



بررسی حساسیت اکوریجن‌های استان لرستان به بیابان‌زایی در چارچوب ارزیابی چرخه حیات

سمیه حیدرنژاد^{۱*}، ابوالفضل رنجبر فردوئی^۲، سید حجت موسوی^۳، روح‌الله میرزائی^۳

۱. دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

۲. دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

۳. استادیار دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه کاشان

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۳ اسفند ۱۳۹۵

پذیرش: ۲۹ فروردین ۱۳۹۶

دسترسی اینترنتی: ۱۰ خرداد ۱۳۹۶

واژه‌های کلیدی:

اکوریجن

بیابان‌زایی

چرخه حیات

خشکی

فرسایش

لرستان

چکیده

تخریب زمین و بیابان‌زایی در دهه اخیر تحت اثر متقابل عوامل آب و هوایی، تغییر کاربری اراضی و فشار انسان تشدید شده است. آگاهی از این‌که بیابان‌زایی در کدام اکوسیستم‌ها اتفاق می‌افتد مهم‌ترین مرحله کنترل و مقابله با این پدیده است. لذا هدف این پژوهش بررسی حساسیت اکوریجن‌های استان لرستان به بیابان‌زایی با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات است. به این منظور محدوده مطالعاتی به شش اکوریجن از نظر شرایط اقلیمی و تیپ غالب پوشش گیاهی طبقه‌بندی شد. سپس شاخص‌های خشکی، فرسایش آبی و استحصال مفرط از آب‌های زیرزمینی به عنوان معیارهای ارزیابی انتخاب شد. لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از شاخص‌ها با استفاده از سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. در نهایت متغیرهای انتخابی با نقشه اکوریجن تلفیق و شاخص توصیف برای هر یک از این متغیرها محاسبه و از مجموع این شاخص‌ها توصیف، شاخص توصیف کلی به دست آمد. نتایج نشان داد که اکوریجن ۵ (اقلیم خشک/گونه غالب گون) با مقدار شاخص توصیف ۱/۲۹ بیشترین حساسیت و اکوریجن ۱ (اقلیم خشک مجاور مرطوب/گونه غالب بلوط) مقدار شاخص توصیف ۰/۲۹ کمترین حساسیت به بیابان‌زایی را دارد. همچنین نتایج نشان داد که شاخص خشکی با ارزش ۲/۶۹ مؤثرترین شاخص در افزایش حساسیت منطقه به بیابان‌زایی است و بنابراین در برنامه‌ریزی، مدیریت و مقابله با بیابانی شدن باید به این مسأله توجه جدی داشت.

* s.heydarnejad110@yahoo.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

بیابان‌زایی عبارت است از کاهش استعداد اراضی که در اثر یک یا ترکیبی از فرآیندهای از قبیل فرسایش، تغییر کمیت و کیفیت منابع آب، تخریب پوشش گیاهی، باتلاقی شدن و غیره، توسط عوامل اقلیمی و انسانی ایجاد می‌شود (۱). افزایش فشار انسان در اکوسیستم‌های خشک باعث گسترش قابل توجه بیابان‌زایی در دهه‌های اخیر شده و مناطق بسیار بزرگی از جهان را درگیر کرده است (۲۴) و منجر به کاهش غیرقابل بازگشت بهره‌وری اراضی (۱۰)، کاهش توان تولیدی و تنوع زیستی سرزمین شود (۲۲). بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط فائو و یونپ، بیش از صد کشور جهان و بیش از ۳۳ درصد از سطح اراضی تحت تأثیر تخریب و بیابان‌زایی قرار دارند. در حدود ۹۳ درصد از مراتع در مناطق خشک به همراه ۴۷ درصد از اراضی کشاورزی دیم حاشیه مناطق خشک و درصد معنی‌داری از اراضی کشاورزی در این مناطق در معرض تخریب هستند (۱۳ و ۱۶). سطح وسیعی از کشور در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و در سال‌های اخیر تغییرات کاربری اراضی و فعالیت‌های غیراصولی انسانی شرایط را برای ایجاد پدیده بیابان‌زایی آماده نموده است و خسارات جبران‌ناپذیری را به همراه داشته است (۷ و ۱۴). بنابراین کنترل بیابان‌زایی، جلوگیری از پیشروی آن و مدیریت اکوسیستم‌های درگیر با این پدیده بیش‌ازپیش ضرورت دارد. شناسایی اکوسیستم‌های مستعد به بیابان‌زایی و میزان حساسیت آن‌ها، این امکان را فراهم می‌آورد که بر اساس میزان حساسیت اکوسیستم‌ها، بهره‌برداری پایدار از آن‌ها انجام شود (۱۹).

پدیده بیابان‌زایی معمولاً توسط روش‌های مختلفی از جمله مشاهده مستقیم، مدل‌ها و روش‌های ریاضی ارزیابی می‌شود. استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به منظور ارزیابی، پهنه‌بندی و به‌طور کلی بررسی مخاطرات طبیعی به‌ویژه پدیده بیابان‌زایی در حال گسترش است (۴، ۸ و ۹). روش ارزیابی چرخه حیات، یکی از روش‌هایی است که بر اساس وضعیت کاربری اراضی، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، در بررسی میزان

حساسیت‌پذیری اکوسیستم‌ها نسبت به پدیده بیابان‌زایی (۵) و همچنین به‌منظور بررسی اثرات زیست‌محیطی کالاها و خدمات به‌طور گسترده‌ای در حال افزایش است (۱۲ و ۲۰). چرخه حیات (Life Cycle) دوره‌ای است که شامل استخراج ماده اولیه، ساخت، بهره‌برداری و پسماند یک محصول یا سیستم تولیدی است. به طور کلی سازمان استاندارد جهانی (Standardisation International Organisation for) ارزیابی چرخه حیات (Life Cycle Assessment) را به صورت گردآوری و ارزیابی درون‌داده‌ها، برون‌داده‌ها و پیامدهای بالقوه زیست‌محیطی یک سیستم محصول در سراسر چرخه حیات آن تعریف می‌کند این روش شامل گام‌های تعریف هدف و دامنه کاربرد (Goal and Scope)، تجزیه و تحلیل موجودی (Life Cycle Inventory)، ارزیابی پیامد (Life Cycle Impact Assessment) و تفسیر (Interpretation) است (۲۵ و ۲۶).

مطالعاتی در ارتباط با ارزیابی تخریب اکوسیستم‌ها، با استفاده از روش چرخه حیات انجام شده است. بلانک و همکاران (۱۵) به‌منظور ارزیابی تخریب اکوسیستم‌ها یک روش تحلیلی ارائه کرد که شامل تعریف مسئله، انتخاب معیارهای مناسب و ایجاد چارچوب سازمان‌یافته‌ای از معیارها برای انتخاب روش مدیریتی مناسب است. کوئلنر و اسپولز (۱۸) مدلی را برای توصیف و کمی‌سازی اثر تخریب ناشی از تغییر و تصرف در سرزمین پیشنهاد دادند. با وجود آگاهی از این‌که بیابان‌زایی باید در مطالعات ارزیابی چرخه حیات بررسی شود، اما هنوز توافقی در زمینه روش‌های مورد استفاده و همچنین متغیرهای مورد استفاده، به دلیل کمبود یا در دسترس نبودن اطلاعات مورد نیاز وجود ندارد (۲۱). برای نخستین بار نانیز و همکاران (۲۱) با استفاده از چرخه حیات پدیده بیابان‌زایی را در مقیاس جهانی مورد ارزیابی قرار دادند و این پدیده را به‌عنوان یک اثر زیست‌محیطی در ارزیابی چرخه حیات معرفی کردند. ایشان در بررسی خود با به مقیاس درآوردن متغیرهای خشکی، آتش‌سوزی، فرسایش و بهره‌برداری مفرط آب‌های زیرزمینی به ارزیابی این پدیده پرداختند. با ترکیب شاخص خشکی و پوشش گیاهی غالب سطح جهان را به ۱۵ اکوریجن

بلوط در این استان شده است. از سوی دیگر توسعه شتاب‌زده که در اکثر موارد بدون داشتن گزارش‌های دقیق ارزیابی اکولوژیکی است، در کنار این عوامل باعث افزایش فرایند بیابان‌زایی در این استان شده است. در شرایط کنونی با توجه به اهمیت موضوع و مشکلات ناشی از وجود پدیده بیابان‌زایی که بیشتر نقاط استان را درگیر نموده است، ضروری‌تری نیاز، شناخت وضعیت موجود، آگاهی از میزان تخریب اکوسیستم‌های درگیر و شناسایی اکوسیستم‌های حساس است. لذا این پژوهش با هدف بررسی حساسیت‌پذیری استان لرستان به پدیده بیابان‌زایی بر اساس ارزیابی چرخه حیات، انجام شده است.

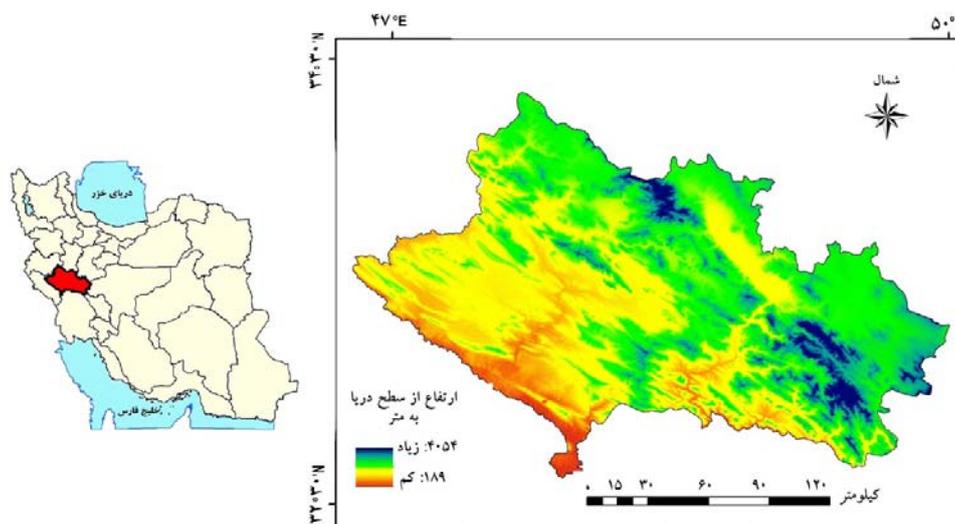
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی پژوهش را استان لرستان با مساحت ۲۸۳۲۹ کیلومترمربع را شامل می‌شود که در مختصات جغرافیایی بین ۵۱° ۴۶' و ۳۸' ۵۵° طول شرقی و ۳۷° ۳۲' و ۳۰' ۳۴° عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). توپوگرافی منطقه را کوهستان و دشت تشکیل می‌دهد. اشترانکوه با ۴۱۵۰ متر ارتفاع بلندترین نقطه استان در حدفاصل شهرستان‌های درود، ازنا و الیگودرز و پست‌ترین نقطه آن در جنوبی‌ترین ناحیه استان واقع شده و حدود ۵۰۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارد. لرستان به لحاظ اقلیم و هواشناسی یک استان چهار فصل است و دارای آب و هوای متنوعی است، این تنوع از شمال به جنوب و از شرق به غرب کاملاً محسوس است. اختلاف ثبت شده در شهرهای استان لرستان بین حداکثر و حداقل مطلق دما بیش از ۸۰ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر دمای ثبت شده ۴۷/۴ و حداقل دمای ثبت شده ۳۵- است. به جز نوار شمالی استان که بیشتر گستره آن را اراضی زراعی و مراتع تشکیل می‌دهند، سایر نواحی استان را غالباً جنگل‌های بلوط فراگرفته است.

طبقه‌بندی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد هشت اکوریجن از ۱۵ اکوریجن جهانی که شامل ۳۸ درصد مساحت جهانی است، خطر بیابان‌زایی دارد. نانیز و همکاران (۲۱) پیشنهاد دادند که برای تکمیل این مطالعه و معرفی پدیده بیابان‌زایی به‌عنوان یک اثر زیست‌محیطی در مطالعات چرخه حیات، ضرورت دارد این بررسی در سطح محلی نیز انجام شود. کلافر (۱۷) ضمن اشاره به چالش‌ها و شکاف‌های موجود در روش‌های ارزیابی چرخه حیات، این مساله را تأیید کرده و بیان نمود با وجود این‌که پدیده بیابان‌زایی مشکل شدیدی است اما این پدیده در مطالعات ارزیابی چرخه حیات نادیده گرفته می‌شود و تنها یک رویکرد ارزیابی اثر بیابان‌زایی در مطالعات چرخه حیات وجود دارد؛ لذا برای در نظر گرفتن بیابان‌زایی در ارزیابی چرخه حیات، باید روش نانیز در مقیاس محلی مورد مطالعه قرار گیرد.

شیروی و همکاران (۶) با استفاده از ارزیابی چرخه حیات حساسیت‌پذیری اکوریجن‌های خراسان رضوی را بررسی کردند. در این پژوهش شش شاخص اصلی ضریب خشکی، کاربری اراضی، فرسایش بادی، فرسایش‌پذیری خاک، شوری و پوشش گیاهی با استفاده از تکنیک دلفی انتخاب و ارزیابی شد. تمایز پژوهش حاضر با مطالعه شیروی و همکاران این است ایشان در طبقه‌بندی منطقه به اکوریجن، تنها از اقلیم منطقه استفاده نمودند. درحالی‌که در پژوهش حاضر از دو فاکتور اقلیمی شاخص خشکی و تیپ غالب پوشش گیاهی برای طبقه‌بندی اکوریجن‌ها استفاده شده است. همچنین از نظر معیارهای ارزیابی با هم متفاوت هستند. در سال‌های اخیر پدیده بیابان‌زایی در استان لرستان، به دلیل تخریب بیش از حد جنگل‌ها و عرصه‌های طبیعی، ناشی از تغییرات کاربری نادرست، قطع بی‌رویه، آتش‌سوزی‌های مکرر و بروز و گسترش انواع آفات شتاب بیشتری به خود گرفته است ... همچنین پدیده تغییر اقلیم، خشک‌سالی‌های پی در پی، وجود پدیده گرد و غبار، افزایش درجه حرارت، تغییر بارش‌ها از برف به باران و عدم تعادل در پراکنش بارندگی‌ها موجب تشدید تخریب و نابودی پوشش گیاهی مخصوصاً جنگل‌های



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در این پژوهش بر اساس روش چرخه حیات، در گام اول هدف از مطالعه که بررسی میزان حساسیت اکوریجن‌های استان لرستان به بیابان‌زایی است تعیین شد، در مرحله بعد شاخص‌های ارزیابی انتخاب و تجزیه و تحلیل گردید. مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ آمده است. بازه زمانی مورد مطالعه برای این تحقیق، بازه ۱۶ ساله طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ انتخاب شد. لایه‌های اطلاعاتی مربوط به هر یک از شاخص‌ها در محیط نرم‌افزار ArcGIS® 10.3 تهیه شد. سپس نقشه اکوریجن‌ها در این نرم‌افزار تهیه گردید و متغیرهای انتخابی با نقشه اکوریجن تلفیق و شاخص توصیف برای هر یک از این متغیرها محاسبه شد و از مجموع این شاخص‌های توصیف، شاخص توصیف کلی به‌دست آمد؛ و در نهایت ارزیابی حساسیت‌پذیری بیابان‌زایی انجام شد.

محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی باشد (۲۱). در این پژوهش پس از بررسی‌های لازم شاخص خشکی، استحصال مفراط از آب زیرزمینی و فرسایش به‌عنوان معیارهای ارزیابی انتخاب و داده‌های جمع‌آوری شده در محیط نرم‌افزار ArcGIS® 10.3 رقومی و آماده‌سازی شد.

شاخص خشکی

داده‌های اقلیمی تحقیق شامل متوسط دمای ماهیانه و بارش نه ایستگاه سینوپتیکی استان لرستان طی بازه زمانی ۱۶ ساله (۲۰۰۰-۲۰۱۵)، از سازمان هواشناسی کل کشور اخذ گردید. ابتدا با استفاده از رابطه تورنت وایت (Thornthwaite) میزان تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه گردید (۲۷). برای محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل ابتدا نمایه حرارتی ماهیانه از رابطه ۱ به‌دست آمد.

$$I_m = (T_m/5)^{1.51a} \quad [1]$$

که در این رابطه؛ I_m نمایه حرارتی ماهیانه و T_m متوسط دمای ماهانه درجه سانتی‌گراد است. اگر T_m منفی باشد، نمایه حرارتی برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود سپس با استفاده از رابطه ۲ نمایه حرارتی سالیانه محاسبه شد.

جمع‌آوری داده‌ها

در مرحله تجزیه و تحلیل موجودی چرخه حیات، باید متغیرهایی به‌عنوان ورودی جمع‌آوری و کمی‌سازی شوند؛ که این متغیرها باید نشان‌دهنده عوامل مؤثر بر بیابان‌زایی باشد، همچنین این متغیرها باید در دسترس بوده و قابل استفاده در

شاخص خشکی با استفاده از رابطه ترانسو (Transeau)

(رابطه ۵) محاسبه شد (۲۱).

$$I = \frac{P}{PET} \quad [5]$$

در این رابطه؛ I شاخص خشکی، P بارش سالانه و PET

تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه است که از رابطه تورنث وایت

محاسبه شد. سپس مقادیر به‌دست آمده برای این شاخص با

استفاده از نرم‌افزار ArcGIS[®] 10.3 و تابع IDW درون‌یابی شد.

$$I = \sum_{m=1}^{12} i_m \quad [2]$$

میزان تبخیر و تعرق پتانسیل هر ماه از رابطه ۳ محاسبه

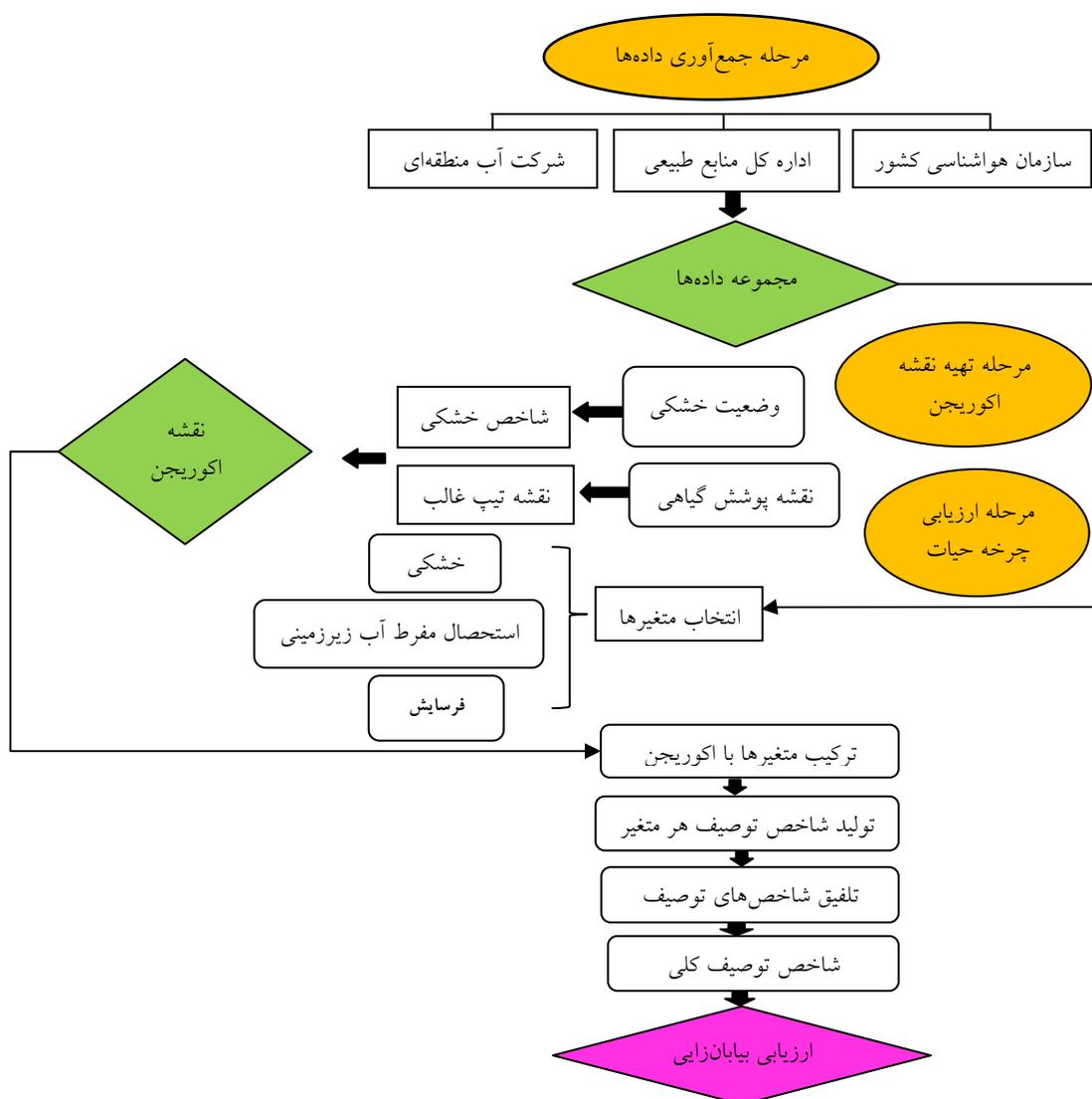
شد؛ که در آن N_m مقادیر اصلاحی برای عرض‌های مختلف

جغرافیایی در ماه‌های مختلف و مقدار ضریب a از رابطه ۴

محاسبه شد.

$$ET_m = 16N_m(10T_m/I)^a \quad [3]$$

$$a = (6.75 \times 10^{-7})I^3 - (7.71 \times 10^{-5})I^2 + 0.492 \quad [4]$$



شکل ۲. نمودار مراحل اجرای پژوهش

(۱) در بازه زمانی ۳۰ ساله (۱۳۵۹-۱۳۸۹) برای یازده آبخوان، لایه‌های رقمی ورودی و خروجی آبخوان‌های منطقه مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS[®] 10.3 و تابع IDW تهیه شد و با استفاده از تابع Raster calculator نسبت برداشت (خروجی) به تغذیه (ورودی) محاسبه شد. نقشه خروجی مقادیر این متغیر در نهایت نرمال شد. بیشترین مقدار عدد یک و کمترین مقدار عدد صفر داده شد.

شاخص استحصال مفرط آب‌های زیرزمینی (Aquifer over exploitation)

یکی از علل بیابانی شدن سرزمین‌های مناطق خشک بروز وضعیتی است که در آن متوسط نرخ برداشت آب از سفره بیشتر از متوسط تغذیه آن باشد (۱۱). در این پژوهش به منظور برآورد میزان بهره‌برداری مفرط از آب‌های زیرزمینی، با استفاده از آمار دریافتی از شرکت آب منطقه‌ای استان لرستان (جدول

جدول ۱. وضعیت آب‌های زیرزمینی محدوده مورد مطالعه

| نام | طول جغرافیایی | عرض جغرافیایی | ورودی (میلیون متر مکعب) | خروجی (میلیون متر مکعب) |
|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|-------------------------|
| الشر | ۴۸/۲۷ | ۳۳/۹ | ۶۵/۲ | ۶۶/۱ |
| انوج | ۴۹/۵۴ | ۳۳/۱۹ | ۲۲/۴۴ | ۲۲/۴۴ |
| ازنا - الیگودرز | ۴۹/۲ | ۳۳/۵ | ۱۲۴/۲۸ | ۱۲۷/۲۴ |
| درود - بروجرد | ۴۸/۹۸ | ۳۳/۷ | ۲۰۲/۱۲ | ۲۰۶/۰۲ |
| کوهدشت | ۴۷/۵۳ | ۳۳/۴۸ | ۲۲/۴۶ | ۲۷/۴۱ |
| چغلوئندی | ۴۸/۵۸ | ۳۳/۶ | ۶/۶۳ | ۶/۳۹ |
| خرم‌آباد | ۴۸/۳۷ | ۳۳/۵ | ۱۹/۳۱ | ۲۲/۲۴ |
| نورآباد | ۴۷/۸۵ | ۳۴/۱۲ | ۳۲/۸۳ | ۲۲/۸۳ |
| اشترینان | ۴۸/۶۴ | ۳۴ | ۳۲/۶۷ | ۳۴/۶۸ |
| پلدختر | ۴۷/۹۵ | ۳۳/۳۷ | ۳/۳۴ | ۳/۳۴ |
| رومشکان | ۴۷/۳۳ | ۳۳/۴۱ | ۹/۶۳ | ۱۱/۷۲ |

شاخص فرسایش

منطقه و طول دامنه در محیط نرم‌افزار ArcGIS[®] 10.3 توسط مدل رقمی ارتفاع تهیه شد. سپس با استفاده از رابطه ۶ ضریب توپوگرافی محاسبه شد (۲۳).

$$X=L^{0.5}(0.76+0.535+0.0765S^2)/25.65 \quad [6]$$

عامل فرساینده‌گی و قابلیت فرسودگی خاک برای

محاسبه این پارامتر دو عامل فرسودگی خاک (F) و انرژی جنبشی باران (E) مورد نیاز است. با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و رژیم بارشی منطقه مورد مطالعه از رابطه ۷ جنبشی باران محاسبه شد که در این رابطه P متوسط بارندگی سالیانه به میلی‌متر است.

فرسایش و عوامل رخداد آن، یکی از دلایل بیابانی شدن است. در این طرح میزان فرسایش آبی برحسب تن در هکتار در سال برای هر یک از اکوریجن‌ها با استفاده از مدل SLEMSA محاسبه شد. این مدل ترکیبی از سه متغیر ضریب توپوگرافی (X)، خاک از دست رفته توسط قابلیت فرسایش‌پذیری خاک (K) و انرژی جنبشی باران و خاک از دست رفته از سطح عریان (C) است (۳)؛ که در این مدل هر ضریب به صورت زیر تعیین گردید.

عامل توپوگرافی برای تعیین ضریب توپوگرافی که نشان‌دهنده پستی و بلندی و شکل زمین است، نقشه شیب

شاخص‌های ارزیابی بیابان‌زایی محاسبه شود. برای محاسبه شاخص‌های ارزیابی، نقشه اکوریجن و لایه‌های تهیه شده مربوط به هر شاخص، در محیط ArcGIS[®] 10.3 با استفاده از تابع Zonal statistic هم‌پوشانی شدند. در نهایت از جمع شاخص‌های ارزیابی هر متغیر شاخص توصیف کلی برای هر اکوریجن محاسبه شد؛ که مقدار شاخص توصیف کلی نشان دهنده اثر بیابان‌زایی در هر اکوریجن است. هریک از متغیرهای انتخاب شده در مرحله LCI بر مبنای رابطه ۸ و بر اساس رابطه ۱۲ کمی‌سازی گردید (۲۱).

[۱۲]

$$LCI_{Desertification} = V_{aridity} + V_{Erosion} + V_{aquifer\ over\ exploitation}$$

در این رابطه؛ $LCI_{Desertification}$ نشان‌دهنده شاخص بیابان‌زایی برای مرحله ارزیابی چرخه اثر (Life cycle Impact) است و $V_{aridity}$ ، $V_{Erosion}$ و $V_{aquifer\ over\ exploitation}$ به ترتیب مقادیر مربوط به شاخص‌های خشکی، فرسایش و شاخص استحصال مفرط از آب‌های زیرزمینی است. مجموع مقادیر متغیرهای مذکور بیان‌گر بیابان‌زایی بر اساس تعریف سازمان ملل (۱۹۹۴) است (۱۶). طبق تعریف مذکور و به‌عنوان یک قاعده کلی هرچه ارزش عددی $LCI_{Desertification}$ بزرگ‌تر باشد حساسیت‌پذیری به بیابان‌زایی بیشتر می‌شود.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از محاسبه شاخص خشکی نشان داد که محدوده مطالعاتی در سه طبقه اقلیمی خشک، نیمه‌خشک و خشک مجاور مرطوب قرار دارد (شکل ۳). نتایج نشان داد که ۵۰/۲۲ درصد طبقه خشک مجاور مرطوب با مساحت ۱۴۲۱۳/۵۲ کیلومترمربع، ۵۰ درصد منطقه مطالعاتی را در برمی‌گیرد. بعد از آن طبقه نیمه‌خشک با مساحت ۱۱۶۵۳/۱۸ کیلومترمربع ۴۱/۱۷ درصد مساحت منطقه را شامل می‌شود. طبقه خشک هم با مساحت ۲۴۳۳/۶۸ کیلومترمربع ۸/۵۹ درصد مساحت منطقه و کم‌ترین مساحت را در بر گرفته است.

$$E=17.368 \times P \quad [۷]$$

قابلیت فرسودگی خاک از روش ایلویل (Elwell) با استفاده از ویژگی خاک‌های منطقه محاسبه شد. پس از محاسبه مقادیر F و E مقدار K از رابطه ۸ به‌دست آمد.

$$K = \exp \{ (0.4661 + 0.7663f) \ln E + 2.884 - 8F \} \quad [۸]$$

در این رابطه؛ K میزان خاک فرسوده شده از سطح، E متوسط انرژی جنبشی باران به ژول بر مترمربع و F قابلیت فرسودگی خاک.

عامل پوشش گیاهی برای ارزیابی و اندازه‌گیری عامل پوشش گیاهی که نشان‌دهنده میزان خاک از دست رفته در سطوح عریان و تأثیر پوشش گیاهی در حفاظت از خاک است، ابتدا با استفاده از تراکم پوشش گیاهی و وضعیت منطقه از نظر بارندگی، کمیت پوشش (i) محاسبه شد. پس از محاسبه مقدار i و قرار دادن آن در رابطه‌های ۹ و ۱۰، عامل پوشش گیاهی به‌دست آمد (۲۳).

[۹]

وقتی $0 \leq i \leq 50$ برای اراضی زراعی و علفزارهای طبیعی و $50 \leq i \leq 100$ برای مراتع متراکم $C1 = \exp(0.06i)$

[۱۰]

وقتی که $0 \leq i \leq 100$ برای اراضی زراعی و علفزارهای طبیعی $C1 = (2.3 - 0.01 i) / 30$

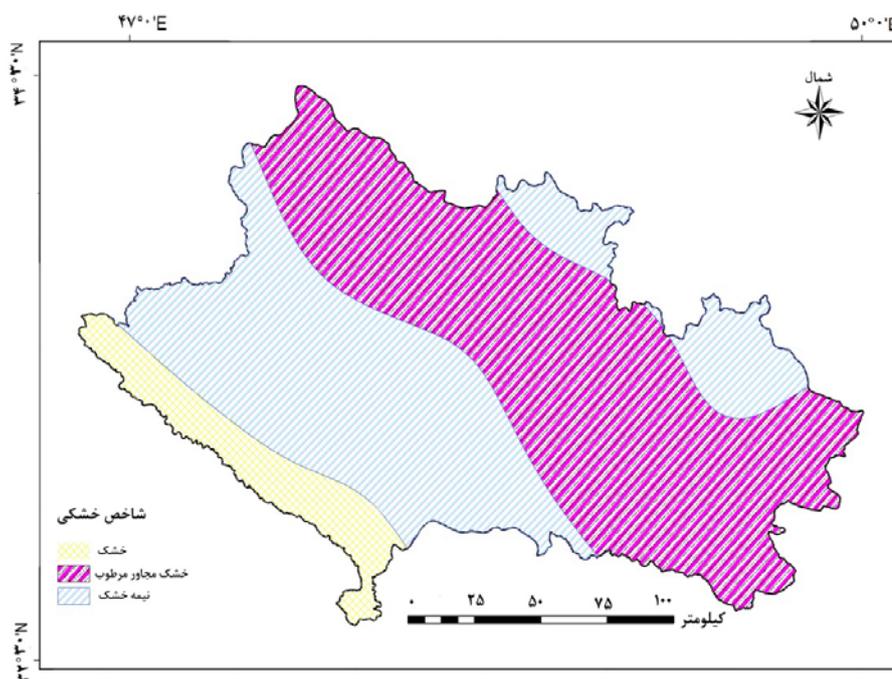
در نهایت با قرار دادن هر یک از پارامترهای فوق در رابطه ۱۱ مقدار فرسایش برای منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد (۳).

$$Z = K \times C \times X \quad [۱۱]$$

در این رابطه؛ Z مقدار تخمین خاک از دست رفته به تن در هکتار در سال.

ارزیابی حساسیت‌پذیری به بیابان‌زایی

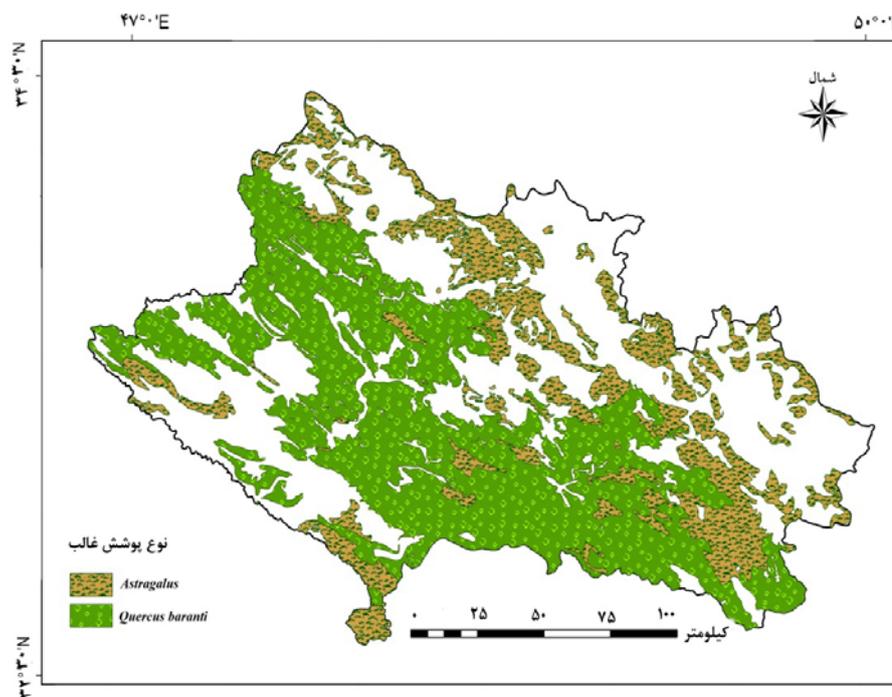
در این مرحله لازم است که برای هر کدام از متغیرها،



شکل ۳. نقشه پهنه‌بندی منطقه مطالعاتی از نظر شاخص خشکی

دارای دو تیپ غالب بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و گونه گون (*Astragalus* sp.) است.

نقشه پوشش گیاهی غالب منطقه به‌منظور تهیه نقشه اکوریجن (شکل ۴) نشان می‌دهد که پوشش گیاهی منطقه



شکل ۴. نقشه تیپ غالب پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی

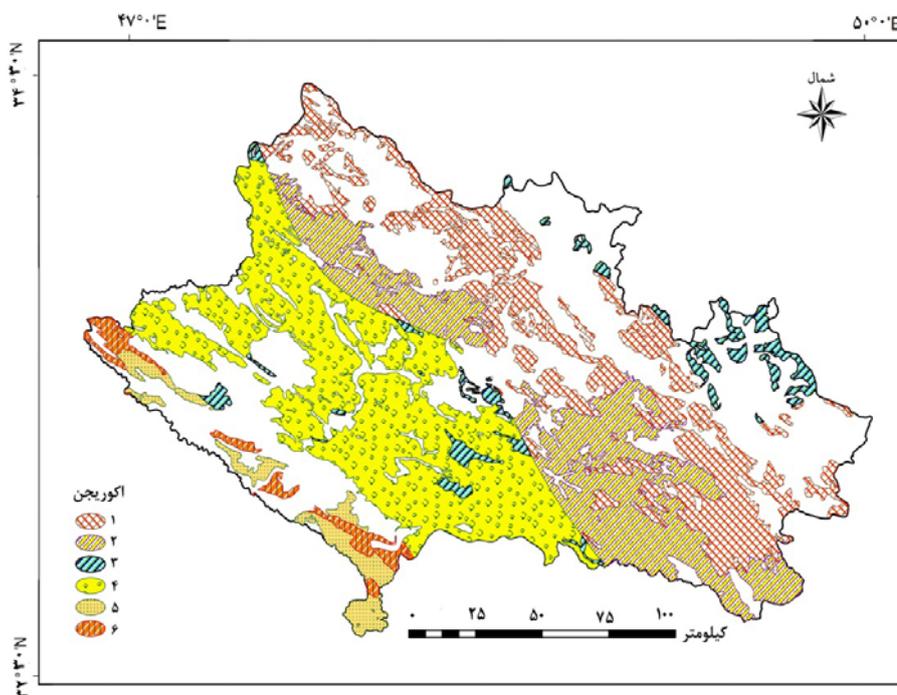
نقشه اکوریجن

منطقه مطالعاتی پس از تلفیق لایه‌های رقومی پوشش گیاهی و شاخص خشکی به شش اکوریجن طبقه‌بندی شد (شکل ۵). اکوریجن ۴ اقلیم نیمه خشک/گونه غالب بلوط، با مساحت ۶۴۸۷/۶ کیلومترمربع بیشترین مساحت منطقه (۳۸/۶۶ درصد) را در بر گرفته است. بعد از آن اکوریجن ۱

اقلیم خشک مجاور مرطوب/گونه غالب گون ۲۵ درصد مساحت منطقه (۴۲۲۸/۱۱) کیلومتر مربع را شامل می‌شود. اکوریجن ۶ اقلیم خشک مجاور مرطوب/گونه غالب گون، با مساحت ۴۵۶/۴۷ کمترین درصد سطح منطقه (۲/۷۲) را به خود اختصاص داده است (جدول ۲).

جدول ۲. مشخصات اکوریجن‌های منطقه مطالعاتی

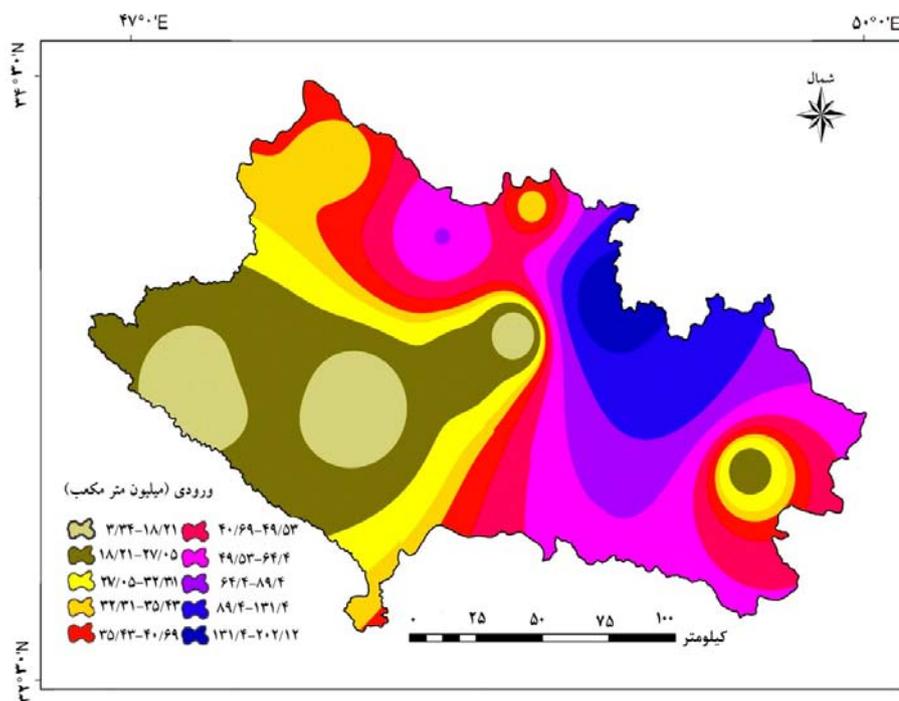
| اکوریجن | شاخص خشکی | گونه غالب | مساحت (Km ²) | مساحت (%) |
|---------|-----------------|------------------------------------|--------------------------|-----------|
| ۱ | خشک مجاور مرطوب | <i>Astragalus adscendens Boiss</i> | ۴۲۲۸/۱۱ | ۲۵/۱۹۶ |
| ۲ | خشک مجاور مرطوب | <i>Quercus brantii</i> | ۴۰۳۰/۴۸ | ۲۴/۰۱۷ |
| ۳ | نیمه‌خشک | <i>Astragalus adscendens Boiss</i> | ۸۵۱/۵۹ | ۵/۰۷۴ |
| ۴ | نیمه‌خشک | <i>Quercus brantii</i> | ۶۴۸۷/۶ | ۳۸/۶۶ |
| ۵ | خشک | <i>Astragalus adscendens Boiss</i> | ۷۲۷/۱۷ | ۴/۳۳۳ |
| ۶ | خشک | <i>Quercus brantii</i> | ۴۵۶/۴۷ | ۲/۷۲ |



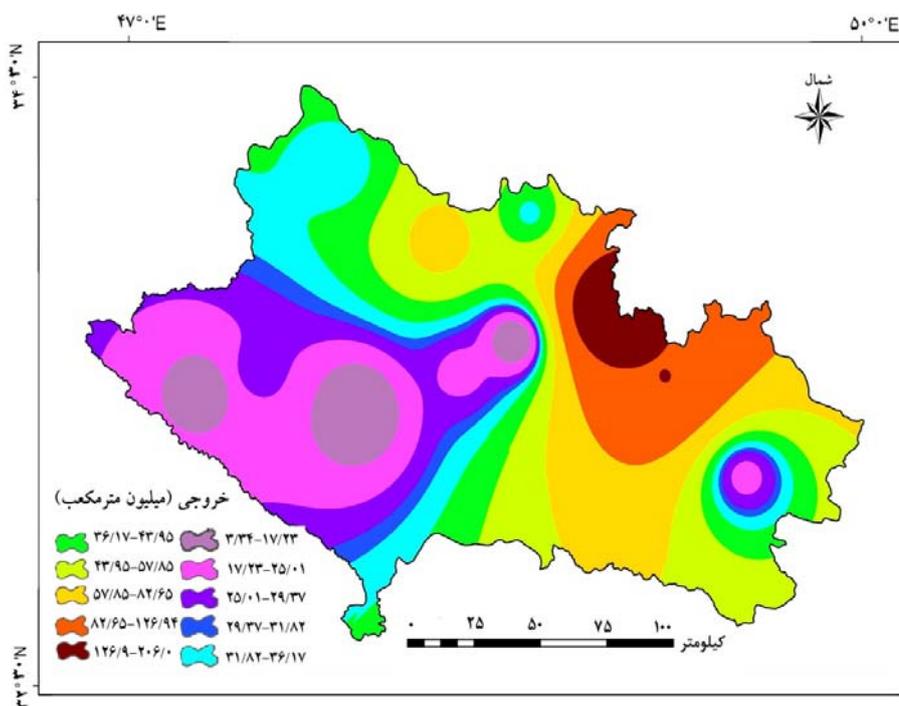
شکل ۵. نقشه اکوریجن‌های منطقه مورد مطالعه

خروجی آب از بخش جنوبی و شمال شرق منطقه است (شکل ۷).

نقشه رقومی میزان ورودی و خروجی آب زیرزمینی دشت‌های استان نشان می‌دهد که شمال شرق منطقه بیشترین حجم ورودی را دارد (شکل ۶) و بیشترین میزان



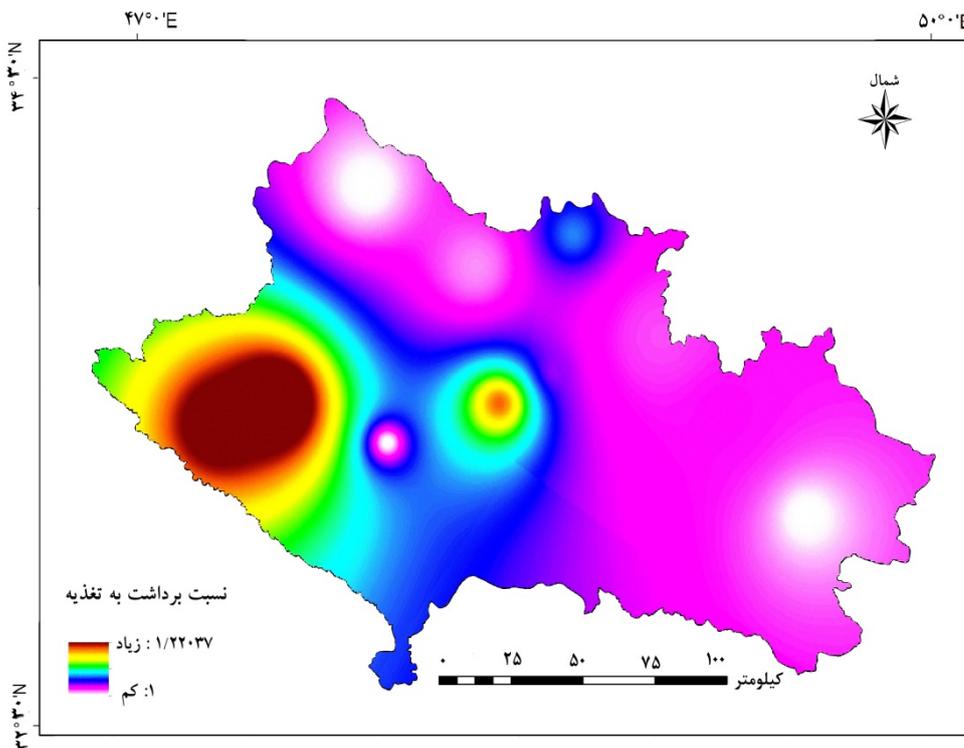
شکل ۶. نقشه پهنه‌بندی میزان ورودی آبخوان‌های منطقه مطالعاتی



شکل ۷. نقشه پهنه‌بندی میزان خروجی آبخوان‌های منطقه مطالعاتی

سطح منطقه در وضعیت بهره‌برداری شدید قرار دارد که بیشترین سطح منطقه را به خود اختصاص داده است و کمترین درصد مساحت منطقه مربوط به طبقه چهار یعنی وضعیت فوق بحرانی قرار دارد (جدول ۴).

نتایج میزان استحصال مفرط برای منطقه مورد مطالعه در شکل ۸ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده منطقه از نظر بهره‌برداری مفرط از آب زیرزمینی در چهار کلاس طبقه‌بندی شد. ۵۵/۹۳ درصد از



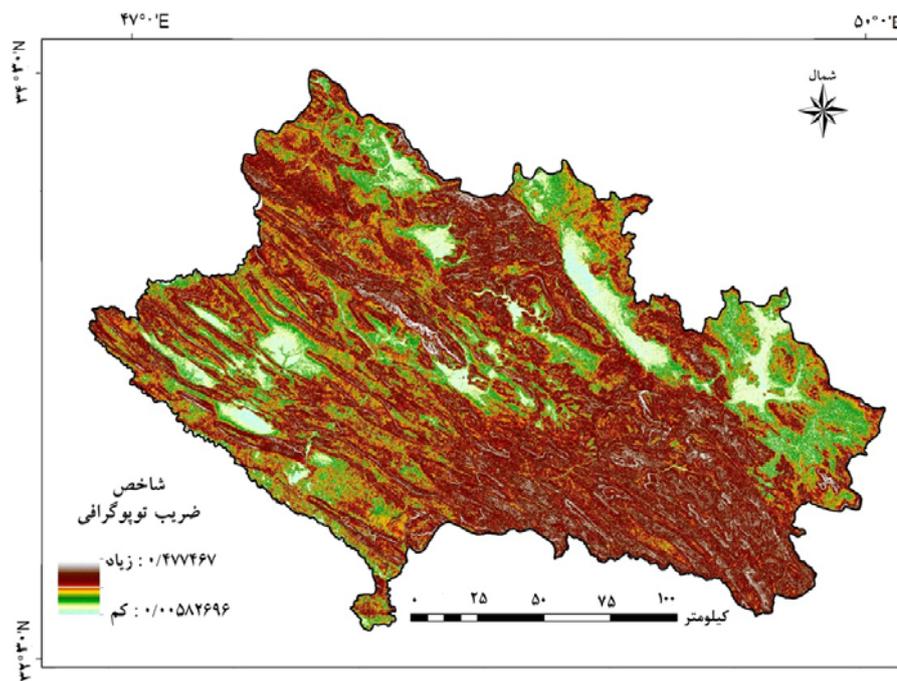
شکل ۸. نقشه پهنه‌بندی میزان استحصال مفرط از آب زیرزمینی منطقه مطالعاتی

جدول ۴. وضعیت محدوده مطالعاتی از نظر شاخص استحصال مفرط از آب زیرزمینی

| کلاس | توصیف کلاس | میزان استحصال مفرط | مساحت (km ²) | مساحت (%) |
|------|------------|--------------------|--------------------------|-----------|
| I | شدید | ۱ - ۱/۰۴ | ۱۵۸۲۸ | ۵۵/۹۳ |
| II | بسیار شدید | ۱/۰۴ - ۱/۰۸ | ۷۳۳۴/۷۵ | ۲۵/۹۲ |
| III | بحرانی | ۱/۰۸ - ۱/۱۴ | ۳۰۳۳/۵ | ۱۰/۷۲ |
| IV | فوق بحرانی | ۱/۱۴ - ۱/۲۲ | ۲۱۰۰/۷۵ | ۷/۴۲ |

مرکزی و جنوب شرقی به دلیل بالا بودن مقادیر شیب و طول دامنه مشاهده شد همچنین کمترین مقدار (۰/۰۵۸) مربوط به بخش‌های جنوبی، جنوب غرب، غرب و امتداد شمال شرقی به جنوب شرقی است (شکل ۹).

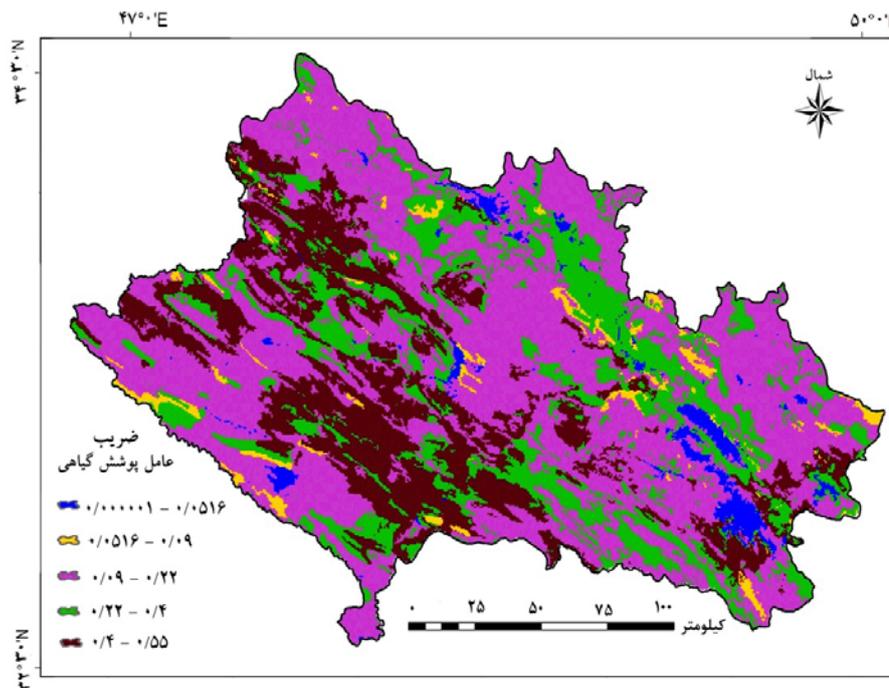
در این پژوهش از مدل SLMSA برای محاسبه میزان فرسایش استفاده گردید. اولین ورودی در این مدل عامل توپوگرافی است. نتایج حاصل از محاسبه این ضریب نشان داد که حداکثر مقدار این ضریب (۰/۴۴۷) در ارتفاعات شمالی،



شکل ۹. نقشه عامل توپوگرافی

است. در مقابل کمترین میزان ضریب C مربوط به کاربری اراضی جنگلی با پوشش متراکم و بیشه‌زار است که در ارتفاعات جنوب شرقی و شمالی واقع شده است (شکل ۱۰).

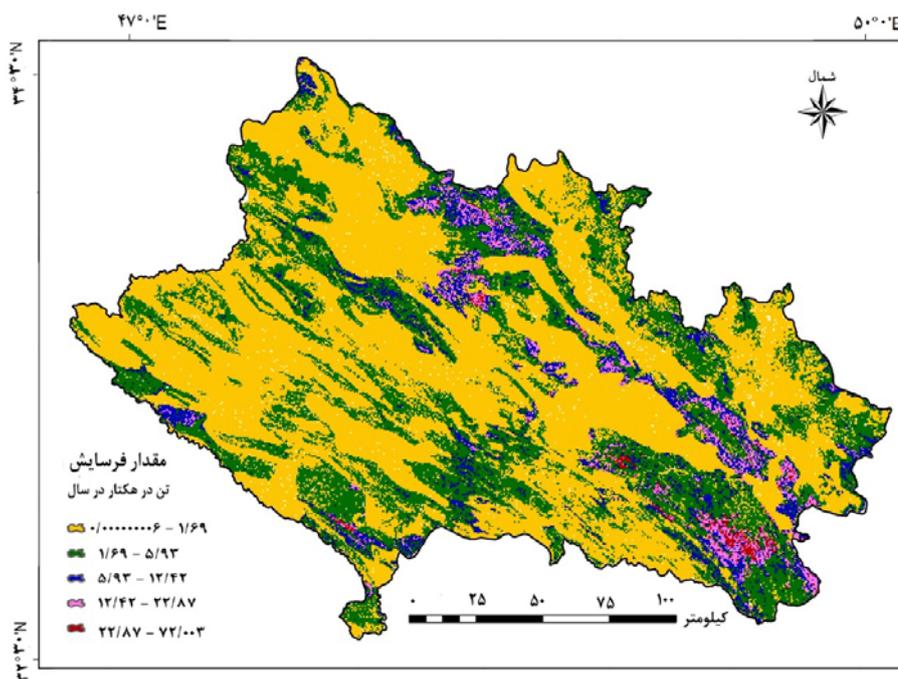
نتایج ضریب پوشش گیاهی نشان داد که بیشترین مساحت برای مقدار خاک از دست رفته، مربوط به کاربری جنگلی با تاج پوشش تنک است که مقادیر آن بین ۰/۴ - ۰/۵۵



شکل ۱۰. نقشه ضریب پوشش گیاهی

یعنی $1/69 - 0/000000006$ تن در هکتار در سال قرار دارد. کمترین مساحت منطقه 167 کیلومترمربع بالاترین میزان فرسایش $22/87$ تا $72/003$ تن در هکتار در سال را به خود اختصاص داده است که مربوط به ارتفاعات جنوب شرقی و نواحی از ارتفاعات شمالی است (شکل ۱۱).

پس از محاسبه مقادیر رقمی ضرایب پوشش گیاهی، ضریب فرساینده‌گی و قابلیت فرسودگی خاک و ضریب توپوگرافی و تلفیق این لایه‌ها، میزان خاک از فرسایش یافته به تن در هکتار در سال برای منطقه مطالعاتی تخمین زده شد. بیشترین مساحت منطقه $58/69$ درصد در طبقه فرسایشی اول



شکل ۱۱. نقشه میزان فرسایش در منطقه مورد مطالعه

میزان تأثیر را در خطر بیابان‌زایی ایجاد کرده است. بعد از آن شاخص استحصال مفرط از آب زیرزمینی با میزان شاخص توصیف $1/623$ بیشترین میزان را به خود اختصاص داده است. همچنین اکوریجن ۱ با شاخص توصیف $0/28$ کمترین خطر بیابان‌زایی را در بین اکوریجن‌ها دارد (جدول ۵).

نتایج حاصل از ارزیابی بیابان‌زایی بر اساس شاخص‌های خشکی، فرسایش و شاخص استحصال مفرط از آب زیرزمینی در محدوده اکوریجن‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که اکوریجن ۵ با بالاترین حساسیت به بیابان‌زایی را با میزان شاخص توصیف $1/294$ به خود اختصاص داده است. در این اکوریجن شاخص خشکی با شاخص توصیف $2/69$ بیشترین

جدول ۵. شاخص‌های توصیف خطر بیابان‌زایی برای اکوریجن‌ها

| اکوریجن ۱ | | اکوریجن ۲ | | اکوریجن ۳ | | اکوریجن ۴ | | اکوریجن ۵ | | اکوریجن ۶ | |
|-------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| شاخص | مقدار | شاخص | مقدار | شاخص | مقدار | شاخص | مقدار | شاخص | مقدار | شاخص | مقدار |
| خشکی | ۰/۵۶ | ۰/۱۱ | ۰/۵۵ | ۰/۱۲ | ۰/۴۳ | ۰/۳۵ | ۰/۴۵ | ۰/۱۴ | ۰/۸۵ | ۰/۱۶ | ۰/۸۱ |
| فرسایش | ۵/۷۸ | ۰/۰۸ | ۲/۸ | ۰/۰۳۸۸ | ۲/۴۶ | ۰/۰۳ | ۱/۸۳ | ۰/۰۲۵ | ۲/۰۵ | ۳/۳۲ | ۰/۰۴۶ |
| استحصال | | | | | | | | | | | |
| مفرط آب | ۱/۰۲ | ۰/۱ | ۱/۰۳ | ۰/۱۳ | ۱/۰۵ | ۰/۲۳ | ۱/۰۷ | ۰/۳۳ | ۱/۰۹۱ | ۱/۰۹۲ | ۰/۴۱۷ |
| زیرزمینی | | | | | | | | | | | |
| شاخص | | | | | | | | | | | |
| ارزیابی کلی | - | ۰/۲۹ | - | ۰/۳ | - | ۰/۶۱ | - | ۰/۸ | - | ۱/۲۹ | ۱/۲ |

اخیر تغییرات کاربری اراضی خصوصاً تخریب و تبدیل جنگل‌ها بدون توجه به توان و حساسیت اراضی و توسعه پایدار انجام شده است. لذا ضرورت دارد که این مسأله مورد توجه جدی مسئولان و تصمیم‌گیران استان قرار بگیرد. در این پژوهش تنها از شاخص‌های بیوفیزیکی برای ارزیابی حساسیت‌پذیری منطقه به بیابان‌زایی استفاده شد، به‌منظور بررسی دقیق‌تر و ارائه یک مدل منطقه‌ای استفاده از شاخص‌های اجتماعی - اقتصادی با استفاده از ارزیابی چرخه حیات پیشنهاد می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود با استفاده از داده‌ها و شاخص‌های دورسنجی پتانسیل منطقه از نظر بیابان‌زایی سنجیده شود.

منابع مورد استفاده

۱. احمدی، ح.، ع. ا. نظری سامانی، م. ر. اختصاصی، ف. مقیمی‌نژاد و م. حسین‌آبادی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر توسعه شهری و صنعتی (بیابان‌زایی تکنوژنیک) در بیابان‌زایی مطالعه موردی: (شرق اصفهان). پژوهش‌های فرسایش محیطی، (۲): ۶۳-۷۷.
۲. بیات، ر.، ع. جعفری اردکانی و ع. ا. شاه‌کرمی. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت فرسایش در استان لرستان به کمک RS و GIS. اکوسیستم‌های طبیعی ایران، (۲): ۳۷-۴۴.
۳. رامشت، م. ح. و س. س. شاه‌زیدی. ۱۳۹۰. کاربرد

داشتن هدف و چارچوب مهم‌ترین بخش ارزیابی چرخه حیات است، به‌طوری که بدون هدف امکان انتخاب مقیاس مطالعه و دسترسی به داده‌های مورد نیاز برای دوره زمانی مناسب وجود ندارد و در نتیجه دسترسی به خروجی معتبر و قابل استناد امکان‌پذیر نیست. همان‌طور که نتایج نشان داد اکوریجن ۵ با اقلیم خشک/گونه غالب گون بیشترین مقدار شاخص توصیف ۱/۵۲۳ را به خود اختصاص داد است که در قسمت جنوب غرب منطقه واقع شده است. کمترین خطر بیابان‌زایی هم در اکوریجن ۱ با اقلیم خشک مجاور مرطوب/گونه غالب بلوط با شاخص توصیف برابر ۰/۷۶ مشاهده شده است. مناطق حساسیت‌پذیر، بیشتر در قسمت‌های جنوب غرب و غرب استان لرستان قرار گرفته است که این مناطق شامل شهرستان‌های پلدختر و کوه‌دشت است. میزان بارش دریافتی در این دو شهرستان کمتر از بقیه شهرستان‌های استان لرستان است. این نتایج با مطالعات بیات و همکاران (۲) در مورد وضعیت فرسایش لرستان مطابقت دارد. از طرفی اکوریجن‌های دارای پوشش گیاهی بوته‌ای (گون) نسبت به پوشش گیاهی جنگلی (بلوط ایرانی) حساسیت بیشتری نسبت به بیابان‌زایی دارد که نشان‌دهنده اهمیت پوشش جنگلی در حفاظت از خاک، گرفتن انرژی جنبشی بارندگی و همچنین نفوذ آب بارندگی به سفره‌های آب زیرزمینی است. متأسفانه در سال‌های

- simplified LCA tool suitable for the agri-food industry? An assessment of selected tools. *Journal of Cleaner Production*, 149: 406-425.
13. Bailey RG. 1996. *Ecosystem geography*, Springer, New York. 204 pp.
 14. Bailey RG. 2014. *Ecoregions*, Springer Science, New York. 138 pp.
 15. Blonk H, Lindeijer E, Broers J. 1997. Towards a methodology for taking physical degradation of ecosystems into account in LCA. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2(2): 91-98.
 16. FAO/NUEP. 2001. *Land Degradation Assessment in Dry land (LAND)*. United Nations Environment Program. Global Environment Facility (GEF), 67 pp.
 17. Klöpffer W. 2014. *Background and Future Prospects in Life Cycle Assessment, LCA Compendium – The Complete World of Life Cycle Assessment*, Springer Dordrecht Heidelberg, New York, 262 pp.
 18. Koellner T, Scholz RW. 2008. Assessment of land use impacts on the natural environment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(1): 32-48.
 19. Ladisa G, Todorovic M, Liuzzi GT. 2012. A GIS-based approach for desertification risk assessment in Apulia region, SE Italy. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 49: 103-113.
 20. Nitschelm L, Aubin J, Corson MS, Viaud V, Walter C. 2016. Spatial differentiation in Life Cycle Assessment LCA applied to an agricultural territory: current practices and method development. *Journal of Cleaner Production*, 112: 2472-2484.
 21. Núñez M, Civit B, Muñoz P, Arena AP, Rieradevall J, Antón A. 2010. Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 15(1): 67-78.
 22. Sepehr A, Zucca C. 2012. Ranking desertification indicators using TOPSIS algorithm. *Natural Hazards*, 62(3): 1137-1153.
 23. Stocking M, Chakela Q, Elwell H. 1988. An improved methodology for erosion hazard mapping Part I: The technique. *Geografiska Annaler Series A Physical Geography*, 70(3): 169-180.
 24. Symeonakis E, Calvo-Cases A, Arnau-Rosalen E. 2007. Land use change and land ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی ملی، منطقه‌ای، اقتصادی و توریسم. چاپ دوم. ویرایش اول. انتشارات دانشگاه اصفهان، اصفهان. ۳۹۲ صفحه.
 ۴. رحیمی شهید، م.، ف. کارگران و ن. رحیمی. ۱۳۹۴. تهیه نقشه زون‌های لرزه‌ای گستره اصفهان با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۴): ۴۷-۵۹.
 ۵. رضائی‌پور باغدر، ع. ح.، ح. بهرامی، ج. رفیع شریف‌آباد و ح. خسروی. ۱۳۹۴. ارزیابی شدت بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMPA (مطالعه موردی: منطقه باغدر، یزد). نشریه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک. ۵(۱۹): ۴۲-۵۴.
 ۶. شیروی، م.، ع. سپهر، ا. مساعدی و ن. پرویان. ۱۳۹۵. حساسیت‌پذیری اکوریژن‌های خراسان رضوی به بیابان‌زایی بر پایه ارزیابی چرخه حیات. پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، ۴۸(۲): ۳۰۵-۳۲۰.
 ۷. صبوری راد، س.، ع. ا. نظری سامانی و ع. سپهر. ۱۳۹۱. تعیین مهم‌ترین شاخص‌های مؤثر در بیابان‌زایی بر پایه چارچوب مفهومی DPSIR و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی: میاندهی فیض‌آباد). پژوهش‌های دانش زمین، ۳(۱۲): ۸۳-۹۴.
 ۸. نسرین‌نژاد، ن.، ک. رنگزن، ن. کلاتری و ع. صابری. ۱۳۹۳. پهنه‌بندی پتانسیل سیل‌خیزی حوزه آبریز باغان با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۴): ۱۵-۳۴.
 ۹. هاشمی دره‌بادامی، س.، ا. نورایی‌صفت، س. کریمی و س. نظری. ۱۳۹۴. تحلیل روند توسعه جزیره حرارتی شهری در رابطه با تغییر کاربری اراضی/پوشش با استفاده از سری زمانی تصاویر لندست. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۳): ۱۵-۲۸.
 10. Adamo SB, Crews-Meyer KA. 2006. Aridity and desertification: exploring environmental hazards in Jáchal, Argentina. *Applied Geography*, 26(1): 61-85.
 11. Alcamo J, Henrichs T, Rösch T. 2000. Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century. *Kassel World Water Series, Report No. 2*. 48 pp.
 12. Arzoumanidis I, Salomone R, Petti L, Mondello G, Raggi A. 2017. Is there a

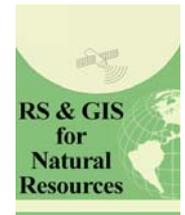
- degradation in southeastern Mediterranean Spain. *Environmental Management*, 40(1): 80-94.
25. Technical Committee ISO/TC 207 EmSS, Life cycle assessment. 2006. Environmental management- Life cycle assessment-Principles and framework. ISO 14040. International Organisation for Standardisation ISO. Geneva, 20 pp.
26. Technical Committee ISO/TC 207 EmSS, Life cycle assessment. 2006. Environmental management-Life cycle assessment-Requirements and guidelines. ISO 14044. International Organisation for Standardisation ISO. Geneva, 20 pp.
27. Thornthwaite CW. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38(1): 55-94.
28. Transeau EN. 1905. Forest centers of eastern America. *The American Naturalist*, 39(468): 875-889.



RS & GIS for Natural Resources (Vol. 8/ Issue 1) spring 2017

Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags

<http://girs.iaubushehr.ac.ir>



Evaluate the sensitivity of ecoregion to desertification in the Lorestan province in the framework of life cycle assessment

S. Heydarnezhad ^{1*}, A. Ranjbar Fordoei ², S. H. Mousavi ³, R. Mirzaei ³

1. PhD. Student of Combating Desertification, College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan

2. Assoc. Prof. College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan

3. Assis. Prof. College of Natural Resources and Earth Sciences, University of Kashan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 21 February 2017

Accepted 18 April 2017

Available online 31 May 2017

Keywords:

Ecoregion
Desertification
Life cycle
Aridity
Erosion
Lorestan

ABSTRACT

Land degradation and desertification has intensified by the interaction of climatic factors, land use change and human pressure in recent decades. Awareness that desertification is taking place in which ecosystems, the most important step to control and deal with this phenomenon. The aim of this study was to determine sensitivity to desertification Lorestan province ecoregions using life cycle assessment. For this purpose, the study area was classified into six ecoregions in terms of climate and dominant type of vegetation. Then selected indicators of drought, water erosion and excessive extraction of groundwater as the evaluation criteria. Indicators were prepared using geographic information systems. Finally, combined with variable selection and ecoregion map. Calculation of the characterization factors for each of these factors using geographic information systems, and characterization factors were obtained from the sum of the factors, a total characterization factor. Results indicated that there is the greatest sensitivity 5 ecoregion (dry/*Astragalus adscendens Boiss*) with characterization factors 1.29 and the lowest sensitivity to desertification 1 ecoregion (dry sub humid/*Quercus brantii*) with characterization factors 0.29. The results showed that aridity with 2.69 value, is the most effective factors to increasing the sensitivity of the area to desertification. Therefore, should pay attention serious to this problem in planning, managing and Combating desertification.

* Corresponding author e-mail address: s.heydamejad110@yahoo.com