مقایسه کارایی مدل‌های پهنه‌بندی بیابان‌زایی MEDALUS، MICD و FAO-UNEP در کانون بحران بیابان‌زایی منطقه جرقویه استان اصفهان

محبوبه فتحی*، رضا جعفری و سعید سلطانی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۹)

چکیده

بیابان‌زایی به‌عنوان یک بحران مهم در مناطق خشک استان اصفهان شناخته شده است. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی سه مدل اصلی پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی MEDALUS، MICD و FAO-UNEP در کانون بحران بیابان‌زایی منطقه جرقویه در شرق اصفهان صورت گرفته است. بدین منظور معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی مربوط به آنها براساس خصوصیات منطقه و کارهای میدانی انتخاب و نقشه آنها در ۲۷ رخساره ژئومرفولوژی تهیه گردید. نقشه‌های شدت بیابان‌زایی تولیدی براساس کلاس‌های هر مدل در محیط ArcGIS 10 طبقه‌بندی گردید و سپس توسط نرم‌افزار IDRISI Tiga 16.03 با یکدیگر مقایسه شدند. مطابق نتایج هر سه مدل، بیش از ۹۵٪ منطقه مطالعاتی دارای کلاس بیابان‌زایی شدید است. مقایسه کلاس‌های شدت بیابان‌زایی بین سه مدل نشان داد که تنها ۴۵٪ شدت بیابان‌زایی در بین مدل‌ها مشابه بوده که این امر به‌علت مختلف بودن تعداد کلاس‌ها و همچنین معیارها و شاخص‌ها در مدل‌های مختلف است. با توجه به صحت نقشه شدت بیابان‌زایی مدل مدالوس و همچنین سازگاری آن در انتخاب معیارها و شاخص‌ها، به‌کارگیری سامانه GIS و میانگین هندسی در پهنه‌بندی بیابان‌زایی؛ به‌عنوان مدل برتر انتخاب گردید. طبق این مدل به‌ترتیب ۸۵٪ و ۱۵٪ از منطقه دارای بیابان‌زایی بسیار شدید و شدید است که بیانگر میزان بیابان‌زایی بسیار بالا در منطقه است و باید هرچه سریع‌تر با اجرای برنامه‌های بیابان‌زدایی روند صعودی فرایند آن را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: بیابان‌زایی، MEDALUS، MICD، FAO-UNEP، اصفهان

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mfathi.iut2010@gmail.com

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

مقدمه

در پی خشکسالی‌ها و قحطی‌های پی در پی اواخر دهۀ ۶۰ و اوایل دهۀ ۷۰ میلادی در کشورهای آفریقایی و فراگیر شدن مشکل بیابان‌زایی در جهان، مجمع عمومی سازمان ملل، برنامه محیط زیست سازمان را بر آن داشت تا در سال ۱۹۷۴ اولین قطعنامه رسمی را برای جلب توجه ملت‌ها به مسئله بیابان‌زایی و مقابله با آن تصویب نماید و پیگیری کار را به برنامه محیط زیست سازمان ملل (United Nation Environment Program, UNEP) محول نماید. به دنبال آن UNEP در سال ۱۹۷۷، اولین کنفرانس جهانی مقابله با بیابان‌زایی (United Nation Conference of Combating Desertification, UNCCD) را در نایروبی پایتخت کنیا برگزار کرد. در سال ۱۹۹۰ این برنامه، واژه‌ی بیابان‌زایی را به‌صورت "بیابان‌زایی عبارتست از تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک مرطوب در نتیجه عوامل مختلف اقلیمی و فعالیت‌های انسانی" تعریف کرد (۲۷). بیابان‌زایی پدیده‌ای است که سازمان ملل متحد به‌عنوان یک مشکل مهم جهانی در کنفرانس بیابان‌زدایی ملل متحد در سال ۱۹۷۷ رسماً مورد شناسایی قرار داد و امروزه آثار زیانبار آن برای بیش از یک میلیارد نفر ساکن در ۱۰۰ کشور به‌عنوان یک معضل بزرگ اقتصادی- اجتماعی و محیطی به اثبات رسیده است (۱۴).

برای مقابله با بیابان‌زایی می‌توان با ارائه راهکارها و مدل‌های مدیریتی مناسب، از شدت این پدیده کاست و از گسترش و پیشروی آن جلوگیری به‌عمل آورد. در این راه، شناخت فرآیندهای بیابان‌زایی و عوامل به‌وجود آورنده و تشدید کننده آن و همچنین آگاهی از شدت و ضعف این فرآیندها و عوامل، مهم و ضروری است که باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد (۱۸،۲۱و۲۳). از جمله مطالعات صورت گرفته در سطح بین المللی در زمینه بیابان‌زایی و عوامل مؤثر بر آن می‌توان به تهیه نقشه جهانی بیابان‌زایی (۱۹۷۷)، تهیه نقشه بیابان‌زایی درسودان (۱۹۸۰)، طرح فائو- یونپ به‌منظور ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی (۱۹۸۱)، تهیه نقشه خطر بیابان‌زایی در کشور عراق (۱۹۸۷)، ارزشیابی مدل مقدماتی فائو- یونپ جهت ارزیابی وتهیه نقشه بیابان‌زایی درکنیا (۱۹۹۱) وارزیابی نقشه‌بندی بیابان‌زایی توسط مؤسسۀ تحقیقات بیابان ترکمنستان که به مدل بابایوف و همکاران معروف است(۱۹۹۳) اشاره نمود (۲۵ و ۲۶). از آنجایی که سطح قابل ملاحظه‌ای از کشور در معرض بیابان‌زایی قرار دارد، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح برای این عرصه‌ها مستلزم شناخت عوامل، شاخص‌ها و معیارهای بیابان‌زایی است. در اکثر کشورها از جمله ایران برای تهیه نقشه بیابان‌زایی از یکی از مدل‌های فوق استفاده می شود به‌طوری‌که با تعدیل و اصلاح شاخص‌ها و معیارهای آن با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی خود، اقدام به تهیه نقشه بیابان‌زایی می گردد. جعفری با استفاده از مدل فائو- یونپ (FAO-UNEP) و ICD(Iranian Classification of Desertification) و تلفیق دو مدل مذکور در منطقه کاشان با تکیه بر فرآیندهای تخریب منابع آب و فرسایش بادی به ارزیابی بیابان‌زایی پرداخته است. نتایج نشان داد که در هر منطقه با توجه به شرایط خاص آن منطقه از نظر اقلیم، ژئومرفولوژی و هیدرولوژی باید معیارها و شاخص‌های منطقه‌ای معین شده و ارزش‌گذاری مطابق استانداردهای روز صورت گیرد تا فرآیندها و عوامل مهم بیابان‌زایی معنی‌دار گردند (۵). قاسمی وضعیت بیابان‌زایی منطقه زابل را با استفاده از مدل مدالوس با تکیه بر آب و خاک مورد بررسی قرار داد. با توجه به دو معیار اصلی انتخاب شده آب و خاک و نیز معیار کاربری اراضی نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه مبین میزان شدید و بسیار شدید روند بیابان‌زایی منطقه می‌باشد. معیار خاک با متوسط وزنی ۱/۶۸ و معیار آب با متوسط ۱/۶۳ هر دو در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار گرفتند و از میان شاخص‌ها چهار شاخص اقلیم، زهکشی خاک، قلیائیت خاک و مدل آبیاری بیشترین تأثیر و شاخص راندمان آبیاری کمترین تأثیر را در روند بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند (۱۵).

خنامانی بیابان‌زایی منطقه جنوب و جنوب شرق دشت سگزی در استان اصفهان به وسعت ۱۱۲۱۶۷ هکتار را با استفاده

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

از مدل مدالوس (MEDALUS) مورد ارزیابی قرار داد. وی در تحقیق خود از ۶ معیار؛ وضعیت خاک ، اقلیم ، فرسایش (آبی و بادی)، پوشش گیاهی، آب‌های زیرزمینی و مدیریت وسیاست استفاده نمود، که در نهایت با میانگین‌گیری هندسی از این معیارها، نقشه‌های حساسیت منطقه به بیابان‌زایی و وضعیت فعلی بیابان‌زایی را به‌دست آورد. نتایج مطالعه نشان داد که معیارهای اقلیم و پوشش‌گیاهی بیشترین تأثیر و معیارهای آب زیرزمینی و فرسایش کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند (۶). طباطبائی‌زاده و همکاران پتانسیل شدت بیابان‌زایی را در دشت فخرآباد مهریز با استفاده از دو مدل ایرانی (Iranian Model of Desertification Potential Assessment) IMDPA وMICD با تأکید بر فرسایش بادی مقایسه کردند. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در مدل IMDPA، مساحتی بالغ بر ۳۴۷۳۲/۹۳ هکتار (۸۸/۳ درصد) از منطقه مطالعاتی در کلاس متوسط قرار گرفت و شاخص رخساره‌های فرسایشی بیشترین نقش را در بیابان‌زایی داشت و در مدل MICD نیز مساحتی برابر ۳۲۰۶۱/۵۸ هکتار (۸۱/۴ درصد) در کلاس متوسط قرار گرفت (۸). صفری و همکاران در دشت سگزی پتانسیل شدت بیابان‌زایی را با تأکید بر فرسایش بادی توسط دو مدل IMDPA و MICD مورد استفاده قرار دادند. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در مدل IMDPA کلاس شدید و در مدل MICD کلاس زیاد بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند (۷). شاکریان و همکاران در منطقه جرقویه برای ارزیابی شدت بیابان‌زایی با تأکید بر معیار آب و خاک از مدل IMDPA استفاده کردند. در نهایت مشکل عمده را در منطقه معیار خاک با میانگین هندسی ۲/۲۵ که کلاس متوسط را نشان می‌داد عنوان کردند. در مجموع مدل MICD را برای مقیاس‌های بزرگ و مدل IMDPA را برای مقیاس‌های کوچک‌تر توانمند معرفی کردند (۷). نظری‌نژاد جهت پهنه‌بندی و تدوین برنامه مدیریت خطر بیابان‌زایی در منطقه رضاآباد خارتوران، کارایی مدل‌های MEDALUS و ICD را مورد ارزیابی قرار داد و نیز ایجاد تغییر و توسعه مدل MEDALUS به شرط عدم برتری نسبت به مدل ICD برای ارائه مدلی منطبق با شرایط منطقه مورد مطالعه تحت عنوان مدالوس اصلاح شده MMEDALUS صورت گرفته است. پس از شناسایی عناصر در معرض خطر، بیشترین و کمترین عناصر به‌ترتیب در کلاس زیاد (V) و کم آسیب‌پذیری (II) قرار گرفتند(۱۶). جیاردانو و همکاران به‌منظور ارزیابی بیابان‌زایی در منطقه سیسیل ایتالیا از مدل مدالوس استفاده نمودند. بدین ترتیب که پس از اصلاح و بازسازی آن با توجه به شرایط منطقه، چهار معیارخاک، اقلیم، پوشش‌گیاهی و مدیریت اراضی را که پارامترهای کلیدی بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بودند درنظرگرفتند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌ها نشان داد که در بیش از ۵۰ درصد منطقه حساسیت به بیابان‌زایی زیاد تا متوسط است (۱۹). نتایج مطالعات دیگرکه مدل مدالوس را در مناطق مدیترانه‌ای با استفاده از معیارهای مختلف مورد ارزیابی قرار داده‌اند نشان می‌دهد که مدل مذکور قابلیت بالایی در پهنه‌بندی بیابان‌زایی دارد (۲۲ و ۲۴).

براساس مطالعات انجام شده وسعت بیابان‌های واقعی ایران ۵۷/۴ میلیون هکتار یا ۳۵/۵ درصد مساحت کشور می‌باشد که در ۱۷ استان و ۹۷ شهرستان کشور پراکنش دارد که در استان اصفهان مساحت این اراضی به۳/۶ میلیون هکتار می‌رسد (۱و۲۰).

استان اصفهان دارای ۱۶ کانون مهم بیابان‌زایی می‌باشد که منطقه جرقویه سفلی شهرستان اصفهان در اولویت اول برنامه‌ها وفعالیت‌های مختلف بیابان‌زدایی قراردارد. لذا شناسایی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی و پهنه‌بندی آنها در این منطقه از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. از بین مدل‌های پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی، در دسترس‌ترین مدل که مطابق مطالعات انجام شده دارای دقت بسیار زیادی بوده و نیز در آن از ابزارهای جدید در تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده می‌شود، مدل مدالوس می‌باشد. در این مطالعه از این مدل به‌همراه مدل ایرانی MICD به‌دلیل بومی بودن و احتمال سازگاری با شرایط بیابان‌های داخلی ایران و همچنین مدل FAO-UNEP، به‌دلیل سادگی و گام‌به‌گام بودن آن، استفاده شده است (۵). بنابراین مطالعه حاضر با اهداف ذیل صورت گرفته است:۱) شناسایی

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

عوامل، معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی، ۲) پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل‌های FAO-UNEP، MEDALUS و MICD، ۳)مقایسه سه مدل براساس کلاس شدت بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی و ۴) انتخاب مدل برتر پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی در منطقه.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه بخشی از تالاب گاوخونی واقع در جرقویه سفلی می‌باشد که یکی از اکوسیستم‌های شکننده و بحرانی در استان اصفهان تشخیص داده شده است. این منطقه با مساحت ۸۲۳۲۹/۴ هکتار و مختصات جغرافیایی ´۱۱ °۵۲ و ´۴۳ °۵۲ طول شرقی و ´۰۹ °۳۲ و ´۲۷ °۳۲ عرض شمالی در جنوب شرقی شهرستان اصفهان قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه در یک دوره آماری ۲۳ ساله (۱۹۸۸ – ۲۰۱۰) در این منطقه برابر ۷۳/۹ میلی‌متر، میانگین درجهٔ حرارت سالانه ۱۶/۲ درجه سانتی‌گراد، میانگین سالانه رطوبت نسبی ۳۶/۷ درصد، تبخیر پتانسیل به روش بلانی‌کریدل ۲۰۴۰/۱۲ میلی‌متر و میانگین سرعت باد سالانه درجهت غرب ۵/۴ متر بر ثانیه می‌باشد. همچنین اقلیم منطقه در روش دومارتن، فراخشک تعیین شده است (۱۰ و ۱۲). محدوده مورد مطالعه به علت قرارگرفتن در منطقه کم بارش وخشک جرقویه با پتانسیل تبخیر بالا وگرمای شدید در فصول بهار و تابستان و طولانی بودن دوره خشکی و عدم پراکنش صحیح بارندگی و محدودیت‌های شدید خاک تنوع گونه‌ای زیادی ندارد. براساس مطالعات صحرایی صورت گرفته در قسمت‌هایی که به‌صورت مرتع می‌باشد، در مجموع ۱۱ تیپ گیاهی تشخیص داده شده است (۱۳). با توجه به شرایط خاص منطقه و بررسی شبکه هیدروگرافی آن، وضع کیفی آب‌های سطحی و زیرزمینی در منطقه مناسب نیست. با توجه به نتایج آنالیزهای شیمیایی مربوط به کیفیت آب در چاه‌های منتخب، وضع کیفی آب‌های زیرزمینی از لحاظ کشاورزی و طبق طبقه‌بندی ویلکوکس در طبقات کیفی پایین و نامناسب قرار می‌گیرد (۹). در بررسی ژئومرفولوژی منطقه جرقویه سفلی دو واحد، پنج تیپ و بیست و هفت رخساره ژئومرفولوژی مورد شناسایی و تفکیک قرار گرفته است (۱۱). شکل ۱ واحدهای کاری ژئومورفولوژی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد. در راهنمای این نقشه واحدها (دشت سر و پلایا)، تیپ‌ها (دشت سر فرسایشی، اپانداژ و پوشیده) و رخساره‌های ژئومورفولوژی به‌صورت کد مشخص شده‌اند که اعداد از راست به چپ مشخص کننده‌ی واحد، تیپ و رخساره‌ی ژئومورفولوژی می‌باشند. برای مثال کد ۱.۱.۲.به‌ترتیب از راست به چپ بیانگر واحد دشت سر(۲)، تیپ دشت سر فرسایشی (۲) و رخساره اینسلبرگ فرسایشی (۲) می‌باشد.

داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق ابتدا آمار و اطلاعات مورد نیاز برای مدل‌ها از ادارات و سازمان‌های مربوطه جمع‌آوری گردید. سپس با توجه به کلیه آمار و اطلاعات کسب شده از منابع مختلف، نقشه‌های پایه و امکانات موجود و بازدید از عرصه، امکان ارزیابی هر معیار و تمامی شاخص‌های مدل‌ها بررسی شد. در ادامه نقشه واحدکاری با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس۱:۲۵۰۰۰ و۱:۵۰۰۰۰، زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و نرم‌افزار ArcGIS 10.0 تهیه گردید. سپس ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی و تهیه نقشه آن توسط مدل‌های MEDALUS ، MICD و FAO-UNEP انجام و نقشه‌های تهیه شده در محیط نرم‌افزار IDRISI 16.03 تایگا در هر یک از واحدهای کاری مقایسه و مدل برتر انتخاب گردید.

معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در مدلMEDALUS

با بررسی مطالعات صورت گرفته در منطقه جرقویه‌ی سفلی و همچنین بازدیدهای صحرایی هفت عامل به‌عنوان معیارهای ارزیابی بیابان‌زایی انتخاب شدند که عبارتند از: کیفیت اقلیم (شاخص‌های میزان بارندگی، تبخیر و شاخص خشکی)، معیار

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

جدول۱. کلاس‌های وضعیت فعلی بیابان‌زایی با توجه به امتیاز شدت بیابان‌زایی در مدل‌هایMEDALUS، MICD و FAO-UNEP

مدل پهنه‌بندی بیابان‌زایی	کلاس‌های شدت بیابان‌زایی				
MEDALUS (ارزیابی کیفی/کمی)	خفیف (I) (Low) ۱-۱/۲	متوسط (II) (Moderate) ۱/۲۱-۱/۳۵	شدید (III) (Severe) ۱/۳۶-۱/۵۳	بسیار شدید (IV) (Very severe) >۱/۵۳	
MICD (ارزیابی کیفی/کمی)	آرام (I) ۰-۵/۶	کم (II) ۵/۶-۱۱/۲	متوسط (III) ۱۱/۲-۱۶/۸	زیاد (IV) ۱۶/۸-۲۲/۴	شدید (V) ۲۲/۴-۲۸
FAO-UNEP (ارزیابی کیفی/کمی)	ناچیز (I) <۱۵	متوسط (II) ۱۶-۲۵	شدید (III) ۲۶-۵۵	بسیار شدید (IV) >۵۵	

کیفیت خاک (بافت خاک، درصد سنگریزه، عمق خاک، زهکشی، درصد گچ خاک، هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیم و درصد مواد آلی)، کیفیت پوشش گیاهی (درصد پوشش گیاهی، حفاظت در برابر فرسایش و مقاومت در برابر خشکی)، کیفیت آب‌های زیرزمینی (هدایت الکتریکی (EC)، میزان کلر، نسبت جذب سدیم (SAR)، کل مواد جامد محلول (TDS)، سطح آب زیرزمینی، کیفیت فرسایش آبی (کلاس فرسایش آبی در مدل پسیاک)، کیفیت فرسایش بادی (کلاس فرسایش بادی در مدل IRIFR، درصد سنگریزه سطحی و فراوانی بادها با سرعت متوسط بیش از ۶ متر بر ثانیه) و کیفیت مدیریت و سیاست (کیفیت عملیات کشاورزی،کیفیت آبیاری، میزان تخریب مراتع، فشار چرا و اجرای سیاست‌های حفاظتی). به هر یک از شاخص‌های ذکر شده با توجه به وضعیت کیفی، امتیازی بین ۱ تا ۲ داده شد و امتیاز مربوط به هر معیار با میانگین هندسی شاخص‌های مربوط به آن مشخص گردید. در پایان شدت بیابان‌زایی منطقه، با استفاده از میانگین هندسی امتیازات معیارها حاصل و با طبقه‌بندی امتیازات، وضعیت فعلی شدت بیابان‌زایی منطقه به‌دست آمد (جدول۱).

معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در مدلMICD

در این تحقیق، به‌طورکلی سه واحد همگن بزرگ کاری به شرح زیر تفکیک گردیدکه در هر کدام نوع معیار و شاخص‌های مورد استفاده متفاوت است: اراضی کشاورزی (زراعی، باغی،آیش و بایر و اراضی مسکونی)، اراضی مرتعی و اراضی فاقد کاربری (اراضی کویری، تپه‌های ماسه‌ای، سطوح سنگفرشی). در مدل MICD فقط امتیازدهی به شاخص‌های فرآیند فرسایش بادی در کاربری‌های مختلف انجام گردید. علت این امر حساسیت بیشتر منطقه مطالعاتی نسبت به فرآیند فرسایش بادی و اینکه این فرآیند در دو مدل دیگر نیز در افزایش شدت بیابان‌زایی نقش بسزایی دارد. در این مدل ابتدا امتیازدهی به هریک از شاخص‌های فرآیند فرسایش بادی شامل الگوهای کشت گیاهان، وضعیت بادشکن‌ها، سرعت باد در منطقه، بافت خاک، مدیریت خاک و زمین، و مقاومت فشاری خاک در هریک از واحدهای کاری با توجه به نوع کاربری انجام گرفته، سپس از مجموع امتیازات شاخص‌ها به‌عنوان امتیاز نهایی واحدکاری برای تعیین کلاس شدت بیابان‌زایی استفاده گردید (جدول۱).

معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در مدلFAO-UNEP

در این مدل فرآیندهای بیابان‌زایی شامل تخریب پوشش‌گیاهی(شاخص‌های درصد تاج پوشش‌گیاهی و وضعیت مرتع)، فرسایش بادی (درصد مساحت تپه‌های ماسه‌ای، درصد مساحت پوشیده از سنگریزه‌های سطحی و عمق خاک(cm))، شوری زایی (شرایط مورفولوژیک، حداکثر میزان هدایت الکتریکی در شورترین لایه ۱۵ سانتی‌متری بالایی خاک (ds/m)

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

و نمک‌دار شدن آب) و فرسایش آبی (وضعیت سطح، نوع فرسایش آبی و ضخامت خاک) مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌طورکلی این فرآیندها براساس مشاهدات زمینی، تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات موجود قبلی انتخاب شدند. در این مدل ابتدا امتیازدهی به هر یک از معیارها و شاخص‌ها انجام و سپس امتیاز نهایی واحدهای کاری براساس میانگین حسابی هر یک از عوامل ارزیابی محاسبه گردید(جدول۱). در ادامه با استفاده از نرم‌افزار IDRISI 16.03 تایگا نقشه ترکیبی کلاس‌های شدت بیابان‌زایی هر سه مدل تهیه شد، سپس واحدهای کاری مرتبط با هر یک از این کلاس‌های ترکیبی، تفکیک شدند. لازم به‌ذکر است که مقایسه مدل‌ها براساس این کلاس‌ها و صحت آنها با توجه به شرایط منطقه می‌باشد.

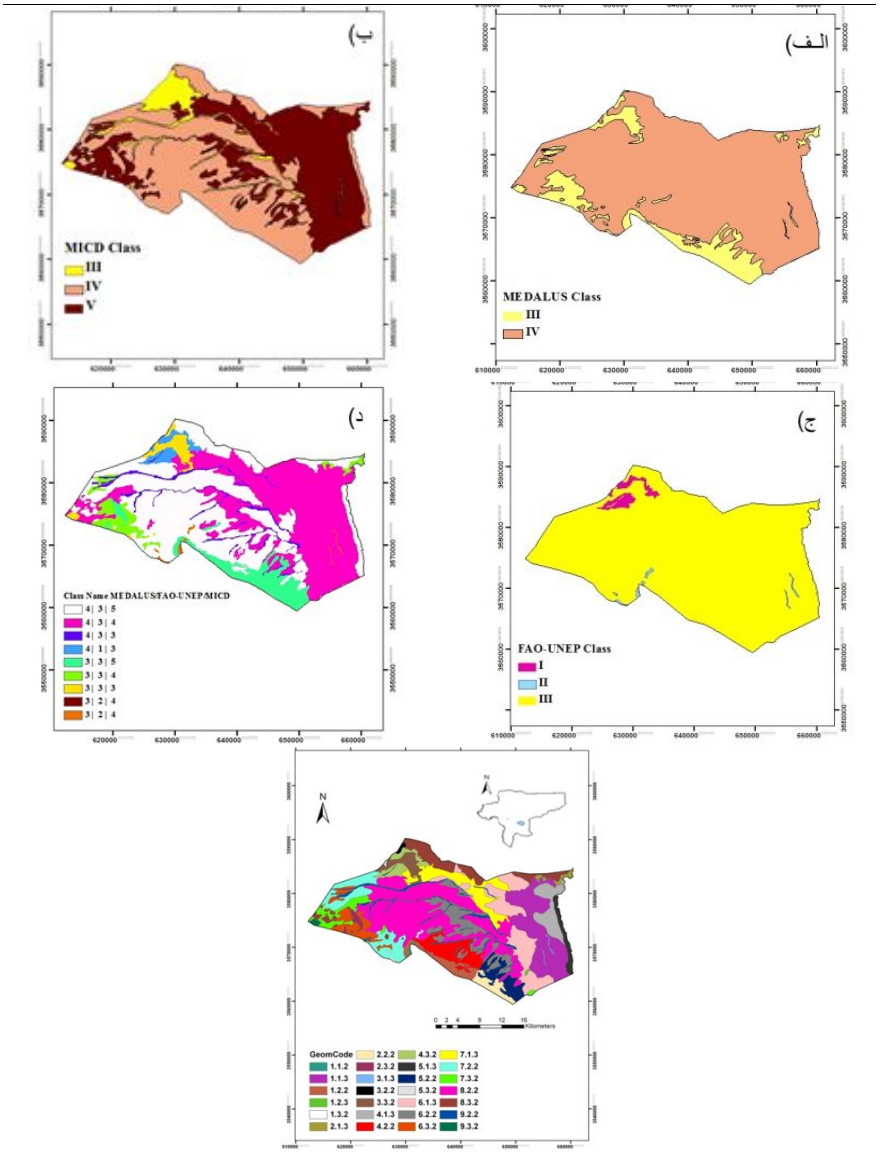
نتایج و بحث

بررسی جامع نتایج مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی

براساس نتایج حاصل از مدل MEDALUSکه در (شکل ۱- الف) نشان داده شده است، وضعیت فعلی بیابان‌زایی در حدود ۱۴/۴ درصد از سطح منطقه در کلاس شدید قرار دارد که این وضعیت منحصر به رخساره‌های موجود در دشت سرهای اپانداژ و پوشیده (۲-۱-۱،۲-۱-۲،۱-۲-۲،۲-۲-۳،۲-۲-۵،۲-۳-۱،۲-۳-۲،۲-۳-۳،۲-۳-۶،۲-۳-۹،۳-۱-۲ و۳-۱-۳) می‌باشد که در بخش‌های شمال غربی، جنوب و جنوب غربی مشاهده می‌گردد. ۸۵/۶ درصد از منطقه در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی واقع شده است که این کلاس وسیع‌ترین بخش منطقه را به خود اختصاص داده است که این امر مؤکد لزوم توجه بیشتر به مقوله بیابان‌زایی در این منطقه می‌باشد. براساس نتایج حاصل از بررسی شاخص‌ها و معیارهای تعیین شده در منطقه، به‌ترتیب معیارکیفیت اقلیم با امتیاز ۱/۷۸۲ و معیارکیفیت مدیریت و سیاست با امتیاز ۱/۷۰۹ غالب می‌باشند. براساس ارزیابی‌ها و بررسی‌های انجام شده متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه براساس هفت معیار مورد بررسی ۱/۵۶۷ یعنی کلاس بسیار شدید می‌باشد. مطالعات دیگر نیز که در مناطق بحرانی دیگر استان اصفهان از جمله سگزی صورت گرفته حاکی از آن است که۱/۷ درصد از مساحت منطقه در کلاس بیابان‌زایی متوسط، ۳۴/۹ درصد در کلاس بیابان‌زایی شدید و ۶۳/۵ درصد نیز در کلاس بیابان‌زایی بسیار شدید قرا دارد. همان‌طورکه مشخص است کلاس بسیار شدید وسعت بیشتری را به خود اختصاص داده است که این بیانگر افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه شرق اصفهان از جمله منطقه جرقویه سفلی می‌باشد (۴).

مطابق شکل (۱- ب) در حدود ۷/۵ درصد از سطح منطقه در کلاس متوسط،۴۹/۵ درصد در کلاس زیاد و در حدود ۴۳ درصد نیز در کلاس اوج بیابان‌زایی در مدل MICD قرار دارد. براساس نتایج، مؤثرترین شاخص‌های فرآیند فرسایش بادی در ارزیابی بیابان‌زایی در اراضی با کاربری کشاورزی، شاخص‌های مدیریت بقایای گیاهی و وزش بادهای بیش از سرعت آستانه و در اراضی با کاربری مرتع، شاخص‌های تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه، مدت زمان ماندگاری گیاه در خاک و تراکم سنگریزه و در اراضی فاقد کاربری، شاخص‌های وضعیت خاک سطحی و تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه می‌باشند. براساس نتایج، متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه براساس شاخص‌های مورد بررسی ۲۱/۲ تعیین گردیده است که بیابان‌زایی برای کل منطقه زیاد برآورد می‌گردد. صفری و همکاران پتانسیل شدت بیابان‌زایی را با تأکید بر فرسایش بادی توسط دو مدل IMDPA و MICD در دشت سگزی مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در مدل IMDPA مساحتی بالغ بر ۳۰۹۲۵ هکتار از منطقه مطالعاتی در کلاس شدید و در مدل MICD نیز مساحتی برابر ۳۳۶۵۶ هکتار در کلاس زیاد قرار گرفت (۷). همچنین احمدی و همکاران به ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابان‌زایی در منطقه فخرآباد- مهریز از دو مدل ICD و MICD نمودند که نتایج نشان داد که در مدل ICD،

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]



شکل ۱. نقشه واحدهای کاری ژئومورفولوژی منطقه مطالعاتی جرقویه سفلی و نقشه کلاس‌های شدت بیابان‌زایی در منطقه: الف) MEDALUS، ب) MICD، ج) FAO-UNEP، د) مقایسه سه مدل

کلاس کم (۹۱/۵۹ درصد) و در مدل MICD، کلاس متوسط (۴۱/۴۲ درصد) بیشترین درصد مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست آمده و مقایسه نتایج با شرایط مشاهده شده در منطقه، مدل MICD مدل مناسب‌تری برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه معرفی شد (۲). پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل FAO-UNEP در شکل (۱- ج) نشان داده شده است. طبق این شکل، حدود ۱/۹ درصد از سطح منطقه در کلاس ناچیز، حدود ۰/۴ درصد در کلاس متوسط و حدود ۹۷/۷ درصد در کلاس شدید قرار دارند. بنابراین بخش اعظمی از منطقه مطالعاتی دارای بیابان‌زایی شدید می‌باشد. مطابق این مدل مؤثرترین معیارها در منطقه، فرسایش بادی و آبی می‌باشند. متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه براساس شاخص‌های مورد بررسی۳۴/۳ تعیین گردیده است که نشان‌دهنده کلاس شدید می‌باشد. در مطالعه‌ای که توسط همتی و همکاران در سال ۱۳۸۰ صورت گرفت از مدل FAO-UNEP و با تکیه بر سه

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

فرآیند فرسایش آبی، فرسایش بادی و تخریب پوشش گیاهی به‌منظور ارزیابی بیابان‌زایی استفاده گردید. مطابق نتایج اصلی‌ترین فرآیندهای بیابان‌زایی در منطقه به‌ترتیب تخریب منابع گیاهی، فرسایش آبی و فرسایش بادی تعیین شدند و همچنین نتایج نشان داد که مدل فوق براساس ویژگی‌های خاص منطقه قزل اوزن تنظیم گردیده است، لذا ممکن است که برای سایر مناطق با ویژگی‌های متفاوت با منطقه مذکور، نتیجه مطلوبی ارائه ندهد (۱۷).

مقایسه‌ی پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی سه مدل MEDALUS، MICD و FAO-UNEP

با استفاده از نرم‌افزار IDRISI16.03 تایگا نقشه ترکیبی کلاس‌های شدت بیابان‌زایی سه مدل مطالعاتی تهیه شد و سپس واحدهای کاری مرتبط با هر یک از این کلاس‌های ترکیبی، تفکیک شدند. در نقشه‌های ترکیبی سه مدل در حدود ۴۱/۴ درصد ازمساحت منطقه در کلاس ترکیبی IV مدل MEDALUS، کلاس III مدلFAO-UNEP و کلاسV مدل MICD می‌باشدکه بیشترین درصد مساحت را به خود اختصاص داده است (شکل۱- د، (جدول۲). مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تعیین کلاس‌های ترکیبی فوق، معیار اقلیم (شاخص‌های بارندگی، تبخیر و ضریب خشکی دومارتن)، شاخص تراکم سنگریزه و تراکم پوشش‌گیاهی مؤثر در سطح خاک می‌باشند. از عوامل اقلیمی مؤثر می‌توان بارندگی کم، تبخیر زیاد و وزش بادهای با سرعت بیش از سرعت آستانه را نام برد، همچنین تراکم سنگریزه‌ها در اثر فرسایش آبی و بادی و کاهش پوشش‌گیاهی مؤثر در اثر عوامل مختلف (کاهش مواد آلی خاک، چرای بیش از حد دام و غیره) نیز در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه نقش بسیاری دارند.

همان‌طوری که مشخص است به‌علت این‌که معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی و همچنین روش محاسبه امتیازها و طبقه‌بندی مربوط به آنها در مدل‌های مختلف پهنه‌بندی متفاوت است، شدت بیابان‌زایی حاصل از هرکدام از این مدل‌ها ممکن است یکسان نباشد. مدل مدالوس به‌دلیل تطابق بیشتر معیارهای آن با شرایط منطقه و لحاظ شدن اکثر معیارها وشاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی نسبت به دو مدل دیگر بهتر توانست شدت بیابان‌زایی را در منطقه توصیف کند و طبق بررسی‌های میدانی و نظر کارشناسان امور بیابان نقشه‌های تولیدی این مدل به واقعیت نزدیک‌تر بود.

نتیجه‌گیری

به‌علت تعدد، گستردگی و پیچیدگی عوامل محیطی و انسانی بیابان‌زا، بیابان‌زایی پیامدهای وسیع اکولوژیکی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در کشورمان و از جمله استان اصفهان در پی داشته است که می‌توان به مواردی مانند خسارت ناشی از آن به اراضی کشاورزی، کاهش حاصلخیزی و توان تولید اراضی زراعی، تشدید شوری‌زایی و کاهش کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی اشاره کرد. یکی از راهکارهای مؤثر برای مقابله با بیابان‌زایی استفاده از مدل‌های مدیریتی مناسب برای شناسایی و ارزیابی شدت این پدیده در بخش‌های مختلف منطقه می‌باشد. لذا در مطالعه حاضر کارایی سه مدل MEDALUS، MICD و FAO-UNEP جهت شناسایی و پهنه‌بندی شاخص‌ها و معیارهای بیابان‌زایی در منطقه کانون بحران بیابان‌زایی جرقویه‌ی سفلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. براساس نتایج هر سه مدل، بیش از ۹۵ درصد منطقه مطالعاتی دارای بیابان‌زایی شدید تا بسیارشدید می‌باشد که با مطالعات قبلی که این منطقه را به‌عنوان اولویت اول کانون بیابان‌زایی در استان اصفهان معرفی می‌نماید، مطابقت دارد (۳). مقایسه تفکیک کلاس‌های شدت بیابان‌زایی در واحدهای‌کاری در جدول ۲ نشان‌دهنده آن است که حدود ۴۵ درصد توافق بین مدل‌های خارجی MEDALUS و FAO-UNEP با مدل داخلی MICD وجود دارد که پنج کلاسه بودن روش MICD نسبت به چهار کلاسه بودن دو روش دیگر یکی از علل توافق پایین بین مدل‌ها است. درصورتی که کلاس‌بندی شدت بیابان‌زایی روش ایرانی مانند دو روش دیگر گردد، این روش با مدل

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

جدول۲. تفکیک واحدهای کاری براساس ترکیب کلاس‌های شدت بیابان‌زایی در سه مدل

کد رخساره	نام رخساره	کلاس‌های شدت بیابان‌زایی			درصد مساحت
		MICD	FAO-UNEP	MEDALUS	
۲-۲-۶	دشت ریگی ریزدانه با تراکم کم همراه با پستی و بلندی و مسیل زیاد	۵(V)	۳(III)	۴(IV)	۴۱/۴
۲-۳-۷	دشت رسی با شوری متوسط				
۳-۱-۱	جلگه رسی شور و قلیایی پف کرده (چربه)				
۳-۱-۴	منطقه برداشت با اراضی رسی شور و قلیا				
۳-۱-۶	دشت رسی با شوری زیاد				
۳-۱-۷	دشت رسی پف کرده با شوری و قلیائیت زیاد				
۳-۲-۱	شوره زار				
۲-۲-۴	دشت ریگی درشت دانه تا متوسط با تراکم زیاد آبراهه	۴(IV)	۳(III)	۴(IV)	۳۹/۱
۲-۲-۷	دشت ریگی ریزدانه با تراکم کم تا متوسط آبراهه				
۲-۲-۸	دشت ریگی ریزدانه با تراکم زیاد آبراهه				
۲-۳-۸	اراضی کشاورزی				
۳-۱-۵	پهنه‌های ماسه ای درشت دانه	۳(III)	۳(III)	۴(IV)	۳/۲
۲-۲-۹	مسیل				
۲-۳-۴	چاله‌های فروافتاده شور	۳(III)	۱(I)	۴(IV)	۱/۹
۲-۳-۵	چاله‌های فروافتاده با شوری کم				
۲-۳-۶	دشت رسی با گچ زیاد	۵(V)	۳(III)	۳(III)	۷/۷
۳-۱-۲	جلگه رسی شور همراه با ربدوی گز				
۲-۲-۱	دشت ریگی درشت دانه تا متوسط با آبراهه‌های موازی	۴(IV)	۳(III)	۳(III)	۳/۹
۲-۲-۲	دشت ریگی دانه متوسط با تراکم متوسط آبراهه				
۲-۲-۵	دشت ریگی درشت دانه تا متوسط با تراکم متوسط آبراهه				
۲-۳-۲	فلات‌ها و تراس‌های بالایی گچی				
۲-۲-۳	دشت ریگی درشت دانه با تراکم زیاد آبراهه	۳(III)	۳(III)	۳(III)	۲/۴
۲-۳-۳	دشت ریگی دانه متوسط تا ریز با تراکم زیاد آبراهه				
۲-۳-۹	منطقه مسکونی				
۲-۱-۱	ناهمواری‌های فرسایشی	۴(IV)	۲(II)	۳(III)	۰/۴
۲-۳-۱	تپه‌های منفرد				
۳-۱-۳	مسیل				

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

MEDALUS بیش از ۸۳ درصد مساحت منطقه و یا کلاس‌های شدت بیابان‌زایی توافق نشان خواهد داد. با توجه به نتایج مطالعه، شرایط و ویژگی‌های منطقه مطالعاتی و کارهای میدانی به‌ترتیب مدل‌های MEDALUS،MICD و FAO-UNEP کارایی مؤثری در پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی در منطقه داشتند. بررسی داده‌های زمینی، بازدیدهای منطقه‌ای و نظرات کارشناسان حاکی از آن بود که نقشه‌های خروجی کلاس‌های شدت بیابان‌زایی روش MEDALUS با واقعیت‌های زمینی مطابقت بیشتری داشته و در کانون بیابان‌زایی جرقویه اصفهان نسبت به دو مدل دیگر برتری دارد. مطابق این مدل، ۱۰۰ درصد منطقه مطالعاتی در کلاس شدید و بسیار شدید قرار دارد که غالبیت آن با کلاس بسیار شدید در حدود ۸۵ درصد می‌باشد. نتایج همچنین نشان دادند که از بین معیارهای مطالعاتی، اقلیم و معیار مدیریت و سیاست بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. با توجه به نقشه توزیع مکانی شدت بیابان‌زایی مستخرج از مدل مذکور می‌توان از آن به‌عنوان ابزاری کمکی در برنامه‌های مختلف بیابان‌زدایی استفاده نمود و از تخریب بیش از حد منطقه در آینده جلوگیری به‌عمل آورد.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح. ۱۳۸۷. *ژئومورفولوژی کاربردی(فرسایش بادی)*. جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

۲. احمدی، ح.، ا. الهام السعادات، م.ر. اختصاصی، م. جعفری و ع. گل کاریان. ۱۳۸۴. ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از مدل ICD وMICD در منطقه فخرآباد- مهریز. نشریه بیابان ۱۰ (۱): ۱۶۹- ۱۸۷.

۳. اداره امور بیابان اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان اصفهان، ۱۳۸۹. گزارش روز جهانی بیابان‌زدایی، اصفهان.

۴. بخشنده مهر، ل. ۱۳۸۷. ارزیابی کمی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در شرق اصفهان و ارائه یک مدل منطقه‌ای با تکیه بر روش مدالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. جعفری، ر.۱۳۸۰. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با تحلیل و بررسی روش‌های FAO-UNEP وICD در منطقه کاشان (فرسایش بادی و تخریب منابع آب). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

٦. خنامانی، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی بیابان‌زایی در شرق اصفهان با استفاده از مدل مدالوس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷. صفری، ف.، ح. احمدی و ن. مشهدی. ۱۳۹۰. مقایسه پتانسیل شدت بیابان‌زایی به دو روش IMDPA و MICD با تأکید بر معیار فرسایش بادی (مطالعه موردی: دشت سگزی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، مرکز تحقیقات بین‌المللی بیابان، دانشگاه تهران.

۸. طباطبایی‌زاده، م.، ح. احمدی و م. اختصاصی. ۱۳۸۹. مقایسه پتانسیل شدت بیابان‌زایی به دو روش IMDPA وMICD با تأکید بر معیار فرسایش بادی (مطالعه موردی: دشت فخرآباد مهریز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۹. اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۳۸۲. گزارش طرح اجرایی بیابان‌زدایی منطقه جرقویه سفلی در استان اصفهان ، جلد پنجم، منابع خاک و ارزیابی اراضی، اصفهان.

۱۰. اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۳۸۲. گزارش طرح اجرایی بیابان‌زدایی منطقه جرقویه سفلی در استان اصفهان ، جلد چهارم، هیدرولوژی و هیدروژئولوژی، اصفهان.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]

۱۱. اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۳۸۲. گزارش طرح اجرایی بیابان‌زدایی منطقه جرقویه سفلی در استان اصفهان ، جلد دوم، زمین‌شناسی، اصفهان.

۱۲. اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۳۸۲. گزارش طرح اجرایی بیابان‌زدایی منطقه جرقویه سفلی در استان اصفهان ، جلد سوم، هواشناسی و اقلیم، اصفهان.

۱۳. اداره کل منابع طبیعی استان اصفهان. ۱۳۸۲. گزارش طرح اجرایی بیابان‌زدایی منطقه جرقویه سفلی در استان اصفهان ، جلد هفتم، پوشش‌گیاهی، اصفهان.

۱۴. فیض‌نیا، س.، ع. گویا، ح. احمدی و ح.آذرنیوند. ۱۳۸۰. بررسی عوامل بیابان‌زایی دشت حسین‌آباد میش مست قم. مجله بیابان ٦(۲): ۲- ۱۴.

۱۵. محمد قاسمی، س. ۱۳۸۵. بررسی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر آب، خاک جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه زابل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۱٦. نظری‌نژاد، م. ۱۳۸۹. ارزیابی کارآیی مدل‌های ICD و ESAs جهت پهنه‌بندی و تدوین برنامه مدیریت خطر بیابان‌زایی (مطالعه موردی: منطقه رضاآباد خارتوران، استان سمنان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۱۷. همتی، ن.۱۳۸۰. بررسی و تحلیل عوامل مؤثر در شدت بیابان‌زایی و ارئه مدل منطقه‌ای در حوزه نعمت‌آباد بیجار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

18. Chasek, P., W. Essahli, M. Akhtar-Schuster, L. C Stringer and R .Thomas. 2011. Integrated land degradation monitoring and assessment: horizontal knowledge management at the national and international levels. Land Degradation & Development. 22: 272-84.
19. Giordano, L., F. Giordano, S. Grauso, M. Iannetta, M. Sciortino, L. Rossi, and G. Bonati. 2002. Identification of areas sensitive to desertification in Sicily Region, ENEA, Centro Ricerche Casaccia, Via Anguillarese. 301(00060).
20. Forest, Range and watershed Organization of Isfahan Province, URL:http://isfahan.frw.org.ir. [Internet] Accessed June 2013.
21. Jafari, R. and L. Bakhshandehmehr. 2013. Quantitative mapping and assessment of environmentally sensitive areas to desertification in central Iran. Land degradation & development, DOI: 10.1002/ldr. 2227 (Inpress).
22. Ladisa, G., M. Todorovic and G. Trisorio Liuzzi. 2002. Characterization of Area Sensetive to Desertification in Southern Italy. Proc. Of the 2nd Int. Con, On new Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life, 10-11 June, Capri, Italy
23. LavadoContador, J., S. Schnabel, A. Gómez Gutiérrez and F.M Pulido. 2009. Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura, SW Spain. Land Degradation & Development 20: 129-44.
24. Salvati, L. and S. Bajocco. 2011. Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future. Applied Geography 31: 223-31.
25. Sivakumar, M. 2007. Interactions between climate and desertification. Agricultural and Forest Meteorology 142:143-155.
26. Thomas, D. S. G. 2011. Arid zone geomorphology: process, form and change in drylands. Sprimger, New York.
27. UNEP/ UN. 1990. Global assessment of land degradation/ desertification- GAP II. Desertification Control Bulletin. 18: 24-25.

[Downloaded from iutjournals.iut.ac.ir on 2024-06-30]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1394.19.71.26.4]
[DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.19.71.299]