیان عالی Teleostei نخست در تری آسه بالایی دیده شده‌اند و بعداً در اواخر دوره گچی نسبت به گروههای دیگر Teleostomi فزونی یافتند و در ائوسن با عالیترین درجه تکاملی خود رسیدند و تاکنون نیز ادامه دارند. بیشتر انواع ماهیانی که هم اکنون وجود دارند به این گروه تعلق دارند بدین معنی که از ۳۰۰۰۰ گونه ماهیان بیش از ۱۱۵۰۰ گونه آن به گروه Teleostei تعلق دارند. گروه Teleostei از زیر رده Toleostomi و رده Pisces را به ۳۰ راسته تقسیم کرده‌اند. با بررسیهای بعمل آمده ماهیان بیشه دالان به ۳ خانواده Salmonidae، Cyprinidae و Poeciliidae، شامل ۷ جنس و ۱۱ گونه که بیشترین تعداد گونه متعلق جنس Capoeta با ۲ گونه و همچنین ۴ گونه از این ماهیان غیر بومی می‌باشد. در ذیل به ذکر برخی از مهمترین خصوصیات آنها اکتفا می‌شود.

جدول ماهیان بومی و غیر بومی بیشه دالان و رودخانه تیره بروجرد

راسته	خانواده	جنس و گونه
Cypriniformes	Cyprinidae	*Capoeta damascina*
		Capoeta trutta
		Chondrostoma regium
		Cyprinion macrostomum
		Cyprinus carpio
		Carassius crassius
		Ctenopharyngodon idella
		فیتوفاگ
		بیگ هد
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Gambusia holbrooki*
Salmonidae	Salmonidae	*Oncorhynchus mykiss*

نام محلی: زرده (لرستان) *Capoeta damascina* (Valenciennes in Cuvier and Valencienne,1842)

دارای یک جفت سبیلک کوچک می‌باشد. تعداد خارهای اولین کمان آبششی بیرونی ۱۹، درونی ۳۰ عدد و دندان حلقی ۳ ردیفی به فرمول (۲. ۳. ۴ - ۴. ۳. ۲) می‌باشد. در مکانهایی از رودخانه که سرعت آب زیاد است به راحتی زیست می‌کند و از نظر وزن, بزرگ‌تر از دیگر گونه‌های این جنس در استان می‌باشد (صادقی نژاد.۱۳۸۱). در فصل بهار با افزایش دبی آب رودخانه تیره به دلیل مهاجرت ماهیان جهت تخمریزی، تعدادی از این ماهیان از طریق کانالهای و زهکشهای حفر شده، وارد این منطقه (بیشه دالان) می‌شود.

نام محلی: قزل (لرستان)*Capoeta trutta* (Heckel,1844)

این ماهی به دلیل وجود لکه‌های (خال مانند) سیاه رنگ غیر منظم در سطح بدن و خار پشتی غیر منشعب نسبتاً قوی مضرس به راحتی قابل شناسایی می‌باشد. رنگ بدن این ماهی در زیستگاههای مختلف متغیر از نقره‌ای، خاکی، سبز زیتونی و گاهی توأم

و همچنین لکه‌های سیاه کم رنگ بزرگ در سطح بدن آنها مشاهده می‌شود. دارای یک جفت سبیلک کوچک است. تعداد خارهای اولین کمان آبششی بیرونی ۲۷ و درونی ۳۰ عدد و فرمول دانه‌ای حلقی (۲. ۳. ۴ - ۴. ۳. ۲) می‌باشد. این ماهی در اکثر منابع آبی جاری در سطح استان لرستان گسترش دارد، همچنین بیشتر در مکانهایی از رودخانه که دارای پناهگاههای زیستی است بیشتر صید می‌شود. سیاه ماهی یکی از گونه‌های اقتصادی استان لرستان بشمار می‌روند. (صادقی نژاد.۱۳۸۱) این گونه از طریق رودخانه تیره در فصل تخمریزی از مسیرهای خروجی بیشه وارد آن‌ها می‌شود.

نام محلی: عروس ماهی، رشتی، بچه کپور (لرستان) ***Chondrostoma regium*** (Heckel,1843)

این ماهی دارای بدن کشیده، دهان زیرین، رنگ بدن بروی خط جانبی نقره‌ای با باله‌های دمی نارنجی رنگ که حاشیه آن سیاه است و پایین آن سفیدرنگ که تمام سطح بدن بجز سر را فلس‌های سیکلوئید مشخص پوشانده است. تعداد خارهای اولین کمان آبششی بیرونی ۲۷ و درونی ۳۷ الی ۴۰ عدد و دندان حلقی یک ردیفی به فرمول ۶ ـ ۶ می‌باشد.

نام محلی: شاه ماهی، پهنه (لرستان) *Cyprinion macrostomum* (Heckel, 1843)

بدن کشیده و پهن، جثه کوچک که از طرفین کمی فشرده شده، دهان زیرین و نعل اسبی شکل، لب‌ها ضخیم و در کناره آن دارای یک جفت سبیلک کوتاه می‌باشد. تعداد خارهای اولین کمان بیرونی آبششی ۱۷ و درونی ۳۱ عدد و فرمول دندان حلقی ۳ ردیفی به (۲. ۳. ۵ - ۵. ۳. ۲) می‌باشند. این ماهی بیشتر در مناطق سنگی و صخره‌ای زیست می‌کند به همین علت دارای لب‌های نسبتاً پهن و ضخیم می‌باشد. غذای آن بیشتر از جلبک‌های روئیده بر روی سنگ‌ها به همراه موجوداتی که داخل آن زیست می‌کنند تشکیل می‌دهد گاهاً در بعضی از فصول صدها عدد از این ماهی در یک سطح کوچک از رودخانه با هم زیست می‌کنند و یکی از فراوانترین ماهیان استان می‌باشد.

نام محلی: کپور رشتی- کپور پرورشی *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

این ماهی دارای دو جفت سبیلک که یک جفت آن طویل و جفت دیگر کوتاه می‌باشد. دندان حلقی این ماهی سه ردیفی و فرمول آن (۳. ۱. ۱ - ۱. ۱. ۳) می‌باشد. ماهی کپور این منطقه از نوع کپور فلس دار که داری بدنی کاملاً پوشیده از فلس است. کپور وحشی ۴-۳ ساله غالباً ۴۰-۳۰ سانتیمتر طول ۱-۰/۵ کیلوگرم وزن دارند و بندرت کپور ماهیان به طول ۱۰۰ سانتمیتر و وزنی ۳۰-۲۵ کیلومتر می‌رسند. عمر ماهی کپور به ۴۰ سال می‌رسد. ماهی کپور از آبزیان بسیار ریز نقاط ساحلی و در بستر آب مانند کرم‌ها، لار و حشرات و نرمتنان کوچک تغذیه می‌کند و یک ماهی همه چیز خوار (Omnivorus) می‌باشد. ماهی کپور یکی از شناخته شده ترین ماهیان پرورشی کشور می‌باشد که ارزش غذایی خوبی دارد. این گونه ماهی در آبگیر و سرابهای بیشه زیست نموده و از طریق واحد آبزیان استان به سیستم معرفی شده و در گذشته تا وزن ۵ کیلوگرم صید گردیده است.

نام محلی: ماهی حوض، اوشین، بچه کپور، ماهی قرمز (لرستان) *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)

کـــــــــــــــــــــــــــــــاراس	گـــــــــــــــــــــــــــــــامـــــــــــــــــــــــــــــــبـــــــــــــــــــــــــــــــوزیـــــــــــــــــــــــــــــــا

این ماهی دارای بدنی پهن، فلس‌های سیکلوئید نسبتاً بزرگ، چشم‌ها درشت، فاقد سبیلک، سطح پشتی ماهی حالت قوسی و هلالی شکل، دهان تقریباً فوقانی, دندان حلقی یک ردیفی و فرمول ۴-۴، باله پشتی مرتفع و طویل، باله دمی دارای شکاف کم و تعداد خارهای کمان آبششی ۳۳-۲۳ عدد می‌باشد. ماهی برکه‌ای در رودخانه‌ها، برکه‌ها، جویبارها و دریاچه‌ها زندگی می‌کند و وارد آبهای لب شور نیز می‌شود ولی غالباً این ماهی را در باتلاقها یا برکه هائی که مملو از گیاهان آبزی است می‌توان مشاهده نمود و به این دلیل گاهی آنرا ماهی باتلاقی می‌خوانند و در واقع جزء معدود ماهیانی است که در این محیط زندگی می‌کنند. درصد بسیار بالایی از این ماهیان ماده می‌باشند و حتی گاهی ماهیان با سایز زیر ۱۰۰ میلی متر نیز به بلوغ جنسی رسیده‌اند. این ماهیان به مقدار زیاد به کمبود اکسیژن مقاوم هستند چنانچه در بعضی موارد ماهیان صید شده‌اند از این گونه در کلمن با اندکی رطوبت تا ۲۴ ساعت زنده مانده‌اند. این ماهی دارای ارزش اقتصادی چندانی نمی‌باشد و ماهیان بزرگ جثه آن که وزن ۲۰۰ گرم به بالاتر را داشته باشند مورد مصرف غذایی در منطقه قرار می‌گیرد. این ماهی که بومی استان نیست توأماً با کپور ماهیان پرورشی وارد استان و آبگیرها و رودخانه‌ها شده است. در مناطقی از استان که منابع آبی غنی از مواد غذایی است مثل بعضی از سراب‌های استان لرستان از جمله بیشه دالان وجود دارد و همچنان گسترش آن رو به ازدیاد است.

نام محلی: قزل آلا (لرستان) *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859)

این ماهی دارای جثه کوچک به طوری که طول جنس نر تا ۳/۵ سانتی متر و جنس ماده تا ۶ سانتی متر می‌رسد. جنس نر ماهی گامبوزیا دارای اندام تناسلی Gonopodium می‌باشد که از تغییر شکل باله مخرجی به وجود آمده است. این ماهی در ناحیه سر دارای نوارهای تیره رنگ عرضی می‌باشد که از چشم‌ها نیز می‌گذرد. این ماهی از ایالت‌های جنوبی آمریکا که در آنجا برابری مبارزه با پشه آنوفل ناقل بیماری مالاریا پرورش داده می‌شد و بعد به اروپا و سپس به ایران منتقل شده است. این ماهی در مواجه با عوامل نامساعد بسیار مقاوم است. از نظر ارزش اقتصادی, ماهی گامبوزیا تنها برای مبارزه با لارو پشه مالاریا مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجائی که آبگیرهای طبیعی و ساکن محل خوبی برای تخمریزی حشرات می‌باشد و زمانی که سیکل زندگی پشه آنوفل ناقل بیماری مالاریا مورد بررسی قرار گرفت، یک راه کنترل بیماری مزبور با استفاده از ماهی گامبوزیاکه علیه بیماری می‌تواند کاربرد داشته باشد. ماهی گامبوزیا را در اکثر آبگیرها و منابع آبی که اطراف شهرها و روستاها قرار دارد با هدف از بین بردن لاروهای پشه آنوفل معرفی گردید که سرابهای دشت سیلاخور و بیشه دالان از جمله آن منابع آبی به شمار می‌آید.

نام محلی: قزل آلا (لرستان) *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)

این ماهی دارای یک نوار پهن به صورت رنگین کمان در هر دو طرف بدن می‌باشد، لکه‌های تیره رنگ بر روی سر، بدن، پشت، باله چربی و باله دمی این ماهی دیده می شود. باله پشتی دارای ۵ شعاع غیر منشعب و ۹ شعاع منشعب باله مخرجی دارای ۳ الی ۴ شعاع غیر منشعب و ۹ شعاع منشعب می‌باشد. فلس‌های روی خط جانبی ۱۲۵ الی ۱۳۰ عدد است. به دلیل احداث کارگاههای ماهیان سردابی در بالا دست رودخانه تیره و همچنین سراب بردکل, این ماهی را در آن مناطق وجود دارد.

بحث

بیشه دالان بروجرد یک آبگیر فصلی است که حیات آبی آن بستگی به میزان بارش سالیانه دارد. مساحت بیشه دالان در چند سال اخیر کاهش یافته, بطوری که از ۹۱۴ هکتار گزارش شده (اداره کل محیط زیست استان لرستان)، به ۲۰۰ هکتار در زمان اجرای طرح, ۷۰ هکتار (ساکت,۱۳۸۴) رسیده است. آخرین اطلاعاتی که منطقه بدست آمد از این هم کمتر گردیده است. در طی سالهای دهه ۱۳۷۰ قرار بود که در این منطقه یک سایت پرورش ماهی گرمابی احداث گردد, اما آنچنان بیشه دالان پر آب

و سیلابی بود که این پروژه به مکان دیگری در فاصله تقریبی ۴۰ کیلومتری دشت سیلاخور با موافقت اولیه ۱۲۰۰ هکتار در روستاهای تنوردر، شکرآباد و قاسم آباد، بخش مرکزی شهرستان دورود انتقال یافت. در حال حاضر بیش از ۲۰ تعاونی پرورش ماهی در این مجتمع با وسعت ۳۰۰ هکتار مشغول فعالیت هستند. یکی از مشکلات عمده در مجتمع پرورش ماهی دشت سیلاخور عدم رشد ماهی فیتوفاک و پائین بودن میانگین تولید است (پیروزی, ۱۳۸۱). مشکلات بوجود آمده سبب گردیده که اکثر پرورش دهندگان مجتمع با مشکل پرداخت وام دریافت شده و تعدادی هم نیمه فعال می‌باشند. یک مزرعه پرورش ماهی گرم آبی ۱۰ هکتاری در نزدیکی بیشه دالان (فاصله تقریبی ۱۰ کیلومتر) به دلیل عدم تولید مناسب در سالهای اخیر غیر فعال گردیده, دلیل آن خشکسالی و نداشتن تولید مناسب ماهی می‌باشد.

با توجه به داده‌های هواشناسی از سال ۱۳۷۶ رطوبت مطقه کاهش پیدا کرده وتا سال ۱۳۸۲ ادامه داشته و مقدارحداکثر از ۶۰ درصد به ۵۰ درصد و به میزان ۱۰ درصد کاهش رطوبت داشته است. کاهش رطوبت سبب افزایش تبخیر که این عوامل هر کدام به صورت مستقم وغیر مستقیم سبب خشک شدن بیشه دالان گردیده است. همچنین به دلیل استفاده از آبهای سطحی چشمه‌ها, سراب‌ها و رودخانه در سالهای اخیر و نیز با افزایش سطح زیر کشت و همچنین تغییرات نوع کشت از جمله کشتهای آبی و بخصوص برنج به مساحت ۱۰۰۰ هکتار (سازمان جهاد کشاورزی استان لرستان, ۱۳۸۴) مصرف آب کشاورزی بالا رفته که همین امر موجب، استفاده قسمت زیادی از آبهای منابع سطحی در بالا دست رودخانه گردیده است. استفاده از آبهای سطحی در اوخر فصل بهار و تابستان, سبب خشک شدن رودخانه تیره می‌شود که این, تأثیر مستقیم برخشک شدن بیشه دالان داشته است. میزان بارندگی در طی سال از پراکنش قابل قبولی جهت کشاورزی برخوردار نبوده, چنانچه در فصولی که نیاز به آب فراوان است, دبی رودخانه پائین, حتی در حد صفر است و این یک مشکل محدود کننده جهت احداث سایت پرورش ماهی در منطقه می‌باشد. با توجه به اینکه در سایت مجتمع گرم آبی سیلاخور دورود، همه پرورش دهندگان از آب چاههای نیمه عمیق جهت تأمین نفوذ پذیری و تبخیر استفاده می‌کنند (پیروزی, ۱۳۸۱). استفاد بیش از حد از آبهای زیر زمینی سبب ایجاد یک بیلان آبی منفی در سفره‌های آبی زیر زمینی ایجاد می‌کنید و مشکلات دیگری را در پی خواهد داشت. همچنین عوامل مختلفی که در گزارش نهایی تالاب بیشه دالان بیان گردیده ازجمله افلیم دشت، گسل‌های فراوانی منطقه، بارش، دمای هوا و طول دوره رشد ماهیان، یخبندان منطقه، باد و تبخیر است. با توجه به نتایج بدست آمده، عملاً پرورش ماهیان گرم آبی در شرایط فعلی در منطقه مورد نظر با مشکل روبرو خواهد شد. چنانچه در پائین دست رودخانه، مجتمع گرم آبی سیلاخور در فصل تابستان با آن روبرو هستند و اگر آبی در رودخانه باشد، در درجه اول متعلق به سایت مزبور که سرمایه گذاری زیادی برای آن شده است. در صورت احداث سد ذخیره آب در ارتفاعات دشت سیلاخور (مروئک, ونائی و ...) شرایط فرق می‌کند.

در نهایت زمان تدوین گزارش و جستجوی اینترنتی نتیجه حاصل شد که در طی دو سال اخیر ۱۳۹۶ و ۱۴۰۰ در منطقه به دلایل بیان شده در این مقاله بر اثر خشک سالی و وروئد فاضلاب صنعتی منجر به تلفات دسته جمعی ماهیان کل رودخانه شده است. لذا بر همین اساس شناسایی ماهیان این رودخانه و تالاب بیشه دالان می‌تواند در بازسازی ذخایر مؤثر واقع گردد.

منابع

امیری یاراحمدی, ب. ۱۳۸۴. بررسی چگونگی اثرات عوامل مختلف جوی برتنش گندم. مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی سیلاخور.

پیروزی. ف. توکلی, م. مهرانی, ر. ۱۳۸۱. بررسی مسائل و مشکلات مجتمع پرورش ماهی دشت سیلاخور دورود. مرکز تحقیقات نمابع طبیعی و امور دام لرستان.

خادمی، ک.۱۳۷۳. سیمای استان لرستان، نشریه پژوهشی مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام استان لرستان.

ریاضی, برهان. ۱۳۷۰. منطقه حفاظت شده سیاه کیشم اکوسیستمی ویژه از تالاب انزلی. انتشارات سازمان حفاظت محط زیست ایران. ۹۸ ص.

ساکت، امیر. ۱۳۸۴. بیشه دالان نیازمند احیا و توجه جدی است. روزنامه اطلاعات ۱۳۸۴/۰۴/۲۶.

شهاب, غلامعباس. ۱۳۷۳. زمین شناسی و ژئومورفولوژی منطقه دشت سیلاخور. نخستین سمینار علمی- تحقیقی کشاورزی دشت سیلاخور بروجرد.

صادقی نژاد، ا.۱۳۸۱. شناسایی ماهیان بومی استان لرستان (حوزه دز). مرکز تحقیقات منابع طبیعی وامور دام استان لرستان.

قویدل، م. ۱۳۷۴. سیاه ماهیان حوزه آبریزایران وبین النهرین.

کشمیری، ف. ۱۳۶۸. مطالعات نیمه تفضیلی خاکشناسی وطبقه بندی اراضی دشتهای خرم آباد وبروجرد استان لرستان. موسئسه تحقیقات خاک وآب، نشریه فنی شماره ۶۷۱.

گودرزی, داریوش.۱۳۷۳. سیمای کشاورزی دشت سیلاخور. نخستین سمینار علمی- تحقیقی کشاورزی دشت سیلاخور بروجرد.

لطیفی, محمود. ۱۳۶۴. مارهای ایران. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست ایران.

مبارکیان، س، م. ۱۳۷۱. تحلیلی بر وضعیت اقلیمی استان لرستان. سازمان جهاد سازندگی استان لرستان.

مبارکیان، س، م. ۱۳۷۳. بررسی پدیده‌های اقلیمی در حوزه دشت سیلاخور. نخستین سمینار علمی- تحقیقی کشاورزی دشت سیلاخور بروجرد.

نصیری، ب.۱۳۷۷. طرح سیل خیزی استان لرستان، بخش اقلیم، مدیریت آبخیزداری استان لرستان.

وثوقی، م.مستجیر، ب.۱۳۷۱. ماهیان آب شیرین. انتشارات وچاپ دانشگاه تهران.

. نور محمدی, ق. ۱۳۷۳. جغرافیای فیزیکی سیستمهای کشاورزی در مناطق معتدله. نخستین سمینار علمی- تحقیقی کشاورزی دشت سیلاخور بروجرد.

Berg,L.S.Freshwater Fishes of USSR and Adjacent countres– Vol.I,II.

Coad,W,B.Environmental change and its impact on the Freshwater Fishes of Iran.England,1980.

Coad,W,B.Aprovisional Annotated check-list of the Freshwater Fishes of Iran.Shiraz university,1978.

Coad,W,B.Freshwater Fishes of Iran,A check list and Bibliography canadian museum of nature,1992.

Gray,J.,1981.The ecology of marine sediment, an introduction to the structure and function of benthic communities. Cambridge University Press, Cambridge.185 P.

Holcik,j.1989.The Freshwater Fishes of Europe Vol.1/II.

فراوانی و پراکنش ماهیان بومی رودخانه کشکان (لرستان)

اسماعیل صادقی نژادماسوله [۱*]؛ عادل حسینجانی [۱]، حمید رضا علیزاده [۲]؛ علیرضا رادخواه [۳]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی

۲- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج گشاورزی، انستیتو تحقیقات بین المللی ماهیان خاویاری، رشت

۳-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

چکیده

بررسی ماهیان استان لرستان در طی یک دوره ۲۰ ساله ۱۳۷۵ الی ۱۳۹۵ انجام که این اطلاعات بخش از گزارش‌هاست. لذا در این گزارش به بررسی فراوانی و پراکنش ماهیان بومی رودخانه کشکان با طول مسیر آبی ۱۶۰ کیلومتر، پرداخته می شود. بعد از مطالعات مقدماتی و جمع آوری اطلاعات لازم نسبت به تعیین ۶ ایستگاه نمونه برداری ثابت و برآوردی کمی و کیفی ماهیان انجام گرفت. نمونه برداری ازماعیان از ایستگاه‌ها به صورت فصلی با الکترو شوکر، تورپرتابی و تور گوشگیر انجام شد. ماهیان زیست سنجی شده (طبق فرم از قبل طراحی شده، شامل شماره ایستگاه، محل صید، تاریخ صید، گونه، وزن، طول کل، طول فورگ، سن ماهی، جنسیت و آمادگی جنسی ثبت، سپس کلیه اطلاعات و داده‌ها در نرم افزار Excel ذخیره، سپس در برنامه SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. در این مطالعه ۴۲۰۷ قطعه ماهی متعلق به ۱۸ گونه صید و مورد بررسی قرار گرفت، بیشترین نمونه متعلق به *Capoeta trutta* با ۱۴۸۵ قطعه و سپس *Cyprinion macrostomum* با ۱۳۰۶ قطعه و Capoeta *damascina* با ۵۲۵ قطعه و کمترین نمونه یک گونه غیراقتصادی تحت عنوان *Mystus pelusins* به دست آمده است. در ایستگاههای نمونه برداری بیشترین نمونه‌ها در شرایط یکسان با ۱۹/۶ درصد متعلق به ایستگاه شماره ۱ وکمترین آن با ۸ درصد مربوط به ایستگاه شماره ۳ به دست آمده و همچنین ۲۳۴۹ قطعه از نمونه‌ها تعیین جنسیت گردیده که ۵۳/۶ درصد نر و ۴۶/۴ درصد ماده بوده از لحاظ فراوانی گونه بیشترین گونه‌ها در ایستگاه شماره ۱ با ۱۵ گونه و کمترین گونه‌ها در ایستگاه شماره ۵ با ۱۰ گونه به دست آمد.

واژگان کلیدی: رودخانه کشکان، فراوانی و پراکنش ماهیان، ایران

Frequency and distribution of native fishes in Kashkan River, Lorestan Province, Iran

Sadeghinejad Masouleh, E [1*], Hoseinjani, A [1], Radkha, AR, Alizadeh Sabet H.R. [2]

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Inland waters Aquaculture Research Center,Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Anzali, Iran
2- Agricultural Research,Training and Extention organizition, international Sturgeon Research Rasht Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

Abstract

Fishes of Lorestan province were studied during a period of 20 years from 1996 to 2016, this information is part of the reports. Therefore, in this report, the abundance and distribution of native fish of Kashkan river with a length of 160 km water route is investigated. After preliminary studies and gathering the necessary information to determine 6 fixed sampling stations and quantitative and qualitative study of fish were performed. Sampling from the stations was done seasonally with electroshock, torpedo net and catch net. The fish were bioassayed (according to the pre-designed form, including station number, place of catch, date of catch, species, weight, total length, forge length, age of fish, sex and sexual readiness, then all information and data in Excel software. Fishing Location.Analysis of data was done with SPSS package. In this study, 4207 pieces of fish belonging to 18 species were caught and examined, majority of them belonging to *Capoeta trutta* with 1485 pieces, then *Cyprinion macrostomum* with 1306 pieces and *Capoeta damascina* with 525. The smallest specimen and sample of a non-economic species called *Mystus pelusins* was also obtained. In the sampling stations, the highest specimens were obtained in the same conditions with 19.6% belonging to station number 1 and the lowest with 8% belonging to station number 3 and also 2349 plots. From the samples, the sex was determined to be 53.6% male and 46.4% female. In terms of species frequency, the most species were obtained in station number 1 with 15 species and the lowest species in station number 5 with 10 species.

Keywords: Kashkan River, Abundance, Distribution, fish, Iran.

امکان سنجی سد خاکی قارختلو زنجان برای بهره برداری شیلاتی

اسماعیل صادقی نژادماسوله [۱*]، کیوان عباسی [۱]، عدل حسین جانی [۱]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبزی‌پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، بندر انزلی

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

چکیده

استان زنجان در دو ده اخیر بیش از ۳۰ سد خاکی کوچک و بزرگ احداث شده است. سد خاکی قارختلو در بخش مرکزی از شهرستان ایجرود دارای حجم مخزن ۵۰۰۰۰۰، حجم تنظیمی آب ۹۰۰۰۰۰ متر مکعب، مساحت سد ۶ هکتار و حوزه آبریز ۳۵۰۰ هکتار است. بیشنه دمای آب در شهریور ماه ۱۷ درجه و در اسفند ماه ۴/۵ درجه سانتیگراد، کمینه pHآب ۸/۱ و بیشنه آن ۸/۳، بیشنه اکسیژن محلول ۱۲ در اسفند و کمینه ۸/۸ میلی گرم در لیتر طی شهریور ماه، نوسان سختی کل ۲۲۰ تا ۱۵۸ میلی گرم در لیتر و بیشنه هدایت الکتریکی ۳۹۰ میکرو موس بر سانتیمتر مربع بوده است. کمینه شفافیت آب سد قارختلو ۲۵ سانتیمتر بوده که بدلیل گل آلودگی است. با مقایسه فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و بیولوژی و اکولوژی به دست آمده ازسد قارختلو و استانداردهای زیستی آبزیان و همچنین نتایج به دست آمده از مطالعات پیشین این منبع آبی، شرایط برای پرورش ماهیان گرمابی، سردآبی و معرفی گونه‌های بومی منطقه مهیا است. در این دریاچه زمانی که میزا ن مساحت ۶ هکتار و حجم مخزن ۲۲۰۰۰۰ متر مکعب آب باشد، حداکثر میزان پیش بینی تولید ماهی ۷۹۴ کیلو گرم، حداقل ۳۷۱ کیلوگرم و میانگین ۴۸۷ کیلو گرم شد.

واژگان کلیدی: پرورش ماهی، سد خاکی قارختلو، استان زنجان، ایران

The feasibility of Qarkhtlu earthen dam in Zanjan Province, Iran for fisheries operation

Sadeghinejad masouleh,E [1*]; Hoseinjani, A [1]; Abbasi, K

1- Iranian Fisheries Science Research Institute, Inland waters Aquaculture Research Center,Agricultural Research Education and Extension Organization(AREEO), Anzali, Iran

Email:Sadeghim_e@yahoo.com

Abstract

In the past two decades, more than 30 large and small earthen dam that has been constructed earthen dam in the central part of the city Ijrud Qarkhotlu Zanjan Province Water tank capacity of 900,000 cubic meters to 500,000 and an area of 6 hectares, with 3,500 hectares of the watershed area.The maximum water temperature on September 17 and in March was 5.4 degrees Celsius, the minimum and maximum water pH 1.8 to 3.8, maximum 12 mg dissolved oxygen in March and minimum 8.8 mg in September, total hardness swing 220 to 158 milligrams per liter and maximum electrical conductivity EC was 390 cm/Micro/mhose. Qarkhotlu dam minimum water transparency due to turbidity is 25 cm. By comparing the the obtained physical, chemical,biological and ecological data obtained from Qarkhotlu earthen dam standards as well as the results of previous studies on this water basin, all necessary conditions for warm water and cold water fish farming, introduction of native species are available. In this lake, when the surface area is 6 hectares and the volume of the reservoir is 220,000 m^3, the maximum, minimum and average fish production potentials are 794, 371 and 487 kg respectively.

Keywords: production, Qarkhotlu, Earthen dam, Zanjan, Iran.

مقدمه

ماهیان در زندگی انسان اهمیت بسیار زیادی داشته و یکی از منابع مهم پروتئینی می‌باشند بعلاوه برخی فرآورده‌های مفید دیگر از آنها بدست آمده که برای بسیاری از مردم جهان دارای ارزش اقتصادی است. از بین رفتن تدریجی ذخایر ماهیان اقتصادی به دلیل برداشت بیش از حد و تغییر وضعیت زیستگا هها از جمله دلایلی هستند که باعث ایجاد علم زیست شناسی ماهی شده‌اند (Royce 1972). پرورش آبزیان بعنوان یک فعالیت با اهمیت در تولید پروتئین کشور مطرح بوده و مهمترین هدف آن تولید گوشت سفید و بالا بردن مصرف سرانه گوشت ماهی در جامعه است. شیلات ایران در برنامه خود برای سال ۱۴۰۰ تولیدی بالغ بر ۱/۶ میلیون تن را مد نظر قرار داده است که افزایش سرانه مصرف در حدود ۱۰۰ درصدی را در پی داشته و از ۵ کیلو گرم به ۱۰ کیلوگرم خواهد رسید. امروزه با توجه به احداث سدها در سراسر کشور و ایجاد مناطق مساعد آبزی پروری که می‌توان از منابع آبهای داخلی و دریاچه‌های مخزنی سدها برای تولید ماهی سود برد. این حقیقتی است که توسعه اقتصادی, نیرویی را ایجاد می‌کند که منافع شیلاتی دریاچه‌های مخزنی سدهای سراسر جهان در حال رشد مدنظر بوده و نرخ بالایی از کمیت تولید شیلاتی در آنها مورد توجه قرار گیرد (Dasmann *et al.*,197). بایستی این تفکر کهنه را که به بزرگنمایی یک هدف در احداث سدها می‌پردازد به کنار نهاد و امکانات توسعه و استفاده همه جانبه و چند منظوره از این سیستمهای آبی را فراهم شود (Un,1970). برای دستیابی به حداکثر تولید ماهی لازم است که در اولین فرصت به بهینه کردن استفاده از دریاچه‌های مخزنی سدها و سودبردن از آنها برای مقاصد شیلاتی، هدف باشد. دورنمای شیلاتی در طراحی و مهندسی سدها باید مورد نظر باشد تا توانایی کشور در تولیدات شیلاتی فزونی گیرد و ماهیان آب شیرین برای استفاده مردم بومی به دریاچه مخزنی سدها معرفی گردد. روشن نیست که مهندسین طراح سد و اپراتورهایی که در سد مشغولند، آیا توجهی به رژیم هیدرولوژیکی مخزنی آبی و بالادست و پایین دست برای حداکثر تولید ماهی دارند یا خیر (Petr,1985). لازم است که بیولوژیست های شیلاتی قبل از احداث سد در زمان احداث و بهنگام عملیات سد مشارکت فعال داشته و مشورتهای لازم را در امور شیلاتی ارائه دهند (Peter *et al.*,1977). قدیمی‌ترین سدهای مخزنی جهان در جنوب شرقی آسیا در ۶۰۰۰ سال قبل بمنظور آبیاری شالیزارها در چین احداث شد (Fernando, 1980). در ایران نیز سابقه احداث سد به زمان هخامنشیان باز می‌گردد. سدی که در محل فعلی سد درودزن احداث شده بود یکی از آنهاست (عمادی، ۱۳۵۵). بند امیر در نزدیکی شیراز از آثار بجای مانده از عضدالدوله دیلمی است که برای آبیاری زمینهای دشت مرودشت ساخته شده و هنوز هم کارایی دارد. پس از جنگ جهانگیر دوم احداث سدهای بزرگ در شوروی به منظور تأمین برق و تدارک آب خنک برای نیروگاههای حرارتی واقعی آغاز شد. یازده میلیون هکتار از دریاچه‌های مخزنی اتحاد شوروی شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسبی برای پشتیبانی ذخایر شیلاتی دارند (Isaevand karpora.,1980). اما فقط حدود هفت میلیون هکتار از این مخازن از نظر شیلاتی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Negonovaushaya,1982;Shimanovskaya *et al.*,1986). آسیا با دارا بودن ۶۵ درصد مقدار دریاچه سدها در دنیا، ۳۱ درصد حجم آبی سدهای جهان را دارد (FAO, 1999). مقدار کل آبهای ذخیره شده در این سیستمهای آبی هفت برابر کل آب رودخانه‌های جهان است (Vorosmarty, 1997). در اوایل دهه ۱۹۲۰ دانشمندان مطالعاتی را برای استفاده در مقاصد شیلاتی از دریاچه‌های مخزنی سدها آغاز کردند. در طی چند سال اول احداث سدها تولید شیلاتی مطلوب بود اما پس از چند سال این مخازن بصورت صحرایی آبی با تولید کم چهره شدند (Ellis, 1942). کوشش‌های مدیریتی بسیاری انجام پذیرفت تا این مشکل چاره شود و از اینرو مطالعاتی در کشورهای مختلف در سراسر جهان صورت پذیرفت و نتایج آن منتشر شد. جنبه‌های شیلاتی دریاچه‌های مخزنی سدها در مناطق حاره‌ای آفریقا بوسیله سازمان‌های بین المللی و بنگاههای ملی مورد مطالعه قرار گرفت. حاصل این پژوهشها در همایش Knoxville مورد تأیید واقع شد و راهکارهای ارائه شده و در این همایش از سال ۱۹۷۶

در خط مش و برنامه ریزی ها استفاده شد (Petr,1985). سطح دریاچه بایستی در حدی قرار بگیرد که مناسب برای تولیدات شیلاتی باشد (Peter *et al.*, 1977). هدف عمده شیلاتی در دریاچه‌های سدها تولید بیشتر آبزیان است. برای دستیابی به این هدف مدیریت شیلاتی بایستی با در نظر گرفتن شرایط محیطی و جمعیت ماهیان اقدامات زیر را انجام دهد (Jehkins, 1961). الف- معرفی گونه‌های جدید؛ ب- آبزی پروری؛ ج- وضع قوانین برای کنترل صید؛ د- مهندسی محیط مانند احداث ماهی روها و هوادهی طبقه هیپولیمنیون. این فنون، مدیریت شیلاتی موفقی را در دریاچه‌های مخزنی سدها تضمین می‌کند. بازسازی ذخایر گونه‌های بومی و یا معرفی گونه‌های غیربومی می‌تواند به افزایش برداشت کمک نماید. عموماً این نوع معرفی‌ها کوششی است برای تغییر ساختار جوامع آبزی بمنظور دستیابی به تولید مطلوب (Li & Moyle, 1981). معرفی ماهیان بومی یا غیر بومی بایستی شامل ماهیان گیاهخوار، گوشتخوار و همه چیز خوار باشد. در کشورهای در حال توسعه که تولید زیادتر ماهی برای مصارف انسانی هدف است، ماهیان گیاهخوار و یا دیتریت خوار مانند کپور نقره‌ای، تیلاپیا و کپور معمولی به دریاچه سدها معرفی می‌شوند.

با توجه به مطالعات انجام شده، راهبرد ماهی دار کردن سدها در دستور کار قرار می‌گیرد تا نهایت استفاده از تولیدات طبیعی دریاچه بعمل آید. در دریاچه‌های پشت سد خصوصیات زیستی شناختی، فیزیکی و شیمیایی تعیین کنندگان اصلی نوع، تعداد، و اندازه ماهیان قابل دسترسی برای برداشت است (Baker *et al.*,1993). هدف مدیریت شیلاتی در مخازن سدها افزایش سطح برداشت از ماهی در حد بهینه با تولید پایدار است. مدیدیت شیلاتی برای برطرف کردن موانع و تغییرات در جمعیت ماهیان و افزایش برداشت سد راه در پیش دارد. انجام تدابیر محیطی، تنظیم جمعیت ماهیان در رابطه با غذای موجود و تنظیم صید (Kimsey,1958). برای رسیدن به این مقصود، مدیریتی بایسته است که الگوی تغییرات جمعیت مانند چگونگی، پویایی، فراوانی، زیتوده و حداکثر محصول قابل برداشت را مورد مطالعه قرار دهد. این اطلاعات برای برنامه ریزی های مدیریتی و بدست آوردن یک تولید مطمئن ضروری است. استفاده از سدهای مخزنی برای تولید ماهی در کشورهای پیشرفته جهان یعنی جایی که توانایی تولید محیط‌های مختلف نادیده گرفته نمی‌شود بسیار معمول است اما در کشورهای جهان سوم هنوز این موضوع توسعه لازم را نداشته است (Baluyut,1983).

پرورش ماهی در استان زنجان سابقه‌ای در حدود سه دهه دارد، تعداد کارگاههای پرورش ماهی از ۹ مزرعه با تولید ۷۶/۸ تن در سال ۱۳۷۵ به ۱۷۸۵۰ تن در سال ۱۳۹۹ رسیده است (سالنامه آماری شیلات ایران.۱۳۹۹). این مزارع در امر تولید به میانگین تولید کشور دست یافته، اما رضایت مسئولان شیلات را جلب نکرده‌اند با توجه به سرمایه گذاری‌های مناسب و قابل توجه در صنعت آبزی پروری استان زنجان، جهت بهره برداری بهینه از آب، خاک و سرمایه‌های بکار رفته در عرصه صنعت آبزی پروری آن استان و به منظور بهربرداری شیلاتی از ۳۰ فقره سدهای کوچک و بزرگ موجود در استان زنجان جهت ترسیم دورنمای فعالیت آبزی پروری، تعدادی از این منابع آبی مورد بررسی شیلاتی قرار گرفت که سد خاکی قارختلو زنجان یکی از آن منابع است که توسط کارشناسان پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی کشورانجام شد.

مواد و روش‌ها

سد خاکی قارختلو در فاصله ۲ کیلومتری از روستا واقع شده که راه ارتباطی آن شوسه است. طول تاج ۱۹۵ متر، عرض تاج پایین ۱۲۷ متر، عرض تاج بالا ۶ متر، ارتفاع ۲۲ متر، حجم مخزن ۵۰۰۰۰۰ متر مکعب، حجم تنظیمی آب ۹۰۰۰۰۰ متر مکعب، مساحت سد ۶ هکتار، مساحت حوزه آبریز ۳۵۰۰ هکتار است. این سد به منظور مهار سیلابهای فصلی، تقویت سفره‌های آب زیر زمینی منطقه و به عنوان ذخیره آب در فصول خشک سال به منظور آبیاری ۱۲۰ هکتار زمین کشاورزی احداث شده است.

تاسیسات زیر بنایی خاصی در نزدیکی سد احداث نشده و زمینهای کشاورزی اطراف سد شامکل باغ انگور، کشت ذیم گندم و یونجه زار است. منبع تأمین آب سد سیلابهای حاصل از بارندگی و ذوب برف است که با استفاده از یک نهر به سد هدایت می‌شود که حداکثر دبی لحظه‌ای آن $3m^3/sec$ است. زمان آبگیری سد با شروع ذوب برفها در زمستان و ریزش باران در بهار است که در این مدت کوتاه سد آبکیری می‌شود و در اغلب سالها تا ظرفیت کامل آبکیری انجام می‌شود. با آغاز فصول گرم سال که اوائل تابستان است دریچه خروجی سد باز می‌شود و به مدت سه ماه جهت آبیاری زمینهای کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نتیجه سطح آب پشت سد کاهش می‌یابد. بررسی این سد در چهار فصل سال دهه ۱۳۹۰ صورت گرفت. کلیه اطلاعات از جمله داده‌ها و آمار هواشناسی، اقلیم منطقه و استان زنجان از منابع مختلف جمع آوری و مورد تجزیه قرار گرفت. در بازدیدها درجه حرارت آب و هوا، pH آب، تعیین شفافیت آب سد اندازه گیری شد و وضعیت سد مورد بررسی قرار گرفت. در هر ایستگاه یک نمونه آب سطحی، جهت اندازه گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی شامل اکسیژن محلول در آب (بوسیله آزمایش وینکلر) و نیترات، نیتریت، آمونیاک، فسفات،CO_2 و کربناتها (با روش استاندارد متد) برداشت و آزمایشات بوسیله تجزیه و تیتراسیون انجام شد. تعیین میزان دانه بندی رسوبات، همچنین بررسی موجودات کفزی، شناسایی و شمارش فیتوپلانکتون های و زئوپلانکتون های آب سد انجام گردید تعیین کلروفیل a: حجم مشخص از آب با استفاده از کاغذ صافی ۰/۴۵ میکرون (CFIE) توسط پمپ خلاء فیلتر و نمونه صافی را توسط الکل یا استون استخراج و در طول موجهای ۷۵۰، ۶۶۳، ۶۴۵ و ۶۳۰ نانومتر قرائت و میزان کلروفیل a مشخص شد. تعیین ذیتوده جلبک: زئوپلانکتون و تولید ماهی جهت توان تولید ماهیان پلانکتونخوار، غلظت کلروفیل a بعنوان شاخص بیوماس جلبکی مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجائیکه کلروفیل a، ۱/۵ درصد مواد آلی جلبک (Standard Methods,1998) و مقدار ماده آلی جلبک نیز ۲۰ درصد ذیتوده جلبکی را شامل می‌شود (Owen T lind,1979)، بر این مبنا میزان ذیتوده جلبک در دریاچه محاسبه و میزان ذیتوده زئوپلانکتون بر حسب انتقال انرژی به میزان ده درصد تعیین و مقدار تولید ماهیان پلانکتونخوار از فرمول ارائه شده توسط (Lisifa,1999) محاسبه شد. Fish Productivity= (B*(P/B)*U)/FDR؛B= ذیتوده ارگانیسم‌های غذایی؛ P/B= نسبت تولید به ذیتوده ارگانیسم‌های غذایی؛ U= فاکتور مقدار مصرف غذای زنده بدون تغییر در میزان تولید؛ FCR= ضریب تبدیل غذایی (مقدار کیلوگرم غذا برای یک کیلوگرم ماهی)

نتایج

درجه حرارت آب یکی از مهمترین فاکتورهای مؤثر در پرورش ماهیان می‌باشند. همه ماهیان دارای محدوده دمای قابل تحمل و یک دمای مطلوب برای فعالیتهای طبیعی خود می‌باشند. درجه حرارت آب جاری و ساکن تابعی از درجه حرارت هوا می‌باشد، بطوریکه با گرم شدن هوا درجه حرارت آب نیز افزایش می‌یابد، دمای آب سد در ماههای خرداد، ۱۵/۵ درجه سانتی گراد، شهریور ۱۷ درجه سانتی گراد و در اسفند ۴/۵ درجه سانتیگراد اندازه گیری گردید. سطح دریاچه سد قارختلو در اسفند این سال کاملاً یخ زده و راه شوسه جهت نمونه برداری به دلیل بارش برف مسدود بود. pH آب دریاچه سد ۸/۱۵ تا ۸/۱۷ در بهار، ایستگاه تاج سد در شهریور ماه ۸/۳۴، در نهر خروجی ۸/۳ و ۸ در زمستان اندازه گیری شد. هدایت الکتریکی آب سد قارختلو زنجان ۰/۳۲ تا ۰/۳۹ میکرو موس بر سانتیمتر بود. مقدار اکسیژن اندازه گیری شده در استخرها در حد مطلوب بود که حداقل ۸/۸ میلیگرم در لیتر در ایستگاه خروجی و ۹ میلیگرم در ایستگاه تاج سد طی نمونه برداری شهریور ماه سال ۱۳۸۵ تا ۱۱/۲ میلیگرم در لیترطی اسفند ماه ۱۳۸۵ اندازه گیری گردید. شفافیت آب در ۳ زمان نمونه برداری شده بین ۲۵ سانتیمتر در شهریور ماه تا ۱/۲۰ سانتیمتردر خرداد ماه اندازه گیری شد. آنالیز دانه بندی رسوبات سد در سه نقطه ورودی، میانی و تاج سد

ارائه شده است. از انجایکه این نمونه برداری در حاشیه سد قارختلو انجام گرفته است در ورودی ذرات دانه ریز، سیلت و رس و در منطقه میانی و تاج سد نوع بستر سنگ ریزه‌ای و ماسه‌ای و دانه درشت بوده است. از نتایج حاصل از بررسی موجودات بنتیکی نشان داد گه بیشترین تعداد موجودات در بهار و در منطقه تاج سد متعلق به Chironomidae با ۳۳۷۵ عدد در متر مربع و با میانگین وزن‌تر ۶ گرم در متر مربع بدست آمد. کمترین موجودات بنتیکی در این فصل در منطقه میانی مشاهده شد. در نمونه‌های بدست آمده در شهریور از تاج سد بیشترین تعداد موجودات متعلق به Tubificidae با ۳۵۸ عدد در متر مربع و با میانگین وزن‌تر ۰/۷۵۲ گرم در متر مربع بدست آمد. در نمونه برداری کیفی از آب سد بخصوص در منطقه ورودی موجوداتی از راسته Ephomeyoptera و خانواده Baetidae و Caenidae که شاخص کیفی آبهای الیگوتروف می‌باشند، بدست آمد. همچنین راسته‌های Coleptra، Cladocera و Odanata خانواده Dytiscidae و Gamaridae بدست آمد. تنوع و تعداد فیتو پلانکتون‌ها در دو نمونه برداری دارای اختلافاتی است. در بهار در منطقه ورودی ۱۴ گونه و در شهریور ماه ۱۳۸۵ در تاج سد ۱۴ گونه شناسایی شد. در بهار فیتوپلانکتون از خانواده Chlorophyta و گونه Ankistrodesmus در ورودی با تعداد

جدول (۱-۱) پیش بینی میزان تولید ماهی در مساحت ۴ هکتاری منبع آبی سد قارختلو

آماره	تولید ماهی فیتوپلانکتونخوار/Kg	تولید ماهی زئوپلانکتونخوار/Kg	تولید ماهی بنتیک خوار/Kg	تولید ماهی گیاهخوار/Kg	جمع میزان تولید ماهی/Kg
حداکثر	۵۱۳/۲۸	۵۱/۳۲۸	۴/۷۱۶	۲۲۵	۷۹۴/۳۲۴
حداقل	۲۰۰/۴۶۴	۲۰/۰۴۶۴	۱/۱۱۲۴	۱۵۰	۳۷۱/۶۲۳
میانگین	۳۵۶/۸۷۲	۳۵/۶۸۷۲	۲/۹۱۴۲	۹۴	۴۸۷/۴۷۳

۲۰۰۰۰۰ عدد در لیتر از مجموع ۸۴۰۰۰۰ عدد بیشترین تراکم را به خود اختصاص داده و کمترین تراکم فیتوپلانکتونی در منطقه تاج سد با تعداد ۴ گونه و تراکم ۱۵۰۰۰۰ عدد در لیتر مشاهده شد. برخی از سیانوفیت ها از جنس Oscillatoria در منطقه تاج سد مشاهده شد. در نمونه برداری از تاج سد در شهریور ماه فیتوپلانکتون از خانواده Chlorophyta و گونه Nitzschia در با تعداد ۴۰۰۰۰۰ عدد در لیتر از مجموع ۱۱۸۰۰۰۰ عدد بیشترین تراکم را به خود اختصاص داد. لازم به دکر است سیانوفیت از جنس Oscillatoria در منطقه تاج سد با تراکم ۸۰۰۰۰ عدد در لیتر مشاهده شد. زئوپلانکتونها در فصل بهارکمترین تعداد آنها در ایستگاه ورودی با ۸۰ عدد در لیتر از دو شاخه Rotatoria وArthropoda ، بدست آمد. بیشترین تعداد زئوپلانکتونها در تاج سد با ۱۲۰ عدد در لیتر که اکثریت تراکم با شاخه جانوری Arthropodaجنس Chydrus با ۳۲ عدد بوده است، در فصل تابستان تعداد زئوپلانکتونها در ایستگاه تاج سد با ۱۳۲ عدد در لیتر از دو شاخه Rotatoria و Protozoa بدست آمد. با توجه به جدیدالاحداث بودن سد خاکی قارختلو و فصلی بودن این آبراه از گذشته، هیچگونه ماهی در نمونه برداریها مشاهده نشد. بدلایل فوق الذکر و عدم وجود مواد آلی و معدنی مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهان آبزی و حاشیه‌ای، پوشش گیاهی بسیار کمی در منطقه ورودی سد ازگیاهان حاشیه‌ای و بن در آب و کف سد در قسمت کم عمق که از پتاموژتون مشاهده شد.

در این دریاچه زمانی که میزا ن مساحت ۶ هکتار و حجم مخزن ۲۲۰۰۰۰ متر مکعب آب باشد، بیشینه میزان پیش بینی تولید ماهی ۳/ ۷۹۴ کیلو گرم، حداقل ۳۷۱/۶ کیلوگرم و میانگین ۴۸۷/۴ کیلو گرم شد.

بحث

بیشتر سدهای احداثی بر روی رودخانه‌هایی انجام گرفته که خود دارای آبزیان بومی بوده و این آبزیان در اکوسیستم محیط آبی تکثیر و پرورش می‌یابند، برخی از این سدها فاقد ماهیان بومی و فاقد ذخیره مناسبی از ماهیان بوده و توسط مدیریتهای شیلاتی و زیست محیطی در گذشته، ماهیدار شده‌اند. از جمله این سدها می‌توان به سد کرج در سال ۱۳۴۰، سد لتیان در سال ۱۳۵۵، دریاچه‌های پشت سد ماکو و مهاباد در سال ۱۳۷۹ و دریاچه مخزنی سد میناب در سال ۱۳۶۲ اشاره کرد.

گونه‌های اصلی ماهی که در دریاچه‌ها و مخازن آبی چین رها سازی شده‌اند شامل کپور نقره‌ای، کپور سر گنده، کپورعلفخوار، سیم پهن پوزه، کپور معمولی، کاراس و ماهی فلس کوتاه است. خصوصیات بیولوژیکی و توان تولید مثلی این گونه بخوبی با تولیدات زیستی در آبهای داخلی و نیز با ویژگیهای مصرفی در اقتصاد جمعیتی چین سازگار شده است.

با توجه به اینکه تعدادی از گونه‌های کپور ماهیان چینی (کپور معمولی، کپور علفخوار، کپور سر گنده و کپور نقره‌ای)، قزل آلای رنگین کمان، شاه میگوی آب شیرین و نیز تعدای از ماهیان بومی از جمله باربوس ماهیان و سیاه ماهیان در منطقه و کشور شناخته شده و دارای ارزش اقتصادی و شیلاتی است و نیز با مطالعه فاکتورهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژی آب پشت دریاچه سد قارختلو، بررسی بیولوژی این ماهیان و استانداردهای زیستی آبزیان و نتایج بدست آمده از مطالعات پیشین این منبع آبی، شرایط برای رهاسازی و پرورش ماهیان گرمآبی، سردآبی و معرفی گونه‌های بومی منطقه با رعایت دستورات زیست محیطی در این منبع آبی مهیا است. با توجه به بررسی‌های توان تولید ارگانیسم‌های غذایی در دریاچه پشت سد قارختلو بیانگر آن است که می‌توان ترکیب گونه‌ای فیتوپلانکتون خوار ۶۰٪، زئوپلانکتون خوار ۱۰٪، علف خوار ۲۵٪ و آبزیان کفزی خوار ۵٪ را لحاظ کرد. اگرچه امروزه به اثبات رسیده است که هرچه وزن و اندازه بچه ماهیان رهاسازی شده از وزن بالاتری برخوردار باشند ضریب بازگشت بهتری برخودار هستند، اما با توجه به هزینه خرید بیشتر برای بچه ماهیان بزرگترو بخصوص تهیه آنها برای آبگیرهای بزرگ که از توان خیلی‌ها خارج است، لذا باید با بررسیهای علمی هر منبع آبی و یا حدقل برای هر منطقه (با توجه به اکوسیستم آن مناطق) و در صورت وجود نداشتن اطلاعات در این مورد از نتایج سایر کشورها از جمله چین که در زمینه تولید ماهی در منابع آبی سرآمد کشورهای دیگر است استفاده گردد. از نتایجی که در مورد سایز رها سازی و مقایسه بین رشد و بقای بچه ماهیان در چین بدست آمده، (Chen،۱۹۸۲) در مخزن آبی دانگ فن استان ژجیانگ اندازه انگشت قدها بین ۹/۱ سانتیمتر تا ۱۴/۷ سانتیمتر و مشخص شد اندازه محصول ماهیان انگشت قد بزرگ تقریباً دو برابر محصول انگشت قد کوچک است. رایج‌ترین اندازه بچه ماهی انگشت قد برای رهاسازی در دریاچه‌ها و مخازن آبی چین ۱۳/۳ سانتیمتر است. استفاده از بچه ماهیان با وزن بالاتر از ۱۰۰ گرم یکی از راه‌های افزایش تولید در پرورش کپور ماهیان چینی در استخرهای خاکی است، این روش امروزه توسط مدیریت تعدادی از مزارع پرورش ماهی استان گیلان به جهت تولید بیشتر انجام می‌شود. با توجه به اینکه اولین رهاسازی بچه ماهیان به این منبع است، لذا اندازه و وزن پیشنهادی برای معرفی بچه ماهیان انگشت قد برای کپور ماهیان بیش از ۱۵ سانتی متر با متوسط وزن ۳۰ گرم به بالاست.

تشکر و قدردانی

برخود لازم می دانم از همه م شاورین و همکاران این پروژه در پژوه شکده آبزی پروری آبهای داخلی ک شور و مدیریت شیلات زنجان تشکر و قدردانی نمایم.

منابع

Abdi P. (2006). Construction of earthen dams as a solution to prevent waste and optimize and improve the productivity of surface water resources to expand agricultural activities (Case study of Zanjan province).

Abdolmaleki S.h., Krimpur M., Malek Shomali m. God-worshiper H. Mohammadjani I., Heydari, A. Makaremi, M. Ghane, A. Walipur, A. Ramezani, M. Borani, M. Style votes, c. Abbasi K., Mirzajani A., Mirhashemi Nasab F., Zolfinezhad K., Fatorechi Afraz A., Saberi H., and Vatandoost M. (2000). Comprehensive study of fisheries in Mako and Mahabad dam lakes. Iran Fisheries Joint Stock Company. Guilan Fisheries Research Center. 155 p.

ADCP (Aquaculture Development and Coordination Programmed), 1979 Aquaculture development in China. Rome, FAO, ADCP/REP/79/10:65 p.

Baker J.P., Lem H., Creager C.S., Marcus M.D., Parkbuurst B.R. (1993). Fish and fisheries management in lakes and reservoirs.EPA 841-R-93-002. Terrene institute and U.S.Environmental protection Agency,Washington D.C.319 PP.

Baluyut,E.A.1983.Sticking and introduction of Fish lake and reservoirs in the ASEABA Countries.

Bernacsek G.M. (1984). Dam design and operation to optimize fish production in impounded river basin. FAO technical paper No.11.FAO.Rome.98.P.

Bhnkaswan T. (198).Management of Asian reservoir FAO Rome.69 PP.

Fernandeo C.H. (1980). The fishery potential of man-made lake in southern Asia and some strategies for its optimization in Blotrop Anniver sary publication.Bongor. pp 25-80.

Bhnkaswan T. (1980). Management of Asian reservoir F.A.O. Rome 69 PP.

FAO fisheries department,1999. Review of the state of world fishery resources:Inland fisheries.FAO fisheries circular No.942.FAO,Rome.53 P.

Fernandeo,C.H.1980. The fishery potential of man-made lake in southern Asia and some strategies for its optimization in Blotrop Anniver sary publication.Bongor. pp 25-80.

Henderson H., Ryder R.A., kudhogania A.W. (1973). Assessing Fishery potentials of lakes and reservoirs.J.Fish.Res.Board.Can.2:2000-9.

Isaev,A.L.and Karpova,E.L.1980. Fisheries in reservoirs Moscow,pishche vaya promyshlennost.303 P.

Mirzajani A., Bagheri S. (2002). Final report of benthic Hassanloo wetland master plan. Iran Fisheries Research Institute. Caspian Sea Bony Fish Research Center. 19 p.

Li,H.W.and Moyle,P.B1981.Ecological analysis of species interoductions into aquatic system Trans.Am.Fish.Soc.110(6):772-82.

Safaei S. (1997). Summary of comprehensive studies of Aras dam reservoir lake. Deputy of Reproduction and Aquaculture of Iran Fisheries. Tehran. 140 p.

Shimanovskaya,L.N.,Tanasiichuk,B.N.and sulimov,A.S.1986. Fisheries utilization of the reservoirs of Russian.SFSR,Moscov,PP 106-7.

Statistical Yearbook of Iranian Fisheries. 1399. Iran Fisheries Planning and Development Office. Iran Fisheries Organization.

Standard methods for the examination of water and wast water.1989.American public Health Association.Negonovuskaya,A.F.1982.Some data on stocking phytophagous fishes in the

Tsimlyansk reservoir.Dzem.Rechn.Rybn.Khos, (80):53:67.Owen T. Lind,. Handbook of common methods in limnology.Original the University of Michigan Mosby, 1979. 199 pages.

مروری بر استفاده از اقلام غذایی تک‌یاخته در جیره غذایی آبزیان

امید صفری [۱*]، معصومه مهربان سنگ‌آتش [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه پژوهشی کیفیت و ایمنی مواد غذایی، پژوهشکده علوم و فناوری مواد غذایی، جهاد دانشگاهی خراسان رضوی، مشهد

Email: omidsafari@um.ac.ir

چکیده

میزان مصرف جهانی ماهی (۳/۱ درصد) به صورت قابل ملاحظه‌ای از رشد سالیانه جمعیت جهانی (۱/۶ درصد) و مصرف منابع حیوانی دیگر همچون پروتئین‌های حیوانی، تخم مرغ، شیر و غیره (۲/۷ درصد) در طی سال‌های ۲۰۱۷-۱۹۶۱ پیشی گرفته است. امروزه، شناسایی اقلام غذایی قابل جایگزین با پودر ماهی در جیره غذایی آبزیان به دلیل کیفیت متغیر، روش‌های فرآوری و نوسانات قیمت پودر ماهی یکی از ضروری‌ترین اهداف راهبردی این صنعت می‌باشد. طیفی متنوعی از منابع پروتئینی در صنعت تولید غذای آبزیان از جمله منابع با منشاء حیوانی (دریایی یا خشکی)، گیاهی (کنجاله، کنسانتره و ایزوله پروتئینی) و تک‌یاخته (ریز جلبک، قارچ، مخمر، باکتری و بیوفلاک) استفاده می‌شود. اقلام غذایی تک یاخته منابع ارزشمندی از پروتئین/اسید آمینه، امگا-۳، مولکول‌های زیست فعال مانند رنگدانه‌های مختلف و پپتیدوگلیکان‌ها می‌باشد. میانگین مقدار پروتئین در گونه‌های ریزجلبک‌ها (۳۴ درصد)، قارچ (۳۵ درصد)، مخمر (۴۰ درصد) و منابع بیوفلاک (۲۷ درصد) گزارش شده است. میزان قابلیت هضم in vivo ماده خشک منابع ریزجلبک، قارچ و باکتری به ترتیب ۷۶، ۸۰ و ۸۶ درصد گزارش شده است. روش‌های فرآوری مختلف اقلام غذایی تک یاخته شامل خشکاندن به روش انجماد، اسپری و آون، پلت سرد، اکستروژن و آسیاب گلوله‌ای در منابع گزارش شده است. وجود نیتروژن غیر پروتئینی و برخی کمبود اسیدهای آمینه (لیزین، متیونین، تریپتوفان و غیره) استفاده از اقلام غذایی تک یاخته را در فرمولاسیون جیره غذایی آبزیان محدود کرده است.

واژگان کلیدی: جیره غذایی، پایداری، ریزجلبک، قارچ، باکتری

A review of the use of single cell ingredients in aquatic diets

Omid Safari[1*], Masoomeh Mehraban Sangatash[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Food Quality and Safety Research Department, Food Science and Technology Research Institute, ACECR Khorasan Razavi Branch, Mashhad, Iran.

Email: omidsafari@um.ac.ir

Abstract

Global apparent food fish consumption (3.1%) has increased at a rate significantly above those of world annual population growth (1.6%) and other animal proteins including meat, eggs, milk, etc. (2.7%) during 1961-2017. Nowadays, identifying new replaceable feed ingredients with fishmeal in aquatic diets due to the variable quality, processing methods and price fluctuations of fishmeal has become one of the most essential strategic goals of this industry. A variety of protein sources are used in the aquatic diet production industry including animal-origin sources (marine or terrestrial ones), plant-origin sources (meal, protein concentrate and isolate) and single cell-origin sources (microalgae, fungi, yeasts, bacteria and biofloc). Single cell ingredients (SCI) are the valuable sources of protein/ amino acid, omega-3, bioactive molecules like different pigments and peptidoglycans. A mean of protein contents was reported for species of microalgae (34%), fungi (35%), yeast (40%), bacteria (60%) and biofloc sources (27%). *In vivo* apparent digestibility coefficients of dry matter in the microalgal, fungal and bacterial sources was reported 76%, 80% and 86%, respectively. Different processing methods of SCIs including freeze, spray- and oven-dried, cold-pelleting, extrusion and bead-milling was reported in the literature. Existing non-protein nitrogen and some amino acid deficiencies (lysine, methionine, tryptophan etc.) has limited the use of SCIs in the aquafeed formulation.

Keywords: Aquafeed, Sustainability, Microalgae, Fungi, Bacteria.

مروری بر فرایند تکثیروپرورش ماهیان کوی (Koi Fish) و جنبه‌های اقتصادی آن

سید محمد صلواتیان ۱*؛ سجاد فراهانی ۱؛ طاهره کچلکی ۲؛ محمود نوان مقصودی [۱]؛ شهرام ثباتی آلمانی [۱]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی- ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی دانشگاه پیام نور واحد بندرانزلی

Email: salavatian_2002@yahoo.com

چکیده

ماهیان کوی وابسته به رودخانه‌های آرام، دریاچه‌ها و آبگیرهای آب شیرین می‌باشند، براین اساس نتایج دانشمندان نشان می‌دهد که زیستگاه اولیه کوی در دریاچه‌های آسیای صغیر و به خصوص در دریاچه‌های ایران بوده است. کوی‌ها عموماً بنتوزخوارند. صدها سال پیش این ماهی با نام ماهی ماگوی در ایران وجود داشته است و به عنوان کالای صادراتی خوراکی به کشورهای ژاپن، چین و اروپای غربی صادر می‌شد. زمانی که تکثیر این ماهی به عنوان ماهی زینتی آغاز شد، تکثیر کوی قرمز و سفید مورد توجه بسیار قرار گرفت. بیش از صد نوع از این ماهی امروزه در جهان تکثیر می‌شوند که تنوع آنها در رنگ بندی بدن آنها است. تکثیر ماهی کوی به روش صنعتی همان طور که از نامش پیداست بر افزایش تعداد موالید تمرکز دارد. برای تکثیر ماهی کوی به روش صنعتی روش‌های متنوعی وجود دارد که در تمامی آنها تعداد بچه ماهی‌های بدست آمده به شکل قابل توجهی بیشتر از دیگر روش‌های سنتی است. اما آنچه به عنوان مشکل اصلی در مورد تکثیر صنعتی معمولاً مطرح است افزایش آسیب و استرس برای خود ماهیان مولد است. به همین دلیل همچنان بسیاری از تکثیرکنندگان اصیل ماهی کوی از شیوه‌های سنتی یا شیوه‌های نیمه سنتی برای تکثیر ماهی کوی استفاده می‌کنند، در نتیجه امروزه بیشتر ماهیان موجود در بازار از این روش به دست آمده‌اند.

واژگان کلیدی: ماهی ماگوی، ماهیان زینتی، روش‌های تکثیروپرورش

Introduction of koi fish culture and its economic value

Seyed Mohammad Salavatian [1*]; Sajad Farahani [1]; Taherah Kachlaki[2]; Mahmod Navan maqsodie [1]; Sharam Sobati Almani[1]

1- Inland Water Aquaculture Research Center,Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO),Bandar-e- Anzali, Iran.
2- Payam Nour University, Anzali, Iran.

Email: salavatian_2002@yahoo.com

Abstract

Koi is an ornamental fish that lives in freshwater streams, lakes and lagoons. Geographical evolutionists believe that it origins from central Asia and Iran. The koi fish are benthivore. It was famous in the name of Magoi in the Old Persian Empire. The Japan and China have imported this fish from Persian Empire and started to cultivate it many years ago. When the reproduction of this fish began as an ornamental fish, the reproduction of red and white koyreceived a lot of attention. More than a hundred species of these fish are reproduced in the world today, due to their variety in body color. Industrial reproduction of koi fish, as its name implies, focuses on increasing the number of juveniles. There are various methods for industrial reproduction of koi fish, in all of which the number of juveniles obtained is significantly higher than other traditional. What is often the main problem with industrial reproduction is the increased damage and stress to the productive fish themselves. For this reason, many original Koi breeders continue to use traditional or semi-traditional methods of Koi breeding, so most of the fish on the market today are derived from this method.

Keywords: Magoi Fish, Ornamental fish, Reproduction methods.

مروری بر ریخت شناسی ماهی گورامی (*Trichogaster* Sp.) و جنبه‌های اقتصادی آن

سید محمد صلواتیان [۱*]؛ سجاد فراهانی [۱]؛ طوبی عبدالله پور [۲]؛ صاحبعلی قربانی [۱]؛ محمدرضا رمضانی ماموادانی [۱]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی- ایران

۲- دانش آموخته کارشناسی دانشگاه پیام نور واحد بندرانزلی

Email: salavatian_2002@yahoo.com

چکیده

ماهیان خانواده گورامی از مهمترین ماهیان زینتی آب شیرین بوده که به علت تنوع رنگی و سازگاری در محیط آکواریوم و زیبایی خاص آن قابل توجه ماهی دوستان می‌باشند. گورامی ماهیانی پرتو باله و از راسته سوف ماهی شکلان و زیر راسته ماهیان لابرینت دار می‌باشد. ریشه اجدادی این ماهی‌ها با انواع سوف‌ها یکی است ولی در ماهیان این خانواده به علت قرار گرفتن در آب‌های کم عمق و شرایط نامساعد، در اثر تکامل تدریجی عضو کمکی به نام لابرینت به وجود آمده است. لابرینت محفظه‌ای در بالای برانش ها است که کار اصلی آن گرفتن و نگهداری هوا برای تنفس است که در مواقع ضروری کمبود اکسیژن مورد نیاز خود را توسط آن از هوا می‌گیرد. اکثر گونه‌های این خانواده برای تخمریزی اقدام به احداث لانه از حباب هوا می‌نماید که در سطح آب قرار می‌گیرد. این ماهی از ماهان گیاه خوار است ولی در شرایط مصنوعی آکواریوم از غذای زنده از جمله آرتمیا نیز تغذیه می‌کند. این ماهیان بومی جنوب و غرب آفریقا و شرق و جنوب شرقی آسیا هستند. ماهی گورامی شامل چهار زیر خانواده به نام های Osphroneminae، Belontiinae، Macropodinae، Luciocephalhnae می‌باشد.

واژگان کلیدی: سوف ماهی شکلان، ماهیان زینتی، لابرینت، آرتمیا

Morphological aspects of Gourami, *Trichogaster* sp. and its economical values

Seyed Mohammad Salavatian [1*]; Sajad Farahani [1]; Tuba Abdollahpour[2];Sahebali Gorbani[1];Mohammad Reza Ramzani[1]

1- Inland Water Aquaculture Research Center,Iranian Fisheries Science Research Institute (IFSRI), Agriculture research Education and Extension Organization (AREEO),Bandar-e- Anzali,Iran
2- Payam Nour University in Anzali

Email:salavatian_2002@yahoo.com

Abstract

Gouramis are the most important freshwater ornamental fish. The aquarists like them due to their color diversity. As labyrinth fishes, gouramis have lung-like labyrinth organ that allows them to gulp air and use atmospheric oxygen. They are herbivores but they also eat meat like brine shrimp in Aquariums. They are native species in south and west of Africa and also Southeast Asia. They have four sub families: Osphronemidae, Luciocephalinae, Macropodusinae, Trichogastrinae.

Keywords: Perciforms, Ornamental fish, labyrinth,Artemia

مقدمه

نگهداری ماهیان زینتی از دیر باز برای عموم یک سرگرمی بوده است. به نظر می‌رسد که یک هزار سال قبل، چینی‌ها اولین کسانی بودند که به نگهداری ماهیان اقدام نموده‌اند. این سرگرمی در نیمه قرن نوزدهم بعد از شکل گیری و توسعه مکان‌های عمومی نگهداری ماهیان زینتی رونق گرفت.

استفاده از آکواریوم و نگهداری ماهیان زینتی در گذشته جنبه تجملاتی و تفننی داشت ولی در حال حاضر در اکثر کشورها از جمله ایران نگهداری ماهیان اکواریومی در خانواده‌ها مرسوم شده است. امروزه پرورش این ماهیان به عنوان یک صنعت که قابلیت اشتغال زایی قابل توجهی برخوردار است، مطرح می‌باشد. آبزیان می‌توانند علاوه بر تأمین بخشی از غذای جامعه انسانی، برای تزئینات نیز به کار روند که این امر در راستای توسعه این صنعت و تولید گونه‌های نادر که خاص کشور می‌باشند می‌تواند مورد توجه قرار گیرد (ابراهیم نژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

ماهیان زینتی آب شیرین در مناطق مختلفی از جهان وجود دارد. در کشورهای مختلف از جمله کشورهای آسیای جنوب شرقی و برخی از کشورهای اروپایی، این ماهیان را تکثیر و پرورش داده و به عنوان ماهیان زیتنی در محل تولید به فروش رسانده و یا به کشورهای دیگر صادر می‌کنند.

هم اکنون پرورش و صادرات ماهیان تزئینی برای تعدادی از کشورها به یک تجارت سود آور تبدیل شده است. در کشور ما نیز این صنعت در دو دهه اخیر رونق زیادی پیدا کرده و تعداد زیادی از افراد در روند تولید، فروش و صادرات آن سهیم می‌باشند. (ابراهیم نژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

اختصاصات ویژه ماهیان گورامی

۱-۱- شناسایی و رده بندی ماهیان گورامی (**Gourami**)

تاکنون در حدود ۱۲۰ گونه از این ماهیان زیبا شناخته شده که در ۱۳ سرده طبقه بندی شده‌اند (عمادی،۱۳۹۴).

این ماهیان زیبا در سه خانواده جای دارند:

۱- خانواده Anabantiae یا گورامی بالا رونده (صعود گر) که دارای ۴ جنس و ۳۳ گونه است و در آب شیرین و به ندرت لب شور آفریقا و هند تا فیلیپین یافت می‌شود.

۲- خانواده Helostomatidae یا گورامی بوسنده که دارای ۱ جنس و ۱ گونه است و در آب‌های شیرین تایلند و مجمع الجزایر مالای یافت می‌شود.

۳- خانواده Osphronemidae یا گورامی ها که دارای ۱۴ جنس و ۸۶ گونه است و در آب‌های شیرین پاکستان و هند تا آسیای جنوب شرقی این ماهی زیبا یافت می‌شود.

این خانواده دارای ۴ زیر خانواده به نام های:

- Osphroneminae یا گورامی های بزرگ با ۱ جنس و ۴ گونه است.
- Belontiinae یا گورامی دم شانه ایی با ۱ جنس و ۲ گونه است.
- Macropodinae ماهی جنگ جوی سیامی و پردیس ماهی‌ها با ۶ جنس و ۶۰ گونه است.
- Luciocephalhnae با ۶ جنس و ۲۰ گونه جای دارد.

خانواده *Osphronemidae* یا گورامی ها پر جمعیت‌ترین خانواده گورامی محسوب می‌شوند و ۸۶ گونه از گورامی ها را در خود جای داده است. نگهداری از گورامی ها بسیار راحت است چون جز ماهیان مقاوم محسوب می‌شوند. گورامی ها در مواقع

ترس و تولید مثل تغییررنگ می‌دهند و پر رنگ‌تر می‌شوند. گورامی ها ماهیان بسیار زیبایی هستند که اغلب به ماهیان کوچکتر از خود آسیب می‌رسانند و اگر در آکواریوم گرسنه بمانند خیلی زود شروع به هم جنس خواری کرده و ماهیان دیگر را هم طعمه خود می‌کنند و معمولاً بین ۶ تا ۸ ماه بالغ می‌شوند (فیروز بخش و علی اصغری، ۱۳۸۸). از ماهیان معروف خانواده گورامیان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

گورامی شکلاتی

نام علمی این ماهی *Sphaerichthys Osphronemidae* است، که اولین بار در سال ۱۸۶۰ شناسایی شد. اسم داده شده به آن به خاطر رنگ شکلاتی و باندهای رنگی کرم متمایل به سفید است که بسته به حالت ماهی و شرایط اکولوژیک ممکن است تغییر کند. این ماهی در سوماترا و مالایا در آب‌های کم ژرفا و کم تحرک و گودال‌های جنگلی و یا گودال‌های موجود در مزارع که مملو از گیاه دارای آب گل آلود و بستر شنی پوشیده از گل هستند دیده می‌شود. آب این گودال‌ها نرم و غنی از اسید هومیک و فقیر از اکسیژن است و هوای بالای آن به شدت مرطوب و عملاً گرم است. جالب این که برای نگهداری خوب و نیز تکثیر آن‌ها آکواریوم و آب بایستی تا حد امکان شرایطی مشابه محیط زیست طبیعی آن داشته باشد. گورامی شکلاتی ماهی حساسی است، که حداقل حجم آکواریوم آن باید حدود ۱۱۴ لیتر باشد. این ماهی به آسانی دچار بیماری پوستی می‌شود، لذا کیفیت آب از ارکان مهم در نگهداری این ماهی می‌باشد. گورامی شکلاتی آکواریومی با گیاهان انبوه را ترجیح می‌دهد. گورامی شکلاتی جانوری همه چیز خوار است و بهتر است که در رژیم غذای آن انواع غذاها از جمله جلبک دریایی، غذای منجمد، کرم خونی و میگوی آب شور قرار گیرد و در انتها این ماهی صلح جو و سازگاری خوبی با دیگر ماهیان آگواریوم دارد (فیروز بخش و علی اصغری، ۱۳۸۸).

گورامی نواری

نام علمی این ماهی *Colisa fasciata* است. این ماهی بومی بنگلادش، هند، نپال، میانمار و پاکستان است. حداکثر سایزی که این ماهی می‌تواند داشته باشد ۱۲ سانتی متر است. گورامی نواری اغلب با نام های رنگین کمانی یا راه راه شناخته می‌شود. نام انگلیسی این ماهی هم Banded Gourami است. گورامی نواری به آکواریومی به حجم ۱۱۰ لیتر یا بیشتر همراه با انبوه گیاهان نیاز دارد. بهتر است، این ماهی در آکواریومی تاریک و همراه با گونه‌های دیگری از ماهیان که از نظر اندازه و خلق و خو با آن مشابهت دارند، نگهداری شود. اندازه این ماهی تا ۱۰ سانتی متر می‌رسد. گورامی نواری جانوری همه چیزخوار است (فیروز بخش و علی اصغری،۱۳۸۸).

گورامی مرمری

نام علمی این ماهی Trichogaster *trichopterus* است. نام های دیگر این ماهی گورامی اپالاین، گورامی مرمری است. گورامی مرمری دارای رنگ نقره‌ای کم رنگ همراه با آبی بر روی بدن می‌باشد. گورامی مرمری ماهی نسبتاً صلح جویی است. این ویژگی این امکان را ایجاد می‌کند، که این ماهی را در انواع آکواریوم‌ها با انواع ماهی‌ها نگهداری نمود. هر چند که در بعضی مواقع ماهی نر برای خود قلمرو ایجاد کرده و سایر ماهی‌ها را از آن مکان دور می‌کند. بهترین آکواریوم برای این ماهی، آکواریومی همراه با گیاهان طبیعی و تخته سنگ می‌باشد، تا مکان‌هایی را برای پنهان شدن ماهی فراهم آورد. زادگاه اصلی این ماهی جنوب شرقی آسیا است.

گورامی صداساز

گورامی صدا ساز درسه جنس Trichopsis جای دارد. این جنس دارای سه گونه به نام های گورامی صداساز (پرخاشگر) یا *Trichopsis vittata* و *Trichopsis* schalleri وگورامی صدا ساز کوتوله یا *Trichopsis pumila* است. گورامی صداساز یکی از کوچکترین و زیباترین ماهیان لابیرنت دار است. علت نام گذاری این ماهی به نام صداساز این است، که این ماهی صدایی مانند برخورد سنگ به شیشه از خود تولید می‌کند. این ماهی اولین بار درسال ۱۸۹۹ وارد اروپا شد. گورامی صداساز به آکواریومی گیاهی با حداقل حجم ۷۶ لیتر نیاز دارد. فیلتراسیون قوی از جمله نیازهای آکواریوم این ماهی است. گورامی صداساز ماهی‌ای صلح جو و نجیب است، اما بهتر است که در آکواریومی با گونه‌های مختلف ماهی نگهداری نشود زیرا در این شرایط از انجام جفتگیری خودداری می‌نماید (مختاری و همکاران، ۱۳۹۵).

گورامی طلائی

گورامی طلائی تغییریافته‌ای از گورامی آبی است که دارای رنگ مایل به نارنجی است. تفاوت دیگر این ماهی با گورامی آبی در این است که این ماهی فاقد نشان‌هایی است، که بر روی بدن گورامی آبی وجود دارد. گورامی طلائی ماهی نسبتاً صلح جویی است. این ویژگی این امکان را ایجاد می‌کند که این ماهی را در انواع آکواریوم‌ها با انواع ماهی‌ها نگهداری نمود. هر چند که در بعضی مواقع ماهی نر برای خود قلمرو ایجاد کرده و سایر ماهی‌ها را از آن مکان دور می‌کند.

گورامی غول پیکر

گورامی غول پیکر یکی از بزرگترین ماهیان لابیرنت محسوب می‌شود. رشد این ماهی در طبیعت تا ۷۰ سانتیمتر نیز گزارش شده است. این ماهی با نام علمی *Gourami osphronemus* نیز شناخته می‌شود. حداقل حجم آکواریوم برای این ماهی ۲۵۰ لیتر باید باشد. بهترین آکواریوم برای این ماهی، آکواریومی همراه با تخته سنگ می‌باشد تا مکان‌هایی برای پنهان شدن ماهی فراهم آورد. گورامی غول پیکرجانوری همه چیزخوار است و از غذاهای آماده مواد گیاهی و غذای زنده تغذیه می‌کنند. گورامی های غول پیکر جوان معمولاً قلمرو طلب وپرخاشگر هستند. با افزایش سن از پرخاشگری این ماهیان کاسته می‌شوند و می‌توانند در کنار سایر ماهیان هم اندازه خود نگهداری شوند (فیروز بخش و علی اصغری،۱۳۸۸).

گورامی مهتابی

گورامی مون لایت (Moonlight Gourami) بومی کشور تایلند وکامبوج است. نام این ماهی که به معنی نور ماه است، به علت ویژگی بازتاب زیبای نور از بدن ماهی می‌باشد. نام علمی این ماهی *Trichogaster microlepis* گورامی نور ماه دارای بدنی نقره‌ای رنگ است. باله‌های این ماهی در جنس نر با افزایش سن به رنگ زرد و نارنجی تغییر پیدا می‌کند. گورامی مون لایت ماهی‌ای صلح جو است. به آکواریوم بزرگ با گیاهان فراوان نیاز دارند. بهتر است از فیلتراسیون آرام و ملایم استفاده گردد. تعویض دوره‌ای بخشی از آب آکواریوم، در حفظ کیفیت مطلوب آب مؤثر است (فیروز بخش و علی اصغری،۱۳۸۸).

گورامی پلاتینیوم

گورامی پلاتینیوم گونه‌ای شبیه به پلاتی سه خال است. تفاوت این ماهی با گورامی سه خال در رنگ بدن است. گورامی پلاتینیوم دارای رنگی سفید بر روی بدن است. در حالات مختلفی رنگ این ماهی متمایل به نقره‌ای و یا زرد می‌شود.

گورامی دم شانه‌ای

گورامی دم شانه‌ای با نام انگلیسی Combtail *Gourami* و نام های دیگری مانند دم شانه‌ای بهشتی، دم شانه‌ای سریلانکایی یا به طور ساده‌تر، دم شانه‌ای شناخته می‌شود. دارای رنگ ترکیبی زرد و نارنجی کمرنگ همراه با قرمزی نامحسوس بر روی فلس‌ها می‌باشد. دارای رنگ تیره بر روی دم و بر روی باله‌های پشتی می‌باشد. آکواریومی با حجم ۱۱۰ لیتر همراه با گیاهان

انبوه برای این ماهی مناسب است اما در زمان جفتگیری، این ماهی به آکواریوم بزرگتری نیاز دارد. زیرا در این دوره، ماهی پرخاشگر شده و به سایر ماهی‌ها آسیب می‌رساند (جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰).

گورامی بوسنده

گورامی بوسنده با نام انگلیسی Kissing Gourami با نام هایی همچون ماهی بوسنده، بوسنده صورتی یا بوسنده بالن نیز شناخته می‌شود و نام علمی آن *Helostoma temmincki* است. اندازه این ماهی تا ۳۰ سانتیمتر هم می‌رسد و طول عمر این ماهی ۵ تا ۷ سال تخمین زده شده است. این ماهی دارای لبی ضخیم است که به صورت لبی غنچه شده است، که نام ماهی نیز از این ویژگی گرفته شده است. به طور کلی این ماهی، ماهی آرامی است. اما ممکن است که ماهی‌های نر با فشردن لب‌ها به یکدیگر با هم درگیر شوند. در بیشتر اوقات ماهی ضعیف‌تر عقب نشینی می‌کند و این درگیری به مرگ منجر نمی‌شود. ماهی بوسنده مانند سایر گورامی ها به طور مستقیم از سطح آب تنفس می‌کند. به همین دلیل باید در آکواریوم این ماهی دسترسی به سطح آب آسان باشد. بهتر است که از گیاهان مصنوعی استفاده شود. زیرا این ماهی برگ گیاهان طبیعی را می‌خورد و به آن‌ها صدمه وارد می‌کند. نیازی به تمیز کردن شیشه‌های آکواریوم این ماهی نیست. چرا که این ماهی خود خزه‌های بر روی شیشه را می‌خورد و شیشه را تمیز می‌کند. گورامی بوسنده ماهی صلح جویی است و با سایر ماهی‌های هم اندازه خود مدارا می‌کند (ناجی و همکاران،۱۳۹۰).

گورامی خالدار (تینو پوما)

نام علمی این ماهی *Ctenopoma acutirostre* است و نام انگلیسی آن African Spotted Gourami, Congo Leaf Fish, Leopard Bush Fish, Leopard Ctenopoma, Spotted Bush Fish, Spotted Climbing Perch, Spotted Ctenopoma، پرچ پرنده خالدار، گورامی پلنگی است. زیستگاه اصلی این ماهی افریقا و حوزه رود کنگو است. اندازه این ماهی به ۲۰ سانتی متر می‌رسد و طول عمر آن ۵ تا ۸ سال است. پرچ پرنده خالدار را معمولاً به صورت اختصاصی نگهداری می‌کنند. پرچ پرنده خالدار علارغم اینکه در گروه ماهیان نیمه مهاجم و شکارچی به شمار می‌آید اما در مقابل ماهیان قوی‌تر از خود ترسو و بی دفاع است. پرچ پرنده خالدار را باید به صورت گروهی و اختصاصی نگهداری کنید. با علم به این موضوع که این ماهی جهنده خوبی نیز به شمار می‌آید، از یک درپوش مطمئن برای آکواریوم آنها استفاده نمایید. جریان ملایم آب و نورپردازی کم از مواردی است که باید در آکواروم محل زندگی آنها رعایت کنید. توصیه شده از گیاهان شناور در دکوراسیون تانک بهره ببرید.

گورامی غروب آفتاب

نام علمی آن *Trichogaster labiosa* و نام انگلیسی آن Thick Lipped Gourami, Thicklip Gourami,Sunset Thicklip Gourami, Sunset Gourami است. زیستگاه این ماهی جنوب شرقی آسیا و منحصراً در جنوب میانمار است. گورامی غروب آفتاب که در بسیاری از موارد با گورامی کوتوله یا دارف اشتباه گرفته می‌شود به طور کلی صلح جو و خجالتی بوده و در برابر برخی از ماهی‌ها به خصوص سیچلاید ها یک قربانی واقعی به شمار می‌آید. افراد این گونه اجتماعی بوده ودر گروه‌های ۵ تا ۶ تایی نگهداری می‌گردند و برای غلبه بر ترس و استرس آنها وجود مکان‌هایی برای مخفی شدن الزامی است. گورامی غروب آفتاب به جریان شدید آب حساس بوده و آب‌های آرام و کم تلاطم را ترجیح می‌دهند. متاسفانه در اکثر فروشگاه‌های ماهی این گورامی با رنگ‌های غیر طبیعی و تزریقی عرضه می‌شود و در خرید آنها باید دقت کافی داشت. شن و ماسه تیره رنگ، گیاه کاری متراکم و فضای کافی برای شنا باید در دکوراسیون مخزن این ماهی رعایت گردد. توصیه شده است که ۲۵ درصد آب به صورت هفتگی تعویض گردد (جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰).

گورامی غول پیکر سرخ دم

نام علمی آن *Osphronemus laticlavius* و نام انگلیسی این ماهی Giant Red Finned Gourami, Red Flag Giant Gourami, Giant Red Fin Goramy است. محل زندگی این ماهی جنوب شرقی آسیا به ویژه اندونزی، مالزی است. طول عمرآن ۱۰ تا ۲۵ سال اندازه ماهی به ۵۰ سانتی متر هم می‌رسد. گورامی غول پیکر سرخ دم علارغم صلح جو بودن در هنگام نوجوانی، در زمان بلوغ و پیری بسیار مهاجم و ناسازگار خواهد بود و علاقه به خوردن ماهیان کوچک خواهد داشت. افراد این گونه فوق العاده به شرایط آب مقاوم بوده و در بدست آوردن غذا بسیار پر اشتها و حریص هستند. گورامی غول پیکر را معمولاً به صورت تکی و به ندرت جفت نگهداری می‌کنند. از نکات جالب توجه این گورامی می‌توان به هوش این ماهی در شناخت صاحب خود اشاره نمود. این گورامی علاقه زیادی به گیاهان آکواریومی داشته و بهتر است با جیره غذای گیاهی کاملاً سیر گردد. در غیر اینصورت به گیاهان شما رحم نخواهد کرد.

گورامی پوست ماری

نام علمی این ماهی *Trichopodus pectoralis* و نام انگلیسی Snakeskin Gourami,Siamese gourami, Snake-skinned Gourami است. این ماهی بومی سریلانکا، اندونزی، سنگاپور، فیلیپین، مالزی است و اندازه ماهی تا ۳۰ سانتی متر هم می‌رسد و طول عمر آن ۵ تا ۸ سال است. گورامی پوست ماری علارغم صلح جو و خجالتی بودنش از خوردن ماهی‌های کوچکتر از خود ابایی ندارد. افراد این گونه اجتماعی بوده و برای غلبه بر ترس و استرس آنها وجود مکان‌هایی برای مخفی شدن الزامی است. گورامی پوست ماری با وجود مقاوم بودن به شرایط شیمیایی آب به جریان شدید آن حساس بوده و آب‌های آرام و کم تلاطم را ترجیح می‌دهند. شن و ماسه تیره رنگ، گیاه کاری متراکم، گیاهان شناور بر روی آب، فضای کافی برای شنا و نور متوسط باید در دکوراسیون مخزن این ماهی رعایت گردد.

گورامی لب کلفت

نام علمی این ماهی *Trichogaster labiosa* و نام های دیگر آن گورامی لب کلفت و gourami Thick-lipped است. این ماهی بومی آسیا، جنوب میانمار است. سایز آن تا ۸ سانتی متر هم می‌رسد. محل زندگی این ماهی رودخانه‌های با جریان آهسته و برکه، مکان‌های سایه افکن و با تعدادی از گیاهان شناور است. گورامی لب کلفت خویشاوند خیلی نزدیک گورامی هندی غول پیکر می‌باشد، این ماهی به نوبه خود یک گونه می‌باشد. اگر چه از لحاظ بدنی به همان شکل است، گورامی لب کلفت به اندازه گورامی هندی غول پیکر رشد نمی‌کند. به طور معمول بدنی قهوه‌ای شکلاتی، با خطوط آبی متالیک دارند، اما این خط‌ها در مقایسه با علامت‌های گورامی هندی غول پیکر به هم نزدیک‌تر هستند. لب‌ها آبی تیره هستند که بر بزرگی آنها تاکید می‌کند. رنگ آمیزی ماده‌ها خیلی روشن است. در فصل تولید مثل، رنگ نرها به تقریباً سیاه تغییر می‌کند.

گورامی برقی یا رخشان

نام انگلیسی این ماهی Sparkling Gourami است و نام علمی آن هم *Trichopsis Pumilus* است. زادگاه این ماهی جنوب شرقی آسیا مانند مالزی، تایلند و ویتنام است. سایز نهایی گورامی برقی تا ۴ سانتیمتر است. کوچک، زیبا و کمی ترسو است. این ماهی برای پرورش توام مناسب است. معمولاً ماهی صلح جویی است، اما در فصل تخم ریزی ممکن است در برابر ماهیان هم گونه خود حالتی خصمانه بگیرد. در هنگام از خود صداهایی در می‌آورد که به وضوح شنیده می‌شود. لانه‌هایی از حباب‌های کروی هوا می‌سازد که نه بر روی سطح آب که در غارها و زیر برگ گیاهان قرار دارد.

گورامی آبی یا کازبی

سه نژاد رنگی اصلی از ماهی *Trichogaster trichopterus* وجود دارد. گورامی آبی یا کازبی، خیلی شبیه به گورامی سه خال است، اما هیچ لکه‌ای روی بدن خود ندارد، در حالی که سایه آبی، عمیق‌تر و قوی‌تر است. رنگ آبی تیره‌تر این ماهی، به نظر مرمری می‌رسد، در صورتی که در گورامی سه خال، این رنگ موج دار است. این ماهی جذاب و خیلی اجتماعی است، اگر توسط ماهی‌های دیگر آکواریم اذیت شود، تنها برای هشدار دادن آنها را تعقیب می‌کند اما آسیبی به آن‌ها نمی‌رساند (ناجی و همکاران، ۱۳۹۰).

گورامی کوتوله نئونی

گورامی کوتوله نئونی قرمز و گورامی کوتوله نئونی آبی دو نوع از گورامی های کوتوله نئونی هستند که رنگ‌ها و نژادهای متنوعی از گورامی کوتوله معمولی می‌باشند. گورامی کوتوله نئونی برای غذا خوردن خیلی مشکل پسند است. شما باید مطمئن شوید که غذای کافی در آکواریم برای این ماهی وجود دارد. زیستگاه این ماهی چین است. این ماهی بسیار اجتماعی است و اندازه این ماهی به ۵ سانتی متر هم می‌رسد.

جنگجوی سیامی

نام علمی این ماهی *Betta splendens*/*ست و نام* انگلیسی آن Siamese fightingاست. طول عمر این ماهی ۳ تا ۵ سال است. به این ماهی بتا و فایتر هم می گویند، که یکی از رایج‌ترین انواع ماهیان آکواریوم آب شیرین است. این ماهی بومی رودخانه مکونگ واقع در آسیای جنوب شرقی است و قلمرو برای این گونه از ماهی بسیار حائز اهمیت است. این ماهی‌ها در طبیعت در برنجزارها و تالاب‌های کم‌عمق و جریان‌های آبی آهسته تکثیر می‌یابند. اگر چه زندگی در آبهای کم عمق یکی از شاخصه‌های این ماهی است، ولی یکی از کلیدی‌ترین فاکتورهای نگهداری این ماهی دمای آب است. فایترها در جهان به جواهر شرقی معروف می‌باشند چون رنگ گونه‌های وحشی دارای گستره وسیعی هستند و این رنگ‌ها برای تولید مثل مؤثر است. جنگجوها در رنگ‌هایی از قبیل: قرمز، نارنجی، سفید و سبز زمردی وجود دارند. انواع دم در ماهی جنگجوی سیامی به اشکال زیر می‌باشد: دم نقابی‌شکل، دم تاجی‌شکل، هلال ماه، دم کوتاه با حالت تهاجمی، دو دم (فیروز بخش و علی اصغری، ۱۳۸۸).

خانواده ماهیان گورامی

به طور کلی گورامی ها در مواقع ترس و تولید مثل تغییر رنگ می‌دهند و پر رنگ‌تر می‌شوند. گورامی ها اندام‌های تنفسی مازمانندی (هزارتو) شبیه به ریه دارد که به کمک آنها ماهی می‌تواند در آب‌هایی که دارای کمبود اکسیژن هستند از هوای اتمسفر خارج از آب تنفس کنند. اندام خاصی دارد که می‌تواند با آمدن روی سطح آب، اکسیژن مورد نیاز خود را مستقیماً از هوای بیرون از آب دریافت کند (جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰).

مشخصات عمومی در این ماهی وجود دارد که به شرح زیر است:

در ماهی نر:

الف - دارای باله پشتی بلندتر که نوک آن تیز است.

ب - دارای باله زیر شکمی بلندتر که نوک آن تیز است.

ج - دارای بدن دراز، کشیده و لاغرتری نسبت به ماده است.

در ماهی ماده:

الف - باله پشتی کوتاه‌تر و نوک آن گرد است.

ب- باله زیر شکمی کوتاه‌تر و نوک آن گرد است.

ج - دارای بدن گرد، چاق و از عرض پهنتر است.

گونه‌های این ماهی یک سری مشخصات اختصاصی خود را دارن به طور مثال:

- باله مخرجی یا لگنی گورامی مهتابی در نرها نارنجی تا قرمز و در ماده‌ها طلایی رنگ به نظر می‌رسد.
- در گورامی پوست ماری باله پشتی، مقعدی و شکمی در نرها نارنجی و یا قرمز رنگ‌تر از ماده‌ها می‌باشد. ضمن اینکه باله پشتی جنس نر بلندتر و پرچم مانند بوده و رنگ آنها تیره‌تر از ماده‌ها است.
- در گورامی تینوپوما ماهی ماده گرد تر و ماهی نر کشیده‌تر است. یکی از تفاوت‌های بسیار مهم که بین این دو جنس وجود تعداد بیشتر خارهای سر پوش آبششی در جنس نر که حتی با لمس کردن ماهی‌ها می‌توان به نر یا ماده بودن آن پی برد.
- باله پشتی گورامی مرواریدی نر نوک تیزتر از باله پشتی گورامی مرواریدی ماده است. لبه‌های باله مخرجی گورامی ماده فاقد کشیدگی است. بین باله مخرجی و دمی ماهی نر فاصله وجود دارد. گلو و شکم ماهی نر بالغ نارنجی رنگ می‌شود، در حالی که گلو و شکم گورامی ماده نقره‌ای رنگ باقی می‌ماند (جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰).

جایگاه اصلی ماهیان گورامی

گورامی ماهیانی پرتو باله و ازراسته سوف ماهی شکلان و زیر راسته ماهیان لابرینت دار می‌باشد. ریشه اجدادی این ماهی‌ها با انواع سوف‌ها یکی است ولی در ماهیان این خانواده به علت قرار گرفتن در آب‌های کم عمق و شرایط نا مساعد در اثر تکامل تدریجی عضو کمکی به نام لابرینت به وجود آمده است

بازاریابی ماهیان گورامی در صنعت آبزی پروری

برآورد ارزش اقتصادی ماهیان گورامی

صنعت آبزی پروری در دهه‌های اخیر رشد و توسعه فراوانی داشته است به طوری که نرخ رشد سالیانه آنها بیش از سایر صنایع بوده است. تکثیر و پرورش ماهیان زینتی از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار است. در این راستا تعداد گونه‌های آبزی که به منظور آبزی پروری تجاری یا زینتی مورد پرورش قرار گرفته‌اند به سرعت رو به افزایش است. موفقیت در آبزی پروری مدرن بر اساس کنترل تولید مثل، شناخت درست از بیولوژی مزارع پرورش ماهی، نوآوری در تکنیک و بهبود کیفیت جیره‌های غذایی می‌باشد (مختاری و همکاران، ۱۳۹۵). برخورداری از اطلاعات کافی متناسب از ماهیان گورامی و مدیریت بر جیره غذایی و کاهش حداکثری پرتی غذا (کاهش ضریب تبدیل) و قرار گرفتن در دمای مناسب وکاهش استرس و..... باعث کاهش هزینه‌های مزارع پرورش و در نتیجه افزایش صرفه اقتصادی برای پرورش دهندگان می‌شود.

ماهیان زینتی بدلیل ارزش اقتصادی در تجارت داخلی و خارجی از اهمیت زیادی برخوردارند. پرورش آنها از فعالیت‌های اقتصادی مهم در بسیاری از کشورهای آسیایی است و تجارت جهانی آنها سالیانه گردش مالی ۱۵۰-۲۰۰ میلیون دلاری را ایجاد می‌کند. کشور ایران نیز از این امر مستثنی نیست و در حال حاضر صنعت ماهیان زینتی در امر درآمد و اشتغال زائی از صنایع زودبازده با هزینه اولیه اندک محسوب می‌شود. در حال حاضر مولدین ماهیان زینتی توسط غذاهای زنده تغذیه می‌شوند که علاوه بر عدم تأمین همه نیازهای غذائی مولدین، هزینه زیادی را نیز جهت تولید به خود اختصاص می‌دهند. بعلاوه خطر معرفی بیماری‌های مختلف توسط غذاهای زنده دور از انتظار نیست. بر خلاف غذاهای زنده، غذای فرموله علاوه بر تأمین نیازهای ماهی دارای قیمت مناسب‌تر بوده و نگهداری آنها آسان می‌باشد. با توجه به اینکه در بین گونه‌های ماهی، ماهیان زینتی از نظر بررسی نیازهای غذائی کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

منابع

ابراهیم نژاد، ه.; شجیعی، ه. و مقدسی، ب.، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر خوراکی کلومیفن بر شاخص‌های گنادی ماهی گورامی سه خال. دومین همایش ملی و مهندسی و مدیریت کشاورزی.

جهاد دانشگاهی، ۱۳۹۰. پرورش ماهیان زینتی و آکواریومی. سازمان همیاری اشتغال دانش آموختگان. ۴۵ صفحه.

فیروزبخش، ف. و علی اصغری، م.، ۱۳۸۸. اطلس ماهیان آکواریومی آب شیرین. نشر پرتو واقعه. ۱۵۲ صفحه.

مختاری، م; ایمانپور، م. ر.; حاجی مرادلو، ع. و حسینی فر، س.ح.، ۱۳۹۵. اثرات پروبیوتیک باکتوسل و پروبیوتیک گالاکتوالیگوساکارید بر رشد، بازماندگی، پارامترهای خونی و مقاومت در برابر استرس شوری ماهی گورامی سه خال. فصلنامه محیط زیست جانوری. سال هشتم. شماره ۳. ۱۴ صفحه.

ناجی، طا; حسین زاده صحافی، ه. و رضایی، س.، ۱۳۹۰. بررسی اثر سیلی مارین و ۱۷- بتا استرادیول بر شاخص گنادی و تغییرات بافتی تخمک‌ها در ماهی ماده گورامی سه خال. مجله پژوهش‌های علوم و فنون دریایی. صفحات ۶۷-۷۷.

بیوسیستماتیک تکاملی دو گونه کپور دندار بوم زاد، *Aphanius farsicus* و *Aphanius vladykovi* (ماهیان استخوانی عالی: کپورماهیان دنداندار)

نفیسه سنجرانی واحد [۱]؛ حمیدرضا اسماعیلی [۱]

۱-گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز

Email: hresmaeili@shirazu.ac.ir

چکیده

مراحل کلی تکوین در بین مهره‌داران مشابه بوده و مطالعه آن به زمان ارسطو (اولین جنین شناس) باز می‌گردد. مشخصاتی مانند تکوین سریع و شفافیت تخم در برخی ماهیان باعث شده که از این گروه (ماهیان) بعنوان مدلی برای مطالعه جنین شناسی مهره‌داران استفاده کنند. به دلیل تکوین سریع و شفافیت تخم جنس *Aphanius*، می‌توان تکوین آن را از مرحله لقاح تا زمان خروج لارو از تخم مورد مطالعه قرار داد. در این پژوهش، مراحل کلی تکوینی (مراحل جنینی و لاروی) دو گونه گورماهی بومزاد ایران به نام های گورماهی فارسی و گورماهی زاگرس *A. vladykovi* و *A. farsicus* مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که خصوصیات تکوین نرمال جنین که شامل مراحل لقاح، تسهیم، بلاستولاسیون، گاسترولاسیون، اندام‌زایی و در نهایت خروج لارو از تخم می‌باشد، در هر دو گونه مورد مطالعه مشابه بود، اما در زمان رخ دادن برخی وقایع تفاوت‌های مشاهده شد. به این صورت که ناحیه سری در گونه *A. farsicus* در ۲۳ ساعت بعد از لقاح اما در گونه *A. vladykovi* این ناحیه در ۱۵ ساعت بعد از لقاح تشکیل شد، همچنین اولین علائم مربوط به شروع تپش قلب در گونه **A**. *farsicus* در ۵۱ ساعت بعد از لقاح و در گونه *A. vladykovi* در ۲۶ ساعت بعد از لقاح مشاهده شد. علاوه بر این، رنگدانه‌های مربوط به جنین-زرده و همچنین چشم در گونه *A. farsicus* در ۷۰ و ۱۰۴ ساعت بعد از لقاح تشکیل شدند اما در گونه *A. vladykovi* این رنگدانه‌ها در ۲۱ و ۹۰ ساعت بعد از لقاح شکل گرفتند.

واژگان کلیدی: تسهیم، جنین شناسی، گاسترولاسیون

Developmental Biosystematics of Two Endemic Tooth-Carps, *Aphanius farsicus* and *Aphanius vladykovi* (Teleostei: Cyprinodontiformes)

Nafiseh Sanjarani Vahed[1]; Hamid Reza Esmaeili[1]

1- Department of Biology, Faculty of Science, University Shiraz, Shiraz

Email: hresmaeili@shirazu.ac.ir

Abstract

The general stages of development are similar in all vertebrates, and history of study dates back to the time of Aristotle (the first embryologist). Characteristics such as rapid development and egg transparency in some fish have made this group (fish) as a model in vertebrate embryogenesis. Due to rapid development and egg transparency in the genus *Aphanius*, they can be studied well in embryological experiments from fertilization to hatching. In this research, general stages of development (embryonic and larval stages) of two species of Iran *A. vladykovi* and *A. farsicus* was studied. The results of this study show that the normal embryonic developmental characteristics, which included the stages of fertilization, cleavage, blastulation, gastrulation, organogenesis and ultimately hatching, were similar in both studied species. Differences were observed in specific characteristics. The anterior part of the embryo was formed in *A. farsicus* at 23 hours after fertilization but in *A. vladykovi* at 15 hours after fertilization. Also the first signs of the onset of start heartbeat in species *A. farsicus* was observed at 51 h after fertilization and in *A. vladykovi* at 26 h after fertilization. In addition, embryo and yolk pigments as well as eyes were formed in *A. farsicus* at 70 and 104 h after fertilization, but in *A. vladykovi* these pigments were formed at 21 and 90 h after fertilization.

Keywords: Cleavage, Embryology, Gastrulation

مروری بر اصول تغذیه در پرورش آبزیان

مرضیه سرگلزایی [۱*]؛ امیررضا توسلی [۲]

۱- دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، مسئول فنی شرکت بهسان تغذیه آریان
۲- دکترای حرفه‌ای دامپزشکی، دامپزشک

Email: msargolzaie92@gmail.com

چکیده

اصول تغذیه آبزیان در صنعت شیلات در سه دهه اخیر رشد شدیدی داشته و امروزه آبزیان پرورشی حدود یک سوم کل تولیدات شیلاتی دنیا را تشکیل می‌دهند. برای کاستن از اثرات منفی کمبود منابع آبزی‌پروری، متخصصین راه حل را استفاده از سیستم‌های پرورش متراکم دانسته‌اند. وقوع و اهمیت بیماری‌هایی که در تاسیسات پرورش ماهی دیده می‌شود، ممکن است نتیجه تراکم ماهیان، شرایط نامطلوب، وضعیت پرورش و خود امر پرورش برخی از انواع ماهیان باشد که پیدایش بیماری‌های خاص را تشویق می‌کند. در حالت آزاد و وحشی ماهیان پراکندگی وسیعی دارند و بیماری غالباً مورد توجه قرار نمی‌گیرند و خطر آلودگی محدود و ضررها کمتر می‌باشد. تهیه خوراک مناسب برای ماهیان به علت تعدد گونه‌ای و تفاوتهای فیزیولوژیکی دستگاه گوارش در هر گونه نسبت به گونه دیگر، بسیار پیچیده‌تر از تهیه خوراک برای حیوانات خشکزی می‌باشد. علاوه بر ترکیب شیمیایی پلت‌های خوراک، باید مقاومت کافی در برابر خرد شدن و شسته شدن در محیط‌های آبی را داشته باشد. در غیر این صورت قابلیت مصرف خوراک تا حد زیادی کاهش می‌یابد.

واژگان کلیدی: شیلات، خوراک، آبزی‌پروری، پلت

A review of the principles of aquaculture nutrition

Marzieh Sargolzaie[1*]; Amirreza Tavassoli[2]

1- Doctor of veterinary medicine, technical manager of Behsan Taghzieh Aryan Company

2- Doctor of veterinary medicine, Practitioner

Email: msargolzaie92@gmail.com

Abstract

The principles of aquatic nutrition have grown rapidly in the fisheries industry during the last three decades, and today farmed aquatic animals make up circa one third of the world's total fishery production. In order to reduce the negative effects of lack of aquaculture resources, experts have considered the use of dense culture systems as a solution. The occurrence and importance of diseases seen in fish farming facilities may be the result of fish density, unfavorable conditions, growth status and the culture of some species of fish itself, that encourage the emergence of certain diseases. In free sea setting, wild fish are widely distributed, so the disease is often overlooked, and the risk of infection is limited and the damage is less. Preparing suitable feed for fish is much more complex compared with preparing food for terrestrial animals due to the multiplicity of species and the physiological differences of the gastrointestinal tract in different species. In addition to the chemical composition, food pellets must have sufficient resistance to crushing and being washed in aqueous media. Otherwise, the consume rate of feed will be greatly reduced.

Keywords: fisheries, feed, aquaculture, pellet

بررسی عادت غذایی ماهی کفال پوزه باریک (*Chelon saliens*) در ساحل کیاشهر

علینقی سرپناه [۱]؛ کیوان عباسی [۲]؛ سپیده خطیب [۲]؛ جلیل سبک آرا [۲]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۲]؛ سیامک باقری [۲]؛ مرتضی نیکپور [۲]

۱ موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲ پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

Email: sarpanah5050@gmail.com

چکیده

ماهی کفال پوزه باریک یکی از ماهیان استخوانی ارزشمند بوده که هرساله در سواحل ایرانی دریای کاسپین صید می‌شود. این بررسی با هدف تعیین عادت غذایی افراد بالغ و در حال بلوغ در ساحل کیاشهر و در پاییز ۱۳۹۹ و بهار ۱۴۰۰ انجام شد. نتایج بررسی ۷ نمونه در پاییز ۹۹ (طول چنگالی ۲۰۷-۲۶۵ میلی متر) و ۳۴ نمونه در بهار ۱۴۰۰ (طول چنگالی ۱۲۷-۲۸۲ میلی متر) نشان داد که شاخص تهی بودن لوله گوارش در پاییز و بهار مشترکا صفر درصد، میانگین طول نسبی روده در این دو فصل به ترتیب ۰/۲۷ ± ۱/۴۳ و ۰/۲۰ ± ۱/۳۹ و شدت تغذیه به ترتیب ۵۰۱/۷ ± ۷۳۹/۸ و ۴۱۶/۵ ± ۵۲۸/۶ محاسبه شد. در لوله گوارش این ماهیان از کفزیان بزرگ در پاییز ۹۹ فقط گاماریده و در بهار کوماسه مشاهده شد، همچنین در پاییز تعداد ۲۳ جنس فیتوپلانکتونی در لوله گوارش این ماهی مشاهده شد که جنس‌های *Binuclearia*، *Synedra* و *Nitzschia* به ترتیب با فراوانی ۳۲/۶، ۱۸/۱ و ۱۰/۱ درصد تعداد فیتوپلانکتون، غالب بودند و روزنداران، حدود ۸۰ درصد جمعیت زئوپلانکتون ها (۳ نوع) را تشکیل دادند. در لوله گوارش این ماهیان در بهار نیز ۲۱ جنس فیتوپلانکتونی و ۷ نوع زئوپلانکتون مشاهده شد که جنس‌های *Diatoma*، *Navicula* و *Nitzschia* به ترتیب با فراوانی ۲۲/۹، ۱۷/۵ و ۱۷/۴ درصد تعداد فیتوپلانکتون و لارو دوکفه‌ای‌ها و روزنداران به ترتیب با فراوانی ۴۰/۰ و ۳۸/۰ درصد تعداد زئوپلانکتون غالب بودند. در مجموع این بررسی نشان داد که این گونه همه چیزخوار بوده و شدت تغذیه آن مطلوب بود.

واژگان کلیدی: ماهی، تغذیه، زیست شناسی، گیلان، دریای کاسپین

Investigation of feeding habit of sharp nose grey-mullet, *Chelon saliens* in Kiashahr coast

Alinaghi Sarpanah [1]*; Keivan Abbasi[2]; Sepideh Khatib[2]; Jalil Sabkara[2]; Yaghobali Zahmatkesh[2]; Siamak Bagheri[2]; Morteza Nikpoor[2]

[1]Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

[2]Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: sarpanah5050@gmail.com

Abstract

Sharp nose grey-mullet (*Chelon saliens*) is one of valuable bony fish species that is caught in the Iranian Caspian Sea. This study aimed to examine feeding habit in adult and pre-adult individuals of the fish in Kiashahr Shore in autumn 2020 and spring 2021. The results of this study on 7 specimens (fork length 207-265 ^{mm}) in autumn and 34 specimens (fork length 127-282 ^{mm}) in spring showed 0% and 0% for the vacuity index of the gut, 1.43 ± 0.27 and 1.39 ± 0.20 for relative length of gut and 739.8 ± 501.7 and 528.6 ± 416.5 for index of intensity of fullness in studied seasons, respectively. Gammaridae and Cumacea of macro-benthos animals observed in gut of the fish, in autumn and spring, respectively. 23 genera of Phytoplankton presented in the fish gut, and *Binuclearia*, *Synedra* and *Nitzschia* with 32.6%, 18.1% and 10.1% were abundant respectively, and Foraminifera comprised about 80% of total number of zooplankton (3 genera) in autumn 2020. In spring 2021, was observed 14 genera of Phytoplankton in the fish gut, and *Diatoma*, *Navicula* and *Nitzschia*, with 22.9%, 17.5% and 17.4% of Phytoplankton cells, respectively and 7 types of zooplankton observed in gut too, and larvae of Bivalvia (lamellibranchia) and Foraminifera with abundance of 40.0 and 38.0% of zooplankton amount were dominant, respectively. In general, this study stated omnivory feeding habit and favorite index of intensity of fullness in the studied fish.

Keywords: **Fish, Diet, Biology, Guilan, Caspian Sea**

بررسی شاخص‌های غذایی ماهی کفال طلایی (*Chelon auratus*) بالغ در ساحل انزلی

علینقی سرپناه [۱*]؛ کیوان عباسی [۲]؛ سپیده خطیب [۲]؛ یعقوبعلی زحمتکش [۲]؛ مهدی مرادی [۲]؛ سیامک باقری [۲]؛ فریبا مددی [۲]

۱- موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۲- پژوهشکده آبزی پروری آبهای داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی

Email: sarpanah5050@gmail.com

چکیده

ماهی کفال طلایی پس از ماهی سفید، دومین گونه مهم تجاری در آبهای ساحلی ایران بوده و هر ساله حدود ۳۰ درصد وزن ماهیان استخوانی را در این سواحل تشکیل می‌دهد. این بررسی با هدف تعیین شاخص‌های غذایی آن از جمله غالبیت غذایی افراد بالغ و در حال بلوغ در ساحل بندر انزلی و در پاییز ۱۳۹۹ و بهار ۱۴۰۰ انجام شد. نتایج بررسی ۳۴ نمونه در پاییز ۹۹ (وزن بدن ۱۱۵-۶۶۰ گرم و طول چنگالی ۲۲۵-۴۱۲ میلی متر) و ۱۱ نمونه در بهار ۱۴۰۰ (وزن ۱۰۵-۵۲۰ گرم و طول چنگالی ۳۸۰-۲۳۰ میلی متر) نشان داد که شاخص تهی بودن لوله گوارش در پاییز و بهار مشترکا صفر درصد، میانگین طول نسبی روده در این دو فصل به ترتیب ۰/۵۶ ± ۲/۵۸ و ۰/۵۷ ± ۲/۹۰ و شدت تغذیه به ترتیب ۱۷۹/۶ ± ۱۹۳/۱ و ۱۰۵/۹ ± ۲۵۲/۱ محاسبه شد. در لوله گوارش این ماهیان در پاییز ۹۹ دو نوع کفزی (دوکفه‌ای سراستودرما و سخت پوست بالانوس) مشاهده شد که فراوانی آنها به ترتیب ۶۲/۵ و ۳۷/۵ درصد تعداد طعمه بود، همچنین تعداد ۲۳ جنس فیتوپلانکتونی مشاهده شد که جنس‌های *Binuclearia*، *Synedra* و *Exuviaella* به ترتیب با فراوانی ۴۸/۵، ۹/۹ و ۸/۸ درصد تعداد فیتوپلانکتون، غالب بودند. در لوله گوارش این ماهیان در بهار فقط ۱۴ جنس فیتوپلانکتونی مشاهده شد که جنس‌های *Thalassionema*، *Nitzschia* و *Binuclearia* به ترتیب با فراوانی ۲۰/۳، ۱۸/۳ و ۱۴/۹ درصد تعداد سلول فیتوپلانکتونی، غالب بودند. در مجموع این بررسی نشان داد که این گونه همه چیزخوار عمدتاً دتریت خوار بوده ولی شدت تغذیه آن مطلوب نبود.

واژگان کلیدی: ماهی، تغذیه، زیست شناسی، گیلان، دریای کاسپین

Investigation of feeding indices of golden grey-mullet, *Chelon auratus* in Anzali coast

Alinaghi Sarpanah[1*]; Keivan Abbasi[2]; Sepideh Khatib[2]; Yaghobali Zahmatkesh[2]; Mehdi Moradi[2]; Siamak Bagheri[2]; Fariba Madadi[2]

1- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran.

2- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali, Iran.

Email: sarpanah5050@gmail.com

Abstract

Golden grey-mullet, *Chelon auratus* is 2nd commercially-important bony fish species in the Iranian Caspian Sea after kutum, *Rutilus kutum*, and it forms about 30% of the total weight of caught bony fishes in the area. This study aimed to determine dietary indices such as food dominance in adult and pre-adult individuals of the fish in Bandar Anzali Shore in autumn 2020 and spring 2021. The results of this study on 34 specimens (weight and fork length, 115-660 g and 225-412 mm, respectively) in autumn and 11 specimens (weight and fork length, 105-520 g and 230-380 mm respectively) in spring showed 0% and 0% for the vacuity index of the gut, 2.58 ± 0.56 and 2.90 ± 0.57 for relative length of gut and 193.1 ± 179.6 and 252.1 ± 105.9 for index of intensity of fullness in studied seasons, respectively. *Cerastoderma* sp. (Bivalvia) and *Balanus* sp. (Crustaceae) of macro-benthos animals were observed in fish gut, with 62.5% and 37.5% of total number, respectively.. 23 genera of Phytoplankton were determined in the fish gut, and *Binuclearia*, *Synedra* and *Exuviaella* with 48.5%, 9.9% and 8.8% were abundant respectively, in autumn 2020. In spring 2021 no benthos and zooplankton was observed in the fish gut but 14 genera of Phytoplankton were observed and *Thalassionema*, *Nitzschia* and *Binuclearia*, with 20.3%, 18.3% and 14.9% were abundant species respectively. In general, this study stated omnivory mainly detritus feeding habit in the studied fish but index of intensity of fullness was no favorite.

Keywords: Fish, Diet, Biology, Guilan, Caspian Sea

بررسی فراوانی و پراکنش سلول‌های کلراید آبشش بچه‌ماهیان سفید در مواجهه با شوری آب دریای‌خزر

محمد صیاد بورانی [۱*]؛ محمود بهمنی [۲]؛ محدثه احمد نژاد [۱]؛ منصور شریفیان [۲]

۱- پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

Email: mohammadborani@yahoo.com23

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی توسعه سلول‌های کلراید آبشش گروه‌های مختلف وزنی بچه‌ماهی سفید (*Rutilus frisii*) در ایستگاه تحقیقاتی تغذیه و غذای زنده آبزیان واقع در غازیان بندرانزلی انجام شد. بچه‌ماهیان با میانگین وزنی ۰/۵، ۱ و ۲/۵ گرمی در ۳ گروه آب دریای خزر با شوری ۱۱ درهزار، آب ۷ در هزار (شرایط مصبی) و آب شیرین (با سه تکرار در هر گروه) در مدت ۱۰ روز، قرار گرفتند. جهت بررسی میکروسکوپی بافت آبشش تیمارهای مختلف، از نمونه‌های بافتی بوسیله روش بافت‌شناسی کلاسیک و رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین – ائوزین، لام تهیه شد. بررسی فراوانی و موقعیت سلول‌های کلراید و محل آنزیم Na^+-K^+- ATPase با روش ایمونوهیستوشیمی به انجام رسید. سلول‌های کلراید در ناحیه پایه تیغه‌های ثانویه، روی تیغه‌ها و بین آن‌ها مشاهده شدند. نتایج نشان داد که در هر میلیمتر مربع از سطح بافت آبششی ماهیان ۰/ ۵، ۱ و ۲/۵ گرمی بترتیب ۹۰۰۰، ۱۰۰۰۰- ۹۰۰۰ و ۱۲۰۶۰- ۱۰۰۷۰ سلول کلراید وجود دارد. در نتیجه، به نظر می‌رسد بچه ماهیان ۰/۵ گرمی دارای قابلیت سازگاری با آب نواحی مصبی و آب دریای خزر را نداشته و کاملاً سازگاری به آب شیرین دارد. براساس مطالعات، به نظر می‌رسد بچه ماهیان ۱ تا ۳ گرمی قابلیت تحمل و سازگاری با نواحی مصبی و نواحی از دریا با شوری ۷ تا ۸ در هزار دارند که افزایش وزن تأثیر بمراتب بهتری را خواهد داشت یعنی ترجیحاً وزن ۲/ ۵ تا ۳ گرم جهت این کار مناسب‌تر است.

واژگان کلیدی: تنظیم‌اسمزی، رهاسازی، آنزیم Na^+-K^+- ATPase

Frequency and distribution of chloride cells in the gills of kutum juveniles exposed to Caspian Sea water salinity

Mohammad Sayyad Bourani[1*]; Mahmoud Bahmani[2]; Mohaddeseh Ahmadnezhad[1]; Mansour Sharifian[2]

1- Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Bandar Anzali, Iran
2- Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Email: mohammadborani@yahoo.com

Abstract

This study was performed to investigate the development of the gill chloride cells in different weight groups of *Rutilus frisii* (0.5, 1 and 2.5 g) exposed to 3 salinity treatment with 3 replicates for 10 days including: 1-Caspian Sea water (salinity = 11 ppt), 2- estuarine condition (salinity= 7 ppt) and 3-fresh water. The study was performed in the Research Station of Aquatic Nutrition and Live Food located in Ghazian, Bandar Anzali. Gill tissue samples were prepared by classical histological method with hematoxylin-eosin staining. The frequency and location of chloride cells and Na^{+}-K^{+} - ATPase enzymes were determined by immunohistochemistry. In the histological slides, chloride cells were clearly seen in the base of the secondary lamella, on the lamella and between them. The results of chloride cells count showed that there are 9000, 9000-10000 and 10070-12060 cells/mm^2 in the gill tissue surface of 0.5, 1 and 2.5 g of fish groups, respectively. According to the results, it seems that 0.5 g juvenile fish are not compatible with water in the estuarine and Caspian Sea areas and are fully compatible with fresh water. Also, it seems that juveniles of 1 to 3 grams are able tolerate and and adapt to estuarine condition of the Caspian Sea with 7 to 8 ppt salinity, which weight gain will have a much better effect, specially in juvenile with 2.5 to 3 g body weight.

Keywords: Osmoregulation, Release, Na^{+}-K^{+}- ATPase enzyme

مطالعه تغییرات ساختار بافتی محوطه دهانی (لب، سقف دهان و زبان) در ماهی شانک زردباله پس از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا

حسن سازگار [۱]؛ سلماز شیرعلی [۱*]؛ اسحاق زمانی [۱]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

Email: solmazshirali_awz@yahoo.com

چکیده

بیماری‌های باکتریایی از عوامل ایجاد کننده مشکلات در پرورش ماهیان و آبزی پروری می‌باشند. آیروموناس هیدروفیلا به عنوان یک باکتری فرصت طلب مسئول ایجاد طیف وسیعی از بیماری‌های باکتریایی در ماهیان است. مطالعه حاضر به منظور بررسی تغییرات بافتی حفره دهانی (لب، سقف دهان و زبان) ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*)، پس از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا (*Aearomonas hydrophila*)، به مدت ۲۱ روز انجام گرفت. به این منظور تعداد ۹۰ ماهی شانک زردباله از تالاب ناصری واقع در حوزه شهرستان خرمشهر صید گردیدند. ماهیان به ۳ گروه، یک گروه به عنوان گروه شاهد بدون مواجه شدن با باکتری و دو گروه به عنوان تیمار برای مواجه شدن با دو دوز 10^3 و 10^6 $CFUmL^{-1}$ از باکتری به روش غوطه ور سازی تقسیم شدند. نمونه گیری از بافت های محوطه دهانی در روزهای صفر، سه، هفت، چهارده و بیست و یک انجام شد. بخش‌های مختلف محوطه دهانی جهت تثبیت در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شدند. نمونه‌ها پس از گذراندن مراحل پاساژ بافتی، توسط دستگاه میکروتوم مقطع گیری شدند و سپس رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از بررسی بافت شناسی نشان داد که تعداد و اندازه سلول‌های جامی شکل در بافت های پوششی نمونه‌های مورد مطالعه در دو گروه تیمار شده با باکتری، نسبت به گروه شاهد به طور معنی داری افزایش یافته است ($p<0.05$).

واژگان کلیدی: آبزی پروری، بافت شناسی، بافت پوششی، سلول جامی

Histological changes of oral cavity (lip, oral palate and tongue) in Yellowfin Seabream, *Acanthopargus latus* after exposure to *Aeromonas hydrophila*

Hassan Sazegar[1]; Solmaz Shirali[*]; Issac Zamani[1]

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

Email: solmazshirali_awz@yahoo.com

Abstract

Bacterial diseases are one of the causes of problems in fish farming and aquaculture system. *Aeromonas hydrophila* is an opportunist bacteria responsible for wide range of fish disease. The present study was conducted to investigate oral cavity tissue (Lip, Oral palate and tongue) changes in Yellowfin Seabream *Acanthopargus latus* after exposure of the *Aeromonas hydrophila* by immersion way for 21 days. For this purpose 90 *A. latus* were caught from Naseri wetland located in Khorramshahr city. Fishes were divided into three groups, a control group did not affect by bacteria and other two groups were exposed to 10^3 and 10^6 concentration in immersion way. Tissue samples were taken from oral cavity at the 0, 3, 7, 14 and 21 days of experiment. Different sections of oral cavity were fixed in 10% formalin. Samples after passing various stages of tissue passage, were sectioned by microtome and stained with hematoxylin and eosin. Results of histological studies showed that the number and size of goblet cells in epithelium of two treatment groups compared with control group increased significantly ($P<0.05$).

Keywords: Aquaculture, Histology, Epithelium, Goblet cell

بررسی اثر باکتری آئروموناس هیدروفیلا بر ساختار بافتی مری، معده و روده در ماهی شانک زردباله

حسن سازگار [۱]؛ سلماز شیرعلی [۱*]؛ اسحاق زمانی [۱]

۱- گروه زیست شناسی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر

Email: solmazshirali_awz@yahoo.com

چکیده

هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات ساختار بافتی مری، معده و روده در ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*)، پس از مواجهه با باکتری آئروموناس هیدروفیلا (*Aearomonas hydrophila*)، به مدت ۲۱ است. به این منظور تعداد ۹۰ ماهی شانک زردباله از تالاب ناصری واقع در حوزه شهرستان خرمشهر صید گردیدند. ماهیان به ۳ گروه، یک گروه به عنوان گروه شاهد بدون مواجه شدن با باکتری و دو گروه به عنوان تیمار برای مواجه شدن با دو دوز ۱۰۳ و ۱۰۶ $CFUmL^{-1}$ از باکتری به روش غوطه ور سازی تقسیم شدند. نمونه گیری از بافت ها در روزهای صفر، سه، هفت، چهارده و بیست و یک انجام شد. بافت ها جهت تثبیت در محلول فرمالین ۱۰ درصد قرار داده شدند و پس از گذراندن مراحل پاساژ بافتی، توسط دستگاه میکروتوم مقطع گیری شدند و سپس رنگ آمیزی هماتوکسیلین و ائوزین بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. نتایج حاصل از بررسی بافت شناسی نشان داد که در مری تعداد و اندازه سلول‌های جامی شکل در گروه‌های تیمار افزایش یافته است و به نظر می‌رسد که سلول‌های پوششی استوانه‌ای به سلول‌های جامی تبدیل شده‌اند. در معده افزایش و بزرگ شده غدد معدی مشاهده شد و به نظر می‌رسد که سلول‌های غدد معدی به سلول‌های ترشح کننده موکوس تبدیل شده‌اند. در روده نیز تعداد و اندازه سلول‌های جامی با افزایش دوز افزایش یافته است. در روده تعداد ماست سل‌ها در بافت همبند نسبت به گروه شاهد افزایش یافته است ($p<0.05$).

واژگان کلیدی: بافت شناسی، بافت پوششی، سلول جامی، ماست سل

Effects of *Aeromonas hydrophila* on tissue structure of esophagus, stomach and intestine in yellowfin seabream, *Acanthopargus latus*

Hassan Sazegar[1]; Solmaz Shirali[*]; Issac Zamani[1]

1- Department of Marine Biology, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology, Khorramshahr, Iran.

Email: solmazshirali_awz@yahoo.com

Abstract

The aim of present study was to examine the changes of esophagus, stomach and intestine tissues structure in Yellowfin Seabream *Acanthopargus latus* after exposure of the *Aeromonas hydrophila* by immersion way for 21 days. For this purpose 90 *A. latus* were caught from Naseri wetland located in Khorramshahr city. Fishes were divided into three groups, a control group did not affect by bacteria and other two groups were exposed to 10^3 and 10^6 concentration in immersion way. Tissue samples were taken at the 0, 3, 7, 14 and 21 days of experiment. Tissues were fixed in 10% formalin and after passing various stages of tissue passage, were sectioned by microtome and stained with hematoxylin and eosin. Results of histological studies showed that in esophagus the number and size of goblet cells increased in treatment group and it seems that columnar cells are transformed into goblet cells. In stomach increased and enlarged gastric glands were observed and the cells of gastric glands are transformed into mucus secreting cells. In intestine tissue the number and size of goblet cells in treatment groups were increased with increasing dose. The number of mast cells in connective tissue was increased compared to the control group ($P<0.05$).

Keywords: Histology, Fish, Bacteria, *Acanthopargus latus*, *Aeromonas hydrophila*

مروری بر تأثیر استفاده از آرد میلورم (*Tenebrio molitor*) در جیره غذایی آبزیان

محمد مهدی شاه محمدپور عسکری [۱*]؛ محمد حسن اسکندری [۱*]؛ امید صفری [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

در سالهای اخیر گزارش‌های متعددی در مورد استفاده از منابع مختلف پروتئین از جمله استفاده از پروتئین گیاهی، محصولات جانبی آبزیان، طیور و دیگر حیوانات، دانه حبوبات، گیاهان دانه روغنی و غیره در جیره غذایی آبزیان ارائه شده است. یکی از اشکالات منابع پروتئین گیاهی داشتن مواد ضد تغذیه‌ای است. بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از منابع پروتئین حیوانی نتایج مطلوب‌تری را به دنبال داشته باشد. پودر ماهی و کنجاله سویا از رایج‌ترین منابع پروتئینی مورد استفاده در خوراک ماهیان هستند، در حالی که استفاده از آنها باعث مشکلات زیست محیطی، اقتصادی و تولیدی می‌شود. همواره از غذای زنده به عنوان یک مکمل غذایی برای افزایش رشد و بقای آبزیان، به خصوص در دوران اولیه رشد یادشده است. استفاده از حشرات و لارو آنها مانند کرم میلورم (*T. molitor*) می‌تواند منبع جایگزین جالب پروتئین باشد که به عنوان منابع خوراکی جدید برای آبزیان مطرح است. این کرم‌ها دارای ترکیباتی نظیر آمینواسیدهای متیونین، سیستئین، فنیلآلانین و تیروزین هستند که اهمیت خاصی در غذای حیوانات دارند. علاوه بر این کرم میلورم حاوی اسیدهای چرب بلند زنجیره، محتوای مواد معدنی و ویتامین‌ها به ویژه نیاسین است که باعث شده است تا تحت عنوان افزودنی به غذای حیوانات به شمار آیند.

واژگان کلیدی: منابع پروتئین، پروتئین گیاهی، پروتئین حیوانی، مشکلات زیست محیطی، منبع جایگزین

A review on the effect of using *Tenebrio molitor* flour in aquatic diet

Mohammadmahdi Shahmohammadpour Askari[1*]; Mohammad Hasan Eskandari[1*]; Omid Safari[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the environment, Ferdowsi University of Mashad, Mashhad, Iran.

2- Department of Fisheries, Faculty of Natural resources and the environment, Ferdowsi University of Mashad, Mashhad, Iran.

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

In recent years, there have been numerous reports on the use of various sources of protein, including the use of plant protein, aquatic by-products, poultry and other animals, legumes, oilseeds, etc. in the aquatic diet. One of the drawbacks of plant protein sources is the Anti-nutritional substances. Therefore, it seems that the use of animal protein sources will lead to more favorable results. Fish meal and soybean meal are the most common sources of protein used in fish feed, while their use causes environmental, economic and production problems. Live food has always been mentioned as a dietary supplement to increase the growth and survival of aquatic animals, especially in the early stages of growth. The use of insects and their larvae, such as *Tenebrio molitor* worms, can be an interesting alternative source of protein, which is considered as a new food source for aquatic animals. These worms contain compounds such as the amino acids methionine, cysteine, phenylalanine and tyrosine, which are of particular importance in animal feed. In addition, Mealworm contains long-chain fatty acids, minerals and vitamins, especially niacin, which makes it an additive in animal feed.

Keywords: Sources of protein, Plant protein, Animal protein, Environmental problems.

مقدمه

هزینه تهیه غذا تقریباً نیمی از هزینه‌های تولید آبزیان را شامل می‌شود، که حدود ۶۷ درصد آن مربوط به منابع پروتئینی جیره غذایی است. برخلاف سایر حیوانات اهلی، پروتئین حدود ۵۷ درصد جیره غذایی آبزیان را تشکیل می‌دهد. افزایش سهم پروتئین در جیره غذایی سبب افزایش هزینه تولید و کاهش آن نیز سبب کاهش رشد می‌شود. بنابراین توازن آنان در جیره غذایی از نظر فیزیولوژیکی و اقتصادی بسیار مهم است. در حال حاضر به خاطر ارزش خوراکی و غذایی بالا، پودر ماهی ۳۵ تا ۵۵ درصد جیره غذایی ماهی‌ها را تشکیل می‌دهد. ولی به علت محدودیت میزان تولید و عرضه پودر ماهی در جهان و افزایش روز افزون تقاضا، قیمت پودر ماهی بسیار متغیر و رو به رشد است که این امر مدیریت هزینه تولید از طرف پرورش دهندگان را با مشکل روبرو می‌کند. با توجه به اینکه در سال‌های اخیر میزان برداشت از منابع دریایی روندی ثابت و تقریباً نزولی داشته است، یافتن جایگزین مناسب برای تداوم و رشد و توسعه صنعت آبزی پروری در سالهای آینده و همچنین حفظ منابع دریایی برای آیندگان امری اجتناب ناپذیر است. (Taheri mirghaed and Yadollahi, 2019) ترکیبات هر ماده غذایی خصوصاً میزان پروتئین، عامل مهمی در انتخاب آن به عنوان غذا در صنعت کشت و پرورش آبزیان، دام، طیور و غیره است. استفاده از غذای زنده از لحاظ حفظ ارزش غذایی تا زمان مصرف، دارا بودن آنزیم‌های گوارشی و کمک به هضم راحتتر غذا به هنگام مصرف و کاربردهای ارزشمند دیگر مورد توجه است (Das *et al*., 2012). خسارت حشرات به محصولات کشاورزی، دام‌ها و همچنین ایجاد مشکلات بهداشتی برای انسان، تصویر ناپسندی از حشرات برای عامل افراد به وجود آورده است. این در حالی است که سودمندی حشرات به مراتب بهتر از این آنهاست. بررسی‌ها نشان می‌دهد که فقط یک درصد است از حدود یک میلیون گونه شناخته شدهٔ حشرات به طور نسبی برای انسان زیان آور هستند و بدون حضور بسیاری از گونه‌ها زندگی برای انسان و سایر موجودات امکان پذیر نیست (Arbab, 2018). در چند سال اخیر تلاش‌هایی با داشتن ترکیبات نسبتاً (*Tenebrio molitor*) برای پیدا کردن جایگزین برای پودر ماهی صورت گرفته است. سوسک زرد آرد مشابه، یکی از گزینه‌های مورد توجه بوده است. از طرف دیگر هزینه تولید نسبتاً پایین آن موجب شده است تا تحقیقات متعددی در خصوص بررسی امکان جایگزینی بخشی از پودر ماهی با آن صورت گیرد (Harsij *et al*., 2019).

معرفی سوسک زرد آرد

مشخصات ظاهری: سوسک زرد آرد از راستهٔ سخت بالپوشان (سوسک‌ها)، بالا خانواده (Tenebrionoidea)، خانواده (Tenebrionidae)، زیر خانواده (Tenebrioninae) و جنس (Tenebrio) است.

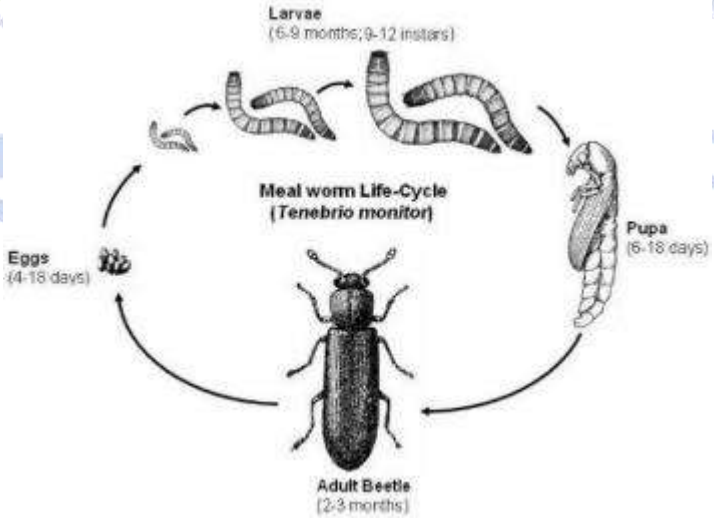
طول حشرات کامل بین ۱۲ تا ۱۸ میلی متر متغیر است و رنگ آنها هنگام خروج از شفیرگی ابتدا کرم رنگ سپس قهوه‌ای و در نهایت بعد از ۲ الی ۳ روز به رنگ مشکی در می‌آید. همانند سایر اعضای خانواده Tenebrionidae شاخک‌ها ۱۱ بندی است. طول شاخک ۳/۵ میلی‌متر بوده و همانند لاروها روی بندهای مختلف شاخک حشرات، گیرنده‌های حسی متنوع دیده می‌شود. حشرات نر شباهت زیادی با حشرات ماده دارند ولی در نوع گیرنده‌های حسی شاخک و شکل هفتمین نیم حلقه شکمی (استونیت) با هم متفاوت هستند. در حشرات ماده هفتمین نیم حلقه شکمی نوک‌تیز است.

سوسک‌ها تخم‌هایی لوبیایی شکل به طول ۱/۷-۱/۸ میلی متر، چسبناک و به رنگ سفید براق هستند.

لارو این حشرات الاتری فرم (سیمی شکل) و به رنگ کرم مایل به زرد دیده می‌شوند. آن‌ها تا قبل از شفیرگی چندین مرتبه (بین ۸-۲۰ مرتبه) پوست اندازی کرده و در نهایت طول آنها به حدود ۳ سانتی متر می‌رسد. وزن لاروها در بدو تولد حدود ۰/۴ میلی گرم است ک در سن آخر به بیش از ۱۶۰ میلیگرم می‌رسد. شفیره از نوع آزاد و فاقد پیله است. رنگ آنها ابتدا سفید ولی بتدریج تیره می‌شود (Arbab, 2018).

شکل ۱۸. تصویر سوسک بالغ، شفیره و لارو سوسک زرد آرد (Arbab., 2019)

چرخه زندگی: میزان زادآوری حشرات ماده بین 160 تا 500 تخم متغیر است، ولی به طور متوسط ۲۷۶ عدد تخم تولید می‌کنند. طول دوره تخم گذاری با توجه به شرایط محیطی بین ۲۲ تا ۱۳۷ روز متغیر است. طول دوره رشد جنینی (تخم) به شدت تحت تأثیر دما قرار دارد. برای مثال طول این دوره در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۵٪، ۱۹ روز و در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با همین مقدار رطوبت ۱۴ روز است. در دمای ۱۰ درجه سلسیوس تخم‌ها تفریخ نمی‌شود. در شرایط مساعد طول دوره لاروی ۳ ماه و در شرایط نامساعد تا ۲ سال است (Hein, 1920). لاروهای کامل اندکی قبل از شفیره شدن کنار هم جمع شده و به جستجوی محلی برای شفیره شدن می‌پردازند. طول دوره شفیرگی نیز متأثر از درجه حرارت محیط است. به طوری که بین ۵ تا ۴۰ روز می‌تواند متغیر باشد. طول عمر حشرات کامل ۳۷-۹۶ روز است. جفت گیری یک هفته بعد از خروج از شفیرگی آغاز و تا پایان عمر چندین مرتبه تکرار می‌شود (Ghaly & Alkoaik, 2009). در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۵ درصد با ۱۶ ساعت روشنایی بهترین شرایط برای رشد و نمو به این حشره است. در دمای ۳۵ درجه سلسیوس طول عمر حشرات کامل به حداقل می‌رسد (Arbab, 2018).



شکل ۱۹. چرخه زندگی سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

نیازهای غذایی:

هرچند سوسک زرد آرد در طبیعت به عنوان یک حشره پوسیده خوار عمل کرده و بیشتر از غلات در حال تجزیه تغذیه می‌کند ولی در پرورش انبوه این حشره برای به حداکثر رساندن بازدهی تولید باید از رژیم‌های غذایی استفاده کرد که دارای حداقل ۲۰ درصد پروتئین باشند. رژیم‌های غذایی متعددی توسط پژوهشگران مختلف پیشنهاد شده است (جدول ۱) ولی بر اساس بررسی‌های صورت گرفته یکی از بهترین غذاها برای به حداکثر رساندن محتوای پروتئین خام و چربی لاروها، استفاده از رژیم غذایی دارای ۹۰ درصد سبوس گندم و ۱۰ درصد مخمر است. حشرات کامل و لاروها علاوه بر رژیم غذایی ذکر شده، برای تأمین آب و برخی ویتامین‌ها به سبزیجات تازه مانند هویج، چغندر، سیب زمینی و کاهو نیاز دارند. آن‌ها همچنین می‌توانند از میوه‌های دیگر مانند سیب، پرتقال، گوجه فرنگی و پوست موز نیز تغذیه نمایند. هرچند لاروها و حشرات نیاز غذایی مشابهی دارند ولی حشرات کامل به علت داشتن قطعات دهانی قوی‌تر توانایی تغذیه از مواد دارای بافت درشت‌تر را دارند. لاروها برای رشد سریع نیاز و خود نیازمند ژیم غذایی غنی از پروتئین باشد (Arbab, 2018).

ردیف	رژیم غذایی
۱	آرد گندم، جوی رول شده و مخمر به ترتیب نسبت ۵: ۵: ۱
۲	سبوس گندم به همراه برگ کلم
۳	آرد گندم و مخمر (به نسبت وزنی ۹۵ و ۵ درصد)
۴	سبوس گندم، آرد گندم و مخمر (به نسبت وزنی ۵۰-۴۵-۵)
۵	سبوس گندم (۵۰٪)، جو رول شده (۲۰٪)، شیر خشک (۵٪)، غذای ماهی (۲۰٪) و پودر مخمر (۵٪)
۶	سبوس گندم (۹۰٪) و مخمر (۱۰٪)
۷	آرد گندم (۲۵۰ گرم)، جو (۲۵۰ گرم)، آرد سویا (۱۰۰ گرم)، آرد ذرت (۷۰ گرم)، مخمر (۲۵۰ گرم)، سبوس گندم (۳۰۰ گرم)

جدول ۷. انواع رژیم‌های غذایی سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

ترکیبات تشکیل دهنده سوسک زرد آرد

ترکیبات تشکیل دهنده سوسک زرد آرد مانند سایر جانداران از آب، مواد آلی و مواد معدنی تشکیل شده است. تناسب بین این ترکیبات بستگی زیادی به مرحلهٔ زندگی، نوع رژیم غذایی و شرایط محیط پرورش دارد. برای مثال لاروهای پرورش یافته در چین و کره به طور معنی‌داری ترکیبات متفاوتی دارند (Siemianowaska *et al*., 2013). برای مثال مقدار پروتئین و چربی موجود در لاروها بستگی زیادی به نوع رژیم غذایی آنها دارد. همچنین پروفیل اسیدهای آمینه موجود در لاروها نیز تحت تأثیر رژیم غذایی آنها قرار می‌گیرد. بررسی‌ها نشان می‌دهد میزان متیونین در لاروهای تغذیه شده با رژیم غذایی متفاوت می‌تواند بین 1/01 – 1/73 گرم در ۱۰۰ گرم متغیر باشد. این پدیده از آن جهت دارای اهمیت است که می‌توان با تغییر رژیم غذایی میزان اسیدهای آمینه دارای گوگرد (مانند سیستم و متیونین) را در لاروها افزایش داد و از لاروها به عنوان رژیم غذایی مناسب برای پرورش ماکیان استفاده کرد. میزان عناصر معدنی نیز از این قانون پیروی می‌کند برای مثال هنگامی که لاروها با غذاهای حاوی کلسیم تغذیه می‌شوند، محتوی کلسیم آنها می‌تواند ۵ تا ۲۰ برابر شود. همچنین حشرات کامل در مقایسه با لاروها، غنی از ماده معدنی مس می‌باشند (Arbab, 2018).

جدول ۵. درصد ماده خشک، پروتئین خام، فسفر (گرم/کیلوگرم ماده خشک) و اسید چرب کل سوسک زرد آرد تغذیه کرده از رژیم‌های غذایی مختلف (Oonincx *et al.*,۲۰۱۵)

مرحله زندگی	ترکیبات تشکیل دهنده			
	آب	پروتئین	چربی	خاکستر
لارو زنده	۵۶/۲۷	۱۷/۹۲	۲۱/۹۳	۱/۵۵
پودر لارو خشک شده	۲/۴۳	۴۴/۷۲	۴۲/۴۸	۳/۶۹

جدول ۸. مقایسه درصد ترکیبات تشکیل دهندهٔ لاروهای زنده و پودر شده (Siemianowska *et al.*,2013)

نوع رژیم غذایی	درصد ماده خشک	پروتئین خام	فسفر	مجموع اسید چرب
دارای پروتئین و چربی بالا	۴۱/۵	۵۳/۶	۸/۹	۲۶/۵
دارای پروتئین بالا و چربی کم	۳۶/۷	۵۳/۵	۸/۸	۲۳
دارای پروتئین کم و چربی بالا	۳۷/۲	۴۴/۴	۸/۸	۲۶/۸
دارای پروتئین کم و چربی کم	۳۸/۲	۴۷/۵	۸/۲	۲۸/۵
شاهد ۱	۳۹/۸	۵۲/۴	۹/۷	۲۷
شاهد ۲	۳۹/۲	۴۹/۲	۷/۷	۳۰/۹
دارای پروتئین و چربی بالا+ هویج	۳۲/۳	۵۱/۳	۸/۳	۲۲/۶
دارای پروتئین بالا و چربی کم + هویج	۳۵/۱	۵۳/۳	۸/۴	۲۳/۶
دارای پروتئین کم و چربی بالا + هویج	۳۴/۸	۴۴/۱	۷/۸	۲۷/۲
دارای پروتئین کم و چربی کم + هویج	۳۰/۲	۴۸/۳	۷/۹	۲۴/۸
شاهد ۱ + هویج	۳۵	۵۰/۴	۹/۲	۲۴/۸
شاهد ۲ + هویج	۳۶	۴۷/۸	۷/۹	۳۴/۵

آب

بیشتر فعالیت‌های بدن در حضور آب صورت می‌گیرد و آب نقش مهمی در زندگی این حشره دارد. همانند سایر جانداران بخش قابل توجهی از بدن این حشره را آب تشکیل می‌دهد ولی میزان آن در مراحل مختلف زندگی متفاوت است که با افزایش سن و وزن لاروها، درصد ماده خشک افزایش می‌یابد. عوامل محیطی و میزان دسترسی به غذا نیز می‌تواند موجب تغییر درصد ماده خشک گردد (Arbab, 2018).

درصد ماده خشک	دامنه وزن لارو (میلی گرم)	متوسط وزن لارو (میلی گرم)
۲۴/۲	-	۰/۵۵ (لارو تازه از تخم خارج شده)
۳۶/۲	-	۱/۴
۳۷/۶	۱۹-۱۰۲	۵۸
۴۰/۵۱	۶۰-۱۰۰	۸۸
۴۲/۴	۸۰-۱۶۰	۱۱۸
۴۱/۲	۶۰-۱۹۰	۱۲۵
۴۲/۲	بیش از ۱۵۰	۱۷۴

درصد ماده خشک در مراحل مختلف لاروی سوسک زرد آرد (Mellanby,.۱۹۳۲)

مواد آلی

مواد آلی به ترکیبات گفته می‌شود که در ساختار آنها کربن وجود دارد و زنجیره‌ای از کربن اسکلت اصلی مولکولهای این مواد را می‌سازد. مهم‌ترین ترکیبات آلی بدن موجودات زنده از جمله سوسک زرد آرد عبارت است از پروتئین‌ها، چربی‌ها، هیدراتهای کربن و اسیدهای نوکلئیک. همانگونه که در جدول نشان داده شده است پروتئین‌ها بیشترین و هیدراتهای کربن (قندها) کمترین سهم را در ساختار این حشره دارند. از طرف دیگر ترکیبات تشکیل دهنده مراحل زندگی نیز با هم متفاوتند لاروها چربی و هیدرات کربن بیشتری دارند در حالیکه شفیره‌ها از پروتئین بیشتری برخوردار هستند (Arbab, 2018).

ترکیبات تشکیل دهنده (درصد وزن خشک)	لارو	شفیره
پروتئین کل	۵۳	۶۰
پروتئین محلول	۱۴/۵	۲۳
چربی	۳۶	۳۲
قند	۱	۰/۸۶

تفاوت ترکیبات تشکیل دهندهٔ لارو و شفیرهٔ سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas.,۲۰۱۵)

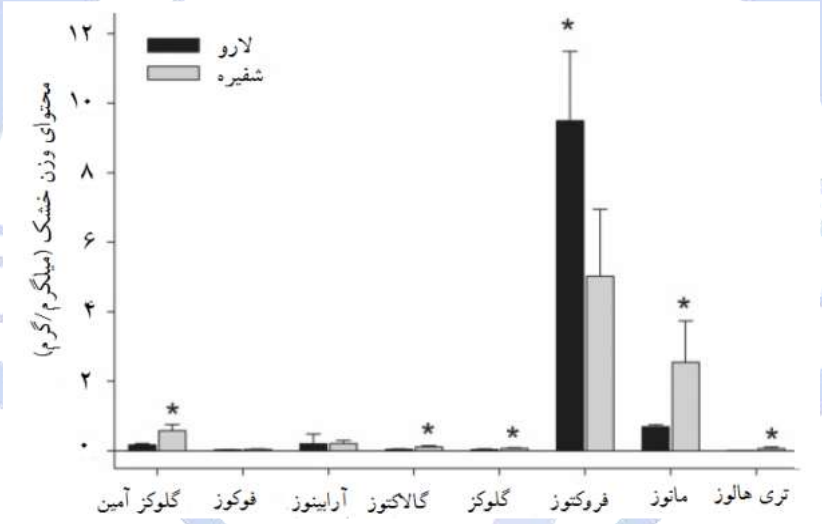
پروتئین: تقریباً نیمی (۴۵ تا ۵۳ درصد) از وزن خشک لاروهای سوسک زرد آرد را پروتئین تشکیل می‌دهد که یک سوم آن به صورت محلول است. گلوتامیک اسید و سیستین به ترتیب بیشترین و کمترین اسید آمینه موجود در لارو هستند. بررسی‌های مورالس- راموس نشان می‌دهد مقدار پروتئین محلول در سنین مختلف لار و شفیره دارای تغییراتی هستند (Arbab, 2018).

مقدار (درصد)	اسید آمینه	مقدار (درصد)	اسید آمینه
۲/۰۴	Glycin	۳/۰۷	Aspartic acid
۱/۰۷	Histidine	۰/۳۵	Cysteine
۲/۲۳	Proline	۰/۵۴	Methionin
۱/۳۶	Phenylalanine	۱/۸۶	Lysine
۱/۸۶	Serine	۱/۳۹	Isoleucine

Leucine	۲/۸۱	Threonine	۱/۵۷
Glutamic acid	۴/۵۷	Valine	۳/۱۴

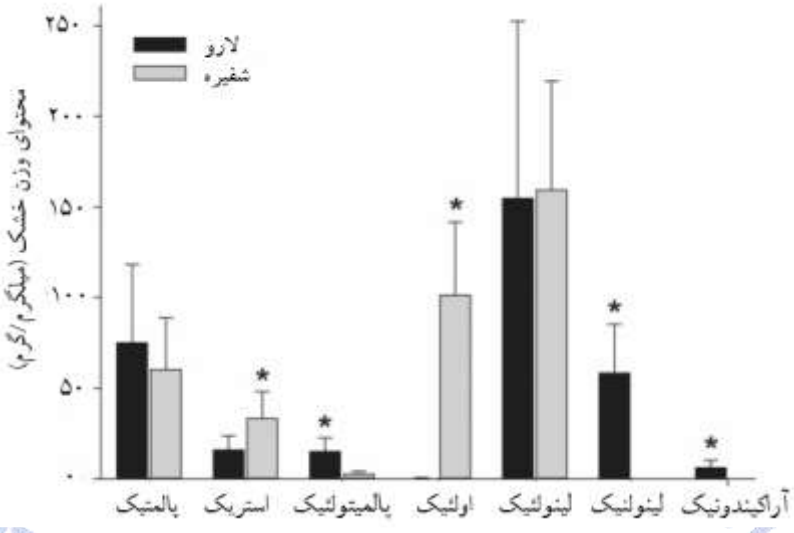
درصد اسیدهای آمینه در لاروهای خشک (Jin *et al*., 2016)

هیدرات‌های کربن: هیدرات‌های کربن تقریباً یک درصد وزن خشک سوسک زرد آرد را تشکیل می‌دهند. میزان انواع قندها در لارو و شفیره توسط مورالس- روماس و همکاران آن مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان می‌دهد در میان ۸ قند موجود در لارو و شفیره، فروکتوز دارای بیشترین و فوکوز دارای کمترین غلظت در لارو و شفیره است (Morales-Ramos and Rojas, 2015).



شکل ۲۰. مقایسه میزان انواع قندها در لارو و شفیره سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas.,۲۰۱۵)

چربی: در بین مراحل زندگی، شفیره‌ها بیشترین و حشرات کامل کمترین مقدار چربی را دارند. البته باید توجه داشت که نوع تغذیه (سیستم پرورشی) اثر مستقیم بر میزان چربی دارد. بررسی‌های لی و همکاران (li *et al*., 2012) نشان می‌دهد که لاروهایی که از ضایعات گیاهی تغذیه می‌کنند در مقایسه با آنهایی که از سبوس گندم تغذیه می‌کنند دارای چربی کمتری هستند. در سوسک زرد آرد نیز انواع چربی‌ها شامل چربی‌های قطبی، گلیسرول ها، استرول‌ها، اسیدهای چرب، تری گلیسرول ها و استرول‌ها و استرهای استرول دیده می‌شود. نوع و مقدار اسیدهای چرب در لارو و شفیره‌ها با هم متفاوت است. برای نمونه مقدار اسید چرب اولئیک موجود در لاروها در مقایسه با شفیره‌ها بسیار ناچیز است ولی اسیدهای چرب لینولئیک و آراکیدونیک در شفیره‌ها بیشتر است.



شکل ۲۱. مقایسه میزان انواع قندها در لارو و شفیره سوسک زرد آرد (Morales-Ramos and Rojas, 2015)

مواد معدنی و خاکستر: سیمون و (Simon *et al*., 2013) همکاران تغییرات غلظت عناصر را در طی مراحل دگردیسی سوسک زرد آرد مورد بررسی قرار داده‌اند. در این بررسی مشخص شد که کلسیم و منیزیم در غلظت نسبتاً بالا وجود دارند در حالی که آهن و روی ممکن است از عناصر ضروری در طول دگردیسی باشند. همچنین این نتایج نشان می‌دهد که در این حشره غلظت سدیم در مرحله شفیرگی بالا است که ممکن است توسط همولنف ایجاد شده باشد. این بررسی نشان می‌دهد که دگردیسی بر غلظت عناصر تشکیل دهنده بدن مؤثر است و در مراحل مختلف زندگی حشره تغییرات قابل توجهی در ترکیب عناصر دیده می‌شود.

مقایسه آرد میلورم با آرد ماهی

استفاده از برخی از کرمیشکلان و کرم‌ها در صنعت پرورش جانوران مخصوصاً پرندگان زینتی و آبزیان روند افزایشی پیدا کرده است. این موجودات مانند انواع کرم‌های کمتار، پرتار و لارو حشرات با توجه به ارزش غذایی مناسب و برابری نسبی ارزش غذایی آنها با نیازهای انواع آبزیان مانند میزان پروتئین، چربی و دارابودن انواع اسیدهای چرب و اسیدهای آمینه مورد توجه قرار گرفته‌اند. حشرات اغلب به عنوان بخشی از رژیم غذایی طبیعی ماهیان هستند و یک منبع پایدار و غنی برای آنها محسوب می‌شوند از سرعت رشد بالایی برخوردارند و در حال حاضر هزینه‌های استفاده از وعده غذایی آنها حالت رقابتی با دیگر منابع پروتئینی را ندارد. با این حال افزایش تقاضا به ناچار منجر به افزایش مقیاس تولید و درنتیجه کاهش قیمت حشرات در آینده می‌شود. بررسی‌های اخیر نشان داده‌اند که وعده‌های غذایی به دست آمده از لارو برخی از حشرات ممکن است ارزش غذایی کافی را برای ماهی فراهم کند. لارو سوسک (*Tenebrio molitor*) از خانواده تنبریونیده (Tenebrionidae) است که در حال حاضر در مقیاس صنعتی تولید می‌شود. لارو این حشره معمولاً در غلات تولید می‌شود و به صورت خشک حاوی مقادیر بالایی از پروتئین (۴۷-۶۰ درصد)، چربی (۲۱-۴۳ درصد) و خاکستر (۵٪) است که یک منبع پروتئین و مواد معدنی محسوب می‌شود. هدف اولیه از ساخت غذا برای آبزیان فراهم کردن مخلوطی متعادل از مواد خوراکی برای رفع نیازهایی مانند انرژی نگهداری، رشد، تولیدمثل و سلامت است. در سالهای اخیر مصرف میلورم در جهان و ایران به منظور تغذیه حیوانات از جمله آبزیان پرورشی مورد توجه قرار گرفته است (Harsij *et al*., 2019).

ترکیبات تشکیل دهنده	آرد ماهی	آرد لارو سوسک زرد آرد
ماده خشک (درصد)	۹۰/۲۱	۹۰/۴۰
پروتئین خام (درصد)	۷۱/۴۶	۵۱
چربی خام (درصد)	۷/۹۷	۳۱/۱
فیبر خام (درصد)	۱/۱۸	۵/۷۷
خاکستر (درصد)	۷/۳۳	۳/۷
سدیم (گرم در ۱۰۰ گرم)	۰/۹۱	۱/۱
کلسیم (گرم)	۳/۵۳	۲/۷
پتاسیم (گرم)	۰/۹۶	۸/۹
فسفر (گرم)	۲/۴۰	۷/۸
انرژی (کیلوژول/۱۰۰ گرم)	۲۰۷۵	۲۵۳۲

جدول ۴. مقایسهٔ ترکیبات تشکیل دهندهٔ آرد ماهی با آرد لارو سوسک زرد آرد (Arbab., 2018)

برخی پژوهش‌ها و نتایج آن، در ارتباط با استفاده از میلورم در صنعت آبزی پروری

استفاده به صورت غذای زنده: به کار گیری غذاهای زنده در ترکیب جیره‌های اصلی می‌تواند باعث تحریک اشتهای ماهیان شود که در این بین لارو حشرات به دلیل رنگ، تحرک و اندازه مناسب توجه آبزیان را به خود جلب کرده و علاوه بر ارضاء حس شکارگری نیاز غذایی آنها را نیز تأمین می‌کند.

استفاده به صورت آرد: یکی دیگر از کاربردهای رو به گسترش این حشره استفاده از آرد (پودر) کامل لاروها یا شفیره‌ها است. این آرد بعنوان بخشی از فرمولاسیون جیره غذایی آبزیان جایگزین آرد ماهی یا آرد سویا می‌شود. در ادامه به نتایج چند تحقیق اشاره می‌شود (Arbab., 2018).

گربه ماهی آفریقایی (*Clarias gariepinus*) : ان جی و همکاران (Ng *et al*., 2001) از لاروهای زنده و خشک شده سوسک زرد آرد به عنوان منبع تأمین پروتئین گربه ماهی آفریقایی استفاده کرده‌اند. آن‌ها با جایگزینی ۴۰ درصد از پودر ماهی با پودر لارو سوسک زرد آرد مشاهده کرده‌اند که رشد و بهره وری تغذیه در این ماهی‌ها با ماهی‌هایی که از جیره عادی استفاده می‌کرده‌اند شباهت دارد. آن‌ها همچنین بیان داشته‌اند که گربه ماهی‌هایی که از جیره‌هایی که ۸۰ درصد پودر ماهی با جایگزینی با لارو سوسک زرد دارد تغذیه شده بودند هنوز از رشد خوب و راندمان مصرف غذای مناسبی برخوردار بوده‌اند. گربه ماهی‌هایی که فقط از لاروهای زنده تغذیه می‌کنند کمی کاهش رشد نشان می‌دهند ولی ماهی‌هایی که در صبح از لاروهای زنده و در بعد از ظهر از غذاهای تجاری تغذیه می‌کنند رشد بهتری نسبت به ماهی‌هایی که فقط از غذاهای تجاری تغذیه می‌کنند دارند. لاروهای زنده و خشک شده سوسک زرد آرد بسیار خوش طعم هستند. لاشه گربه ماهی‌هایی که رژیم غذایی آنها مبتنی بر لارو سوسک زرد آرد باشد به طور قابل توجهی چربی دارند.

در مطالعهٔ دیگری که توسط پیکولو و همکاران (Piccolo *et al*., 2014) صورت گرفته است نشان می‌دهد که جایگزین کردن ۲۵ درصد پروتئین آرد ماهی با پودر لارو سوسک زرد در جیره بچه ماهی‌های سرطلایی دریایی (*Sparus aurata*) هیچگونه عوارض جانبی بر عملکرد رشد آنها نداشته است.

بررسی‌های گاسکو و همکاران (Gasco *et al*., 2014) نیز روی ماهی خاردار اروپایی (*Dicentriarchus labrax*) همین نتیجه را داشته است. بطوریکه اگر ماهی‌ها با جیره‌های غذایی که ۲۵ درصد پروتئین آنها با پودر لارو سوسک زرد تأمین شده باشد، تغذیه شوند، شاخص‌های رشد آنها کاهش نخواهد یافت.

چانگ و همکاران (Chang *et al*., 2015) در تحقیقی اثر ۴ نوع پودر ماهی را که منبع پروتئینی آن به ترتیب دارای ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد پودر سوسک زرد آرد بود، را بر رشد و نمو میگوی پا سفید مورد بررسی قرار دادند. ارزیابی آنها بعد از ۸ هفته نشان داد که میگوهایی که ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز پروتئینی خود را از لارو سوسک زرد آرد تأمین کرده بودند دارای وزن زنده، (وزن زنده آن‌ها از ۴۳/۲ گرم به ۸ گرم افزایش یافته بود) نرخ رشد و ضریب تبدیل غذای بیشتری نسبت به شاهد بودند. این تحقیق بیانگر آن است که پودر لارو سوسک زرد آرد نه تنها می‌تواند جایگزین منبع پروتئین در پودر ماهی شود بلکه از کارایی بیشتری هم برخوردار است.

نتیجه گیری

بررسی نتایج مطالعات انجام شده نشان می‌دهد سوسک زرد آرد پتانسیل بالایی برای تأمین نیازهای صنعتی غذایی صنعت آبزی پروری، خصوصاً آبزیان زینتی را دارد. این حشره از چرخه زندگی نسبتاً کوتاهی برخوردار است. پرورش آن با استفاده از طیف وسیعی از ضایعات کشاورزی و حتی دامی با هزینه کم امکان‌پذیر است. از طرف دیگر در دسترس بودن، عدم تولید گازهای گلخانه‌ای و همچنین مصرف آب پایین در فرآیند تولید آن، همگی نوید بخش جایگزینی موافق آن با آرد ماهی و آرد سویا را می‌دهد. به کارگیری میلورم در جیره غذایی می‌تواند بر ترکیبات لاشه اثرگذار باشد. اما برای دست یافتن مقدار مناسب دقیق مصرف باید تحقیقات بیشتری صورت گیرد.

منابع

Arbab A. (2018). Industrial insects. Tehran, 206p. [in persian]

Chung T., Park C. Shin G., Kim J. Kim S. and N. Kim. (2015). Nutritive advantage of mealworm (T. molitor) in the diet of white shrimp (L. vannamei). World Academy of Science, Engineering and Technology: Agriculture and Biosystems Engineering: 2 (7).

Das P., Mandal SC., Bhagabati SK., Akhtar MS., Singh SK. (2012). Important live food organisms and their role in aquaculture. Front Aquac. 5(4):69-86.

Ghaly A., Alkoaliak F N. (2009). The yellow mealworm as a novel source of protein. American jornal of agricultural and biological sciences. 4(4): 319-331.

Harsij M., Adineh H., Maleknejad R., Jafaryan H. (2019). The Use of Live Mealworm (*Tenebrio molitor*) in Diet of Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): Effect on Growth Performance and Survival, Nutritional Efficiency, Carcass Compositions and Intestinal Digestive Enzymes. *Journal of Fisheries Science and Technology. 8(3):137-143.*

Hein S. A.A. (1920). Technical experiences in breeding of Tenenbrio molitor. Proceedings Royal Acad. Amsterdam. Vol. 23:193-206.

Jin X H., Heo P S., Hong J S., Kim N J., Kim Y Y. (2016). Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Profiles in Weaning Pigs. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 29(7): 979-986.

Li L Y., Zhao Z., Liu H. (2012). Feasibility of feeding yellow mealworm (*Tenebrio molitor* L.) in bioregenerative life support systems as a source of animal protein for humans. Acta Astronautica. 92(1):103-109.

Mellanby K. (1932). The effect of atmospheric humidity on the metabolism of the fasting mealworm (*Tenebrio molitor* L., Coleoptera). Proceedings of the Royal Society B: biological Sciences. 111(772):376-437

Morales-Ramos J A., Rojas M G. (2015). Effect of Larval Density on Food Utilization Efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). Journal of Economic Entomology. 108(5): 2259–2267.

Ng WK., Liew FL., Ang LP., Wong KW. (2001). Potential ofmealworm (*Tenebrio molitor*) as an alternative protein source in practical diets for African catfish, Clarias gariepinus. Aquac. Res., 32, 273–280.

Oonincx D G A B., Van broekhoven S., Van huis A., Van loon J J A. (2015). Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by products. PLoS ONE. 10(12): doi.org/10.1371/journal.pone.0144601.

Piccolo G., Marono S., Gasco L., Iannaccone F., Bovera F., Nizza A. (2014). Use of *Tenebrio molitor* larvae meal in diets for gilthead sea bream Sparus aurata juveniles. In: Insects to Feed The World, The Netherlands: 76p

Siemianowaska E., Kosewska A., Aljewicz M., Skibniewska K A., Polak- Juszczak L., Jarocki A., Jedras M. (2013). Larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) as European novel food. Agricultural sciences. 4(6): 287-291.

Simon E., Baranyai E., Braun M., Fábián I., Tóthmérész B. (2013). Elemental Concentration in Mealworm Beetle (*Tenebrio molitor* L.) During Metamorphosis. *Biological Trace Element Research*. 154(1):81-87.

Taheri Mirghaed.A., Yadollahi F. (2019). Feed and feeding practices in aquaculture. Tehran, 490p. (In Persian).

معرفی ماهی بتا (*Betta splendens*) و مروری بر روش تکثیر آن

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری [1*]؛ امید صفری [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

ماهی بتا با نام علمی *Betta splendesns* و نام‌های مصطلح ماهی جنگجو و جنگجوی سیامی یکی از معروف‌ترین ماهیان آکواریومی آب شیرین در جهان است که در طی سال‌های اخیر نگهداری و تکثیر و پرورش آن در جهان و همچنین کشور ایران گسترش چشمگیری داشته است. این ماهی دارای بدنی کشیده و فلس دار با سطح مقطع گرد و مدور است که حداکثر طول کلی آن به ۶/۵ سانتی‌متر می‌رسد. خصوصیت بارز ماهی بتا یا ماهی جنگجو، همان‌طور که از نامش پیداست، رفتار تهاجمی آن است. بتا دارای رژیم غذایی گوشت‌خواری بوده و در طبیعت از پلانکتون‌های جانوری یا زئوپلانکتون ها، حشرات و لارو حشرات تغذیه می‌کند. بهترین دما برای نگهداری بتا در آکواریوم و تکثیر آن ۲۶ تا ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد می‌باشد. این ماهی‌ها در کمتر از یک سال و احتمالاً تا شش ماهگی بسته به دما و شرایط زیستی از قبیل تغذیه، کیفیت آب و سایر عوامل تاثیرگذار در این امر به بلوغ جنسی می‌رسند. با انتخاب مولدین مناسب و محیا کردن شرایط مناسب محیطی، می‌توان اقدام به جفت اندازی و تکثیر این ماهی کرد. ۳۶ الی ۴۸ ساعت پس از تخم ریزی ماهی بتا، تخم‌ها هچ شده و لاروهای بسیار ریز به طول متوسط ۲ میلی‌متر که دارای کیسه زرده و فاقد قدرت شنا هستند، به دنیا می‌آیند. در نهایت با رعایت رژیم تغذیه‌ای مناسب و سایر عوامل زیستی و محیطی، این ماهی‌ها حدوداً در سن پنج ماهگی به سایز مناسب برای ارائه به بازار ماهیان زینتی خواهند رسید.

واژگان کلیدی: ماهیان آکواریومی، رفتار تهاجمی، لابیرنت، لانه حبابی، تولید مثل

Introduction of *Betta splendens* and an overview of its reproduction method

Mohammadmahdi Shahmohammadpour Askari[1*]; Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

Beta fish with the scientific name of *Betta splendesns* and the so-called names of warrior fish and Siamese warrior is one of the most famous freshwater aquarium fish in the world that in recent years its maintenance, reproduction and breeding has expanded significantly in the world and also in Iran. This fish has an elongated and scaly body with a round cross section that has a maximum overall length of 6.5 cm. The hallmark of the Beta fish or fighter fish, as its name implies, is its aggressive behavior. Beta has a carnivorous diet and in nature feed on animal plankton or zooplankton, insects and insect larvae. The best temperature for keeping Beta in the aquarium and multiplying it is 26 to 30 degrees Celsius. These fishes reach sexual maturity in less than a year and possibly up to six months, depending on temperature and living conditions such as nutrition, water quality and other factors. By selecting suitable breeders and providing suitable environmental conditions, this fish can be mated and reproduced. 36 to 48 hours after the Beta fish spawns, the eggs hatch and give birth to tiny larvae with an average length of 2 mm that have a yolk sac and no swimming ability. Finally, by following a proper diet and other biological and environmental factors, these fishes at about five months of age will reach the appropriate size to be presented to the ornamental fish market.

Keywords: Aquarium fishes, Aggressive behavior, Labyrinth, Bubble nest, Reproduction

مروری بر ویژگی‌ها و کاربرد پسماند میوه پسته (*Pistacia vera*) با هدف استفاده در جیره غذایی آبزیان

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری [1*]، امید صفری [1]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

امروزه پسته به عنوان یک محصول راهبردی در بخش کشاورزی مطرح می‌باشد. ضایعات تولید شده در بخش فرآوری پسته به عنوان یک مشکل مهم محیط زیستی ملاحظه می‌گردد. وجود ترکیبات ضد تغذیه‌ای همچون ترکیبات فنلی و تأنی استفاده از این پسماند را با مشکل روبرو کرده است. مکمل غذایی حاوی عصاره پوسته سبز پسته باعث کاهش استرس ناشی از دستکاری در ماهی کپور معمولی شد. در مجموع به نظر می‌رسد با شناسایی و بهینه سازی روش‌های مناسب فرآوری پوسته سبز پسته همچون هیدرولیز آنزیمی، تخمیر و عصاره گیری می‌توان ترکیبات ارزشمندی تولید کرد که به عنوان مکمل، محرک رشد و ایمنی در جیره غذایی آبزیان قابل استفاده باشد.

واژگان کلیدی: پسته، ضایعات، ترکیب شیمیایی، فرآوری، غذای آبزیان

A review of the characteristics and application of pistachio fruit residue, *Pistacia vera* in aquatics diet

Mohammadmahdi Shuhmohammadpour Askari[1*], Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

Today, pistachio is a strategic product in the agricultural sector. Waste produced in the pistachio processing sector is considered as an important environmental problem. The presence of anti-nutritional compounds such as phenolic compounds and tannins has created difficult the use of this waste. Dietary supplements containing pistachio green shell extract reduced the stress of manipulating common carp. In general, it seems that by identifying and optimizing the appropriate methods of processing green pistachio shells such as enzymatic hydrolysis, fermentation and extraction, valuable compounds can be produced that can be used as a dietary supplement, growth stimulant and immunostimulant in aquafeeds.

Keywords: Pistachio, Waste, Chemical composition, Processing, Aquafeed

مقدمه

براساس آمارهای موجود در ایران تقریباً نیمی ازمحصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد درمراحل مختلف از بین می‌روند و صنایع تبدیلی موجود در ایران به حدی از رشد نرسیده است که بتواند از تمامی اجزاء یک محصول کشاورزی، بهره مناسب و کامل را ببرد (شاکراردکانی، ۱۳۸۶). میوه درخت پسته (*Pistacia vera*) یا طلای سبز به عنوان یک محصول راهبردی جایگاه ویژه‌ای در بین محصولات کشاورزی دارد. این محصول در سال ۱۳۸۵، ۷ درصد از کل صادرات غیر نفتی و ۶۰ درصد از صادرات محصولات کشاورزی را به خود اختصاص داد (ملایی پور و نجفی، ۱۳۸۶). ایران با تولید ۵۲ درصد از پسته جهان، بزرگ‌ترین تولیدکننده پسته در دنیا محسوب می‌شود (FAO, 2013). درآمد ارزی حاصل از صادرات پسته بیش از ۴۰۰ میلیون دلار می‌باشد (پناهی و همکاران، ۱۳۸۰). وسعت باغات پسته در ایران ۴۳۰ هزار هکتار است که که بیش از ۳۳۰ هزار هکتار یعنی ۸۷ درصد آن در استان کرمان وجود دارد (شاکراردکانی، ۱۳۸۶). بر اساس مطالعه انجام شده ۶۳/۴ درصد از محصول پسته برداشت شده را ضایعات تشکیل می‌دهند (Zweigle, 2010). تحقیقات نشان داده است که این ضایعات دارای ارزش غذایی زیادی هستند (محمدی مقدم، ۱۳۸۸). به ازاء هر ۲/۵ کیلو دانه‌تر پسته یک کیلو دانه خشک پسته و تقریباً ۳۱۱ تا ۳۲۰ گرم بقایای خشک معادل تقریباً یک کیلوگرم محصول تر استحصال می‌گردد. در ایران با تولید ۲۰۰ هزار تن پسته در سال، حدود ۱۳۵ هزار تن پسماند پسته تولید می‌شود. بقایای پسته مجموعه موادی است که در هنگام فرایند پوست گیری از پسته تازه، پشت دستگاه مخصوص پوست‌گیری به عنوان ضایعات انباشته می‌شود و شامل پوسته نرم خارجی (۸۳ درصد) برگ (۳/۷ درصد) خوشه (۱۳ درصد) مغز و پوسته استخوانی (۰/۳ درصد) می‌باشد. در صورت داشتن برنامه‌ای مدون، کسب فناوری‌های نداشته و ساماندهی داشته‌ها می‌توان از این مواد که دراکثر مواقع نیز مسائل محیط زیستی حادی را هم به دنبال دارد در جهت استفاده بهینه وتبدیل آن‌ها به مواد با ارزش گامی برداشت (شاکراردکانی، ۱۳۸۶). در این مطلب بر این شدیم با هدف استفاده از پسماند میوه پسته در جیره غذایی آبزیان، به مروری بر کاربردهای این پسماند در صنایع مختلف و آنالیز ترکیبات تشکیل دهنده آن پرداخته شود.

ترکیبات تشکیل دهنده پسماند پسته

۱. مواد مغذی

فرآورده‌های فرعی پسته تازه به طور متوسط دارای ۳۲/۴۴ درصد ماده خشک بوده و می‌توانند به صورت سیلاژ نیز استفاده شوند. میزان TDN محاسبه شده برای فرآورده‌های فرعی پسته به صورت سیلو شده را ۶۷/۵۵ درصد و همچنین، NEL محاسبه شده برای سیلاژ فرآورده‌های فرعی پسته ۱/۵۳ مگاکالری در کیلوگرم بر اساس ماده خشک گزارش شده است. در سال ۱۳۷۶ براساس نمونه گیری از ۲۰ منطقه استان کرمان گزارش شد. فرآورده‌های فرعی پسته براساس ماده خشک حاوی ۱۱/۲۴ درصد پروتئین خام، ۱۵/۳۸ درصد فیبر خام، ۵/۷۹ درصد چربی خام،۱۲/۱۳ درصد خاکستر خام، ۵۵/۴۶ درصد عصاره عاری از ازت و ۴۴۲۵/۴۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک انرژی خام بود (فروغ عامری، ۱۳۷۶).

پوسته پسته و بادام از لحاظ محتوای چربی و پروتئین با هم مشابه بودند، اما در مقابل مقدار قندهای محلول که بیانگر ارزش غذایی پوسته‌ها است در پوسته بادام ۶ تا ۷ برابر نسبت به پوسته پسته بیشتر بود. این دو نوع پوسته از لحاظ ساختمان فیبری کاملاً با هم مشابه هستند ولی بیشترین عاملی که باعث می‌شود درصد استفاده یکی از آن‌ها در جیره‌های نشخوار کنندگان با دیگری تفاوت داشته باشد درصد ترکیبات فنولی و تانن است (Labavitch *et al*., 1982) زیرا ترکیبات فنولی می‌تواند بر فعالیت میکروب‌های شکمبه در نشخوارکنندگان اثر گذار باشد (Goli *et al*.2005). پژوهشگران برای بهبود و افزایش ارزش

غذایی پوسته پسته به عنوان خوراک دام، قارچ *آسپرژیلوس نیجر* (*Aspergillus niger*) را در اسیدیته (pH۴/۸)، رطوبت ۵۰ درصد و دمای ۲۹ درجه سانتی گراد به مدت سه روز در مقیاس آزمایشگاهی روی پوسته سبز پسته کشت دادند (علیزاده و روستا آزاد، ۱۳۸۲). تجزیه شیمیایی بقایای حاصل از پوست گیری پسته بر اساس آزمایشی که روی ۳۰ نمونه در منطقه پسته خیز استان کرمان جمع آوری شده است، در جدول ۱ نشان داده شده است (سید مؤمن، ۱۳۸۲).

جدول ۱. میانگین غلظت مواد مغذی و انرژی خام بقایای حاصل از پوست گیری پسته (بر اساس ماده خشک).

ترکیبات شیمیایی		مواد معدنی	
ماده خشک	۳۲/۶۴ درصد	پتاسیم	٪۴/۴۴
پروتئین خام	۱۱/۲۴ درصد	آهن	550/60 ppm
چربی خام	۵/۷۹ درصد	منگنز	23/6 ppm
فیبر خام	۱۵/۳۸ درصد	مس	16/23 ppm
خاکستر خام	۱۲/۱۳ درصد	روی	27/5 ppm
دیواره سلولی	۲۰ /۲ درصد	کلسیم	1/08 درصد
دیواره سلولی بدون همی سلولز	۳۴/۲ درصد	فسفر	0/11 درصد
عصاره فاقد ازت	۵۵/۴۶ درصد (NFE)	منیزیم	0/31 درصد
انرژی ناخالص	۴۴۲۵/۴۵ کیلوکالری در هر کیلوگرم		

قبل از این تحقیق، گروهی از محققین دانشگاه کالیفرنیا در بررسی‌های خود در سال ۱۹۸۰ روی ترکیبات شیمیایی پوسته رویی پسته به تنهایی و بدون شاخ و برگ نتایج خود را به شرح زیر اعلام کرده بودند (جدول ۲) (صالحی، ۱۳۸۹).

جدول ۲. میانگین ترکیبات پوسته رویی پسته در آمریکا

ترکیب	چربی خام	مواد محلوب در اتانول	مجموع قند محلول	مجموع مواد فنولیک	باقیمانه غیر محلول	مجموع پروتئین
میانگین بر حسب درصد	۴/۶	۳۷/۳۵	۳/۸	۶/۴	۵۸/۲	۵/۲

فروغ عامری (۱۳۷۶) بر اساس نمونه گیری از ۳۰ منطقه استان کرمان گزارش کرد پسماند پسته بر اساس ماده خشک حاوی ۰۸/۱ درصد کلسیم، ۱۱/۰ درصد فسفر، ۳۱/۰ درصد منیزیم و ۴۴/۴ درصد پتاسیم بوده است.

۲. ترکیبات فنولی

محققان نشان دادند میزان کل ترکیبات فنولی در پوسته سبز پسته طی مراحل مختلف بلوغ بین ۵/۳ الی ۷/۴ درصد متغیر می‌باشد (Labavitch *et al*., 1982). اندازه گیری کلی ترکیبات فنولی پوسته سبز پسته نشان داد که میزان کل ترکیبات در پوسته پسته ۳۲ تا ۳۴ میلی گرم معادل اسید تانیک در هر گرم ماده خشک است (Goli *et al*.,2005). میزان کلی مواد فنولیک و کل تانن فرآورده‌های فرعی پسته را به روش فولین - شیکالتو و ماکار می‌باشد که میزان کل ترکیبات فنولی و کل تاتن فرآورده‌های فرعی پسته به ترتیب ۱۵/۶۲ و ۱۰/۱۵ درصد ماده خشک بوده است. همچنی سیاه شدن پوسته چوبی پسته به دلیل تأثیر فنول موجود در پوسته تازه پسته، روی پوسته سخت است (سید مؤمن، ۱۳۸۲). میزان کل ترکیبات فنولی، کل تانن و تانن متراکم سیلاژ پوست پسته پس از ۶۰ روز سیلو کردن به ترتیب برابر ۱۳/۳، ۹/۳ و ۰/۶۱ درصد ماده خشک بیان شده است (Bagheripour *et al*., 2008). تانن‌ها اصولاً معرف موادی هستند که قدرت دباغی چرم را دارند، اما این واژه امروزه عموماً برای ترکیباتی با وزن مولکولی بالا استفاده می‌شود که دارای گروه‌های هیدروکسیل و فنولیک کافی برای تشکیل پیوند عرضی با پروتئین و سایر مولکول‌ها هستند (West et al.,۱۹۹۳). با این حال بعضی از ترکیبات فنولی ساده مثل اسید گالیک (Gallic)، کاتچین (Catechin) و اسید کلروژنیک (Ahlorogenic Asid) که همراه تانن‌ها بوده و دارای وزن مولکولی کم می‌باشند، ممکن است در برخی از شرایط با بعضی از واکنش‌های تانن جواب دهند و بدین سبب آن‌ها را تانن‌های کاذب یا پزودوتانین (Pesudotanin) نام نهاده‌اند (صالحی، ۱۳۸۹).

عوامل ضد تغذیه‌ای در پوسته سبز پسته

عامل اصلی محدود کننده مصرف پوسته پسته (محصول فرعی پسته) افلاتوکسین است؛ حضور افلاتوکسین در خوراک دام‌ها سبب بروز اختلالات فیزیولوژیکی در دام و متعاقب آن باعث ورود این فاکتور به محصولات دامی می‌شود (Mahoney, 1996). همینطور ترکیبات فنولی و تانن، به عنوان فاکتور ضد تغذیه‌ای در سطوح بالای مصرف پوسته پسته می‌توانند باعث منع مصرف این فرآورده در خوراک دام شوند (Salem Moeini,۲۰۰۵).

مطالعات زیادی برای از بین بردن سمیت یا غیر فعال کردن تانن موجود در همه خوراک‌های حاوی تانن انجام شده است. از جمله روش‌های از بین بردن تانن موجود در خوراک‌هایی مانند پوست پسته، استفاده از پلی اتیلن گلیکول که برای مقادیر زیاد تانن موثرتر است، می‌باشد. افزودن پلی اتیلن گلیکول (PEG) باعث افزایش ارزش غذایی جیره‌های یا خوراک حاوی تانن می‌شود. در صنعت تولید غذای دام و آبزیان، می‌توان PEG را در جیره‌های پلت شده که از اجزای پس مانده‌های غنی از تانن تشکیل شده‌اند، ترکیب کنند. البته استفاده از پلی اتیلن گلیکول هزینه زیادی در بر دارد و ممکن است به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نباشد. از دیگر روش‌های از بین بردن تانن موجود در خوراک می‌توان به استفاده از خاکستر چوب و محلول‌های قلیایی، ذخیره سازی و اضافه کردن اوره، خشک کردن و در نهایت استفاده از مواد شیمیایی نظیر حلال‌های آلی مانند استون ۷۰ درصد، متانول ۵۰ درصد و اتانول ۴۰ درصد و مواد قلیایی مانند هیدروکسید سدیم، کربنات کلسیم و بی کربنات سدیم اشاره کرد (صالحی، ۱۳۸۹).

کاربردهای پسماند پسته

۱. تهیه مربا: تهیه مربا و ترشی از پوست پسته به صورت سنتی انجام می‌شود و ازمطلوبیت بالایی برخوردار است. این کار می‌تواند به صورت بهداشتی و صنعتی انجام شود (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶).

۲. تهیه ترشی: همانند تهیه مربا، می‌توان پوست پسته را بلافاصله بعد از پوست گیری، دست چین کرده و در کارگاه‌های بهداشتی اقدام به تهیه ترشی کرد (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶).

۳. رنگرزی: یکی از کارهایی که به طور معمول در روستاها انجام می‌شود، قالی بافی است. پوست سبز پسته می‌تواند در این مورد در رنگرزی و تهیه الیاف قالی بافی استفاده شود (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶؛ پور جعفری و همکاران، ۱۳۹۶).

۴. بستر تولید قارچ خوراکی: پوست سبز پسته می‌تواند به عنوان بستری در تهیه قارچ خوراکی به کار رود. نتایج تحقیقات حاکی از بازدهی مناسب تولید قارچ با استفاده از ضایعات فرآوری پسته می‌باشد (عزیزی، ۱۳۷۶) .

۵. استفاده در خوراک دام: پوست سبز پسته با دارا بودن بیش از ۱۱ درصد پروتئین و ۵۵ درصد قندهای احیاء می‌تواند به عنوان خوراکی مناسب برای دام مورد استفاده قرار گیرد. البته تانن‌ها و ترکیبات پلی فنل می‌توانند باعث کاهش میزان پذیرش و قابلیت هضم شوند. گرچه از سیلوی بقایای پسته می‌توان استفاده کرد اما به دلیل محدودیت در قابلیت انتقال آن، احتمالاً کاربرد زیادی نخواهد داشت. بنابراین باید در مورد نحوه خشک کردن آن با استفاده از امکانات و فنون و روش‌های علمی نوین و انتقال و فروش آن برنامه ریزی کرد تا با بهره‌وری بهینه از این حجم عظیم پسماند ارزشمند درآمد زیادی حاصل شود. بهترین راه، خشک کردن پوست سبز پسته در ترمینال‌های فرآوری و بلافاصله پس از پوست گیری است. به این منظور می‌توان پوست سبز را در یک محوطه تمیز و سیمانی که آفتاب گیر است، به صورت تک لایه پهن و خشک کرد (فروغ عامری،۱۳۷۶؛ Bistanzi and Hassan ،۲۰۰۲؛ میرحیدری، ۱۳۸۸) .

۶. استخراج روغن از ضایعات مغز پسته: پسته‌های ریز، لک دار، آفت زده، پرنده زده و همچنین پسته‌هایی که در نمونه برداری جهت آزمایش آفلاتوکسین به کار می‌رود، جزء ضایعات مغز پسته محسوب می‌گردند. همانگونه که پیشتر ذکر شد با احتساب سالیانه ۲۰۰ هزار تن پسته صادراتی حدود ۲۴۰ هزار کیلوگرم ضایعات پسته تولید خواهد شد که اگر قابلیت استحصال روغن آن ۵۰ درصد باشد، ۱۲۰ هزار کیلوگرم روغن به دست می‌آید. البته با به کارگیری دستگاه‌ها و تجهیزات مناسب بازده استخراج روغن افزایش خواهد یافت. استخراج روغن از پسته به روش‌های مختلف شامل استفاده از حلال و استفاده از فشار و گاهی استفاده از دو روش فوق به طور همزمان، صورت می‌گیرد. روغن حاصله مصارف دارویی و بهداشتی داشته و از قیمت بالایی در بازار جهانی برخودار است. روغن پسته مایعی زرد و زلال است که از عصاره مغز پسته به دست می‌آید و دارای خواص غذایی و درمانی می‌باشد. این روغن دارای اسیدهای چرب تشکیل دهنده به شرح زیر است:

اسید پالمیتیک به مقدار ۹/۲ تا ۱۳/۴ درصد، اسید استئاریک به مقدار ۰/۵ تا ۱/۱ درصد، اسید اولئیک به مقدار ۵۶/۱ تا ۶۴ درصد، اسید اولئیک به مقدار ۲۲/۶ تا ۳۱ درصد، اسید لینولنیک به مقدار ۰/۱ تا ۰/۴ درصد و در نهایت اسید میریستیک و اسید آراشید. محصول جانبی فرایندهای روغن‌کشی، کنجاله نام دارد که دارای مقدار نسبتاً زیادی پروتئین بوده و چنانچه که خوب تهیه شده باشد اسیدهای آمینه متشکل از آن از لحاظ میزان و قابلیت جذب در حد مطلوبی است و به همین جهت در

جیره غذایی دام و طیور بـرای تأمین قـسمت قابل توجهی از پروتئین و بعضی از اسیدهای آمینه ضروری استفاده می‌گردد (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶).

۷. تولید کربن فعال از ضایعات پوست استخوانی پسته: پوست استخوانی پسته به خاطر مواد فرار و میزان کربن بالا، میزان خاکستر کم و خواص سختی خوب برای تولید کربن فعال مناسب است. کربن فعال در صنایع تصفیه روغن و نوشابه سازی به عنوان فیلتر کاربرد دارد (Yang and Chong Lua, 2006).

۸. تولید اسانس نوشابه کولا: کولا، شامل اسانس پسته به اضافه چاشنی‌های مختلف و معمولاً مقدار کمی از آب لیمو است که به وسیله کارامل رنگ زده شده و به وسیله اسید فسفریک اسیدی شده است و برخی اوقات شامل مقدار کمی کافئین نیز می‌باشد (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶) .

۹. استفاده از ضایعات پسته به عنوان بیوگاز: در کشورهای مانند چین و هند ضایعات فرآوری محصولات کشاورزی منابع تأمین گاز طبیعی دربخـش روستایی و کشاورزی هستند. ضایعات وپسماند پسته نیز این پتانسیل را دارند تا در چنین موردی به کار گرفته شوند (شاکر اردکانی، ۱۳۸۶) .

۱۰. استفاده از بیوچار پسماند پسته در خاک مورد استفاده برای کشت گیاهان: تأثیر بیوچار ضایعات برداشت پسته بر رشد گیاه نشان می‌دهد که این ماده می‌تواند در سطوح پایین و متوسط در خاک‌های با بافت متوسط، موجب بهبود رشد گیاه شود (میری و همکاران، ۱۴۰۰).

۱۱. استخراج نانو سلولز از پوست پسته و استفاده از آن در تولید کامپوزیت‌های سبز (کامپوزیت‌های سازگار با محیط زیست) (احمدی یزدی، ۱۳۹۷)

۱۲. مکمل غذایی آبزیان: استرس، اثرات نامطلوبی بر رشد و کیفیت گوشت آبزی می‌گذارد. نتایج تحقیق پژوهشگران نشان می‌دهد، مکمل غذایی حاوی عصاره پوسته سبز پسته در جهت مهار افزایش سطح گلوکز کپور معمولی، حاصل از استرس دستکاری حاد، مفید است (معتمدی تهرانی و همکاران، ۱۳۹۷).

بحث

نظر به اینکه ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان پسته در جهان به شمار می‌رود و به تبع آن پسماند زیادی از فرآوری پسته در کشور حاصل می‌شود، اعمال راهکارهای مدیریتی برای بهره برداری بهینه از این ضایعات ایجاد شده، که مهم‌ترین آن مربوط به ضایعای پوست‌گیری پسته است، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. شناسایی و استفاده از پسماند غنی شده پسته در صنعت آبزی‌پروری بسیار ارزشمند بوده و در کنار استفاده از سایر پسماند و ضایعات کشاورزی و آبزی پروری قابل استفاده در جیره غذایی آبزیان، به عنوان یک گزینه مطرح می‌باشد. با توجه بر ترکیبات تشکیل دهنده پسماند پسته که بر اساس ماده خشک حاوی ۱۱/۲۴ درصد پروتئین خام، ۱۵/۳۸ درصد فیبر خام، ۵/۷۹ درصد چربی خام،۱۲/۱۳ درصد خاکستر خام، ۵۵/۴۶ درصد عصاره عاری از ازت و ۴۴۲۵/۴۵ کیلوکالری در کیلوگرم ماده خشک انرژی خام می‌باشد، این ماده دارای پتانسیل زیادی جهت استفاده در جیره غذایی آبزیان برای تأمین نیاز اسیدهای آمینه ضروری، کربوهیدرات، چربی، مواد معدنی و فیبر مورد نیاز آن‌ها می‌باشد. تنها محدودیت استفاده از پسماند پسته، وجود برخی عوامل ضد تغذیه‌ای در ترکیب مواد تشکیل دهنده آن است که با روش‌های مختلفی که پیش‌تر ذکر شد می‌توان این ترکیبات ضدتغذیه‌ای را از بین برد و اثر آن‌ها را به حداقل و یا صفر رساند. همچنین عصاره پوست پسته که پسماند فراوری پسته محسوب می‌شود، بر مهار افزایش سطح گلوکز کپور معمولی، حاصل از استرس دستکاری حاد موثراست؛ لذا می‌توان از پسماند پسته و عصاره پوست سبز آن در جیره‌های غذایی آبزیان به

این منظور استفاده کرد. با تأمین اعتبارات لازم برای اعمال مدیریت ضایعات و پسماندهای کشاورزی بالاخص پسماند پسته و همچین تحقیق بر روی امکان غنی و بهینه سازی این پسماند برای استفاده از آن در جیره غذایی آبزیان، می‌توان گام بزرگی در جهت کاهش دور ریز پسماند پسته، کاهش هزینه‌های تولید غذای آبزیان و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید در آبزی پروری، برداشت.

منابع

احمدی یزدی، م.(۱۳۹۷). استخراج و مشخصه یابی نانو سلولز از منبع طبیعی پوست پسته و بررسی کاربرد آن در کامپوزیتهای سبز توسط، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده فیزیک دانشگاه دامغان، شهریور ۱۳۹۷.

پناهی، اسماعیل پور، ف.، مؤذن پور و فریور م. (۱۳۸۰). کتاب راهنمای پسته (کاشت، داشت و برداشت). نشر آموزش کشاورزی.

پورجعفری، ا.، شجاعیان، ع.، محمدی گلتپه، الف.، عیاری، م. (۱۳۹۶). ارزیابی امکان مصرف ضایعات فرآوری پسته در ترکیب بستر کاشت قارچ دکمه‌ای سفید، مجله به زراع کشاورزی، دوره ۱۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶.

سید مؤمن، س. م. (۱۳۸۲). مطالعه اثرات سطوح مختلف بقایای پوست گیری پسته و تانن موجود در آن بر رشد بدن و تولید کرک بز کرکی راینی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی کرج.

شاکراردکانی، الف. (۱۳۸۶). راهکارهای استفاده از ضایعات فرآوری پسته، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد.

صالحی، ع. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر پلی اتیلن گلیکول بر ارزش غذایی و ترکیبات فنولیکی سیلوی پسماند چهار رقم پسته. پایان نامه کارشناسی ارشد. گروه علوم دامی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل، مهر ۱۳۸۹.

عزیزی، الف. (۱۳۷۶). بکارگیری مواد زائد کشاورزی برای تولید قارچ صدفی و خوراک دام. نشر آموزش کشاورزی.

علیزاده، م. و ر. روستا آزاد (۱۳۸۲). تیمار بیولوژیک پوسته سبز پسته جهت مصرف دام. مجموعه مقالات سومین همایش ملی بیوتکنولوژی. دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۶۲.

فروغ عامری، ن.، قربانی، غ. د. (۱۳۷۶). تعیین ارزش غذایی و قابلیت هضم پوسته نرمالایی پسته به صورت خشک و سیلو شده، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

محمدی مقدم، ت.، رضوی م.، ملک زادگان، ف.، و شاکر، الف. (۱۳۸۸). بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی مارمالاد پوست سبز پسته. علوم و صنایع غذایی، شماره ۶، صفحات ۱ تا ۱۰.

معتمدی تهرانی، ج.، ابراهیمی، ع.، شفیعی حسن‌آبادی، ف.، متقی، الف.، حسین گلی، س، الف. (۱۳۹۷). تغییرات کورتیزول و گلوکز حاصل از استرس دستکاری حاد در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره پوسته پسته سبز (*Pistacia vera*)، تغذیه آبزیان سال چهارم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۳۹۷.

میرحیدری، الف، روزبهان، ی.، فضائلی، ح. (۱۳۸۸). کاربرد بقایای خشک پسته در تغذیه بزهای شیرده رائینی، مجله علوم دامی ایران، دوره ۴۰، شماره ۱، ۱۳۸۸.

میری، ف.، زمانی بابگهری، ج.، زارع بنادکوکب، م. (۱۴۰۰) تأثیر سطوح مختلف بیوچار ضایعات برداشت پسته بر ویژگیهای رشدی و بهره‌وری آب ذرت، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۲، شماره ۱، فروردین ۱۴۰۰.

Bagheripour E., Rouzbehan Y and Alipour D. (2008). Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on in vitro gas production of pistachio byproducts. Anim. Food Sci. Technol.

Bistanzi G. and Hassan H. (2002). The potential of agro-industrial by products as feeds for livestock in Lebanon Livestock research for rural development, 12: 3.

FAO. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Website: http://www.faostat.fao.org.

Goil A. H., M. Barzegar and Sahari M. A. (2005). Antioxidant activity and total phenolic compound of pistachio (pistachio Vera) hull extracts. J. Food chemistry. 92: 521-525.

Labavitch J. M., C. M. Heintz H. L. Rae, and Kader A. A. (1982). physiological and compositional changes associated with maturation of kerman pistachio. J. Amer.soc. Hort.sci. 107(4): 688-692.

Mahoney N. E. and Rodriguez S.B. (1996). Aflatoxin Variability in Pistachios. Applied and Environmental Microbiology. 62: 1197-1202.

Salem A. Z. M. (2005). Impact of season of harvest on in vitro gas production and dry matter degradability of Acacia saligna leavea with inoculum from three ruminant species. Anim, Feed Sci. technol., 123-124, 67-79.

West J. W., G. M. Hill and Utley P. R. (1993). Peanut Skins as a Feed Ingredient for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci., 76: 590-599.

Yang T. and Chong Lua A. (2006). Textural and chemical properties of zinc chloride activated carbons prepared from pistachio-nut shells. Materials Chemistry and Physics 100: 438–444.

Zweigle CA. (2010). Pistachio byproducts as substrate for shiitake mushrooms. MSc thesis, Jordan College of Agricultural Sciences and Technology California State University.

بهره‌وری از ضایعات سخت پوستان با تاکید بر استفاده از ضایعات میگو

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری [1*]؛ امید صفری [1]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

امروزه ضایعات تولید شده سخت پوستان در طی فعالیت‌های آبزی‌پروری به عنوان یک مشکل مهم محیط زیستی مطرح می‌باشد. با توجه به رویکرد آبزی‌پروری پایدار و با توجه به این مهم که ضایعات صنایع بخش آبزی‌پروری، زائدات نمی‌باشند، تمرکز به امر فرآوری این محصولات می‌تواند منجر به تولید ترکیبات ارزشمندی همچون کیتین و کیتوسان، پلاستیک زیستی، آنزیم، کاروتنوئیدها و پودر میگو شود. کیتین و کیتوسان به عنوان یک ترکیب محرک ایمنی در جیره غذایی گونه‌های آبزی استفاده می‌شود. پودر میگو به عنوان یکی از اجزای مهم جیره غذایی گونه‌های سخت پوست بخشی از پروتئین مورد نیاز را تأمین می‌کند.

واژگان کلیدی: پسماند، آبزی‌پروری، افزودنی غذایی، پودر میگو، کاروتنوئید

Productivity of crustacean waste with emphasis on the use of shrimp waste

Mohammadmahdi Shuhmohammadpour askari[1*], Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

Today, crustacean waste generated during aquaculture activities is an important environmental problem. Considering the approach to sustainable aquaculture and the fact that the wastes of aquaculture industries are not waste, focusing on the processing of these products can lead to the production of valuable compounds such as chitin and chitosan, bioplastics, enzymes, carotenoids and shrimp meal. Chitin and chitosan are used as an immunostimulant in the diet of aquatic species. Shrimp meal, as one of the important feed ingredients of the diet of crustacean species, provides a part of the required protein.

Keywords: Waste, Aquaculture, Feed additive, Shrimp meal, Carotenoids

مقدمه

هر ساله با شروع فصل صید سخت پوستان به ویژه میگو از دریا و برداشت آن از استخرهای پرورشی، کمیت‌های عظیمی از ضایعات (پوسته بخش شکمی و سفالوتوراکس یا همان سر و سینه) به وسیله صنایع فرآوری میگو تولید می‌شود. تنها در اروپا، بخش آماری سازمان غذا و کشاورزی (FAOSTAT) تخمین می‌زند که سالانه بیش از ۷۵۰،۰۰۰ تن ضایعات میگو تولید می‌شود. این پسماندها به خصوص در نواحی گرمسیری و استوایی باعث تجمع حشرات موذی و عوامل بیماری‌زا، تشدید رشد باکتریایی و ایجاد بوی ناخوشایند در اثر فساد زودرس می‌گردند و مشکلات محیط زیستی ایجاد می‌کنند. علاوه بر آن، تجمع این پسماندها مکانی بد نما و ناخوشایند برای توریست‌ها و جمعیت‌های محلی ایجاد می‌کند. این ضایعات ۶۰ الی ۸۰ درصد از کل میگوی استحصالی را شامل می‌شوند. امروزه نیازهای روز افزون جامعه بشری در کنار پیشرفت برق آسای شاخه‌های مختلف علوم کاربردی، سبب شده تا آنچه از نظر بعضی به عنوان زباله‌های متعفن در کارگاه‌های عمل‌آوری و باعث آلودگی محیط زیست شناخته می‌شود، اکنون یکی از ارکان توسعه صنایع دارویی و بهداشتی محسوب گردد؛ این پسماندهای به ظاهر بی ارزش، امروزه به مدد علم و تکنولوژی، نه تنها دیگر تهدیدی برای محیط زیست و انسان ایجاد نمی‌کنند، بلکه ثروت کلانی را نصیب عرضه‌کنندگان خود می‌نمایند. با برنامه‌ریزی صحیح نه تنها مشکلات آلودگی محیط زیستی که توسط این پسماندها ایجاد می‌شوند، کاهش می‌یابد، بلکه از این ضایعات می‌توان در تهیه موارد سودمند از جمله رنگدانه، کیتوسان، خوراک دام، چاشنی غذای انسان، کود ترکیبی برای اصلاح خاک، پودر میگو و غیره استفاده کرد (دشتی زاده، ۱۳۸۳، شیلاتی‌ها، آخرین بازدید ۶ مهر ۱۴۰۰؛ هردانی و همکاران، ۱۳۹۷).

در این مطلب بر این شدیم تا به مهم‌ترین موارد بهره وری از این پسماند ارزشمند، پرداخته شود:

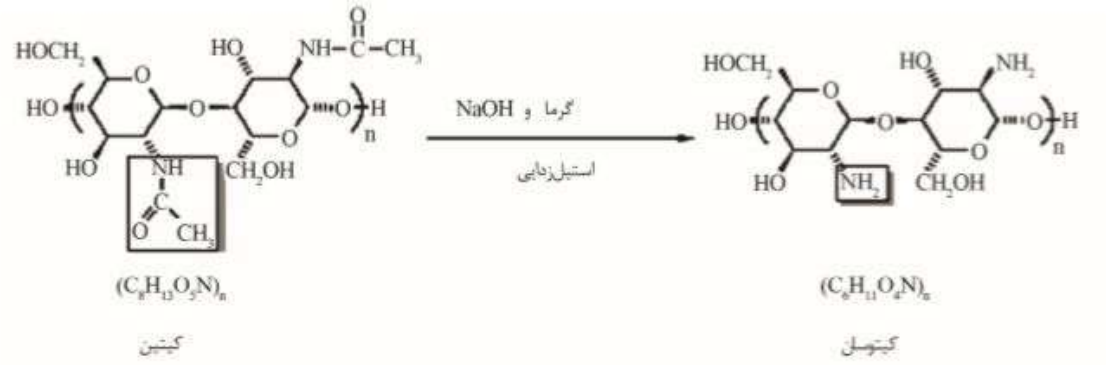
شکل ۱-. ضایعات میگو پس از فرآوری شامل سفالوتوراکس و پوسته بخش شکمی

۲. استخراج کیتین و کیتوسان

کیتین، ترکیبی پلی‌ساکاریدی با وزن ملکولی بالا با ساختار خطی (Dufresne, 2010) بوده که به عنوان یک لایه ساختاری و محافظ در پندپایان، گیاهان و قارچها عمل می‌کند و به فرم کریستالی در طبیعت دیده می‌شود (Khor, 2014). نام این پلیمر زیستی از واژه یونانی کیتون به معنی زره یا پوشش گرفته شده است. این ماده پس از سلولز، فراوان‌ترین پلی ساکارید موجود در طبیعت به شمار می‌آید. از نظر شیمیایی این ماده را پلیمری از (1-4)- β N استیلD- گلوکز آمین می‌دانند (صداقت و همکاران،

۱۳۹۵) که هرگاه تحت واکنش داستیلاسیون (استیل زدایی) قرار گیرد ماده ارزشمند دیگری به نام کیتوسان حاصل می‌شود (sagheer et al, 2009). کیتوسان پلیمر گلوکزآمین و مهم‌ترین و پرکاربردترین مشتق به دست آمده از کیتین بوده و حلالیت بیشتری نسبت به کیتین در آب و حلال‌های قطبی دارد. هر دو این مواد بار الکتریکی مثبت دارند که همین امر سبب ایجاد پیوند با غشاءهای حاوی بار منفی گشته و اثرات مثبتی را به این مواد داده است.

کیتین و کیتوسان به دلیل داشتن ویژگی‌هایی چون زیست سازگاری، تجزیه پذیری، غیر سمی بودن، خواص ضد باکتریایی و ضد اکسندگی و کیلیت کردن یون‌های فلزی توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند که باعث کاربرد گسترده آن‌ها در صنایع مختلف از جمله پزشکی و داروسازی، کشاورزی، غذایی، تصفیه آب و فاضلاب، صنایع نساجی و غیره شده است (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵، شیلاتی‌ها، آخرین بازدید ۶ مهر ۱۴۰۰، Ben-rebah, 2013؛Sagheer et al, 2009).



شکل ۲. ساختار مولکولی کیتین و کیتوسان (منگلی زاده، ۱۳۹۳)

۲-۱. ساخت پلاستیک با استفاده از کیتوسان مستخرج از ضایعات میگو

محققان در تلاش برای تولید کیسه‌های پلاستیکی قابل تجزیه در محیط زیست، توانستند با استفاده از پوسته میگو، پلیمری تولید کنند که شباهت زیادی به پلاستیک دارد. برای ساخت این پلیمر، محققان ابتدا کیتوسان را به صورت تکه‌های نازک جامد تولید و سپس آن را در ترکیبی حل کردند که قبلاً با استفاده از روش‌های سنتی تولید پلیمر، یک فیلم پلاستیکی درون آن حل شده است. پلیمر به دست آمده از این تکنیک علاوه بر قابلیت تجزیه در محیط زیست، خاصیت ضدمیکروبی و ویژگی‌های سازگار با محیط زیست دارد (Oh, 2007).

شکل ۳-. فیلم کیتوسان تولید شده در مراحل اولیه ساخت

شکل ۴-. فیلم کیتوسان پس از تولید

۳. تولید آنزیم‌های با ارزش اقتصادی

به طور کلی امروزه استفاده از پسماندهای سخت پوستان به سه دلیل مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است؛ این مواد زائد بسیار فاسد شدنی بوده و آلودگی‌های زیست محیطی ایجاد می‌کنند؛ از سوی دیگر، غنی از پروتئین، کیتین و رنگدانه بوده و به وفور در دسترس هستند و میکروب‌های مختلفی قادر به استفاده از چنین بسترهایی به عنوان منبع کربن و انرژی در فرایند تولید آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، لیپاز، کیتیناز، لیزوزیم، ناتوکیناز، پراکسیداز، اکسیداز و غیره می‌باشند (هردانی و همکاران، ۱۳۹۷). از مزیت‌های تولید آنزیم با فرایندهای بیوتکنولوژی از پسماندهای کیتینی می‌توان به دلایلی از جمله میزان بهره وری بالاتر، ساده بودن، کاهش انرژی مورد نیاز اولیه و کاهش هزینه‌های تولید نام برد (Archer, 2001). با استفاده از باکتری‌های انتخابی در محیط کشت حاوی پودر پوسته‌های کیتینی سخت پوستان نظیر خرچنگ و میگو، علاوه بر حذف موفقیت آمیز پسماندهای کیتینی از محیط زیست و استحصال کیتین خالص می‌توان آنزیم‌هایی نظیر لیزوزیم، کیتیناز، ناتوکیناز و غیره را تولید نمود. آنزیم‌های مذکور، پس از بهینه سازی صنعتی، در پزشکی و داروسازی مورد استفاده قرار می‌گیرند (هردانی و همکاران، ۱۳۹۷).

۴. استخراج کاروتنوئیدها

کاروتنوئیدها از رنگدانه‌های طبیعی محلول در چربی بوده که به طور عمده در گیاهان و باکتری‌های فتوسنتز کننده یافت می‌شوند. آن‌ها نقش مهمی در جذب نور و فرآیند فتوسنتز ایفا می‌کنند. کاروتنوئیدها در برخی از باکتری‌های غیرفتوسنتز کننده، مخمرها و کپک‌ها نیز مشاهده می‌گردند. در این موجودات رنگدانه‌ها نقش حفاظتی در برابر آسیب‌های وارده توسط نور و اکسیژن، ارائه می‌نمایند. کاروتنوئیدها مسئول تغییر رنگ‌های زرد، نارنجی و قرمز دربرگ‌ها، میوه‌ها وگل‌های گیاهان و رنگ‌های پرهای زینتی بسیاری از پرندگان، رنگ حشرات، رنگ صورتی در فلامینگو و ماهی قزل آلا و سخت‌پوستانی نظیر میگو و خرچنگ دریایی می‌باشند. کاروتنوئیدها پیچیده‌ترین و مهم‌ترین طبقه از رنگ‌های مواد غذایی طبیعی با حدود ۷۵۰ ساختار متفاوت در طبیعت و شامل دو دسته از ترکیبات به نام کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها می‌باشند. بعضی از کاروتنوئیدها مخصوصاً بتا کاروتن، نقش پیش ویتامین A را ایفا کرده و در بدن تبدیل به ویتامین A می‌شوند. از آنجایی که افزایش مصرف غذاهای غنی از کاروتنوئید ها با کاهش خطر ابتلا به بعضی از بیماری‌های تخریبی همراه است، چنین بر می‌آید که این مواد در بهبود عملکرد سیستم ایمنی نقش ویژه‌ای را ایفا می‌کنند. کاروتنوئیدها به طور وسیعی در داروسازی و تولید مکمل‌های غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیز به عنوان آنتی اکسیدانت‌ها، جهت کاهش ریسک سکته‌های قلبی و بیماری‌های قلبی-عروقی، محرک سیستم

ایمنی و عامل ضد التهاب مطرح می‌باشند. همچنین از کاروتنوئیدها برای رنگین نمودن پنیر، نوشابه‌های پرتقالی، بستنی و سایر مواد خوراکی استفاده می‌شود. مقاومت و پایداری این رنگ در نوشابه‌های حاوی اسید آسکوربیک، قابل توجه می‌باشد. ضایعات میگو یکی از منابع با ارزش طبیعی و یکی از ارزان‌ترین مواد خام برای استخراج یا بازیافت کاروتنوئیدها است. آستاگزانتین، رنگدانه اصلی در سخت پوستانی مانند میگو، خرچنگ دریایی و لابستر است که در تولید غذای ماهیان پرورشی از جمله قزل‌آلای رنگین کمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بتاکاروتن و زِآگزانتین در این گونه‌ها کم است؛ زِآگزانتین رنگدانه مهم در خرچنگ آب‌های شیرین است. طبق گزارشات کاروتنوئیدها در سخت پوستان آب‌های استوایی اندک است. سخت پوستان، رنگدانه ها را از طریق رژیم غذایی جذب می‌کنند. کاروتنوئید استخراج شده از ضایعات سخت پوستان یک جایگزین خوب برای کاروتنوئید سنتتیک خواهد بود (Ben-rebah, 2013؛ احمدی، دستورالعمل اجرایی).

۴-۱. مراحل عمل آوری ضایعات میگو جهت استخراج کاروتنوئید

- شستشو و جدا کردن ضایعات اضافی.
- پخت در بخار آب در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۰ دقیقه.
- مرحله خشک کردن در دمای ۶۰ درجه به مدت ۵ ساعت در دستگاه اوون به همراه تهویه هوا.
- آسیاب کردن با استفاده از بلندر که در هر ۱۵ ثانیه ۱۰۰ گرم آرد بدست می‌آید.
- استخراج کل کاروتنوئید ها (Total carotenoid content)(TCC) با چهار روش زیر:
  - روش کلاسیک
  - روش سوکسله
  - روش غوطه وری
  - روش اولتراسون (Ben-rebah, 2013)

۵. پودر میگو

پودر میگو اساساً حاصل خشک کردن همان ضایعات میگو شامل سفالوتوراکس و پوسته بخش شکمی است. تجزیه شیمیایی ضایعات میگو نشان می‌دهد که این ماده به ترتیب حاوی ۵۴، ۳، ۲۴/۹،۲۷/۲،۱۸/۵۵ و ۱۰/۲۵ درصد پروتئین خام، کلسیم، فسفر، کیتین، خاکستر و چربی می‌باشد (صدیق آرا و همکاران،۱۳۹۳). پودر میگو غنی از اسیدهای آمینه ضروری به خصوص لیزین، متیونین سیستئین، تریپتوفان و آرژنین می‌باشد (عرب جعفری، ۱۳۸۰).

شکل ۵-. پودر میگو

۵-۱. استفاده از سطوح مختلف پودر میگو در جیره‌های طیور تخم‌گذار و گوشتی

ضایعات فرآوری شده میگو تبدیل به محصولی با حدود ۵۴ درصد پروتئین شده و توانایی بالقویی جهت جایگزینی منابع متفاوت پروتئین در جیره‌های طیور از قبیل کنجاله سویا، پودر گوشت و پودر ماهی دارد. در صورت فرآوری مناسب، پودر میگو می‌تواند در سطوح نسبتاً زیاد و بدون آثار زیانبار در عملکرد گله طیور، جایگزین کنجاله سویا و پودر ماهی در جیره طیور تخمگذار وگوشتی شود (Shrimp powder آخرین بازدید ۶ مهر ۱۴۰۰؛ عرب جعفری، ۱۳۸۰).

۵-۲. استفاده از پودر میگو در کشاورزی

به سبب مقادیر زیاد پروتئین موجود در پودر میگو، از آن به عنوان یکی از مواد اصلی در تهیه کمپوست و کود کشاورزی به ویژه در تولید کرم‌های خاکی، استفاده می‌کنند. از کرم‌های پرورش یافته در این کمپوست‌های مقوی در جیره غذایی آبزیان به خصوص مولدین استفاده فراوانی می‌شود. تغییر در میزان عناصر مغذی در این قبیل کودها طیف گسترده‌ای از مصرف در این زمینه را مهیا ساخته است (شیلاتی‌ها، آخرین بازدید ۶ مهر ۱۴۰۰).

منابع

احمدی، مینا. استخراج کاروتنوئید از ضایعات میگو (دستورالعمل اجرایی)، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، بخش تحقیقات فرآوری آبزیان، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج.

پودر میگو. آخرین بازدید: ۶ مهر ۱۴۰۰. mahikhoshk.com

دشتی زاده، محمود. (۱۳۸۳). بهره گیری از ضایعات احصل از فرآوری میگو در صنایع گوناگون و کاهش اثرات آلودگی زیست محیطی آن، هفتمین همایش ملی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی شهر کرد.

صداقت، فاطمه. یوسف زادی، مرتضی. تویسرکانی، حجت. نجفی پور، سهراب. (۱۳۹۵). تأثیر غلظت گلوکز و میزان تلقیح بر استخراج کیتین از ضایعات میگو به روش تخمیر میکروبی، زیست فناوری دانشگاه تربیت مدرس، دوره ۷، شماره ۳، ویژه‌نامه ۱۳۹۵.

صدیق آرا، پریسا. وکیلی، ساعتلو، نعیما. فرخنده، طاهره. (۱۳۹۳). روغن ضایعات میگو: منبعی از کاروتنوئیدهای مقاوم در برابر اکسیداسیون، اولین همایش ملی میان وعده‌های غذایی، مشهد مقدس، ۱۰ و ۱۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳.

عرب جعفری، عزیزالله. (۱۳۸۰). ارزش غذایی پودر ضایعات میگو در تغذیه مرغ گوشتی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه صنعتی اصفهان،۱۳۸۰ پایان نامه کارشناسی ارشد.

عرب جعفری، عزیزالله. ارزش غذایی پودر ضایعات میگو در تغذیه مرغ گوشتی، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دانشگاه صنعتی اصفهان،۱۳۸۰ پایان نامه کارشناسی ارشد.

محصولات جانبی در فرآوری میگو، کاربردها و ارزش اقتصادی، انجمن شیلات و آبزی پروری ایزان (شیلاتی‌ها)، آخرین بازدید: ۶ مهر ۱۴۰۰، shilatiha.ir

منگلی زاده، نظام‌الدین. (۱۳۹۳). جعفر زاده حقیقی فرد، نعمت‌الله. تکدستان، افشین. هرمزی نژاد، مینا. ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی زیست پلیمر کیتوسان استخراجی از پوسته میگو، مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، سال بیست و هفتم، شماره ۶، صفحه ۳۷۱-۳۸۰، ۱۳۹۳.

هردانی، سارا. ارچنگی، بیتا. ذوالقرنین، حسین. زمانی، اسحاق. (۱۳۹۵). استفاده از پسماندهای کیتینی میگو و خرچنگ جهت تولید کیتین، کیتوزان و سوبسترایی برای تولید آنزیم پروتیاز توسط باکتری، کنگره بین المللی جامع محیط زیست ایران،۱۳۹۵.

هردانی، سارا. ارچنگی، بیتا. ذوالقرنین، حسین. زمانی، اسحاق. (۱۳۹۷). بررسی تهیه آنزیم‌های لیزوزیم و نانوکیناز در سوبسترای کیتینی پوسته Protunus pelagicusو Litopenaeus vannamie، نشریه تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک، شماره ۱۱۹، تابستان ۱۳۹۷.

Dufresne, A. (2010). Natural rubber green nanocomposites, In: Thomas, S.; Stephen, R. (ed.), Rubber Nanocomposites: Preparation, Properties and Applications. Wiley, Singapore (Asia) 113– 146 pp.

Khor, E. (2014). Chitin: Fulfilling a Biomaterials Promise. 1st Edition. Burlington, Elsevier Science 154 pp.

Sagheer F.A., Al-Sughayer M.A., Muslim S., and Elsabee M.Z., (2009). Extraction and Characterization of Chitin and Chitosan from Marine Sources in Arabian Gulf, Carbohydr. Polym., 77, 410,419,

Ben-Rebah, F. and Miled, N., (2013). Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review.3 Biotech, 3(4): 255–265.

Kim, W.J., Lee, W.G., Theodore, K., and Chang, H.N., (2001) Optimization of culture conditions and continuous production of chitosan by the fungi, Absidia coerulea. Biotechnol. Bioprocess Eng. 1, 6- 10.

Ghorbel- Bellaaj, O., Younes, I., Maalej, H., Hajji, S., and Nasri, M., (2012). Chitin extraction from shrimp shell waste using Bacillus bacteria. Int. J. Biol. Macromol. 51, 1196- 1201.

Zhang, H., Jin, Y., Deng, Y., Wang, D., and Zhao, Y. (2012). Production of chitin from shrimp shell powders using Serratia marcescens B742 and Lactobacillus plantarum ATCC 8014 successive two-step fermentation. Carbohydr. Res. 362, 13- 20.

Oh, K.T., Kim, Y.J., Nguyen, V.N., Jung, W.J., and Park, R.D. (2007). Demineralization of crab shell waste by Pseudomonas aeruginosa F722. Process Biochem. 42, 1069- 74.

Plastic bags made from shrimps shells might help Egypt’s trash problem, last seen:28 December 2021 https://newatlas.com/plastic-bags-shrimp-shells/47329/

Archer, M., R. Watson and J. W. (2001). Fish waste production in the United Kingdom -The quantities produced and opportunities for better utilization. The sea fish industry authority sea fish technology.1-57.

Ben-Rebah, F. and Miled, N. (2013). Fish processing wastes for microbial enzyme production: a review.3 Biotechnology 3(4): 255– 265.

Nylons made from shrimps, last seen:28 December 2021 https://www.youris.com/bioeconmy/fisheries/nylons_made_from_shrimps.kl

Shrimp powder, last seen:28 December 2021 https://www.bacarelexpress.co.uk/products/7411_shrimp_powder.php

معرفی دانه کتان (*Linum usitatissimum* L.) و مروری بر نقش آن در تغذیه آبزیان

محمدمهدی شاه‌محمدپورعسکری [1*]؛ امید صفری [1]

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد

Email: mmsh137798@gmail.com

چکیده

یکی از چالش‌های پیش‌روی رشد روزافزون صنعت آبزی‌پروری در دهه گذشته، توجه به تولید جیره‌های غذایی اقتصادی می‌باشد. پودر ماهی به عنوان یک منبع تأمین کننده پروتئین مورد نیاز گونه‌های آبزی با مشکلاتی همچون افزایش قیمت، نوسان کیفیت و وجود آلاینده‌های مختلف شیمیایی و میکروبی روبرو است. لذا توجه به استفاده از منابع پروتئینی جایگزین پودر ماهی از جمله منابع پروتئین گیاهی مورد توجه می‌باشد. دانه کتان به عنوان یک منبع تأمین کننده پروتئین خام، چربی خام و اسیدهای چرب پیش ساز و ضروری است. روغن و به ویژه کنجاله دانه کتان ارزش غذایی مطلوبی با هدف استفاده در جیره غذایی آبزیان دارد. وجود برخی ترکیبات ضد تغذیه‌ای همچون لینامارین از گروه گلیکوزیدهای سیانوژن در بذر کتان استفاده از این ترکیب غذایی ارزشمند را در جیره غذایی آبزیان با مشکل روبرو کرده است. استفاده از روش‌های فرآوری مناسب همچون اکسپند و اکسترود باعث کاهش این ترکیبات می‌شود.

واژگان کلیدی: آبزی‌پروری، کنجاله کتان، جیره غذایی، فرآوری، تولید پایدار

Introduction of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) and an overview on its role in aquatics nutrition

Mohammadmahdi Shuhmohammadpour askari[1*], Omid Safari[1]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad

Email: mmsh137798@gmail.com

Abstract

One of the challenges facing the increasing growth of the aquaculture industry in the last decade is paying attention to the production of economical aquafeeds. Fishmeal as a source of protein required by aquatic species faces problems such as price increment, quality fluctuation and the presence of various chemical and microbial contaminants. Therefore, attention to the use of alternative protein sources of fishmeal, including plant protein sources, is considered. Flaxseed is an essential source of crude protein, crude fat and precursor fatty acids. Oil, especially the meal of flaxseed, has a good nutritional value for use in aquatic diets. The presence of some anti-nutritional compounds such as linamarin from the group of cyanogen glycosides in flaxseed has made difficult on the use of this valuable nutrient in the diet of aquatic animals. The use of appropriate processing methods such as expansion and extrusion reduces these compounds.

Keywords: Aquaculture, flax meal, diet, processing, sustainable production

مقدمه

از سال ۱۹۵۰ صنعت آبزی‌پروری، با افزایش سالانه تقریباً ۱۰ درصد در بخش کشاورزی سریع‌ترین رشد را در جهان داشته است (FAO, 2020). با رشد تولیدات صنعت آبزی‌پروری و افزایش سهم این منبع پروتئینی سالم در سبد غذایی بشر، نیاز به غذایی آبزیان نیز در حال افزایش است (حکمت پور، ۱۳۹۹). مهم‌ترین و بیشترین هزینه در آبزی پروری (۳۰ تا ۸۰ درصد) مربوط به تغذیه می‌باشد (Avnimelech, 2009). مهم‌ترین منابع مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان پرورشی جهت تأمین نیازهای چربی و پروتئین آن‌ها، پودر و روغن ماهی است (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۸). به دلیل محدودیت در منابع دریایی جهت استحصال پودر و روغن ماهی و قیمت زیاد آن‌ها، صنعت پرورش آبزیان به سرعت در حال حرکت به سمت استفاده از محصولات گیاهی جهت کاهش میزان هزینه‌ها و افزایش کارائی تولید می‌باشد. روغن و کنجاله (باقی مانده دانه‌های روغنی بعد از روغن‌کشی) دانه‌های روغنی پتانسیل زیادی جهت جایگزینی با منابع دریایی مورد استفاده در جیره غذایی آبزیان دارند (حکمت پور، ۱۳۹۹). از جمله این دانه‌های روغنی، می‌توان دانه گیاه کتان را نام برد. دانه یا بذر کتان که در زبان انگلیسی Linseed و Flaxseed نامیده می‌شود (پدید آوران نیکان فیدار)، در زمره یکی از قدیمی‌ترین کشت و کارهای جهان بوده که کشت آن در مدیترانه، قفقاز و خاور دور از ۱۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح متداول بوده و از الیاف و دانه آن استفاده می‌شد. کتان زراعی با نام علمی *Linum usitatissimum L.* دارای ارزش اقتصادی زیاد و مقادیر فروانی از روغن، پروتئین خام و فیبر غذایی است. در صنعت، روغن دانه کتان در تهیه رنگ، مرکب چاپ، پارچه‌های عایق، صابون و همچنین در پوشش و جلای چوب کاربرد دارد؛ همچنین الیافی (فیبر) که از ساقه کتان استخراج می‌شوند در تهیه کاغذ، بافت قالی، پتو، طناب و پارچه‌های ظریف به کار می‌روند. کتان علاوه بر اینکه یک گیاه صنعتی است، یک گیاه دارویی مهم نیز محسوب می‌شود و ترکیبات تشکیل دهنده آن ضامن سلامتی انسان می‌باشد. به علاوه پتانسیل غذایی کتان، آن را به عنوان یک مکمل غذایی در بین غذاهای دنیا مطرح می‌کند. روغن این گیاه و یا فراورده‌های حاصل از استخراج اسیدهای چرب آن، نقش به سزایی در تقویت قوه بینایی کودکان، نگهداری پوست، کاهش کلسترول خون، جلوگیری از التهاب، جلوگیری از سرطان سینه و روده و تقویت کننده معده دارد. همچنین روغن این دانه، غنی‌ترین منبع اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ در جهان بوده و بیش از دو برابر امگا ۳ موجود در روغن ماهی در حجم مساوی را داراست (قنواتی، ۱۳۹۶). در این مطلب بر این شدیم تا به مروری بر ویژگی‌های دانه کتان، فراورده‌های جانبی و نحوهٔ استحصال آن‌ها از دانه، آنالیز ترکیبات تشکیل دهنده، و همچنین کاربرد دانه کتان در تغذیه آبزیان پرورشی مورد بررسی قرار گیرد:

بذر یا دانه کتان

دانه‌های کتان بیضی شکل، مسطح، در انتها نوک تیز و در رنگ‌های قهوه‌ای روشن و یا قهوه‌ای تیره براق و یا طلایی یافت می‌شوندکه دارای ارزش غذایی یکسانی هستند طول دانه سه تا شش میلی‌متر و عرض آن به دو تا سه میلی‌متر می‌رسد. وزن هزار دانه آن ۵ تا ۱۳ گرم است (تصویر ۱). به طور متوسط بذر کتان حاوی ۴۱ درصد چربی شامل اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع، ۲۸ درصد فیبر شامل فیبر محلول و نامحلول ۲۰ درصد پروتئین، ۳/۴ درصد خاکستر و ۶ درصد کربوهیدرات و ۷/۷ درصد رطوبت است. همچنین بذر کتان حاوی انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی از جمله اکثر ویتامین‌های گروه B بوده (قنواتی، ۱۳۹۶) و دارای مقادیر اندکی فسفاتید، منیزیم، منگنز و گلیکوزید سیانوژن نیز می‌باشد (پدید آوران نیکان فیدار).

شکل ۱. دانه‌های کتان

روغن کتان

همانگونه که پیش‌تر ذکر شد، ۳۰ الی ۴۰ درصد از دانه کتان روغنی متشکل از روغن است (قنواتی، ۱۳۹۶). روغن بذر کتان از ترکیب اسیدهای چربی تشکیل شده که به طور متوسط فقط ۹ درصد از آن را اسیدهای چرب اشباع شده تشکیل می‌دهد. اسیدهای چرب دارای یک باند مضاعف موسوم به اسیدهای چرب بینابین در حدود ۱۸ درصد و اسیدهای چرب غیر اشباع با بیشتر از یک باند مضاعف (poly-unsaturated fatty acids (PUFA)) به طور تخمینی تا ۷۳ درصد از چربی موجود در دانه کتان را تشکیل می‌دهند. محتویات PUFA ها شامل ۱۶ درصد اسیدهای چرب امگا ۶، عمدتاً لینولئیک اسید (LA) و ۵۷ درصد آلفا لینولئیک اسید (ALA)، و یک اسید چرب دیگر از گروه امگا-۳ می‌باشند. هر دوی ALA و LA در ردیف اسیدهای چرب ضروری هستند و برای رشد، ساختار و عملکرد مناسب سلول‌ها در ماهی بسیار ضروری هستند (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۸). ALA ممکن است در بدن به ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) تبدیل شود. نسبت امگا ۶ به امگا ۳ در روغن‌های گیاهی یکی از شاخصه‌های شناخت کیفیت آن به شمار می‌رود و هر چه نسبت امگا ۳ به امگا ۶ بیشتر باشد، روغن از کیفیت بیشتری برخوردار است و با توجه به جدول شماره ۱ بذر کتان دارای مقادیر بسیار بیشتری از امگا ۳ در مقایسه با امگا ۶ بوده و درنتیجه از کیفیت زیادی به این لحاظ برخوردار است (پدید آوران نیکان فیدار). به غیر از اسیدهای چرب، روغن کتان شامل مواد موسیلاژی (به مقدار ۳ الی ۸ درصد) است. موسین یا موسیلاژ در بخش خارجی پوسته دانه کتان یافت می‌شود و در معالجه برخی بیماری‌ها مربوط به پوست در انسان کاربرد دارد. موسین قابل حل در آب و غیر قابل هضم بوده و مواد کربوهیدراتی آن شامل لاکتوز، زایلوز، آرابینوز، رامنوز و اسید گالاکتورونیک می‌باشد. قسمت اعظم مواد موسیلاژی را اسید گالاکتورونیک تشکیل می‌دهد. با جذب آب آن در روده، میزان ویسکوزیته دیواره روده افزایش می‌یابد. تغذیه با بذر کتان

به مقدار زیاد کاهش را تولید را در پی دارد که علت اصلی آن افزایش مقدار ویسکوزیته در روده به خاطر حضور مقدار زیادی موسیلاژ است.

جدول ۱. ترکیب اسیدهای چرب دانه کتان (پدید آوران نیکان فیدار).

نوع اسید چرب	ساختار شیمیایی	درصد اسید چرب موجود در روغن
اسید پالمیتیک	C16:O	۵/۲
اسید استریک	C18:D	۳/۴
اسید اولیئک (امگا ۹)	C18:1	۱۸/۱
اسید لینولئیک (امگا ۶)	C18:2n-6	۱۵
اسید آلفا لینولئیک (امگا ۳)	C18:3n-7	۵۷/۹

مراحل استخراج روغن تخم کتان

مراحل استخراج روغن تخم کتان شامل شکستن دانه، فلیک و پرس کردن با شفت‌های آب سرد یا ابتدا پرس گرم و به دنبال آن، استخراج باقی مانده روغن با حلال است. روغن استخراج شده از بافت‌های مرطوب مانند دانه‌های نارس معمولاً حاوی مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب آزاد است که مربوط به عمل آنزیم لیپاز می‌شود. روغن‌کشی از تخم کتان به یکی از دو روش قدیمی (مکانیکی یا هیدرولیکی) یا جدید (حلال) انجام می‌شود. در روش استخراج با حلال (Extraction Solvent) ابتدا دانه‌های روغنی در اثر عبور از لای غلتک شکاف برداشته و سپس به مدت ۱۰ دقیقه تحت حرارت ۶۰ درجه سانتی گراد قرار می‌گیرند. سپس از تعدادی غلتک‌های خرد کننده عبور کرده و ضمن آن بصورت پولکی (Flaked) در می‌آیند. پولک‌ها تا ۴۵ درجه سانتی گراد سرد می‌شوند و سپس به قسمت استخراج روغن منتقل می‌گردند. در این بخش، روغن توسط هگزان (حلال) استخراج می‌شود. پولک‌های روغن‌کشی شده به خشک کن منتقل شده و سپس به دستگاه برشته کن انتقال می‌یابند و پس از سرد شدن، خرد می‌گردند. فرآورده حاصه پس از روغنکشی کنجاله است که ممکن است پلت گردد و یا به صورت خرد شده به بازار عرضه شود. در روش هیدرولیکی استخراج روغن (Extraction Hydraulic) که به روش قدیمی و روش مکانیکی نیز مرسوم است، دانه‌های روغنی خام مراحل شکاف داده شدن، پولکی شدن، و خرد شدن را طی می‌کنند. سپس مواد پولکی به مخازن پخت انتقال یافته و در این بخش به مدت ۹۰ دقیقه تحت حرارت خشک و بخار قرار می‌گیرند. بعد از پخت، پولک‌های حرارت دیده به صورت تکه‌ای در آمده و در پارچه‌های ضخیم بسته بندی شده و برای استخراج مکانیکی روغن تحت پرس هیدرولیکی قرار می‌گیرند. این مرحله یک ساعت طول می‌کشد. پس از استخراج، کنجاله‌های روغن‌کشی شده خرد می‌شوند. این کنجاله‌ها ممکن است ۵ تا ۸ درصد روغن داشته باشند. کنجاله‌هایی که با روش هیدرولیکی تهیه می‌شوند، حاوی چربی بیشتر و پروتئین کمتر از کنجاله‌هایی هستند که در روش حلال به دست می‌آیند (در روش حلال کنجاله به دست آمده حاوی کمتر از ۱ درصد چربی است).

کنجاله کتان

کنجاله کتان، پس مانده ریز آسیاب شده‌ای است که پس از استخراج روغن از تخم کتان به دست می‌آید. بخش عمده کنجاله دانه کتان موجود در بازار با استفاده از حلال روغن‌کشی شده است. محتوای پروتئین این کنجاله بسته به روش روغن‌کشی

متفاوت است، به طوری که کمترین میزان پروتئین در کنجاله کتان روغن‌کشی شده به روش استخراج حلالی و بیشترین میزان پروتئین در کنجاله کتان روغن‌کشی شده به روش هیدرولیکی یا مکانیکی یافت می‌شود (حکمت پور، ۱۳۹۹).

ترکیبات تشکیل دهنده دانه کتان

مقادیر ترکیبات تشکیل دهنده، انرژی قابل متابولیزه و درصد قابلیت هضم اسیدهای آمینه در دانه کتان، کنجاله کتان مستحصل به روش مکانیکی یا تحت فشار و کنجاله مستحصل به روش حلالی در ذیل در جداول ۲ تا ۷ آورده شده است.

جدول ۲. ترکیب شیمیایی و انرژی قابل متابولیزه (ME) موجود در دانه کتان، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار، کنجاله روغن کشی شده توسط حلال و روغن کتان (lee et al,1995)

نوع ماده	بذر کتان	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی توسط حلال	روغن کتان
رطوبت (٪)	۹۳	۹۱	۸۱	-
پروتئین خام (٪)	۲۲	۳۱/۵	۳۳	-
عصاره اتری (٪)	۴۰/۵	۵/۱	۰/۵	-
فیبر خام (٪)	۶/۵	۹/۵	۹/۵	-
کلسیم (٪)	۰/۲۵	۰/۴۰	۰/۳۵	-
خاکستر (٪)	-	۶	۶	-
انرژی خام (Kcal/kg)	۶۵۳۰	۴۵۰۰	-	-

جدول ۳. ترکیب اسید آمینه‌های موجود در بذر، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار و کنجاله روغن کشی شده توسط حلال برحسب درصد (lee et al,1995)

آمینواسید	بذر کتان	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی توسط حلال
متیونین	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۴۸
سیستین	۰/۴۲	۰/۵۶	۰/۵۸
لیزین	۰/۹۹	۱/۱۸	۱/۱۰
تریپتوفان	۰/۲۲	۰/۴۷	۰/۴۸
ترئونین	۰/۸۹	۱/۱۲	۱/۲۰
ایزولوسین	۱/۰۷	۱/۵۰	۱/۸۰
هیستیدین	۰/۵۳	۰/۶۰	۰/۷۰
والین	۱/۴۳	۱/۴۹	۱/۶۰

لوسین	۱/۴۳	۱/۴۸	۲

جدول ۴. درصد قابلیت هضم اسیدهای آمینه در بذر کتان، کنجاله روغن کشی شده تحت فشار، کنجاله روغن کشی شده توسط حلال (lee et al,1995)

آمینو اسید	بذر قابلیت دسترسی حقیقی	بذر قابلیت دسترسی ظاهری	کنجاله تحت فشار قابلیت دسترسی حقیقی	کنجاله تحت فشار قابلیت دسترسی ظاهری
متیونین	۷۶	۷۳	۷۹	۷۶
لیزین	۸۱	۷۰	۸۰	۶۹
ترئونین	۷۱	۶۱	۷۴	۶۵
ایزولوسین	۸۳	۷۶	۸۲	۷۶
هیستیدین	۸۵	۷۸	۷۹	۷۲
والین	۸۰	۷۲	۸۰	۷۴
لویسین	۸۵	۷۵	۸۱	۷۵
آرژنین	۸۷	۸۱	۸۸	۸۲
فنیل آلانین	۸۳	۷۸	۸۵	۸۰

جدول ۵. ترکیب عمومی ویتامین‌های موجود در بذر کتان، کنجاله استحصالی تحت فشار و کنجاله استحصالی با حلال (پدید آوران نیکان فیدار)

ویتامین‌ها	بذر	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی با حلال
ویتامین A (IU/g)	-	۰/۳	-
ویتامین E (mg/kg)	۱۸/۹۰	۷/۷۰	۵/۸۰
تیامین (mg/kg)	۷	۲/۶۰	۶/۶۰
ریبوفلاوین (mg/kg)	۴/۵۰	۴/۱۰	۴/۱۰
اسید پانتوتنیک (mg/kg)	-	۱۶/۵۰	۱۶/۵۰
اسید فولیک (ug/kg)	-	۲۹۰۰	۱۳۰۰
کولین (mg/kg)	۳۱۵۰	۱۶۷۲	۱۷۶۰
نیاسین (mg/kg)	۴۱	۳۷/۴	۳۲/۸

جدول ۶. ترکیب مواد معدنی موجود در بذر کتان، کنجاله استحصالی تحت فشار و کنجاله استحصالی توسط حلال (پدید آوران نیکان فیدار)

مواد معدنی	بذر	کنجاله استحصالی تحت فشار	کنجاله استحصالی با حلال
سدیم (٪)	۰/۸۰	۰/۱۱	۰/۱۴
پتاسیم (٪)	۱/۵۰	۱/۲۴	۱/۳۸
منیزیم (٪)	۰/۵۰	۰/۵۸	۰/۶۰
گوگرد (٪)	-	۰/۳۹	۰/۳۹
منگنز (ppm)	-	۳۹/۴	۳۷/۶
آهن (ppm)	۲۳۶	۲۰۰	۳۰۰
مس (ppm)	۲۲	۲۶/۴	۲۵/۷
روی (ppm)	۹۱	-	-
سلنیوم (ppm)	-	۰/۵ تا ۱	۰/۵ تا ۱

جدول ۷. ترکیب عمومی فیبر و انرژی قابل هضم بذر کتان، کنجاله روغن‌کشی شده تحت فشار و کنجاله روغن‌کشی شده توسط حلال (پدید آوران نیکان فیدار)

اجزا ترکیبی	بذر	کنجاله استحصال شده تحت فشار	کنجاله استحصال شده توسط حلال
TDN (٪)	۱۱۵	۸۲	۸۷
CP (٪)	۲۵/۶	۳۷/۹	۳۸/۳
عصاره اتری (٪)	۳۸/۳	۶	۱/۵
فیبرخام (٪)	۶/۷	۹/۶	۱۰/۱
NDF (٪)	۲۰/۲	۲۲/۶	۲۵/۹
ADF (٪)	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۷/۳
پروتئین (درصد پروتئین خام)	-	۷۵/۴	۶۷/۲
NEm (Mcal/kg)	۳/۱۵	۲	۱/۸۷
NEg (Mcal/kg)	۱/۶۳	۱/۳۴	۱/۲۳
NEI (Mcal/kg)	۲/۶۸	۱/۸۹	۱/۷۸
کلسیم (٪)	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۴۳
فسفر (٪)	۰/۵۵	۰/۹۶	۰/۸۹

ترکیبات ضد تغذیه‌ای در کتان

کتان حاوی گلیکوزیدهای سیانوژن با نام لینوستاتین (linustatin)، نئولینوستاتین (neo- linustatin) و لینامارین (linamarin) است. عمده گلیکوزیدهای سیانوژن در بذر کتان مربوط به لینامارین است (فلاحتکار و همکاران، ۱۳۹۸) که مقدار آن از صفر تا ۳۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم بذر متغیر است. ترکیبات ضد تغذیه‌ای در روده بزرگ توسط آنزیم بتا- گلوکزیداز تجزیه می‌شوند و ممکن است موجب آزاد سازی هیدروژن سیانید و به میزان کم آلبیت را فراهم سازند. هیدروژن سیانید اگر بیش از اندازه جذب بدن شود به عنوان یک بازدارنده تنفسی عمل می‌کند (پدید آوران نیکان فیدار). حرارت دهی حین فرآوری نظیر آنچه که در روغن کشی و یا در فرآوری اکستروژن دانه کتان اتفاق می‌افتد باعث دناتوره شدن (تغییر ماهیت دادن ساختار پروتئینی) ماده بتا - گلوکوزیداز شده که این خود از تولید هیدروژن سیانید جلوگیری می‌نماید و این خود یکی از مزایای مهم استفاده از کنجاله بذرکتان در مقایسه با بذرکتان است (Jain and Ganorkar, 2013). تراکم لینامارین در بذرهای نارس بوده و تغذیه این بذرها چنانچه تحت تأثیر حرارت قرار نگیرند روی کارائی تولید اثر منفی می‌گذارند. کتان حاوی لینتاتین است که به عنوان ماده رقابتی و ضد ویتامین B6 (پیریدوکسین) شناخته شده است. به طور عموم تراکم این ماده در گیاهان کتان بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم است (پدید آوران نیکان فیدار).

همانگونه که ذکر شد بذر کتان حاوی ۳ تا ۸ درصد موسیلاژ است که وجود این ماده در بذر کتان، مصرف آن در خوراک آبزیان را دچار محدودیت می‌کند زیرا باعث کاهش عملکرد رشد می‌شود. توصیه محققان بر این است که یک آنزیم که بتواند به طور اختصاصی موسیلاژ کتان را هدف قرار دهد، قادر است میزان مصرف کتان را در جیره افزایش دهد. اما نکته مهمی که وجود دارد این است که امروزه چنین آنزیمی که به طور تجاری و رایج در دسترس باشد هنوز موجود نیست. با توجه به این که مصرف بذر یا کنجاله کتان باعث افزایش ویسکوزیته می‌شود که در نتیجه آن مواد غذایی به صورت نیمه هضم شده از سیستم گوارش دفع خواهد شد بهترین راهکار برای استفاده از بذر یا کنجاله کتان در جیره افزودن آن به صورت تدریجی در طول زمان است تا از به هم ریختگی سیستم گوارش جلوگیری شود (پدید آوران نیکان فیدار؛ حسینی خواه و همکاران، ۱۳۹۴).

فرآوری بذر کتان

فرآوری دانه کتان، میزان مواد مغذی موجود در آن را بهتر در دسترس آبزیان قرار می‌دهد و در عین حال از تأثیر مواد ضد تغذیه‌ای می‌کاهد. آسیاب کردن دانه کتان میزان انرژی قابل متابولیزه (ME) آن را تا ۱۶ درصد افزایش می‌دهد. تغذیه دانه کامل باعث کاهش وزن، کاهش مصرف خوراک و افزایش ضریب تبدیل (FCR) می‌گردد؛ اما زمانی که همین خوراک به صورت پلت در بیاید، به طور معنی‌داری افزایش روزانه وزن، کاهش میزان FCR و همینطور افزایش مصرف آن را در پی خواهد داشت. پژوهش‌ها نشان می‌دهد، با پلت کردن دانه کتان میزان ماندگاری آن تا ۳ برابر و تا ۲۹ درصد افزایش می‌یابد. همچنین برشته کردن دانه کتان در ماکرو ویو به مدت ۴ دقیقه می‌تواند مصرف اسیدهای چرب را تا ۳۹ درصد و همچنین استفاده از اتوکلاو می‌تواند میزان مصرف چربی را تا ۲۰ درصد افزایش دهد. شایان ذکر است، ماندگاری ازت نیز به طور معنی داری با حرارت و فرآوری فیزیکی دانه افزایش خواهد یافت. علاوه بر روش‌های فوق‌الذکر، امروزه اکستروژن و یا استفاده از سامانه اکسترود کردن دانه کتان به عنوان آخرین و بهترین شیوه فراوری در در صنعت خوراک آبزیان نقش تعیین کننده‌ای را ایفا می‌کند که از جمله مزایای استفاده از این سیستم می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: (Arsalan et al, 2012).

۱- از آنجایی که در اکسترود توام با بخار، حرارت بالا در یک زمان کوتاه اتفاق می‌افتد، در نتیجه عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در دانه تجزیه و غیرفعال می‌گردد.

۲- اکسترود توام با بخار میزان قابلیت هضم دانه کتان را افزایش می‌دهد.

۳- فرآیند پخت به شیوه اکسترود باعث می‌شود تا میزان ژلاتینه شدن نشاسته بذر کتان آسیاب شده افزایش یافته و به سبب آن یک خوراک با میزان درصد ثابت مواد مغذی و کیفیت بالاتر به وجود می‌آید. به احتمال زیاد، حرارت توام با فشار در دستگاه اکسترودر ماهیت ساختار شیمیایی کربوهیدرات‌های متشکله را تغییر داده و از شکل گیری موسیلاژ در سیستم گوارش جلوگیری می‌کند.

۴- تحقیقات ثابت کرده‌اند که اکسترودر توام با بخار قادر است عوامل بیماری زای موجود در خوراک عبوری از سیستم را نابود سازد. فرآوری پخت در اکسترودر و تحت شرایط پخت مناسب، تمام پاتوژن‌ها را از بین می‌برد (پدید آوران نیکان فیدار؛ et ah 1995 Sargent).

تأثیر مصرف کتان در آبزیان

یکی از نگرانی‌های اصلی که صنعت آبزی پروری با آن مواجه است، وابستگی زیاد آن به روغن ماهی است. لیپیدها یکی از منابع مهم اسیدهای چرب ضروری در رژیم غذایی آبزیان می‌باشند. اهمیت اسیدهای چرب به شدت غیر اشباع مانند دوکوزا هگزائونیک اسید (DHA, 22:6n-3) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA, 20:5n-3) در تغذیه ماهی به شدت زیاد است. این اسیدهای چرب برای رشد بهینه ماهی و تکامل گناد های جنسی ضروری می‌باشند (جرجانی و همکاران ۱۳۹۳). در پی افزایش مصرف انسانی آبزیان، کاهش صید جهانی آن، توسعه صنعت آبزی پروری و نیاز روز افزون به تولید خوراک آبزیان، در آینده دسترسی به آرد ماهی و روغن ماهی بسیار مشکل خواهد بود (حسینی خواه و همکاران، ۱۳۹۴). در سال‌های اخیر، تلاش‌های تحقیقاتی زیادی برای یافتن جایگزین‌های مناسب برای روغن ماهی انجام گرفت. چالش اصلی در این تحقیقات، حفظ تاثیرات مثبت شناسایی شده برای اسیدهای چرب EPA و DHA در ماهیان مصرفی می‌باشد (جرجانی و همکاران ۱۳۹۳). ماهیان قادرند از روغن گیاهی نیز به عنوان منبع انرژی استفاده کنند ولی مشکل عمده پیش روی جایگزینی روغن ماهی با روغن گیاهی فقیر بودن منابع گیاهی از اسید چرب HUFA مثل EPA و DHA است. پژوهش‌های زیادی ثابت کرده است که ماهیان آب شیرین مثل قزل آلای رنگین کمان قادر به ساخت اسیدهای چرب ضروری EPA و DHA از لینولنیک اسید است (پژمان مهر و همکاران، ۱۳۹۲). در دهه‌های اخیر تولید روغن ماهی ثابت باقی مانده است ولی تولید روغن‌های گیاهی به طور قابل ملاحظه‌ای در جهان افزایش داشته است (IFFO،2008). سهولت در دسترسی به روغن‌های گیاهی، قیمت پایین‌تر و نیز پایداری بیشتر این روغن‌ها در مقایسه با روغن ماهی، موجب شده روغن‌های گیاهی جایگزین مناسبی به جای روغن ماهی در صنعت تولید خوراک آبزیان باشند (پوریا، ۱۳۹۹). بسیاری از روغن‌های گیاهی دارای پتانسیل بالقوه‌ای برای جبران و برآورده نمودن نیازهای تغذیه‌ای و متابولیک ماهیان هستند (Arsalan et al, 2012). پژوهشگرن ثابت کرده‌اند که روغن‌های گیاهی، از جمله کتان می‌توانند در جیره آبزیان وارد شده و جایگزین روغن ماهی شوند، بدون اینکه تاثیری منفی بر کارائی رشد و ضریب تبدیل غذایی آن‌ها داشته باشند (Guler and Yildiz, 2011). ترکیب چربی بدن ماهی به طور مستقیم به پروفیل چربی مورد مصرف در تغذیه آن‌ها ربط پیدا می‌کند. روغن کتان می‌تواند در جیره ماهیان وارد و به طور کامل جایگزین روغن ماهی گردد. از آنجایی که روغن کتان سرشار از امگا ۳ می‌باشد، ماهی مصرف کننده روغن کتان می‌تواند از آن به عنوان یک پروفیل چربی ایده‌آل در بدن خود استفاده نموده و آن را ذخیره نماید. روغن کتان استعداد زیادی به اکسیداسیون داشته و برای جلوگیری از اکسید شدن چربی کتان باید از آنتی اکسیدانت مناسب استفاده نمود. پژوهشگران همچنین روی پتانسیل استفاده از دانه کتان فرآوری شده در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان مطالعاتی را انجام دادند. گزارش نهایی آن‌ها حاکی از آن بود که اکسترود توام با بخار به طور معنی داری کارائی تولید و ضریب رشد قزل آلا را افزایش داده، بدون اینکه هیچگونه اثرات منفی خاصی را به دنبال داشته باشد. اکسترود

دانه کتان همراه با سایر منابع پروتئینی می‌تواند یک پروفیل اسید آمینه‌های ضروری را در تغذیه آبزیان ارائه کند. تحقیقات دانشمندان در خصوص استفاده از بذر کتان اکسترود شده در تغذیه ماهیان قزل آلای رنگین کمان نشان داد که با اضافه کردن ۱۲ درصد بذر کتان اکسترود شده در جیره این ماهیان در مقایسه با جیره ماهیانی که به همین میزان بذر کتان اکسترود نشده دریافت کرده بودند، افزایش وزن روزانه گروه اول به طور معنی داری بیشتر از گروه دوم بود. کارائی تولید گروه سوم که گروه شاهد و موازنه پروتئین جیره آن با استفاده از پودر ماهی مرغوب صورت گرفته بود، اختلاف معنی داری با کارائی تولید جیره حاوی بذر کتان اکسترود شده نشان نداد (Arsalan et al, 2012،Debbi L.Thiessen,2011 ؛ پدید آوران نیکان فیدار).

بحث

با توجه به محدودیت‌های محیط زیستی و هزینه زیاد روغن ماهی استفاده از منابع جایگزین برای روغن ماهی امری اجتناب ناپذیر است؛ لیکن این امر باید به گونه‌ای صورت بگیرد که اثر منفی بر رشد و متعاقباً بر تولید آبزی نداشته باشد. همچنین امنیت غذایی و سلامت مصرف کننده را به خوبی تأمین نماید. روغن ماهی انرژی و اسیدهای چرب ضروری را برای ماهی تأمین می‌کند پس اگر این نیاز ماهی را بتوان با روغن‌های گیاهی تأمین کرد لذا می‌توان از روغن گیاهی همچون روغن بذر کتان به جای روغن ماهی استفاده کرد. همانطور که پیشتر اشاره شد ماهیان قادرند از روغن گیاهی نیز به عنوان منبع انرژی استفاده کنند ولی مشکل عمده پیش روی جایگزین کردن روغن ماهی با روغن گیاهی فقیر بودن منابع گیاهی از اسید چرب HUFA مثل EPA و DHA است که پژوهش‌های زیادی ثابت کرده است که ماهیان آب شیرین مثل قزل آلای رنگین کمان قادر به سنتزاسیدهای چرب ضروری EPA و DHA از لینولنیک اسید است (پژمان مهر و همکاران، ۱۳۹۲). کنجاله دانه‌های روغنی مانند کتان از اجزای غذایی با صرفه اقتصادی نسبت به پودر ماهی در ساخت خوراک آبزیان هستند. با به کاربردن این منابع به صرفه در ساخت خوراک آبزیان هزینه تولید آبزیان کاسته می‌شود. با کاهش هزینه تولید، توسعه پایدار صنعت آبزی پروری فراهم می‌شود (حکمت پور، ۱۳۹۹).

منابع

پژمان مهر، پیمان، فرهنگی، مهرداد، نیکنام شیراز، امیر. (۱۳۹۲) بررسی پراکنش اسیدهای چرب ضروری در منابع غذایی گیاهی و حیوانی با هدف کاهش مصرف روغن ماهی در جیره غذایی قزل آلا، دومین همایش ملی توسعه و پرورش ماهیان سردآبی 10و ۱۱ اردیبهشت ۱۳۹۲، شهرکرد.

پوریا، مجتبی. (۱۳۹۹) جایگزینی آرد و روغن ماهی با ترکیبات گیاهی در خوراک آبزیان پرورشی مجله ترویجی آبزیان دریای خزر، سال پنجم، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۹.

جرجانی، سارا، قلیچی، افشین، بغدادی، آسیه. (۱۳۹۳). اثرهای جایگزینی کامل روغن ماهی با روغن‌های گیاهی بر پارامترهای رشد، کارایی غذا و پروفایل اسیدهای چرب عضله ماهیان قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)، نشریه توسعه آبزی پروری، سال هشتم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۳.

حسینی خواه، سیده مرضیه و همکاران. تأثیر جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در توسعه گناد و تغییرات سطح برخی هورمون‌های جنسی ماهی قزل آلای رنگین کمان ماده (*Oncorhynchus mykiss*). مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۲، ۱۳۹۴.

حکمت پور، فاطمه. (۱۳۹۹). استفاده از برخی کنجاله دانه‌های روغنی جهت جایگزینی پودر ماهی در تغذیه ماهیان دریایی، دو فصلنامه ماهیان دریایی، سال چهارم، شماره ۲، پاییز و زمستان ۹۹.

شرکت پدید آوران نیکان فیدار، استفاده از فول فت دانه کتان در تغذیه دام، طیور و آبزیان.
http://www.nikanfidar.com/2.pdf

فلاحتکار، بهرام، سجادی، میرمسعود، قیاسی، ساره. (۱۳۹۸). اثر تغذیه با جیره‌های حاوی کنجاله بذر کتان بر عملکرد رشد و شاخص‌های خونی تاس‌ماهی سیبری (*Acipenser baerii*) پرورشی، مجله منابع طبیعی ایران دوره ۷۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۶۸-۱۷۹.

قنواتی، فرنگیس. (۱۳۹۶) اهلی‌سازی و معرفی گیاه کتان، گیاهی با کاربرد دوگانه روغن و الیاف، نشریه علمی- ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، جلد ۶، شماره ۱، سال ۱۳۹۶.

مکمل‌های پروتئینی. http://www.mokamelshenasi.ir/files/articles/maghalat/supplement_3.pdf

Arsalan, M., Sirkecioglu, N., Bayir, A., Arslan, H., Aras, M., 2012. The Influence of Substitution of Dietary Fish Oil with Different Vegetable Oils on Performance and Fatty Acid Composition of Brown Trout, Salmo trutta. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12, 575-583.

Avnimelech, Y., (2009). Biofloc Technology — A Practical Guide Book. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.182 pp.

Debbie L.Thiessen. (2011). Optimization of feed peas, canola and flaxseed for aqua feeds. The Canadian Prairie Perspective. MCN Bioproducts Inc.

FAO. (2020), The State of World Fisheries and Aquaculture. https://doi.org/10.4060/ca9231en

Ganorkar, P.M., Jain, R.K., (2013). Flaxseed a nutritional punch. International Food Research Journal 20, 519-525.

Guler, M., Yildiz, M., (2011). Effects of dietary fish oil replacement by cottonseed oil on growth performance and fatty acid composition of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences, 35(3), 157-167.

IFFO. (2008). International Fish Meal and Fish Oil Organisation Statistical Yearbook.

KYU-HO,LEE, GUANG-HAI QI, and J. S. SIM(1995). Metabolizable Energy and Amino Acid Availability of Full-Fat Seeds, Meals, and Oils of Flax and Canola, Poultry Science 74:1341-1348.

Sargent, J.R., Bell, J.G., Bell, M.V., Hendersson, R.J., Tocher, D.R. 1995.

مروری بر گونه‌های جنس *Aphanius* (Cyprinodontiformes: Aphaniidae) در ایران

نجمه طبسی نژاد [۱*]؛ حامد موسوی ثابت [۱]؛ سهیل ایگدری [۲]، محمدصادق علوی یگانه [۳]، صابر وطن دوست [۴]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا

۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

۳- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۴- گروه شیلات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بابل، بابل

Email: tabasinejhad@yahoo.com

چکیده

جنس آفانیوس متعلق به خانواده Aphaniidae مدت زیادی تنها نماینده بومی راسته کپورماهی شکلان دندان‌دار در ایران بود که پراکنش گسترده‌ای در دریای مدیترانه، دریای سرخ، خلیج فارس و همچنین در آبهای شور، شیرین داخلی ایران، پاکستان و هند دارد. تا به امروز، ۴۴ گونه از این جنس شناخته شده است که سهم ایران ۱۴ گونه بوده و دوازده گونه از آن بعنوان گونه بومی ثبت شده است. در حال حاضر به دلیل اختلالات ناشی فعالیت‌های انسانی (تهدید هیدرولوژیکی، معرفی گونه‌های غیر بومی، ماهیگیری بیش از حد و استفاده از روش‌های غیرمعمول ماهیگیری و فرسایش زمین) و اختلالات طبیعی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی) برخی از گونه‌ها به‌ویژه این گونه‌های بومی در معرض تهدیدهای شدید قرار دارد. تاکنون نویسندگان متعددی جنس *Aphanius* را از جنبه‌های مختلف از جمله تنوع فنوتیپی، جنین شناسی، تنوع گونه‌ای و روابط فیلوژنتیک مورد مطالعه قرار دادند و چند گونه بومی جدید به اعضای این جنس اضافه شد. به دلیل اهمیت مطالعه و شناخت گونه‌های بومی در حفاظت و مدیریت فون آن‌ها و همچنین معرفی تعداد زیاد گونه بومی جدید از جنس *Aphanius* در سال‌های اخیر این مطالعه با هدف جمع‌بندی و مرور اعضای متعلق به این جنس در ایران انجام شد.

واژگان کلیدی: آفانیوس، killifish، آب‌های داخلی ایران، ماهیان بومی، تنوع زیستی

Review of *Aphanius* species (Cyprinodontiformes: Aphaniidae) in Iran

Najme Tabasi Nejad*[1]; Hamed Mousavi Sabet[1]; Soheil Eagderi[2], Mohammad Sadegh Alavi-Yeganeh[3], Saber Vatandoost[4]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Iran.
2- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
3- Department of Marine biology, Faculty of Marine Sciences and Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran..
4- Department of Fisheries, Babol Branch of Islamic Azad University, Babol, Iran.

Email: tabasinejhad@yahoo.com

Abstract

The genus *Aphanius* belonging to the family Aphaniidae was for a long time the only native representative of the Cyprinodontidae in Iran which is widely distributed in the Mediterranean basin, the Red Sea, the Persian Gulf and brackish and freshwater water bodies of Iran, Pakistan and India. To date, 44 species have been described under the genus *Aphanius*, of which Iran has 14 species with twelve species being endemic species. Currently, due to human-induced disturbances (hydrological alteration, introduction of exotic species, over-fishing, unusual methods of fishing, and land erosion) and natural disturbance (climate change and drought) some species, especially endemic species are under severe threats. Numerous authors have so far studied different aspects of these fish species, including the phenotypic variation, species diversity and phylogenetic relationships and several new endemic species were added to the this genus. This study aims to review the *Aphanius* genus in Iran. owing to the importance of studying and recognizing native species in the conservation and management of their fauna and also introduction of large numbers of new native species of the genus Aphanius in recent years, this study was conducted to collect and review the members the genus in Iran.

Keywords: *Aphanius*, killifish, Iran Inland water, Endemic fishes, Biodiversity.

مقدمه

ایران به عنوان بخشی از منطقه ایران- آناتولی، دارای تنوع زیستی بالایی به ویژه در ماهیان آب شیرین بوده (Esmaeili *et al.*, 2014) و بیش از ۲۶۳ گونه ماهی در حوضه‌های مختلف باز و بسته آن گزارش شده است (Esmaeili *et al.*, 2014). این تنوع زیستی بالا در حال حاضر به دلیل اختلالات ناشی فعالیت‌های انسانی (تهدید هیدرولوژیکی، معرفی گونه‌های غیر بومی، ماهیگیری بیش از حد و استفاده از روش‌های غیرمعمول ماهیگیری و فرسایش زمین) و اختلالات طبیعی (تغییرات آب و هوایی و خشکسالی) در معرض تهدیدهای شدید قرار دارد (Teimori *et al.*, 2016) و در نتیجه برخی از گونه‌ها به‌ویژه گونه‌های بومی در خطر انقراض جدی قرار گرفته‌اند. جنس *Aphanius* Nardo, 1827 متعلق به خانواده Aphaniidae تا مدت‌ها تنها نماینده بومی راسته کپورماهی شکلان دندان‌دار (Cyprinodontiformes) بوده است. این جنس در گذشته در خانواده Cyprinodontidae قرار داشت (Freyhof *et al.*, 2017)، برای اولین بار شخصی به نام Sethi در سال ۱۹۶۰ از قرار دادن جنس *Aphanius* در خانواده Aphaniidae حمایت کرد اما این پیشنهاد مورد قبول عمومی قرار نگرفت (Esmaeili *et al.*, 2020). اعضای متعلق به این جنس پراکنش گسترده‌ای در زیستگاه‌های ساحلی دریای مدیترانه، دریای سرخ و خلیج فارس و همچنین در آبهای شور، شیرین داخلی ایران، پاکستان و هند دارند (gholami *et al.*, 2013; Ferrito *et al.*, 2013). این ماهیان عموماً کوچک (تا ۷۰ میلی‌متر) بوده، جنس نر و ماده آن دارای دو شکلی جنسی از لحاظ الگوی رنگی بدن می‌باشند و در محیط‌های آبی ساحلی و شور، آب‌های داخلی مانند چشمه‌های دارای جریان، چشمه‌های گوگردی داغ و به ندرت در تالاب‌ها زندگی می‌کنند (Esmaeili *et al.*, 2020; Wildekamp, 1993).

در ابتدا، جنس آفانیوس با دو گونه *Aphanius nanus* Nardo, 1827 و *Aphanius fasciatus* Nardo 1827، از آب‌های مدیترانه معرفی شد. پس از مدتی گونه *A. nanus* به عنوان مترادف گونه Lebias *fasciata* Cuvier & Valenciennes, 1827 در نظر گرفته شد (Jordan *et al.*, 1917). تا به امروز، ۴۴ گونه از جنس *Aphanius* توصیف شده است (Esmaeili *et al.*, 2020) که در این بین ایران و ترکیه میزبان بیشترین گونه‌ها هستند (Hrbek, 2003). نویسندگان متعددی تاکنون جنبه‌های مختلف این ماهی‌ها، از جمله تنوع فنوتیپی، تنوع گونه‌ای و روابط فیلوژنتیک را مطالعه کرده‌اند (Esmaeili *et al.*, 2020) که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود. در گذشته برخی محققین جنس *Aphanius* را مترادف جنس *Lebias* Goldfuss, 1820 در نظر می‌گرفتند. در مطالعه‌ای، چهار نمونه از جنس *Tellia* از مجموعه موجود در موزه پاریس مورد بررسی قرارگرفت که بر اساس نتایج آن جنس *Tellia* از *Aphanius* جدا نشد، در حالی که *Aphanius dispar* کاملاً از جنس *Aphanius* جدا (Parenti, 1981) و در جنس جدید *Aphaniops* طبقه‌بندی شد. جنس جدید Aphaniops Hoedeman, 1951 بر اساس ویژگی‌های: نداشتن غلاف پوستی در اطراف شعاع‌های قدامی باله مخرجی، وجود ۸–۹ شعاع باله پشتی (در مقابل ۱۰–۱۴ شعاع باله پشتی در (Aphanius، ۷–۸ شعاع باله شکمی (در مقابل ۵–۷ شعاع در *Aphanius*) قابل شناسایی است. براساس مطالعات Reichenbacher و همکاران نیز در سال ۲۰۰۷، گونه *Aphanius mento* دارای چندین ویژگی است که در سایر اعضای جنس *Aphanius* یافت نمی‌شود، از جمله یک اینترهیال غضروفی (در سایر گونه‌های *Aphanius* استخوان شده)، وجود یک اوروهیال (عدم وجود آن در سایر گونه‌های جنس *Aphanius*)، فک پایینی متمایل به بالا و یک الگوی عصبی متمایز در سطح پشتی سر (در دیگر گونه‌های *Aphanius* دارای برجستگی کمتر) بود، در نتیجه *A. mento* به عنوان عضو مشتق شده از گروه *Aphanius* معرفی شد.

در مطالعه‌ای که اخیراً توسط اسماعیلی و همکاران (۲۰۲۰) صورت گرفت اعضای جنس *Aphanius* با استفاده از ژن سیتوکروم C (COI) مورد بازبینی قرار گرفت. بر اساس نتایج آنها یک جنس جدید (*Paraphanius*) معرفی و گونه *A. mento* از جنس *Aphanius* به جنس *Paraphanius* منتقل شد. بر اساس این مطالعه جنس *Paraphanius* از جنس‌های *Aphanius* و *Aphaniops* بر اساس ویژگی‌های زیر قابل تشخیص است: الگوی رنگی منحصر به فرد جنس نر پرورشی از آبی تیره-سیاه تا قهوه‌ای تیره یا تقریباً سیاه با لکه‌های منظم به رنگ آبی-سفید تا نقره‌ای روی باله‌ها یا نامنظم روی بدن (گاهی به صورت نوارهای عمودی نامنظم و گاهی لکه‌های عمودی کشیده)، عدم وجود نوارهای پهن و سیاه روی باله دمی نر (در مقابل وجود ۳ نوار سیاه بر روی باله دمی جنس نر در *Aphaniops*)، عدم وجود نوارهای عمودی بر روی بدن جنس نر، (وجود نوارهای عمودی در جنس نر *Aphanius*)، تعداد بیشتر شعاع‌های باله پشتی نسبت به *Aphaniops* (۹-۱۴ در *Paraphanius* در مقابل ۸-۹ در *Aphaniops*)، یک اینترهیال غضروفی (در *Aphanius* و *Aphaniops* استخوانی شده)، وجود یک اوروهیال در قسمت غشای *braniostegal* (عدم وجود در دو جنس *Aphanius* و *Aphaniops*)، فک پایین متمایل به بالا (عدم وجود بالا رفتگی فک پایین در دو جنس *Aphanius* و *Aphaniops*) و یک الگوی عصبی متمایز بر روی سطح پشتی سر (در *Aphanius* و *Aphaniops* برجستگی کمتر دارد). همچنین ایپورال در *Paraphanius* نازک یا کمتر توسعه یافته است، در حالی که در *Aphanius* و *Aphaniops* ضخیم و به خوبی توسعه یافته است. مشابه آفانیوس، اتولیت در پارآفانیوس دارای شیار سولکوس مستقیم است (در مقابل در *Aphaniops* این شیار در انتها دارای خمیدگی است). نتایج مطالعه اسماعیلی و همکاران (۲۰۲۰) در نهایت سه کلاد برای اعضای این جنس ارائه داد. کلاد اول شامل *A. mento* بوده که در جنس جدید *Paraphanius* قرار داده شد، کلاد دوم *A. dispar* بوده که به جنس *Aphaniops* انتقال داده شد و کلاد سوم شامل سایر اعضای متعلق به جنس *Aphanius* بود (Esmaeili et al., 2020). به دلیل اهمیت مطالعه و شناخت گونه‌های بومی در حفاظت و مدیریت فون آن‌ها و همچنین معرفی گونه‌های بومی جدید از آفانیوس‌های ایران در سال‌های اخیر این مطالعه با هدف جمع‌بندی، بررسی و مرور اعضای متعلق به جنس آفانیوس در ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مقاله به وسیله مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است و برای تکمیل آن، مقالات مختلف، پایان‌نامه‌ها و سایت‌های مختلف از جمله Fishbase مورد مطالعه و بهره‌برداری قرار گرفته است.

نتایج و بحث

همانطور که در بخش مقدمه نیز اشاره شد منطقه ایران و آناتولی مرکزی دارای بیشترین تنوع جنس *Aphanius* بوده بطوری که بر اساس داده‌های ریختی، شمارشی، اتولیت‌ها، فلس‌ها و توالی ژن mtDNA تاکنون ۱۴ گونه *Aphanius* در ایران شناخته شد که در جدول ۱ آورده شده‌اند. هم‌چنین یک گونه نیز متعلق به جنس *Paraphanius* به ثبت رسیده است. دوازده گونه از گونه‌های ذکر شده بومی ایران هستند.

جدول ۱: اعضای متعلق به خانواده*Aphanidae*در ایران

	گونه	حوضه آبریز
۱	*Aphanius arakensis*	دریاچه نمک
۲	*Aphanius darabensis*	هرمز- رودخانه کُل (شور)
۳	*Aphanius stoliczkanus*	ماشکید و رودخانه مند
۴	*Aphanius farsicus*	دریاچه مهارلو
۵	*Aphanius furcatus*	مکران و هرمز- رودخانه شور
۶	*Aphanius ginaonis*	هرمز- چشمه آب گرم گنو
۷	*Aphanius isfahanensis*	اصفهان- زاینده رود
۸	*Aphanius kavirensis*	کویر
۹	*Aphanius mesopotamicus*	تیگریس- کارون
۱۰	*Aphanius pluristriatus*	پرسیس- زهکش رودخانه مُند
۱۱	*shirini Aphanius*	کر- بالادست رودخانه کر
۱۲	*Aphanius sophiae*	کر- رودخانه کر
۱۳	*Aphanius vladykovi*	تیگریس- کارون
۱۴	*Aphanius hormuzensis*	هرمز
۱۵	*Paraphanius mento*	تیگریس

در ادامه لیستی از گونه‌های بومی به همراه توصیف مختصری از آنها ارائه شده است.

گونه *Aphanius arakensis* Teimori, Esmaeili, Gholami, Zarei & Reichenbacher, 2012 - کپور دندان‌دار اراک (شکل ۱): بومی انحصاری ایران بوده و توسط تیموری و همکاران در سال ۲۰۱۲ از حوضه نمک در ایران توصیف شد. این گونه با ویژگی‌های زیر شناسایی می‌شود: باله پشتی با ۱۱-۱۴ و باله مخرجی با ۱۰-۱۲ شعاع نرم، باله سینه‌ای گرد با ۱۴-۱۸ شعاع، باله شکمی نسبتاً کوتاه با ۶-۸ شعاع، باله دمی گرد، ساقه دمی با ۱۰-۱۳ و خط جانبی با ۲۷ تا ۳۲ فلس. الگوی رنگی دو جنس نر و ماده متفاوت بوده و جنس نر دارای نوارهای مشخص عمودی به تعداد ۱۲-۱۹ (معمولاً ۱۱-۱۳) عدد می‌باشند. در ماده‌ها الگوی رنگی به شکل نقاطی در امتداد پهلوها بعلاوه لکه‌های بزرگتر در بخش میانی و پشتی می‌باشد. این گونه دارای ۱۹ آپومورفی مولکولی در ژن سیتوکروم b است و از لحاظ زیست‌شناسی ساکن آب شیرین و آبهای نیمه گرمسیری بوده و در حوضچه‌های کم عمق و کوچک یافت می‌شود. وضعیت این گونه در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۱: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius arakensis* برگرفته از مقاله تیموری و همکاران (۲۰۱۲).

گونه *Aphanius darabensis* Esmaeili, Teimori, Gholami & Reichenbacher, 2014- کپور دندان‌دار داراب (شکل ۲): بومی انحصاری ایران بوده و توسط اسماعیلی و همکاران در سال ۲۰۱۴ از حوضه آبریز هرمز توصیف شد و دارای باله پشتی با ۱۱-۱۵ و باله مخرجی با ۱۰-۱۳ شعاع نرم می‌باشد. این گونه از لحاظ فیلوژنی گروه خواهری *A. shirini* بوده و بواسطه داشتن ۹-۱۸ نوار کناری در جنس نر (در مقابل ۷-۱۰ در *A. shirini*)، لکه‌های عمودی نامنظم و کوچک با رنگ قهوه‌ای در جنس ماده (در مقابل لکه‌های قهوه‌ای تیره گرد یا نامنظم در *A. shirini*) و اتولیت‌هایی با شکل متقارن سه ضلعی تا ذوزنقه‌ای با یک روستروم طویل‌تر از آنتی‌روستروم (در مقابل اوتولیت‌های چهار ضلعی تا ذوزنقه‌ای و روستروم و آنتی‌روستروم مساوی و کوچک *A. shirini*) قابل شناسایی است. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۲: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius darabensis* برگرفته از مقاله اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۴).

گونه *Aphanius farsicus* Teimori, Esmaeili & Reichenbacher, 2011- کپور دندان‌دار فارسی (شکل ۳): بومی ایران بوده و در ابتدا با نام *A. persicus* (Jenkins, 1910) معرفی شد اما در سال ۲۰۱۱ توسط تیموری و همکاران با نام جدید *A. farsicus* از حوضه دریاچه مهارلو مجدداً توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۸-۱۴ و باله مخرجی با ۹-۱۳ شعاع نرم، باله سینه‌ای با ۱۳-۱۸، باله شکمی نسبتاً کوتاه با ۴-۶ شعاع و تعداد ۹ تا ۱۴ خار آبششی می‌باشد. خط جانبی دارای ۲۴ تا ۲۹ و ساقه دمی دارای ۱۲-۱۷ فلس است. ها جنس ماده دارای نوارهای متناوب روشن و تیره در پهلو است، عرض نوارهای روشن از نیم تا دو برابر نوارهای تیره متفاوت است. در بخش قدامی، نوارها به تدریج با رنگدانه‌های زمینه‌ای ادغام می‌شوند و تشخیص آنها در قسمت قدامی دشوار است در حالی که در بخش خلفی به وضوح قابل تشخیص هستند. جنس نر دارای رنگدانه‌ای بسیار شبیه به گونه *A. sophiae* می‌باشد. از لحاظ زیست‌شناسی ساکن آب شیرین و لب شور و آبهای نیمه گرمسیری بوده و در جویبارها و چشمه‌هایی با درجات مختلفی از شوری در دریاچه مهارلو یافت می‌شود. وضعیت این گونه نیز در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۳: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius farsicus* برگرفته از مقاله تیموری و همکاران (۲۰۱۱).

گونه*Aphanius furcatus* Teimori, Esmaeili, Erpenbeck & Reichenbacher, 2014- کپور دندان‌دار بدون فلس ایران (شکل ۴): بومی ایران بوده و توسط تیموری و همکاران در سال ۲۰۱۴ از حوضه آبریز هرمز و مکران توصیف شد. این گونه در بین گونه‌های هم‌جنس خود بسیار خاص بوده و با عدم وجود فلس و باله دمی کمی چنگال با لوب فوقانی کمی بلندتر از لوب پایین از سایر گونه‌های موجود در ایران متمایز می‌شود. این گونه ساکن رودخانه‌ها و چشمه‌های فصلی با آب کم‌عمق و دارای لایه‌های نازک سفید نمک در اطراف و غالباً در حاشیه رودخانه‌ها، جایی که آب کم‌عمق، گرم با جریان کند است زندگی می‌کند. وضعیت این گونه در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۴: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius furcatus* برگرفته از مقاله تیموری و همکاران (۲۰۱۴).

گونه *Aphanius ginaonis* (Holly, 1929)-کپور دندان‌دار گنو (شکل ۵): بومی انحصاری ایران بوده و توسط Coad, 1980 از چشمه آب گرم گنو در حوضه هرمز توصیف مجدد شد. این گونه دارای باله پشتی با ۴-۷ باله مخرجی با ۷-۹ شعاع نرم است. جنس نر دارای ۲ نوار عمودی تیره بر روی باله دمی است که در برخی نمونه‌ها y شکل بوده و در جنس ماده وجود ندارد. این گونه ساکن آب گرم شیرین است. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

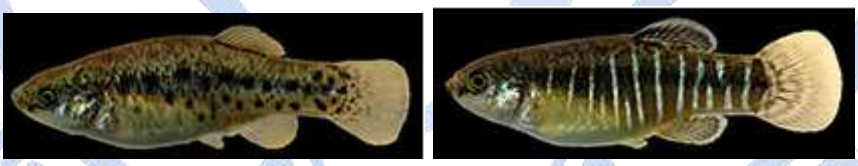
شکل ۵: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius ginaonis* برگرفته از مقاله تیموری و اسماعیلی (۲۰۲۰).

گونه*Aphanius isfahanensis* Hrbek, Keivany & Coad, 2006- کپور دندان‌دار اصفهان (شکل ۶): بومی ایران بوده و توسط Hrbek و همکاران در سال ۲۰۰۶ از حوضه اصفهان توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۱۰-۱۳ و باله مخرجی با ۱۰-۱۲ شعاع نرم است و به وضوح از لحاظ ژنتیکی از گونه‌های دیگر بواسطه داشتن ۸۲ آپومورفی مولکولی متمایز است. جنس نر را می‌توان با داشتن لبه سیاه متمایز در باله‌های پشتی، مخرجی و شکمی از سایر گونه‌های ایرانی متمایز کرد. همچنین

باله پشتی دارای تراکم بالایی از لکه‌های سیاه است و جنس ماده به جای نوار با داشتن لکه‌هایی در پهلو از دو گونه *A. sophiae* و *A. vladykovi* قابل تشخیص است. این گونه ساکن آب شیرین و نواحی نیمه گرمسیری است و در آبهایی با جریان آرام زندگی می‌کند. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۶: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius isfahanensis* عکس از محمد صادق علوی یگانه.

گونه *Aphanius kavirensis* Esmaeili, Teimori, Gholami & Reichenbacher, 2014- کپور دندان‌دار کویر (شکل ۷): بومی ایران بوده و توسط اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۴) از رودخانه چشمه علی در حوضه کویر توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۹-۱۳ و باله مخرجی با ۹-۱۲ شعاع نرم بوده و با گروهی از گونه‌ها شامل *A. sophiae* *A. mesopotamicus* و *A. pluristriatus* ارتباط نزدیک دارد. جداسازی بدون ابهام گونه *A. kavirensis* تنها با استفاده از ویژگی‌های مولکولی امکان پذیر است. با این حال این گونه را می‌توان با سه ویژگی مورفولوژیکی شامل: جنس ماده با لکه‌های بزرگ به رنگ قهوه‌ای تیره با پراکنش نامنظم در طرفین، باله سینه‌ای کوتاه در هر دو جنس و اتولیت‌های نامتقارن مثلثی شکل تا ذوزنقه‌ای با بخش پیش‌پشتی برآمده و یک آنتی‌رستروم ضخیم و یک روستروم برابر یا کمی بلندتر از آنتی‌رستروم از گونه‌های نزدیک تشخیص داد. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).



شکل ۷: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius kavirensis* برگرفته از اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۴).

گونه *Aphanius pluristriatus* (Jenkins, 1910)- کپور دندان‌دار فسا (شکل ۸): بومی ایران بوده و توسط Jenkins (1910)از رودخانه مُند حوضه پرسیس توصیف شد. این نام به دلیل وجود نوارهای متعدد بر روی بدن جنس نر برای اولین بار برای این گونه انتخاب شد. الگوی رنگ در نرها شامل نوارهای عمودی سفید بوده که از بخش شکمی تا زیر ناحیه پشتی امتداد دارند. جنس ماده فاقد نوارهای کناری بوده اما ممکن است دارای لکه‌های عمودی نازک یا ضخیم و تیره با پراکنش نامنظم باشند. علاوه بر این، در قسمت مرکزی باله دمی خود لکه‌ای بیضی یا لوزی شکل را نشان می‌دهند، که اغلب به نقاط کوچک شکسته شده و تراکم بالایی از ملانوفورها را دارا هستند. این گونه دارای باله پشتی با ۱۲-۱۵ و باله مخرجی با ۱۱-۱۴ شعاع نرم است. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است اما احتمالاً وضعیت در معرض انقراض دارد (Fishbase, 2021).

شکل ۸: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius pluristriatus* برگرفته از اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۲).

گونه *Aphanius vladykovi* Coad, 1988- کپور دندان‌دار زاگرس (شکل ۹): بومی ایران بوده و توسط Coad (1988) از رودخانه کارون در حوضه تیگریس توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۱۱-۱۴ و باله مخرجی با ۱۱-۱۳ شعاع نرم است. نرهای بالغ دارای نوارهای زرد رنگ در پهلو بوده و ماده‌های بالغ دارای رنگ مایل به آبی به همراه نقاط قهوه‌ای در پهلوها می‌باشند. این گونه ساکن آب شیرین و نواحی گرمسیری است با دمای بین ۲۲-۲۹ درجه سانتی‌گراد زندگی می‌کند. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۹: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius vladykovi* برگرفته از اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۴).

گونه *Aphanius sophiae* Heckel (1847)- کپور دندان‌دار سوفیا یا کپور دندان‌دار کُر (شکل ۱۰): بومی ایران بوده و توسط Heckel (1847) از حوضه کر توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۱۲-۱۵ و باله مخرجی با ۱۰-۱۷ شعاع نرم است. جنس ماده دارای لکه‌های ظریف و جنس نر دارای ۱۰-۲۱ نوار در پهلو هستند. این گونه ساکن آب شیرین بوده و در آبهای شور و لب شور کمتر دیده می‌شود و وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۱۰: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius sophiae* برگرفته از اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۲).

گونه *Aphanius shirini* Gholami, Esmaeili, Erpenbeck & Reichenbacher, 2014- کپور دندان‌دار شیرین یا خسرو شیرین (شکل ۱۱): بومی ایران بوده و توسط غلامی و همکاران در سال ۲۰۱۴ از رودخانه کر در حوضه کر توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی با ۱۰-۱۲ و باله مخرجی با ۱۰-۱۱ شعاع نرم است و با داشتن ۱۷ آپومورفی مولکولی ثابت در ژن سیتوکروم b به راحتی در سطح ژنتیکی از گونه‌های ایرانی قابل تشخیص است. از لحاظ ویژگی‌های ریختی جنس نر با دارا بودن

فقط ۱۰-۷ نوار سفید در پهلو، که کمترین تعداد نوار پهلو در بین گونه‌های داخلی آفانیوس داخلی ایران است و همچنین باله مقعدی به رنگ روشن تا زرد بدون حاشیه سفید از سایر گونه‌های ایرانی تشخیص داده می‌شود. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است اما برای آن وضعیت در معرض خطر پیشنهاد شده است (Fishbase, 2021).

شکل ۱۱: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius shirini* برگرفته از غلامی و همکاران (۲۰۱۳).

گونه *Aphanius hormuzensis* Teimori A., Esmaeili, Hamidan, Reichenbacher, 2018 - کپور دندان‌دار هرمز (شکل ۱۲): بومی ایران بوده و در ابتدا در سال ۲۰۱۸ توسط تیموری و همکاران به عنوان یکی از اعضای جنس Aphanius *hormuzensis* از حوضه هرمز توصیف شد. این گونه دارای باله پشتی و مخرجی مثلثی شکل با حاشیه دیستال صاف تا کمی مقعر و باله‌های سینه گرد می‌باشد. باله‌های پشتی و مخرجی به ترتیب دارای ۸ و ۹ شعاع و باله سینه‌ای نیز دارای ۱۵ شعاع می‌باشد. جنس نر دارای ۲ نوار نیره تقریباً هلالی شکال بر روی باله دمی است. این گونه ساکن آب شیرین و نواحی نیمه گرمسیری است. وضعیت آن در IUCN ارزیابی نشده است (Fishbase, 2021).

شکل ۱۲: نمای جانبی جنس نر (سمت راست) و جنس ماده (سمت چپ) گونه *Aphanius hormuzensis* برگرفته از تیموری و همکاران (۲۰۱۸).

منابع

Esmaeili H.R., Teimori A., Gholami Z., Zarei N., Reichenbacher B. (2012). Re-validation and re-description of an endemic and threatened species, *Aphanius pluristriatus* (Jenkins, 1910) (Teleostei, Cyprinodontidae), from southern Iran. Zootaxa, 3208: 58-67.

Esmaeili H.R., Coad B.W., Mehraban H.R., Masoudi M., Khaefi R., Abbasi K., Mostafavi H., Vatandoust S. (2014). An updated checklist of fishes of the Caspian Sea basin of Iran with a note on their zoogeography. Iranian Journal of Ichthyology, 1: 152-184.

Esmaeili H.R., Teimori A., Gholami Z., Reichenbacher B. (2014). Two new species of the tooth-carp *Aphanius* (Teleostei: Cyprinodontidae) and the evolutionary history of the Iranian inland and inland-related *Aphanius* species. Zootaxa, 3786(3): 246-268.

Esmaeili H.R., Teimori A., Zarei F., Sayyadzadeh G. (2020). DNA barcoding and species delimitation of the Old World tooth-carps, family Aphaniidae Hoedeman, 1949 (Teleostei: Cyprinodontiformes). PLoS ONE, 15(4): e0231717.

Ferrito V., Pappalardo A.M., Canapa A., Barucca M., Doadrio I., Olmo E. (2013). Mitochondrial phylogeography of the killifish *Aphanius fasciatus* (Teleostei,

Cyprinodontidae) reveals highly divergent Mediterranean populations. Marine Biology, 160 (12): 3193-3208.

Froese R. and Pauly D. Editors. (2021). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. (06/2021).

Freyhof J., zuluğ M., Sac G. (2017). Neotype designation of *Aphanius iconii*, first reviser action to stabilise the usage of *A. fontinalis* and *A. meridionalis* and comments on the family group names of fishes placed in Cyprinodontidae (Teleostei: Cyprinodontiformes). Zootaxa, 4294 (5): 573-585.

Gholami Z., Esmaeili H.R., Erpenbeck D., Reichenbacher B. (2013). Phylogenetic analysis of *Aphanius* from the endorheic Kor River Basin in the Zagros Mountains, South-western Iran (Teleostei: Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae). J. Zool. Sys. Evol. Res, 52(2): 130-141.

Hrbek T., Meyer A. (2003). Closing of the Tethys Sea and the phylogeny of Eurasian killifishes (Cyprinodontiformes: Cyprinodontidae). Journal of Evolutionary Biology, 16(1): 17–36.

Hrbek T., Keivany Y., Coad B.W. (2006). New species of *Aphanius* (Teleostei, Cyprinodontidae) from Isfahan Province of Iran and a reanalysis of other Iranian species. Copeia, 2006 (2): 244-255.

Jordan D.S. (1917). The genera of fishes: from linnaeus to Cuvier, 1758–1833, seventy-five years, with theaccepted type of each, a contribution to the stability of scientific nomenclature. Stanford University: Leland Stanford Jr. University Publications.

Parenti L.R. (1981). A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). Bulletin of the American Museum of Natural History, 168: 335-557.

Reichenbacher B., Sienknecht U., Kuchenhoff H., Fenske N. (2007). Combined otolith morphology and morphometry for assessing taxonomy and diversity in fossil and extant killifish (*Aphanius*, *Prolebias*). Journal of Morphology, 268 (10): 898-915.

Sethi RP. Osteology and phylogeny of oviparous cyprinodont fishes (order Cyprinodontiformes). PhD Thesis, University of Florida. 1960.

Teimori A., Esmaeili H.R., Reichenbacher B. (2011). *Aphanius farsicus*, a replacement name for *A. persicus* (Jenkins, 1910) (Teleostei, Cyprinodontidae). Zootaxa, 3096: 1-11.

Teimori A., Esmaeili H.R., Gholami Z., Zarei N., Reichenbacher B. (2012). *Aphanius arakensis*, a new species of tooth-carp (Actinopterygii, Cyprinodontidae) from the endorheic Namak Lake basin in Iran. Zookeys, 215: 55-76.

Teimori A., Esmaeili H.R., Erpenbeck D., Reichenbacher B. (2014). A new and unique species of the genus *Aphanius* Nardo, 1827 (Teleostei Cyprinodontidae) from southern Iran: A case of regressive evolution. Zoologischer Anzeiger, 253: 327-337.

Teimori A., Mostafavi H., Esmaeili, H.R. (2016). An update note on diversity and conservation of the endemic fishes in Iranian inland waters. Turkish Journal of Zoology 40: 87-102.

Teimori A., Esmaeili H.R., Hamidan N., Reichenbacher B. (2018). Systematics and historical biogeography of the Aphanius dispar species group (Teleostei: Aphaniidae) and description of a new species from Southern Iran. J Zool Syst Evol Res, 1–20.

Teimori A., Esmaeili H.R. (2020). Hormuz River System as a micro hotspot of diversification for the aphaniid fishes in Iran. Irananian Journal of Ichthyology, 7(2): 181-196.

Wildekamp R.H. (1993). A world of killies: atlas of the oviparous cyprinodontiform fishes of the World, Vol. I.Indiana: American Killifish Association.

اثر جایگزینی پودر ماهی با آکوپرو بر شاخص‌های خونی بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*)

خدیجه تقوا [۱]؛ بهرام فلاحتکار [۱ و ۲*]؛ میرمسعود سجادی [۱]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان، ایران
۲- گروه علوم دریایی، پژوهشکده حوضه آبی دریای خزر، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران
Email: falahatkar@guilan.ac.ir

چکیده

این مطالعه با هدف بررسی جایگزینی پودر ماهی با آکوپرو (کنجاله سویا فرآوری شده) بر شاخص‌های هماتولوژیک بچه تاسماهی سیبری (*Acipenser baerii*) انجام گرفت. جهت اینکار، ۱۰۵ عدد بچه تاسماهی سیبری با وزن اولیه ۱/۰۷ ± ۱۷۱/۷۹ گرم در پنج تیمار با سه تکرار توزیع شدند. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (AP0)، ۲۰ (AP20)، ۴۰ (AP40)، ۶۰ (AP60) و ۸۰ (AP80) درصد جایگزینی پروتئین آکوپرو به جای پروتئین پودر ماهی بود. غذادهی ماهیان بر اساس اشتها و روزانه در چهار نوبت (ساعات ۹، ۱۳، ۱۷ و ۲۱) و به مدت ۱۲ هفته انجام شد. در پایان دوره، شاخص‌هایی هماتولوژیک مورد سنجش قرار گرفت. نتایج خون شناسی اختلاف معنی داری بین تعداد گلبول‌های سفید و شمارش افتراقی گلبول‌های سفید در برخی تیمارها با تیمار شاهد نشان داد ($P < ۰/۰۵$) بطوریکه بیشترین میزان گلبول سفید و نوتروفیل ها در تیمار AP40 و کمترین میزان آن در تیمارهای AP60 و AP80 بود و اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نشان دادند ($P< ۰/۰۵$). تعداد لنفوسیت‌ها اختلاف معنی داری بین تیمارها با تیمار شاهد نشان نداد ($P > ۰/۰۵$) اما تیمارهای AP20 و AP40 با تیمارهای AP60 و AP80 اختلاف معنی دار نشان دادند ($P < ۰/۰۵$). در مورد تعداد گلبول‌های قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، MCV، MCH و MCHC اختلاف بین تیمار شاهد و دیگر تیمارها مشاهد نشد ($P > ۰/۰۵$). بر اساس نتایج به دست آمده در این تحقیق، استفاده از آکوپرو بجای پودر ماهی در جیره غذایی نشان از تغییراتی در شاخص‌های خونی و ایمنی بچه تاسماهی سیبری داشت.

واژگان کلیدی: تاسماهی، پودر ماهی، جایگزینی، پروتئین گیاهی، هماتولوژی

Effect of fish meal replacement with Aqupro on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)

Maryam Madadi[1]; Bahram Falahatkar[1,2*]; Mir Masoud Sajjadi[1]

1- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran

2- Department of Marine Sciences, The Caspian Sea Research Sea Basin, University of Guilan, Rasht, Guilan, Iran

Email: falahatkar@guilan.ac.ir

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of fish meal replacement by Aqupro (processed soybean meal) on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*). One hundred and five juveniles Siberian sturgeon (171.79 ± 1.07 g; mean ± SE) were distributed in five treatments each with three replications. The experimental diets including different levels of Aqupro (AP 20, 40, 60 and 80 percent) replaced with fish meal. During the 12-week feeding period, the fish were fed with the experimental diets to apparent satiation four times daily (9:00, 13:00, 17:00, 21:00). At the end of rearing period, hematological parameters were measured. The obtained results on hematological indices showed significant differences in the number of white blood cells and differential white blood cells in some treatments with the control group ($P < 0.05$). The highest white blood cell and neutrophils count was observed in AP40 and the lowest in AP60 and AP80 treatments and AP40, AP60, AP80 treatments showed significant difference with control treatment ($P < 0.05$). Differential white blood cells showed significant differences in neutrophils in the AP60 and AP80 treatments compared with the control and other treatments. The lowest percentage of neutrophil was observed in AP60 and AP80 treatments and the highest in AP40 treatment ($P < 0.05$). The percent of lymphocytes showed no significant difference between treatments and control ($P < 0.05$), but AP20 and AP40 treatments showed significant differences with AP60 and AP80 treatments ($P < 0.05$). There were no significant differences in the number of red blood cells, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin and mean corpuscular hemoglobin concentration in comparison with the control group ($P > 0.05$). According to the results, using Aqupro instead of fish meal may change in some hematological and immunological indices in juvenile Siberian sturgeon.

Keywords: Sturgeon, Fish meal, Replacement, Substitution, Vegetable protein, Blood indices

ویژگی‌های زیستگاه‌های کپورماهی دندان دار بدون فلس ایرانی *Aphaniops furcatus*

آزاد تیموری

گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان

Email: a.teimori@uk.ac.ir

چکیده

از نظر اکولوژیکی، *Aphaniops furcatus* در زیستگاه‌هایی با شرایط محیطی مانند غلظت کم اکسیژن، آب گوگردی گرم و نمکی گوگردی رخ می‌دهد. زیستگاه‌های رودخانه‌ای با آب کم عمق و لایه‌های نمکی سفید در اطراف و داخل رودخانه مشخص می‌شود، در حالی که زیستگاههای سیستم چشمه با آب گوگردی، اکسیژن محلول کم و بستر گل آلود با جلبک مشخص می‌شود. *A. furcatus* هنوز در فهرست کتاب قرمز IUCN ارزیابی نشده است، اما به دلیل فراوانی کم افراد و به دلیل خشکسالی شدید زیستگاه در سالهای اخیر، باید درج شود. برخی از زیستگاه‌ها توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد، بنابراین باید آثار تهدیدات انسانی مانند آلودگی و تخریب زیستگاه‌ها را زیر نظر داشت. توقف فعالیتهای انسانی در حداقل برخی از زیستگاههای *A. furcatus* و شناسایی محل انتقال احتمالی اقدامات ضروری است که باید مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: کپورماهیان دندان دار، اکولوژی، حفاظت، تنوع زیستی، IUCN.

Habitat characteristics of the Iranian scaleless *Aphaniops furcatus*

Azad Teimori

Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman

Email: a.teimori@uk.ac.ir

Abstract

Ecologically, *Aphaniops furcatus* occurs in habitats with extreme environmental conditions such as low oxygen concentration, warm and salty sulphuric mineral water. The riverine habitats are characterized by shallow water and white salty layers around and within the river, while the spring-system habitats are characterized by hot sulphuric water, low dissolved oxygen, and muddy bed with algae. *A. furcatus* has not yet been assessed in the list of IUCN's Red Data Book, but it should be included due to the low individual abundance, and habitat alternation owing to the recent severe drought. Some of the habitats are used by local people, therefore, the effects of anthropogenic threats such as pollution and habitat destruction should be monitored. As a result, stopping more anthropogenic activities around at least some of the *A. furcatus* habitats and identifying the possible translocation site are necessary steps that should be taken into consideration.

Keywords: Aphaniidae, Ecology, Conservation, Diversity, IUCN.

نکات کاربردی فیزیک اولتراسونوگرافی در انتخاب پروب مناسب برای سونوگرافی ماهیان خاویاری باهدف تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی

علیرضا وجهی[1*]؛ مجید مسعودی فرد[1]؛ مهدی مقیم[2]؛ امید زهتاب ور[3]

۱- گروه جراحی و رادیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران
۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
۲- گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

Email: avajhi@ut.ac.ir

چکیده

اولتراسونوگرافی یکی از بی خطرترین و کاربردی ترین روش‌های تصویربرداری تشخیصی است که در طب کاربرد دارند. از این روش با اهداف گوناگون در دامپزشکی هم استفاده می شود. از این روش برای تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی در ماهیان خاویاری هم استفاده می شود. یکی از بخش‌های تشکیل دهنده دستگاه سونوگرافی، پروب است، پروب دارای انواع مختلفی است که با توجه به هدف تصویربرداری باید نوع مناسب آن را برای انجام اولتراسونوگرافی انتخاب نمود. براین اساس در این مقاله به مرور بر نکات کاربردی فیزیک اولتراسونوگرافی در انتخاب پروب مناسب برای سونوگرافی ماهیان خاویاری باهدف تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی پرداخته ایم. اولترا سونوگرافی در مورد ارزیابی بافت‌های استخوانی و یا بافت‌هایی که در آنها هوا می‌باشد، به علت انعکاس شدید صوت در برخورد صوت با هوا، محدودیت‌هایی دارد. در ماهیان خاویاری امکان ارزیابی بافت‌های زیر کیسه شنا ممکن نمی‌باشد، البته در صورتی که به علت بیماری، داخل کیسه شنا مایعات وجود داشته باشد، این فضا به صورت بخش سیاه رنگ دیده می‌شود. با توجه به اینکه ستون مهره در ماهیان خاویاری غضروفی می‌باشد، امکان بررسی و ارزیابی این بخش‌ها به کمک سونوگرافی وجود دارد. در اولتراسونوگرافی ماهیان با اندازه کوچک و یا در بررسی بافت‌های سطحی (با عمق کم) بهتر است از ترنسدیوسرهای خطی استفاده شود. با توجه به توانایی ترنسدیوسر محدب در بررسی ساختارها با عمق بیشتر، در بررسی احشای سلومی ماهیان خاویاری با جثه بزرگ (بیش از ۱۵ کیلوگرم) این پروب توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: اولتراسونوگرافی، فیزیک صوت، ماهیان خاویاری، پروب

Practical tips of ultrasonography physics in choosing the probe for sturgeon ultrasonography for sex determination and sexual maturation stage

Alireza Vajhi[1*]; Majid Masoudifard[1]; Mehdi Moghim[2]; Omid Zehtabvar[3]

1- Department of Surgery and Radiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Department of Stock Assessment, Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran.
3- Department of Basic science, faculty of veterinary medicine, university of Tehran, Tehran, Iran.

Email: avajhi@ut.ac.ir

Abstract

Ultrasonography is one of the safest and most practical diagnostic imaging techniques used in medicine. This method is also used for various purposes in veterinary medicine. This method is also used to determine the sex and stage of sexual maturation in sturgeon. One of the components of the ultrasonography machine is the probe, the probe has different types that according to the purpose of imaging, the appropriate type should be selected for ultrasonography. Accordingly, in this article, we have reviewed the practical points of ultrasonography physics in selecting the appropriate probe for sturgeon sonography in order to determine the sex and stage of sexual maturation. Ultrasonography has limitations in assessing bone tissue or airborne tissue due to the strong reflection of sound in the collision of sound with air. In sturgeon, it is not possible to evaluate the tissues under the swim bladder, although if there is fluid inside the swim bladder due to disease, this space will be seen as a black area. Due to the fact that the spine in cartilage sturgeon is, it is possible to examine and evaluate these sections with the help of ultrasound. In ultrasonography of small fish or in the study of superficial tissues (shallow) it is better to use linear transducers. Due to the ability of convex transducers to study of the deep structures, this probe is recommended in examining the coelomic viscera of large sturgeon fish (more than 15 kg).

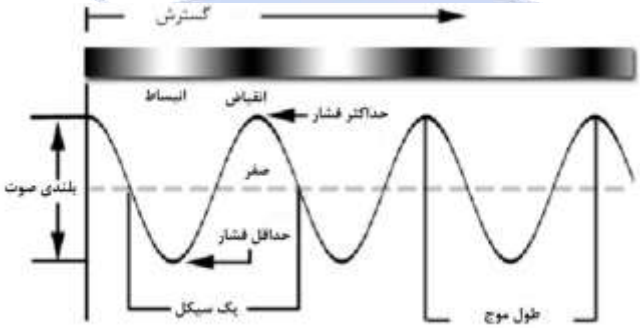
Keywords: Ultrasonography, Sound physics, Sturgeon, Probe

مقدمه

اولتراسونوگرافی در حیوانات

آزمایش‌های پژوهشی با اولترا سوند روی حیوانات نخستین بار در سال ۱۹۴۹ انجام گرفت، تا اینکه عده‌ای از دامپزشکان در مؤسسات علمی از اولتراسونوگرافی در تشخیص موارد پاتولوژیک بیماران درمانگاهی استفاده کردند. پس از آن، گزارش‌ها حاکی از آن بود که روش اولتراسونوگرافی، کاربردهای تشخیصی با ارزشی در دامپزشکی دارد و می‌تواند در بسیاری از موارد به‌عنوان وسیلهٔ تشخیصی بی‌خطر و بدون تهدیدی، جایگزین دیگر روش‌های تصویربرداری شود، تا جایی که مجلهٔ رسمی رادیولوژی دامپزشکی آمریکا و انجمن بین‌المللی رادیولوژی دامپزشکی در سال ۱۹۹۲، از رادیولوژی دامپزشکی به رادیولوژی و اولتراسونوگرافی دامپزشکی تغییر نام داده شد. بخشی از محبوبیت تصویربرداری اولتراسونوگرافی در دامپزشکی، مدیون سادگی و بی‌خطر بودن آن است. استفاده از داروهای آرام بخش یا بیهوشی به‌ندرت مورد نیاز است و از طرفی تحقیقات سونوگرافی با تجهیزات مدرن به سهولت انجام می‌گیرد.

اولتراسونوگرافی از جنبه های گوناگون بر روش رادیولوژی برتری دارد، انرژی یون زا مانند آنچه در مورد پرتوهای X مطرح است، در اولتراسونوگرافی تشخیصی وجود ندارد و خطری سلامت شخص عامل و بیمار را تهدید نمی‌کند. در این روش نیازی به محافظت کننده های سربی (دستکش، پیش‌بند و...) نیست. برخلاف امواج X که تنها قادر به تفکیک پنج دانسیتهٔ عمده (فلز، استخوان، بافت نرم و آب، چربی و گازها) هستند، اولترا سوند توانایی تشخیص تعداد زیادی از بافت‌های مختلف بدن را دارد. اشیای رادیولوسنت[۴۲] مانند سنگ‌های سیستین و اورات، اجسام خارجی مانند چوب‌پنبه و الیاف نخی به‌راحتی با روش اولتراسونوگرافی دیده می‌شوند. بافت‌های نرم همچون کلیه، کبد، طحال، تخمدان، بیضه، پانکراس، غدد آدرنال، عقده‌های لنفاوی و ساختمان های داخلی چشم را در حالت نرمال با رادیوگرافی نمی‌توان ارزیابی کرد، در صورتی‌که با اولترا سونوگرافی این کار به‌سهولت انجام می‌گیرد. از طرفی وجود مایعات در فضای صفاقی را می‌توان به راحتی با اولتراسونوگرافی مشخص کرد (۶). اولتراسونوگرافی در مورد ارزیابی بافت‌های استخوانی و یا بافت‌هایی که در آنها هوا می‌باشد، به علت انعکاس شدید صوت در برخورد صوت با هوا، محدودیت‌هایی دارد. در ماهیان خاویاری امکان ارزیابی بافت‌های زیر کیسه شنا ممکن نمی‌باشد، البته در صورتی که به علت بیماری، داخل کیسه شنا مایعات وجود داشته باشد، این فضا به صورت بخش سیاه رنگ دیده می‌شود. با توجه به اینکه ستون مهره در ماهیان خاویاری غضروفی می‌باشد، امکان بررسی و ارزیابی این بخش‌ها به کمک سونوگرافی وجود دارد.



تصویر۱: پارامترهای امواج صوتی (۳)

۴۲. Radiolucent

دستگاه اولتراسونوگرافی

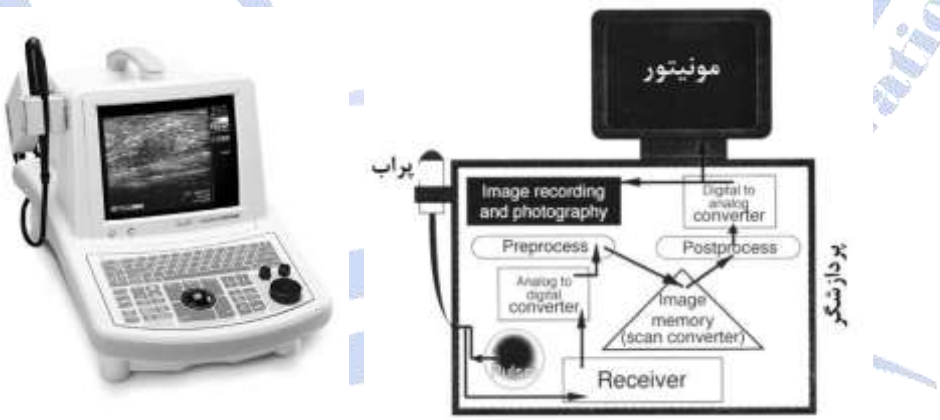
دستگاه‌های سونوگرافی برای تصویرگیری از بدن انسان و حیوانات به‌کار می‌روند. دستگاه‌هایی که برای تصویرگیری از حیوانات استفاده می‌شوند، تفاوتی با دستگاه‌های پزشکی ندارند. گاهی این دستگاه‌ها پروب و نرم‌افزارهای اختصاصی حیوانات را بیشتر از دستگاه‌های پزشکی دارند (مانند پروب رکتال دامی و نرم‌افزار اختصاصی تعیین سن جنین در حیوانات مختلف).

هر دستگاه اولتراسونوگرافی شامل سه قسمت اصلی است (تصویر ۲):

۱- پروب یا ترنسدیوسر: در دستگاه اولتراسونوگرافی وظیفهٔ پروب یا ترنسدیوسر، تولید امواج فراصوت (تبدیل امواج الکتریکی به امواج فراصوت) و ارسال آن به داخل بدن و همچنین دریافت اصوات پژواکی از بدن (تبدیل امواج فراصوت به امواج الکتریکی) و ارسال آن به پردازشگر دستگاه است. تبدیل امواج الکتریکی به امواج اولتراسوند و برعکس، به‌کمک کریستال‌های پیزوالکتریک موجود در ترنسدیوسر انجام می‌گیرد. ترنسدیوسرها بسته به شکل و فرکانس صوت تولیدی به انواع مختلفی تقسیم می‌شوند.

۲- پردازشگر: وظیفهٔ این قسمت از دستگاه اولتراسونوگرافی، پردازش اطلاعات دریافتی حاصل از اصوات پژواکی از ترنسدیوسر است. پرداز شگر علاوه‌بر اینکه مقدار و شدت صوت بازگشتی را ارزیابی می‌کند، فاصلهٔ آن تا ترنسدیوسر را نیز محاسبه می‌کند و در نهایت اطلاعات به‌دست‌آمده را برای نمایش به مونیتور یا همان نمایشگر تصویر می‌فرستد.

۳- مونیتور یا نمایشگر تصویر: این بخش از دستگاه سونوگرافی وظیفهٔ نمایش اطلاعات ارسالی از پردازشگر دستگاه را دارد. به طور معمول اصوات پژواکی به‌صورت نقاط نورانی بر روی مونیتور نمایش داده می‌شود. هرچه شدت پژواک بیشتر باشد، نقطه نورانی‌تر و هرچه شدت پژواک کمتر باشد، نقطه تیره‌تر نمایش داده می‌شود. درصورتی که از بخشی از بدن هیچ صوتی پژواک نیابد، آن قسمت بر روی مونیتور سیاه دیده می‌شود. در نهایت نقاط نمایش داده‌شده با شدت‌های مختلف نوری، تصویر تولید می‌کند و نمایی از اعضای داخلی بدن به‌صورت نقاط نورانی روی نمایشگر دیده می‌شود.



تصویر ۲: نمایی شماتیک از بخش‌های مختلف دستگاه سونوگرافی در سمت راست و عکس دستگاه اولتراسونوگرافی

انواع پروب یا ترنسدیوسر

ترنسدیوسرهای اولتراسونوگرافی بسته به شکل پروب و تصویر به‌دست‌آمده به انواع خطی، محدب و فازی تقسیم می‌شوند. هرکدام از این پروب‌ها ممکن است دارای فرکانس کم یا زیاد باشند.

۱- ترنسدیوسر خطی: در این ترنسدیوسرها ترتیب کریستال‌های پیزوالکتریک به‌کار رفته، خطی است و تصاویر به‌دست آمده چهارگوش هستند. مزیت اصلی ترنسدیوسرهای خطی، تصاویر فهم‌پذیرتر به‌خصوص برای افراد تازه‌کار است. این نوع

ترنسدیوسرها معمولا با فرکانس‌های بالاتر از پنج مگاهرتز (MHz۵-۱۳) ساخته می‌شوند و به همین علت برای بررسی بافت‌ها در عمق کم مناسب بوده و تصویری با رزولوشن بالا ایجاد می‌کند و برعکس پروب محدب و فازی به‌هم ریختگی شکل بافت‌ها در تصویر حاصل، دیده نمی شود، در ضمن آرتی‌فکت کمتری نیز در تصاویر آنها دیده می شود. در اولترا سونوگرافی ماهیان با اندازه کوچک و یا در بررسی بافت‌های سطحی (با عمق کم) بهتر است از ترنسدیوسرهای خطی[۴۳] استفاده شود (تصویر ۳). دو نوع ترنسدیوسر خطی در بازار موجود است که یک نوع، ترنسدیوسر خطی T نامیده می‌شود و نوع دیگر که فقط در دامپزشکی برای معاینات رکتال کاربرد دارد، ترنسدیوسر خطی رکتال دامی نام دارد. این نوع پروب‌های خطی به‌طور معمول ضد آب هستند.

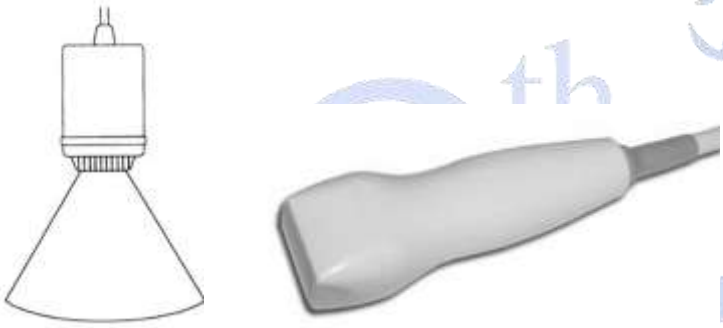
تصویر ۳: نمونه‌هایی از ترنسدیوسرهای خطی؛ سمت راست: ترنسدیوسر خطی Tشکل؛ سمت‌چپ: ترنسدیوسرخطی رکتال دامی و پایین: شمایی از ترانسدیوسر خطی رکتال‌دامی و تصویر حاصل از آن

۲- ترنسدیو سر محدب[۴۴]: در این نوع ترنسدیوسر، کریستال‌های پیزوالکتریک به‌شکل محدب چیده شده‌اند و اصوات خروجی، واگرا هستند و در نتیجه میدان دید و تصویرگیری این پروب از ترنسدیوسر خطی بیشتر است و امکان بررسی بخش بیشتری از بدن در زمان کمتر مهیا می شود (تصویر۴). از معایب تصاویر به‌دست‌آمده از این پروب، می‌توان به از دست دادن قدرت تفکیک جانبی در قسمت‌های سطحی‌تر تصویر اشاره کرد؛ به همین دلیل فهم تصاویر به‌دست‌آمده برای افراد تازه‌کار مشکل‌تر است. فرکانس این پروب‌ها معمولا کمتر از پروب‌های خطی بوده و به طور معمول ۵-۳ مگاهرتز می‌باشد، به همین علت امکان بررسی عمق‌های بیشتر با آن فراهم می‌باشد، هرچند رزولوشن تصویر آنها کمتر است. در بررسی احشای سلومی ماهیان خاویاری با جثه بزرگ (بیش از ۱۵ کیلوگرم) این پروب توصیه می‌گردد.

تصویر۱-۴: سمت راست: ترنسدیوسر محدب؛ سمت چپ: شمایی از ترانسدیوسر محدب و تصویر حاصل از آن

۴۳ Linear Array Transducer .
۴۴ Convex probe .

۳- ترنسدیو سر فازی: در این نوع ترنسدیو سر کریستال‌های پیزوالکتریک به صورت خطی در کنار هم قرار گرفته‌اند، ولی تفاوت آن با پروب خطی نحوهٔ تحریک کریستال‌های پیزوالکتریک است. در این نوع پروب هر کریستال با اختلافی زمانی با کریستال دیگر تحریک می شود. این اختلاف زمانی در تحریک سبب ایجاد تصویری تقریبا مثلثی می شود که راس مثلث در سمت ترنسدیوسر است. ترنسدیوسرهای با آرایش فازی[۴۵] فناوری پیچیده‌تری دارند و گران‌ترند. در ضمن سطح تماس ترنسدیو سر فازی کوچک‌تر از ترنسدیو سر خطی است، این پروب معمولا برای ارزیابی قلب در حیوانات استفاده می شود. این پروب‌ها در انواع مختلفی از محدوده‌های فرکانسی ساخته می‌شوند و برای حیوانات با جثه کوچک از پروب با فرکانس بالا و برای حیوانات با جثه بزرگ از پروب با فرکانس کمتر استفاده می‌شود. از معایب تصاویر به‌دست‌آمده از این پروب می‌توان به از دست دادن قدرت تفکیک جانبی در میدان دور[۴۶] تصویر اشاره کرد. به همین دلیل فهم تصاویر به‌دست‌آمده برای تازه‌کاران تا حدی مشکل است (تصویر ۵). در ارزیابی ماهیان خاویاری معمولا از این پروب استفاده نمی شود مگر برای ارزیابی قلب این ماهی‌ها.



تصویر ۵: سمت راست: ترنسدیوسر فازی؛ سمت چپ: شمایی از ترانسدیوسر فازی و تصویر حاصل از آن

انتخاب ترنسدیوسر مناسب

در انتخاب ترنسدیو سر مناسب برای اولتراسونوگرافی، محل، عمق و همچنین ساختار عضو، مورد توجه قرار می‌گیرد. توجه به این نکته ضروری است که فرکانس‌های زیاد، تصویری با وضوح بهتر تولید می‌کنند، ولی عیب آنها این است که امکان تصویرگیری از اعضایی با عمق زیاد را ندارند. با توجه به اینکه فرکانس‌های بالاتر تصویری با رزولوشن بهتر ایجاد می‌کنند، همیشه در سونوگرافی سعی می شود از پروب با فرکانس بالاتر استفاده شود، مگر آنکه بافت مورد بررسی در عمق زیاد باشد. فرکانس مناسب برای پروب مورد استفاده، بسته به جثه ماهی تعیین می‌شود. ضمن اینکه جثه حیوان در انتخاب شکل پروب (خطی یا محدب) نیز موثر می‌باشد. ازآنجایی که پروب خطی تصویر قابل فهمتری دارد، معمولا مناسبتر است، مگر در ارزیابی بافت‌های عمیق حیوانات با جثه بزرگ که نیاز به وسعت دید زیادی داریم، که به همین دلیل از پروب محدب استفاده می‌شود. به همین دلیل برای بررسی احشای سلومی (برای مثال با هدف تعیین جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی) مناسب است که در ماهیان کوچک از پروب خطی با فرکانس‌های زیاد (۱۲-۸ مگاهرتز) استفاده شود؛ همچنین برای ماهیان متوسط (زیر ۱۵ کیلوگرم) از پروب خطی با فرکانس‌های میانه (۸-۵ مگاهرتز) و برای ماهیان بزرگ با توجه به عمیق بودن بافت مورد بررسی و همچنین ضرورت میدان دید وسیع، پروب محدب با فرکانس‌های کم (۵-۳ مگاهرتز) توصیه می‌شود. لازم به ذکر است که در

۴۵. Phased Array Transducer
۴۶. Far-Field

ارزیابی ساختارهای سطحی بدن (مثلا چ شم) در ماهیان با اندازه جثه بزرگ یا کوچک می‌تواند از پروب خطی با فرکانس بالا استفاده کرد.

تکنیک انجام سونوگرافی

سونوگرافی هم علم است وهم هنر. هرچند فراگیری دانش نظری سونوگرافی از اصول اولیه و پایه ای این تکنیک تصویربرداری تشخیصی است، صرفاً مطالعه نمی‌تواند مهارت در انجام آزمایش و تفسیر سونوگرام را بهبود بخشد. یادگیری، مهارت و تسلط کامل در تصو یربرداری با تکنیک سونوگرافی، شبیه نوازندگی است. اگرچه ممکن است بعضی افراد استعداد یادگیری موسیقی را داشته باشند، ولی مهارت در نوازندگی با تمرین مداوم و ممارست به‌دست می‌آید. مطالعهٔ سونوگرافی ارگان‌های مختلف بدن و جایگاه آنها، مستلزم کسب اطلاعات بیشتر در مورد آناتومی توپوگرافی (موقعیت ارگان‌ها نسبت به اعضای مجاور آن) و نیز اندازه و مورفولوژی آنها و همچنین تفاوت‌های فردی افراد از نظر کالبدگشایی است. بهترین سونوگرافرها کسانی هستند که با وجود احاطه بر دانش آناتومی، قدرت تجسم ارگان‌ها و ساختمان‌های سه‌بعدی را براساس سونوگرام‌های دوبعدی داشته باشند (۶). در مطالعات رادیوگرافی معمولا فردی که رادیوگراف تهیه می‌کند با فردی که تفسیر آن را انجام می‌دهد، متفاوت بوده و این دو کار در زمان‌های مختلفی انجام می‌شود، در صورتی که در اولتراسونوگرافی لازم است فرد سونوگرافر و تفسیرکننده یکی باشد و تفسیر در زمان اجرای سونوگرافی انجام شود. لازم به ذکر است که ناحیه مورد بررسی در رادیوگرافی معمولا از روی تصاویر آن مشخص است ولی در سونوگرافی ممکن است از روی تصاویر نتوان محل تصویرگیری را شناسایی کرد، ضمن اینکه تشخیص و تفسیر تصاویر رادیوگراف معمولا ساده‌تر از تصاویر سونوگرافی می‌باشد. این بدین معنی می‌باشد که، تشخیص از روی تصاویر ذخیره شده سونوگرافی معمولا امکانپذیر نبوده و یا قابل اعتماد نمی‌باشد. البته تصاویر تیپیک تهیه شده توسط متخصص معمولا قابل اعتنا می‌باشد. تشخیص از روی فیلم سونوگرافی نسبت به عکس سونوگرافی دقیقتر می‌باشد، خصوصا زمانی که این کار همزمان با انجام سونوگرافی باشد، یعنی سونوگرافر با توجه به محلی که پروب را قرارداده و با جابجایی پروب، فیلم بخش‌های مورد ارزیابی را مشاهده نماید. در سونوگرافی ماهیان خاویاری برای تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی نیز این وضعیت کاملا صادق است و سونوگرافر با قراردادن پروب روی دیواره محوطه بطنی و تنها با دیدن یک تصویر از گناد نباید تشخیص نهایی را اعلام کند، چراکه ممکن است با حرکت دادن پروب و دیدن مقاطع دیگر گناد تشخیص متفاوت شود.

حرکات ترنسدیوسر

در سونوگرافی، صوتی که از ترنسدیوسر خارج می‌شود، وارد بدن شده و انگار که بدن را برش می‌دهد و نهایتا تصویر این برش بر روی نمایشگر تشکیل می شود. بدین معنی که حرکات مختلف ترنسدیو سر باعث تشکیل بر شی جدید از بدن می شود. تصویربرداری از ارگان‌های مختلف بدن با چندین مانور ساده ترنسدیو سر صورت می‌گیرد. در متون دامپز شکی از چهار مانور ترنسدیوسر در ایجاد مقاطع مختلف بافتی نام برده شده است که دراین بخش چگونگی انجام آنها را در مطالعهٔ سونوگرافی بررسی می‌کنیم (۶).

۱- حرکت لغزشی[۴۷]

در این حالت ترنسدیوسر (پروب) در وضعیت عمود بر سطح پوست ماهی در دست قرار گرفته و با حرکت آن در جهات طولی، عرضی و مورب تصویربرداری صورت می‌گیرد (تصویر ۶). حرکت لغزشی از ساده ترین مانورهاست و به سونوگرافر این امکان را

۴۷. Sliding

می‌دهد که با جابه‌جایی ترنسدیوسر از ناحیه‌ای به ناحیهٔ دیگر، به جست‌وجوی ارگان مورد نظر بپردازد و مناسب‌ترین محل برای سونوگرافی را پیدا کند. در ضمن با این روش امکان بررسی و سونوگرافی از کل یک ارگان بزرگ فراهم می شود(۶). به عنوان مثال برای بررسی عرض گنادها در ماهی، ترنسدیوسر به صورت عرضی روی بدن قرارگرفته و با حرکت لغزشی آن را از سمت سر به دم حرکت می‌دهیم و تمام مقاطع گناد به صورت عرضی را بر روی نمایشگر مشاهده می‌کنیم.

تصویر ۶: حرکت لغزشی ترنسدیوسر

۲- حرکت چرخشی[۴۸]

در این حالت ترنسدیوسر در وضعیت ثابت روی ناحیهٔ مورد نظر قرار داده شده و در جهت موافق یا مخالف عقربهٔ ساعت، نود درجه چرخانده می شود (تصویر ۷). از آنجا که هر بافت یا ارگان باید در سطوح طولی و عرضی ارزیابی شود، این مانور متداول است. همچنین چرخش ترنسدیوسر به مقدار جزئی نیز ممکن است در به‌دست آوردن برش‌های دقیق طولی و عرضی از ارگان‌ها استفاده شود (۶). به عنوان مثال در سونوگرافی ماهی زمانی که بخواهیم تصویرگیری عرضی گناد را به طولی تبدیل کنیم (و یا برعکس)، از این حرکت استفاده می‌کنیم.

تصویر ۷: حرکت چرخشی ترنسدیوسر

۳- حرکت بادبزنی[۴۹]

حرکت بادبزنی به نگاه کردن از وسط سوراخ کلید در، تشبیه شده است. در این حالت ترنسدیوسر در وضعیت ثابت بر سطح پوست قرار می‌گیرد و بدون جابه‌جایی ترنسدیوسر روی بدن و تنها با حرکات مچ، مقاطع مایلی از بافت مورد نظر تهیه می‌شود (تصویر۸) (۶).

۴۸ Rotating.
۴۹ Fanning.

تصویر۸: حرکت بادبزنی ترنسدیوسر

۴- حرکت غلتکی[۵۰]

این مانور تنها در مواقعی که ترنسدیوسر دارای سطح منحنی و محدب باشد، امکان‌پذیر است. در این حالت ترنسدیوسر در تمام زمان آزمایش بر سطح پوست تماس داده می‌شود و با فشار بر دو بخش انتهایی ترنسدیوسر، پرتو اولتراسوند در ناحیهٔ مورد نظر هدایت می شود (تصویر ۹) (۶). در سونوگرافی از یک ماهی خاویاری بزرگ هنگامی که ترنسدیو سر محدب روی سطح جانبی حفره بطنی قرار دارد، با تغییر جهت ترنسدیوسر به سمت پشتی ماهی، ستون مهره قابل بررسی بوده و با تغییر جهت به سمت شکم امکان بررسی روده فراهم می‌شود.

تصویر ۹: حرکت غلتکی ترنسدیوسر (مخصوص ترنسدیوسر محدب)

تصویرگیری از مقاطع مختلف ماهی

در اولتراسونوگرافی تشخیصی، صوتی که از ترنسدیوسر خارج شده و وارد بدن می‌شود، همانند چاقویی که برشی از بدن ایجاد می‌کند عمل کرده و نهایتا ت صویری از آن مقطع را بر روی نمای شگر، ن شان می‌دهد. آ شنایی با آناتومی و توپوگرافی اندام‌های ماهی برای فهم بهتر برش‌ها و نیز سهولت در تفسیر تصاویر سونوگرافی ضروری است. بسته به نحوه قرارگرفتن ترنسدیوسر بر روی سطح بدن ماهی مقطعی از ماهی به تصویر کشیده می‌شود و درواقع صوتی که از ترنسدیوسر خارج می‌شود برشی از ماهی تهیه می‌کند. ترنسدیوسر ممکن است به شکل‌های طولی ساجیتال، طولی فرونتال و عرضی بر روی بدن قرارداده شود و تصویر برش‌های مربوطه را ایجاد کند.

۵۰ Rolling .

۱- برش طولی ساجیتال و پاراساجیتال[۵۱]

برش ساجیتال و پاراساجیتال به مقاطعی از اندام گفته می‌شود که در جهت محور طولی بدن و موازی با سطح ساجیتال باشد. برش در سطح پارا ساجیتال یک ارگان موازی با محور طولی آن ا ست و بدن را به دو نیمهٔ چپ و را ست تق سیم می‌کند (۶). برای تهیه تصویر چنین برشی از بدن ماهی باید ترنسدیوسر را در سطح شکمی و در راستای طول بدن ماهی قرار داد (تصویر ۱۰).

۲- بـرش طولی فرونتال، دورسال یا کرونال[۵۲]

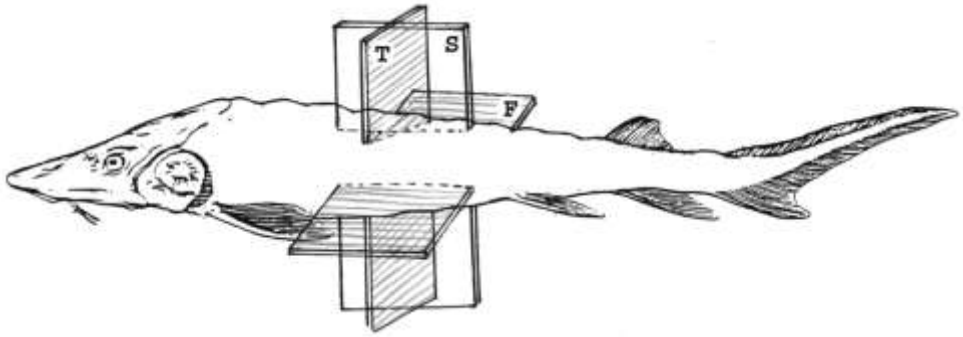
برش فرونتال، دور سال یا کرونال عمود بر سطح ساجیتال ا ست و بدن را در جهت طولی به دو بخش پشتی و شکمی تقسیم می‌کند (۶). برای تهیه تصویر چنین برشی از بدن ماهی باید ترنسدیوسر را در سطح جانبی و در راستای طول بدن ماهی قرار داد (تصویر ۱۰).

۳- برش عرضی[۵۳]

برش عرضی، عمود بر سطح ساجیتال و فرونتال است و بدن را به بخش‌های قدامی و خلفی تقسیم می‌کند (۶). برای تهیه تصویر برش عرضی از بدن ماهی به دو روش می‌توان ترنسدیوسر را قرارداد: الف- ترنسدیوسر در سطح جانبی و عمود بر راستای طولی بدن ماهی قرار گیرد، ب- ترنسدیوسر در سطح شکمی و عمود بر راستای طولی بدن ماهی قرارگیرد (تصویر ۱۰).

در سونوگرافی برای تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی معمولا از برش عرضی که ترنسدیوسر در سطح جانبی ماهی قرار داده شده و همچنین برش طولی فرونتال، استفاده می‌شود.

گاهی در سونوگرافی ماهیان خاویاری برای تهیه تصاویر بهتر ممکن ا ست نیاز با شد علاوه بر سه برش ا ستاندارد ذکر شده در بالا، با قرار دادن مورب ترنسدیوسر بر روی بدن برش‌های مورب نیز تهیه نمود.



تصویر ۱۰: تصویرگیری از مقاطع مختلف بدن ماهی به وسیله اولتراسونوگرافی (۳) برش طولی ساجیتال (S)، برش طولی فرونتال (F)، برش عرضی (T)

در تمامی دستگاه‌های سونوگرافی در یک سمت از ترنسدیوسر و همچنین یک سمت از تصویر سونوگرافی علامتی وجود دارد که نشان می‌دهد، تصویر آن قسمت از ترنسدیوسر منطبق بر آن سمت از تصویر است. با توجه به این علامت‌ها می‌توان استاندارد اشاره شده در بالا را رعایت کرد.

۵۱. Sagittal and parasagittal image planes
۵۲. Frontal or Dorsal or Coronal
۵۳. Transverse

تفسیر تصاویر سونوگرافی

در اولتراسونوگرافی امواج اولتراسوند توسط ترنسدیوسر به بدن ارسال می‌شود و تصویر سونوگرافی، حاصل از بازگشت صوت‌های ارسالی از بدن و رسیدن آنها به ترنسدیوسر است. تصویر اولتراسونوگرافی مجموعه‌ای از نقاط سفید، خاکستری (با طیف‌های مختلف) و سیاه می‌باشد. نقاط سفید، حاصل از بازگشت زیاد صوت از بافت‌های بدن بوده و نقاط خاکستری حاصل بازگشت کمتر صوت می‌باشد. چنانچه هیچگونه بازگشت صوتی از بافت وجود نداشته باشد، تصویر سیاه دیده می‌شود.

بازگشت صوت یا حاصل از انعکاس صوت از فصل مشترک دو بافت همجوار بوده و یا حاصل از بازگشت بخشی از صوت پراکنده شده در پارانشیم بافت می‌باشد.

تصویر حاشیه بافت در اثر انعکاس صوت از فصل مشترک دو بافت همجوار به علت اختلاف آمپدانس آکوستیکی دو بافت ایجاد می‌شود. بسته به میزان انعکاس، حاشیه بافت می‌تواند سفید یا خاکستری با طیف‌های مختلف باشد. واضح است، اگر دو بافت همجوار از یک جنس باشند، انعکاس و بازگشت صوت ایجاد نخواهد شد و در نتیجه دو بافت کنار هم به صورت یک بافت دیده می‌شوند.

تصویر پارانشیم بافت در اثر پراکنده شدن صوت در بافت به علت برخورد امواج صوتی به ذرات و سلول‌های آن ایجاد می‌شود. بسته به میزان پراکنده شدن صوت، این تصویر می‌تواند سفید، خاکستری یا سیاه باشد. به عنوان مثال در سونوگرافی ماهی خاویاری (تصویر ۱۱) بافت پارانشیم بیضه به علت پراکندگی کمتر صوت در بافت به صورت خاکستری تیره و بافت کلیه به علت پراکندگی بیشتر صوت در آن خاکستری روشن دیده می‌شود و مجاری ادراری و اسپرم‌بر به علت آنکه صوت در مایع پراکنده نمی‌شود به صورت سیاه دیده می‌شوند (تصویر ۱۱).

بخش‌های سیاه در یک تصویر به علت عدم بازگشت صوت از بافت به ترنسدیوسر تشکیل می‌شوند. این عدم بازگشت یا به علت عدم پراکندگی صوت در بافت بوده (مانند سیاهی مایعات، ادرار، صفرا و خون) و یا به علت نرسیدن صوت به بافت و در نتیجه عدم وجود هرگونه بازگشت صوت می‌باشد. نرسیدن صوت به یک بافت یا به دلیل انعکاس شدید صوت بوده و یا حاصل از جذب زیاد صوت در بافت‌های قبلی می‌باشد. در اولتراسونوگرافی ماهیان خاویاری پلاک‌های استخوانی سطح پوست و همچنین هوای داخل کیسه شنا انعکاس شدید صوت را ایجاد می‌کنند و در نتیجه صوت به بافت‌های پایینتر از پلاک استخوانی و یا زیر کیسه شنا نرسیده و در نتیجه این قسمت‌ها قابل بررسی نبوده و سیاه دیده می‌شوند، که به این حالت اصطلاحا آرتیفکت سایه صوتی نیز گفته می‌شود. همانطور که قبلا اشاره شد نرسیدن صوت به یک بافت ممکن است به دلیل جذب شدید صوت در بافت‌های قبلی باشد، به طور مثال در ماهیان ماده‌ای که تخمک‌های فشرده و کاملا رسیده و دارای رنگدانه و پروتئین‌های سنگین می‌باشند (مرحله IV رسیدگی تخمدان که خاویار قابل استحصال است)، مواد داخل تخمک صوت را به شدت جذب کرده و بافت‌های عمیقتر به علت آنکه صوت به آنها نمی‌رسد قابل بررسی نبوده و سیاه دیده می‌شوند.

پژواک‌های مختلف بافت‌ها[۵۴]

در تفسیر تصاویر سونوگرافی از واژه‌ها و اصطلاحات خاصی به‌منظور تشریح وضعیت پژواکی و بیان نمای سونوگرافی هر ارگان، نسبت به ساختمان‌های مجاور استفاده می‌شود و به‌عبارت دیگر هر ارگان را با ارگان‌های مجاور و با وضعیت طبیعی همان بافت می‌سنجند. برخی از واژه‌های مورد استفاده در تفسیر تصاویر اولتراسونوگرافی عبارتند از:

۵۴. Tissue Echogenicities

۱- پژواکی یا اکوئیک[۵۵]

بافت اکوئیک، بافتی است که دارای پژواک (اکو) و امواج برگشتی لازم برای به‌تصویر کشیده شدن بر روی صفحهٔ نمایش باشد (۶). تمام بافت‌هایی که در سونوگرافی به صورت سفید و یا طیف خاکستری دیده می شوند قطعا بخشی از صوت ارسالی از ترنسدیوسر را بازگردانده‌اند، همانطور که قبلا اشاره شد این بازگرداندن یا حاصل از پراکندگی بوده که طیف خاکستری پارانشیم بافت را ایجاد کرده و یا حاصل از انعکاس بوده و حاشیه و مرز بافت را از بافت همجوار مشخص می‌کند.

۲- کم‌پژواکی یا هیپواکوئیک[۵۶]

به نمایی از تصویر اشاره می‌کند که کمتر از حالت طبیعی پژواک داشته باشد یا نسبت به ساختمان‌های مجاور دارای پژواک یا اکوژنیسیتهٔ[۵۷] کمتر باشد، مانند اکوژنیسیتهٔ بیضهٔ ماهیان خاویاری که معمولا در مقایسه با عضلات، دارای اکوژنیسیتهٔ کمتر (هیپواکو) است (تصویر ۱۱) (۸،۶).

۳- زیادپژواکی یا هیپراکوئیک[۵۸]

بیان‌کننده نمای اولتراسونوگرافی بافتی است که بیشتر ازحالت طبیعی پژواک داشته باشد (در بعضی بیماری‌ها) یا نسبت به ارگان‌های مجاور، دارای پژواک یا اکوژنیسیتهٔ بیشتری باشد، مانند اکوژنیسیتهٔ تخمدان ماهیان خاویاری که به‌طور معمول در مقایسه با عضلات، دارای اکوژنیسیتهٔ بیشتر (هیپراکو) است (تصویر ۱۱) (۸،۶).

۴- هم‌پژواکی یا ایزواکوئیک[۵۹]

به برگشت یکسان صوت از دو ارگان یا دو بافت، یا به یکنواختی اکوژنیسیته در دو قسمت از یک بافت گفته می شود، مانند اکوژنیسیتهٔ بیضهٔ سمت راست در مقایسه با اکوژنیسیتهٔ بیضه سمت چپ در ماهیان خاویاری (تصویر ۱۱) (۶).

۵- بی‌پژواکی یا آن‌اکوئیک[۶۰]

بافت‌های بدون پژواک، بافت‌هایی هستند که هیچ پژواکی ندارند. این حالت زمانی ایجاد می‌شود که بافت تمام امواج ارسالی را از خود عبور داده و هیچ‌گونه پراکندگی یا انعکاسی (که سبب بازگشت صوت شود) ندارد. این بافت‌ها در تصویر سونوگرافی به صورت آن‌اکو (سیاه) دیده می‌شوند، مانند اکوژنیسیتهٔ آب، خون، صفرا، ادرار یا مایعات اسپرم در ماهیان خاویاری (تصویر ۱۱) (۶).

مقایسهٔ شدت پژواک‌های دو بافت که در عمق یکسان واقع شده باشند، برای بررسی و تعیین تغییرات بافتی دارای اهمیت بوده و می‌تواند برای تشخیص یک بیماری بکار رود. برای مثال در فیل‌ماهی نر بافت کلیه نسبت به بافت بیضه هیپراکو (سفیدتر) می‌باشد و در صورت التهاب کلیه، اکوژنیسیته آن کم شده و ممکن است اکوی آن شبیه اکوی بافت بیضه دیده شود.

البته جا دارد به اصطلاحات هیپراکوئیک‌تر[۶۱] و هیپواکوئیک‌تر[۶۲] نیز اشاره شود. اصطلاح هیپراکوئیک‌تر در مواقعی به‌کار می‌رود که یک بافت هیپراکوئیک، پژواک بیشتری نسبت به حالت طبیعی خود نشان دهد (حالت پاتولوژیک) یا بافت نسبت به بافت مجاور هیپراکوئیک خود، دارای پژواک و امواج برگشتی بیشتری باشد. هیپواکوئیک‌تر نیز درست نقطهٔ مقابل

۵۵. Echoic
۵۶. Hypoechoic
۵۷. Echogenicity
۵۸. Hyperechoic
۵۹. Isoechoic
۶۰. Anechoic
۶۱. More Hyperechoic
۶۲. Less Hypoechoic

هیپراکوئیک‌تراست، یعنی وقتی بافت هیپواکوئیکی نسبت به وضعیت طبیعی خود کم‌پژواک‌تر شده باشد (حالت پاتولوژیک) یا نسبت به بافت‌های مجاور هیپواکوئیک خود، پژواک‌های کمتری ارسال دارد.

تصویر۱۱: اکوژنیسیته‌های مختلف قابل مشاهده در مقطع عرضی محوطهٔ بطنی ماهی قره‌برون نر. در اینجا بخش ۲ نسبت به ۳ پژواک بیشتری دارد یا هیپراکوئیک است. بخش ۳ نسبت به ۲ پژواک کمتری دارد یا هیپواکوئیک است. بخش ۳ و ۴ نسبت به هم هم پژواک یا ایزواکوئیک هستند. بخش ۵ بی پژواک یا آن اکوئیک است. ۱. عضله، ۲. مرز عضله و بیضه، ۳. بیضه سمت راست، ۴. بیضه سمت چپ، ۵. مجاری ادراری و اسپرم‌بر راست و چپ، ۶. کلیه راست و چپ، ۷. روده

منابع

اخترزاده، م. "آناتومی اولترا سونوگرافی د ستگاه گوارش ماهی قره‌برون با اندازهٔ ا ستاندارد"، پایان‌نامهٔ دکتری عمومی، دان شکدهٔ دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، شمارهٔ پایان‌نامهٔ ۱۳۷۹,۱۳۳. ۲۷-۲۶.

گورابی، ح. فیزیک رادیولوژی ت شخی صی کری ستن سن (جلد دوم)، تالیف توماس کوری، جیمز دودی، روبرت موری، انت شارات جهاد دانشگاهی علوم پزشکی ایران. ۱۳۷۱. ۲۴۰-۱۵۳.

وجهی ع. "تعیین جن سیت و مراحل ر سیدگی جن سی ماهی قره‌برون به‌و سیلهٔ اولترا سونوگرافی"، پایان‌نامهٔ دکتری تخ صصی، دانشکدهٔ دامپزشکی دانشگاه تهران، شمارهٔ ثبت ۱۷۵. ۱۳۸۳. ۱۵-۱. ۲۴- ۳.

Barthez, P.Y.; Leveille, R.; Scrivani, P.V. (1997): Side lobes and grating lobes artifacts in ultrasound imaging. Veterinary Radiology & Ultrasound. 38 (5). 387-393.

Goddard, P.J. (1995): Veterinary Ultrasonography. CAB International. 1-21 and 289-302.

Green, R.W. (1996) Small animal ultrasoundgaphy. Lippincott Raven Publish. 3-42.

Kirberger, R.M. (1995): Imaging artifacts in diagnostic ultrasound – A review. Veterinary Radiology & Ultrasound. 36 (4). 297-306.

Miles, K.J. (1989): Basic principle and clinical application of diagnostic ultrasonography. The Compendium Small Animal. 609-616.

آرتی‌فکت‌ها در اولتراسونوگرافی ماهیان خاویاری

علیرضا وجهی [۱*]؛ مجید مسعودی فرد [۱]؛ مهدی مقیم [۲]؛ امید زهتاب ور [۳]

۱- گروه جراحی و رادیولوژی دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران
۲- پژوهشکده اکولوژی دریای خزر، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور
۲- گروه علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران

Email: avajhi@ut.ac.ir

چکیده

اولترا سونوگرافی یکی از دقیقترین روش‌های بررسی بافت نرم است. این روش یکی از روش‌های بی خطر تشخیص جنسیت و مرحله رسیدگی جنسی در ماهیان خاویاری است. یکی از مشکلاتی که در استفاده از این روش تصویربرداری تشخیصی می‌تواند در تشخیص صحیح اختلال ایجاد کند انواع آرتی‌فکت‌ها هستند. آرتی‌فکت هر گونه ثبت اطلاعات یا تصاویر به‌دست‌آمده در زمان کاربرد یک تکنیک تشخیصی پزشکی که در حقیقت بیانگر ساختار تحت بررسی نیست، ولی به‌صورت نابجا دیده می‌شود. شناخت کامل آرتی‌فکت‌های صوتی و علت ایجاد آنها، برای تفسیر صحیح تصاویر اولتراسونوگرافی ضروری است و در صورتی که آرتی‌فکت را به درستی نشناسیم ممکن است سبب تشخیص غلط شود. این آرتی‌فکت‌ها یا ناشی از عواملی است که قبل از تصویربرداری می‌توان آنها را کنترل کرد یا ناشی از تداخل امواج صوتی با بدن بیمار است. تعداد زیادی آرتی‌فکت در اولتراسونوگرافی شناخته شده است، ولی در این مقاله به تعدادی از آرتی‌فکت‌های مهم‌تر که در اولتراسونوگرافی ماهیان خاویاری وجود دارد، پرداخته می‌شود. اکثر آرتی‌فکت‌ها سبب مشکل در تشخیص شده و به همین دلیل سعی می‌شود در انجام سونوگرافی آرتی‌فکت‌ها به حداقل برسند. وجود هوا در بین ترشدیو سر و پوست سبب انعکاس جزئی یا کلی پرتو صوتی و در نتیجه عدم وضوح یا نداشتن تصویر اولتراسونوگرافی می‌شود. انجام اولتراسونوگرافی داخل آب به‌ویژه آبی که دارای حباب‌های کم گاز باشد (آب خنک و بدون کلر)، این مشکل را به حداقل می‌رساند.

واژگان کلیدی: اولتراسونوگرافی، آرتی‌فکت، ماهیان خاویاری

Artifacts in sturgeon ultrasonography

Alireza Vajhi[1*]; Majid Masoudifard[1]; Mehdi Moghim[2]; Omid Zehtabvar[3]

1- Department of Surgery and Radiology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran, Iran.
2- Department of Stock Assessment, Caspian Sea Ecology Research Center, Sari, Iran.
3- Department of Basic science, faculty of veterinary medicine, university of Tehran, Tehran, Iran.

Email: avajhi@ut.ac.ir

Abstract

Ultrasonography is one of the most accurate methods of examining soft tissue. This method is one of the safest methods of sex determination and sexual maturation in sturgeon. One of the problems in using this diagnostic imaging technique that can interfere with the correct diagnosis is the variety of artifacts. Artifact any recordings of information or images obtained during the application of a medical diagnostic technique that do not actually represent the structure under study, but are misplaced. A thorough understanding of acoustic artifacts and why they occur is essential for the correct interpretation of ultrasonographic images, and can lead to misdiagnosis if we do not know the artifact correctly. Many artifacts are known in ultrasonography, but this article addresses some of the more important artifacts found in sturgeon ultrasonography. Most artifacts cause difficulty in diagnosis and therefore try to minimize the artifacts when performing ultrasound. The presence of air between the transducer and the skin causes partial or total reflection of the sound beam, resulting in lack of clarity or ultrasonographic image. Performing ultrasonography in water, especially water with low gas bubbles (cold, chlorine-free water), minimizes this problem.

Keywords: Ultrasonography, Artifacts, Sturgeon

مقدمه

آرتی‌فکت‌ها در اولترا سونوگرافی؛ لغت‌نامهٔ بین‌المللی «پزشکی و بیولوژی»، آرتی‌فکت را این‌گونه تعریف می‌کند: هر گونه ثبت اطلاعات یا تصاویر به‌دست‌آمده در زمان کاربرد یک تکنیک تشخیصی پزشکی که در حقیقت بیانگر ساختار تحت بررسی نیست، ولی به‌صورت نابجا دیده می‌شود.

شناخت کامل آرتی‌فکت‌های صوتی و علت ایجاد آنها، برای تفسیر صحیح تصاویر اولتراسونوگرافی ضروری است و در صورتی که آرتی‌فکت را به درستی نشناسیم ممکن است سبب تشخیص غلط شود (۷).

این آرتی‌فکت‌ها یا ناشی از عواملی است که قبل از تصویربرداری می‌توان آنها را کنترل کرد یا ناشی از تداخل امواج صوتی با بدن بیمار است. تعداد زیادی آرتی‌فکت در اولتراسونوگرافی شناخته شده است، ولی در این مبحث به تعدادی از آرتی‌فکت‌های مهم‌تر که در اولتراسونوگرافی ماهیان وجود دارد، پرداخته می‌شود. اکثر آرتی‌فکت‌ها سبب مشکل در تشخیص شده و به همین دلیل سعی می‌شود در انجام سونوگرافی آرتی‌فکت‌ها به حداقل برسند.

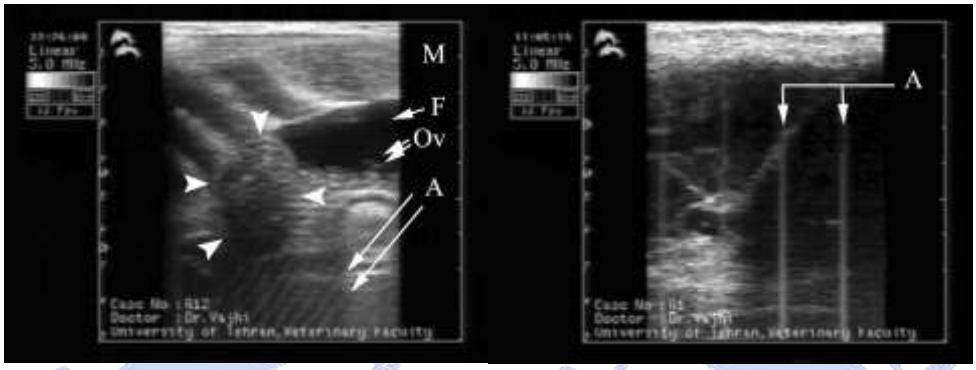
آرتی‌فکت‌ها در اولتراسونوگرافی ماهیان خاویاری:

الف- آرتی‌فکت‌های قابل کنترل قبل از تصویربرداری

۱- آرتی‌فکت‌های ناشی از عوامل محیطی

این آرتی‌فکت‌ها در نتیجهٔ تداخلات ناشی از امواج مغناطیسی تحت تأثیر وسایل الکتریکی (نظیر لامپ‌های فلوئوروسنت یا دیگر وسایل برقی) یا از سیگنال‌های امواج رادیویی هستند. پارازیت‌های الکترونیکی و یا الکتریسیته ساکن خصوصاً در محیط‌های مرطوب و یا هنگام استفاده از ژنراتورهای مولد برق، می‌تواند سبب ایجاد خطوطی اکوژن باریک به شکل عمودی، افقی یا مایل در سرتاسر تصویر مونیتور شود، این خطوط حتی در زمانی‌که تصویری از بدن ماهی تهیه نمی شود، مشاهده می‌شوند (تصویر ۱).

خاموش کردن وسایل الکترونیکی مزاحم یا تغییر محل اولتراسونوگرافی هم می‌تواند این آرتی‌فکت‌ها را برطرف کند. در ضمن الکتریسیتهٔ ساکن در دستگاه نیز ممکن است چنین آرتی‌فکت‌هایی را ایجاد کند که با وصل کردن سیم اتصال زمین می‌توان این مشکل را برطرف کرد. استفاده از باتری به‌جای برق در کاهش بخشی از آرتی‌فکت‌های محیطی مؤثر است. سونوگرافی در محیط خیلی روشن و با نور زیاد سبب سختی مشاهده تصویر بر روی نمایشگر شده و به همین جهت تشخیص را سخت یا غیرممکن می‌کند. در این مواقع قرار دادن دستگاه سونوگرافی داخل کیسه بزرگ مشکی رنگ و غیرقابل نفوذ به نور مفید است.



A B

تصویر ۱: آرتی‌فکت‌های ناشی از عوامل محیطی در سونوگرافی ماهیان خاویاری، A خطوط مایل، B خطوط عمودی (۵).
A = آرتی‌فکت محیطی، F= مایع، Ov= تخمک‌ها، M= عضله، سر فلش‌ها نشان‌دهندهٔ کانال تناسلی (مجرای تخم‌بر) است.

۲- آرتی‌فکت‌های ایجادشده توسط اپراتور

وجود هوا در بین ترنسدیوسر و پوست سبب انعکاس جزئی یا کلی پرتو صوتی و در نتیجه عدم وضوح یا نداشتن تصویر اولتراسونوگرافی می‌شود. انجام اولتراسونوگرافی داخل آب به‌ویژه آبی که دارای حباب‌های کم گاز باشد (آب خنک و بدون کلر)، این مشکل را به حداقل می‌رساند. در صورت سونوگرافی خارج از آب، مرطوب بودن سطح پوست ماهی و در صورت لزوم استفاده از ژل اولتراسونوگرافی به‌ویژه در جاهایی که پلاک‌های ریز استخوانی در سطح پوست وجود دارد، ایجاد این نوع از آرتی‌فکت را به حداقل می‌رساند.

انتخاب ترنسدیوسر مناسب (فرکانس و شکل) از اهمیت بسزایی برخوردار است. استفاده از ترنسدیوسر با فرکانس بالا تصویری با وضوح بهتر ایجاد می‌کند، اما محدودیت فرکانس بالا این است که صوت با فرکانس بالا قدرت نفوذپذیری کمتری دارد و در نتیجه عمق تصویرگیری محدودتر است، به همین دلیل، با در نظر گرفتن عمق بافت مورد بررسی باید سعی کرد همیشه از بیشترین فرکانس ممکن برای تصویرگیری استفاده شود. علاوه براین انتخاب شکل مناسب ترنسدیوسر (خطی یا محدب) مهم است. تصاویر حاصل از ترنسدیوسر خطی معمولاً برای افراد تازه کار قابل فهم‌تر می‌باشد، اما محدودیت این نوع ترنسدیوسر میدان دید کوچک آن است و در ماهی‌های با جثه بزرگ مناسب نیست، در این موارد باید از ترنسدیوسر محدب که میدان دید وسیعتری دارد استفاده کرد.

تنظیم صحیح عمق تصویر در نمایشگر نیز دارای اهمیت ویژه‌ای است. انتخاب عمق بیش از حد مورد نیاز، ممکن است سبب عدم تشخیص یا حتی تشخیص نادرست به علت کوچکی تصویر شود، ضمن اینکه عمق بیش از حد نیاز تعداد تصاویر نمایش داده شده در ثانیه را کم می‌کند و ممکن است حالت پرش در تصویر ایجاد نماید.

تنظیم مناسب تقویت صوت بازگشتی[۶۳] در دستگاه سونوگرافی ضروری است. تقویت بیش از حد یا کمتر از حد مناسب ممکن است سبب تشخیص نادرست شود. کلید تنظیم تقویت صوتی بر روی تمامی دستگاه‌های سونوگرافی وجود دارد و در صورت تقویت بیش از حد صوت بازگشتی تصویر بیش از اندازه سفید شده و تشخیص را مشکل می‌کند. در مواقعی که نور محیط سونوگرافی زیاد باشد، سونوگرافر برای دیدن تصویر معمولاً تقویت صوتی را افزایش می‌دهد که این خود عاملی برای تشخیص نادرست می‌شود. در مواردی که مجبور به سونوگرافی در محیط با نور زیاد باشیم، ضروری است از برخورد نور با نمایشگر درحد امکان جلوگیری کنیم.

63. Gain

عمود نبودن زاویهٔ برخورد پرتو صوتی بر بدن و سطح گناد ممکن است سبب هیپواکو دیده شدن گناد شود. مهار نکردن مناسب ماهی نیز ممکن است اشتباهاتی را در تشخیص، به‌واسطهٔ حرکت حیوان ایجاد کند (۷).

با توجه به اینکه موارد یاد شده به‌طریقی به سونوگرافر بر می‌گردد، دقت نظر بیشتر و همچنین تجربهٔ کافی اپراتور می‌تواند از ایجاد چنین آرتی‌فکت‌هایی جلوگیری کند.

ب- آرتی‌فکت‌های ناشی از تداخل پرتو صوتی با بدن

این آرتی‌فکت‌ها از برخورد فیزیکی پرتو صوتی با بافت‌های بدن ایجاد می‌شوند. این آرتی‌فکت‌ها در برخی موارد برای ارزیابی ماهیت و ساختار تصاویر مشاهده‌شده و تفسیر آن مفید واقع می‌شود و گاهی به بروز اشتباه در تفسیر تصاویر ساختارهای بدن یا ارزیابی موقعیت آنها می‌انجامد.

۱- آرتی‌فکت سایهٔ صوتی[۶۴]

در پشت یک ساختار منعکس‌کنندهٔ یا تضعیف‌کنندهٔ قوی صوتی، به‌دلیل عدم رسیدن صوت به بافت‌های عمقی‌تر امکان دیدن آنها وجود ندارد، به این پدیده سایهٔ صوتی گفته می شود. در واقع، به علت آنکه صوت به اعضای عمیق‌تر از چنین ساختاری نمی‌رسد، اکویی نیز وجود نداشته و این قسمت‌ها سیاه دیده می شوند. در سونوگرافی ماهیان خاویاری پلاک‌های استخوانی و دیگر ساختارهای معدنی بر روی پوست با انعکاس شدید مانع عبور صوت شده و سایهٔ صوتی ایجاد می‌کنند، این آرتی‌فکت به‌ویژه در ماهیان خاویاری که پلاک‌های استخوانی زیادی در سطح پوست دارند (همچون اوزون برون) بیشتر دیده می‌شود. در نتیجه در زیر این پلاک‌های استخوانی ناحیه‌ای سیاه که تا انتهای تصویر ادامه دارد، دیده می شود. واضح است که بافت‌ها و اعضای موجود در این نواحی سیاه (سایهٔ صوتی) قابل ارزیابی سونوگرافی نیستند. سایهٔ صوتی ایجادشده کاملاً فاقد اکو[۶۵] یا در اصطلاح یک سایهٔ صوتی شفاف یا تمیز[۶۶] است.

در تصویرگیری از تخمدان‌های مراحل IV و V که رنگدانه و پروتئین‌های سنگین داخل تخمک‌ها وجود دارد به‌دلیل جذب زیاد صوت توسط تخمک‌ها در پایین تصویر سایهٔ صوتی جلب توجه می‌کند (تصویر ۲).

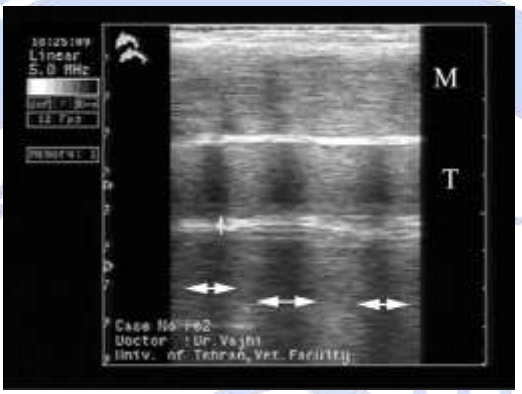
ظاهر سونوگرافی تخمدان مرحله III پیشرفته و مرحله IV و مرحله V به هم شباهت دارند. جالب است که بدانید دیدن آرتی‌فکت در تخمدان مرحله IV (خاویار رسیده) سبب شناسایی و تفکیک این مرحله از تخمدان با مرحله III پیشرفته (شروع ورود رنگدانه به داخل تخمک‌های درحال رشد) می‌شود، ضمن اینکه در تخمدان مرحله V (مرحله تخم‌ریزی) آرتی‌فکت سایه صوتی به علت حضور مایعات در لابه‌لای تخمک‌ها بسیار کمتر از تخمدان مرحله IV می‌باشد. البته این مورد از مواردی است که آرتی‌فکت در تشخیص کمک می‌کند.

در فصل مشترک بافت نرم- گاز (مانند عضله-کیسهٔ شنا) حدود ۹۹ درصد پرتو صوتی منعکس می شود و سایهٔ صوتی ایجاد می‌کند که همراه با اکوهای با دامنهٔ نسبتاً بالا از آرتی‌فکت طنین[۶۷] است. این سایهٔ صوتی در اصطلاح سایهٔ مات یا کثیف[۶۸] نامیده می‌شود (تصویر ۲) (۳).

در تخمدان مرحله III پیشرفته که رنگدانه و پروتئین‌های سنگین وارد تخمک‌ها شده‌اند و ضمناً تخمک‌ها به صورت فشرده در کنار هم می‌باشند، نمای سونوگرافی بسیار شبیه مرحله IV (خاویار رسیده) می‌باشد ولی به علت میزان کم پروتئین‌های سنگین در مرحله III، جذب زیاد صوت و سایه صوتی اتفاق نمی‌افتد و امکان دیدن قسمت‌های عمقی‌تر تخمدان وجود دارد.

64. Acoustic Shadowing
65. Anechoic
66. Clean Shadow
67. Reverberation Artifact
68. Dirty Shadow

در تخمدان مرحله V نیز تخمک‌ها دارای رنگدانه و پروتئین‌های سنگین می‌باشند و به این علت نمای سونوگرافی این مرحله نیز بسیار شبیه مرحله IV (خاویار رسیده) است، ولی در تخمدان مرحله V به علت حضور مایع در لابه‌لای تخمک‌ها، صوت می‌تواند به قسمت عمقی تخمدان رسیده و سایه صوتی اتفاق نمی‌افتد. در واقع دیدن آرتی‌فکت سایه صوتی در تخمدان مرحله IV سبب تفکیک این مرحله از مراحل III و V می‌شود.



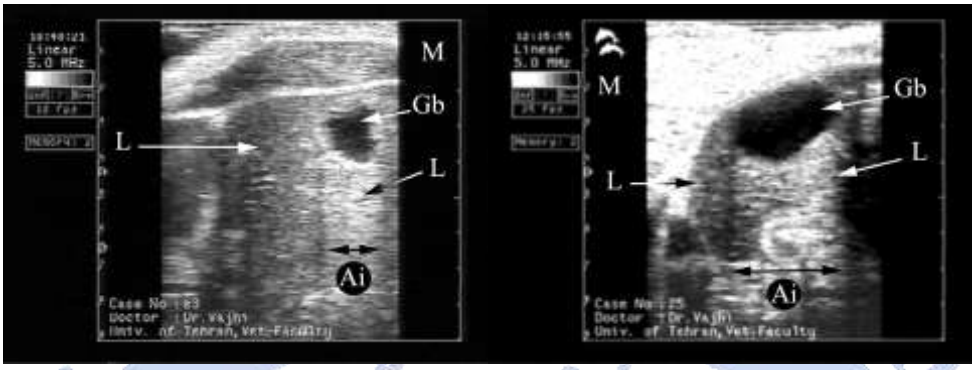
تصویر ۲: آرتی‌فکت سایهٔ صوتی ناشی از پلاک‌های استخوانی در سطح پوست (۵). M= عضله، T= بیضه، فلش‌های دو سر محل آرتی‌فکت‌ها است، آرتی‌فکت سایهٔ صوتی به‌صورت نوارهای سیاه عمودی دیده می‌شود

۲- آرتی‌فکت افزایش (تقویت) صوتی[۶۹]

این آرتی‌فکت در زیر قسمت‌هایی که جذب یا انعکاس صوتی کم بوده و عملاً تضعیف صوتی در آن اندک است، مشاهده می شود. تقویت صوتی در حقیقت افزایش دامنهٔ اکوهای بازگشتی از ساختارهایی است که در پشت ساختاری قرار گرفته‌اند که تضعیف صوتی در آن کم بوده و قسمت عمدهٔ پرتو را از خود عبور داده است. افزایش صوتی زمانی به‌وقوع می‌پیوندد که امواج اولتراسوند از یک ناحیهٔ پر شده از مایعات، عبور می‌کند و به‌دلیل کمی تضعیف صوت در این ناحیه، شدت صوتی که به قسمت‌های زیرین می‌رسد، بسیار بیشتر از بافت‌های اطرافی است، در نتیجه ساختار زیر مایعات به‌دلیل دریافت صوت بیشتر اکوی بیشتری دارد و درنتیجه روشن‌تر دیده می‌شود (۷).

این پدیده در ماهیان خاویاری در زیر کیسهٔ صفرا (به‌دلیل مایع داخل کیسهٔ صفرا)، زیر ستون مهره (به‌دلیل غضروفی بودن ستون مهره) و گاهی زیر رودهٔ مارپیچ (به‌علت حجم زیاد عضلات) ممکن است جلب توجه کند. ضمناً در ماده‌های مرحلهٔ V به‌علت وجود مقدار زیادی مایع در محوطهٔ شکمی، کلیهٔ بافت‌های مشاهده شده همچون کبد و معدهٔ ضلانی با اکوژنیسیتهٔ بیشتر دیده می‌شوند، در نرهای مرحلهٔ V نیز در زیر مجرای اسپرم‌بر ممکن است این آرتی‌فکت جلب توجه کند.

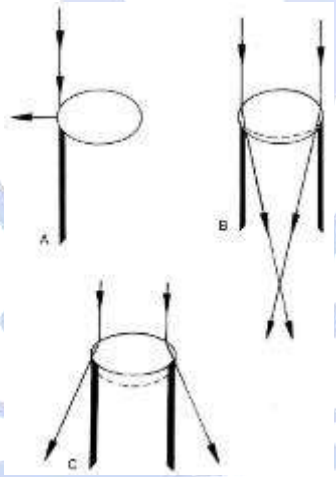
۶۹. Acoustic Enhancement



تصویر ۳: آرتی‌فکت افزایش صوتی در زیر کیسهٔ صفرا (۵). Ai= آرتی‌فکت تقویت صوتی، Gb= کیسهٔ صفرا، L= کبد، M= عضله.

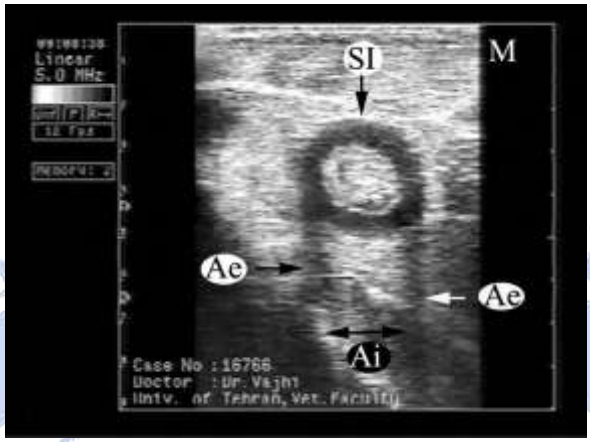
۳- آرتی‌فکت‌های ناشی از انعکاس[۷۰] و انکسار[۷۱] صوت

امکان دارد در حاشیهٔ ساختارهای گرد یا بیضی شکل، یک سایهٔ صوتی ایجاد شود که سایهٔ لبه نامیده می‌شود. این سایه در نتیجهٔ برخورد پرتو صوتی با حاشیهٔ منحنی شکل ساختارهای گرد ایجاد می‌شود. در این ناحیه بخشی از پرتو صوتی منعکس شده و بقیهٔ آن منکسر می‌شود. پرتو صوتی منعکس‌شده به ترنسدیوسر باز نمی‌گردد، چون سطح منعکس‌کننده عمود بر پرتو برخوردی نیست (تصویر ۴). سایه‌های لبه‌ای[۷۲] ناشی از انعکاس و انکسار به‌واسطهٔ اینکه نشان‌دهندهٔ یک ساختار گرد یا بیضی‌شکل هستند، مفیدند، به‌ویژه زمانی‌که تمایز این ساختارها از بافت‌های اطراف به‌واسطهٔ اکوژنیسیته یکسان مقدور نباشد. این آرتی‌فکت ممکن است در ماهیان خاویاری در لبه‌های کیسهٔ صفرا، نخاع و روده دیده شود (تصویر ۵) (۷).



تصویر ۴: نمای شماتیک آرتی‌فکت سایهٔ لبه‌ای. A: این آرتی‌فکت زمانی اتفاق می‌افتد که پرتو فراصوت به لبه‌های یک ساختار گرد یا بیضوی نظیر مقطع عرضی روده‌ها برخورد و در مسیری بازتاب شود که به ترانسدیوسر نرسد. در نتیجه در خلف لبه‌های این ساختارها، سایهٔ صوتی (آرتی فکت سایهٔ لبه‌ای) ایجاد می‌گردد. B: چنانچه سرعت صوت در ساختار مورد بررسی کمتر از بافت‌های اطرافی باشد، پرتو فراصوت به سمت قسمت داخلی (مدیال) ساختار انکسار یافته و سایهٔ لبه‌ای باریکی ایجاد می‌شود. C: اگر سرعت صوت در ساختار بیشتر از بافت‌های اطرافی باشد، پرتو فراصوت به سمت قسمت بیرونی (لترال) ساختار انکسار می‌یابد و سایهٔ لبه‌ای پهن‌تری تولید می‌شود.

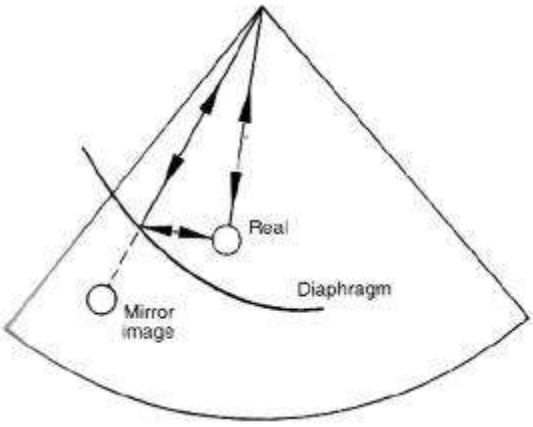
70. Reflection
71. Refraction
3. Edge Shadowing



تصویر ۵: آرتی‌فکت سایهٔ لبه‌ای در زیر لبه‌های مقطع عرضی رودهٔ مارپیچ و آرتی‌فکت تقویت صوتی در زیر رودهٔ مارپیچ دیده می‌شود (۵).Ae = آرتی‌فکت سایهٔ لبه‌ای، Ai= آرتی‌فکت تقویت صوتی، M= عضله، SI= رودهٔ مارپیچ.

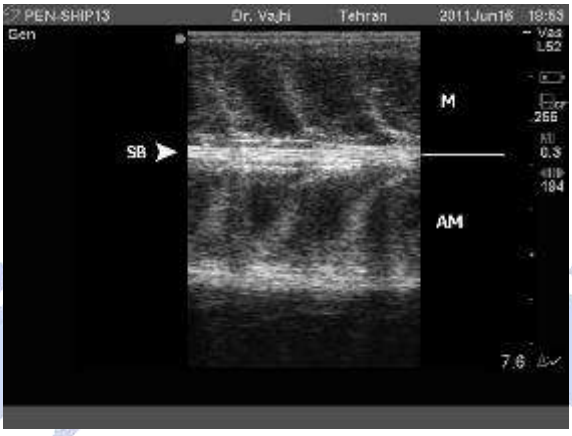
۳- آرتی‌فکت تصویر آینه‌ای[۷۳]

آرتی‌فکت تصویر آینه‌ای در فصل مشترک بافت‌های منعکس‌کنندهٔ قوی صوت و دارای انحنا، مانند کیسهٔ شنا دیده می‌شود و تصویر گناد یا بافتی که بالای کیسهٔ شنا قرار دارد، در قسمت پایین کیسهٔ شنا به‌صورت آینه‌ای دیده می‌شود. معمولاً صوت منعکس‌شده از سطوح دارای انحنا، ممکن است به‌طور مستقیم به ترنسدیوسر برنگردد، بلکه پس از انعکاس از یک ساختار دیگر به سمت ترنسدیوسر حرکت کند و از آنجا که پردازشگر دستگاه مسیر حرکت صوت را مستقیم فرض می‌کند، تأخیر زمانی در بازگشت صوت را به‌صورت یک ساختار مشابه و در پشت کیسهٔ شنا در ماهی نشان می‌دهد (تصاویر ۷، ۶).



تصویر ۶: نمای شماتیک آرتی فکت تصویر آینه‌ای که در زمان برخورد پرتو فراصوت به یک سطح منحنی شکل انعکاس‌دهندهٔ قوی نظیر دیافراگم و یا کیسهٔ شنا و بازتاب مجدد آن از یک ساختار دیگر ایجاد می‌شود. از آنجا که دستگاه تصور می‌کند که فراصوت در مسیر مستقیمی حرکت می‌کند، در نتیجه تصویر ساختار را به‌دلیل زمان طولانی‌تر بازتاب آن از سطح منحنی شکل در قسمت عمقی‌تر دیافراگم یا کیسهٔ شنا نمایش می‌دهد.

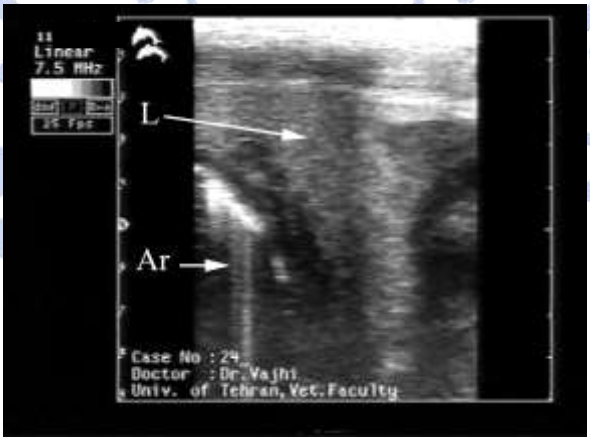
73. Mirror Image Artifact



تصویر ۷: آرتی‌فکت تصویر آینه‌ای، تصویر عضلات در زیر دیوارهٔ کیسهٔ شنا تکرار شده است (۵). Am= آرتی‌فکت تصویر آینه‌ای (تصویر لایه‌های عضلات)، M= عضله، SB= کیسهٔ شنا.

۴- آرتی‌فکت رینگ داون[۷۴]

این آرتی‌فکت نیز مثل آرتی‌فکت طنین در اثر انعکاس صوت ایجاد می شود و در اثر آن یک سری خطوط اکوژن به‌هم پیوسته، در پشت یک ناحیه از تجمع گاز دیده می‌شود. در حقیقت این آرتی‌فکت به‌واسطهٔ به‌دام افتادن مقداری مایع بین حداقل دو لایه از حباب‌های گاز ایجاد و رویت می‌شود. زمانی‌که صوت به این لایه از مایع می‌رسد، اکوهای مداوم و پیوسته‌ای بین دو سطح گاز ایجاد می‌کند. از آنجا که در هر بار اکو بخشی از صوت برگشتی به ترنسدیوسر می‌رسد، ناحیه‌هایی به‌صورت یک‌سری از خطوط اکوژن نواری کوچک با فواصل بسیار کم بر روی مونیتور در زیر ناحیهٔ گاز دیده می‌شود. این آرتی‌فکت ارتباطی به آرتی‌فکت طنین که ناشی از تجمع گاز آزاد است، ندارد و به‌طور معمول در زمان وجود مقادیر کم گاز در دستگاه گوارشی ماهی در داخل روده‌ها یا وجود گاز در مجاری صفراوی یا آبسه‌ها مشاهده می شود. این آرتی‌فکت به‌ویژه در نرهای مرحلهٔ V که به‌دنبال سوند زدن به‌داخل مجرای اسپرم‌بر مقدار کمی حباب هوا وارد آن می‌شود، به‌چشم می‌خورد. این آرتی‌فکت در زیر محتویات روده و معدهٔ عضلانی که گاهی کمی هوا در آن وجود دارد، نیز قابل رویت است (تصویر ۸).



تصویر ۸: آرتی‌فکت رینگ داون در زیر قسمت مرکزی معدهٔ عضلانی ماهی قره‌برون (۵). Ar= آرتی‌فکت رینگ داون، L= کبد.

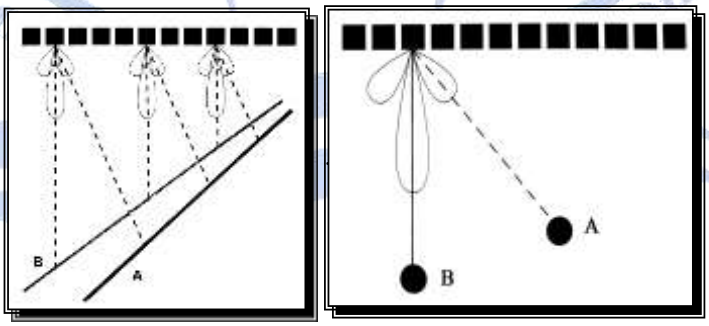
74. Ring Down Artifact

۵- آرتی‌فکت طنین[۷۵]

آرتی‌فکت طنین زمانی اتفاق می‌افتد که بخشی از پرتو صوتی بازگشتی (اکو یافته از بدن) به سمت ترنسدیوسر (به‌ویژه زمانی که از شدت زیادی نیز برخوردار باشد)، در برخورد با سطح ترنسدیوسر برای بار دوم به سمت بدن بازگردد، و بار دیگر به بافت و ساختار منعکس‌کنندهٔ قوی صوت در بدن برخورد کند و دوباره به سمت ترنسدیوسر بازگردد و در مونیتور نمایش داده شود. از آنجا که این سیگنال به‌دلیل یک بار رفت و برگشت اضافه، طی مدت زمان بیشتری (حدود دو برابر زمان معمول) از بافت به ترنسدیوسر می‌رسد، تصویر آن با اکوژنیسیتهٔ کمتر در نقطه‌ای با عمق دو برابر مجدداً نمایش داده می‌شود (۷).

۶- آرتی‌فکت لوب جانبی[۷۶] و لوب گری‌تینگ[۷۷]

آرتی‌فکت لوب جانبی و لوب‌های گری‌تینگ ناشی از پرتوهای ناخواستهٔ ایجادشده در خارج از محور پرتو اصلی اولتراسوند هستند و آرتی‌فکت‌هایی تولید می‌کنند که به‌واسطهٔ اشتباه در تعیین موقعیت اکوهای بازگشتی است. لوب‌های جانبی و لوب‌های گری‌تینگ، انواع مختلفی از پرتوهای ثانویه هستند که منشأ متفاوتی دارند. لوب‌های جانبی در همهٔ ترنسدیوسرها ایجاد می‌شوند و منشأ آنها نحوهٔ لرزش کریستال‌های پیزوالکتریک در اثر پهنا، طول یا انحنای ویژهٔ آن‌هاست، در حالی‌که لوب‌های گری‌تینگ منحصر به ترنسدیوسرهای دارای آرایش خطی کریستال‌ها و ناشی از تداخل پرتوهای صوتی در بین کریستال‌های کنار هم چیده شده است و در زوایایی ایجاد می‌شود که به فضای بین کریستال‌ها بستگی دارد. پس از برخورد پرتوهای جانبی و گری‌تینگ با سطوحی که پرتو صوتی را تا حد زیادی منعکس می‌کنند و بازگشت این پرتوهای خارج از مسیر اصلی به ترنسدیوسر، پرتو بازتاب یافته، توسط دستگاه در مسیر پرتو اصلی در نظر گرفته شده و تصویر آن به‌طور کاذب در مسیر پرتو اصلی و در عمقی متناسب با زمان رفت و برگشت صوت یا فاصلهٔ بین کریستال تولیدکنندهٔ پرتو ثانویه و عضو، نمایش داده می‌شود (تصویر ۹). شدت لوب‌های جانبی و گری‌تینگ حدود یک صدم پرتو صوتی اصلی است و معمولاً در زمانی‌که محل ایجاد آرتی‌فکت بر روی یک ساختار اکوژن قرار گیرد، قابل مشاهده و تشخیص نیستند، هرچند سبب کاهش کیفیت وضوح تصویر می‌شوند. این آرتی‌فکت‌ها زمانی مشاهده می‌شوند که محل قرار گرفتن تصویر آرتی‌فکت ناشی از آنها بر روی یک ساختار فاقد اکو (آن‌اکو) قرار گیرد. آرتی‌فکت لوب گری‌تینگ از معایب ترنسدیوسرهای با آرایش خطی است و می‌توان روشنایی این آرتی‌فکت را با کاهش شدت تقویت صوتی در دستگاه کاهش داد (۷، ۴).



تصویر ۹: آرتی فکت لوب جانبی و گری‌تینگ. تصویر نقطه و خط A به‌واسطهٔ پرتو جانبی به اشتباه توسط ترنسدیوسر در ناحیهٔ B و با اکوژنیسیتهٔ کمتر از A نمایش داده می‌شود (۴)

75. Reverberation Artifact
76. Side Lobe Artifact
77. Grating Lobe Artifact

منابع

اخترزاده، م. (۱۳۷۹)."آناتومی اولتراسونوگرافی دستگاه گوارش ماهی قره‌برون با اندازهٔ استاندارد"، پایان‌نامهٔ دکتری عمومی، دانشکدهٔ دامپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، شمارهٔ پایان‌نامهٔ ۱۳۳. ۲۷-۲۶.

گورابی، ح. (۱۳۷۱). فیزیک رادیولوژی تشخیصی کریستنسن (جلد دوم)، تألیف توماس کوری، جیمز دودی، روبرت موری، انتشارات جهاد دانشگاهی علوم پزشکی ایران. ۲۴۰-۱۵۳.

وجهی ع. (۱۳۸۳)."تعیین جنسیت و مراحل رسیدگی جنسی ماهی قره‌برون به‌وسیلهٔ اولتراسونوگرافی"، پایان‌نامهٔ دکتری تخصصی، دانشکدهٔ دامپزشکی دانشگاه تهران، شمارهٔ ثبت ۱۷۵. ۱۵-۱. ۲۴- ۳.

Barthez P.Y., Leveille R., Scrivani P.V. (1997): Side lobes and grating lobes artifacts in ultrasound imaging. Veterinary Radiology & Ultrasound. 38 (5). 387-393.

Goddard P.J. (1995): Veterinary Ultrasonography. CAB International. 1-21 and 289-302.

Green, R.W. (1996) Small animal ultrasoundgaphy. Lippincott Raven Publish. 3-42.

Kirberger R.M. (1995): Imaging artifacts in diagnostic ultrasound – A review. Veterinary Radiology & Ultrasound. 36 (4). 297-306.

Miles K.J. (1989): Basic principle and clinical application of diagnostic ultrasonography. The Compendium Small Animal. 609-616.

In-silco and in-vitro evaluation of anti-proliferative property of chemically synthesized MP12 peptide of trypsin inhibitor from fish born pathogenic fungus

Manikandan Velayutham & Jesu Arockiaraj*

SRM Research Institute, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur 603 203, Chennai, Tamil Nadu, India
Department of Biotechnology, College of Science and Humanities, SRM Institute of Science and Technology, Kattankulathur 603 203, Chennai, Tamil Nadu, India

*Email: jesuaraj@hotmail.com

Abstract

Peptide based drug development are the emerging and promising approaches in the cancer therapeutics. The present study focused to understand the mechanism of MP12 peptide (MDNHVCIPLCPP) derived from Trypsin Inhibitor protein of Aphanomyces invadans. In this study we reported that MP12 involved in the anti-proliferative activity against the human laryngeal epithelial cell (HEp-2). The peptide demonstrated a significant binding score and have multiple hydrogen bond interactions with the proteins which play vital role in the apoptotic pathways including Bcl-2, caspase-3, caspase-7 and XIAP. Based on the bioinformatics characterization and molecular docking result the study was further focused on anti-proliferative activity. MP12 showed a dose dependent inhibition in HEp-2 cell proliferation which was analysed over MTT and Neutral red uptake assays. IC50 value (24.7 ± 0.34 µM0 of MP12 peptide was calculated based on the anti-proliferative activity assay. The peptide treated cells showed a significant shrinkage in cells morphology compared with the untreated cell. Moreover, the gene expression analysis validated that the MP12 peptide significantly upregulated caspase-3, caspase-7 and caspase-9 gene. The developmental toxicity was also studied in zebrafish embryo model which proven that the peptide was non-toxic. Based on the obtained results, we proposed that MP12 peptide have potential anti-proliferative activity and future study needs to be focused on its mechanism and its therapeutic approach against cancer through clinical trials.

Keywords: Molecular docking, MP12 peptide, Anti-proliferative activity, Apoptosis, Gene expression

شناسایی گونه سرخوی معمولی *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) در خلیج فارس و خلیج عمان بر اساس رویکرد ریخت شناسی و مولکولی

هما ظفرقاسم پور [۱]؛ فائزه یزدانی مقدم [۲ و ۱*]؛ اشکان اژدری [۳]

۱-گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲-گروه نوآوری‌های زیستی جانوری مرکز پژوهشی جانور شناسی کاربردی، دانشگاه فردوسی
۳- مرکز تحقیقات شیلاتی آب‌های دور ـ چابهار

*E.mail: Yazdani@um.ac.ir

چکیده

سرخوی معمولی یکی از مهم‌ترین گونه‌های غالب خانواده سرخو ماهیان Lutjanidae Gill, 1861 در خلیج فارس و خلیج عمان می‌باشد. این گونه یکی از مهم‌ترین ماهی‌های خوراکی جنوب کشور ایران است. شناسایی سرخوی معمولی برای مدت‌ها بر اساس ویژگی‌های ریخت شناسی بدون ارزیابی‌های مولکولی صورت پذیرفته است که از لحاظ آرایه شناسی مشکلات زیادی را به علت ابهامات ریختی دارد. این مطالعه که با هدف شناسایی ریخت شناسی و مولکولی سرخوی معمولی *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) در ۶ ایستگاه شامل دو حوضه خلیج فارس (بندر چارک، بندر جگین، بندر عباس) و خلیج عمان (بندر جاسک، بندر کنارک، چابهار) انجام گرفته است. برای شناسایی ریخت شناسی از ۲۸ صفت ریختی و ۱۱ صفت شمارشی استفاده شد در حالی که برای آنالیزهای تبارزادی مولکولی از ژن سیتوکروم اکسیداز ۱ (COI) با استفاده از محتمل‌ترین درخت (Maximum likelihood و بیژین (Bysian) انجام گرفت. ۱۱ صفت شمارشی شامل تعداد فلس‌های خط جانبی و اشعه‌های باله‌ای (پشتی، مخرجی، دمی، سینه‌ای و لگنی) شمارش شدند. باله پشتی بترتیب دارای ۱۰ شعاع سخت، ۱۵-۱۲ شعاع نرم و شعاع نرم باله مخرجی ۳، باله سینه‌ای دارای ۱۸-۱۴ شعاع و باله شکمی ۵ شعاع بوده، و تعداد 18- 17 عدد خار آبششی در اولین کمان آبششی است. صفات مشخص کننده این گونه در مقایسه با سایرگونه‌های سرخوماهیان، داشتن بدن بیضی شکل کشیده، باله پشتی پیوسته تا کمی ناپیوسته و داشتن دهان انتهایی و نسبتاً بزرگ با قابلیت ارتجاعی و دارای شکاف آبششی کم عمق می‌باشد، رنگ پشت و دو طرف بدن نقره‌ای رنگ شفاف و روی پولک‌ها لکه قهوه‌ای رنگ مشاهده می‌شود، و دارای لکه یا نقطه سیاه بر روی خط جانبی هستند. اعتبار تاکسونومی در سطح گونه با استفاده از ژن (COI) با درصد تشابه 100–99 درصد در بانک ژنی (NCBI) شناسایی شد. نتایج تحلیل محتمل‌ترین درخت (Maximum likelihood) و بیژین (Bayesian inference) یک گروه تک نیا با فاصله ژنتیکی درون گونه‌ای کمتر از (۰/۲ درصد) را شکل داد. این گونه کمترین فاصله ژنتیکی را با گونه *Lutjanus argentimaculatus*(Forsskal, 1775) نشان داد.

واژگان کلیدی: سرخوی معمولی، سرخو ماهیان، سیتوکروم اکسیداز ۱، خلیج فارس و خلیج عمان

Identification of *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) in the Persian Gulf and the Gulf of Oman based on morphological and molecular approach

Homa Zafar Ghasempor[1]; FaezehYazdani Moghaddam [1, 2*]; Ashkan Ajdari [3]

1-Department of Biology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2-Zoological Innovations Research Department, Institute of Applied Zoology, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Fisheries Research Center -Chabahar

*E.mail: Yazdani@um.ac.ir

Abstract

Common *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) is one of the most important species of the family Lutjanidae Gill, 1861 in the Persian Gulf and the Gulf of Oman. This species is one of the most important economic fish in the south of Iran. Identification of common *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) has long been based on morphological features without molecular evaluations, which has several taxonomical problems due to morphological ambiguities. The aim of this study was morphological and molecular identification of the *Lutjanus johnii* (Bloch, 1792) in 6 stations in the Persian Gulf basins (Charak port, Jagin port, Bandar Abbas) and the Gulf of Oman (Jask ort, Konarak port, Chabahar). For morphological measurements morphology, 28 morphometric and 11 meristic characteristics were used, while for molecular lineage analyzes, the cytochrome oxidase 1 (COI) gene was used using the most probable tree (Maximum likelihood) and Bysian methods. The Eleven meristic characters consisting of lateral line scales and all fin rays (dorsal, anal, caudal, pectoral and pelvic fins) were counted. Meristic counts for the collected fish were Dorsal spines (total): 10, Dorsal soft rays (total): 12 – 15, Anal spines: 3, Anal soft rays: 8. Pectoral soft fin rays: 14-18, pelvic soft fin rays: 5, and there are 17-18 gills in the first gill arch. The defining characteristics of this species in comparison to other species of Lutjanidae are having an elongated oval body, continuous to slightly discontinuous dorsal fin and a relatively large protruding terminal mouth and a shallow gill slit. The back and sides of the body are silvery-brown in color, with brown spots on the scales, with black spots on the lateral line. The validity of taxonomy at the species level was verified using the gene (COI) with a similarity of 99-100% in the Gene Bank (NCBI).The results of the most probable tree (Maximum likelihood) and Bayesian (Bayesian inference) analysis formed a single ancestral group with a small genetic distance within a species (0.2%). This species showed the least genetic distance with *Lutjanus argentimaculatus* (Forsskal, 1775).

Keywords: ***Lutjanus johnii*, Lutjanidae, cytochrome oxidase 1 (COI), Persian Gulf, Gulf of Oman**

بررسی اثر آب برگشتی بر عملکرد رشد و شاخص باله‌ای در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دو سیستم بازگردشی نسبی

سعید زاهدی [۱*]، مهرداد سرخیل [۱]، امید صفری [۱]، محسن برخوردار [۲]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد
۲- گروه علوم دامی، مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، مشهد
Email: saeedzahedi@um.ac.ir

چکیده

امروزه مقادیر متفاوتی از برگشت آب در سیستمهای بازگردشی نسبی مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی اثرات استفاده از آب برگشتی بر رشد ماهی به خوبی مشخص نیست. هدف از این مطالعه، مقایسه عملکرد رشد و شاخص باله‌ای قزل‌آلا در یک سیستم باز (۱۰۰٪ آب تازه ورودی) با دو سیستم بازگردشی نسبی طراحی شده (با کاهش ۳۳٪ و ۶۶٪ آب تازه ورودی و جایگزینی آن با آب برگشتی همان استخرها) می‌باشد. به این منظور، قزل‌آلای جوان تمام ماده با تراکم نگهداری ۴۴ Kg/m^3 و تراکم بارگذاری ۱ L/min/Kg و زمان ماند هیدرولیکی یکسان به مدت ۶۰ روز مورد مطالعه قرار گرفت. طی دوره آزمایش، اختلاف معنی‌داری در مرگ و میر بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. همچنین، غلظت آمونیاک کل تنها در تیمار بازگردشی ۶۶٪ افزایش معنی‌داری را نشان داد. بعلاوه، نتایج حاصله، بیانگر کاهش میانگین وزن کل ماهیان در تیمارهای آب برگشتی نسبت به تیمار باز می‌باشد که این کاهش، تنها در سیستم بازگردشی ۶۶٪، معنی‌دار بود. اختلاف معنی‌داری در طولهای کل، چنگالی، استاندارد و نیز، درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی فولتون، ضریب تغییرات وزنی، شاخص کبدی و روده‌ای بین سه تیمار آزمایشی مشاهده نشد. در مقابل، ضریب تبدیل غذایی افزایش معنی‌داری را در هر دو تیمار بازگردشی در مقایسه با تیمار باز نشان داد. خوردگی اندک باله بویژه لبه فوقانی باله دمی در تمامی تیمارهای آزمایشی احتمالاً به‌جهت تجربه تراکم به نسبت بالا مشهود بود ولی شاخص باله‌های سینه‌ای، شکمی، مخرجی، پشتی و دمی اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایشی نشان نداد.

واژگان کلیدی: *O. mykiss*، سیستم باز، سیستم بازگردشی، رشد، شاخص باله‌ای

The effect of water reuse on growth performance and fin indices of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in two partial recirculating aquaculture systems

Saeed Zahedi[1*]; Mehrdad Sarkheil[l]; Omid Safari[1]; Mohsen Barkhordar[2]

1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

2- Department of Animal Science, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Mashhad, Iran.

Email: saeedzahedi@um.ac.ir

Abstract

Today, different amounts of water reuse has been utilizedd in the partial recirculating aquaculture systems, but, the effects of water reuse on fish growth is ambiguous. The aim of the present study was to compare growth and fin indices of trout in an open system (with 100% of make-up water) with two designed partial recirculating aquaculture systems (with 33 and 66% reused water). All-female young rainbow trout were stocked in the same stocking density of 44 Kg/m^3 and loading density of 1 L/min/Kg of fish with the identical hydraulic retention time, and studied for 40 days. No differences was observed in fish mortality among treatments. Also, total ammonia concentrations increased significantly in 66% reuse treatments compared to the others. In addition, mean final body weights were reduced in both reuse systems compared to open ones, but, the changes were significant at the 66% reuse treatments only. No significant changes were observed in total, fork and standard lengths, weight gain, specific growth rate, Fulton's condition factor, weight coefficient of variance as well as hepatosomatic and viscerosomatic indices among treatments. In contrast, feed conversion ratio increased in both water reuse systems compared to the open systems. Although, the slight fin erosion especially on the upper part of caudal fin was evident at the all treatments, probably as a result of experience of a high stocking density, but pectoral, pelvic, anal, dorsal and caudal fin indices remained unchanged among treatments.

Keywords: ***O. mykiss*, Open system, Recirculating system, Growth, Fin index**

اهمیت مسائل مربوط به ایمنی غذاهای دریایی در همه گیری ویروس کرونا (کوید ۱۹)

فاطمه زحمتکش [1*]، آریا باباخانی [1]، مهدیه رهبر [1]، سامان فراستی [1]

۱ گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران

Email:: elaheh_zhmtksh@msc.guilan.ac.ir

چکیده

در حال حاضر در سراسر جهان با کووید-۱۹ مواجه هستیم (ویروس کرونا) که تأثیر بسیار مخربی بر اقتصاد جهانی وارد کرده است. در این میان پیامدهای اقتصادی- اجتماعی کووید ۱۹ بر سیستم‌های کشاورزی قابل توجه است که ایران نیز از آن مستثنی نیست. اعتقاد بر این است که تجارت جهانی کالا به دلیل کووید-۱۹ بین ۱۳٪ تا ۲۲٪ کاهش یافته است. فعالیت‌های ماهیگیری در مناطق مختلف آفریقا، آسیا و اروپا به دلیل اقدامات بهداشتی (فاصله گذاری فیزیکی)، عرضه محدود نهاده‌ها و کمبود نیروی کار کاهش یافته است. در این میان صنعت آبزی پروری و غذاهای دریایی به عنوان یکی از فاسد شدنی‌ترین محصولات کشاورزی، تأثیر بیشتری از کووید ۱۹ دریافت می‌کند. امنیت غذایی صرفاً به دسترسی به مقدار کافی غذای مغذی اشاره دارد که به شیوه‌ای متناقض است. از سوی دیگر، محصولات آبزی پروری به اجزای مختلفی بستگی دارد، چه از نظر نهاده‌های مورد نیاز برای خوراک، چه از نظر استانداردهای توزیع و عرضه، و چه از نظر اقتصادی و اقلام اجتماعی برای مصرف کنندگان از نظر بازاریابی. ماهیت جهانی مسائل مربوط به تجارت غذاهای دریایی و اجرای جهانی برنامه‌های پیشگیرانه ایمنی مواد غذایی مانند تجزیه و تحلیل نقاط کنترل بحرانی، تلاش‌هایی را برای ایجاد پل‌های علمی جدید که استراتژی‌های تحلیل ریسک فعلی را مورد ارزیابی مجدد قرار می‌دهند، هدایت می‌کند. تنوع محصولات شیلاتی و شرایط گونه‌های مختلف ماهیان از نظر زیستگاه و شرایط، آسیب پذیری بالقوه فعالیت‌های شیلات را در برابر کرونا تغییر خواهد داد. هدف این مطالعه مروری بررسی شرایط ایجاد شده در بخش شیلات کشور پس از شیوع کرونا و با هدف کمک به اتخاذ اقدامات متناسب با تغییر احتمالی شرایط است.

واژگان کلیدی: آبزی پروری، ویروس کرونا، امنیت مواد غذایی، عرضه اقتصادی

Appearing food-safety issues associated with seafood in COVID-19 pandemic

Fatemeh Zahmatkesh[1*]; Aria Babakhani[1]; Mahdieh Rahbar[1]; Saman Farasati[1]

1- Department of fisheries, Faculty of natural resources, University of Gilan, Gilan, Sowmeh Sara, 1144, Gilan, Iran

Email: elaheh_zhmtksh@msc.guilan.ac.ir

Abstract

COVID-19 (coronavirus disease of 2019) has had an impact on various economic sectors, including agriculture, of which Iran is no exception. World Merchandise trade is believed to decline by 13% to 22% due to COVID-19. Fishing activities have been reduced in different parts of Africa, Asia, and Europe due to sanitary measures (physical distancing), limited supply of inputs, and labor shortage. Aquaculture, as one of the most perishable agricultural products, receives more impact from COVID-19. Food security simply refers to the availability and accessibility of a sufficient amount of nutritious food in consistent manner, on the other hand, aquaculture products depend on various components, whether in terms of inputs required for feed, distribution and supply standards and economic and social items for consumers in terms of marketing. The global nature of seafood trading issues and the worldwide implementation of new preventative food safety programs such as hazard analysis of critical control points are driving some of the efforts to build new scientific bridges that will reevaluate current risk analysis strategies. The diversity of fishery products and the fishing conditions of different species in terms of habitat and requirements will change the potential vulnerability of fishery activities to corona. For this reason, it is necessary to examine the different activities in the production and supply chain of aquatic animals separately and specifically. The goal of this review study is to understand the conditions created under the country's fisheries sector after the corona outbreak and with the aim of helping to take measures commensurate with this possible change in conditions.

Keywords: Aquaculture, COVID-19, Food security, Economic, Supply

ساختار طولی، وزنی، سنی، ضریب چاقی و الگوی رشد ماهی مخرج لوله‌ای (*Rhodeus caspius*) در تالاب انزلی

یعقوبعلی زحمتکش [۱]*؛ کیوان عباسی [۱]؛ مهدی مرادی [۱]؛ مرتضی نیکپور [۱]؛ رضا محمدی دوست [۱]

۱ پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی،

Email: younes_zahmatkesh@yahoo.com

چکیده

ماهی مخرج لوله‌ای کاسپین یکی از گونه‌های بومزاد متعلق به تیره Acheilognathidae بوده که در اواخر سال ۲۰۲۰ توسط Esmaeili و همکاران توصیف شد. این ماهی در اغلب مناطق حوضه جنوبی دریای کاسپین خصوصاً تالاب‌ها و پایین دست برخی رودخانه‌ها زیست کرده و در تالاب انزلی و رودخانه‌های آن به ترتیب حدود ۸/۴ و ۹/۰ درصد تعداد ماهیان را در سال ۱۳۹۵ تشکیل داد. این بررسی با هدف تعیین برخی خصوصیات زیستی این ماهی در تالاب انزلی انجام شد و نمونه برداری ماهیان به صورت ماهانه با استفاده از الکتروشوکر در سال ۱۳۹۵ صورت گرفت. نتایج بررسی روی بیش از ۵۰۰ نمونه این ماهی نشان داد که ماهیان صید شده دارای وزن بدن ۰/۰۱ تا ۷/۵۷ با میانگین ۱/۲۳ ± ۱/۹۳ گرم، طول کل ۹ تا ۷۵ با میانگین ۱۳/۵ ± ۴۶/۹ میلی متر و سن آن‌ها +۰ تا ۶ سال (اغلب ۱ ساله) تعیین شد. همچنین ماهیان با طول کل ۵۰ تا ۶۰ میلی متر با ۴۰/۱ درصد جمعیت غالب بودند. نرها ۴۵/۷ و ماده‌ها ۵۴/۳ درصد جمعیت را تشکیل دادند که با نسبت استاندارد (۱:۱) متفاوت بود. بررسی کنونی نشان داد که بین طول و وزن بدن این ماهی، مقدار ضریب ثابت (a) ۰/۰۹۹، مقدار شیب خط (b) ۳/۳۳ و همبستگی (r^2) ۰/۹۹ بوده و الگوی رشد آن آلومتریک مثبت تعیین شد. ضریب چاقی یا محیطی در ماهی مخرج لوله‌ای در داخل تالاب انزلی ۰/۲۳ ± ۱/۴۳ تعیین شد.

واژگان کلیدی: ماهیان، خصوصیات زیستی، گیلان، دریای کاسپین

Length, weight, age, condition factor and growth pattern of Caspian bitterling, *Rhodeus caspius* in Anzali Wetland

Yaghobali Zahmatkesh*[1]; Keivan Abbasi[1]; Mehdi Moradi[1], Morteza Nikpour[1]; Reza Mohammadidost[1]

1-Inland Waters Aquaculture Research Center, Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Bandar Anzali,

Email: younes_zahmatkesh@yahoo.com

Abstract

Caspian bitterling **(***Rhodeus caspius*) is one of the endemic fish species of Acheilognathid family and was described by Esmaeili and his colleagues in late 2020. This fish exists in Caspian Sea basin specifically in wetlands and downstream of rivers in southern area and constituted 8.4% and 9.0% of total fish amounts in Anzali wetland and its tributaries, respectively in 2016. This study aimed to determine some biological traits of the fish in Anzali wetland (Guilan province) and fish sampling has been done using electro-shock monthly in 2016. The results of this study on more than 500 specimens showed that body weight was measured 0.01-7.57 with an average of 1.93 ± 1.23^{g}, total length 9-75 with an average of 46.9 ± 13.5^{mm} and the age was 0^{+}-6 years old (mostly 1+) in sampled specimens. The specimens with total length of 50-60 ^{mm} were abundant with 40.1%. Males and females formed 45.7% and 54.3 of total population respectively and there was significant difference between this number and standard ratio (1male: 1 female). This study showed that there is a good correlation between the body weight and total length (r^2=0.99) of measured specimens and constant (a) and line slope (b) coefficient estimated 0.99 and 3.33, and growth trend was positive allometric. Condition factor was determined 1.43 ± 0.23 in Caspian bitterling in Anzali wetland, too.

Keywords*:* Fish, Biological trait, Guilan, Caspian Sea

بررسی رابطه طول-وزن دو گونه از ماهیان سنگ‌لیس *Garra tiam* و *G. meymehensis*

مظاهر زمانی‌فرادنبه [1*]؛ یزدان کیوانی [1]

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

Email: m.zamanif68@gmail.com

چکیده

رابطه طول-وزن برای دو گونه مختلف ماهی سنگ‌لیس، *Garra meymehensis* از رودخانه میمه از حوضه دجله در استان ایلام و گونه *G. tiam* از رودخانه شوراب از حوضه رود کارون استان خوزستان مورد مطالعه قرار گرفت. از این دو گونه به ترتیب ۲۸ و ۳۲ نمونه ماهی با کمک تور دستی و ساچوک جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده بعد از بیهوشی در محلول گل میخک استاندارد، در فرمالین ۱۰٪ بافری تثبیت و جهت انجام عملیات زیست‌سنجی، به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری طول کل از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۱ میلی‌متر و برای وزن کل بدنی از ترازو با دقت ۰/۱ گرم استفاده شد. میانگین طول کل (TL) و میانگین وزن کل برای گونه *G. meymehensis* به ترتیب ۵۷/۶ میلی‌متر و ۵/۳۵ گرم و برای گونه *G. tiam* به ترتیب ۶۰/۸ میلی‌متر و ۴/۵۸ گرم بدست آمد. معادله نمایی رابطه طول-وزن در گونه *G. meymehensis* برابر با $W=0.936TL^{2.88}$ و در گونه *G. tiam* برابر با $W=0.96TL^{2.98}$ بدست آمد.

واژگان کلیدی: گارا، زیست‌سنجی، دجله، کارون

Length-weight relationship of two stone lapper species, *Garra tiam* and *G. meymehensis*

Mazaher Zamani Faradonbe[1*], Yazdan Keivany[1]

1- Department of Natural Resources (Fisheries Division), Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Email: m.zamanif68@gmail.com

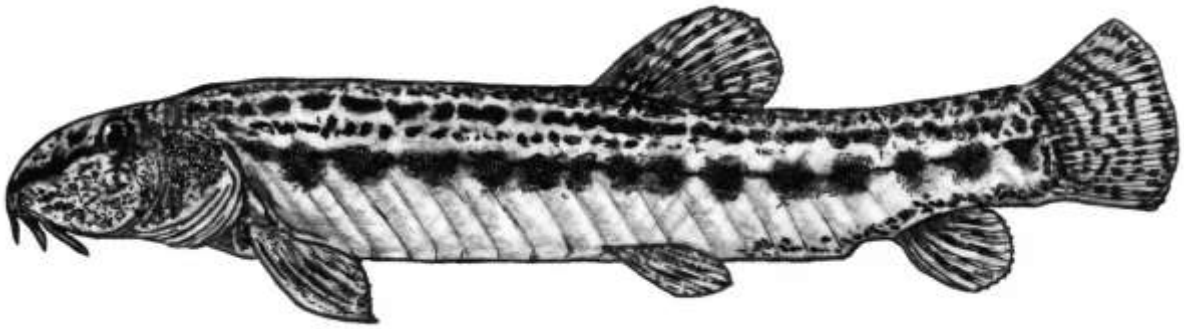
Abstract

Length-weight relationship were estimated in two species of Stone Lapper, *Garra meymehensis*, from Meymeh River, Tigris Basin, Ilam province and *G. tiam*, from Shurab River, Karun Basin, Khozestan province. A total of 28 and 32 specimens, respectively were collected using hand net. Collected samples after anthesia in standard solution, fixation in 10% buffered formaldehyde, transported to the laboratory for next biometry. A digital caliper was used to measure total length (TL) to the nearest 0.1 mm and a digital scale to measure wet weight (W) to the nearest 0.1g. Average total length and weight were determined 57.6 mm and 5.35 g for *G. meymehensis* and 60.8 mm and 4.58 g for *G. tiam*. Exponential equations of total length-weight in *G. meymehensis* and *G. tiam* were $W = 0.936TL^{2.88}$ and $W = 0.96TL^{2.98}$, respectively.

Keywords: ***Garra*, Biometry, Tigris, Karun.**

Proceedings of the 9th National and 1st International

Iranian Conference of Ichthyology



Designed & Edited by:

Hamed Mousavi-Sabet

Co-Editors:

M. Sattari, J. Imanpour, C. Faggio

M. Bibak, M. Nasri, M. Forouhar, A. Pourshabanan, H. Abbasi

26th & 27th October 2021, University of Guilan, Iran

Proceedings of

The 9th national and 1st International

Iranian Conference of Ichthyology

مجموعه مقالات ارائه شده در

نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین المللی

ماهی‌شناسی ایران

ICI 2021