

جغرافیا و توسعه شماره ۳۸ بهار ۱۳۹۴

وصول مقاله : ۱۳۹۱/۹/۱۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۳/۴/۸

صفحات : ۱۵۰ - ۱۳۹

## ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بالفعل و بالقوه بیابان‌زایی با تأکید بر معیار فرسایش بادی با استفاده از مدل MICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند

راحله افتخاری<sup>۱</sup>، دکتر علیرضا شهریاری<sup>۲</sup>، دکتر محمدرضا اختصاصی<sup>۳</sup>

### چکیده

بیابان، اکوسیستم زوال یافته‌ای است که استعداد تولید طبیعی گیاه در آن کاهش یافته یا از بین رفته است. برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی و تهیه نقشه‌ی مربوط به آن مدل‌های مختلفی ارایه شده است که می‌توان به مدل جهانی FAO-UNEP اشاره کرد. در ایران نیز چند مدل منطقه‌ای، جهت ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی ارایه شده است. در این تحقیق از روش بسط‌یافته‌ی طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی در ایران، MICD برای ارزیابی وضعیت کنونی و ذاتی بیابان‌زایی در جنوب غربی شهرستان هیرمند استفاده شد. برای این منظور واحدهای کاری موجود در منطقه به عنوان نقشه‌ی پایه برای ارزش‌دهی به عوامل و شاخص‌های مورد استفاده قرار گرفت و سپس با ارزش‌دهی به شاخص‌ها و جمع امتیازات مربوط به آنها در هر واحد کاری و براساس جداول مبنا، اقدام به طبقه‌بندی بیابان‌زایی گردید و آنگاه نقشه‌های مربوط به وضعیت کنونی و ذاتی بیابان‌زایی در هر یک از کاربری‌ها در محیط GIS ترسیم شد. نتایج نشان داد که منطقه‌ی مورد بررسی از نظر وضعیت کنونی بیابان‌زایی در ۴ کلاس کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد یا شدید و از نظر قابلیت بالقوه یا ذاتی در ۳ کلاس کم، متوسط و زیاد بیابان‌زایی قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: بیابان‌زایی، قابلیت کنونی، قابلیت بالقوه، مدل MICD، هیرمند، GIS.

## مقدمه

در جهان امروز بیابان‌زایی مسأله‌ی مهمی به شمار می‌رود. این مشکل نه تنها در نواحی خشک و نیمه‌خشک، بلکه در بعضی قسمت‌های نواحی نیمه مرطوب نیز دیده می‌شود (جوادی، ۱۳۸۳: ۸). شخم بیش از حد، چرای مفرط، نابودی جنگل‌ها، شور شدن منابع آب و خاک، تراکم و سله بستن خاک، سوزاندن کود دامی، استفاده از گونه‌های نامناسب گیاهی، بهره‌برداری بیش از حد از آب زیرزمینی... از جمله عوامل بیابان‌زایی می‌باشند (فروزی، ۱۳۸۶: ۱۲).

هدف از این تحقیق بررسی وضعیت کنونی و بالقوه بیابان‌زایی منطقه با استفاده از مدل MICD می‌باشد. که برای اولویت‌بندی به اقدامات اصلاحی در منطقه قابل توصیه و اجرا است. در این منطقه به دلیل خشکسالی‌های اخیر، حرکت شن‌های روان و تغییر کاربری اراضی بیابان‌زایی روند تشدید به خود گرفته است. تاکنون مطالعات گسترده‌ای در این رابطه در نقاط مختلف جهان و ایران انجام شده، که برخی از آنها به شرح زیر می‌باشد:

کارشناسان فائو- یونپ در چند کشور آسیایی از جمله ایران، در دو منطقه اقلیمی خشک و مرطوب منطقه جنوب آسیا و در طی ۸ سال تخریب اراضی را ارزیابی کردند. که طی آن فرآیندهای فرسایش آبی و بادی، ماندابی شدن، حاصلخیزی خاک، شور شدن و افت سطح آب زیرزمینی در چهار کلاس با شدت تخریب (کم، متوسط، زیاد، بسیار زیاد) مورد بررسی قرار گرفتند (FAO-UNEP, 1984: 8). برای ارزیابی بیابان‌زایی با توجه به متدولوژی مدالوس شش شاخص را برای ارزیابی بیابان‌زایی در کشور ایتالیا در نظر گرفتند. این شاخص‌ها عبارت بودند از: شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی بر منابع که هر یک به عنوان یک

لایه‌ی اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفتند. آنها با به دست آوردن میانگین هندسی شاخص‌های مذکور پس از حصول اطمینان از کارایی روش مذکور نقشه‌ی نهایی بیابان‌زایی کل کشور را ترسیم کردند (Ladisa et al, 2002: 2-11).

با بررسی فرسایش خاک در اگان‌دای جنوبی با استفاده از مدل WEPP با تأکید بر فرسایش آبی، به این نتیجه رسیدند که خصوصیات خاک متأثر از توپوگرافی منطقه بوده این ویژگی تأثیر مهمی بر روی فرآیند فرسایش خاک دارد. همچنین نشان داده شده بخش محدب شیب حساس‌ترین بخش دامنه به فرسایش می‌باشد (Bruun et al, 2008: 623-635). با استفاده از داده‌های سه ساله برداشت میدانی، برای بررسی سرعت آستانه فرسایش بادی، با در نظر گرفتن تغییرات اقلیمی در کشور آرژانتین به این نتیجه رسیدند که بیشترین سرعت آستانه فرسایش مصادف با کمتر میزان رطوبت هوا بوده است (daur et al, 2009: 14-21).

بر اساس روش انستیتوی تحقیقات ترکمنستان عرصه‌ای با بیش از ۶ میلیون هکتار از اراضی شمال خراسان مورد ارزیابی قرار گرفت. بر این اساس حدود ۸۶/۵ درصد از کل مساحت تحت تأثیر عوامل بیابانی انسانی با شدت مختلف قرار دارد، از بقیه اراضی حدود ۵/۵ درصد فاقد آثار بیابانی شدن است. و حدود ۷/۵ درصد آن را بیابان‌های طبیعی و اراضی نامناسب و فاقد کاربری اراضی تشکیل می‌دهند. فرآیند تخریب پوشش گیاهی در بیابان‌زایی با سطحی حدود ۴۱ درصد بیشتر از سایر فرآیندها است. و فرسایش بادی با ۰/۵ درصد کمترین سهم را در فرآیندهای بیابان‌های شمال خراسان دارد (گریوانی، ۱۳۷۸: ۲۶۳).

به منظور ارزیابی کمی بیابان‌زایی جهت ارایه یک مدل منطقه‌ای، دشت آق‌قلا گمیشان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد این ارزیابی ضمن تأیید کارایی

مرتعی و جنگلی به شهری یا چرای بی‌رویه دام است (چمن‌پیرا و همکاران، ۱۳۸۵: ۵۵۵-۵۴۳).

در منطقه‌ی زابل با بررسی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر آب و خاک نشان داد که معیار خاک با متوسط‌وزنی ۱/۶۸ در درجه‌ی اول و در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارد (قاسمی، ۱۳۸۵: ۱۳۴).

برای ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم جغرافیایی در یک مطالعه موردی در منطقه خشک شمال اصفهان مشخص شد که مهمترین عوامل مؤثر انسانی بیابان‌زایی در منطقه، تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش از حد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی بوده و مهمترین عوامل مؤثر بیابان‌زایی طبیعی، خشکسالی، شور شدن منابع آب و خاک می‌باشند. روند بیابان‌زایی، به سمت شمال غرب منطقه در حال گسترش است که در آینده نزدیک مراتع و مناطق مسکونی و صنعتی آن مناطق را با مشکل روبرو می‌سازد (اکبری و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۲۴). اثر معیار خاک در بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس در منطقه‌ی حبله‌رود مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که ۴/۱۶ درصد از کل منطقه در کلاس بیابان‌زایی با شدت کم تخریب منابع خاک قرار گرفته و اختلاف معنی‌داری بین شاخص‌ها در سطح ۰/۰۵ وجود ندارد و تنها اختلاف معنی‌دار در درصد سنگریزه خاک در سطح ۰/۰۱ می‌باشد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۶۸). ناطقی و همکاران، در ارزیابی بیابان‌زایی دشت‌سگری از مدل IMDPA استفاده کردند. با توجه به ارزیابی‌های انجام شده مشخص شد که معیار آب با میانگین وزنی ۳/۹۷ (کلاس خیلی شدید) بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه‌ی مورد مطالعه دارد. همچنین معیار زمین با میانگین وزنی ۳/۲۶ و معیار پوشش گیاهی با میانگین وزنی ۳/۱۲ هر دو در

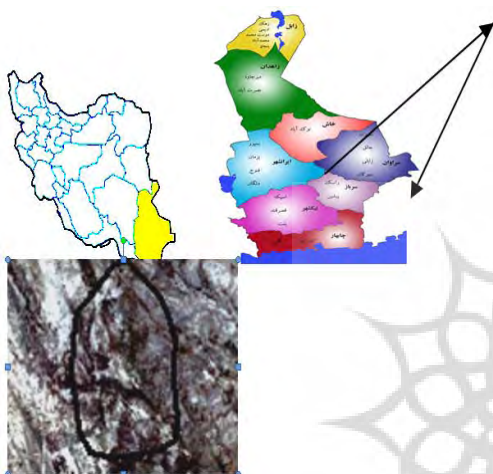
مدل پیشنهادی، نشانگر آن است که در حدود ۲/۶ درصد از سطح منطقه از نظر بیابان‌زایی متوسط، ۶۱/۸ درصد دارای بیابان‌زایی در حد شدید و ۱۱/۵ درصد از سطح منطقه در حد بیابان‌زایی خیلی شدید است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۰: ۳).

احمدی و همکاران، به منظور ارزیابی کمی بیابان‌زایی در منطقه بیجار پس از بررسی روش‌ها و مدل‌های مختلف ارزیابی بیابان‌زایی، اساس کار خود را بر مطالعه واحدهای ژئومورفولوژی قرار داده و روش پیشنهادی خود را در منطقه‌ی مورد مطالعه ارزیابی نمودند. نتایج ضمن تأیید کارایی مدل پیشنهادی برای منطقه، نشان داد که از سطوح در معرض بیابان‌زایی، ۴۱ درصد ناشی از عوامل طبیعی و ۵۹ درصد ناشی از عوامل انسانی است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۲: ۲۷۶).

برای تشخیص تغییرات بیابان‌زایی با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل نشان داد که طی ۲۳ سال گذشته تغییرات فاحشی در رابطه با بیابان‌زایی روی داده است که ۶۸ درصد این تغییرات در مدت‌زمان بین ۲۰۰۰-۱۹۸۵ روی داده است. براساس نتایج حاصل نتیجه‌گیری می‌شود که داده‌های MSS، TM و ETM+ برای تهیه نقشه‌های تشخیص و تغییرات مناسب هستند (علوی‌پناه و همکاران، ۱۳۸۴: ۵۱). با کاربرد روش ICD به منظور تعیین شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی در حوزه‌ی آبخیز کوه‌دشت به این نتیجه پی‌بردند، که حدود ۳۵/۳ درصد حوزه دارای شدت بیابان‌زایی کم، حدود ۳۲ درصد بیابان‌زایی متوسط و حدود ۳۲/۷ درصد بیابان‌زایی زیاد است. مهمترین عوامل مؤثر در بیابان‌زایی محدوده مطالعاتی تخریب منابع آب ناشی از پمپاژ و افت سفره و در درجه بعد تخریب منابع گیاهی بر اثر تبدیل اراضی

### مواد و روش

محدوده‌ی مطالعاتی در موقعیت جغرافیایی  $۴۲^{\circ}$   $۶۱^{\circ}$  تا  $۴۶^{\circ}$   $۶۱^{\circ}$  طول شرقی و  $۵۸^{\circ}$   $۳۰^{\circ}$  تا  $۴^{\circ}$   $۳۱^{\circ}$  عرض شمالی و مساحت  $۶۴/۱۸$  کیلومترمربع می‌باشد و در زون  $۴۱$  شمالی واقع شده است.



شکل ۱: موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه (جنوب غربی شهرستان هیرمند)  
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

### تعیین و جداسازی نوع واحدکاری

در این مرحله به کمک مطالعات پایه اعم از تیپ‌های گیاهی و همچنین نقشه‌ی کاربری اراضی کلیه‌ی چشم‌اندازهای طبیعی از دیدگاه پوشش گیاهی و نهایتاً محیط اصلی بیابانی تفکیک و علامت‌گذاری می‌شوند (جدول شماره ۱).

در تعیین واحد کاری از نقشه‌های سنگ‌شناسی، شیب، جهت، هیپسومتری و رخساره ژئومورفولوژی بهره گرفته شد. علاوه بر بازدیدهای صحرائی از روش طبقه‌بندی نظارت نشده به کمک نرم‌افزار ERDAS 9.1 و تصاویر ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه رخساره موردنظر، مورد استفاده قرار گرفت.

کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارند (ناطقی و همکاران، ۱۳۸۸: ۴۱۹). اسفندیاری و همکاران، وضعیت بالفعل بیابان‌زایی با تأکید بر تخریب خاک بر اساس مدل IMDPA و در منطقه آباد-طشک-فارس را مورد بررسی قرار دادند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که ۴۷ درصد از کل مساحت منطقه در کلاس کم بیابان‌زایی، ۴۳ درصد در کلاس متوسط و ۱۰ درصد از مساحت کل منطقه در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۹: ۶۳۱).

پروری‌اصل و همکاران، در بررسی امکان‌سنجی پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل در منطقه‌ی نیاتک به این نتیجه رسید، که کل منطقه مورد بررسی در کلاس بحرانی قرار دارد. ۶۸٪ منطقه در زیر کلاس بحرانی شدید C1 قرار دارد. ۱٪ از منطقه در زیر کلاس بحرانی میانگین C2 کمتر از ۳۱٪ از منطقه در کلاس بحرانی کم C3 قرار دارد (پروری‌اصل و همکاران، ۱۳۸۹: ۱۴۹).

قره‌چلو و همکاران، وضعیت فعلی بیابان‌زایی با استفاده از مدل ICD در منطقه‌ی خضرآباد-همت‌آباد یزد را مورد مطالعه قرار داد. نتایج به‌دست آمده نشانگر آن است که ۸۱/۵۳ درصد منطقه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط و ۱۷/۴۷ درصد بقیه از وضعیت بیابان‌زایی شدید برخوردار می‌باشد (قره‌چلو و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۰۲).

فتاحی و همکاران، در ارزیابی و تهیه نقشه خطر کل بیابان‌زایی با روش فائو-یونپ در حوزه آبخیز قمرود به این نتیجه رسید، که ۲۳/۵۱ درصد مساحت حوضه در طبقه متوسط، ۷۶/۴۷ درصد در طبقه شدید و ۰/۰۲ درصد در طبقه خیلی شدید واقع شده است (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۷۵).

### امتیازدهی به شاخص‌ها

روش MICD برای هر یک از کاربری‌ها شاخص‌های خاصی را پیشنهاد می‌کند. امتیاز دهی به شاخص‌ها بر اساس جداول مبنا، بازدیدهای صحرائی انجام می‌شود. در پایان پس از جمع امتیازات اختصاص یافته به هر یک از کاربری‌ها، امکان تعیین شدت بیابان‌زایی و تهیه‌ی نقشه‌ی وضعیت کنونی و ذاتی آن برای کاربری‌ها فراهم می‌گردد.

به دلیل یکی نبودن تعداد شاخص‌ها در کاربری‌های مختلف، استفاده از یک جدول طبقه‌بندی شدت تخریب سرزمین بر اساس جمع امتیازات عوامل مورد بررسی، غیر ممکن خواهد بود، به همین دلیل قبل از

شروع ارزیابی وضعیت تخریب سرزمین در منطقه‌ی مورد مطالعه، اقدام به هم‌سنگ نمودن تعداد شاخص‌ها در تمام کاربری‌ها گردید. بدین صورت که در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت فعلی تخریب سرزمین در اراضی فاقد کاربری، شاخص بافت خاک اضافه شد و در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت فعلی تخریب سرزمین در اراضی جنگلی و مرتعی، شاخص تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک و تراکم سنگریزه (بزرگتر از ۲ میلی‌متر) در سطح خاک در یک گروه قرار گرفتند (بریشم، ۱۳۸۳: ۱۰۱).

جدول ۱: کلاس‌های تعیین شدت بیابان‌زایی در روش MICD

علامت	امتیازات	تخریب سرزمین شدت
I	۰ - ۵/۶	آرام (پنهان)
II	۵/۶ - ۱۱/۲	کم
III	۱۱/۲ - ۱۶/۸	متوسط
IV	۱۶/۸ - ۲۲/۴	زیاد
V	۲۲/۴ - ۲۸	شدید (اوج)

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

با توجه به جداول مربوطه هر یک از کاربری‌ها کلاس‌های شدت تخریب سرزمین برای هر دو وضعیت امتیازی داده شد و سپس بر اساس جدول شماره ۱ (کنونی و بالقوه) برآورد گردید (جداول شماره ۴ تا ۹).

جدول ۲: تعیین و تفکیک نوع کاربری‌های مختلف به روش MICD، در منطقه‌ی مورد مطالعه

ردیف	چشم‌اندازهای بیابانی (Landscape)	علامت
۱	۱-اراضی دارای پوشش گیاهی اعم از جنگل و مرتع (Wild Lands (Plant	P/R نبکا - دشت رسی - تپه ماسه‌ای دارای پوشش مرتعی (Nebka-ClayPlain-Sand dune)
		P/F حریم رودخانه‌ی فصلی دارای پوشش جنگلی (Riparian plants)
		Ap/f اراضی مالچ‌پاشی و نهال‌کاری شده (Mulch)
۲	اراضی فاقد پوشش گیاهی (Bare Land) (B)	B/s تپه ماسه‌ای (Sand Dune)
		B/r بستر رودخانه (River Bed)
		B/c دشت رسی (دق) (Clay Plain)
۳	اراضی کشاورزی (Agricultural Land) (A)	A/I اراضی کشاورزی فاریاب (Irrigation)

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۲: نقشه‌ی واحد کاری منطقه‌ی مورد مطالعه (جنوب غربی شهرستان هیرمند)  
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۳: توزیع وسعت رخساره‌های مجزا شده محدوددهی مورد مطالعه در جنوب غربی شهرستان هیرمند

ردیف	رخساره ژئومورفولوژی	کدرخساره روی نقشه	مساحت (کیلو متر مربع)	درصد مساحت
۱	رخساره فرسایش آبراهه ای نیکا	۱	۹/۵۸	۱۴/۹۳
۲	رخساره اراضی بایر همراه با ماسه‌های روان نیکا	۲	۷/۵۹	۱۱/۸۳
۳	رخساره بستر رودخانه	۳	۳/۸۰	۵/۹۲
۴	رخساره اراضی کشاورزی و بارخان	۴	۱/۱۲	۱/۷۴
۵	رخساره تپه ماسه‌ای تثبیت شده	۵	۱/۸۳	۲/۸۶
۶	رخساره اراضی دشت‌رسی جنگل کاری شده	۶	۱/۲۶	۱/۹۶
۷	رخساره دشت رسی	۷	۰/۹۵	۱/۴۸
۸	رخساره اراضی کشاورزی	۸	۲۰/۹۵	۳۲/۶۴
۹	رخساره تپه‌های ماسه‌ای	۹	۱۷/۱۰	۲۳/۶۴
	جمع		۶۴/۱۸	۱۰۰

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۴: ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی در اراضی با کاربری جنگل و مرتع مخروطی

نوع شاخص	نوع رخساره	دشت رسی جنگل کاری شده (جنگلی)	تپه‌ماسه‌ای تثبیت‌شده (جنگلی)	ارضای بایر همراه ماسه‌های روان نیکا (مرتعی)	ارضای بستر رودخانه (مرتعی)	فرسایش آبراهه‌ای- نیکا (مرتعی)
مدت زمان ماندگاری گیاه در سطح خاک	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آثار آشفستگی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک	۱/۵	۱	۱	۱/۷	۱	۱/۵
تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
آثار بادساییدگی خاک ظهور رخساره‌های شلجمی، کلوت و یاردانگ در سطح خاک	۱	۱	۰/۷۵	۱/۸	۲	۲/۵
مقاومت فشاری خاک شرایط خشک	۱/۱	۱/۱	۲/۵	۲/۳	۱/۵	۲/۲۵
آثار انباشت خاک (ماسه‌بادی در پای گیاهان و سنگ‌ها)	۱/۷	۱/۷	۴	۳/۳	۱/۵	۱/۷۵
تراکم سنگریزه (بزرگتر از ۲ میلیمتر) در سطح خاک	۱	۱	۱/۵	۲/۸	۱/۲	۱/۲۵
جمع امتیازات	۱۱/۳	۱۱/۳	۱۴/۷۵	۱۶/۹	۱۲/۲	۱۴/۲۵
شدت تخریب سرزمین	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۵: ارزیابی وضعیت طبیعی بیابان‌زایی در اراضی با کاربری مرتعی و جنگلی مخروطه (وضعیت بالقوه)

نوع رخساره	دشت رسی جنگل کاری شد (جنگلی)	تپه‌ماسه‌ای تثبیت شده (جنگلی)	اراضی بایر همراه ماسه‌های روان نیکا (مرتعی)	اراضی بستر رودخانه (مرتعی)	فرسایش آبراه‌های - نیکا (مرتعی)
امکان تقلیل تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک در پاره‌ای از سال‌ها، ناشی از تغییر اقلیم، شخم، بوته‌کشی و غیره	۲/۵	۳	۳	۲/۵	۳
وجود سنگریزه درشت‌تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک	۲	۱/۵	۲/۴	۲/۵	۲
امکان تشکیل کراست رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک	۲/۵	۱/۷۵	۱/۸	۲	۲/۲۵
کلاس فرسایش و رسوبدهی به روش اریفر <sup>۱</sup>	۲/۳	۲/۱	۳	۲	۱/۹
مدیریت مرتع و یا جنگل	۱/۸	۲/۴	۳/۶	۳	۳/۴
تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵	۳/۵
جمع امتیازات	۱۳/۳۵	۱۴/۲۵	۱۷/۳	۱۵/۵	۱۶/۰۵
شدت تخریب سرزمین	متوسط	متوسط	زیاد	متوسط	متوسط

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۶: ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی تخریب، ناشی از فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری

نوع رخساره	تپه‌ماسه‌ای	دشت رسی
وضعیت خاک سطحی	۳/۲	۰/۵
آثار آشفته‌گی ناشی از تردد دام و ادوات در سطح خاک	۲/۲	۰/۷
تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه (۶ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری)	۳/۶	۳/۴
آثار بادساییدگی خاک و ظهور رخساره‌های شلجمی، کلوت و باردانگ در سطح خاک	۲/۸	۲/۲
مقاومت فشاری خاک شرایط خشک	۳/۶	۱/۵
آثار انباشت خاک (ماسه بادی در پای گیاهان و سنگ‌ها)	۳/۵	۱/۱
بافت خاک	۳/۸	۱/۶
جمع امتیازات	۲۲/۷	۱۱
شدت تخریب سرزمین	شدید	کم

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



جدول ۷: ارزیابی وضعیت طبیعی بیابان‌زایی، ناشی از فرسایش بادی در اراضی بدون کاربری (وضعیت بالقوه)

دشت رسی	تپه ماسه‌ای	نوع رخساره	نوع شاخص
۱/۵	۲/۹		وجود سنگ‌ریزه درشت‌تر از ۲ میلیمتر در پروفیل خاک
۱/۵	۳/۳		امکان تشکیل کراست رسی و یا نمکی اشباع در سطح خاک
۲/۵	۳/۸		کلاس فرسایش و رسوب دهی به روش اریفر ۱
۱/۹	۳		تغییر مقاومت خاک در مقابل آشفستگی
۱	۳/۵		افزایش نمک‌های ناپایدارکننده و یا افزایش نمک در حد فوق اشباع در خاک سطحی
۸/۴	۱۶/۵		جمع امتیازات
کم	زیاد		شدت تخریب سرزمین

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۸: ارزیابی وضعیت کنونی بیابان‌زایی، ناشی از فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی

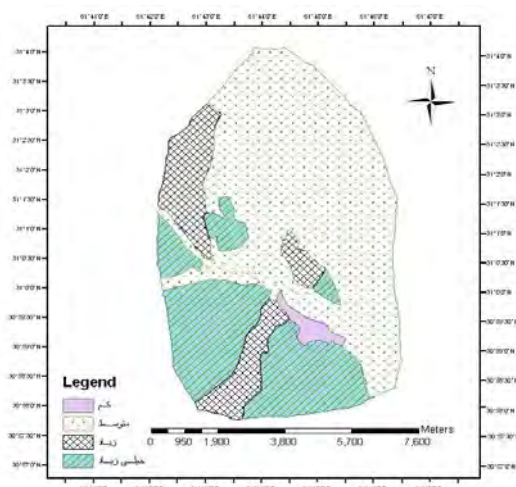
اراضی زراعی بارخان	اراضی زراعی	نوع رخساره	نوع شاخص
۲/۴	۲/۵		الگوی کشت در محدوده‌ی اراضی تحت کشاورزی
۲/۵	۱/۷		وضعیت بادشکن در اطراف مزارع
۱/۵	۱		مدیریت خاک و زمین
۲/۸	۲/۳		بافت خاک
۳/۳	۲/۹		مدیریت بقایای گیاهی
۲	۲		رطوبت خاک و دور آبیاری
۳/۵	۳/۵		تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه
۱۸	۱۵/۹		جمع امتیازات
زیاد	متوسط		شدت تخریب سرزمین

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

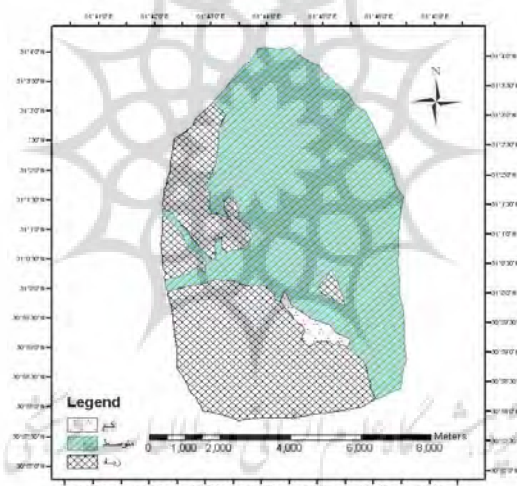
جدول ۹: ارزیابی وضعیت طبیعی ناشی از فرسایش بادی در اراضی با کاربری کشاورزی (وضعیت بالقوه)

اراضی زراعی بارخان	اراضی زراعی	نوع رخساره	نوع شاخص
۳/۵	۳/۳		تغییر در الگوهای کشت از گونه‌های درختی و یا زراعی چندساله به سمت گونه‌های یکساله و حساس
۲/۵	۲/۳۵		وضعیت احداث و یا حذف بادشکن در اطراف مزارع
۲/۶	۲/۴		تغییرات بافت و ساختمان خاک
۲	۲		آیش‌گذاری و یا رهاسازی اراضی
۲/۴	۲/۳		پتانسیل فرسایش و رسوبدهی خاک اراضی کشاورزی به روش اریفر ۲
۳/۵	۳/۵		تداوم وزش باد با سرعت بیش از سرعت آستانه
۱۶/۵	۱۵/۸۵		جمع امتیازات
متوسط	متوسط		شدت تخریب سرزمین

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۲: وضعیت بالفعل بیابان‌زایی به روش MICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند  
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۳: قابلیت بالقوه و ذاتی بیابان‌زایی به روش MICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند  
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

(۶۴/۱۸) را شامل می‌شود. بیشترین امتیاز شدت کنونی بیابان‌زایی مربوط به تپه ماسه‌ای است که دارای امتیاز ۲۲/۷ می‌باشد. از دلایل این امر را می‌توان به عدم فشردگی خاک در منطقه و کمبود پوشش گیاهی در این واحدکاری اشاره نمود. کمترین شدت بیابان‌زایی مربوط به دشت رسی است که امتیاز ۱۱ به خود اختصاص داده است که دلیل آن چسبندگی ذرات رس می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده وضعیت کنونی بیابان‌زایی منطقه در ۴ کلاس کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیابان‌زایی قرار می‌گیرد. کلاس کم با مساحت ۰/۹۵ کیلومتر مربع در حدود ۱/۴۸ درصد، کلاس متوسط با مساحت ۳۷/۴۲ کیلومتر مربع در حدود ۵۸/۳۱ درصد، کلاس زیاد ۸/۷۱ کیلومتر مربع که در حدود ۱۳/۵۷ درصد و کلاس شدید ۱۷/۱۰ کیلومتر مربع که در حدود ۲۶/۶۴ درصد از کل منطقه

بارش حدود ۵۰ میلیمتر در منطقه‌ی سیستان را موجب می‌شوند. در صورتی که تبخیر در این منطقه ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلیمتر است. وابستگی منطقه‌ی سیستان به آب رودخانه هیرمند که قسمت اعظم حوزه‌ی آبخیز آن در کشور افغانستان واقع شده است و احداث سد کجکی به همراه بندها در کشور افغانستان مانع ورود آب رودخانه و موجب خشکی هیدرولوژیکی شده است. عدم رعایت حق آب ایران از سوی کشور افغانستان از سوی دیگر موجب گردید تا همچنان عامل محیطی به عنوان عامل اصلی تشدید پدیده بیابان‌زایی در منطقه‌ی سیستان قلمداد گردد. بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان نیز به شدت باعث افزایش تخریب خاک و فرسایش بادی گردیده است. ولی به دلیل اقدامات صورت‌گرفته در منطقه قابلیت بیابان‌زایی بالقوه وضعیت‌بهتری نسبت به وضعیت کنونی بیابان‌زایی دارا می‌باشد. امید می‌رود در سال‌های آتی از شدت بیابان‌زایی کاسته گردد.

### منابع

- ابریشم، الهام‌السادات. (۱۳۸۳). ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با تحلیل و بررسی روش‌های FAO-UNEP. MICD و ICID در منطقه فخرآباد مهریز یزد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
- احمدی، حسن؛ محمدرضا عباس‌آبادی؛ مجید اونق؛ محمدرضا اختصاصی (۱۳۸۰). ارزیابی کمی بیابان‌زایی جهت آرایه یک مدل منطقه‌ای مطالعه موردی: دشت آق‌قلا گمشیان در استان گلستان، منابع طبیعی ایران. شماره ۱. صص ۳۰-۲۲.
- احمدی، حسن؛ محمدرضا اختصاصی؛ نعمت‌اله همتی (۱۳۸۲). بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر شدت بیابان‌زایی و آرایه مدل منطقه‌ای در بیجار. مجله بیابان. شماره ۲. صص ۲۹۱-۲۷۶.

منطقه‌ی مورد بررسی از نظر قابلیت بالقوه یا ذاتی در ۳ کلاس کم، متوسط و زیاد بیابان‌زایی قرار می‌گیرد. در این منطقه کلاس کم با مساحت ۰/۹۵ کیلومتر مربع در حدود ۱/۴۸ درصد، کلاس متوسط با مساحت ۳۸/۵۴ کیلومتر مربع در حدود ۶۰/۰۵ درصد و کلاس زیاد ۲۴/۶۹ کیلومتر مربع در حدود ۳۸/۴۷ درصد از کل منطقه را شامل می‌شود. در منطقه‌ی مورد بررسی از نظر قابلیت بیابان‌زایی بالقوه به دلیل اقدامات اصلاحی صورت گرفته کلاس بیابان‌زایی خیلی زیاد حذف گردیده است و میزان بیابان‌زایی کاهش یافته است. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات چمن پیرا و همکاران (۱۳۸۵)، اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۹) و پروری اصل و همکاران مطابقت دارد. آنها نیز منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی خود را از نظر شدت بیابان‌زایی به سه طبقه‌ی کم، متوسط و زیاد طبقه‌بندی کردند.

### نتیجه

نوسان‌های اقلیمی با کاهش میزان بارندگی، رطوبت و افزایش تبخیر و تعرق، وزش بادهای گرم سوزان و میزان خشکی به‌ویژه با افزایش دما در تابستان، موجب مهیاشدن شرایط جهت گسترش بیابان‌زایی در منطقه‌ی سیستان شده است. وقوع پدیده‌ی فرسایش بادی در منطقه‌ی سیستان در هدر رفت خاک‌های سطح‌الارضی حاصلخیز نقش عمده‌ای داشته و تبعات منفی خشکسالی را تشدید می‌نماید. علل عمده‌ای نظیر استقرار سلول‌های پرفشار جنب‌حاره‌ای، عامل بری بودن و دوری از دریا، تابش شدید و مستقیم خورشید، وزش بادهای گرم و سوزان، استقرار کم فشار حرارتی در منطقه سیستان باعث ایجاد شرایط اقلیمی خشک، گرم و بیابانی شده است. سیستم‌های باران‌زای کم‌فشار مدیترانه‌ای که از سمت شمال غرب و یا غرب کشور وارد می‌شوند، پس از عبور از نواحی مرتفع و ریزش باران‌های فراوان، رطوبت خود را کم و بیش از دست داده و به سوی شرق کشور حرکت می‌نمایند، که به سبب کمی رطوبت،

- اکبری، مرتضی؛ حمیدرضا کریمزاده؛ رضا مدرس؛ بهاره چکشی (۱۳۸۶). ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان)، تحقیقات مرتع و بیابان. شماره ۱۴. صص ۱۴۲-۱۲۴.
- اسفندیاری، مطهره؛ محمدعلی حکیمزاده اردکانی (۱۳۸۹). ارزیابی وضعیت بالفعل بیابان زایی با تأکید بر تخریب خاک براساس مدل IMDPA (مطالعه موردی: آباد طشتک فارس)، مرتع و بیابان ایران. شماره ۴. صص ۶۳۱-۶۲۴.
- پروری اصل، یدهدایت؛ حمد پهلوانروی؛ علیرضا مقدم‌نیا (۱۳۸۹). امکان سنجی پهنه‌بندی خطر بیابان‌زایی با استفاده از مدل ESAS در منطقه‌ی نیاتک، منابع طبیعی ایران. شماره ۲. صص ۵۴-۴۲.
- جوادی، محمدرضا (۱۳۸۳). بررسی عوامل مؤثر در افزایش‌شدت بیابان‌زایی و ارائه‌ی مدل منطقه‌ای بیابان‌زایی در استان کرمان (مطالعه موردی: حوزه‌ی آبخیز ماهان). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه تهران.
- چمن‌پیرا، غلامرضا؛ حسن احمدی (۱۳۸۵). کاربرد روش ICD به منظور تعیین شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی در حوزه‌ی آبخیز کوه‌دشت، مجله منابع طبیعی ایران. شماره ۳. صص ۵۵۵-۵۴۳.
- زهتابیان، غلامرضا؛ محمدجعفری؛ فاطمه موحیدیان؛ مریم نعیمی (۱۳۸۸). بررسی اثر معیار خاک در بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس (مطالعه موردی: منطقه حبله‌رود)، مرتع و بیابان ایران. شماره ۴. صص ۴۸۰-۴۶۸.
- علوی‌پناه، سیدکاسم؛ امیرهوشنگ احسانی (۱۳۸۴). تشخیص تغییرات و بیابان‌زایی با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۱۷. صص ۶۴-۵۱.
- فتاحی، محمد مهدی؛ محمد درویش؛ حمیدرضا جاویدکیا؛ سیدمهدی ادنانی (۱۳۸۹). ارزیابی و تهیه‌ی نقشه‌ی خطر کل بیابان‌زایی با روش فائو-یونپ (مطالعه موردی: حوزه‌ی آبخیز قمرود)، مرتع و بیابان ایران. شماره ۴. صص ۵۸۸-۵۷۵.
- فزون‌نی، لیلا (۱۳۸۶). ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده (M MEDALUS) با تأکید بر معیار فرسایش آبی و بادی). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل.
- محمد قاسمی، سعید (۱۳۸۵). بررسی شدت بیابان‌زایی دشت سیستان با تکیه بر مسائل آب خاک، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی تهران.
- قره‌چلو، سعید؛ محمدرضا اختصاصی؛ مجتبی زارعیان جهرمی؛ محمدباقر صمدی (۱۳۸۹). ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی با استفاده از مدل ICD در منطقه خضراآباد- همت‌آباد یزد، مرتع و بیابان ایران. شماره ۳. صص ۴۲۰-۴۰۲.
- گریوانی، محمد (۱۳۷۸). ارزیابی بیابانی شدن شمال خراسان، مجله تحقیقات مرتع و بیابان. شماره ۳. صص ۲۸۸-۲۶۳.
- ناطق، سعیده؛ غلامرضا زهتابیان؛ حسن احمدی (۱۳۸۸). ارزیابی شدت بیابان‌زایی دشت‌سگری با بهره‌گیری از مدل IMDPA، مجله مرتع و آبخیزداری، شماره ۳. صص ۴۳۰-۴۱۹.
- Brunner, A.C., Park, S.J., Ruecker, G.R. Vlek, P.L.G (2008). Erosion modeling approach to simulation the effect of land mangment options on soil loss by considering catenary soil development and farmers precipitation. Land Degrad. Develop, Vol 19, pp: 623-635.
- FAO/UNEP (1984). Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification, Roma. FAO. pp: 85.
- Ladisa G., Todorovic M., Trisorio, L.G (2002). Characterization of Area Sensitive to Degradation 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 Envionmental Capri, Italy, pp 2-11.
- Laura, A. D. and Danil, E. B (2009). Threshold wind velocity susceptibility to wind erosion under variable climatic condition. Land Degrad. Develop, Vol 20, pp:14-21.