

## ارزیابی خطر بیابان‌زایی استان خراسان شمالی با استفاده از مدل‌های MICD و IMDPA

مجید اونق<sup>۱\*</sup>، نفیسه رمضانی<sup>۲</sup>، عبدالرسول سلمان ماهینی<sup>۳</sup>، عادل سپهر<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۱۴

### چکیده

بحران بیابان‌زایی در استان خراسان شمالی به علت تغییرات شدید کاربری اراضی، نابودی پوشش گیاهی و جنگل‌تراشی، دامنه بردباری و تحمل‌پذیری اکوسیستم‌های این منطقه را با خطر جدی مواجه کرده است. هدف مطالعه حاضر، تهیه نقشه و ارزیابی خطر بیابان‌زایی با دو مدل ایرانی MICD و IMDPA و شناسایی معیارهای اصلی بیابان‌زایی در استان است. بدین منظور ابتدا نقشه واحدهای کاری منطقه تهیه شد. سپس در هر واحد کاری معیارها و شاخص‌های هر دو روش امتیازدهی شد. در نهایت نقشه خطر بیابان‌زایی به دست آمد؛ بر اساس نتایج حاصل از دو مدل بیش از ۸۰٪ منطقه در کلاس خطر متوسط تا شدید بیابان‌زایی قرار دارد، که معیارهای اقلیم و کشاورزی به ترتیب مؤثرترین عوامل در تشدید شرایط بیابان‌زایی هستند. از این رو پیشنهاد می‌شود برای کاهش خطر بیابان‌زایی منطقه، راهبردهای مناسب برای دو عامل اقلیم و کشاورزی در اولویت قرار داده شوند. در این زمینه، تدوین برنامه مدیریت استراتژیک ریسک بیابان‌زایی استان می‌تواند راهگشای مدیران منطقه‌ای باشد.

**کلیدواژه‌ها:** بیابان‌زایی، تغییر کاربری اراضی، خراسان شمالی، مدل MICD، مدل IMDPA

۱. استاد گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، mownegh@yahoo.com
۲. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. استاد گروه محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴. دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه فردوسی مشهد

## مقدمه

پدیده بیابان‌زایی<sup>۱</sup> که از نمودهای تخریب اراضی می‌باشد، از جمله خطرات طبیعی است که در اثر دخالت بشر در طبیعت و استفاده غلط و بی‌رویه از آن، به سرعت رو به گسترش است (کنس و بارتلت<sup>۲</sup>، ۱۹۷۵؛ سالیناس و مندیتا<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳؛ صلواتی و همکاران، ۲۰۱۶).

ارزیابی‌های صورت گرفته در مرکز مطالعات بین‌المللی اراضی خشک و نیمه‌خشک<sup>۴</sup> نشان داده است که تقریباً ۷۰٪ اراضی خشک جهان با نشانه‌های کم‌ویشی از بیابان‌زایی مواجه‌اند. ارزیابی‌های فائو<sup>۵</sup> ۱۹/۵٪ از اراضی خشک جهان را تحت تأثیر تخریب اراضی نشان داده است (سالونخه<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸).

بیش از صد تعریف متفاوت برای بیابان‌زایی در منابع علمی وجود دارد و هنوز هم در این مورد توافقی حاصل نشده است (سالیناس و مندیتا، ۲۰۱۳). از بین تعاریف موجود، تعریف ارائه شده در سال ۱۹۹۴ در همایش توسعه و محیط‌زیست سازمان ملل که بیابان‌زایی را تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب در اثر عواملی همچون تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی تعریف کرده، مبنای بسیاری از مطالعات قرار گرفته است (همایش توسعه و محیط‌زیست سازمان ملل، ۱۹۹۴).

آثار مخرب بیابان‌زایی مانند از بین رفتن اراضی حاصلخیز، کاهش زیست‌توده<sup>۷</sup> در جنگل‌ها و مراتع و دشت‌های حاصلخیز، افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش آب‌های سطحی، شور شدن اراضی، کاهش کیفیت و کمیت منابع آبی، فقر و مهاجرت سال‌هاست که زندگی ساکنان همه کشورهای (بیش از ۱ میلیارد نفر در بیش از ۱۰۰ کشور دنیا) را به‌ویژه کشورهای مناطق مدیترانه‌ای خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب (بیش از ۲۵۰ میلیون نفر) که تحت

ریسک این پدیده هستند، با خطر جدی مواجه کرده است (سالونخه و همکاران، ۲۰۱۸). ایران از جمله کشورهای است که ۸۰٪ مساحت آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته و با دارا بودن ۱۷ استان در معرض بیابان‌زایی که سکونتگاه نزدیک به ۷۰٪ جمعیت کل کشور است، سالانه هزینه‌های زیادی را از جنبه اقتصادی و زیست‌محیطی متحمل می‌شود. لذا شناسایی رفتار فرایندهای بیابان‌زایی و عوامل به‌وجودآورنده و تشدیدکننده آن، امری مهم و ضروری است که باید مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد (فرج‌زاده و نیک‌اقبال، ۲۰۰۷؛ امیر اصلانی و دراگوویچ، ۲۰۱۱).

برای ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی، تحقیقات متعددی در کشورهای مختلف و همچنین داخل کشور صورت گرفته که به ارائه مدل‌های منطقه‌ای منجر شده است. از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به روش‌های فائو-یونپ<sup>۸</sup>، آسود<sup>۹</sup>، گلاسود<sup>۱۰</sup>، مدالوس<sup>۱۱</sup>، لادا<sup>۱۲</sup> اشاره کرد از معایب روش فائو-یونپ، کمی نبودن برخی از معیارهای پیشنهادی آن، حساس نبودن برخی از شاخص‌های پیشنهادی به تغییرات جزئی (یا به عبارتی وسیع بودن دامنه اعداد کلاس محدودیت‌ها)، دشوار بودن یا قابل اندازه‌گیری نبودن بعضی از معیارهای ارزیابی، یکسان نبودن معیارهای پیشنهادی برای فرایندهای مختلف به‌ویژه از نظر تعداد است. کاربرد سایر مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی خارجی نیز در ایران با مشکلاتی مواجه است (مشکات و همکاران، ۲۰۰۶). روش‌های داخلی ارزیابی بیابان‌زایی مدل ICD<sup>۱۳</sup> (اختصاصی و مهاجری، ۱۹۹۶)، روش MICD<sup>۱۴</sup> با تأکید بر فرایند فرسایش بادی (احمدی و همکاران، ۲۰۰۵)، و روش IMDPA<sup>۱۵</sup> (احمدی و نظری سامانی، ۲۰۰۵) است. مدل ICD به‌علت ارزیابی کیفی عوامل بیابان‌زایی و دو برابر نمودن امتیاز عوامل محیطی در مناطق عاری از پوشش گیاهی قابلیت استفاده در مطالعات تفضیلی را ندارد (زهنایان و

8. FAO-UNEP

9. ASSOD

10. GLASSOD

11. MEDALUS

12. Land degradation Assessment (LADA)

13. Iranian classification of Desertification

14. Modified Iranian classification of Desertification

15. Iranian Model of Desertification Potential Assessment

1. Desertification

2. Kenneth &amp; Bartlett

3. Salinas &amp; Mendieta

4. International Centre for Arid and Semi-Arid Land Studies (ICASALS)

5. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

6. Salunkhe

7. Biomass



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure (1): The geographic location of study area

متوسط بارندگی استان ۲۹۵ میلی‌متر است که از نظر اقلیمی در منطقه خشک تا نیمه‌خشک قرار گرفته است. از کل مساحت منابع طبیعی استان، حدود ۱۴۱۵۰۰۰ هکتار (۶۹/۶٪) آن را مراتع، بالغ بر ۴۳۴۰۰۰ هکتار (۲۱/۴٪) آن را جنگل‌ها (جنگل‌های ایران، توران و هیرکانی) و حدود ۱۸۴۰۰۰ هکتار (۹٪) باقی‌مانده را بیابان‌ها (مراتع و جنگل‌های دست کاشت بیابانی، اراضی شور و نم‌زارها، کفه‌های رسی و...) تشکیل می‌دهند. این استان از نقطه نظر تقسیمات حوزه‌های آبخیز، دارای سه حوزه آبخیز اصلی به نام‌های حوزه آبخیز رودخانه اترک به مساحت حدود ۱۵۰۰۰۰۰ هکتار (حدود ۵۳٪ از مساحت استان)، حوزه آبخیز کال شور به مساحت ۱۲۳۰۰۰۰۰ هکتار (حدود ۴۳/۵٪ از مساحت استان) و گرگانرود (حوزه رودخانه مادرسو) به مساحت حدود ۱۰۰۰۰۰۰ هکتار (۳/۵٪ از مساحت استان) می‌باشد و از نظر ناهمواری‌ها به دو قسمت نواحی کوهستانی و مناطق پست و هموار تقسیم می‌شود. مرتفع‌ترین نقطه آن قله شاه‌جهان در رشته‌کوه‌های آلاداغ با ۳۰۵۱ متر و پست‌ترین نقطه آن هم‌مرز با استان گلستان در شهرستان مانه و سملقان با ۴۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد؛ ارتفاع متوسط استان ۱۳۲۶ متر از سطح دریا گزارش شده است.

عوامل اصلی بیابان‌زایی در منطقه به دو گروه عوامل طبیعی و انسانی تقسیم شده است که از جمله عوامل طبیعی علاوه بر بارش کم و دمای بالا، سازندهای زمین‌شناسی

همکاران، ۲۰۰۲؛ احمدی و همکاران، ۲۰۰۵). با توجه به قابلیت دو روش MICD و IMDPA در استفاده از معیارها و شاخص‌های متفاوت ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در واحدهای کاری مختلف، استفاده از این دو روش در مطالعات مختلف داخل کشور مورد استقبال قرار گرفته و بسته به نوع منطقه، مدل برتر انتخاب شده است.

سیلاخوری و همکاران (۲۰۱۴)، کارایی دو مدل MICD و IMDPA را در منطقه روداب سبزواری بررسی کردند؛ نتایج مطالعه، مدل MICD را مدل برتر در این منطقه نشان داد. احمدی و نظری سامانی (۲۰۰۵) گزارش کردند که در روش IMDPA به علت استفاده از قابلیت‌های بالای GIS در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، سادگی مراحل ارزیابی و جمع‌آوری اطلاعات پایه و کاهش خطای کارشناسی نسبت به سایر روش‌های ارائه‌شده، دقیق‌تر است. مطالعات بسیار کمی در زمینه تهیه نقشه بیابان‌زایی و شناسایی عوامل اصلی در استان خراسان شمالی انجام گرفته است. گریوانی (۲۰۰۹) نقشه بیابان‌زایی را بر اساس روش انستیتوی ترکمنستان تهیه کرد؛ نتایج نشان داد فرایند تخریب پوشش گیاهی توأم با فرسایش آبی و بادی با ۴۴/۷٪ عامل اصلی بیابان‌زایی استان، فرسایش آبی توأم با تخریب پوشش گیاهی و فرسایش بادی در وسعتی بالغ بر ۲۴/۳٪ فرایند نوع دوم و شوری ثانویه در وسعتی معادل ۱۱/۷ درصد در مرتبه بعدی بیابان‌زایی قرار گرفته است. فرایند شوری ثانویه در خاک‌های زراعی نواحی خشک‌تر استان در جنوب و جنوب غربی خراسان شمالی در منطقه خروجی دشت‌های اسفراین و جاجرم به‌سمت کویر و اراضی زیر سدهای اسفراین و شیروان مشاهده شده و سهم بزرگی از آن (۶/۵٪) به طبقه بیابانی شدید تعلق دارد. هدف مطالعه حاضر، ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی در منطقه با دو مدل ایرانی MICD و MIDPA است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

استان خراسان شمالی با وسعتی معادل ۲۸۱۸۲ کیلومترمربع در شمال شرق ایران واقع شده است (شکل ۱).

تهیه نقشه‌های واحد کاری است (احمدی، ۲۰۰۶) تهیه شد. از عمده‌ترین اطلاعات استفاده‌شده در این مرحله می‌توان به فایل‌های رقومی ماهواره‌ای سال ۲۰۱۸ میلادی با ترکیب کاذب رنگی ۷، ۴، ۲ منطقه مورد مطالعه اشاره کرد.

### روش تحقیق

#### مدل IMDPA

در این مدل، نه معیار آب، خاک، پوشش گیاهی، ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی، فرسایش، اقلیم، کشاورزی، توسعه فناوری و اقتصادی اجتماعی وجود دارد که با توجه به داده‌های موجود و شرایط منطقه، از بین معیارهای فوق، معیارهایی که اطلاعات آن موجود و امکان اندازه‌گیری آن فراهم بود انتخاب گردید. در این مدل معیارهای بدون تغییر در فواصل زمانی، ثابت فرض می‌شود (اختصاصی و مهاجری، ۱۹۹۶).

سپس در هریک از واحدهای کاری (رخساره‌های ژئومورفولوژی) بر اساس جدول تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در مدل به شاخص‌های هر معیار امتیاز لازم داده می‌شود. انتخاب شاخص با توجه به شرایط منطقه و تحقیقات جیاردانو<sup>۱</sup> (۲۰۰۲)، گاتانو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۲)، یاساگلو و کاسمس<sup>۳</sup> (۲۰۰۱) و دیپائولو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۹) صورت پذیرفت.

چگونگی وزن‌دهی به صورت خطی و نسبت برابر بوده به طوری که ارزش ۱ بهترین و ارزش ۴ بدترین وزن بوده است. امتیازدهی مدل IMDPA برای هر شاخص با توجه به وزن‌دهی انجام‌شده یک نقشه تهیه می‌شود. ارزش هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های آن محاسبه و متوسط وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه با گرفتن میانگین هندسی از معیارها به دست آمده و به کمک جدول طبقه‌بندی، شدت بیابان‌زایی هریک از واحدهای کاری و سپس کل منطقه مشخص می‌شود که در نهایت به تهیه نقشه فعلی بیابان‌زایی منطقه منجر خواهد شد. نحوه محاسبه امتیاز

حوضه کال شور است که نقش عمده‌ای در شوری آب‌های سطحی و زیرزمینی و شور و قلیا شدن خاک‌ها ایفا می‌کند؛ همچنین بافت سنگین و عمیق، زهکشی نامناسب، نفوذپذیری کم و ساختمان توده‌ای خاک دشت‌های منتهی به کال شور در جاجرم و اسفراین را که در واقع به‌عنوان پلایا شناخته می‌شوند، می‌توان نام برد. از جمله عوامل انسانی بیابان‌زایی منطقه عبارت‌اند از: روش‌های غیرصحیح کشاورزی، بهره‌برداری بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و در نتیجه از بین رفتن حاصلخیزی و افزایش شوری خاک در دشت‌های حوضه کال شور واقع در اسفراین و جاجرم، چرای بی‌رویه مراتع، تشدید فشار بر پوشش گیاهی مراتع بیابانی با توان اکولوژیک پایین جاجرم و گرمه و اسفراین. بیابان‌زایی پیامدهای بسیار گسترده‌ای در منطقه داشته است؛ از جمله موارد افت کمی و کیفی آب‌های زیرزمینی به نحوی که کمترین افت سالیانه در دشت بجنورد (سالیانه ۴ سانتی‌متر) و بیشترین آن در دشت اسفراین (سالیانه ۸۷ سانتی‌متر) گزارش شده است؛ افت درازمدت در دشت‌های شیروان - قوچان و اسفراین که شریان اصلی حیات این استان می‌باشند، به ترتیب ۸/۵ و ۱۲/۲ متر بوده است. از نظر کیفی، وضعیت آب‌های زیرزمینی با حالت بحرانی‌تری مواجه است. بر اساس داده‌های موجود هدایت الکتریکی آب دشت‌های اصلی استان یعنی اسفراین، شیروان - قوچان و بجنورد به ترتیب به بیش از ۹۹۳۵، ۵۳۵۸ و ۳۸۳۰ میکروموس بر سانتی‌متر رسیده است (ولایتی و توسلی، ۱۹۹۱).

### جمع‌آوری داده و تهیه نقشه‌های پایه

در پژوهش حاضر، داده‌های مورد نیاز شامل عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی، اطلاعات موجود شامل نقشه، جداول، آمار و گزارش‌های لازم از ادارات و سازمان‌های ذی‌ربط جمع‌آوری شد، سپس داده‌های فوق در قالب مناسب تبدیل و نقشه‌های اولیه شیب، جهت، طبقات ارتفاعی، کاربری اراضی و... تهیه گردید. به‌منظور تهیه چارچوب مناسب در پهنه‌بندی شدت بیابان‌زایی، نقشه واحدهای کاری منطقه با استفاده از روش ژئومورفولوژی که دقیق‌ترین روش

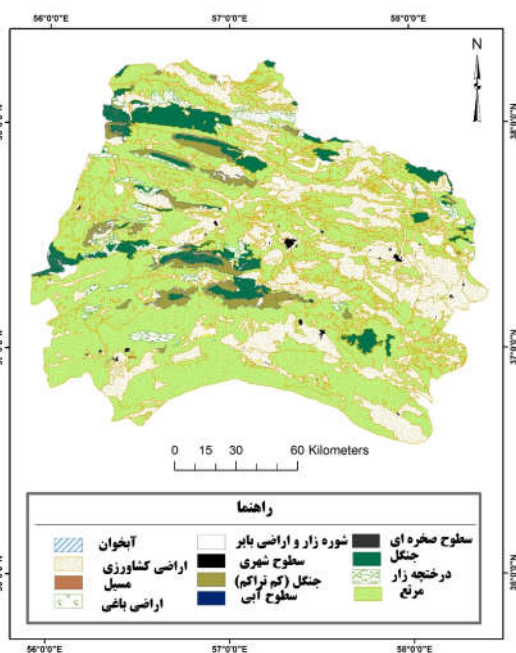
1. Giordano  
2. Gaetano  
3. Yassoglou and Kossmas  
4. De Paola

جدول (۱): طبقات کلاس‌های خطر مدل MICD (حسینی و همکاران، ۲۰۱۰)

علامت	دامنه اعداد	کلاس
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)

### نتایج

به‌منظور برآورد خطر بیابان‌زایی و ارزیابی منطقه، نقشه واحد کاری از تلفیق نقشه‌های زمین‌شناسی، کاربری اراضی، تصاویر ماهواره‌ای Landsat8 سال ۲۰۱۸ از وب‌سایت USGS و Spot (از Google Earth) (که به‌منظور تصحیح مرزها از این تصاویر نیز استفاده شده) به دست آمد. با توجه به مقیاس منطقه مطالعه، امکان تهیه نقشه واحد کاری به روش ژئومورفولوژیکی نیست؛ در نتیجه نقشه کاربری اراضی به‌عنوان نقشه واحد کاری در نظر گرفته شد. در شکل (۲)، نقشه واحدهای کاری منطقه و همچنین درصد فراوانی هر واحد کاری محاسبه و در جدول (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲): نقشه واحدهای کاری منطقه مطالعه

Figure (2): Land units of the study area

نهایی پتانسیل بیابان‌زایی از طریق روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی بر اساس معادله زیر صورت می‌گیرد:

$$IMDPA = \left[ \prod_{i=1}^n Q_i \right]^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{Q_1 \times Q_2 \times \dots \times Q_n} \quad (1)$$

$Q$  = امتیاز مربوط به هر معیار

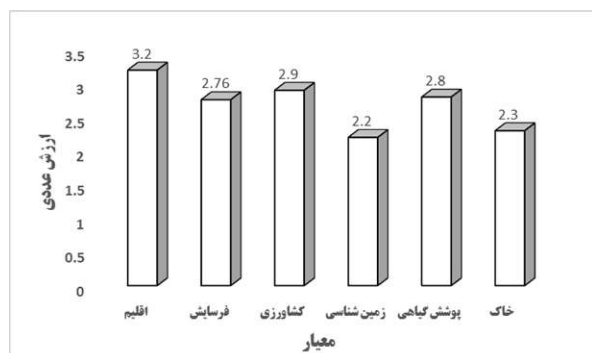
$N$  = تعداد معیارها مورد بررسی

### مدل MICD

در این مدل، چهار واحد همگن بزرگ کاری تفکیک شد که در هر کدام نوع معیار و شاخص‌های مورد استفاده متفاوت است:

۱. واحد اراضی کشاورزی (زراعی، باغی، دیم، آیش و بایر)؛
۲. واحد اراضی مرتعی و جنگلی (مرتع، جنگل، بیشه‌زار و...)
۳. اراضی فاقد کاربری (اراضی کویری، تپه‌های ماسه‌ای، سطوح سنگفرشی، تپه‌ها، کوه‌های لخت و...)
۴. واحد اراضی شهری و صنعتی (مناطق مسکونی و شهری، مناطق صنعتی، جاده‌ها و فرودگاه‌ها و ترمینال‌ها و پارک‌ها)، از واحد اراضی شهری و صنعتی به‌دلیل کوچک بودن مقیاس آن‌ها نسبت به سطح مطالعه خودداری شد.

از آنجا که در روش یادشده، شمار شاخص‌ها در کاربری‌های مختلف یکسان نبود، پیش از آغاز ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در منطقه مورد بررسی، شمار شاخص‌ها در همه کاربری‌ها یکسان شد. بدین صورت که در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی اراضی بدون کاربری، شاخص بافت خاک اضافه شد و در جدول مربوط به ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در اراضی با کاربری جنگل و مرتع، شاخص تراکم پوشش گیاهی مؤثر در سطح خاک و تراکم سنگ‌ریزه (بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر) در سطح خاک در یک گروه قرار گرفتند (حسینی و همکاران، ۲۰۱۰). سپس بر اساس جداول استاندارد مدل در هر کاربری، اقدام به امتیازدهی شاخص‌ها در منطقه شد. از جمع ارزش شاخص‌ها بر اساس کاربری آن‌ها و بر پایه جدول (۱)، کلاس‌های شدت بیابان‌زایی برآورد گردید (حسینی و همکاران، ۲۰۱۰).

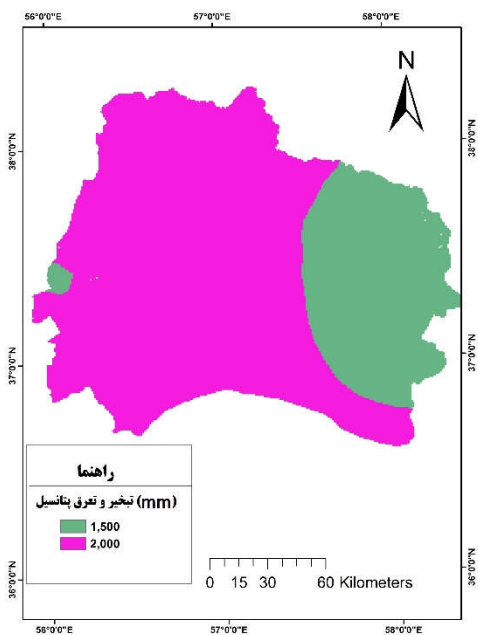


شکل (۳): نمودار مقایسه‌ای ارزش وزنی معیارهای بیابان‌زایی مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه

Figure (3): Comparative chart of the weighted value of IMDPA model desertification criteria in the study area

### شدت خطر بیابان‌زایی

پارامترهای تبخیر و تعرق پتانسیل و بارش به‌منظور محاسبه شاخص خشکی در سطح منطقه تعیین شدند. مقدار تبخیر و تعرق پتانسیل در حد فاصل کمتر از ۱۵۰۰ تا بیشتر از ۲۰۰۰ میلی‌متر قرار دارد. بارندگی استان خراسان شمالی از کمتر از ۱۵۰ تا بیشتر ۳۰۰ میلی‌متر تغییر می‌کند.



شکل (۴): نقشه تبخیر و تعرق پتانسیل منطقه مورد مطالعه

Figure (4): Evapotranspiration map in the study area

با توجه به شاخص خشکی بیشتر استان خراسان شمالی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار گرفته است و در نتیجه در معرض خطر بیابان‌زایی شدید تا خیلی شدید قرار دارد (شکل ۷).

جدول (۲): فراوانی واحدهای کاری در منطقه مورد مطالعه

Table (2): Abundance of land units in the study area

انواع کاربری اراضی	واحد کاری	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
سطوح صخره‌ای	۲۸	۳۹۷	۰/۰۱۴
آبخوان (سطوح آبی)	۱	۳۲۰	۰/۰۱۱
اراضی جنگلی	۶، ۹، ۱۸، ۲۰، ۲۳، ۲۵	۲۲۹۷۴۷	۱۱/۶۷
اراضی فاقد پوشش گیاهی	۵، ۱۶، ۲۹	۴۱۹۸	۰/۱۴۹
بیشه‌زار و بوته‌زار	۲۴، ۳۳، ۳۴	۱۱۸۲۵۸	۴/۲
جنگل (با تراکم خیلی کم)	۳۱	۹۸۹۱۰	۳/۵
زراعت آبی و دیم	۲، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵	۷۵۷۶۲۲	۲۷
محدوده شهر (مناطق مسکونی)	۳، ۳۰	۶۴۳۵	۰/۲۲۸
اراضی باغی	۴	۵۲۰۷	۰/۱۸۵
مراتع (خوب، متوسط و فقیر)	۸، ۱۷، ۲۱، ۲۲، ۲۶	۱۶۰۵۸۷۰	۵۷

### تجزیه و تحلیل معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی در

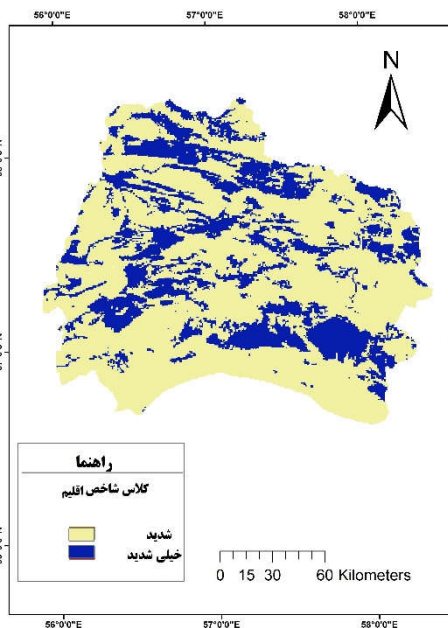
#### استان خراسان شمالی با مدل IMDPA

پس از تهیه نقشه واحدهای کاری، معیارهای بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. همان‌طور که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، معیارهای بیابان‌زایی در منطقه به ترتیب اهمیت شامل اقلیم (۳/۲)، کشاورزی (۲/۹)، پوشش گیاهی (۲/۸)، فرسایش (۲/۷۶)، خاک (۲/۳) و زمین‌شناسی (۲/۲) است.

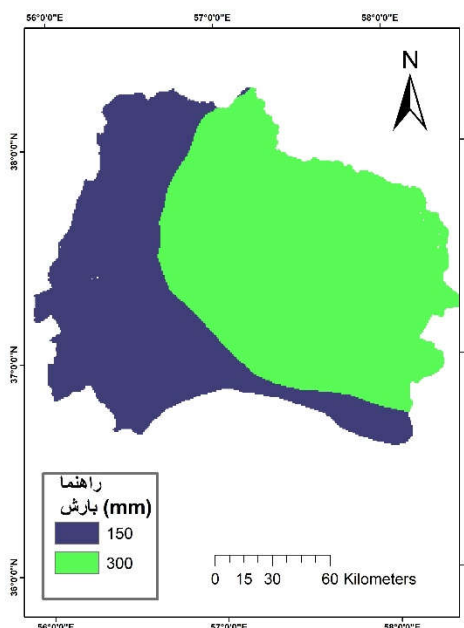
جدول (۳): ارزش کمی و کلاس‌های بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه

Table (3): Quantitative value and desertification classes in the study area

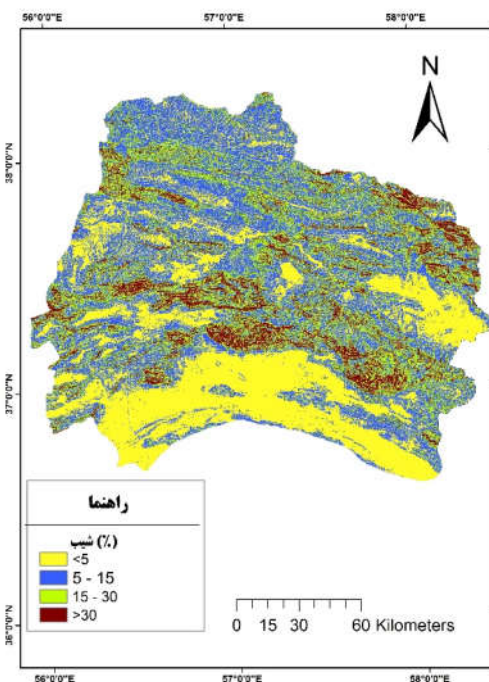
ردیف	شاخص ارزیابی	متوسط ارزش عددی	کلاس بیابان‌زایی
۱	معیار پوشش گیاهی	۲/۸	شدید
۲	معیار خاک	۲/۳	متوسط
۳	معیار کشاورزی	۲/۹	شدید
۴	معیار اقلیم	۳/۲	شدید
۵	معیار فرسایش	۲/۷۶	شدید
۶	زمین‌شناسی	۲/۲	شدید



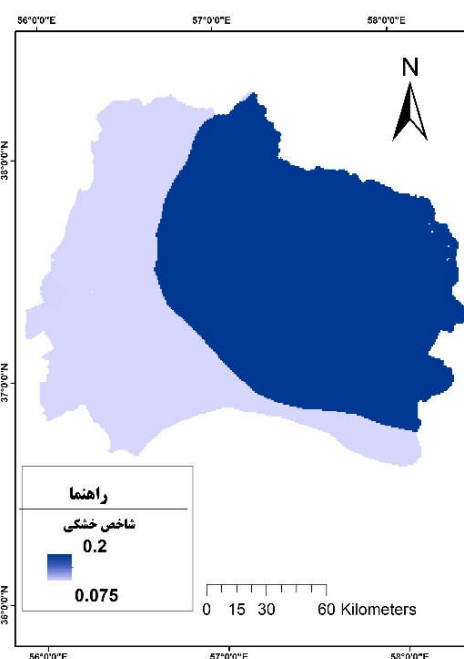
شکل (۷): نقشه پراکنش کلاس شاخص اقلیم در سطح منطقه  
Figure (7): Climidity Index map in the study area



شکل (۵): نقشه پراکنش بارش در منطقه مورد مطالعه  
Figure (5): Precipitation map in the study area



شکل (۸): نقشه شیب استان خراسان شمالی  
Figure (8): Slope ma in the study area



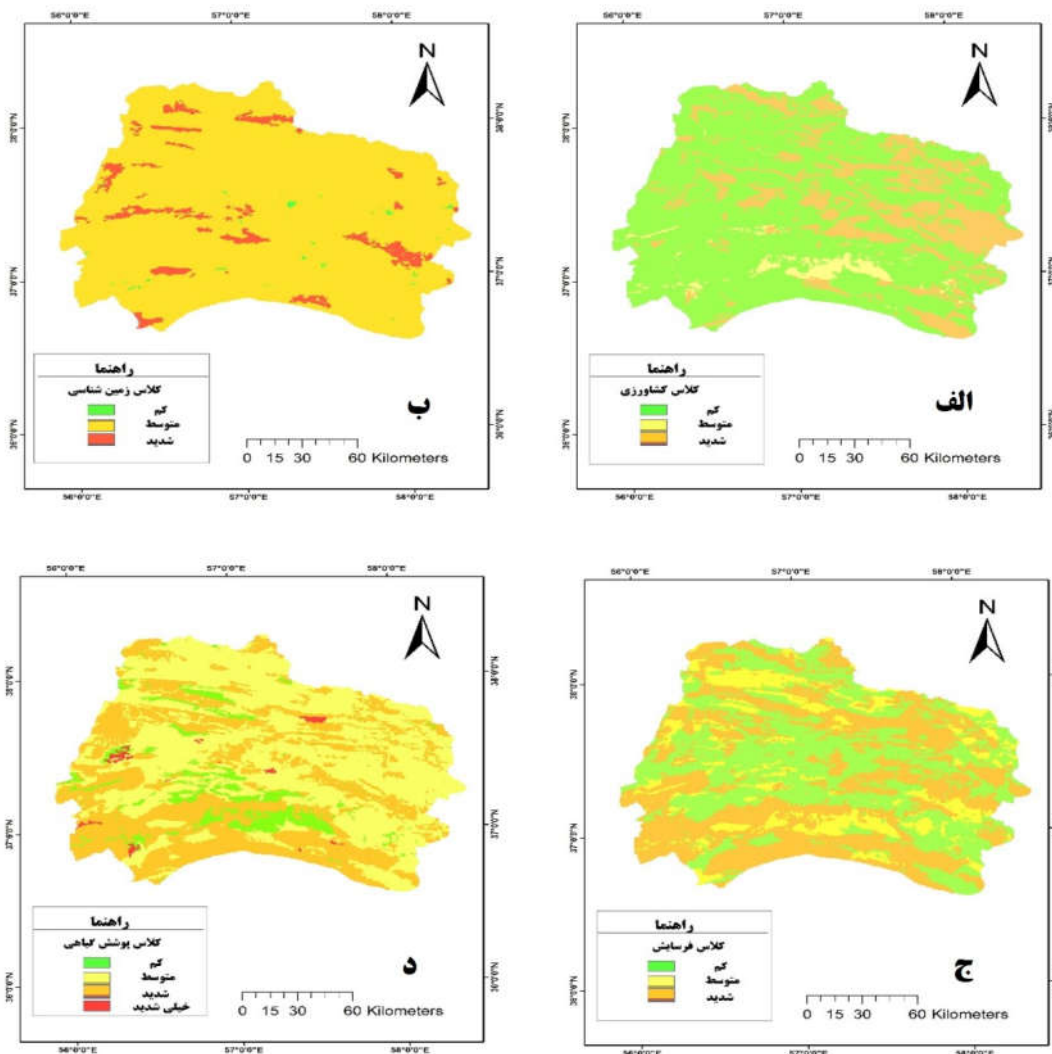
شکل (۶): نقشه پراکنش شاخص خشکی در سطح منطقه  
Figure (6): Aridity index map in the study area

جدول (۴): کلاس، وزن، مساحت و درصد فراوانی شاخص شیب  
Table (4): class, weight, area and Percentage of slope Index

کلاس شاخص شیب	کد کلاس	دامنه وزن	مساحت (هکتار)	درصد فراوانی
کم و ناچیز	I	۰ - ۱/۵	۷۰۳۶۴۴	۲۵
متوسط	II	۱/۶ - ۲/۵	۱۵۴۸۰۱۸	۵۵
شدید	III	۲/۶ - ۳/۵	۳۹۴۰۴۱	۱۴
خیلی شدید	IV	۳/۶ - ۴	۱۶۸۸۷۴	۶

با توجه به مطالعات فیزیوگرافی انجام شده، نقشه شیب و کلاس زمین‌شناسی منطقه تعیین شد. مطابق محاسبات ۲۵٪ منطقه در کلاس کم و ناچیز بیابان‌زایی (دشت)، ۵۵٪ منطقه در کلاس متوسط بیابان‌زایی و ۲۰٪ از منطقه دارای شیبی بالاتر از ۱۵٪ است (کوه مرتفع) و در کلاس شدید (۱۴٪) و خیلی شدید (۶٪) قرار دارد.

نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی بر اساس معیار زمین‌شناسی، کشاورزی، پوشش گیاهی و فرسایش مطابق است:



شکل (۹): نقشه کلاس‌های خطر معیارهای الف. کشاورزی، ب. زمین‌شناسی، ج. فرسایش، د. پوشش گیاهی بیابان‌زایی در منطقه  
 Figure (9): desertification hazard layer of a) Agriculture, b) geology, g) erosion, D) vegetation in the study area

جدول (۵): توزیع فراوانی کلاس‌های خطر بیابان‌زایی مدل IMDPA در منطقه مورد مطالعه  
 Table (5): Distribution of IMDPA model desertification hazard classes in the study area

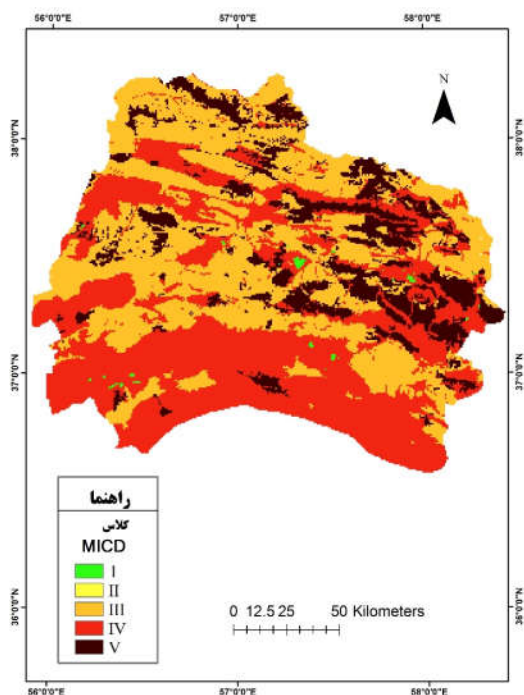
کد کلاس	کلاس خطر	دامنه وزن	مساحت (هکتار)	درصد فراوانی
I	کم و ناچیز	۰ - ۱/۵	۹۴۳۸۰	۳/۳۵
II	متوسط	۱/۶ - ۲/۵	۵۰۵۲۹۹	۱۸
III	شدید	۲/۶ - ۳/۵	۱۱۰۶۲۱۱	۳۹/۳
IV	خیلی شدید	۳/۶ - ۴	۱۱۱۰۷۶۰	۳۹/۳۵
	جمع		۲۸۱۶۶۵۱	۱۰۰

در نهایت با توجه به رابطه زیر، میانگین ارزش عددی شدت بیابان‌زایی استان خراسان شمالی ۲/۶۷ به دست آمد که همان طور که در شکل (۱۰) مشخص است، در کلاس بیابان‌زایی شدید (II) قرار دارد.

$$(6/1) = 2/3^6 \times 76/2 \times 9/2 \times 2/2 \times 8/2 \times 3/2$$

از نظر فراوانی، بیش از ۷۰٪ از منطقه در کلاس بیابان‌زایی شدید و خیلی شدید قرار می‌گیرد (جدول ۵).





شکل (۱۱): نقشه خطر بیابان‌زایی استان خراسان شمالی بر اساس مدل MICD  
Figure (11): MICD model desertification hazard map of the study area

جدول (۶): توزیع فراوانی کلاس‌های خطر بیابان‌زایی مدل MICD در منطقه مورد مطالعه

Table (6): Distribution of MICD model desertification hazard classes in the study area

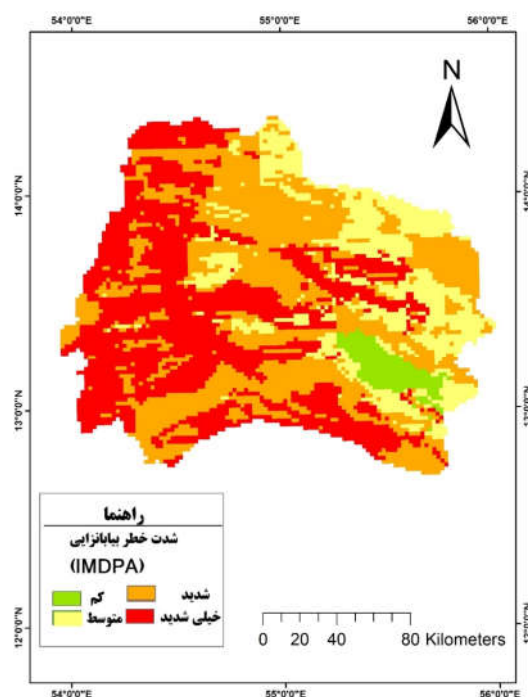
کد کلاس	کلاس خطر	دامنه وزن	مساحت (هکتار)	درصد
I	خیلی کم	۰ - ۵/۶	۶۱۷۱	۰/۲۱۹
II	کم و ناچیز	۵/۶ - ۱۱/۲	-	-
III	متوسط	۱۱/۲ - ۱۶/۸	۱۱۷۳۰۲۶	۴۱/۶۵
IV	شدید	۱۶/۸ - ۲۲/۴	۱۲۰۱۴۹۰	۴۲/۶۶
V	خیلی شدید	۲۲/۴ - ۲۸	۴۳۵۵۹۳	۱۵/۴۶
	جمع		۲۸۱۶۶۵۱	۱۰۰

با توجه به نقشه شدت خطر بیابان‌زایی بر اساس مدل MICD، بیش از ۷۰٪ مناطق استان خراسان شمالی در کلاس خطر متوسط تا شدید قرار دارند.

### بحث و نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، بر اساس نتایج هر دو مدل، عمده اکوسیستم‌های آسیب‌پذیر استان در واحد کاربری مرتع قرار دارند. عامل اصلی تخریب بر اساس مقایسه عدد متوسط وزنی ارزش‌های

بررسی‌های انجام‌شده روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی معیارهای مدل IMDPA در این مطالعه نشان می‌دهد که در بخش وسیعی از استان خراسان شمالی (بیش از ۷۰٪ منطقه) دو شاخص بارش و تبخیر و تعرق پتانسیل به‌ترتیب در کلاس متوسط تا شدید بیابان‌زایی قرار دارند. بنابراین عامل اقلیم با عدد ۳/۲ یکی از عوامل اصلی افزایش شدت بیابان‌زایی منطقه است. همچنین با توجه به نقشه شدت خطر بیابان‌زایی (شکل ۱۰) بر اساس مدل IMDPA، بیشتر مناطق استان خراسان شمالی در کلاس خطر متوسط تا شدید قرار دارد.



شکل (۱۰): نقشه خطر بیابان‌زایی استان خراسان شمالی بر اساس مدل IMDPA  
Figure (10): IMDPA model desertification hazard map of the study area

### پهنه‌بندی خطر با استفاده از مدل MICD

برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از این مدل، هر واحد کاری بر اساس کاربری مورد نظر ارزش‌دهی شد و کلاس خطر بیابان‌زایی برای هر واحد بر اساس معیارها و فرایندهای بیابان‌زایی به دست آمد. پس از تعیین ارزش عددی رخساره‌ها نقشه وضعیت بیابان‌زایی تهیه شد (شکل ۱۱، جدول ۴).

کرده‌اند تعداد و تنوع شاخص‌ها در مدل IMDPA و مشخص شدن عوامل اصلی بیابان‌زایی از قابلیت‌های مؤثر این مدل می‌باشد که در این مطالعه از آن‌ها بهره جسته شده است؛ در مقابل بالا بودن قابلیت امتیازدهی در هر واحد کاری در مدل MICD در برنامه‌ریزی برای هر واحد کاری ابزار مفید مدیران منطقه است که منجر به ارائه برنامه در مقیاس بزرگ نیز خواهد شد.

حفظ تعادل دام و مرتع و روی آوردن به روش‌های دیگر بهره‌برداری از مراتع از جمله گیاهان دارویی، پرورش زنبور عسل، توسعه اکوتوریسم، پخش سیلاب که هم شرایط اقتصادی جوامع محلی را حفظ می‌کند و هم در جهت بهبود مراتع و حفظ پوشش گیاهی و مهار سیلاب حرکت می‌کند، از اولویت‌های مدیریتی در سطح استان معرفی می‌شود. با توجه به اهمیت و گستردگی پدیده چندبعدی بیابان‌زایی منطقه پیشنهاد می‌شود برنامه مدیریت استراتژیک ریسک بیابان‌زایی استان تهیه گردد و با معرفی راهبردهای متناسب تدافعی، محافظه‌کارانه، تهاجمی و رقابتی در شرایط مختلف گام مهمی در بهبود پوشش گیاهی مراتع و افزایش تولید علوفه، کنترل فرسایش آبی و بادی و حفاظت از آب و خاک، کنترل سیلاب‌ها و خسارات ناشی از آن، تغذیه و تقویت منابع آب زیرزمینی، بهبود اوضاع زیست‌محیطی حوزه‌ها، تعدیل اثرات خشکسالی برداشته شود.

کمی معیارهای مدل IMDPA به ترتیب معیارهای اقلیم، کشاورزی و پوشش گیاهی شناسایی شد. از بین معیارهای فوق، معیار اقلیم، پتانسیل بیابان‌زایی بالای منطقه را نشان می‌دهد اما معیارهای کشاورزی و پوشش گیاهی، درجه تخریب و بیابانی شدن ناشی از فعالیت‌های انسانی را بازگو می‌کند (رایگانی و همکاران، ۲۰۱۳). همان طور که از نتایج مشخص است، آسیب‌پذیری بالای منطقه همراه با فعالیت‌های نادرست انسانی، سرعت بیابان‌زایی را افزایش داده است. از مهم‌ترین عادات غلط انسانی در استان خراسان شمالی می‌توان به بهره‌برداری بی‌رویه، به‌خصوص در مراتع (به‌صورت چرای بی‌رویه و بوته‌کنی) و در اراضی زراعی (به‌صورت تبدیل نامناسب اراضی و زراعت بی‌رویه اشاره کرد، تقریباً ۷۰٪ جمعیت استان خراسان شمالی به کشاورزی مشغول‌اند و بخش وسیعی از زراعت، به کشت دیم اختصاص می‌یابد. این اراضی به دلیل بهبود حاصلخیزی، یک سال کشت می‌شوند و یک سال استراحت (آیش) می‌کنند. در سال استراحت، نحوه شخم و زمان شخم تأثیر زیادی در ایجاد سیل و طوفان‌های گردوغبار دارند. تحقیقات رئیسی (۲۰۰۸) نیز اهمیت کشاورزی نامناسب و تخریب پوشش گیاهی بر بیابان‌زایی را نشان داده است.

بر اساس مقایسه نتایج نقشه بیابان‌زایی حاصل از این مطالعه با شواهد زمینی، هر دو مدل نتایج مناسبی ارائه

## منابع

- Ahmadi, H. and Nazariye Samani, A.A., 2005. An investigation of the relationship between geomorphology, Soil and vegetation cover in Winter quarter rangelands of Zagros (Fars, Iran) in Sustainable Land Use. Focus on Soils Symposium. Uppsala.
- Ahmadi, H., 2006. Applied geomorphology (wind erosion - desert), Tehran university.
- Ahmadi, H., Abrisham, E., Zehtabian, G.R. and Amiraslani, F., 2006. The comparison of ICD and MICD models for assessment of desertification in a desertified pilot region, Iran. 14th International Soil Conservation Organization Conference. Water Management and Soil Conservation in Semi-Arid Environments. Morocco.
- Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R., Golkarian, A. and Abrisham, E., 2006. Assessment and mapping of desertification using modified MEDALUS Model in Fakhrabad-Mehriz (Yazd). Iranian Journal of Natural Resources 59 (3), 519-533.
- Amiraslani, F. and Dragovich, D., 2011. Combating desertification in Iran over the last 50 years: An overview of changing approaches. Journal of Environmental Management 92 (1), 1-13.
- De Paola, F., Ducci, D. and Giugni, M., 2009. Soil erosion and desertification: a combined approach using RUSLE and ESAs models in the Tusciano basin (southern Italy). Available at: <http://meetings.copernicus.org/egu2009>

- (visited 04/2009).
7. Ekhtesasi, M.R. and Mohajeri, S., 1996. Land desertification assessment method in Iran. 2nd National Conference on desertification and desertification control methods. Kerman.
  8. Farajzadeh, M. and Nik Egbal, M., 2007. Evaluation of MEDALUS Model for Desertification Hazard Zonation Using GIS; Study Area: Iyzad Khast Plain, Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10, 2622-2630.
  9. Gaetano, L., Todorovic, M. and Giuliana, T.L., 2002. Characterization of area sensitive to desertification in southern Italy. the 2nd int. conf. on new trend in water and environmental engineering for safety and life: eco-compatible solutions for aquatic environmental, Capri, Italy.
  10. Garivani, G., 2009. An investigation on desertification of north Khorasan. *Iranian journal of Rangeland and Desert Research* 16 (2), 174-189.
  11. Giordano, L., Giordano, F., Grauso, S., Iannetta, M., Sciortino, M., Bonati, G., Borfecchia, F., De Cecco, L., Felici, F., Martini, S. and Urbani, C.S.D., (2002). Desertification Vulnerability in Sicily (Southern Italy). International conference; 2nd, New trends in water and environmental engineering for safety and life; eco-compatible solutions for aquatic environments, Centro Studi Deflussi Urbani.
  12. Hoseini, S.M., Ekhtesasi, M.R., Shahriyari, A.R. and Shafiei, H., 2010. Study of current and potential desertification status with emphasis on wind erosion criterion using MICD method (case study: Niatak region of sistan). *Journal of Range and Watershed Management (Iranian Journal of Natural Resources)* 63(2): 165-181.
  13. Kenneth, E.B. and Bartlett, E.T., 1975. Resource allocation through Goal Programming. *Journal of Range Management* 28 (6), 442-447.
  14. Meshkat, M.A., Daneshvar, M.R., Ekhtesasi, M.R. and Dashtakian, K., 2006. Mapping of degradation of vegetative cover, wind erosion and salt affected soils in some of the Yazd-Ardekan plain. *Iranian journal of Rangeland and Desert Research* 13 (1), 10-16.
  15. Raisi, A.M., 2008. Severity effecting Factors in desertification intensity (coastal deserts) by using IMDPA model in Cahir-Cenarac region. M.Sc. Thesis, University of Tehran. 115 pp.
  16. Rayegani, B., Zehtabian, G. and Barati, S., 2013. Surveying of Iranian Model of Desertification Potential Assessment. *Iranian Journal of Applied Ecology* 2 (4), 73-99.
  17. Salinas, C.X. and Mendieta, J., 2013. Effectiveness of the strategies to combat land degradation and drought. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 18 (8), 1269-1281.
  18. Salunkhe, S.S., Bera, A.K., Rao, S.S., Venkataraman, V.R., Raj, U. and Murthy, Y.V.N.K., 2018. Evaluation of indicators for desertification risk assessment in part of Thar Desert Region of Rajasthan using geospatial techniques. *Journal of Earth System Science* 127 (8), 116-140.
  19. Salvati, L., Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C., Acikalin, S., Belgacem, A., Solé-Benet, A., Chaker, M., Fassouli, V., Gokceoglu, C., Gungor, H., Hessel, R., Khatteli, H., Kounalaki, A., Laouina, A., Ocakoglu, F., Ouessar, M., Ritsema, C., Sghaier, M., Sonmez, H., Taamallah, H., Tezcan, L., de Vente, J., Kelly, C., Colantoni, A. and Carlucci, M., 2016. Assessing the effectiveness of sustainable land management policies for combating desertification: A data mining approach. *Journal of Environmental Management* 183, Part 3, 754-762.
  20. Sillakhori, E., Onagh, M., Sadodin, A. and Filekesh, E., 2014. Comparing efficiency of Iranian desert hazard assessment models, namely MICD and IMDPA (Case study: Sabzevar region). *Journal of Water and Soil Conservation* 21 (4), 1-28.
  21. Sillakhori, E., Onagh, M., Sadodin, A. and Filekesh, E., 2014. Comparing efficiency of Iranian desert hazard assessment models, namely MICD and IMDPA (Case study: Sabzevar region). *Journal of Water and Soil Conservation*. 21 (4), 1-28.
  22. UNCCD, 1994. Elaboration of an International Convention to Combat Desertification in Countries Experiencing Serious Drought and/or Desertification, Particularly in Africa'. U.N.Doc.A/AC/241/27, 33 I.L.M. 1328., United Nation.
  23. Velayati, S. and Tavasoli, S., 1991 Resources and issues of water in Khorasan province, Astane Ghodse Razavi. Mashhad, Iran.
  24. Yassoglou, C. and Kossmas, N.J., 2001. Desertification in the mediterranean Eruope, case study in Greece. MEDALUS report: 454-475.
  25. Yassoglou, C. and Kossmas, N.J., 2001. Desertification in the mediterranean Eruope,

case study in Greece. MeDALUS report: 454-475.

26. Zehtabian, G.R., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M.R. and Jafari, R., 2002. Intensity Determination of Wind Erosion in Kashan area by the Deseretification Model. Iranian Journal of Natural Resources 55 (2), 144-158.

## Assessing Desertification hazards in North Khorasan province Via MICD and IMDPA Models

Majid Ownegh<sup>1\*</sup>, Nafiseh Ramezani<sup>2</sup>, Abdolrasool Salman Mahini<sup>3</sup>, Adel Sepehr<sup>4</sup>

Received: 08/05/2019

Accepted: 14/09/2019

### Extended abstract

**Introduction:** As a manifestation of land degradation, desertification is regarded as one of the natural hazards that is spreading rapidly due to human interference in and misuse of nature. There are many challenges caused by this phenomenon in most regions of Iran throughout recent years including the loss of fertile lands, reduction of forest populations, biomass of rangeland and fertile plain, decrease of aquifer water level, decline of water quality, poverty, and migration.

**Materials and methods:** North Khorasan Province with an area of 28182 square kilometers is located in northeast of Iran. A considerable part of the province has been suffering from reduced tolerance due to significant land use changes, vegetation degradation, and deforestation. The region is highly vulnerable to desertification because of environmental pressure and extreme equilibrium changes. However, few studies have been conducted so far on desertification mapping and the identification of its main factors in the province. This study, therefore, sought to identify the main destruction criteria in the province, providing a map and assessing the hazards of desertification through the two Iranian MICD and IMDPA models. To end this, the required data including aerial photos, topographic maps, *etc.* were collected at the first stage. Having converted the collected data to appropriate formats, the initial maps of slope, aspect, DEM, land use, and land units were extracted. As for the assessment of desertification hazards, IMDPA and MICD models were applied, in each of which the desertification criteria were identified and scored. Moreover, the severity of desertification of each land unit and that of the whole area were determined by the two models. Finally, the present desertification map of the area was obtained through the abovementioned methods.

**Results:** According to the intensity map of desertification hazard extracted from the IMDPA model, the average numerical value of desertification intensity in North Khorasan province was reported as being 2.67, indicating the moderate to severe desertification hazard class in most parts of the province. Based on the model, effective criteria in desertification included climate (3.2), erosion (2.76), agriculture (2.9), geology (2.2) vegetation (2.8) and soil (2.3) respectively. The results of the study showed that based on the MICD model, 80 percent of the province's regions faced with moderate to severe desertification hazards.

**Conclusion and Discussion:** Northern Khorasan province includes several species affected by special environmental conditions and two vegetation regions of Iran i.e. Turonian and Hirkani. Land Use Intensive changes and vegetation destruction precipitate the desertification in this region. It results in increasing the risk of flood, decreasing groundwater levels, salinization, poverty and migration of inhabitants. As found by the study, desertification criteria were classified in the following order: climate (3.2), agriculture (2.9), vegetation (2.8), erosion (2.76), soil (2.3) and geology (2/2). Therefore, the climatic factor with the value of 3.2, low rainfall, and potential evapotranspiration indicators (more than 70%) could be regarded as the main factor in increasing the desertification intensity of the region. Moreover, it was found that the destruction of agriculture and vegetation which represents direct human intervention in the environment and resources, was, after the climate, the second highest influential factor on the severity of the desertification of the region, accounting for the excessive

1. Professor, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran  
Email: mownegh@yahoo.com

2 PhD student, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

3 Professor, Faculty of Natural Resources, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

4 Associate Professor of Department of Desert and Arid Zone Management, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

DOI: 10.22052/deej.2020.9.26.21

exploitation especially in rangelands (in the form of excessive gravel and picking plants). The ecosystems, being subject to overgrazing, constant land use changes, exploitation, and degradation are, according to results derived from the application of both two major models mentioned on vulnerable ecosystems in the province, located in the rangeland landscape. Thus, in addition to being highly vulnerable, they reduce the production of forage and medicinal plants and turn into desert lands.

Land use changes in forest ecosystems and their transformation into agricultural lands have played a significant role in changing the face of these ecosystems in recent years. These changes have increased flood conditions at different levels, risking the inhabitants of the area being flooded after every rainfall. Considering the inherent potential of desert ecosystems, high erosion which reflects the low soil capacity against erosion could accelerates salinity, drought and, consequently, degradation of vegetation. Maintaining balance of livestock and pasture, administering some other methods for exploiting the pasture including planting medicinal herbs, beekeeping, ecotourism development, floodwater spreading (which maintains the economic conditions of local communities and preserves vegetation) and controlling flood are regarded as the managerial priorities in the province. Considering the importance of the multi-dimensional phenomenon of desertification in the region, it is, therefore, suggested that preparing the strategic plan for risk management of desertification of the province and introducing appropriate, conservative, aggressive and competitive strategies for various conditions could be an important step forward toward improving the vegetation of rangelands, increasing forage production, controlling water and soil erosion, controlling water and soil, controlling flood and damages, feeding and strengthening groundwater resources, improving environmental conditions of the areas, and managing the drought consequences.

**Keywords:** Desertification hazard, IMDPA Model, MICD Model, North Khorasan.