نشریه مهندسی اکوسیستم‌های بیابان
سال اول، شمارهٔ اول، زمستان ۱۳۹۱، صفحه ۵۹ـ ۷۱

مقایسهٔ وضعیت فعلی بیابان‌زایی به دو روش IMDPA و MICD با تأکید بر معیار فرسایش بادی (مطالعه موردی: دشت فخرآباد مهریز)

منیرالسادات طباطبایی‌زاده[1*]/ محمدرضا اختصاصی[2]/ حسن احمدی[3]/ علی‌اکبر نظری سامانی[4]

[1*] دانش‌آموخته کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی دانشگاه تهران، تهران، ایران
mst_modiriat@yahoo.com
[2] دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، یزد، ایران
[3] استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران
[4] استادیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۵

چکیده:

به منظور مقابله با پدیدهٔ بیابان‌زایی باید عوامل به وجود آورندهٔ آن را شناخت و اقداماتی برای مقابله با آن انجام داد. بدین منظور، تحقیقات مختلفی در داخل و خارج کشور صورت گرفته که به ارائه مدل‌های منطقه‌ای منجر شده است. هر یک از این مدل‌ها از شاخص‌های متفاوتی استفاده می‌کنند و نتایج متفاوتی را به همراه دارند. برای انجام تحقیق حاضر، دشت فخرآباد مهریز با مساحتی بالغ بر ۳۹۳۷۰ هکتار انتخاب گردید و وضعیت فعلی بیابان‌زایی با استفاده از دو مدل ایرانی *IMDPA* (*Iranian Model of Desertification Potential Assessment*) و *MICD* (*Modified Iranian Classification of Desertification*) و با تأکید بر معیار فرسایش بادی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان داد که در هر دو روش *IMDPA* و *MICD* کلاس متوسط بیابان‌زایی بیشترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد و به ترتیب، ۸۸/۳ و ۸۱/۴۱ درصد از مساحت محدودهٔ مطالعاتی را شامل می‌شود. با مقایسهٔ امتیازات و کلاس‌های شدت بیابان‌زایی حاصل از دو روش که از مقایسهٔ رگرسیونی مقادیر استاندارد شده استفاده شد، مشخص گردید که بین امتیازات به دست آمده حدود ۳۳٪ همبستگی وجود دارد، در حالی که این همبستگی بین کلاس‌های شدت بیابان‌زایی ۴۲٪ می‌باشد. همچنین مقایسهٔ ارزش متناظر نقاط مشابه نشان داد که در مجموع کلاس بیابان‌زایی به دست آمده در مدل *IMDPA* کمتر از مدل *MICD* است که این پدیده به دلیل ماهیت متفاوت دو مدل مورد استفاده در جمع هندسی و جمع حسابی شاخص‌ها می‌باشد. با در نظر گرفتن یافته‌های سایر تحقیقات و این تحقیق، می‌توان گفت مدل *MICD* برای مقیاس‌های بزرگ (با دقت بیشتر و وسعت کمتر) و مدل *IMDPA* برای مقیاس‌های کوچک‌تر (با دقت کمتر و وسعت بیشتر) از توانمندی خوبی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: وضعیت بالفعل بیابان‌زایی، *IMDPA*، *MICD*، معیار فرسایش بادی، دشت فخرآباد مهریز.

مقدمه

فرآیند بیابانزایی به صورت یک پدیدهٔ مستمر و مخرب نه تنها کشورهای در حال توسعه، بلکه کشورهای توسعه‌یافته را نیز تهدید می‌کند. در این راه، شناخت فرآیندهای بیابانزایی و عوامل به وجود آورندهٔ و تشدید کنندهٔ آن و همچنین آگاهی از شدت و ضعف این فرآیندها و عوامل، امری مهم و ضروری است که باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد (ناطقی، ۱۳۸٦).

موفقیت پروژه‌های کنترل و مهار بیابانزایی و کاهش خطر عوامل بیابانزایی، نیازمند شناخت و درک صحیح از روابط علت و معلول بین بیابانزایی و فرآیندهای مؤثر در آن است.

در مناطق خشک و نیمه‌خشک، یکی از عوامل تأثیرگذار بر پدیدهٔ بیابانزایی فرسایش بادی است که نمایش کمّی آثار فرسایش بادی مستلزم نصب ایستگاه‌های اندازه‌گیری مستقیم در منطقه می‌باشد، لذا تا زمان دستیابی به این مهم یا باید از فرمول‌های تجربی و روابط علت و معلولی حاکم بر آن‌ها بهره جست یا از طریق ابداع مدل‌های فیزیکی مناسب و قابل اعتماد، مقدار حمل خاک و فرسایش‌پذیری آن را به صورت غیر مستقیم اندازه‌گیری کرد. در این زمینه، مدل‌های ارزیابی شدت پتانسیل بیابانزایی با توجه به شرایط موجود در منطقهٔ مورد نظر در نقاط مختلف جهان ارائه گردیده که می‌توان به مدل‌های *IMDPA*[1] و *MICD*[2] اشاره کرد. روش *IMDPA* توسط نمایندگان کشورهای مختلف در کمیته *CST* (علم و تکنولوژی کنوانسیون بیابانزدایی سازمان ملل متحد) در سال (۲۰۰۲) جهت تعیین معیارها و شاخص‌های بیابانزایی در ایران ارائه گردید که این مدل دارای ۹ معیار و ۳۵ شاخص بیابانزایی همراه با روش ارزیابی کمّی و کیفی آن‌هاست (مصباح‌زاده، ۱۳۸٦). همچنین روش *MICD* که روش

طبقه‌بندی بسطیافته بیابانزایی در ایران است (*ICD*[3]) در سال ۱۳۸۲ توسط احمدی‌ـ اختصاصی تدوین شد. این روش شدت بیابانزایی را از دو جنبه وضعیت فعلی بیابانزایی (پتانسیل فعلی) و وضعیت طبیعی بیابانزایی (پتانسیل طبیعی) مورد بررسی قرار می‌دهد. در زمینهٔ بررسی وضعیت بیابانزایی، مطالعات زیادی انجام شده است که می توان به موارد زیر اشاره کرد: دپالوا و همکاران[4] (۲۰۰۹) آثار مختلف عوامل بیابانزایی را در عرصه‌های کوهستانی، تپه‌ای و پایین‌دست رودخانه مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که در قسمت پایین‌دست رودخانه خطر بیابانزایی ناشی از دخالت انسان افزایش می‌یابد و خطر فرسایش (به دلیل شیب کم) کاهش می‌یابد. لیرا[5] (۲۰۰٤) مدل بیابانزایی را با استفاده از تصاویر *TM* در مناطق نیمه‌خشک مورد ارزیابی قرار داد. وی با بررسی متغیرهای بافت زمین، شاخص پوشش مناطق خشک وآلبدو زمین که به عنوان فرآیندهای بیابانزایی در منطقه‌اند، درجه بیابانزایی را به ٦ طبقه تقسیم‌بندی کرد.

لادیسا[6] و همکاران (۲۰۰۲) برای ارزیابی وضعیت بیابانزایی به روش *MEDALUS*[7] شش شاخص را برای ارزیابی در نظر گرفتند. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: شاخص‌های خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی که هر شاخص، خود شاخص‌هایی دارند. در این تحقیق از میانگین شاخص‌های کاربری اراضی و مدیریت به عنوان یک شاخص، قبل از قرار گرفتن در فرمول نهایی استفاده شد و در نهایت از میانگین هندسی پنج شاخص مذکور، نقشهٔ نهایی بیابانزایی ترسیم گردید. چمن پیرا (۱۳۸۵) در حوزهٔ آبخیز کوهدشت، نقشهٔ وضعیت فعلی بیابانزایی را با استفاده از روش *ICD* تهیه کرد و به این نتیجه رسید که بیابانزایی با شدت متوسط در منطقه به وقوع پیوسته و روند آن رو به گسترش است و مهم‌ترین عامل بیابانزایی در منطقهٔ مورد مطالعه عامل انسانی می‌باشد. وی هچنین با مقایسهٔ دو روش *FAO-UNEP*[8] و *ICD*، روش *ICD* را روش مناسب‌تری در منطقه بیان کرد. عبدی (۱۳۸٦) در منطقهٔ ابوزیدآباد کاشان وضعیت بیابانزایی را با استفاده از مدل *IMDPA* مورد بررسی قرار داد و نقشه بیابانزایی آن را ارائه نمود و کلاس بیابانزایی

1. Iranian Model of Desertification Potential Assessment
2. Modified Iranian Classification of Desertification
3. Iranian Classification of Desertification

4. Depaola
5. lira
6. ladisa
7. Mediterranean Desertification And Land Use sensitive
8. Food and Agriculture Organization - United Nation Environment Programmer

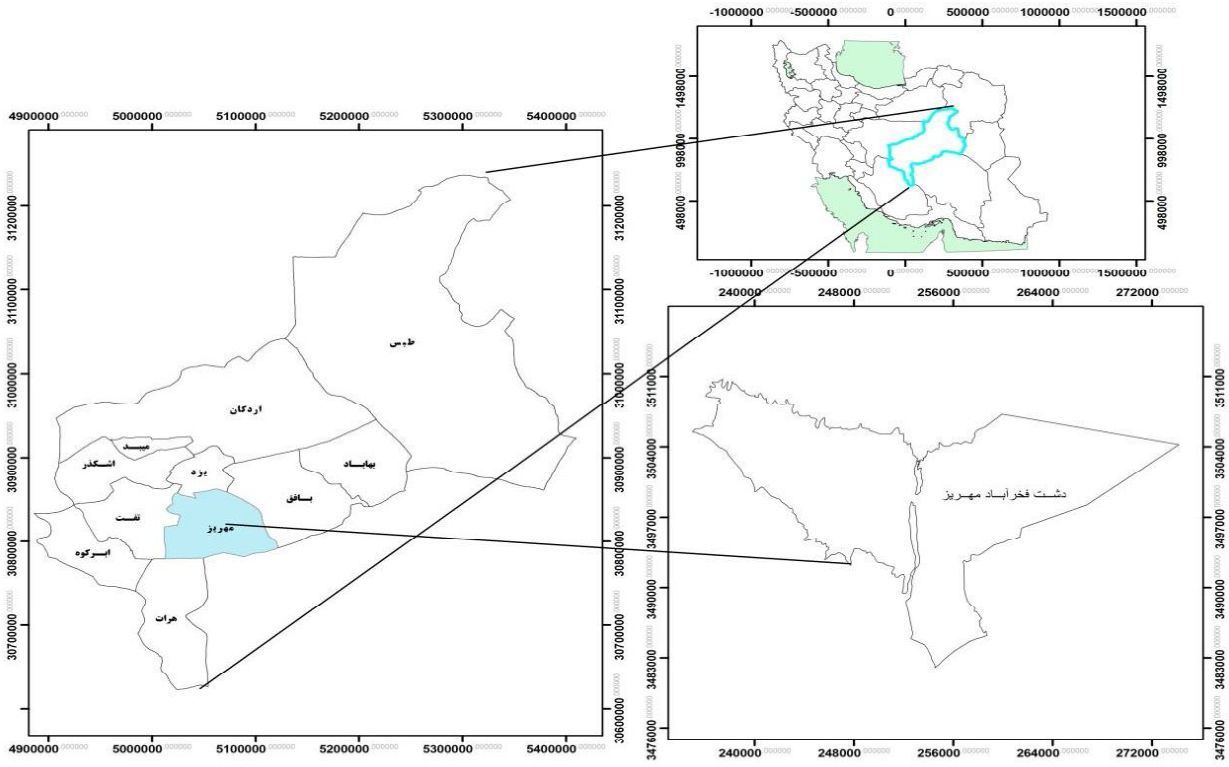
کل منطقه را متوسط برآورد کـرد. همچنـین ذاکـری‌نـژاد و همکاران (۱۳۸۹) شدت بیابانزایی منطقهٔ زرین‌دشت فارس را با استفاده از مدل *IMDPA* و بر پایهٔ معیار زمین‌شناسی و ژئومورفولوژی حساسیت سنگ (ضریب مقاومـت) و نـوع بهره‌برداری در هر واحد کاری بررسی نمودند و عرصه‌هایی را که از لحـاظ ژئومورفولـوژی و زمـین‌شناسـی بـا خطـر بیابانزایی کم، متوسط، شدید و خیلی شدید مواجه بودنـد، مشخص کردند. هاشـمی و همکـاران (۱۳۹۰) نیـز جهـت بررسی وضعیت فعلی بیابانزایی در منطقهٔ زهک سیستان، دو روش *FAO-UNEP* و *MICD* را با تأکید بر معیار فرسایش آبی مورد بررسی و ارزیابی قـرار دادنـد. نتـایـج حاصـل از ارزیابی آن‌ها نشان داد که حدود ۹۴/۱ درصد از منطقـه در کلاس شدت بیابانزایی متوسط قرار گرفته است. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۹۰) شدت بیابانزایی دشت سیسـتان را بـه کمک مدل *IMDPA* ارزیابی نمودند و به این نتیجه رسیدند که ۵۱/۰۹ درصد منطقه از نظر درجه بیابانزایی در کـلاس متوسط و ۴۵/۰۹ درصد منطقه در کلاس شدید قرار دارد و ۳/۸۲ درصد منطقه که شامل مناطق مسکونی و مخازن آب چاه نیمه‌ها بود، در هیچ کلاسی قرار نگرفت.

به منظور انجام مطالعهٔ حاضر دشت فخرآباد مهریـز بـا سطحی در حدود ۳۹۳۷۰ هکتار انتخاب و وضعیت فعلـی بیابانزایی با استفاده از دو روش ایرانی *IMDPA* و *MICD* که منطبق با شرایط موجود در ایران مـی‌باشـند، بررسـی و در نهایت بر اساس نتایج به دست آمده کارآیی و نقاط قوت و ضعف روش‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه (دشت فخرآباد مهریز) بـا وسـعتی حـدود ۳۹۳۷۰ هکتار در جنوب یزد و در طـول جغرافیـایی "۲۰ '۱۱ °۵۴ تا "۲۸ '۳۴ °۵۴ و عـرض جغرافیـایی "۳۰ '۳۰ °۳۱ تـا "۲۷ '۴۱ °۳۱ قرار دارد. حداقل ارتفاع حوزه ۱۳۳۰ و حـداکثر آن ۲۴۵۰ متر است. همچنین متوسط بارندگی ۱۳۰ میلـی‌متـر بـا اقلـیم نیمـه‌خشـک و متوسـط دمـای سـالانه ۲۰ درجـه سانتی‌گراد است. وضعیت خاص فیزیوگرافی، حوزهٔ مذکور را بـه صـورت یـک قیـف بـا دره توپـوگرافی درآورده کـه بـا جمع‌آوری و کاتالیزه کردن بادهـای ناحیـه‌ای خاصـه بادهـای شمالی و شمال غربی، اراضی قسمت غرب منطقه را به کانون فرسایش بادی و تاخت و تاز ماسه‌ای روان تبدیل کرده است.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی دشت فخرآباد مهریز واقع در استان یزد

روش تحقیق

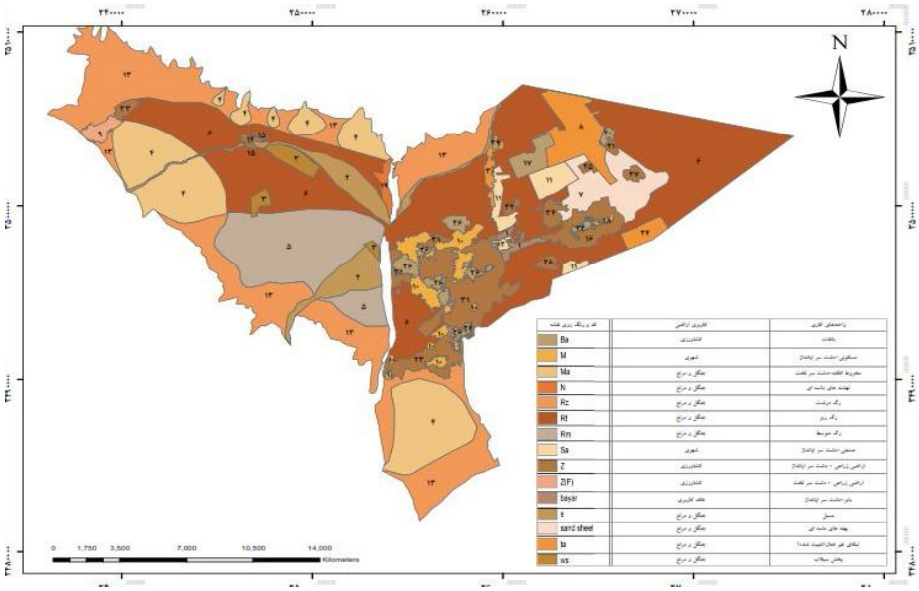
با توجه به اینکه عواملی مانند بارندگی کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر در سال، حاکمیت اقلیم خشک، فقدان پوشش گیاهی و وزش بادهای با سرعت بیشتر از سرعت آستانه از عوامل طبیعی تشدیدکنندهٔ فرسایش بادی در منطقهٔ مورد مطالعه‌اند، لذا در این تحقیق از میان معیارهای مختلفی که در پدیدهٔ بیابانزایی نقش دارند، تأکید بر معیار فرسایش بادی است. بر این اساس، این مطالعه طی مراحل زیر انجام شده است:

– مراحل بررسی شدت پتانسیل بیابانزایی با روش *IMDPA*

در این روش به منظور واسنجی امتیازات شاخص‌های معیار فرسایش بادی و تهیه نقشه بیابانزایی مراحل زیر انجام شد:

– تهیهٔ نقشهٔ واحدکاری

نقشهٔ واحدهای کاری، از روی هم‌گذاری نقشه‌های توپوگرافی، سنگ‌شناسی و رخساره‌های ژئومورفولوژی تهیه شد (شکل ۲).



شکل (۲): واحدهای کاری دشت فخرآباد مهریز

پس از تعیین واحدهای کاری، ۳ شاخص مربوط به فرسایش بادی که عبارت‌اند از شاخص ظهور رخساره‌های فرسایشی یا شاخص مربوط به شدت فرسایش و رسوب‌دهی که با روش اریفر ۱ و ۲ (که به ترتیب، وضعیت فرسایشی را در اراضی غیر زراعی و اراضی زراعی نشان می‌دهد) به دست می‌آید، شاخص مربوط به تراکم پوشش سطح خاک (غیر زنده (*MC*) و زنده (*PC*)) و شاخص روزهای طوفانی گرد و خاک (*DSI*)، در هر یک از واحدهای کاری مورد امتیازدهی قرار گرفت و نقشه مربوط به هر یک تهیه گردید.

چگونگی امتیازدهی این شاخص‌ها به شرح زیر است:

– شاخص ظهور رخساره‌های فرسایشی

به منظور امتیازدهی و تهیهٔ نقشه مربوط به این شاخص واحدهای کاری یا رخساره‌های با حساسیت زیاد نسبت به فرسایش بادی، امتیاز بیشتر و رخساره‌های مقاوم‌تر، امتیاز کمتری را به خود اختصاص دادند (احمدی، ۱۳۸۵). همچنین به منظور دخالت زیر شاخص مربوط به پتانسیل فرسایش بادی و رسوب‌دهی اراضی، از مدل‌های تجربی اریفر ۱ و ۲ استفاده شد که امتیازدهی آن‌ها بر اساس عوامل نه‌گانه سنگ‌شناسی، شکل اراضی و میزان پستی و بلندی، سرعت و وضعیت باد، بافت خاک و پوشش غیرزنده سطح خاک، رطوبت خاک، نوع و پراکنش نهشته‌های بادی و در نهایت مدیریت اراضی می‌باشد (احمدی، ۱۳۸۷). روش مطالعه بدین صورت بود که امتیاز هر یک از فاکتورهای نه‌گانه در واحدهای کاری مشخص و با استفاده از میانگین‌گیری وزنی، امتیاز هر عامل و در نهایت، تمامی عوامل مؤثر در فرسایش تعیین گردید که منجر به مشخص شدن کلاس فرسایش بادی و میزان جابه‌جایی خاک و هدر رفتن آن شد. سپس در محیط *GIS* با استفاده از جداول (۱ و ۲) نقشه واحدهای کاری به

نقشه مربوط به این عامل تبدیل گردید (شکل ۳).

جدول (۱): طبقه‌بندی و امتیازدهی رخساره‌های فرسایشی

دامنه امتیاز	۴-۳/۶ خیلی شدید	۳/۶-۲/۵ شدید	۲/۶-۱/۶ متوسط	۱/۵-۰ آرام
نوع واحد کاری	تپه‌های ماسه‌ای	اراضی کشاورزی، اراضی بایر و شوره‌زارهای لخت	اراضی دشت سر اپانداژ، اراضی با سنگفرش متوسط؛ اراضی کشاورزی دایر	اراضی کوهستانی، اراضی با سنگفرش بیابانی درشت و دشت سرهای لخت

جدول (۲): طبقه‌بندی و امتیازدهی به روش شدت فرسایش و رسوب (IRIFR)

دامنه امتیاز	۴-۳/۶ خیلی شدید	۳/۵-۲/۶ شدید	۲/۵-۱/۶ متوسط	۱/۵-۰ آرام
شدت فرسایش و رسوب‌دهی *(IRIFR1,2)*	*IRIFR*<۲۵ ۰	۲۵<*IRIFR*<۵۰	۵۰<*IRIFR*<۸۰	*IRIFR*>۸۰

-شاخص مربوط به تراکم پوشش سطح خاک (غیر زنده (*MC*) و زنده (*PC*))

برای اندازه‌گیری این شاخص، درصد پوشش غیر زنده (سنگریزه بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر) با استفاده از پلات ۲۰×۲۰ و پوشش زنده با ترانسکت ۵۰ متری اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که در این مطالعه، استفاده از روش ترانسکت در مناطق با پوشش مرتعی است و به منظور امتیازدهی و بررسی تأثیر اراضی کشاورزی، باغی و اراضی مسکونی در پدیدهٔ بیابان‌زایی از شاخص الگوی کشت که مربوط به معیار کشاورزی در روش *IMDPA* می‌باشد، استفاده گردید (جدول ۳).

به منظور تعیین تعداد نمونه (تکرار نمونه‌گیری) در هر واحد کاری، از آزمون کفایت نمونه استفاده شد که به شرح زیر است:

$$n = \frac{t^2 \times s^2}{d^2}$$

در این رابطه، n=تعداد نمونه، s^2=واریانس، d^2= درصد خطای قابل قبول است.

جدول (۳): ارزیابی شاخص‌های مربوط به کاربری یا الگوی کشت و شدت تأثیر آن‌ها بر پدیدهٔ بیابان‌زایی

ردیف	کلاس الگوی کشت کاربری کشاورزی	اندکس کمی مؤلفه‌های قابل اندازه‌گیری در هر کلاس شاخص	درجه تأثیرگذاری بر پدیده بیابان‌زایی
۱	باغات *LUHO*	باغات میوه متراکم	۰/۲۵-۰
		باغات میوه نیمه‌متراکم	۰/۵-۰/۲۶
		باغات پراکنده (تاکستان‌ها)	۰/۷۵-۰/۶
		تازه‌آبادها (نهالکاری‌ها)	۱-۰/۷۶
۲	زراعت آبی *LUIF*	علوفه‌کاری	۱/۲۵-۱
		دو فصل پاییزه و بهاره	۱/۵-۱/۲۶
		کشت پاییزه	۱/۷۵-۱/۶
		کشت بهاره	۲-۱/۷۶
۳	اراضی آیش *LUFA*	آیش آبی با پوشش خوب	۲/۲۵-۲/۱
		آیش آبی با پوشش متوسط	۲/۵-۲/۲۶
		آیش دیم با پوشش کم	۲/۷۵-۲/۶
		آیش بدون پوشش	۳-۲/۷۶
۴	اراضی دیم *LURF*	دیم مناسب با شیب کم ۵-۰ درصد	۳/۲۵-۳/۱
		دیم در شیب متوسط ۱۵-۶درصد	۳/۵-۳/۲
		دیم در شیب زیاد ۳۰-۱۶ درصد	۳/۷۵-۳/۶
		دیم در شیب خیلی زیاد>۳۰ درصد و دیم رها شده	۴-۳/۷۶

در نهایت، امتیازدهی این فاکتور بر اساس (جداول ٤ و ٥) انجام گرفت (اختصاصی، ۱۳۸۵) و نقشهٔ مربوط به آن تهیه شد (شکل ٤).

جدول (٤): طبقه‌بندی شدت فرسایش بادی بر اساس تراکم مواد غیر زنده سطح خاک

دامنه امتیاز	٤-۳/٦	۳/٥-۲/٦	۲/٥-۱/٦	۱/٥-۰
	خیلی شدید	شدید	متوسط	آرام
تراکم مواد غیر زنده در سطح خاک	<۲۰٪	٤۰٪تا۲۰٪	۸۰٪ تا ٤۰٪	>۸۰٪

جدول (٥): دامنه امتیازدهی تراکم پوشش گیاهی و نقش آن در طبقه‌بندی بیابانزایی ناشی از فرسایش بادی

دامنه امتیاز	٤-۳/٦	۳/٥-۲/٦	۲/٥-۱/٦	۱/٥-۰
	خیلی شدید	شدید	متوسط	آرام
تراکم پوشش گیاهی	<۱۰٪	۱۰٪ تا۲۰٪	۲۰٪ تا٤۰٪	>٤۰٪

- شاخص روزهای طوفانی گرد و خاک (*DSI*)

معمولاً اندازه‌گیری و دیده‌بانی تعداد روزهای طوفانی گرد و خاک در سال در ایستگاه‌های سینوپتیک صورت می‌گیرد، لذا از آنجا که به دلیل توپوگرافی خاص منطقه، تمام سطح آن از شرایط یکسانی در ارتباط با ایجاد گرد و غبار برخوردار نیست و همچنین در منطقه تنها یک ایستگاه سینوپتیک است که اطلاعات آن ناقص می‌باشد؛ در نتیجه در این زمینه از اظهارات مردم در مورد میزان وقوع طوفان‌های همراه با گرد و غبار هم استفاده شد و سپس این شاخص با استفاده از (جدول ٦) مورد امتیازدهی قرار گرفت و نقشهٔ مربوط به آن تهیه شد (شکل ٥).

جدول (٦): طبقه‌بندی شدت بیابانزایی ناشی از شرایط غبارناکی هوا (روز در سال)

دامنه امتیاز	٤-۳	۳-۲	۲-۱	۱-۰
	خیلی شدید	شدید	متوسط	آرام
روزهای طوفانی گرد و غبار(*DSI*)	>٦۰	٦۰تا۳۰	۳۰تا۱۰	<۱۰

تهیه نقشه نهایی معیار فرسایش بادی

پس از تهیه نقشه‌های مربوط به هرکدام از شاخص‌های فرسایش بادی که شرح داده شد، با استفاده از میانگین هندسی (ضرب امتیازات حاصل از شاخص‌ها و اخذ ریشه nام) و نمره‌دهی هر یک از آن‌ها با استفاده از (جدول ۷) نقشه نهایی شدت فرسایش بادی تهیه شد (شکل ٦).

جدول (۷): کلاس‌های شدت بیابانزایی فعلی در روش *IMDPA*

دامنه امتیاز	٤-۳/٦	۳/٥-۲/٦	۲/٥-۱/٦	۱/٥-۰
	خیلی شدید	شدید	متوسط	آرام
شاخص عددی شدت بیابانزایی ناشی از فرسایش بادی	>۳	۳تا۲	۲تا۱	<۱

- مراحل بررسی وضعیت بیابانزایی به روش *MIC* (با تأکید بر معیار فرسایش بادی)

- تعیین و تفکیک نوع کاربری عرصه‌ها:

برای ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی با این روش ابتدا کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه تعیین شد که در کلاس‌های زیر طبقه‌بندی گردید:

۱. اراضی با کاربری جنگلی و مرتعی

۲. اراضی با کاربری کشاورزی

۳. اراضی با کاربری شهری (مناطق مسکونی و شهری، مناطق صنعتی، جاده‌ها، فرودگاه‌ها، ترمینال‌ها، پارک‌ها و...)

٤. اراضی فاقد کاربری (بیابان‌های طبیعی مانند کوه‌های لخت، توده‌سنگی، تپه ماهوری لخت، تپه‌های ماسه‌ای لخت، سطوح سنگ‌فرشی، کویرها و کلیه اراضی لخت و بدون پوشش گیاهی)

- امتیازدهی به شاخص‌ها:

این روش برای هر یک از کاربری‌های ذکر شده، شاخص‌های خاصی را پیشنهاد می‌کند. از آنجا که تعداد شاخص‌ها در کاربری‌های مختلف یکسان نیست و در نتیجه نمی‌توان بر اساس جمع امتیازات عوامل مورد بررسی، از یک جدول طبقه‌بندی شدت بیابانزایی استفاده نمود، بدین ترتیب در این مطالعه قبل از شروع ارزیابی وضعیت بیابانزایی، اقدام به همسنگ نمودن تعداد شاخص‌ها در تمام کاربری‌ها گردید، بدین صورت که در جدول مربوط با ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی در اراضی فاقد کاربری، شاخص بافت خاک و در جدول مربوط به اراضی جنگل و مرتع، شاخص تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک و تراکم سنگریزه (بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر) و همچنین در جدول مربوط به اراضی شهری سه شاخص درصد تراکم عرصه‌های ساختمانی و سازه‌ای، تراکم سبزینگی شهر و یا کنار جاده و همچنین شاخص میزان همپوشانی زبری (تأثیر زبری) در یک گروه قرار داده شد (ابریشم، ۱۳۸۳و طباطبایی‌زاده، ۱۳۸۹). در نهایت پس از امتیازدهی هر یک از کاربری‌های اراضی، شدت بیابانزایی با استفاده از (جدول ۸) تعیین شد و سپس نقشه شدت پتانسیل بیابانزایی به روش مذکور تهیه گردید (شکل ۷). در این روش بر خلاف روش *MICD* میانگین امتیازات از جمع ریاضی امتیازات کسب شده حاصل می‌گردد.

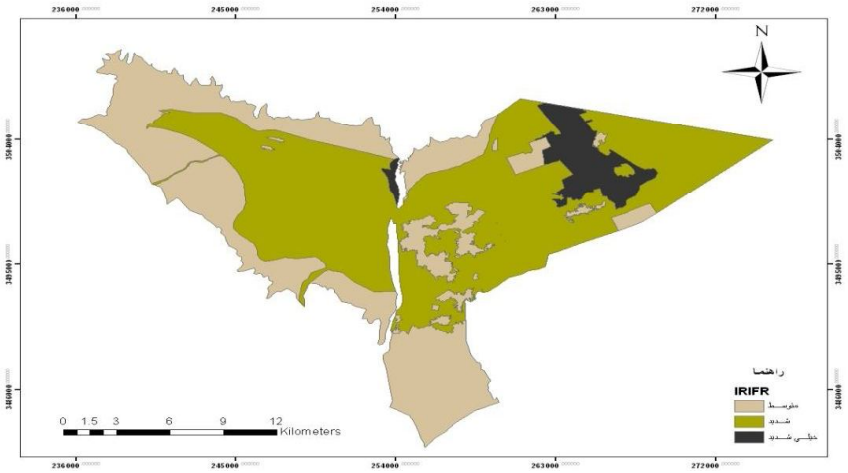
جدول (۷): کلاس‌های شدت بیابانزایی در روش MICD

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

پس از تهیهٔ نقشه‌های وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از دو روش مذکور، امتیازات به دست آمده در کاربری‌های مختلف با هم مقایسه شد. همچنین در منطقه بالغ بر ۷۳ نقطه به صورت تصادفی انتخاب و کلاس‌ها و امتیازات حاصل از دو مدل با هم مقایسه گردید. از آنجا که واحد دو مدل با هم متفاوت است بدین‌گونه که مدل *IMDPA* بین ۰-۴ طبقه‌بندی می‌شود. در حالی که مدل *MICD* بین ۰-۲۸ طبقه‌بندی می‌شود. در ابتدای امر، این دو واحد با هم یکسان گردید (بین ۰-۱ قرار گرفت تا قابل مقایسه باشند، سپس مقادیر کلاس بیابانزدایی استاندارد شده آن به دست آمد و میزان همبستگی بین امتیازات و همچنین کلاس‌های حاصل از دو مدل در محیط نرم‌افزار *SPSS* محاسبه گردید.

نتایج

همان‌طور که بیان شد، به منظور بررسی شاخص‌های مربوط به معیار فرسایش بادی و همچنین تهیهٔ نقشهٔ وضعیت فعلی بیابانزایی در ابتدای امر باید واحدهای کاری در منطقه مشخص گردد، بدین منظور نقشه واحدهای کاری به عنوان نقشهٔ پایه تهیه گردید که در شکل زیر آورده شده است (شکل ۲).



شکل (۳): لایه اطلاعاتی رخساره‌های فرسایشی (مدل IRIFR)، دشت فخرآباد مهریز

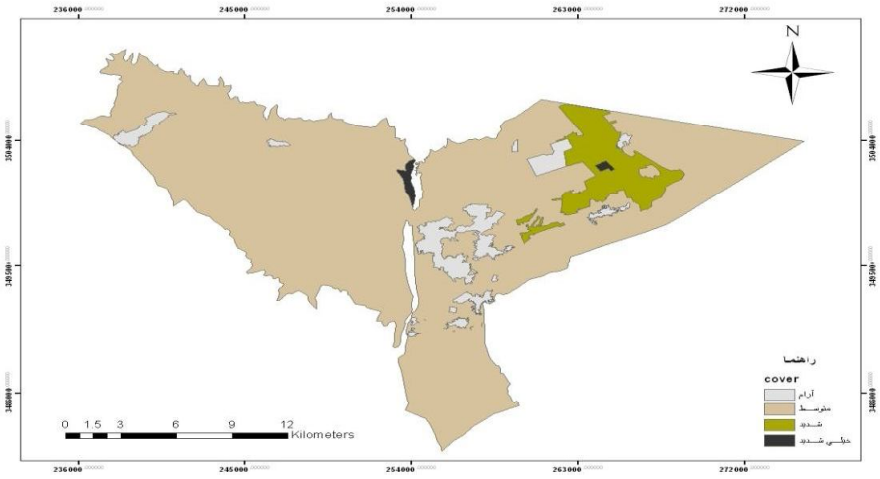
نتایج حاصل از امتیازدهی و ارزیابی مدل *IMDPA*

– لایه اطلاعاتی رخساره‌های فرسایشی:

نتایج حاصل از این لایه اطلاعاتی نشان می‌دهد که ۵۵/۲ درصد از منطقه در کلاس شدید، ۳۸/۷ درصد منطقه در کلاس متوسط و حدود ۶/۱ درصد در کلاس خیلی شدید قرار دارد (شکل ۳).

– لایه اطلاعاتی درصد پوشش سطح خاک (پوشش زنده و غیر زنده):

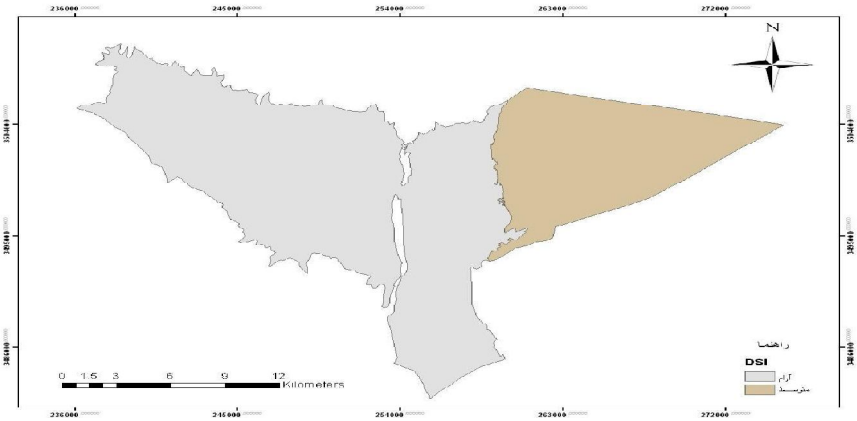
در این لایه، وسعت زیادی از منطقه (حدود ۸۷/۸۵ درصد) دارای تراکم پوشش متوسط است که با وجود بادهای فرسایش‌زا در این منطقه، این عامل تا حدی اثر فرسایندگی باد را کاهش داده است (شکل ٤).



شکل (٤): لایه اطلاعاتی درصد پوشش سطح خاک (پوشش زنده و غیر زنده)

– لایه اطلاعاتی تعداد روزهای با شاخص طوفانی گرد و خاک (*DSI*)

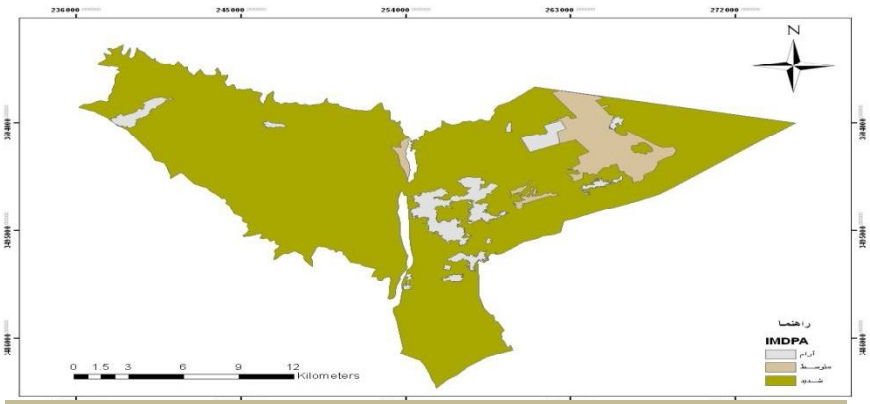
تعداد روزهای با طوفان گرد و خاک در منطقه بین هرفته و سریزد که در قسمت جنوب منطقه قرار دارد، بین ۱۰ تا ۲۰ روز است که مربوط به کلاس با شدت متوسط بوده ودر مابقی دشت تعداد روزهای با طوفان گرد و خاک کمتر از ۱۰ روز است (شکل ۵).



شکل (۵): لایه اطلاعاتی تعداد روزهای با شاخص طوفانی گرد و خاک (**DSI**)

– نقشه نهایی بیابانزایی ناشی از معیار فرسایش بادی:

پس از تهیه نقشه‌های مربوط به هر کدام از شاخص‌های رسایش بادی که شرح آن گذشت، با استفاده از میانگین ندسی (ضرب امتیازات حاصل از شاخص‌ها و اخذ ریشه nام) و استفاده از جدول مربوط به طبقه‌بندی شدت بیابانزایی ناشی از معیار فرسایش بادی، نقشه شدت بیابانزایی تهیه گردید (شکل ٦).



شکل (٦): نقشه نهایی بیابانزایی ناشی از معیار فرسایش بادی(مدل IMDPA)، دشت فخرآباد مهریز

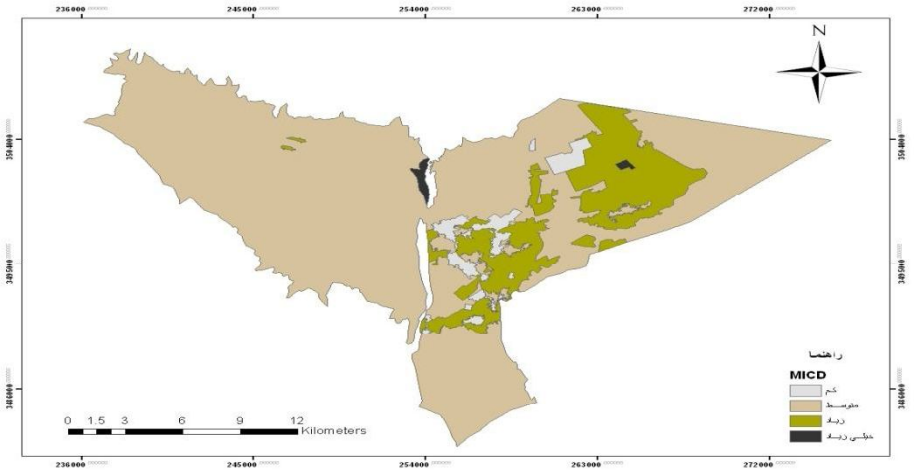
بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های فرسایش بادی نشان داد که در منطقهٔ مورد مطالعهٔ شاخص رخساره‌های فرسایشی با ارزش عددی ۲/٦۱ بیشترین و تعداد روزهای گرد و غبار کمترین نقش را در بیابانی شدن منطقه دارند.

جدول (۸): میانگین وزنی کمی شاخص‌های مؤثر در فرسایش بادی

ردیف	شاخص‌های ارزیابی	میانگین ارزش عددی	کلاس بیابانزایی
۱	رخساره‌های فرسایشی	۲/٦۱	شدید
۲	درصد پوشش خاک	۱/۷۳	متوسط
۳	تعداد روزهای همراه با گرد و غبار	۱/۵۰	آرام

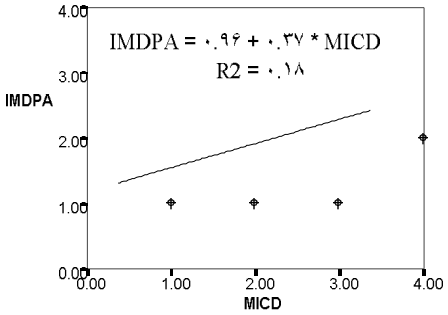
نتایج حاصل از ارزیابی بیابانزایی با استفاده از مدل MICD در منطقهٔ مورد مطالعه

بررسی وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از روش MICD نشان داد که بالغ بر ۸۱/٤ درصد از مساحت منطقه در کلاس شدت بیابانزایی متوسط، ۲/۹٤ درصد در کلاس کم، ۱۵/۱ درصد در کلاس زیاد و ۰/٤٦درصد در کلاس خیلی زیاد قرار دارد (شکل ۷).

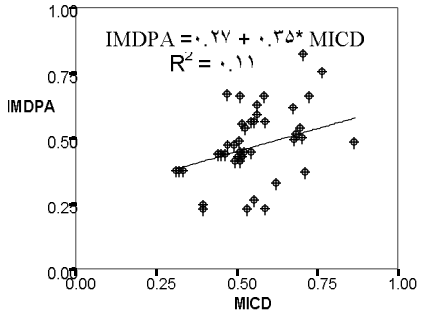


شکل (۷): نقشه نهایی بیابانزایی ناشی از فرسایش بادی (مدل MICD)، دشت فخرآباد مهریز

در نهایت به منظور بررسی همبستگی بین کلاس‌ها و همچنین امتیازات حاصل از دو مدل، پس از استاندارد کردن مقادیر، و با رسم نمودار نقطه‌ای و ایجاد رابطهٔ رگرسیونی بین کلاس‌ها و امتیازات به طور جداگانه مشخص گردید که بین امتیازات حاصل از دو روش مذکور حدود ۳۳٪ همبستگی وجود دارد، درحالی که بین کلاس‌های شدت بیابانزایی حاصل از دو مدل ٤۲٪ همبستگی وجود دارد (شکل ۸ و ۹).



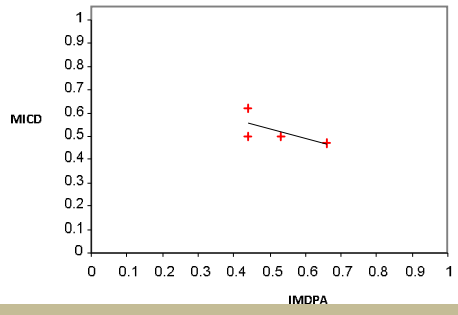
شکل (۸): مقایسه کلاس‌های پتانسیل بیابانزایی حاصل ازدو روش *IMDPA* و *MICD*



شکل (۹): مقایسه امتیازات پتانسیل بیابانزایی به دو روش *IMDPA* و *MICD*

جدول (۹): امتیازات و کلاس‌های بیابانزایی در کاربری‌های مختلف با کاربرد دو روش *IMDPA* و *MICD*

کاربری	کشاورزی		فاقد کاربری		شهری		مرتعی	
	امتیاز	کلاس	امتیاز	کلاس	امتیاز	کلاس	امتیاز	کلاس
IMDPA	۰.٤٤	(متوسط)	۰.٦٦	(شدید)	۰.٤۳	(متوسط)	۰.۵۳	(متوسط)
MICD	۰.٦۲	(زیاد)	۰.٤۷	(متوسط)	۰.۵۰	(متوسط)	۰.۵۰	(متوسط)



شکل (۱۰): مقایسه امتیازات پتانسیل بیابانزایی در کاربری‌های مختلف به دو روش *IMDPA* و *MICD*

با مقایسهٔ کلاس‌های حاصل از دو مدل در هر یک از کاربری‌های اراضی مشخص شد که در کاربری کشاورزی و فاقد کاربری نتایج حاصل از کلاس بیابانزایی با هم تفاوت دارند، اما در کاربری‌های شهری و مرتعی ــ جنگلی کلاس‌های بیابانزایی با دو روش یکی است. در مجموع نتایج همبستگی امتیازات حاصل از دو مدل در کاربری‌های مختلف نشان داد که در حدود ٦٤٪ بین دو مدل همبستگی وجود دارد (r=۰/٦٤) (شکل ۱۰).

با مقایسهٔ کلاس‌های حاصل از دو مدل در هر یک از کاربری‌های اراضی مشخص شد که در کاربری کشاورزی و فاقد کاربری نتایج حاصل از کلاس بیابانزایی با هم تفاوت دارند، اما در کاربری‌های شهری و مرتعی ــ جنگلی کلاس‌های بیابانزایی با دو روش یکی است. در مجموع نتایج همبستگی امتیازات حاصل از دو مدل در کاربری‌های مختلف نشان داد که در حدود ٦٤٪ بین دو مدل همبستگی وجود دارد (r=۰/٦٤) (شکل ۱۰).

بحث و نتیجه‌گیری

فرسایش بادی در مناطق بیابانی دارای شدت زیادی است که منجر به تخریب اراضی می‌شود. در ایجاد فرسایش بادی و تخریب حاصل از آن، عامل‌های چندی از جمله شدت و مدت وزش باد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، توپوگرافی منطقه، وضعیت پوشش گیاهی و... دخالت دارند که کلیه آن‌ها با هم در ارتباط‌اند و به اتفاق منجر به افزایش یا کاهش شدت فرسایش بادی در یک منطقه می‌شوند (۱۳۸۷).

با توجه به نقشه شدت بیابانزایی حاصل از مدل *MICD* مشخص شد که در سال ۱۳۸۹ بیشترین درصد مساحت منطقه (۸۱/٤ درصد) از نظر شدت بیابانزایی مربوط به کلاس متوسط است که می‌توان وجود سنگریزهٔ مناسب در سطح خاک را مهم‌ترین عامل در جهت کاهش حرکت ذرات خاک توسط باد دانست. این در حالی است که مساحت بسیار ناچیزی از منطقه (۰/٤٦ درصد) با شدت بسیار زیاد است که با میانگین‌گیری وزنی امتیازات مربوط به هر کاربری، می‌توان از آن چشم‌پوشی کرد. احمدی و همکاران (۱۳۸۵) در سال ۱۳۸۲ وضعیت بالفعل بیابانزایی دشت فخرآباد مهریز را با استفاده از روش مدالوس تغییر یافته بررسی کردند و به این نتیجه دست یافتند که از کل منطقه مورد مطالعه (۸۹۹۱٦ هکتار)، ٤٤٦٤٠ هکتار (٤۹/٥٤٪) در کلاس شدت بیابانزایی کم، ۳۷٦٤۸ هکتار (٤۱/۷٦٪) در کلاس شدت بیابانزایی متوسط و ۷٦۲۸ هکتار (۸/۳۸۸٪) در کلاس شدت بیابانزایی شدید قرار می‌گیرد.

احمدی و همکاران (۱۳۸٤) وضعیت بالفعل بیابانزایی دشت فخرآباد مهریز را با استفاده از روش‌های *ICD* و *MICD* بررسی نمودند. در روش *ICD* منطقهٔ مورد مطالعه از نظر شدت بیابانزایی در دو کلاس کم و متوسط قرار گرفت. در این منطقه کلاس کم ۸۲۳٥۱ هکتار (۹۱/٥۹ درصد) و کلاس متوسط ۷٥٦٥ هکتار (۸/٤۱ درصد) از کل مساحت منطقه را شامل می‌شود. اما در روش *MICD*، منطقه مورد مطالعه از نظر شدت بیابانزایی در ٤ کلاس آرام، کم، متوسط و زیاد قرار گرفت، که کلاس آرام ۳۳۳۲۷ هکتار (۳۷/۰٦ درصد)، کلاس کم ۸۳٤٦ هکتار (۹/۲۸ درصد)، کلاس متوسط ۳۷۲٤٥ هکتار (٤۱/٤۲ درصد) و کلاس زیاد ۱۰۹۹۸ هکتار (۱۲/۲۳ درصد) از مساحت منطقه را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و مقایسهٔ این نتایج با شرایط مشاهده شده در منطقهٔ روش *MICD* روش مناسب‌تری برای ارزیابی وضعیت بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه است (ابریشم، ۱۳۸۳).

با مقایسهٔ نتایج این تحقیق با نتایج احمدی و همکاران (۱۳۸٤ و ۱۳۸٥) می‌توان نتیجه گرفت که طی چند سال گذشته، شدت بیابانزایی افزوده شده به طوری که از کلاس با شدت بیابانزایی کم به کلاس متوسط پیش رفته است.

منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیم جزء مناطق نیمه‌خشک و از لحاظ بارندگی بسیار فقیر است. اقلیم و بارندگی نامناسب، از تشکیل و تحول خاک و استقرار پوشش گیاهی مناسب در این منطقه جلوگیری می‌کند. تمام این عوامل به تشدید فرسایش بادی و افزایش پدیدهٔ بیابانزایی کمک می‌کند.

یکی از مزیت‌های مهم روش *MICD*، توجه به انتخاب شاخص‌های ارزیابی بیابانزایی با توجه به نوع کاربری در هر واحد کاری می‌باشد. زیرا همان‌طور که مشخص است نمی‌توان از شاخص‌های یکسانی در کاربری‌های مختلف استفاده کرد؛ برای مثال، نمی‌توان شاخص‌هایی را که برای اراضی کشاورزی مورد بررسی قرار می‌گیرند، با شاخص‌های مورد ارزیابی در اراضی مرتعی یکسان دانست.

از آنجا که در مناطق بیابانی فرسایش بادی نقش مهمی در تشدید بیابانزایی دارد، مدل به دلیل توجه کافی به فرسایش بادی مدل مناسبی جهت تعیین وضعیت فعلی بیابانزایی است.

با مقایسهٔ کلاس‌های حاصل از نقشهٔ وضعیت فعلی بیابانزایی در کاربری‌های مختلف به دو روش *IMDPA* و *MICD* مشخص گردید که در دو کاربری کشاورزی و اراضی فاقد کاربری، کلاس‌های دو نقشه متفاوت‌اند که دلیل آن عامل جمع هندسی شاخص‌ها در مدل *IMDPA* است. همچنین با مقایسهٔ این دو مدل می‌توان این‌گونه بیان کرد که هر یک از مدل‌ها، معایب و محاسنی دارند؛ برای مثال، از محاسن مدل *MICD* نسبت به مدل *IMDPA* در برآورد وضعیت فعلی بیابانزایی با تأکید بر معیار فرسایش بادی می‌توان بیان کرد که

روش *MICD* از شاخص‌های بیشتری استفاده کرد. این امر می‌تواند برآورد دقیق‌تری از شدت بیابانزایی در منطقه داشته باشد همچنین از محاسن مدل *IMDPA* را که ساختاری مشابه با مدل مدالوس دارد، می‌توان به روش خاص وزن دادن به لایه‌ها و همچنین استفادهٔ آسان‌تر از میانگین هندسی به جای جمع و یا میانگین حسابی در محاسبهٔ شاخص‌ها نام برد که در تهیه نقشه‌های چند لایه‌ای باعث کاهش امتیازات و خطا در برآورد بیابانزایی می‌گردد (خسروی، ۱۳۸۳و ناطقی، ۱۳۸٦). در مجموع با مقایسه دو مدل مذکور می‌توان نتیجه گرفت که مدل *MICD* به دلیل بالا بودن قابلیت امتیازدهی در هر یک از کاربری‌های مختلف از توانمندی مناسب‌تری نسبت به مدل *IMDPA* برخوردار است و نتایج آن با واقعیت‌های موجود در محدودهٔ مطالعاتی انطباق بیشتری دارد. همچنین مدل *MICD* برای مقیاس‌های بزرگ (با دقت بیشتر و وسعت کمتر) و مدل *IMDPA* برای مقیاس‌های کوچک‌تر (با دقت کمتر و وسعت بیشتر) از کارآیی و دقت مناسب‌تری برخوردار است.

منابع

۱. ابریشم، ا.، ۱۳۸۳. ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی با تحلیل روش‌های FAO-UNEP, ICD, MICD پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی، دانشگاه تهران، ۱۹۲ ص.

۲. احمدی، ح.، ۱۳۸۵. کالیبراسیون معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابانزایی در ایران با استفاده از مدل IMDPA (مطالعه موردی: منطقه شرق اصفهان)، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳. احمدی ح.، ا. ابریشم ، م. ر. اختصاصی، م. جعفری و ع. گلکاریان، ۱۳۸٤. «ارزیابی و تهیه نقشه وضعیت بیابانزایی با استفاده از مدل ICD و MICD در منطقه فخرآباد- مهریز»، مجله بیابان، ۱۰(۱):۱٦۹-۱۸۸.

٤. احمدی، ح.، م. ر. اختصاصی، ع. گلکاریان و ا. ابریشم، ۱۳۸۵. «ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس تغییر یافته در منطقه فخرآباد مهریز (یزد)»، نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۵۹(۳): ۵۱۹-۵۳۲.

۵. احمدی، ح.، ۱۳۸۷. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد۲، بیابان‌ها فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۰٦ ص.

٦. اختصاصی، م. ر.، ۱۳۸۵. جزوه دستورالعمل آزمایشگاه ژئومورفولوژی ۲، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد، ۱۰۰ص.

۷. چمن پیرا، غ. ر.، زهتابیان، غ. ر. و احمدی، ح. ، ۱۳۸۵. «کاربرد روش ICD به منظور تعیین شدت وضعیت فعلی بیابانزایی در حوزهٔ آبخیز کوهدشت»، نشریه دانشکده منابع طبیعی، ۵۹(۳): ۵٤۳-۵۵۵.

۸. خسروی، ح.، ۱۳۸۳. کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابانزایی منطقه کاشان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۵٦ص.

۹. ذاکری‌نژاد، ر.، فلاح شمسی، س. ر. ، مسعودی، م. و افضلی، س. ف.، ۱۳۸۹. ارزیابی شدت بیابانزایی با جنبهٔ ژئومرفولوژی و زمین‌شناسی و با استفاده از GIS و مدل IMPDA (مطالعه موردی: زرین‌دشت فارس)، چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب. دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰. ذوالفقاری، ف.، شهریاری، ع. ر.، فخیره، ا.، راشکی، ع. ر.، نوری، س. و خسروی، ح.، ۱۳۹۰. «ارزیابی شدت بیابانزایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA»، مجله پژوهش و سازندگی- پژوهش‌های آبخیزداری. ۹۱: ۹۸-۱۰۷.

۱۱. طباطبایی‌زاده، م.، ۱۳۸۹. مقایسه شدت پتانسیل بیابانزایی به دو روش IMDPA و MICD با تأکید بر معیار فرسایش بادی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت مناطق بایبانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۳ ص.

۱۲. عبدی، ژ.، ۱۳۸٦. بررسی و تهیه نقشه شدت بیابانزایی بر اساس مدل IMDPA با تکیه بر دو معیار آب و خاک در منطقه ابوزیدآباد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲٤ ص.

۱۳. مصباح‌زاده، ط.، ۱۳۸٦. «ارزیابی و تهیه نقشه بیابانزایی با استفاده از مدل IMDPA با تکیه بر معیارهای زمین در منطقه ابوزیدآباد (کاشان)»،

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۷۵ص.

۱۴. ناطقی، س.، ۱۳۸۶. بررسی شدت بیابان‌زایی دشت سگزی با استفاده از مدل IMDPA با تأکید بر مسائل آب، زمین و پوشش گیاهی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۰ص.

۱۵. هاشمی، ز.، پهلوانروی، ا.، مقدم‌نیا، ع. ر.، جوادی، م. ر. و میری، ع.، ۱۳۹۰. «ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه زهک سیستان با تأکید بر معیار فرسایش آبی»، مجله پژوهش و سازندگی— پژوهش‌های آبخیزداری، ۹۱: ۶۸-۸۹.

16. Depaola, F., Ducci, D and Giugni, D. (2009) *Soil erosion and desertification.* a Combined Approach Using RUSLE and ESAS Models in the Tuscianobasin (southern Italy).
17. Jorge Lira , 2004. A Model of Desertification Process in a Semi-arid Environment Employing Multi-spectral Images، A. Sanfeliu et al. (Eds.): CIARP 2004, LNCS 3287, pp. 249–258, 2004.
18. 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.