مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان
سال پنجم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۵، صفحه ۱۰۹ـ۱۲۲

ارزیابی شدت خطر بیابان‌زایی منطقهٔ جازموریان با تأکید بر معیارهای زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

مجتبی سلیمانی ساردو[۱]، ابوالفضل رنجبر فردویی[۲]، سید حجت موسوی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۰**

چکیده:
شناخت معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن در هر منطقه، گام نخست برنامه‌ریزی منطقی به‌منظور بیابان‌زدایی است. ازاین‌رو در پژوهش حاضر، حساسیت اراضی جازموریان به بیابان‌زایی با استفاده از روش IMDPA که یکی از روش‌های ارزیابی بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک است و با تأکید بر معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا نقشه واحدهای کاری با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، کاربری اراضی و تصاویر سنجندهٔ لندست ۸ و با بهره‌گیری از تصاویر گوگل ارث تهیه شد و ۱۶ واحد کاری مجزا انتخاب گردید. در هر واحد، شاخص‌های «شیب»، «نوع بهره‌برداری از واحد کاری» و حساسیت «سنگ به فرسایش» ارزش‌گذاری شد و درنهایت، با تلفیق شاخص‌ها با استفاده از میانگین‌گیری هندسی، ارزش معیار مربوط، محاسبه و نقشهٔ شدت خطر بیابان‌زایی تهیه شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که منطقهٔ جازموریان از لحاظ بیابان‌زایی در سه کلاس کم و ناچیز (I) متوسط (II) و شدید (III) به‌ترتیب با مساحت‌های ۱۹۷۱، ۱۷۴۳، ۲۱۰۲ کیلومترمربع طبقه‌بندی می‌شود. براساس نتایج به‌دست‌آمده از بررسی معیار مذکور، بیشترین وسعت منطقه، مربوط به کلاس شدید بیابان‌زایی است که نیازمند برنامه های مدیریت خطر در این نواحی است. همچنین شاخص نوع بهره‌برداری از واحدکاری بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه در گروه خود داشته است که بر توجه بیشتر به این عامل در تدوین برنامه‌های کنترل بیابان‌زایی تأکید می‌شود.

کلمات کلیدی: رخساره‌های ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، فرسایش، IMDPA، شاخص‌های بیابان‌زایی.

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان (مسئول مکاتبات: Email: Mojtaba.solaimani@yahoo.com)
۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران
۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، ایران

مقدمه

امروزه بیابان‌زایی به‌عنوان یک مسئلهٔ جدی، مورد توجه جوامع بشری قرار گرفته و گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه است. در هر منطقه، بسته به وضعیت اقلیمی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژیکی و... فاکتورهای مؤثر در بیابان‌زایی متفاوت‌اند. از همین رو، شناخت معیارها و شاخص‌ها به‌منظور ارائهٔ مدلی برای نشان‌دادن بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن برای جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۳). در ارتباط با پایش خطر بیابان‌زایی در نواحی خشک و نیمه‌خشک، مطالعات زیادی صورت پذیرفته است، از آن جمله: سلیمانی ساردو و همکاران (۱۳۹۴) در ارزیابی و تهیهٔ نقشهٔ حساسیت مناطق به بیابان‌زایی با استفاده از مدل ESAS[1] در دشت یزد- اردکان اظهار داشتند که منطقهٔ مورد مطالعه از نظر بیابان‌زایی در طبقهٔ تیپ‌های بحرانی قرار دارد. به‌طوری‌که ۷۵/۸٪ از منطقه مورد مطالعه در طبقهٔ بحرانی شدید (C_3) و ۲۴٪ از منطقه در طبقهٔ بحرانی متوسط (C_2) قرار گرفته است. لوادو کنتادر[2] و همکاران (۲۰۰۹)، کارایی بالای این روش را در تهیهٔ نقشهٔ حساسیت به تخریب اراضی در جنوب غربی اسپانیا مورد تأکید قرار دادند. آرامی (۱۳۹۱) در بررسی خطر بیابان زایی با استفاده از مدل IMDPA[3] در منطقهٔ نیمه‌خشک آق‌بند استان گلستان اظهار داشت که خطر بیابان زایی منطقه در کلاس متوسط (II) برآورد شده، اما از منظر بررسی ریسک در کلاس شدید و بسیار شدید قرار گرفته است. همچنین، نتایج پژوهش ضیائی و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعهٔ اثر معیار مدیریت بر کنترل بیابان‌زایی منطقهٔ کاشان با استفاده از روش IMDPA و ابزار GIS نشان داد که نزدیک ۵۹/۹۶ درصد منطقه در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار گرفته است که افزایش نامعقولانهٔ فعالیت‌های انسانی به‌دلیل عدم دانش کافی در ارتباط با روش‌های نوین کشت و آبیاری سبب تسریع تخریب و پیامد بیابان‌زایی شده است. در مطالعه‌ای دیگر، مصباح‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) در تهیهٔ نقشهٔ تخریب اراضی در منطقهٔ ابوزیدآباد کاشان با استفاده از مدل IMDPA و با تأکید بر معیار زمین و فاکتورهای زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی، خاک و فرسایش بادی، بیان کردند که از ۱۶۱۶۱ هکتار اراضی منطقه، ۴۷۹۲ هکتار در کلاس بیابان‌زایی متوسط و ۱۱۳۶۹ هکتار در کلاس بیابان‌زایی بالا قرار گرفت. سالواتی[4] و همکاران (۲۰۱۳) به‌منظور بررسی حساسیت اکوسیستم به بیابان‌زایی (ESD)[5]، در مقیاس محلی و در واحدهای کاری، به ارزیابی مهم‌ترین فاکتورهای حساسیت بیابان‌زایی با استفاده از یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری[6] (DSS) در جنوب ایتالیا پرداختند و استفاده از یک سیستم پایش ترکیبی را برای سایر مناطق مدیترانه‌ای پیشنهاد کردند.

در همین خصوص، منطقهٔ جازموریان به‌دلیل موقعیت خاص جغرافیایی، همجواری با یکی از بیابان‌های بزرگ کشور، میزان بارندگی کم و برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی به‌سبب توسعهٔ بیش از حد فعالیت‌های کشاورزی، زمینه را برای بروز شواهد بیابان‌زایی فراهم کرده است که نیاز به بررسی بحران بیابان‌زایی در منطقه را نشان می‌دهد. اولین گام در این خصوص، برآورد وضعیت فعلی بیابان‌زایی با استفاده از تهیهٔ نقشه‌های بیابان‌زایی و تعیین پتانسیل خطر این پدیده است تا از این طریق تمهیدات لازم درخصوص مدیریت ریسک این پدیده به‌منظور اجتناب از پیامدهای خسارت‌زا، در دستور کار تصمیم‌گیران منطقه‌ای قرار گیرد. از همین رو، پژوهش حاضر به بررسی شدت خطر این پدیده با تأکید بر معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در بیابان‌زایی می‌پردازد تا از این طریق به درک بهتر وضعیت بیابان‌زایی در منطقهٔ جازموریان و شناخت مهم‌ترین شاخص‌های اثرگذار و تعیین سطح وسعت کلاس‌های کیفی بیابان‌زایی مبادرت شود.

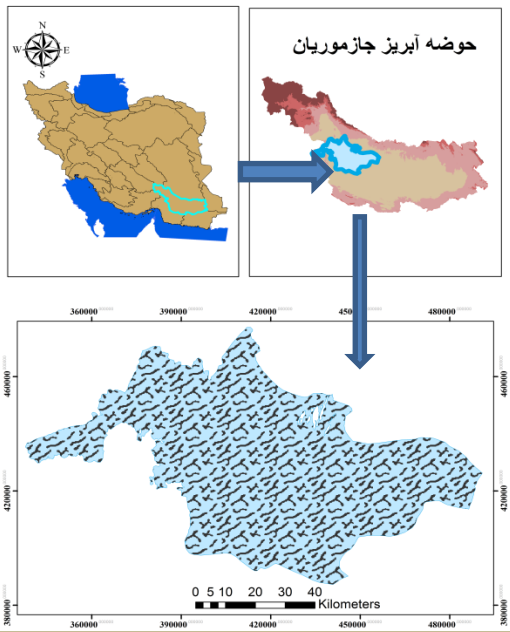
مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه، محدودهٔ آبخوان جازموریان[7] در نظر گرفته

1. Environmental Sensitive Area
2. Lavando Contador
3. Iranian Model of Desertification Potential Assessment
4. Salvati
5. Ecosystem Sensitivity to Desertification (ESD)
6. Decision Support System (DSS)
۷. دفتر توسعهٔ منابع آب ایران، زیرحوضهٔ شمارهٔ ۴۵۰۱

شده که بـه مسـاحت ۵۸۳۵ کیلومترمربـع، واقـع در حوضـهٔ آبریـز جازموریان به طـول جغرافیـایی ´۲۵ °۵۷ تـا ´۵۷ °۵۸ شـرقی و عرض جغرافیایی ´۲۶ °۲۷ تا ´۱۵ °۲۸ شمالی اسـت (شـکل ۱). این منطقه با میانگین بارش بیسـت‌سـالهٔ ۱۱۲ میلـی‌متـر و میـانگین درجه‌حرارت ۲۶ سانتی‌گراد، جزو اقلیم خشک طبقه‌بندی می‌شـود. وجود مخروط‌افکنه‌های قدیم و جدید در مناطق بالادست حوضـه، به همراه اراضـی ماسـه‌ای در دشـت‌سـرهای مجـاور کوهسـتان و نهشته‌های رودخانه‌ای و مناطق ماندابی موقـت در پـایین‌دسـت، از ویژگی‌های بارز زمین‌شناسی این ناحیه به‌شمار می‌روند. همچنـین، مراتع فقیر با پوشش گیاهی کم و پراکنده و اراضی شور و رسـی و مناطق کشاورزی از مهم‌ترین انواع کـاربری اراضـی در ایـن ناحیـه قلمداد می‌شوند. این ناحیه از نظـر تقسـیمات سیاسـی در جنـوب شرق استان کرمان و در محدودهٔ شهرستان‌هـای رودبـار و کهنـوج قرار گرفته است که از مراکز مهم جمعیتی حوزه به‌شمار مـی‌رونـد (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه؛ آبخوان جازموریان

روش تحقیق

در این پژوهش به‌منظور ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با اسـتفاده از مدل IMDPA، معیار زمین‌شناسـی و ژئومورفولـوژی انتخـاب و مورد تأکید قرار گرفت (شکل ۲). در مدل IMDPA هر معیـار از چندین شاخص تشکیل شده که برای هر شـاخص، چهـار طبقـهٔ کیفی بیابان‌زایی شامل کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شـدید با دامنهٔ امتیـازدهی بـین ۱ تـا ۴ در نظـر گرفتـه شـده اسـت کـه امتیازدهی به هریک از شاخص‌ها بـا توجـه بـه شـرایط منطقـه و روش‌شناسی مدل انجام می‌شود و درنهایت، با تلفیق شـاخص‌هـا با استفاده از میانگین‌گیری هندسی، امتیاز معیار و متوسـط وزنـی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی مشـخص مـی‌شـود (معادلـهٔ ۱) و درنتیجه، طبقهٔ کیفـی بیابـان‌زایـی (جـدول ۱) بـه‌دسـت مـی‌آیـد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳).

(۱)

$$\text{Criteria X} = (\text{Index 1} \times \text{Index 2} \times \dots\dots \times \text{Index n})^{1/n}$$

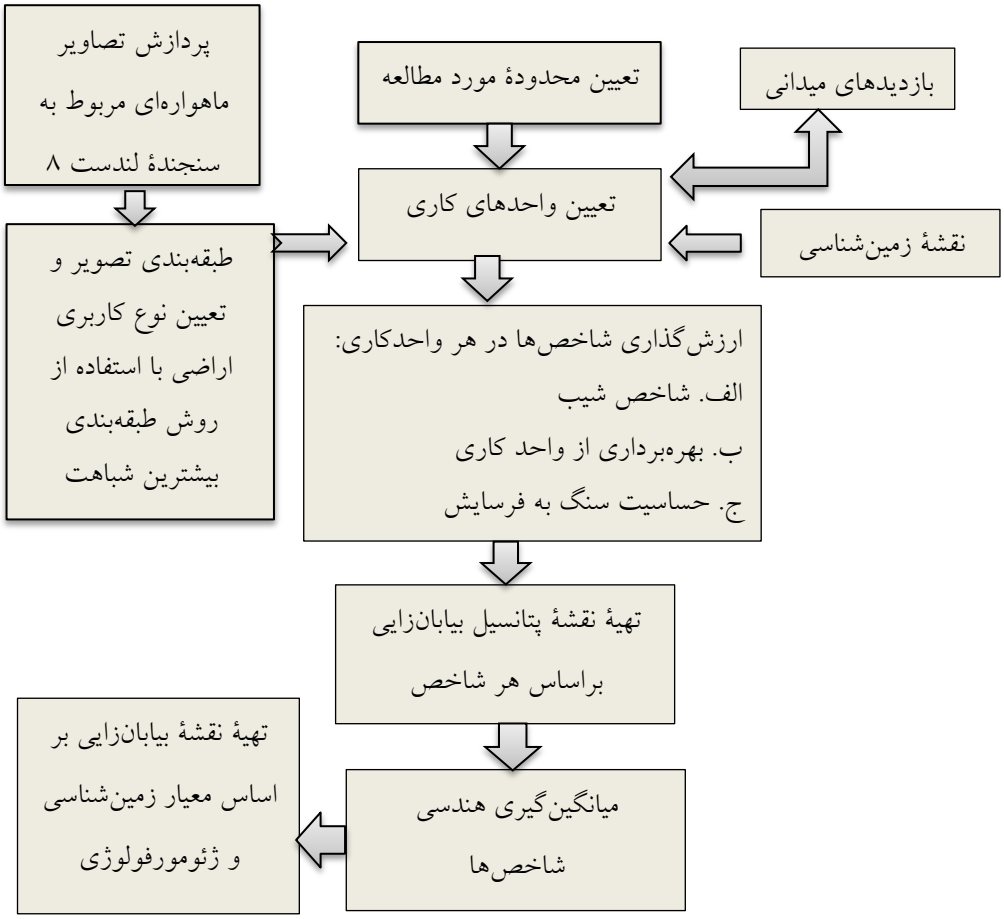
Criteria X= ارزش معیار موردنظر؛ Index= شـاخص هـای هـر معیار؛ N= تعداد شاخص های هر معیار.

جدول (۱): طبقه‌بندی کلاس‌های شدت وضعیت بیابان‌زایی

طبقه‌بندی کیفی شدت بیابان‌زایی	دامنهٔ ارزش عددی
ناچیز و کم	۱-۱/۵
متوسط	۱/۵۱-۲/۵
شدید	۲/۵۱-۳/۵
بسیار شدید	۳/۵۱-۴

معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

ارزیابی و تهیهٔ نقشـهٔ بیابـان‌زایـی هـر منطقـه، نیازمنـد شناسـایی واحدهای کاری برای ارزیـابی هریـک از معیارهـای بیابـان‌زایـی است کـه بـا توجـه بـه کـارایی بـالای روش ژئومورفولـوژی در مطالعات منابع طبیعی و وجود رخساره‌های مشـابه در واحـدهای کلان، امتیازدهی براساس رخساره‌های ژئومورفولـوژی و پـس از پژوهش‌های زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی محاسبه می‌شود. سـه شاخص عمده‌ای که در معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولـوژی مـد نظر است، شامل شاخص‌های شیب، نـوع بهـره‌بـرداری از واحـد کاری و حساسیت سنگ بـه فرسـایش هسـتند کـه امتیـازدهی و طبقه‌بندی آن‌ها از قرار زیر است (جدول ۲، جدول ۳):



شکل (۲): نمودار جریانی مراحل انجام تحقیق

جدول (۲): طبقات و وزن شاخص‌های مربوط به واحدهایی که در این پژوهش در نظر گرفته شدند (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳)

واحد کاری	شاخص شیب		شاخص نوع بهره‌برداری از واحد کاری	امتیاز
	ویژگی ٪	ارزش	ویژگی شاخص	
تودهٔ سنگی و برونزد سنگی: اراضی فاقد پوشش گیاهی و بدون توان اکولوژیکی	هر درصد از شیب	۰	اغلب دارای ساختار سنگ‌شناسی متراکم و سخت، به‌دلیل اقلیم آب‌وهوایی خاک تشکیل نشده یا بسیار سطحی است و فاقد توان اکولوژیک بوده و هیچ‌گونه تغییر کاربری به‌منظور توسعه مناطق روستایی و شهری داده نشده است.	۱
اراضی شهری و روستایی	۰–۸	۱–۱/۵	۲۰٪ از اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای توسعه تغییر کاربری داده شده است.	۱–۱/۵
	۸–۱۲	۱/۵۱–۲/۵	۴۰٪ از اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای توسعه تغییر کاربری داده شده است.	۱/۵۱–۲/۵
	۱۲–۱۸	۲/۵۱–۳/۵	۶۰٪ از اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای توسعه تغییر کاربری داده شده است.	۲/۵۱–۳/۵
	>۱۸	۳/۵۱–۴	۸۰٪ از اراضی کشاورزی و منابع طبیعی برای توسعه تغییر کاربری داده شده است.	۳/۵۱–۴
مرتع	۰–۱۵	۱–۱/۵	تعادل دام و مرتع وجود دارد و هیچ‌گونه آثار تخریبی در سطح مرتع وجود ندارد. تعداد دام ۲۰٪ بیشتر از ظرفیت مرتع است و آثار تخریب و فشردگی خاک به‌صورت رد پای دام پراکنده دیده می‌شود.	۱–۱/۵
	۱۵–۳۰	۱/۵۱–۲/۵	تعداد دام ۴۰٪ بیشتر از ظرفیت مرتع است و آثار تخریب و فشردگی خاک به‌صورت خطوط ردپای دام دیده می‌شود.	۱/۵۱–۲/۵

ادامهٔ جدول (۲): طبقات و وزن شاخص‌های مربوط به واحدهایی که در این پژوهش در نظر گرفته شدند (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳)

	۳۰–۴۰	۳/۵– ۲/۵۱	تعداد دام ۶۰٪ بیشتر از ظرفیت مرتع است و آثار تخریب و فشردگی خاک به‌صورت خطوط و همچنین آثار فرسایش به‌صورت شیار و آبراهه در پایین دامنه دیده می‌شود.	۲/۵۱–۳/۵
	>۴۰	۳/۵۱–۴	تعداد دام ۸۰٪ بیشتر از ظرفیت مرتع است، پوشش گیاهی به‌صورت لکه‌ای وجود دارد، ردپای دام فراوان، وجود فرسایش آبی و ایجاد گردوغبار در هنگام حرکت دام	۳/۵۱–۴
مراتع مشجر (مرتع + جنگل)	۰–۲۰	۱–۱/۵	۴۰٪ از سطح زمین توسط پوشش درختی پوشیده و بقیه به شکل مرتع و زراعت دیم است. آثار تخریبی به شکل برونزد سنگی و فرسایش آبی ناچیز دیده می‌شود.	۱
	۲۰–۳۰	۱/۵۱–۲/۵	۲۰٪ از سطح زمین از درختان جنگلی و بقیه مرتع یا دیمزار، آثار تخریبی به شکل ظهور قطعات سنگ در سطح زمین (پیپ کراک)، برونزد سنگی و انواع فرسایش آبی حاصل از تمرکز هرز آب (سطحی و شیاری)	۱–۱/۵
	۳۰–۵۰	۲/۵۱–۳/۵	۱۰٪ پوشیده از درخت و مابقی مرتع و دیمزار. آثار تخریب به شکل فرسایش آبراهه‌ای و خندقی	۱/۵۱–۲/۵
	>۵۰	۳/۵۱–۴	درختان به‌صورت تک‌پایه و منفرد دیده شده، اکثراً مراتع به دیمزار تبدیل شده و آثار فرسایش حاد (خندق بیشتر از ۲۵٪ از سطح را فراگرفته)	۲/۵۱–۳/۵ ۳/۵۱–۴
جنگل	۰–۲۵	۱–۱/۵	–	–
	۲۵–۳۵	۱/۵۱–۲/۵	تراکم پوشش ۸۰–۶۰٪ تخریب به‌صورت قطع درختان و تغییر کاربری، ایجاد هرزآب‌های گل‌آلود پس از هر بارش و گاه حرکات توده‌ای	۱–۱/۵
	۳۵–۴۵	۲/۵۱–۳/۵	تراکم پوشش ۸۰–۶۰٪ تخریب به‌صورت قطع درختان و تغییر کاربری، آثار فرسایش شیاری، آبراهه‌ای و حرکات توده‌ای	۱/۵۱–۲/۵
			تراکم پوشش ۸۰–۶۰٪ تخریب به‌صورت قطع درختان و تغییر کاربری، آثار فرسایش شیاری، آبراهه‌ای خندق و حرکات توده‌ای زیاد	۲/۵۱–۳/۵
	>۴۵	۳/۵۱–۴	جنگل تقریباً از بین رفته و کاربری دیگری جایگزین آن شده. حرکات توده‌ای و خندق زیاد	۳/۵۱–۴
کشاورزی	۰–۵	۱–۱/۵	–	–
	۵–۱۵	۱/۵۱–۲/۵	کشاورزی در منطقه توان مناسب دارد ولی منابع آب و خاک در حد عالی نیست (خاک متوسط عمق)، شیب بین ۶ تا ۱۱ درصد و منطقهٔ مناسب دیمکاری (بارش حدود ۴۰۰ میلی‌متر)	۱–۱/۵
	۱۵–۲۰	۲/۵۱–۳/۵	منطقه برای کشاورزی توان کم تا متوسط دارد و عمق خاک متوسط با حاصلخیزی متوسط و شیب بین ۱۲ تا ۱۷٪ مناسب برای دیمکاری منتها با اعمال شرایط (شخم عمود بر جهت شیب)	۱/۵۱–۲/۵
			منطقه دارای توان مرتعداری و علوفه‌کاری، شیب آن بین ۲۵–۱۸ درصد، عمق خاک کم تا متوسط، این رخساره برای باغبانی مناسب است ولی برای زراعت دیم مناسب نیست (عامل شیب)	۲/۵۱–۳/۵
	>۲۰	۳/۵۱–۴	شیب منطقه بیش از ۲۵ درصد، عمق خاک کم تا خیلی کم، به هیچ وجه مناسب کشاورزی نیست و اغلب به‌صورت مرتع است.	۳/۵۱–۴
فرسایش آبی (سطحی، شیاری، آبراهه، بدلند، خندق و حرکات توده‌ای)	۰–۱۰	۱–۱/۵	فاقد آثار فرسایش آبی	–
	۱۰–۲۵	۱/۵۱–۲/۵	ساختار سنگ‌شناسی از سنگ‌های ناپیوسته، آبرفت، مارن، رس، و یال شیل ۵ تا ۱۲ درصد که گاهی آثار هرزآب و ایجاد خندق مشاهده می‌شود (۲۰٪ سطح رخساره)	۱–۱/۵

ادامهٔ جدول (۲): طبقات و وزن شاخص‌های مربوط به واحدهایی که در این پژوهش در نظر گرفته شدند (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۳)

		۳/۵- ۲/۵۱	**ساختار سنگ‌شناسی از سنگ‌های ناپیوسته، مارن و رس یا شیل (دوران سوم)، آثار فرسایش به‌صورت شیار و آبراهه و گاهی خندق در پایین دامنه، (۴۰٪ سطح رخساره را می‌پوشاند)، شیب ۲۵-۱۲٪**	۲/۵-۱/۵۱
	۴۰-۲۵	۴-۳/۵۱	ساختار سنگ‌شناسی از سنگ‌های ناپیوسته، آثار فرسایش، شیار، آبراهه، بدلند، پای‌پینگ (۵۰٪ سطح رخساره به شیب ۲۵ تا ۳۵٪)	۳/۵-۲/۵۱
	>۴۰	۱/۵-۱	ساختار سنگ‌شناسی از سنگ‌های ناپیوسته، آثار فرسایش، آبراهه، بدلند، حرکت‌های توده‌ای، پای‌پینگ، شیب بیش از ۳۵٪	۴-۳/۵۱
اراضی متفرقه (صنعت، معدن و ...)	۱۰-۰	۱/۵-۱	اراضی صنعتی و معدنی و جاده در واحدکاری نبوده یا بسیار کم	۱/۵-۱
	۲۰-۱۰	۲/۵-۱/۵۱	اراضی صنعتی و معدنی و جاده در واحد کاری حدود ۱۰٪	۲/۵-۱/۵۱
	۳۰-۲۰	۳/۵-۲/۵۱	اراضی صنعتی و معدنی و جاده در واحد کاری حدود ۲۵٪	۳/۵-۲/۵۱
	>۳۰	۴-۳/۵۱	اراضی صنعتی و معدنی و جاده در واحد کاری حدود ۲۵٪	۴-۳/۵۱
دریاچه، تالاب و مرداب	با توجه به طبیعی بودن شیب اثری در تخریب ندارد.	۱	-	-
فرسایش بادی و انواع رخساره‌های آن (برداشت، حمل و رسوب)	۵-۰	۱/۵-۱	رخساره‌های فرسایش بادی در واحدهای کاری قابل مشاهده نبوده و یا بسیار کم	۱/۵-۱
	۱۰-۵	۲/۵-۱/۵۱	رخساره‌های فرسایش بادی در ۱۵٪ واحد کاری قابل مشاهده است.	۲/۵-۱/۵۱
	۱۵-۱۰	۳/۵-۲/۵۱	رخساره‌های فرسایش بادی در ۲۵٪ واحد کاری قابل مشاهده است.	۳/۵-۲/۵۱
	>۱۵	۴-۳/۵۱	رخساره‌های فرسایش بادی در ۵۰٪ واحد کاری قابل مشاهده است.	۴-۳/۵۱
دشت ریگی	۱۰-۰	۱/۵-۱	سطح زمین پوشیده از سنگ‌ریزه درشت دانه با تراکم بیش از ۷۰٪ و بدون هیچ گونه آثار تخریبی سطح زمین پوشیده از سنگ ریزه متوسط دانه با تراکم بیش از ۷۰٪ و آثار تخریبی کم	۱/۵-۱
	۱۵-۱۰	۲/۵-۱/۵۱	سطح زمین پوشیده از سنگ‌ریزه با تراکم ۴۰ تا ۷۰٪ با آثار تخریب و به‌هم ریختگی متوسط در سطح خاک	۲/۵-۱/۵۱
	۲۰-۱۵	۳/۵-۲/۵۱	سطح زمین پوشیده از سنگ ریزه با تراکم ۲۰ تا ۴۰٪ با آثار تخریب و به‌هم ریختگی زیاد در سطح خاک	۳/۵-۲/۵۱
	>۲۰	۴-۳/۵۱	سطح زمین پوشیده از سنگ ریزه با تراکم کمتر از ۲۰ و آثار تخریب و به‌هم ریختگی زیاد در سطح خاک	۴-۳/۵۱
جلگه رسی	۱-۰	۱/۵-۱	خاک رسی سخت	۱/۵-۱
	۲-۱	۲/۵-۱/۵۱	خاک رسی نسبتاً سخت	۲/۵-۱/۶
	۴-۲	۳/۵-۲/۵۱	خاک شنی – رسی با چسبندگی کم	۳/۵-۲/۶
	>۴	۴-۳/۵۱	خاک سیلتی و فاقد چسبندگی	۴-۳/۵۱
کویر	با توجه به نداشتن توان اکولوژیکی و در نتیجه عوامل طبیعی تأثیری در روند تخریب ندارد و امتیازات آن صفر است.			۰

جدول (۳): وزن شاخص حساسیت سنگ در هریک از واحدهای کاری

واحد کاری	شاخص حساسیت سنگ ویژگی شاخص	امتیاز
توده سنگی و برونزد سنگی: اراضی فاقد پوشش گیاهی و بدون توان اکولوژیکی		۱
اراضی شهری و روستایی	گرانیت، ریولیت، سینیت، تراکیت، آندزیت، دیوریت، گابرو، بازالت، پیروکسنیت، پریدوتیت، توف، آگلومرا، کوارتزیت، گنیس، آمفیبولیت، مرمر دولومیتی، مرمر کربناته، مرمر کلسیتی، سرپانتینیت، ماسه سنگ، کنگلومرای مستحکم، آهک، چرت، ژاسپ	۱-۱/۵
	نهشته‌های کواترنر آبرفتی متوسط دانه (نهشته‌های پادگانه‌ای، مخروط‌افکنه‌ای و دشت سیلابی)	۱/۵۱-۲/۵
	نهشته‌های کواترنر آبرفتی ریزدانه (نهشته‌های پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای)	
	مارن غیر تبخیری	۲/۵۱-۳/۵
	مارن تبخیری	۳/۵۱-۴
مرتع	نهشته‌های کواترنر متوسط دانه (نهشته‌های پادگانه‌ای، مخروط‌افکنه‌ای و واریزه‌ای)	۱-۱/۵۱
	اسیدین، اسکوری، پومیس، نهشته‌های کواترنر ریز و خیلی ریزدانه (سیلت، گل، رس)، سیلت سنگ، گلسنگ، رس سنگ، ماسه سنگ، کنگلومرا، آهک، چرت و ژاسپ درز و شکاف دار	۱/۵۱-۲/۵
	خاکستر آتشفشانی، کنگلومرای نامستحکم، ماسه سنگ، گلسنگ سست، شیل خرد شده، آهک نامستحکم، آهک ریفی چاکی و پودری شده، چاک، مارن غیر تبخیری	۲/۵۱-۳/۵
	مارن ژیپسی، سنگ انیدریت، مارن نمکی، سنگ نمک	۳/۵۱-۴
مراتع مشجر (مرتع + جنگل)	گرانیت، ریولیت، سینیت، تراکیت، دیوریت، آندزیت، گابرو، بازالت، پیروکسنیت، پدوتیت، توف، آگلومرا، کوارتزیت، گنیس، آمفیبولیت، مرمر کربناته، مرمر کلسیتی، سرپانتینیت، سنگ صابونی، شیست، نهشته‌های کواترنر کوهرفتی، لس، ماسه سنگ، آهک، چرت، ژاسپ	۱-۱/۵
	خاکستر آتشفشانی، لس، ماسه سنگ سست، شیل خرد شده، آهک، چاک، مارن	۱/۵۱-۲/۵
	لس، مارن	۲/۵۱-۳/۵
	لس، مارن	۳/۵۱-۴
جنگل	گرانیت هوازده، ریولیت هوازده، خاکستر آتشفشانی، لس، ماسه سنگ سست، کنگلومرای سست، شیل خرد شده، چاک	۱-۱/۵
	فیلیت، اسلیت، لس، ماسه سنگ، کنگلومرا، شیل، آهک، مارن	۱/۵۱-۲/۵
	مارن، لس	۲/۵۱-۳/۵
	مارن، لس	۳/۵۱-۴
کشاورزی	نهشته‌های آبرفتی متوسط دانه (ماسه) (پادگانه‌ای و مخروط‌افکنه‌ای)، لس	۱-۱/۵
	نهشته‌های آبرفتی درشت دانه (گراول) (نهشته‌های مخروط‌افکنه‌ای و واریزه‌ای)، لس	۱/۵۱-۲/۵
	نهشته‌های کواترنر مخروط‌افکنه‌ای و واریزه‌ای، لس	۲/۵۱-۳/۵
	ماسه سنگ، شیل، آهک، مارن	۳/۵۱-۴
فرسایش آبی (سطحی، شیاری، آبراهه، بدلند، خندق و حرکات توده‌ای)	نهشته‌های آبرفتی کواترنر (مخروط‌افکنه‌ای، واریزه‌ای)، لس، رس، شیل، مارن	۱-۱/۵
	خاکستر آتشفشانی، لس، چاک، مارن غیر تبخیری	۱/۵۱-۲/۵
	لس، مارن ژیپسی	۲/۵۱-۳/۵
	مارن نمکی	۳/۵۱-۴

ادامهٔ جدول (۳): وزن شاخص حساسیت سنگ در هریک از واحدهای کاری

اراضی متفرقه (صنعت، معدن و...)	**نهشته‌های آبرفتی کواترنر دانه درشت (گراول)، متوسط دانه (ماسه) و ریز و خیلی ریزدانه (سیلت، گل و رس)، لس**	۱-۱/۵
	ماسه سنگ خرد شده، شیل خرد شده خاک صنعتی، رس فعال	۱/۵۱-۲/۵
	ماسه سنگ، زغال، شیل زغالی، شیل سازند، شمشک و معادل سازند شمشک، مخازن نفتی آهک زاگرس، کپه داغ و ایران مرکزی	۲/۵۱-۳/۵
	گرانیت، گرانودیوریت، سینیت (سنگ ساختمانی)، بازالت، آندزیت، پیروکسیت و پریدوتیت دارای لایه‌های کرومیت، توف آرژیلی شده، توف دارای رگه‌های باریت، آهک، سنگ ژیپس در گنبدهای ژیپسی و مارن ژیپسی، سنگ نمک در گنبدهای نمکی و مارن نمکی	۳/۵۱-۴
دریاچه، تالاب و مرداب	-	
فرسایش بادی و انواع رخساره‌های آن (برداشت، حمل و رسوب)	آبرفت ریزدانه (سیلت، گل، رس)، دشت‌سر پوشیده، سیلت نمکی، سیلت ژیپسی، گل نمکی، گل ژیپسی، رس نمکی، رس ژیپسی	۱-۱/۵
	آبرفت متوسط دانه (ماسه) دشت‌سر آپانداژ و مخروط‌افکنه‌ای	۱/۵۱-۲/۵
	آبرفت درشت‌دانه (گراول)، دشت‌سر فرسایشی و مخروط‌افکنه‌ای	۲/۵۱-۳/۵
	نهشته‌های کواترنر متوسط دانه (ماسه)، لس، مارن	۳/۵۱-۴
واحد کاری دشت ریگی	نهشته‌های کواترنر درشت‌دانه (گراول)، نهشته‌های کواترنر آبرفتی درشت‌دانه (گراول)، نهشته‌های کواترنر متوسط دانه (ماسه)	۱-۱/۵
	نهشته‌های کواترنر آبرفتی ریزدانه (سیلت، گل، رس)، نهشته‌های واریزه‌ای	۱/۵-۲/۵
	نهشته‌های کواترنر آبرفتی ریز و خیلی ریزدانه (سیلت، گل و رس)، مخروط واریزه ای	۲/۵۱-۳/۵
	نهشته های کواترنر ریز و خیلی ریزدانه (سیلت، گل و رس)	۳/۵۱-۴
واحدکاری جلگه رسی	رس سنگ سخت	۱-۱/۵
	رس سنگ نسبتاً سخت	۱/۵۱-۲/۵
	ماسه سنگ، سیلت سنگ، شیل، گلسنگ و رس سنگ نسبتاً سست	۲/۵۱-۳/۵
	سیلت	۳/۵۱-۴
کویر	قشر نمکی، رس نمکی، رس ژیپسی، گل نمکی، گل ژیپسی، سیلت نمکی، سیلت ژیپسی	-

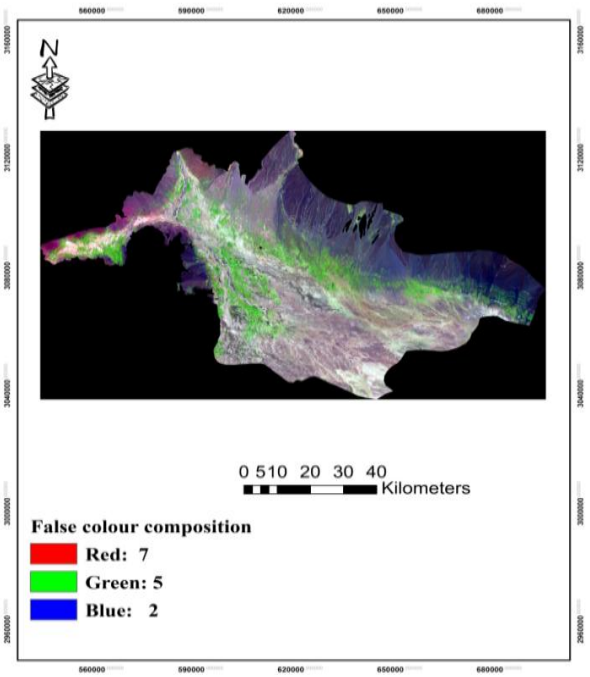
نتایج

تعیین نقشه واحدهای کاری

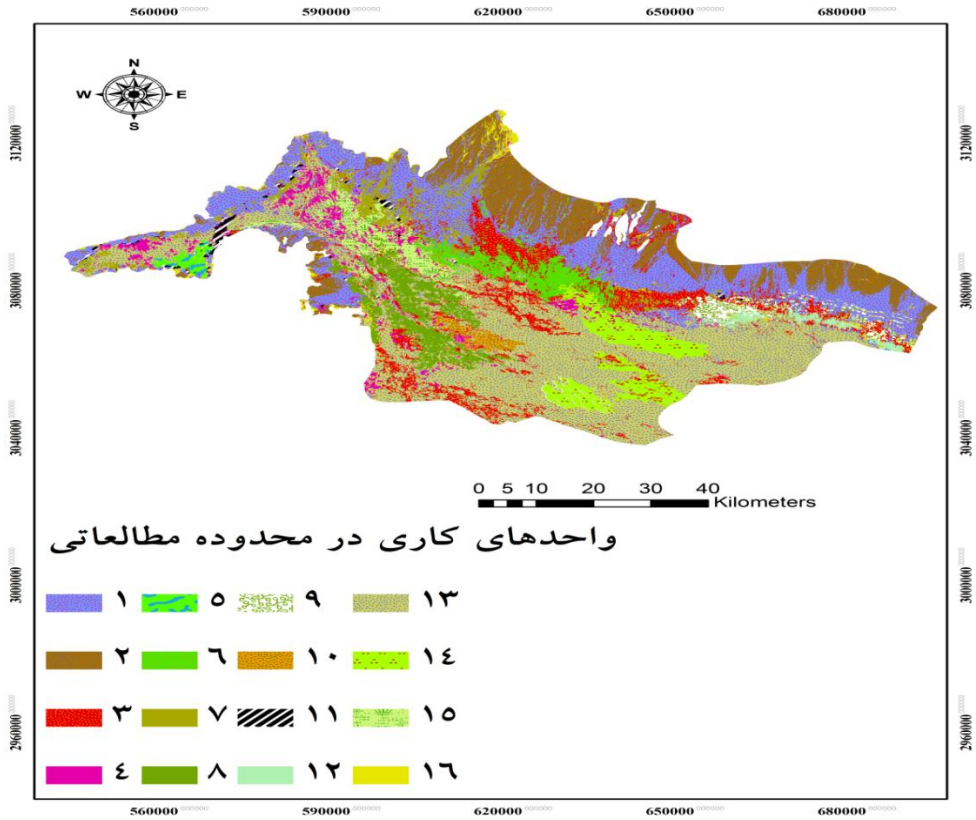
زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی از عمده عواملی به‌شمار می‌روند که نقش کلیدی در توان بالقوهٔ سرزمین در جهت پتانسیل بیابان‌زایی ایفا می‌کنند، به‌طوری‌که در ارتباط مستقیم با کنش‌های سایر عوامل مانند اقلیم، مدیریت اراضی و... است. برآورد تأثیر عامل فوق در فرایند تخریب سرزمین بر پایهٔ واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی و پوشش اراضی) و با توجه به وجود سه واحد کلان ژئومورفولوژیِ کوهستان، دشت‌سر و پلایا قابل بررسی است. از همین رو، با استفاده از تصاویر چند طیفی ماهوارهٔ لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۵ (شکل ۳) و نقشهٔ زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ (سازمان جغرافیایی کشور) و تصاویر گوگل ارث، پس از تفسیر چشمی و بازدیدهای میدانی، مبادرت به تعیین نقشهٔ واحدهای کاری شد (شکل۳، جدول ۵). استخراج واحدها از تصاویر ماهواره‌ای موزاییک‌شده مربوط به ماه می ۲۰۱۵، گذر ۱۵۸، ردیف ۴۱ و گذر ۱۵۹ردیف ۴۰، گذر ۱۵۹ ردیف ۴۱ و با استفاده از روش طبقه‌بندی بیشترین شباهت[1] انجام شد. از همین رو، ابتدا با انجام تصحیحات اتمسفری و رادیومتریک بر روی تصاویر مربوط و پس از اعمال الگوریتم FLAASH[2]، همهٔ مقادیر رادیانس به

1. Maximum likelihood classification
2. Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes

رفلکتنس تبدیل، و تصویر در محدودهٔ مورد مطالعه طبقه‌بندی شد. سپس با توجه به بازدیدهای میدانی، واحدهای مورد نظر از یکدیگر تفکیک شدند و نقش/ نهایی براساس وقایع زمینی ارتقا یافت (شکل۴، جدول ۵).



شکل (۳): تصویر کاذب رنگی منطقهٔ مورد مطالعه مربوط به ماهوارهٔ لندست ۸ سال ۲۰۱۵

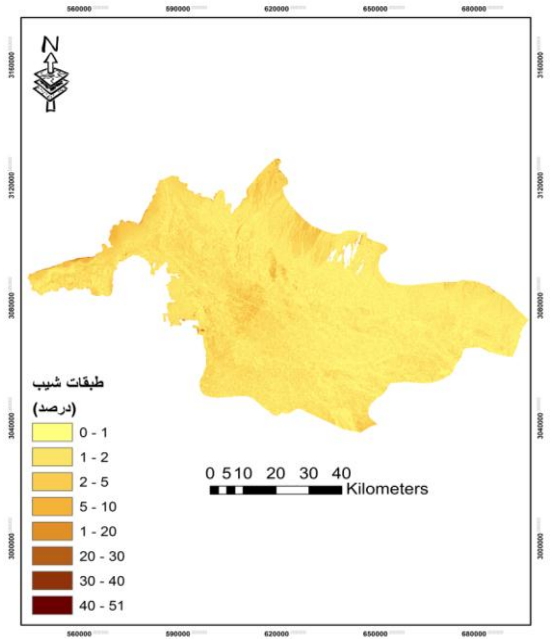


شکل (۴): نقشهٔ واحدهای کاری در منطقهٔ مورد مطالعه

جدول (۵): واحدهای کاری شناسایی‌شده در منطقهٔ مورد مطالعه

کد واحدکاری	شرح واحد کاری	مساحت (هکتار)
۱	مخروط‌افکنه‌های کم ارتفاع و جوان	۱۱۷۰۴۷
۲	مخروط‌افکنه‌های مرتفع و کهن	۶۹۷۸۰
۳	ارگ و ماسه‌زارها به‌همراه بارخان‌های ساده و تپه‌های شمشیری (سیف‌ها)	۵۳۸۰۸
۴	اراضی شور و رسی کشت‌شده با گیاهان زراعی و کاربری کشاورزی	۱۹۴۶۷
۵	اراضی زراعی احمدآباد	۳۷۵۴
۶	اراضی زراعی و کشاورزی چاه سردی ـ شاه‌آباد	۱۸۲۵۰
۷	اراضی زراعی کشت‌شده در مخروط‌افکنه‌های جوان	۲۰۵۷۰
۸	اراضی کشاورزی سورگ‌آباد ـ گنج‌آباد تا سلطان‌آباد	۲۳۹۶۹
۹	اراضی زراعی زهکلوت ـ میان‌دران	۹۴۶۹
۱۰	اراضی رسی پوشیده از نبکا و ربدوهای تخریب‌شده ـ شورمرده	۴۵۴۴
۱۱	مناطق شهری و مسکونی	۳۸۳۴
۱۲	کمربند سبز شمالی ـ تلماسه‌های گیاهی گز، نبکا و ربدوها	۴۶۴۵
۱۳	اراضی شور و رسی	۱۸۰۰۸۳
۱۴	اراضی شور و رسی با پوشش شورپسند اشنان ـ ترات	۲۷۱۴۷
۱۵	اراضی رسی با پوشش کم تراکم درختان کهور، گز و کنار	۱۵۷۷۰
۱۶	رخنمون‌های سنگی و صخره‌ای	۱۰۵۰۰

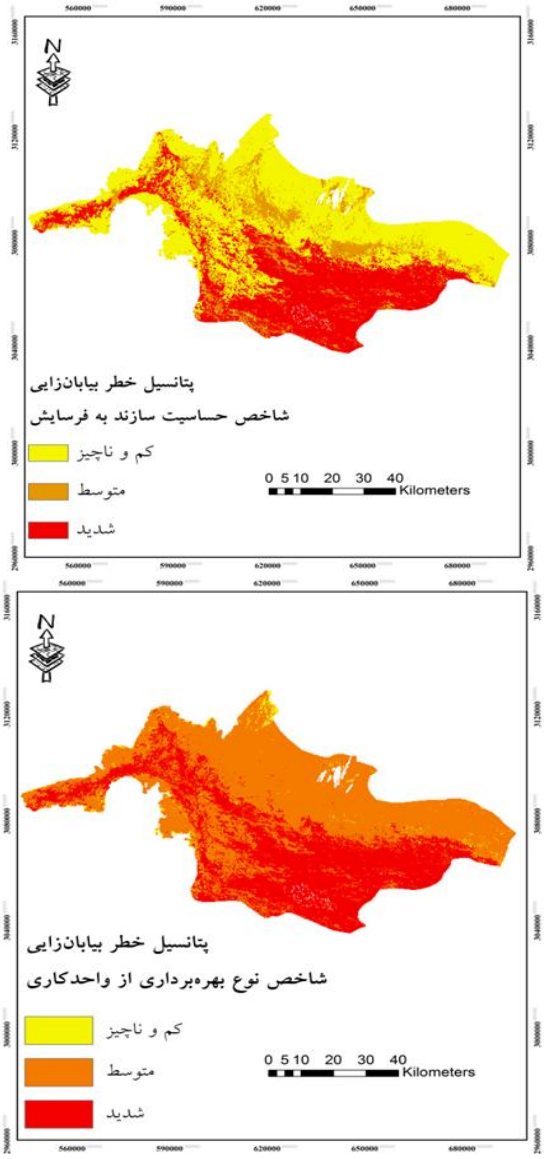
به‌منظور نمایش نقشهٔ شیب با استفاده از نقشهٔ مدل رقومی ارتفاعی[1] و نرم‌افزار GIS، نقشهٔ شیب منطقه تهیه شد. بر همین اساس، منطقهٔ مورد مطالعه در هشت کلاس شیب طبقه‌بندی، و شیب متوسط آن ۱/۶ درصد محاسبه شد که در کلاس کم بیابان‌زایی طبقه‌بندی می‌گردد (شکل ۵).



شکل (۵): نقشهٔ شیب محدودهٔ مورد مطالعه

1. Digital Elevation Model (DEM)

شاخص‌های «حساسیت سازند به فرسایش» و «نوع بهره‌برداری از واحد کاری» با توجه به امتیازدهی جداول (۲) و (۳) ارزش‌گذاری، و نقشهٔ پتانسیل بیابان‌زایی براساس آن‌ها تهیه شد (شکل ۶). نتایج طبقه‌بندی منطقه بر مبنای شاخص‌های مذکور در جدول (۶) ارائه شده است.

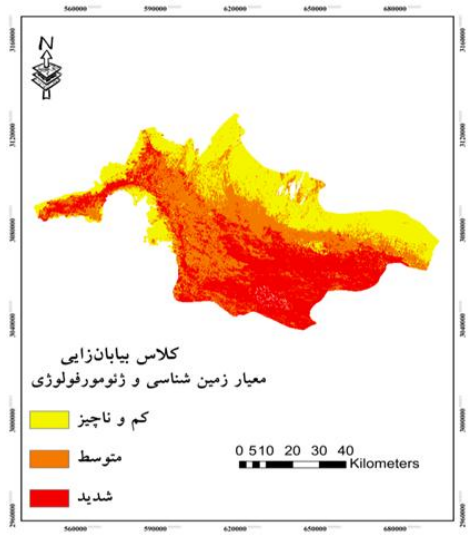


شکل (۶): وضعیت بیابان‌زایی منطقه از منظر شاخص‌های حساسیت سازند به فرسایش و نوع بهره‌برداری از واحد کاری

با میانگین‌گیری هندسی از شاخص‌های مذکور، نقشهٔ شدت خطر بیابان‌زایی براساس معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی استخراج شد (شکل ۷). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد نقشهٔ خطر بیابان‌زایی منطقهٔ مورد مطالعه به سه کلاس کم، متوسط و شدید تفکیک شده که به‌ترتیب ۱۹۷۱km2، ۱۷۴۳km2 و ۲۱۰۲km2 از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده است (جدول ۷).

جدول (۶): کلاس بیابان‌زایی و توزیع فراوانی شاخص‌های بیابان‌زایی معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

شاخص	کلاس بیابان‌زایی	مساحت (کیلومترمربع)	وسعت به درصد
شیب	کم و ناچیز	۵۸۶۵	۱۰۰
حساسیت سازند به فرسایش	کم و ناچیز	۲۹۶۹	۵۰
	متوسط	۷۸۴/۸	۱۳/۳
	شدید	۲۰۶۳	۳۵/۱
نوع بهره برداری از واحد کاری	کم و ناچیز	۱۰۴/۶	۲
	متوسط	۳۳۶۰/۹	۵۷
	شدید	۲۳۵۱	۴۰



شکل (۷): وضعیت بیابان‌زایی منطقه براساس معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

جدول (۷): وسعت کلاس‌های خطر بیابان‌زایی معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی

معیار	کلاس بیابان‌زایی	مساحت (کیلومترمربع)	وسعت به درصد
زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی	کم و ناچیز	۱۹۷۱	۳۳
	متوسط	۱۷۴۳	۲۹
	شدید	۲۱۰۲	۳۵/۸

همچنین ارزیابی شاخص‌های درنظرگرفته‌شده نشان داد که شاخص نوع بهره‌برداری از واحد کاری نسبت به دیگر شاخص‌ها تأثیر بیشتری در بیابان‌زایی منطقه دارد که نشان‌دهندهٔ تأثیر بیشتر عوامل انسانی در فرایند تخریب اراضی در منطقهٔ مورد مطالعه است.

شکل (۸): میانگین امتیاز شاخص‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی شدت خطر بیابان‌زایی با استفاده از معیار زمین شناسی- ژئومورفولوژی نشان داد که منطقهٔ جازموریان در سه کلاس کم و ناچیز (I) متوسط (II) و شدید(III) بیابان‌زایی به‌ترتیب با مساحت‌های ۱۹۷۱، ۱۷۴۳، ۲۱۰۲ کیلومترمربع طبقه‌بندی شده است. براساس نتایج به‌دست‌آمده از این مدل، بیشترین وسعت منطقه، مربوط به کلاس شدید بیابان‌زایی است که نیازمند برنامه‌های مدیریت خطر در این نواحی است. با توجه به این امر که شاخص نوع بهره‌برداری از واحدکاری بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه در گروه خود داشته است، توجه برنامه‌ریزان محیطی می‌بایستی بر کنترل و مدیریت این عامل متمرکز شود؛ چراکه منطقهٔ مذکور به‌دلیل وضعیت نامناسب زمین‌شناسی و نوع سازند و از سوی دیگر عدم کفایت پوشش گیاهی به‌منظور حفاظت خاک، خطر بیابان‌زایی در منطقه را تشدید کرده است که به نوبهٔ خود سبب افزایش پتانسیل منطقه به بیابان‌زایی می‌شود. ارزیابی وضعیت خطر بیابان زایی براساس معیار مذکور، نشان داد که بیشترین پتانسیل خطر بیابان‌زایی در اراضی شور و رسی و مراتع فقیر با تیپ گیاهی اشنان- ترات است. با توجه به حساسیت بالای این مناطق و شکنندگی آن‌ها نسبت به بهره‌برداری بیش از حد، به کنترل دقیق و نظارت پیوسته دستگاه‌های اجرایی بر فرایند بهره‌برداری از اراضی در اشکال مختلف اعم از فعالیت‌های مرتع‌داریا استفاده‌های سوختی حاصل از مراتع و به‌ویژه مراتع مشجر و جوامع کهور موجود در منطقه تأکید می‌شود.

از مزایای مدل مذکور می‌توان به قابلیت استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS در ارزیابی بیابان‌زایی، استفاده از میانگین هندسی به جای جمع یا میانگین حسابی لایه‌ها و کاهش خطای کارشناسی اشاره نمود (سیلاخوری، ۱۳۹۱؛ بحرینی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین تطابق نسبی با وضعیت بیابان‌های ایران از دیگر نقاط قوت مدل مذکور به‌شمار می‌رود. اما باید توجه داشت که امتیازدهی و درنظرگرفتن تمام شاخص‌های هر معیار، همیشه نقطهٔ قوت مدل نبوده، زیراکه ارزش‌گذاری برخی شاخص‌ها با توجه به طبیعت منطقه تأثیر فراوانی در پدیدهٔ بیابان‌زایی نداشته و سبب کاهش امتیاز نهایی معیار مربوط می‌شود. پرهیز از این امر نیازمند انعطاف محقق در انتخاب شاخص‌هاست که با اظهارات سیلاخوری (۱۳۹۱) در ارتباط با نواقص این مدل همخوانی دارد. از سوی دیگر، در امتیازدهی به معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی با استفاده از این مدل، به‌دلیل تعریف واحدهای جدا در مدل و از سوی دیگر عدم الگوی مشخص تفکیک رخساره‌های ژئومورفولوژی و تنوع بالای آن‌ها در بیابان‌های ایران، سبب ابهام نسبی محققین می‌شود که نیازمند بررسی دقیق‌تری به‌منظور برآورد تخصصی‌تر است. به‌طور کلی، منطقه مورد نظر با پتانسیل نسبتاً بالای بیابان‌زایی مواجه است که نیازمند تدابیر مدیریتی با تأکید بر شاخص های تأثیرگذار در این پدیده می‌باشد که نیازمند پایش و کنترل و اجرای طرح های بیابانزدایی با رویکرد توسعهٔ پایدار در این ناحیه است.

منابع

1. Arami, A.H., 2013. Assessment of desertification hazard (IMDPA Model), risk and development of management programs in the semi-arid region of Agh band, Golestan province-Iran. M.Sc. thesis, Gorgan University of agriculture sciences and natural resources.
2. Bahreini, F., Pahlavanravi , A., Moghaddamnia, A., Rahi, G.H. 2012. Spatial prioritization of land degradation using IMDPA model with emphasis on wind erosion and climate (case study: bardkhun region of boushehr). Journal of Water and Soil. Vol 26, No 4, 897-907.
3. Lavando Contador, J.F., Schnabel, S., Gomez Gutierrez, A., and Pulido Fernandez, M. 2009. Mapping sensitivity to land degradation in extremadura. SW Spain, land degradation & development. 20: 129–144.
4. Mesbahzadeh, T., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh.R., Sarmadian, F. 2013. Assessment and mapping of land degradation in abuzaydabad, Iran using an IMDPA model with emphasis on land criteria. Journal of Desert. 18: 1-7.
5. Salvati, L., Mancino G., De Zuliani, E., Sateriano, A., Zitti, M., Ferrara, A. 2013. An expert system to evaluate environmental sensitivity: a local – scale approach to desertification risk. Applied Ecology and Environmental Research. 11(4): 611-627.
6. Silakhori, i., 2013. Assessing desertification hazard (comparing MICD and IMDPA models), risk and developing management plan in Sabzevar region, Iran. M.Sc. thesis, Gorgan University of agriculture sciences and natural resources.
7. Soleimani Sardo. M., Ranjbar Fordoei, A., Ghazavi, R., Vali, A.A. Mousavi H. 2015. Assessment and mapping of areas sensitive to desertification in the Yazd-Ardakan plain. Journal of water and soil conservation. Vol 22(2), pp 191-204.
8. Zehtabian, G.H., Khosravi, H., Masoudi, R. 2014. Models of Desertification Assessment (Criteria and Indices). University of Tehran Press.
9. Ziaeia, M.S., Masoudi, R., Ghodsi, M., Khosravi, H. 2012. Study of the effect of management criterion on desertification control (case study: Kashan). Journal of Desert, 17:105-109.

Evaluation of Desertification Hazard in the Jaz_Murian region based on Analysis of Geology-Geomorphology criterion

Mojtaba Soleimani Sardo[*1], Abolfazl Ranjbar Fordoei[2], Sayed Hojjat Mousavi[3]

Received: 9/4/2016 Accepted: 30/5/2016

Abstract

Recognition of desertification criteria and indices and determining the most effective factors on it are the first steps for logical planning to combat desertification. In this study, the sensitivity of the Jaz-Murian region to desertification was evaluated using IMDPA model which is one of the desertification assessment methods in arid and semi-arid regions, on the basis of geology-geomorphology criterion. For this purpose, work unit map (Geo-bio faces map) was created by using geology, land use/land cover map, Landsat 8 satellite imagery and Google Earth data; accordingly, 21 work units were identified. In each unit, the "slope", "land use" and "erodibility" indices were weighted and combined with each other by calculating geometric mean of indices. The results showed that Jaz-Murian region was classified in three desertification hazard classes including low (I), moderate (II) and high (III), with 1971 km2 , 1743 km2 and 2102 km2 areas respectively. Most of the region classified in high hazard of desertification class that needs risk management plans. Land use had the most effects on desertification hazard in geology-geomorphology group, therefore it can be concluded that management strategies have to focus on this index to control desertification.

Keywords: Geomorphology Facies, Land Use, Erosion, IMDPA Model, Desertification Indices.

1. Ph.D. Student of Combating to Desertification, Dept. of Desert Sciences, University of Kashan, Iran
2. Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Iran
3. Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan, Iran