DOR: https://dorl.net/dor/20.1001.1.28212606.1400.4.9.6.9

فصلنامه علمی آماد و فناوری دفاعی، سال چهارم، شماره نهم، بهار ۱۴۰۰

ارزیابی خطر، ریسک و تدوین برنامه مدیریت بیابان در منطقه تایباد–باخرز، استان خراسان رضوی

عباس علی‌پور[۱]، مهدی سرپرست

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۰ *تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰*

چکیده

بیابان‌زایی یک فرایند غیرقابل بازگشت است که تحت تأثیر چندین عامل ایجاد و از ترکیب تمایل و استعداد طبیعی محیط با مداخلات انسانی و تغییر اقلیم نمایان می‌شود. بیابان‌زایی اساساً در مناطق خشک رخ می‌دهد اما دامنه و سیعی از محیط، اقلیم و جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. حدود ۸۰ در صد از مساحت ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است که یک‌سوم این مناطق در معرض خطر شدید پدیده بیابان‌زایی قرار دارند و همواره بیابان‌زایی به عنوان اصلی‌ترین مانع پیشرفت و توسعه این مناطق به شمار می‌رود. بنابراین ارزیابی شدت خطر و شناسایی مهم‌ترین معیارهای بیابان‌زایی با استفاده از مدل‌های مناسب تجربی – عددی به عنوان پایه ارزیابی ریسک و مبنای تدوین برنامه‌های مدیریتی، الزامی است. این تحقیق در منطقه بیابانی تایباد–باخرز، استان خراسان رضوی با هدف تهیه نقشه شدت خطر، ریسک بیابان‌زایی و تدوین برنامه مدیریتی متنوع کنترل بیابان انجام شده است. به منظور ارزیابی خطر بیابان‌زایی از مدل نه معیاری IMDPA و رخساره‌های ژئومورفولوژی استفاده شده که در آن نقشه واحدهای کاری بر اساس نقشه‌های، زمین‌شناسی، کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای و بازدیدهای میدانی تهیه و نقشه ریسک با ترکیب نقشه‌های شدت خطر، فراوانی و درجه آسیب‌پذیری عناصر بر اساس معادله ریسک ایجاد شد. براساس نتایج ارزیابی، اولویت‌بندی معیارها در بیابان‌زایی منطقه، عبارتاند از: اقلیم، فرسایش، کشاورزی، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، اقتصادی- اجتماعی، خاک، توسعه تکنولوژی و آب زیرزمینی. به علاوه ۶۳ درصد از مساحت منطقه در کلاس خطر بیابان‌زایی با شدت بحرانی (III) و ریسک بحرانی (III و IV)، قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که معیارهایی که ارتباط مستقیم انسان با محیط و منابع را نشان می‌دهد، بیشترین تأثیر را در شدت بیابان‌زایی منطقه دارند. در نهایت برنامه‌ای در قالب شش راهبُرد مدیریتی در جهت توسعه پایدار و ایجاد شرایط باثبات در منطقه ارائه گردید.

کلمات کلیدی: خطر بیابان‌زایی، مدل IMDPA، رخساره ژئومورفولوژی، ریسک، برنامه مدیریتی

۱ استادیار دانشگاه امام حسین و نویسنده مسئول، Aivan31@yahoomail.com

مقدمه

بیابان‌زایی یک فرایند غیرقابل بازگشت است که تحت تأثیر چندین عامل ایجاد و از ترکیب تمایل و استعداد طبیعی محیط با مداخلات انسانی و تغییر اقلیم نمایان می‌شود. بیابان‌زایی اساساً در مناطق خشک رخ می‌دهد اما دامنه وسیعی از محیط، اقلیم و جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. با توجه به چند جنبه‌ای بودن فرایند بیابان‌زایی، بنیادهای سیاسی و مراکز تحقیقات، شرایط توسعه روش‌های تجزیه و تحلیل این پدیده را بر اساس رویکرد های تجربی، سنجش از دوری و فرایندهای مدل‌سازی فراهم کرده‌اند. روش‌هایی که در ابتدا مطرح شده بود شرایط تجزیه‌وتحلیل مکانی بیابان‌زایی را فراهم نمی‌کردند. پیشرفت در دانش فضایی، پیاده‌سازی رویکرد های گسترده را در منطق سیستم اطلاعات جغرافیایی تسهیل نمود. روش های سنتی مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی با تلفیق با فناوری سنجش‌ازدور شاخص‌های ایستا و پویا را به منظور بررسی پویایی پدیده بیابان‌زایی استفاده می‌کنند. در حال حاضر تحقیقات زیادی در سرتاسر جهان با استفاده از روش‌های فوق برای برآورد پدیده بیابان‌زایی انجام می‌شود. برای مثال سانیتی و همکاران (۲۰۱۰)، با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل، یک رویکرد جفتی را در جزیره ساردینا (ایتالیا) مورد آزمون قرار دادند. در این مدل، ٦ عامل بیابان‌زایی (چرای بیش از حد، تولید گیاهی، حاصلخیزی خاک، فرسایش آبی، فرسایش بادی و نفوذ آب در یا) در دوره زمانی برای بررسی الگو های ارزشیابی مکانی-زمانی در مناطق مستعد بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گرفت. این روش، نتایج مثبتی را در بررسی و ارزشیابی ریسک بیابان‌زایی ارائه نمود (سانیتی و همکاران، ۲۰۱۰). لیمان و همکاران (۲۰۱٦) حساسیت محیط را با استفاده از یک رویکرد مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (مدل مدالوس و مدل منطقه‌ای) در تایلند مورد ارزشیابی قرار دادند. نقشه های نهایی نشان‌دهنده چهارکلاس حساسیتی بود، کلاس حساسیت خیلی شدید و متوسط در مدل منطقه‌ای، ۷۲ درصد از منطقه و در مدل مدالوس،۵۵ درصد از سطح منطقه را شامل می شوند. نتایج نشان می‌دهد که کلاس حساسیت پایین در مدل منطقه‌ای، ۲۵ درصد از سطح منطقه و در مدل مدالوس، ۲٦ درصد از سطح منطقه را شامل می‌شود. نتایج آن‌ها نشان داد که مدل منطقه‌ای، برای ارزیابی حساسیت محیطی مناسب‌تر است. سالواتی و همکاران (۲۰۱۵) یک ارزیابی چندمتغیره (۱۱

شاخص) را به منظور تعیین حساسیت محیط به تخریب زمین و بیابان‌زایی و روابط بین متغیر ها در ایتالیا به اجرا درآورد ند. ا ین تحق یق در ۷۷۳ سایت ک شاورزی و در چ هار دوره ز مانی (۱۹۶۰و ۱۹۹۰و ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰) انجام شد. نتایج آن‌ها نشان داد که معنی‌داری روابط بین متغ یر با ا فزایش تخریب زمین و خاک، افزایش پیدا کرد، اگرچه بین مناطق شمالی و جنوبی ایتالیا متفاوت بود.

جهت ارزیابی و تهیه نق شه خ طر بیا بان‌زایی در ا یران مدل های MICD، ICD و IMDPA را مـی‌توان نام برد. روش IMDPA به ع لت ا ستفاده از قابلیت های بالای GIS در تلف یق لا یه‌های اطلاعاتی، سادگی مراحل ارزیابی و جمع‌آوری اطلاعات پایه و کاهش خطای کارشناسی ن سبت به سایر روش‌های ارائه‌شده، دقیق‌تر است. هنردوست و همکاران (۲۰۱۱) به من ظور ارز یابی شدت و خسارت بیابان‌زایی در بخش شمالی دشت گرگان، از مدل مدالوس اصلاح شده ا ستفاده کرد ند. نتایج پژوهش نشان داد که ۵۲/۴۸، ۴۴/۲۷ و ۲/۷۹ در صد از منط قه به شدت، در حد متو سط و کمی تحت تأثیر بیابان‌زایی قرار دارد و شاخص‌های خاک و ماندابی شدن مهم‌ترین عوامل مؤثر بر روند بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه است. در این پژوهش برنا مه‌های مدیریتی ج هت پا یداری پروژه‌های کشاورزی را ضروری خوانده و قسمت جنوبی را ن سبتاً ح ساس به بیا بان‌زایی معر فی کرده است. جعفری‌زاده (۱۳۸۹)، شدت بیا بان‌زایی منط قه ملا ثانی ا هواز را با ا ستفاده از مدل IMDPAارزیابی نموده است. در ا ین تحق یق خ طر بیا بان‌زایی با تک یه بر ه فت مع یار: اق لیم، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، کشاورزی، فرسایش، مسائل اقتصادی و اجتماعی و تکنو لوژی تو سعه شهری و صنعتی ارزیابی شده است. نتایج ن شان داد که مع یار پو شش گ یاهی با ارزش ۳/۵۲ در کلاس بسیار شدید قرار گرفت ا ست؛ و مع یار زمین‌شنا سی و ژئومورفو لوژی با ارزش ۱/۲۴ در کلاس کم و ناچیز بیابان‌زایی قرار گرفته شده است. همچنین ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه موردمطالعه ۱/۸۳ =DS محا سبه شد که در کلاس متو سط برآورد گرد ید. ذوالف قاری و همکاران (۱۳۹۰)، در پژوهش خود، جهت ارزیابی شدت بیابان‌زایی د شت سی ستان با ا ستفاده از روش IMDPA گزارش نمودند که معیار خاک ن سبت به مع یار فر سایش بادی تأثیر کم تری در بیابان‌زایی منطقه داشته ا ست. نی کو (۱۳۹۰)، در پژوهش خود ج هت شناخت عوا مل موثر در تخریب اراضی در منطقه دامغان به ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی با ا ستفاده از مدل IMDPA پرداخ ته

است، در این تحقیق، خطر بیابانزایی با تکیه بر ۹ معیار اقلیم، آب، خاک، زمین شناسی- ژئومورفولوژی، پوشش گیاهی، کشاورزی، فرسایش (آبی و بادی)، اقتصادی- اجتماعی و توسعه شهری تکنولوژی و ۳۷ شاخص مربوطه، ارزیابی شده است. بر اساس نتایج حاصل، معیار های زمین‌شناسی- ژئومورفولوژی و آب به ترتیب با ارزش های عددی ۲/۷۱ و ۲/۵۱ هر دو با بیابانزایی شدید، مهم ترین معیار های بیابانزایی و شاخص در صد پوشش غیر زنده و معیار فرسایش بادی با میانگین وزنی ۳/۵۷ و بیابانزایی خیلی شدید، شاخص‌های معیشت، تشکل و مشارکت، درصد پوشش گیاهی (فرسایش آبی)، هدایت الکتریکی آب، میزان بارش سالانه، شاخص خشکی و هدایت الکتریکی خاک به ترتیب با میانگین وزنی ۳/۵، ۳/٤٦، ۳/۲۹، ۳/۰۳، ۳، ۳ و ۲/۹۱ و همگی با بیابانزایی شدید مهم ترین شاخص‌های بیابانزایی در منطقه می‌باشند. در مجموع شدت و وضعیت فعلی بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه با ارزش عددی ۲/۲۷، متوسط و در آستانه افزایش کلاس بیابانزایی (شدید)، ارزیابی شد. همچنین مهم ترین عوامل بیابانزایی در منطقه شامل فقر پوشش سطح خاک (شامل پوشش گیاهی و درصد کم سنگ و سنگریزه)، توان طبیعی کم منطقه جهت کشاورزی و دامداری سنتی (با توجه به اتکای زیاد معاش به این فعالیت‌ها)، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، دارا بودن اقلیم فراخشک و آبیاری و کشاورزی غیراصولی می‌باشند.

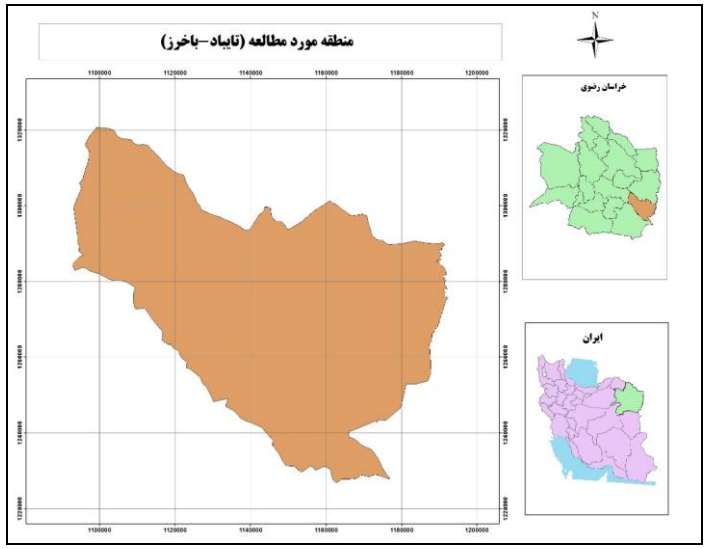
تاکنون تحقیقات زیادی در مورد خطر و ریسک بیابانزایی در سرتاسر جهان انجام شده است، اما در بیشتر موارد، برآورد خطر و ریسک کمتر به برنامه مدیریتی منجر شده و یا خطر مبنای برنامه مدیریتی قرار گرفته و کمتر به مفهوم ریسک توجه شده است. با توجه به اینکه بیابانزایی در منطقه بیابانی تایباد-باخرز به دلیل شرایط اقلیمی، ادافیکی و ژئومورفولوژیکی خاص منطقه در شکل فعال خود به وقوع پیوسته است، هدف این تحقیق ارزیابی شدت و شناسایی مهم ترین معیار های بیابانزایی با استفاده از مدل IMDPA به عنوان پایه ارزیابی ریسک و مبنای تدوین برنامه‌های مدیریتی جهت مبارزه و کنترل آن در منطقه در راستای اقدام ملی بیابانزدایی الزامی است. نقشه ریسک می‌تواند نقشه و ابزاری مناسب و کارآمد برای مدیریت بحران بیابانزایی باشد، چرا که این

نقشه و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی منطقه می‌تواند تقدم و تأخر و نوع برنامه مدیریتی را برای هر واحد کاری مشخص کند.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه تایباد-باخرز در جنوب شرقی استان خراسان رضوی قرار گرفته است و دارای طول جغرافیایی "۲۳ ′ ۵۱ °۶۰ تا "۴۷ ′۴۳ °۶۱ شرقی و عرض جغرافیایی "۱۶/۸۳ ′۴۵ °۳۴ تا "۰۷ ′۳۵ °۳۲ شمالی است. ارتفاع متوسط منطقه ۸۰۰ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالیانه ۱۵۴ میلی‌متر، درجه حرارت حداقل و حداکثر مطلق به ترتیب ۹/۲- و ۴۱/۲ و میانگین درجه حرارت ۱۶/۴ درجه سانتی‌گراد است. متوسط رطوبت نسبی ۵۵ درصد، مقدار تبخیر و تعرق واقعی ۱۵۰ میلی‌متر، میزان تبخیر و تعرق پتانسیل ۲۰۴۵ میلی‌متر و نوع اقلیم خشک و سرد به روش آمبرژه و دومارتن است. بیشترین میزان رطوبت نسبی در منطقه موردمطالعه در فصل زمستان و کمترین آن ها در فصل تابستان مشاهده شده است. بیشترین فشار بخار اشباع متوسط در تیر و کمترین مقدار در دی مشاهده می‌شود و فشار بخار اشباع واقعی در تیر بیشینه و در دی کمینه است. بالاترین اثر تخریبی باد نیز به‌ترتیب مربوط به جهات شمال‌غربی و شمال است. میانگین سالانه سرعت باد ۶ متر در ثانیه است.



شکل ۱- نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

در منطقه موردمطالعه از دوازده رده خاک دو رده آنتی‌سول‌ها و اریدی‌سول ها شنا سایی شد؛ و خاک غالب منطقه را رسوبات کواترنری ماسه‌بادی (با بافت لومی شنی) تشکیل می‌دهند. اگر چه به سمت شمال غرب، درصد سیلت و رس افزایش می‌یابد. جهت جریان آب زیرزمینی تقریباً از شمال‌غرب به جنوب‌شرق دشت است. سطح آب زیرزمینی در ناحیه پل‌بند ۱۵۰ متر و در حوالی شهر تایباد حدود ۲۰ متر و در شمال شرق از ۹۰ متر در مخروط افکنه روس رود به کمتر از دو متر در حاشیه هریرود تغییر می‌کند. متوسط افت سالانه سطح آبخوان دشت ۹۰ سانتی متر محاسبه شده است و بر اساس آمار، افت سال ۸۲ به‌طور متوسط ۰/۷۵ متر است که از سال ۷۵ تاکنون ۵/۲۵- متر افت داشته است. محل تغذیه این دشت ارتفاعات باخرز و مسیل هایی است که از این کوه سرچشمه می‌گیرد و نیز مخروط‌افکنه‌های روس‌رود هست. منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات کشوری در جنوب‌شرقی خراسان رضوی قرار دارد. این منطقه دو شهرستان تایباد و باخرز و ۹۶ روستا با جمعیت ۱۶۲۰۰۶ نفر در سال ۱۳۹۰ را شامل می‌شود که از این جمعیت ۸۱۷۳۲ نفر در روستاها ساکن هستند و ۷۰ درصد جمعیت روستایی به دامداری و بقیه جمعیت به کشاورزی و سایر شغل‌ها مشغول هستند.

از نظر ژئومورفولوژی، منطقه تایباد–باخرز شامل سه واحد کوهستان، دشت‌سر و پلایا ا ست. در واحد کوهستان یک تیپ ت په ماهور و دو رخ ساره ژئومرفو لوژی برو نزد سنگی و وار یزه قا بل شناسایی است. در واحد دشت سر، سه تیپ شامل: دشت سر فرسایشی، دشت‌سر اپانداژ و د شت–سر پوشیده مجزا شده است.

نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحد کاری)

به‌منظور دست‌یابی به نقشه وا حدهای کاری در ا ین روش، نق شه‌های زمین‌شنا سی، کاربری ارا ضی، ت صاویر ماهواره‌ای Landsat5 سال ۲۰۱۵ از وب سایت USGS و Spot (از Google Earth) (که به‌منظور تصحیح مرزها از این تصاویر نیز ا ستفاده شده) با ی کدیگر اد غام شدند. در مرحله بعد اقدام به رسم نقشه تفکیکی واحدهای کوهستان و دشت‌سر و پلایا با استفاده از نرم‌ا فزار ArcGIS 10.2 گردید.

برآورد خطر بیابان‌زایی

در قالب مدل IMDPA، نه معیار و ۳۵ شاخص بیابان‌زایی در ایران و سه ناحیه اقلی می خ شک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب ارائه گردید که این ۹ مع یار عبارت‌ا ند از: اق لیم، زمین‌شنا سی و ژئومرفولوژی، خاک، پوشش گیاهی، آب، فرسایش (آبی – بادی)، کشاورزی، اقتصادی – اجت ماعی و توسعه شهری و صنعتی. جهت رسیدن به این معیار ها سعی گرد ید مطال عات ن سبتاً کاملی در زمینه‌های فیزیوگرافی، پوشش گیاهی، اقلیم، زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی، خاک، فرسـ ـایش (آ بی – بادی)، کـــــــشاورزی، اقتصادی– اجتماعی در منطقه صورت گ یرد؛ ب نابراین هر یک از ا ین پارامترها که به عنوان معیارهای بیابان‌زایی در نظر گرفته شده است، به‌صورت جداگانه موردبرر سی و مطالعه قرار گرفتند. در مرحله بعد امتیازدهی شاخص‌های موردنظر، در واحدهای کاری صورت می‌پذیرد. به هر لایه براساس تأثیر آن در بیابان‌زایی با توجه به بررسی منابع و ا ستناد به کار سایر محققین و با توجه به شرایط منطقه، وزنی بین یک تا چ هار داده شد؛ به طوری که ارزش یک بهترین و ارزش چهار بدترین وزن بوده ا ست (جدول ۱) (جع فری‌زاده، ۱۳۸۹) و ارزش عددی

تولیدشده شاخص‌ها در واحدهای کاری در نرم‌افزار ArcGIS 10.2 تبدیل به نقشه‌های موضوعی می‌شود.

جدول ۱- طبقه‌بندی کلاس‌های بیابان‌زایی مدل IMDPA

کلاس	دامنه اعداد	علامت
کم و ناچیز	۰ -۱/۵	I
متوسط	۱/٦ – ۲/۵	II
شدید	۲/٦ – ۳/۵	III
خیلی شدید	۳/٦ – ٤	IV

همان‌طور که ملاحظه می‌شود نقشه هر معیار در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید براساس وزن منسوب، طبقه‌بندی می‌گردد. بنابراین نه نقشه وضعیت معیار ها به‌دست می‌آید که این نقشه‌ها برای مطالعه کیفیت هر معیار و تأثیر آن‌ها در بیابان‌زایی می‌توانند به کار روند و درنهایت نقشه نهایی که نشان‌دهنده وضعیت بیابان‌زایی براساس معیار های اقلیم، زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی، پوشش گیاهی، کشاورزی، آب، خاک، فرسایش، مسائل اجتماعی و اقتصادی، توسعه شهری و صنعتی (تکنوژنیکی) در منطقه است از میانگین هندسی معیارهای مذکور بر اساس فرمول زیر به‌دست آمد:

$$DM= (QC . QV . QS . QG . QA . QE . QW . Q(S-E) . QT)^{1/9}$$

Q_C[1]: معیار کیفیت اقلیم

Q_V[2]: معیار کیفیت پوشش

[1] Climat Quality Index
[2] Vegetation Quality Index

Q_s[1]: معیار کیفیت خاک

Q_G[2]: معیار کیفیت زمین‌شناسی و ژئومرفولوژی

Q_A[3]: معیار کیفیت کشاورزی

Q_E[4]: معیار کیفیت فرسایش

Q_W[5]: معیار کیفیت آب

$Q_{(S-E)}$[6]: معیار کیفیت مسائل اجتماعی- اقتصادی

Q_T[7]: معیار کیفیت توسعه شهری و صنعتی (تکتوژنیکی)

در این تحقیق نه معیار مورد بررسی قرار گرفته است و نقشه بیابان‌زایی منطقه از میانگین هندسی نه معیار به دست آمده است.

ارزیابی ریسک بیابان‌زایی

ریسک کلی بیابان‌زایی با معادله ریسک $R = H. E. V$ برآورد می‌شود (او نق، ۱۳۸۸). که در آن R ریسک، H بزرگی خطر، E عناصر در معرض خطر و V درجه آسیب‌پذیری عناصر است. عنا صر ریسک مورد بررسی در این پژوهش شامل ساختمان‌ها، راه ها و تأسی سات زیربنایی می‌با شند. ریسک به محتوای ساختمان‌ها و ریسک به خودروها در راه‌ها می‌تواند یک بخش بزرگی از ری سک را شامل شوند. اما تخمین این ریسک‌ها مشکل است و همچنین فاقد داده‌های کافی ه ستند. علاوه بر این، ریسک به جان انسان‌ها (ریسک جانی) قابل برآورد نیست. دی گر عنا صر آ سیب‌پذیر ما ند شبکه‌های برق و تلفن نیز به عنوان هزینه‌های غیرمستقیم هستند و محا سبه م یزان ری سک نا شی از آن‌ها نیز مشکل است (زیزری[8]، ۲۰۰۸).

---

[1] Soil Quality Index
[2] Geomorphology Quality Index
[3] Agriculture Quality Index
[4] Erosion Quality Index
[5] Water Quality Index
[6] Social Quality Index
[7] Techno genic Quality Index
[8] Zezere

عناصر در معرض خطر

با استفاده از نقشه‌های کاربری اراضی و توپوگرافی و با فهرست برداری از عناصر در معرض خطر (اراضی کشاورزی، مرتع، روستا، تأسیسات، جاده و چشمه) در هر واحد از نقشه کلاس خطر، عناصر مورد نظر شناخته و نقشه عناصر در معرض خطر تهیه گردید (جدول ۲) (اونق، ۱۳۸۸).

جدول ۲- کلاس‌های عناصر در معرض خطر در منطقه تایباد-باخرز

ردیف	کلاس‌عناصر	طبقات کیفی	تعداد عنصر
۱	I	خیلی کم	≤۲
۲	II	کم	۳
۳	III	متوسط	٤
٤	IV	زیاد	٥
٥	V	خیلی زیاد	٦

آسیب‌پذیری عناصر

پس از مشخص شدن کلاس و شناسایی عناصر در هر واحد از نقشه خطر، کلاس های آسیب‌پذیری عناصر با توجه به اینکه در چه کلاسی از شدت خطر قرار دارند و با استفاده از امتیازات کارشناسی و بررسی شرایط حوضه موردمطالعه تعیین گردید. برای محاسبه امتیاز آسیب‌پذیری عناصر، وجود خطر و شرایط هر یک از عناصر از لحاظ اقتصادی و اکولوژیکی حائز اهمیت است. عناصری که در کلاس خطر بالاتری قرار دارند از اهمیت و امتیاز آسیب‌پذیری بیشتری برخوردار می‌باشند (جدول ۳ و ٤).

جدول ۳- امتیاز صفات عناصر در معرض خطر

عناصر	عامل	عدد آسیب
مرتع	با بالا رفتن ارزش گیاهان مرتعی و افزایش شدت خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲-۱۰
زراعت	هر چه گیاه آسیب‌پذیرتر و شدت خطر افزایش پیدا کند با ضریب ۳ افزایش	۳-۱۵

	پیدا می‌کند	
چشمه	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲ -۱۰
اماکن- مسکونی	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۳ افزایش پیدا می‌کند	۳ -۱۵
تأسیسات	با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲ -۱۰
جاده	جاده‌های با افزایش کلاس خطر با ضریب ۲ افزایش پیدا می‌کند	۲ -۱۰

اقتباس از نظری‌نژاد (۱۳۸۹)

جدول ۴- استاندارد کلاس و عدد آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر

کلاس آسیب‌پذیری	طبقات کیفی	عدد آسیب‌پذیری
I	خیلی کم	< ۷
II	کم	۷ -۱۵
III	متوسط	۱۵ -۳۵
IV	زیاد	۳۵ -٤٥
V	خیلی زیاد	> ٤٥

اقتباس از نظری‌نژاد (۱۳۸۹)

ریسک

برای محاسبه عدد ریسک از معادله R= H . E . V، ارزش عددی عناصر خطر، آسیب‌پذیری عناصر و شدت خطر در هم ضرب و اولویت واحدهای کاری مختلف منطقه جهت اولویت‌بندی برنامه‌های مدیریتی مبارزه با بیابان‌زایی تعیین و با استفاده از آزمون کای اسکوئر تفاوت آماری مساحت کلاس‌ها مشخص گردید (جدول ۵) (نظری‌نژاد، ۱۳۸۹).

جدول ۵- استاندارد کلاس و عدد ریسک در منطقه تایباد-باخرز

کلاس ریسک	طبقات کیفی	عدد ریسک
۱	کم	۰-۱۰
۲	متوسط	۱۰ - ۲۵
۳	زیاد	۲۵ - ٤٠
٤	خیلی زیاد	>٤٠

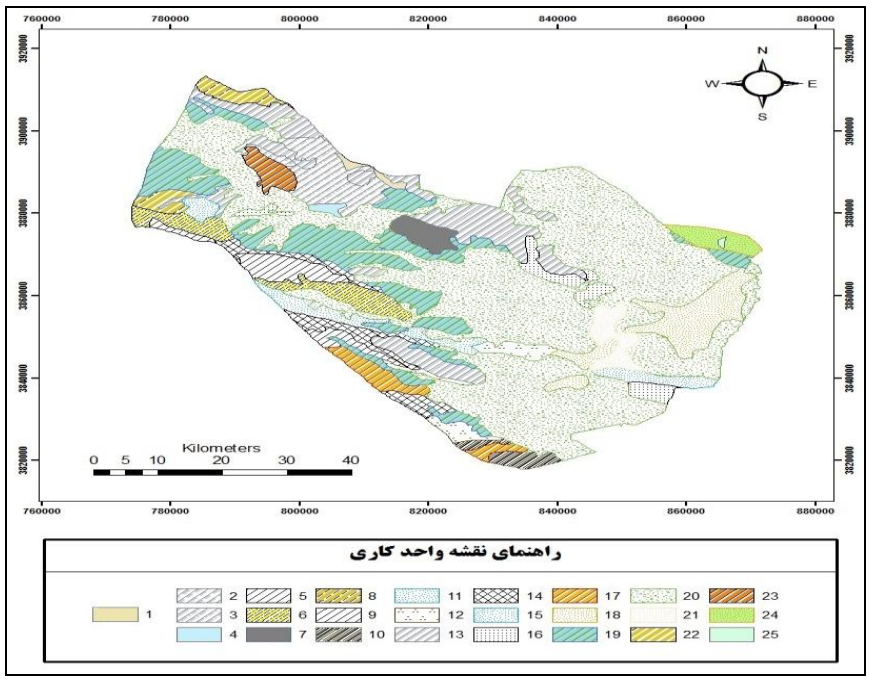
اولویت‌بندی برنامه مدیریت بیابان‌زایی

براساس کلاس مدیریت، اولویت‌بندی برنامه‌های مدیریتی مقابله با بحران بیابان‌زایی در منطقه تایباد-باخرز تعیین گردید.

نتیجه

رخساره‌های ژئومورفولوژی (واحدهای کاری)

منطقه موردمطالعه به سه واحد، هفت تیپ و ۲۵ رخساره ژئومورفولوژی (واحد کاری) تفکیک شد به‌طوری‌که مساحت کوچکترین رخساره ژئومورفولوژی (واحدکاری) مربوط به واحد کاری ۲۵ (کویر) و مساحت بزرگ‌ترین رخساره ژئومورفولوژی مربوط به واحد کاری ۲۰ (دشت‌های آبرفتی و رودخانه‌ای) است (جدول ۵، شکل ۲).



شکل۲- نقشه واحدهای کاری (رخساره ژئومورفولوژیکی) منطقه تایباد-باخرز

جدول ۵- توزیع فراوانی واحدهای ژئومورفولوژی منطقه تایباد-باخرز

واحد	تیپ	رخساره	شماره	مساحت (هکتار)	درصد	فراوانی
کوهستان	کوه نسبتا مرتفع	رخنمون سنگی ماسه‌سنگ و کنگلومرایی (واریزه)	۱	۱۳۸۷	٪۰/۳	۱
		رخنمون سنگی کنگلومرایی و آهکی	۲	۱۰۵۰	۰/۲۲ ٪	۱
		رخنمون سنگی آهکی و گچی	۳	۱۶۰۵۷	٪۳	۱
		رخنمون سنگی شیستی-گرانیتی	۱۷	۷۶۰۰	٪۱/۶	۲
		رخنمون سنگی آندزیتی - بازالتی	٤	۱۱۶۵	۰/۲۵ ٪	۱
		رخنمون سنگی آندزیتی	۵	۳۲۳۸	٪۰/۷	۱
		رخنمون سنگی آندزیتی	٦	۱۵۷۱۰	٪۳/۳	۱
		رخنمون سنگی ریولیتی تا ریوداکتیک آتشفشانی	۹	۹۲۷۳	٪۲	۲
		رخنمون سنگی شیلی-ماسه سنگی (دامنه نامنظم)	۲۲	٤۳۲۵	٪۱	۱
		رخنمون سنگی گرانیتی	۱۰	٤۸٦٤	٪۱	۲
		رخنمون سنگی مارنی -گچی-ماسه سنگی	۱۱	۵۳٦۳	٪۱/۲	۱
		رخنمون سنگی ماسه سنگ و کنگلومرایی	۱٤	۱۲۹۰۰	۲/۷	۳
		رخنمون سنگی آندزیتی و داکتیکی آتشفشانی	۷	۲٦۳۸	۰/۵۵ ٪	۱
تپه‌ماهور	تپه‌ماهور	تپه‌ماهور با فرسایش آبراهه ای (توف ریولیتی و ریوداکتیکی)	۸	۳۲۹۵	٪۰/۷	۱
		تپه‌ماهور با فرسایش خندقی	۱۲	۱۰۰۰۰	٪۲	٤
		تپه‌ماهور (بدلند)	۱۳	٤۱۰۰۰	٪۸/۷	۹
		تپه‌ماهور	۱٦	۱۰۰۰۰	٪۲	٤

واحد	تیپ	رخساره	شماره	مساحت (هکتار)	درصد	فراوانی
دشت سر	فرسایشی	اینسلبرگ فرسایشی	۱۵	۹۹۸۰	٪۲	۳
	اپانداژ	دشت های آبرفتی و تراسهای فوقانی (نیمه کشت شده) (رسوبات جدید)	۱۹	۵۲۹۵۰	۱۱/۲ ٪	۱۲
	پوشیده	تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده (نیمه فعال)	۲۱	۷۲۲۰	٪۱/۵	۱
		اینسلبرگ فرسایشی	۲۳	٤٨٤٧	٪۱	۱
		دشت های آبرفتی و تراسهای پایینی (کشاورزی) (رسوبات قدیمی)	۲۰	۲۲۲۹۰۰	٪٤٧	۹
		کفه رسی	۱۸	۲۱۷۰۰	٪٤/۵	۳
پلایا	حاشیه‌مرطوب	آبرفت و مخروط افکنه پایینی	۲٤	٥٤٨٠	٪۱/۲	۱
	کویر	شوره زار	۲۵	۲۳۰	٪۰/۱	۱

خطر بیابان‌زایی منطقه موردمطالعه

معیار اقلیم

از نظر شاخص‌های بارش سالانه و شاخص خشکی به ترتیب ٥٤ و ٦٥ در صد منطقه مطالعاتی در کلاس شدید (بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر) و خیلی‌شدید قرار دارد. با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$QC = (QC1 .QC2.) \wedge (1/n) = (۲/۵٤\times ۳/۲)^{\wedge}(۱/۲) = ۲/۸۷$$

ارزش عددی معیار اقلیم ۲/۸۷ است. بنابراین منطقه از نظر معیار اقلیم در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش های کمی شاخص‌های معیار اقلیم نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص خشکی مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است.

معیار زمین‌شناسی

با توجه به مطالعات فیزیوگرافی انجام‌شده شیب متوسط منطقه ۰/۷٤ تعیین گردید. مطابق محاسبات انجام‌شده ٦۸٪ منطقه در کلاس کم و ناچیز بیابان‌زایی (دشت)، ٪۵ منطقه در کلاس متوسط بیابان‌زایی (تپه‌ماهور و تپه ماسه‌ای) و ۲٦ ٪ از منطقه دارای شیبی بالاتر از ۱۵٪ است (کوه مرتفع) و در کلاس شدید (٪۲۱) و خیلی شدید (٦ ٪) قرار دارد. همچنین میانگین ارزش عددی این شاخص با توجه به مساحت، دو به دست آمد که در کلاس متوسط قرار دارد. ۱٦ ٪ از سازند زمین‌شناسی دارای حساسیت بسیار شدید می‌باشند. با توجه به مساحت هر واحد ارزش عددی داده شده به حساسیت ۲/۸٦ و در محدوده کلاس شدید قرار دارد. با توجه به مطالعات صورت گرفته مشخص شد که منطقه مورد مطالعه از نظر شاخص کاربری اراضی در چهار کلاس قرار دارد که ۱ ٪ از منطقه در کلاس کم و ناچیز، ۳ ٪ از منطقه در کلاس متوسط، ۲۸ ٪ در کلاس شدید و ٦۸ ٪ از منطقه در کلاس خیلی شدید قرار دارد (جدول ٤-۸) و میانگین ارزش عددی ۳/٤ به دست آمد که در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار می‌گیرد.

نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی براساس این معیار نشان می‌دهد که منطقه در سه کلاس کم و ناچیز و متوسط و شدید قرار گرفته که به‌ترتیب دارای درصد فراوانی ۱و ۱۱ و ۸۸ است (جدول ٤-۹ و شکل ٤-۱۸). با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$QG = (QG1 .QG2. QG3)^{\wedge}(1/n) = (۲\times ۲/۸٦ \times ۳/٤)^{\wedge}(۱/۳) = ۲/٦۹$$

ارزش معیار زمین‌شناسی برابر ۲/٦۹ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی

شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شاخص شیب نسبت به دو شاخص دیگر تأثیر کمتری در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه را دارا است.

معیار پوشش گیاهی

امتیاز مربوط به معیار پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه ۲/۵٦ در محدوده کلاس شدید تعیین شد. مطابق محاسبات انجام‌شده منطقه این شاخص در سه کلاس کم و ناچیز، متوسط و شدید قرار دارد که به‌ترتیب دارای در صد فراوانی ۱، ۷۰ و ۲۹ است. در بررسی وضعیت پوشش گیاهی، درصد تاج پوشش گیاهان دائمی و ترکیب گیاهی (گیاهان مهاجم، یک ساله و چندساله) مدنظر قرار گرفت و بر اساس جدول (۳-٦) امتیاز مربوطه در هر واحد کاری تعیین شد. با توجه به نقشه شدت بیابان‌زایی براساس این شاخص معلوم شد که منطقه در سه کلاس کم و ناچیز، متوسط و شدید قرار دارد و به ترتیب دارای درصد فراوانی ۲/٦، ۷۱ و ۲٦/٤ است (جدول ٤-۱۲)؛ همچنین با توجه به مساحت، ارزش عددی ۲/۵ به‌دست آمد که در محدوده کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد.

تجدید پوشش گیاهی براساس تجدید حیات به صورت طبیعی و با استفاده از عملیات اصلاحی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد که امتیاز مربوطه جهت منطقه موردمطالعه ۲/۸۵ و در محدوده کلاس شدید تعیین شد. طبق این شاخص منطقه در سه کلاس کم و ناچیز، متوسط و شدید قرار دارد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی بر اساس این معیار نشان می‌دهد که منطقه در دو کلاس کم و ناچیز و شدید قرار گرفته که به‌ترتیب دارای فراوانی ۱۵ و ۸۵ است.

با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Qv = (Qv1 .Qv2. Qv3)^{(1/n)} = (۲/۵٦\times ۲/۵ \times ۲/۸۵)^{(۱/۳)} = ۲/٦۳$$

ارزش عددی معیار پوشش گیاهی ۲/٦۵۵۹ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص تجدید پوشش گیاهی عامل مؤثرتر در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است.

معیار کشاورزی

با توجه به این معیار ۵۴/۷۹٪ منطقه مربوط به مرتع است که در این معیار بدون کلاس در نظر گرفته شده و در معیار پوشش گیاهی امتیاز داده شده است. شاخص الگوی کشت با توجه به مطالعات انجام‌شده منطقه در دو کلاس متوسط با فراوانی ۴۷ و شدید با فراوانی ۱۶ قرار دارد. ارزش کمی این شاخص در کلاس متوسط با امتیاز ۲/۵۵ قرار می‌گیرد. با توجه به مطالعات انجام‌شده در منطقه، کلاس کاربرد نهاده‌ها و ماشین‌آلات منطقه را می‌توان سنتی با کاربرد نهاده‌های شیمیایی خارجی مزرعه تعیین نمود. بنابراین این شاخص در کلاس شدید با امتیاز ۳/۲ قرار می‌گیرد.

شاخص عملکرد محصولات دو کلاس متوسط با فراوانی ۵۱ ٪ و شدید با فراوانی ۱۲ ٪ تعیین گردید. بنابراین این شاخص در کلاس متوسط با امتیاز ۲/۵ قرار می‌گیرد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی براساس این معیار نشان می‌دهد که منطقه در کلاس شدید قرار گرفته و دارای فراوانی ۶۳ ٪ است. با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$QA = (QA1 .QA2. QA3)^{(1/n)} = (۲/۵۵\times ۳/۲ \times ۲/۵)^{(۱/۳)} = ۲/۷۳$$

ارزش عددی معیار کشاورزی ۲/۷۳ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد.

بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص کاربرد نهاده و ماشین‌آلات عامل مؤثرتر در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است. به طور کلی جدول ۴-۲۰ کلیه شاخص‌های مؤثر بر معیار کشاورزی را نشان می‌دهد.

معیار اقتصادی – اجتماعی

با توجه به مطالعات انجام‌شده از نظر فقر منطقه موردمطالعه در کلاس متوسط با امتیاز ۲/۳۴ قرار می‌گیرد. براساس شاخص عوامل نهادی و حقوقی منطقه موردمطالعه در دو کلاس متوسط و شدید قرار دارد که به ترتیب دارای فراوانی ۳۳ و ۶۷ درصد است. با توجه به این

اطلاعات متوسط ارزش عددی این شاخص با امتیاز ۲/۷۹ که در کلاس شدید قرار می‌گیرد. شاخص تشکل و مشارکت در دو کلاس متوسط با فراوانی ٤٢ ٪ و شدید با فراوانی ۵۸ ٪ است و ارزش عددی این شاخص با امتیاز ۲/۷٦ در کلاس شدید قرار دارد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی بر اساس این معیار نشان می‌دهد که منطقه در دو کلاس متوسط و شدید قرار گرفته که به ترتیب دارای فراوانی ۲۷و ۷۳ درصد می‌باشند. با توجه به فرمول زیر می توان دریافت که:

$$Q_{(S\text{-}E)} = (Q_{(S\text{-}E)1} \cdot Q_{(S\text{-}E)2} \cdot Q_{(S\text{-}E)3})^{\wedge(1/n)} = (۲/۳٤ \times ۲/۷۹ \times ۲/۷٦)^{\wedge(۱/۳)} = ۲/٦۲$$

که ارزش عددی معیار اقتصادی – اجتماعی ۲/٦۲ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه هر سه شاخص دارای تأثیر یکسانی در افزایش شدت بیابان‌زایی می‌باشند.

معیار فرسایش

زیر معیار فرسایش آبی

مقدار فرسایش آبی بر اساس مدل جهانی فرسایش در سطح منطقه تعیین و سپس برای امتیازدهی شاخص‌های کیفی مورد استفاده قرار گرفت. بر اساس شاخص نوع و تراکم فرسایش آبی منطقه مورد مطالعه در چهار کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۲۱، متوسط با فراوانی ۷ و شدید با فراوانی ۵۸ و خیلی شدید با فراوانی ۱۵ در صد قرار دارد و ارزش کمی این شاخص با امتیاز ۲/٦۸ و در محدوده کلاس شدید است. با توجه به شاخص نوع استفاده از اراضی منطقه در چهار کلاس کم و ناچیز ، متوسط، شدید (بیشترین درصد فراوانی، ٦۸/۵ ٪) و خیلی شدید است و میانگین ارزش عددی این پارامتر با امتیاز ۲/۹۲ و در محدوده کلاس شدید قرار می‌گیرد.

شاخص تراکم تاج پوشش گیاهی منطقه موردمطالعه در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید (بیشترین درصد فراوانی، ٦٦ ٪) و خیلی‌شدید است و میانگین ارزش عددی این پارامتر

با امتیاز ۲/۹۱ و در محدوده کلاس شدید قرار می‌گیرد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی بر ا ساس این زیر معیار نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید (بیشترین درصد فراوانی، ٦٣ ٪) و خیلی‌شدید است. با توجه به فرمول ز یر می توان دریا فت که:

$$Q_{Ewater} = (Q_{Ewater1} . Q_{Ewater2} . Q_{Ewater3})^{\wedge(1/n)} = (٢/٦٨ \times ٢/٩٢ \times ٢/٩١)^{\wedge(١/٣)} = ٢/٨٣$$

که ارزش عددی زیر معیار فرسایش آبی ۲/۸۳ است. بنابراین منط قه از ن ظر ا ین مع یار در محدوده کلاس شدید بیا بان‌زایی قرار دارد. برر سی‌های انجام شده بر روی متو سط وز نی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص نوع استفاده از اراضی و تراکم پوشش گیاهی تقریباً تأثیر یک سانی در ا فزایش شدت بیا بان‌زایی منطقه را دارا می‌باشند.

زیر معیار فرسایش بادی

براساس این معیار منطقه موردمطالعه با امتیاز ۲/۷۵ و در محدوده کلاس شدید قرار می‌گیرد. شاخص ظهور رخساره فرسایشی در منطقه موردمطالعه در چ هار کلاس کم و ناچیز ، متوسط، شدید (بیشترین در صد فراوا نی، ٤٩ ٪) و خی لی شدید ا ست و ارزش عددی ا ین شاخص با امتیاز ۲/۷ در محدوده کلاس متوسط است. شاخص درصد پوشش گیاهی در منطقه موردمطالعه در چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید (بی شترین در صد فراوا نی، ٦٤ ٪) و خیلی‌شدید است و با تو جه به م ساحت، ارزش عددی ا ین شاخص با امتیاز ۲/٦۲ و در محدوده کلاس شدید قرار دارد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی بر اساس ا ین ز یر مع یار ن شان می‌دهد که منطقه چهار کلاس کم و ناچیز، متوسط، شدید (بیشترین در صد فراوا نی، ٥٧ ٪) و خیلی‌شدید است. با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Q_{Ewind} = (Q_{Ewind1} . Q_{Ewind2} . Q_{Ewind3})^{\wedge(1/n)} = (٢/٧ \times ٢/٧٥ \times ٢/٦٢)^{\wedge(١/٣)} = ٢/٦٩$$

ارزش عددی زیر معیار فرسایش بادی ۲/٦۹ به‌دست می‌آ ید. ب نابراین منط قه از ن ظر ا ین معیار در محدوده کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. برر سی‌های انجام شده بر روی متو سط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مع یار مذکور ن شان می‌د هد که در منط قه موردمطال عه

شاخص DSI دارای تأثیر بیشتری در افزایش شدت بیابانزایی در منطقه می‌باشند. به طور کلی جدول (۳۳-٤) کلیه شاخص‌های مؤثر بر زیر معیار فرسایش بادی را نشان می‌دهد. با توجه به بررسی‌های به عمل آمده منطقه مورد مطالعه بر اساس این معیار در سه کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۳۷/۷٦٪، متوسط با فراوانی ٦۰/۵۱٪ و شدید با فراوانی ۱/۷۳٪ است. همچنین ارزش کمی این معیار با امتیاز ۱/۷۵ و در محدوده متوسط قرار دارد.

با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Q_E = (Q_{Ewind} \cdot Q_{Ewater})^{\wedge(1/n)} = (۲/٦۹\times ۲/۸۳)^{\wedge(۱/۲)} = ۲/۷٦$$

ارزش عددی زیر معیار فرسایش ۲/۷٦ به‌دست می‌آید. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس شدید بیابانزایی قرار دارد. بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی زیر معیارهای معیار مذکور و همچنین نقشه‌های به‌دست آمده، نشان می‌دهد که در نیمه جنوبی منطقه موردمطالعه زیر معیار فرسایش بادی و در نیمه شمالی زیر معیار فرسایش آبی عامل مؤثرتر در افزایش شدت بیابانزایی است. به‌طورکلی جدول (۳۵-٤) زیر معیارهای مؤثر بر معیار فرسایش را نشان می‌دهد.

معیار تکنولوژی توسعه شهری

شاخص تبدیل اراضی زراعی و باغی اطراف شهرها به مسکونی ،منطقه مورد مطالعه در کلاس متوسط با وزن ۲/۳٤ قرار می‌گیرد. با توجه به بررسی‌های به‌عمل‌آمده و مقایسه نقشه‌های توپوگرافی و قابلیت اراضی منطقه، منطقه از نظر شاخص تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به شهری و صنعتی و یا کشاورزی نامناسب در کلاس شدید با وزن ۱/۵۲ قرار می‌گیرد. با توجه به محاسبات انجام‌شده، مجموع طول جاده های آسفالته، شوسه و خاکی موجود در منطقه تقریباً برابر با ۵۰۰ کیلومتر است. بنابراین از این نظر منطقه در کلاس ناچیز و کم با وزن ۲ قرار می‌گیرد. با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Q_T = (Q_{T1} \cdot Q_{T2} \cdot Q_{T3})^{\wedge(1/n)} = (۲/۳٤ \times ۱/۵۲ \times ۲)^{\wedge(۱/۳)} = ۱/۹۲$$

ارزش عددی معیار تکنولوژی توسعه شهری ۱/۹۲ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص تبدیل اراضی زراعی و باغی به شهری و صنعتی و یا کشاورزی نامناسب، مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه می‌باشد.

معیار آب زیرزمینی

منطقه موردمطالعه از نظر شاخص نسبت جذب سدیم در کلاس کم و ناچیز با وزن ۱/۱۵ قرار می‌گیرد. شاخص هدایت الکتریکی در سه کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۲۱ ٪، متوسط با فراوانی ٦٤ ٪ و خیلی‌شدید با فراوانی ۱۵ ٪ است بنابراین از این نظر منطقه در کلاس متوسط با وزن ۱/۹۸ قرار می‌گیرد. شاخص افت سطح ایستابی آب زیرزمینی در دو کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۲۱ ٪، متوسط با فراوانی ٦٤ ٪ است. بنابراین از این نظر منطقه در کلاس متوسط با وزن ۱/۹٦ قرار می‌گیرد. با توجه به محاسبات انجام‌شده منطقه موردمطالعه از نظر معیار آب زیرزمینی در دو کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۷۹ ٪ و متوسط با فراوانی ۲۱ ٪ است. با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Q_w = (Q_{w1} . Q_{w2} . Q_{w3})^{\wedge(1/n)} = (۱/۱۵ \times ۱/۹۸ \times ۱/۹٦)^{\wedge(۱/۳)} = ۱/٦۵$$

ارزش عددی معیار آب زیرزمینی ۱/٦۵ است. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه موردمطالعه شاخص هدایت الکتریکی آب مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است.

معیار خاک

بررسی معیار خاک نشان داد که شاخص عمق خاک در چهار کلاس کم و ناچیز با فراوانی ۱۱ ٪ متوسط با فراوانی ۵۲ ٪ ، شدید با فراوانی ۲۳ ٪ و خیلی شدید با فراوانی ۱۵ ٪ است

همچنین با توجه به مساحت متوسط ارزش عددی این شاخص با امتیاز ۲/۵۲ و در محدوده کلاس متوسط است. شاخص هدایت الکتریکی خاک در سه کلاس کم و ناچیز با فراوانی ٤٠ ٪، متوسط با فراوانی ٤٨ ٪، شدید با فراوانی ۱۲ ٪ است. همچنین با توجه به مساحت متوسط ارزش عددی این شاخص با امتیاز ۱/۷۱ و در محدوده کلاس شدید است. شاخص بافت خاک در سه کلاس متوسط با فراوانی ۱۲ ٪، شدید با فراوانی ٦٨ ٪ و خیلی شدید با فراوانی ۲۰ ٪ است همچنین با توجه به مساحت متوسط ارزش عددی این شاخص با امتیاز ۳ و در محدوده کلاس شدید قرار دارد. با توجه به محاسبات انجام‌شده منطقه موردمطالعه از نظر این معیار در چهار کلاس کم و ناچیز با فراوانی ٥/٨٦٪ و متوسط با فراوانی ۷٥/۰۷٪ و شدید با فراوانی ۱۹٪/۰۸ است با توجه به فرمول زیر می‌توان دریافت که:

$$Q_S = (Q_{S1} . Q_{S2} . Q_{S3})^{\wedge(1/n)} = (۲/۵۲ \times ۱/۷۱ \times ۳)^{\wedge(۱/۳)} = ۲/۳٦$$

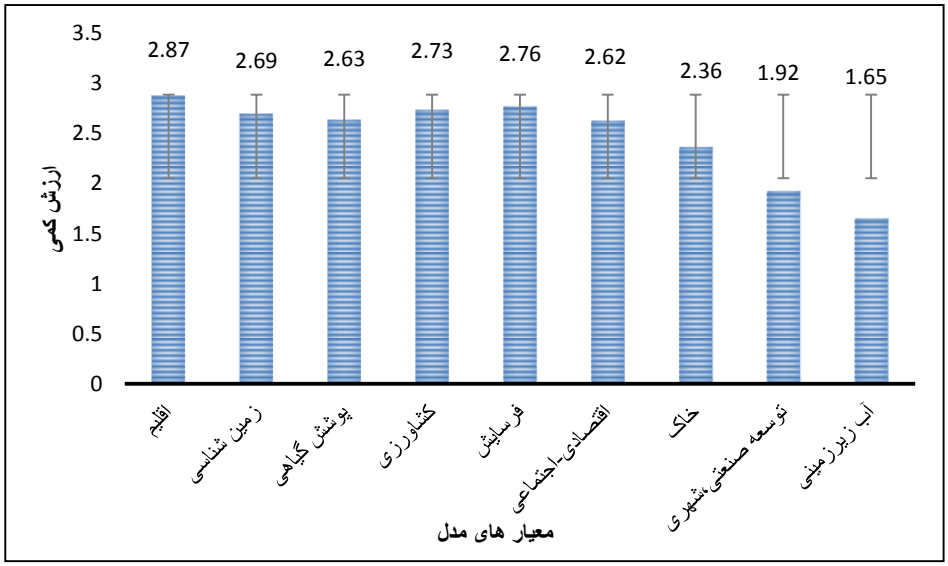
ارزش عددی معیار خاک ۲/۳٦ به‌دست می‌آید. بنابراین منطقه از نظر این معیار در محدوده کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد. بررسی‌های انجام‌شده بر روی متوسط وزنی ارزش های کمی شاخص‌های معیار مذکور نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شاخص هدایت الکتریکی مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه است.

معیارهای بیابان‌زایی

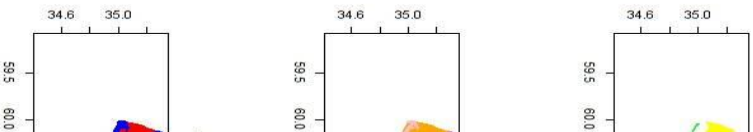
معیارهای بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه، به ترتیب اهمیت شامل: اقلیم (۲/۸۷)، فرسایش (۲/۷٦)، کشاورزی (۲/۷۳)، زمین‌شناسی (۲/٦۹) پوشش گیاهی (۲/٦۳)، اقتصادی – اجتماعی (۲/٦۲)، خاک (۲/۳٦)، توسعه تکنولوژی (۱/۹۲)، و آب زیرزمینی (۱/٦٥) است (جدول ٦، شکل۳).

جدول ۶- متوسط وزنی ارزش کمی معیارها

ردیف	شاخص ارزیابی	متوسط ارزش عددی	کلاس بیابان‌زایی
۱	معیار پوشش گیاهی	۲/۶۳	شدید
۲	معیار خاک	۲/۳۶	متوسط
۳	معیار توسعه تکنولوژی	۱/۹۲	متوسط
٤	معیار اقتصادی اجتماعی	۲/٦۲	شدید
٥	معیار کشاورزی	۲/۷۳	شدید
٦	معیار اقلیم	۲/۸۷	شدید
۷	معیار فرسایش	۲/۷٦	شدید
۸	زمین‌شناسی	۲/٦۹	شدید
۹	معیار آب زیرزمینی	۱/٦٥	متوسط



شکل ۳- تجزیه و تحلیل متوسط وزنی معیارهای بیابان‌زایی مدل **IMDPA** در منطقه تایباد-باخرز



شدت خطر بیابانزایی

با توجه به محاسبات انجامشده با استفاده از نرمافزار ArcGIS 10/2 ارزش عددی شدت بیابانزایی منطقه خشک تایباد- باخرز ا ستان خرا سان ر ضوی ۲/٤۳ به د ست آ مد. که در طبقهبندی رایج مدل IMDPA، کلاس بیابانزایی برای کل منطقه متوسط (II) برآورد می شود. از نظر فراوانی نیز ۳۷ ٪ از کل منطقه در کلاس بیابانزایی کم و ناچیز و ٦۳ ٪ از کل منط قه در کلاس بیابانزایی شدید قرار میگیرد (جدول ۲، شکل ۵).

جدول ۷- توزیع فراوانی کلاسهای خطر بیابانزایی منطقه تایباد-باخرز

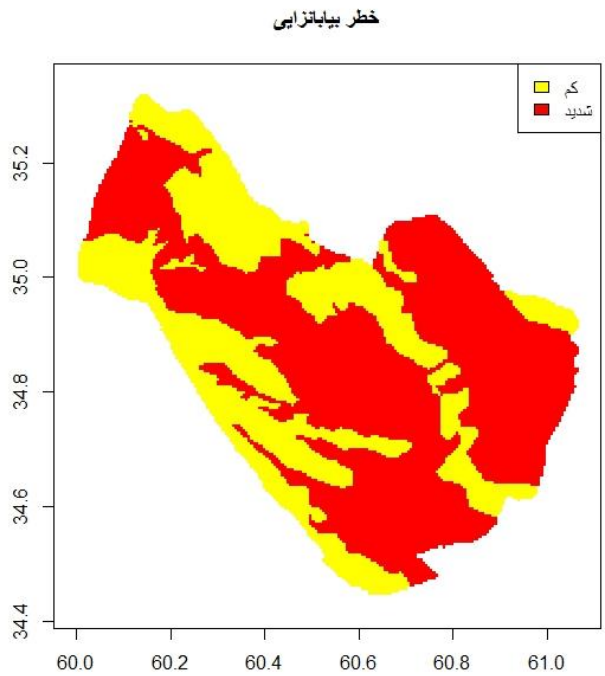
کد کلاس	کلاس خطر	دامنه وزن	مساحت (هکتار)	درصد فراوانی
I	کم و ناچیز	۰ – ۱/۵	۱۷٦۰۲۳	۳۷
III	شدید	۲/٦ – ۳/۵	۲۹٤۱۵٤	٦۳
جمع			٤۷۳٦۸۸	۱۰۰

با توجه به فرمول زیر میتوان دریافت که:

$$DM = (Q_C \cdot Q_W \cdot Q_S \cdot Q_G \cdot Q_A \cdot Q_T \cdot Q_E \cdot Q_{(S\text{-}E)} \cdot Q_V)^{\wedge(1/n)} =$$

$$(۲/۸۷ \times ۱/٦۵ \times ۲/۳٦ \times ۲/٦۹ \times ۲/۷۳ \times ۱/۹۲ \times ۲/۷٦ \times ۲/٦۲ \times ۲/٦۳)^{\wedge(۱/۹)} = ۲/٤۳$$

بررسیهای انجامشده بر روی متوسط وز نی ارزش های ک می معیار های مدل IMDPA نشان میدهد که در منطقه بیابانی تایباد-باخرز معیار اقلیم با عدد ۲/۸۷ و کلاس شدید (III) مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابانزایی است.

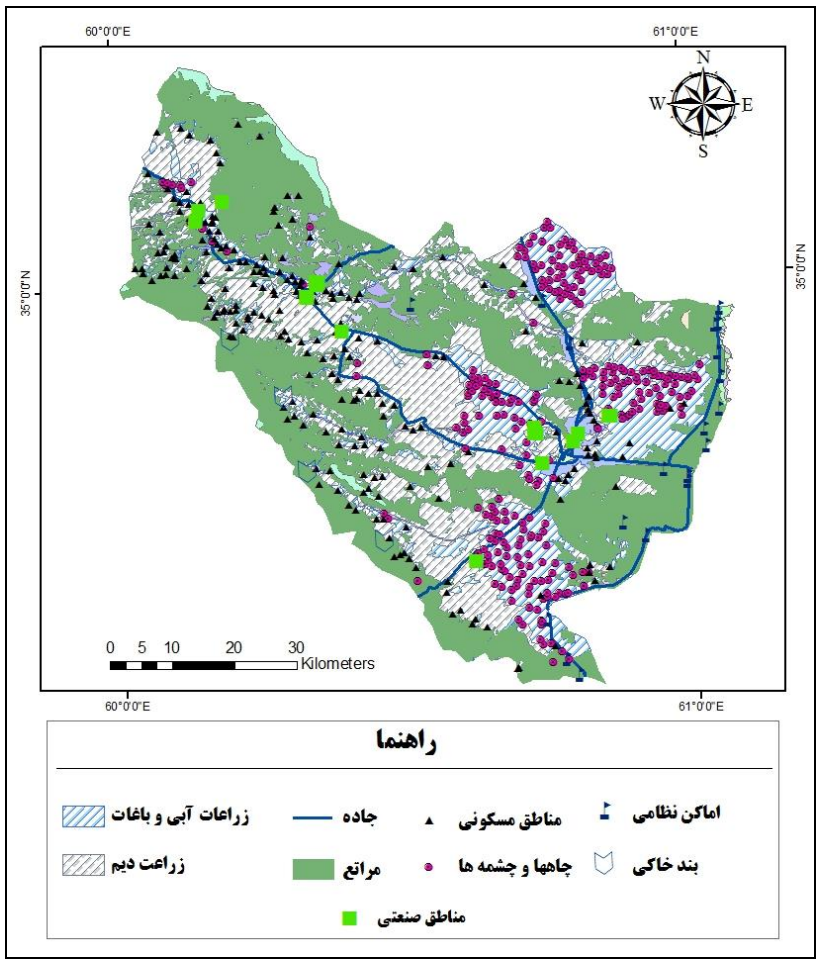


شکل ۵- شدت خطر بیابانزایی در منطقه تایباد باخرز

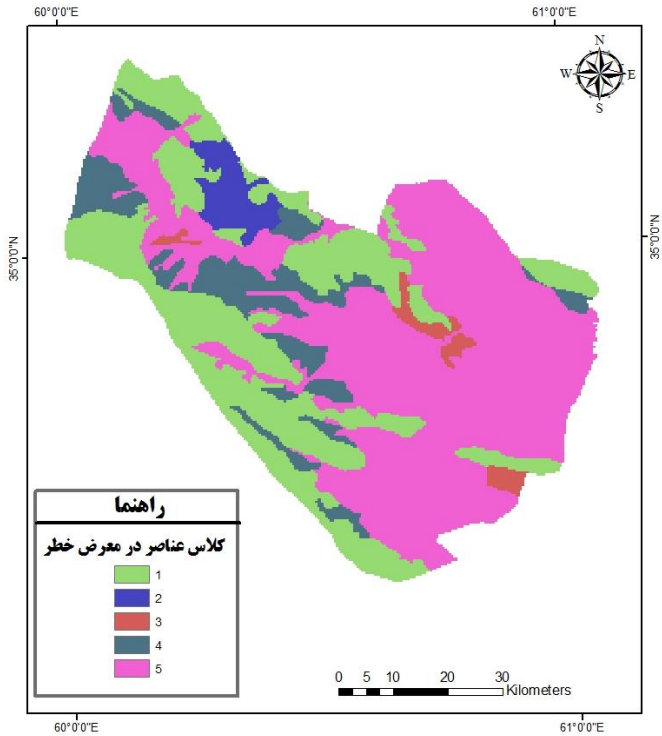
به منظور پهنه‌بندی نقشه ریسک ابتدا به شناسایی و طبقه‌بندی عناصر در معرض خطر اقدام و سپس با اعمال درجه آسیب‌پذیری هر عنصر و در نظر گرفتن نقشه شدت خطر، کلاس ریسک بیابان‌زایی از معادله عمومی ریسک و با چهار کلاس نقشه‌بندی گردید.

نقشه عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی

از نقشه کاربری اراضی، سطح اراضی کشاورزی و تعداد چشمه‌ها از روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ رقومی، تعداد اماکن مسکونی، طول جاده‌ها تعیین و به نقشه عناصر و کلاس عناصر در معرض خطر تبدیل گردید (جدول ۸، شکل ٦ و ۷).



شکل ۶- نقشه عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی منطقه تایباد-باخرز



شکل ۷- نقشه کلاس عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی منطقه تایباد-باخرز

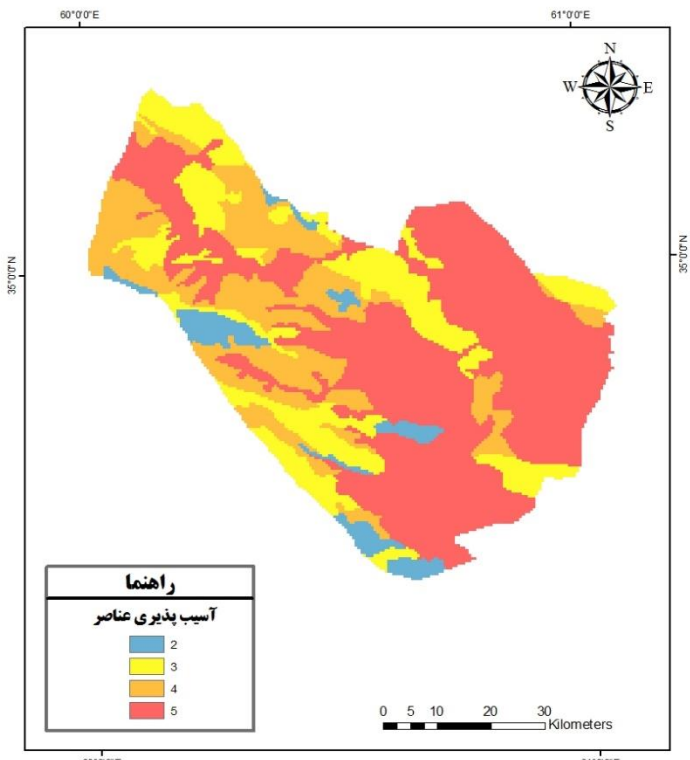
جدول ۸- توزیع فراوانی کلاس‌های عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی منطقه تایباد-باخرز

کلاس‌عناصر	طبقات کیفی	تعداد عنصر	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	خیلی کم	≤۲	۱۴۳۲۹۴	۳۰
۲	کم	۳	۱۵۹۹۷	۴
۳	متوسط	۴	۹۷۸۴	۲
۴	زیاد	۵	۵۲۸۹۹	۱۱
۵	خیلی‌زیاد	۶	۲۵۱۴۶۰	۵۳
مجموع			۴۷۳۴۳۴	۱۰۰
کای‌اسکوئر			۲۱۷۷۰۸	۰/۰۱*

* تفاوت مساحت کلاس‌ها در سطح ۱ درصد (p< ۰/۰۱) معنی‌دار است.

آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر

جهت تعیین کلاس‌های آسیب‌پذیری عناصر از ضرایب کارشناسی برای هر یک از عناصر در پهنه خطر استفاده شد. منطقه مورد مطالعه فاقد تأسیسات مهم صنعتی با درجه حساسیت بالا است. اماکن مسکونی، راه‌های ارتباطی، مراتع و چاه‌ها نسبت به عناصر ذکر شده از اهمیت بالاتری برخوردارند (جدول ۹، شکل ۸).



شکل ۸- نقشه آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر بیابان‌زایی منطقه تایباد-باخرز

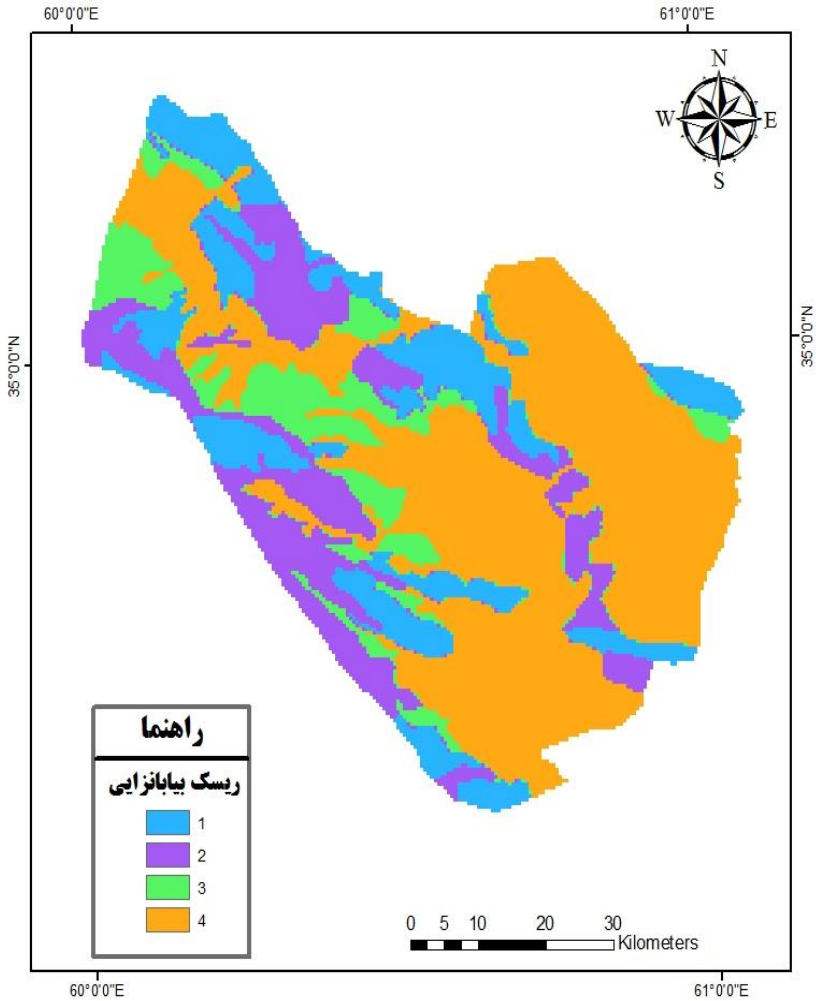
جدول ۹- فراوانی مساحت کلاس‌های آسیب‌پذیری عناصر در معرض خطر در منطقه تایباد-باخرز

ردیف	کلاس آسیب‌پذیری	طبقات کیفی	آسیب‌پذیری عدد	مساحت (هکتار)	فراوانی مساحت درصد
۱	II	کم	۷-۱۵	۲۴۴۴۷	۶
۲	III	متوسط	۱۵ - ۳۵	۹۷۹۲۱	۲۰
۳	IV	زیاد	۳۵ - ۴۵	۱۰۶۳۷۶	۲۳
۴	V	خیلی‌زیاد	>۵۰	۲۴۴۳۱۸	۵۱
مجموع			۴۷۳۴۳۴		۱۰۰
کای‌اسکوئر			۱۰۷۰۴۱/۷		۰/۰۱*

* تفاوت مساحت کلاس‌ها در سطح ۱ درصد (p< ۰/۰۱) معنی‌دار است.

- ریسک بیابان‌زایی

با استفاده از معادله عمومی، عدد ریسک محاسبه و بر اساس نقاط عطف منحنی فراوانی تجمعی پیکسل‌ها در ۴ کلاس، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه‌بندی شده است (جدول ۱۰، شکل ۹).



شکل ۹- نقشه ریسک بیابانزایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۱۰- توزیع فراوانی کلاس‌های ریسک بیابانزایی منطقه تایباد-باخرز

کلاس‌ریسک	طبقات کیفی	عدد ریسک	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
۱	کم	۰-۱۰	۸۶۷۴۸	۱۸
۲	متوسط	۱۰- ۲۵	۸۸۳۵۹	۱۸/۵

۳	زیاد	۴۰ -۲۵	۵۴۲۴۰	۱۲
۴	خیلی‌زیاد	>۴۰	۲۴۰۹۷۲	۵۱
مجموع			۴۷۳۴۳۴	۱۰۰
کای‌اسکوئر			۷۴۶۱۲	۰/۰۱*

* تفاوت مساحت کلاس‌ها در سطح ۱ درصد (p< ۰/۰۱) معنی‌دار است.

- سیاست و برنامه‌های مدیریتی خطر بیابان‌زایی

واحدهای کاری جهت انجام برنامه‌های مدیریتی خطر بیابان‌زایی، با استفاده از کلاس ریسک، شرایط منطقه و شاخص‌های مهم بیابان‌زایی، اولویت‌بندی گردیدند (جدول ۴- ۳۸) راهکارها و برنامه‌های مدیریتی بیابان‌زایی در منطقه در جهت توسعه پایدار و بهبود شرایط محیطی در قالب ۵ اولویت و ۱۲ برنامه مدیریت خطر بیابان‌زایی ارائه و نقشه برنامه مدیریتی (جدول ۱۱ و ۱۲، شکل ۱۰) تهیه گردید.

جدول ۱۱- الگوی تهیه‌شده تعیین اولویت برنامه‌های مدیریتی

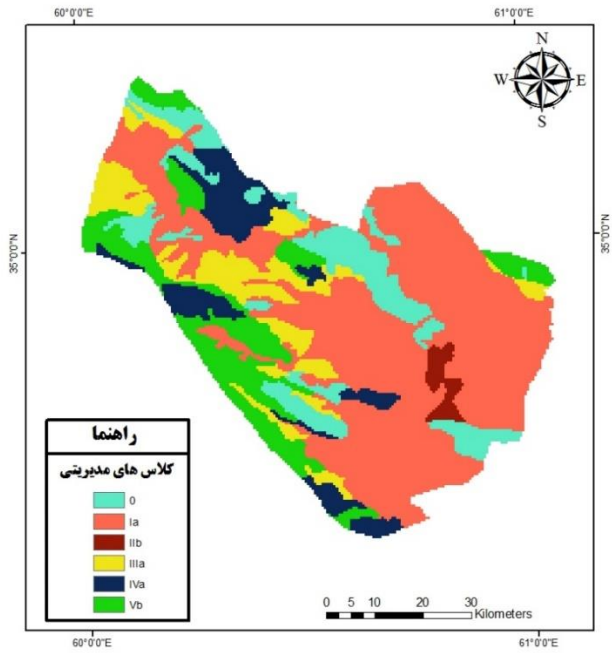
کلاس ریسک	برنامه مدیریتی	برنامه‌های مناسب	کلاس برنامه مدیریتی
V	اولویت اول	راهکارهای زراعی و اصلاح روش‌های ناصحیح کشاورزی	Ia
		کشت گیاهان ماسه دوست، احداث بادشکن	Ib
IV	اولویت دوم	غنی‌سازی مراتع، افزایش پوشش گیاهی	IIa
		کشت گیاهان ماسه دوست، احداث بادشکن	IIb
		راهکارهای زراعی و اصلاح روش‌های ناصحیح کشاورزی	IIc
III	اولویت سوم	غنی‌سازی مراتع و افزایش پوشش گیاهی	IIIa
		افزایش پوشش گیاهی، غنی‌سازی مراتع، خاک ورزی در مناطق با بافت سنگین، احداث بند انحرافی، پخش سیلاب، حوضچه آبگیر	IIIb

کلاس ریسک	برنامه مدیریتی	برنامه‌های مناسب	کلاس برنامه مدیریتی
		اصلاح روش‌های ناصحیح کشاورزی	IIIc
II	اولویت چهارم	جلوگیری از تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی و کنترل چرا، کنترل جریان رودخانه‌ها	IVa
		کشت گیاهان ماسه دوست، احداث بادشکن برای تپه‌های ماسه‌ای و پخش سیلاب	IVb
I	اولویت پنجم	اقدامات کنترلی فرسایش آبی و کنترل جریان رودخانه‌ها	Va
		حفاظت و جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی	Vb
0		بدون برنامه	0

جدول ۴- ۵۴- اولویت برنامه‌های مدیریتی بیابان‌زایی

کد واحد کاری	کلاس خطر	کلاس عناصر	کلاس آسیب‌پذیری	کلاس ریسک	برنامه مدیریتی
(1)	I	I	I	I	IVa
(2)	I	II	II	II	IVa
(3)	I	IV	III	II	IVa
(4)	I	I	II	II	IVa
(5)	I	II	III	II	Vb
(6)	I	II	III	II	Vb
(7)	I	I	III	II	Vb

کد واحد کاری	کلاس خطر	کلاس عناصر	کلاس آسیب‌پذیری	کلاس ریسک	برنامه مدیریتی
(8)	I	II	III	II	Vb
(9)	I	I	I	I	IVa
(10)	I	I	I	I	IVa
(11)	I	I	III	II	Vb
(12)	I	I	I	I	IVa
(13)	I	I	II	I	0
(14)	I	II	II	II	Vb
(15)	I	I	II	I	0
(16)	I	III	II	II	0
(17)	I	II	II	II	Vb
(18)	III	V	IV	IV	Ia
(19)	III	III	III	III	IIIa
(20)	III	V	IV	IV	Ia
(21)	I	III	III	II	IIb
(22)	I	I	II	I	Vb
(23)	I	I	II	I	Vb
(24)	I	I	II	I	0
(25)	I	I	II	I	0



شکل ۱۰- نقشه برنامه‌های مدیریتی منطقه تایباد-باخرز

نتیجه‌گیری

جهت ارزیابی خطر بیابان‌زایی در منطقه از مدل IMDPA استفاده شده است که مبنای ارزیابی ریسک و تدوین برنامه مدیریت با شش اولویت در جهت حفظ وضعیت موجود، اجتناب از خطر و اقدامات کنترلی قرار گرفت:

اولویت اول

برای این محدوده با کلاس ریسک خیلی زیاد (V) و با توجه به این که بیش از نیمی از منطقه مورد مطالعه را اشغال نموده است (۵۱/۵ درصد) و بیشتر از ۷۰ درصد این محدوده را اراضی کشاورزی فرا گرفته است و تقریباً تمام چاه‌های عمیق و نیمه عمیق در این محدوده حفر شده‌اند (۲۸۹ حلقه چاه)، در کلاس خطر آسیب‌پذیری بالا قرار می‌گیرد و در نتیجه

کلاس برنامه مدیریتی نوع ۱ (Ia) پیشنهاد می‌شود. مهم‌ترین عواملی که باعث بیابانی شدن این اراضی شده‌اند «شاخص‌های مدیریت بقایای گیاهی» و «الگوی کشت در محدوده‌های اراضی»، افت سطح ایستابی آب زیرزمینی، قرارگرفتن در حاشیه بیابان، و شوری آب زیرزمینی است که برنامه‌هایی چون راهکارهای زراعی، اصلاح روش‌های ناصحیح کشاورزی، اصلاح روش های آبیاری، آگروفارستی و باقی ماندن بقایای گیاهی را می‌توان نام برد. باغ کاری (پسته و بادام) به‌دلیل‌اینکه هم کاهش سرعت باد را در پی دارد و هم به‌صورت طولانی‌مدت از خاک حساس منطقه محافظت می‌کند، باید در منطقه ترویج و توسعه یابد. ایجاد استخرهای پرورش ماهی و کاهش فشار بر روی زمین و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی و شخم مراتع، یکی دیگر از راهکارهای مؤثر در جهت توسعه منطقه است.

تولید ماهیان سرد آبی در کشور ما از رشد مناسبی برخوردار بوده است. بر طبق آخرین آمار ارائه شده توسط سازمان شیلات ایران در سال ۱۳۹۰ (دفتر برنامه و بودجه شیلات ایران، ۱۳۹۱) میزان تولید این گونه در کشور به حدود ۹۰ هزار تن در سال رسیده است، که تولید صددرصد مزارع پرورشی ماهیان سردآبی کشور را به خود اختصاص داده است. همچنین بر اساس آمار منتشر شده توسط فائو در سال ۲۰۰۹ میزان تولید جهانی این ماهی با ارزش به بیش از ۷۳۲ هزار تن در سال رسیده است. پس با توجه به تولید و ارزش اقتصادی این گونه و خشکسالی‌های پی در پی در کشور و کمبود منابع آب شیرین بایستی تمهیدات لازم پرورش ماهی قزل آلای رنگین‌کمان در آب شور و لب شور فراهم گردد. نتایج حاصل از پژوهش پورمظفر و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که قزل‌آلای رنگین‌کمان قادر به تحمل دامنه وسیعی از شوری‌ها و حفظ حالت هموستازی بدن در محیط‌های هایپراسموتیک است. همچنین امکان پرورش این ماهی با وزن تقریبی ۳۰ گرم تا شوری ۲۰ گرم در لیتر امکان‌پذیر است، اما در مقایسه با آب شیرین رشد کاهش یافته و ضریب تبدیل غذایی افزایش پیدا می‌یابد.

پرورش قزل‌آلا در آب‌های شور و لب شور در کشور ما (با توجه به متوسط بارندگی ۲۴۵ میلی‌متر در سال که جزو کشورهای نیمه‌خشک و کم آب محسوب می‌شود)، از اهمیت زیادی برخوردار است. این ماهی مقاومت نسبتاً خوبی به شوری آب دارد و پرورش این گونه آب

شیرین در آبی با شوری نزدیک به آب دریا در شرایط و وزن‌های مختلف گزارش شده است. با توجه به بحران کم‌آبی و شور شدن تدریجی منابع آبی در کشور و همچنین منطقه تایباد- باخرز، و با نگاه به پتانسیل بالای بالقوه تولید ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در شوری کمتر از ۲۰ گرم در لیتر، پرورش این ماهی به‌عنوان راهکاری مناسب جهت افزایش ثبات و توسعه منطقه تایباد- باخرز مطرح می‌گردد.

با توجه به این‌که ۷۰ درصد مردم روستاهای منطقه تایباد-باخرز به دامداری مشغول هستند، تبدیل دامداری به دامپروری یکی از راه‌های مؤثر در جهت مدیریت و حفظ پوشش گیاهی اندک منطقه است. در چاه‌های عمیقی که شوری بالایی ندارند، آبیاری قطره‌ای توصیه می شود ولی به دلیل وجود بادهای با سرعت بالا از ایجاد سیستم آبیاری بارانی اجتناب شود. مدیریت برداشت آب زیرزمینی، یکی دیگر از راهکارهای کنترل بیابان‌زایی و جلوگیری از نشست زمین در منطقه است. در نهایت با توجه به آنچه گفته شد تبدیل زراعت به باغداری و پرورش ماهی، تبدیل دامداری به دامپروری و بیشتر پرورش و نگهداری گاو، از مهم‌ترین راهکار های توسعه و ثبات منطقه است.

اولویت دوم

برای کلاس ریسک متوسط (III) سه نوع برنامه مدیریتی تفکیک شد. برنامه نوع ۲ (IIb) که شامل دشت‌های رسی، مخروط‌افکنه‌ها و قسمت بزرگی از تپه‌های ماسه‌ای است، این محدوده ۱/۵ درصد از سطح منطقه را به خود اختصاص داده است. شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی با کاربری مرتع، «پوشش گیاهی مؤثر در خاک» و «مقاومت فشاری خاک در شرایط خشک» به شمار می‌آمدند. در اراضی فاقد کاربری، «آثار باد ساییدگی خاک» و «آثار انباشت خاک» مهم‌ترین شاخص های بیابان‌زایی منطقه بودند. با توجه به شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی منطقه، از برنامه‌های مدیریتی پیشنهادی، می‌توان به بوته‌کاری، احیاء رویشگاه‌ها و احداث بادشکن اشاره کرد. در این محدوده، حفاظت از تاغکاری‌های در مقابل توسعه شهر و اماکن مسکونی در اولویت برنامه‌های مدیریتی قرار دارد و با توجه به تیپ زیستگاهی منطقه و

با عنایت به قوانین سازمان حفاظت محیط‌زیست پیشنهاد می شود منطقه فوق با مساحت ۱۱۰۰۰ هکتار به عنوان قرق اختصاصی معرفی گردد. هدف اصلی از ایجاد این قرق ترویج اکوتوریسم و شکار کنترل شده (درآمد از طریق فروش پروانه شکار) است. در این راستا و با توجه به تیپ زیستگاهی و شرایط اقلیمی منطقه دو گونه از پستانداران علف خوار به نام های آهو و قوچ و میش در منطقه رهاسازی گردند تا پس از ازدیاد نسل بتوان از آن ها بهره‌وری لازم به عمل آورد. به‌طوری‌که در ابتدا تا مرحله بهره‌برداری و صدور مجوز شکار تنها مجوز اکوتوریسم و پس از مراحل ازدیاد نسل و وفور جمعیت پروانه شکار ویژه و اکوتوریسم در منطقه داشته باشیم. برای رسیدن به این هدف بی‌شک توجه و تأمین فاکتورهای موردنیاز حیات وحش معرفی شده در منطقه ضروری است. آهو از علف‌خواران سازگار به مناطق بیابانی و نیمه بیابانی و قوچ و میش از علف‌خواران وابسته به مناطق تپه و ماهوری ایران است. این گونه‌ها علاوه بر اندازه مناسب و ارزش‌های اکوتوریسمی بسیار مورد علاقه شکارچیان نیز هست. در خصوص زاد و ولد؛ در صورتی که شرایط غذایی در منطقه فراهم باشد امکان دوقلو زایی در آن‌ها بسیار زیاد است. جبیر دیگر گونه علف خوار بیابان های ایران و کوچک‌ترین علف خوار ایران از تیره گاوسانان است که می‌تواند در آینده به برخی مناطق این منطقه جهت بالا بردن ظرفیت اکوتوریسمی معرفی گردد.

اولویت سوم

این محدوده کلاس ریسک II را دربر می‌گیرد. شامل سه نوع برنامه مدیریتی است. برنامه مدیریتی نوع ۱ (IIIa) با اختصاص ۱۱ درصد از سطح منطقه، مخروط افکنه‌ها را شامل شد. با توجه به این که این محدوده زیر کشت دیم قرار دارد و بیشتر ایام سال، خاک این اراضی تحت تأثیر فرسایش آبی و بادی قرار دارد، شخم عمود بر شیب ابتدایی‌ترین راهکار کنترل فرسایش است، سپس جا گذاشتن بقایای محصول (حداقل ۳۰ درصد)، به عنوان راهکار بعدی در مقابل فرسایش (بادی و آبی) پیشنهاد می‌شود. به علاوه با توجه به اینکه اراضی این محدوده به صورت آیش (یک سال کشت می‌شوند و یک سال پس از شخم، رهاسازی (آیش) می‌شوند تا برای سال آینده مرغوبیت لازم را پیدا کنند) کشت می شوند، اراضی باید در زمانی شخم زده

شوند که حداکثر کلوخه در سطح خاک ایجاد شود تا به همراه بقایای محصول، لایه محافظتی مناسبی در مقابل فرسایش آبی و بادی ایجاد شود.

اولویت چهارم

برای این محدوده که کلاس ریسک II را شامل می‌شود و ۱۰ درصد منطقه مورد مطالعه را در برمی‌گیرد، برنامه مدیریتی نوع ۱ (IVa) پیشنهاد می‌گردد. شاخص‌های مؤثر در این محدوده برای کاربری مراتع، «تراکم پوشش گیاهی» و «مدت زمان ماندگاری گیاه» و برای اراضی فاقد کاربری «انباشت خاک» و «آثار بادساییدگی خاک» را می‌توان نام برد. برای این مناطق برنامه‌های مدیریتی جلوگیری از تغییر کاربری اراضی، تخریب پوشش گیاهی و کنترل چرا، کنترل جریان رودخانه‌ها پیشنهاد می‌گردد.

اولویت پنجم

این محدوده که نیز کلاس ریسک II را شامل می شود و ۱۳ در صد منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گیرد، برنامه مدیریتی نوع ۲ (Vb) را شامل می شود، برای این محدوده جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و تعادل ظرفیت چرا و مرتع پیشنهاد می‌گردد.

سایر

بخشی از محدوده موردمطالعه را تپه‌ماهورهای مارنی و گچی در برمی‌گیرند (بدلند)، این اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی هستند و به دلیل این استعداد ذاتی، از تخریب تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی در امان مانده‌اند. این اراضی منظره زیبایی را در منطقه ایجاد کرده است که در صورت مدیریت صحیح، می‌تواند به‌عنوان یکی از جاذبه‌های گردشگری مورد توجه جامعه علمی (ژئومورفولوژیست‌ها و زمین‌شناسان) و عموم قرار گیرد. به علاوه با توجه به اینکه چهار ماه از سال (اردیبهشت تا اواخر شهریور) جریان بادی با سرعت شش متر در ثانیه در منطقه در حال وزیدن است، احداث و نصب توربین‌های بادی به منظور استفاده از انرژی باد

و تولید برق، بسیار مقرون‌به‌صرفه و مفید خواهد بود. احداث جاده رالی به طول (۵۰-۲۰ کیلومتر) از جنوب غرب منطقه موردمطالعه تا جنوب‌شرق شهرستان تربت جام، یکی دیگر از مهم‌ترین موارد ایجاد شرایط ثبات و توسعه و پیشرفت این منطقه است. علاوه بر موارد فوق، هم‌مرز بودن ایران از طریق این منطقه با کشور افغانستان و هم مرز بودن افغانستان (منطقه رخشان) با چین، امکان ایجاد راه خاکی جایگزین (۱۳۵۰ کیلومتری) به جای راه در یایی به-منظور واردات مواد اولیه تولید و موردنیاز بازار ایران و همچنین صادرات را فراهم می‌کند. این عمل نه‌تنها باعث توسعه منطقه شده بلکه در زمان و هزینه‌های واردات از چین بسیار صرفه-جویی می‌شود.

در صورت اجرای برنامه‌های مدیریتی فوق، شرایط توسعه پایدار و حفظ وضعیت موجود در منطقه فراهم می‌شود. به‌علاوه خطر بیابان‌زایی تا حد زیادی تعدیل شده و شرایط پایداری در محیط ایجاد خواهد شد.

پیشنهاد

- ارزیابی خطر و ریسک بیابانزایی برای تمام کشور در مقیاس شهرستان و کوچکتر
- ارائه برنامه مدیریتی با تکیه بر خطر و ریسک بیابانزایی و توجه به توان آمایشی مناطق مختلف کشور

منابع

احمدی، حسن؛ ابریشم، الهام السادات؛ اختصاصی، محمدرضا؛ جعفری، محمد و گلکاریان، علی (۱۳۸٤)، ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابانزایی با استفاده از مدل ICD و MICD در منطقه فخرآباد- مهریز. مجله بیابان، شماره ۱، ۲۰ .

اونق، مجید (۱۳۷۳)، ارزیابی توان تولیدی و مدیریت مراتع با استفاده از سیستم GIS. مجموعه مقالات اولین سمینار ملی مرتع و مرتعداری در ایران. سازمان جنگل ها ومراتع و دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲ .

اونق، مجید (۱۳۷۹)، جزوه درسی اکوسیستم‌های مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۱۰ .

بیرودیان، نادر (۱۳۸۰). اصول مدیریت مناطق بیابانی. انتشارات رشاد. ۲۰۵ .گرگان.

پورمظفر، سجاد؛ نفیسی بهابادی، محمود؛ موحدی‌نیا، عبدالعلی؛ محمدی، مهرزاد و پذیر، خلیل (۱۳۹۳)، بررسی اثر شوری بر عملکرد رشد، متغیرهای خونی و سلول‌های کلراید آبشش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (Oncorhynchus mykiss)، مجله علمی ـ پژوهشی زیست-شناسی جانوری تجربی، سال دوم، شماره چهارم، پیاپی هشتم، بهار ۱۳۹۳ (۹-۲۱).

جعفری‌زاده، ممحمدرضا (۱۳۸۹)، ارزیابی شدت بیابانزایی با استفاده از مدل IMDPA. پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.۱۸۱.

ذوالفقاری، فرهاد؛ شهریاری، علیرضا؛ فخیره، اکبر؛ نوری، سهیلا؛ راشکی، علیرضا و خسروی، حسن (۱۳۹۰)، ارزیابی شدت بیابانزایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA. مجله پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی)، شماره ۹۱، ۱۱ .

نظری‌نژاد، مهدی (۱۳۸۹)، ارزیابی کارایی مدلهای ICD و ESAs جهت پهنه‌بندی و تدوین برنامه مدیریت خطر بیابانزایی (مطالعه موردی: منطقه رضاآباد خارتوران). پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۵۳.

نیکو، شیما (۱۳۹۰)، ارزیابی پتانسیل بیابانزایی بر اساس روش IMDPA جهت شناخت عوامل مؤثر در تخریب اراضی (مطالعه موردی :منطقه دامغان). پایان نامه دکتری، دانشگاه تهران. ۲۳۳.

European Commission. 1999. Mediterranean Desertification and Landuse (MEDALUS). MEDALUS office. Landan. 90 pp.

FAO. 1984. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. Food and Agriculture Organization of the United Nations and United Nations Environment Programme. Italy: Rome. 84 pp.

FAO/UNEP/UNESCO/WMO. 1977. World map of desertification at scale of 1:25000000. UNCON on desertification Nairobi.

Leman, N., Ramli, MF. & Khirotdin, R.P.K., 2016. GIS-based integrated evaluation of environmentally sensitive areas (ESAs) for land use planning in Langkawi, Malaysia. Ecol. Indic. 61, 293–308 .

Salvati, L., Mavrakis, A., Colantoni, A., Mancino, G. & Ferrara, A., 2015. Complex Adaptive Systems, soil degradation and land sensitivity to desertification: A multivariate assessment of Italian agro-forest landscape. Sci. Total Environ. 521–522, 235–245 .

Santini, M., Caccamo, G., Laurenti, A., Noce, S. & Valentini, R., 2010. A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index. Appl. Geogr. 30, 394–415 .

World Meteorological Organization (WMO). 1983. Technology on meteorological and hydrological aspects of the combat against desertification. Proce. Problems and Prospects of desertification Control in the ESCAP region, Bangkok, Thailand. 17 pp.

Zezere, J. L., Garcia, R. A. C. Oliveira, S. C. & Reis, E. 2008. Probabilistic landslide risk analysis considering direct costs in the area north of Lisbon (Portugal), Journal of Geomorphology. 29 pp.