



# ماسه‌زارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل با رُستنی‌های متنوع در شمال آران و بیدگل (استان اصفهان)

حسین بتولی<sup>\*۱</sup>

چکیده

تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌بلند آران و بیدگل، به مساحت تقریبی ۱۶۸۰۰۰۰ هکتار، در شمالی‌ترین منطقه استان اصفهان قرار گرفته است. در این گستره شنزار، انواع تپه‌های ماسه‌ای طولی، عرضی، ستاره‌ای و بارخان توزیع شده‌اند. ساختار کلی خاک منطقه، بیشتر شنی سبک و در برخی نقاط توأم با ذرات گچ و کوآرتز است. پهنه ماسه‌ای ریگ‌بلند به شکل نعل اسب از منطقه مرنجاب آغاز شده و تا شمال شهر آران و بیدگل امتداد یافته است، سپس، به طرف شرق تا شمال شهر ابوزیدآباد گسترش می‌یابد. تپه‌های شنی ریگ‌بلند، از بزرگ‌ترین ماسه‌زارهای استان اصفهان و پنجمین شنزار بزرگ در بیابان‌های کشور است. این منطقه در محدوده ارتفاعی حداقل ۷۸۰ متر و حداکثر ۱۱۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه، ۱۲۰ میلی‌متر است که بیش از ۵۰ درصد از آن در فصل زمستان روی می‌دهد. میانگین درجه حرارت مطلق سالیانه، بین ۱۳- تا ۴۸+ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. گستردگی تپه‌های شنی این پهنه بیولوژیک، دارای جاذبه‌های طبیعی منحصربه‌فردی است که به‌ویژه طی دو دهه اخیر، مورد علاقه بسیاری از طبیعت‌گردان قرار گرفته است. پوشش گیاهی این منطقه از نظر حاکمیت شرایط بوم‌شناسی ویژه بیابان، بیشتر شامل گیاهان یک‌ساله و زودگذر بهاره، گونه‌های بوته‌ای چندساله و پایا و درختچه‌های بادوام و بردبار در برابر انواع تنش‌های محیطی است. تنوع گونه‌ای گیاهان بومی مستقر در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند، نیازمند برنامه‌ریزی‌های مدونی در رابطه با حفاظت از رستنی‌های این زیست‌بوم در آینده است.

واژه‌های کلیدی: ریگ‌بلند، تپه‌های شنی، گیاهان مقاوم به خشکی، بیابان، فرسایش بادی.

## Rig Boland sand dunes with diverse plants in the northern part of Aran & Bidgol (Isfahan province)

H. Batooli\*

### Abstract

The Aran and Bidgol Rig Boland dunes with approximately 168,000 hectares are located in the northernmost region of Isfahan province. In this region, different types of linear, transverse, stellar, and Barkhan dunes are distributed. The general structure of dunes is mainly light sandy, and in some places, it is accompanied by gypsum and quartz particles. The Rig Boland is in a horseshoe shape, starting from the Marnjab region, and extends to the north of Aran and Bidgol city. The Rig Boland is the largest sand field in Isfahan province and the eighth largest dune in the country. The altitude range of this region is at least 780 meters and at most 1100 meters above sea level. The average annual rainfall is 120 mm, which is more than 50% of the precipitation that occurs in winter. The average annual absolute temperature fluctuations are between -13 to +48 °C. The expanse of dunes of this biological zone has unique natural attractions that have been of interest to nature lovers, especially during the last two decades. The plant vegetation of this region, due to the dominance of special desert ecological conditions, often includes annual and short-lived spring plants, perennial bush plants, and durable and tolerant shrubs against various environmental stresses. The species diversity of native plants located in the Rig Boland dunes reveals the need for codified planned planning to protect the plants of this ecosystem for the future.

**Keywords:** Rig Boland, sand dunes, drought-tolerant plants, desert, wind erosion.

\* دانشیار پژوهش، باغ گیاه‌شناسی کاشان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: Ho\_Batooli@yahoo.com

\*Associate Prof., Kashan Botanical Garden, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. Ho\_Batooli@yahoo.com



مقدمه

بخش وسیعی از ریگزارهای جهان در نیمه شرقی مناطق خشک کره زمین مانند صحرای آفریقا، کشورهای عربی، ایران، آسیای مرکزی، استرالیا و آفریقای جنوبی قرار دارند و حدود ۲۰ تا ۴۵ درصد از سرزمین‌های خشک جهان را در بر گرفته‌اند (Goudie & Seely, 2011).

ماسهزارهای بزرگ جهان، بیشتر در مناطقی تشکیل می‌شوند که از یک سو نیروی باد توانایی حمل ذرات را داشته و از سوی دیگر، مقادیر کافی ماسه مهیا باشد (Lancaster, 1995). شکل‌گیری اغلب تلماسه‌ها و تپه‌های شنی، بیشتر در حاشیه دق‌های بیابانی، دشت‌های رسوبی و سیلابی و در مجاورت چاله‌های بیابانی است (عباسی، ۱۴۰۰). محمودی (۱۳۸۱) مساحت ریگزارهای ایران را ۳۰۵۳۸۰۵۰۰ هکتار برآورد کرده که بیش از دو درصد مساحت کل کشور را به خود اختصاص داده است. به استناد بررسی‌های Ehlers (1980)، مساحت ماسهزارهای استان اصفهان ۶۰۱۰۰۰۰۰ هکتار است. این در حالی است که براساس مطالعات محمودی (۱۳۸۱) و سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور (۱۳۹۷)، وسعت تپه‌های شنی استان اصفهان به ترتیب ۵۵۵۰۱۳۴ و ۷۹۷۰۰۰۸ هکتار بوده است. عباسی (۱۳۹۲)، وسعت انباشت‌های ماسه‌ای استان اصفهان را ۶۳۵۰۰۴۷ هکتار تخمین زده است، استان اصفهان بعد از استان‌های سیستان و بلوچستان و کرمان، به‌عنوان سومین استان کشور است که بیش از ۱۳/۴ درصد از کل ماسهزارهای بیابانی ایران را در خود جای داده است.

عباسی (۱۴۰۰)، مساحت تحت پوشش دو ماسهزار ریگ‌بلند آران و بیدگل و ریگ دق‌سرخ، واقع در بیابان‌های استان اصفهان را بیش از ۲۰۱۳۴۷ هکتار اعلام کرد که به‌عنوان هشتمین ریگزار مهم کشور تلقی می‌شود. منبع اصلی تلماسه‌های این ریگزار، که ۴/۲ درصد از سطح کل تپه‌های ماسه‌ای کشور را به خود اختصاص داده است، حاصل از رسوبات حاشیه مسیله و کوهستان‌های اطراف آن است.

ماسهزارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل ازجمله ریگزارهای گسترده و شاخص بیابان‌های مرکزی کشور قلمداد می‌شود که به‌عنوان بزرگ‌ترین «ارگ» بیابانی، در شمال استان اصفهان قرار دارد. این پهنه شنی به‌صورت نواری که در اصطلاح محلی به «بندریگ» یا «نوار ریگ‌بلند» شناخته می‌شود، در فاصله ۲۰ کیلومتری شمال تا شمال شرق شهرستان‌های آران و بیدگل و کاشان گسترش یافته است. طول این پهنه ماسه‌ای، حدود ۱۲۰ کیلومتر و عرض متوسط آن بین ۳ تا ۲۵ کیلومتر است (بتولی، ۱۳۸۱).

پیشینه فعالیت در زمینه کنترل فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان در گستره ماسهزارهای بیابانی کشور، به بیش از پنج دهه گذشته باز می‌گردد. پروژه تثبیت تپه‌های شنی روان در قالب برنامه مدون، از اوایل دهه ۱۳۵۰، توسط دفتر تثبیت شن‌های

روان سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور آغاز شد و با اجرای عملیات مالج‌پاشی، احداث انواع بادشکن و تثبیت بیولوژیکی در نقاط بحرانی، تلاش‌های گسترده‌ای صرف ایجاد جنگل‌های دست‌کاشت «تاغ» (*Haloxydon ammodendron* C.A.Mey.) با هدف مهار پدیده بیابان‌زایی در شرایط زیست‌بوم بیابانی شد (بتولی، ۱۳۷۹).

مطالعات متعدد نشان داد، تثبیت تپه‌های ماسه‌ای و ممانعت از حرکت شن‌های روان به شیوه‌های مختلف مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مرسوم است که از میان این روش‌ها، تثبیت بیولوژیکی خاک‌های ماسه‌ای با استفاده از گیاهان بومی و سازگار، آثار پایدارتر و سالم‌تری از نظر محیط‌زیستی دارد و از سایر روش‌ها، اقتصادی‌تر است (جعفری و همکاران، ۱۳۸۸؛ Petrov, 1966).

استان اصفهان یکی از استان‌های شاخص از نظر ویژگی‌های گرما و خشکی محسوب می‌شود که به‌دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی، هم‌جواری با کویر و بیابان‌های بزرگ کشور و میزان پایین بارندگی آن، زمینه در آن برای ظهور خشک‌سالی‌های دوره‌ای فراهم است، این موضوع نقش بسیار مؤثری در گسترش پدیده بیابان‌زایی داشته است (بخشکی، ۱۳۸۱).

نتایج حاصل از بررسی قلمروی بیابان‌های استان اصفهان نشان داد، بیش از ۴۰۲۳۰۵۶۹ هکتار از مساحت استان اصفهان را مناطق بیابانی، ۴۰۸۴۰۰۴۵۰ هکتار را مناطق نیمه‌بیابانی و ۱۰۷۷۵۰۴۱۲ هکتار را مناطق غیربیابانی تشکیل می‌دهند (ابطحی و خسروشاهی، ۱۳۸۴). مطالعات کاظمی و نریمانی (۱۳۹۲) در ارتباط با توزیع مناطق بیابانی این استان نشان داد، بیش از ۳۰ درصد از وسعت آن، جزو اراضی بیابانی است که بیشتر در بخش‌های شمالی و شرقی آن قرار دارند.

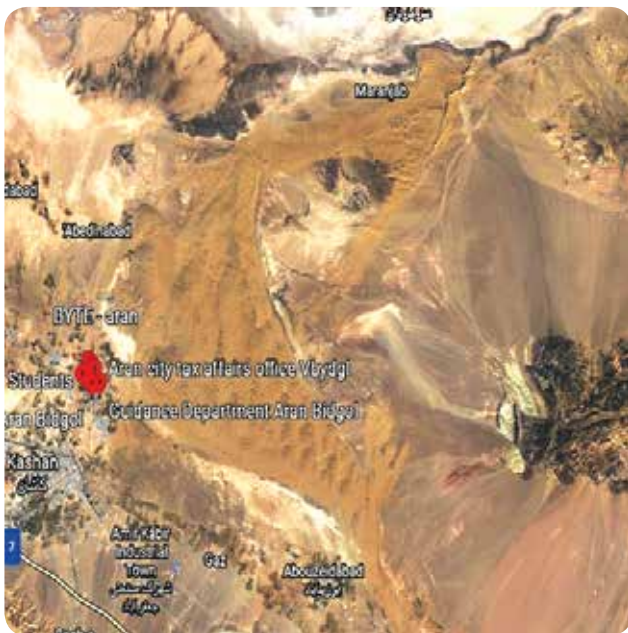
پیشینه مطالعات پوشش گیاهی در گستره بیابان‌های مرکزی نشان می‌دهد، طی سه دهه اخیر بررسی‌های متعددی با هدف تعیین ترکیب گیاهی رستنی‌های مناطق بیابانی کشور انجام شده است. با وجود این هنوز، مناطق بسیاری از پهنه بیابانی وجود دارد که پوشش گیاهی آن کمتر مطالعه و بررسی شده است. ازجمله شاخص‌ترین مطالعات پوشش گیاهی در مناطق خشک شمال استان اصفهان، می‌توان به تحقیقات مصلح آرانی (۱۳۷۱) در منطقه نیاسر کاشان، عمارتی نوش‌آبادی (۱۳۷۴) در حوزه آبخیز چمرود کاشان، مطالعه بتولی (۱۳۷۶) روی رستنی‌های موجود در منطقه غرب آب‌شیرین کاشان، رحیمی‌نژاد و فلاح (۱۳۷۸) در منطقه حفاظت‌شده موته، بتولی (۱۳۸۳؛ ۱۳۸۲) روی رستنی‌های موجود در ذخیره‌گاه منطقه قراآن کاشان، عصری (۱۳۸۷) پیرامون تنوع گیاهی پناهگاه حیات‌وحش موته، عباسی و همکاران (۱۳۹۱) روی گیاهان منطقه یحیی‌آباد نظنز، بتولی (۱۳۸۹) روی فلور و پوشش گیاهی منطقه قمصر کاشان و بتولی (۱۳۹۲؛ ۱۳۹۶) روی تنوع زیستی برخی از رستنی‌های مستقر در زیستگاه‌های ماسه‌زار ریگ‌بلند آران و بیدگل اشاره کرد.

در این نوشتار، تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌بلند شمال آران و بیدگل،

نقطه استان اصفهان و در فاصله ۱۰ تا ۲۰ کیلومتری شمال تا شمال شرق شهرهای آران و بیدگل، کاشان و ابوزیدآباد گسترش یافته است. این گستره ماسه‌زار، در حدفاصل طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در محدوده ارتفاعی حداقل ۷۸۰ متر و حداکثر ۱۱۰۰ متر از سطح دریا با مساحت تقریبی ۱۶۸۰۰۰۰ هکتار قرار دارد. افزون بر این، بیش از ۲۵ روستا، مزرعه و واحه در محدوده جغرافیایی این پهنه بیابانی توزیع شده است (بتولی، ۱۳۹۲) (شکل‌های ۱، الف تا د).



شکل ۱ ب- موقعیت جغرافیایی ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل در شمال استان اصفهان



شکل ۱ د- موقعیت ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند (بندریگ) واقع در جنوب دریاچه نمک و شمال شهرستان آران و بیدگل

جاذبه‌های طبیعی، رستنی‌های متنوع مستقر در آن، گیاهان دارویی و معطر، همچنین عوامل تهدیدکننده پوشش گیاهی این زیست‌بوم بیابانی مطالعه شده است. یافته‌های ارائه‌شده در این مطالعه، حاصل پژوهش‌های میدانی نگارنده، طی سه دهه اخیر در ارتباط با تنوع زیستی عناصر گیاهی موجود در رویشگاه ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند است.

### موقعیت جغرافیایی

ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل به صورت پهنه وسیعی از تپه‌های ماسه‌ای پیوسته، به شکل نعل‌اسبی در شمالی‌ترین



شکل ۱ الف- موقعیت جغرافیایی شهرهای استان اصفهان



شکل ۱ ج- موقعیت جغرافیایی شهرستان آران و بیدگل



### جاذبه‌های طبیعی ماسهزارهای ریگ‌بلند

ماسهزارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل به صورت پهنه ماسه‌ای بسیار گسترده به طول ۱۲۰ کیلومتر واقع در شمال آران و بیدگل به موازات جاده آران و بیدگل به مرنجاب (جنوب دریاچه نمک) گسترش یافته است. انواع تپه‌های ماسه‌ای طولی (سیف)، عرضی (قورد)، هلالی‌شکل (بارخان) و پهنه ماسه‌ای موج (Ripple mark) در جای‌جای این گستره شنزار مشاهده می‌شود. اگرچه در برخی از دامنه‌های تپه‌های شنی، گیاهان درختچه‌ای، بوته‌ای و حتی یک‌ساله‌های خشکی‌پسند متنوعی می‌روید، اما بخش‌های وسیعی از این ماسهزار عظیم، به دلیل حاکمیت فرسایش بادی و ناپایدار بودن خاک‌های ماسه‌ای، بدون پوشش گیاهی است. تلماسه‌ها و رمل‌های وسیع این ماسهزار، زیبایی بی‌نظیری را در طبیعت بیابان به نمایش می‌گذارد. بنابراین، پهنه‌های ماسه‌ای متنوع در نقاط مختلف ماسهزارهای ریگ‌بلند به‌عنوان جاذبه طبیعی تلقی می‌شود که مورد توجه و علاقه بیشتر گردشگران از طبیعت بیابان قرار می‌گیرد. امروزه تپه‌های شنی بدون پوشش گیاهی بندریگ، به‌عنوان

یکی از بزرگ‌ترین ماسهزارهای بیابانی استان اصفهان، محیطی چشم‌نواز و جذاب برای انواع ورزش‌های ماسه‌نوردی و پیاده‌روی محسوب می‌شود (بتولی، ۱۳۹۸). افزون بر این، شترسواری در قالب کاروان‌های مدیریت‌شده، یکی دیگر از توانمندی طبیعی این زیست‌بوم بیابانی به‌شمار می‌رود که طی دهه اخیر توجه علاقه‌مندان زیادی را به خود جلب کرده است (شکل‌های ۲، الف تا ج).

### زمین‌شناسی

به استناد نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه (با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰)، ساختار زمین‌شناسی شنزارهای ریگ‌بلند بیابان‌های آران و بیدگل، متعلق به دوره کواترنر است. جنس رسوبات ماسه‌های بادی شامل فلدسپات، آهک‌های تخریبی، کانی‌های سیلیس‌دار و ذرات گچ است. در بستر رودخانه‌های اصلی، نهشته‌هایی به‌صورت ریگ و ماسه‌های ریزدانه مشاهده می‌شود که از بلندی‌های و ارتفاعات سرچشمه گرفته و به تدریج در مسیر راه سیلاب‌ها، به جای مانده‌اند. تشکیلات کواترنر منطقه شامل دشت‌های آبرفتی، پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌هایی هستند



الف - رخساره پهنه ماسه‌ای موج (Ripple mark) در گستره ماسهزارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی).



ب- توانمندی طبیعی ماسهزارهای ریگ‌بلند در ورزش‌های ماسه‌نوردی و پیاده‌روی (عکس از: حسین بتولی)



ج- کاروان‌های شترسواری در دامنه تپه‌های ماسه‌ای بندریگ آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



که اراضی خاک‌دار و حاصلخیز منطقه را تشکیل می‌دهند (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۰). تشکیلات میوسن در نواحی شمال دشت آبرفتی منطقه، از مارن رنگی همراه با ذرات گچ فراوان تشکیل شده است. همچنین، این تشکیلات در شمال آران و بیدگل به صورت توده‌های نمکی بالا آمده است. تشکیلات دوره پلیوسن نیز در نواحی شمال غربی دشت منطقه دیده می‌شود. جنس این تشکیلات از کنگلومرای است که به دلیل کمبود سیمان، سخت نشده است و به نظر می‌رسد این تشکیلات با کنگلومرای بختیاری هم‌زمان است (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۷۰).

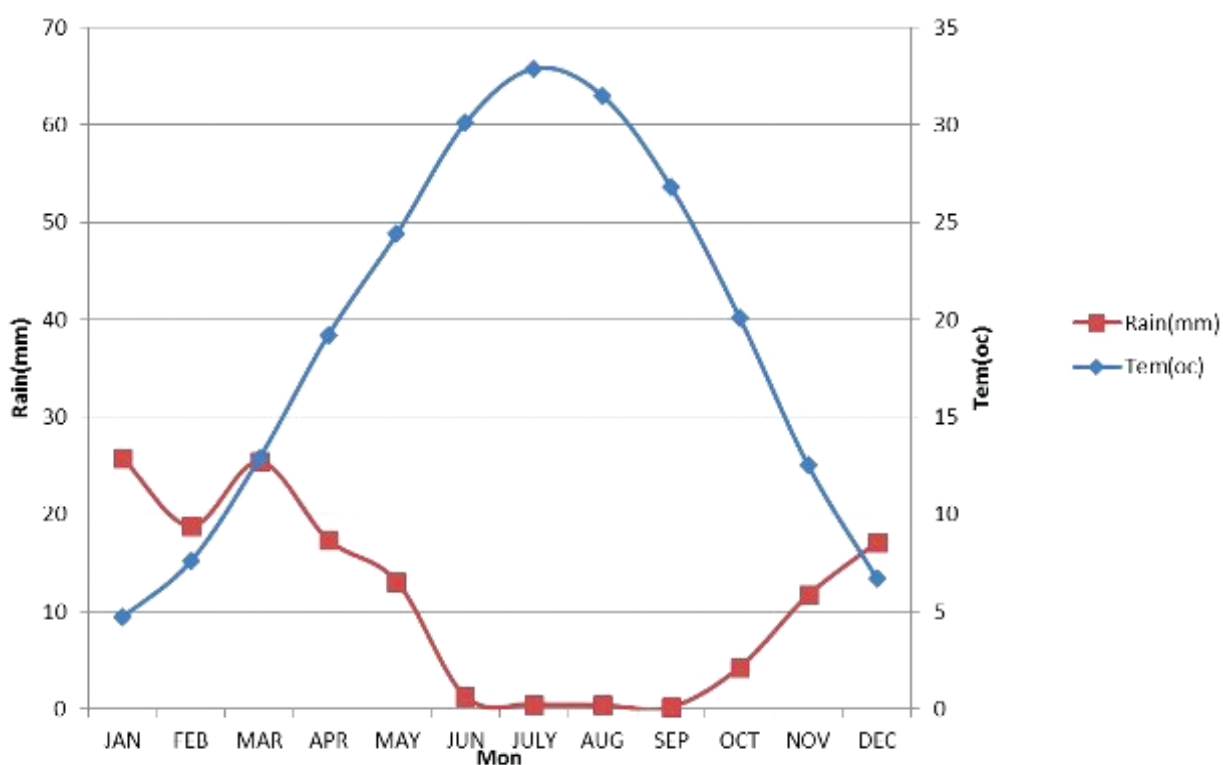
وضعیت خاک‌شناسی ماسه‌زارهای ریگ‌بلند نشان می‌دهد، بافت خاک منطقه، سبک شنی با نفوذپذیری فوق‌العاده بالا و فقیر از مواد غذایی است. ذرات گچ و آهک در این ماسه‌زار به وضوح دیده می‌شوند (بتولی، ۱۳۸۱).

### اقلیم

به استناد آمار نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد مطالعه (ایستگاه سینوپتیک کاشان)، متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۱۲۰ میلی‌متر بوده، که بیشترین درصد بارندگی مربوط به فصل زمستان تا اوایل بهار است. میانگین حداکثر درجه حرارت ماهیانه ۴۱ درجه

سانتی‌گراد (در تیر ماه) و میانگین حداقل آن ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (در بهمن ماه) است. میانگین درجه حرارت مطلق سالیانه بین ۵- تا ۴۸+ درجه سانتی‌گراد در نوسان است. تبخیر از تشک کلاس A برابر با ۲۳۶۵ میلی‌متر در سال است. میانگین حداکثر رطوبت نسبی، مربوط به دی ماه (۶۵ درصد) و میانگین حداقل آن، مربوط به تیر ماه (۲۵ درصد) است. اقلیم منطقه به روش دومارتن (de Martonne) بررسی و حاکمیت دو اقلیم خشک و نیمه‌خشک در محدوده مطالعاتی محرز شده است. اقلیم منطقه به روش گوسن (Gausson) جزو اقلیم نیمه‌بیابانی خفیف قرار گرفته است (جعفرپور، ۱۳۶۵). براساس منحنی آمبروترمیک کاشان (۱۳۷۲-۱۳۹۹)، بیش از ۷ ماه از سال، دوره خشک و تنها فصل زمستان و پاییز، دوره مرطوب است. منحنی آمبروترمیک ایستگاه هواشناسی کاشان، نشان‌دهنده دوره خشک به نسبت طولانی در منطقه (اوایل اردیبهشت ماه تا اوایل آبان ماه) است (شکل ۳).

به استناد نقشه‌های خطوط هم‌باران استان اصفهان، ماسه‌زارهای ریگ‌بلند در خطوط هم‌باران بین ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر قرار گرفته است. مهم‌ترین بادهای غالب منطقه، بادهای شمال، طوفان سیاه، شهریاری، قیله و خراسان هستند که باد خراسان همراه با باد طوفان سیاه، سبب خسارت جبران‌ناپذیری به اراضی کشاورزی و روستاهای حواشی ماسه‌زارها شده است و در جابه‌جایی، حرکت و فرسایش‌های شدید تپه‌های شنی نقش مؤثری را ایفا می‌کند (جعفرپور، ۱۳۶۵).



شکل ۳- منحنی آمبروترمیک کاشان براساس بازه زمانی ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۹

## پوشش گیاهی

نتایج حاصل از بررسی سیمای ظاهری و ترکیب پوشش گیاهی زیستگاه‌های مختلف ماسه‌زار ریگ‌بلند نشان داد، سه ساختار رویشی متفاوت (گیاهان یک‌ساله، رستنی‌های بوته‌ای چندساله و عناصر درختچه‌ای) در این زیست‌بوم بیابانی وجود دارد.

الف - گیاهان یک‌ساله (therophyte)

به دلیل حاکمیت شرایط اقلیمی و ادافیکی ویژه، گستره ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند و بسته به توزیع و پراکنش ریزش‌های جوی سالانه، گونه‌های متنوعی از گیاهان یک‌ساله ماسه‌رست (Psammophyte) در دامنه خاک‌های ماسه‌ای تپه‌های شنی می‌رویند (بتولی، ۱۳۹۲). از میان برخی از مهم‌ترین گیاهان یک‌ساله بیابانی که سازگاری چشمگیری نسبت به شرایط محیطی یادشده از خود نشان داده‌اند، می‌توان به عناصر گیاهی زیر اشاره کرد (شکل‌های ۴، الف تا ف).

*Epilasia hemilasia* (Bunge) C. B. Clarke, *Gymnarrhena micrantha* Desf., *Oligochaeta minima* (Boiss.) Briq., *Sameraria armena* (L.) Desv., *Euphorbia petiolata* Banks.

& Soland, *Schismus arabicus* Nees., *Salsola crassa* M. B., *Aethionema arabicum* (L.) Anbrz. ex DC., *Tribulus longipetalus* Viv., *Isatis rugulosa* Bunge ex Boiss., *Salsola incanescens* C. A. Mey., *Atriplex dimorphostegia* (Kar. & Kir.) Aellen., *Seidlitzia florida* (M. B.) Bunge ex Boiss., *Agriophyllum lateriflorum* (Lam.) Moq., *Savignya parviflora* (Delile) Webb., *Anthochlamys multinervis* Rech. F., *Salsola aperta* Paulsen, *Corispermum lehmannianum* Bunge, *Lachnoloma lehmannii* Bunge, *Halanthium rarifolium* C. Koch., *Londesia eriantha* Fisch. & Mey., *Cithareloma lehmannii* Bunge, *Bienertia cycloptera* Bunge ex Boiss., *Cornulaca aucheri* Moq., *Salsola praecox* Litw., *Hypocoum pendulum* L., *Astragalus hauarensis* Boiss., *Cistanche tubulosa* (Schrenk) Hook. f.

شکل‌های ۴ الف تا ف - گونه‌های گیاهی یک‌ساله بیابانی متنوع و مستقر در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند بیابان‌های شمال آران و بیدگل



ب - *Astragalus hauarensis*



الف - *Gymnarrhena micrantha*



د - *Tribulus longipetalus*



ج - *Salsola aperta*



و - *Londesia eriantha*



هـ - *Epilasia hemilasia*



ح - *Salsola crassa*



ز - *Cithareloma lehmannii*



ط - *Salsola incanescens*



ی - *Halanthium rarifolium*



ل - *Oligochaeta minima*

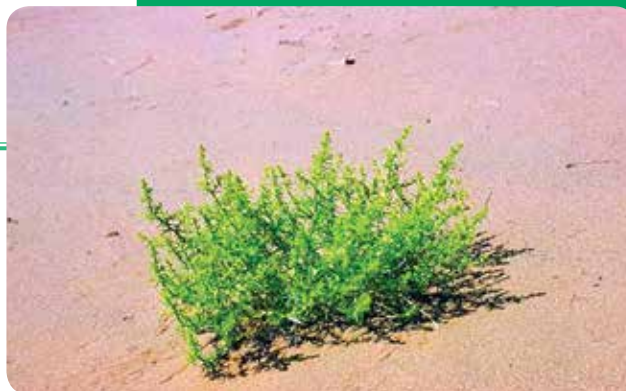


ک - *Atriplex dimorphostegia*





ف - *Cistanche tubulosa*



م - *Salsola praecox*

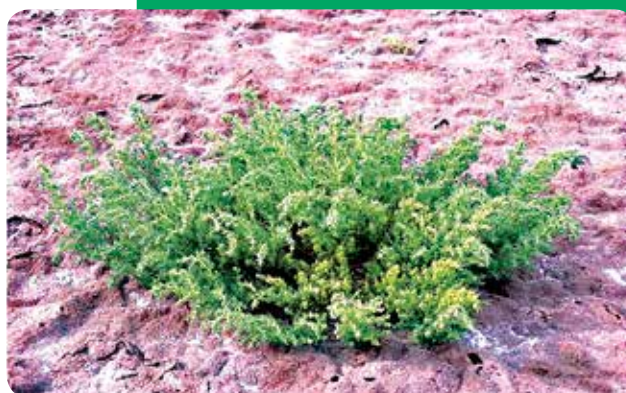
### ب - رستنی‌های بوته‌ای بادوام

گونه‌های بوته‌ای پایا که به اشکال حیاتی همی‌کریتوفیت و کامفیت در ماسه‌زارهای بیابانی می‌رویند، بسیار متنوع هستند، مطالعات بتولی (۱۳۹۲) نشان داد، این دسته از رستنی‌ها، شامل بیش از ۲۰ درصد از گیاهان خشکی‌پسند شمال بیابان‌های آران و بیدگل هستند. این قبیل رستنی‌ها به دلیل سازگاری با شرایط اداپتیکی و اقلیمی تپه‌های شنی، توانایی زادآوری را هم از طریق رویشی (ریزوم و ساقه‌های زیرزمینی فعال) و هم به شیوه زایشی (تولید بذر) دارند. از شاخص‌ترین رستنی‌های بوته‌ای چندساله و بادوام تپه‌های شنی ریگ‌بلند، می‌توان به عناصر گیاهی زیر اشاره کرد (شکل‌های ۵، الف تا ه).

*Schumannia karelinii* (Bunge) korov., *Echinops cephalotes* DC., *Launaea acanthodes* (Boiss.) O. kuntze, *Heliotropium arguzioides* Kar. & Kir., *Heliotropium aucheri* DC. subsp. *aucheri*, *Heliotropium dasycarpum* Ledeb. subsp. *transoxanum* (Bunge) Akhani & Forther, *Fortuynia Bungei* Boiss., *Halothamnus auriculus* (Moq.) Botsch., *Noaea mucronata* (Forssk.) Aschers. & Schweinf. subsp. *Mucronata*, *Convolvulus eremophilus* Boiss. & Buhse, *Stipagrostis karelinii* (Trin. & Rupr.) Tzelv., *Stipagrostis pennata* (Triv.) De Winter, *Arundo donax* L., *Asthenatherum forskalii* (Vahl) Nevski, *Haplophyllum robustum* Bunge, *Haplophyllum glaberrimum* Bunge & Boiss., *Alhagi persarum* Boiss. & Buhse

علاوه‌براین، دو گونه *Aeluropus lagopoides* (L.) Trin. ex Thwaites و *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl بیشتر در نقاط مرطوب و شور چاله‌ریگ‌های بیابانی و تحت تأثیر زهاب آب‌های شور، لکه‌های پیوسته‌ای را به وجود می‌آورند.

در حاشیه تپه‌های ماسه‌ای کم‌ارتفاع ریگ‌بلند و در مجاورت رودخانه‌های شور فصلی، برخی از رستنی‌های رطوبت‌پسند ماسه‌رست همچون *Cressa cretica* L.، *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. var. *australis* C. A. Mey می‌رویند (شکل‌های ۶ و ۷).



ن - *Bienertia cycloptera*



س - *Cornulaca aucheri*



ج - *Seidlitzia florida*



ب - *Schomania karelinii*



الف - *Heliotropium aucheri*



د - *Convolvulus eremophilus*



هـ - *Alhagi persarum*



ج - *Asthenatherum forskalii*

شکل‌های ۵ الف تا هـ- گونه‌های گیاهی بوته‌ای چندساله متنوع و مستقر در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند بیابان‌های شمال آران و بیدگل



شکل ۶- استقرار گونه *Cressa cretica* در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند بیابان‌های شمال شرق آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۷- استقرار گیاه *Zygophyllum eichwaldii* در ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



### ج- عناصر درختچه‌ای

بیشتر درختچه‌های بیابانی مستقر در دامنه‌های شیب‌دار تپه‌های شنی، گونه‌های مختلف جنس اسکنیبل هستند. تاکنون بیش از ۸ گونه جنس اسکنیبل در گستره ماسه‌زارهای ریگ‌بلند، گزارش شده است (بتولی، ۱۳۹۲). بیشترین تنوع گونه‌ای متعلق به این جنس، مربوط به گونه‌هایی همچون *Calligonum comosum* L' Her.، *Calligonum denticulatum* Bunge ex. Boiss.، *Calligonum caput-medusae* Schrenk، *Calligonum bungei* Boiss. و *Calligonum spinosetosum* Maassoumi & Batooli است (شکل‌های ۱۲، الف تا ه).

دو عنصر علفی چندساله *Stipagrostis plumosa* (L.) Munro ex T. Anders و *Cyperus eremicus* L. شاخص‌ترین رستنی‌های شن‌دوست ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند هستند که در گستره تپه‌های شنی، علفزار (Grassland) یکنواخت و پیوسته‌ای را به وجود می‌آورند (شکل‌های ۸ و ۹).

همچنین دو گونه از جنس *Stipagrostis*، که بیشتر در گستره ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند به صورت بوته‌های انبوه و مترکم مشاهده می‌شوند، نقش مهمی در حفاظت خاک و جلوگیری از تشدید فرسایش بادی ایفا می‌کنند (بتولی، ۱۳۸۲) (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۹- استقرار علفزار *Cyperus eremicus* واقع در ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۸- استقرار گونه *Stipagrostis plumosa* در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند بیابان‌های آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۱- استقرار علفزار *Stipagrostis karelinii*، در چاله‌ریگ‌های بیابانی ریگ‌بلند (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۰- استقرار علفزار *Stipagrostis pennata*، در گستره تپه‌های شنی فعال و روان ریگ‌بلند (عکس از: حسین بتولی)



ب - *Calligonum denticulatum*



الف - *Calligonum arborescens*



ه - *Calligonum caput medusae*



ج - *Calligonum comosum*



د - *Calligonum bungei*

شکل های ۱۲ الف تا ه- استقرار گونه های مختلف جنس اسکنبیل در ماسه زارهای ریگ بلند بیابان های آران و بیدگل



درختچه، بیشتر در چاله‌ریگ‌ها، کوچه‌ریگ‌ها و دامنه تپه‌های شنی فعال و روان ریگ‌بلند می‌روید (بتولی، ۱۳۹۹) (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

بررسی نتایج حاصل از دامنه انتشار درختچه *Calligonum denticulatum* Bunge ex. Boiss نشان داد، این عنصر درختچه‌ای تنها در اراضی ماسه‌ای نیمه تثبیت شده حواشی شنزارهای ریگ‌بلند، یعنی حدفاصل تپه‌های شنی فعال و روان و ماسه‌زارهای تثبیت شده

علاوه بر درختچه‌زارهای اسکنیبل، سایر رستنی‌های درختچه‌ای همچون *Nitraria schoberi* L.، *Smirnovia turkestanica* Bunge، *Salsola arbuscula* Pall. و *Astragalus squarrosus* Bunge نیز در گستره ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند مستقر شده‌اند (شکل ۱۳). درختچه «دم‌گاو» (*Smirnovia turkestanica* Bunge)، بارزترین درختچه شن‌دوست خانواده Fabaceae است. این



شکل ۱۳- درختچه *Nitraria schoberi*، یکی از نیکاهای شاخص ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۵- استقرار درختچه *Salsola arbuscula* در ماسه‌زارهای مفروش از سنگ‌فرش بیابانی (رویشگاه واقع در ضلع شرقی ماسه‌زارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل) (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۴- استقرار درختچه *Smirnovia turkestanica* در چاله‌ریگ ماسه‌زارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۷- استقرار گونه درختی *Populus euphratica* در ماسهزارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)



شکل ۱۶- استقرار درختچه *Astragalus squarrosus* در ماسهزارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: حسین بتولی)

### عوامل تهدیدکننده رویشگاه‌های تپه‌های ماسه‌ای

باتوجه به ساختار اداپیک تپه‌های شنی و ناپایداری خاک، مهم‌ترین عامل تهدیدکننده ماسهزارهای بیابانی، فرسایش شدید بادی و تسلط آن بر این زیست‌بوم بیابانی است. همچنین، به دلیل حاکمیت گرما و خشکی مفرط، تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌بلند به‌ویژه در فصول خشک سال، به شدت آسیب‌پذیر هستند و با وقوع باد و طوفان‌های فصلی، خاک‌های سطحی به آسانی جابه‌جا می‌شوند. به‌واسطه فقر مواد غذایی خاک و کمبود میزان نزولات جوی نیز، رویش و استقرار پوشش گیاهی در چنین سرزمینی دشوار است. بنابراین، درصد و تراکم پوشش گیاهی در ماسهزارهای بیابانی بسیار ناچیز است. در نتیجه، مهم‌ترین عامل تهدیدکننده طبیعی رویشگاه‌های رستنی‌های شن‌دوست بیابانی، ناپایداری این اکوسیستم است. مبتنی بر این ویژگی، هر گونه بهره‌برداری مستقیم و غیرمستقیم از این زیست‌بوم، به‌ویژه رستنی‌های ماسهزارهای بیابانی، باید با احتیاط کامل و توأم با مدیریت حفاظت از پوشش گیاهی انجام شود. ورود دام به گستره تپه‌های شنی به‌خصوص، در فصل بهار که هم‌زمان با رویش انواع تروفیت‌ها است، توصیه نمی‌شود. همچنین بهره‌برداری بی‌رویه از رستنی‌های دارویی و معطر نیز به دلیل تکمیل نشدن دوره حیاتی آنها و ممانعت از زادآوری، زمینه‌ساز تهدید جدی برای گیاهان خواهد بود.

امروزه با توجه به افزایش برگزاری تورهای بیابان‌گردی مدیریت‌نشده و نبود آگاهی و دانش عمومی، حتی در میان راهنمایان گردشگری، طبیعت بکر تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌بلند

منتشر می‌شود. همچنین، این درختچه‌زار همراه با سایر درختچه‌های بیابانی شن‌دوست نظیر *Astragalus (Sect. Ammodendron) squarrosus* Bunge ترکیب گونه‌ای شاخص شنزارهای نیمه تثبیت‌شده را ایجاد می‌کند (بتولی، ۱۳۸۱) (شکل ۱۶). در چاله‌ریگ‌هایی، که سفره‌های آب زیرزمینی آن دارای سطح ایستابی بالایی هستند، لکه‌هایی از درخت‌زار *Populus euphratica* Olivier مشاهده می‌شود که در واقع، تنها درختان پهن‌برگ عرصه بیابانی شمال منطقه آران و بیدگل به‌شمار می‌روند (شکل ۱۷). حضور این عناصر گیاهی در زیستگاه یادشده، علاوه بر ایجاد پوشش گیاهی نیمه‌مشجر درختچه‌زار شن‌دوست، به‌عنوان تنها عناصر گیاهی تثبیت‌کننده خاک‌های ماسه‌ای و تضمین‌کننده تقویت پوشش گیاهی در برابر فرسایش‌های بادی غالب محسوب می‌شوند.

### گیاهان دارویی

اگرچه بیشتر رستنی‌های مستقر در ماسهزارهای بیابانی ریگ‌بلند آران و بیدگل شامل عناصر گیاهی خشکی‌پسند یک‌ساله، بوته‌ای چندساله و برخی گونه‌های درختچه‌ای است، اما گونه‌های گیاهی دارویی و معطر متنوع و سازگار به شرایط گرما و خشکی هم حضور دارند که از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به رستنی‌های جدول ۱ اشاره کرد. طبق اطلاعات ارائه‌شده در این جدول بیشتر گونه‌های گیاهی دارویی، رستنی‌های یک‌ساله بهاره، یا پاییزه هستند که بیشتر در خاک‌های سبک ماسه‌ای می‌رویند. حضور این دسته از گیاهان، به ریزش‌های جوی اواخر زمستان تا اوایل فصل بهار وابسته است.

جدول ۱- رستنی‌های دارویی و معطر مستقر در گستره تپه‌های ماسه‌ای ریگ‌بلند



ردیف	نام علمی	نام فارسی	خانواده	فرم رویشی
۱	<i>Anabasis setifera</i> Moq. (Boiss.) Aellen	شپشو	Amaranthaceae	Ch
۲	<i>Seidlitzia rosmarinus</i> (Ehrenb.) Bunge ex Boiss.	اُشنان	Amaranthaceae	Ph
۳	<i>Suaeda aegyptiaca</i> (Hasselq.) Zoh.	سیاه‌شور مصری	Amaranthaceae	Th
۴	<i>Allium Bungei</i> Boiss.	پیاز	Amaryllidaceae	G.b
۵	<i>Psammogeton canescens</i> (DC.) Vatke subsp. canescens	شن‌جار	Apiaceae	Th
۶	<i>Schumannia karelinii</i> (Bunge) korov.	کما	Apiaceae	He
۷	<i>Echinops cephalotes</i> DC.	شکر تیغال	Asteraceae	He
۸	<i>Alyssum marginatum</i> Steud. ex Boiss.	قدومه	Brassicaceae	Th
۹	<i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.	اُزمک	Brassicaceae	He
۱۰	<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Berth.	خاکشی تلخ	Brassicaceae	Th
۱۱	<i>Diploaxis harra</i> (Forssk.) Boiss.	-	Brassicaceae	Ch
۱۲	<i>Eruca sativa</i> Miller	منداب	Brassicaceae	Th
۱۳	<i>Capparis spinosa</i> L. var. <i>spinose</i>	علف مار	Capparaceae	Ch
۱۴	<i>Cressa cretica</i> L.	-	Convolvulaceae	He
۱۵	<i>Alhagi persarum</i> Boiss. & Buhse	خارشتر	Fabaceae	He
۱۶	<i>Astragalus</i> ( <i>Ankylotus</i> ) <i>commixtus</i> Bunge	گون یک‌ساله	Fabaceae	Th
۱۷	<i>Astragalus</i> ( <i>Ammodendron</i> ) <i>kavirensis</i> Freitag	گون یک‌ساله	Fabaceae	Ch
۱۸	<i>Astragalus</i> ( <i>Annulares</i> ) <i>hauarensis</i> Boiss. subsp. <i>hauarensis</i> (Boiss.) Podl.	گون یک‌ساله	Fabaceae	Th
۱۹	<i>Astragalus</i> ( <i>Rhacophorus</i> ) <i>compactus</i> Lam.	گون یک‌ساله	Fabaceae	He
۲۰	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	شیرین بیان	Fabaceae	He
۲۱	<i>Smirnovia turkestanica</i> Bunge	دُم‌گاوی	Fabaceae	Ph
۲۲	<i>Lallemantia royleana</i> (Wall.) Benth.	-	Laminaceae	Th
۲۳	<i>Ziziphora tenuior</i> L.	کاکوتی	Laminaceae	Th
۲۴	<i>Malva neglecta</i> Wallr.	پنیرک	Malvaceae	He
۲۵	<i>Malva sylvestris</i> L.	پنیرک	Malvaceae	He
۲۶	<i>Nitraria schoberi</i> L.	قره‌داغ	Nitrariaceae	Ph
۲۷	<i>Peganum harmala</i> L. var. <i>harmala</i>	اسفند	Nitrariaceae	He
۲۸	<i>Tribulus longipetalus</i> Viv.	نُخودوک	Nitrariaceae	Th
۲۹	<i>Tribulus terrestris</i> L.	خارخسک	Nitrariaceae	Th
۳۰	<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	شاه‌تره	Papaveraceae	Th
۳۱	<i>Fumaria vaillantii</i> Loisel.	شاه‌تره	Papaveraceae	Th



۳۲	<i>Avena sativa</i> L.	یولاف	Poaceae	Th
۳۳	<i>Haplophyllum robustum</i> Bunge	سُداب	Rutaceae	He
۳۴	<i>Haplophyllum glaberrimum</i> Bunge & Boiss.	سُداب	Rutaceae	He
۳۵	<i>Zygophyllum eichwaldii</i> C. A. Mey.	قیچ	Zygophyllaceae	Ch
۳۶	<i>Zygophyllum fabago</i> L.	قیچ	Zygophyllaceae	He

خشک‌سالی و بروز حمله آفات و بیماری‌های شایع، که سبب ضعیف شدن بنیه حیاتی گیاهان می‌شوند، از جمله مخاطرات محیط‌زیستی ناشی از نبود مدیریت صحیح ماسه‌زارهای بیابانی شمال آران و بیدگل به‌شمار می‌رود که در صورت تشدید این روند با فرسایش پوشش گیاهی، صدمات غیرقابل جبرانی را در پی خواهد داشت. مهم‌ترین راهکارهای مقابله با آثار مخرب یادشده، حفاظت از رویشگاه‌های طبیعی ماسه‌زارها، قرق نواحی در معرض تشدید فرسایش بادی و انتخاب گونه‌های گیاهی مناسب و سازگار با شرایط محیطی خاک‌های ناپایدار ماسه‌ای، به‌ویژه در پروژه‌های عملیات اصلاحی و احیایی برنامه‌ریزی‌شده توسط دستگاه‌های اجرایی است. افزون بر این، توجه ویژه و هوشمندانه به رصد آفات و بیماری‌های شایع رستنی‌های بیابانی، به‌ویژه دوره‌های خشک‌سالی و اقدامات عملی برای کنترل آنها، از جمله موارد اجتناب‌ناپذیری محسوب می‌شوند که بی‌توجهی به آنها، سبب تشدید زوال پوشش گیاهان بومی می‌شود. باتوجه به تنوع گونه‌ای رستنی‌های مستقر در گستره ماسه‌زارهای ریگ‌بلند بیابان‌های آران و بیدگل، ضروری است دستگاه‌های متولی در امر حفاظت و حمایت از ذخایر ژنتیکی گیاهی عرصه تپه‌های

شاهد آسیب‌های جدی است. متأسفانه سوء مدیریت بیشتر این تورهای گردشگری، با بی‌توجهی به حفظ پوشش گیاهی، سبب بروز صدمات جبران‌ناپذیر در رستنی‌های بیابانی، همچنین کندن اندام‌های هوایی درختچه‌ها با هدف تأمین سوخت شده است. افزون بر این، ورود غیرمسئولانه تورهای SAFARI و آفرود به گستره تپه‌های ماسه‌ای دارای پوشش گیاهی، آثار مخربی را به این زیست‌بوم ناپایدار وارد می‌کند (شکل ۱۸). پیامد ناشی از دخالت‌های مستقیم انسان به‌ویژه طی دهه اخیر، به‌طور گسترده‌ای، به تخریب‌های محیط‌زیستی دامنه زده و حیات‌وحش ماسه‌زارها را با خطر و تهدید جدی مواجه کرده است.

### پیشنهادها

پژوهش‌های متعددی نشان داد، در صورت تخریب پوشش گیاهی زیست‌بوم‌های بیابانی، زیستگاه‌های آن بسیار دشوارتر و دیرتر از سایر مناطق احیا خواهند شد. از آنجایی‌که توان زیستی این نوع اکوسیستم‌ها، بسیار شکننده است، بهره‌برداری بیش از حد از آن، موجب سیر قهقراپی رستنی‌های آن خواهد شد. بنابراین، چرای بی‌رویه دام‌های مراتع قشلاقی، قطع درختچه‌ها و درختان برای تأمین سوخت،



شکل ۱۸- آثار مخرب محیط‌زیستی ناشی از ورود غیرمسئولانه تورهای SAFARI در ماسه‌زارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل (عکس از: سجاد صادقی‌آرانی)



ماسه‌ای، تلاش مضاعفی را برای پایداری این زیست‌بوم بیابانی صرف کنند. اگرچه در ظاهر، بیشتر عناصر گیاهی موجود در ماسه‌زارهای بیابانی، در صد و تراکم پوشش گیاهی قابل توجهی را در شرایط بوم‌شناسی یادشده در مقایسه با سایر زیستگاه‌های طبیعی ایجاد نمی‌کنند، اما به دلیل سازگاری بسیار بالا و انطباق با این شرایط محیطی، مسئولیت اولین زنجیره حیات را در اکوسیستم شکننده بیابان بر عهده دارند. بنابراین، با توجه به اهمیت اکولوژیکی این ذخایر توارثی بسیار ارزشمند، باید رستنی‌های بومی و سازگار با تپه‌های شنی، حفاظت و حمایت شوند. بدون شک، هر گونه بهره‌برداری مستقیم (برداشت گیاهان از رویشگاه طبیعی) و غیرمستقیم (چرای دام در رویشگاه تپه‌های ماسه‌ای) از این ذخایر ژنتیکی گیاهی، باید با دقت نظر ویژه‌ای برنامه‌ریزی شود. علاوه بر این تأکید می‌شود، از برگزاری تورهای تفریحی غیرمسئولانه، به ویژه در گستره این قبیل زیستگاه‌ها، نظیر مسابقات آفرود و سافاری، به شدت جلوگیری شود تا رستنی‌های ماسه‌زارها، توانایی تجدید حیات و زادآوری طبیعی خود را در اکوسیستم‌های بیابانی باز یابند.

### منابع

- ابطحی، س.م. و خسروشاهی، م.، ۱۳۸۴. قلمرو بیابان‌های استان اصفهان از جنبه اقلیم‌شناسی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۳: ۲۴۲-۲۴۹.
- بتولی، ح.، ۱۳۷۶. بررسی فلور و پوشش گیاهی منطقه غرب آب‌شیرین کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۹۸ صفحه.
- بتولی، ح.، ۱۳۷۹. مدیریت زیست‌شناختی بیابان‌ها با استفاده از گیاهان بومی (Endemic) به منظور تنوع پوشش گیاهی و تبیین پایداری طبیعی. همایش منطقه‌ای توسعه پایدار زیست‌بوم‌های بیابانی. استانداردی یزد، ۱۵ اردیبهشت ۱۳۷۹، صفحات ۱۵-۱۶.
- بتولی، ح.، ۱۳۸۰. بررسی ویژگی‌های اکولوژیک گیاهان اسانس‌دار قمصر کاشان. چکیده مقالات همایش ملی گیاهان دارویی ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۲۴ تا ۲۶ بهمن ماه ۱۳۸۰، صفحات ۹۰-۹۳.
- بتولی، ح.، ۱۳۸۱. بررسی اکولوژیک جوامع گیاهی ماسه‌زارهای ریگ‌بلند کاشان. پایان‌نامه دوره دکتری اکولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۳۷۸ صفحه.
- بتولی، ح.، ۱۳۸۲. تنوع زیستی و غنای گونه‌ای عناصر گیاهی ذخیره‌گاه قرآن کاشان. پژوهش و سازندگی، ۶۱: ۹۴-۸۵.
- بتولی، ح.، ۱۳۸۳. تنوع زیستی و غنای گونه‌ای رستنی‌های ذخیره‌گاه قمصر کاشان. دوازدهمین کنفرانس سراسری زیست‌شناسی ایران. دانشگاه بوعلی‌سینا همدان. ۱۱-۱۲ شهریور ۱۳۸۳، صفحات ۷۱-۷۲.
- بتولی، ح.، ۱۳۸۹. معرفی فلور، شکل زیستی و انتشار جغرافیایی عناصر گیاهی منطقه حفاظت شده قمصر در استان اصفهان. پژوهش‌های گیاهی، ۱۳(۱): ۱۸۶-۱۷۷.
- بتولی، ح.، ۱۳۹۲. بررسی تنوع زیستی و سیمای رویشی رستنی‌های مستقر در زیستگاه‌های ماسه‌زارهای ریگ‌بلند آران و بیدگل. گیاه و زیست‌بوم، ۳۴(۹): ۴۷-۴۴.
- بتولی، ح.، ۱۳۹۶. معرفی فلور، اشکال زیستی و پراکنش جغرافیایی گیاهان مناطق بیابانی آران و بیدگل (استان اصفهان). زیست‌شناسی ایران، ۳۰: ۳۲-۲۴.
- بتولی، ح.، ۱۳۹۸. جنبه‌های اکوتوریسمی تپه‌های ماسه‌ای و مخاطرات محیط زیستی فراروی آن. طبیعت ایران، ۴(۳): ۲۰-۱۱.
- بتولی، ح.، ۱۳۹۹. «ویشنگ» منطقه‌ای حفاظت شده با تنوع گونه‌ای و زیستگاهی منحصر به فرد در ارتفاعات کرکس. طبیعت ایران، ۱۵(۱): ۸۰-۶۷.

- جعفری‌بور، ا.، ۱۳۶۵. شرایط اقلیمی نیاز آبی کاشان و اطراف آن. مرکز تحقیقات کویری و بیابانی دانشگاه تهران، تهران، ۶۰ صفحه.
- جعفری، م.، طوبولی، ع.، رستم‌پور، م.، زارع‌چاوهکی، م.ع. و فرزادمهر، ج.، ۱۳۸۸. بررسی عامل‌های محیطی مؤثر بر پراکنش پوشش گیاهی مراتع زیرکوه شهرستان قاین. مدیریت مرتع و آبخیز، ۲(۲): ۱۹۷-۲۱۳.
- رحیمی‌نژاد، م. و فلاحی، س.، ۱۳۷۸. بررسی رستنی‌های منطقه حفاظت شده موته. مجله زیست‌شناسی ایران، ۸: ۴۷-۳۳.
- سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، ۱۳۹۷. خلاصه طرح بازنگری کانون‌های بحرانی فرسایش بادی. دفتر امور بیابان، تهران، ۳۱۷ صفحه.
- عباسی، ح.ر.، ۱۴۰۰. پراکنش تپه‌های ماسه‌بادی ایران. طبیعت ایران، ۲۶(۲): ۴۴-۳۷.
- عباسی، ح.ر.، ۱۳۹۲. تعیین اشکال ناهمواری‌ها، خصوصیات فیزیکی شیمیایی و میرالوژیکی شنزارهای کشور. گزارش نهایی طرح پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۳۸۶ صفحه.
- عباسی، ش.، افشارزاده، س. و مهاجری، ا.ر.، ۱۳۹۱. بررسی فلور، شکل‌های رویشی و انتشار جغرافیایی عناصر گیاهی مراتع منطقه یحیی آباد (نظنز). زیست‌شناسی گیاهی، ۱۱(۱): ۱۲-۱.
- عصری، ی.، ۱۳۸۷. تنوع گیاهی در پناهگاه حیات وحش موته. رستنی‌ها، ۹(۱): ۴۸-۲۵.
- عمارتی‌نوش‌آبادی، ع.، ۱۳۷۴. مطالعه جغرافیایی حوزه آبخیز چمرود کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ۱۲۵ صفحه.
- کاظمی، م.ع. و نریمانی، ح.ع.، ۱۳۹۲. بررسی آثار کنترل فرسایش بادی در بوم‌های بیابانی (مطالعه موردی: استان اصفهان). سومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار، یزد، ۲۵ تا ۲۶ دی ماه ۱۳۹۲، صفحات ۸-۱. <https://civilica.com/doc/237761>
- محمودی، ف.، ۱۳۸۱. پراکنش جغرافیایی ریگزارهای مهم ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۱۸۷ صفحه.
- مصلح‌آرانی، ع.ا.، ۱۳۷۱. مطالعه فلورستیک حوزه آبخیز نیاسر کاشان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۱۰۳ صفحه.
- نقشه زمین‌شناسی، مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. شیت کاشان، ۱۳۷۰. سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران.
- یخکشی، ع.، ۱۳۸۱. شناخت، حفاظت و بهسازی محیط‌زیست ایران. مؤسسه آموزش عالی علمی کاربردی جهاد کشاورزی، تهران، ۴۵۶ صفحه.

- Petrov, M., 1966. Once again about the desiccation of Asia. Soviet Geography, 7: 15-24.
- Ehlers, E., 1980. Iran Grundzüge einer Geographischen Landeskunde. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 596 p.
- Goudie, A. and Seely, M., 2011. World Heritage Desert Landscapes: Potential Priorities for the Recognition of Desert Landscapes and Geomorphological Sites on the World Heritage List. Gland, Switzerland, IUCN, 44 p.
- Lancaster, N., 1995. Geomorphology of Desert Dunes. New York, Routledge Oct., 312 p.