نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال دهم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٢

صفحات ٢٠٩ – ٢٢٤

ارزیابی شدت بیابان‌زایی در دشت مرادآباد–سراوان با استفاده از مدل Albedo-NDVI

زیبا یوسفی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و کنترل بیابان، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران.

حسین جهانتیغ؛ استادیار اقلیم شناسی، مجتمع آموزش عالی سراوان، سراوان، ایران.

فرهاد ذوالفقاری[1]؛ استادیار بیابان زدائی، مجتمع آموزش عالی سراوان،سراوان، ایران.

دریافت مقاله :۱۴۰۲/۰۵/۱۸ پذیرش نهایی:۱۴۰۲/۰۹/۰۷

چکیده

پایش پدیده بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک باتوجه به افزایش روزافزون این پدیده، یکی از نگرانی‌های اساسی جوامع درگیر مسئله بیابان‌زایی است. ازطرفی شناخت مناطق در معرض خطر جهت مدیریت این پدیده در کم‌ترین زمان ممکن و حداقل هزینه از ضروریات است. هدف از این مطالعه، تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی در دشت مراد آباد سراوان با استفاده از مدل Albedo-NDVI است. برای تهیه دو شاخص مورد اشاره پس از تصحیحات لازم بر روی تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ دو شاخص Albedo و NDVI در نرم‌افزار Erdas Imaging استخراج گردید. برای بررسی رابطه بین دو شاخص مورد بررسی تعداد ۲۰۰ پیکسل متناظر از هر شاخص انتخاب و رگرسیون خطی بین آن‌ها تشکیل گردید. بر اساس ضریب شیب خط رگرسیون، معادله تعیین شدت بیابان‌زایی بدست آمد و بر اساس ضریب شکست طبیعی جنکس نقشه شدت بیابان‌زایی تهیه شد. برای ارزیابی دقت مدل با مطالعات قبلی بر اساس مدل میدانی IMDPA، ماتریس بهم ریختگی بین ۱۰۰ نقطه متناظر ایجاد شد. نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین دو شاخص NDVI و Albedo نشان داد که این دو شاخص با یکدیگر همبستگی منفی بالایی دارند (r = -۰/۸۵). نتایج حاصل از طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی بر اساس این مدل نشان داد که ۳۵ درصد منطقه در کلاس خیلی شدید و تنها ۵ درصد منطقه بدون تخریب قرار دارد. مقدار دقت مدل با ضریب کاپا (۰/۵۸) بیانگر دقت خوب مدل می‌باشد. لذا پیشنهاد می گردد جهت پایش مناطق مستعد فرسایش بادی و تولید گرد و غبار در کشور از این مدل استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: تخریب سرزمین، شاخص Albedo و NDVI، دشت مراد آباد، سنجش از دور، رگرسیون خطی.

[1]. نویسنده مسئول: Email: Zol.farhad@gmail.com

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

مقدمه

بیابان‌زایی از مهم‌ترین مخاطرات طبیعی است که اکوسیستم‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک و حتی مناطق مرطوب را تهدید می‌کند. به‌همین صورت می‌توان تخریب اراضی را که پدیده‌ای پیچیده است و منجر به کاهش باروری خاک می‌شود و عامل اصلی بیابان‌زایی مطرح نمود (Ya et al., ۲۰۱۸). تخریب خاک و پوشش گیاهی و نیز برآیند منفی فرایندهای بیوفیزیکی و اقتصادی_اجتماعی را می‌توان از نتایج تخریب اراضی دانست (Guo et al., ۲۰۲۰). مورد شدید تخریب زمین بیابان‌زایی است که منجر به کاهش بهره‌وری بیولوژیکی و اقتصادی اراضی می‌شود (UNCCD, ۲۰۱۰). در هر منطقه با بازبینی شرایط اقلیمی، خاک‌شناسی، ژئومورفولوژیکی و... فاکتورهای مؤثر در بیابان‌زایی متفاوت است. برای پی‌بردن به نقش و تأثیر آن‌ها در بیابان‌زایی پژوهش‌های زیادی صورت‌گرفته است که نتیجه آن ارائه مدل‌های گوناگون بیابان‌زایی است. مدل‌سازی بیابان‌زایی در تجسم و پیش‌بینی خطر مورد انتظار محیطی بسیار مهم است. از این مدل‌ها می‌توان مدل‌های فائو- یونپ (Fao-UNEP, ۱۹۸۴)، آسود (Assod, ۱۹۹۰)، گلاسود (GLASSOD,۱۹۹۷)، مدالوس (MEDALUS, ۱۹۹۹)، لادا (LADA, ۲۰۰۰)، گلادا (GLADA, ۲۰۰۵) و... نام برد؛ اما جمع‌بندی همه این مؤلفه‌های تخریب در یک مدل تخریب زمین یا بیابان‌زایی با ابهام زیادی روبه‌رو بوده است (Jafari and Bakhshandehmehr., ۲۰۱۶). در ایران هم تلاش‌های صورت گرفته برای بررسی و ارزیابی بیابان‌زایی، باعث ایجاد مدل ایرانی ارزیابی پتانسیل‌های بیابان‌زایی یا IMDPA شده است (رایگانی و همکاران، ۱۳۹۲). ازآنجایی‌که سطح قابل ملاحظه‌ای از ایران در خطر بیابان‌زایی است، مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح برای این زمینه‌ها لازمه‌ی شناخت علت‌ها، شاخص‌ها و معیارهای بیابان‌زایی است. در اکثر کشورها از جمله کشور ایران برای تهیه نقشه بیابان‌زایی از یکی از مدل‌های اشاره شده رایج استفاده می‌شود. بصورتیکه با متعادل‌سازی و اصلاح شاخص‌ها و معیارهای آن با توجه به شرایط ناحیه مورد پژوهش خود، اقدام به تهیه نقشه بیابان‌زایی می‌گردد (Hakimzadeh, ۲۰۱٤). معمولاً برای انجام بررسی‌های زیست‌محیطی از یک‌سری معیارها و شاخص‌های زیست‌محیطی که نشان‌دهنده وضعیت هستند، استفاده می‌شود. این معیارها در قالب مدل‌های متفاوت قرار گرفته و وضعیت موجود را نشان می‌دهند، از این رو از دیرباز سعی بر این بوده است تا با معرفی مدلهای جدید، به شناخت بهتر یک مشکل کمک گردد، که مقوله بیابان‌زایی نیز از این قاعده مستثنی نیست.

میزد و همکاران (Mzid et al., ۲۰۲۱) در تحقیق خود بر این موضوع تأکید نمودند که استفاده از داده-های طیفی ماهواره‌ای از کارایی مناسبی برای شناسایی تخریب خاک برخوردار است. وانگ و همکاران (Wang et al.,۲۰۱۵) خطر بیابان‌زایی را با مدل فازی در چین مورد بررسی قرار دادند. آنها شاخص‌های تحقیق را در چهار دستهٔ خطر، وضعیت، حساسیت و برگشت‌پذیری دسته‌بندی کردند، سپس لایه‌ها با الگوریتم خطی، فازی شدند. نتیجه تحقیق آنها نشان داد که بین نقشهٔ نهایی خطر بیابان‌زایی و شدت تخریب زیست‌توده، ضریب همبستگی ۰/۸۵ وجود دارد. ما و همکاران (Ma et al., ۲۰۱۱) در ارزیابی ساختار مدل Albedo-NDVI جهت مطالعه شدت بیابان‌زایی پس از تجزیه و تحلیل رگرسیون آماری، رابطه کمی بین آلبدو و NDVI در مناطق مختلف، شدت بیابان‌زایی را تعیین نمودند، و نشان دادند که شاخص‌های مدل می‌توانند منعکس کننده سطح بیابان‌زایی پوشش سطح زمین و تغییرات آن باشد. هدل و همکاران (Hadeel et al., ۲۰۱۰) با کاربرد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، مقدار بیابان‌زایی را در استان بصره در بخش جنوبی عراق مورد ارزیابی قرار دادند.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

اطلاعات مربوط به خاک، پوشش گیاهی، آب و هوا و حرکت شن و ماسه با استفاده از نقشه توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای TM مربوط به سال ۱۹۹۰ و +ETM مربوط به سال ۲۰۰۳ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، تغییرات حاصل نشان می‌دهد که ۴۱۸۸/۳ تا ۴۵۵۸/۱ کیلومتر مربع از منطقه دارای شن و ماسه فعال است که مناطق بسیار حساس برای ایجاد بیابان شنی در آن قرار دارد، بخش‌های جنوبی بصره مناطق حساس به بیابان‌زایی هستند که ۱۸/۹ درصد از کل منطقه را در بر می‌گیرد و بخش‌های شمالی دارای حساسیت بسیار کم و کم نسبت به بیابان‌زایی هستند.

ذوالفقاری و عبدالهی (۱۴۰۱) در تحقیقی شدت بیابان‌زایی را بر اساس شاخص‌های طیفی آلبدو (Albedo)، اندازه دانه خاک سطحی (TGSI) و شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI) با استفاده از تصاویر سنتینل در استان سیستان و بلوچستان در مناطق زابل و سوران مورد بررسی قرار دادند نتیجه حاصل از مدل رگرسیون خطی بین دو شاخص NDVI و Albedo نشان داد که این دو شاخص با همدیگر همبستگی منفی دارند میزان ضریب همبستگی در مناطق سوران و زابل برابر با ۰/۷۶ و ۰/۸۱ بود و با افزایش میزان شاخص NDVI از میزان شاخص آلبدو کاسته می‌شود. همچنین نتایج مدل رگرسیون خطی بین دو شاخص TGSI و Albedo نشان داد که این دو شاخص با همدیگر رابطه مثبتی داشته و میزان ضریب همبستگی برای مناطق سوران و زابل به ترتیب برابر با ۰/۷۸ و ۰/۸۱ است و با افزایش میزان شاخص TGSI بر میزان شاخص آلبدو افزوده می‌شود. هاشم گلوگردی و همکاران (۱۴۰۰) وضع بیابانی شدن مرکز استان خوزستان را با استفاده از مدل TGSI و Albedo مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از تصاویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست شاخص‌های ذکر شده محاسبه گردید و معادله طبقه‌بندی بر اساس شیب خط برازش داده شده به دست آمد. سپس با اعمال طبقه‌بندی شکست طبیعی بر روی شاخص بیابان‌زایی، طبقه‌های مختلف بیابان‌زایی و همچنین مقادیر کمی برای نمونه‌های تصادفی حاصل شد و نقشه وضعیت بیابان‌زایی به دست آمد. نتایج نشان داد که حدود ۷۰٪ منطقه دچار بیابان‌زایی شدید و ۱۸/۳٪، ۸/۳ درصد و ۴/۱درصد منطقه به ترتیب در طبقه‌های بیابان‌زایی متوسط، کم و بدون بیابان‌زایی، واقع شده‌اند.

نیک‌پور و همکاران (۱۳۹۷) روند تغییرات پوشش گیاهی را در راستای تعیین تخریب سرزمین در استان ایلام مورد بررسی قرار دادند، روند شیب تغییرات و معناداری شیب تغییرات پوشش گیاهی برای دوره زمانی ۱۷ ساله نشان داد که کانون بیشترین روند شیب تغییرات کاهشی در شاخص NDVI در تمام نیمه غربی محدده مورد مطالعه، و کانون بیشترین روند شیب تغییرات افزایش در شاخص NDVI در مرکز و شرق محدوده مورد مطالعه بوده است و تغییرات در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار هستند. کوهبنانی و همکاران (۱۳۹۶) برای پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی از رویکرد منطق فازی استفاده نمودند، آنها در این پژوهش پس از تعیین واحدهای کاری، نمونه‌های میدانی در محیط‌های همگن برداشت و با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و کریجینگ به تهیهٔ نقشه‌های رقومی در محیط GIS پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که تقریباً ۱۴/۵ درصد از عرصه ی مورد مطالعه در شدت بالای تخریب و ۳/۵ درصد هم در شدت خیلی زیاد قرار دارد. حبیبی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان بررسی میزان بیابان‌زایی در رخساره‌های ژئومورفولوژی با استفاده از سیستم‌های جغرافیایی در استان خوزستان، نشان دادند که ۵۳/۷ درصد از کل ناحیه در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی، ۳۶/۳ درصد در کلاس شدید بیابان‌زایی و ۹/۸ درصد در کلاس متوسط از حیث میزان بیابان‌زایی قرار دارند که منطبق با اراضی کویری، سطوح تپه ماسه‌ای، فرسایش آبراهه‌ای و مخروط‌افکنه، دشت ریگی و

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

پادگانه آبرفتی است. شکوهی و همکاران (۱۳۹۱) برای پهنه‌بندی وضع بیابان‌زایی ناحیه خضرآباد اله آباد دشت یزد با استفاده از مدل IMDPA، دو معیار آب و خاک را با ۱۰ شاخص برای ارزیابی حساسیت زمین‌های دشت یزد به بیابان‌زایی مورد ارزیابی قرار دادند.

بر اساس بررسی منابع صورت‌گرفته می‌توان نتیجه گرفت که با توسعه فناوری سنجش از دور، یکی از ابزارهای نوین در مطالعه توزیع پوشش گیاهی، سنجش از دور است که در زمینه کمّی‌سازی عوامل مؤثر بر توزیع مکانی پوشش گیاهی در مساحت‌های بزرگ کاربرد وسیعی دارد (Ranjbar et al., ۲۰۲۰). پوشش گیاهی یکی از پرکاربردترین شاخص‌ها برای پایش تخریب اراضی می‌باشد، شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI[۲]) که به‌دلیل حساسیت آن نسبت به حضور، تراکم و وضعیت پوشش گیاهی بسیار اهمیت دارد، در این زمینه به‌عنوان مهم‌ترین شاخص مورد استفاده قرار می‌گیرد (Liu et al., ۲۰۱۷). شاخص ذکرشده یک شاخص عددی است که می‌تواند با اندازه‌گیری‌های سنجش از دور بررسی گردد. این شاخص برای تخمین پوشش گیاهی و نظارت بر تغییرات آن در طول زمان و مکان مورد استفاده قرارمی‌گیرد، ازاین‌رو در این پژوهش از شاخص NDVI به‌عنوان شاخص تغییر پوشش گیاهی و بیابان‌زایی استفاده شد؛ تحقیق حاضر در نظر دارد با استفاده از مدل Albedo-NDVI به ارزیابی پدیده بیابان‌زایی در دشت مراد آباد استان سیستان و بلوچستان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین کانون‌های بیابان‌زایی در کشور بپردازد. و نتایج حاصل از مدل Albedo-NDVI که بر مبنای سنجش از دور حاصل می گردد را با نتایج حاصل از مدل میدانی IMDPA که در منطقه صورت گرفته است با تشکیل یک ماتریس بهم ریختگی مورد ارزیابی قرار دهد. بررسی-های صورت گرفته در نقاط مختلف نشان می‌دهد که استفاده از فناوری‌های سنجش از دور می‌تواند برای شناسایی مناطق در معرض خطر جهت تدوین اقدامات پیشگیرانه و هدایت پیشگیری و کنترل بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گیرد. لذا با توجه به تفاوت در خصوصیات مختلف زمین و پوشش گیاهی در مناطق خشک به دلیل ماهیت ذاتی این مناطق و گستردگی مناطق خشک در کشور بررسی شدت تخریب و بیابان زائی بر اساس شاخص‌های پوشش گیاهی و آلبدو در نقاط مختلف ایران و تعین دقت آن برای دست‌یابی به بهترین روشهای تعیین شدت بیابان زائی ضروری است.

داده‌ها و روش کار

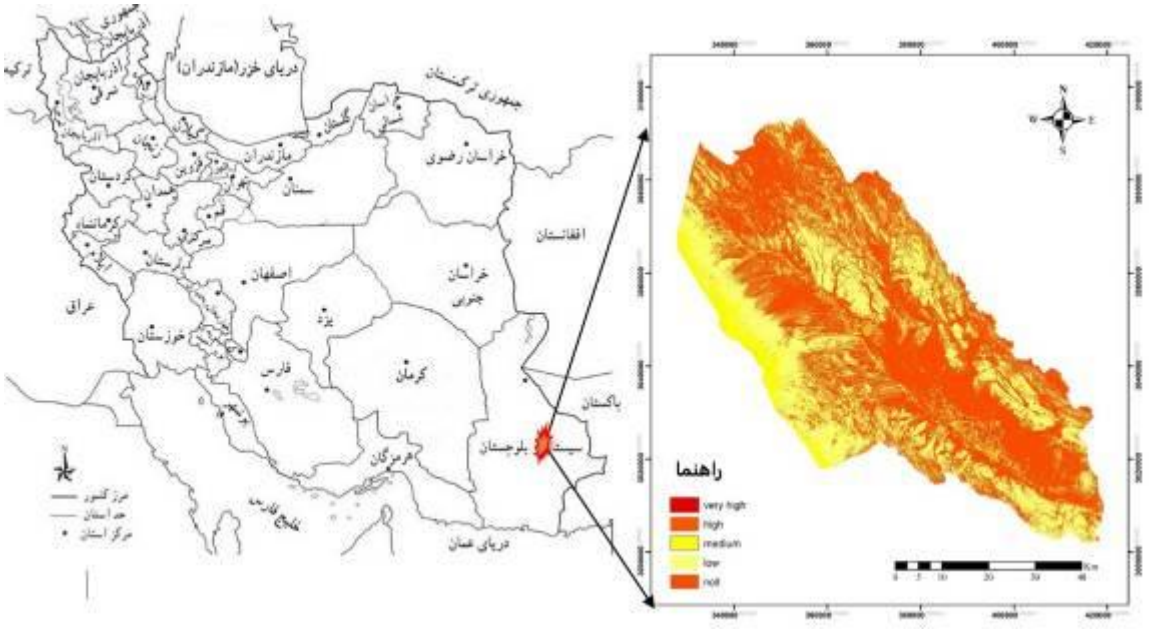
- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

تحقیق حاضر در منطقه دشت مراد آباد شهرستان سیب و سوران با مساحت ۶۴۴۴۶ هکتار انجام گرفته است، این منطقه در قسمت جنوب شرق مرکز استان سیستان و بلوچستان (شهرستان زاهدان) و به فاصله ۳۳۵ کیلومتری از آن قرار گرفته است، از نظر موقعیت مکانی منطقه‌ای نسبتاً کوهستانی است و در ارتفاع ۱۲۶۵ متر از سطح دریا که بین ۲۶ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۲۲ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه و ۹ دقیقه تا ۶۳ درجه و ۱۳ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است شکل (۱). منطقه مورد ارزیابی دارای آب و هوای گرم و خشک و کم‌باران است. بر اساس آمار و اطلاعات میانگین سالیانه دمای هوا ۲۲/۰۵ درجه سانتیگراد است. به همین دلیل تیرماه با میانگین ۳۲/۱۸ درجه سانتیگراد گرم‌ترین ماه سال و دی‌ماه با میانگین ۱۰/ ۶۳ درجه سانتیگراد سردترین ماه سال است. در ایستگاه سینوپتیک سراوان تندترین باد در این ایستگاه ازطرف شمال شرق با سرعت ۷۹/۶۹ کیلومتر در ساعت در اردیبهشت و اسفندماه وزیده است. میانگین بارش سالانه در این شهرستان ۱۰۵/۲ میلی‌متر می باشد (Zolfaghari and khosravi.

[۲] . Normalized difference vegetation index

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

۲۰۱۶). این منطقه از دو رژیم بارندگی پیروی می‌کند که عبارت‌اند از رژیم سیستماتیک و رژیم مانسون، رژیم سیستماتیک که خواستگاه آن دریای مدیترانه و دریای سرخ است.



شکل (۱). منطقه مورد مطالعه

- **داده‌های مورد استفاده و روش کار**

گام‌های زیر برای پایش بیابان‌زایی در دشت مراد آباد سوران صورت می‌گیرد.

- گام اول تهیه عکس‌های ماهواره‌ای و انجام عملیات آماده‌سازی عکس‌ها.
- گام دوم محاسبه شاخص‌های NDVI و Albedo بر اساس الگوریتم سبال.
- گام سوم تهیه نقشه میزان بیابان‌زایی منطقه و به دست آوردن معادله شدت بیابان زائی.
- گام چهارم بررسی دقت نقشه تهیه شده با کنترل نقاط حاصل از مطالعات مدل IMDPA با تشکیل ماتریس به‌هم‌ریختگی.

در گام اول این پژوهش اطلاعات ماهواره لندست ۸ مربوط به سنجنده OLI سال ۱۳۹۸ مربوط به ماه مرداد (مسیر ۱۵۶ ردیف ۴۱) که هوا کاملا صاف و بدون ابر بود انتخاب و از سایت http://glovis.usgs.gov دانلود و مورد استفاده قرار گرفت.

جهت کارایی مناسب تصاویر و کاهش خطای سنجنده و همچنین افزایش میزان کیفیت تصاویر قبل از محاسبه شاخص‌های موردنیاز ابتدا مقدار DN برای تک‌تک باندها به رادیانس و سپس به بازتابندگی طیفی پینا و همکاران (Pina et al., ۲۰۱۶) تبدیل گردید که این عملیات بر اساس روابط ارایه شده در کتابچه راهنمای لندست ۸ (۲۰۱۵ Landsat ۸.) انجام شد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

در گام دوم شاخص‌های مورد مطالعه محاسبه گردید، شاخص‌های پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده (NDVI) از جمله مهم‌ترین این شاخص‌ها است که به‌صورت نسبت بین انعکاس اندازه‌گیری شده در باند قرمز مرئی VIS[۳] و مادون‌قرمز نزدیک NIR[۴] تعریف می‌گردد و به دلیل اینکه بیشتر تحت‌تأثیر جذب کلروفیل در پوشش‌های سبز برگ‌دار و تراکم پوشش گیاهی بوده و همچنین در باندهای قرمز و مادون‌قرمز نزدیک، تناقض بین پوشش گیاهی و خاک در بیشترین سطح خود می‌باشد انتخاب گردید کای و همکاران (Cai et al., ۲۰۱۰). این شاخص بر اساس رابطه (۱) برآورد گردید.

رابطه (۱).

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

که: NDVI شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده، VIS : باند قرمز، NIR: باند مادون‌قرمز نزدیک است.

شاخص مهم بعدی آلبدوی سطحی است که به‌صورت نسبت انرژی الکترومغناطیس انعکاس یافته از سطح خاک و گیاه بر انرژی فرودی بر آن سطح تعریف می‌شود. میزان آلبدوی سطحی با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید (Allen et al., ۲۰۰۲).

رابطه(۲).

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa}-\alpha_{path-radiance}}{\tau_{sw}2}$$

در این رابطهα_{toa} : آلبدوی بالای اتمسفر که از طریق رابطه (۳ تا ۷) قابل محاسبه است آلن و همکاران (۲۰۰۲). τ_{sw}: قابلیت عبور اتمسفری؛ $\alpha_{path-radiance}$: آلبیدوی ناشی از رادیانس مسیر است که عبارت است از میانگین بخشی از رادیانس فرودی خورشیدی برای تمام باندها که قبل از رسیدن به سطح زمین به سمت سنجنده پراکنده می‌شود و مقادیر آن در محدوده ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۴ است که بر اساس مدل سبال مقدار آن ۰/۰۳ پیشنهاد و در این تحقیق از آن استفاده شده است (Allen et al., ۲۰۰۲).

محاسبه آلبدوی بالای اتمسفر (α_{toa}) بر اساس رابطه (۳) محاسبه می گردد.

رابطه (۳).

$$\alpha_{toa} = \sum(\omega_\lambda * \rho_\lambda)$$

که در آن: ω_λ: ضرایب وزن‌دار برای باندهای غیرحرارتی، ρ_λ: میزان بازتابندگی طیفی هر باند که بر اساس رابطه ۴ و ۵) محاسبه می گردد.

رابطه (۴).

$$\rho\lambda' = M_P \times Q_{cal} + A_P$$

رابطه (۵).

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\sin\theta}$$

$\rho\lambda'$: بازتاب طیفی سیاره ای بالای جو، بدون اصلاح زاویه خورشید. (بدون واحد)، M_P : ضریب بازتاب برای هر باند در فایل متاداده (REFLECTANCEW _ MULT _BAND _n)، Q_{cal} : مقدار ارزش هر پیکسل (DN)، A_P : فاکتور افزایشی بازتابندگی برای هر باند، θ : زاویه ارتفاع خورشیدی از فایل متاداده.

میزان ضرایب وزن‌دار برای باندهای غیرحرارتی که از رابطه (۶) قابل محاسبه است (Allen et al., ۲۰۰۲).

۳. Visible Red Radiation
۴. Near-Infrared Reflectance

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

رابطه (۶).
$$\omega_\lambda = \frac{ESUN\lambda}{\sum ESUN\lambda}$$

که در آن $ESUN_\lambda$، میانگین تابش خورشیدی خارج از اتمسفر برای هر باند و τ_{sw}، قابلیت عبور اتمسفری می‌باشد. که به‌عنوان بخشی از رادیانس فرودی است که توسط اتمسفر انتقال داده می‌شود و بیانگر تأثیرات رخداده در اتمسفر است. با توجه به اینکه این اثر برای تابش فرودی و هم تابش خروجی وجود دارد برای محاسبه آلبدوی سطحی مربع آن در رابطه استفاده می‌شود و برای شرایط آسمان صاف و خشک با استفاده از رابطه (۷) محاسبه می‌شود (Allen et al., ۲۰۰۲).

رابطه (۷).
$$\tau_{sw} = 0.75 + 2 * 10^{-5} * z$$

که در آن؛ z : ارتفاع از سطح دریا بر حسب متر است.

در گام سوم جهت تهیه نقشه بیابان‌زایی در ابتدا میزان شاخص‌های NDVI و Albedo بر اساس رابطه‌های (۸) و (۹) نرمال سازی گردید و پس از آن بین این دو شاخص رگرسیون خطی گرفته شد (Pina et al., ۲۰۱۶; Ma et al., ۲۰۱۱).

رابطه (۸).
$$NDVI_N = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}}\right) \times 100$$

رابطه (۹).
$$Albedo_N = \left(\frac{Albedo - Albedo_{min}}{Albedo_{max} - Albedo_{min}}\right) \times 100$$

در گام چهارم جهت دست‌یابی به معادله شدت بیابان‌زایی ضریب شیب خط حاصل از رگرسیون خطی بین شاخص NDVI و Albedo محاسبه و برای محاسبه میزان شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بر اساس رابطه (۱۰) اقدام گردید پینا و همکاران (۲۰۱۶).

رابطه (۱۰).
$$I = a * NDVI - Albedo$$

در این معادله I شدت بیابان‌زایی و a ضریب شیب خط حاصل از رابطه (۸) بوده که در این پژوهش مقدار آن برابر ۵/۵۶ به دست آمد. از روش شکست طبیعی جنکس[۵] در نرم افزار ArcMap ۱۰.۶ برای طبقه بندی ارزش داده ها به ۵ درجه بیابانزائی استفاده شد. در این تقسیم‌بندی ۵ کلاس شامل ۱- مناطق بدون تأثیر ۲- شدت کم ۳- شدت متوسط ۴- شدت زیاد ۵- شدت خیلی زیاد در بیابان‌زائی ارائه می شود. محققیقن زیادی با موفقیت از این مدل برای طبقه بندی پدیده‌های طبیعی استفاده کرده‌اند (Wei et al., ۲۰۲۰; Lamchin et al., ۲۰۱۷; Pina et al., ۲۰۱۶).

این روش نقاط شکست را بین دسته بندی ها با الگوریتم بهینه شده جنکس، بر اساس طبیعت داده ها و گروه بندی ذاتی آنها شناسایی می کند. همچنین برای ارزیابی میزان دقت نقشه شدت بیابان‌زائی حاصل از مدل Albedo-NDVI که بر اساس داده های سنجش از دور بدست آمد یک ماتریس بهم ریختگی بین نقشه شدت بیابان زائی حاصل از این مدل با مدل IMDPA که در این منطقه بر اساس چهار معیار اقلیم، خاک، فرسایش بادی و پوشش گیاهی توسط کفاش و همکاران (۱۳۹۷) انجام شده بود، ایجاد گردید.

۵ . Natural Breaks Jenks

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

صحّت سنجی (ماتریس جدول توافقی[۶])

برای ارزیابی دقت نقشه شدت بیابان‌زایی تهیه شده بر اساس مدل Albedo-NDVI تعداد ۱۰۰ پیکسل از کلاس‌های مختلف انتخاب و یک ماتریس به‌هم‌ریختگی بین نقشه حاصل از شدت بیابان‌زایی حاصل از مدل IMDPA و نقشه به دست آمده از مدل Albedo-NDVI تشکیل گردید پینا و همکاران (Pina et al., ۲۰۱۶) و دقت طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی در جدول (۲)نشان داده شده است.

جدول (۲): تشکیل ماتریس توافقی

پیش‌بینی Yes	پیش‌بینی No	N= تعداد کل نمونه
FP=۳۲	TN=۷	مشاهده No
TP=۵۱	FN=۱۰	مشاهده Yes

میزان دقت در این جدول بر اساس رابطه (۱۲) برآورد گردید (http://www.dataschool.io/simple-guide-to-confusion-matrix-terminology).

$$Accuracy = (TP + TN)/N$$ رابطه (۱۲).

که دراین‌رابطه TP[۷] واقعیت صحیح یا مثبت است، TN[۸] واقعیت نادرست یا منفی، FP[۹] اشتباه منفی و FN[۱۰] اشتباه مثبت است. نتایج حاصل از تشکیل این ماتریس میزان صحت طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل Albedo-NDVI با نقشه شدت بیابان‌زایی مدل IMDPA حاصل از مطالعات قبلی ضریب کاپای ۰/۵۸ را نشان می‌دهد.

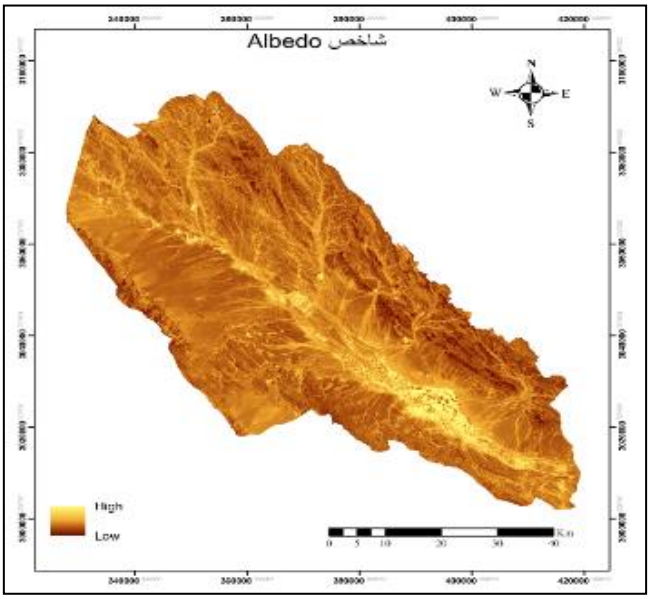
شرح و تفسیر نتایج

- **تعیین شدت بیابان‌زایی با مدل Albedo- NDVI**

نتایج حاصل از ارزیابی و طبقه‌بندی شاخص آلبدوی سطح زمین در منطقه مورد مطالعه با استفاده از شکست طبیعی جنکس بوسیله نرم‌افزار Arc Map۱۰،۶ نشان داد که حداکثر میزان آلبدو برابر ۰/۴ و حداقل آن ۰/۱۹ به دست آمد. بیش از ۶۰ درصد منطقه دارای آلبدوی بیش‌تر از ۰/۲۶ است. هم‌چنین نتایج بیانگر این موضوع است که بیش‌ترین میزان آلبدو در داخل واحدهای کاری محدوده دشت‌های ریگی و مسیل‌های خشک شده که بیانگر کاهش و نابودی پوشش گیاهی است اتفاق افتاده است شکل (۲).

۶- Confusion Matrix
۷. True Positives
۸. True Negatives
۹. False Positives
۱۰. False Negatives

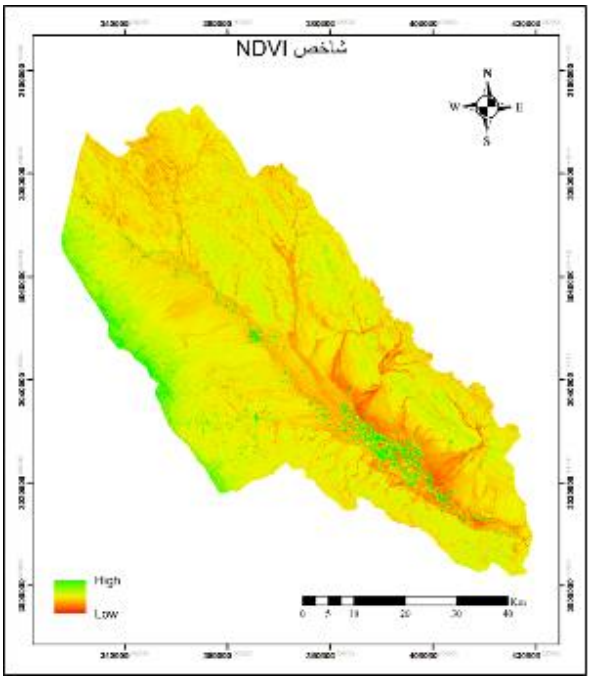
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]



شکل (۲). نقشه پراکنش وضعیت شاخص آلبدو در دشت مرادآباد سراوان

- **ارزیابی شاخص پوشش گیاهی (NDVI)**

نتایج حاصل از ارزیابی و طبقه‌بندی شاخص NDVI منطقه مورد مطالعه بر اساس طبقه‌بندی جنکس با استفاده از نرم‌افزار Arc Map ۱۰،٦ نشان داد که ماکزیمم شاخص NDVI برابر ۰/۶۶ و حداقل این شاخص ۰/۳- در منطقه مورد مطالعه است. نقشه طبقه‌بندی شاخص NDVI نشان داد که در ۶۵/۵۳ درصد از سطح نطقه معادل ۴۲۲۳۲/۰۱ هکتار، دامنه شاخص NDVI بین ۰/۳- تا ۰/۱۴ قرار دارد که نشان از فقر شدید پوشش گیاهی و خاک برهنه است. نقشه حاصل از شاخص NDVI در شکل (۳) نشان داده شده است.

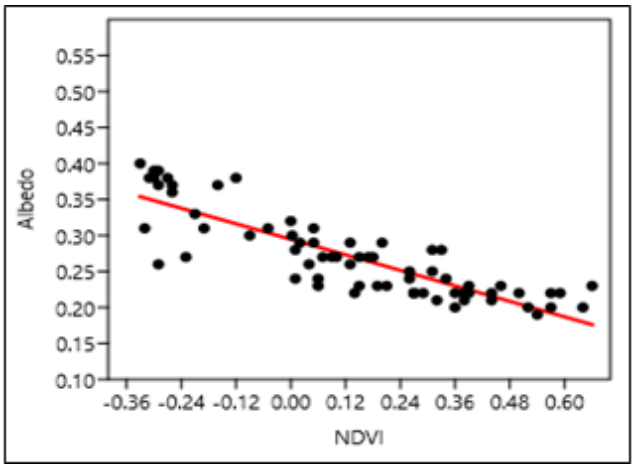


شکل (۳). نقشه پراکنش وضعیت شاخص NDVI در دشت مراد آباد سراوان

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

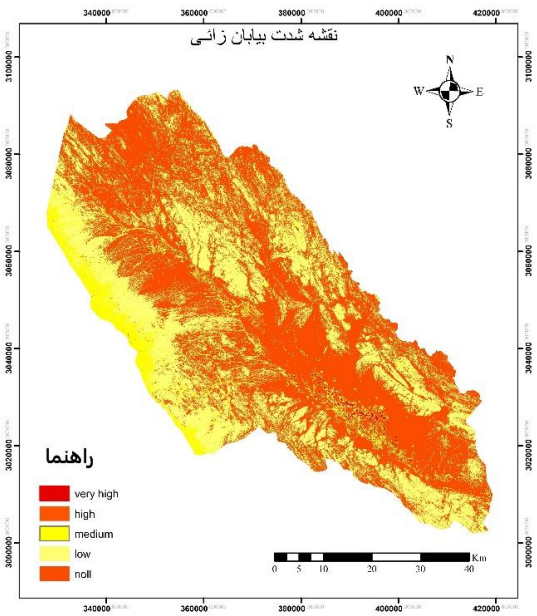
رابطه حاصل از رگرسیون بین شاخص NDVI و Albedo نشان داد که ارتباط و همبستگی بالایی بین این دو شاخص برقرار است رابطه (۱۰) به‌طوری که ضریب تبیین R^2=۰/۷۳ و ضریب همبستگی منفی بین این دو شاخص به مقدار r = -۰/۸۵ وجود دارد شکل (۴).

رابطه (۱۰).
$$Albedo = -0.1796 * NDVI + 0.2947$$



شکل(۴): نتایج حاصل از رگرسیون خطی بین NDVI – Albedo

نتایج ارائه شده در جدول (۱) نشان می‌دهد که حدود ۶۰ درصد مساحت منطقه مورد مطالعه در طبقه شدید و خیلی شدید قرار دارد. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه ۵/۴۱ درصد معادل ۳۴۹۸/۴۸ هکتار در طبقه بدون تخریب و با شدت کم قرار داشت که از این مقدار تنها ۱/۹۸ درصد معادل ۱۲۷۶/۱۱ هکتار در کلاس بدون تخریب قرار دارد شکل (۵).



شکل (۵). نقشه شدت بیابان‌زایی حاصل از معادله $I = a * NDVI - Albedo$

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

در صد مساحت هر یک از کلاس‌های شدت بیابان‌زایی بر اساس مـدل Albedo- NDVI در جـدول (۱) نشـان داده شده است. نتایج نشان می دهد که بیشترین سطح منطقه (۳۵/۳۳ درصد) منطبق با مناطقی است کـه مقـدار شـاخص NDVI خیلی کم بوده است و در طبقه بندی شدت بیابان زائی حاصل از مدل Albedo- NDVI در کلاس خیلی شدید بیابان‌زایی طبقه بندی شده است.

جدول (۱). توزیع فراوانی کلاس های شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل Albedo-NDVI

نام کلاس	مساحت هکتار	درصد مساحت
خیلی شدید	۲۲۷۷۱/۸۹	۳۵/۳۳
شدید	۱۵۶۷۰/۲۶	۲۴/۳۲
متوسط	۲۲۵۱۵/۲۱	۳۴/۹۴
کم و ناچیز	۲۲۱۳/۳۷	۳/۴۳
بدون تخریب	۱۲۷۶/۱۱	۱/۹۸

نتیجه‌گیری

بررسی رگرسیون خطی بین دو شاخص NDVI و Albedo در منطقه مورد مطالعه نشان داد که یک رابطه منفی و قوی (r=۰/۸۵) بین این دو شاخص وجود دارد که با نتایج کارنیلی و همکاران (Karnieli et al., ۲۰۱۴)، پان و لی (۲۰۱۳ .Pan and Li) و پینا و همکاران (Pina et al., ۲۰۱۶) مطابقت دارد. هر گونه افزایش در مقدار شاخص NDVI منجر به کاهش در میزان آلبدو می‌شود و مناطق با آلبدوی بالا بیانگر تخریب پوشش گیاهی و برهنه بودن خاک است.

نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بر اساس مدل Albedo-NDVI بیانگر کلاس شدت بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید در واحدهای کاری خشک‌رودها، دشت‌های ریگی، تپه‌های ماسه‌ای و اراضی کشاورزی و نخلستان‌ها است. هم‌چنین نقشه‌های پراکنش میزان آلبدو و نقشه حاصل از شاخص NDVI نشان داد که در محدوده‌ای از منطقه مورد مطالعه که منطبق با شدیدترین کلاس بیابان‌زایی است، کمترین میزان در شاخص NDVI و بیش‌ترین مقدار در میزان آلبدو رخ داده است. شاخص NDVI از جمله شاخص‌هایی است که به پوشش گیاهی سالم و زنده حساس است. نقشه پراکنش پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI نشان داد که بالغ بر ۶۵ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه در این تحقیق کمتر از ۰/۱۵ است که معادل خاک برهنه است. که با نتایج حاصل از پژوهش کفاش و همکاران (۱۳۹۷) که معیار پوشش گیاهی را یکی از معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در منطقه بر اساس مدل IMDPA بدست آورند و نشان دادند که این معیار درکلاس شدید تخریب قرار دارد، مطابقت دارد. همچنین بر اساس نقشه مربوط به شاخص آلبدوی سطح، همان گونه که انتظار می‌رفت حدود ۶۰ درصد از منطقه دارای میزان آلبدوی بالای ۰/۲۶ است. بررسی رابطه رگرسیون تشکیل شده برای تعداد ۲۰۰ نقطه تصادفی انتخاب شده بین دو شاخص NDVI و Albedo نیز نشان‌دهنده ضریب همبستگی منفی و بالای بین این دو شاخص بود (r =-۰/۸۵). بررسی و ارزیابی نقشه شدت بیابان‌زایی حاصل از دو شاخص Albedo-NDVI نشان می‌دهد که ۹۴/۵۹ درصد منطقه مورد مطالعه دارای شدت بیابان‌زایی خیلی شدید، شدید و متوسط است. از این مقدار حدود ۶۰ درصد از منطقه دارای کلاس بیابان‌زایی خیلی شدید و شدید است که با

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

نتایج کفاش و همکاران (۱۳۹۷) همخوانی دارد. با توجه به نتایج همان گونه که انتظار می‌رفت کلاس‌های شدید و خیلی شدید بیابان‌زایی در نقشه‌های ارائه شده منطبق با مناطقی است که دارای حداقل میزان NDVI و حداکثر میزان آلبدو هستند. نتایج حاصل از این پژوهش در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که میزان آلبدوی سطح زمین در هر محدوده‌ای از سطح متأثر از خصوصیات آن سطح است. نقشه کلاس‌های شدت بیابان‌زایی نشان می‌دهد که بیشترین شدت بیابان‌زایی مربوط به واحدهای کاری خشک‌رودها، دشت ریگی، اراضی کشاورزی و تپه‌های ماسه‌ای است؛ بنابراین می‌توان گفت که یکی از پارامترهای مهم در مطالعات مربوط به سرزمین است که به دلیل تأثیراتی که در محیط‌زیست دارد بایستی موردبحث و بررسی بیشتر قرار گیرد.

در این پژوهش با استفاده از تکنیک سنجش از دور و بر اساس بازتاب طیفی اتفاق افتاده از سطح زمین بر اساس دو شاخص NDVI و Albedo شدت بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه قرار گرفت و بر این اساس شناسایی مناطق تخریب یافته بر اساس دو شاخص NDVI و Albedo در دشت مراد آباد، تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی و طبقه‌بندی و تفکیک کلاس‌ها و همچنین ارزیابی دقت نقشه شدت حاصل از مدل Albedo-NDVI، با نقشه شدت بیابان‌زایی حاصل از مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه بر اساس ماتریس به‌هم‌ریختگی اقدام گردید. با توجه به دقت بررسی شده نقشه حاصل از شدت بیابان‌زایی این مدل با نقشهٔ شدت بیابان‌زایی حاصل از مدل متکی بر عملیات میدانی مثل مدل ایرانی IMDPA با ضریب کاپای ۰/۵۸ بیانگر دقت خوب این مدل می‌باشد. ازآنجائی‌که میزان دقت مدل بر اساس مطالعه موردنظر در کلاس خیلی خوب قرار نگرفت (ضریب بین ۰/۷ تا ۰/۸۵) بیانگر دقت خیلی خوب مدل است (Pina et al., ۲۰۱٦) به نظر می‌رسد این امر می‌تواند به دلیل پراکنش زیاد پوشش گیاهی و همچنین انتخاب تصاویر مربوط به فصل خشک در منطقه مورد مطالعه باشد. با توجه به اینکه پایش و کنترل مناطق تخریب یافته و بیابانی شده و تهیه نقشه‌های شدت بیابان‌زایی بر اساس مدل‌های رایج در مطالعات تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی بر اساس شاخص‌ها و معیارهای بیابان‌زایی امری دشوار و هزینه‌بر است و مستلزم انجام فعالیت‌های بسیار زیاد میدانی است؛ لذا استفاده از مدل‌هایی سریع و دقیق بسیار ضروری به نظر می‌رسد. از طرفی با توجه به اینکه در اغلب مطالعات برای تهیه نقشه‌های بیابان‌زایی از واحدهای ژئومورفولوژیک به‌عنوان واحدهای کاری استفاده می‌گردد، نمی‌توان گفت که نقشه شدت بیابان‌زایی حاصل از آن مدل‌ها به دلیل ویژگی خاص زمین، نوع پوشش و رطوبت خاک در مقیاس‌های کوچک از دقت کافی برخوردار هستند.

به نظر می‌رسد که توسعه و استفاده از این مدل در آینده می‌تواند گامی نوین در راستای شناخت و پایش بیابان‌زایی در مناطق دور از دسترس و همچنین منابع تولید گردوغبار و مستعد فرسایش بادی باشد و از کارائی مناسبی برخوردار خواهد بود.

منابع

آرامش، میثم؛ ولی عباسعلی، رنجبر ابوالفضل. ۱۴۰۱. ارزیابی تغییرات پوشش سطح زمین و تخریب اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور در شمال استان اصفهان (مطالعه موردی: کاشان، آران و بیدگل). تحقیقات مرتع و بیابان. **۲۹(۲)**: ۱۴۶-۱۶۰.

حبیبی، علیرضا؛ صمد شادفر، معصومه صادقی. ۱۳۹۳. بررسی شدت بیابان‌زایی در رخساره‌های ژئومورفولوژی با استفاده از GIS در استان خوزستان. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی (علوم جغرافیایی). **۱۴(۳۲)**: ۱۴۱-۱۵۹.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

ذوالفقاری، فرهاد؛ وحیده عبداللهی. ۱۴۰۱. تعیین مناسب ترین شاخص پوشش گیاهی برای تهیه نقشه شدت بیابان زایی در مناطق خشک به کمک تصاویر سنتینل. مدیریت بیابان. **۱۰(۱)**: ۱-۱۴.

رایگانی، بهزاد؛ غلامرضا زهتابیان، سوسن براتی. ۱۳۹۲. نقدی بر مدل ایرانی پتانسیل بیابان زایی (IMDPA). بوم شناسی کاربردی. **۲(۴)**: ۹۹-۷۳.

رنجبر، ابوالفضل؛ عباسعلی ولی، مرضیه مکرم، فریده تاری‌پناه. ۱۳۹۸. بررسی روند تغییرات زمانی- مکانی پوشش گیاهی و واکنش آن به عوامل محیطی در شمال استان فارس، ایران. سنجش از دور و **GIS** ایران. **۱۱(۴)**: ۶۱-۸۲.

شکوهی، الهام السادات؛ غلامرضا زهتابیان، طویلی علی. ۱۳۹۱. پهنه‌بندی وضعیت بیابان‌زایی منطقه خضرآباد اله آباد دشت یزد با استفاده از مدل IMDPA و با تأکید بر معیارهای آب و خاک. نشریه مرتع و آبخیزداری. **۶۵(۴)**: ۵۱۷-۵۲۸.

کفاش، عباس؛ عین‌اله روحی مقدم، اعظم افشاری، فرهاد ذوالفقاری. ۱۳۹۷. بررسی میزان تاثیر معیارهای اقلیم، پوشش گیاهی، فرسایش بادی و خاک در ارزیابی پتانسیل بیابن زایی با استفاده از GIS (مطالعه موردی: منطقه مرادآباد سراوان). پژوهش های نوین علوم جغرافیایی، معماری و شهرسازی. **۲(۱۴)**.

کوهبنانی، حمیدرضا؛ جمال دشتی امیرآباد، شیما نیکو، علی تایا. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی با استفاده از رویکرد منطق فازی (مطالعه موردی: دیهوک طبس). فصلنامه علمی - پژوهشی پژوهش‌های فرسایش محیطی. **۷(۱)**: ۳۵-۴۹.

نیک‌پور، نورالله؛ حسین نگارش، صمد فتوحی، سید زین‌العابدین حسینی، شهرام بهرامی. ۱۳۹۷. پایش روند تغییرات شاخص پوشش گیاهی(NDVI) ، یکی از مهمترین شاخص های تخریب سرزمین (در استان ایلام). تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. **۵(۴)**: ۴۸-۲۱.

هاشم گلوگردی، ساره؛ عباسعلی ولی، محمدرضا شریفی. ۱۴۰۰. بررسی روند بیابان زایی در مرکز استان خوزستان با استفاده از داده های سری های زمانی سنجش از دور. تحقیقات آب و خاک ایران. **۵۲(۱۱)**: ۲۸۵۷-۲۸۴۳.

Allen, R.; M. Tasumi, and R. Trezza, R. ۲۰۰۲. Surface Energy Balance Algorithms for Land. Advanced Training and User's Manual Idaho Implementation.

Aramesh, M.; A. A. vali, and A. Ranjbar. ۲۰۲۲. Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in north of Isfahan province (Case study: Kashan, Aran and Bidgol). Iranian Journal of Range and Desert Research. **۲۹(۲).**

Cai, G.; M. Du, and Y. Liu. ۲۰۱۰. Regional drought monitoring and analyzing using MODIS data—a case study in Yunnan Province. In Proceedings of the ٤th IFIP International Federation for Information Processing. **۳٤٥:** ۲٤۳–۲٥۱.

FAO/UNEP. ۱۹۸۰. Provisional methodology for assessment and mapping of desertification. Romp.

Guo, B.; W. Q. Zang, W. Luo, Y. Wen, F. Yang, B. M. Han, Y. W. Fan, X. Chen, Z. Qi, Z. Wang, S. Chen, and X. Yang. ۲۰۲۰. Detection model of soil salinization information in the Yellow River Delta based on feature space models with typical surface parameters derived from Landsat۸ OLI image. Geomatics, Natural Hazards and Risk, **۱۱(۱):** ۲۸۸–۳۰۰.

Habibi, A.; S. Shadfar, and M. Sadeghi. ۲۰۱٤. investigation severity of desertification in geomorphology facies using with GIS in Khuzestan province. Journal of Geographical Sciences, **۱٤(۳۲)**: ۱٤۱-۱٥۹.

Hadeel, A.; MT. Jabbar, X. Chen, X. ۲۰۱۰. Application of remote sensing and GIS in the study of environmental sensitivity to desertification: a case study in Basrah Province, southern part of Iraq. Applied Geomatics, **۲(۳):** ۱۰۱-۱۱۲. ۲۷.

Hakimzadeh, M. A. ۲۰۱٤. Assessment of Desertification Risk in agricultural land in south of Iran. International journal of Advanced Biological and Biomedical Research, **۲(۳):** ٦٦۹-٦۸۱.

Hashem Geloogerdi, S.; A. A. Vali, and M. R. Sharifi, M. R. ۲۰۲۲. Investigation of Desertification Trend in the Center of Khuzestan province Using Remote Sensing Time Series Data. **٥۲(۱۱):** ۲۸٤۳-۲۸٥۷. (In Persian).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

Jafari, R.; and L. Bakhshandehmehr. ۲۰۱٦. Quantitative mapping and assessment of environmentally sensitive areas to desertification in central Iran. Land Degrad. Dev. **۲۷(۲):** ۱۰۸-۱۱۹.

Kaffash, A.; E. Rouhimoghadam, A. Afshari, and F. Zolfaghari. ۲۰۱۸. Investigation the effects of Climate, Vegetation, Wind Erosion and Soil Criteria on desertification Potential Using GIS (Case Study: Moradabad Saravan Regio). Journal of Geographical New Studies, Architecture and Urbanism. **۲(۱٤):** ۱٥-۲۹. (In Persian).

Karnieli, A.; Z. Qin, B. Wu, N. Panov, and F. Yan. ۲۰۱٤. Spatio-Temporal Dynamics of Land-Use and Land-Cover in the Mu Us Sandy Land, China, Using the Change Vector Analysis technique. Remote Sensing. **٦:** ۹۳۱٦-۹۳۳۹.

Koohbanani, H.; J. Dashti Amirabad, Sh. Nikoo, and A. Taya. ۲۰۱۷. Desertification-Intensity Zoning through Fuzzy-Logic Approach: A Case Study of Deyhook-Tabas, Iran. Environmental Erosion Researches. **۷(۱):** ۳٥-٤۹. (In Persian).

Lamchin, M.; et al. ۲۰۱۷. Correlation between Desertification and Environmental Variables Using Remote Sensing Techniques in Hogno Khaan, Mongolia. Sustainability Journal. **۹(٥۸۱)**. doi:۱۰,۳۳۹۰/su۹۰٤۰٥۸۱.

Landsat ۸ (L۸) Data Users Handbook, June .۲۰۱٥. Approved By K. Zanter Lsds Ccb Chair Usgs. Version ۱,۰. https://www.greenpolicy۳٦۰.net/mw/images/Landsat۸DataUsersHandbook.pdf

Liu, F.; Y. Chen, H. Lu, and H. Shao. ۲۰۱۷. Albedo indicating land degradation around the Badain Jaran Desert for better land resources utilization. Science of the Total Environment, **٥۷۸:** ٦۷–۷۳.

Ma, Z.; Y. Xie, J. Jiao, and X. Wang. ۲۰۱۱. The construction and application of an Aledo-NDVI based desertification monitoring model. Procedia Environmental Sciences, **۱۰:** ۲۰۲۹-۲۰۳٥.

Mzid, N.; S. Pignatti, W. Huang, and R, Casa. ۲۰۲۱. An Analysis of Bare Soil Occurrence in Arable Croplands for Remote Sensing Topsoil Applications. Remote Sensing, **۱۳**, ٤۷٤. https://doi.org/ ۱۰,۳۳۹۰/rs۱۳۰۳۰٤۷٤.

Nikpour, N.; H. Negaresh, S. Fotoohi, S. Z. Hosseini, and S. Bahrami. ۲۰۱۹. Monitoring the trend of vegetation changes one of the most important indicators of land degradation (in Ilam province). Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards, **٥(٤):** ۲۱-٤۸.

Pan, J.; and T. Li. ۲۰۱۳. Extracting desertification from Landsat TM imagery based on spectral mixture analysis and Albedo- Vegetation feature space. Nat Hazards. **٦۸:** ۹۱٥–۹۲۷.

Piña, R. B.; C. Díaz-Delgado, C. A. Mastachi-Loza, and E. González-Sosa. ۲۰۱٦. Integration of remote sensing techniques for monitoring desertification in Mexico. Human and Ecological Risk Assessment. **۲۲(٦):** ۱۳۲۳-۱۳٤۰

Ranjbar, A.; A. Valia, M. Mokarramb, and F. Taripanahc. ۲۰۲۰. Analyzing of the spatio-temporal changes of vegetation and its response to environmental factors in north of Fars province, Iran. Journal of Remote sensing and GIS, **۱۱(٤):** ٦۱-۸۲ (In Persian)

Rayegani, B.; G. Zehtabian, and S. Barati. ۲۰۱۳. Surveying of Iranian Model of Desertification Potential Assessment. Iranian Journal of Applied Ecology, **۲(٤):** ۷۳-۹۹.

Shokoohi, E. S.; Gh. R. Zehtabian, and A. Tavili. ۲۰۱۳. Study of desertification status using IMDPA model with emphasis on water and soil criteria (Case study: Khezr Abad - Elah Abad of Yazd - plain). Iranian Journal of Natural Resources, **٦٥(٤)**: ٥۱۷-٥۲۸.

UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification). ۲۰۱۰. Recommendations and Conclusions of the African Regional Conference Preparatory to the First Session of the Committee for the Review of the Implementation of the United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD–CRIC۱). Secretariat of the Convention to Combat Desertification: Windhoek, Namibia

Wang, Y.; J. Zhang, E. Guo, and Z. Sun. ۲۰۱٥. Fuzzy Comprehensive Evaluation Based Disaster Risk Assessment of Desertification in Horqin Sand Land, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, **۱۲:** ۱۷۰۳ –۱۷۲٥.

Wei, H.; J. Wang, and B. Han. ۲۰۲۰. Desertification Information Extraction Along the China–Mongolia Railway Supported by Multisource Feature Space and Geographical Zoning Modeling. IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and Remote Sensing. **۱۳:** ۳۹۲-٤۰۲.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]
[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

Ya, Z.; S. Xue, R. J. WangWen, L. Z. Chun, L. Qing, and L. Jiao. ۲۰۱۸. Monitoring of aeolian desertification on the Qinghai-Tibet Plateau from the ۱۹۷۰s to ۲۰۱۵ using Landsat images. Sci Total Environ, **۶۲۰:**۱۶۴۸–۱۶۵۹.

Zolfaghari, F.; and V. Abdollahi. ۲۰۲۲. Determining the Most Suitable Vegetation Index for Mapping of Desertification Intensity in Arid Lands of Sistan Using Sentinel Images. Desert Management. **۱۰(۱):** ۱-۱۴.

Zolfaghari F.; and H. Khosravi. ۲۰۱۶. Assessment of desertification severity using IMDPA model in Saravan region. Geography and Environmental Planning, **۲۷(۲-۶۲):** ۸۷-۱۰۲. (In persion).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1402.10.4.12.1]

[DOI: 10.61186/jsaeh.10.4.209]