

ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل *ICD*^۱ در جنوب غربی شهرستان هیرمند

راحله افتخاری^{۱*}، علیرضا مقدم‌نیا^۲، محمدرضا اختصاصی^۳، نصرالله بصیرانی^۴، علیرضا شهریاری^۵ و مهین خسروی^۶

*- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد بیابان‌زدایی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل پست الکترونیک: ra_eftkhari@yhoo.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۳- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه یزد

۴- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

۵- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

۶- کارشناس ارشد بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۱/۲۶

چکیده

بیابان‌زایی پدیده‌ایست که در مناطق خشک، نیمه‌خشک و خشک نیمه‌مرطوب رخ می‌دهد و سبب کاهش پتانسیل اراضی می‌گردد. دشت سیستان به‌طور عمده تحت تأثیر پدیده بیابان‌زایی می‌باشد. به‌گونه‌ای که هیچ بخشی از اراضی، منابع اقتصادی و تأسیسات اجتماعی از نظر توسعه بیابان‌زایی در امان نیستند. در مطالعه حاضر وضعیت بیابان‌زایی جنوب غربی شهرستان هیرمند براساس روش *ICD* مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور دسترسی به این هدف با تلفیق اطلاعات نقشه‌های ژئومرفولوژی، جوامع گیاهی و تصاویر ماهواره‌ای نقشه واحدهای کاری تهیه گردید و به‌عنوان نقشه پایه برای ارزش‌دهی به عوامل و شاخصها مورد استفاده قرار گرفت. نتایج بدست‌آمده نشان داد که در این منطقه وضعیت فعلی بیابان‌زایی در اغلب واحدهای کاری در کلاسهای متوسط، زیاد و خیلی زیاد قرار دارند که به‌ترتیب ۵۸/۳، ۱۵ و ۲۶/۷ درصد از مساحت ۶۴۱۸ هکتاری منطقه مطالعاتی را دربر می‌گیرند.

: ارزیابی، بیابان‌زایی، مدل *ICD*، هیرمند، *GIS*.

مقدمه

بیابان‌زایی واژه‌ایست که در دهه‌های اخیر با واژه بیابان قرین گردیده و نه تنها عرصه‌های خشک و بیابانی بلکه سایر بیوم‌ها در مناطق نیمه‌خشک تا مرطوب را نیز تهدید می‌کند و هر روز بر گستره و شدت آن افزوده می‌شود.

این پدیده در تمام مناطق و شرایط اقلیمی اتفاق می‌افتد. شدت این پدیده با تشدید فعالیت‌های مخرب انسانی افزایش یافته و به رژیم طبیعی در هر منطقه بستگی دارد. این فرایند در مناطق خشک با اقلیم نامناسب می‌تواند سرعت به یک فاجعه‌ی زیستی تبدیل شود.

در شهرستان هیرمند به‌دلیل خشکسالی‌های اخیر و تغییر کاربری، بیابان‌زایی رو به گسترش است. در رابطه با ارزیابی شدت بیابان‌زایی مطالعات زیادی در نقاط مختلف ایران و جهان انجام شده است که برخی از آنها بشرح زیر می‌باشد. تهیه اولین نقشه بیابان‌زایی توسط *UNESCO*، *WMO* و *FAO* در سال ۱۹۷۷ انجام شد. این نقشه ترسیم کننده مناطق بیابانی بود که اغلب در حاشیه بیابان‌ها واقع شده و در معرض خطر شدید بیابان‌زایی قرار داشته‌اند، نقشه مذکور هر منطقه با درجه بیابان‌زایی مربوطه و ذکر فرایندهایی که منجر به بروز پدیده مزبور شده‌اند کدبندی و

چمن‌پیرا و احمدی (۱۳۸۵) بیابانی شدن اراضی منطقه کوه‌دشت را با بهره‌گیری از مدل ICD مورد بررسی قرار دادند. آنها در بررسی خود عامل اصلی تخریب در منطقه را تخریب منابع آب با زیر عامل پمپاژ و افت سفره معرفی کردند و بیان نمودند که منطقه در سه کلاس کم، متوسط و زیاد شدت بیابان‌زایی قرار دارد.

عبدی (۱۳۸۶) جهت ارزیابی کمی وضعیت و شدت بیابان‌زایی در منطقه ابوزیدآباد از مدل *IMDPA*^۱ استفاده نمود که از بین ۹ معیار موجود در این مدل دو معیار آب و خاک را به‌عنوان معیارهای کلیدی بیابان‌زایی در نظر گرفت که براساس بررسی انجام شده از میانگین هندسی دو معیار فوق $DS=1/62$ به‌دست‌آمد که بیانگر متوسط بودن شدت بیابان‌زایی با توجه به این دو معیار است.

گریوانی (۱۳۸۸) وضعیت بیابان‌زایی در استان خراسان را با مقایسه وضع موجود بیابان‌زایی در حال حاضر و وضعیت منطقه در گذشته، مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که ۷۶۷ درصد از سطح استان تحت تأثیر فرایندهای مختلف بیابان‌زایی با شدتهای متفاوت قرار دارد.

به‌منظور مبارزه با پدیده بیابان‌زایی، باید تحقیقات و ارزیابی‌های علمی دقیق در مناطق مختلف جهان انجام شود تا بتوان برای کنترل و کاهش خسارتهای ناشی از پدیده بیابان‌زایی برنامه‌ریزی کرد.

هدف اصلی از تحقیق حاضر بررسی وضعیت و عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه هیرمند با استفاده از مدل ایرانی ICD می‌باشد. فرض بر این است که خشکسالیهای اخیر به همراه تشدید فرسایش بادی و بهره‌برداری ناصحیح از منابع آب اصلی‌ترین عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه محسوب شوند.

مواد و روشها

شناخت منطقه مورد مطالعه

گستره مورد بررسی در جنوب غربی شهرستان هیرمند واقع شده و دارای موقعیت جغرافیایی $26^{\circ} 42'$ تا $26^{\circ} 61'$

طبقه‌بندی گردیده است (FAO- UNEP/ UNESCO/ (WMO, 1977).

Harasheh و Tateishi (۲۰۰۰) در کشور ژاپن، نقشه بیابان‌زایی غرب آسیا را با کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم کردند. God و Lotfy (۲۰۰۸) با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه مناطق حساس محیطی به بیابان‌زایی در مصر به این نتیجه رسیدند که کیفیت خاک دره نیل پایین بوده و همچنین نشان دادند که ۸۶/۱ درصد از خاک سرزمین مصر در کلاس پایین کیفیت قرار دارد و حساس به فرسایش می‌باشد.

Singh (۲۰۰۹) با ارزیابی شوری‌زایی و ارتباط آن با فرایند بیابان‌زایی در هند نشان داد که مشکل شوری‌زایی در ۶/۷۳ میلیون هکتار گسترش دارد و همچنین نشان داد که ۳۰ تا ۸۴ درصد از آبهای زیرزمینی شمال غرب هند شور و مناسب آبیاری اراضی زراعی نیست.

اختصاصی و مهاجری (۱۳۷۵) روش طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی در ایران را تدوین کردند که در طی آن سطحی بالغ بر ۱۰ میلیون هکتار از اراضی ایران مرکزی مورد بررسی قرار گرفت. انجم شعاع (۱۳۷۷) در بررسی عوامل بیابان‌زایی در منطقه شهداد استان کرمان از عامل‌های محیطی ژئومورفولوژی، خاک و اقلیم استفاده نمود و پس از مشخص نمودن عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه راه‌حل مناسب مبارزه را قرق و کاشت گونه‌های گیاهی سازگار نظیر آتریپلکس می‌داند.

جوادی (۱۳۸۴) در بررسی شدت بیابان‌زایی در منطقه ماهان استان کرمان با تلفیق روشهای فائو- یونپ و اختصاصی- مهاجر روش ترکیبی را ابداع و بکار برد که در آن شاخصهای غیرضروری حذف و با توجه به نظر کارشناسان در منطقه تعدادی از عامل‌های مؤثر منطقه‌ای به آن اضافه گردید. بر این اساس و با توجه به شرایط محیطی حاکم بر منطقه و نقش عوامل انسانی به ارزیابی، تجزیه و تحلیل و تهیه نقشه بیابان‌زایی در منطقه ماهان پرداخت.

طول شرقی و $30^{\circ}58'$ تا $31^{\circ}40'$ عرض شمالی و مساحت ۶۴۱۸ هکتار می‌باشد.

دشت سیستان با بارندگی متوسط سالانه ۶۵ میلی‌متر و تبخیر سالانه ۴۵۰۰ میلی‌متر جزء خشکترین و بیابانی‌ترین مناطق دنیا بوده و در فصل گرم سال، منطقه تحت تأثیر بادهای ۱۲۰ روزه است. بیشتر بارندگیهای این منطقه شدید و رگباری می‌باشد.

با توجه به رسوبگیر بودن آن به دلیل وجود سه رودخانه اصلی پریان، سیستان و نیاتک اغلب شامل رسوبات دوره کواترنری و رسوبات عهد حاضر است. براساس نتایج بدست‌آمده محدودده مورد مطالعه دارای سه تیپ عمده اراضی می‌باشد که شامل تیپ دشت آبرفتی، تیپ اراضی پست، تیپ دشت سیلابی و تیپ‌های متفرقه است. این اراضی اغلب دارای خاکهای تکامل نیافته (خاکهای جوان) و دارای مقادیر متوسط تا زیاد املاح محلول خاک می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و ... این خاکها به گونه‌ایست که مقاومت زیادی در مقابل فرسایش نداشته و به‌سهولت با وزش بادهای فرساینده جابه‌جا شده و مقاومت چندانی از خود نشان نمی‌دهد. عدم ساختمان مناسب و یا فاقد ساختمان بودن خاکها، شوری و قلیائیت محدودده باعث فرسایش‌پذیری و حساسیت آنها به فرسایش بادی شده است که این مطلب مؤید فرسایش بادی شدید در منطقه می‌باشد.

روش تحقیق

اگرچه عوامل مؤثر در بیابان‌زایی بسیار گسترده و فراوان بوده و به‌دلیل اثرهای متقابل و چندگانه بر یکدیگر، ارزیابی کمی آنها بسیار مشکل و دشوار می‌باشد. ولی با روش پیشنهادی ICD، سعی می‌شود تا غالب عوامل مؤثر در بیابان‌زایی به‌صورت گام به گام مورد بررسی قرار گرفته و با رعایت اثرهای متقابل آنها امکان ارزیابی نسبتاً دقیق و در عین حال آسان فراهم گردد.

ابتدا به کمک مطالعات پایه اعم از نقشه‌های ژئومرفولوژی منطقه به‌عنوان نقشه واحدکاری، تیپ‌ها و

جوامع گیاهی و همچنین نقشه‌های کاربری، واحدهای همگن بیابانی تفکیک شد. سپس علاوه بر این از بازدیدهای صحرائی و روش طبقه‌بندی نظارت نشده به کمک نرم‌افزارهای ERDAS 9.1 و بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای هندی IRS سال ۲۰۰۳ جداسازی و از مرزبندی واحدهای همگن بیابانی استفاده گردید.

سپس در هر کدام از واحدهای کاری امتیازدهی به عوامل محیطی (اقلیم، ژئومرفولوژی و منابع آب و خاک) و عوامل انسانی (تخریب منابع گیاهی، تخریب منابع آب، تخریب منابع خاک و اراضی) براساس جدولهای ارائه شده در مدل ICD صورت گرفت.

از آنجا که شاخصهایی همانند اشکال فرسایشی، شدت فرسایش یا امکان برگشت‌پذیری و یا بازسازی اکوسیستمها می‌تواند در برآورد دقیق شدت بیابان‌زایی اراضی مؤثر باشد. بنابراین در این مرحله علاوه بر عوامل محیطی و انسانی با استفاده از مطالعات پایه فرسایش و رسوب و قابلیت اراضی (Land capability) دو شاخص شدت فرسایش و رسوب‌دهی اراضی و امکان برگشت‌پذیری و بازسازی اکوسیستم یا بیابان مورد بررسی قرار گرفت.

در پایان کلیه واحدهایی که دارای شدت بیابان‌زایی یکسان باشند در یک محدوده قرار گرفته و در هر کدام علاوه بر نوع محیط بیابانی، عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابان‌زایی محدوده‌های کوچکتر تفکیک و مشخص می‌شوند. در پایان شدت بیابان‌زایی، نوع محیط بیابانی و عوامل اصلی و فرعی مؤثر در بیابانی شدن هر واحدکاری تعیین می‌گردد.

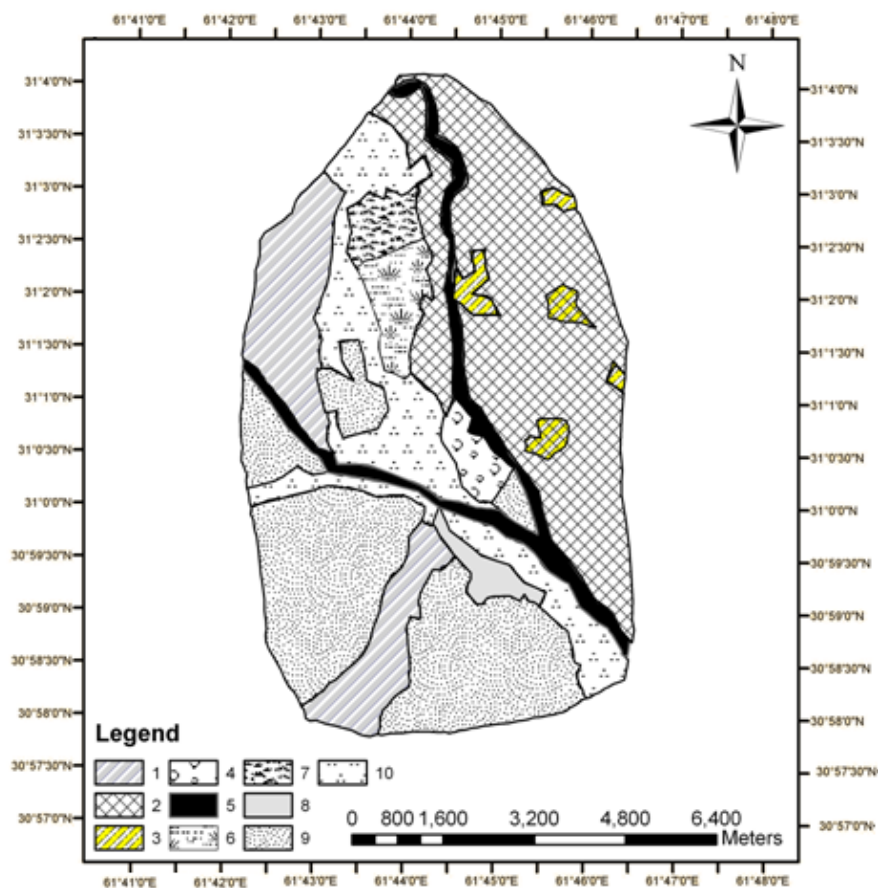
نتایج

به‌منظور ارزیابی شدت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه و همچنین ساختار روش و نحوه ارزش‌گذاری در سطحی بالغ بر ۶۴۱۸ هکتار از اراضی جنوب‌غربی شهرستان هیرمند انجام شد و منطقه به ۱۰ واحد کاری تقسیم شد که نتایج آن بشرح زیر می‌باشد:

- چشم‌اندازهای طبیعی در منطقه مورد نظر:

ICD

علامت	چشم‌اندازهای بیابانی (Landscape)	ردیف
P/R	نبکا- دشت رسی - تپه‌ماسه‌ای دارای پوشش مرتعی (Nebka- Clay pan- Sand dune)	۱
P/F	حریم رودخانه فصلی دارای پوشش جنگلی (Riparian)	
Ap/f	اراضی مالچ‌پاشی و نهالکاری شده (Mulch)	
B/s	تپه‌ماسه‌ای (Sand Dune)	۲
B/r	بستر رودخانه (River Bed)	
B/d	بارخان (Barkhan)	
B/c	دشت رسی (دقی) (Clay Pan)	
A/I	اراضی کشاورزی فاریاب (Irrigation)	۳
	اراضی مسکونی و آبادیها (habitat & building)	
		اراضی کشاورزی (A) (Agricultural Land)



()

()

()

/	رخساره اراضی بایر همراه با ماسه‌های روان نیکا
/	رخساره اراضی کشاورزی
/	رخساره مناطق مسکونی و تأسیسات
/	رخساره اراضی کشاورزی و بارخان
/	رخساره بستر رودخانه
/	رخساره تپه‌ماسه‌ای تثبیت شده
/	رخساره اراضی دشت رسی جنگلکاری شده
/	رخساره دشت رسی
/	رخساره تپه‌ماسه‌ای
/	رخساره فرسایش آبراهه‌ای نیکا
جمع	

ICD

I	آرام
II	کم
III	متوسط
IV	زیاد
V	شدید(اوج)

منبع: روش برآورد شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران (اختصاصی - مهاجری، ۱۳۷۵).

- تعیین عوامل مؤثر در بیابان‌زایی
 نتایج مربوطه به روش ICD (کلاس شدت بیابان‌زایی، غالب و مؤثر در بیابانی شدن هر واحد بشرح زیر می‌باشد):
 نوع بیابان‌زایی، محیطی یا انسانی) و عوامل اصلی و فرعی

جدول ۴- ارزش کمی عوامل محیطی (E) مدل ICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند

اراضی بایر همراه با ماسه‌های روان و نیکا	/	/	/
اراضی کشاورزی	/	/	/
منطقه مسکونی و تأسیسات	/	/	/
کشاورزی - بارخان	/	/	/
بستر رودخانه	/	/	/
تپه‌ماسه‌ای تثبیت شده	/	/	/
دشت رسی جنگلکاری شده	/	/	/
دشت رسی	/	/	/
تپه‌ماسه‌ای	/	/	/
فرسایش آبراهه‌ای - نیکا	/	/	/

جدول ۵- ارزش کمی عوامل اصلی انسانی مدل ICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند

اراضی بایر همراه با ماسه‌های روان و نیکا	/	/	/
اراضی کشاورزی	/	/	/
منطقه مسکونی و تأسیسات	/	/	/
کشاورزی- بارخان	/	/	/
بستر رودخانه	/	/	/
تپه‌ماسه‌ای تثبیت شده	/	/	/
دشت رسی جنگلکاری شده	/	/	/
دشت رسی	/	/	/
تپه‌ماسه‌ای	/	/	/
فرسایش آبراهه‌ای- نیکا	/	/	/

- نتایج حاصل از ارزیابی و امتیازدهی به شاخصهای مورد بررسی بشرح زیر است:

جدول ۶- ارزش کمی عوامل شاخصهای بیابانی (I) مدل ICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند

اراضی بایر همراه با ماسه‌های روان و نیکا	/	/
اراضی کشاورزی	/	/
منطقه مسکونی و تأسیسات	/	/
کشاورزی- بارخان	/	/
بستر رودخانه	/	/
تپه‌ماسه‌ای تثبیت شده	/	/
دشت رسی جنگلکاری شده	/	/
دشت رسی	/	/
تپه‌ماسه‌ای	/	/
فرسایش آبراهه‌ای- نیکا	/	/

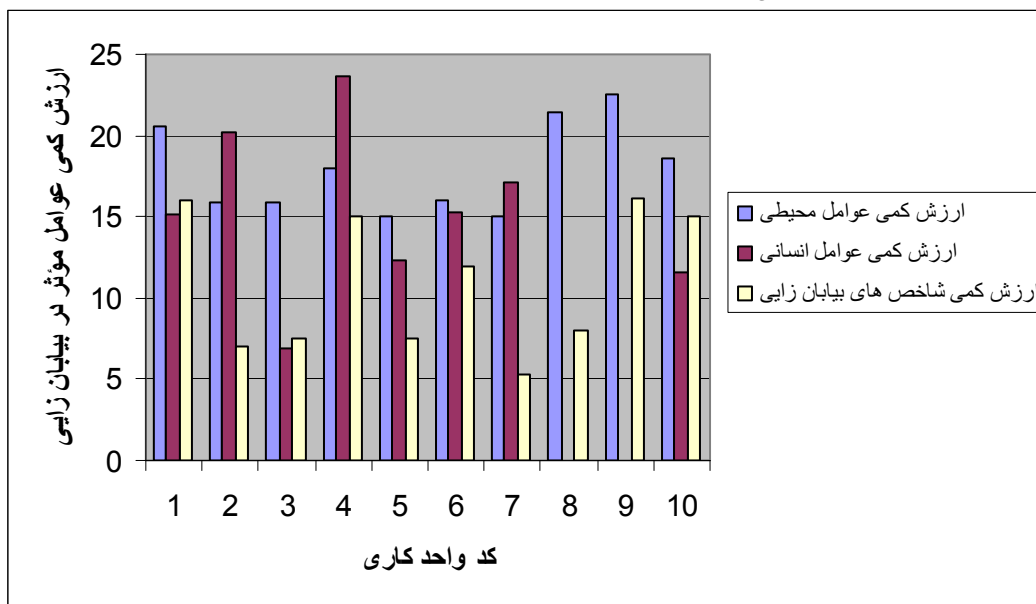
جدول ۷- تجزیه و تحلیل فرایندها، عوامل و شدت بیابان‌زایی به روش ICD در جنوب غربی شهرستان هیرمند

	()	()
(V-P(r)/s.d /E-C(dr)	/	/	/	/
(III A/i)/A-w.d(pu)	/	/	/	/
(III A/b)/ E-C(dr)	/	/	/	/
(IV-A(i)/b(s.d)/A-p.b(pa)	/	/	/	/
(III- P/r)/ E-C(dr)	/	/	/	/
(III-Ap/F) /E-C(dr)	/	/	/	/
(III-ap/F) A- /w.d(pu)	/	/	/	/
(IV-B/s.d) /E-C(dr)	/	.	.	/
(V-B(s.d))/E-C(dr)	/	/	.	/
(III-P/R) /E-C(dr)	/	/	/	/

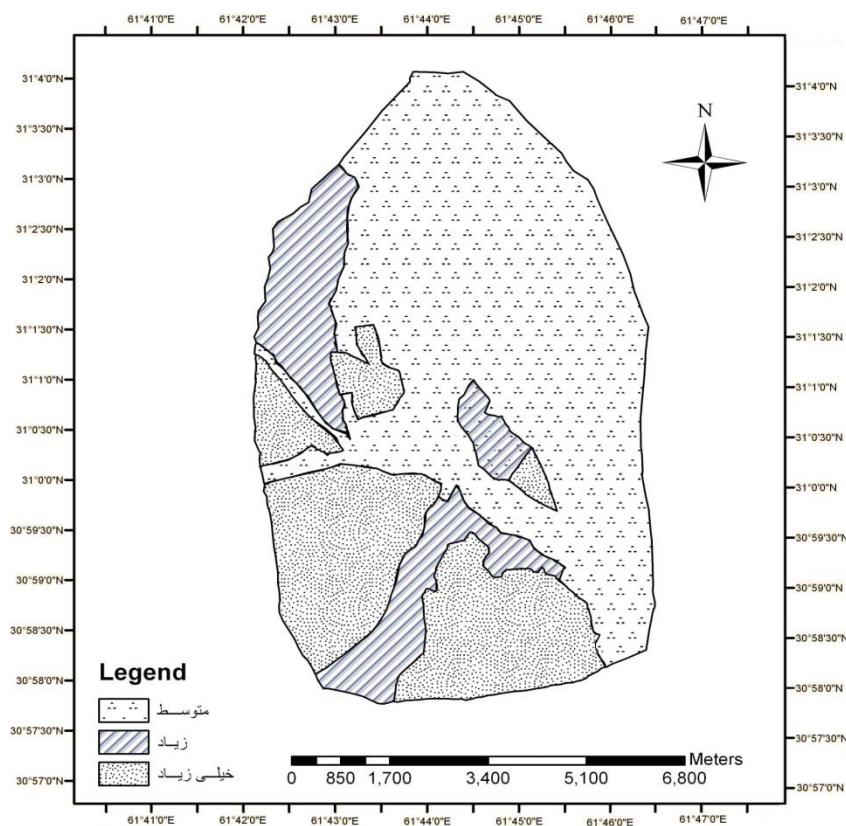
نمایش داده شده است.

در نمودار ۱ ارزش کمی عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی در

واحدهای کاری موجود در جنوب غربی شهرستان هیرمند



تهیه نقشه وضعیت فعلی بیابانزایی



ICD

بحث

ICD اصلی ترین عامل در بیابانزایی اراضی زراعی را سیستمهای غلط آبیاری و در درجه بعد فرسایش بادی تشکیل می دهند؛ و در اراضی غیرزراعی دو عامل خشکسالی و فرسایش بادی در تشدید بیابانزایی منطقه مؤثر می باشند.

با توجه به موارد فوق اجرای پروژه های بادشکن غیربیولوژیک در اطراف مزارع به منظور کاهش تبخیر و نیاز آبی از سطح مزارع و همچنین تغییر در سیستمهای آبیاری از غرقابی به تحت فشار پیشنهاد می گردد.

منابع مورد استفاده

اختصاصی، م. و مهاجر، س.، ۱۳۷۵. روش طبقه بندی نوع و شدت بیابانزایی اراضی ایران. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابانزایی و روشهای مختلف بیابانزدایی،

براساس نتایج بدست آمده از این مطالعه، منطقه مورد مطالعه از نظر شدت بیابانزایی در سه کلاس متوسط، شدید، و خیلی شدید قرار می گیرد. در این منطقه مساحت کلاس متوسط ۳۷۴۲، کلاس شدید ۹۶۶ و کلاس خیلی شدید ۱۷۱۰ هکتار می باشد، که به ترتیب ۵۸/۳، ۱۵ و ۲۶/۶ درصد از کل منطقه را به خود اختصاص می دهند. نتایج حاصل از طبقه بندی بیابانزایی در این مطالعه با نتایج تحقیقی که با استفاده از مدل فائو- یونپ توسط پرووری (۱۳۸۹) انجام شده، مطابقت دارد. براساس نتایج بدست آمده توسط پرووری نیز در منطقه نیاتک اراضی در سه کلاس بیابانزایی متوسط، شدید و خیلی شدید طبقه بندی شده اند.

براساس مطالعات انجام شده در منطقه هیرمند به روش

آباد). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

گریوانی، گ.، ۱۳۸۸. بررسی وضعیت بیابان‌زایی در استان خراسان شمالی. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۳۵: ۱۷۴-۱۸۹.

FAO- UNEP/ UNESCO/ WMO. 1977. World Map of Degradation at a Scale of 1:25000000.

Harasheh, H. and Tateishi, R., 2000. Desertification mapping of west ASIA-AGIS and remote sensing application. website: <http://www.gis.Development.Net/aars/acrs/>

God, A. and Lotfy, I., 2008. Use of remote sensing and GIS in mapping the environmental sensitivity areas for desertification of Egyptian territory. *Earth Discuss*, 10(2):41-85p.

Singh, G., 2009. salinity related desertification and management strategies INDIAN experience. *Land Degrad, Develop*, 20: 367- 385p.

انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، صفحه ۱۳۴-۱۲۱.

انجم، ر.، ۱۳۷۷. بررسی عوامل بیابان‌زایی و ارائه‌ی شیوه‌های بیابان‌زدایی در شهرداری کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران.

جوادی، م.، ۱۳۸۴. بررسی عوامل مؤثر در شدت بیابان‌زایی و تهیه مدل منطقه‌ای در حوزه آبخیز ماهان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

چمن پیرا، غ.ر. و احمدی، ح.، ۱۳۸۵. کاربرد روش *ICD* به منظور تعیین شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی در حوزه آبخیز کوه‌دشت. مجله منابع طبیعی ایران، جلد ۵۹ شماره ۳، صفحه ۵۴۳-۵۵۵.

عبدی، ل.، ۱۳۸۶. بررسی و تهیه نقشه بیابان‌زایی براساس مدل *IMDPA* با تأکید بر دو معیار آب و خاک (منطقه ابوزید

Evaluation of desertification intensity using ICD model in the southwest of Hirmand city

Eftekhari, R.^{1*}, Moghaddamnia, A.R.², Ekhtesasi, M.R.³, Basirani, N.⁴, Shahriari, A.R.⁵ and Khosravi, M.⁶

1*- Corresponding Author, M.Sc. in Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran, Email: ra_eftekhari@yhoo.com

2- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University, Karaj, Iran.

3- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

4- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

5- Associate Professor, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

6- M.Sc. in Combat Desertification, Faculty of Natural Resources, Zabol University, Zabol, Iran.

Received: 29.12.2010

Accepted: 15.02.2012

Abstract

Desertification is a phenomenon occurring in arid, semi-arid, and dry sub-humid regions and leads to potential loss of land. The Sistan plain is mainly affected by desertification so that no parts of the land, economic resources and social facilities are secure from the development of desertification. In the present study, the desertification condition of the southwest of Hirmand was investigated by ICD method. To achieve this goal, the map of land units was produced by combining the maps of geomorphology, plant communities and satellite images, and it was used as the basic map for scoring the factors and indices. According to the obtained results, the current status of desertification in most of the land units is classified as average, high and very high, including 58.3, 15, and 26.7% of a 6418 ha- surface area of the region.

Key words: evaluation, desertification, ICD model, Hirmand, GIS