

نشریه مرتع و آبخیزداری  
دوره ۶۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲

۴۶۹

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۲/۶

## واسنجی مدل *IMDPA* با توجه به معیارهای زمین به منظور

### ارائه یک مدل منطقه‌ای برآورد شدت بیابان‌زایی

#### (مطالعه موردی: ابوزیدآباد کاشان)

- ❖ **طیبه مصباح‌زاده\***: استادیار گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ **حسن احمدی**: استاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات، تهران
- ❖ **غلامرضا زهتابیان**: استاد گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
- ❖ **فریدون سرمدیان**: استاد گروه مهندسی خاک، دانشکده مهندسی خاک، دانشگاه تهران
- ❖ **فیروزه مقیمی‌نژاد**: کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

#### چکیده

بیابان‌زایی پدیده خاص مناطق خشک، نیمه‌خشک، و خشک نیمه‌مرطوب است. میزان این پدیده در کشورهای در حال توسعه، از جمله ایران، بسیار زیاد است. هدف اصلی این مطالعه واسنجی مدل *IMDPA* با تأکید بر معیارهای زمین در منطقه ابوزیدآباد کاشان است. مدل *IMDPA* را محققان ایرانی برای ارزیابی شدت بیابان‌زایی در ایران معرفی کردند و، پیش از کاربرد، شاخص‌ها و معیارهای به‌کاررفته در مدل بازنگری شد. با توجه به شرایط منطقه ابوزیدآباد کاشان، سه معیار معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفته شد: زمین‌شناسی، خاک، و فرسایش بادی. سپس، این معیارها بر اساس شاخص‌های انتخاب‌شده ارزیابی شد. از میانگین شاخص‌ها در هر معیار نقشه کیفی معیار مورد نظر به‌دست آمد و، در پایان، نقشه حساسیت بیابان‌زایی منطقه به‌دست آمد. با توجه به معیارهای بررسی‌شده، معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه ابوزیدآباد کاشان دارد. از مساحت ۱۶۱۶۱ هکتار محدوده مطالعاتی، ۴۷۹۲ هکتار در کلاس متوسط و ۱۱۳۶۹ هکتار در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارد. در بین شاخص‌های مورد ارزیابی شاخص شیب با ارزش عددی ۳/۹ و حساسیت سنگ به فرسایش و شدت فرسایش بادی با ارزش عددی ۳/۵ و ۳/۴ از جمله مؤثرترین شاخص‌ها در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بود. بر اساس نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه، حدود ۷۰/۳ درصد از مساحت منطقه دارای شدت بیابان‌زایی شدید است و ۲۹/۷ درصد از مساحت منطقه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط.

واژگان کلیدی: بیابان‌زایی، خاک، فرسایش بادی، مدل *IMDPA*، معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی.

## مقدمه

حدود ۸۰ درصد از اراضی کشور دارای شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک بیابانی است. در عرصه‌های خشک و بیابانی پوشش گیاهی و حیات جانوری در برابر عوامل تخریب به‌شدت شکننده و ضربه‌پذیر است. رشد بی‌رویه جمعیت، نیاز انسان‌ها به منابع گیاهی، و بهره‌برداری نامناسب از اراضی، پیوسته، شرایط را برای گسترش بیابان‌ها فراهم می‌سازد. تحت تأثیر شرایط خاص طبیعی و فعالیت‌های مخرب انسان پدیده بیابان‌زایی گسترش می‌یابد و باعث نابودی منابع اقتصادی-اجتماعی جامعه می‌شود.

بنابراین، هدف اصلی این است که معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی تعیین شود، سپس، به صورت عملی و کاربردی در صحرا و بر روی نقشه مورد استفاده واقع شود. فعالیت‌های علمی زیادی در جهان در زمینه شناخت بیابان‌زایی انجام شده است [۳]، [۴]، [۶]، [۷]، [۸]، [۹]. در ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی انتخاب معیارهای مناسب باید بر اساس شرایط بخشی و محلی باشد تا تعیین شدت بیابان‌زایی از دقت بالاتری برخوردار باشد. بر همین اساس، استادان گروه احیای مناطق خشک و کوهستانی دانشکده منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی، و دانشگاه یزد، با همکاری سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، به تعیین معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی در ایران اقدام و مدل ایرانی پتانسیل بیابان‌زایی<sup>۱</sup> (*IMDPA*) را طراحی کردند. شایان ذکر است برای استفاده از این مدل در سایر مناطق باید معیارهای کلیدی و تأثیرگذار در منطقه برای آن تعریف شود [۲].

## روش شناسی

## منطقه مورد مطالعه

منطقه ابوزیدآباد با وسعت ۲۷۲۲۰ هکتار در ۲۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر کاشان قرار دارد. موقعیت جغرافیایی آن به شرح زیر است:

۳۳°۴۲' تا ۳۳°۵۸' عرض جغرافیایی؛

۵۱°۳۰' تا ۵۱°۵۹' طول جغرافیایی.

مرتفع‌ترین نقطه در منطقه مورد مطالعه ۱۰۱۵ متر بالاتر از سطح دریا و کمترین آن ۹۴۳ متر بالاتر از سطح دریاست. این منطقه شامل اراضی با شیب بسیار کم است. برای تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه از تفسیر چشمی، تصاویر ماهواره‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ استفاده شد. بر اساس این مطالعات، در منطقه مورد مطالعه فقط واحد دشت‌سر شناسایی شد. برای تهیه نقشه واحدهای کاری (این نقشه از ادغام نقشه‌های پایه-ساختار سنگ‌شناسی، مورفولوژی، و فیزیوگرافی (شیب، جهت، و ارتفاع)-نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی (تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی تشکیل شده است) مورد استفاده قرار گرفت.

مطالعات ژئومورفولوژی نشان می‌دهد که منطقه مورد مطالعه از یک واحد دشت و یک تیپ دشت سرپوشیده و ۹ رخساره-اراضی کشاورزی، دشت ریگی، دشت ریگی متوسط‌دانه، دشت ریگی دانه‌ریز، دشت (جلگه) رسی، تپه‌های ماسه‌ای فعال، تپه‌های ماسه‌ای تثبیت‌شده، تبدیل مرتع به زمین‌های کشاورزی، رخساره مسکونی و تأسیسات-تشکیل شده است. برای رسیدن به نقشه شدت بیابان‌زایی در منطقه، توسط این مدل، سه معیار معیارهای کلیدی بیابان‌زایی، با توجه به شرایط منطقه، تعریف شد که هر معیار نیز دارای شاخص‌هایی است: ۱. معیار

داد و تأثیر آن را در بیابان‌زایی بررسی کرد. در این تحقیق از معیارهای زمین استفاده شده است که شامل سه معیار است: زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی، معیار خاک، و فرسایش بادی که به هر یک لایه برای امتیازدهی و بررسی تأثیر آن در بیابان‌زایی اختصاص داده شده است. در نهایت، برای هر معیار و شاخص، با توجه به وزن‌دهی انجام‌شده، یک نقشه تهیه شد. هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های خود، طبق فرمول زیر، به دست می‌آید:

$$Index_x = \left[ Layer_1 \cdot Layer_2 \dots \cdot layer_n \right]^{1/n}$$

$Index_x$ : معیار مورد نظر؛

Layer: شاخص‌های هر معیار؛

n: تعداد شاخص‌های هر معیار.

پس از محاسبه هر معیار، نقشه تهیه‌شده طبق

مدل IMDPA، با توجه به جدول ۱ طبقه‌بندی شد.

زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی که شامل شاخص شیب، حساسیت سنگ به فرسایش، و نوع بهره‌برداری از واحدکاری است؛ ۲. معیار خاک که شامل عمق خاک، بافت خاک، درصد سنگ و سنگریزه، و هدایت الکتریکی است؛ ۳. معیار فرسایش بادی که شامل ظهور رخساره فرسایشی یا شدت فرسایش و RIFR1-2 رسوب‌دهی، تراکم پوشش غیر زنده (MC)، یا تراکم پوشش گیاهی (PC) تعداد روزهای با شاخص توفانی گرد و خاک است.

### منطقه مورد مطالعه

به کمک GIS و با استفاده از روش امتیازدهی مدل IMDPA می‌توان، با وزن‌دهی به لایه‌های اطلاعاتی، ارزش هر لایه را نسبت به شاخص مورد نظر دخالت

جدول ۱. دامنه امتیاز کلاس‌های شدت بیابان‌زایی IMDPA

دامنه امتیاز	علامت	کلاس
۰ - ۱/۵	I	کم و ناچیز
۱/۶ - ۲/۵	II	متوسط
۲/۶ - ۳/۵	III	شدید
۳/۶ - ۴	IV	خیلی شدید

$$DM = (GI \cdot SQI \cdot WiEI)^{1.3}$$

DM: نقشه شدت بیابان‌زایی؛

GI: معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی؛

SQI: معیار کیفیت خاک؛

WiEI: معیار فرسایش بادی.

### نتایج

این تحقیق به منظور ارزیابی و تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی در منطقه ابوزیدآباد (کاشان)، با تأکید بر

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، نقشه هر معیار در چهار کلاس - کم و ناچیز، متوسط، شدید، و خیلی شدید - با توجه به وزن اخذشده، طبقه‌بندی شد. در مرحله بعد، سه نقشه وضعیت شاخص‌ها به دست آمد که این نقشه‌ها برای مطالعه کیفیت هر شاخص و تأثیر شدت آن‌ها در بیابان‌زایی می‌تواند به کار رود و، در نهایت، نقشه نهایی، که نشان‌دهنده وضعیت بیابان‌زایی در منطقه است، از میانگین هندسی معیارهای مذکور، بر اساس فرمول زیر، به دست آمد [۲]:

معیارهای زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی، خاک، و فرسایش بادی، انجام شد. نخست، با توجه به کلیه اطلاعاتی که در فصل شناخت منطقه به دست آمد و نیز با عنایت به ساختار مدل و نحوه امتیازدهی که در فصل قبل ذکر شد، این روش در سطحی معادل ۱۶۱۶۱ هکتار در منطقه ابوزیدآباد (کاشان) انجام گرفت و نتایج به دست آمده تجزیه و تحلیل شد که در جداول ۲-۹ آمده است.

جدول ۲. پتانسیل بیابان‌زایی معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی در هر واحد کاری

واحد کاری	میانگین وزنی در هر واحد کاری	کلاس	شدت
اراضی کشاورزی	۴	IV	خیلی شدید
دشت ریگی دانه متوسط	۲/۵	II	متوسط
دشت ریگی دانه ریز	۳/۳	III	شدید
دشت رسی	۳/۳	III	شدید
تپه های ماسه ای تثبیت شده	۳/۳	III	شدید
تپه های ماسه ای فعال	۴/۳	IV	خیلی شدید
تبدیل مرتع به اراضی کشاورزی	۴/۶	IV	خیلی شدید
مناطق مسکونی	۳/۳	III	شدید

جدول ۳. میانگین وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مؤثر در معیار زمین‌شناسی - ژئومورفولوژی

ردیف	شاخص‌های ارزیابی	میانگین ارزش عددی	کلاس بیابان‌زایی
۱	شیب	۳/۹	خیلی شدید
۲	حساسیت سنگ به فرسایش	۳/۵	شدید
۳	نوع بهره‌برداری از واحد کاری	۳/۳	شدید

جدول ۴. پتانسیل بیابان‌زایی معیار خاک در هر واحد کاری

واحد کاری	میانگین وزنی در هر واحد کاری	کلاس	شدت
اراضی کشاورزی بدون محدودیت	۱/۳	I	کم
اراضی کشاورزی با محدودیت	۲/۸	III	شدید
دشت ریگی دانه متوسط	۱/۶	I	کم
دشت ریگی دانه ریز	۱/۹	II	متوسط
دشت رسی	۲/۸	III	شدید
تپه های ماسه‌ای تثبیت شده و فعال	۱/۹	II	متوسط
اراضی کشاورزی بدون محدودیت	۱	I	کم

جدول ۵. میانگین وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مؤثر در معیار خاک

ردیف	شاخص‌های ارزیابی	میانگین ارزش عددی	کلاس بیابان‌زایی
۱	عمق موثر خاک	۱/۷	متوسط
۲	بافت	۱/۷	متوسط
۳	هدایت الکتریکی	۳/۴	شدید
۴	درصد سنگریزه عمقی	۱/۳	کم

جدول ۶. پتانسیل بیابان‌زایی معیار فرسایش بادی در هر واحد کاری

واحد کاری	میانگین وزنی در هر واحد کاری	کلاس	شدت
اراضی کشاورزی	۱/۵	I	کم
دشت ریگی دانه متوسط	۲/۵	II	متوسط
دشت ریگی دانه ریز	۲/۵	II	متوسط
دشت رسی	۲/۳	II	متوسط
تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده	۳/۳	III	شدید
تپه‌های ماسه‌ای فعال	۳/۵	IV	شدید
تبدیل مرتع به اراضی کشاورزی	۳/۴	III	شدید
مناطق مسکونی	۱/۳	I	کم

جدول ۷. میانگین وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های مؤثر در فرسایش بادی

ردیف	شاخص‌های ارزیابی	میانگین ارزش عددی	کلاس بیابان‌زایی
۱	شدت فرسایش بادی	۳/۴	شدید
۲	درصد پوشش خاک	۲/۶	شدید
۳	تعداد روزهای همراه با گرد و خاک	۲/۴	متوسط

جدول ۸. متوسط وزنی ارزش کمی هر معیار

ردیف	علائم	معیار	معیار ارزش کمی	کلاس بیابان‌زایی
۱	Q <sub>1</sub>	زمین‌شناسی	۳/۵	شدید
۲	Q <sub>2</sub>	خاک	۲	متوسط
۳	Q <sub>3</sub>	فرسایش بادی	۲/۸	شدید

جدول ۹. ارزش کمی شاخص‌های مورد بررسی در منطقه ابوزیدآباد

کلاس شدت بیابان‌زایی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	ارزش کمی	شاخص مورد بررسی
IV	خیلی شدید	۳/۹	شیب
III	شدید	۳/۵	حساسیت سنگ به فرسایش
III	شدید	۳/۴	شدت فرسایش بادی
III	شدید	۳/۴	بهره‌برداری از واحد کاری
III	شدید	۳/۴	هدایت الکتریکی (EC)
II	متوسط	۲/۶	درصد پوشش سطح خاک
II	متوسط	۲/۶	تعداد روزهای همراه با گرد و خاک (DSI)
II	متوسط	۱/۷	بافت
I	کم	۱/۷	عمق مؤثر خاک
I	کم	۱/۳	درصد سنگریزه عمقی

تاغکاری‌های زیادی (حدود ۳۵ سال قبل) که انجام شده، تا حد زیادی کنترل شده است. اما در بعضی مناطق، مانند روستای کاغذی در جنوب ابوزیدآباد، به دلیل کمبود زمین‌های کشاورزی، تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده پس از مدتی به دست روستاییان مسطح و برای کشاورزی استفاده می‌شود. هرچند این زمین‌ها می‌توانند محصول قابل قبولی تولید نمایند، به دلیل آنکه پس از مدتی رها می‌شوند و فاقد بادشکن‌اند، خاک آن‌ها مستعد فرسایش بادی است [۲].

طبق بررسی انجام شده، ارزش کمی شدت بیابان‌زایی (وضعیت بالفعل بیابان‌زایی) برای کل منطقه بر اساس سه معیار—زمین‌شناسی—ژئومورفولوژی، خاک، و فرسایش بادی—  $DS = ۲,۶۹$  تعیین شد که از لحاظ استعداد بیابان‌زایی در کلاس شدید قرار می‌گیرد.

$$Q_1 = \sqrt[3]{Q_1 \times Q_2 \times Q_3}$$

$$DS = (۳,۵ \times ۲ \times ۲,۸)^{1/3} = ۲,۶۹$$

### معیار زمین‌شناسی—ژئومورفولوژی

به دلیل آنکه بیشتر منطقه شامل سازندهای دوران چهارم است و منطقه دشتی است، بافت و ساختمان خاک تأثیر بسزایی در حساسیت منطقه به فرسایش دارد. همچنین، به دلیل اینکه شیب اراضی در این منطقه کم و حدود یک تا دو درصد است و نیز به دلیل بهره‌برداری غیراصولی از اراضی زراعی و مرتعی، تبدیل اراضی مرتعی به کاربری‌های دیگر، قطع و بوته‌کشی و چرای مفرط و غیره، باعث شده که عمده منطقه در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار گیرد.

### معیار خاک

در این بخش نیز شاخص‌های معیار خاک ارزیابی شد که در اراضی کشاورزی با محدودیت و در دشت رسی این معیار در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار می‌گیرد.

### معیار فرسایش بادی

در منطقه مورد مطالعه فرسایش بادی، به دلیل

## بحث و نتیجه گیری

بررسی‌های انجام شده بر روی میانگین وزنی ارزش‌های کمی شاخص‌های بیابان‌زایی در منطقه ابوزیدآباد نشان می‌دهد که شاخص‌های شیب، حساسیت سنگ به فرسایش، و شدت فرسایش بادی به ترتیب بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داده‌اند و در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارند و شاخص‌های غالب منطقه‌اند. در نظر گرفتن معیارها و شاخص‌های مناسب و کافی، به علت سادگی در امتیازدهی آن، نتایج نسبتاً دقیقی برای هر یک از شاخص‌ها و معیارها ارائه می‌دهد [۵]. با ارزیابی و امتیازدهی به هر یک از شاخص‌ها و تهیه لایه اطلاعاتی می‌توان مهم‌ترین عاملی را که در کل منطقه مورد مطالعه باعث بیابان‌زایی می‌شود شناسایی و برای کنترل آن برنامه‌ریزی کرد. در این روش به کمک GIS از همه لایه‌های اطلاعاتی میانگین هندسی گرفته می‌شود. برتری میانگین هندسی بر جمع امتیازات عوامل مورد بررسی این است که در میانگین هندسی تعداد شاخص‌هایی که بررسی و امتیازدهی می‌شوند در دامنه امتیازات طبقه‌بندی نهایی تأثیر نمی‌گذارند. بدین ترتیب، با حذف یا اضافه شدن یک یا چند شاخص،

بر حسب شرایط منطقه مطالعاتی، نیازی به تغییر دامنه امتیازات در جدول طبقه‌بندی نهایی نیست. در بین شاخص‌های مورد ارزیابی شاخص شیب با ارزش عددی ۳/۹ و حساسیت سنگ به فرسایش و شدت فرسایش بادی با ارزش عددی ۳/۵ و ۳/۴ از جمله مؤثرترین شاخص‌ها در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی بودند. بر اساس نقشه وضعیت بیابان‌زایی منطقه، حدود ۷۰/۳ درصد از مساحت منطقه دارای شدت بیابان‌زایی شدید است. ۲۹/۷ درصد از مساحت منطقه دارای شدت بیابان‌زایی متوسط است. با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده و مقایسه آن با شرایط منطقه، معلوم می‌شود که مدل مورد نظر و شاخص‌های مورد بررسی برای منطقه مورد مطالعه با شرایط اقلیمی خشک مناسب و از کارایی خوبی برخوردار است. محققان دیگر نیز از روش مشابهی استفاده کرده و بر مزیت مدل مورد استفاده نسبت به سایر روش‌ها تأکید نموده‌اند و بیان می‌کنند که این مدل منطبق بر شرایط منطقه است. [۱] وضعیت بیابان‌زایی ابوزیدآباد را با توجه به معیارهای آب و خاک برآورد کرده است.

## References

- [1]. Abdi, J. (2007). Evaluation and Mapping of Desertification Severity With *IMDPA* Models (Case Study: Abuzaidabad KAshan), M.Sc Thesis, Faculty Of Natural Resource, University of Tehran.
- [2]. Ahmadi, H. (1999). Revival Plan and Extension of Agronomy Susceptible Lands of Kashan Area, Soil Report, Researches Center of Desert Area Of Iran, University of Tehran.
- [3]. FAO/UNEP. (2001). Land Degradation Assessment in Dry land (LAND), united Nations Environments Program, Global Environment Facility (GEF).
- [4]. FAO-UNEP. (1984). Provisional Methodology for Assessment and Mapping of Desertification, Rome.
- [5]. Khosravi, H. (2004). Applying of Medalos Method In In Kashan Area, M.Sc Thesis, Faculty of Natural Resource, University of Tehran.
- [6]. Harahsheh, H and Tateishi, R. (1998). Desertification Mapping of West Asia-a GIS and -10 Remote Sensing Application .Center for Environment Remote Sensing ,Chiba University, Japan.
- [7]. Honardost, F. (2003). Compilation of Desertification Hazard Width Methods (FAO-UNEP And ICD), For Showing of Local Model In Gonbad – Dshlibron Plain , Faculty of Natural Resource, University of Tehran.
- [8]. Jurrio, E.M and Zuidam, R.A. (1998). Remotsensing, synergismand geographical information system for desertification analysis an example for northwest Patagonia ITC journal.
- [9]. Ladisa, G., Todorovic, M and Trisorio-Liuzzi, G. (2002). Characterization of Area Sensitive To Desertification In Southern Italy, Proc. Of the 2<sup>nd</sup> Int. Conf Benchmark, on New Desertification. Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco- compatible Solution for Aquatic Environmental, Capri, Italy.