

## ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از مدل ICD (مطالعه موردی: منطق حفاظت شده کالمند یزد)

ندا اردکانی<sup>۱\*</sup>، ناصر مشهدی<sup>۲</sup>، حمیدرضا عظیمزاده<sup>۳</sup>، علی اکبر نظری سامانی<sup>۴</sup>، مجید کریم پورریحان<sup>۵</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۲

### چکیده

یکی از بحران‌های اکولوژیکی که جهان امروزه با آن درگیر شده، پدیده بیابانزایی است. اما برای مهار این بحران، نیاز به شناخت و درک صحیح از عوامل و فرایندهای آن است. به منظور ارزیابی وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از مدل، محدوده‌ای به وسعت حدود ۷۱۲۶۹/۳۷ هکتار در منطقه حفاظت شده کالمند مهریز واقع در استان یزد در نظر گرفته شد. در این تحقیق، ابتدا اقدام به جمع‌آوری داده‌های موجود و انجام مطالعات پایه شد. در این تحقیق شدت بیابانزایی منطقه حفاظت شده کالمند مورد بررسی قرار گرفت. برای دسترسی به این هدف از نقشه واحد کاری به عنوان نقشه پایه استفاده شد. نقشه واحد کاری از تلفیق نقشه‌های زمین‌شناسی و نقشه رخساره‌های ژئومورفولوژی حاصل می‌شود. وضعیت فعلی بیابانزایی منطقه مورد مطالعه براساس روش (ICD) ارزیابی و نقشه آن نیز تهیه شد. در روش ICD پس از ارزش‌دهی به هر یک از عوامل فرعی و جمع امتیازات مربوط به آن‌ها در هر رخساره، امتیاز عوامل طبیعی و انسانی باهم مقایسه شد. همچنین عوامل اصلی و فرعی غالب مؤثر در بیابانزایی هر رخساره تعیین شد. با توجه به مطالعات انجام شده، منطقه حفاظت شده کالمند جزء بیابان‌های طبیعی محسوب شده و عوامل انسانی نقش کمتری در بیابانزایی دارند. براساس روش ICD منطقه مورد مطالعه به دو کلاس شدت بیابانزایی کم (II) و متوسط (III) تقسیم می‌شود. اصلی‌ترین معیار موجود در این منطقه که در روند بیابانزایی مؤثر است، فرایند فرسایش و تخریب خاک (S.d) می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** وضعیت فعلی بیابانزایی، مدل ICD، عامل محیطی، عامل انسانی فرسایش و تخریب خاک، منابع آب و خاک، عامل ژئومورفولوژی.

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران / Email: Neda\_ardakane@yahoo.com

۲. استادیار، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳. دانشیار، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۴. دانشیار، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۵. دانشیار، دانشگاه تهران، تهران، ایران

## مقدمه

رشد فزاینده جمعیت از یک طرف و افزایش شدت بهره‌برداری از طرف دیگر، روز به روز به وسعت مناطق بیابانی جهان می‌افزاید، از این رو تاکنون جامعه جهانی به هیچ وجه به صورت فعلی درگیر بحران‌های اکولوژیکی مربوط به بیابان‌زایی نبوده است (جعفری، ۲۰۰۱). بنابراین زمان آن رسیده که از گذشته پند گرفته و راه جدیدی برای مقابله با این معضل در پیش بگیریم، اما این عمل ملزم به شناخت و درک صحیحی از عوامل و فرایندهای بیابان‌زایی و ارزیابی کمی بیابان‌زایی است تا از نتایج این شناخت و درک در بخش برنامه‌ریزی، جهت‌مدیریت و کنترل بیابان‌زایی استفاده گردد (درویش، ۲۰۰۰). جست‌وجو و بررسی در منابع قابل دسترس از کشورهای چین، ترکمنستان، هند و... نشان می‌دهد که هرکدام از این کشورها با توجه به ساختارهای اکولوژیکی و اجتماعی و اقتصادی خود، الگوهای جداگانه‌ای برای طبقه‌بندی بیابان‌ها و برآورد شدت بیابان‌زایی در آن مناطق طراحی نموده و مورد استفاده قرار می‌دهند، ولی بیشتر آن‌ها در درجه اول برای بررسی در همان کشور ارائه شده و با وضعیت آب و هوایی و ژئومورفولوژی و شرایط زیست محیطی همان منطقه مطابقت و سازگاری دارد (قره‌چلو و عبدالآبادی، ۲۰۰۶).

همین موضوع باعث می‌شود که استفاده از این روش‌ها در کشور ما و نیز کشورهایی که قصد دارند از این مدل‌ها استفاده کنند، به علت شرایط اکولوژیکی مختلف با مشکل مواجه شده و یا به صورت دقیق و کاربردی نتوان از آن‌ها استفاده کرد. روش‌های مختلفی برای ارزیابی بیابان و شدت بیابان‌زایی در کشورهای مختلف و توسط سازمان ملل متحد ارائه شده است. یانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای به منظور بررسی فرایندها و مکانیزم‌های بیابان‌زایی با پایش سی‌ساله بیابان‌زایی در شمال چین بیان کردند که فرایندهای عمده بیابان‌زایی در منطقه به طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل اقلیمی هستند. آن‌ها بیان کردند که فاکتور کلیدی در راه‌اندازی بیابان‌زایی در هاندشانداک عوامل اقلیمی هستند. همچنین بیان کردند که تغییرات اقلیمی و سپس چرای مفرط بیشترین تأثیر را در

بیابان‌زایی منطقه دارند. جاویر<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷) به ارزیابی خطرات بیابان‌زایی با استفاده از آنالیز سیستم شرایط پایدار پرداختند. آن‌ها روشی را برای ارزیابی خطرات بیابان‌زایی در مناطق پرخطر بیان کردند. مبنای این روش براساس ۱۸ معادله مدل دینامیکی یک سیستم با منابع انسانی که می‌تواند توسط تأثیرات بیابان‌زایی متفاوت نشان داده شود، قرار داشت. وانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه خود تحت عنوان «ارزیابی بیابان‌زایی در چین با مرور مطالعات اخیر بیابان‌زایی در مناطق خشک و نیمه‌خشک چین» بیان کردند که بیابان‌زایی در چین به طور عمده، به وسیله تغییرات اقلیمی و به طور خاص به وسیله رژیم‌های باد قوی به همراه کاهش بارش باران بوده است. سالواتی<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۰) به ارزیابی سیستم هشدار اولیه میزان حساسیت تخریب اراضی (LD) به بیابان‌زایی توسط تغییرات پایش در طی یک دوره طولانی مدت (۱۹۶۰-۲۰۰۸) در ایتالیا پرداختند. خوشبختانه در این زمینه، روش اختصاصی- مهاجری (۱۹۹۵)،<sup>۵</sup> ICD<sup>۵</sup> روش بومی و ایرانی است که در دومین همایش ملی بیابان‌زایی ارائه شد. روش فوق براساس نیازهای مطالعاتی و ساختارهای محیطی و اجتماعی- اقتصادی حاکم بر بیابان‌های ایران استوار است. در روش ICD ابتدا به کمک مطالعات پایه مناطق مورد بررسی براساس چشم‌اندازهای گیاهی به سه واحد اصلی (اراضی جنگلی و مرتعی- اراضی کشاورزی و شهری- اراضی فاقد پوشش گیاهی) و چندین زیرواحد تفکیک شده است. سپس در هر زیرواحد، ۸ پارامتر مؤثر در بیابان‌زایی شامل سه عامل محیطی<sup>۶</sup> (طبیعی)، سه عامل انسانی<sup>۷</sup> و سه شاخص شدت فرسایش خاک و توان بازگشت‌پذیری و بازسازی اکوسیستم به روش امتیازدهی مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با استفاده از جمع امتیازهای به دست آمده به روش ترازوی وزنی، عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی اراضی مشخص شده‌اند. به طور کلی این روش دارای چهار مرحله است:

2. Javier
3. Wang
4. Salvati
5. Iranian Classification of Desertification (ICD)
6. Environmental Causes
7. Anthropogenic Causes

1. Yang

مطالعه قرار داد. وی به این نتیجه رسیده است که عمده‌ترین فرایندهای مؤثر در تخریب اراضی در منطقه مذکور به ترتیب فرایندهای تخریب منابع آب، فرسایش خاک، تخریب اراضی و تخریب منابع گیاهی است. طباطبایی‌زاده (۲۰۱۰)، به مقایسه پتانسیل شدت بیابان‌زایی به دو روش و MICD و IMDPA در دشت فخرآباد مهریز با تأکید بر معیار فرسایش بادی را مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که در روش IMDPA مساحتی بالغ بر ۸۸/۳٪ و در روش MICD مساحتی بالغ بر ۸۱/۴٪ از منطقه در کلاس متوسط قرار می‌گیرد. شاکریان (۱۳۸۹) کاربرد مدل IMDPA در بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه جرقویه اصفهان را مطالعه کرد. در این بررسی سه معیار آب، خاک و پوشش گیاهی مورد مطالعه قرار گرفت. براساس ارزیابی‌ها، متوسط ارزش کمی بیابان‌زایی کل منطقه، ۱/۷۲ به‌دست آمد که طبق طبقه‌بندی مدل IMDPA در کلاس متوسط قرار می‌گیرد. دولتشاهی (۲۰۰۷) با توجه به بررسی‌های انجام‌شده بیان کرد که از بین سه معیار آب، خاک و پوشش گیاهی، معیار آب بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه گرمسار دارد. وی پس از به‌دست‌آوردن میانگین هندسی ارزش کمی بیابان‌زایی برای کل منطقه بیان کرد که به ترتیب معیار آب و شاخص‌های EC آب و سیستم آبیاری از آن، معیار کشاورزی و شاخص عملکرد از آن، معیار خاک و شاخص EC و SAR از آن و معیار پوشش و شاخص وضعیت از این معیار بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی منطقه دارند. این تحقیق با هدف ارائه تصویری گویا و مشخص از وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه و تعیین معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی در منطقه حفاظت‌شده کالمند یزد انجام شده است.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده کالمند با مختصات جغرافیایی ۲۰' ۵۴° تا ۲۳' ۵۴° طول شرقی و ۱۶' ۳۱° تا ۳۲' ۳۱° عرض شمالی با وسعتی معادل ۷۱۲۶۹/۳۷ هکتار در استان یزد، شهرستان مهریز و در جنوب شهر مهریز واقع شده است (شکل ۱). منطقه حفاظت‌شده کالمند، دارای ارتفاعات متعدد و تپه ماهورهای پراکنده و دشت‌های پوشیده از گیاهان خاص مناطق

۱. تعیین و تفکیک نوع محیط بیابانی؛ ۲. تعیین عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی؛ ۳. برآورد شدت بیابان‌زایی؛ ۴. تهیه نقشه بیابان‌زایی.

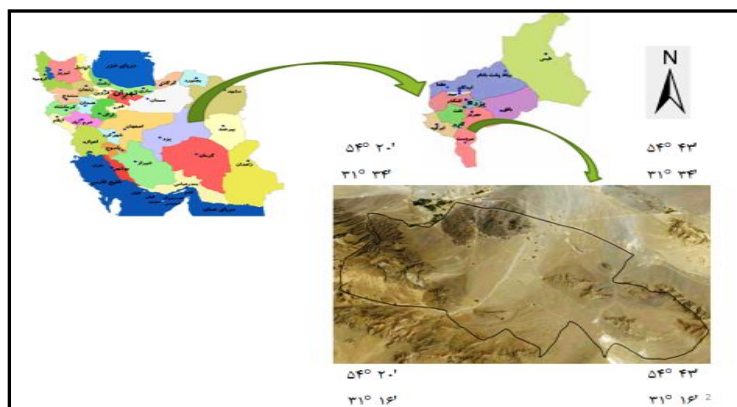
تاکنون تعدادی از محققان کشور، از این روش برای ارزیابی بیابان‌زایی در مناطق مختلف ایران استفاده کرده‌اند. عباس‌آبادی (۲۰۰۰) مدل منطقه‌ای را با استفاده از مدل ICD برای ارزیابی کمی وضعیت فعلی و خطر بالقوه بیابان‌زایی در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد در دشت آق قلا گمیشان ارائه کرد.

جعفری (۲۰۰۱) با استفاده از روش ICD و فائو یونپ در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد به تهیه نقشه بیابان‌زایی منطقه کاشان پرداخت. نامبرده در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که در هر منطقه، با توجه به وضعیت خاص آن منطقه از نظر اقلیم، ژئومورفولوژی و هیدرولوژی باید معیارها و شاخص‌های منطقه‌ای تعیین شده و ارزش‌گذاری مطابق استانداردهای روز صورت گیرد تا فرایندها و عوامل مهم بیابان‌زایی معنی‌دار شوند.

زهتاییان و همکاران (۲۰۰۴)، در تحقیقی با عنوان «بررسی اثر فرسایش بادی در افزایش شدت بیابان‌زایی و ارائه مدل منطقه‌ای بیابان‌زایی در حوزه آبخیز ماهان»، با بررسی مدل‌های بیابان‌زایی - UNEP F.A.O و ICD اشاره می‌کنند که با وجود نواقصی که در هر یک از این مدل‌ها وجود دارد، همچنان یکی از مطرح‌ترین مدل‌های بیابان‌زایی جهت برآورد شدت بیابان‌زایی هستند. هردوست در سال (۲۰۰۳)، ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی را در جهت ارائه مدل منطقه‌ای در دشت گنبد داشلی- برون مورد مطالعه قرار داد. نامبرده فرایندهای اصلی بیابان‌زایی در منطقه را به ترتیب شور شدن اراضی، تخریب منابع گیاهی، ماندابی شدن و فرسایش آبی می‌داند. همچنین وی در بخش عوامل طبیعی و انسانی به ترتیب زیرعامل‌های اقلیم و ژئومورفولوژی را به‌عنوان عوامل طبیعی و زیرعامل‌های چرای بی‌رویه، تبدیل کاربری اراضی و زراعت بی‌رویه را به‌عنوان زیرعامل‌های انسانی مورد بررسی قرار داد. چمن پیرا در سال (۲۰۰۳)، ارزیابی توان بیابانی شدن منطقه‌ای منطقه کوه‌دشت را با استفاده از مدل ICD مورد

در نواحی کوهستانی به ویژه در ارتفاعات شمال غرب منطقه جریان دارد. حداقل ارتفاع این محدوده ۱۴۲۸ متر از سطح دریا و حداکثر ارتفاع ۳۳۰۲ متر از سطح است.

بیابانی است. بیش از نیمی از مساحت منطقه را مناطق دشتی و بقیه را ارتفاعات صعب‌العبور، کوهپایه‌ها و تپه‌ماهورها تشکیل می‌دهند. به لحاظ وضعیت آبراهه‌ها، این منطقه به‌خصوص در شرق و مرکز دارای آبراهه‌های فصلی بوده و آبراهه‌های عمده



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

مؤثر در امتیازدهی و دامنه امتیاز آن‌ها خلاصه شده است. شاخص‌هایی همچون اشکال و شدت فرسایش یا امکان برگشت‌پذیری یا بازسازی اکوسیستم می‌تواند در برآورد دقیق‌تر شدت تخریب اراضی مؤثر باشد، در این مرحله نیز علاوه بر عوامل محیطی و انسانی با استفاده از مطالعات پایه فرسایش و رسوب و قابلیت اراضی دو شاخص مؤثر در تعیین شدت بیابان‌زایی شامل شدت فرسایش و رسوب‌دهی اراضی و امکان برگشت‌پذیری و بازسازی اکوسیستم یا بیابان‌زدایی براساس چهار سطح مختلف امتیازبندی شده در جدول (۳) مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گرفت. سپس با جمع کل امتیازهای کسب‌شده از عوامل مؤثر در شدت بیابانی شدن منطقه و عوامل انسانی (A) طبیعی (E) و همچنین شاخص‌های شدت بیابان‌زدایی (I)، شدت بیابان‌زایی در ۵ کلاس آرام، کم، متوسط، زیاد و شدید طبقه‌بندی شد (جدول ۳). در نهایت، با مشخص شدن فاکتورهای فوق در هر واحد بیابانی نقشه وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه ترسیم شد.

## نتایج

در منطقه مورد مطالعه، امتیازدهی ۱۰ واحد همگن بیابانی تفکیک شده است. ویژگی‌های مربوط به هر کدام و امتیاز حاصل از ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در جداول (۳) و (۴) خلاصه شده است.

## روش تحقیق

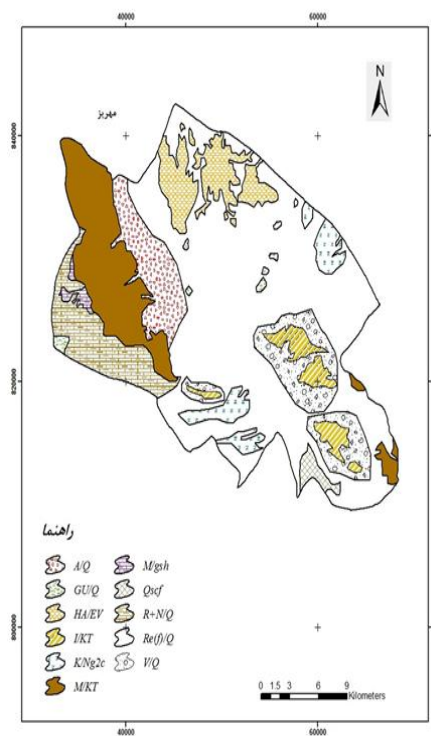
برای انجام این تحقیق مراحل زیر انجام شده است. ابتدا به کمک نقشه توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای محدوده منطقه مطالعاتی مشخص و نقشه آن تهیه شد و سپس اقدام به جمع‌آوری اطلاعات پایه (هواشناسی، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، منابع آب و...) و نقشه‌های موجود گردید. با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، مرفولوژی مقدماتی، شیب، جهت، ارتفاع، رخساره‌های ژئومورفولوژی و تصاویر ماهواره‌ای نقشه ژئومورفولوژی منطقه تهیه شد. با استفاده از نقشه‌های ژئومورفولوژی و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای به صورت بصری و دیگر اطلاعات پایه اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی شد. برای تهیه نقشه‌های شدت فرسایش آبی و بادی به‌عنوان عامل طبیعی مؤثر در بیابان‌زایی از روش‌های پسیاک<sup>۱</sup> و اریفر<sup>۲</sup> استفاده شد. منطقه مورد مطالعه با تلفیق نقشه‌های ژئومورفولوژی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و سایر چشم‌اندازهای بیابانی به ۱۱ واحد همگن بیابانی تفکیک که در جدول (۱) و شکل (۲) نشان داده شده است. در مرحله بعد عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی در هر واحد همگن بیابانی مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گرفت. در جدول (۲) عوامل اصلی و فرعی

1. PSIAC

2. IRIFR (Iranian Research Institute Forest and Range Lands)

جدول (۱): رخساره‌های منطقه مورد مطالعه

ردیف	علامت روی نقشه	توضیحات	مساحت ha	مساحت (%)
۱	M/Kt,gsh	رخساره توده سنگی روی سازند Kt, gsh	۹۵۶۵/۲۶۵	۱۳/۴۲
۲	A/Q	رخساره مخروطه‌افکنه روی سازند Q	۴۴۰۴/۹۹۲	۶/۱۸
۳	HA/EV	رخساره بیرون‌زدگی سنگی روی سازند E (تپه‌های آندزیتی)	۲۶۱۳/۴۲۸	۶/۶۴
۴	Re/Q	رخساره دشت ریگی و فرسایش آبراهه‌ای روی سازند Q	۳۵۹۳۴/۴۸	۵۰/۴۲
۵	QScf	کفه‌های رسی حاوی نمک	۶۶۹/۳۲۶۳	۰/۹۴
۶	PgK/K	تپه‌های کنگلومرایی روی سازند pgk	۴۷۳۰/۴۳۷	۳/۶۷
۷	GU/Q	رخساره منطقه مسکونی و کشاورزی روی سازند Q	۴۳۹/۷۴۱۷	۰/۶۲
۸	Kt/I	رخساره اینسل‌برگ روی سازند Kt	۲۴۰۶/۱۶۸	۳/۳۸
۹	Q/R+N	رخساره دشت ریگی و نهشته‌های باد روی سازند Q	۳۵۹۳۴/۴۸	۶/۹
۱۰	Q/V	رخساره مخروط واریزه روی سازند Q	۵۵۸۸/۱۷۳	۷/۸۴



شکل (۲): نقشه واحد کاری منطقه حفاظت‌شده کالمند

جدول (۲): دامنه امتیازات و کلاس‌بندی شدت بیابان‌زایی به روش ICD

علامت	امتیاز	شدت بیابان‌زایی
I	۰-۱۵	آرام (پنهان)
II	۱۵-۳۰	کم
III	۳۰-۴۵	متوسط
IV	۴۵-۶۰	زیاد
V	۶۰-۸۰	شدید (اوج)

جدول (۳): امتیازدهی عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابانزایی واحد همگن بیابانی

نوع عامل	عوامل انسانی	عوامل محیطی	شاخص بیابانزایی	جمع عددی عوامل	شدت بیابانزایی
	p.d w.d l.a	C G Q	s.e a.a		
توده سنگی (kt)	gr - -	r t qt	Wa ۳ -	۳۰	کم
توده سنگی (gsh)	gr - -	r t qt	Wa ۳ -	۳۰	کم
مخروط افکنه	gr 2	r,dr ۶ ۵,۵	Wa ۹ -	۲۹,۵	کم
دشت ریگی همراه با نهشته‌های بادی روی سازند Q	gr 4	r,dr ۶ ۲,۵	wi ۱۵	۴۰,۵	متوسط
دشت ریگی	gr ۴ -	r,dr ۶ ۲,۵	wa ۱۳ -	۳۹,۵	متوسط
بیرون زدگی سنگی روی سازند EV	gr ۳	r,dr ۶ ۷	wa ۶ -	۲۹	کم
تپه‌های کنگلومرای	gr ۱ -	r,dr ۶ ۷	wa ۶ -	۲۷	کم
مخروط واریزه	gr ۱ -	r,dr ۶ ۶	Wa-wi ۸ -	۲۷	کم
مناطق کشاورزی و مسکونی	gr 3 -	r 7 2	Wa-wi 2 8	26	کم
اینسل برگ (kt)	gr ۱ -	r ۷ ۱۲	Wa ۳ -	۳۰	کم
کفه‌های رسی	gr ۱ -	r ۷ ۶	Wa-wi ۴ ۱۴	۳۶	متوسط

جدول (۴): بررسی فرایندها، عوامل و شدت بیابانزایی به روش ICD در منطقه حفاظت شده کالمند

نام رخساره	عوامل محیطی	عوامل انسانی	شاخص بیابانزایی	ارزش کمی شدت بیابانزایی	ارزش کمی فرایند غالب	نحوه نمایش
اینسل برگ	۲۶	۱	۴	۳۰	۷	$\frac{II - B(m)}{E - G(t)}$
توده سنگی (Kt)	۲۶	۱	۳	۳۰	۷	$\frac{II - B(m)}{E - G(t)}$
توده سنگی (gsh)	۲۶	۱	۳	۳۷	۷	$\frac{II - B(m)}{E - G(t)}$
مخروط افکنه	۱۸/۵	۲	۹	۲۹/۵	۵	$\frac{II - P}{E - Q(qt)}$
دشت ریگی Re(f)	۲۱/۵	۱۰	۱۵	۴۶/۵	۸	$\frac{III - P(R)}{E - Se(wa)}$
دشت ریگی همراه با نهشته‌های بادی روی سازند Q	۲۱/۵	۴	۱۵	۴۰/۵	۷	$\frac{III - P(R)}{E - Se(wi)}$
بیرون زدگی سنگی روی سازند (Ev)	۲۰	۳	۶	۲۹	۶	$\frac{II - P}{E - Q(qt)}$
تپه‌های کنگلومرا	۲۰	۳	۱	۲۴	۶	$\frac{II - P}{E - Q(qt)}$
کفه‌های رسی حاوی نمک	۲۷	۱	۸	۳۶	۷	$\frac{II - B(c)}{E - Q(qt, ql), G(g)}$
مخروط واریزه	۱۸	۱	۸	۲۷	۵	$\frac{II - P}{E - Q(qt)}$
مناطق کشاورزی و مسکونی	۱۷	۷	۲	۲۶	۶	$\frac{II - A}{E - Q(ql)}$
متوسط وزنی ارزش عوامل و شدت بیابانزایی	۲۱/۶۸	۶/۰۵	۱۰/۸۱	۳۸/۵۲	۷/۱۱	

**عوامل اصلی مؤثر در بیابانزایی منطقه کالمند**

برای تشخیص عوامل اصلی مؤثر در بیابانزایی از جداول (۵) و (۶) استفاده شد. داده‌های این جدول و امتیازهای عوامل محیطی، عوامل انسانی و شاخص‌های بیابانزایی موجود در منطقه در هریک از واحدهای همگن بیابانی تجزیه و تحلیل و مقایسه شد، در نتیجه مشاهده گردید که عامل محیطی دارای تأثیر بیشتری در روند بیابانزایی در بیشتر واحدهای بیابانی منطقه حفاظت‌شده کالمند است.

براساس نتایج جدول‌های (۵)، (۶) و (۷)، عوامل محیطی

مؤثر در بیابانزایی منطقه با میانگین وزنی ۲۱/۶۸ در کلاس IV قرار گرفته است و عوامل انسانی موجود در منطقه با کسب میانگین وزنی ۶/۰۵ در کلاس II قرار می‌گیرد. طبق امتیازهای به‌دست‌آمده عامل محیطی تأثیر بیشتری در روند بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه دارد و شاخص‌های بیابانزدایی و عامل انسانی در درجه بعدی حائز اهمیت هستند. بنابراین اصلی‌ترین عامل بیابانزایی در منطقه کالمند، عامل محیطی است.

جدول (۵): برآورد شدت بیابانزایی براساس میانگین وزنی عوامل محیطی و انسانی

شدت بیابانزایی	امتیاز	کلاس	ارزش عوامل محیطی	ارزش عوامل انسانی
کم	۰-۶	I	۶/۰۵	
متوسط	۶/۱-۱۲	II		
زیاد	۱۲/۱-۲۱	III		
شدید	۲۱/۱-۳۰	IV	۲۱/۶۸	

جدول (۶): برآورد شدت بیابانزایی براساس میانگین وزنی شاخص‌های بیابانزایی

شدت بیابانزایی	امتیاز	کلاس	ارزش شاخص‌های بیابانزایی
کم	۰-۴	I	
متوسط	۴/۱-۸	II	
زیاد	۸/۱-۱۴	III	۱۰/۸۱
شدید	۱۴/۱-۲۰	IV	

جدول (۷): محاسبه متوسط وزنی عوامل اصلی بیابانزایی در مدل ICD

واحد	عامل اصلی	ارزش کمی عامل اصلی	مساحت به کیلومتر مربع	ارزش کمی مساحت
توده سنگی (KT)	ژئومرفولوژی	۷	۹۱/۴۹	۶۴۰/۵۳
توده سنگی (gsh)	ژئومرفولوژی	۷	۴/۱۶	۲۹/۱۲
اینسل برگ	ژئومرفولوژی	۷	۲۴/۰۶	۱۶۸/۴۳
جمع			۱۱۹/۷۱	۸۳۸
مخروط افکنه	منابع آب و خاک	۵	۴۴/۰۵	۲۲۰/۲۵
بیرونزد سنگی روی سازند Ev	منابع آب و خاک	۶	۲۷/۳	۲۸۳/۸۳
تپه‌های کنگلومرا	منابع آب و خاک	۶	۲۶/۱۳	۱۵۶/۸۱
کفه‌های رسی	منابع آب و خاک	۷	۶/۶۹	۴۶/۸۵
واریزه‌های بادبزی شکل	منابع آب و خاک	۵	۵۵/۸۸	۲۷۹/۴۱
مناطق مسکونی و کشاورزی	منابع آب و خاک	۶	۴/۴	۲۶/۳۸
جمع			۱۸۴/۴۶	۱۰۱۳/۵۳
دشت ریگی	فرسایش و تخریب خاک	۸	۳۵۹/۳	۲۸۷۴/۷۶
دشت ریگی همراه با نهشته‌های بادی	فرسایش و تخریب خاک	۷	۴۹/۱۷	۳۴۴/۲۱
جمع			۴۰۸/۵۲	۳۲۱۸/۹۷

شناسایی معیارهای غالب در بیابانزایی منطقه

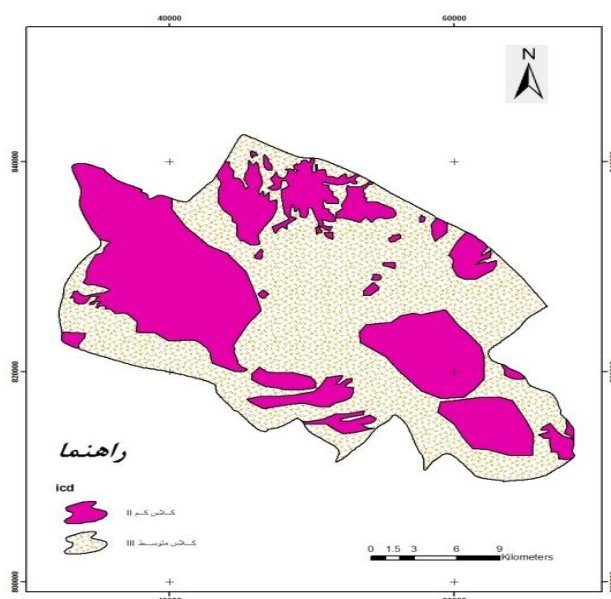
### توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی به روش ICD در منطقه حفاظت‌شده کالمند

از بررسی توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی که براساس عامل‌های غالب امتیازدهی شده چنین برمی‌آید و با برآورد و کلاس‌بندی آن از روش ICD که در حال حاضر (در وضعیت فعلی) با مطالعات انجام‌شده در همه واحدهای بیابانی که تمام سطح منطقه را پوشش می‌دهد، پدیده تخریب اراضی و بیابان‌زایی با درجات مختلف به وقوع پیوسته و نیز در حال حاضر فعال‌اند (شکل ۴) این حکایت از روند بیابانی‌شدن منطقه در حال حاضر دارد. بنابراین براساس شکل (۴) در این حوزه کلاس‌های I، V و IV مشاهده نشده و در کل شدت بیابان‌زایی متوسط غالب است.

عامل اصلی یا معیار غالب در بیابان‌زایی منطقه، براساس محاسبه میانگین وزنی عوامل فرعی شاخص‌ها مشخص می‌شود. به استناد نتایج به‌دست‌آمده معیار اصلی بیابان‌زایی در منطقه، معیار فرسایش و تخریب خاک<sup>۱</sup> بوده و امتیاز ۷/۸ را به خود اختصاص می‌دهد و عوامل ژئومورفولوژی و منابع آب و خاک به ترتیب با امتیاز ۷ و ۵/۴۹ در رتبه بعدی قرار می‌گیرند.

### شدت بیابان‌زایی

براساس تجزیه و تحلیل‌های انجام‌شده در این حوزه، میانگین وزنی ارزش کمی شدت بیابان‌زایی (وضعیت فعلی تخریب اراضی) برای کل منطقه براساس عامل‌های غالب ۳۸/۷۵ برآورد شد که با توجه به جدول (۲) شدت بیابان‌زایی برای این منطقه (III) متوسط به‌دست آمد.



شکل (۴): نقشه وضعیت بالفعل بیابان‌زایی به روش ICD در منطقه حفاظت‌شده کالمند

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این روش، واحدهای کاری منطقه مورد مطالعه از نظر شدت بیابان‌زایی در کلاس‌های کم و متوسط قرار می‌گیرد. با توجه به جدول (۸)، کلاس کم با مساحت ۲۹۷۴۸/۲۳ هکتار (۴۱/۷۴٪) و کلاس متوسط با مساحت ۴۱۵۲۱/۱۵ هکتار (۵۸/۲۶٪) از مساحت منطقه را شامل می‌شود.

جدول (۸): توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی به روش ICD در منطقه حفاظت‌شده کالمند

طبقه‌بندی کیفی	علامت	دامنه ارزش دهی	مساحت ha	%
کم	II	۱۵-۳۰	۲۹۷۴۸/۲۳	۴۱/۷۴
متوسط	III	۳۰-۴۵	۴۱۵۲۱/۱۵	۵۸/۲۶



## بحث

در روش ICD با توجه به مقایسه عوامل انسانی و محیطی مؤثر در تخریب اراضی، در تمامی رخساره‌ها عامل محیطی بر عامل انسانی غالب بوده و عامل اصلی مؤثر در تخریب اراضی یا بیابانزایی در منطقه است. از مزایای روش ICD می‌توان به موارد زیر اشاره کرد (محمدی، ۲۰۰۷):

۱. نسبتاً جامع و گام به گام بوده و در نتیجه کاهش خطای کارشناسی را در بر دارد.
۲. انطباق با شرایط ایران به خصوص منطقه مورد مطالعه دارد.
۳. سهولت در ارزیابی تفکیک نوع محیط‌های بیابانی اعم از انسانی و محیطی که در برنامه‌ریزی‌های بعدی کاربرد دارد.
۴. افزایش دقت مطالعات در تعیین اولویت عوامل مؤثر در بیابانزایی به روش ترازوی وزنی.
۵. امکان تهیه نقشه انواع محیط‌های بیابانی و شدت بیابانزایی.

معایب این روش به شرح زیر است:

۱. بعضی از عوامل مورد بررسی در این مدل کاملاً به صورت کیفی ارزش‌دهی شده که این مسئله باعث کاهش دقت امتیازدهی می‌شود.
۲. دامنه امتیازات در طبقات مختلف این مدل گسترده است که باعث اختلاف نظر بین کارشناسان می‌شود.
۳. امتیاز عوامل طبیعی در مناطق عاری از پوشش گیاهی دو برابر می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این روش، واحدهای کاری منطقه مورد مطالعه از نظر شدت بیابانزایی در کلاس‌های کم و متوسط قرار می‌گیرد. کلاس کم با مساحت ۱۷۷۷۶/۷۷ هکتار (۲۴/۹۲٪) و کلاس متوسط با مساحت ۵۳۴۹۲/۶ هکتار (۷۵/۰۵٪) از مساحت منطقه را شامل می‌شود.

## عوامل اصلی مؤثر در بیابانزایی منطقه کالمند

امتیازهای عوامل محیطی، عوامل انسانی و شاخص‌های بیابانزایی موجود در منطقه در هریک از واحدهای همگن

بیابانی تجزیه و تحلیل و مقایسه شد. در نتیجه مشاهده گردید که عامل محیطی دارای تأثیر بیشتری در روند بیابانزایی در بیشتر واحدهای بیابانی منطقه حفاظت شده کالمند است. با توجه به امتیاز و میانگین وزنی عوامل مختلف مؤثر در بیابانزایی منطقه حفاظتی کالمند رابطه زیر مشخص می‌شود:

(II - ۶/۰۵) A (عامل انسانی) > (II - ۱۰/۸۱) (شاخص بیابانزایی) > (IV - ۲۱/۶۸) E (عامل محیطی)

عوامل محیطی مؤثر در بیابانزایی منطقه با میانگین وزنی ۲۱/۶۸ در کلاس IV قرار گرفته است و عوامل انسانی موجود در منطقه با کسب میانگین وزنی ۶/۰۵ در کلاس II قرار می‌گیرد.

طبق امتیازهای به دست آمده عامل محیطی دارای تأثیر بیشتری در روند بیابانزایی در منطقه مورد مطالعه است و شاخص‌های بیابانزایی و عامل انسانی در درجه بعدی حائز اهمیت هستند. بنابراین اصلی‌ترین عامل بیابانزایی در منطقه کالمند، عامل محیطی است. جوادی (۲۰۰۴) ارزیابی توان بیابانی شدن منطقه‌ای به وسعت ۹۰۱۲۹ هکتار از اراضی منطقه ماهان کرمان را با روش UNEP-FAO و ICD مورد مطالعه قرار داد. به طوری که در هر رخساره به عنوان واحد اصلی ارزیابی بیابانزایی، از پنج کلاس ناچیز (آرام)، کم، متوسط، زیاد و شدید استفاده کرده است. وی در مطالعه خود به این نتیجه رسیده است که عمده‌ترین فرایندهای مؤثر در تخریب اراضی در منطقه مذکور به ترتیب فرایندهای فرسایش آبی، تخریب منابع آب و فرسایش بادی است. از میان معیارهای ارزیابی فرایند فرسایش آبی، معیار شکل اراضی و پستی و بلندی - تنوع رخساره‌های آبی و در بین معیارهای فرایند تخریب منابع آب، معیار افت سطح آب زیرزمینی، مهم‌ترین معیارهای فرایند مذکورند. بررسی متوسط وزنی ارزش کمی عوامل بیابانزایی غالب بودن عامل محیطی بر عامل انسانی را تأیید می‌کند. وی همچنین به این موضوع اشاره می‌کند که در حال حاضر در تمامی رخساره‌های موجود در منطقه مورد نظر، تخریب اراضی با درجات مختلف به وقوع پیوسته، به طوری که از مجموع ۹۰۱۲۹ هکتار از اراضی مطالعه شده، حدود ۳۱/۳۲ درصد از منطقه دارای

واحدهای همگن بیابانی تجزیه و تحلیل و مقایسه شد. در نتیجه مشاهده شد که عامل محیطی دارای تأثیر بیشتری در روند بیابان‌زایی در بیشتر واحدهای بیابانی منطقه حفاظت‌شده کالمند است. بنابراین پیشنهاد می‌شود بحث متعادل‌سازی بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی، تغییر الگوهای آبیاری، تغییر الگوهای کشت و تناوب زراعی، جلوگیری از چرای بی‌رویه و توجه به فرسایش آبی و فرسایش بادی در منطقه مورد توجه قرار گیرد.

شدت بیابان‌زایی متوسط (II) و ۶۶/۷۸ درصد از آن دارای شدت بیابان‌زایی زیاد (IV) تشخیص داده شده است.

تجزیه و تحلیل و ارزیابی نتایج به‌دست‌آمده از روش ICD برای تعیین وضعیت بیابان‌زایی در منطقه حفاظت‌شده کالمند نشان می‌دهد که اصلی‌ترین عامل مؤثر در بیابان‌زایی، فرسایش و تخریب خاک است. بنابراین نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که پدیده تخریب اراضی و بیابان‌زایی با درجات مختلف به وقوع پیوسته است عوامل محیطی، عوامل انسانی و شاخص‌های بیابان‌زایی موجود در منطقه در هریک از

### منابع

1. Abbas Abadi, 2000, Quantitative assessment of desertification in the plains r. Qla-Gomishan to provide a regional model, master's thesis, Department of Natural Resources Tehran University.
2. Chaman pira, G., 2003, Evaluation of the desert in the south of Lorestan. Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
3. Darvish, M., 2000, The study of desert and desertification) of forest and grassland (42): 29-35. Tehran research institute of forests and rangelands.
4. Dolatshahi, R., 2007, Mapping of desertification on the basis of three criteria IMDPA model with an emphasis on water, soil and vegetation, the South Branch Case Study, Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
5. Ekhtesasi, M. R., Mohajeri, S., 1995, Method of classification for type and intensity of desertification in Iran.
6. Gharechlo, S., 2006, Evaluation of desertification in the region of Yazd Khezrabad Using ICD. Thesis, college Natural Resources, University of Yazd.
7. Honardost, F., 2003, combination of both mapping desertification FAO / UNEP and ICD Models-Dashli's dome in the plain area. Master's thesis, Department of Natural Resources Tehran University
8. Jafari, R., 2001, Evaluation and provision of desertification map with analyzing and Surveying methods FAO- UNEP, ICD in Kashan area, and senior thesis of natural Resources faculty in Tehran University
9. Javadi, M. R., 2004, Surveying effective factors in increasing of desertification violence and presentation of desertification local model in Karman province (case study: Mahan Basin) desertification and senior thesis of natural resources faculty in Tehran University.
10. Javier, I., Valderrama, J. M., & Puigdefabregas, J., 2007, Assessing desertification risk using system stability condition analysis. Ecological Modelling, 213: 180-190
11. Mohamadi, Z., 2009, An investigation on Water and wind erosion effects on desertification of, ebrahimabad-mehriz plain –Yazd and senior thesis of natural resources faculty in yazd University.
12. Salvati, L., & Bajoco, S., 2010, Land sensitivity to desertification across Italy: past, present, and future. Applied Geography, 1-9.
13. Tabatabaizadeh, M., 2010, A comparison of desertification intensity potential using MICD and IMDPA methods with emphasis on wind erosion (case study: fakhrabad-mehriz plain – Yazd) , and senior thesis of natural resources

14. Wang, X., Chen, F., Hasi, E., Li, J. 2008. Desertification in China: An assessment. *Earth Science Reviews*, 88:188-206
15. Yang, X., Ding, Z., Fan, X., Zhou, Z., Ma, N., 2007, processes and mechanisms of desertification in northern China during the last 30 years, with a special reference to the Hunshandake sandy land, eastern. *Inner Mongolia*, 71: 2- 12.
16. Zehtabian, G., 2004, Criteria and indicators of desertification effectively, emphasizing the role of water and irrigation. *Of forest and grassland*, No 62.

## Evaluation of Current Condition of Desertification using ICD Model (Case Study: Kalmand Protected Area, Yazd)

N Ardakani<sup>1\*</sup>, N. Mashhadi<sup>2</sup>, H.R Azimzade<sup>3</sup>, A.A Nazari samani<sup>4</sup>, M. Karim Poor Rihan

Received: 16/2/2016

Accepted: 2/7/2016

### Abstract

Nowadays, desertification is one of the ecological crises of the world. To control Desertification, having a clear understanding of its factors and processes is necessary. KALMAND Protected Area region of Yazd with area of 71269.37 Hectares' was considered to evaluate current Condition of desertification using ICD. Iranian Classification of Desertification (ICD) was presented by M. Ekhtesasi and S. Mohajeri in 1995. First of all, available data were collected and basic studies were done. The data were entered in GIS and basic maps were produced through interpretation of aerial photos and satellite images using Arc view software. Ten desert homogenous units were separated according to the studies and by overlaying Geomorphology, land use and vegetation cover maps. In next stage, effective factors in Desertification including three environmental factors, three anthropogenic factors, soil erosion Index, resilience potential and reconstruction of ecosystem were scored in a range of 0-10. Afterward, according to the sum of scores and comparing with table of desertification severity Index, final desertification map was produced. The result showed that based on ICD models, the areas is classified into low and moderated desertification. The environmental factors were determined as the main factor in desertification. Most main criterion in desertification of this region was Soil Degradation.

**Keywords:** Desert, Desertification, Current condition, ICD model, Environmental factor, anthropogenic factor.

1. MSc, University of Tehran, Tehran, Iran; Email: Neda\_ardakane@yahoo.com

2. Assistant Professor, University of Tehran, Tehran, Iran

3. Associate Professor, University of Yazd, Yazd, Iran

4. Associate Professor, University of Tehran, Tehran, Iran