سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال سیزدهم / شماره اول) بهار ۱۴۰۱
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز، سیویلیکا، گوگل اسکولار
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مقاله پژوهشی

ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در حوضه آبخیز سفیددشت- بروجن (استان چهارمحال و بختیاری) با استفاده از مدل مدالوس

فاطمه نفر، عطاالله ابراهیمی، علی اصغر نقی‌پور

دریافت: ۱۸ فروردین ۱۴۰۰/ بازنگری: ۸ خرداد ۱۴۰۰/ پذیرش: ۱۶ خرداد ۱۴۰۰
دسترسی اینترنتی: ۲۰ خرداد ۱۴۰۰

چکیده

پیشینه و هدف تخریب منابع در بسیاری از نقاط جهان، با توجه به روند روزافزون آن تهدیدی جدی برای بشریت است. بیابان‌زایی که یکی از مظاهر این تخریب است، اکثر کشورها را تحت تأثیر قرار داده و به عنوان سومین چالش قرن بیست و یکم بعد از دو چالش تغییر اقلیم و کمبود آب شیرین معرفی شده است. بیابان‌زایی، تخریب زمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب است. این وضعیت در نتیجه یک سری فرآیندهای مهم ایجاد می‌شود که مهم‌ترین این فرآیندها، دو عامل فعالیت‌های بشری و تغییرات اقلیمی هستند. روش‌های متعددی برای تعیین روند بیابان‌زایی توسعه‌یافته است که یکی از آن‌ها که کاربرد زیادی دارد، روش مدالوس است. ارزیابی وضعیت فرآیندهای بیابان‌زایی (تخریب زمین) در یک روستا، منطقه یا کشور از آن جهت حائز اهمیت است که این ارزیابی امکان اتخاذ تصمیماتی آگاهانه در خصوص ابعاد مالی و میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای کنترل آن را فراهم می‌آورد. از آنجا که حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن یکی از دشت‌های حاصلخیز استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد و با توجه به وسعت آن و همچنین تمرکز صنایع و بخش زیادی از جمعیت استان چهارمحال و بختیاری در این دشت، مطالعه پدیده بیابان‌زایی در این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به توسعه پدیده بیابان‌زایی در منطقه سفیددشت-بروجن و لزوم توجه به اهمیت نتایج این پدیده مخرب در آینده، هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس در حوضهٔ آبخیز سفیددشت-بروجن به مساحت ۹۲۵۶۵ هکتار، واقع در استان چهارمحال و بختیاری است.

مواد و روش‌ها ابتدا در این پژوهش، با استفاده از مدل سلول خودکار مارکوف سنجش از دوری و تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۸ به بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی پرداخته شد. میزان تغییرات طی این دوره زمانی مشخص شد، نقاطی که در آن بیشترین تغییرات رخ داده بود را انتخاب و با استفاده از این نقاط، در مدل مدالوس عوامل مؤثر در بیابان‌زایی و وضعیت فعلی آن مدنظر قرار گرفت. سپس، پارامترهای مؤثر در بیابان‌زایی به تفکیک در این نقاط بررسی و مدل مدالوس

فاطمه نفر [۱]، عطاالله ابراهیمی [۲]، علی اصغر نقی‌پور (✉) [۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیابانزدایی، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۲. دانشیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
۳. استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
پست الکترونیکی مسئول مکاتبات : aa.naghipour@sku.ac.ir
http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1401.13.1.2.0

در این نقاط اجرا شد. برای این منظور، طبق روش مدالوس، توسط تیم کارشناسی مجرب متشکل از اساتید و کارشناسان منابع طبیعی عوامل مؤثر در بیابان‌زایی منطقه شناسایی شده و هر کدام به عنوان یک معیار شامل اقلیم، پوشش‌گیاهی، خاک، آب زیرزمینی و مدیریت و سیاست در نظر گرفته شدند. سپس خصوصیات معیارهای مذکور که در بیابان‌زایی منطقه مؤثرند، به‌عنوان شاخص، مدنظر قرار گرفتند. هر شاخص در رابطه با تأثیر آن در بیابان‌زایی وزنی دریافت کرد و با ارزیابی آن‌ها، میزان تأثیر معیار در فرآیند بیابان‌زایی مشخص شد. سپس، نقشه معیارها و در نهایت نقشه بیابان‌زایی از میانگین هندسی آن‌ها به دست آمد. به‌منظور بررسی معیار اقلیم سه شاخص بارندگی، جهت و شاخص خشکی در نظر گرفته شد. بررسی پارامترهای اقلیم با استفاده از اطلاعات مربوط به نقاط نمونه در ایستگاه‌های سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان که به‌صورت نقطه‌ای برداشت می‌شود، ارزیابی شد. جهت ارزیابی وضعیت خاک، برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از جمله بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی و میزان مواد آلی، انتخاب شدند. برای تعیین ویژگی‌های خاک ابتدا ۱۷۰ نقطه نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه مشخص و از سطح ۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک، نمونه‌برداری انجام و به آزمایشگاه منتقل شد.

نتایج و بحث پس از ارزیابی و امتیازدهی شاخص‌ها نتایج نشان داد که معیار اقلیم با امتیاز ۱/۸۰ در دو کلاس شدید و خیلی شدید، بیشترین نقش را در بیابان‌زایی منطقه دارد. وضعیت معیار مدیریت و سیاست، پوشش گیاهی و خاک منطقه به ترتیب با امتیاز ۱/۷۶، ۱/۷۱ و ۱/۵۵ در دو کلاس شدید و خیلی شدید و معیار آب زیرزمینی در کل سطح منطقه با امتیاز ۱/۳۳ در کلاس متوسط قرار گرفت. بر اساس مدل مدالوس، امتیاز وضعیت فعلی بیابان‌زایی ۱/۶۳ برآورد شد. بر اساس این نقشه، وضعیت بیابان‌زایی منطقه در دو کلاس شدید و خیلی شدید قرار گرفت. در نهایت مشخص شد ۵۶ درصد از سطح منطقه با وضعیت بیابان‌زایی شدید و ٤٤ درصد با وضعیت خیلی شدید مواجه است. نتایج نشان داد که قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه بسیار آسیب‌پذیر است، در حالی که قسمت جنوبی منطقه کمتر در معرض بیابان‌زایی هستند با این حال، این منطقه از شدت بیابان‌زایی بالایی برخوردار است.

نتایج نشان داد بخش شمالی منطقه مورد مطالعه به شدت در معرض منطقه مورد مطالعه نسبت به پدیده بیابان‌زایی است. بیابانی شدن واقع شده حال آنکه در قسمت جنوبی منطقه این وضعیت شرایط بهتری دارد؛ هر چند در این منطقه نیز فرایند بیابانی شدن در حال وقوع با شدت بالایی است. در این مدل معیارهای اقلیم، خاک، پوشش گیاهی، آب زیرزمینی، مدیریت و سیاست انتخاب شدند. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، به ترتیب معیارهای اقلیم و مدیریت و سیاست بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی حوضه مطالعاتی داشته‌اند و در مقابل معیارهای پوشش‌گیاهی، خاک و آب زیرزمینی دارای کمترین تأثیر بودند. با توجه به میزان پایین بارندگی و خشکسالی‌های سال‌های اخیر، صدور مجوزهای غیر مجاز چاه در سفیددشت و به دنبال آن برداشت‌های بی‌رویه بیش از توان سفره‌های آب زیرزمینی باعث خشک شدن اکثر چاه‌های این منطقه شده است همچنین خشک شدن تالاب دهنو در این منطقه دلیل دیگر شدت بیابان‌زایی منطقه مطالعاتی می‌باشد.

نتیجه‌گیری در پژوهش با توجه به نتایج به دست آمده پدیده بیابان‌زایی در این منطقه رو به افزایش است و پیامدهای مخربی برجای گذاشته است. منطقه مطالعاتی بر طبق تعریف ارائه‌شده از بیابان‌زایی، دارای هر دو شرایط بیابان‌زایی طبیعی و انسانی است. عوامل طبیعی چون شرایط نامساعد اقلیمی از جمله کمبود ریزش‌های جوی، خشکسالی‌های پیاپی، محدودیت منابع آبی، از یک سو و عوامل مخرب انسانی از جمله نظام سنتی کشاورزی، چرای بی‌رویه دام، بهره برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، صنایع، معادن و تأسیسات، تخریب پوشش‌گیاهی و بوته‌کنی از سوی دیگر باعث نابودی مراتع و منابع طبیعی و تسریع روند بیابان‌زایی در منطقه شده است. از جمله راه‌های مقابله با بیابان‌زایی در منطقه، می‌توان بهره‌برداری اصولی از مراتع و چراگاه‌ها با توجه به ظرفیت آن‌ها در زمان مناسب، قرق منطقه به طور دائم تحت فعالیت‌های بیابان‌زدایی بیولوژیکی و مکانیکی، بهره‌برداری مناسب از آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: بحران‌های محیط زیستی، بیابان‌زایی، دشت ممنوعه، زاگرس مرکزی، اقلیم، پوشش گیاهی

لطفاً به این مقاله استناد کنید: نفر، ف.، ابراهیمی، ع. ا.، نقی‌پور، ع. ا. ۱۴۰۱. ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در حوضه آبخیز سفیددشت- بروجن (استان چهارمحال و بختیاری) با استفاده از مدل مدالوس، نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۳(۱): ۳۸-۲۱.

مقدمه

نواحی خشک و نیمه خشک، که بیش از ٤٠ درصد سطح اراضی جهان را به خود اختصاص داده‌اند، زیستگاه یک میلیارد نفر از مردم دنیا به شمار می‌روند (۲۰). ۸۵ درصد اراضی کشور ایران، تحت اقلیم‌های خشک، نیمه خشک، و فراخشک است. بیابانزایی، تخریب زمین در مناطق خشک، نیمه‌خشک و نیمه مرطوب است. این وضعیت در نتیجه یک سری فرآیندهای مهم ایجاد می‌شود که مهم‌ترین این فرآیندها، دو عامل فعالیت‌های بشری و تغییرات اقلیمی هستند (۱۹، ۲۱، ۲۳، ٢٤ و ۲۵). در حال حاضر، بیابانزایی به عنوان یک چالش مهم گریبانگیر بسیاری از کشورهای جهان و به ویژه کشورهای در حال توسعه شده است و نتیجه این فرآیند، از بین رفتن منابع تجدیدشونده در این کشورها است (۱۰، ١٤ و ۲۲). بیابانزایی، سطح وسیعی از سرزمین‌های خشک جهان را تحت تأثیر قرار داده است. این پدیده به احتمال زیاد دائمی و غیر قابل برگشت بوده و پیامدهای آن حداقل در مقیاس چندین نسل انسان باقی خواهد ماند. اثرات حاصل از این پدیده می‌تواند به صورت فرآیندهای تخریب سرزمین، تغییر در رژیم بارندگی ناشی از اثرات متقابل جو و زمین و تغییر در ترکیب جوامع گیاهی نمایان شود (۹).

یکی از پرکاربردترین روش‌ها به منظور ارزیابی تخریب سرزمین و بیابانی شدن اراضی (بیابانزایی) استفاده از مدل‌های بیابانزایی است که با توجه به شرایط منطقه صورت می‌گیرد (۲). تاکنون، مدل‌های مختلفی در جهان ارائه شده است که با توجه به شرایط منطقه، از معیارها و شاخص‌های مؤثر در بیابانزایی در مناطق مطالعاتی آنها به دست آمده است. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل FAO-UNEP (۱۹۸٤)، مدالوس (MEDALUS، ۱۹۹۹)، مدل MICD (۱۹۹۲، Modified Iranian Classification of Desertification)، مدل IMDPA (Iranian Model of Desertification Potential Assessment، ۲۰۰٤) و مدل ICD (۱۹۹۵، Iranian Classification of Desertification) اشاره کرد.از بین این مدل‌ها، مدل مدالوس به‌دلیل وزن دادن به لایه‌ها، استفاده از GIS و استفاده از میانگین هندسی به‌جای میانگین حسابی، دارای دقت و سرعت بالاتری است و همچنین فاقد خطای کارشناسی است. این مدل به علت سادگی و مرحله‌ای بودن، در دسترس‌بودن داده‌ها و سازگاری با شاخص‌های مؤثرتر در تخریب اراضی، مزایای بیشتری نسبت به دیگر مدل‌ها دارد (١٦). در بروز بیابانزایی معمولاً یک عامل موجب بیابانزایی نیست بلکه اثر متقابل عوامل گوناگونی است که باعث این پدیده می‌شود که بایستی تمام عوامل را با هم در نظر گرفت که در مدل مدالوس به خوبی به آن توجه شده است.

عباسی و همکاران (۱) در پژوهشی به ارزیابی روند بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس در دشت شمیل هرمزگان پرداختند. یافته‌های آنها نشان داد که از بین معیارهای مورد مطالعه، معیار کیفیت اقلیم به عنوان نامناسب‌ترین و معیار کیفیت پوشش‌گیاهی هم به عنوان مناسب‌ترین معیار تعیین شدند. عرب عامری و همکاران (٤) به ارزیابی کمی خطر بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده در حوضه آبخیز شاهرود- بسطام پرداختند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که معیارهای اقلیم و فرسایش بیشترین تأثیر و در مقابل، پوشش‌گیاهی کمترین تأثیر را در بیابانزایی منطقه مورد مطالعه داشته‌اند. کانتادور و همکاران (۸) با استفاده از ESAs (Environmentally Sensitive Areas to Desertification) حساسیت اراضی نسبت به تخریب، در جنوب غرب اسپانیا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که نقشه بیابانزایی که براساس این مدل تهیه شده است، نسبت به سایر مدل‌ها، با شرایط سازگارتر و بهتر می‌باشد. آریا و همکاران (۵) در کشور هندوستان به ارزیابی بیابانزایی با استفاده از روش مدالوس پرداختند. یافته‌های ایشان نشان داد که سطح تخریب اراضی حدود ۳۵ درصد بود و عمده‌ترین عوامل تخریب در منطقه مورد مطالعه به ترتیب شامل پوشش گیاهی، فرسایش بادی و فرسایش آبی گزارش شد. تقی پور و همکاران (۱۸) با استفاده از مدل مدالوس نشان دادند بیابانزایی در دشت خانمیرزا (استان چهارمحال و بختیاری) سالانه به میزان ۱/۳ درصد در حال افزایش است. لالی و همکاران (١٤) با استفاده

از مدل مدالوس نشان دادند که ۳۵ درصد از مساحت کشور مراکش در کلاس شدید بیابان‌زایی قرار دارد. معیار خاک با امتیار ۱/٤۱ و معیار پوشش گیاهی با امتیاز ۱/۳۵ از مهمترین معیارهای این مطالعه بودند. ایت لامکدم و همکاران (۳) با استفاده از مدل مدالوس که معیار آب و اقلیم به عنوان مهمترین معیارها بودند نشان دادند که تنها ۱٦/٦۳ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه در منطقه فیجا در جنوب شرق مراکش با حساسیت کم نسبت به بیابان‌زایی و ۵۰/۳٤ درصد مساحت منطقه به عنوان مناطق شدید و بسیار شدید طبقه‌بندی می‌شوند. لی و همکاران (۱۵) به ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس در مغولستان پرداختند. یافته‌های این پژوهش نشان داد بیابان‌زایی در این منطقه به شدت در حال افزایش می‌باشد و معیار اقلیم و پوشش گیاهی بیشترین تاثیر را در بیابان‌زایی دارند. یافته‌های کادویچ و همکاران (۱۲) در ارزیابی بیابانزایی با استفاده از مدل مدالوس در دلیبلاتو صربستان نیز نشان داد حدود ۲٦٪ از مساحت منطقه در شرایط بحرانی بیابانزایی قرار دارد و معیار پوشش گیاهی و مدیریت وسیاست به عنوان مهمترین معیار تعیین شدند. ارزیابی وضعیت فرآیندهای بیابان‌زایی (تخریب زمین) در یک روستا، منطقه یا کشور از آن جهت حائز اهمیت است که این ارزیابی امکان اتخاذ تصمیماتی آگاهانه در زمینه ابعاد مالی و میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای کنترل آن را فراهم می‌آورد. از آنجا که حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن یکی از دشت‌های حاصلخیز استان چهارمحال و بختیاری می‌باشد و با توجه به وسعت آن و همچنین تمرکز صنایع و بخش زیادی از جمعیت استان در این دشت، مطالعه پدیده بیابان‌زایی در این منطقه از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به توسعه پدیده بیابان‌زایی در این حوضه و لزوم توجه به اهمیت نتایج این پدیده مخرب در آینده، هدف از این مطالعه ارزیابی روند بیابان‌زایی با استفاده از روش مدالوس در حوضه آبخیز سفیددشت- بروجن با توجه به ابعاد وسیع تأثیرگذاری این پدیده در این منطقه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن به مساحت ۹۲۵٦۵ هکتار از زیرحوضه‌های آبخیز کارون به شمار می‌رود که در استان چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است (شکل ۱). بیشینه ارتفاع حوضه برابر با ۳۱۵۳ متر در ارتفاعات غرب حوضه و کمینه ارتفاع منطقه برابر با ۲۱۲٤ متر از سطح دریا در محل خروجی حوضه قرار دارد. میانگین شیب منطقه مورد مطالعه برابر با ۱۳/۹ درصد است. میانگین بارش سالانه حوضه آبخیز بروجن برابر با ۲۵٤ میلی‌متر و میانگین سالانه بیشینه، کمینه و متوسط دما در آن به ترتیب برابر ۱۸/۵، ۲/۹ و ۹/۷ درجه سانتی‌گراد است. میانگین سرعت باد سالانه برابر با ۱/٤ متر برثانیه و متوسط تبخیر سالانه برابر با ۱۳/۵ میلی‌متر بر روز می‌باشد.

روش تحقیق

در این پژوهش، با استفاده از مدل سلول خودکار مارکوف سنجش از دوری و تصاویر ماهواره لندست سال‌های ۱۹۹۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۸ به بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی پرداخته شد. هدف پژوهش حاضر بررسی فواصل ۱۰ ساله بود، اما به علت ابری بودن تصاویر سال ۲۰۰۸ در مقطع زمانی مورد نظر، از تصویر سال ۲۰۰۹ استفاده شد (جدول ۱). میزان تغییرات طی این دوره زمانی مشخص شد و با توجه به شکل ۱، نقاطی که در آن بیشترین تغییرات رخ داده بود را انتخاب و با استفاده از این نقاط، در مدل مدالوس عوامل مؤثر در بیابان‌زایی و وضعیت فعلی آن مدنظر قرار گرفت. سپس، پارامترهای موثر در بیابان‌زایی به تفکیک در این نقاط بررسی و مدل مدالوس در این نقاط اجرا شد. طبق روش مدالوس، توسط تیم کارشناسی مجرب متشکل از اساتید و کارشناسان منابع طبیعی و آشنا به منطقه و براساس درجه تأثیر گذاری و فراهمی اطلاعات عوامل موثر در بیابان‌زایی منطقه شناسایی شده و هر کدام به عنوان یک معیار در نظر گرفته شدند. سپس ویژگی‌های معیارهای مذکور که در بیابان‌زایی منطقه مؤثرند، به-

عنوان شاخص، مدنظر قرار گرفتند. هر شاخص در رابطه با تأثیر آن در بیابانزایی وزنی دریافت کرد و با ارزیابی آن‌ها، میزان تأثیر معیار در فرآیند بیابانزایی مشخص شد. سپس، نقشه معیارها و در نهایت نقشه بیابانزایی از میانگین هندسی آن‌ها به دست آمد. معیارهای مورد استفاده عبارت بودند از: اقلیم، پوشش‌گیاهی، خاک، آب زیرزمینی، مدیریت و سیاست.

با توجه به وضعیت کمی و کیفی، هر کدام از شاخص‌ها امتیازی بین ۱ تا ۲ گرفتند. امتیاز مربوط به هر معیار با میانگین هندسی شاخص‌های مربوط به آن مشخص می‌شود و در نهایت با کاربرد جدول ۲، کلاس هر معیار تعیین شد. رابطهٔ ۱ نحوه محاسبه امتیاز مربوط به هر معیار را مشخص می‌کند (۷).

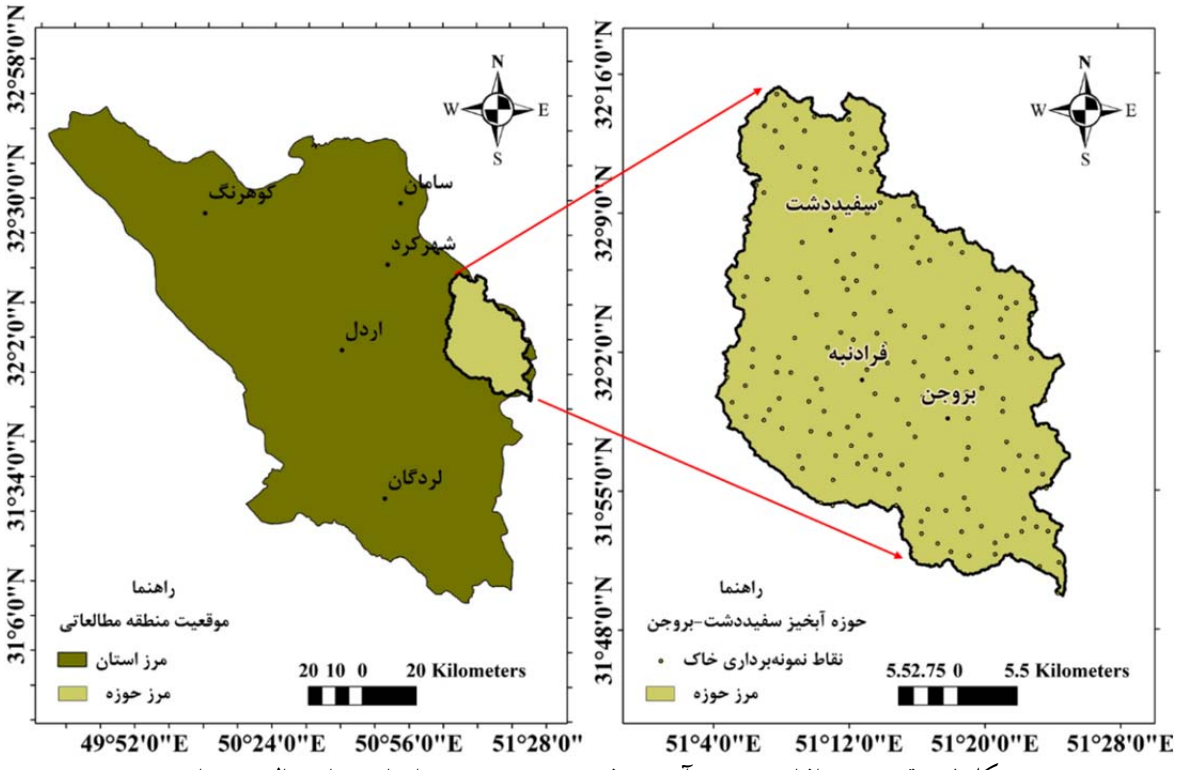
$$Wx = (W1 \times W2 \times \ldots \times Wn)^{1/n} \qquad [1]$$

در این رابطه؛ Wx امتیاز مربوط به هر معیار، W (1, 2, n) ... امتیازات مربوط به هر شاخص، و n تعداد شاخص‌ها.

جدول۱. مشخصات مربوط به تصاویر ماهواره‌های مورد استفاده

Table 1. Specifications of the satellite images used

ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک	تعداد باند	گذر	ردیف	سال استفاده	سال تصویربرداری
Landsat 5	TM	۳۰m	۷	۱۶٤	۳۸	۲۰۱۸	۱۹۹۸/٦/۳ –۲۰۰۹/٦/۱۷
Landsat 8	ETM	۳۰m	۹	۱۶٤	۳۸	۲۰۱۸	۲۰۱۸/٦/۲٦



شکل۱. موقعیت جغرافیایی حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن در استان چهارمحال و بختیاری

Fig.1. Geographical location of Sefiddasht-Borujen watershed in Chaharmahal va Bakhtiari province

جدول۲. کلاس وضعیت بیابان‌زایی در مدل مدالوس (۷)

Table 2. Desertification status class in Madalus model (7)

نوع ارزیابی	کلاس وضعیت بیابان‌زایی			
کیفی	خفیف	متوسط	شدید	خیلی شدید
کمی	۱-۱/۲۰	۱/۲۱ -۱/۳۵	۱/۳۵ -۱/۵۳	>۱/۵۳

به‌منظور بررسی معیار اقلیم سه شاخص بارندگی، جهت و شاخص خشکی دمارتن در نظر گرفته شد. بررسی پارامترهای اقلیم با استفاده از اطلاعات مربوط به نقاط نمونه در۵۰ ایستگاه سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان که به‌صورت نقطه‌ای برداشت می‌شود، برای یک دوره آماری ۳۰ ساله (از سال ۱۳٦۸تا سال ۱۳۹۷) ارزیابی شد. برای ارزیابی وضعیت خاک، شاخص‌های بافت خاک، اسیدیته، هدایت الکتریکی و میزان مواد آلی، انتخاب شدند. برای تعیین ویژگی‌های خاک ابتدا ۱۷۰ نقطه نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه مشخص و از سطح ۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک، نمونه‌برداری انجام و به آزمایشگاه منتقل شد. از طریق روش هیدرومتری میزان سیلت، رس و شن خاک تعیین شد. میزان هدایت الکتریکی و میزان اسیدیته از طریق عصاره یک به پنج و مواد آلی از روش والکی بلک بدست آمد. سپس شاخص‌های جدول ۵ جهت ارزیابی معیار خاک، مورد ارزیابی قرار گرفته و هرکدام از شاخص‌ها امتیازدهی شد. در نهایت امتیاز معیار خاک از میانگین هندسی شاخص‌ها تعیین و از طریق جدول ۲ کیفیت این معیار تعیین شد. پوشش‌گیاهی این منطقه به دلیل خشکسالی‌های اخیر به انواع پوشش بوته‌ای و مراتع به نسبت ضعیف تبدیل شده است. طبق جدول ٤ شاخص‌های درصد پوشش‌گیاهی، مقاومت در برابر خشکی و حفاظت در برابر فرسایش به‌منظور ارزیابی و بررسی تأثیر معیار پوشش‌گیاهی در بیابان‌زایی، انتخاب شدند (۷ و ۱۵). شاخص درصد پوشش گیاهی با استفاده از شاخص NDVI تعیین و طبق جدول ٤ امتیاز شاخص‌ها تعیین شد. امتیاز معیار پوشش‌گیاهی پس از امتیازدهی شاخص‌ها براساس رابطهٔ ۲ محاسبه و سپس با توجه به جدول ۲ کیفیت این معیار طبقه‌بندی شد.

[۲] $^{1/3}$(درصد پوشش‌گیاهی× مقاومت در برابر خشکی×حفاظت در برابر فرسایش) =امتیاز معیار پوشش‌گیاهی

عوامل انسانی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل ایجاد شرایط بیابانی‌شدن هستند. از جمله عوامل مستقیم انسانی می‌توان به چرای مفرط، زوال پوشش‌گیاهی (بوته‌کنی و قطع درختان)، کاربری نامناسب اراضی بدون توجه به استعداد زمین، به زیرکشت‌بردن مراتع و اجرای نادرست و نامناسب عملیات کشاورزی اشاره کرد. نقشه کاربری با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ برای سال ۲۰۱۸ مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی معیار مدیریت و سیاست، تهیه شد و سپس با توجه به شاخص‌های انتخابی در هر کاربری، با توجه به جدول ۷ وزن‌دهی انجام شد. امتیاز معیار مدیریت و سیاست، پس از آنکه امتیازات مربوط به هر شاخص تعیین شد، از طریق میانگین هندسی شاخص‌ها محاسبه و کیفیت معیار سیاست و مدیریت مشخص شد. به منظور ارزیابی معیار آب زیرزمینی در روش مدالوس، هیچ شاخصی لحاظ نگردیده است. عدم توجه این مدل به معیار آب زیرزمینی در حالی است که کاهش کیفیت و افت آب زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک را می‌توان از جمله مهم‌ترین مشکلات این مناطق به‌ویژه منطقه خاورمیانه و ایران ذکر نمود. برای این منظور شاخص‌های مورد نیاز برای ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه شامل هدایت الکتریکی، میزان کلر، میزان اسیدیته، کل مواد جامد محلول، نسبت جذب سدیم و افت سطح آب زیرزمینی انتخاب شدند (٤).

از فرآیند درون‌یابی به‌منظور تعمیم اطلاعات و خصوصیات نقاط نمونه‌برداری به کل سطح منطقه، استفاده شد. این شاخص‌ها در جدول ٦ آورده شده است. پس از امتیازدهی

شاخص‌های آب زیرزمینی، امتیاز مربوط به معیار آب زیرزمینی محاسبه و کیفیت آن طبق جدول ۲ تعیین شد. سپس امتیاز مربوط به هر معیار با میانگین هندسی شاخص‌های مربوط به آن مشخص شد. پس از ارزیابی و بررسی شاخص‌ها و معیارهای انتخابی، نقشهٔ رستری همه شاخص‌ها و معیارها در محیط GIS تهیه شد. به منظور تعیین دقت نقشه تولید شده از نقاط کنترل زمینی استفاده شد. سپس این نقاط واقعیت زمینی با نقشه طبقه‌بندی شده مقایسه شدند (٦). در نهایت براساس معیارهای صحت کلی که میانگینی است از دقت طبقه‌بندی که نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی‌شده به جمع کل پیکسل‌های معلوم را نشان می‌دهد و ضریب کاپا که دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملا تصادفی محاسبه می‌کند، میزان دقت طبقه‌بندی نقشه با استفاده از تفسیر بصری محاسبه شد (۱۷). به منظور بررسی وضعیت فعلی بیابانزایی، با استفاده از میانگین هندسی، امتیاز هر معیار در هر نقطه از طریق رابطهٔ ۳ محاسبه شد (۷)، و امتیاز مربوط به وضعیت فعلی بیابانزایی با استفاده از جدول ۲ تعیین شد.

$$DS = (CQI \times SQI \times GWQI \times VQI \times MPQI)^{1/5} \qquad [۳]$$

در این رابطه؛ DS وضعیت بیابانزایی (Desertification Status)، CQI معیار کیفیت اقلیم (Climate Quality Criterion)، SQI معیار کیفیت خاک (Soil Quality Criterion)، GWQI معیار کیفیت آب زیرزمینی (Groundwater Quality Criterion)، و MPQI معیار کیفیت مدیریت و سیاست (Management and Policy Quality Criterion) است.

جدول۳. شاخص معیار اقلیم

Table3. Climate criterion index

شاخص	کلاس	شرح	امتیاز
میزان بارش	۱	> ٦٥٠	۱-۱/۳۵
	۲	٦٥٠-۲٥٠	۱/۳۵ -۱/۷۰
	۳	< ۲٥٠	۱/۷۰ -۲
جهت	۱	شمال شرقی- شمال غربی	۱
	۲	جنوب شرقی- جنوب غربی	۲
شاخص خشکی	۱	I > ٤٠	۱-۱/۳۵
	۲	٤٠> I > ۲٠	۱/۳۵ -۱/۷۰
	۳	I < ۲٠	۱/۷۰ -۲

جدول۴. شاخص معیار پوشش گیاهی

Table 4. Vegetation criterion index

شاخص	کلاس	شرح	امتیاز
حفاظت دربرابرفرسایش	۱	باغات، درختچه‌ها و مراتع همیشه سبز	۱ – ۱/۲۵
	۲	مراتع و بوته زارهای دائمی	۱/۲۵ –۱/۵۰
	۳	محصولات کشاورزی یکساله، غلات، علفزارهای یکساله	۱/۵۰ –۱/۷۵
	٤	اراضی لخت و بایر	۱/۷۵ – ۲
مقاومت در برابر خشکی	۱	باغات، درختچه‌ها و مراتع همیشه سبز	۱ – ۱/۲۵
	۲	مراتع و بوته زارهای دائمی	۱/۲۵ –۱/۵۰
	۳	محصولات کشاورزی یکساله، غلات، علفزارهای یکساله	۱/۵۰ –۱/۷۵
	٤	اراضی لخت و بایر	۱/۷۵ – ۲
درصد پوشش‌گیاهی	۱	> ۵۰	۱ – ۱/۲۵
	۲	۳۵ –۵۰	۱/۲۵ –۱/۵۰
	۳	۳۵–۱۰	۱/۵۰ –۱/۷۵
	٤	< ۱۰	۱/۷۵ – ۲

جدول۵. شاخص معیار خاک

Table 5. Soil criterion index

شاخص	کلاس	شرح	امتیاز
بافت خاک	۱	SL, SCL, CL, LS	۱–۱/۲۵
	۲	SiL,SC,SiCL	۱/۲۵ –۱/۵۰
	۳	SiC, C, Si	۱/۵۰ –۱/۷۵
	٤	S	۱/۷۵ –۲
هدایت الکتریکی	۱	۸–۰	۱–۱/۲
	۲	۱٦–۸	۱/۱–۲/٤
	۳	۳۲–۱٦	۱/٤ –۱/٦
	٤	۱۰۰–۳۲	۱/٦ –۱/۸
	۵	>۱۰۰	۱/۸ –۲
اسیدیته	۱	< ۷/۵	۱–۱/۳۳
	۲	۷/۵ –۸/۳	۱/۳۳ –۱/٦٦
	۳	> ۸/۳	۱/٦٦ –۲
موادآلی	۱	۱/۵ –۲	۱–۱/۲
	۲	۱–۱/۵	۱/۱–۲/٤
	۳	۰/۵ –۱	۱/٤ –۱/٦
	٤	۰/۲ –۰/۵	۱/٦ –۱/۸
	۵	< ۰/۲	۱/۸ –۲

جدول۶. شاخص معیار آب زیر زمینی

Table 6. Groundwater criterion index

شاخص	کلاس	شرح	امتیاز
هدایت الکتریکی	۱	<۲۵۰	۱ – ۱/۲
	۲	۷۵۰–۲۵۰	۱/۲ –۱/٤
	۳	۷۵۰ –۲۲۵۰	۱/٤ –۱/٦
	٤	۵۰۰۰–۲۲۵۰	۱/٦ –۱/۸
	۵	> ۵۰۰۰	۱/۸ – ۲
نسبت جذب سدیم	۱	< ۱۰	۱ – ۱/۲۵
	۲	۱۸–۱۰	–۱/۵۰ ۱/۲۵
	۳	۲٦–۱۸	–۱/۷۵ ۱/۵۰
	٤	>۲٦	۱/۷۵ – ۲
کل مواد جامد محلول	۱	< ۵۰۰	۱ – ۱/۲۵
	۲	۵۰۰ –۱۰۰۰	–۱/۵۰ ۱/۲۵
	۳	۱۰۰۰ –۲۰۰۰	–۱/۷۵ ۱/۵۰
	٤	>۲۰۰۰	۱/۷۵ – ۲
اسیدیته	۱	<٦/۵	۱ – ۱/۳۳
	۲	٦/۵ – ۸/٤	–۱/٦٦ ۱/۳۳
	۳	> ۸/٤	۱/٦٦ – ۲
میزان کلر	۱	< ٤	۱ – ۱/۳۳
	۲	۱۰ – ٤	–۱/٦٦ ۱/۳۳
	۳	> ۱۰	۱/٦٦ – ۲
افت سطح آب زیرزمینی	۱	۰ – ۱۰	۱ – ۱/۲
	۲	۲۰–۱۰	۱/۲ –۱/٤
	۳	۳۰–۲۰	۱/٤ –۱/٦
	٤	۵۰–۳۰	۱/٦ –۱/۸
	۵	> ۵۰	۱/۸ – ۲

نتایج

پس از ارزیابی و امتیازدهی شاخص‌های مربوط به ۵ معیار و محاسبه میانگین هندسی امتیازات، امتیازات شاخص‌های مورد ارزیابی محاسبه و شاخص‌هایی که حائز بالاترین امتیاز بود، تعیین شدند. مهم‌ترین عوامل تشدیدکننده بیابان‌زایی در منطقهٔ مورد مطالعه با استفاده از روش مدالوس، عامل اقلیم با امتیاز ۱/۸۰، عامل مدیریت و سیاست با امتیاز ۱/۷۶ و پوشش گیاهی با امتیاز ۱/۷۱ تعیین شد (شکل ۲). براساس مدل مدالوس، امتیاز وضعیت فعلی بیابان‌زایی طبق جدول ۸، ۱/۶۳ برآورد شد. بر اساس این نقشه، وضعیت بیابان‌زایی منطقه در دو کلاس شدید و خیلی شدید قرار گرفت. ٦٥ درصد از سطح منطقه مورد مطالعه در کلاس شدید و ۳۵ درصد در کلاس خیلی شدید بیابان‌زایی دسته‌بندی شد (شکل ۳).

جدول۸ امتیاز وضعیت بیابان‌زایی

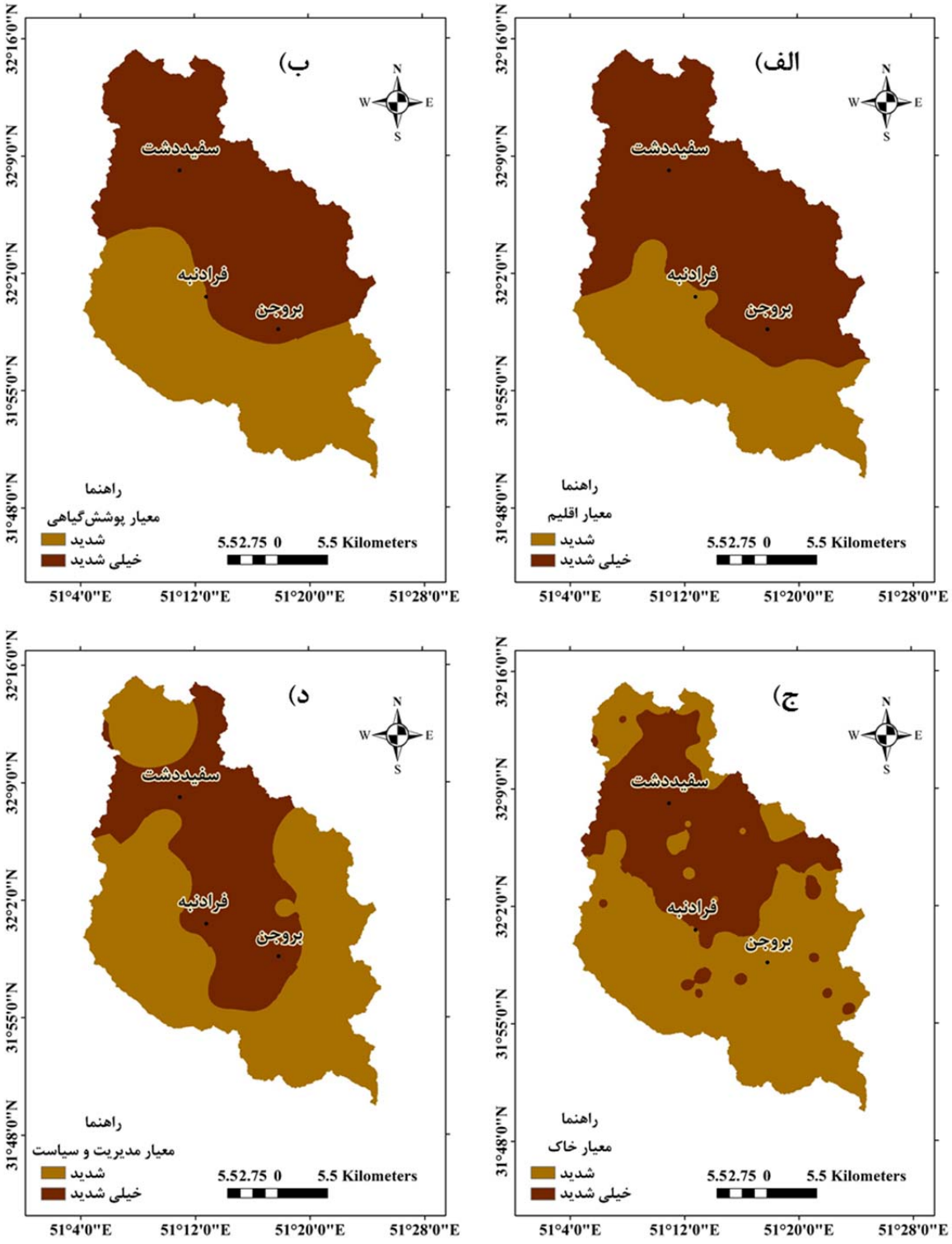
Table 8. Desertification status score

وضعیت بیابان‌زایی						
	امتیازات شاخص‌ها					امتیازات معیار
کد	اقلیم	خاک	آب‌زیرزمینی	پوشش‌گیاهی	مدیریت‌وسیاست	(میانگین‌هندسی)
۱	۱/۸۸	۱/۵٦	۱/۳٤	۱/۷۸	۱/٦۱	۱/٦۳
۲	۱/۸٦	۱/۵۸	۱/۳۵	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵٦
۳	۱/۸۸	۱/٦۲	۱/۳۵	۱/۸۸	۱/۹٦	۱/۷۳
٤	۱/۸۸	۱/٦۳	۱/۳۵	۱/۸۸	۱/۹٦	۱/۷٤
۵	۱/۷۷	۱/٦۱	۱/۳٤	۱/۹۱	۱/۹٦	۱/۷۰
٦	۱/۸۸	۱/۵۵	۱/۳۳	۱/۷۵	۱/۸۸	۱/٦۷
۷	۱/۸۸	۱/٤۷	۱/۲٦	۱/۵۵	۱/۹٦	۱/٦۲
۸	۱/۸٦	۱/۵۳	۱/۳٤	۱/۵۵	۱/۹٦	۱/٦٤
۹	۱/۸۸	۱/۵۲	۱/۳۵	۱/۹۱	۱/۹٦	۱/۷۲
۱۰	۱/۸۸	۱/۵۸	۱/۲۸	۱/۸۸	۱/۵۱	۱/٦۲
۱۱	۱/۸۸	۱/۵۷	۱/۳۳	۱/۷۵	۱/۵۰	۱/٦۰
۱۲	۱/۸۵	۱/٤۲	۱/۲۵	۱/٤٦	۱/۳۵	۱/٤٦
۱۳	۱/۷۱	۱/۵۳	۱/۳۳	۱/۷۵	۱/٦۰	۱/۵۸
۱٤	۱/٦۳	۱/٤۳	۱/۳۲	۱/۵۵	۱/٤۸	۱/٤۸
۱۵	۱/۷۰	۱/٤۷	۱/۳٤	۱/۵۰	۱/۹۰	۱/۵۸
۱٦	۱/۷۱	۱/۵۳	۱/۳۳	۱/۷٦	۱/۹۰	۱/٦۸
۱۷	۱/۷۱	۱/۵۷	۱/۳٤	۱/۹۰	۱/۹٦	۱/٦۹
۱۸	۱/۷۱	۱/٦۳	۱/۳۵	۱/۹۰	۱/۹٦	۱/۷۱
۱۹	۱/۷۰	۱/٤۵	۱/۳۰	۱/۵۳	۱/۷٦	۱/۵٤
۲۰	۱/۷۰	۱/۵۳	۱/۳۰	۱/۵۵	۱/۵۳	۱/۵۲
۲۱	۱/۸۸	۱/۵۸	۱/۳٤	۱/۸۳	۱/۸٦	۱/٦۹
۲۲	۱/٦۸	۱/٤۳	۱/۳۳	۱/٤۸	۱/٦۱	۱/۵۰
۲۳	۱/۸۸	۱/۵۸	۱/۳٤	۱/۸۳	۱/۸۳	۱/٦۹

جدول۷. شاخص معیار مدیریت و سیاست

Table 7. Management and policy criterion index

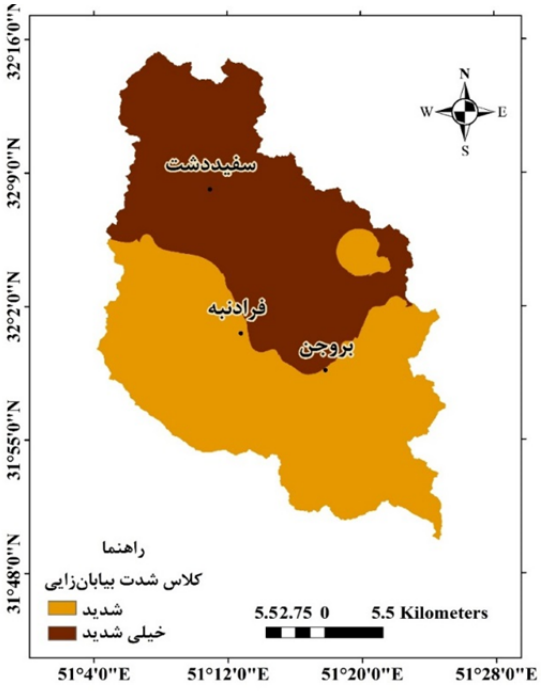
کاربری	شاخص	کلاس	شرح	امتیاز
اراضی کشاورزی	کیفیت عملیات کشاورزی	۱	کشت واریته‌های بومی، عدم استفاده از کودهای شیمیایی و آفت کش‌ها، مکانیزاسیون محدود، آیش مناسب و به موقع زمین	۱ -۱/۳۵
		۲	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها مکانیزاسیون در موارد ضروری مانند شخم، آیش مناسب و به موقع زمین	۱/۳۵ -۱/۷۵
		۳	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون نامحدود و شدید، عدم آیش قرار دادن زمین یا آیش بی‌موقع	۱/۷۵ – ۲
	شیوه آبیاری و کیفیت آب	۱	استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری مناسب	۱ -۱/۲۵
		۲	استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری نامناسب	۱/۲۵ -۱/۵۰
		۳	استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی، کیفیت آب آبیاری نسبتاً مناسب	۱/۵۰ -۱/۷۵
		٤	استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی، کیفیت آب آبیاری نسبتاً نامناسب	۱/۷۵ -۲
اراضی مرتعی	میزان تخریب مراتع		نسبت ظرفیت بالقوه به بالفعل	
		۱	۱ -۱/۵	۱ -۱/۲۵
		۲	۱/۵ -۲	۱/۲۵ -۱/۵۰
		۳	۲ – ۵	۱/۵۰ -۱/۷۵
		٤	۵<	۱/۷۵ -۲
	فشار چرا		نسبت دام موجود به ظرفیت مرتع	
		۱	۰ -۱	۱ -۱/۲۵
		۲	۱ -۱/۵	۱/۲۵ -۱/۵۰
		۳	۱/۵ -۲	۱/۵۰ -۱/۷۵
		٤	۲<	۱/۷۵ -۲
اراضی معدنی			نحوه بهره‌برداری	
		۱	بهره‌برداری بهینه، حفظ خاک سطحی و احیای پوشش‌گیاهی پس از برداشت	۱ -۱/۲۵
		۲	بهره‌برداری بهینه، حفظ خاک سطحی، عدم احیای پوشش‌گیاهی پس از برداشت	۱/۲۵ -۱/۵۰
		۳	بهره‌برداری بی‌رویه، حفظ خاک سطحی، عدم احیای پوشش‌گیاهی پس از برداشت	۱/۵۰ -۱/۷۵
		٤	بهره‌برداری بی‌رویه، از بین بردن خاک سطحی، عدم ایجاد هیچ گونه عامل حفاظتی پس از برداشت	۱/۷۵ -۲



شکل۲. نقشه معیارهای مدل مدالوس در حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن: الف) معیار اقلیم؛ ب) معیار پوشش گیاهی؛ ج) معیار خاک و د) معیار مدیریت و سیاست

Fig. 2. Map of Medalus model criterion in Sefiddasht-Borujen watershed: a) Climate criterion; B) Vegetation criterion; C) Soil criterion and d) Management and policy criterion

بر اساس نتایج امتیازدهی معیارهای مدل مدالوس، همه معیارهای در نظر گرفته شده برای ارزیابی بیابانزایی منطقه شرایط نامناسبی داشته است؛ امتیاز معیار اقلیم که مهمترین شاخص تأثیرگذار آن شاخص بارندگی با امتیاز ۱/۸۸ بود، برابر ۱/۸۰ محاسبه و براساس جدول ۲، کلاس کیفیت معیار اقلیم، شدید و خیلی شدید تعیین شد. بر این اساس، سطح شمالی منطقه در کلاس خیلی شدید و بخش جنوبی در کلاس شدید قرار می‌گیرد. امتیاز معیار خاک در این مدل ۱/۵۵ برآورد شد و در دو کلاس شدید و خیلی شدید بیابانزایی قرار گرفت. از نظر معیار خاک، ٦٥ درصد از کل سطح منطقه در کلاس شدید و ۳۵ درصد در کلاس خیلی شدید بیابانزایی دسته‌بندی شد. مهمترین شاخص معیار خاک، هدایت الکتریکی با امتیاز ۱/۵۵ برآورد شد. پوشش گیاهی منطقه به علت چرای مفرط در گذشته، شرایط نامناسب اقلیمی، آب و خاک، بسیار تخریب یافته و وضعیت مراتع آن فقیر و بسیار فقیر می‌باشد. پس از محاسبه میانگین هندسی شاخص‌های معیار پوشش گیاهی امتیاز این معیار برابر ۱/۷۱ تعیین و نقشه معیار کیفیت پوشش‌گیاهی در دو طبقه شدید و خیلی شدید قرار گرفت. به صورتی که ٤٢ درصد از مساحت منطقه مطالعاتی در کلاس شدید و ۵۸ درصد از کل سطح منطقه در کلاس خیلی شدید بیابانزایی قرار گرفت. در این معیار هر سه شاخص پوشش گیاهی، حفاظت در برابر فرسایش و مقاومت در برابر خشکسالی به ترتیب با امتیاز ۱/٦۹، ۱/۷۲ و ۱/۷۲ تقریبا به یک میزان در بیابانزایی منطقه موثر بودند. معیار آب زیرزمینی در مدل مدالوس در این منطقه، که مهمترین شاخص آن افت آب زیر زمینی با امتیاز ۱/٦٦ بود، در کلاس متوسط و معیار مدیریت و سیاست که کاربری مرتع با امتیاز ۱/۷۱ مهمترین آنان بود در دو کلاس شدید و خیلی شدید بیابانزایی قرار گرفت. بر این اساس، ۳۲ درصد در کلاس شدید و ٦٨ درصد در کلاس خیلی شدید قرار گرفت. سپس از طریق میانگین حسابی معیارها شدت بیابانزایی از طریق جدول ۸ محاسبه و سپس شدت بیابانزایی مشخص شد. در نهایت مشخص شد ٥٦ درصد از سطح منطقه با وضعیت بیابانزایی شدید و ٤٤ درصد با وضعیت خیلی شدید مواجه است. صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۹۱٪ و ۹۰٪ بدست آمد که نشان دهنده دقت بالای نقشه طبقه بندی شده می‌باشد.



شکل۳. نقشه نهایی بیابانزایی در حوضه آبخیز سفیددشت-بروجن با استفاده از مدل مدالوس

Fig. 3. Final desertification map in Sefiddasht-Borujen watershed using Medalus model

بحث

در پژوهش حاضر به منظور ارزیابی و بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی حوضه سفیددشت– بروجن به وسعت حدود ۹۲ هزار هکتار، از مدل مدالوس استفاده شد. در این مدل معیارهای اقلیم، خاک، پوشش گیاهی، آب زیرزمینی، مدیریت و سیاست انتخاب شدند. طبق نتایج حاصل از این پژوهش، به ترتیب معیارهای اقلیم و مدیریت و سیاست بیشترین تأثیر را در بیابان‌زایی حوضه مطالعاتی داشته‌اند و در مقابل معیارهای پوشش‌گیاهی، خاک و آب زیرزمینی دارای کمترین تأثیر بودند. بادجملاین و سمار (۷) نیز در منطقه الجزایر بیان نمودند معیار اقلیم و مدیریت تأثیرگذارترین نقش را در بیابان‌زایی داشته‌اند. عوامل انسانی و محیطی مختلفی بر پدیده بیابان‌زایی تأثیر دارند که معیار اقلیم به عنوان مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در پدیده بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه است. دلیل این امر، کاهش نزولات جوی و خشکسالی‌های پی در پی سال‌های اخیر است. نتایج مطالعهٔ خسروی و همکاران (۱۳) در بروجن نشان داد به طور کلی خشکسالی‌های شدیدی که به دلیل کاهش بارش‌ها رخ داده است، به همراه اضافه برداشت از چاه‌های موجود، منطقه را با بحران شدید کاهش سطح آب زیرزمینی مواجه کرده که کاهش کیفیت آب و فرونشست زمین را در پی دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از مدل مدالوس در پژوهش حاضر، سطح منطقه از نظر معیار اقلیم در دو کلاس شدید و خیلی شدید بیابان‌زایی قرار گرفت. عباسی و همکاران (۱) در دشت شمیل استان هرمزگان و ایت لامکدم و همکاران (۳) در کشور مراکش نیز بر اساس مدل مدالوس در ارزیابی و بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی از نظر کمی، معیار اقلیم را به عنوان تأثیرگذارترین معیار معرفی کردند. از نظر شدت بیابان‌زایی سطح منطقه مطالعاتی در دو کلاس شدید و خیلی شدید قرار گرفت. معیار اقلیم در بیابان‌زایی منطقه مورد مطالعه بیشترین و سپس معیار مدیریت و سیاست ایفاکننده بالاترین و بیشترین نقش می‌باشد. با توجه به میزان پایین بارندگی و خشکسالی‌های سال‌های اخیر، حفر غیرمجاز چاه در سفیددشت و به دنبال آن برداشت‌های بی‌رویه بیش از توان سفره‌های آب زیرزمینی باعث خشک شدن اکثر چاه‌های این منطقه شده است. همچنین، خشک شدن تالاب دهنو در این منطقه دلیل دیگر شدت بیابان‌زایی منطقه مطالعاتی است. نتایج این پژوهش تأثیر بسزای اقلیم و همچنین ضعف مدیریتی را بر بیابان‌زایی منطقه نشان می‌دهند. شواهد در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که افت آب زیر زمینی و به‌تبع آن تهدید بیابانی شدن این منطقه به شدت در حال وقوع است، حال آنکه معیار آب‌های زیرزمینی در مدل مدالوس این تغییرات را به خوبی نشان نمی‌دهد و تغییرات آن را در حد متوسطی نشان می‌دهد. شاید دلیل این امر را بتوان تا حدودی ناشی از تغییرات سایر عوامل کیفی آب‌های زیرزمینی دانست که در این منطقه با وجود برداشت شدید آب‌های زیرزمینی شاهد تغییرات زیادی نبوده است. شاید یکی از معایب روش مدالوس را بتوان این مطلب دانست که در این روش از میانگین مقادیر معیارهای هر شاخص برای برآورد شدت وقوع پدیده بیابانی شدن استفاده می‌کند حال آنکه در واقع حداقل هر معیار شاید گزینه بهتری برای نمایش شدت بیابانی شدن باشد. نتایج، گویای حساسیت منطقه مورد مطالعه نسبت به پدیده بیابان‌زایی است که نشان‌دهنده مشابهت این مطالعه با یافته‌های پژوهش هدیل و همکاران (۱۱) نیز است. منطقه مطالعاتی بر طبق تعریف ارائه‌شده از بیابان‌زایی، دارای هر دو شرایط بیابان‌زایی طبیعی و انسانی است. عوامل طبیعی چون شرایط نامساعد اقلیمی از جمله کمبود ریزش‌های جوی، خشکسالی‌های پیاپی، محدودیت منابع آبی، از یک سو و عوامل مخرب انسانی از جمله نظام سنتی کشاورزی، چرای بی‌رویه دام، بهره‌برداری بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی، صنایع، معادن و تأسیسات، تخریب پوشش‌گیاهی و بوته‌کنی از سوی دیگر باعث نابودی مراتع و منابع طبیعی و تسریع روند بیابان‌زایی در منطقه شده است. با وجود معایب احتمالی مربوط به مدل مدالوس می‌توان بیان داشت که خروجی‌های این مدل تا حدود زیادی بیانگر الگوی کلی وقوع پدیده بیابانی شدن در منطقه است. یافته های تقی پور و همکاران (۱۸) نیز دردشت خانمیرزا (استان چهارمحال و

بختیاری) همچون مطالعه حاضر، براساس مدل مدالوس نشان دادند فرایند بیابان‌زایی در منطقه مطالعاتی در وضعیت بحرانی و رو به افزایش می‌باشد و مقدار قابل توجهی از اراضی کشاورزی و مرتعی تخریب شده است. با نگاهی به شکل ۳ می‌توان دریافت که بخش شمالی منطقه مورد مطالعه به شدت در معرض بیابانی شدن واقع شده، حال آنکه در قسمت جنوبی منطقه این وضعیت شرایط بهتری دارد؛ هر چند در این منطقه نیز فرایند بیابانی شدن در حال وقوع با شدت بالایی است. الگوی کلی منطقه و خشکیدگی چاه‌های کشاورزی منطقه نیز مؤید این واقعیت تلخ است که منطقه شمالی حوضه سفید دشت- بروجن به شدت با فرایند بیابانی شدن مواجه شده است. به همین دلیل لازم است تدابیر مقتضی برای مواجهه شدن و جلوگیری از تشدید این فرایند بیابانی شدن در منطقه اتخاذ گردد. از جمله پیامدهای بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه، می‌توان به کاهش حاصلخیزی خاک، نابودی پوشش‌گیاهی و منابع تولید علوفه، افت سطح آب‌های زیرزمینی، آلودگی هوا و مشکلات ناشی از آن اشاره کرد. از جمله راه‌های مقابله با بیابان‌زایی در منطقه، می‌توان بهره‌برداری اصولی از مراتع و چراگاه‌ها با توجه به ظرفیت آن‌ها در زمان مناسب فعالیت‌های بیابان‌زدایی بیولوژیکی و مکانیکی، بهره‌برداری مناسب از آب‌های زیرزمینی و جلوگیری از تغییر کاربری اراضی مرتعی به اراضی کشاورزی اشاره کرد.

References

1. Abbasi AP, Amani H, Zareian M. 2014. Quantitative assessment of desertification status using MEDALUS model and GIS (Case study: Shamil plain - Hormozgan province). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 5(1): 87-97. (In Persian).
2. Ahmadi H. 2006. Applied Geomorphology, Wind Erosion. Tehran University Press, pp. 592. (In Persian).
3. Ait Lamqadem A, Pradhan B, Saber H, Rahimi A. 2018. Desertification sensitivity analysis using MEDALUS model and GIS: a case study of the Oases of Middle Draa Valley, Morocco. Sensors, 18(7): 2230. doi:https://doi.org/10.3390/s18072230
4. Arab Ameri AR, Ramesht MH, Rezaei K, Sohrabi M. 2019. Quantitative assessment of desertification risk using modified MEDALUS model, Case study: Shahroud Bastam Basin. Watershed Engineering and Management, 11(2): 508-522. (In Persian).
5. Arya AS, Dhinwa PS, Pathan SK, Raj KG .2009. Desertification land degradation status mapping of India. Current Science, 97(10): 1478-1483.
6. Bakr N, Weindorf DC, Bahnassy MH, Marei SM, El-Badawi MM. 2010. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. Applied Geography 30(4),592-605.
7. Boudjemline F, Semar A. 2018. Assessment and mapping of desertification sensitivity with MEDALUS model and GIS–Case study: basin of Hodna, Algeria. Journal of water and land development, 36(1): 17-26. doi:https://doi.org/10.2478/jwld-2018-0002
8. Contador JFL, Schnabel S, Gutiérrez AG, Fernandez MP. 2009. Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura. SW Spain. Land Degradation & Development, 20(2): 129-144. doi:https://doi.org/10.1002/ldr.884
9. D'Odorico P, Bhattachan A, Davis k, Ravi S, Runyan C. 2013. Global desertification: Drivers and feedbacks. Advances in Water Resources, 51: 326–344. doi:https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.01.013
10. Dutta S, Chaudhuri G. 2015. Evaluating environmental sensitivity of arid and semiarid regions in northeastern Rajasthan, India. Geographical Review, 105(4): 441-461. doi:https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2015.12093.x
11. Hadeel AS, Mushtak T, Jabbar MT, Chen X. 2010. Application of remote sensing and GIS in the study of environmental sensitivity to desertification: a case study in Basrah Province, southern part of Iraq. Applied Geomatics, 2(3): 101-112. doi:https://doi.org/10.1007/s12518-010-0024-y
12. Kadović R, Ali Mansour Y. Bohajar V, Perović S, Belanović Simić M, Todosijević S, Tošić M, Anđelić D, Mlađan, Dovezenski U. 2016. Land sensitivity analysis of degradation using MEDALUS model, case study: Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection, 42(4): 114-124.
13. Khosravi A, Mirabbasi R, Samadi H, Ghasemi DA. 2019. Monitoring and forecasting of

groundwater Drought Using Groundwater Resource Index (GRI) and First to Third-Order Markov Chain Models (Case study: Boroujen Plain). Journal of Water and Soil conservation, 26(2): 117-136. (In Persian).

14. Lahlaoi H, Rhinane H, Hilali A, Lahssini S, Moukrim S. 2017. Desertification assessment using MEDALUS model in watershed Oued El Maleh, Morocco. Geosciences, 7(50): 1-16. doi:https://doi.org/10.3390/geosciences7030050
15. Lee EJ, Piao D, Song C, Kim J, Lim H, Kim E, Moon J, Kafatos M, Lamchin M, Jeon SW, Lee W.2019. Assessing environmentally sensitive land to desertification using MEDALUS method in Mongolia. Forest Science and Technology, 15(4): 210-220
16. Rezaipoor Baghedar AH, Bahrami H, Rafee Sharifabad J, Khosravi H. 2015. An evaluation on the intensity of desertification by using IMDPA model (Case study: Baghedar region, Yazd). Arid Regions Geographic Studies, 5(19): 42-54.
17. Schulz JJ, Cayuela L, Echeverria C, Salas J, Benayas JMR. 2010. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape ofCentral Chile (1975–2008). AppliedGeography, 30(3): 436-447.
18. Taghipour S, Fazeli A, Kazemi B. 2016. A case study of desertification hazard mapping using the MEDALUS (ESAs) methodology in southwest Iran. Journal of Natural Resources and Development, 6: 1–8. (In Persian).
19. UNEP, 1992, World Atlas of Desertification, Edward Arnold, London.
20. Veron SR, Paruelo JM and Oesterheld M. 2006. Assessing desertification, Journal of Arid Environments, 66: 751-763.
21. Wijitkosum S. 2020. Reducing vulnerability to desertification by using the spatial measures in a degraded area in Thailand. Land, 9(2): 49. doi:https://doi.org/10.3390/land9020049
22. Xu D, Ding X. 2018. Assessing the impact of desertification dynamics on regional ecosystem service value in North China from 1981 to 2010. Ecosystem Services, 30: 172-180. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.002
23. Xu D, Song A, Li D, Ding X, Wang Z. 2019. Assessing the relative role of climate change and human activities in desertification of North China from 1981 to 2010. Frontiers of Earth Science, 13(1): 43-54. doi:https://doi.org/10.1007/s11707-018-0706-z
24. Xu D, You X, Xia C. 2019. Assessing the spatial-temporal pattern and evolution of areas sensitive to land desertification in North China. Ecological Indicators, 97: 150-158. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.005
25. Zhang C, Wang X, Li J, Hua T. 2020. Identifying the effect of climate change on desertification in northern China via trend analysis of potential evapotranspiration and precipitation. Ecological Indicators, 112: 106141. doi:https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106141

RS & GIS for Natural Resources
(Vol. 13/ Issue 1) Spring 2022
Indexed by ISC, SID, Magiran, Noormags, Civilica, Google Scholar
journal homepage : www.girs.iaubushehr.ac.ir

Original paper

Assessment of desertification status in Sefiddasht-Boroujen (Chaharmahal and Bakhtiari province) watershed using MEDALUS model

Fatemeh Nafar, Ataollah Ebrahimi, Ali Asghar Naghipour

Received: 7 April 2021 / Received in revised form 29 May 2021 / Accepted: 6 June 2021
Available online 10 June 2021

Abstract

Background and Objective The degradation of resources in many parts of the world is a serious threat to humanity due to its growing trend. Desertification, which is one of the manifestations of this degradation, has affected most countries and has been introduced as the third challenge of the 21st century after the two challenges of climate change and freshwater scarcity. Desertification is the degradation of land in arid, semi-arid, and semi-humid areas. This situation is caused by a series of important processes, the most important of which are the two factors of human activity and climate change. Several methods have been developed to determine the process of desertification, one of which is widely used, the Medalus method. Assessing the status of desertification processes (land degradation) in a village, region or country is important because it provides the opportunity to make informed decisions about the financial dimension and the amount of investment needed to control it. Considering the development of the desertification phenomenon in the Sefiddasht-Borujen region and the need to pay attention to the importance of the results of this destructive phenomenon in the future. The purpose of this study is to evaluate desertification using the Madalus model in the Sefiddasht-Borujen watershed with an area of 92565 hectares, located in Chaharmahal and Bakhtiari province.

Materials and Methods Land use changes were investigated and detected using the distance measurement model. For this purpose, the images of 1998, 2009, and 2018 were used. The amount of changes during this period was determined, and the points where the most changes occurred were selected. Then using these points, in the Medalus model, the factors affecting desertification and its current situation were considered. Then, the effective parameters in desertification were studied in these points separately and the Medalus model was implemented in them.

F. Nafar [1], A. Ebrahimi [2], A. A. Naghipour(✉) [3]

1. MSc. of Combating Desertification, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
2. Associate Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
3. Assistant Professor, Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

e-mail: aa.naghipour@sku.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1401.13.1.2.0

According to the Medalus method, effective factors in the desertification of the region were identified and each factor including climate, vegetation, soil, groundwater, and management and policy was considered as a criterion. Then, the characteristics of the mentioned criteria that were effective in the desertification of this region were considered as indicators. After each indicator received weight in relation to its impact on desertification and by evaluating them, their impact of them on the desertification process was determined. Finally, using the indicators of these criteria, the criteria map and finally, the desertification map were obtained from their geometric mean n order to study the climate criteria, three indices of rainfall, direction, and drought index were considered. The study of the climate was evaluated from 3 sample points in the meteorological and water weight stations of the province, which are harvested as points. To evaluate the soil condition, some physical and chemical properties such as soil texture, acidity, electrical conductivity, and the amount of organic matter were selected. To determine the soil properties, the first 170 sampling points were identified in the study area, and from 0 to 20 cm soil level, sampling was performed and transferred to the laboratory.

Results and Discussion The results showed a score of climatic criteria calculated at 1.80 was determined in two classes and had the most role in desertification in the region. The score of management and policy, vegetation, and soil criteria respectively were calculated at 1.76, 1.71, and 1.55 and was determined into two classes severe and very severe. Also, water criteria were calculated at 1.33 and were determined in the middle class. Based on the Medalus model, the current desertification score was estimated to be 1.63. According to this map, the desertification situation of the region was divided into two classes, severe and very severe. Finally, it was calculated that 56% of this area is faced with severe and 44% of it very severe desertification. The result showed that the northern part of the study area is highly vulnerable, while the southern part of the region is less vulnerable to desertification. However, this region has high desertification intensity. The foretold sensitivity of this region to the phenomenon of desertification was consistent. In this model, climate, soil, vegetation, groundwater, management, and policy criteria were selected. According to the results, climate, management, policy, vegetation, soil, and groundwater criteria, respectively, had the greatest impact on desertification of this region due to the low precipitation, drought in recent years, illegal excavation of wells, and uncontrolled extractions more than the capacity of groundwater aquifers in Sefiddasht has caused the drying of most wells in this area. Also, the drying of Dehno Wetland is another reason for the intensity of desertification in the study area.

Conclusion According to the obtained results, the phenomenon of desertification in this region is accelerating and would cause a destructive consequence. The study area, according to the proposed definition of desertification, has both natural and human desertification conditions. Natural factors such as unfavorable climatic conditions such as lack of rainfall, successive droughts, limited water resources, on the one hand, and destructive human factors such as traditional agricultural system, overgrazing, overexploitation of groundwater, conversion of pastures to land Agriculture, industries, mines and facilities, destruction of vegetation and shrubs, on the other hand, have led to the destruction of pastures and natural resources and accelerated desertification in the region. Evidence shows that in this region water table is lower than in other areas and as a consequence desertification is accelerated. Among the ways to deal with desertification in the region, it is possible to use the pastures and pastures in principle, according to their capacity at the right time, to permanently enclose the region under biological and mechanical desertification activities, proper exploitation of groundwater and prevents land use change.

Keywords: Environmental crisis, Desertification, Critical plain, Central Zagros, Climate, Vegetation

Please cite this article as: Please cite this article as: Nafar F, Ebrahimi A, Naghipour AA. 2022. Assessment of desertification status in Sefiddasht-Boroujen (Chaharmahal and Bakhtiari province) watershed using MEDALUS model. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 13(1): 21-38. http://dorl.net/dor/20.1001.1.26767082.1401.13.1.2.0