مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان
سال چهارم، شماره نهم، زمستان ۱۳۹۴، صفحه ۴۳ـ۵۶

ارزیابی شدت بیابان‌زایی حوضهٔ مسجدسلیمان با استفاده از مدل IMDPA

عباسعلی ولی[۱*]، سید حجت موسوی[۲]، سید موسی سادات احمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۲۰ **تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۶**

چکیده

در حال حاضر بیش از ۸۰ درصد از سرزمین ایران در قلمرو اقلیمی خشک و نیمه‌خشک تا خشک نیمه‌مرطوب گسترده شده است که با توجه به ویژگی‌های طبیعی حاکم بر آن و شیوه‌های بهره‌برداری نامناسب، دارای شرایطی حساس و شکننده بوده و به صورت بالقوه و بالفعل در معرض پدیدهٔ بیابان زایی قرار دارد. لذا در این پژوهش با استفاده از مدل IMDPA که یکی از روش‌های ارزیابی بیابان زایی در مناطق خشک و نیمه خشک است، حساسیت اراضی حوضهٔ مسجدسلیمان به بیابان زایی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور پس از بررسی‌های اولیه، معیار اقلیم با شاخص‌های بارش، خشکی ترانسو و خشکسالی، معیار خاک با شاخص‌های بافت، عمق مؤثر، درصد سنگریزه و هدایت الکتریکی، و معیار آب با شاخص افت سالانهٔ آب زیرزمینی، به‌عنوان عوامل مؤثر در بیابان‌زایی ملاک عمل قرار گرفت. سپس از طریق مدل IMDPA امتیازات هر شاخص در معیار مربوط، مشخص و ارزش هر معیار با روش میانگین هندسی امتیازات شاخص‌های آن محاسبه شد. در نهایت هریک از معیارها به‌صورت لایه‌های اطلاعاتی وارد محیط ArcGIS شدند و با تلفیق لایه‌های رستری معیارهای مذکور و محاسبهٔ میانگین هندسی آن‌ها نقشهٔ شدت بیابان‌زایی حوضهٔ مسجدسلیمان تهیه شد. نتایج نشان می‌دهد که از نظر درجهٔ بیابان زایی حدود ۲۷۷۴ کیلومتر مربع از مساحت حوضه در کلاس متوسط و حدود ۲۳ کیلومتر مربع باقی‌مانده نیز در دو کلاس کم و شدید قرار دارد. معیار اقلیم با ارزش عددی ۲/۴۶ بیشترین تأثیر و معیار آب با ارزش عددی ۱/۲۵ کمترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارد. همچنین معیار خاک با ارزش عددی ۲/۱۳ حاکی از شدت بیابان‌زایی متوسط است.

کلمات کلیدی: بیابان‌زایی، مدل IMDPA، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مسجدسلیمان.

۱. دانشیار گروه علوم مهندسی بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. نویسنده مسئول: vali@kashanu.ac.ir
۲. استادیار ژئومورفولوژی، گروه جغرافیا و اکوتوریسم، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. hmousavi15@kashanu.ac.ir
۳. کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، گروه علوم مهندسی بیابان، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. masih1493@yahoo.com

مقدمه

در حال حاضر بیابان‌زایی به‌عنوان یک مخاطرهٔ محیطی گریبان‌گیر بسیاری از کشورهای جهان ازجمله کشورهای در حال توسعه است که نتیجهٔ آن از بین رفتن منابع تجدیدناپذیر در هریک از این کشورهاست. بیابان‌زایی مشتمل بر فرایندهایی است که درنتیجه عوامل طبیعی و عملکرد نادرست انسان ایجاد می‌شود و عبارت است از کاهش استعداد اراضی در اثر یک یا ترکیبی از فرایندها از قبیل فرسایش بادی، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، تخریب منابع آب، ماندابی شدن، شور شدن و قلیایی شدن خاک، تغییر کاربری اراضی و... که توسط عوامل محیطی یا انسانی شدت می‌یابد. در این میان، عوامل انسانی در پدیدار شدن این پدیده نقش اساسی و کلیدی داشته و موجب تشدید و افزایش سرعت آن می‌شود. عوامل انسانی علاوه بر نقش مستقیم خود در آسیب رساندن به محیط، به‌عنوان یک محرک عمل نموده و موجبات تحریک و تقویت عوامل محیطی ازجمله اقلیم را فراهم می‌کند (احمدی، ۲۰۰۸). در عصر حاضر مبارزه با بیابان‌زایی و تخریب سرزمین در کشورهای توسعه‌یافته و همچنین کشورهای در حال توسعه به‌عنوان اولویت محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی، خصوصاً در سطح ملی در نظر گرفته شده است (ملچیدا[1]، ۲۰۰۹). در این خصوص شناخت فرایندهای بیابان‌زایی و عوامل به‌وجودآورنده و تشدیدکنندهٔ آن و همچنین آگاهی از شدت و ضعف این فرایندها امری مهم و ضروری است که باید مورد ارزیابی قرار گیرد. لذا شناخت معیارها و شاخص‌ها به منظور ارائهٔ یک مدل منطقه‌ای برای نشان دادن شدت بیابان زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد. بنابراین می‌توان با شناسایی و ارائهٔ راهکارها و روش‌های مدیریتی مناسب از شدت این پدیده کاست یا از گسترش آن جلوگیری به عمل آورد (احمدی و همکاران، ۲۰۰۷).

برای ارزیابی بیابان‌زایی، پژوهش‌های متعددی صورت گرفته که منجر به ارائهٔ مدل‌های منطقه‌ای فراوانی شده و خاص همان مناطق است. لذا برای استفاده از این مدل‌ها در مناطق دیگر باید شاخص‌ها و معیارهای آن‌ها مورد بررسی و ارزشیابی مجدد قرار گیرد و با توجه به شرایط منطقهٔ مطالعاتی تعدیل و اصلاح شود. در این خصوص مدل FAO/UNEP در سال ۱۹۷۷ برای تهیهٔ نقشهٔ جهانی بیابان‌زایی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰۰ طراحی شد و مشخص کنندهٔ مناطق بیابانی به انضمام مناطق اطراف آن، که در معرض خطر شدید بیابان زایی قرار داشتند، می‌باشد (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین روش DISME[2] در سال ۲۰۰۴ که در ادامهٔ پروژه‌های سه فاز MEDALUS، به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ مناطق حساس محیطی و با مشارکت دانشگاه سلطنتی لندن و دانشگاه لیدز انگلستان و با همکاری کشورهای انگلستان، ایتالیا، اسپانیا، پرتغال و یونان در منطقهٔ مدیترانه انجام پذیرفت، شاخص‌های مؤثر در ارزیابی بیابان‌زایی را در قالب سامانهٔ تعیین شاخص‌های بیابان‌زایی معرفی کرد. علاوه براین مدل‌های ESAs[3]، LADA[4] و MEDALUS[5] را می‌توان نام برد که در نقاط مختلف جهان به‌منظور ارزیابی و تعیین شدت اثر عوامل مؤثر در ایجاد شرایط بیابان‌زایی انجام شده است (احمدی و اختصاصی، ۲۰۰۴). مدل IMDPA[6] یکی از مدل‌های ایرانی ارزیابی بیابان‌زایی است که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در پروژه‌ای با عنوان «تدوین شرح خدمات و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های بیابان زایی» با کمک گروهی از استادان و محققان کشور در سال ۱۹۹۶ ارائه شد. با عنایت به تجربیات و نظریات کارشناسی، ۹ پارامتر آب، خاک، پوشش گیاهی، ژئومرفولوژی، زمین‌شناسی، اقلیم، کشاورزی، توسعهٔ تکنولوژی و اقتصادی‌اجتماعی به عنوان معیارهای بیابان زایی شناخته شدند که به‌دلیل کمّی کردن آن‌ها از شاخص‌های متعدد مربوط به هر معیار

1. Melchiade

2. Desertification Indicators System for Mediterranean
2. Environmental Sensitivity Areas
3. Land Degradation Assessment in Aridlands
4. Mediterranean Desertification and Land Use Sensitive
5. Iranian Model of Desertification Potential Assessment

کمک گرفته می‌شود (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴). تاکنون اندیشمندان و متخصصان مختلف از علوم زمین و منابع طبیعی دربارهٔ ارزیابی و طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی در مناطق مختلف از مدل‌های نظیر IMDPA، ESAs، MEDALUS و غیره بهره‌گیری نموده‌اند، برای نمونه جیاردانو[1] و همکاران (۲۰۰۲) پس از اصلاح و بازسازی مدل ESAs با توجه به شرایط محیطی، چهار معیار خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی را برای ارزیابی بیابان‌زایی در نظر گرفتند. لاوادو[2] و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی حساسیت اراضی به تخریب با استفاده از مدل ESAs در جنوب غرب اسپانیا به این نتیجه رسیدند که نقشهٔ بیابان‌زایی تهیه‌شده طی این پژوهش، نسبت به سایر مدل‌ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر است. دپاألا[3] و همکاران (۲۰۰۹) با ترکیب بیابان‌زایی و فرسایش از طریق مدل‌های ESAs و RUSLE[4] در حوضهٔ رودخانهٔ توسکیانو در جنوب استرالیا آثار مختلف عوامل بیابان‌زایی را در عرصه‌های کوهستانی، تپه‌ای و پایین‌دست رودخانه مورد بررسی قرار دادند.

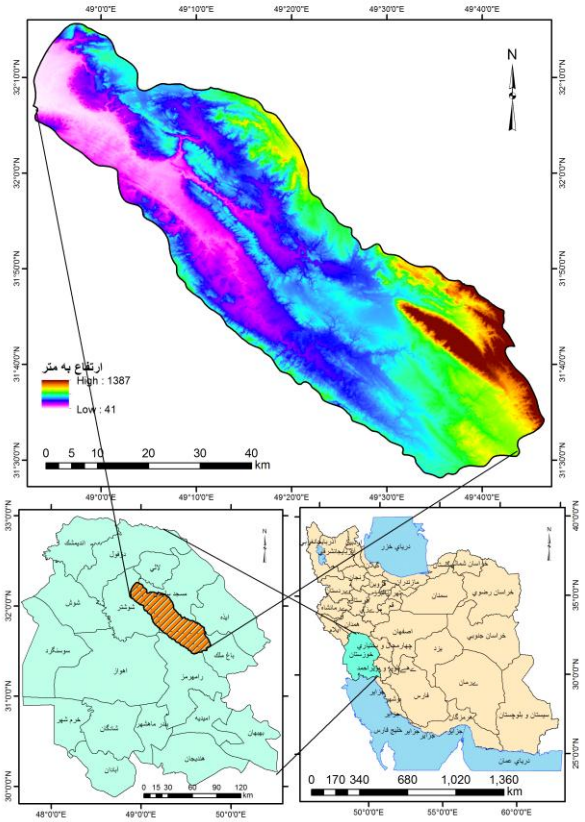
گویا (۲۰۰۱) روشی را برای ارزیابی کمّی وضعیت و شدت بیابان‌زایی ارائه کرد که در آن از ۷ عامل اقلیم، سنگ‌شناسی، ژئومورفولوژی، خاک، هیدرولوژی، مدیریت و کاربری اراضی، به‌منظور برآورد شدت بیابان‌زایی استفاده شده و دامنهٔ امتیازات آن‌ها از ۵- تا ۲۰ متغیر است. چمن پیرا و همکاران (۲۰۰۶) کاربرد روش ICD به منظور تعیین شدت فعلی بیابان‌زایی در حوضه آبخیز کوهدشت را ارزیابی کردند و بیان داشتند که مهمترین عوامل موثر در بیابان‌زایی در درجه نخست تخریب منابع آب ناشی از پمپاژ و افت سفره و در درجه بعد تخریب منابع گیاهی بر اثر تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به شهری و همچنین چرای مفرط می‌باشد. ذوالفقاری و شهریاری (۲۰۱۱) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل IMDPA میزان تأثیر دو معیار خاک و فرسایش بادی را با ۸ شاخص برای مطالعهٔ حساسیت اراضی دشت سیستان به بیابان‌زایی مورد ارزیابی قرار دادند. پهلوانروی و همکاران (۲۰۱۲) به‌منظور ارزیابی و تهیهٔ نقشهٔ بیابان‌زایی در محدوده‌ای با وسعت ۸۸۳۵۰ هکتار در منطقه زهک سیستان از روش تلفیقی مدل IMDPA و GIS بهره‌گیری نموده و در نهایت وضعیت فعلی شدت بیابان‌زایی منطقه را با تأکید بر معیار فرسایش بادی در چهار کلاس ناچیز و کم، متوسط، شدید و بسیار شدید برآورد کردند. قالیباف و شاکری (۲۰۱۲) به‌دلیل نقش بیابان‌زایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بحران جهانی منابع طبیعی در حوضه بهاباد یزد از طریق شاخص‌های اقلیمی که در مدل IMDPA تعریف شده است، با تلفیق نقشه شاخص‌های مذکور در محیط ArcGIS نقشه طبقه‌بندی استعداد بیابان‌زایی را تهیه کردند. شکوهی و همکاران (۲۰۱۳) پهنه بندی وضعیت بیابان‌زایی منطقه خضرآباد-اله دشت یزد را با استفاده از مدل IMDPA و با تکیه بر دو معیار آب و خاک ارزیابی نمودند و به این نتیجه رسیدند که متوسط هندسی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه بر اساس دو معیار مورد بررسی ۱/۷۶ است و نشان از شدت بیابان‌زایی منطقه در کلاس متوسط قرار دارد. بخشنده‌مهر و همکاران (۲۰۱۳) به‌منظور ارزیابی بیابان‌زایی در دشت سگزی مدلی منطقه‌ای با اصلاح روش مدالوس ارائه کردند و نتیجه گرفتند که وضعیت فعلی بیابان‌زایی در چهار کلاس خفیف، متوسط، شدید و بسیار شدید طبقه‌بندی می‌شود. مصباح‌زاده و همکاران (۲۰۱۳) با واسنجی مدل IMDPA با تاکید بر معیارهای زمین در منطقهٔ ابوزید کاشان، بیان داشتند که با توجه به شرایط منطقه سه معیار زمین‌شناسی، خاک و فرسایش بادی معیارهای کلیدی مؤثر در بیابان‌زایی هستند.

با توجه به لزوم بررسی وضعیت بیابان‌زایی در منطقهٔ مسجدسلیمان، مهم‌ترین اهداف پژوهش حاضر به‌صورت ارزیابی شدت بیابان‌زایی، بررسی میزان تأثیر معیارهای مؤثر بر روند بیابان‌زایی و تهیهٔ نقشهٔ شدت بیابان‌زایی در این منطقه است.

1. Giordano
2. Lavado
3. Depaola
4. Revised Universal Soil Loss Equation

مواد و روش‌ها

حوضهٔ مسجدسلیمان با مساحت ۲۷۹۸ کیلومتر مربع در شمال استان خوزستان قرار دارد. این منطقه دارای مختصات جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی است (شکل ۱). رژیم بارندگی در این منطقه مدیترانه‌ای بوده و حداکثر بارندگی آن در فصول سرد سال (پاییز و زمستان) می‌بارد. مجموع متوسط میان مدت بارندگی سالانه ایستگاه مسجدسلیمان (۱۳۸۱ــ۱۳۹۲) ۴۱۱ میلی‌متر است که ۲۶۸/۹ میلی‌متر در زمستان، ۹۳/۳ میلی‌متر در پاییز و ۴۹/۱ میلی‌متر آن در بهار به وقوع می‌پیوندد و در تابستان بارش قابل‌توجهی ثبت نشده است. در این ایستگاه، متوسط دمای سالیانه هوا ۲۵/۳ درجهٔ سانتی‌گراد است. بر همین اساس تیرماه با متوسط دمای ۳۸/۵ درجهٔ سانتی گراد گرمترین ماه سال و دی ماه با متوسط دمای ۳/۳ درجهٔ سانتی‌گراد سردترین ماه سال است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی حوضهٔ مسجدسلیمان

با بررسی گزارش‌های مختلف و بازدیدهای صحرایی از منطقهٔ مطالعاتی اطلاعات پایه ازجمله نقشه‌های موضوعی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر آمار و اطلاعات مورد نیاز گردآوری و حدود منطقهٔ مطالعاتی مشخص شد. به‌منظور تهیهٔ نقشهٔ شدت بیابان‌زایی منطقهٔ مطالعاتی براساس مدل IMDPA معیارهای اقلیم، خاک و آب مورد ارزیابی قرار گرفت. برای ارزیابی معیار اقلیم شاخص‌های میزان بارش، شاخص خشکی ترانسو و شاخص خشکسالی براساس جدول (۱) ملاک عمل قرار گرفت و میانگین هندسی معیار اقلیم براساس وزن شاخص‌های مزبور طبق رابطهٔ (۱) محاسبه شد که در آن CLI: معیار اقلیم، P: میزان بارش، Dt: شاخص خشکی و Di: شاخص خشکی است.

$$CLI = (P * Dt * Di)^{1}/3 \quad (۱)$$

برای معیار خاک نیز شاخص‌های بافت، هدایت الکتریکی، درصد سنگ و سنگریزه و عمق خاک براساس جدول (۱) مورد ارزیابی قرار گرفت و میانگین هندسی معیار خاک براساس رابطهٔ (۲) محاسبه شد که در آن SI: معیار خاک، D: عمق خاک، S: درصد سنگریزه، EC: هدایت الکتریکی و T: بافت خاک است.

$$SI = (D * S * EC * T)¼ \quad (۲)$$

برای ارزیابی معیار آب به‌دلیل نبود آمار، تنها از شاخص افت سالانهٔ آب زیرزمینی استفاده شده است و براساس جدول (۱) مورد ارزیابی قرار گرفت.

جدول (۱): معیارها و شاخص‌های مؤثر و امتیاز آن‌ها برای ارزیابی پتانسیل بالفعل بیابان‌زایی (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴)

معیار	شاخص ارزیابی	امتیاز	۱ – ۱/۵	۱/۵۱ – ۲/۵	۲/۵۱ – ۳/۵	۳/۵۱ – ۴
		کلاس	کم	متوسط	شدید	خیلی شدید
اقلیم	میزان بارش (mm)		<۲۸۰	۲۸۰_۱۵۰	۱۵۰_۷۵	<۷۵
	شاخص خشکی ترانسو		۰/۶۵_ ۰/۴۵	۰/۴۵_۰/۲	۰/۲_۰/۰۵	۰/۰۵
	خشکسالی (SPI)		۶_۵	۴	۳_۲	۱
خاک	بافت خاک		رسی- لوم رسی	لوم ریز	لوم درشت	شنی- لوم شنی
	عمق مؤثر خاک (cm)		>۸۰	۸۰_۵۰	۵۰_۲۰	<۲۰
	درصد سنگریزه		<۱۵	۱۵_۳۵	۶۵_۳۵	>۶۵
	هدایت الکتریکی		<۴	۴_۸	۸_۱۸	>۱۶
آب	افت سالانه آب زیرزمینی(cm)		<۲۰	۲۰_۳۰	۳۰_۵۰	>۵۰

پس از تعیین امتیاز هر شاخص از طریق مدل IMDPA و با توجه به مطالعات صحرایی و اوضاع منطقه، لایه‌های رقومی آن‌ها در محیط ArcGIS تهیه شد. پس از تهیهٔ ۱۲ لایه رستری شاخص‌های مربوط به معیارهای مورد بررسی، از تلفیق لایه‌های هر شاخص، لایهٔ معیارهای مزبور تهیه شد. به عبارت دیگر در این روش لایه هر معیار از میانگین هندسی لایه‌های شاخص‌های خود براساس رابطهٔ (۳) محاسبه می‌شود که در آن Index-x: معیار مورد نظر، layer: شاخص، n: تعداد شاخص‌های هر معیار می‌باشد (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴).

$$\text{Index-x} = \{(\text{layer-1})*(\text{layer-2})\ldots(\text{layer-n})\}^{1/n} \quad (۳)$$

در نهایت پس از تهیهٔ لایه‌های مربوط به معیارهای مطالعاتی از تلفیق لایه‌های اطلاعاتی سه معیار اقلیم، خاک و آب در محیط نرم‌افزار ArcGIS براساس رابطهٔ (۴) نقشهٔ نهایی وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه تهیه شد که در آن DM: نقشهٔ شدت بیابان‌زایی، CLI: معیار اقلیم، SI: معیار خاک و WI: معیار آب است (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴).

$$DM = (CLI * SI * WI)^{1}/3 \quad (۴)$$

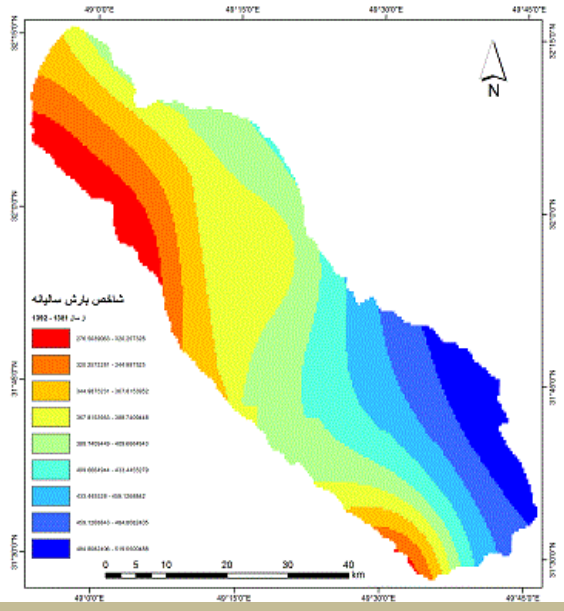
در این پژوهش برای کاهش خطای کارشناسی و همچنین تعیین ارزش عددی شدت بیابان‌زایی و اینکه شدتِ مربوط به کدام کلاس بیابان‌زایی نزدیک‌تر است، ۴ رتبه بیابان‌زایی کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید به‌صورت جدول (۲) ارزیابی شد.

جدول (۲): کلاس شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی براساس مدل IMDPA (زهتابیان و همکاران، ۲۰۱۴)

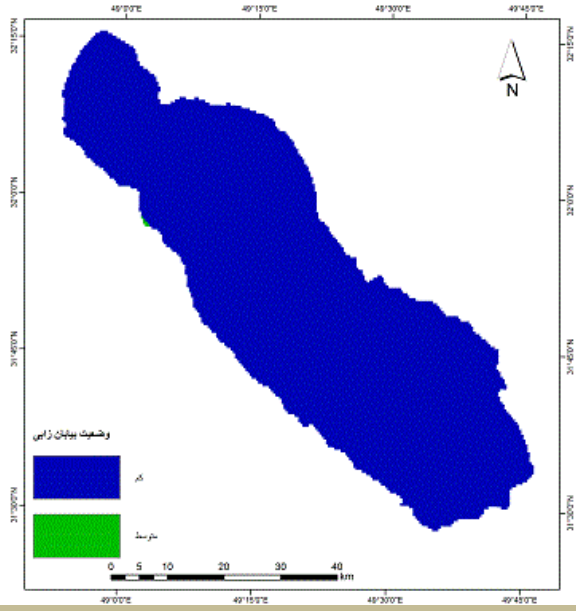
ردیف	دامنه ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
۱	۱ – ۱/۵	ناچیز و کم	I
۲	۱/۵۱ – ۲/۵	متوسط	II
۳	۲/۵۱ – ۳/۵	شدید	III
۴	۳/۵۱ – ۴	خیلی شدید	IV

نتایج

برای بررسی وضعیت بیابان زایی حوضهٔ مسجدسلیمان براساس معیار معیار اقلیم شاخص‌های میزان بارش، شاخص خشکی ترانسو و شاخص خشکسالی ملاک عمل قرار گرفت. نتایج حاصل از پهنه‌بندی شاخص متوسط بارش سالیانه در شکل (۲) ارائه شده است که نشان می‌دهد نواحی جنوب‌شرقی به‌علت وجود ارتفاعات زاگرس از بارش بیشتری نسبت به مناطق مرکزی و غربی برخوردارند. همچنین نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی این شاخص در شکل (۳) به تصویر کشیده شده است که نمایانگر دو کلاس بیابان‌زایی کم و متوسط در منطقه است. کلاس کم با وسعت ۲۸۵۰ کیلومترمربع، ۹۹ درصد از مساحت منطقه را در بر گرفته و کلاس متوسط مساحتی در حدود ۲ کیلومترمربع را اشغال کرده است (جدول ۳).



شکل (۲): نقشهٔ پهنه‌بندی متوسط بارش سالیانه حوضهٔ مسجدسلیمان



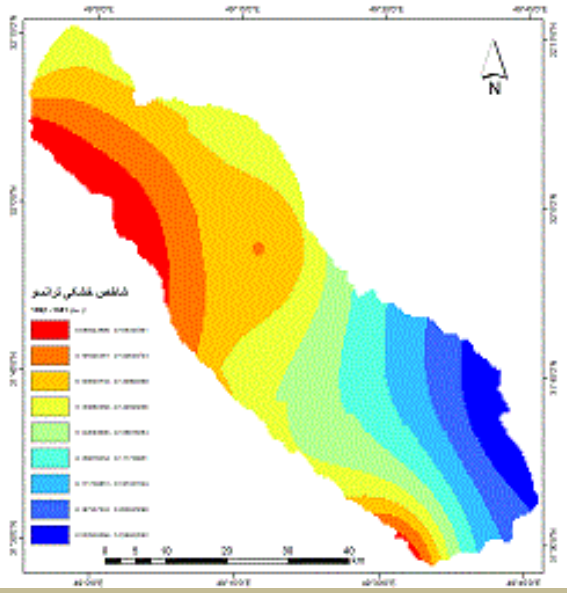
شکل (۳): وضعیت بیابان‌زایی منطقه از منظر شاخص بارش سالیانه

جدول (۳): وضعیت نهایی بیابان‌زایی شاخص بارش سالیانه

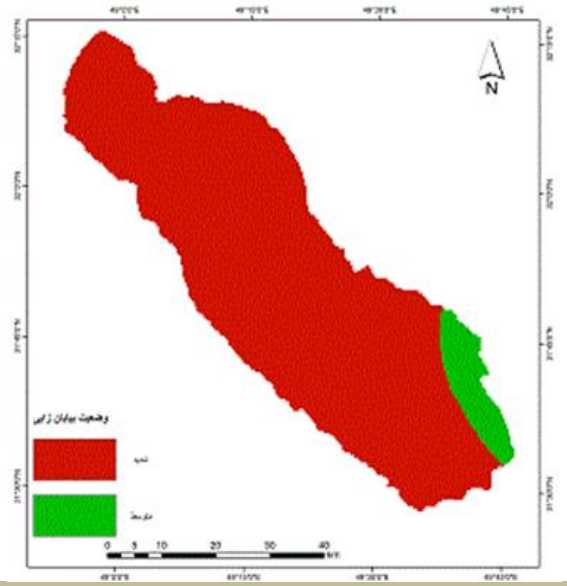
کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
I	ناچیز و کم	۲۸۵۰	۹۹/۹۹
II	متوسط	۲	۰/۱
کل	کم	۲۸۵۲	۱۰۰

نتایج حاصل از پهنه‌بندی شاخص خشکی ترانسو در شکل (۴) ارائه شده است که نشان می‌دهد مناطق غربی و جنوب غربی به‌علت دریافت بارش کمتر با خشکی بیشتری روبه‌رو هستند.

نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی این شاخص نیز در شکل (۵) ارائه شده است که نشان می‌دهد منطقه در دو کلاس بیابان‌زایی شدید و متوسط قرار دارد. کلاس شدید با مساحت ۲۶۷۷ کیلومترمربع، حدود ۹۳ درصد حوضه را در بر گرفته است (جدول ۴).



شکل (۴): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص خشکی در حوضهٔ مسجدسلیمان

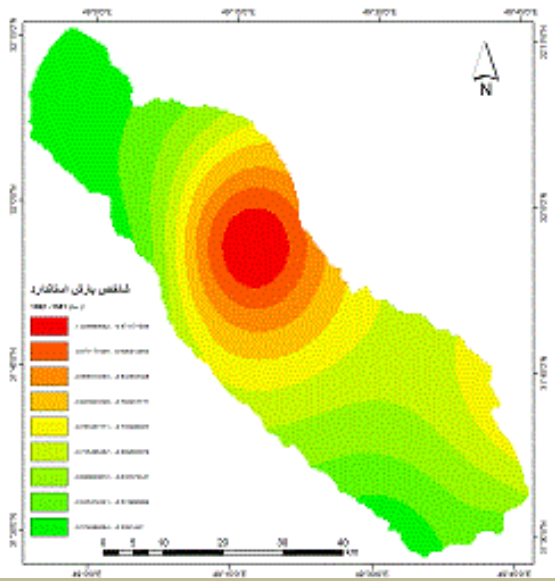


شکل (۵): وضعیت بیابان‌زایی منطقه از منظر شاخص خشکی

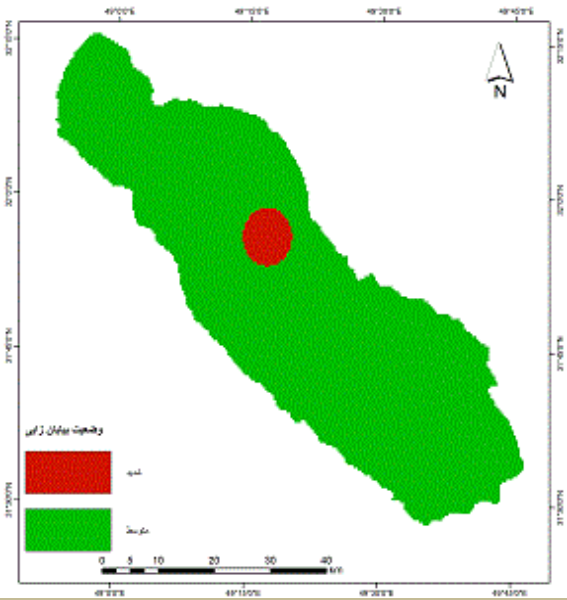
جدول (۴): وضعیت نهایی بیابان‌زایی شاخص خشکی

کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
II	متوسط	۱۷۴	۷
III	شدید	۲۶۷۷	۹۳
کل	شدید	۲۸۵۲	۱۰۰

نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص خشکسالی براساس شاخص بارش استاندارد شده (SPI) در حوضهٔ مسجدسلیمان به‌صورت شکل (۶) است که نشان می‌دهد مناطق مرکزی نسبت به مناطق شرقی و غربی از شدت خشکسالی بیشتری برخوردارند. نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی شاخص خشکسالی نیز در شکل (۷) ارائه شده است که نشان می‌دهد منطقه در دو کلاس بیابان‌زایی شدید و متوسط قرار دارد. کلاس متوسط با مساحت ۲۷۷۶ کیلومترمربع در حدود ۹۷ درصد از حوضه را به خود اختصاص داده است (جدول ۴).



شکل ۶: نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص خشکسالی در حوضهٔ مسجدسلیمان



شکل (۷): وضعیت بیابان‌زایی منطقه از منظر شاخص خشکسالی

جدول (۵): وضعیت نهایی بیابان‌زایی شاخص خشکسالی

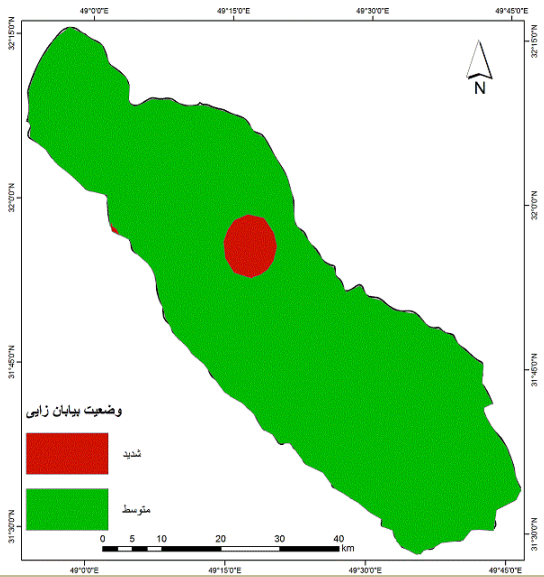
کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
II	متوسط	۲۷۷۶	۹۷
III	شدید	۷۶	۳
کل	متوسط	۲۸۵۲	۱۰۰

معیار اقلیم نقش مهمی در تخریب و تشدید پدیدهٔ بیابان‌زایی ایفا می‌کند. نتایج حاصل از ارزش کمّی شاخص‌های مؤثر در معیار اقلیم به‌صورت جدول (۶) است.

جدول ۶: متوسط وزنی ارزش کمّی شاخص‌های مؤثر معیار اقلیم

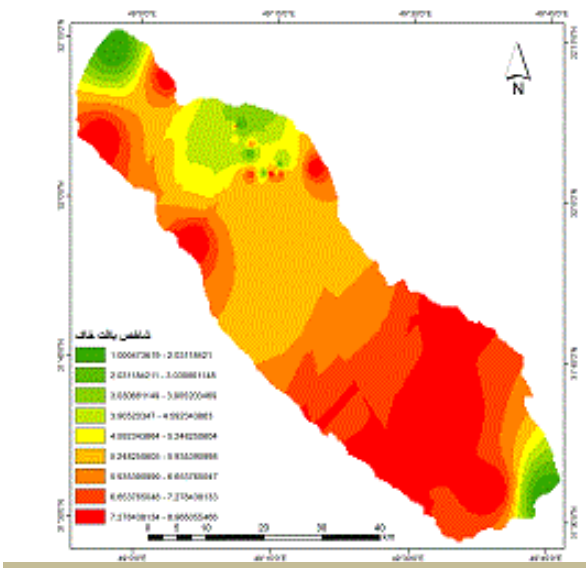
شاخص‌های معیار اقلیم	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
میزان بارش	۱/۱	کم و ناچیز	I
خشکی	۵/۱۴	شدید	III
خشک سالی	۲/۷۱	متوسط	II

پس از ارزیابی و تهیهٔ لایهٔ اطلاعاتی معیار اقلیم برای کل منطقه (شکل ۸)، ارزش عددی این معیار ۲/۴۶ برآورد شد که بیانگر کلاس بیابان‌زایی متوسط است. به‌طوری‌که شاخص میزان بارش در کلاس کم، شاخص خشکی در کلاس شدید و شاخص خشکسالی در کلاس متوسط قرار دارد. بنابراین متوسط وزنی ارزش کمی عوامل مؤثر بر معیار اقلیم نشان می‌دهد که شاخص‌های خشکی و میزان بارش به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در افزایش بیابان‌زایی منطقه دارند (جدول ۶ و شکل ۸).



شکل (۸): نقشهٔ نهایی بیابان‌زایی از منظر معیار اقلیم

برای بررسی وضعیت بیابان‌زایی منطقهٔ مطالعاتی براساس معیار خاک از چهار شاخص بافت خاک، عمق خاک، درصد سنگریزه و شاخص هدایت الکتریکی خاک استفاده شد. نتایج حاصل از پهنه‌بندی شاخص بافت خاک در شکل (۹) ارائه شده است که نشان می‌دهد بیشتر مساحت منطقه دارای بافت خاک لوم ریز و لوم درشت بوده و در نواحی مرکزی و شرقی منطقه گستردگی دارد. درصد کمی از وسعت حوضه نیز دارای بافت رسی و لوم رسی می‌باشد که در مناطق غربی واقع شده است.

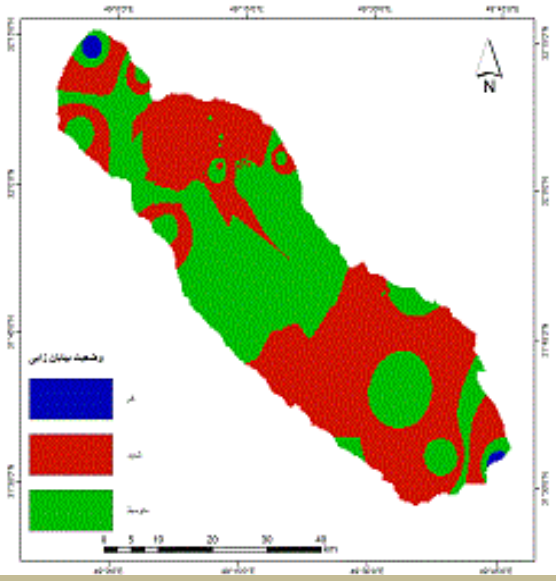


شکل (۹): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص بافت خاک

نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی شاخص بافت خاک در شکل (۱۰) ارائه شده که حاکی از وجود سه کلاس بیابان‌زایی شدید، متوسط و کم در منطقه مطالعاتی است. کلاس شدید با وسعتی معادل ۱۷۵۷ کیلومترمربع حدود ۵۳ درصد، و کلاس متوسط با وسعت ۱۵۵۲ کیلومترمربع، حدود ۴۶ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شوند (جدول ۷).

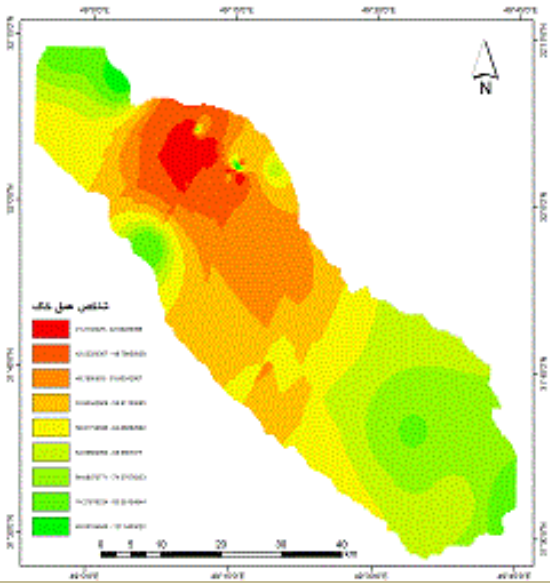
جدول (۷): وضعیت بیابان‌زایی شاخص بافت خاک

کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
I	کم	۲۱	۲
II	متوسط	۱۳۱۶	۴۶
III	شدید	۱۵۵۸	۵۲
کل	شدید	۲۸۵۲	۱۰۰



شکل (۱۰): نقشهٔ بیابان‌زایی شاخص بافت خاک

نتایج حاصل از پهنه‌بندی شاخص عمق خاک در شکل (۱۱) ارائه شده است که نشان می‌دهد بیشتر مساحت منطقه دارای خاک کم عمق می‌باشد.

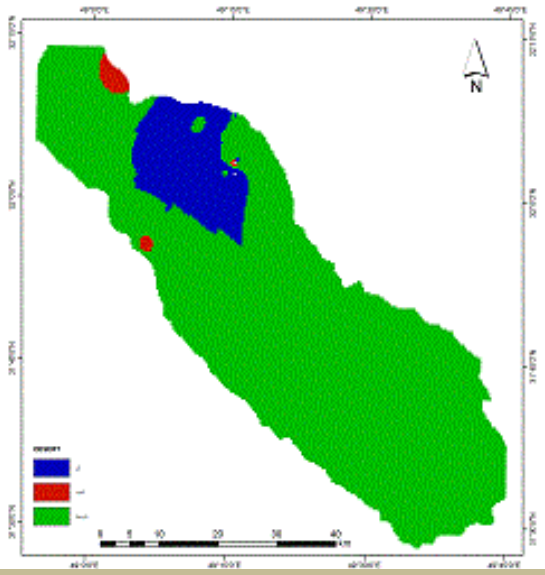


شکل (۱۱): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص عمق خاک

نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی شاخص عمق خاک نیز در شکل (۱۲) ارائه شده و بیانگر سه کلاس بیابان‌زایی کم، متوسط و شدید است. از نظر وسعت کلاس بیابان‌زایی متوسط با مساحت معادل ۲۵۰۰ کیلومترمربع، ۸۷ درصد و کلاس شدید با مساحت ۲۷ کیلومترمربع، ۲ درصد از منطقه را در بر گرفته‌اند (جدول ۸).

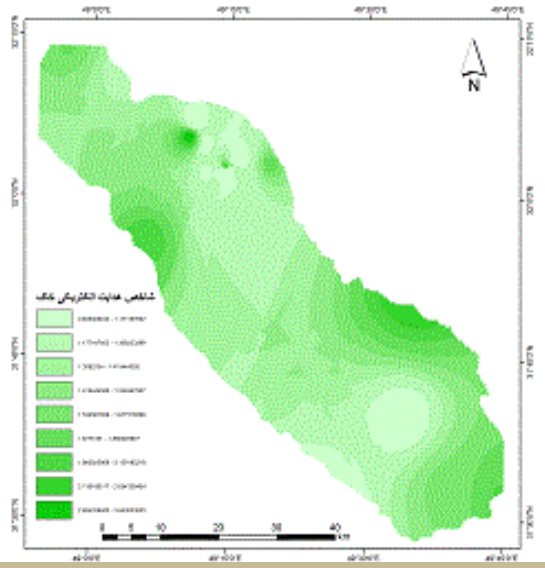
جدول (۸): وضعیت بیابان‌زایی شاخص عمق خاک

کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
I	کم	۳۲۵	۱۱
II	متوسط	۲۵۰۰	۸۷
III	شدید	۲۷	۲
کل	متوسط	۲۸۵۲	۱۰۰



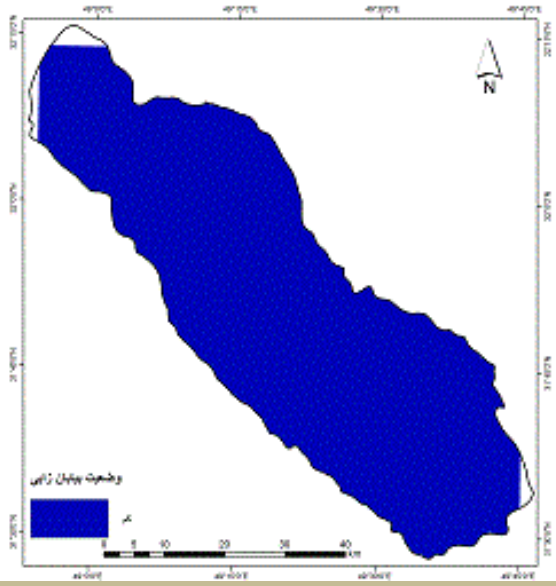
شکل (۱۲): نقشهٔ بیابان‌زایی شاخص عمق خاک

برای اندازه‌گیری شوری خاک به کمک هدایت‌سنج الکتریکی از خاصیت هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع خاک بر حسب دسی زیمنس بر متر استفاده شد. نقشهٔ پهنه‌بندی هدایت الکتریکی خاک به‌صورت شکل (۱۲) است.



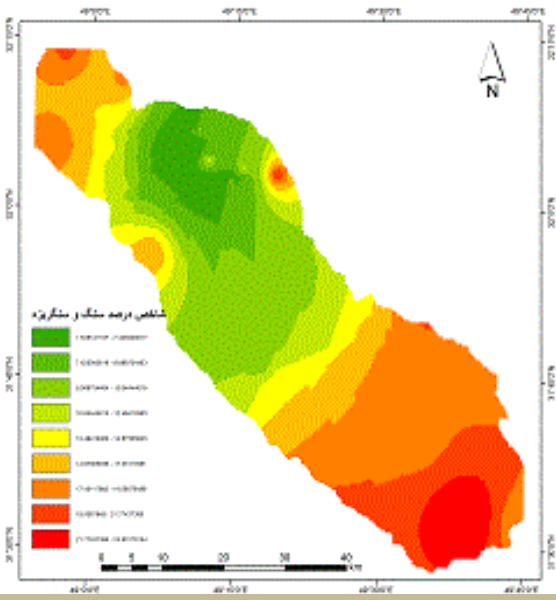
شکل (۱۳): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص EC خاک

وضعیت بیابان‌زایی منطقه مطالعاتی از منظر هدایت الکتریکی خاک در شکل (۱۳) ارائه شده است که نشان می‌دهد کل وسعت منطقه دارای کلاس بیابان‌زایی کم بوده و مساحت ۲۸۱۰ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است.



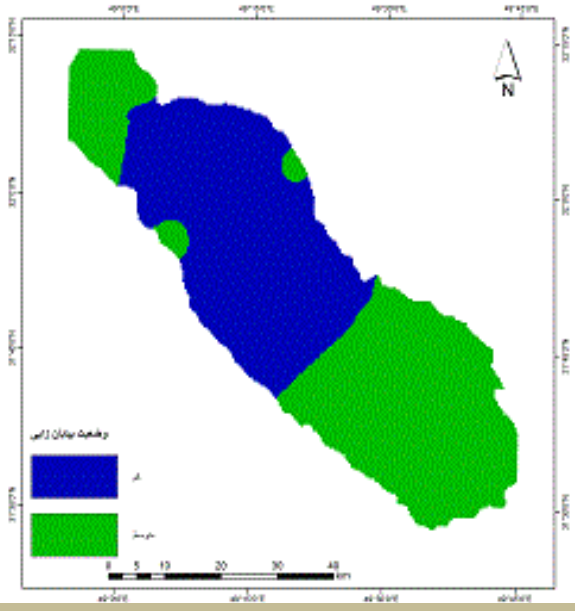
شکل (۱۳): نقشهٔ بیابان‌زایی شاخص EC خاک

میزان سنگ و سنگریزه در نیم رخ خاک بر میزان نفوذپذیری، فرسایش در سطح و تکامل خاک تأثیر زیادی دارد و اسکلت خاک را تشکیل می‌دهد. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص میزان سنگریزه سطحی خاک در حوضه مسجدسلیمان به‌صورت شکل (۱۴) می‌باشد.



شکل (۱۴): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص میزان سنگریزهٔ خاک

وضعیت بیابان‌زایی منطقهٔ مطالعاتی براساس شاخص میزان سنگریزه خاک به‌صورت شکل (۱۵) است که دو کلاس بیابان‌زایی کم و متوسط را نشان می‌دهد. کلاس کم مساحت ۱۳۶۴ کیلومترمربع و کلاس متوسط مساحتی معادل ۱۴۴۵ کیلومترمربع را در بر گرفته‌اند (جدول ۹).



شکل (۱۵): نقشهٔ بیابان‌زایی شاخص میزان سنگریزهٔ خاک

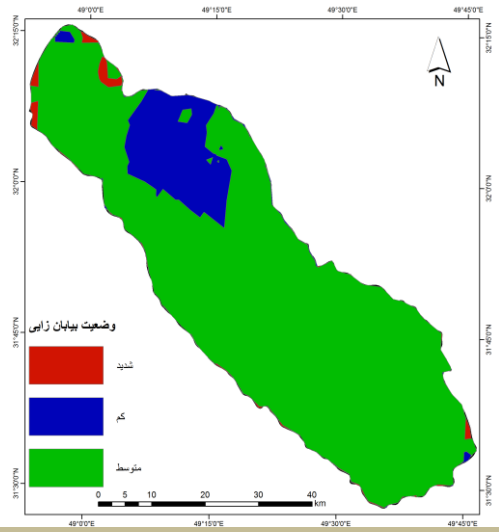
جدول (۹): وضعیت بیابان‌زایی شاخص میزان سنگریزهٔ خاک

کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
I	کم	۱۳۶۴	۴۸
II	متوسط	۱۴۴۶	۵۲
کل	متوسط	۲۸۱۰	۱۰۰

بررسی انجام‌شده روی متوسط وزنی ارزش‌های کمّی چهار شاخص مؤثر در معیار خاک نشان می‌دهد که در منطقهٔ مطالعاتی شاخص عمق خاک با ارزش عددی ۳/۲۴ بیشترین نقش را در بیابان زایی و افزایش کلاس تخریب خاک دارد. همچنین متوسط وزنی معیار خاک برای کل منطقه با ارزش عددی ۲/۱۳ در وضعیت متوسط بیابان‌زایی ارزیابی شد (جدول ۱۰ و شکل ۱۶).

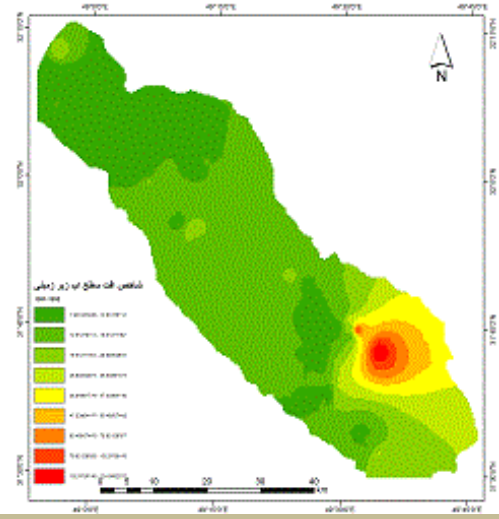
جدول ۱۰: متوسط وزنی ارزش کمی شاخص‌های مؤثر معیار خاک

شاخص‌های معیار خاک	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
بافت خاک	۲/۱	متوسط	II
عمق مؤثر خاک cm	۳/۰۵	شدید	III
درصد سنگریزه	۲/۱	متوسط	II
هدایت الکتریکی ds/m	۱/۵۱	کم و ناچیز	I



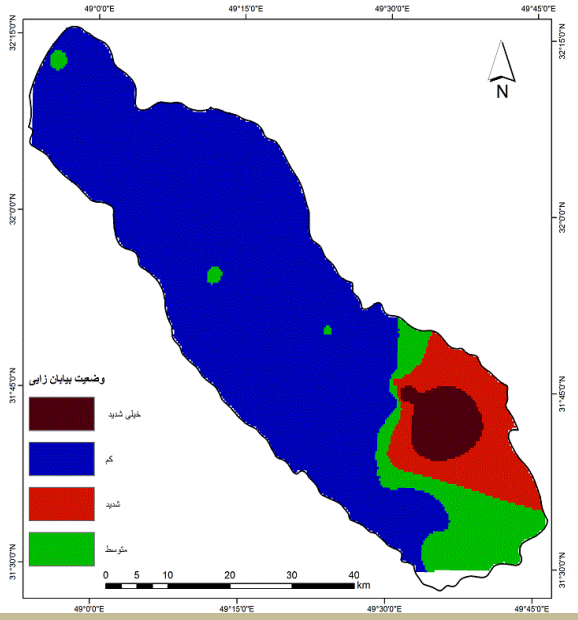
شکل (۱۶): نقشهٔ نهایی بیابان‌زایی از منظر معیار خاک

معیار آب دارای شاخص‌های کمّی و کیفی متعددی است که در این پژوهش به‌علت نبود آمار شاخص کیفیت آب از شاخص کمی افت سطح آب زیرزمینی برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی حوضهٔ مسجدسلیمان بهره‌گیری شد. نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص افت سطح آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی به‌صورت شکل (۱۷) است.



شکل (۱۷): نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص افت سطح آب زیرزمینی

نقشهٔ وضعیت بیابان‌زایی منطقه از منظر افت سطح آب زیرزمینی نیز در شکل (۱۸) ارائه شده است که حاکی از وجود چهار کلاس بیابان زایی کم، متوسط، شدید، و خیلی شدید می‌باشد. کلاس کم با مساحت ۲۰۴۱ کیلومترمربع حدود ۷۵ درصد از مساحت منطقه را در بر گرفته و کلاس متوسط با مساحت ۲۹۰ کیلومترمربع حدود ۱۰ درصد از مساحت حوضه را به خود اختصاص داده است (جدول ۱۱).



شکل (۱۸): نقشهٔ نهایی بیابان‌زایی از منظر معیار آب

جدول (۱۱): وضعیت بیابان‌زایی شاخص افت سطح آب زیرزمینی

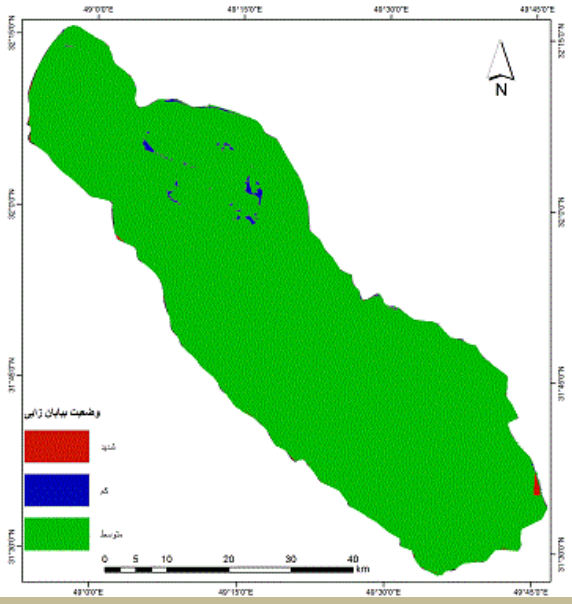
کلاس	وضعیت بیابان‌زایی	مساحت (km2)	درصد مساحت
I	کم	۲۰۴۱	۷۵
II	متوسط	۲۹۰	۱۱
III	شدید	۲۱۲	۸
IV	خیلی شدید	۱۷۰	۶
کل	کم	۲۷۱۳	۱۰۰

بررسی‌های انجام‌گرفته روی متوسط وزنی ارزش کمّی شاخص افت سالانه سطح آب زیرزمینی نشان می‌دهد که این پارامتر در منطقهٔ مطالعاتی با ارزش عددی ۱/۲۵ کمترین نقش را در بیابان‌زایی دارد و منطقه براساس معیار آب در کلاس بیابان زایی کم و ناچیز قرار می‌گیرد (جدول ۱۲).

جدول ۱۲: متوسط وزنی ارزش کمی شاخص مؤثر معیار آب

شاخص‌های معیار	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
افت سالانه آب زیر زمینی (cm)	۱/۲۵	کم و ناچیز	I

در نهایت از تلفیق نقشهٔ معیارهای اقلیم، آب و خاک براساس میانگین‌گیری هندسی در منطقهٔ مسجدسلیمان نقشه نهایی بیابان‌زایی منطقه تدوین شد که نتایج حاصل از آن به‌صورت شکل (۱۹) است.



شکل (۱۹): نقشهٔ نهایی بیابان‌زایی حوضهٔ مسجدسلیمان

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که وضعیت بیابان‌زایی منطقهٔ مطالعاتی براساس مدل IMDPA در سه کلاس متوسط، کم و شدید قرار می‌گیرد. از کل مساحت منطقهٔ مطالعاتی که ۲۷۹۸ کیلومترمربع است، حدود ۲۷۷۴/۷ کیلومترمربع (۹۹ درصد) در کلاس متوسط، حدود ۱۴/۳ کیلومترمربع (۰/۶ درصد) در کلاس کم، و حدود ۹/۲ کیلومتر مربع (۰/۴ درصد) در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد.

از میان شاخص‌های مورد بررسی شاخص میزان بارش با متوسط وزنی ۱/۱ و کلاس بیابان زایی کم، کمترین اثر و شاخص

خشکی با متوسط وزنی ۵/۱۴ و کلاس بیابان زایی شدید بیشترین اثر را در منطقه داشته‌اند. با محاسبهٔ میانگین وزنی معیارها، شدت بیابان‌زایی برای کل منطقهٔ مطالعاتی مقدار ۱/۸۵ محاسبه شد که نشان‌دهندهٔ وضعیت متوسط بیابان‌زایی در کل حوضهٔ مسجدسلیمان است. در بین معیارهای مورد بررسی، معیار آب با متوسط وزنی ۱/۲۵ و کلاس کم و ناچیز کمترین اثر، و معیار اقلیم با متوسط وزنی ۲/۴۶ و کلاس متوسط مؤثرترین معیار در بیابان‌زایی منطقه بود. همچنین معیار خاک با ارزش عددی ۲/۱۳ در کلاس متوسط بیابان‌زایی قرار دارد.

با توجه به نتایج و وضعیت بیابان‌زایی متوسط حوضهٔ مسجدسلیمان، با مدیریت صحیح و انجام اقدامات اصلاحی ازجمله تقویت پوشش گیاهی با کاشت و توسعهٔ گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط اقلیمی منطقه، جلوگیری از چرای خارج از ظرفیت مرتع جهت حفظ ساختمان خاک و پوشش مرتعی و همچنین استفادهٔ بهینه از منابع آب زیرزمینی به واسطهٔ تبدیل کشاورزی سنتی به صنعتی و افزایش راندمان استفاده از آب در اراضی کشاورزی می‌توان وضعیت موجود منطقه را از نظر بیابان‌زایی حفظ کرد و در گام بعد شرایط منطقه را بهبود بخشید.

با توجه به تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده و نتایج به‌دست‌آمده از ارزشیابی مدل IMDPA، با درنظرگرفتن شاخص‌های مناسب و به تعداد نسبتاً کافی در مناطق خشک و نیمه خشک و همچنین به‌علت سادگی مراحل اجرایی آن و روش خاص وزن‌دهی به شاخص‌ها، استفاده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی در تهیه و تلفیق لایه‌ها و استفاده از میانگین هندسی به‌جای جمع یا میانگین حسابی در محاسبهٔ معیارها و تهیهٔ نقشهٔ نهایی بیابان‌زایی، روش نسبتاً مناسبی است. اما با توجه به عدم وجود یک جامعهٔ آماری مناسب در سطح کلان در برخی مواقع برای کار با این مدل با کمبود یا ناقص بودن آمار مواجه بوده که به همین علت، در پاره‌ای موارد مجبور به صرف‌نظر از سنجش بعضی از فاکتورها می‌شود.

منابع

1. Ahmadi, H., 2008. Applied Geomorphology (Desert-Wind Erosion). Vol.2, Tehran, University of Tehran Press, Third Edition, 706p.
2. Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Golkarian, A., Abrisham, A., 2007. Assessment and mapping of desertification using modified MEDALUS model in the Fakhrabad-Mehriz region (Yazd), Iranian Journal of Natural Resources. 59(3): 519-532.
3. Bakhshandeh Mehr, L., Soltani, S., Sepehr, A., 2013. Assessment of desertification and modify the model MEDALUS in plain Segzi. Journal of Range and Watershed Management. 66(1): 27-41.
4. Chamanpira, Gh., Zehtabian, Gh., Ahmadi, H., 2006. Application of ICD Method for Determining the Severity of Desertification in Koohdasht Watershed. Journal of the Iranian Natural Res., 59(3): 543 – 555.
5. Depaola, F., Ducci, D., Giugni, D. 2009. Soil erosion and desertification. a Combined Approach Using RUSLE and ESAs Models in the Tuscianobasin (southern Italy). Geophysical Research Abstracts. Vol. 11, EGU2009-5083.
6. FAO/UNEP. 1983. Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification. FAO Library, No. 240997, p. 95.
7. Ghalibaf. M.A., Shakeri. F, 2010. Talent assessment of desertification and climate indices with Iranian model IMDPA GIS Case Study: Yazd plain Bahabad. The First National Conference of Wind Erosion. Iran, Yazd.
8. Giordano, L, Giordano, F., Grauso, S., Lannetta, M., Scicortino, M., Bonnati, G., Borfecchia, F., 2002. Desertification vulnerability in Sicily. Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible solutions for Aquatic Environmental, Capri, Italy.
9. Goya, A.N, 2001. Reviews of desertification prairie lawyer Mish Mast Qom and providing a model. MSc Thesis, Department of Natural Resources, University of Tehran.
10. Lavado Conntador, J.F., Schnabel, S., Mezo Gutierrez, A.G., Pulido, F.M., 2008. Mapping Sensitivity to land degradation Extremadura. SW Spain. 1(1): 25-41.
11. Melchiade, B., 2009. Secretariat of the

convention to combat desertification. CSD-17 Intergovernmental Preparatory Meeting Panel on Desertification. New York, February 26.

12. Mesbahzadeh, T., Ahmadi, H., Zehtabian, Gh., Sarmadian, F., Moghimi Nezhad, F., 2013. Calibration of IMDPA model with regarding to land criteria to present regional model for desertification intensity (Case study: Abuzaidabad, Kashan). Journal of Range and Watershed Management. 66(3): 469-476.
13. Pahlavanravi, A., Moghaddamnia, A.R., Hashemi, Z., Javadi, M.R., Miri, A., 2012. Evaluation of desertification intensity with wind erosion criterion using MICD and FAO-UNEP models in Zahak region of Sistan. Iranian Journal of Range and Desert Reseach. 19(4): 624- 639.
14. Shokoohi, E.S., Zehtabian, Gh.R., Tavili, A., 2013. Study of desertification status using IMDPA model with emphasis on water and soil criteria (Case study: Khezr Abad - Elah Abad of Yazd plain). Journal of Range and Watershed Management. 65(4): 517-528.
15. Zehtabian, Gh.R., Khosravi, H., Masoudi, R., 2014. Models of Desertification Assessment (Criteria and Indices). Tehran, University of Tehran Press, First Edition, 260p.
16. Zolfaghari, F., Shahriari, A., Fakhire, A., 2013. Evaluate the effect of vegetation cover on land degradation process using IMDPA model and GIS (Case study: Sistan plain). Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science. 4(1): 69-77.

Assessment of Desertification Intensity in Masjed Soleiman Basin Using IMDPA Model

Abbas Ali Vali[1*], Sayed Hojjat Mousavi[2], Seyed Mousa Sadat Ahmadi[3]

Received: Oct/19/2015 Accepted: Feb/10/2015

Abstract

Above 80 percent of Iran is currently located in arid and semi-arid to dry and sub-humid climates and they have sensitive conditions given the climatic conditions and natural characteristics of these regions and improper utilization methods, hence they are potentially and actually subject to the phenomenon of desertification. In this research, the sensitivity of the lands of Masjed Soleiman basin to desertification is evaluated by using IMDPA model, which is one of the methods of desertification assessment in arid and semi-arid regions. For this purpose, after initial assessments 3 criteria, including Climate, Soil and Water, were selected as the effective criteria in desertification of the region with different indices. By using the above-stated method, the scales of each index was obtained in the related criterion and the value of each criterion was calculated using geometric average of the scales of the indices. Then each criterion was elaborated in ArcGIS as database layers. By integrating raster layers of the stated criteria, calculating geometric average of the criteria and analyzing them by using the mentioned model, desertification intensity map of the studied regions was obtained. The results showed that about 2774 square kilometers of the studied area was found to be in medium class of desertification and about 23 square kilometer of the region was in two classes of low and high desertification. Climate with the numerical value of 2.46 and Water with the numerical value of 1.25 had respectively the highest and lowest effects in desertification of the region. Soil, with the numerical value of 2.13, shows the medium desertification intensity.

Keywords: Desertification, IMDPA Model, ArcGIS, Masjed Soleiman.

1. Associate Professor of Desert Engineering Department, Faculty of Natural Resources and Geo Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. Corresponding Author: vali@kashanu.ac.ir

2. Assistant Professor of Geomorphology, Department of Geography and Ecotourism, Faculty of Natural Resources and Geo Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. hmousavi15@kashanu.ac.ir

3. MSc Graduate of desert combating, Department of Desert Engineering, Faculty of Natural Resources and Geo Sciences, University of Kashan, Kashan, Iran. masih1493@yahoo.com