

Evaluation and comparison of leaf and seed morphological characteristics of species in genus *Carpinus* in two regions of Derazno of Kordkoy and Hezar Jarib (Estakhrposht) of Neka, Mazandaran

Azita Khoshandam Sarvineh Baghi¹ | Vahide Payamnoor^{*2} | Marieh Nodeh³ |
Omran Alishah⁴ | Mohammad Jafar Aghaei⁵

1. M.Sc. Graduate, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. E-mail: azita.khoshandam@yahoo.com
2. Corresponding Author, Associate Prof., Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. E-mail: payamnoor@gau.ac.ir
3. M.Sc. Graduate, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran. E-mail: maria.nodehi@yahoo.com
4. Associate Prof., Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Cotton Research Institute of Iran, Gorgan, Iran. E-mail: omran_alishah@yahoo.com
5. Associate Prof., National Center for Management of Agricultural Genetic Resources and Natural Resources. E-mail: jaffaraghaei@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 05.13.2021
Revised: 08.29.2021
Accepted: 09.18.2021

Keywords:
Carpinus,
Leaf and seed,
Morphology

ABSTRACT

Background and Objectives: The present study evaluates the morphological characteristics of leaves and seeds in order to more easily identify the species of *Carpinus betulus*, *C. schuschaensis* and *C. orientalis*. Morphological and physiological characteristics are always influenced by climatic and ecological factors; hornbeam trees also change in their appearance due to their wide distribution, which makes it a little difficult to quickly identify the species. For the conservation and basic management of habitats of this species, accurate identification of species, recognition of ecological needs, and study of its genetic diversity seems useful.

Materials and Methods: Sampling of hornbeam leaves and seedlings from two regions of Kordkoy, Derazno and Neka, HezarJarib was done randomly from 5 individuals of *Carpinus betulus*, *C. schuschaensis* and *C. orientalis* species that were at least 100 meters apart. Morphological traits studied in leaf was as follows: leaf length (AL), leaf width (WL), distance from the widest part of the leaf to the base (WPL), number of teeth (NT), beak length (DB), beak width (WB), number of teeth in 2 cm (NT_{2cm}), maximum leaf width (MWL), petiole length (PL), number of veins (VN), width in 0.1 leaf length (W_{0.1}), width at 0.9 leaf length (W_{0.9}), leaf area (LA), the ratio of leaf length to leaf width -leaf shape (LS), the ratio of leaf length to the widest part of the leaf to the base (AL/WPL), the ratio of the widest part of the leaf to the base to the length of the petiole (WPL/PL). Also, the morphological traits in seeds were including total weight of seeds (TW), outer shell weight (WS), seed kernel weight (BW), seed length (A), and seed width (W). Traits were measured on a case-by-case basis using calipers and rulers, as well as seed weight using a digital scale with an accuracy of 0.001. Nest statistical design, Duncan test, and principal component analysis (PCA) were used. The distribution of tree trunks in the coordinate axis space, Discriminant analysis, and cluster analysis were also evaluated.

Results: The results of analysis of variance indicated that among the populations, all studied parameters except NT, MWL, TW, and BW traits were significantly different from each other. The results of PCA indicate that in seeds 66.7% of the variances in the first component and in leaves, 96.69% of the variances in the first four components are justified. The results of cluster analysis showed that the three populations were divided into three separate groups (clusters). The results of diagnostic analysis showed that NT_{2cm}, PL, LS, AL / WPL, TW, WS and BW are the distinguishing traits of the three species.

Conclusion: In terms of simple identification, hornbeam seeds do not differ significantly in terms of dimensions, but in terms of leaves, *Carpinus betulus* are the largest, *C. orientalis* is the smallest and *C. schuschaensis* species is intermediate species. Morphological studies of this study confirm the independence of *Carpinus betulus*, *C. schuschaensis* and *C. orientalis* species due to complete separation of traits. However, it may be possible that *C. schuschaensis* to be a hybrid.

Cite this article: Khoshandam Sarvineh Baghi, Azita, Payamnoor, Vahide, Nodeh, Marieh, Alishah, Omran, Jafar Aghaei, Mohammad. 2022. Evaluation and comparison of leaf and seed morphological characteristics of species in genus *Carpinus* in two regions of Derazno of Kordkoy and Hezar Jarib (Estakhrposht) of Neka, Mazandaran. *Journal of Wood and Forest Science and Technology*, 28 (4), 83-99.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19127.1927

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

ارزیابی و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ و بذر گونه‌های جنس ممرز در دو منطقه درازنو کردکوی و هزارجریب (استخرپشت) نکا مازندران

آزیتا خوش اندام سروینه باغی^۱ | وحیده پیام‌نور*^۲ | ماریه نوده^۳ | عمران عالیشاه^۴ | محمد جعفر آقایی^۵

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: azita.khoshandam@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: payamnoor@gau.ac.ir
۳. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران. رایانامه: maria.nodehii@yahoo.com
۴. دانشیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان، ایران. رایانامه: omran_alishah@yahoo.com
۵. دانشیار مرکز ملی مدیریت منابع ژنتیکی کشاورزی و منابع طبیعی کشور. رایانامه: jaffaraghaei@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی	سابقه و هدف: پژوهش حاضر در راستای شناسایی گونه‌های ممرز، کچف و لور (<i>C. betulus</i> ، <i>C. schuschaensis</i> و <i>Carpinus orientalis</i>)، به ارزیابی ریخت‌شناسی برگ و بذر می‌پردازد. خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک همواره تحت‌تأثیر عوامل اقلیمی و بوم‌شناسی هستند؛ درختان جنس ممرز نیز به دلیل پراکنش وسیع در سطح جنگل‌های هیرکانی دست‌خوش تغییراتی در ویژگی‌های ظاهری خود می‌شوند که این مسأله شناسایی سریع گونه‌های این جنس را کمی مشکل می‌سازد. برای حفاظت و مدیریت اصولی رویشگاه‌های گونه‌های این جنس، شناسایی دقیق گونه‌ها، شناخت نیازهای بوم‌شناختی و مطالعه تنوع ژنتیکی آن مفید به نظر می‌رسد.
واژه‌های کلیدی: برگ و بذر، ریخت‌شناسی، ممرز	مواد و روش‌ها: نمونه‌برداری از برگ و بذر درختان جنس ممرز از دو منطقه درازنو شهرستان کردکوی و هزارجریب نکا در استان مازندران به‌طور تصادفی از گونه‌های ممرز، کچف و لور (هر گونه ۵ پایه) که دارای حداقل ۱۰۰ متر فاصله از هم بودند انجام گرفت. صفات مورفولوژیک مورد بررسی در برگ شامل طول برگ (AL)، عرض برگ (WL)، فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده (WPL)، تعداد دندان (NT)، طول منقارک (DB)، عرض منقارک (WB)، تعداد دندان در ۲ سانتی‌متر (NT _{2cm})، حداکثر پهنای برگ (MWL)، طول دم‌برگ (PL) تعداد رگبرگ (VN)، عرض در ۰/۱ طول برگ (W _{0.1})، عرض در ۰/۹ طول برگ (W _{0.9})، مساحت برگ (LA)، نسبت طول برگ به عرض برگ (شکل برگ) (LS)، نسبت طول برگ به پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده (AL/WPL)، نسبت پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده به طول دم‌برگ (WPL/PL) و در بذر شامل وزن کل بذر (TW)، وزن پوسته خارجی (WS)، وزن مغز بذر (BW)، طول بذر (A) و عرض بذر (W) بودند. اندازه‌گیری صفات بر حسب

مورد با استفاده از کولیس و خطکش و هم‌چنین وزن بذور با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ انجام شد. از طرح آماری آشنیانه‌ای، آزمون دانکن و آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. نحوه پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات، تحلیل تشخیص و آنالیز خوشه‌ای نیز ارزیابی گردید.

یافته‌ها: نتایج آنالیز واریانس نشان داد که در بین جمعیت‌ها به‌جز صفات TW ، MWL ، NT ، BW سایر پارامترهای مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری را با یکدیگر نشان دادند. نتایج PCA نشان داد در بذر ۶۶/۷ درصد از واریانس‌ها را مؤلفه اول و در برگ ۹۶/۶۹ درصد از تغییرات را مؤلفه چهارم بیان می‌کند. نتایج تجزیه خوشه‌ای نشان داد سه جمعیت در سه گروه (خوشه) مجزا جای گرفتند. نتایج آنالیز تشخیص نشان داد صفات TW ، AL/WPL ، LS ، PL ، NT_{2cm} و WS صفات تفکیک‌کننده سه گونه هستند.

نتیجه‌گیری: به لحاظ شناسایی ساده، بذرهاى جنس ممرز از لحاظ ابعاد اختلاف معنی‌داری ندارند ولی از لحاظ برگ، گونه ممرز بزرگ‌ترین، لور کوچک‌ترین و گونه کچف حالت بینابینی را دارد. مطالعات ریخت‌شناسی این پژوهش با توجه به تفکیک کامل صفات، مستقل بودن گونه‌های ممرز، کچف و لور را تأیید می‌نماید. اگرچه هیبرید بودن کچف نیز می‌تواند محتمل باشد.

استناد: خوش‌اندام سروینه باغی، آزیتا، پیام‌نور، وحیده، نوده، ماریه، عالی‌شاه، عمران، جعفر آقایی، محمد (۱۴۰۰). ارزیابی و مقایسه ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ و بذر گونه‌های جنس ممرز در دو منطقه درازنو کردکوی و هزارجریب (استخرپشت) نکا مازندران. نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۲۸ (۴)، ۸۳-۹۹.

DOI: 10.22069/JWFST.2022.19127.1927



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

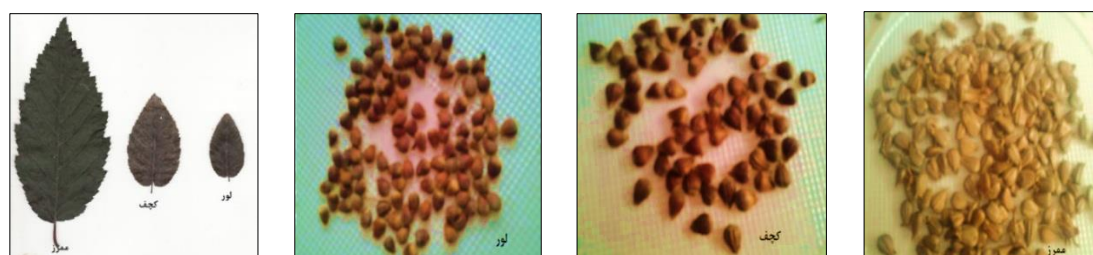
اهمیت جنگل‌های هیرکانی ایران از نظر تجاری و زیست‌محیطی ایجاب می‌کند که همواره اطلاعات دقیقی در مورد گونه‌های موجود داشته باشیم. ممرز یکی از ۶ جنس خانواده *Corylaceae* است که در آسیا، اروپا و شمال آمریکا پراکنش دارد. تنوع در این جنس زیاد بوده و ۳۵ گونه از آن شناسایی شده است (۱۱). تنوع بالای ریخت‌شناسی به علت وسعت رویشگاه و دو رگه‌های احتمالی سبب دشواری فراوان در رده‌بندی گونه‌های این جنس شده است (۴). سرده ممرز (*Carpinus* L.) از تاکسون‌های متداول جنگل‌های معتدله نیمکره شمالی است که سه گونه از آن (ممرز، لور و کچف) در جنگل‌های هیرکانی انتشار دارند (۳). این جنس از درختان جنگل‌های هیرکانی با دامنه بوم‌شناسی وسیع در شرایطی با نور کافی، خاک غنی و با زهکشی خوب رشد مناسبی دارند (۹). بنابراین، لزوم مطالعات کامل و گسترده در مورد تفکیک این گونه‌ها در جنگل‌های هیرکانی بیش از پیش احساس می‌شود. خصوصیات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیک همواره تحت تأثیر عوامل اقلیمی و اکولوژیکی می‌باشند؛ گونه‌های جنس ممرز نیز به دلیل پراکنش وسیع دست‌خوش تغییراتی در صفات ظاهری خود می‌شوند که شناسایی سریع گونه‌ها را کمی مشکل می‌سازد. به منظور حفاظت و مدیریت اصولی رویشگاه‌های گونه‌های جنس ممرز، شناسایی دقیق گونه‌ها، شناخت نیازهای بوم‌شناسی و مطالعه تنوع ژنتیکی آن مفید به نظر می‌رسد. به منظور برآورد تنوع ژنتیکی در گونه‌های گیاهی و مطالعات دقیق در مورد یک جنس خاص از نشانگرهایی استفاده شود تا بتوان آن جنس را با سایر جنس‌ها مقایسه کرد (۱۴). براساس تعریف، هر گونه علامتی را که بیانگر یک ویژگی خاص باشد می‌توان نشانگر نامید. نشانگرها در واقع ابزاری برای بررسی تفاوت‌ها و قرابت‌ها در

مطالعات سیستماتیک، اندازه‌گیری پارامترهای ژنتیکی و تعیین تنوع ژنتیکی هستند. نشانگرها خود به چهار دسته ریخت‌شناسی، بیوشیمیایی، مولکولی و سیتوژنتیکی تقسیم می‌شوند. در این میان صفات ریخت‌شناسی یکی از قدیمی‌ترین ابزارهای طبقه‌بندی گیاهان بوده‌اند. برگ و میوه و بذر به‌طور گسترده در این گونه بررسی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این نشانگرها چون در سطح ریخت ظاهر می‌شوند، نشانگرهای ریخت‌شناسی نامیده می‌شوند و بیش‌تر با صفاتی متناظر هستند که به‌صورت چشمی قابل رتبه‌بندی باشند (۲). صفات ریخت‌شناسی برگ، میوه و بذر نیز از اهمیت ویژه‌ای در رده‌بندی برخوردار هستند (۱۴). در این راستا مطالعات اندکی بر روی گونه‌های جنس ممرز انجام شده است. *Tsitsoni* و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی خواب بذر و نحوه شکستن خواب بذر جنس ممرز پرداختند. آن‌ها گونه ممرز را یک گونه کاملاً مجزا و گونه کچف و لور را گونه‌ای مجزا با شباهت‌های فراوان در نظر گرفتند (۱۳). نتایج بررسی تنوع ریخت‌شناسی برگ، میوه و براکته ممرز در شرایط جغرافیایی مختلف نشان داد که، در صفات ریخت‌شناسی برگ و دانه و براکته و شاتون گونه ممرز (*Carpinus betulus* L.) تنوع درون جمعیتی وجود دارد. هم‌چنین می‌توان از صفات طول برگ و وزن دانه به‌دلیل تأثیرپذیری کم‌تر از شرایط محیطی به‌عنوان صفات متمایزکننده در تفکیک گونه ممرز استفاده کرد (۱). مورفوتیپ‌های بذر و براکته ممرز *Carpinus betulus* L توسط *Chaplagh paridori* و همکاران (۲۰۱۲) بررسی شد و تنوع جمعیتی بالای این گونه در ایران تأیید شد (۶). چاپلاق پریدری و همکاران (۲۰۱۲)، به بررسی ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در جنس ممرز پرداختند و ضمن عدم تأیید کارایی ریخت‌شناسی برگ در تاکسونومی ممرز، بررسی ریز ریخت‌شناسی

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از برگ و بذر درختان جنس ممرز از دو منطقه درازنوی کردکوی در استان گلستان با ارتفاع متوسط ۳۵۰۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۵۷۰/۵ میلی‌متر و هزارجریب (استخریشت) نکا در استان مازندران با ارتفاع متوسط ۳۰۰۰ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه ۶۰۳ میلی‌متر به‌طور تصادفی از ۱۰ پایه گونه‌های ممرز، کچف و لور که دارای حداقل ۱۰۰ متر فاصله از هم بودند انجام گرفت. از هر پایه ۲۰ برگ و بذر جمع‌آوری و سپس با هم مخلوط گردید و از بین آن‌ها به‌طور تصادفی ۵ برگ و بذر (۷) جهت اندازه‌گیری‌ها انتخاب شد. برگ‌ها در تابستان پس از بلوغ کامل و بذرها در پاییز، قبل از رسیدن در حالی‌که باله‌ها هنوز نرم و قابل انعطاف بود جمع‌آوری شدند. صفات ریخت‌شناسی مورد بررسی در برگ و بذر در جدول ۱ نشان داده شده است. اندازه‌گیری‌ها با کولیس و خط‌کش و وزن‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ انجام شد.

بذر و براكته و هم‌چنین مطالعات مولكولی را برای تفكيك گونه‌ها از يكديگر پیشنهاد نمودند. این پژوهش‌گران بر عدم وجود تنوع در کرک گونه‌های ممرز که یک صفت تاکسونومیکی است اشاره کرده و هم‌چنین صفت روزنه را به عنوان صفات تشخیصی نمی‌پذیرند (۵). چاپلاق پریدری و همکاران (۲۰۱۲)، به بازننگری گونه‌های جنس ممرز در ایران براساس نشانگرهای مولكولی (ITS و trnh-psbA) پرداختند. براساس نتایج این پژوهش‌گران ممرزهای ایران شامل ممرزهای هیرکانی، ممرزهای ارسباران و لور می‌باشد. بر اساس نظر این پژوهش‌گران کچف به عنوان یک گونه مجزا مورد تأیید نیست (۴). برجی و همکاران (۲۰۱۸) کچف را یک عنصر دورگه معرفی کردند (۳). خوش‌اندام و همکاران (۲۰۱۶) در ارزیابی سیتوژنتیکی جنس ممرز نشان دادند که در گونه ممرز $2n=2x=8$ ، گونه لور $2n=4x=16$ و کچف $2n=6x=24$ می‌باشد و دورگه بودن لور را با توجه به عدد کروموزومی را محتمل دانستند (۸). پژوهش حاضر در صدد است تا در راستای شناسایی راحت‌تر گونه‌های ممرز، کچف و لور به ارزیابی ریخت‌شناسی برگ و بذر بپردازد.



شکل ۱- برگ و بذر گونه‌های ممرز، کچف و لور.

Figure 1. Leaves and seeds of *Carpinus betulus*, *Carpinus schuschaensis* and *Carpinus orientalis*.

جدول ۱- صفات ریخت‌شناسی برگ و بذر مورد بررسی در پژوهش حاضر.

Table 1. Leaf and seed morphological traits studied in the present study.

صفات مورد بررسی Studied traits	حروف اختصاری معرف صفت Acronym for traits	صفات مورد بررسی Studied traits	حروف اختصاری معرف صفت Acronym for traits
عرض در ۰/۹ طول برگ width at 0.9 leaf length	W0.9	طول برگ leaf length	AL
مساحت برگ leaf area	LA	عرض برگ leaf width	WL
نسبت طول برگ به عرض برگ یا شکل برگ the ratio of leaf length to leaf width -leaf shape	LS	فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده distance from the widest part of the leaf to the base	WPL
نسبت طول برگ به پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده the ratio of leaf length to the widest part of the leaf to the base	AL/WPL	تعداد دندان number of teeth	NT
نسبت پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده به طول دم‌برگ the ratio of the widest part of the leaf to the base to the length of the petiole	WPL/PL	طول منقارک beak length	DB
وزن کل بذر weight of seeds	TW	عرض منقارک beak width	WB
وزن پوسته خارجی outer shell weight	WS	تعداد دندان در ۲ سانتی‌متر انتهایی number of teeth in 2 cm	NT _{2cm}
وزن مغز بذر seed kernel weight	BW	حداکثر پهنای برگ maximum leaf width	MWL
طول بذر seed length	A	طول دم‌برگ petiole length	PL
عرض بذر seed width	W	تعداد رگبرگ number of veins	VN
		عرض در ۰/۱ طول برگ width in 0.1 leaf length	W0.1

توجیه می‌کند انجام شد. به‌منظور تأیید صحت گروه‌بندی از تحلیل تشخیص استفاده شد (۱۲). با استفاده از آنالیز خوشه‌ای (روش Ward) پایه‌های مورد بررسی، در خوشه‌های مختلف از یکدیگر تفکیک شدند. هم‌چنین با استفاده از تحلیل تشخیص، صحت اختصاص پایه‌های درختی در خوشه‌های تشکیل شده مورد بررسی قرار گرفت (۱۲) و نقش هر یک از صفات در تمایز خوشه‌ها از یکدیگر به وسیله سنجش‌های چند متغیره تعیین شدند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه مشخصه‌های برگ و بذر درون جمعیت‌ها و بین جمعیت‌ها از طرح آماری آشیانه‌ای و برای مقایسات چندگانه در بین جمعیت‌ها از آزمون دانکن استفاده شد (۱۲). با آنالیز تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مهم‌ترین فاکتورهای تأثیرگذار بر تفکیک سه گونه موردنظر تعیین و در قالب فاکتورهای اولیه که توجیه‌کننده حداکثر واریانس بوده استخراج شدند، پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات حاصل از دو محور اولیه که بیش‌ترین واریانس‌ها را

نتایج و بحث

بررسی تنوع و تعیین قرابت ژنتیکی بین ارقام و توده‌ها به وسیله شاخص‌های ریخت‌شناسی، یکی از راه‌های بررسی تنوع ژنتیکی به منظور انجام مطالعات اصلاحی می‌باشد.

بررسی صفات ماکرومورفولوژیک بذر: نتایج تجزیه واریانس طرح آشیانه‌ای صفات مطالعه شده نشان داد که بین و درون جمعیت‌ها دو صفت طول و عرض بذر در سطح احتمال ۹۹ درصد اختلاف معنی‌دار داشته و سایر صفات مورد بررسی غیرمعنی‌دار هستند (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس طرح آشیانه‌ای صفات بذر.

Table 2. Nested ANOVA design of seed traits.

درخت	جمعیت	صفات	درخت	جمعیت	صفات
Tree	Population	Traits	Tree	Population	Traits
0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}	BW	3.071 ^{**}	0.468 ^{**}	A
0.040 ^{ns}	0.043 ^{**}	WS	2.821 ^{**}	0.341 ^{**}	W
			0.055 ^{ns}	0.057 ^{ns}	TW

^{**} معنی‌دار در سطح احتمال ۹۹ درصد، ^{ns} غیرمعنی‌دار

^{ns} no Significant, ^{**} Significant at P = 0.1

به ترتیب در درختان ممرز < لور < کچف بوده است. (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که صفت طول بذر به ترتیب در درختان ممرز < کچف < لور و عرض بذر

جدول ۳- مقایسات چندگانه صفات مورد مطالعه بذر با استفاده از آزمون دانکن.

Table 3. Multiple comparisons of seed traits using Duncan test.

لور	کچف	ممرز	صفات	لور	کچف	ممرز	صفات	میانگین
<i>C. orientalis</i>	<i>C. schuschaensis</i>	<i>C. betulus</i>	Traits	<i>C. orientalis</i>	<i>C. schuschaensis</i>	<i>C. betulus</i>	Traits	Mean
0.0382 ^a	0.0443 ^a	0.0842 ^a	BW	2.4420 ^c	2.5300 ^b	6.2540 ^a	A	میانگین Mean
0.000099	0.000202	0.000744		0.5722	0.49148	0.91339		انحراف معیار Standard deviation
0.1526 ^a	0.169 ^a	0.190 ^a	WS	1.5420 ^b	1.4600 ^c	4.8170 ^a	W	میانگین Mean
0.002070	0.00178	0.00230		0.48659	0.35786	0.75924		انحراف معیار Standard deviation
				0.1908 ^a	0.2133 ^a	0.269 ^a	TW	میانگین Mean
				0.002147	0.001798	0.003066		انحراف معیار Standard deviation

حاصل از تحلیل تشخیص نشان می‌دهد که این تابع ۶۶/۷ درصد کل اختلافات را منعکس می‌کند. از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در تفکیک گونه‌های متعددی استفاده شده است که می‌توان به پژوهش پیام‌نور و همکاران (۲۰۱۹)، در بررسی تنوع صفات ماکرومورفولوژیک بذر در سه جمعیت جنس توس در ایران اشاره کرد که بر خلاف پژوهش حاضر، طول بذر، طول بال‌های بذر و عرض بال‌های بذر بیش‌ترین نقش را در گروه‌بندی پایه‌ها و تفکیک جمعیت‌ها داشتند (۱۰).

نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی بیانگر آن است که ۶۶/۷ درصد واریانس‌ها در مؤلفه اول و ۶۰ درصد در مؤلفه دوم توجیه شده‌اند. در رابطه با این فاکتور صفاتی مانند وزن بذر، وزن پوسته چوبی و وزن مغز بذر بیش‌ترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا می‌باشند (جدول ۴). نتایج تحلیل تابع تشخیص (جدول ۵) نشان می‌دهد که صفات وزن کل بذر، وزن پوسته چوبی و وزن مغز بذر نقش مؤثری بر تفکیک جمعیت‌ها دارا می‌باشند؛ تابع اول تحلیل تشخیص ۱۰۰ درصد تغییرات را نشان می‌دهد. پخش جمعیت‌های مورد مطالعه بر فضای این تابع اول

جدول ۴- ریشه مخفی صفات بذر در یک مؤلفه.

Table 4. The hidden data of seed traits in one component.

مؤلفه اول The first component	صفات Traits	مؤلفه اول The first component	صفات Traits
0.944	WS	0.543	A
3.421	مقادیر ویژه Eigenvalues	-	W
66.7	واریانس توجیحی Explanatory variance	0.944	TW
99.871	واریانس تجمعی Cumulative variance	0.990	BW

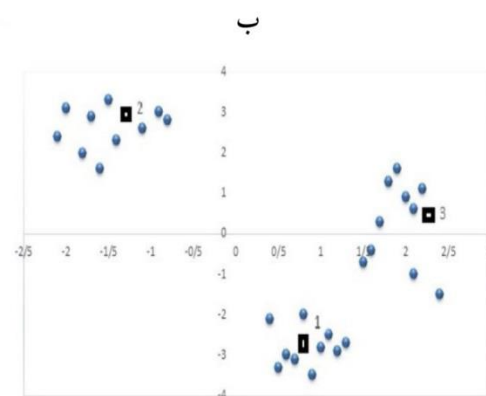
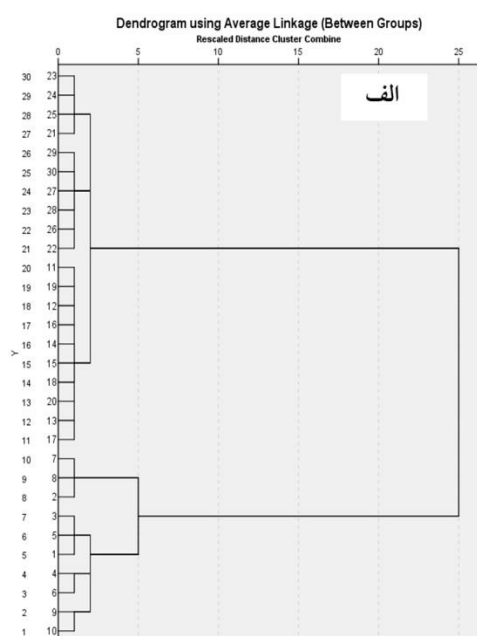
جدول ۵- ضرایب استاندارد شده تابع تشخیص.

Table 5. Standardized coefficients of the discriminant function.

تابع اول The first function	صفات Traits	تابع اول The first function	صفات Traits
2.616	مقادیر ویژه Eigenvalues	-0.238	TW
66.7	واریانس توجیحی Explanatory variance	-0.098	BW
		-0.237	WS

را به دلیل تأثیرپذیری کم‌تر از شرایط محیطی به عنوان صفات متمایزکننده در تفکیک گونه ممرز *Carpinus betulus* L معرفی نمودند (۱). میزان مطابقت تحلیل تشخیص با گروه‌بندی درختان براساس جمعیت‌ها حدود ۶۶/۷ درصد قابل تأیید است، به طوری که از ۱۰ پایه درختی مورد مطالعه از گونه ممرز همه پایه‌ها درون گروه ممرز و در مورد کچف و لور از ۱۰ پایه درختی ۵ پایه درون گونه خود قرار گرفته است (جدول ۶).

تجزیه خوشه‌ای بر اساس خصوصیات بذر انجام گرفت. پایه‌ها در سه گروه (خوشه) مجزا جای گرفتند (شکل ۲-الف). در گروه اول پایه‌های ممرز، در گروه دوم پایه‌های درختی کچف و در گروه سوم پایه‌های درختی لور قرار دارند. نتایج تحلیل تابع تشخیص نشان می‌دهد که صفات وزن کل بذر، وزن پوسته چوبی و وزن مغز بذر نقش مؤثری بر تفکیک جمعیت‌ها دارند. آخوندنژاد همکاران (۲۰۱۰) از بین صفات مختلفی که اندازه‌گیری کردند وزن دانه



شکل ۲-الف. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر مبنای میانگین صفات بذر، پایه‌های شماره ۱ تا ۱۰ از جمعیت ممرز؛ پایه‌های شماره ۱۱ تا ۲۰ از جمعیت کچف؛ از پایه‌های شماره ۲۱ تا ۳۰ جمعیت لور ب. پراکنش پایه‌های درختی جمعیت‌های مورد مطالعه بر اساس مؤلفه اول حاصل از آنالیز تشخیص.

Figure 2. a. Dendrogram of cluster analysis using mean seed traits, number 1 to 10: *C. betulus*, number 11 to 20: *C. schuschaensis*, number 21 to 30: *C. orientalis* b. Ordination of tree specimens of studied populations based on the first component of discriminant analysis.

جدول ۶- نتایج حاصل از تحلیل تشخیص.

Table 6. Results of discriminant analysis.

کل Total	لور <i>C. orientalis</i>	کچف <i>C. schuschaensis</i>	ممرز <i>C. betulus</i>	
10	-	-	10	ممرز <i>C. betulus</i>
10	5	5	-	کچف <i>C. schuschaensis</i>
10	5	5	-	لور <i>C. orientalis</i>
66/7	50	50	100	درصد صحت گروه‌بندی گونه % of species grouping accuracy

طول دمبرگ (PL)، طول منقارک (DB)، عرض منقارک (WB)، تعداد دندان در ۲ سانتی‌متر طول برگ (NT_{2cm})، عرض برگ در ۰/۹ طول آن (W_{0.9})، شکل برگ (AL/WL) و مساحت برگ (LA) به ترتیب در جمعیت ممرز < کچف < لور می‌باشد (جدول ۸).

بررسی صفات ماکرومورفولوژیک برگ: جدول ۷ نتایج تجزیه واریانس طرح آشیانه‌ای بر اساس صفات مطالعه شده و جدول ۸ مقایسه میانگین‌ها را نشان می‌دهد. چنانچه مشخص است در اکثر صفات شامل طول برگ (AL)، عرض برگ (WL)، پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده (WPL)، تعداد دندان (NT)،

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس طرح آشیانه‌ای صفات برگ.

Table 7. Nested ANOVA design of studied leaf traits.

صفات Traits	جمعیت Population	درخت Tree	صفات Traits	جمعیت Population	درخت Tree	صفات Traits	جمعیت Population	درخت Tree
AL	1.720**	11.463 ^{ns}	NT _{2CM}	1.441**	6.159 ^{ns}	W _{0.9}	0.126**	0.787**
WL	0.306**	2.072**	MWL	0.323 ^{ns}	2.053**	LA	1.124**	7.146 ^{ns}
WPL	0.347**	2.064**	PL	2.967**	34.436 ^{ns}	LS	0.054**	0.025**
NT	15.170 ^{ns}	15.175 ^{ns}	VN	1.237**	0.179 ^{ns}	AL/WPL	0.631**	0.041**
DB	1.141**	6.818 ^{ns}	W _{0.1}	0.053**	0.209**	WPL/AL	0.631**	0.041**
WB	0.346**	0.330**						

**، * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد، ^{ns} غیرمعنی‌دار

^{ns} no Significant, **Significant at P = 0.1 and *Significant at P = 0.5

جدول ۸- نتایج مقایسات چندگانه صفات مورد مطالعه برگ با استفاده از آزمون دانکن.

Table 8. Multiple comparisons of leaf traits using Duncan test.

لور <i>C. orientalis</i>	کچف <i>C. schuschaensis</i>	ممرز <i>C. betulus</i>	صفات Traits	لور <i>C. orientalis</i>	کچف <i>C. schuschaensis</i>	ممرز <i>C. betulus</i>	صفات Traits	
4.8000 ^c	7.9000 ^b	16.2000 ^a	PL	4.2000 ^c	5.27000 ^b	10.5700 ^a	AL	میانگین Mean
0.78881	1.66333	34758.2		40277.0	59638.0	15461.2		انحراف معیار Standard deviation
10.5000 ^a	10.400 ^a	10.7322 ^a	VN	2.4300 ^c	2.8900 ^b	5.1400 ^a	WL	میانگین Mean
1.17851	1.10050	1.05409		0.41913	0.56263	0.65184		انحراف معیار Standard deviation
0.9200 ^a	1.0800 ^a	1.1900 ^a	W _{0.1}	1.3600 ^c	1.4300 ^b	4.0300 ^a	WPL	میانگین Mean
0.12293	0.14757	0.35103		0.47188	0.34577	0.53763		انحراف معیار Standard deviation
1.9000 ^c	2.4100 ^b	3.6400 ^a	W _{0.9}	33.6000 ^b	27.2000 ^c	34.8000 ^a	NT	میانگین Mean
0.26247	0.33149	0.44522		2.98887	3.25918	5.09466		انحراف معیار Standard deviation
154.09680 ^c	155.34860 ^b	159.26170 ^a	LA	2.1400 ^c	3.0300 ^b	7.0800 ^a	DB	میانگین Mean
0.502518	0.720239	1.612327		0.56214	0.87184	1.53174		انحراف معیار Standard deviation
1.7300 ^c	1.8300 ^b	2.0700 ^a	LS	3.5200 ^b	3.1100 ^c	4.3000 ^a	WB	میانگین Mean
0.20575	0.25841	0.231118		0.65963	0.65226	0.42164		انحراف معیار Standard deviation
2.5460 ^a	2.5200 ^a	2.5300 ^a	AL/ WPL	2.1400 ^c	3.0300 ^b	7.0800 ^a	NT _{2CM}	میانگین Mean
1.23673	0.51597	0.31287		1.41814	1.07497	1.07494		انحراف معیار Standard deviation
0.2400 ^a	0.2400 ^a	0.2500 ^a	WPL/ AL	3.5200 ^a	3.1100 ^a	4.3000 ^a	MWL	میانگین Mean
0.06992	0.05164	0.05270		0.33813	0.35298	0.3844		انحراف معیار Standard deviation

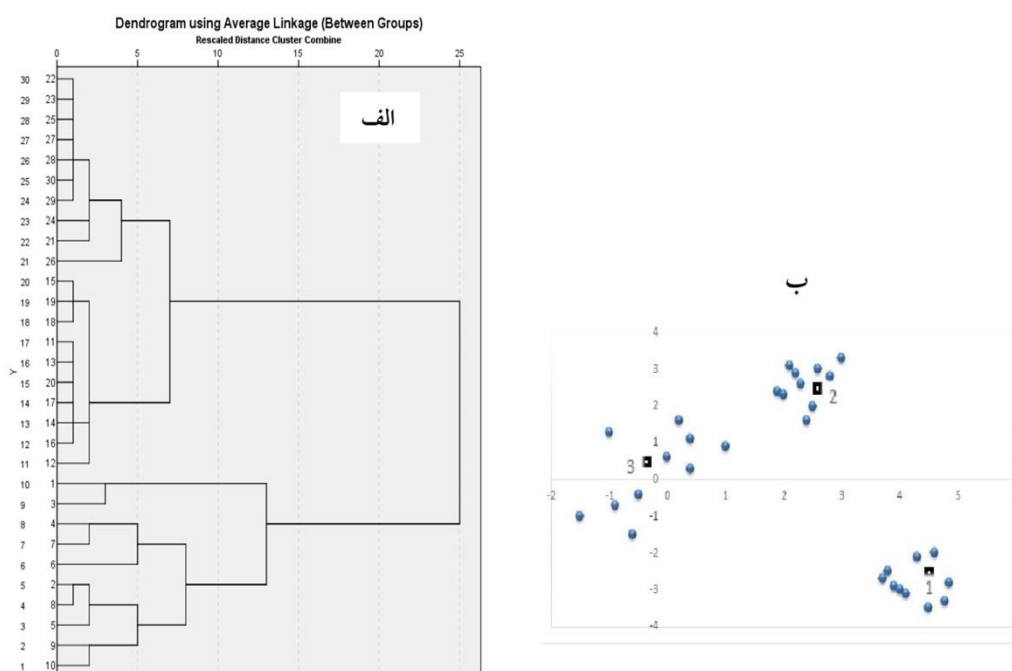
برگ انجام گرفت که نتایج آن با تفکیک پایه‌ها بر اساس پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات مطابقت دارد؛ به طوری که پایه‌های سه جمعیت در سه گروه (خوشه) مجزا جای گرفتند. در گروه اول پایه‌های گونه ممرز، در گروه دوم پایه‌های درختی گونه لور و پایه شماره ۱۲ از گونه کچف، گروه سوم پایه‌های درختی کچف بجز پایه شماره ۱۲ قرار گرفته‌اند. در بررسی تنوع صفات ماکرومورفولوژیک بذر در سه جمعیت جنس توس در ایران نیز پایه‌های درختی هر جمعیت، درون خوشه‌های مربوط به خود آن جمعیت قرار گرفتند و صفات طول برگ، طول دمبرگ، فاصله پایه برگ تا پهن‌ترین نقطه برگ، فاصله بین رگبرگ دوم و سوم، میانگین فاصله بین رگبرگ‌ها، نسبت طول دمبرگ به طول برگ، عرض برگ در ۰/۹ طول برگ، تعداد دندانان بین دومین و سومین رگبرگ و شکل نوک برگ بیش‌ترین نقش را در گروه‌بندی پایه‌ها و تفکیک جمعیت‌ها داشتند (۱۰).

نتایج تجزیه مؤلفه‌های اصلی بیانگر آن است که حدود ۹۶/۶۹ درصد واریانس‌ها در چهار مؤلفه اول توجیه شده‌اند. به طوری که سهم فاکتور اول ۳۷ درصد، فاکتور دوم ۲۵/۶۸ درصد، فاکتور سوم ۱۷/۹۸ درصد و فاکتور چهارم ۱۶/۰۳۳ درصد بوده است. در رابطه با فاکتور اول صفاتی مانند تعداد رگبرگ، تعداد دندانان، عرض منقارک، حداکثر پهنای برگ، شکل برگ، عرض برگ در ۰/۹ طول آن و نسبت طول برگ به پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده بیش‌ترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا می‌باشند. در فاکتور دوم تعداد رگبرگ، تعداد دندانان، عرض منقارک، حداکثر پهنای برگ، شکل برگ. نسبت طول برگ تا پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده بیش‌ترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا می‌باشند. در تبیین مؤلفه سوم و چهارم صفات تعداد دندانان بیش‌ترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا می‌باشند. در تأیید پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات، تجزیه خوشه‌ای براساس خصوصیات

جدول ۹- ریشه‌های مخفی صفات برگ در چهار مؤلفه اول.

Table 9. The hidden data of leaf traits in the first four components.

صفات Traits	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second Component	مؤلفه سوم Third component	مؤلفه چهارم Fourth component	صفات Traits	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second Component	مؤلفه سوم Third component	مؤلفه چهارم Fourth component
AL	0.502	0.433	0.323	0.312	PL	-	-	-	-
WL	0.787	0.580	0.271	0.221	VN	0.991	0.908	0.851	0.851
WPL	0.783	0.761	0.551	0.348	W _{0.1}	0.891	0.798	0.711	0.705
NT	0.993	0.936	0.934	0.932	W _{0.9}	0.924	0.666	-	-
DB	0.824	0.760	0.758	0.715	LA	0.555	0.483	0.319	0.306
WB	0.995	0.968	0.867	0.836	LS	0.971	0.940	0.871	0.867
NT _{2CM}	0.869	-	-	-	AL/WPL	0.988	0.978	0.790	0.382
MWL	0.971	0.917	0.724	-	WPL/AL	0.871	0.871	0.333	-
مقادیر ویژه Eigenvalues	10.839	7.524	5.268	4.697					
واریانس توجیحی Explanatory variance	37	25.68	17.98	168.33	واریانس تجمعی Cumulative variance	37	62.68	80.66	96.69



شکل ۳- الف. ندرোগرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر مبنای میانگین صفات برگ، پایه‌های شماره ۱ تا ۱۰ جمعیت ممرز؛ پایه‌های شماره ۱۱ تا ۲۰ از جمعیت کچف؛ از پایه‌های شماره ۲۱ تا ۳۰ جمعیت لور. ب. پراکنش پایه‌های درختی جمعیت‌های مورد مطالعه براساس دو مؤلفه اول حاصل از تحلیل تشخیص.

Figure 3. a. Dendrogram of cluster analysis using mean leaf traits, number 1 to 10: *C. betulus*, number 11 to 20: *C. schuschaensis*, number 21 to 30: *C. orientalis* b. Ordination of tree specimens of studied populations based on the first two component of discriminant.

طول برگ و عرض برگ در $0/9$ طول برگ بیش‌ترین نقش را در این تابع دارا می‌باشند (جدول ۱۰). میزان مطابقت تحلیل تشخیص با گروه‌بندی درختان براساس جمعیت‌ها حدود $96/7$ درصد قابل تأیید است، به طوری که از ۱۰ پایه درختی مورد مطالعه از گونه ممرز همه پایه‌ها درون گروه ممرز قرار گرفت و در مورد کچف از ۱۰ پایه درختی همه پایه‌ها درون گونه کچف و در مورد کچف از ۱۰ پایه درختی ۹ پایه درون خود گونه کچف و ۱ پایه درون گونه لور قرار گرفته است (جدول ۱۰). پخش پایه‌های درختی در فضای دو تابع اول که 100 درصد تغییرات را توجیه می‌کند، درختان سه گونه مورد مطالعه را به وضوح تفکیک نموده است (شکل ۳- ب). آخوندنژاد و همکاران (۲۰۱۰) طول برگ را به عنوان صفت

نتایج تحلیل تابع تشخیص نشان می‌دهد که صفاتی مانند طول دم‌برگ، تعداد دندانه در 2 سانتی‌متر از طول برگ، عرض برگ در $0/9$ طول برگ و نسبت پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده به طول دم‌برگ نقش مؤثری بر تفکیک جمعیت‌ها دارا می‌باشند، و دو تابع اول تحلیل تشخیص 100 درصد تغییرات را نشان می‌دهند، پخش جمعیت‌های مورد مطالعه بر فضای دو تابع اول حاصل از تحلیل تشخیص نشان می‌دهد که اولین تابع $65/4$ درصد کل اختلافات را منعکس می‌کند. ضرایب استاندارد شده تابع اول برای طول دم‌برگ و تعداد دندانه در 2 سانتی‌متر از طول برگ بالاترین مقدار را نشان می‌دهد. و تابع دوم $34/6$ درصد کل واریانس‌ها را پوشش می‌دهد، و در این تابع تعداد دندانه در 2 سانتی‌متر از

۱۶) احتمال هیبرید بودن کچف را مطرح نموده است (۸). در بررسی تنوع صفات ماکرومورفولوژیک برگ در سه جمعیت جنس توس در ایران نیز پایه‌های درختی هر جمعیت، درون خوشه‌های مربوط به خود آن جمعیت قرار گرفتند و صفات طول برگ، طول دم‌برگ، فاصله پایه برگ تا پهن‌ترین نقطه برگ، فاصله بین رگبرگ دوم و سوم، میانگین فاصله بین رگبرگ‌ها، نسبت طول دم‌برگ به طول برگ، عرض برگ در ۰/۹ طول برگ، تعداد دندان‌ها بین دومین و سومین رگبرگ و شکل نوک برگ بیش‌ترین نقش را در گروه‌بندی پایه‌ها و تفکیک جمعیت‌ها داشتند.

متمايزکننده در تفکیک گونه *Carpinus betulus* L معرفی نموده‌اند (۱). چاپلاق پریدری و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در جنس ممرز، بررسی و کارایی ریخت‌شناسی برگ را در تاکسونومی تأیید نکردند که مغایر نتایج پژوهش حاضر است (۵). در عین حال در بررسی گونه‌های جنس ممرز ایران براساس نشانگرهای مولکولی، گونه کچف به عنوان یک گونه مجزا مورد تأیید قرار نگرفت (۴) که با پژوهش حاضر که سه گونه به راحتی تفکیک شدند مغایر است. مطالعات سیتوژنتیکی این سه گونه نیز به دلیل سطح پلوئیدی بینایی در کچف (2n) در ممرز ۸، لور ۲۴ و کچف

جدول ۱۰- ضرایب استاندارد شده تابع تشخیص.

Table 10. Standardized coefficients of the discriminant function.

تابع دوم The second function	تابع اول The first function	صفات Traits	تابع دوم The second function	تابع اول The first function	صفات Traits
0.641	0.792	WPL/PL	0.321	1.509	PL
0.865	2.616	مقادیر ویژه eigenvalues	1.040	1.082	NT _{2CM}
34.6	65.4	واریانس تریجیحی Explanatory variance	1.297-	-0.767	W _{0.1}

جدول ۱۱- نتایج حاصل از تحلیل تشخیص.

Table 11. Results of discriminant analysis.

کل Total	لور <i>C. orientalis</i>	کچف <i>C. schuschaensis</i>	ممرز <i>C. betulus</i>	
10	-	-	10	ممرز <i>C. betulus</i>
10	-	10	-	کچف <i>C. schuschaensis</i>
10	9	1	-	لور <i>C. orientalis</i>
96.7	96.7	100	100	درصد صحت گروه‌بندی گونه % of species grouping accuracy

نتیجه‌گیری کلی

به لحاظ شناسایی ساده، بذره‌های جنس ممرز از لحاظ ابعاد اختلاف معناداری ندارند ولی از لحاظ برگ، گونه ممرز بزرگ‌ترین، لور کوچک‌ترین و گونه کچف حالت بینابینی را داد. مطالعات ریخت‌شناسی این پژوهش با توجه به تفکیک کامل صفات، مستقل بودن گونه‌های ممرز، کچف و لور را تأیید می‌نماید.

اگرچه هیبرید بودن کچف نیز می‌تواند محتمل باشد. صفات تعداد دندان در ۲ سانتی‌متر انتهایی، طول دم‌برگ، شکل برگ، نسبت طول برگ به پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده، وزن کل بذر، وزن پوسته خارجی و وزن مغز بذر صفات تفکیک‌کننده سه گونه هستند.

منابع

1. Akhondnezhad, S., Nejad Sattari, T., Sattarian, A., Asri, Y., and Bagerieh Najar, M. 2010. The Survey of diversity in leaf, breack and fruit morphological characters of *Carpinus betulus* in various geographical conditions. J. of plant environmental physiology. 5: 3. 64-73. (In Persian)
2. Asadi, F. 2001. Genetic diversity and its structure within and between plant communities of different poplar species and interbreeding between native and non-native cultivars. Ph.D. Thesis of Forest Science. Trabiati Modares University. 258p.
3. Borji, M., Ravanbakhsh, H., Hamzeh'ee, B., Amiri, M., and Kianian, M.K. 2018. A comparison of environmental and vegetation variables between *Carpinus betulus* and *C. × schuschaensis* stands in Naghibdeh and Mazdeh forests (Sari, Mazandaran) and introducing a new hornbeam association. Iranian J. of Forest and Poplar Research. 26: 2. 189-201. (In Persian)
4. Chapolagh Paridari, I., Jalali, Gh., Sonboli, A., and Zarafshar, M. 2012. Revision of Iranian *Carpinus* species using of molecular markers (nrDNA ITS and trnH-psbA). Iranian J. of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research. 20: 1. 1-13. (In Persian)
5. Chapolagh Paridari, I., Jalali, Gh., Sonboli, A., and Zarafshar, M. 2012. Leaf, stomata and trichome morphology of the species in *Carpinus* Genus. Taxonomy and Biosystematics J. 4: 10. 11-26. (In Persian)
6. Chapolagh Paridari, I., Jalali, G.H., Sonboli, A., and Zarafshar, M. 2012. Seed and bract morphotypes of *Carpinus betulus*. J. of Applied Biology. 25: 1. 17-32.
7. Espahbodi, K., Mirzaiee, H., Tabari, M., Akbarinia, M., and Dehghan Shooraki, Y. 2006. Investigation of genetic variation of wild service (*Sorbus torminalis* (L) Crantz), using morphological analysis of fruits and leaves. Pajouhesh va sazanegi. 72: 44-57.
8. Khoshandam Sarvineh Baghi, A., Payamnoor, V., Alishah, O., and Aghari, J. 2016. Morphological and cytogenetic (chromosome number and chloroplast in stomatal guard cells) assessment of DNA content in the Hornbeam (*Carpinus*) genus. M.Sc. in silviculture and forests Ecology. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 92p. (In Persian)
9. Payamnoor, V., Sattarian, A., Kordalivand, A., Mohammadi, J., Mohammadzade, A., and Zare, H. 2019. Variation of macromorphological traits of leaf and seed in three populations of *Betula* species. Forest and Wood Products. 71: 4. 289-302.
10. Sabeti, H. 2002. Forests, trees and shrubs of Iran. Yazd Univ. Press. Yazd, Iran, 810p. (In Persian)
11. Sattarian, A., Zarafshar, M., and Babaie Sustain, F. 2011. Leaf morphological variability between natural populations of *Quercus castaneifolia* and *Q. macronthera* in Caspian forest. Taxonomy and Biosystematics. 3: 6. 25-34.

12. Tsitsoni, T., Tsakalimi, M., and Tsouri, C. 2013. Seed treatments to break dormancy and stimulate germination in *Ceress iliquastrum L.* and *Carpinus orientalis* Mill. African J. of Agricultural Research. 8: 35. 4501-4505.
13. Wang, Y.F., Ferguson, K.D., Zetter, R., Denk, T., and Garfi, G. 2001. Leaf architecture and epidermal characters in *zilkova, Ulmaceae*. Botanical J. of the Linnean society. 136: 255-256.

