پژوهش های آبخیزداری شماره ۹۱، تابستان ۱۳۹۰
(پژوهش و سازندگی)

ارزیابی شدت بیابان زایی دشت سیستان با استفاده از مدل IMDPA

• **فرهاد ذوالفقاری**
کارشناس ارشد بیابان زدایی- دانشگاه زابل (نویسنده مسئول)
• **علیرضا شهریاری**
دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری-دانشکده منابع طبیعی-دانشگاه زابل
• **اکبر فخیره**
استادیار گروه مرتع و آبخیزداری-دانشکده منابع طبیعی-دانشگاه زابل-
• **علیرضا راشکی**
دانشجوی دکترای سنجش از دور دانشگاه پرتوریا آفریقای جنوبی و عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی
• **سهیلا نوری**
عضو هیأت علمی گروه مرتع و آبخیزداری-دانشکده منابع طبیعی-دانشگاه زابل
• **حسن خسروی**
دانشجوی دکترای بیابان زدایی دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: خرداد ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۹
تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۳۴۲۴۷۹۲
Email: farhad_z2006@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش با استفاده از روش ایرانی IMDPA که جدید ترین روش ارزیابی پتانسیل بیابان زایی در مناطق خشک و نیمه خشک می باشد، حساسیت اراضی دشت سیستان به بیابان زایی مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. برای این منظور پس از بررسی و ارزیابی های اولیه چهار معیار اقلیم، پوشش گیاهی، خاک و فرسایش بادی به عنوان مهم ترین معیارهای مؤثر در بیابان زایی منطقه با شاخص های متفاوت در نظر گرفته شد. با استفاده از روش فوق امتیازات هر شاخص در معیار مربوطه مشخص و ارزش هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیاز شاخص های آن مشخص گردید و پس از آن هریک از معیارها به صورت لایه های اطلاعاتی وارد محیط GIS شدند. با روی هم گذاری و تلفیق لایه های رستری معیارهای مذکور و محاسبه میانگین هندسی معیارها به کمک فرمول $DM=(SI\times WEI\times VI\times CLI)^{1/4}$ و تجزیه و تحلیل آن با استفاده از مدل IMDPA نقشه شدت بیابان زایی منطقه بدست آمد. نتایج حاصل از این ارزیابی نشان می دهد ۵۱/۰۹ درصد منطقه از نظر درجه بیابان زایی در کلاس متوسط و ۴۵/۰۹ درصد آن در کلاس شدید قرار دارد و ۳/۸۲ درصد منطقه که شامل مناطق مسکونی و مخازن آب چاه نیمه ها بود در هیچ کلاسی قرار نگرفت. معیار فرسایش بادی با ارزش عددی ۱/۶۷ بیشترین تأثیر و معیار خاک با ارزش عددی ۱/۳۴ کمترین تأثیر را در بیابان زایی منطقه دارد. همچنین معیارهای پوشش گیاهی و اقلیم به ترتیب با ارزش های عددی ۱/۵۱ و ۱/۵۷ شدت بیابان زایی متوسط را نشان می دهد.

کلمات کلیدی: : شدت بیابان زایی، معیار، شاخص، مدل IMDPA، سیستان.

www.SID.ir

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 91 pp: 97-107

Assessment of desertification potential using IMDPA model in Sistan plain

By: F. Zolfaghari, MSc. in Dedesertification, University of Zabol, (Corresponding Author; Tel: +989153424722), A. Shahriari, Associate Prof., of Natural Resource University of Zabol A. Fakhireh, Assistant Prof., of Natural Resource University of Zabol, A. R. Rashki,PhD Student of RS University of Pretoria South Africa, S. Noori, Academic Staff, University of Zabol,H. Khosravi, PhD Student of Combating Desertification, Faculty of Natural Resource University of Tehran,

In this research, desertification intensity of sistan plain was evaluated using IMDPA the newest method of Assessment of Desertification Potential in arid and semi arid regions of Iran. For this purpose 4 criteria selected including vegetation cover, soil, climate and wind erosion. Each criterion was assessed based on the selected indices which result in qualitative mapping of each criterion cased on geometric average of the indices. Then, sensitive map of region was extracted using geometric average of all criteria. Thematic databases, with a 1:50000 scale resolution, were integrated and elaborated in a GIS based on arc/info8, arc view3.2 and especially ILWIS. By laminate of thematic databases layers and using this formula $DM=(SI\times WEI\times VI\times CLI)^{1/4}$ to Calculate the geometric mean Criteria. Then Desertification intensity map was obtained with analysis IMDPA Model. The result showed that 51.09% of study area was found to be in medium and about 45.09% in high class of desertification. And while 3.82% of the region in clouding Residential and Water tanks (CHAH NIME) there aren't in any classification. Analysis of desertification criteria in Sistan region showed that among study criteria, wind erosion criteria is a major problem with a geometric average of 1.67 which shows high class while soil with a weighted average of 1.34 has lowest effect in desertification. Also vegetation cover and climate criteria with a geometric average of 1.51 and 1.57 show middle class desertification.

Key words: Desertification Severity, Criteria, Index, IMDPA Model, Sistan

Archive of SID

مقدمه

در حال حاضر بیابان زایی به عنوان یک معضل گریبان گیر بسیاری از کشورهای جهان از جمله کشورهای در حال توسعه می باشد که نتیجه آن از بین رفتن منابع تجدید شـونده در هر یک از این کشورها است (احمدی، ۱۳۸۳). بیابـان زایی مشـتمل بر فرآیندهایی اسـت کـه در نتیجه عوامل طبیعی و عملکرد نادرسـت انسـان ایجاد می گردد (Reynolds، ۲۰۰۸) و طبق تعریف عبارت اسـت از کاهش اسـتعداد اراضی در اثر یک یا ترکیبی از فرآیندها، از قبیل فرسـایش بادی، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، تخریب منابع آب، ماندابی شـدن، شـور شـدن، قلیائی شدن خاک و ... که توسط عوامل محیطی یا انسانی شدت می یابد. تا کنون مبارزه با بیابان زایی و تخریب سرزمین در کشورهای توسعه یافته و همچنین کشورهای در حال توسـعه به عنوان اولویت محلی، ملی، منطقه ای و جهانی خصوصاً در سطح ملی در نظر گرفته نشده است (Melchiade، ۲۰۰۹).

می توان با ارائه راهکارها و روش های مدیریتی مناسـب از شدت پدیده بیابان زایی کاسـته و نیز از گسترش و پیشروی آن جلوگیری به عمل آورد. در این راه شـناخت فرآیندهای بیابان زایی و عوامل بوجود آورنده و تشدید کنندهٔ آن و همچنین آگاهی از شـدت و ضعف این فرآیندها و عوامل امری مهم و ضروری است که باید مورد بررسی و ارزیابی قرارگیرد. شناخت معیارها و شـاخص‌ها به منظور ارائه یک مدل برای نشـان دادن شدت بیابان زایی و تعیین مهمترین عوامل مؤثر بر آن جهت جلوگیری از گسـترش فاکتورهای بیابان زایی ضرورت دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۳). در هر منطقه بسـته به شـرایط اقلیمی، خاک شناسی، ژئومرفولوژی و ...، فاکتورهای مختلفی در بیابان زایی نقش دارند.

جهت ارزیابی بیابان‌زایی تحقیقات مختلفی در داخل و خارج کشـور صورت گرفته که منجر به ارائه مدل‌های منطقه‌ای فراوانی شـده اسـت که خاص همان مناطق می‌باشـد و برای استفاده از این مدل‌ها در مناطق دیگر باید شاخص‌ها و معیارهای آنها مورد بررسی و ارزیابی مجدد قرار گیرند و با توجه به شرایط منطقهٔ مطالعاتی تعدیل و اصلاح شوند (زهتابیان و همکاران ۱۳۸۶). از جمله این روش‌ها می توان مدل های ارزیابی بیابان‌زایی به روش UNEP -FAO در سـال ۱۹۷۷ کـه برای تهیه نقشـه جهانی بیابان زایی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰۰ اسـتفاده شد و مشـخص کننده مناطق بیابانی به انضمام مناطق اطراف آنها که در معرض خطر شدید بیابان‌زایی قرار داشتند بود. مؤسسـه تحقیقات فرهنگستان علوم ترکمنستان طرحی با دقت بیشتر از روش فائـو یونپ در زمینه ارزیابی و تهیه نقشـه بیابان‌زایی ارائه نمود، در روش فـوق که توسـط خارین و همکاران در سـال ۱۹۸۵ تهیه شـده بود، مواردی همچون فرسایش بادی، فرسایش آبی، تخریب پوشش گیاهی، شور شـدن خاک، باتلاقی شـدن، آلودگی محیطی و بیابان‌زایی ناشی از عملکرد جانـوران به عنـوان فرآیندهایی که می‌توانند موجـب بیابان‌زایی در منطقه شوند، پیشنهاد گردید.

Giordano و همکاران در سال ۲۰۰۲ برای ارزیابی بیابان‌زایی منطقه سیسـیل ایتالیا با روش MEDALUS[1] با توجه به شـرایط منطقه، چهار شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی و مدیریت اراضی که پارامترهای کلیدی بیابان زایی در منطقه مطالعاتی بودند در نظر گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه

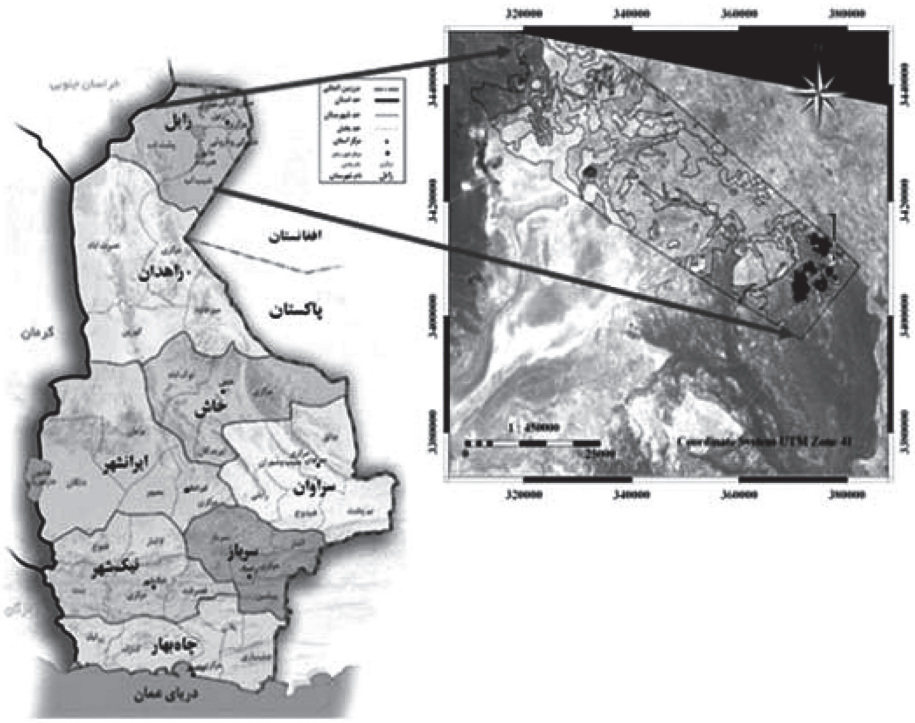
www.SID.ir

و تحلیل های این روش نشان داد که در بیش از ۵۰ درصد منطقه حساسیت به بیابان‌زایی زیاد تا متوسط است. Ladisa و همکاران در سال ۲۰۰۲ در منطقه باری ایتالیا شش شاخص خاک، اقلیم، پوشش گیاهی، کاربری اراضی، مدیریت و شاخص فشار انسانی را به روش MEDALUS برای ارزیابی بیابان‌زایی منطقه بکار بردند. Ali و Broudy در سال ۲۰۰۸، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه حساسیت محیطی به بیابان زایی در مصر به این نتیجه رسیدند که بیشترین قسمت از منطقه مورد مطالعه در کلاس متوسط بیابان زایی قرار دارد.

Lavado و همکاران در سال ۲۰۰۸، با بررسی حساسیت اراضی به تخریب با استفاده از مدل ESAs [۲] در جنوب غرب اسپانیا به این نتیجه رسیدند که نقشه بیابان‌زایی تهیه شده طی این تحقیق نسبت به سایر مدل ها بهتر و با شرایط طبیعی سازگارتر می باشد. اختصاصی و مهاجر در سال ۱۳۷۴، روشی را جهت طبقه‌بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران تحت عنوان ICD [۳] منتشر نمودند. در این روش سعی گردیده است تا غالب عوامل مؤثر در بیابانی شدن اراضی بصورت گام به گام مورد بررسی قرار گرفته و با رعایت اثرات متقابل آنها، امکان ارزیابی نسبتاً دقیق و در عین حال آسان برای کارشناسان و محققان فراهم شود.

زهتابیان و رفیعی در سال ۱۳۸۲، بیابان‌زایی دشت ورامین را با تکیه بر مسائل آب و خاک و در غالب روش ESAS مورد بررسی قرار دادند. در روش فوق، از سامانه اطلاعات جغرافیایی به منظور تهیه لایه‌های اطلاعاتی مختلف استفاده گردید. به طوری که پس از وزن دادن به هر لایه اطلاعاتی با توجه به فرمول موجود در این رابطه، بیابان‌زایی دشت ورامین مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت نقشه بیابان‌زایی تهیه شد. همچنین می توان روشهای LADA، ASSOD ارایه شده در کنفرانس ۲۰۰۲، TAXONOMY، GLASOD (Babaev و همکاران ۱۹۹۳) و بررسی روش MEDALUS در منطقه کاشان در سال ۱۳۸۳ توسط خسروی را نام برد که در نقاط مختلف جهان به منظور ارزیابی و تعیین شدت اثر عوامل مؤثر در ایجاد شرایط بیابان‌زایی انجام شده یا در حال انجام است.

IMDPA [۴] یکی از جدیدترین مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی است که توسط سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور در پروژه‌ای تحت عنوان تدوین شرح خدمات و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های بیابان زایی با کمک گروهی از اساتید و محققین کشور در سال ۱۳۸۴ ارائه شده است (زهتابیان و همکاران ۱۳۸۸). با عنایت به تجربیات و نظرات کارشناسی نه معیار: آب، خاک، پوشش گیاهی، ژئومرفولوژی، زمین شناسی، اقلیم، کشاورزی، توسعه تکنولوژی و اقتصادی-اجتماعی به عنوان معیارهای بیابان زایی شناخته شده اند که به جهت کمی نمودن آنها از شاخص‌های مربوط به هر معیار کمک گرفته می‌شود (احمدی و همکاران ۱۳۸۳). لذا می توان گفت شناخت معیارها و شاخص‌های بیابان زایی و امتیازدهی آنها و بررسی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

یـک مدل منطقـه ای و تعییـن مهمترین عوامل موثر جهـت جلوگیری از گسترش فاکتورهای مؤثر بر بیابان زایی ضرورت دارد. برای شناخت وضعیت و شـدت پدیده بیابان زایی و تفکیک عرصه‌های آسیب پذیر در برابر عوامل تخریب بایسـتی معیارها و شـاخص های مؤثر در بیابان زایی را شناسایی و مـورد ارزیابی قرار داد تا بتوان طرح های بیابان زایی را با موفقیت اجرا و از طریق اسـتفاده مطلوب اراضی و در نظر گرفتن معیارها و شاخص های مؤثر در بیابان زایی از ایجاد این پدیده جلوگیری نمود.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

منطقـه مورد مطالعـه در این تحقیق با وسـعت حدود ۱۵۶۱۱۵/۷ هکتـار در قسـمت جنـوب و جنوب غربی شهرسـتان زابل قـرار دارد. این منطقه دارای مختصات جغرافیایی ″۴۲ ′۰ °۶۱ تا ″۱۲ ′۴۶ °۶۱ طول شرقی و″۲۲ ′۴۱ °۳۰ تـا ″۲۱ ′۱۲ °۳۱ عرض شـمالی بوده که از مرز بین کشـور افغانسـتان با ایران در جنوب شـرقی تا مرز سیاسـی بین شهرسـتان زابل و نهبندان در اسـتان خراسـان جنوبی به صورت یک قطاع شـمال غربی- جنوب شـرقی در نظر گرفته شـده اسـت (شـکل ۱). رژیم بارندگی در این منطقه، مدیترانه ای و حداکثر بارندگی های آن در فصل سـرد سال (اسفند ماه با میانگین ۱۵/۶۴ میلی متر) و مقدار بسـیار ناچیزی در فصل تابسـتان می باشـد. از مجموع متوسـط بلند مدت بارندگی سـالانه‌منطقه (۱۳۴۲ تا ۱۳۸۷) به میزان ۶۱/۰۱ میلی متر، ۴۳/۹۴ میلی متر آن در زمسـتان، ۵/۶۵ میلـی متـر در بهار، ۰/۰۱۲ میلـی متر در تابسـتان و ۱۱/۴۳ میلی متر در پاییز به وقوع می پیوندد (ایسـتگاه سینوپتیک زابل، ۱۳۸۷). بر اساس آمار و اطلاعات ایسـتگاه سـینوپتیک زابل برای یک دوره نسـبتاً طولانی آماری ۴۵ سـاله (۱۳۴۲ تا ۱۳۸۷) متوسط سـالیانه دمای هوا ۲۶/۶ درجه سانتی گراد می باشـد. بر همین اسـاس تیر ماه با متوسط ۴۱/۴ درجه سانتی گراد گرمترین ماه سـال و دی ماه با متوسـط ۲/۴ درجه سانتی گراد سردترین ماه سال است.

روش تحقیق

بـا بررسـی گزارش های مختلف و بازدیـد از منطقه اطلاعات پایه از جمله نقشـه های موضوعی، عکس های هوایی، تصاویر ماهواره ای و سـایر اطلاعات مورد نیاز گردآوری و محدوده منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. بر اسـاس مطالعـات صورت گرفته رخسـاره های ژئومورفولـوژی به عنوان واحد مطالعات تعیین گردید. به منظور تهیه نقشـه شدت بیابان‌زایی منطقه مـورد مطالعه معیارهای، خاک، فرسـایش بادی، پوشـش گیاهی و اقلیم با شـاخص‌های مربوطه بر اساس مدل ایرانی بیابان زایی (IMDPA) انتخاب گردید. شـاخص‌های، بافت خـاک، هدایت الکتریکی، عمـق خاک و درصد سنگریزه عمقی برای معیار خاک بر اساس جدول شماره ۱مورد ارزیابی قرار گرفت و میانگین هندسی معیار خاک بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد.

(رابطه ۱)

۱/۴(عمق خاک× درصد سنگریزه عمقی× هدایت الکتریکی × بافت) = معیار خاک

شـاخص‌های شدت فرسـایش بادی، درصد پوشش غیر زنده، درصد پوشـش گیاهی و شاخص روزهای طوفانی و گرد و غباری برای تعیین معیار فرسایش بادی بر اسـاس جدول شماره ۲ و معیار فرسایش بادی با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید.

(رابطه ۲)

۱/۴(تعداد روزهای طوفانی×پوشش گیاهی×تراکم پوشش غیر زنده×شدت فرسایش) = معیار فرسایش بادی

Archive of SID

جدول ۱- شاخص های مربوط به معیار خاک جهت ارزیابی پتانسیل بالفعل بیابان زایی

شاخص	وضعیت بالفعل بیابان زایی و دامنه امتیاز دهی			
	۱-۱/۲۴	۱/۲۵-۱/۴۹	۱/۵-۱/۷۴	۱/۷۵-۲
هدایت الکتریکی (ds/m)	< ۵	۵-۸	۹-۱۶	> ۱۶
عمق خاک (سانتی متر)	> ۸۰	۵۰-۸۰	۲۰-۵۰	< ۲۰
بافت خاک	رسی و لوم رسی	لوم ریز	لوم درشت	شنی و لومی شنی
میزان سنگ¬ریزه عمقی (درصد)	< ۱۵	۱۵-۳۵	۳۵-۷۵	> ۷۵

جدول ۲- شاخص های مربوط به معیار فرسایش بادی جهت ارزیابی پتانسیل بالفعل بیابان زایی

شاخص	وضعیت بالفعل بیابان زایی و دامنه امتیاز دهی			
	۱-۱/۲۴	۱/۲۵-۱/۴۹	۱/۵-۱/۷۴	۱/۷۵-۲
ظهور رخساره فرسایشی	بدون آثار و اشکال فرسایش بادی و آشفتگی خاک در طول سال	دارای آثار بادبردگی محدود در سطح خاک، سطوح شلجمی پراکنده و تشکیل سنگفرش بیابان متراکم	پهنه ماسه ای، کلوتک پراکنده شلجمی متراکم و تشکیل سنگفرش کم تراکم	تپه ماسه ای فعال، کلوتک های متراکم و نزدیک به هم
درصد پوشش غیر زنده (سنگریزه بزرگتر از۲ میلیمتر) در سطح خاک (MC)	۸۰<MC	۸۰>MC>۴۰	۴۰>MC>۲۰	۲۰>MC
درصد پوشش گیاهی (PC)	۴۰<PC	۴۰>PC>۲۰	۲۰>PC>۱۰	<۱۰
تعداد روزهای با شاخص طوفانی گرد و خاک (DSI)	<۱۰	۱۰-۳۰	۳۰-۶۰	< ۶۰

جدول ۳- شاخص های معیار پوشش گیاهی جهت ارزیابی پتانسیل بالفعل بیابان زایی

شاخص	وضعیت بالفعل بیابان زایی و دامنه امتیاز دهی			
	۱-۱/۲۴	۱/۲۵-۱/۴۹	۱/۵-۱/۷۴	۱/۷۵-۲
وضعیت پوشش گیاهی	گونه های مهاجم کمتر از ۵ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل می دهد و کمتر از ۲۵ درصد ترکیب گیاهی از گونه های یک ساله می باشد.	گونه های مهاجم ۲۰-۵ درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل داده و ۵۰-۲۵ درصد ترکیب گیاهی منطقه از گیاهان یک ساله می باشد.	گونه های مهاجم ۵۰-۲۰ درصد ترکیب گیاهی را تشکیل داده و اکثر پوشش گیاهی منطقه یک ساله می باشد	گونه های مهاجم بیش از ۵۰ درصد از ترکیب گیاهی را تشکیل داده و پوشش گیاهان منطقه از گیاهان یک ساله می باشد.
	درصد پوشش تاجی دائمی بیش از ۳۰ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۳۰-۱۵ درصد	درصد پوشش تاجی دائمی ۱۵-۵ درصد	درصد پوشش تاجی گیاهان دائمی کمتر از ۵ درصد
بهره برداری از پوشش گیاهی	آثار بوته کنی مشاهده نمی شود.	قطع بوته ها، درختچه ها و درختان نسبتاً زیادتر از بیوماس سالانه	قطع بوته ها، درختچه ها و درختان زیاد و کاملاً محسوس	قطع بی رویه بوته ها، درختان و درختچه ها در حال حاضر و یا گذشته نه چندان دور
	چرا متعادل و یا کمتر از ظرفیت و در فصل مناسب	مازاد دام تا ۲۵ درصد بیش از ظرفیت چرا	مازاد دام ۲۵ تا ۵۰ درصد بیش از ظرفیت چرا	مازاد دام بیش از ۵۰ درصد بیشتر از ظرفیت چرا
تجدید پوشش گیاهی	تجدید حیات به طور طبیعی انجام می شود	تجدید حیات با هزینه کم امکان پذیر است	تجدید حیات با هزینه زیاد امکان پذیر است	تجدید حیات پوشش گیاهی بسیار مشکل و یا غیرممکن و غیر قابل توجیه اکولوژیکی-اقتصادی
	نیازی به عملیات اصلاحی نمی باشد	عملیات احیاء پوشش تاکنون مؤثر بوده است	عملیات اصلاحی انجام شده نسبتاً موفق بوده است	عملیات اصلاح و احیای پوشش تاکنون موفق نبوده است

www.SID.ir

جدول ۴- شاخص های معیار اقلیم جهت ارزیابی پتانسیل بالفعل بیابان زایی

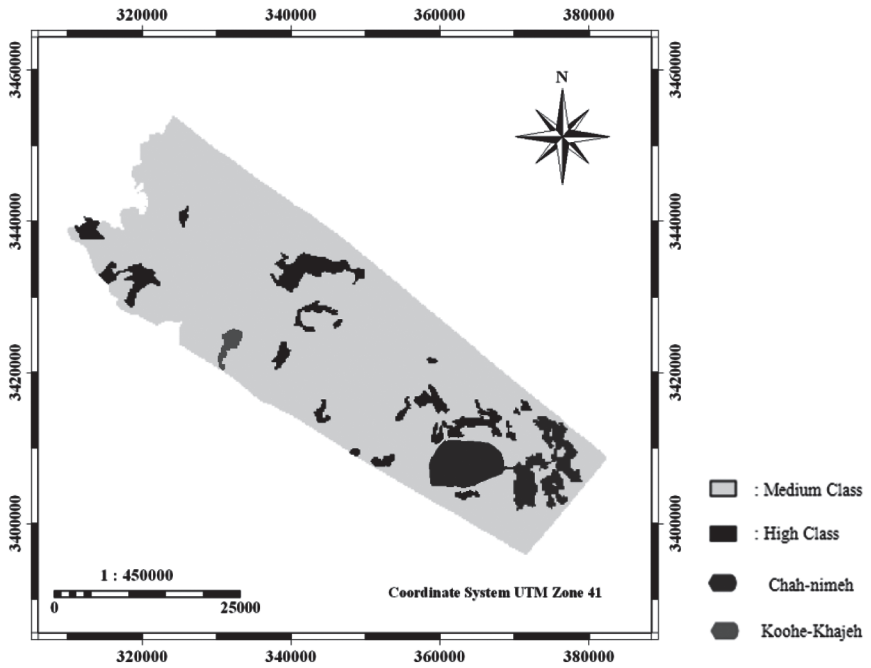
شاخص	وضعیت بالفعل بیابان زایی و دامنه امتیاز دهی			
	۱-۱/۲۴	۱/۲۵-۱/۴۹	۱/۵-۱/۷۴	۱/۷۵-۲
حدود بارش سالانه (میلی متر)	۲۸۰ <	۱۵۰-۲۸۰	۷۵-۱۵۰	۷۵ >
شاخص خشکی UTI	۱۸۰-۱۵۰	۱۵۰-۱۲۰	۱۲۰-۹۰	۹۰-۰
شاخص تداوم خشکسالی	۳ تا ۴ سال	۵ تا ۶ سال	۶ تا ۷ سال	بیشتر از ۷ سال

جدول ۵- کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی

ردیف	دامنه ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان¬زایی	کلاس بیابان¬زایی
۱	۱-۱/۲۴	کم و ناچیز	I
۲	۱/۲۵-۱/۴۹	متوسط	II
۳	۱/۵-۱/۷۴	شدید	III
۴	۱/۷۵-۲	خیلی شدید	IV

جدول۶- متوسط وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر در معیار خاک

شاخص‌های معیار	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
بافت خاک	۱/۴۱	متوسط	II
هدایت الکتریکی	۱/۴۴	متوسط	II
درصد سنگریزه عمقی	۱/۲۶	متوسط	II
عمق خاک	۱/۳۰	متوسط	II



شکل ۲- نقشه معیار خاک منطقه مورد مطالعه

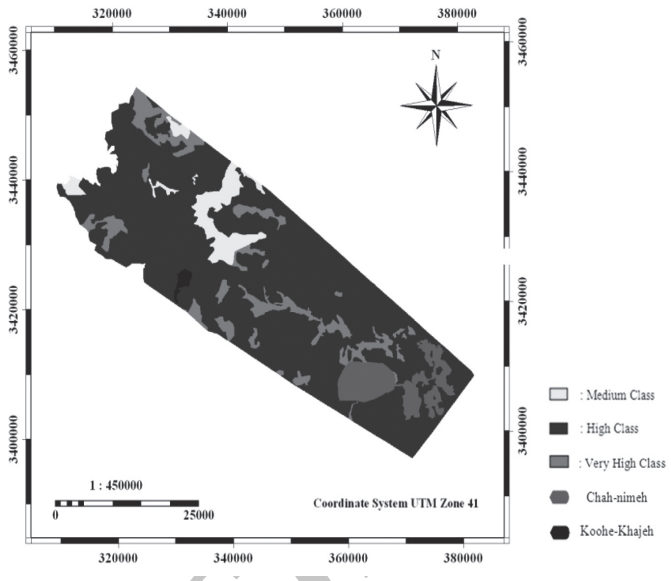
جدول ۷- متوسط وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر در معیار فرسایش بادی

شاخص‌های معیار	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
شدت فرسایش (ظهور رخساره های فرسایشی)	۱/۵۶	شدید	III
درصد پوشش غیر زنده	۱/۷۰	شدید	III
درصدپوشش گیاهی	۱/۴۹	متوسط	II
تعداد روزهای با شاخص گرد و خاک	۲	خیلی شدید	IV

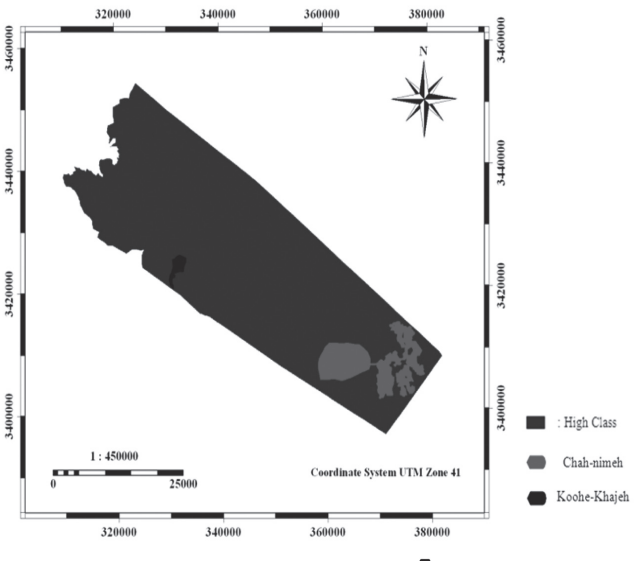
جدول ۸- متوسط وزنی ارزش کمی شاخص‌های موثر در معیار پوشش گیاهی

شاخص‌های معیار	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس بیابان‌زایی
وضعیت پوشش	۱/۴۶	متوسط	II
بهره برداری از پوشش	۱/۴۱	متوسط	II
تجدید پوشش	۱/۷۱	شدید	III

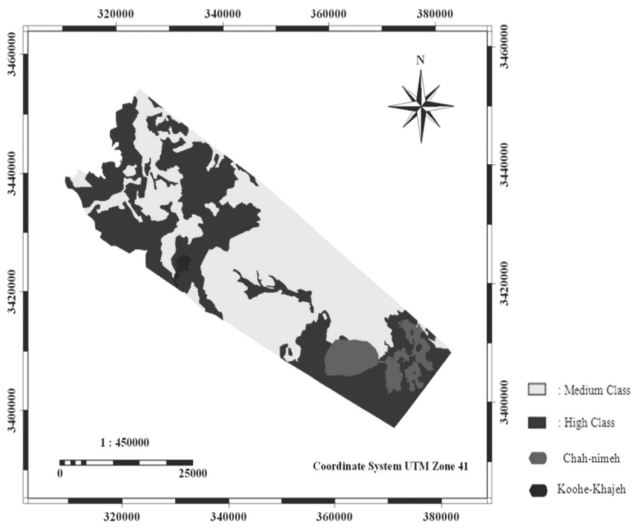
www.SID.ir



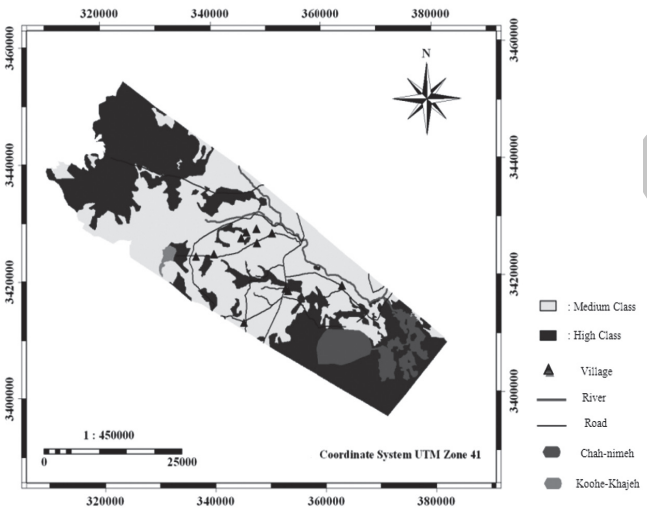
شکل۳- نقشه معیار فرسایش بادی منطقه مورد مطالعه



شکل ۵- نقشه معیار اقلیم منطقه مورد مطالعه



شکل ۴- نقشه معیار پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه



شکل۶- نقشه بیابان زایی منطقه مورد مطالعه

جدول ۹- متوسط وزنی ارزش کمی شاخص های مؤثر در معیار اقلیم

شاخص های معیار	امتیاز شاخص	وضعیت بالفعل بیابان زایی	کلاس بیابان زایی
میزان بارش	۱/۸۰	خیلی شدید	IV
تداوم خشکسالی	۱/۲۴	کم و ناچیز	I
شاخص خشکی	۱/۷۹	خیلی شدید	IV

سه شاخص وضعیت پوشش گیاهی، بهره برداری از پوشش و تجدید حیات پوشش گیاهی برای معیار پوشش گیاهی در کلیه رخساره های ژئومورفولوژی به صورت مجزا بررسی به گونه ای که فاکتور چرای دام از نظر تعداد دام موجود نسبت به ظرفیت دامی(فشار دام)، زمان و طول دوره چرا و نوع دام استفاده کننده بسته به میزان علوفه تولیدی و نوع دام چرا کننده با توجه به ترکیب پوشش و وضعیت فیزیوگرافی منطقه، شاخص بهره برداری از پوشش، در کلاس‌های مختلفی طبقه بندی شد. همینطور ظاهر شدن گونه‌های مهاجم در هر منطقه معرف بهره برداری شدید می‌باشد(آذرنیوند و چاهوکی ۱۳۸۷). به منظور ارزیابی وضعیت پوشش گیاهی از لحاظ مهیا بودن یا نبودن شرایط تجدید حیات، شاخص تجدید پوشش گیاهی انتخاب و کلاس‌های مختلف آن با توجه به امکان پذیر بودن یا نبودن اجرای عملیات اصلاحی تعیین شد. امتیاز این شاخص با توجه به خصوصیات پوشش گیاهی از قبیل ترکیب گیاهی، گرایش و وضعیت مرتع تعیین شد، زیرا با دانستن وضعیت مرتع و گرایش آن نوع عملیات اصلاحی لازم و ضروری بودن آن مشخص می‌شود. جدول شماره ۳ نحوه ارزیابی شاخص های این معیار را نشان می دهد. در نهایت میانگین هندسی معیار پوشش گیاهی با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید.

(رابطه ۳)

۱/۳ (تجدید پوشش گیاهی× بهره برداری از پوشش× وضعیت پوشش)=پوشش گیاهی

برای ارزیابی معیار اقلیم در منطقه مورد مطالعه شاخص های مقدار بارش، شاخص خشکی و تداوم خشکسالی به صورت جدول ۴ انتخاب و میانگین هندسی این معیار بر اساس رابطه ۴ محاسبه گردید.

(رابطه ۴)

۱/ ۳ (شاخص خشکی × تداوم خشکسالی × میزان بارش)= معیاراقلیم

لایه های اطلاعاتی مربوط به هر شاخص پس از تعیین امتیاز هر رخساره (با توجه به مطالعات صحرایی و استناد به کار سایر محققین و با توجه به شرایط منطقه) با استفاده از مدل مورد مطالعه در محیط ILWIS تهیه گردید (رئیسی، ۱۳۸۷). نحوه وزن دهی به صورت خطی و با نسبت برابر بود به طوری که ارزش ۱ بهترین و ارزش ۲ بدترین وزن بوده است. دراین پژوهش برای کاهش خطای کارشناسی و همچنین تعیین ارزش عددی شدت بیابان زایی و اینکه این شدت به کدام کلاس بیابان زایی نزدیک تر است ۴ رتبه بیابان زایی کم و ناچیز، متوسط، شدید و خیلی شدید به صورت جدول شماره ۵ بر اساس مدل مدالوس انتخاب گردید.

به مناطق مسکونی و چاه نیمه ها ارزش صفر داده شد و در هیچ کلاسی طبقه بندی نگردید.

پس از تهیه ۱۴ لایه رستری شاخص های مربوط به معیارهای مورد بررسی، از تلفیق لایه های مربوط به هر معیار لایه های معیارهای مورد مطالعه بدست آمد. به عبارت دیگر در این روش هر معیار از میانگین هندسی شاخص‌های خود طبق رابطه ۵ بدست می‌آید (احمدی ۱۳۸۳):

(رابطه ۵)

$$Index - X = \left[(Layer - 1).(layer - 2)...(Layer - n)\right]^{1/n}$$

که در آن:

Index-x: معیار مورد نظر

Layer: شاخص‌های هر معیار

n: تعداد شاخص‌های هر معیار

در نهایت پس از تهیه لایه های مربوط به معیارهای مورد مطالعه از تلفیق لایه های اطلاعاتی چهار معیار خاک، فرسایش بادی، پوشش گیاهی و اقلیم بر اساس رابطه(۶) در محیط نرم افزار ۳/ILWIS۳ نقشه نهایی وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه بدست آمد و با توجه به جدول ۵ طبقه بندی گردید.

رابطه(۶)

$$DM=(SI\times WEI\times VI\times CLI)^{1/4}$$

DM: نقشه شدت بیابان زایی

SI: معیار خاک

WEI: معیار فرسایش بادی

VI: معیار پوشش

CLI : معیار اقلیم

نتایج

نتایج حاصل از وزن دهی شاخص ها وتلفیق معیارها و لایه های اصلی، با توجه به میانگین هندسی وزن ها بطور جداگانه در جداول ۶ تا ۹ ارایه شده است. شکل های ۲ تا ۵ نشان دهنده نقشه وضعیت معیارخاک، معیار فرسایش بادی، معیار پوشش گیاهی و معیار اقلیم منطقه مورد مطالعه است.

معیار خاک

بررسی انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی چهار شاخص مورد بررسی در معیار خاک نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه میزان هدایت الکتریکی با ارزش عددی ۱/۴۴ بیشترین نقش را در بیابان زایی و افزایش کلاس تخریب خاک دارد. همچنین متوسط وزنی معیار خاک برای کل منطقه با ارزش ۱/۳۶ در وضعیت متوسط بیابان زایی ارزیابی گردید.

معیار فرسایش بادی

ارزیابی متوسط وزنی ارزش‌های کمی چهار شاخص مورد بررسی در معیار فرسایش بادی نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه متوسط وزنی معیار فرسایش بادی برای کل منطقه با ارزش ۱/۶۷ در وضعیت شدید بیابان زایی می باشد و این معیار بیشترین نقش را در بیابان زایی منطقه بر عهده دارد و از بین شاخص های این معیار شاخص تعداد روزهای طوفانی و گرد و غباری با ارزش عددی ۲ در کلاس خیلی شدید قرار داشته و بیشترین نقش را در افزایش امتیاز این معیار دارد.

معیار پوشش گیاهی

بررسی انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش‌های کمی سه شاخص مورد بررسی در معیار پوشش گیاهی نشان می دهد که این معیار با ارزش عددی ۱/۵۱ در کلاس شدید قرار دارد و بیشترین نقش را در افزایش امتیاز این معیار در بیابان زایی، شاخص تجدید حیات پوشش گیاهی با ارزش عددی ۱/۷۱ بر عهده دارد.

Archive of SID

معیار اقلیم

منطقه مورد مطالعه قسمتی از دشت سیستان بوده و علاوه بر کمبود نزولات، فزونی درجه حرارت و تبخیر و تعرق و داشتن اقلیم خشک؛ دچار خشکسالی های پی در پی در چند ساله اخیر بوده است. از این جهت نمی توان نقش اقلیم را در تشدید پدیده بیابان زایی نادیده گرفت. معیار اقلیم نقش مهمی در تخریب و تشدید پدیده بیابان زایی منطقه ایفاد می کند. از آنجا که پس از بررسی آمار ایستگاه های بارندگی موجود در منطقه میزان بارش در طول دوره آماری مورد بررسی یکسان بود، ارزش معیار اقلیم برای کل منطقه و در همه رخساره های مورد مطالعه یکسان برآورد گردید.

پس از ارزیابی و تهیه لایه اطلاعاتی معیار اقلیم برای کل منطقه ارزش عددی این معیار ۱/۵۷ بدست آمد که بیانگر کلاس شدید در بیابان زایی منطقه می باشد. به طوری که شاخص میزان بارش و شاخص خشکی در شرایط خیلی شدید و شاخص تداوم خشکسالی در کلاس کم و ناچیز قرار گرفت.

میزان تأثیر عامل اقلیم در بیابان زائی منطقه با توجه به شاخص های مورد بررسی، در کلاس شدید مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی‌های انجام شده بر روی متوسط وزنی ارزش های کمی عوامل مؤثر بر معیار اقلیم نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه شاخص میزان بارش مؤثرترین عامل در افزایش شدت بیابان‌زایی در منطقه و شاخص تداوم خشکسالی ها کمترین نقش را در بیابان زایی منطقه داشته است.

بحث

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که منطقه از نظر وضعیت بیابان‌زایی با استفاده از روش IMDPA در دو کلاس متوسط و شدید قرار می گیرد. از کل مساحت منطقه مورد مطالعه ۱۰۷۷۵ هکتار (۳/۸۲ درصد کل منطقه) جزو مناطقی است که کلاس شدت بیابان‌زایی برای آنها تعریف نشده است که این مناطق شامل مناطق مسکونی، تأسیساتی، کوه خواجه و مخازن چاه نیمه می باشد. ۷۹۷۶۴/۰۱ هکتار (۵۱/۰۹ درصد کل منطقه) در کلاس بیابان‌زایی متوسط و ۷۰۴۰۴/۷۸ هکتار (۴۵/۰۹ درصد کل منطقه) در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارد (شکل ۶).

با محاسبه میانگین وزنی شدت های بیابان‌زایی کلیه واحدهای کاری شدت بیابان‌زایی برای کل منطقه مورد مطالعه مقدار ۱/۵۲ بدست آمد که نشان دهنده وضعیت شدید بیابان‌زایی در کل منطقه می باشد. در بین معیارهای مورد بررسی در بیابان‌زایی منطقه معیار خاک با متوسط وزنی ۱/۳۴ و کلاس متوسط کمترین اثر و معیار فرسایش بادی با متوسط وزنی ۱/۶۷ و کلاس شدید مؤثرترین معیار در بیابان‌زایی منطقه بوده است. همچنین معیارهای اقلیم و پوشش گیاهی با متوسط های وزنی ۱/۵۷ و ۱/۵۱ در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارند.

از میان شاخص‌های مورد بررسی شاخص روزهای همراه با گرد و خاک با متوسط وزنی ۲ و کلاس بیابان‌زایی خیلی شدید بیشترین اثر و شاخص درصد سنگریزه عمقی با ارزش عددی ۱/۲۶ کمترین اثر را در بیابان‌زایی منطقه داشته است.

منبع تأمین ماسه در محدوده تحت بررسی به علت خشکسالی های مکرر و خشک شدن دریاچه هامون نامحدود است و بالا بودن درجه حرارت و فقر پوشش گیاهی این پدیده را تشدید می کنند و با عنایت به وزش شدید بادهای ۱۲۰ روزه در فصل گرم سال، قرار گرفتن ذخایر آبی منطقه به نام چاه نیمه‌ها در انتهای منطقه و بیابان‌زایی شدید منطقه علاوه بر تخریب و رهاسازی اغلب زمین‌های کشاورزی این نگرانی در خصوص از دست دادن منابع آبی چاه نیمه خصوصاً چاه نیمه چهارم دو چندان می شود. لذا کنترل و تثبیت ماسه های بادی به منظور ایجاد محیط پایدار با کشت و توسعه گونه های گیاهی سازگار با شرایط منطقه، اقدام برای احیای تالاب هامون و ملزم نمودن کشور افغانستان برای احترام به معاهدات بین المللی، کنترل دام و جلوگیری از تردد احشام و دام روستائیان به دلیل حفظ ساختمان خاک، ایجاد کمربندهای سبز با گونه های سازگار با شرایط خشک در اطراف چاه نیمه ها در فواصل مختلف پیشنهاد می گردد. با بررسی و تجزیه و تحلیل مطالعات انجام شده و نیز مقایسه نتایج به دست آمده با وضعیت موجود منطقه توسط بازدیدهای صحرایی، روش ارزیابی مذکور برای منطقه مناسب و از کارایی خوبی برخوردار می‌باشد.

لازم به ذکر است که در سایر تحقیقات انجام گرفته در رابطه با تعیین شاخص‌ها و معیارهای مربوط به هر منطقه و ارزیابی شدت بیابان زایی آنها در ایران از جمله روش مدالوس در کاشان (خسروی ۱۳۸۳)، ارزیابی بیابان زایی دشت ورامین با تکیه بر مسایل آب و خاک (رفیعی ۱۳۸۲)، بررسی عوامل موثر در شدت بیابان‌زایی (بیابان های ساحلی) با استفاده از مدل IMDPA در منطقه کهیر کنارک چابهار (رئیسی ۱۳۸۷)، بررسی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر آب و خاک جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی در منطقه زابل (محمدقاسمی ۱۳۸۵) و ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده با تأکید بر معیار فرسایش آبی و بادی (فزونی ۱۳۸۶) و مقایسه آنها با شرایط موجود نتایج بسیار نزدیک و مشابهی حاصل گردید. با عنایت به اینکه اکثر روش های متداول در تعیین شدت بیابان زایی، بسیار وقت گیر بوده و نیاز به عملیات صحرایی بسیاری دارد (خسروی۱۳۸۳)، استفاده از تکنیک‌های جدید سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی ضمن کاهش هزینه‌های پرسنلی موجب افزایش سرعت و دقت در برآورد نتایج حاصله می‌گردد (مخدوم و همکاران ۱۳۸۰).

با توجه به تجزیه و تحلیل انجام شده و نتایج بدست آمده از ارزشیابی روش پیشنهادی در دشت سیستان، روش پیشنهادی با در نظر گرفتن شاخص‌های مناسب و به تعداد نسبتاً کافی در مناطق خشک و به علت سادگی و مرحله‌ای بودن آن، روش خاص وزن دادن به شاخص‌ها، استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در تلفیق نقشه‌ها و استفاده از میانگین هندسی به جای جمع یا میانگین حسابی (ICD, UNEP-FAO) در محاسبه شاخص‌ها و نقشه نهایی بیابان‌زایی روش نسبتاً دقیقی است و می‌تواند در مناطق مشابه مورد مطالعه برای تعیین شدت بیابان‌زایی مورد استفاده قرار گیرد و در صورت لزوم شاخص‌ها و کلاس‌های آن اصلاح گردد.

پاورقی ها

1- Mediterranean Desertification and Land Use
2- Environmental Sensitive Arias
3- Iranian Classification of Desertification
4- Iranian Model of Desertification Potentical Assessment

Archive of SID

منابع مورد استفاده

۱- احمدی، ح و همکاران، (۱۳۸۳) گزارش نهایی طرح تدوین شرح خدمات جامع و متدولوژی تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در ایران، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۲- احمدی، ح، (۱۳۸۳) بررسی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی، مجله جنگل و مرتع، شماره ۶۲، ۷۰-۶۶

۳- اختصاصی، م، ر. و مهاجری، س، (۱۳۷۴) روش طبقه بندی نوع و شدت بیابانزایی اراضی در ایران(ICD)، مجموعه مقالات دومین همایش بررسی مسائل مناطق بیابانی کشور ۱۳۷۴، کرمان

۴- آذرنیوند، ح. و زارع چاهوکی، م، ع، (۱۳۸۷) معرفی شاخص های معیار پوشش گیاهی برای ارزیابی شدت بیابان زایی.فصلنامه علمی، اجتماعی و اقتصادی جنگل و مرتع شماره ۷۸-بهار ۱۳۸۷

۵- خسروی، ح. (۱۳۸۳) کاربرد مدل مدالوس در بررسی بیابان‌زایی منطقه کاشان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۶- رفیعی امام، ع. ۱۳۸۲. بررسی بیابان زایی دشت ورامین با تکیه بر مسایل آب و خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۷- رئیسی، ع. (۱۳۸۷) بررسی عوامل موثر در شدت بیابان‌زایی (بیابان های ساحلی) با استفاده از مدل IMDPA در منطقه کهیر کنارک، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۸- زهتابیان، غ، ر. و رفیعی، ع، (۱۳۸۲) ESAs روشی جدید برای ارزیابی و تهیه نقشه حسّاسیت مناطق به بیابان‌زایی. مجله بیابان، جلد ۸ شماره ۱. ۱۲۶-۱۲۰.

۹- زهتابیان، غ، ر. احمدی، ح. اختصاصی، م، ر. و خسروی، ح. واسنجی (۱۳۸۶) مدل مدالوس جهت ارائه یک مدل منطقه‌ای برآورد شدت بیابان‌زایی در منطقه کاشان. مجله منابع طبیعی ایران، جلد۶۰، شماره ۳، زمستان.

۱۰- زهتابیان، غ، ر. خسروی، ح. قدسی، م. (۱۳۸۸) تعیین شدت بیابان زایی در منطقه کاشان با استفاده از مدل IMDPA، مجله علمی و پژوهشی بیابان، خرداد ۱۳۸۸، ویژه نامه روز جهانی مقابله با بیابان‌زدایی.

۱۱.فزونی، ل. (۱۳۸۶) ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی دشت سیستان با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده با تأکید بر معیار فرسایش آبی و بادی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل.

۱۲.محمد قاسمی، س. (۱۳۸۵) بررسی معیارها و شاخص‌های بیابان‌زایی با تکیه بر آب و خاک جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی (مطالعه موردی: منطقه زابل)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

۱۳.مخدوم، م.، درویش صفت، ع، ا. جعفر زاده، ه. مخدوم، ع، ر. (۱۳۸۰) ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS). انتشارات دانشگاه تهران.

14- Ali, R. R. & Baroudy, E.l. (2008) Use of GIS in Mapping the Environmental Sensitivity to Desertification in Wadi El Natrun Depression, Egypt. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences,* Vol 2, Issue 1, pp 157-164.

15- Babaev, A.G. Kharin, N. Orlovsky. G, (1993) *Assessment and Mapping of Desertification Processes*, a Mythological Guide. Ashghabad

16- FAO-UNEP/ UNESCO/ WMO, (1977) *Word Map of Desertification at a Scale of* 1:25000000

17- Giordano L, Giordano, F. Grauso, S. Lannetta, M. Scicortino, M. Bonnati, G. & Borfecchia. F. (2002) *Desertification vulnerability in Sicily*. Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life:Eco-compatible solutions for Aquatic Environmental, Capri, Italy.

18- Kharin N, G. et al. (1985) *A Methodological principles of desertification processes assessment and mapping*. Arid lands of Turkmenistan taken as example, Ashkhabad.www.GISdevelopment.net

19- Ladisa G, Todorovic M, & Trisorio_liuzzi G. (2002) *Characterization of Area Sensitive to Desertification in Southern Italy*, Proc. Of the 2nd Int. Conf. On New Trend in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible solutions for Aquatic Environmental, Capri, Italy.

20- Lavado Conntador, J.F. Schnabel, S. Mezo Gutierrez, A.G. & Pulido, F. M. (2008) Mapping Sensitivity to land degradation *Extremadura.* SW Spain. Vol 1, Issue 1, pp 25-41.

21- LDAs conference, (2002) Land degradation assessment in dry lands- LADA project, Report of emailconference,Oct-Nov2002. http://www.fao.org/landandwater/agll/lada/emailconf.stm

22- Melchiade B. (2009) *Secretariat of the convention to combat desertification*. CSD-17 Intergovernmental Preparatory Meeting Panel on Desertification. New York, February 26.

23- Reynolds J. F. (2008) *Cutting through the confusion: Desertification, an old problem viewed through the lens of a new framework, the Dry lands Development Paradigm* (DDP). Dry lands, Deserts & Desertification Conference December 14-17. Sede Boque Campus, Israel.

Archive of SID

www.SID.ir