Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال نوزدهم، شماره‌ی ۶۶
تابستان ۱۳۹۸، صفحات ۱۳۷-۱۲۱

*آرش ملکیان [۱]
امیررضا امیرعضدی [۲]
شیرین محمدخان [۳]
ناصر مشهدی [٤]
امیرهوشنگ احسانی [٥]

امکان سنجی پهنه‌بندی شدت خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA (بررسی موردی: منطقه شکرویه استان فارس)

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱۲/۰۲

چکیده

بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی در سال‌های اخیر منجر به تشدید فرآیند بیابان‌زایی گردیده و برای مقابله با آن عزمی جدی و فراگیر نیازمند است. هدف پژوهش شناسایی و معرفی معیارهای مخرب در تشدید بیابان‌زایی منطقه شکرویه با بهره‌گیری از مدل ایرانی IMDPA جهت انجام اقدامات کنترلی و مدیریتی منطقه است. بدین منظور از چهار معیار کلیدی خاک، پوشش گیاهی، اقلیم و آب که هر کدام از تعدادی شاخص تشکیل شده است، استفاده گردید. معیارهای مذکور از میانگین هندسی شاخص‌ها در نرم‌افزار Arc GIS 9.3 و نقشه بیابان‌زایی کل نیز از میانگین هندسی چهار معیار مذکور به‌دست آمد. سپس کلیه نقشه‌ها به اساس مدل به چهار کلاس خطر کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی‌شدید پهنه‌بندی گردیدند. نتایج نشان داد که معیار پوشش گیاهی با میانگین ارزش عددی ۲/٦٦ (کلاس خط شدید) با تاثیرترین معیار و معیار آب با ازرش عددی ۱/۹ (کلاس متوسط) کم‌تاثیرترین معیار در افزایش بیابان‌زایی منطقه بودند. شاخص هدایت الکتریکی آب با ارزش ۳/۱۱ (کلاس شدید) به‌عنوان مخرب‌ترین

*۱- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. (نویسنده مسئول). E- mail: Malekian@ut.ac.ir.
۲- دانشجوی دکتری بیابان زدایی دانشگاه تهران.
۳- دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران.
٤- دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
٥- دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

شاخص و شاخص نسبت جذبی سدیم با مقدار ۱/۱ کم اثرترین شاخص برآورد گردیدند. همچنین ارزش عددی بیابان‌زایی کل نیز ۱/٦ (کلاس متوسط) برآورد گردید. نتایج پهنه‌بندی نقشه بیابان‌زایی کل نیز نشان داد که ۲۰۳۱۰/٤٥ هکتار (٥٦/٨١ درصد) از منطقه در کلاس متوسط خطر بیابان‌زایی و ٤٣/١٨ درصد از منطقه (١٥٤٣٦/٧٨ هکتار) در کلاس خطر بیابان‌زایی کم و ناچیز قرار دارد.

کلید واژه‌ها: بیابان‌زایی، خطر، معیار و شاخص، IMDPA، شکرویه.

مقدمه

اولین گام در اجرای فعالیت بیابان‌زایی جلوگیری از گسترش بیابان می‌باشد که باید متکی بر شناخت پدیده‌هایی باشد که به‌طور جداگانه و در هم کنش با یکدیگر در یک ناحیه تغییراتی را به‌وجود آورده و منجر به بیابان‌زایی شده‌اند. شناخت معیارها و شاخص‌ها به‌منظور ارائه یک مدل برای نشان دادن شدت بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد (Ahmadi, 2004: 24). مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی[6](IMDPA) یکی از جدیدترین مدل‌های ارزیابی بیابان است که توسط سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در پروژه‌های تحت عنوان تدوین شرح خدمات و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با کمک گروهی از اساتید و محققان کشور در سال (١٣٨٤) ارائه شده است (Zehtabian et al., 2005L: 206). در نقاط مختلف جهان مطالعاتی همچون Monia Santini et al (2010: 394)، Giordano et al (Cited in Khosravi, (2011: 25)؛ Ladisa et al (2002)؛ Melchiade (2009)؛ Mombeni et al (2015: 350) به‌منظور ارزیابی و تعیین شدت بیابان‌زایی با استفاده از سایر مدل‌های بیابان‌زایی انجام شده یا در حال انجام است، با توجه به این‌که مدل مورد استفاده در پژوهش حاضر ایرانی بوده پیشینه تحقیقی توسط محققان خارجی یافت نگردیده اما محققان داخل کشور مطالعاتی را در مجلات معتبر داخلی و خارجی به ثبت رسانیده‌اند که به اختصار بیان می‌شوند. Masoodi (2010: 116) در تحقیقی با استفاده از معیار خاک و مدل IMDPA نقشه پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی را در منطقه مازنیجان ارائه کردند نتایج نشان داد ٥٣/٦٣ درصد از منطقه در طبقه کم و مابقی در طبقه متوسط جای گرفت. Aslinezhad et al (2014: 2644) در پژوهشی تخریب و بیابان‌زایی دشت چاه هاشم را با استفاده از مدل IMDPA مورد بررسی قرار دادند نتایج نشان داد که شاخص‌های پوشش گیاهی و خشکی تاثیر بیش تری در تخریب منطقه داشته‌اند و بیابان‌زایی منطقه با ارزش عددی ٢/٨٢ در طبقه شدید قرار گرفت. Maskooni et al (2015: 1149) شدت بیابان‌زایی منطقه جنوب کرمان را با استفاده از سه معیار آب، خاک و پوشش گیاهی بررسی کردند. نتایج نشان داد که ١٤/٥٣٪ از کل منطقه مورد مطالعه در طبقه کم و ناچیز، ٣٣/٦٩٪ در طبقه متوسط و ٥١/٧٨٪ از مساحت در طبقه شدید بیابان‌زایی پهنه‌بندی گردید. Nateghi et al (2009: 419) شدت بیابان‌زایی دشت سگزی را با بهره‌گیری از مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی (IMDPA) مورد ارزیابی قرار دادند، در این بررسی

6- Iranian Model of Desertification Potential Assessment

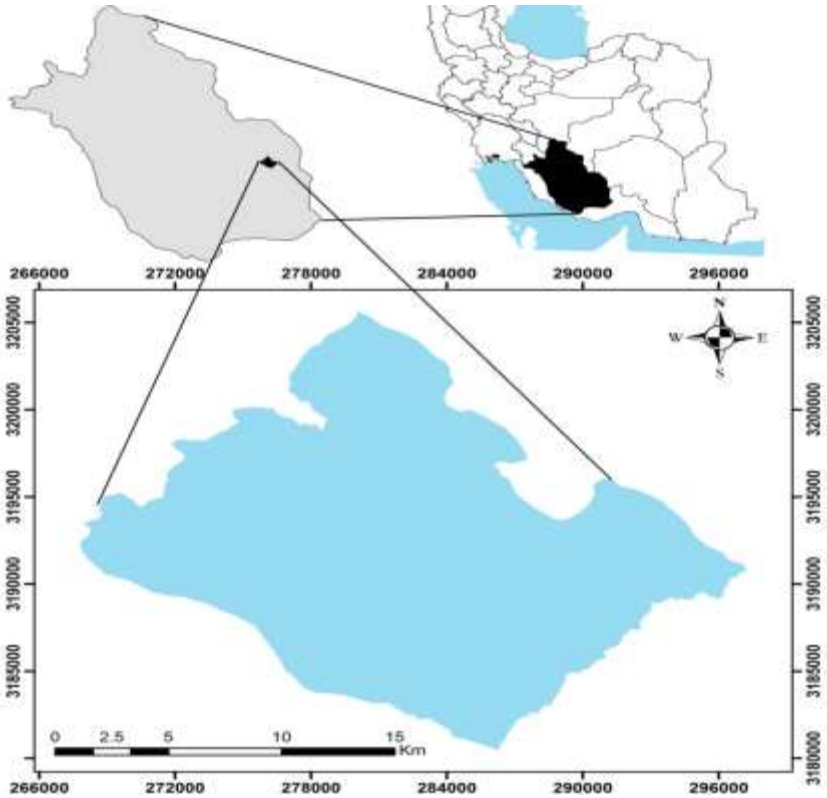
Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

سه معیار آب، زمین و پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفت و با توجه به شرایط منطقه برای هر معیار چندین شاخص در نظر گرفته شد. Zolfaghari et al (2012: 69) حساسیت اراضی دشت سیستان به بیابان‌زایی را مورد ارزیابی و بررسی قرار دادند، برای این منظور پس از بررسی و ارزیابی اولیه چهار معیار اقلیم، پوشش گیاهی، خاک و فرسایش بادی به عنوان مهم‌ترین معیارهای مؤثر در بیابان‌زایی منطقه با شاخص‌های متفاوت در نظر گرفته شد. Tabatabayefar et al (2013: 39) در پژوهشی با استفاده از مدل ایرانی IMDPA شدت بیابان‌زایی را در دشت گرمسار در قالب دو معیار اقلیم و آب در ٤ دوره زمانی مورد بررسی قرار داد، نتایج نشان داد که دو شاخص نسبت جذب سدیم و شاخص خشکسالی به‌ترتیب با ارزش‌های عددی ۱/۱۷ و ۱/٦۳ کم‌ترین تاثیر و شاخص خشکی ترانسو و افت آب زیرزمینی با ارزش عددی ۳/۸۱ و ۳/۱۷ بیش‌ترین تاثیر را در بیابان‌زایی دشت گرمسار داشته‌اند. Habibipour et al (2013: 151)، در تحقیقی به‌منظور بررسی وضعیت بیابان‌زایی منطقه بهاباد استان یزد با استفاده از مدل IMDPA به این نتیجه رسیدند که معیار فرسایش آبی بیش‌تر از فرسایش بادی در بیابان‌زایی منطقه موثر هستند و همچنین شاخص پوشش گیاهی و هم شاخص تراکم پوشش غیر زنده و پوشش گیاهی نقش مهمی در بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند. لذا می‌توان گفت شناخت معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی و امتیازدهی آن‌ها و بررسی یک مدل منطقه‌ای و تعیین مهم‌ترین عوامل موثر جهت جلوگیری از گسترش فاکتورهای موثر در بیابان‌زایی و تفکیک عرصه‌های آسیب‌پذیر در برابر عوامل و تخریب است و بایستی معیارها و شاخص‌های موثر در بیابان‌زایی را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داد تا بتوان به نحو احسنت مناطق تحت تاثیر را مدیریت و احیاء نمود، شناخت اولیه معیار و شاخص‌های کلیدی توسط کارشناسان محلی خبره به منظور حصول نتایج دقیق‌تر و منطبق با شرایط زمینی و عدم استفاده از معیارهای غیر مهم از مواردی است که در پژوهش حاضر به‌عنوان نوآوری می‌توان از آن یاد کرد. مطالعات کتابخانه‌ای و علمی نشان داد که تاکنون تحقیق جامعی بر روی عوامل موثر در بیابان‌زایی منطقه شکرویه استان فارس صورت نگرفته است بنابراین هدف تحقیق حاضر شناخت و معرفی عوامل موثر بر بیابان‌زایی منطقه جهت اولویت‌بندی و اقدام سازمان‌های ذی‌ربط بر اساس معیارهای تاثیرگذار بر منطقه و مبارزه با بیابان‌زایی است.

محدوده مورد مطالعه

منطقه شکرویه از نظر تقسیم‌بندی سیاسی–اداری در استان فارس شهرستان داراب واقع گردیده است (شکل ۱). گسترده مورد مطالعه بر اساس در محدوده طول‌های جغرافیایی ٥٤ درجه و ۳۷ دقیقه تا ٥٤ درجه و ٥٥ دقیقه شرقی و عرض‌های شمالی ۲۸ درجه و ٤٤ دقیقه تا ۲۸ درجه و ٥۸ دقیقه قرار دارد. محدوده مورد مطالعه دارای مساحتی برابر ۳٤۲۹۳/۳ هکتار می‌باشد. مرتفع‌ترین نقطه ۲۹۰۰ متر و پایین‌ترین نقطه ۱۷٥۰ متر از سطح آزاد آب دریا واقع گردیده است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ٤۱۲/۱ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۲۲/۱ درجه سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه در روش آمبرژه نیمه خشک معتدل و در روش دومارتن نیمه‌خشک می‌باشد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1: Location of the studied area

مواد و روش‌ها

جهت بررسی پتانسیل بیابان‌زایی گزارش‌های مختلف، بازدید صحرایی، اطلاعات پایه از جمله نقشه‌های موضوعی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و سایر اطلاعات مورد نیاز گردآوری شده و مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به این‌که در بیش‌تر مطالعات صورت گرفته در زمینه پژوهش حاضر صرفا به بررسی یک، دو و نهایتا سه معیار پرداخته شده است که گاها به دلیل انتخاب معیار غیرمهم که نقش بسزایی در پدیده بیابان‌زایی منطقه نداشته، نقشه پهنه‌بندی نهایی از شدت و صحت کم‌تری نسبت به شرایط واقعی منطقه برخوردار بوده است، لذا در این پژوهش جهت حصول نقشه پتانسیل خطر بیابان‌زایی با صحت بیش‌تر ابتدا شرایط حاکم بر منطقه را مورد بررسی قرار داده و در مرحله بعد طبق نظر کارشناسی خبره چهار معیار کلیدی کیفیت خاک، پوشش گیاهی، اقلیم و آب به‌عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد. هر معیار از چندین شاخص تشکیل گردیده که در واقع لایه‌های مذکور در رابطه با تاثیرشان در بیابان‌زایی، درجه‌ای بین یک تا چهار در مدل IMDPA دریافت نموده به‌گونه‌ای که درجه یک به کم‌ترین و درجه چهار به شدیدترین کلاس بیابان‌زایی منجر می‌شود و در محیط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 بر اساس جداول کمی امتیازدهی می‌شوند (جدول ۱). در نهایت نقشه نهایی بیابان‌زایی در چهار کلاس، خطر خیلی‌کم، خطر متوسط، خطر شدید و خیلی‌شدید می‌باشد. لازم به ذکر است که امتیازدهی پارامترها و تعیین وضعیت کیفی با استفاده از میانگین هندسی برای هر معیار اصلی نیز به‌دست می‌آید.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

جدول ۱- توزیع فراوانی کلاس‌های شدت بیابان‌زایی (Masoodi, 2010: 55)

Table 1- Distribution of desertification intensity classes (Masoodi, 2010: 55)

طبقه‌بندی کیفی شدت بیابان‌زایی	کم و ناچیز	متوسط	شدید	خیلی شدید
دامنه ارزش عددی	۱-۱/۵	۱/۵۱-۲/۵	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-٤

- معیار خاک

برای تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی از نظر معیار کیفیت خاک چهار شاخص هدایت الکتریکی، عمق، بافت و درصد سنگریزه عمقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (جدول ۲).

جدول ۲- تعیین امتیاز شاخص‌های معیار خاک در مدل IMDPA (Khosravi, 2011: 69)

Table 2- Determination of soil criterion indicators in the IMDPA model (Khosravi, 2011: 69)

کلاس بیابان‌زایی	ناچیز و کم	متوسط	شدید	خیلی‌شدید
امتیاز	۰-۱/۵	۱/٦-۲/۵	۲/٦-۳/٦	۳/٦-٤
عمق خاک (cm)	>۸۰	۵۰-۸۰	۲۰-۵۰	<۲۰
EC (ds/m)	<٤	٤-۸	۸-۱٦	>۱٦
بافت خاک	سنگین تا خیلی‌سنگین	متوسط	سبک	درشت تا خیلی‌درشت
سنگ و سنگریزه	<۱۵	۱۵-۳۵	۳۵-٦۵	>٦۵

پس از اخذ اطلاعات و مرتب‌سازی داده‌ها با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، اقدام به درون‌یابی و تهیه نقشه شاخص‌های به‌دست آمده گردید، از بین روش‌های درون‌یابی روش کریجینگ ساده که کم‌ترین مقدار RMSE را داشت انتخاب گردید. در نهایت از جمع میانگین هندسی نقشه‌های مربوط به شاخص‌های در نظر گرفته شده در مدل در محیط ArcGIS9.3 نقشه بیابان‌زایی به‌دست آمد. در نهایت کیفیت خاک بر اساس معادله ۱ به‌دست می‌آید.

رابطه (۱) (عمق خاک × هدایت الکتریکی× بافت خاک× درصد سنگریزه) $^{1/4}$ = معیار کیفیت خاک

- معیار پوشش گیاهی

نقشه تیپ‌بندی گیاهی منطقه مورد مطالعه با تفسیر عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و نیز تصاویر ماهواره‌ای نقشه تیپ‌بندی تهیه شد. بر این اساس منطقه به پنج تیپ تقسیم‌بندی شده و با توجه به جدول (۳) ارزش‌دهی شد. نقشه معیار پوشش گیاهی از میانگین هندسی شاخص‌های ذکر شده به‌دست می‌آید.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

رابطه (۲) (تجدید پوشش گیاهی× بهره‌برداری از پوشش× وضعیت پوشش گیاهی)$^{1/3}$ = معیار کیفیت پوشش گیاهی

جدول ۳- شاخص ارزیابی معیار پوشش گیاهی (Khosravi, 2011: 47)

Table 3- Vegetation criteria evaluation index (Khosravi, 2011: 47)

شاخص	کلاس بیابان‌زایی			
	۱/۵-۱ (کم و ناچیز)	۲/۵-۱/۶ (متوسط)	۳/۵-۲/۶ (شدید)	٤-۳/٦ (خیلی‌شدید)
وضعیت پوشش گیاهی	گونه‌های مهاجم کم‌تر از ۵ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد و کم‌تر از ۲۵ درصد ترکیب گیاهی یک‌ساله می‌باشد.	گونه‌های مهاجم ۲۰-۵ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد و کم‌تر از ۲۵-۵۰ درصد ترکیب گیاهی منطقه از گیاهان یک‌ساله می‌باشد.	گونه‌های مهاجم ۵۰-۲۰ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل می‌دهد و اکثر پوشش گیاهی منطقه یک‌ساله می‌باشد	گونه‌های مهاجم بیش از ۵۰ درصد منطقه را تشکیل داده و پوشش گیاهان منطقه از گیاهان یک‌ساله می‌باشد.
	درصد پوشش تاجی دائمی بیش از ۱۰۰-۸۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۳۰-۱۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۱۵-۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی کم‌تر از ۵ درصد
	زادآوری نسبتاً مناسب، گیاهان کم شونده	زادآوری کم گیاهان کم شونده	زادآوری گیاهان کم شونده بندرت مشاهده می‌شود.	عدم زادآوری گیاهان کم شونده و ضعیف بودن یا فقدان گیاهان کم شونده
بهره‌برداری از پوشش	چرا متعادل یا کم‌تر از ظرفیت و در فصل چرا	چرای کمی زیادتر از تولید	چرا بیش از ظرفیت و بی‌برنامه	چرای بی‌رویه و چند برابر ظرفیت مرتع در حال حاضر
تجدید پوشش گیاهی	نیازی به عملیات اصلاحی نمی‌باشد	عملیات احیای پوشش تاکنون مؤثر بوده	عملیات اصلاحی انجام شده نسبتاً موفق بوده	عملیات اصلاحی و احیا پوشش، تاکنون موفق نبوده است

- معیار اقلیم

معیار اقلیم از میانگین هندسی شاخص‌های بارندگی سالیانه، شاخص خشکی و شاخص خشکسالی استفاده گردید. در جدول (٤) طبقات و امتیازات مربوط به این شاخص ارائه گردیده است.

جدول ٤- کلاس‌ها و وزن‌دهی لایه‌ها برای ارزیابی شاخص بارندگی

Table 4- Classes and weight of rainfall index layer

بارش سالانه (میلی‌متر)	وزن	بیان کیفی درجه بیابان‌زایی
٤٥٠>	۱	کم
۲۸۰-٤٥٠	۲	متوسط
۱۵۰-۲۸۰	۳	شدید
<۱۵۰	٤	بسیار شدید

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

جهت بررسی شاخص خشکی مطابق معادله ۳ از شاخص خشکی WD[7] استفاده گردید.

معادله (۳) WD= ۳٦٥- BGI

در این رابطه BGI ضریب بانیون-گسن و WD تعداد روزهای مرطوب است. جدول (۵ و ٦) به‌ترتیب طبقات شاخص خشکی و استمرار خشکسالی را نشان می‌دهد.

جدول ۵- طبقات و وزن شاخص خشکی WD

Table 5- WD drought indicators classes and weights

حدود شاخص (تعداد روز)	۱۵۰-بیش‌تر از ۲۱۰	۱۲۰-۱۵۰	۹۰-۱۲۰	۰-۹۰
وزن	۱-۱/۵	۱/٦	۳/۲	٤
طبقات کیفی بیابان‌زایی	کم‌خطر و ناچیز	خطر متوسط	خطر زیاد	خطر بسیار شدید

جدول ٦- طبقات وزن شاخص استمرار خشکسالی (Masoudi, 2010: 69)

Table 6- Weight classes drought continuation index (Masoudi, 2010: 69)

حداکثر طول دوره خشکسالی	۳-۱ سال	٤ تا ٦ سال	٦ تا ۷ سال	بیش‌تر از ۷ سال
طبقه بیابان‌زایی	بدون خطر و ناچیز	متوسط	شدید	بسیار شدید
وزن شاخص	۱-۱/۵	۱/۵۱-۲/۵	۲/۵۱-۳/۵	۳/۵۱-٤

- معیار آب

معیار کیفیت آب بر اساس معادله ۵ به‌دست آمد، سپس بر اساس جدول (۷) وزن هر شاخص مشخص شد.

معادله (۵) معیار کیفیت آب = (میزان کلر× نسبت جذب سدیم× هدایت الکتریکی × افت آب زیرزمینی)$^{1/4}$

جدول ۷- شاخص ارزیابی معیار کیفت آب (Khosravi, 2011: 49)

Table 7- Indicators for the assessment of water quality criteria (Khosravi, 2011: 49)

کلاس بیابان‌زایی	ناچیز و کم	متوسط	شدید	خیلی‌شدید
امتیاز	۰-۱/۵	۱/٦-۲/۵	۲/٦-۳/٦	۳/٦-٤
افت آب زیرزمینی (cm/year)	<۲۰	۲۰-۳۰	۳۰-۵۰	>۵۰
EC (µmhos/cm)	<۷۵۰	۷۵۰-۲۲۵۰	۲۲۵۰-۵۰۰۰	>۵۰۰۰
SAR	<۱۸	۱۸-۲٦	۲٦-۳۲	>۳۲
CL (mgr/lit)	<۲۵۰	۲۵۰-۵۰۰	۵۰۰-۱۵۰۰	>۱۵۰۰

7-WET Days

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

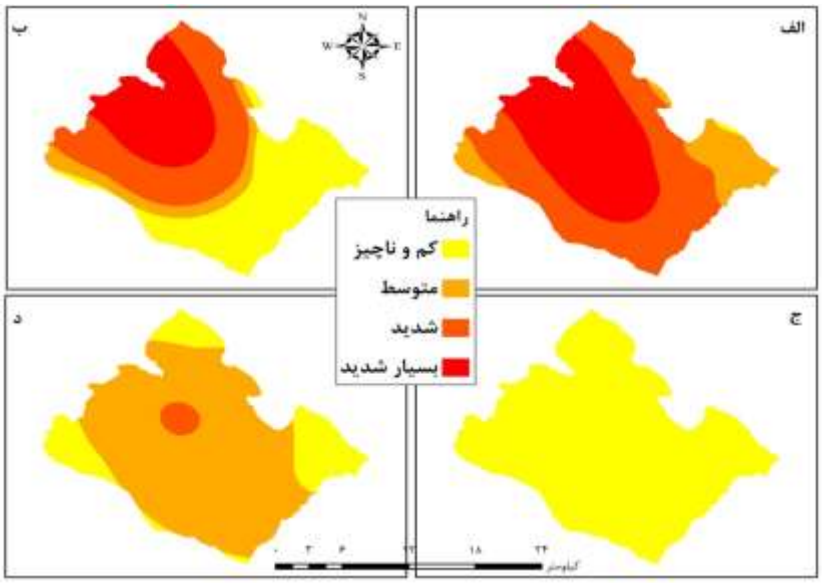
یافته‌ها و بحث

شکل (۲) نشان‌دهنده نقشه خطر بیابان‌زایی شاخص‌های تشکیل دهنده معیار آب می‌باشد. بر اساس جدول (۸) شاخص هدایت‌الکتریکی با ارزش عددی ۳/۱۱ (شدید) تاثیرگذارترین شاخص معیار آب برآورد گردید و شاخص هدایت الکتریکی با مقدار ارزش ۱/۱ (کم و ناچیز) کم‌ترین تاثیر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است. مقدار ارزش عددی بیابان‌زایی منطقه بر اساس معیار آب برابر با ۱/۹ به‌دست آمد که نشان دهنده متوسط بودن خطر بیابان‌زایی است.

جدول ۸-وزن شاخص‌های بیابان‌زایی معیار آب

Table 8- Weight of indicators for desertification of water criterion

شاخص	افت آب زیرزمینی	EC	SAR	CL
ارزش عددی	۱/۸۲	۳/۱۱	۱/۱	۲/۳۳
کلاس بیابان‌زایی	متوسط	شدید	کم و ناچیز	متوسط



شکل ۲: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی شاخص‌های معیار آب، الف: هدایت‌الکتریکی، ب: کلر، ج: نسبت جذبی سدیم، د: افت سفره زیرزمینی

Figure 2: Desertification hazard zonation map. water criteria indicators. A: Electrically conductive, B: Cl, C: Sodium absorption ratio, D: Underground drainage

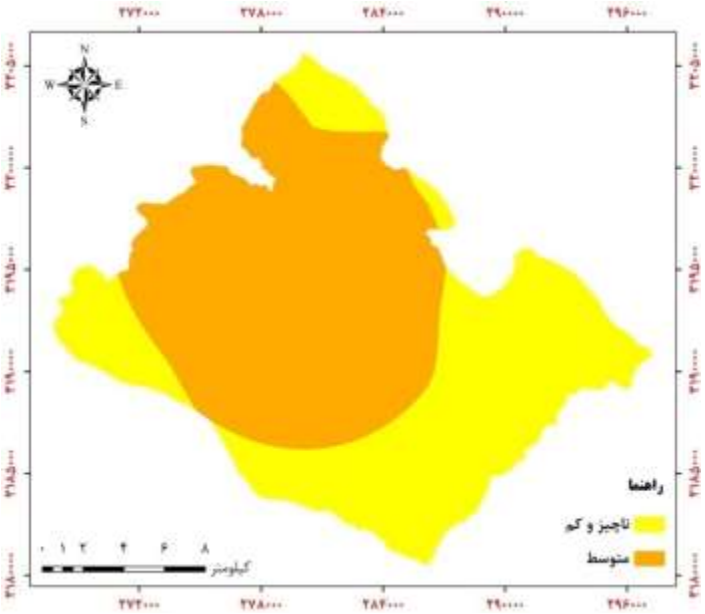
جدول (۹) مساحت و درصد مساحت کلاس‌های خطر بیابان‌زایی معیار آب نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که ۵۰ درصد از منطقه (۱۸۱۱۹/۸۸) هکتار از منطقه را کلاس خیلی شدید در برگرفته است کلاس ناچیز وکم با مساحتی برابر با ۱۵۸۷۳/۷۳ هکتار، ٤٤/٤ درصد از سطح منطقه را پوشش داده است. شکل (۳) نیز نقشه پهنه‌بندی کلاس‌های بیابان‌زایی را بر اساس معیار آب نمایش می‌دهد.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

جدول ۹- مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار آب

Table 9- Area and percentage of desertification classes based on water criteria

کلاس خطر بیابان‌زایی	ناچیز و کم	متوسط	شدید	خیلی شدید
مساحت (هکتار)	۱۵۸۷۳/۷۳	۲۲٤٦/۱۵	۰	۱۸۱۱۹/۸۸
درصد مساحت	٤٤/٤	٦/۲۸	۰	۵۰/۵۸



شکل ۳: نقشه پهنه‌بندی کلاس‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار آب

Figure 3: The zoning map of desertification classes based on water criteria

- معیار اقلیم

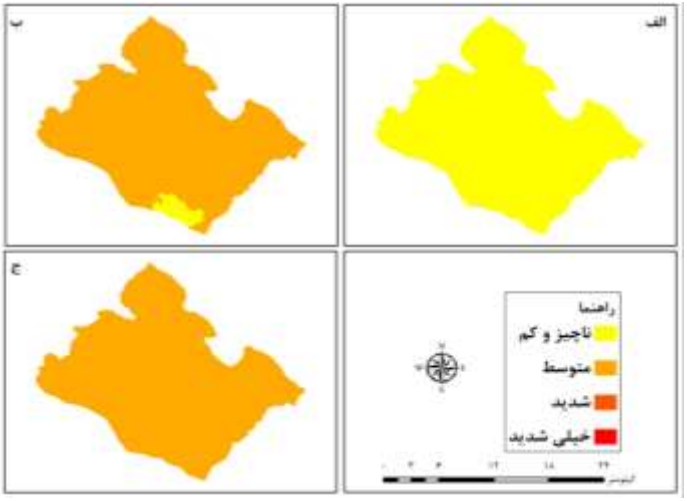
جدول (۱۰) ارزش عددی و کلاس خطر بیابان شاخص‌های معیار اقلیم را نشان می‌دهد. شاخص بارندگی سالانه با مقدار ارزش عددی ۱/۹٦ و طبقه متوسط موثرترین شاخص، همچنین کم‌تاثیرترین شاخص در افزایش خطر بیابان‌زایی شاخص خشکسالی با میانگین هندسی برابر با ۱/٤۵ (کلاس کم و ناچیز) برآورد گردید. وضعیت خطر بیابان‌زایی براساس معیار اقلیم با ارزش عددی ۱/٦۵۱ در کلاس متوسط برآورد گردید.

جدول ۱۰-نتایج وزن‌دهی شاخص‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

Table 10- Results of weighting desertification indices based on climate criteria

شاخص	بارندگی سالانه	خشکی	خشکسالی
ارزش عددی	۱/۹٦	۱/٤۵	۱/٦
طبقه بیابان‌زایی	متوسط	کم و ناچیز	متوسط

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026



شکل ٤: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی شاخص‌های معیار اقلیم، الف: خشکی، ب: بارندگی، ج: خشکسالی

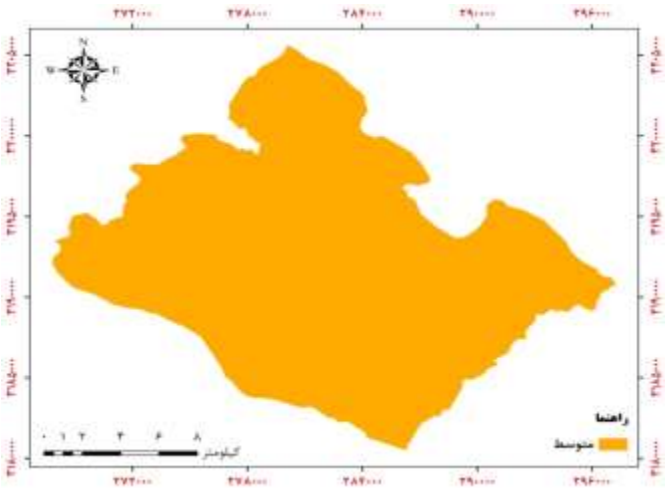
Figure 4: Mapping the risk of desertification of the climate criterion, A: Drought, B: Rainfall, C: Drought

نتایج پهنه‌بندی کلاس‌های معیار اقلیم بر اساس مساحت و درصد مساحت در جدول (۱۱) و شکل (۵) نشان داده شده است. بر این اساس ۱۰۰ درصد از منطقه معادل ۳۵۷٤۷/۲۳ هکتار از منطقه در کلاس متوسط خطر بیابان‌زایی قرار گرفته است.

جدول ۱۱- مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

Table 11- Area and percentage of desertification classes based on climate criteria

کلاس خطر بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
متوسط	۳۵۷٤۷/۲۳	۱۰۰



شکل ۵: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

Figure 5: Desertification hazard zoning map based on climate criteria

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

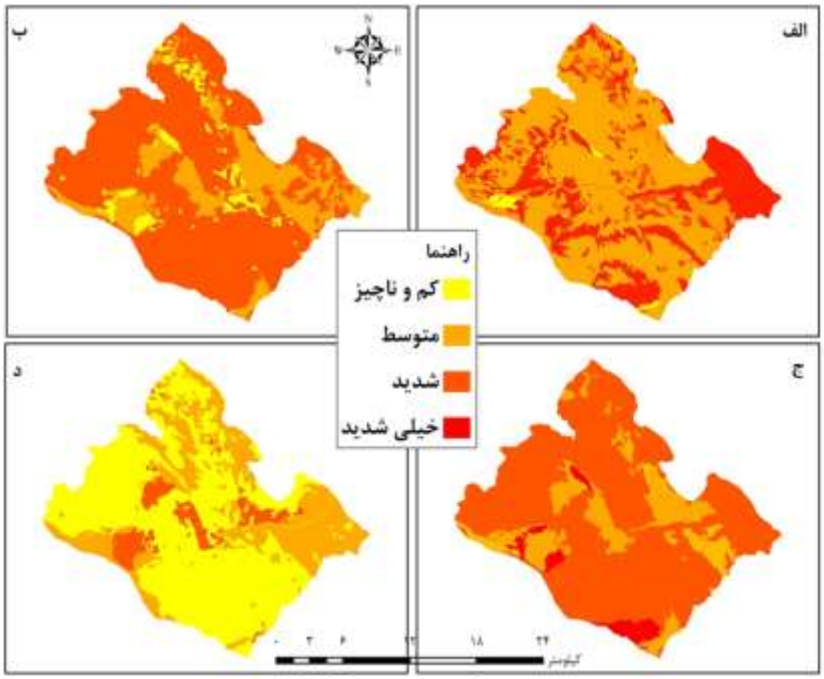
- معیار خاک

نتایج ارزش‌دهی شاخص‌های خاک به‌دست آمده در جدول (۱۲) و شکل (٦) نشان داده شده است. بر این اساس شاخص درصد سنگ و سنگریزه با مقدار ارزش عددی ۲/۸۲ (کلاس خطر شدید) از بیش‌ترین خطر بیابان‌زایی برخوردار بوده است سپس دو شاخص بافت و عمق خاک نیز در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار داشته‌اند و در نهایت شاخص هدایت الکتریکی با مقدار ارزش عددی ۱/٤۷ در کلاس متوسط خطر بیابان‌زایی قرار گرفت. همچنین میانگین ارزش عددی محاسبه شده برای معیار خاک منطقه مورد مطالعه ۲/۲٤ (خطر متوسط) برآورد گردید.

جدول ۱۲- نتایج وزن‌دهی شاخص‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار خاک

Table 12- Results of weighting desertification indexes based on soil criteria

شاخص	عمق خاک	بافت خاک	٪ سنگ و سنگریزه	هدایت الکتریکی
ارزش عددی	۲/٦۲	۲/٦	۲/۸۲	۱/٤۷
طبقه بیابان‌زایی	شدید	شدید	شدید	متوسط



شکل ٦: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی شاخص‌های معیار خاک. الف: بافت، ب: عمق، ج: سنگ و سنگ‌ریزه، د: هدایت الکتریکی

Figure 6: Dangerzoningmap of soil desertification, A: Texture, B: Depth, C: Stone and Crushed, D: Electric conduction

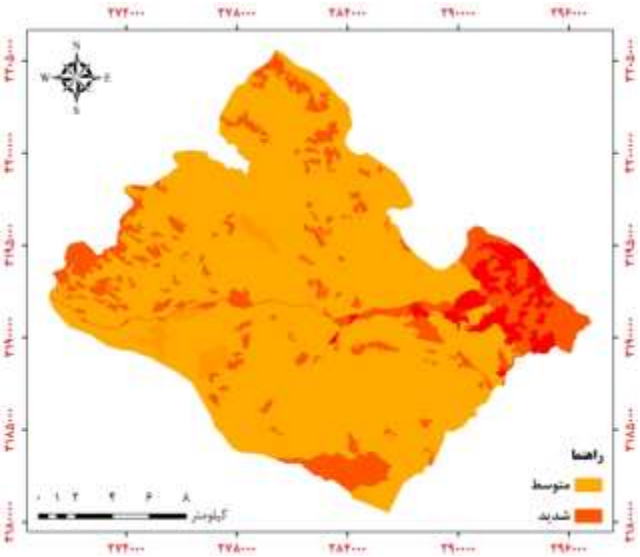
نتایج پهنه‌بندی کلاس‌های معیار خاک بر اساس مساحت و درصد مساحت در جدول (۱۳) و شکل (۷) نشان داده شده است. بر این اساس افزون بر ۸۰/۸۳ درصد از منطقه در کلاس متوسط خطر بیابان‌زایی قرار گرفته و بقیه منطقه مورد مطالعه را به مقدار ٦۸٤۹/۷۲ هکتار کلاس شدید بیابان‌زایی به‌خود اختصاص داده است.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

جدول ۱۳- مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار اقلیم

Table 13- Area and percentage of desertification classes based on climate criteria

کلاس خطر بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
متوسط	۲۸۸۹۷/۵۱	۸۰/۸۳
شدید	٦٨٤٩/٧٢	١٩/١٦



شکل ۷: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی بر اساس معیار خاک

Figure 7: Desertification hazard zoning map based on soil criteria

- معیار پوشش گیاهی

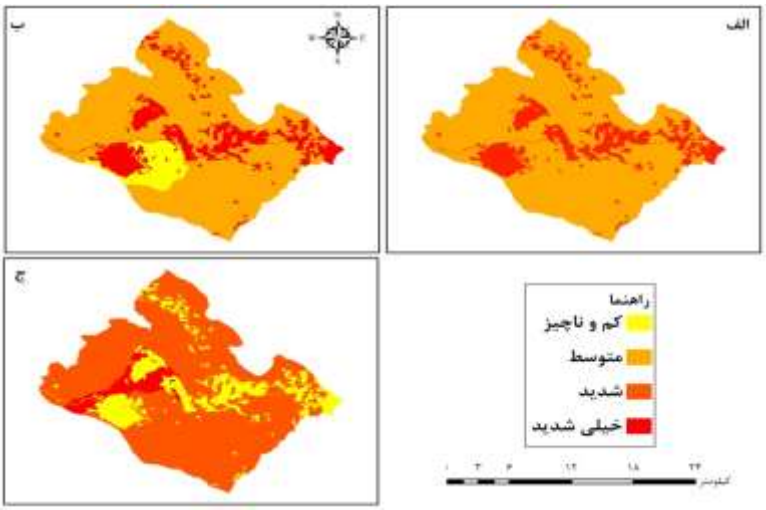
نتایج حاصل از ارزش عددی شاخص‌های دخیل در معیار پوشش گیاهی جدول (١٤) نشان می‌دهد که بیش‌ترین خطر بیابان‌زایی در شاخص بهره‌برداری از پوشش با میانگین ارزش عددی ۲/۸۱ و کم‌ترین خطر در شاخص تجدید پوشش گیاهی با مقدار ارزش عددی ۲/٤٨ (کلاس متوسط) برآورد گردیده است. همچنین میانگین ارزش عددی معیار پوشش گیاهی ۲/٦٦ (کلاس شدید) به‌دست آمد. شکل (۸) نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی شاخص‌ها را نمایش می‌دهد.

جدول ١٤- نتایج وزن‌دهی شاخص‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار پوشش گیاهی

Table 14- results of desertification indicators weighting based on vegetation criteria

شاخص	ارزش عددی	طبقه بیابان‌زایی
وضعیت پوشش گیاهی	٢/٧٤	شدید
بهره‌برداری از پوشش گیاهی	٢/٨١	شدید
تجدید پوشش گیاهی	٢/٤٨	متوسط

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026



شکل ۸: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی معیار پوشش گیاهی. الف) وضعیت پوشش گیاهی، ب) تجدید پوشش گیاهی، ج) بهره‌برداری از پوشش گیاهی

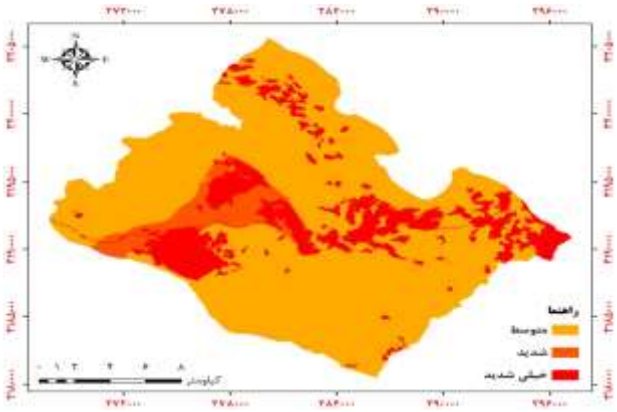
Figure 8: Desertification risk map of vegetation criteria. A) vegetation status, B) vegetation renewal and C) vegetation exploitation

نتایج پهنه‌بندی کلاس‌های معیار پوشش‌گیاهی در جدول (۱۵) و شکل (۹) نشان داده شده است. بر این اساس ۷۷/۵۸ درصد از منطقه (۲۷۷۳٤/۲٦ هکتار) در کلاس متوسط خطر بیابان‌زایی و ۱٦/۸۳ درصد از منطقه معادل ٦۰۱۸/۱ هکتار در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار گرفته است.

جدول ۱۵- مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی بر اساس معیار پوشش گیاهی

Table 15- Area and percentage of desertification classes based on vegetation criteria

کلاس خطر بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
متوسط	۲۷۷۳٤/۲٦	۷۷/۵۸
شدید	۱۹۹٤/۸۷	۵/۵۸
خیلی‌شدید	٦۰۱۸/۱	۱٦/۸۳



شکل ۹: نقشه پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی بر اساس معیار پوشش گیاهی

Figure 9: Desertification hazard zonation map based on vegetation criteria

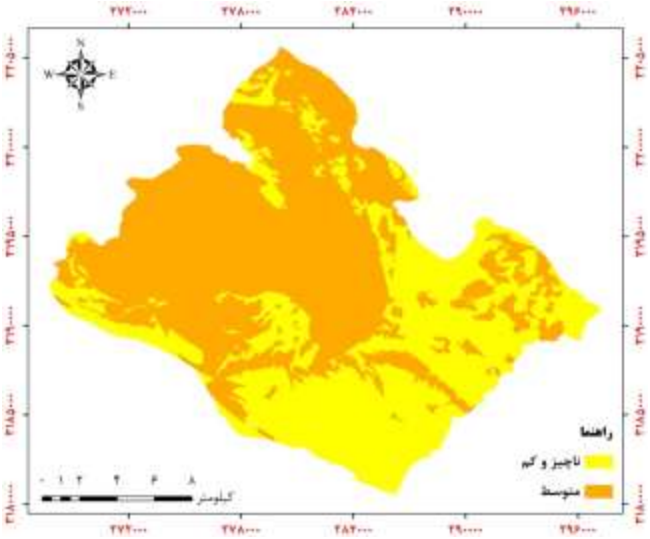
Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

جدول (١٦) و شکل (١٠) نتایج حاصل از پهنه‌بندی خطر نهایی منطقه را نشان می‌دهد. بر این اساس بیش‌ترین وسعت منطقه با مقدار ٢٠٣١٠/٤٥ هکتار (٥٦/٨١ درصد) در کلاس متوسط. همچنین ٤٣/١٨ درصد از منطقه (١٥٤٣٦/٧٨ هکتار) در کلاس خطر بیابان‌زایی کم و ناچیز قرار گرفت.

جدول ١٦- مساحت و درصد مساحت کلاس‌های بیابان‌زایی نهایی

Table 16- Area and percentage of final desertification classes

کلاس خطر بیابان‌زایی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
ناچیز و کم	١٥٤٣٦/٧٨	٤٣/١٨
متوسط	٢٠٣١٠/٤٥	٥٦/٨١



شکل ١٠: نقشه پهنه‌بندی نهایی خطر بیابان‌زایی

Figure 10: Final zoning map of desertification hazard

نتیجه‌گیری

با توجه به عوامل موثر در تعیین شدت بیابان‌زایی از قبیل اقلیم، پوشش گیاهی، خاک، کیفیت آب زیرزمینی و پس از محاسبه میانگین هندسی کل معیارها، طبقه نهایی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه به‌دست آمد که با توجه به جدول (٤-١٦)، به دو طبقه بیابان‌زایی کم و ناچیز و بیابان‌زایی متوسط طبقه‌بندی گردیده است. طبقات متوسط در حدود ٥٦/٨٪ از کل مساحت که عمدتا در نواحی شمال و شمال‌غربی منطقه و نواحی بیابان‌زایی کم در حدود ٤٣/٢٪ از مساحت کل را دربر می‌گیرد که بیش‌تر در نواحی جنوب و جنوب‌شرقی واقع گردیده‌اند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که از بین چهارده شاخص کلیدی مورد بررسی شاخص هدایت‌الکتریکی آب از معیار آب و سنگ و سنگ‌ریزه از معیار خاک به‌ترتیب با مقادیر ٣/١١ و ٢/٨٢ (کلاس شدید) بیش‌ترین نقش را در افزایش خطر بیابان‌زایی منطقه داشته‌اند. نتیجه به‌دست آمده با نتایج Sepehr et al (2008: 550), Abdi (2007: 57) فیدویه-گرمشت، Shakerian et

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

al (2011: 418) و Razavi (2008: 71) کویر میقان اراک که شاخص هدایت الکتریکی آب را مشابه تحقیق حاضر جز موثرترین شاخص‌های در افزایش بیابان‌زایی (کلاس شدید) برآورد کردند مطابقت دارد. از طرفی شاخص نسبت جذبی سدیم نیز با مقدار ۱/۱ (کلاس کم و ناچیز) کم‌ترین تاثیر را در افزایش خطر بیابان‌زایی منطقه شکرویه داشته است که نتیجه مذکور با نتایج Azadnia (2006: 51) وKarimi (2014: 96) که شاخص نسبت جذبی سدیم را جز کم تاثیرترین شاخص‌ها در افزایش شدت و خطر بیابان‌زایی برآورد نمودند و اظهار داشتند که شاخص مذکور از کم‌ترین تغییرات مکانی و زمانی نسبت به عوامل محیطی و تاثیرگذار برخوردار است، همسو می‌باشد. نتایج حاصل گویای آن است که مهم‌ترین شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه شکرویه استان فارس به‌ترتیب اهمیت، هدایت الکتریکی آب، سنگ و سنگ‌ریزه، وضعیت پوشش، عمق خاک، بافت خاک، تجدید پوشش گیاهی، بهره‌برداری از پوشش گیاهی، کلر آب، بارش سالانه، افت آب زیرزمینی، خشکسالی، هدایت الکتریکی خاک، خشکی و نسبت جذبی سدیم آب بودند.

از بین معیارهای بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه (شکرویه)، معیار پوشش گیاهی غالب می‌باشد به‌طوری که با متوسط وزنی ۲/٦٦ در کلاس شدید خطر بیابان‌زایی طبقه‌بندی گردید و پس از آن معیار آب با متوسط وزنی ۲/۲٤ با کلاس متوسط در رتبه بعدی قرار گرفت. همچنین معیار اقلیم با کم‌ترین مقدار (۱/٦٥۱) در کلاس خطر کم و ناچیز قرار گرفت. دستاوردهای پژوهش حاضر نشان می‌دهد که وضعیت پوشش گیاهی بیش‌ترین تاثیر را در افزایش خطر بیابان‌زایی منطقه داشته است لزوم توجه به عامل بیولوژیکی، توسعه و حفاظت بیولوژیکی منطقه شکرویه محرز می‌باشد، چه بسا مدیریت و اجرای پروژه‌های بیولوژیکی توسط سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی و مشارکت مردمی می‌تواند در کاهش خطر بیابان‌زایی و بهبود وضعیت معیار پوشش گیاهی نقش مهمی را ایفا کند.

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

References

- Abdi, J., (2007), "Investigation and preparation of desertification map based on IMDPA model with emphasis on two criteria of water and soil (Abizide Abad area)", Master's thesis, Faculty of Natural Resources: University of Tehran. [In Persian].
- Ahmadi, H., (2004), "Compilation of comprehensive services and methodology for determining criteria and indicators of desertification assessment in Iran", ***Final Report of the Natural Resources Faculty of Tehran University***: 231. [In Persian].
- Aslinezhad, N., Pahlavanravi, A., Basirani, N., Ebrahimi, M., Kharazmi, R., (2014), "Assessment of land degradation and desertification with Use of IMDPA model (Case study; Chah-hashm Plain, Iran)", ***Int. J. Adv. Biol. Biom.* Res**, 2 (10): 2644-2650.
- Azadenya, F., (2006), "Investigating the criteria of soil and water in the desertification of the Ain-Hosh-Dehloran (Abu Ghrayv plain)", Master's thesis, Faculty of Natural Resources: University of Tehran. [In Persian].
- Giordano L, F., Giordano, S., Grauso, M., Lannetta, M., Scicortino, G., Bonnati, F., Borfecchia., (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, 1 septamer 2002.
- Habibipour, A., Kobra, H., Talebi, A., (2013), "Investigation of desertification status using IMDPA model with emphasis on hydrological and wind cultures (Case study: Behbad region, Yazd province)", ***Geography and Planning Environment***, 25 (2): 151-167. [In Persian].
- Karimi. K., (2014), "Investigation of trend and forecasting desertification of Dasht Abbas using neural network (with emphasis on biophysical factors)", Master's Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. [In Persian].
- Khosravi, H., (2011), "Providing monitoring model and early warning system for desertification (Case study: Kashan district)", Ph. D., thesis Faculty of Natural Resources: University of Tehran. [In Persian].
- Ladisa, G., Todorovic, M., Trisorio_liuzzi, G., (2002), "Characterization of area sensitive to desertification in Southern Italy", ***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, 1 septamer 2002.
- Maskooni, E. K., Kamali, M. A., Amiri, I., Zare, M., Goraghani, K. S., (2015), "Study of desertification status using IMDPA model with emphasis on water, soil and vegetation criteria (Case study: Faryab-Kerman Province)", ***In Biological Forum***, 7 (1): 1149.
- Masoodi, R., (2010), "Early warning system for desertification on the basis of two factors for water and climate (case study: kashan plain)", Master's Degree, Faculty of Natural Resources, University of Tehran. [In Persian].
- Melchiade, B., (2009), "Secretariat of the convention to combat desertification", ***CSD-17 Intergovernmental Preparatory Meeting Panel on Desertification***, New York, 2009 February 26.
- Mombeni, M., Karamshahi, A., Graee Azadnia, F., Khosravi, H., (2015), "Assessing Current state of desertification based on water, climate and soil indicators using IMDPA model (Case study: Dashte Abbas)", ***JWSS***, 19 (72): 349-359. [In Persian].
- Nateghi, S., Zahtabian, Gh., Ahmadi, H., (2009), "Evaluation of desertification intensity in Segzi plain using IMDPA model", ***Journal of Range and Watershed Management***, 62 (3): 419-430. [In Persian].

Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir at 2:42 IRST on Thursday January 29th 2026

- Razavi, M., (2008), "Comparison of geometric averaging with an account in the estimation of desertification intensity using the IMDPA model (case study: Meqan desert of Arak)", Master's dissertation, Faculty of Natural Resources: University of Tehran. [In Persian].
- Santini, M., Caccamo, G., Laurenti, A., Noce, S., Valentini, R., (2010), "A multi-component GIS framework for desertification risk assessment by an integrated index", ***Applied Geography***, 30 (3): 394-415.
- Sepehr, A., Moayeri, M., ekhtesasi, M. R., Aghajani, S., (2008), "A study of the Medallus method for providing a regional model for the evaluation and preparation of desertification map", ***Journal of Natural Resources of Iran***, 61 (3): 554-537. [In Persian].
- Shakeriyan, N., Zahtabiyan, G., M., Azrnivand, H., Khosravi, H. (2011), "The current status of desertification in Jarghouyeh region of Isfahan using IMDPA model (with emphasis on water, soil and vegetation criteria)", ***Journal of Range and Watershed Management***, Volume 64 (4): 421-411. [In Persian].
- Tabatabayefar, S., M., Zahtabian, G., Rahimi, M., Khosravi, H., Niko, S., (2013), "Assessment of the effect of time variation of climatic conditions and groundwater condition on the severity of desertification of Garmsar plain", ***Journal of Desertification Management***, 2: 49-39. [In Persian].
- Zahtabian, Gh., R., Ahmadi, H., Khosravi, H., Rafi Imam, AS., (2005), "A method for preparing a plan for bleeding beyond the medallus model in Iran", ***Desest Magazine***, 1: 220-205. [In Persian].
- Zakerinejad, R., Masoudi, M., (2010), "Assessment of soil in criteria Indices for desertification with IMDPA Model and GIS (Case study: Mazayijan Iran)", ***Research Juornal of Biological Sciences***, 5:116-117.
- Zolfaghari, F., Shahriari, S., Fakhireh, A., (2012), "Evaluation of the effect of vegetation coverage on the land destruction process based on the IMDPA model with the help of GIS (Case study: Sistan plain)", ***Application of Remote Sensing and GIS in Resource Science Natural***, 4 (1): 69-77. [In Persian].