نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٤
صفحات ۹۷-۸۵

ارزیابی آسیب‌پذیری مخاطره‌ی بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند با تاکید بر رهیافت ویکور توسعه‌یافته (E-VIKOR)

علی احمدآبادی[1]، استادیار ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی
عبداله سیف، دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان
سمیه خسروی، دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه اصفهان
امان اله فتح نیا، استادیار اقلیم شناسی دانشگاه رازی

دریافت مقاله: ۹۳/۱۲/۰۱ پذیرش نهایی: ۹۴/۰۴/۰۳

چکیده

بیابان‌زایی و تخریب زمین‌های مستعد کشاورزی در برخی مناطق خشک و نیمه‌خشک به صورت مخاطره‌ی طبیعی اکوسیستم‌های طبیعی و زندگی انسانی را به مخاطره انداخته است. بنابراین، ارزیابی و شناخت مناطق مستعد بیابان‌زایی ضروری به‌نظر می‌رسد. در ایران، به‌خصوص مناطق جنوبی به علت شرایط آب‌وهوایی خشک و نیمه‌خشک جزو مناطق مستعد بیابان‌زایی محسوب می‌گردد. این پژوهش با هدف ارزیابی و تحلیل میزان آسیب‌پذیری بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند در سواحل شمالی خلیج فارس انجام شده است. حوضه‌ی آب‌ریز رودخانه‌ی مند در محدوده‌ی استان بوشهر و جنوب استان فارس قرار دارد. به علت حساسیت و شکنندگی محیط طبیعی در این بخش به شناسایی مناطق مستعد تخریب خاک و بیابان‌زایی با استفاده از معیارهای جنس زمین، میزان فرسایش (پتانسیل فرسایش آبی)، میزان بارش، شیب، سطوح ارتفاعی، کاربری زمین اقدام شده است. همچنین، سنجش از دور را برای حجم پوشش گیاهی با کمک شاخص NDVI استفاده کردیم. تلفیق معیارها و سرانجام ارزیابی به کمک رهیافت ویکور توسعه‌یافته (E-VIKOR) انجام شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد بیش از نیمی از سطح حوضه‌ی مند در طبقه‌ی با خطر بیابان‌زایی متوسط قرار دارد و در صورت تداوم روند فعلی تخریب خاک همه‌ی این پهنه‌ها مستعد تبدیل‌شدن به بیابان را دارند. زوال اکوسیستم‌های طبیعی و کاهش کیفیت حیات انسانی از پیامدهای چنین روندی خواهد بود.

واژگان کلیدی: مخاطره‌ی بیابان‌زایی، رهیافت ویکور توسعه‌یافته، شاخص پوشش گیاهی استانداردشده، حوضه‌ی آبریز مند.

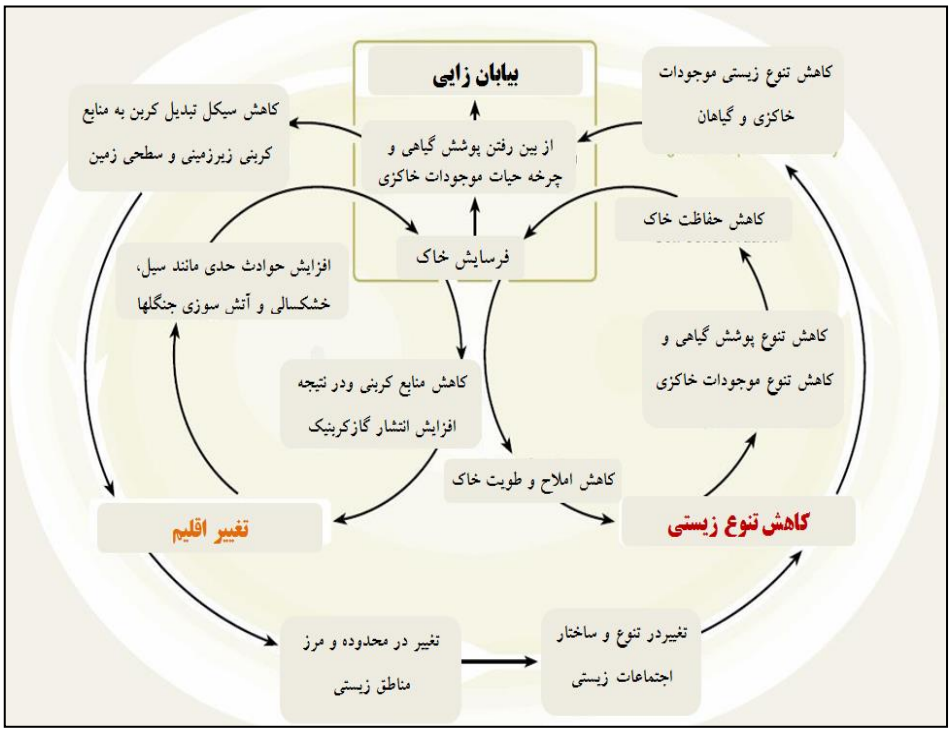
[1]. نویسنده‌ی مسئول: Email: ahmadabadi@khu.ac.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

مقدمه

بر اساس تعریف جامعه‌ی جهانی، تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه‌مرطوب به معنای بیابان‌زایی است و تخریب اراضی مفهومی است که به هر گونه کاهش توان بالقوه‌ی خاک اطلاق می‌شود (پاکپرور و همکاران، ۱۳۷۸: ۲). نقطه‌ی مشترک در همه‌ی تعریف‌های بیابان‌زایی تخریب شدید محیط زیست و کاهش تولید بیولوژیک اکوسیستم‌ها بر اثر بیابان‌زایی است (اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰). طبق برآورد کنفرانس جهانی بیابان‌زایی و بیابان‌زدایی، در آینده، پدیده‌ی بیابان‌زایی بیش از ۷۵۸ میلیون نفر انسان را در مناطق خشک تهدید می‌کند که معادل ۱۷/۷ درصد جمعیت کل جهان است (Babaev A, ۱۹۹۹, ۳). از این تعداد، ۶۰ تا ۱۰۰ میلیون نفر مستقیماً به علت کاهش حاصل‌خیزی اراضی و دیگر فرایندهای بیابان‌زایی تحت تأثیر قرار می‌گیرند (Ladisa G et al, ۲۰۱۰). ۸۰ درصد علت بیابان‌زایی را شوری بیان و مهم‌ترین دلیل آن را بهره‌برداری بیش از حدِ منابع آبی ذکر کرده‌اند (قبادیان، ۱۳۶۹، ۳۱۰). با توجه به این‌که پوشش گیاهی عامل مهمی در حفاظت خاک محسوب می‌شود، کاهش تنوع و حجم پوشش گیاهی بر اثر بروز تغییر اقلیم و دخالت‌های انسانی در مناطق حساس و شکننده (مانند مناطق خشک و نیمه‌خشک) سرانجام منجر به بیابان‌زایی و کاهش تنوع زیستی در اکوسیستم‌های رو به تخریب مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (شکل ۱). در ایران، ۸۵ درصد اراضی تحت اقلیم‌های خشک، نیمه‌خشک و فراخشک است. با توجه به رشد یک درصدی میزان سالیانه‌ی بیابان‌زایی و گسترش روزافزون آن، یافتن روش‌های ارزیابی این پدیده و علل ایجاد آن در قالب مدل‌های ارزیابی بیش از پیش ضروری است.



شکل ۱: ارتباط بین بیابان‌زایی، تغییر اقلیم و کاهش تنوع زیستی (Millennium Ecosystem Assessment, ۲۰۰۵).

در سال‌های اخیر، مطالعه‌های بسیاری بدین منظور انجام شده است. تخمین یا برآورد شدت بیابان‌زایی و نقشه‌برداری مناطق خشک بیابان پاتاگونیا با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ی هواشناسی NOAA به طبقه‌بندی مناطق بیابانی با طبقات بیابان‌زایی کم، متوسط، متوسط تا زیاد و زیاد تا خیلی زیاد منجر شده است (Delvalle et al, ۱۹۹۷).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

قبل از چنین مطالعه‌ای، هیولامپری (۱۹۷۵) تلاش کرد با مقایسه‌ی موقعیت حاشیه‌ی جنوبی بیابان صحرا در دو بازه‌ی زمانی میزان پیشروی این بیابان را کمّی نماید. او به این نتیجه رسید که در حاشیه‌ی صحرا شرایط بیابانی شده و در هر سال ۵/۵ کیلومتر پیشروی می‌کند (به نقل از: اختصاصی و سپهر، ۱۳۹۰). مطالعه‌ی دیگر بررسی روند بیابان‌زایی در منطقه‌ای از کشور هندوستان برای دو مقطع زمانی ۱۱ ساله درباره‌ی داده‌های رقومی ماهواره‌ی لندست TM, MSS و IRS-۱ هندوستان صورت پذیرفت. در این بررسی، مساحت ۰/۷۵ درصدی مناطقِ شور به حدود ۶/۱۹ درصد بالغ گردید (Mishra & Joshi,۱۹۹۷). در سال ۱۹۹۹، مدلی برای ارزیابی و تهیه‌ی نقشه‌ی بیابان‌زایی تحت عنوان مناطق حساس به بیابان‌زایی ارائه شد (Basso, et al. ۲۰۰۰). با توجه به مزایای بسیار فراوان آن از جمله جمع‌آوری آسان داده‌های مورد نیاز و نیز استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، این روش می‌تواند جانشین روش‌های رایج و سنتی تهیه‌ی نقشه شود (Brandt, et al. ۱۹۹۶). ارزیابی نواحی حساس محیطی به بیابان‌زایی در شرق الجزایر با استفاده از بیابان‌زایی مدیترانه‌ای و مدل مدالوس مطالعه شد (Benabderrahmane M,. Haroun C, et al. ۲۰۱۰). همچنین، (Sepehr, et al. ۲۰۱۲) رتبه‌بندی شاخص‌های بیابان‌زایی با استفاده از الگوریتم تاپسیس، یکی از مدل‌های ارزیابی چندمعیاره، ارائه گردید. هدف از انجام تحقیق مورد نظر، معرفی روش تاپسیس به صورت روشی از مدل‌های ارزیابی چندمعیاره برای انتخاب و ترکیب شاخص‌های بیابان‌زایی است. رفیعی امام و زهتابیان (۱۳۸۴) بیابان‌زایی دشت ورامین را با تکیه بر مسائل آب و خاک و در قالب روش ESAS (مدالوس) بررسی کردند. آن‌ها در مطالعه‌ی خود شاخص‌های مهم بیابان‌زایی را وضعیت آب زیرزمینی، کاربری اراضی و کیفیت خاک معرفی کردند. ارزیابی دقت وضعیت بیابان‌زایی در این پژوهش با استفاده از مدل MCDM و MEDALUS صورت گرفت. دادرسی و همکاران (۱۳۸۵) به بررسی روند بیابان‌زایی به روش سنجش‌های از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزوار پرداختند و به این نتیجه رسیدند کمیّت و کیفیت آب‌های زیرزمینی در افزایش شوری بسیار مؤثر و به‌کارگیری سنجش از دور در تلفیق با سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان‌پذیر است. پروانه (۱۳۸۸: ۴۷-۵۸)، بیابان‌زایی منطقه‌ی طبس مسینا را از توابع نهبندان در استان خراسان جنوبی با استفاده از مدل مدالوس ارزیابی کرد. او در این تحقیق از ۸ معیار استفاده کرد که نهایتاً نقشه‌های حساسیت منطقه به بیابان‌زایی را به‌دست آورد. سپهر و همکاران (۱۳۹۱)، ایجاد سامانه‌ی شاخص‌های بیابان‌زایی براساس DPSIR را انجام داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان داد شاخص‌های پوشش گیاهی و شاخص‌های فشار اهمیت فراوانی در بیابانی‌شدن دارند. همچنین، خنامانی و همکاران (۱۳۹۲)، ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سگزی اصفهان را با استفاده از مدل مدالوس مطالعه و از ۶ معیار استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدندکه معیارهای اقلیم و پوشش گیاهی مهم‌ترین معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی منطقه و معیار فرسایش (آبی و بادی) دارای کم‌ترین میزان اهمیت در منطقه است. با توجه به پیشینه‌ی یاد شده، هدف این پژوهش ارزیابی کارایی رهیافت ویکور توسعه‌یافته در شناسایی مناطق مستعد بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند در استان بوشهر است.

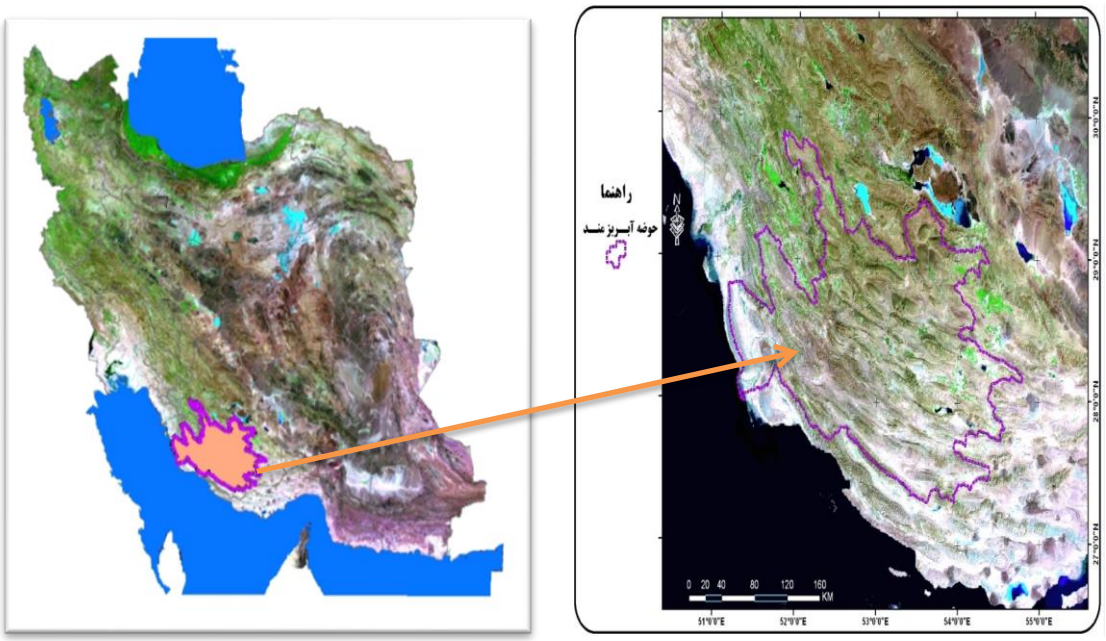
داده‌ها و روش کار

آبریز مند یکی از بزرگ‌ترین حوضه‌های آبریز ایران بوده که در جنوب کشور واقع شده است. این حوضه در مختصات مابین عرض‌های ۲۱ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۲۹ درجه و۵۰ دقیقه‌ی شمالی و طول ۵۱ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی قرار دارد (شکل ۲). حدود جغرافیایی آن از شمال به حوضه‌ی آبریز ایران مرکزی، از شمال‌غرب به زیرحوضه‌ی جراحی-زهره، از غرب به زیرحوضه‌ی حله، از جنوب‌غرب به خلیج فارس و از جنوب و شرق به زیرحوضه‌ی کل-مهران محدود است. رود قره آغاج که از کوه‌های اناری و خانی‌بیک در رشته‌کوه‌های زاگرسِ استان فارس به ارتفاع

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

۳۰۰۰ متر سرچشمه می‌گیرد از منابع اصلی تأمین آب رودخانه مند است (شایان و همکاران، ۱۳۹۲). در مسیر تشکیل رود مند، انشعاباتی نظیر کورده، دارالمیزان، سور-جهرم، شور-دهرم، دژگاه، باغان و شور-خورموج به آن می‌ریزند (گتمیری، ۱۳۹۰: ۵۷). این حوضه از لحاظ ژئومورفولوژیِ اقتصادی اهمیت فراوانی دارد. حوضه‌ی آبریز مند با مساحت ۴۰۲۵۰ کیلومتر مربع بیش‌ترین مساحت را در بین سایر حوضه‌های آبخیز استان به خود اختصاص داده است و، از لحاظ وسعت، چهارمین زیرحوضه از حوضه‌های آبریز خلیج فارس و دریای عمان است. این رود با طول ۷۲۵ کیلومتر مهم‌ترین رود استان بوشهر است. میانگین بارش در سطح حوضه ۳۵۰ میلی‌متر است که حدود ۶۰ درصد از این بارش در فصل زمستان رخ می‌دهد. براساس اطلاعات وزارت نیرو، میانگین آبدهی سالیانه‌ی رود در خروجی ۱۷۲۰ میلیون مترمکعب است که رودخانه‌ی فیروزآباد با میانگین آبدهی ۴۰۰ میلیون مترمکعب، مهم‌ترین آبراهه‌ی تأمین‌کننده‌ی دبی در حوضه‌ی آبریز مند است (تقوی مقدم، ۱۳۹۰: ۶۷). بیابان‌های استان بوشهر به دو بخش بیابان‌های ساحلی و غیرساحلی تقسیم می‌شود که در کل از نظر منشأ به دو بخش اولیه و ثانویه تفکیک‌پذیر است. بخش اولیه سازنده‌ای است که سنگ‌ها و کانی‌های تبخیری دارد و بخش ثانویه شامل واحدهای آبرفتی کواترنری است که بر اثر عبور آب‌های سطحی از سازندهای تبخیری ایجاد شده‌اند. کل بیابان‌های استان بوشهر ۱۱۶۶۶/۲کیلومتر مربع است.



شکل ۲: محدوده‌ی مطالعه، حوضه‌ی آبریز مند.

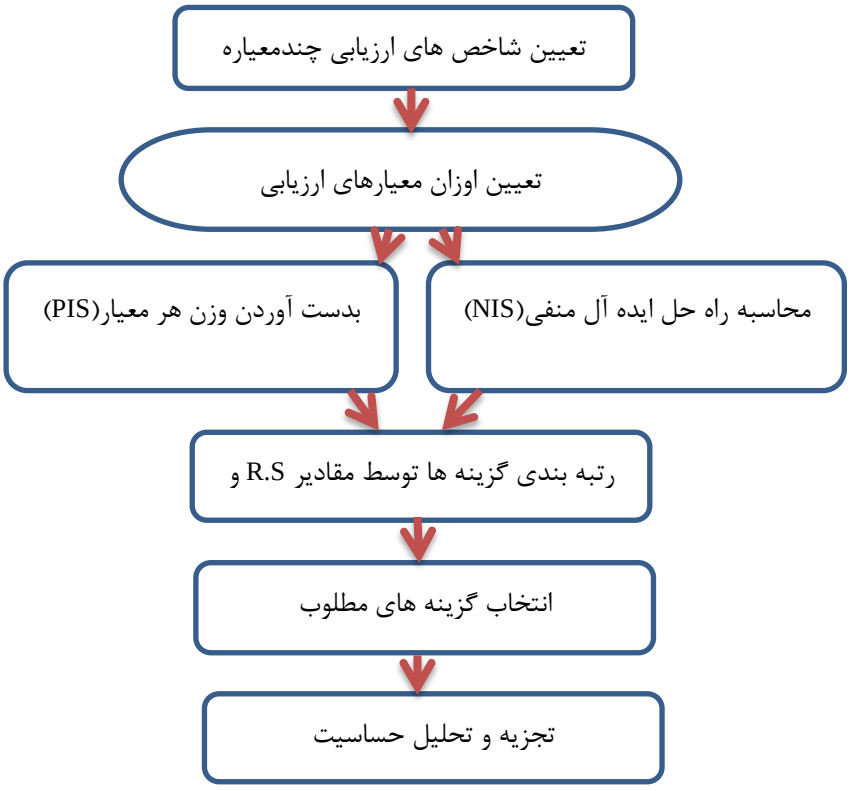
در این مطالعه، برای ارزیابی استعداد بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند از نقشه‌های زمین شناسی، میزان فرسایش (پتانسیل فرسایش آبی)، میزان بارش، شیب، سطوح ارتفاعی و کاربری زمین استفاده شد. همچنین، برای شناسایی شرایط پوشش گیاهی منطقه از داده‌های سنجنده‌ی ETM^+ لندست و شاخص پوشش گیاهی نرمال‌شده (NDVI) استفاده گردید. در بخش مرئی طیف الکترومغناطیس، گیاه سبز جذب تابش خورشیدیِ بیش‌تری از مادون قرمز نزدیک دارد. با توجه به این‌که در سنجنده‌ی ETM^+ باند ۳ در محدوده‌ی قرمز و باند ۴ در محدوده‌ی مادون قرمز نزدیک قرار دارد، از این دو باند برای محاسبه‌ی میزان و تراکم پوشش گیاهی و سبزینگی گیاهان استفاده می‌شود. برای اندازه‌گیری

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

کمیّت و کیفیت گیاه از معادله‌هایی استفاده می‌شود که از آن به نام شاخص گیاهی نام می‌برند. شاخص‌های گیاهی تبدیل‌های ریاضی هستند که بر اساس داده‌ی باندهای گوناگون سنجنده‌ها تعریف شده‌اند و برای ارزیابی و بررسی گیاهان در مشاهده‌های ماهواره‌ای چندطیفی استفاده می‌شوند. بیش‌ترین باندهایی که در محاسبه‌ی شاخص‌های گیاهی استفاده شدند در محدوده‌ی باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک هستند که دلیل این امر اختلاف در انعکاس و جذب این دو باند است. شاخص گیاهی تفاضلی نرمال‌شده (NDVI) با استفاده از رابطه‌ی ۱ استخراج شد.

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{VIS}}{\rho_{NIR} + \rho_{VIS}}$$ رابطه‌ی ۱)

که در آن ρ_{NIR} بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک (باند ۴ سنجنده‌ی +ETM)و ρ_{VIS} بازتاب در باند مرئی (باند ۳ سنجنده‌ی +ETM) است.



شکل ۳: فلوچارت مراحل اجرایی تحقیق.

روش‌شناسی تحقیق در شکل ۳ ارائه شده است. بر این اساس، هم‌پوشانی و ترکیب معیارهای فوق با استفاده از روش E-VIKOR (ویکور توسعه‌یافته) یکی از روش‌های مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) انجام شده است. روش‌های MCDM برای تصمیم‌گیری در شرایطی استفاده می‌شود که معیارهای متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد. چنین روش‌هایی کاربردهای متعددی در علوم گوناگون دارند (پورطاهری،۱۳۹۰: ۱۵) اخیراً روش ویکور با توجه به ویژگی‌ها و قابلیت‌هایی که در حل مسائل تصمیم‌گیری داشته است مورد توجه قرار گرفته است (Shemmshadi et al, ۲۰۱۱). این روش بر اساس برنامه‌ریزی توافقی ارائه شده و در آن راه‌حل توافقی تعیین‌کننده‌ی راه‌حل‌هایی موجه است که به راه‌حل ایده‌آل نزدیک باشد و در قالب توافق از طریق اعتبارات ویژه‌ی تصمیم‌گیرندگان

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

ایجاد شود (Liou et al, ۲۰۱۱). از این رو، گزینه‌های نزدیک‌تر به راه‌حل ایده‌آل بر گزینه‌های دورتر از آن رُجحان دارند (Opricovic & Tzeng, ۲۰۰۷). opricovic و tzeng نشان دادند که روش تاپسیس کاستی‌هایی در فرآیند رتبه‌دهی دارد. بنابراین، روش پیشنهادی آن‌ها برای حل این مشکل جانشینی روش ویکور با روش تاپسیس است (Ping ou Yang et al, ۲۰۱۱). رهیافت ویکور از نرمال‌سازی خطی استفاده می‌کند. مقدار نرمال‌سازی‌شده در روش ویکور به واحد سنجش معیار وابسته نیست (chu, ۲۰۰۷). مراحل اجرای مدل ویکور توسعه‌یافته به ترتیب شامل: ۱- تشکیل ماتریس تصمیم؛ ۲- تعیین بردار وزن معیارها؛ ۳- تعیین نقطه‌ی ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی؛ ۴- محاسبه‌ی مقدار مطلوبیت (S) و مقدار نارضایتی (R) برای هر گزینه؛ ۵- محاسبه‌ی شاخص ویکور (Q) برای هر گزینه و ۶- مرتب‌کردن گزینه‌ها بر اساس مقادیر S، R و Q است (Zhang & Wei, ۲۰۱۳). سرانجام، پس از محاسبه‌ی S_i و R_i (رابطه‌ی ۲ و ۳) تعیین مقادیر Q_i برای همه‌ی گزینه‌ها انجام می‌شود (رابطه‌ی ۴).

رابطه‌ی ۲)
$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{\|h_j^* - h_{ij}\|}{\|h_j^* - h_j^-\|}, i = 1,2,\dots,m, \quad (2)$$

رابطه‌ی ۳)
$$R_i = \max_j j \frac{\|h_j^* - h_{ij}\|}{\|h_j^* - h_j^-\|}, i = 1,2,\dots,m. \quad (3)$$

S_j و R_j به ترتیب اندازه‌ی مطلوبیت و اندازه‌ی تاسف گزینه‌ی j ام هستند. اندازه‌ی تاسف (R_j) عبارت است از ماکزیمم فاصله $\max_j j$ از بهترین مقدار به دست آمده برای معیار j ام.

رابطه‌ی ۴)
$$Q_i = v\left(\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*}\right) + (1 - V)\left(\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*}\right), \quad (4)$$

در رابطه‌ی ۴: Q_i شاخص ویکور توسعه‌یافته است و ارزش ویکور گزینه‌ی i ام را بیان می‌کند. v وزنی برای راهبرد ماکزیمم مطلوبیت گروهی است که معمولاً ۰/۵ است.

$S^- = \max_i s_i$ و $S^* = \min_i s_i$

$R^- = \max_j\{R_j\}$ و $R^* = \min_j\{R_j\}$

نهایتاً، بهترین جواب سازشی (با کم‌ترین Q_i) زمانی محقق می‌شود که دو شرط زیر برقرار شوند:

$$Q(A'') - Q(A'') \geq DQ$$

$$DQ = 1/(m-1)$$

از نظر رتبه‌بندی بر اساس معیار Qi، A'' گزینه‌ای در موقعیت یا جایگاه دوم، A'' بهترین گزینه با کم‌ترین مقدار Qi و m تعداد گزینه‌های موجود است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

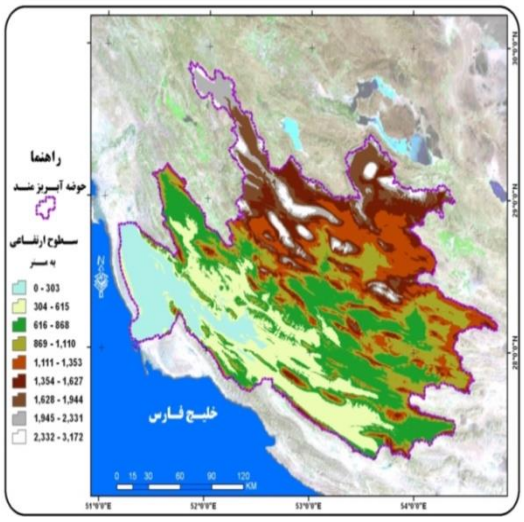
شرح و تفسیر نتایج

مدل‌های ارزیابی چندمعیاره، مفیدترین ابزارها برای ارزیابی و پهنه‌بندی هستند. تصمیم‌گیری شامل بیان درست اهداف، تعیین راه‌حل‌های گوناگون و ممکن، ارزیابی امکان‌پذیری آنان، ارزیابی عواقب و نتایج ناشی از اجرای هر کدام از راه‌حل‌ها و بالاخره انتخاب و اجرای آن است. در بیش‌تر موارد، تصمیم‌گیری‌ها وقتی مطلوب و موردِ رضایت تصمیم‌گیرنده است که تصمیم براساس چندین معیار بررسی شده باشد. معیارها ممکن است کمّی یا کیفی باشند. در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ــ که در دهه‌های اخیر توجه محققان را جلب کرده است ــ به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چند معیار سنجش استفاده می‌شود. در این پژوهش، برای ارزیابی آسیب‌پذیری بیابان‌زایی و اجرایی‌کردن مدل ویکور توسعه‌یافته، ابتدا معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی با مطالعه‌های کتاب‌خانه‌ای و اوضاع بومی منطقه مشخص گردید. این معیارها عبارت‌اند از: جنس زمین، میزان فرسایش (پتانسیل فرسایش آبی)، میزان بارش، شیب، سطوح ارتفاعی، کاربری زمین و میزان پوشش گیاهی (تهیه شده با شاخص NDVI). با توجه به این‌که مدل‌سازی معیارها در ساختار رستری انجام شده است، معیارهای تحقیق در ساختار رستری ارائه گردید (شکل‌های ۴-۱۰). نقشه‌ی سطوح ارتفاعی و شیب منطقه‌ی مطالعاتی از مدل رقومی ارتفاع SRTM استخراج شد. در بحث ارتفاع، بالاترین ارتفاعِ محدوده‌ی مطالعه در قسمت‌های شمال و شرق مشاهده می‌شود که قسمت کوچکی را از محدوده شامل می‌گردد و قسمت اعظم حوضه در بخش‌های مرکزی و جنوبی دارای ارتفاع حداقل است (شکل ۴). در شکل ۵ (که شیب منطقه ارائه شده است) یک‌نواختگی شیب در پایین‌دست حوضه به‌چشم می‌خورد. در آماده‌سازی و استخراج معیار میزان بارش از روش درون‌یابی IDW و ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی منطقه استفاده شد. قسمت اعظم منطقه‌ی بارش ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر را دارد که نواحی مرکزی را شامل می‌گردد. قسمت‌های جنوبی محدوده بارش کم‌تر از ۲۰۰ میلی‌متر را دارند (شکل ۶). نقشه‌ی زمین‌شناسی منطقه به روش رقومی‌سازی تهیه شد (شکل ۷). قسمت اعظم محدوده‌ی مطالعاتی را واحدهای کواترنری (مارن) پوشانده است. سازندهای غالب منطقه شامل سازند بختیاری، آغاجری، گچساران و آسماری جهرم هستند. همچنین در محدوده‌ی مطالعه، خصوصاً در قسمت‌های مرکزی و غرب، گنبد نمکی مشاهده می‌گردد. کاربری غالب منطقه کاربری مرتع است. از دیگر کاربری‌های منطقه، کشاورزی، جنگل‌های تنک و پهنه‌های شوره‌زار است (شکل ۸). میزان فرسایش حوضه‌ی آبریز مند در شکل شماره‌ی ۹ ارائه شده است به طوری که بیش‌تر منطقه در کلاس با شدت فرسایش IIV (رنگ نارنجی) قرار گرفته است. محدوده‌های سبز رنگ نشان از میزان متوسط شدت فرسایش است که درصد کمی را از محدوده شامل می‌گردد.

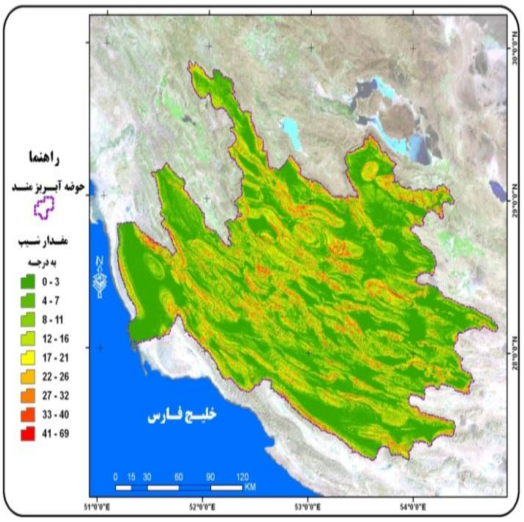
شاخص NDVI بر اساس خصوصیت‌های انعکاسی گیاهان در باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک عمل می‌کند. تشخیص سلامتی، شادابی و تراکم پوشش گیاهی از طریق این شاخص امکان‌پذیر است. شاخص NDVI برای نمایش توده‌ی حیاتی (بیوماس) پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ، تولیدهای گیاهی و تفکیک پوشش گیاهی بسیار مناسب است و در این تحقیق برای معیار تراکم پوشش گیاهی از آن استفاده شده است (شکل ۱۰). مناطق روشن‌تر در شکل شماره‌ی ۱۰ مناطق را با تراکم پوشش گیاهی بیش‌تر نشان می‌دهد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

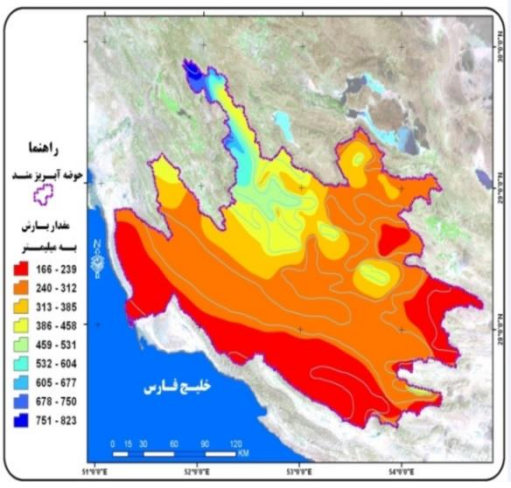
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]



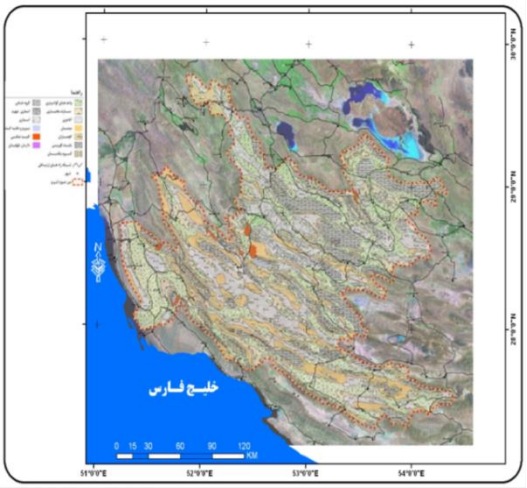
شکل ۴: سطوح ارتفاعی محدوده‌ی مطالعه.



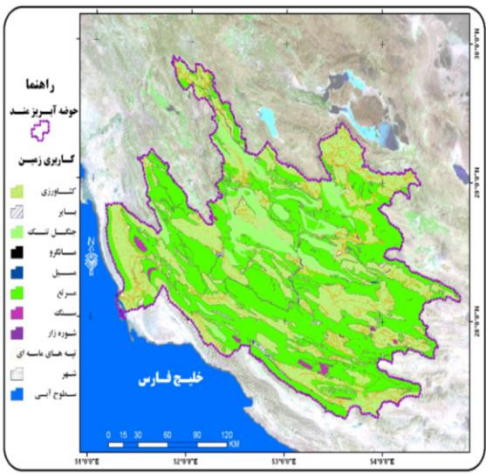
شکل ۵: شیب محدوده‌ی مطالعه.



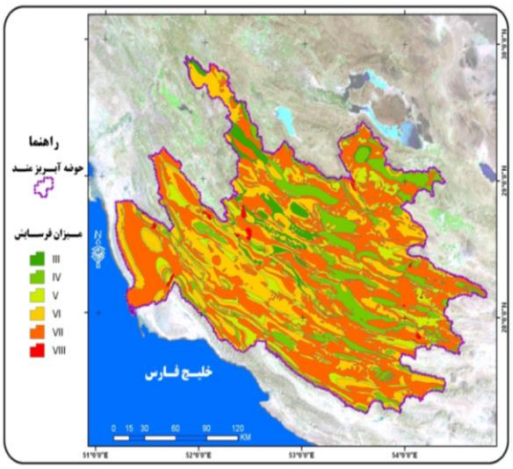
شکل ۶: پهنه‌بندی بارش در محدوده‌ی مطالعه.



شکل ۷. زمین شناسی محدوده‌ی مطالعه.



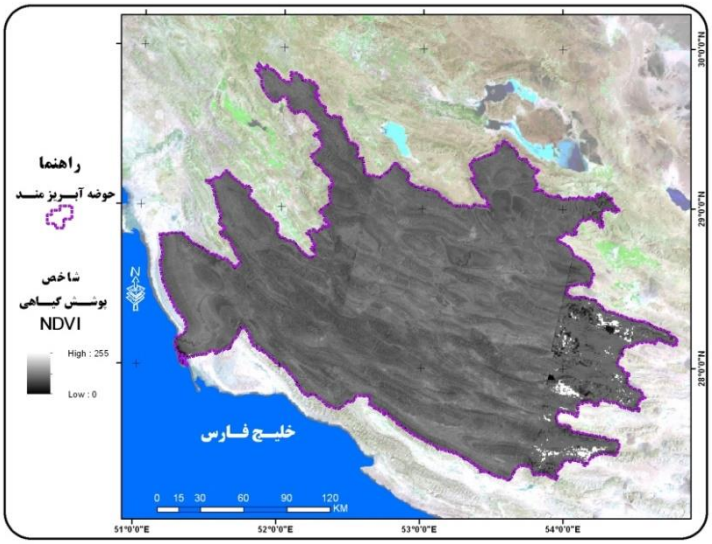
شکل ۸: کاربری زمین محدوده‌ی مطالعه.



شکل ۹: طبقات فرسایش در محدوده‌ی مطالعه.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]



شکل۱۰: شاخص NDVI در محدوده‌ی مطالعه.

پس از تعیین معیارها و استانداردسازی خطی آن‌ها، برای بیان اهمیت معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی، باید وزن نسبی آن‌ها تعیین شود. از آن‌جایی که در فرایند ارزیابی همه‌ی معیارهای مورد استفاده دارای اهمیت یکسانی نیستند، اهمیت هر معیار از معیار دیگر باید مشخص گردد. بنابراین، باید از روش مناسبی برای وزن‌دهی معیارها استفاده شود. در این مطالعه، برای وزن‌دهی معیارها از روش ANP[۱] استفاده گردید. روش تحلیل شبکه‌ای ارتباط‌های پیچیده میان عناصر تصمیم را از طریق جانشینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه‌ای درنظر می‌گیرد (رضوی و علاقمند، ۱۳۸۶). اوزان معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان می‌دهد از بین معیارهای تحقیق، پوشش گیاهی با وزن ۰/۲۱، میزان فرسایش با مقدار ۰/۱۸ و بارش با وزن ۰/۱۵ به‌ترتیب بیش‌ترین تأثیر و وزن را دارا هستند.

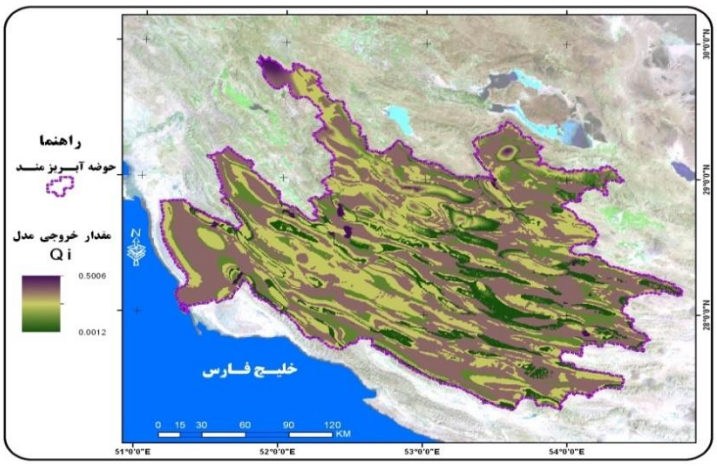
جدول ۱: وزن معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی با استفاده از ANP

شاخص‌ها	پوشش گیاهی	فرسایش	بارش	کاربری اراضی	زمین‌شناسی	شیب	سطوح ارتفاعی
اوزان(**W**)	۰.۲۱	۰.۱۸	۰.۱۵	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۱	۰.۰۸

پس از اعمال اوزان معیارها و تلفیق و مدل‌سازی نهایی آن‌ها مقدار نهایی ویکور توسعه‌یافته استخراج گردید (شکل ۱۱). مقادیر Q_i رتبه‌بندی گزینه‌ها را نشان می‌دهد. گزینه‌هایی که مقدار Q_i در آن‌ها بیش‌تر باشد احتمال وقوع بیابان‌زایی بیش‌تری دارند و هرچه Q_i به سمت صفر می‌رود احتمال وقوع بیابان‌زایی در آن‌ها کم است. سرانجام، از مقادیر Q پنج طبقه با احتمال وقوع بیابان‌زایی گوناگون در حوضه‌ی آبریز مند به‌دست آمد که پراکندگی مکانی آن‌ها در شکل شماره‌ی ۱۲ و نسبت درصد و مساحت آن‌ها در جدول شماره‌ی ۲ ارائه شده است.

۱. Analytical Network Process

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

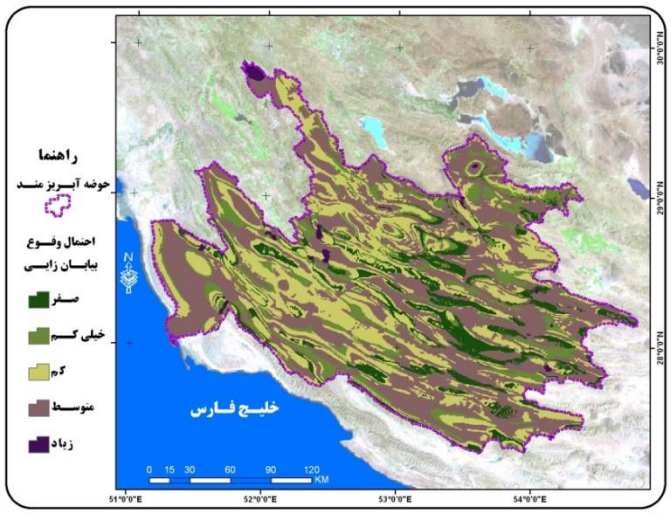


شکل ۱۱: نتایج و امتیازهای به‌دست آمده از اجرای روش ویکور توسعه‌یافته (Q).

نتایج تحقیق نشان می‌دهد بیش از ۴۷ درصد از حوضه‌ی آبریز مند در بخش‌های شرقی و جنوب‌غرب در طبقه‌ی با احتمال زیاد و خیلی زیاد قرار دارد و ۳۰ درصد از پهنه‌ی منطقه‌ی مطالعاتی بیش‌تر در بخش مرکزی دارای احتمال متوسط وقوع مخاطره‌ی بیابان‌زایی است. همچنین، ۲۴ درصد از مساحت منطقه را طبقه‌ی با احتمال کم و خیلی کم تشکیل می‌دهد. بنابراین، احتمال وقوع بیابان‌زایی در منطقه‌ی مند بالاست و ادامه این روند شرایط نامناسب طبیعی و در نتیجه آن شرایط اقتصادی و اجتماعی را در پی خواهد داشت و نیازمند اجرای طرح‌های حفاظت آب و خاک در پهنه‌های دارای اولویت است.

جدول ۲: مساحت و درصد احتمال وقوع بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند

احتمال وقوع	مساحت(هکتار)	مساحت (به درصد)
خیلی کم	۵۱۶۳۰۰	۱۱
کم	۵۹۸۹۰۰	۱۳
متوسط	۱۴۳۸۰۲۵	۳۰
زیاد	۲۱۶۸۶۷۵	۴۶
خیلی زیاد	۴۰۸۲۵	۱



شکل ۱۲: پهنه‌بندی نهایی ارزیابی مخاطره‌ی بیابان‌زایی در حوضه‌ی آبریز مند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

نتیجه‌گیری

حوضه‌ی آبریز رودخانه‌ی مند به علت حساسیت و شکنندگی محیط طبیعی برای شناسایی مناطق مستعد تخریب خاک و بیابان‌زایی انتخاب گردید. معیارهای جنس زمین، میزان فرسایش (پتانسیل فرسایش آبی)، میزان بارش، شیب، سطوح ارتفاعی، کاربری زمین و حجم پوشش گیاهی استخراج شده از تصویر لندست، با استفاده از روش ویکور توسعه‌یافته تلفیق و مدل‌سازی شد. اوزان معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی به کمک روش تحلیل شبکه‌ای (ANP) به‌دست آمد، به طوری که از بین معیارهایِ تحقیق پوشش گیاهی، میزان فرسایش و بارش به ترتیب بیش‌ترین تأثیر و وزن را دارا شدند. پس از تلفیق و مدل‌سازی معیارها با استفاده از روش ویکور توسعه‌یافته، ۵ پهنه‌ی گوناگون استعداد بیابان‌زایی حوضه‌ی آبریز مند مشخص گردید. پهنه‌هایی که دارای استعداد زیاد و خیلی زیاد بیابان‌زایی هستند بیش از ۴۷ درصد از مساحت حوضه را پوشش می‌دهند. ۳۰ درصد از منطقه در پهنه متوسط و کم‌تر از ۲۴ درصد منطقه استعداد بیابان‌زایی فراوانی نداشته و در گروه کم و خیلی کم قرار دارند. با توجه به این نتایج، شکنندگی محیط و حساسیت بالای این حوضه‌ی آبریز به بیابان‌زایی و ازدست‌رفتن استعداد خاک‌ها نیازمند توجه اصولی و اجرای طرح‌های پیشگیرانه حفاظت آب و خاک در پهنه‌های با استعداد بالا و بیش‌تر احساس می‌گردد. همچنین، تجزیه و تحلیل نتایج تحقیق، کفایت معیارهای تحقیق و کارایی مدل را در ارزیابی استعداد بیابان‌زایی در منطقه جنوب کشور نشان می‌دهد.

منابع

اختصاصی، محمد رضا و عادل سپهر. ۱۳۹۰. *روش‌ها و مدل‌های ارزیابی و تهیه نقشه‌ی بیابان‌زایی*. انتشارات دانشگاه یزد.

پاکپرور، مجتبی؛ مرتضی ابطحی؛ مسعود شکویی و محمد خسروشاهی. ۱۳۷۸. *استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای و* GIS *در تعیین مناطق تحت تأثیر بیابان‌زایی*. گزارش نهایی طرح موسسه‌ی تحقیقاتی جنگل‌ها و مراتع کشور. شماره طرح ۳۱۳۰۵.

پروانه، حسن. ۱۳۸۸. *ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در خراسان جنوبی با استفاده از روش مدالوس*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشکده‌ی منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

تقوی مقدم، ابراهیم. ۱۳۹۰. *تحولات ژئومورفولوژیک سواحل شمال خلیج فارس از بوشهر تا کنگان*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی.

سپهر، عادل. محمدرضا اختصاصی و سیدعلی المدرسی. ۱۳۹۱. ایجاد سامانه‌ی شاخص‌های بیابان‌زایی براساس DPSIR (بهره‌گیری از روش فازی-تاپسیس). مجله‌ی *جغرافیای و برنامه‌ریزی محیطی*، جلد ۲۳، **۱**: ۳۳-۵۰.

شایان، سیاوش؛ غلامرضا زارع؛ مجتبی یمانی؛ محمد شریفی کیا و محسن سلطان پور. ۱۳۹۲. تحلیل روند تغییرات آماری دبی و رسوب حوضه‌ی آبریز مند و کاربرد آن در برنامه ریزی محیطی. *فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی ایران*، **۲**: ۳۷-۵۰.

خنامانی، علی؛ حمیدرضا کریم زاده؛ رضا جعفری و امین گلشاهی. ۱۳۹۲. ارزیابی کمی فعلی بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس (مطالعه‌ی موردی: دشت سگزی). *مجله‌ی کاربرد سنجش از دور و* GIS *در علوم منابع طبیعی*. دوره ۴، **۱**: ۱۳-۲۵.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

رضوی، مریم و علیرضا علاقه مند. ۱۳۸۶. کاربرد روش فرایند تجزیه و تحلیل شبکه (ANP) در آنالیز SWOT، *دومین کنفرانس بین المللی مدیریت استراتژیک*.

دادرسی سبزواری، ابوالقاسم و مجتبی پاکپرور، ۱۳۸۶. بررسی روند بیابازایی به روش سنجش‌های از دور و نزدیک در اراضی دشت سبزوار، *فصلنامه‌ی تحقیقات مرتع و بیابان*، دوره ۱۴، **۱**: ۳۳-۵۲.

رفیعی امام، عمار و غلامرضا زهتابیان. ۱۳۸۴. روش تهیه‌ی نقشه‌ی حساسیت مناطق به بیابان‌زایی، فصلنامه‌ی *جنگل و مرتع*. **۶۶**: ۶-۱۳.

گتمیری، مجید. ۱۳۹۰. *بررسی و تحلیل ریخت شناسی دلتای رودخانه مند*، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد مهندسی عمران، سازه‌های دریایی دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی.

قبادیان، عطاالله. ۱۳۶۹. *سیمای طبیعی فلات ایران در ارتباط با بهره‌برداری کشاورزی، احیا و بازسازی منابع طبیعی کشور*. انتشارات دانشگاه باهنر کرمان.

پورطاهری، مهدی. ۱۳۹۰. *کاربرد روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در علم جغرافیا*. چاپ اول. انتشارات سمت.

Babaev A. ۱۹۹۹. *Introduction, Desert Problems and Desertification in Central Asia*. Springer, London.

Basso, F., Bove, E., Dumontet, S., Ferrara, A., Pisante, M., Quaranta, G. and Taberner, M. ۲۰۰۰. Evaluating environmental sensitivity at the basin scale throughthe use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena* ٤٠:١٩-٣٥.

Benabderrahmane, M. and Haroun, C. ۲۰۱۰. Assessing Environmental Sensitivity Areas to desertification in Eastern Algeria using Mediterranean Desertification and Land Use MEDALUS Model. *International Journal of Sustainable Water & Environmental Systems*, ۱: ٥-١٠.

Brandt, C.J. and Thrones, J.B. ۱۹۹٦. *Mediterranean desertification and land use*. John Wiley & Sons Ltd.

Chu, M.T., shyu, J. Tzeng, G.H. and Khosla, R. ۲۰۰۷. comparison among three analytical methods for knowledge communities group-decision analysis. *Expert systems with applications*, **۳۳**: ۱۰۱۳.

Delvalle, H. F., Elissalde, N.O., Gagliardini, D.A., and Milovich J. ۱۹۹۷. Desertification assessment and mapping in the Arid and Semi-Arid Regions of Patagonia (Argentina). *Desertification Control Bulletin*, **۳۱**: ٦-١١.

Ladisa, G., Todorovic, M and Liuzzi, G.T. ۲۰۱۰. *Assessment of Desertification in Semi-Arid Mediterranean Environments: The Case Study of Apulia Region (Southern Italy), Land Degradation and Desertification: Assessment, Mitigation and Remediation*, chapter ۱۷. Springer.

Liou, J.H., Tsai, C.Y., Lin, R.H. and Tzeng, G.H. ۲۰۱۱. A modified VIKOR multiple-criteria decision method for improving domestic airlines service quality. *Journal of Air Transport Management*, ۱۸: ٥٧-٦١.

Mishra, j. k. and joshi, M. D. ۱۹۹٤. Study of desertification process in Aravialli environment Using Remote Sensing techniques. *International Journal of Remote Sensing*, **۱٥**: ٨٧-٩٤.

Opricovic, S. and Tzeng, G.H. ۲۰۰۷. Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of operational Research*, **۱٥٦**: ٤٤٥-٤٥٥.

Yang, P.O., shieh, H.M. and Tzeng, G.H. ۲۰۱۱. A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessmen. *Information Sciences*, **۲۳۲**: ۱-۱۹.

Sepehr, A. and Zucca, C. ۲۰۱۲. Ranking desertification indicators TOPSIS algorithm. Natural Hazards, **٦۲**: ۱۱۳۷-۱۱٥۳.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M. and Tarokh, M.J. ۲۰۱۱. A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert systems with applications*, ۳۸: ۱۲۱٦۰-۱۲۱٦۷.

Zhang, N. and Guiwu W. ۲۰۱۳. Extension of VIKOR method for decision making problem based on hesitant fuzzy set. *Applied Mathematical Modelling*, ۳۷: ٤۹۳۸-٤۹٤۷.

Millenium Ecosystem Assessment. ۲۰۰٥. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis: Key Questions on Desertification in the Millennium Ecosystem Assessment*. Topic editor: Ed.-in-chief, Cutler Cleveland. Encyclopedia of Earth. National Council for Science and the Environment. Washington DC.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85] [Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOI: 10.18869/acadpub.jsaeh.2.2.85] [Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]