

اولویت بندی مکانی تخریب اراضی با استفاده از مدل بیابانزایی IMDPA با تاکید بر فرسایش بادی و اقلیم (مطالعه موردی: منطقه بردخون، بوشهر)

فاطمه بحرینی^{*۱} - احمد پهلوانروی^۲ - علیرضا مقدم نیا^۳ - غلامرضا راهی^۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۰

چکیده

بیابانزایی و تخریب اراضی در مناطق خشک، نیمه خشک و خشک نیمه مرطوب، یک مشکل زیست محیطی جهانی است. بنابراین ارزیابی درست از وضعیت و روند بیابانزایی ایزاری برای گسترش اقدامات در جهت جلوگیری و از بین بردن این مشکل خواهد بود. منطقه مورد مطالعه در استان بوشهر و در محدوده شهرستان دیر قرار گرفته است. در این پژوهش به منظور بررسی تخریب اراضی با توجه به شرایط محلی منطقه مطالعاتی دو معیار فرسایش بادی و اقلیم به عنوان معیارهای اصلی موثر در بیابانزایی انتخاب شدند و ارزیابی وضعیت بیابانزایی منطقه بر اساس این دو معیار، و وزن دهی شاخصها بر طبق مدل بیابانزایی IMDPA صورت گرفت. بعد از جداسازی واحدکاری (رخسارههای ژئومورفولوژی)، ارزش عددی هر شاخص برای هر واحدکاری تعیین شد و یک لایه اطلاعاتی برای هر شاخص تهیه، و لایه مربوط به هر معیار با محاسبه میانگین هندسی امتیاز شاخصهای آن مشخص گردید. سپس با تلفیق و تعیین میانگین هندسی معیارها نقشه شدت بیابانزایی منطقه به دست آمد. نتایج نشان داد که ۳۱/۷۴ درصد از مساحت منطقه در کلاس متوسط، ۶۲/۶۲ درصد کلاس شدید و ۴/۶۵ درصد در کلاس بسیار شدید بیابانزایی قرار داشتند. واحدهای کاری ۶ و ۸ با بیشترین ارزش کمی، در اولویت اول تخریب و واحدهای کاری ۹، ۱۳، ۱۲، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۲، ۷، ۴، ۳، ۱، ۱۱ و ۵ به ترتیب با دارا بودن کمترین ارزش کمی در اولویت کمتری قرار گرفتند. در بین شاخصهای مورد بررسی، دو شاخص خشکی و شاخص تراکم پوشش غیر زنده مهمترین عواملی بودند که سبب فرآیند بیابانزایی در این منطقه شدهاند.

واژه های کلیدی: بیابانزایی، تخریب اراضی، فرسایش بادی، اقلیم، IMDPA

مقدمه

نظریات بسیار متفاوتی وجود دارد این اختلاف عقیده در دیدگاههایی است که در مورد معیارها و شاخصهای تفکیک کننده مناطق بیابانی با ویژگیهای مختلف وجود دارد. تلاشهای وسیعی در سطوح جهانی در رابطه با طبقه بندی بیابانها، شدت تخریب و عوامل موثر در آنها وجود دارد که می توان به مهم ترین آنها یعنی FAO-UNEP اشاره نمود. در ایران مدل های ICD^۵، MICD^۶ و اخیراً IMDPA^۷ را می توان نام برد. در زمینه بیابانزایی و نقش آن در تخریب اراضی، محققان از مدل های گوناگونی استفاده کرده اند. یاسوگو (۱۷) در کمیته ملی مقابله با بیابانزایی و دانشگاه کشاورزی آتن^۸، پنج پارامتر از ویژگی های خاک، سه پارامتر از ویژگی های اقلیم، چهار پارامتر از ویژگی های پوشش گیاهی و سه پارامتر از ویژگی های مدیریتی راه، در

ارزیابی و تشخیص پدیده بیابانزایی^۴ و نحوه گسترش آن در مناطق خشک و نیمه خشک تنها از طریق شاخص های کمی آن میسر است، به ویژه ارزیابی کمی، در فرسایش بادی اهمیت زیادی داشته زیرا فرسایش بادی در ظاهر ممکن است زیاد مشخص نباشد، ولی اگر میزان جابجائی خاک به صورت کمی بیان شود روشن تر و ملموس تر خواهد بود (۱). در رابطه با طبقه بندی و تعیین نوع و شدت عوامل موثر در تخریب سرزمین (بیابانزایی) در جهان اختلاف

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

(*- نویسنده مسئول: Email: F_Bahreini88@yahoo.com)

۴- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، آبخیزداری، استان بوشهر

- 5- Iranian Classification of Desertification
- 6- Modified Iranian Classification of Desertification
- 7- Iranian Model of Desertification Potential Assessment
- 8- Aten

4- Desertification- 3

منطقه مورد مطالعه می‌باشد. بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی در تلفیق نقشه‌ها و بهره‌گیری از میانگین هندسی در محاسبه شاخص‌ها و نقشه نهائی بیابان‌زایی از مزایای این روش هست. بخش وسیعی از منطقه بردخون به دلیل وضعیت اقلیمی و ژئومورفولوژی از شرایط مساعدی برای فرسایش بادی و ظهور رخساره‌های مختلف بادی برخوردار است. بارندگی کم و حاکمیت اقلیم خشک، خاک ریز دانه و بدون سنگریزه درشت، فقدان پوشش گیاهی و وزش بادهای با سرعت بیشتر از سرعت آستانه از عوامل طبیعی تشدیدکننده فرسایش بادی در منطقه مورد بررسی می‌باشد. تبدیل تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده به زمین‌های کشاورزی و سپس رها کردن این زمین‌ها، بهره‌برداری بیش از حد از منابع آب زیرزمینی از عوامل انسانی موثر در رخداد طوفان گرد و خاک در منطقه بوده که همه موارد ذکر شده از عوامل موثر در روند بیابان‌زایی منطقه بردخون می‌باشند (۵). در تحقیق حاضر به منظور بررسی وضعیت بیابان‌زایی، با تاکید بر دو معیار فرسایش بادی و اقلیم که از موثرترین عوامل در بیابانی شدن منطقه است، به اولویت بندی مکانی تخریب اراضی پرداخته شده است.

مواد روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه بردخون به وسعت ۲۱۴۱۱ هکتار در شهرستان دیر و در استان بوشهر قرار گرفته است که در محدوده جغرافیایی $28^{\circ} 47'$ تا $29^{\circ} 59'$ طول شرقی و $51^{\circ} 55'$ تا $52^{\circ} 21'$ عرض شمالی واقع شده است. بر اساس آمار و اطلاعات موجود هواشناسی، منطقه دارای تابستان‌های بسیار گرم و طولانی و زمستان‌های ملایم است. متوسط بارندگی حوزه $242/37$ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه $25/84$ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و دارای اقلیم خشک بیابانی سرد تا نیمه خشک سرد می‌باشد (۵). (شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد).

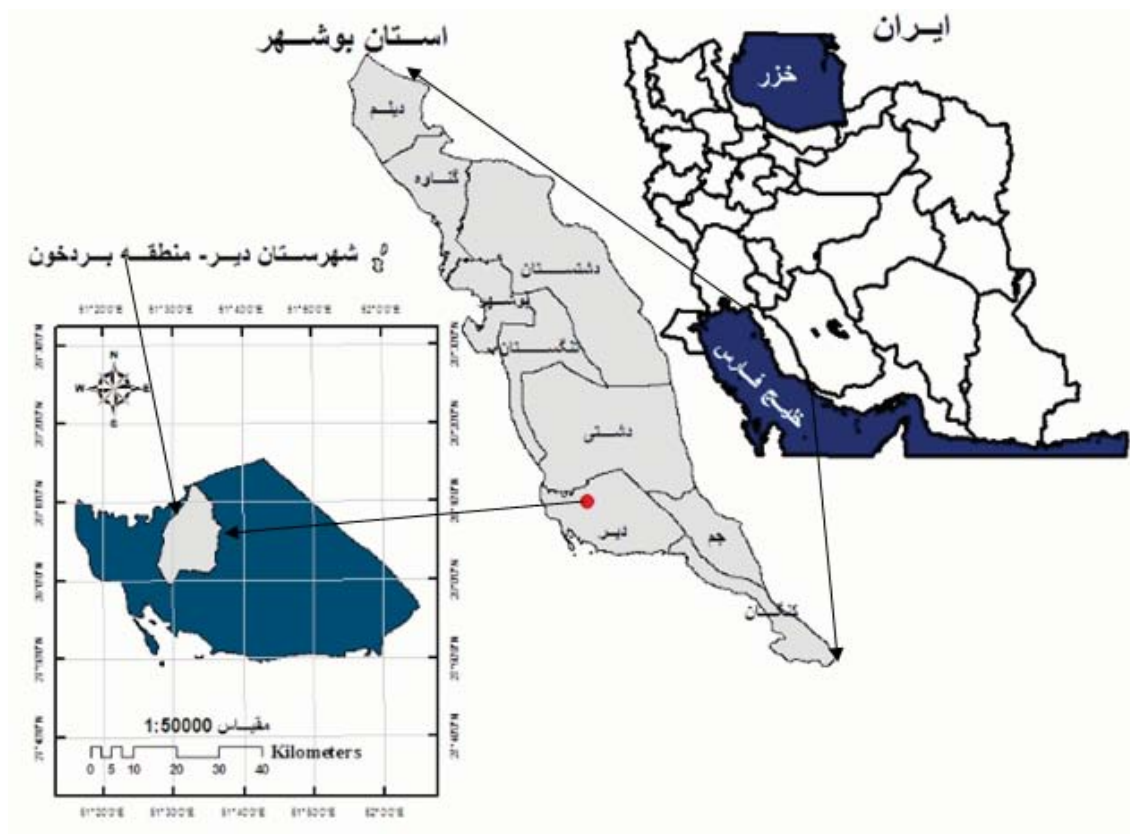
روش انجام تحقیق

به منظور ارزیابی شدت بیابان‌زایی در ابتدا جهت شناخت و کاربرد کلیه شاخص‌های موثر در تخریب اراضی و وقوع بیابان‌زایی و همچنین تعیین چارچوبی مناسب برای تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی، اقدام به تعیین و تفکیک واحدهای کاری در سطح منطقه مطالعاتی گردید. برای رسیدن به نقشه فوق یا واحدهای همگن مطالعاتی، ابتدا نقشه ژئومورفولوژی (سنگ‌شناسی+رخساره‌ها) با استفاده از نقشه توپوگرافی، زمین‌شناسی، عکس‌هوایی و بازدید صحرایی تهیه شد (شکل ۲ و جدول ۳). سپس اقدام به تهیه نقشه‌های فیزیوگرافی منطقه (شیب، جهت و ارتفاع) گردید (۱).

محیط GIS^۱ با هم تلفیق و در نهایت نقشه‌های بیابان‌زایی مناطق مختلف یونان را با استفاده از مدل ESAS^۲ تهیه نمودند. زهو و همکاران (۱۸) با استفاده از سامانه GIS و شبکه فازی توانستند نقشه فرسایش خاک را برای منطقه‌ای از چین طراحی کنند. گاد و لطفی (۱۴) 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 و حساس به فرسایش می‌باشد. دپالو و همکاران (۱۳) در مطالعه همزمان بیابان‌زایی و فرسایش خاک در جنوب ایتالیا، مدل‌های ESA_s و RUSLE^۳ را به کار گرفتند. و در بررسی بیابان‌زایی چهار پارامتر، کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت را در لایه‌های اطلاعاتی مختلف استفاده نمودند. ذوالفقاری (۱۰) با بررسی پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA در منطقه جزینک سیستان، تاثیر معیارهای خاک، فرسایش بادی، اقلیم و پوشش گیاهی در بیابان‌زایی را مورد بررسی قرار داد و نتایج آن نشان داد که $47/02$ درصد منطقه از نظر درجه بیابان‌زایی در کلاس متوسط و $49/16$ درصد آن در کلاس شدید قرار گرفته، و در بین معیارهای مورد بررسی دو معیار اقلیم و فرسایش بادی مهمترین عواملی بودند که سبب فرآیند بیابان‌زایی در منطقه سیستان گشته‌اند. احمدی و همکاران (۲) با ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده^۴ در منطقه فخرآباد - مهریز یزد و با در نظر گرفتن چهار شاخص شدت فرسایش، درصد پوشش غیر زنده، درصد پوشش گیاهی و تعداد روزهای طوفانی گرد و غبار به این نتیجه رسیدند که منطقه مورد مطالعه در سه کلاس شدت بیابان‌زایی کم، متوسط و شدید قرار دارد. ذاکری‌نژاد و همکاران (۹) با استفاده از تکنیک GIS و مدل IMDPA شدت بیابان‌زایی را از جنبه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی در زرین دشت فارس مورد ارزیابی قرار دادند.

بررسی سوابق ارائه شده حاکی از تنوع و تفاوت شاخص‌های بیابان‌زایی در نقاط مختلف جهان، داشته است، لذا کاربرد روش‌های ملی و منطقه‌ای بسیار مفیدتر می‌باشد. به همین دلیل در این پژوهش از روش طبقه‌بندی بیابان‌زایی اراضی در ایران (IMDPA) استفاده به عمل آمده است. در این روش، ارزش‌دهی به هر یک از شاخص‌ها بر پایه نقشه واحدکاری انجام شده است که این مسئله امکان ارزیابی هر یک از شاخص‌ها را به طور جداگانه فراهم می‌سازد. گزینش شاخص‌ها و معیارها، برای ارزیابی شدت بیابان‌زایی بر پایه شرایط

- 1- Geographical Information System
- 2- Environmental Sensitive Areas
- 3- Revised Universal Soil Loss Equation
- 4- Mediterranean and land use sensitive Modified



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان بوشهر

دلیل ضرب پیکسل به پیکسل نقشه‌ها در یکدیگر). پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی (۷ شاخص مورد بررسی)، میانگین هندسی ارزش لایه‌های معیار فرسایش بادی و اقلیم به صورت مجزا محاسبه شد (ارزش لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب شده و ریشه π هر معیار در نظر گرفته شد). بنابراین ۲ لایه از وضعیت معیارها به دست آمد که این نقشه‌ها برای بررسی کیفیت معیارها و تاثیر آنها در بیابان‌زایی به کار برده شد. برای تهیه نقشه وضعیت فعلی بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه، میانگین هندسی ارزش ۲ لایه اطلاعاتی مذکور بر پایه فرمول زیر محاسبه و سپس با تلفیق لایه‌های هر ۲ معیار در محیط نرم‌افزار ArcGIS و با کلاس‌بندی کردن نقشه حاصل، بر اساس جدول ۲ نقشه وضعیت فعلی بیابان‌زایی به دست آمد (۳).

$$DM = (CI \times WEI)^{1/2} \quad (1)$$

که در آن DM^1 : وضعیت بالفعل بیابان‌زایی، CI^2 : معیار اقلیم و WEI^3 معیار فرسایش بادی می‌باشد.

از آنجا که عوامل تاثیرگذار بر پدیده بیابان‌زایی بسیار متنوع بوده و از اقلیمی به اقلیم دیگر و از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت است از این رو باید تلاش کرد تا در هر زیست اقلیمی با توجه به تمامی شرایط حاکم بر سرزمین، اصلی‌ترین عامل تشدیدکننده بیابان‌زایی را تعیین و معرفی کرد.

در روش IMDPA سعی شده شاخص‌هایی ارزیابی و ارزش‌دهی شوند که با فرآیند فرسایش بادی و اقلیم رابطه مستقیم دارند. بر اساس نقشه واحدکاری تهیه شده برای منطقه، ۱۷ رخساره ژئومورفولوژی تفکیک و هر رخساره به عنوان واحد اصلی ارزیابی بیابان‌زایی در نظر گرفته شده است (رخساره مناطق مسکونی از موارد ارزیابی حذف گردید). شاخص‌ها پس از عملیات میدانی، وزن‌دهی و نمره‌دهی شدند به شاخص‌های مورد مطالعه با توجه به شرایط منطقه وزنی بین صفر تا چهار اختصاص داده شد. چگونگی وزن‌دهی به صورت خطی و نسبت برابر بوده به طوری که ارزش صفر بهترین و ارزش چهار بدترین وزن بوده است (۳). با استفاده از GIS و امتیاز-دهی مدل IMDPA (جدول ۱) برای هر شاخص با توجه به وزن‌دهی انجام شده یک نقشه تهیه شد. در این مطالعه برای به دست آوردن نقشه شاخص‌ها، معیارها و نقشه نهائی شدت بیابان‌زایی، نقشه واحد-کاری در محیط ArcGIS از حالت وکتوری به رستری تبدیل شد (به

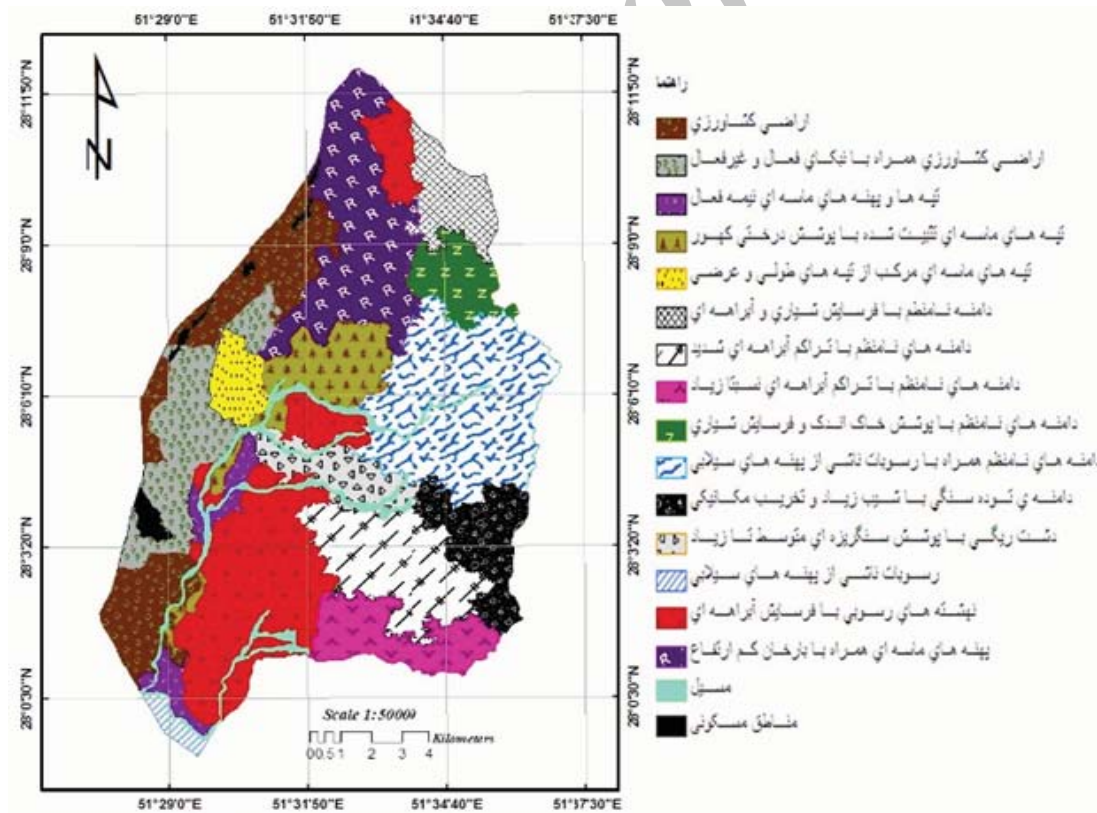
1- Desertification Map
2- Climate Index
3- Wind Erosion Index

جدول ۱ شاخص‌های مربوط به معیار فرسایش بادی و اقلیم جهت ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی

معیار	نوع شاخص	کم (۰-۱/۵)	متوسط (۱/۶-۲/۵)	شدید (۲/۶-۳/۵)	خیلی شدید (۳/۶-۴)
فرسایش بادی	شدت فرسایش (Ton)	<۲۵	۲۵-۵۰	۵۰-۸۰	>۸۰
	درصد پوشش غیر زنده (MC)	>۸۰	۴۰-۸۰	۲۰-۴۰	<۲۰
	درصد پوشش گیاهی (PC) تعداد روزهای طوفانی گرد و غبار (DSI)	>۴۰	۲۰-۴۰	۱۰-۲۰	<۱۰
اقلیم	حدود بارش سالانه (mm)	۲۸۰<	۱۵۰-۲۸۰	۷۵-۱۵۰	<۷۵
	شاخص خشکی	۱۵۰-۱۸۰	۱۵۰-۱۲۰	۱۲۰-۹۰	۰-۹۰
	تداوم خشکسالی (سال)	۴ تا ۳	۶ تا ۵	۷ تا ۶	بیشتر از ۷

جدول ۲- طبقه‌بندی شدت بیابان‌زایی مناطق حساس بیابان‌زایی در نقشه نهائی

ردیف	دامنه ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس شدت بیابان‌زایی
۱	۰ - ۱/۵	کم و ناچیز	I
۲	۱/۶ - ۲/۵	متوسط	II
۳	۲/۶ - ۳/۵	شدید	III
۴	۳/۶ - ۴	بسیار شدید	IV



شکل ۲- نقشه واحدکاری منطقه مورد مطالعه

جدول ۳ - واحدهای کاری در منطقه مورد مطالعه

واحد	واحد	تپ	کد	رخساره	مساحت ha	شاخص غالب در بیابان زایی	واحد کاری
۱			۱-۱-۱	دامنه‌ی توده سنگی با شیب زیاد و تخریب مکانیکی	۹۷۰/۳۶	درصد پوشش گیاهی	۱
۲			۲-۱-۱	دامنه‌های نامنظم با تراکم آبراهه‌های نسبتاً زیاد	۶۹/۶۳	تداوم خشکسالی	۲
۳		کوه	۳-۱-۱	دامنه‌های نامنظم با تراکم آبراهه‌های زیاد	۱۰۵۲/۸۳	تداوم خشکسالی	۳
۴		(۱-۱)	۴-۱-۱	دامنه نامنظم با فرسایش شیار و آبراهه ای	۷۶۳/۵۳	تداوم خشکسالی	۴
۵			۵-۱-۱	دامنه‌های نامنظم با پوشش خاک اندک و فرسایش شیار	۱۶۶۹/۰۹	تداوم خشکسالی	۵
۶	کوهستان (۱)		۱-۲-۱	تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای نیمه‌فعال	۵۰۴/۱۹	درصد تراکم پوشش غیر زنده	۶
۷			۲-۲-۱	تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده با پوشش درختی کهور	۴۱۹/۹۴	درصد تراکم پوشش غیر زنده	۷
۸		تپه	۳-۲-۱	تپه‌های ماسه‌ای مرکب از تپه‌های طولی و عرضی	۵۰۹/۲۱	درصد تراکم پوشش غیر زنده	۸
۹		(۲-۱)	۴-۲-۱	پهنه‌های ماسه‌ای همراه با بارخان کم ارتفاع	۲۲۰۰/۱۶	درصد پوشش گیاهی	۹
۱۰		دشت سر	۱-۱-۲	دشت ریگی با پوشش سنگ‌ریزه‌ای متوسط تا زیاد	۷۶۰/۰۴	تداوم خشکسالی	۱۰
۱۱		فرسایشی (۱-۲)	۲-۱-۲	دامنه‌های نامنظم همراه با رسوبات ناشی از پهنه‌های سیلابی	۳۶۰۲/۰۹	تداوم خشکسالی	۱۱
۱۲		دشت سر	۱-۲-۲	نهشته‌های رسوبی با فرسایش آبراهه‌ای	۳۷۰۲/۳۸	تداوم خشکسالی	۱۲
۱۳		ایپانداز (۲-۲)	۲-۲-۲	رسوبات ناشی از پهنه‌های سیلابی	۱۱۶/۲۳	تداوم خشکسالی	۱۳
۱۴	دشت سر (۲)		۱-۳-۲	اراضی کشاورزی همراه با نبکای فعال و غیرفعال	۱۶۱۶/۸۴	تداوم خشکسالی	۱۴
۱۵		دشت سر	۲-۳-۲	اراضی کشاورزی	۲۰۱۳/۶۱	تداوم خشکسالی	۱۵
۱۶		پوشیده (۳-۲)	۳-۳-۲	مسیل	۶۰۸/۳۳	تداوم خشکسالی	۱۶
۱۷			۴-۳-۲	مناطق مسکونی	۲۱۲/۶۶	-	۱۷

$$DSI = (5SD) + MD + \frac{LED}{20} \quad (2)$$

که در آن DSI^۱: شاخص تعداد روزهای غبار ناک، SD^۲: تعداد روزهای طوفانی گرد و خاک با قدرت دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر، MD^۳: تعداد روزهای طوفانی گرد و خاک با قدرت دید افقی ۱۰۰۰-۲۰۰ متر و LDE^۴: تعداد روزهای غبار آلود ناشی از گرد و خاک با قدرت دید بیش از ۱۰۰۰ متر و دانسیته غبار بیش از ۰/۱۵ گرم بر متر مکعب می‌باشد.

شدت فرسایش بادی

برای تعیین شدت فرسایش بادی در هر یک از واحدهای کاری منطقه، از روش تجربی IRIFR (۴) استفاده شد. در این مدل که از نوع تجربی است ۹ عامل موثر در برآورد فرسایش بادی مورد ارزیابی و امتیازدهی قرار گرفت و متناسب با شدت یا ضعف هر یک از عوامل و تاثیر آن در رسوب‌زایی، امتیازی بر اساس جداول مربوطه داده شد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جمع جبری اعداد به دست آمده در

شاخص‌های ارزیابی معیار فرسایش بادی

تعداد روزهای طوفانی گرد و غبار (DSI)

برای تهیه لایه اطلاعاتی این شاخص با توجه به محل قرار گرفتن ایستگاه‌های هواشناسی، منطقه مورد مطالعه به زیرحوزه‌های که تحت تاثیر این ایستگاه‌ها هستند تقسیم شده و بر اساس جدول ۱ ارزش هر زیرحوزه تعیین شد. اما در منطقه مورد مطالعه به دلیل نبودن ایستگاه سینوپتیک و آمار کافی از نزدیکترین ایستگاه (ایستگاه سینوپتیک بوشهر) با شرایط مشابه منطقه مورد مطالعه و دارای آمار مناسب مربوط به باد، استفاده شد. برای شاخص DSI روزهای با سرعت بیش از ۱۵ متر بر ثانیه و دید کمتر از ۱۰۰۰ متر در نظر گرفته شد (۱۶). اسکوارز (۱۹۹۵) یکی از شاخص‌های مهم تعیین میزان غبارناکی هوا را DSI معرفی کرد. به کمک این شاخص می‌توان با استفاده از داده‌های ایستگاه هواشناسی به تغییرات و شدت فرسایش بادی در منطقه پی برد. برای این شاخص کلیه روزهای غبار آلود و یا طوفان گرد و غبار با توان دید افقی در نظر گرفته شد و با اعمال ضرایبی، ارزش همگی به معادل روزهای گرد و غبار با دید افقی ۱۰۰۰ متر تبدیل شد. سپس شاخص DSI بر اساس فرمول زیر برآورد گردید (۱۲).

- 1- Dust Storm Index
- 2- Sandy Dust
- 3- Moderate Dust
- 4- Local Dust Events

$$Y = -96.19 \ln(x) + 404.67 \quad (4)$$

$$UTI = -1.90 \times 10^{-3} Y^2 + 1.23 Y - 124$$

که در آن، Y: رابطه میان شاخص خشکی دومارتن، BGI برای شرایط ایران (Y)، x: شاخص خشکی دومارتن و UTI: شاخص خشکی تهران است.

(۵) $(\text{تداوم خشکسالی} \times \text{شاخص خشکی} \times \text{بارندگی سالانه}) = \text{معیار اقلیم}$

نتایج

نتایج ارزیابی معیار فرسایش بادی

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص DSI

برای کل منطقه مورد مطالعه DSI بر اساس آمار ۱۰ ساله ایستگاه سینوپتیک بوشهر به دست آمد. به دلیل متفاوت بودن منطقه از لحاظ توپوگرافی و میزان سنگریزه سطحی، این شاخص در واحدهای همگن مطالعاتی امتیازدهی شد به طوری که واحدهای همگن واقع در بخش غربی منطقه با درصد شیب کم و فاقد سنگریزه سطحی، تعداد روز-های با طوفان گرد و خاک ۴۸ روز در سال در نظر گرفته شده و امتیاز آن در لایه اطلاعاتی DSI معادل ۳/۱۴ و مابقی منطقه شامل مناطق کوهستانی و پرشیب، با سنگریزه سطحی بیشتر بوده، تعداد روزهای طوفانی گرد و خاک بین ۳۰-۱۰ روز در سال در نظر گرفته شد و امتیاز آن در لایه اطلاعاتی DSI معادل ۱/۸۲ بود. با توجه به دامنه امتیاز-دهی مدل IMDPA این لایه اطلاعاتی در دو کلاس متوسط (۳۱/۷۴ درصد) و شدید (۶۸/۲۵ درصد) قرار گرفت.

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص شدت فرسایش

لایه اطلاعاتی شدت فرسایش بادی به کمک مدل اریفر از چهار کلاس کم (۴/۵۱ درصد)، متوسط (۳۰/۴۵ درصد)، شدید (۲۵/۰۱ درصد) و بسیار شدید (۴۰/۰۲ درصد) تشکیل شده است. نتایج مدل اریفر در جدول ۴ ارائه گردیده است.

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص درصد پوشش غیر زنده

لایه اطلاعاتی درصد تراکم پوشش غیر زنده (سنگریزه بزرگتر از ۲ میلی متر) در سطح خاک (MC) از سه کلاس متوسط (۳۸/۵۴ درصد)، شدید (۳۲/۷۸ درصد) و بسیار شدید (۲۸/۶۷ درصد) تشکیل شده است.

نتایج تجزیه و تحلیل شاخص درصد پوشش گیاهی

لایه اطلاعاتی درصد پوشش گیاهی (PC) از چهار لایه اطلاعاتی کم (۲۵/۶۲ درصد)، متوسط (۱۸/۹۱ درصد)، شدید (۲۹/۵۸ درصد) و بسیار شدید (۲۵/۸۸ درصد) تشکیل شده است.

هر رخساره نشان دهنده شدت فرسایش بادی خواهد بود. از روی مجموع اعداد به دست آمده میزان رسوبدهی واحدکاری در حوزه آبخیز برآورد شد (۱). روش ارزیابی در منطقه مورد مطالعه بدین صورت بود که امتیاز هر یک از عوامل نه گانه در واحدکاری مشخص و در نهایت با بهره گیری از میانگین وزنی امتیاز هر عامل و سرانجام همه عوامل موثر در فرسایش تعیین شد که منجر به مشخص شدن کلاس فرسایش بادی و میزان جابجایی خاک و هدر رفت آن گردید (۱). عوامل نه گانه مدل اریفر در جدول ۴ ارائه شده است. برای تهیه لایه اطلاعات پوشش غیر زنده (سنگریزه بزرگتر از ۲ میلی متر) در سطح خاک (MC^۱) و لایه تراکم پوشش گیاهی (PC^۲) از نقشه تیپ-بندی گیاهی به عنوان نقشه پایه استفاده شد و امتیازدهی به عوامل بر اساس بازدید صحرایی در هر واحدکاری بر اساس جدول ۱ انجام شد. سپس از میانگین هندسی لایه های تهیه شده بر اساس فرمول ۳، نقشه معیار فرسایش بادی به دست آمد (۳).

$(3) \text{ شدت فرسایش} \times \text{تعداد روزهای طوفانی} = \text{معیار فرسایش بادی}$
 $(\text{درصد تراکم پوشش غیرزنده} \times \text{درصد پوشش گیاهی})^{1/4}$

شاخص های ارزیابی معیار اقلیم

معیار اقلیم به وسیله پارامترهایی که در دسترسی گیاه به آب از قبیل میزان بارش، شاخص خشکی و تداوم خشکسالی موثرند ارزیابی شد. مقدار بارندگی سالانه، صرف نظر از نحوه توزیع آن در ایام سال، شاخص کلی مناسبی برای ارزیابی مولفه بارندگی است. با توجه به اینکه در بسیاری از منابع، آستانه ۲۸۰ میلی متر بارش سالانه را آستانه برای رشد گیاه و فرسایش خاک در نظر گرفته اند (۱۵). در ایران هم همین حدود بارش سالانه را در نظر می گیرند ولی به جای سه طبقه، در مدل مورد بررسی چهار کلاس برای ارزیابی بارش در نظر گرفته شده است. ارزیابی شاخص خشکی با استفاده از شاخص خشکی دانشگاه تهران UTI^۳ (با الهام از شاخص BGI^۴) صورت گرفت (رابطه ۴). محاسبه این شاخص با استفاده از داده های هواشناسی که به راحتی از ایستگاه های هواشناسی به دست می آید صورت می گیرد (۷). تداوم خشکسالی با استفاده شاخص معیار بدون بعد (SIAP^۵) تعیین گردید (۶). بر طبق مدل IMDPA، شاخص خشکی و استمرار خشکسالی به چهار کلاس تقسیم شده و امتیاز آنها بر اساس تاثیرشان در تخریب اراضی می باشد (جدول ۱). در نهایت از میانگین هندسی لایه های تهیه شده بنا به فرمول ۵، نقشه معیار اقلیم به دست آمد (۳).

- 1- Material Cover
- 2- Plant Cover
- 3- University of Tehran Index
- 4- Bagnold _Gosen Index
- 5- Standard Index of Annual Precipitation

جدول ۴- امتیاز عوامل ۹ گانه و کلاس فرسایش بادی در مدل اریفر در منطقه بردخون

کلاس فرسایش	جمع امتیازات	مدیریت و استفاده از زمین	نوع و پراکنش نهشته های بادی	رطوبت خاک	شکل اراضی و پستی و بلندی	آثار فرسایشی سطح خاک	سنگ شناسی	انبوهی پوشش گیاهی	عامل خاک و پوشش سطح آن	سرعت و وضعیت باد	کد واحد کاری
II	۲۴	-۳	۲	۲	۳	۳	۴	۶	-۳	۴	۱
II	۴۱	-۳	۲	۳	۴	۳	۶	۱۵	-۵	۸	۲
II	۳۶,۵	-۲	۴	۲	۴	۶	۵	۸	۰	۷,۵	۳
III	۵۲	۷	۵	۴	۵	۶	۶	۰	۵	۱۴	۴
II	۳۳	-۴	۴	۳	۴	۵	۷	۳	۲	۵	۵
IV	۱۱۰	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۵	۱	۱۵	۱۵	۲۰	۶
IV	۸۲	۵	۷	۸	۷	۸	۹	۱۴	۴	۲۰	۷
IV	۱۱۰	۵	۱۰	۱۰	۱۰	۱۵	۱	۱۵	۱۵	۲۰	۸
IV	۹۵	۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۳	۱	۱۲	۱۰	۲۰	۹
III	۵۵	۰	۴	۶	۶	۵	۸	۸	۳	۱۵	۱۰
II	۴۶	-۲	۴	۴	۴	۶	۷	۷	۴	۱۰	۱۱
III	۷۵	۵	۵	۸	۸	۹	۸	۳	۱۰	۱۹	۱۲
III	۸۳	۶	۵	۱۰	۱۰	۵	۷	۱۱	۱۰	۱۹	۱۳
IV	۱۰۲	۹	۷	۱۰	۸	۱۲	۹	۱۴	۱۵	۱۸	۱۴
IV	۱۰۳	۱۱	۷	۱۰	۹	۱۰	۱	۱۳	۱۵	۱۸	۱۵
III	۷۹	۵	۵	۷	۹	۱۰	۷	۱۰	۹	۱۷	۱۶

جدول ۵- متوسط ارزش عددی شاخص های معیار فرسایش بادی

معیار	شاخص مورد نظر	متوسط ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس شدت بیابان‌زایی
فرسایش بادی	شدت فرسایش محاسبه شده با مدل اریفر (Ton)	۳/۰۱	شدید	III
	درصد تراکم پوشش غیر زنده (MC)	۳/۰۲	شدید	III
	درصد پوشش زنده (PC)	۲/۷۸	شدید	III
	تعداد روزهای طوفانی گرد و غبار (DSI)	۲/۷۵	شدید	III

عددی ۳/۷۵ و شاخص تداوم خشکسالی با ارزش عددی ۳/۶۵ برای کل منطقه مورد مطالعه و در همه رخساره‌ها یکسان برآورد گردید. ارزیابی و تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی منطقه نشان داد که شاخص میزان بارش در شرایط متوسط و شاخص خشکی در کلاس بسیار شدید و تداوم خشکسالی از نظر شدت بیابان‌زایی در کلاس بسیار شدید قرار می‌گیرد که در جدول ۶ نشان داده شده است. به طور کلی معیار اقلیم برای کل منطقه با ارزش عددی ۳/۱۵ در کلاس شدید می‌باشد که از عامل‌های اصلی تخریب اراضی و بیابانی شدن منطقه است.

$$3/15 = (2/37 \times 3/75 \times 3/65)^{1/3} = \text{معیار اقلیم}$$

پس از ارزیابی شاخص‌های مورد بررسی معیار فرسایش بادی، مشخص شد که در منطقه مورد مطالعه، معیار فرسایش بادی با ارزش عددی ۲/۸۸ در کلاس شدید قرار دارد و شاخص درصد تراکم پوشش غیر زنده با ارزش عددی ۳/۰۲ در کلاس شدید قرار داشته و بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه داشته است (جدول ۵).

$$2/88 = (2/78 \times 3/01 \times 2/75 \times 3/02)^{1/4} = \text{معیار فرسایش بادی}$$

نتایج ارزیابی معیار اقلیم

پس از بررسی آمار ایستگاه‌های بارندگی موجود در منطقه، شاخص میزان بارش با ارزش عددی ۲/۳۷، شاخص خشکی با ارزش

جدول ۶- متوسط ارزش عددی شاخص‌های معیار اقلیم

معیار	شاخص مورد نظر	متوسط ارزش عددی	وضعیت بالفعل بیابان‌زایی	کلاس شدت بیابان‌زایی
اقلیم	حدود بارش سالانه (mm)	۲/۳۷	متوسط	II
	شاخص خشکی	۳/۷۵	بسیار شدید	IV
	تداوم خشکسالی	۳/۶۵	بسیار شدید	IV

جدول ۷- توزیع فراوانی کلاس‌های شدت وضعیت فعلی بیابان‌زایی

طبقه بندی کیفی شدت بیابان‌زایی	علامت	دامنه ارزش		مساحت هکتار	درصد
		عدد	عدد		
مناطق مسکونی	U	۰	۰	۲۱۲/۶۶	۰/۹۹
ناچیز و کم	I	۰ - ۱/۵	۰	-	-
متوسط	II	۱/۶ - ۲/۵	۱/۶	۶۷۹۲/۶۴	۳۱/۷۴
شدید	III	۲/۶ - ۳/۵	۲/۶	۱۳۴۰۷/۷۸	۶۲/۶۲
بسیار شدید	IV	۳/۶ - ۴	۳/۶	۹۹۷/۰۸	۴/۶۵

تعیین کلاس شدت بیابان‌زایی

دامنه امتیازدهی برای تعیین کلاس‌های شدت بیابان‌زایی بر اساس جدول ۲ صورت گرفت. همان‌طور که ذکر گردید اولویت‌بندی مکانی تخریب اراضی با استفاده از دو معیار و ۷ شاخص موثر در آنها انجام شد. نقشه شدت بیابان‌زایی فعلی نشان داد که ۳۱/۷۴ درصد از مساحت منطقه در کلاس متوسط، ۶۲/۶۲ درصد کلاس شدید و ۴/۶۵ درصد در کلاس بسیار شدید بیابان‌زایی قرار دارد (شکل ۳ و جدول ۷). بر پایه معیارهای مورد بررسی، میانگین ارزش کمی شدت بیابان‌زایی در منطقه $DM = ۳/۰۱$ تعیین شد که نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی شدید در منطقه می‌باشد. نحوه محاسبه امتیاز نهایی پتانسیل بیابان‌زایی از طریق روی هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی در محیط GIS بر اساس رابطه‌ی ۱ صورت گرفت.

$$DM = (۳/۱۵ \times ۲/۸۸)^{1/2} = ۳/۰۱$$

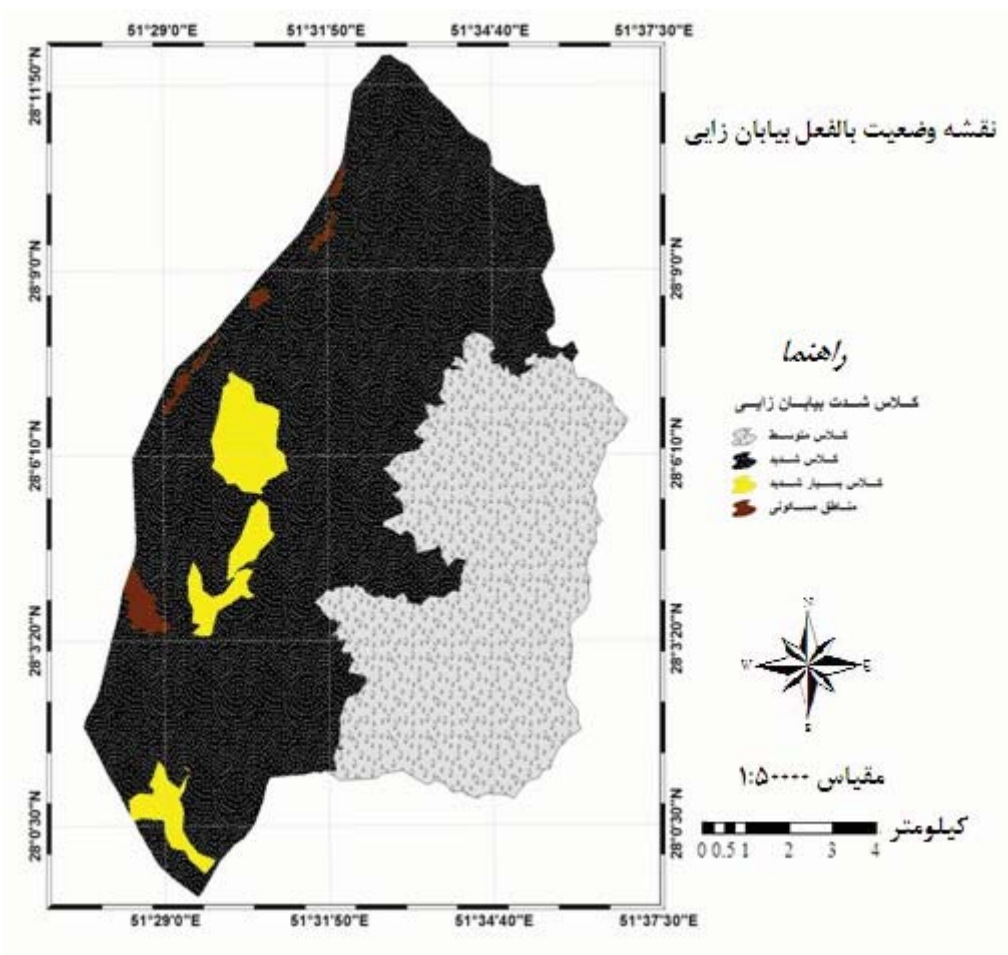
نتیجه گیری

در چند دهه گذشته مهم‌ترین معیار بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه معیار فرسایش بادی بوده است که امروزه به علت اقدامات گسترده بیابان‌زدایی که به منظور تثبیت ماسه‌های روان و کنترل فرسایش بادی در منطقه صورت گرفته، فرسایش بادی تا حد زیادی کنترل شده است و از شدت آن کاسته شده است. منطقه مورد مطالعه از نظر اقلیم جزء مناطق خشک و از لحاظ بارندگی فقیر است. اقلیم و بارندگی نامناسب، از تشکیل و تحول خاک و استقرار پوشش گیاهی مناسب در این منطقه جلوگیری می‌کند. تمام این عوامل به تشدید فرسایش بادی و افزایش پدیده بیابان‌زایی کمک می‌کنند. با توجه به ارزیابی صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه، نتایج نشان داد که شدت تخریب اراضی در کلیه واحدهای کاری در سه کلاس متوسط ۳۱/۷۴

درصد (۶۷۹۲/۶۴ ha) و شدید ۶۲/۶۲ درصد (۱۳۴۰۷/۷۸ ha) و بسیار شدید ۴/۶۵ درصد (۹۹۷/۰۸ ha) می‌باشند (شکل ۳). به طوری که واحدهای کاری شماره ۶ و ۸ با بیشترین ارزش کمی که دارند بیشترین اثر تخریبی ناشی از فرسایش بادی و اقلیم در آنها وجود داشته و واحدهای کاری ۹، ۱۳، ۱۲، ۱۰، ۱۴، ۱۵، ۲، ۷، ۴، ۳، ۱۱ و ۵ به ترتیب با دارا بودن کمترین ارزش کمی، کمترین اثر تخریبی را در خود دارند (جدول ۳). وجود چنین شرایطی را می‌توان به دلایل چندی از قبیل عمق خیلی کم خاک، بافت شنی خاک، وجود توپوگرافی مناسب جهت کشت و زرع و وجود اراضی بایر در هنگام وقوع وزش باد در قسمت غربی منطقه و نیز وجود عوامل بازدارنده جهت فرسایش بادی از قبیل وجود مناطق صخره‌ای و... که شرایط را جهت افزایش و کاهش روند بیابان‌زایی مهیا می‌نمایند، ذکر نمود. در مورد شاخص‌های موثر در بیابان‌زایی مشخص شد که حداکثر ارزش عددی مربوط به شاخص خشکی با ارزش عددی ۳/۷۵ می‌باشد که از نظر کلاس شدت بیابان‌زایی در کلاس بسیار شدید قرار دارد و کمترین امتیاز مربوط به شاخص حدود بارش سالانه با ارزش عددی ۲/۳۷ می‌باشد که در کلاس شدت بیابان‌زایی متوسط قرار داد. با توجه به مقایسه دو معیار اقلیم و فرسایش بادی، شاخص‌های معیار اقلیم در کل رخساره‌ها به جز رخساره دامنه‌ی توده سنگی با شیب زیاد و تخریب مکانیکی، رخساره تپه‌ها و پهنه‌های ماسه‌ای نیمه‌فعال، رخساره تپه‌های ماسه‌ای تثبیت شده با پوشش درختی کهور و رخساره تپه‌های ماسه‌ای مرکب از تپه‌های طولی و عرضی بر شاخص‌های معیار فرسایش بادی غالب بوده و معیار اقلیم عامل اصلی در تشدید فرایند بیابان‌زایی منطقه می‌باشد. همچنین بر پایه معیارهای مورد بررسی، میانگین ارزش کمی شدت بیابان‌زایی در کل منطقه مورد مطالعه، $DM = ۳/۰۱$ تعیین شد که نشان‌دهنده شدت بیابان‌زایی شدید در منطقه می‌باشد. با مقایسه نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج

برخوردار است. و می‌تواند به عنوان روش مناسبی برای ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی مناطق مختلف ایران مدنظر قرار گیرد. بر خلاف سایر مدل‌ها که تعیین شدت بیابان‌زایی در آنها با توجه به معیار غالب صورت می‌گیرد، در این روش شدت تمام معیارهای مورد بررسی دخالت داده می‌شود و با توجه به کلیه معیارها وضعیت فعلی بیابان‌زایی مشخص می‌گردد. با توجه به بازدهی‌های صحرائی بعمل آمده از منطقه و نظر به اینکه بخش اعظم منطقه مورد مطالعه در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد پیشنهاد می‌شود با اجرای طرح‌های بیولوژیکی و مکانیکی از پیشروی فرایند بیابان‌زایی جلوگیری شود.

تحقیق منصوری در دشت قره قشلاق بناب (۱۱)، بهی در حسین آباد فداغ در استان فارس (۷)، ذوالفقاری در منطقه جزینک سیستان (۱۰) متوجه می‌شویم که به نتایج مشابهی دست یافته شده است و فاکتور-های اقلیمی (خشکی و تداوم خشکسالی) در تمام سطح مناطق مورد مطالعه تاثیر شدیدی در بیابان‌زایی داشته‌اند، و لذا کنترل عوامل طبیعی موثر در بیابانی‌شدن از دست بشر خارج می‌باشد. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق و مقایسه نتایج حاصل از روش ذکر شده با شرایط منطقه آشکار می‌شود که مدل IMDPA و شاخص‌های مورد بررسی آن برای منطقه مورد مطالعه مناسب و از کارائی خوبی



شکل ۳- وضعیت بالفعل بیابان‌زایی منطقه بردخون با تاکید بر فرسایش بادی و اقلیم

منابع

- ۱- احمدی ح. ۱۳۸۵. ژئومورفولوژی کاربری، فرسایش بادی، جلد ۲، انتشارات دانشگاه تهران: ۶۲۵ص.
- ۲- احمدی ح، اختصاصی م.ر، گلکاریان ع، و ابریشم ا. ۱۳۸۵. ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس تغییر یافته در منطقه مخرآباد-مهریز (یزد). مجله منابع طبیعی ۵۹: ۵۱۹-۵۳۲.
- ۳- اختصاصی م. ر. و احمدی ح. ۱۳۸۴. متدولوژی طرح تدوین شرح خدمات جامع تعیین معیارها و شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی در ایران (بخش فرسایش بادی).

- ۴- اختصاصی م. ر. و احمدی ح. ۱۳۷۴. روش طبقه بندی نوع و شدت بیابان‌زایی اراضی در ایران.
- ۵- بحرینی ف. ۱۳۹۰. ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل‌های ESAs و IMDPA در حوزه آبخیز بردخون. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل. ۱۲۶ص.
- ۶- بذرافشان ج. ۱۳۸۱. بررسی شاخص‌های خشکسالی در اقلیم‌های مختلف ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد هواشناسی کشاورزی، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۶۵ص.
- ۷- بهی م.ج. ۱۳۸۹. ارزیابی و تهیه نقشه شدت بیابان‌زایی به روش ESAs در منطقه حسین آباد فداغ، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل. ۱۱۸ص.
- ۸- خلیلی ع. ۱۳۸۲. گزارش طرح ملی شورای پژوهش‌های علمی کشور.
- ۹- ذاکری نژاد ر.، فلاح شمسی ر.، مسعودی م. و افضل‌ی ف.ا. ۱۳۸۹. ارزیابی شدت بیابان‌زایی از جنبه ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی و با استفاده از GIS مدل مطالعه موردی: زرین دشت فارس. چهارمین همایش ملی فرسایش و رسوب.
- ۱۰- ذوالفقاری ف. ۱۳۸۹. ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از روش IMDPA در دشت سیستان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه زابل: ۱۲۶ص.
- ۱۱- منصوری علی باد ع. ۱۳۸۲. ارزیابی بیابان‌زایی و آرایه مدل منطقه‌ای در جهت توسعه پایدار (مطالعه موردی: منطقه شکار ممنوع دشت قره قشلاق بناب)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. ۱۱۸ص.
- ۱۲- میری ع.، احمدی ح.، اختصاصی م.ر. و پهلوانروی ا. ۱۳۸۵. تشدید فرسایش بادی در نتیجه وقوع خشکسالی در شهرستان زابل. مجله جنگل و مرتع ۴۷: ۸۱-۴۰.
- 13- Depaola F. D., Ducci, C. and Giugni D. 2009. Soil erosion and desertification: a combined approach using RUSLE and ESAS models in the Tusciano basin (Southern Italy). 654-684.
- 14- God A., and Lofty I. 2008. Use of remote sensing and GIS in mapping the environmental sensitivity areas for desertification of Egyptian territory, Earth Discuss, Vol 3, Issue 1, 3(1): 41- 85.
- 15- Kosmas C., Krikby M., and Geeson C. 1999. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Office for Official Publications' of the European Communities. European Communities. P: 94.
- 16- UNITED Nation. 2001. UNNCD, Global Alarms: Dust and Sand Storms from the Worlds dry land. P: 105.
- 17- Yassoglou C., Nicholas J., Kossmas C. 2001. Desertification in the Mediterranean Europe, case study in Greece, No 200. MEDALUS Report: 454-475.
- 18- Zhu D., Wang T.W., Cai C.F., Li L., and Shi Z.H. 2009. Large-scale assessment of soil erosion using a neuro-fuzzy model combined with GIS: A case study of Hubei Province, China. Land degrade develop, 20: 654-666.

Spatial Prioritization of Land Degradation Using IMDPA Model with Emphasis on Wind Erosion and Climate (Case Study: Bordekhun Region of Boushehr)

F. Bahreini^{1*} - A. Pahlavanravi² - A. Moghaddamnia³ - Gh. Rahi⁴

Received: 15-6-2011

Accepted: 29-4-2012

Abstract

Desertification and land degradation in arid, semi-arid and sub-humid dry regions, are a global environmental problem. Therefore, accurate assessment of desertification trend will be useful to prevent and eradicate these problems. The study area is located in Daiyer city of Boushehr province. In this study, in order to assess land degradation according to local conditions of the study area, two factors of wind erosion and climate were selected as the main factors affecting desertification. Assessment of desertification status in the study area was conducted on basis of these two factors and weighting indices according to the IMDPA model. After separating work units (Geomorphologic facies), numerical value of each index was determined for each work unit, a data layer for each index was prepared and the layer related to each factor was specified by calculating the geometric mean of its indices score. Then, desertification intensity map was created by combination and determination of geometric mean of factors. The results indicated that 31.74% of the studied area falls within the medium class, 62.62% in the severe class and 4.65% in very severe desertification intensity class. Work units 6 and 8 with maximum quantitative values were placed in first priority of degradation. The work units 9, 13, 12, 10, 14, 15, 2, 7, 4, 3, 1, 11 and 5 with minimum quantitative values had lower priorities, respectively. Among the studied indices, two indices of dryness and non-living cover density percentage were the most important factors causing the desertification in this region.

Keywords: Desertification Land degradation, Wind erosion, Climate, IMDPA

1,2,3-Assistant Professor, Associate Professor and Former MSc Student, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Respectively

(* - Corresponding Author Email: F_Bahreini88@yahoo.com)

4- Scientific Member, Research Center of Natural Resources, Watershed, Boushehr Province