

ارزیابی وضعیت بیابان‌زایی در دشت شهربابک با استفاده از مدل مدالوس و داده‌های سنجش از دور

محمدابراهیم عفیفی^{۱*}، وحید سهرابی^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۲/۱۸

چکیده

مسئله تحقیق: تخریب سرزمین یک فرایند جهانی است که در نهایت منجر به کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود و اگر مفهوم آن را نوعی ناپایداری و عدم تعادل در رابطه بین انسان و محیط قلمداد کنیم، باید پذیرفت که بخش اعظمی از جهان و کشور ایران با این مشکل زیست‌محیطی روبرو است. مقابله با پدیده تخریب سرزمین و بیابان‌زایی نیازمند ارزیابی و پایش نوع و شدت تخریب اراضی، تعیین دلایل تخریب صورت گرفته و اتخاذ اقدامات لازم برای مواجهه با مشکل پیش آمده و نیز بررسی صحت انجام پروژه‌های مزبور است. هدف ارزیابی بیابان‌زایی دشت شهربابک می‌باشد. فناوری سنجش‌ازدور نقش بسیار ارزنده‌ای در ارزیابی و پایش تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در مقیاس‌های محلی، منطقه‌ای و جهانی دارد و سبب ایجاد رویکرد جدیدی در مطالعات مربوط به ارزیابی و پایش بیابان‌زایی گردیده است. با توجه به اهمیت مسئله تخریب، در این مطالعه سعی شد با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و مدل مدالوس به ارزیابی بیابان‌زایی حوزه آبخیز شهربابک پرداخته شود. در گام اول، بر اساس وضعیت منطقه، شش معیار اقلیم، خاک، پوشش گیاهی، آب زیرزمینی و مدیریت و سیاست برای ارزیابی میزان تخریب، مدنظر قرار گرفت. شاخص‌ها بر اساس میزان تأثیرشان بر فرایند تخریب، کمی و به هرکدام از آن‌ها طبق روش فازی امتیازی بین ۰/۵ تا ۱ داده شد و در مقیاس پیکسل مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که ۴ درصد از سطح منطقه در رده خفیف، ۱۰ درصد منطقه در رده متوسط و ۸۶ درصد منطقه در رده شدید بیابان‌زایی قرار دارد. از نظر حساسیت محدوده به تخریب، ۴٪ از مساحت کل محدوده در طبقه بالقوه، ۲۲٪ در طبقه شکننده A، ۵۰٪ در طبقه شکننده B، ۲۰٪ در طبقه شکننده C و ۳٪ در طبقه بحرانی قرار دارد؛ بنابراین حدود ۹۲٪ از مساحت منطقه در طبقه شکننده قرار دارد.

کلمات کلیدی: بیابان‌زایی، مدالوس، سنجش‌ازدور، شهربابک.

^۱ گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، شهرستان لارستان، ایران. نویسنده مسئول، Email: afifi.ebrahim6353@gmail.com
^۲ گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد واحد لارستان، ایران.

مقدمه

یک‌چهارم وسعت ایران معادل ۴۳ میلیون هکتار را مناطق بیابانی فراگرفته است، بنابراین توجه به مقوله مقابله با بیابان‌زایی ضرورتی انکارناپذیر می‌باشد. شش میلیون هکتار از مساحت مناطق بیابانی، شرایطی بحرانی داشته که تاکنون فقط دو میلیون هکتار از این اراضی مهار شده است (پروری اصل و همکاران، ۱۳۹۰). روند بیابان‌زایی در کشورهای درحال توسعه و مستعد بیابان‌زایی، از شدت بالایی برخوردار است؛ لذا مبارزه با بیابان‌زایی و تخریب سرزمین باید به‌عنوان اولویت محلی، ملی، منطقه‌ای و جهانی در نظر گرفته شود (ملک‌یاد، ۲۰۱۴). سیطره ۸۹/۷ درصدی سرزمین‌های خشک، کمبود فاحش ریزش‌های آسمانی به نسبت میانگین‌های جهانی، پراکنش ناهنجار مراکز جمعیتی و عدم تناسب آن با اندوخته‌های آبی کشور، ضریب تغییرات فاحش اقلیمی آن از میانگین‌های درازمدت سالانه، وجود شناسه‌های غیرقابل‌انکار فقر در تمامی ابعاد پنج‌گانه پایداری (بوم - شناختی، سکونت‌گاهی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی)، به همراه میل شدید کشور به توسعه و جبران عقب - ماندگی‌های اغلب تحمیل شده گذشته به هر قیمتی، بخشی از مهم‌ترین دلایل شدت و توسعه بیابان‌زایی در گستره کشورمان ایران است (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۲). نخستین گام در اجرای فعالیت بیابان‌زدایی جلوگیری از گسترش بیابان است که باید بر شناخت پدیده‌هایی متکی باشد که هم به طور جداگانه و هم در کنش با یکدیگر در یک تابه تغییراتی را به وجود می‌آورند و به بیابان‌زایی منجر می‌شوند. می‌توان با ارائه راهکارها و روش‌های مدیریتی مناسب از شدت

بیابان‌زایی کاست و نیز از گسترش و پیشروی آن جلوگیری کرد. در این راه، شناخت فرایندهای بیابان‌زایی و عوامل به‌وجودآورنده و تشدیدکننده آن و همچنین آگاهی از شدت و ضعف این فرایندها و عوامل و شاخص‌ها به‌منظور ارائه یک مدل برای نشان‌دادن شدت بیابان‌زایی و تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آن برای جلوگیری از گسترش فاکتورهای بیابان‌زایی ضرورت دارد (یغمائیان و همکاران، ۱۳۹۶). برای ارزیابی پدیده بیابان‌زایی و ارائه راهکارهای مطلوب جهت مهار آن، مدل‌های زیادی ارائه شده است. به‌طورکلی مدل‌های بیابان‌زایی برای درک و پیش‌بینی خطرات احتمالی زیست‌محیطی بسیار مهم هستند. مطالعات زیادی در داخل و خارج از ایران به‌منظور ارزیابی بیابان‌زایی صورت گرفته است. برای مثال گل‌افشانی و همکاران (۱۴۰۰) طی پژوهشی به بررسی مسئله بیابان‌زایی در آبخوان دشت مشهد بر اساس پیش‌بینی پارامترهای کمی و کیفی آب زیرزمینی پرداختند. سربازی و همکاران (۱۳۹۹) مسئله بیابان‌زایی سرخس بر اساس مدل‌سازی تغییرات زمانی - مکانی پرداختند و این روش را مناسب ارزیابی نمودند. ابوزید (۲۰۲۲) طی پژوهشی با عنوان ارزیابی بیابان‌زایی با استفاده از مدل مدالوس اصلاح شده در شمال دلتای نیل، مصر اقدام به بررسی این موضوع کرد. این پژوهش آزمایشی جدید برای ادغام شاخص کیفیت فرسایش EQI با روش بیابان‌زایی و کاربری اراضی مدیترانه اصلاح‌شده MEDALUS و تحلیل عاملی برای تعریف ESAS برای بیابان‌زایی انجام گرفت. پراوالیه و همکاران (۲۰۲۰) طی پژوهشی به بررسی و تحلیل دشت‌های سراسری رومانی با استفاده از روش

در سال (۱۳۸۵) اصلی ترین فرآیندهای بیابان زایی در منطقه ماهان را در ابتدا تخریب منابع گیاهی و پس از آن فرسایش آبی و در نهایت فرسایش بادی دانسته اند. قابل ذکر است که نامبردگان از جمله دلایل این امر را نقش دخالت‌های انسانی در افزایش و کاهش اثر هر یک از فرآیندها قابل ذکر است

جوادی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقی ارزیابی اقدامات مدیریتی اعمال شده در کنترل شرایط بیابانی در حوزه آبخیز که اقدامات مدیریتی تا حد زیادی توانسته از تخریب بیشتر منابع در بخش فرسایش بادی، خاک و پوشش گیاهی (با اجرای اقدامات کنترلی - تثبیت شن و...) که تا چند دهه قبل از مهمترین مسائل در رابطه با بیابانزایی بوده جلوگیری نماید. اما در حال حاضر مساله تخریب منابع آب زیرزمینی و کاهش کمیت و کیفیت آن جایگزین فرسایش بادی در منطقه ماهان شده است، بطوریکه افزایش بی رویه حلقه های چاه بهره‌برداری و متعاقب آن افزایش غیراصولی از آبهای زیرزمینی منجر به کاهش شدید کیفیت و کمیت آن گردیده است.

جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان زایی تاکنون تحقیقات بسیار زیادی در داخل و خارج کشور صورت گرفته که منجر به ارائه مدل های منطقه ای فراوانی شده است. هاشمی و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی به تحت عنوان ارزیابی وضعیت فعلی بیابان زایی منطقه زهک سیستان با تاکید بر معیار فرسایش آبی در منطقه زهک سیستان پرداختند. در این تحقیق ابتدا براساس تلفیق اطلاعات مربوط به نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی، عکس هوایی و بازدید های صحرائی، منطقه مورد مطالعه به ۱۱ رخساره تفکیک گردید

مدالوس تثبیت شده پرداختند این پژوهش با ارزیابی آماری اراضی و بررسی درجات مختلف حساسیت به تخریب و بر اساس داده‌های فضایی مختلف که به عنوان شاخص‌های اصلی و زیر شاخص‌ها (پارامترهای محیطی) به عنوان نیروهای محرک تخریب زمین در نظر گرفته می‌شود، انجام شد. همان‌گونه که بیان شد محققین مختلف روش‌های گوناگون را برای ارزیابی مسئله بیابان‌زایی بکار برده‌اند. روش پژوهش حاضر به منظور بررسی مسئله بیابان‌زایی در حوزه آبخیز مورد نظر به روش مدالوس و سنجش از راه دور است. مدل مدالوس، مدل ارائه شده برای ارزیابی بیابان‌زایی است که توسط کاسیاس (۱۹۹۹)، ESAs نام گرفت. پروژه مدالوس، شاخص‌های اصلی و کلیدی بیابان‌زایی در مقیاس منطقه‌ای در سطح محلی با حوزه را توسعه داده است. در این روش می‌توان انواع مختلف مناطق حساس به بیابان‌زایی را در رابطه با انواع پارامترها مثل تغییرات سطح زمین، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، آب‌وهوا و عملکرد انسانی تعریف کرد. این روش نسبت به سایر مدل‌ها مزیت‌هایی دارد. نخست اینکه امکان وزندهی لایه‌های مورد استفاده، با سیستم GIS وجود دارد که سرعت و دقت مطالعات را افزایش داده و خطای کارشناسی را کم می‌کند. همچنین در تلفیق شاخص‌ها، به‌جای میانگین حسابی از میانگین هندسی استفاده می‌کند که بر دقت کار جهت ارزیابی و تهیه نقشه بیابان‌زایی می‌افزاید. از طرفی در این روش از لایه‌هایی استفاده می‌شود که به‌دست آوردن اطلاعات آن‌ها به‌سادگی امکان‌پذیر است (رسولی و همکاران، ۲۰۱۲).

زهتابیان و همکاران در ارزیابی بیابان زایی ماهان

در هر واحد کاری و سپس در کل نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که از کل عرصه مورد مطالعه حدود ۷۳۴/۳۳ هکتار (۰/۹ درصد) در کلاس متوسط (II)، حدود ۶۱۴۷۳/۳۸ هکتار (۷۳/۶ درصد) در کلاس شدید (III) و حدود ۲۱۳۱۰/۲۲ هکتار (۲۵/۵۱ درصد) در کلاس بسیار شدید (IV) قرار دارد. همچنین متوسط وزنی ارزش کمی (DS) در کل منطقه ۲۵/۵۲ برآورد گردید که بیانگر وجود کلاس شدت بیابان‌زایی شدید در کل منطقه بیابان‌زایی از منظر فرسایش بادی بوده است.

هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی با استفاده از مدل IMDPA در دشت سیستان به مطالعه پرداختند در این تحقیق، برای بررسی پتانسیل بیابان‌زایی و ارائه نقشه شدت بیابان‌زایی از چهار معیار فرسایش بادی، خاک، اقلیم و پوشش گیاهی در منطقه زهک سیستان آکه لایه اطلاعاتی معیار فرسایش بادی، در دو کلاس شدید (۶۲۲۰۵ هکتار) و کلاس خیلی شدید (۲۱۳۰۹ هکتار)، لایه اطلاعاتی معیار خاک، در دو کلاس کم (۳۹۱۲۱ هکتار) و کلاس متوسط (۴۴۳۹۳ هکتار)، لایه اطلاعاتی معیار اقلیم، در کلاس خیلی شدید (۸۳۵۱۴ هکتار) و لایه اطلاعاتی پوشش گیاهی، در چهار کلاس کم (۲۴۷۵۶ هکتار)، متوسط (۵۶۴۹ هکتار)، شدید (۱۴۰۱۱ هکتار) و خیلی شدید (۳۹۰۹۸ هکتار) شدت بیابان‌زایی طبقه بندی شد. نقشه نهایی شدت بیابان‌زایی منطقه از ترکیب لایه‌های اطلاعاتی به کمک میانگین هندسی تهیه شد. نتایج حاصل از ارزیابی پتانسیل بیابان‌زایی منطقه، مبین ۳۶/۴ درصد، معادل ۳۰۴۰۵ هکتار در طبقه متوسط و ۶۳/۶ درصد،

که هر رخساره ژئومورفولوژی به عنوان واحد اصلی ارزیابی وضعیت فعلی بیابان‌زایی مدنظر قرار گرفت. با توجه به تجزیه، تحلیل و تلفیق دو روش FAO-UNEP و MICD که از مطرح‌ترین مدل‌های بیابان‌زایی در خارج و داخل کشور محسوب می‌گردند، تلاش گردید تا شاخص‌های موثر مبتنی بر فرسایش آبی براساس نوع کاربری اراضی شناسایی و مناسب‌ترین آنها انتخاب شوند و در قالب یک مدل منطقه‌ای بیابان‌زایی و با توجه به ارزش عددی هر یک از شاخص‌ها در هر واحد کاری و سپس در کل منطقه مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند. در نهایت وضعیت فعلی شدت بیابان‌زایی منطقه با تاکید بر معیار فرسایش آبی در چهار کلاس ناچیز و کم، متوسط، شدید و بسیار شدید برآورد گردید. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در مدل پیشنهادی منطقه‌ای بیابان‌زایی در حدود ۴۹۱۵ هکتار (۵/۹ درصد) در کلاس کم (I)، حدود ۷۸۵۹۹ هکتار (۹۴/۱ درصد) در کلاس متوسط (II) قرار دارند. همچنین متوسط وزنی ارزش کمی در کل منطقه ۱۵/۱۹ DS= برآورد گردید که بیانگر وجود کلاس شدت بیابان‌زایی متوسط در کل منطقه می‌باشد

پهلوانروی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به ارزیابی شدت بیابان‌زایی با معیار فرسایش بادی با استفاده از مدل‌های UNEP-FAO و MICD در منطقه زهک سیستان پرداختند. به منظور ارزیابی وضعیت فعلی شدت بیابان‌زایی محدوده‌ای با وسعت ۸۸۳۵۰ هکتار در منطقه زهک سیستان در نظر گرفته شد. شاخص‌های موثر مبتنی بر فرسایش بادی براساس نوع کاربری اراضی توجه به ارزش عددی هر یک از شاخص‌ها

نمود(عرب‌عامری و همکاران، ۱۳۹۸). باتوجه‌به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی، می‌توان از این ابزار جهت مطالعه و بررسی مراحل مختلف بیابان‌زایی استفاده نمود(سربازی و همکاران، ۱۳۹۹). پژوهش حاضر درصدد بررسی تأثیر استفاده از مدل مدالوس و سنجش از راه دور در ارزیابی بیابان‌زایی حوزه آبخیز شهربابک است. با توجه به توسعه پدیده بیابان‌زایی در منطقه شهربابک و لزوم توجه به اهمیت نتایج این پدیده مخرب در آینده و باتوجه‌به ابعاد وسیع تأثیرگذاری این پدیده در این منطقه انجام پژوهش حاضر ضرورت دارد. از آنجاکه این دشت یکی از دشت‌های حاصلخیز استان بوده و باتوجه‌به وسعت آن و همچنین تمرکز صنایع و بخش زیادی از جمعیت استان در این دشت، مطالعه آن به دلیل ابعاد اجتماعی و اقتصادی تأثیرگذاری پدیده بیابان‌زایی از اهمیت زیادی برخوردار است؛ لذا در تحقیق حاضر درصدد پاسخ به این دو پرسش است که اولاً شدت و پیشرفت مسئله بیابانی شدن در شهربابک چگونه بوده و میزان کاربرد دو روش مدالوس و سنجش از راه دور در ارزیابی این مسئله چگونه است.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

دشت شهربابک در ناحیه شمال غرب استان کرمان در حوضه آبخیز ابرقوی سیرجان بین طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۴۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی واقع شده است و از شمال به شهرستان یزد، از شرق به

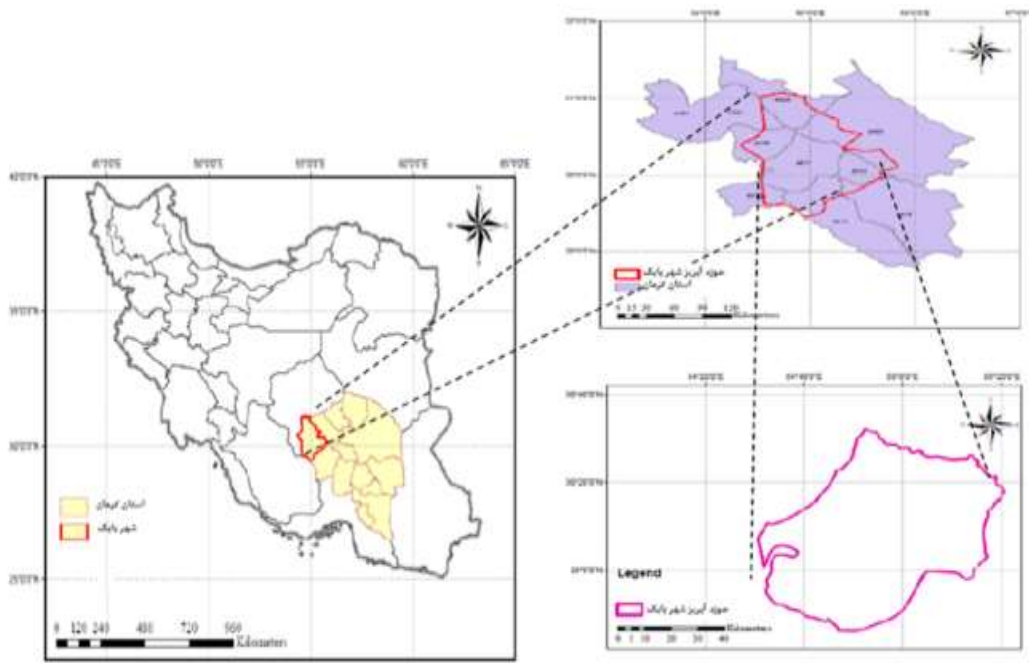
معادل ۵۳۱۰۹ هکتار در طبقه شدید بیابان زایی ارزش عددی معیارهای مورد بررسی نشانمعیار اقلیم با ارزش عددی ۳/۸۸ موثرترین عامل در شدت بیابان زایی منطقه است. متوسط وزنی پتانسیل بیابان زایی در کل منطقه ۲/۷۴ در کلاس شدید شدت بیابان زایی قرار داشته است.

بنابراین این مدل با بررسی اثرات متقابل عوامل مؤثر بر توسعه بیابان‌ها، میزان حساسیت به بیابان‌زایی و انواع تیپ‌های آن که شامل تیپ‌های بحرانی، شکننده (f) و بالقوه (p) است را برای هر منطقه معین می‌نماید. بر اساس این روش، هرکدام از معیارهای کیفی مورد استفاده در آن، از میانگین‌گیری هندسی پارامترهای مربوط به خود به دست می‌آیند و با ترکیب میانگین هندسی این شاخص‌ها به کمک سیستم GIS، شاخص حساسیت مناطق تعیین می‌شود. هر یک از معیارهای کیفی فوق باتوجه‌به اثری که در بیابان‌زایی منطقه دارند امتیاز می‌گیرند؛ بنابراین روش مدالوس، روش جدیدی بوده و باتوجه‌به فاکتورهای زیاد آن و بالابردن دقت آن از روش‌های دیگر مناسب‌تر است. پیچیدگی و توسعه روزافزون پدیده‌های پویایی مانند تخریب سرزمین و بیابان‌زایی در قرن حاضر، فکر استفاده از فناوری‌های جدید از جمله سنجش‌از‌دور و... را برای ارزیابی و پایش آنها معطوف نموده است(کاظمی نیا و همکاران، ۱۳۹۶). یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجش از دوری مطالعه و بررسی پدیده‌های پویا و در حال تغییر با طی زمان می‌باشد. از جمله پدیده‌های پویا در کشاورزی و منابع طبیعی می‌توان به رشد محصولات کشاورزی، تخریب خاک و پوشش گیاهی و تخریب اراضی و بیابان‌زایی اشاره

ترمربع است و حدود ۶۹ درصد آن دشت آبرفتی است (سیفی و ریاحی، ۱۳۹۶).

شهرستان رفسنجان، و از جنوب و غرب به استان فارس محدود می‌شود. حداکثر ارتفاع حوضه در ناحیه شمالی ۳۴۴۰ متر و گودترین نقطه آن در خروجی حوضه ۱۵۳۰ متر است. این محدوده

دارای
وسعتی
حدود
۴۱۱۲
کیلوم



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)

استفاده خواهد شد. همچنین به منظور اخذ داده‌های مربوط به روش سنجش از راه دور از تصاویر ماهواره‌ای و سنجنده‌های TM و ETM و سنجنده OLI استفاده خواهد شد که برای این منظور از نرم‌افزارهای Arc ۱۰,۵,۱ و TerrSet GIS برای مدل‌سازی، پردازش داده‌ها، شبیه‌سازی استفاده خواهد شد.

روش تحقیق

داده‌های مورد استفاده

به منظور اخذ داده‌های مربوط به روش مدالوس و بررسی پارامترهای اقلیم شامل مواردی از قبیل (کیفیت اقلیم، کیفیت خاک، کیفیت آب زیرزمینی، معیار پوشش گیاهی و معیار کیفیت مدیریت و سیاست) از اطلاعات مربوط به نقاط نمونه در ایستگاه‌های سازمان هواشناسی و آب منطقه‌ای استان، بازدید میدانی و برداشت نمونه

این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر شیوه اجرا یک پژوهش میدانی و سیستمی است که به صورت مطالعه موردی انجام می پذیرد. منطقه مورد مطالعه در این پژوهش حوزه آبخیز شهر بابک واقع در استان کرمان می باشد. برای رسیدن به نتیجه مورد نظر در این پژوهش مراحل مختلفی باید طی شود، ابتدا دانلود و تهیه داده های مورد نیاز پژوهش و آماده سازی هر یک برای پردازش خاصی که بر روی هر نوع داده باید انجام بگیرد، در مرحله بعدی تلفیق داده ها و استخراج میزان بیابان زایی در منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی مورد نظر و در نهایت بررسی صحت یا همان صحت سنجی نتایج حاصل از پردازش تصاویر با استفاده از داده های برداشت میدانی انجام گیرد. برای پردازش تصویر از داده های باند C ماهواره سنتینل ۱ استفاده شده و سپس به منظور اخذ داده های مربوط به روش مدالوس و بررسی پارامترهای اقلیم شامل مواردی از قبیل (کیفیت اقلیم، کیفیت خاک، کیفیت آب زیرزمینی، معیار پوشش گیاهی و معیار کیفیت مدیریت و سیاست) از اطلاعات مربوط به نقاط نمونه در ایستگاه های سازمان هواشناسی و آب منطقه ای استان، بازدید میدانی و برداشت نمونه استفاده خواهد شد. همچنین به منظور اخذ داده های مربوط به روش سنجش از راه دور از تصاویر ماهواره ای و سنجنده های TM و ETM و سنجنده OLI استفاده خواهد شد که برای این منظور از نرم افزارهای TerrSet و Arc GIS ۱۰٫۵٫۱ برای مدل سازی، پردازش داده ها، شبیه سازی استفاده خواهد شد. به منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی، مدل ساز تغییر زمین و به طور کلی ارزیابی وضعیت بیابان زایی منطقه مورد نیز از دو روش

سنجش از راه دور و مدل سازی مدالوس استفاده خواهد شد. مدل سازی، تجزیه و تحلیل داده ها در روش مدالوس شامل مراحل از قبیل (انتخاب معیار و شاخص ها، امتیازدهی شاخص ها، میانگین هندسی معیارها و تهیه نقشه شدت بیابان زایی) است که پس از اخذ داده های مورد نظر و شاخص های مربوطه وضعیت فعلی بیابان زایی با استفاده از میانگین هندسی امتیاز هر معیار در هر نقطه محاسبه خواهد شد و امتیاز مربوط به وضعیت فعلی بیابان زایی تعیین می گردد. در روش سنجش از راه دور نیز مراحل از قبیل (اخذ داده های ماهواره ای، بررسی کیفیت تصاویر، طبقه بندی تصاویر، ارزیابی صحت طبقه بندی، آشکارسازی تغییرات و مدل سازی تغییرات) به منظور تجزیه و تحلیل دنبال می گردد که در کلیه مراحل از نرم افزار ArcGIS به منظور بررسی و تجزیه و تحلیل استفاده خواهد شد. در نهایت نتایج به دست آمده از مدل مدالوس برای سال جاری با نتایج حاصل از روش سنجش از دوری مورد مقایسه و ارزیابی آماری قرار خواهد گرفت. بدین منظور شدت بیابان زایی هر منطقه حاصل از مدل مدالوس با تغییرات حادث شده منتج از روش سنجش از دوری مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

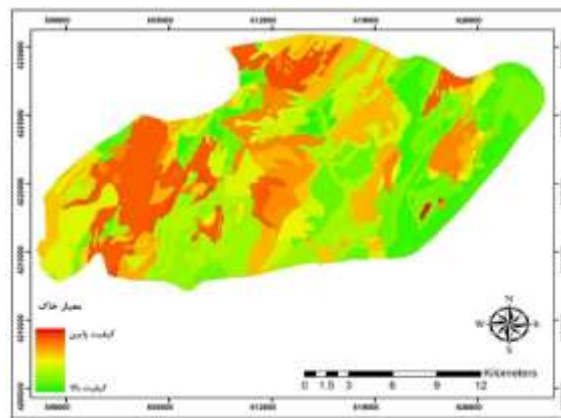
معیار خاک

شاخص کیفیت خاک برای تهیه نقشه تخریب بر اساس ۳ شاخص اعم از زهکشی، بافت خاک سطحی و عمق تعیین شد. با استفاده از لایه اطلاعاتی خاک، هر یک از شاخص ها توسط جداول مربوطه امتیازدهی شدند (جدول ۱) در نهایت نقشه معیار خاک با استفاده از میانگین

هندسی شاخص‌ها تهیه شد. دامنه امتیاز کیفیت خاک بین ۰/۶۲ - ۰/۱۵ به دست آمد.

جدول ۱: امتیاز شاخص‌های خاک (تحقیقات نگارنده)

شاخص‌های معیار خاک			
بافت	عمق (متر)	زهکشی	مساحت (مترمربع)
۰/۱	۰/۱	۰/۱	۱۰۴۴/۳۴
۰/۲	۰/۲	۰/۳	۸۰۵/۰۵
۰/۵	۰/۴	۰/۲	۴۱۷/۲۸
۰/۲	۰/۸	۰/۴	۱۰۶/۲۸
۰/۱	۰/۵	۰/۳	۳۷۸/۱۹
۰/۲	۰/۴	۰/۲	۵۴/۱۲
۰/۱	۰/۳	۰/۱	۴۸/۸۵
۰/۳	۰/۶	۰/۴	۴۴۷/۰۹
۰/۷	۰/۹	۰/۳	۲۱۲/۵۴
۰/۱	۰/۲	۰/۱	۹/۱۰



شکل ۲: تأثیر شاخص‌های خاک در بیابان‌زایی منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

معیار اقلیم

برای به‌دست‌آوردن معیار کیفیت اقلیم از سه شاخص بارندگی، تبخیر و شاخص خشکی استفاده گردید. در ابتدا بر اساس متوسط بارندگی و تبخیر سالیانه منطقه، شاخص خشکی (ترانسو) شاخص نسبتاً مناسبی است که برای بیان خشکی بکار شاخص خشکی :

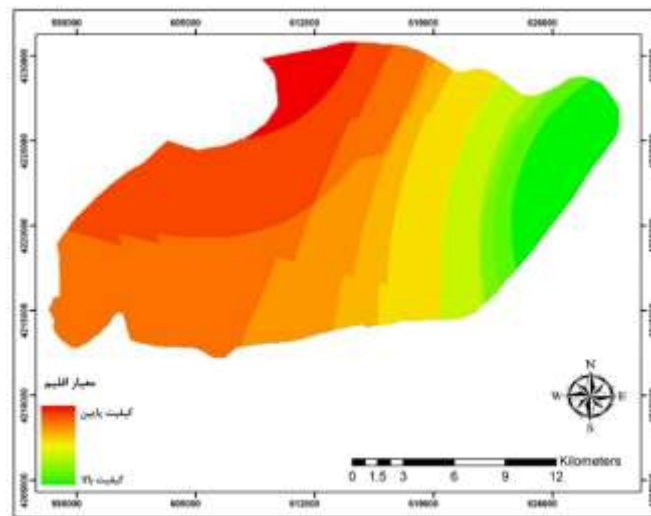
$$T = \frac{P}{ETP} \quad \text{معادله (۱)}$$

T: ضریب خشکی ترانسو، P: بارندگی سالانه (mm)، ETP:

میتیاز معیار اقلیم بین ۰/۷۶ - ۰/۲۷ به دست آمد.

تبخیر و تعرق پتانسیل سالانه (mm) هر چه مقدار T کوچک‌تر باشد منطقه خشک‌تر است. دامنه

جدول ۲: امتیاز شاخص‌های معیار اقلیم منبع: (تحقیقات نگارنده)



شکل ۳: تأثیر شاخص های اقلیم در بیابان زایی منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

جهت بررسی از کل تعداد منابع آب زیرزمینی ۱۰ نمونه از منابع کیفی و ۱۰ نمونه از منابع کمی انتخاب و امتیاز مربوط به هر یک از شاخص های آب زیرزمینی مربوط به نقاط انتخابی در جدول ۳ آورده شده است. شکل ۴ موقعیت منابع آب های زیرزمینی موجود در منطقه را نمایش می دهد.

معیار آب زیرزمینی مدل مدالوس

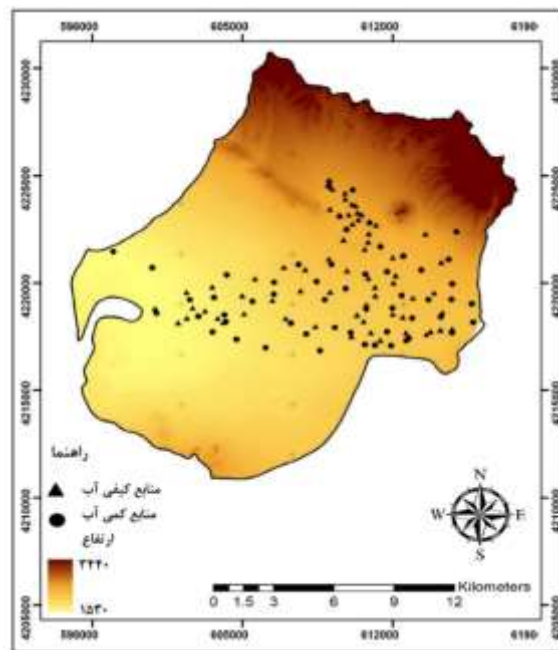
جهت بررسی این معیار در تشدید خطر بیابان زایی در منطقه مورد مطالعه از اطلاعات مربوط به منابع آب های زیرزمینی موجود در منطقه استفاده گردیده است. نقاط نمونه برداری تقریباً به شکل پراکنده بوده که با پوشش دادن سطح آبخوان شهرباک قابل بررسی هستند. این نقاط شامل چاه های شرب، کشاورزی، قنات و چشمه ها

هس

تند؛

لذا

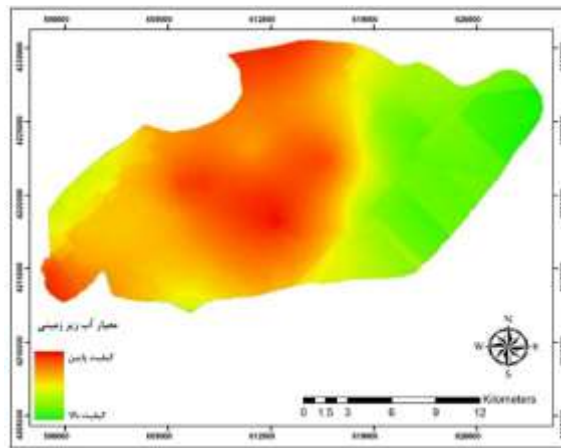
شاخص های معیار اقلیم			
امتیاز	شاخص خشکی ترانسو	تبخیر سالانه (mm)	میانگین بارندگی سالیانه (mm)
۱	۰/۰۲۳	< ۳۰۰	> ۷۱
۰/۹	۰/۰۳	۲۸۰-۳۰۰	۷۱-۱۰۰
۰/۸	۰/۱	۲۶۰-۲۸۰	۱۰۱-۱۵۰
۰/۷	۰/۱۵	۲۴۰-۲۶۰	۱۵۱-۲۰۰
۰/۶	۰/۲	۲۲۰-۲۴۰	۲۰۱-۲۵۰
۰/۵	۰/۳	۲۰۰-۲۲۰	۲۵۱-۳۰۰
۰/۴	۰/۴	۱۹۰-۲۰۰	۳۰۱-۳۵۰
۰/۳	۰/۵	۱۸۰-۱۹۰	۳۵۱-۴۰۰
۰/۲	۰/۶	۱۷۰-۱۸۰	۴۰۱-۶۰۰
۰/۱	۰/۷۵	> ۱۷۰	۶۰۰ >



شکل ۴: موقعیت منابع آب‌های زیرزمینی موجود در منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

جدول ۳: امتیاز شاخص‌های منابع آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)

شماره	هدایت الکتریکی (μs/cm)	نسبت جذب سدیم	کل مواد جامد محلول (mgr/lit)	کلر (gr/lit)	افت سطح آب زیرزمینی
۱	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۲	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۳	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۴	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۵	۰/۴	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۶	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۷	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۸	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۹	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۱۰	۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۱۱	۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۱۲	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۱۳	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۱۴	۰/۴	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۱۵	۰/۴	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۱۶	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۱۷	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۱۸	۰/۵	۰/۱	۰/۲	۰/۱	۰/۸
۱۹	۰/۳	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۲۰	۰/۲	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۸



شکل ۵: تأثیر شاخص های آب زیرزمینی در بیابان زایی منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

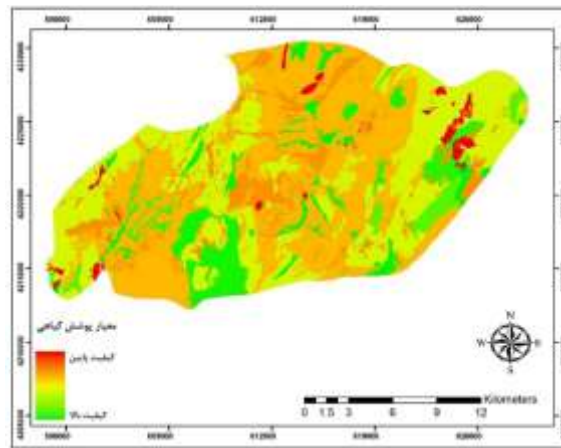
و امتیاز مربوط به هر یک از شاخص های معیار پوشش گیاهی مربوط به منطقه مورد مطالعه در جدول ۴ آورده شده است. شکل ۶ تأثیر شاخص های پوشش گیاهی در بیابان زایی منطقه را نمایش می دهد.

معیار پوشش گیاهی مدل مدالوس

جهت تعیین نقش معیار پوشش گیاهی در شدت بیابان زایی، این معیار با استفاده از تصاویر ماهواره لندست از باندهای C با پوشش کل منطقه مورد مطالعه تهیه و اطلاعات این شاخص استخراج شده

جدول ۴: امتیاز شاخص های پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)

مساحت	حفاظت در برابر فرسایش	مقاومت به خشکی	تراکم پوشش گیاهی	کد طبقه
۱۳۵/۱۸	۰/۴	۰/۴	۰/۲	R۱-Orchard
۷/۵۴	۰/۲	۰/۲	۰/۱	F۲
۱۸۲۳/۳۷	۰/۶	۰/۳	۰/۴	R۲- PF
۱۳۶/۵۲	۰/۳	۰/۴	۰/۱	ROCK
۲۷۶/۱۵	۰/۳	۰/۲	۰/۵	F۳
۲۴۲۵/۲۱	۰/۷	۰/۴	۰/۷	ROCK(R۳)
۷/۳۶	۰/۶	۰/۵	۰/۷	R۳
۱۵۹/۳۴	۰/۱	۰/۱	۰/۴	SD
۵۷/۴۲	۱	۱	۱	BL
۸۸/۰۷	۰/۹	۰/۹	۰/۹	SL- TK- K- SS



شکل ۶: تأثیر شاخص‌های پوشش گیاهی در بیابان‌زایی منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

معیار مدیریت و سیاست مدل مدالوس

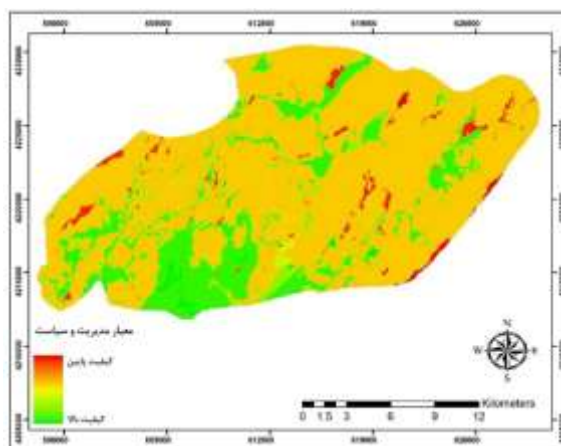
معیار کیفیت مدیریت و سیاست، موجب رشد فزاینده بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه شده است. این معیار در کاربری‌های متفاوت اراضی، جداگانه و با شاخص‌های متمایز، ارزیابی شد. سپس با ضرب هندسی لایه‌های شاخص مدیریت و سیاست در یکدیگر، نقشه

نهایی وضعیت مدیریت و سیاست در منطقه مورد مطالعه به دست آمد. امتیاز مربوط به معیار مدیریت و سیاست در هر یک از کاربری‌ها در جدول ۵ دیده می‌شود. این اطلاعات بر اساس جدول روش انجام کار مربوط به قسمت مدیریت و سیاست به دست آمده‌اند.

جدول ۵: امتیاز شاخص‌های مدیریت و سیاست منطقه مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)

امتیاز	کیفیت کشاورزی و آبیاری (شاخص معیار مدیریت و سیاست)	دیگر کاربری‌ها	مرتج (تعداد دام موجود به مجاز)
۱	اراضی کشاورزی رها شده	انجام اعمال انسانی منجر به تخریب در اراضی حساس فرسایش	< ۲/۷
۰/۹	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون نامحدود و شدید، عدم آیش قراردادن زمین یا آیش بی‌موقع، استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی، کیفیت آب آبیاری نامناسب	انجام اعمال انسانی منجر به تخریب در اراضی غیرحساس فرسایش	۲/۴-۲/۷
۰/۸	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون نامحدود و شدید، عدم آیش قراردادن زمین یا آیش بی‌موقع، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری نامناسب	عدم اجرای عملیات حفاظتی در اراضی نسبتاً حساس به فرسایش	۲/۱-۲/۳
۰/۷	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون نامحدود و شدید، عدم آیش قراردادن زمین یا آیش بی‌موقع، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری مناسب	عدم اجرای عملیات حفاظتی در اراضی نسبتاً حساس به فرسایش	۱/۹-۲

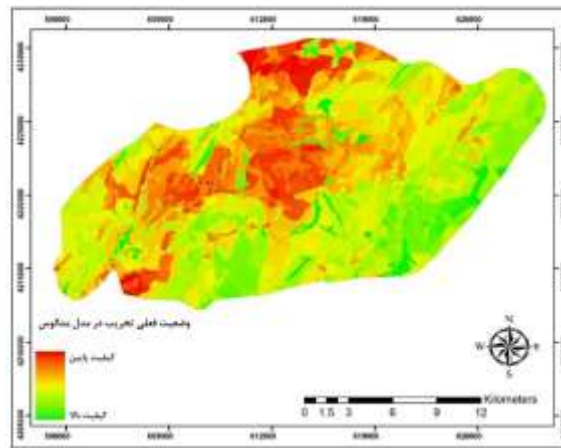
۰/۶	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون در موارد ضروری مانند شخم، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی، کیفیت آب آبیاری نامناسب	عدم اجرای عملیات حفاظتی در اراضی غیرحساس به فرسایش	۱/۶-۱/۸
۰/۵	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون در موارد ضروری مانند شخم، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری نامناسب	کمتر از ۳۰ درصد منطقه تحت عملیات حفاظتی	۱/۳-۱/۵
۰/۴	کشت واریته‌های اصلاح شده، استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون در موارد ضروری مانند شخم، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری مناسب	۳۰ - ۵۰ درصد منطقه تحت عملیات حفاظتی	۱/۱-۱/۲
۰/۳	کشت واریته‌های بومی، عدم استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون محدود، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های آبیاری سنتی، کیفیت آب آبیاری نامناسب	۵۰ - ۷۰ درصد منطقه تحت عملیات حفاظتی	۱/۵-۱
۰/۲	کشت واریته‌های بومی، عدم استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون محدود، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری نامناسب	بیش از ۷۰ درصد منطقه تحت عملیات حفاظتی	۰/۲-۰/۴
۰/۱	کشت واریته‌های بومی، عدم استفاده از کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، مکانیزاسیون محدود، آیش مناسب و به‌موقع زمین، استفاده از شیوه‌های نوین آبیاری، کیفیت آب آبیاری مناسب	عملیات حفاظتی کامل	>۰/۲



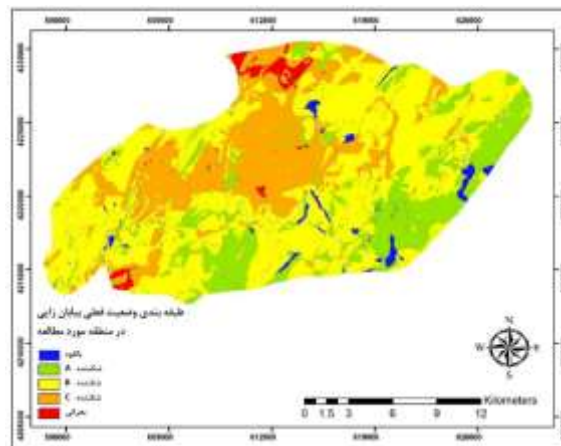
شکل ۷: تأثیر شاخص‌های مدیریت و سیاست در بیابان‌زایی منطقه منبع: (تحقیقات نگارنده)

شدید قرار دارد. از نظر حساسیت محدوده به تخریب، ۴٪ از مساحت کل محدوده در طبقه بالقوه، ۲۲٪ در طبقه شکننده A، ۵۰٪ در طبقه شکننده B، ۲۰٪ در طبقه شکننده C و ۳٪ در طبقه بحرانی قرار دارد؛ بنابراین حدود ۹۲٪ از مساحت منطقه در طبقه شکننده قرار دارد.

بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل مدالوس
در تهیه نقشه نهایی وضعیت فعلی تخریب در منطقه مورد مطالعه (شکل ۸)، پس از انجام میانگین هندسی از معیارهای مورد بررسی، ۴ درصد از سطح منطقه در رده خفیف، ۱۰ درصد منطقه در رده متوسط و ۸۶ درصد منطقه در رده



شکل ۸: نقشه نهایی وضعیت فعلی تخریب در منطقه مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)



شکل ۹: نقشه طبقه‌بندی وضعیت فعلی تخریب در منطقه مورد مطالعه منبع: (تحقیقات نگارنده)

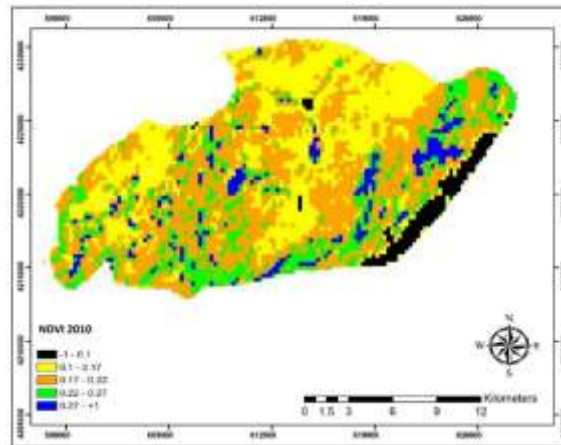
بررسی وضعیت بیابان‌زایی در منطقه مورد مطالعه با استفاده از سنجش از دور

پس از پیش‌پردازش‌های لازم که بر روی تصاویر ماهواره‌ای سال‌های مختلف صورت گرفت، از شاخص NDVI جهت تعیین میزان پوشش گیاهی سال‌های مختلف استفاده گردید. باتوجه به تصاویر حاصل از اعمال شاخص مشاهده شد که درجه روشنایی یا ارزش پیکسل‌ها بین $+1$ و -1 قرار می‌گیرد مناطق پوشش گیاهی دارای مقدار مثبت بوده و هر چه بر تراکم پوشش گیاهی افزوده می‌شود این مقدار به $+1$ نزدیک‌تر می‌شود که علت آن انعکاس بیشتر پوشش گیاهی در باند مادون قرمز نزدیک نسبت به باند قرمز است.

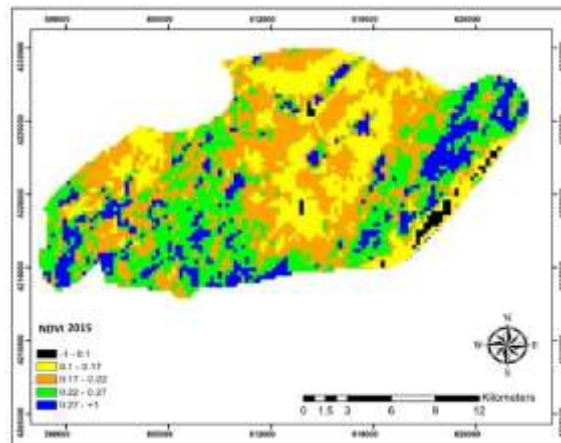
مناطق نظیر ابر و خصوصاً آب دارای حداقل مقدار یا نزدیک به -1 هستند که علت آن انعکاس بیشتر در باند قرمز نسبت به مادون قرمز نزدیک است، خاک لخت و اراضی بایر نیز دارای درجه روشنایی در حدود صفر هستند که علت آن تشابه و نزدیکی انعکاس در هر دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در این تصاویر می‌باشد. سپس باتوجه به روابط رگرسیونی موجود بین داده‌های زمینی و شاخص NDVI در سال ۲۰۲۰ و همچنین تغییرات وضعیت‌های مختلف مرتع، پوشش گیاهی منطقه بر اساس شاخص NDVI در پنج کلاس مختلف شامل فاقد پوشش گیاهی (-1 تا $0/1$)، پوشش گیاهی ضعیف ($0/1$ تا $0/17$)، متوسط ($0/17$ تا $0/22$) خوب ($0/22$ تا $0/27$) و خیلی

طبقه‌بندی شاخص پوشش گیاهی و میزان تغییرات ایجاد شده در این شاخص در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ را به نمایش می‌گذارند.

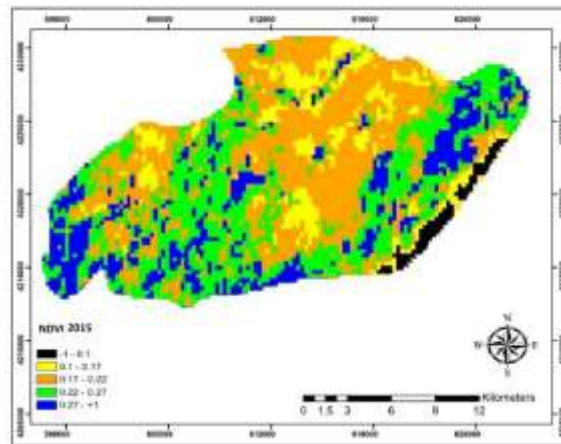
خوب (۰/۲۷ تا ۱) رده‌بندی شد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای استخراج اطلاعات و میزان تغییرات محسوب می‌شود. شکل‌های (۱۰) تا (۱۲) نتایج حاصل از



شکل ۱۰: پوشش گیاهی NDVI سال ۲۰۱۰ منبع: (تحقیقات نگارنده)



شکل ۱۱: پوشش گیاهی NDVI سال ۲۰۱۵ منبع: (تحقیقات نگارنده)



شکل ۱۲: پوشش گیاهی NDVI سال ۲۰۲۰ منبع: (تحقیقات نگارنده)

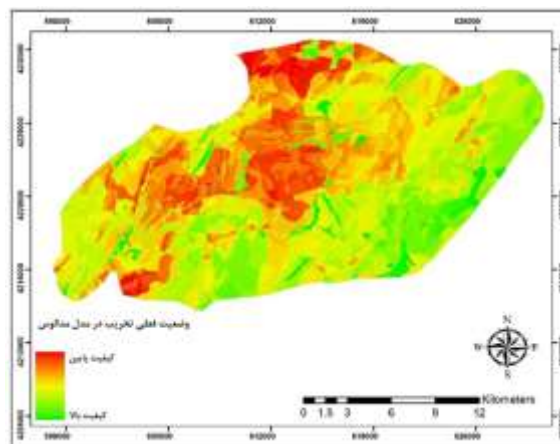
حاکمی از آن است که تخریب با استفاده از پایش

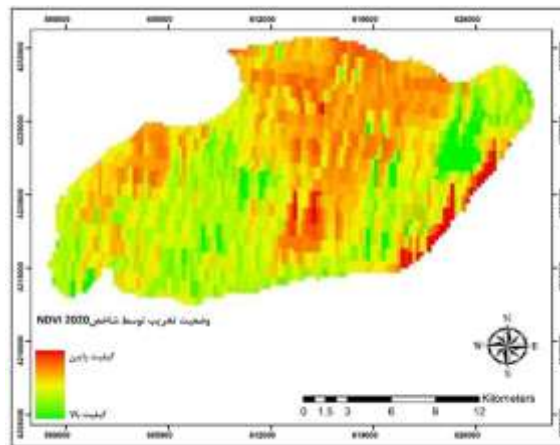
نتایج به دست آمده از بررسی‌های صورت گرفته

مقایسه نتایج مدل مدالوس و داده‌های سنجش از دور

در این مرحله بین نقشه وضعیت فعلی بیابان‌زایی حاصل از مدل مدالوس (شکل ۴-۷) و داده‌های سنجش از دور مربوط به سال ۲۰۲۰ (شکل ۱۳) مقایسه‌ای صورت پذیرفته است. از آنجاکه اکثر لایه‌های اطلاعاتی بکار رفته در مدل مدالوس مخصوصاً درصد پوشش گیاهی مربوط به سال ۲۰۲۰ می‌باشد به همین دلیل از تصویر همین سال برای مقایسه استفاده شده است. در هر دو روش میزان تخریب در قسمت شمال، مرکز و غرب منطقه که در مدل مدالوس جز اراضی مرتعی ضعیف، و در تصویر NDVI رده پوشش گیاهی خیلی ضعیف و ضعیف را شامل می‌شود زیاد برآورد شد.

بلندمدت پوشش گیاهی نشان داد از کل مساحت شهرستان به طور متوسط ۸۵/۱۰ کیلومترمربع فاقد پوشش گیاهی، ۳۷/۸۶۱۰ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی ضعیف، ۲۴/۲۱۲۷ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی متوسط، ۱۰/۱۴ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی خوب و کمتر از ۵۰۶ کیلومتر مربع پوشش گیاهی خیلی خوب بوده است. در مجموع، روند تغییرات در اراضی فاقد پوشش، پوشش گیاهی ضعیف و با پوشش گیاهی متوسط یک‌روند افزایشی بوده است. روند تغییرات اراضی در پوشش‌های گیاهی خوب و خیلی خوب در سال‌های مورد مطالعه، کاهش یافته است. روند تغییرات اراضی فاقد پوشش نشان می‌دهد از ۲۸۰ کیلومترمربع در سال ۲۰۱۰ به ۱۰۸ در سال ۲۰۲۰ رسیده است. علت این امر را می‌توان با توجه به خشکسالی‌های اخیر و سیر کاهش بارش در منطقه توجیه کرد.





شکل ۱۳: مقایسه وضعیت تخریب توسط مدل مدالوس و شاخص NDVI ۲۰۲۰ منبع: (تحقیقات نگارنده)

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این پژوهش حاکی از آن است که تخریب در شمال، مرکز و غرب منطقه که شامل اراضی کشاورزی، دیمزارها و مراتع فقیر می باشد زیاد است. از میان معیارهای مورد مطالعه معیار اقلیم و بعد از آن معیار پوشش گیاهی بیشترین نقش را در تخریب منطقه داشته اند در بررسی های انجام شده بر روی امتیاز شاخص های معیار خاک، شاخص بافت خاک با امتیاز (۰/۵-۱)، در بین شاخص های معیار اقلیم، شاخص تبخیر با امتیاز (۰/۵-۱)، در بین شاخص های معیار آب زیرزمینی، شاخص افت سطح آب با دامنه امتیاز (۰/۵-۱)، در بین شاخص های معیار پوشش گیاهی، شاخص نقش مقاومت به خشکی با امتیاز (۰/۵-۱) و در بین شاخص های معیار مدیریت و سیاست شاخص اراضی رها شده با دامنه امتیاز (۰/۵-۱) (بیشترین تأثیر را در تخریب منطقه دارد. با توجه به توسعه کشاورزی و بالارفتن مصرف آب و کاهش بارش که در این قسمت تقریباً کمتر از ۲۰۰ میلی تر می باشد، میزان برداشت از سفره های آب زیرزمینی بالا رفته و میزان افت سطح تراز آب زیر زمینی و آبخوان زیاد

می باشد. همچنین چرای مفرط در مراتع منطقه که جز مراتع فقیر محسوب می شوند موجب تخریب کیفیت خاک و پوشش گیاهی موجود، شده و به تدریج، قابلیت چرا در آنها کمتر شده است. این امر موجب به تبدیل مراتع به اراضی دیم شده است. که بیشترین میزان تخریب نیز مربوط به این اراضی می باشد. همچنین این مناطق دارای سازندهای مربوط به دوره کواترنری هستند که این سازندها در برابر فرسایش حساسیت بیشتری از خود نشان می دهند. نتایج به دست آمده از بررسی های صورت گرفته حاکی از آن است که تخریب با استفاده از پایش بلندمدت پوشش، بیانگر آن است که از کل مساحت شهرستان به طور متوسط ۸۵/۱۰ کیلومترمربع فاقد پوشش گیاهی، ۳۷/۸۶۱۰ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی ضعیف، ۲۴/۲۱۲۷ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی متوسط، ۱۰/۱۴ کیلومترمربع دارای پوشش گیاهی خوب و کمتر از ۵۰۶ کیلومترمربع پوشش گیاهی خیلی خوب دارد. در مجموع، روند تغییرات در اراضی فاقد پوشش، پوشش گیاهی ضعیف و با پوشش گیاهی متوسط یک روند افزایشی بوده است. روند تغییرات اراضی در پوشش های گیاهی خوب و خیلی خوب در

سال‌های مورد مطالعه، کاهش یافته است. روند تغییرات اراضی فاقد پوشش، نشان می‌دهد از ۲۸۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۰ به ۱۰۸ در سال ۲۰۲۰ رسیده است. علت این امر را می‌توان باتوجه به خشکسالی‌های اخیر و سیر کاهش بارش در منطقه توجیه کرد. بر اساس مدل مدالوس از نظر حساسیت محدوده به تخریب، ۴٪ از مساحت کل محدوده در طبقه بالقوه، ۲۲٪ در طبقه شکننده A، ۵۰٪ در طبقه شکننده B، ۲۰٪ در طبقه شکننده C و ۳٪ در طبقه بحرانی قرار دارد؛ بنابراین حدود ۹۲٪ از مساحت منطقه در طبقه شکننده قرار دارد. بطوریکه تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، چرای بیش از حد دام، برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی در این قسمت از منطقه از عوامل اصلی تخریب هستند. تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده نیز این موضوع (تخریب در قسمت‌های شمال، مرکز و غرب منطقه) را تأیید می‌کند. باتوجه به نقشه شدت تخریب در منطقه، منطقه مورد مطالعه بسیار حساس به تخریب می‌باشد؛ لذا جا دارد به‌عنوان مدیریت و کنترل منطقه‌ای تخریب اراضی، عوامل انسانی و عوامل محیطی و همچنین عوامل مؤثر در

این روند، در کنار هم در نظر گرفته شود. بررسی روند تخریب با تصاویر ماهواره‌ای بسیار سریع‌تر از مدل‌های ارزیابی تخریب است و با توجه به همبستگی بالای تصاویر ماهواره‌ای با نقشه تخریب حاصل از مدل مدالوس می‌توان نتیجه گرفت که به‌جای استفاده از مدل مدالوس در ارزیابی تخریب اراضی می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای استفاده کرد. همان‌طور که نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد، شاخص‌های سنجش از دور می‌توانند به‌عنوان مکمل روش‌های میدانی در مطالعات تخریب اراضی به کار گرفته شوند، ارزیابی و پایش پوشش گیاهی بر پایه داده‌های ماهواره‌ای می‌تواند اطلاعات زیادی را درباره وضعیت تخریب اراضی و تغییرات زمانی و مکانی آن فراهم آورد. عمده‌ترین دلیل فرسایش خاک در کلیه کاربری‌ها، شامل شوری و قلیائیت خاک در افق‌های مختلف خاک، بافت ریز افق عمقی خاک و کمبود مواد آلی خاک در اراضی فاقد کاربری و عدم استفاده مطلوب و به‌موقع کود ازت در مزارع گندم و جو، عدم پوشش سطح خاک و حذف پس مانده‌های زراعی و عدم مدیریت خاک و زمین در اراضی کشاورزی را می‌توان نام برد.

References:

۱. Abuzaid, A. S., Abdelatif, A. D. ۲۰۲۲. Assessment of desertification using modified MEDALUS model in the north Nile Delta, Egypt. *Geoderma*, ۴۰۵, ۱۱۵۴۰۰.
۲. Ahmadi, H. ۲۰۰۶. *Applied Geomorphology, Wind Erosion*. Tehran University Press, pp. ۵۹۲.
۳. Ahmad, B., Moghadamnia A., Hashemi, Z., Javadi M. R., Miri, A. ۲۰۱۳. Valuation of desertification with wind erosion criteria using Micd.fao.unep models in Sistan drainage area. *Iran Pasture and Desert Research Quarterly*, Volume ۱۹, Number ۴.
۴. Arab-Amari, R., Rezaei, K., Sohrabi. B. ۲۰۱۸. Quantitative assessment of desertification risk using modified Medalus model, case study: Shahroud-Bastam watershed. *Watershed Engineering and Management*, ۵۰۸-۵۲۲, ۱۱(۲).
۵. Arya, A.S., Dhinwa, P.S., Pathan, S.K., Raj, K.G. ۲۰۰۹. Desertification land degradation status mapping of India. *Current Science*, ۹۷(۱۰): ۱۴۷۸-۱۴۸۳.
۶. Bakr, N., Weindorf, D.C., Bahnassy, M.H., Marei, S.M., El-Badawi, M.M. ۲۰۱۰. Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data. *Applied Geography* ۳۰(۴), ۵۹۲-۶۰۵.
۷. Boudjemline, F., Semar, A. ۲۰۱۸. Assessment and mapping of desertification sensitivity with MEDALUS model and GIS—Case study: basin of Hodna, Algeria. *Journal of water and land development*, ۳۶(۱): ۱۷-۲۶. doi:<https://doi.org/10.2478/jwld-2018-0002>
۸. Contador, J.F.L., Schnabel, S., Gutiérrez, A.G., Fernandez, M.P. ۲۰۰۹. Mapping sensitivity to land degradation in Extremadura. SW Spain. *Land Degradation & Development*, ۲۰(۲): ۱۲۹-۱۴۴. doi:<https://doi.org/10.1002/ldr.884>
۹. D'Odorico, P., Bhattachan, A., Davis, k., Ravi, S., Runyan, C. ۲۰۱۳. Global desertification: Drivers and feedbacks. *Advances in Water Resources*, ۵۱: ۳۲۶-۳۴۴. doi:<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2012.01.01>
۱۰. Dutta, S., Chaudhuri, G. ۲۰۱۵. Evaluating environmental sensitivity of arid and semiarid regions in northeastern Rajasthan, India. *Geographical Review*, ۱۰۵(۴): ۴۴۱. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1931-0846.2015.12093.x>
۱۱. Zahtabian, Gh., Javadi, M.R., Ahmadi, H., Azarnivand, H. ۲۰۱۸. Investigating the effect of wind erosion due to desertification erosion and presenting a regional model of desertification in the Mahan watershed, *Journal of Research and Development in Natural Resources*, Number ۷۳, Winter ۲۰۱۵.
۱۲. Golafshani, M., Zahtabian, Gh., Khosravi, H., Malekian, A., Ahmad Ali, Khalid and Bagheri, S. ۱۴۰۰. Early warning of desertification of the Mashhad plain aquifer based on the prediction of qualitative and quantitative parameters of groundwater, *Irrigation and Water*

Engineering of Iran, Vol. : ۱۱, number: ۴.

۱۳. Hadeel, A.S., Mushtak, T., Jabbar, M.T., Chen, X. ۲۰۱۰. 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, ۲(۳): ۱۰۱-۱۱۲. doi:https://doi.org/۱۰.۱۰۰۷/s۱۲۵۱۸-۰۱۰-۰۰۲۴-y

۱۴. Hashemi, Z., Pahlwanroi, A., Moghadamnia, A., Javadi, M. R., Miri, A. ۲۰۱۳. Evaluation of the potential of desertification using the IMDPA model in the Sistan plain (Zahk case study). Desert Ecosystem Engineering Journal, number ۵.

۱۵. Javadi, M. R. ۲۰۰۸. Evaluation of management measures applied to control desert conditions in the Mahan watershed. The ۵th National Conference on Watershed Sciences and Engineering of Iran. Sustainable management of natural disasters. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

۱۶. Kadović R, Ali Mansour, Y., Bohajar. V., Perović, S., Belanović Simić, M., Todosijević, S., Tošić, M., Anđelić, D., Mlađan, Dovezenski U. ۲۰۱۶. Land sensitivity analysis of degradation using MEDALUS model, case study: Deliblato Sands, Serbia. Archives of Environmental Protection, ۴۲(۴): ۱۱۴-۱۲۴.

۱۷. Kazemina, A., Rangzan, K., Mahmoudabadi, M. ۲۰۱۶. study of the intensity of desertification using Medalos model (case study: West Ahvaz lands), Quarterly Journal of Remote Sensing and Geographical Information System in Natural Resources, Volume: ۸, Number: ۲.

۱۸. Lahlaoui H., Rhinane, H., Hilali, A., Lahssini, S., Moukrim, S. ۲۰۱۷. Desertification assessment using MEDALUS model in watershed Oued El Maleh, Morocco. Geosciences, ۷(۵۰): ۱-۱۶. doi:https://doi.org/۱۰.۳۳۹۰/geosciences۷۰۳۰۰۵۰

۱۹. Lee, E.J, Piao, D., Song, C., Kim, J., Lim, H., Kim, E., Moon, J., Kafatos, M., Lamchin, M., Jeon, S.W., Lee, W. ۲۰۱۹. Assessing environmentally sensitive land to desertification using MEDALUS method in Mongolia. Forest Science and Technology, ۱۵(۴): ۲۱۰-۲۲۰

۲۰. Melchiade, B. ۲۰۱۴. Secretariat of the convention to combat desertification. CSD-۱۷ Intergovernmental Preparatory Meeting Panel on Desertification. New York, February ۲۶.

۲۱. Parori, A., Hosseini, S., Pahlvanroi, A., Moghadamnia, A., Shahriari, A., Ekhsati, M. ۱۳۹۰. Comparative study of ICD and ESAs models in order to prepare a map of desertification in Niatek region of Sistan. Watershed research (research and development), ۲۴ (۹۰), ۴۲-۵۴.

۲۲. Pradhan, B., Saber, H., Rahimi, A. ۲۰۱۸. Desertification sensitivity analysis using MEDALUS model and GIS: a case study of the Oases of Middle Draa Valley, Morocco. Sensors, ۱۸(۷): ۲۲۳۰. doi:https://doi.org/۱۰.۳۳۹۰/s۱۸۰۷۲۲۳۰

۲۳. Prăvălie, R., Patriche, C., Săvulescu, I., Sîrodoev, I., Bandoc, G., & Sfică, L. ۲۰۲۰. Spatial assessment of land sensitivity to degradation across Romania. A quantitative approach based on the modified MEDALUS methodology. *Catena*, ۱۸۷, ۱۰۴۴-۱۰۴۷.
۲۴. Rahimi, M., Damavandi, A., Jafarian, V. ۲۰۱۴. review of the applications of remote sensing in the assessment and monitoring of land degradation and desertification, *Geographical Information Quarterly (Sephehr)*, Volume ۲۲, Number ۸۷, pp.۱۱۵-۱۲۸.
۲۵. Rasuly, A., Naghdifar, R., Rasoli, M. ۲۰۱۰. Detecting of Arasbaran forest changes applying image processing procedures and GIS techniques. *Procedia Environmental Sciences*, ۲: ۴۵۴-۴۶۴.
۲۶. Rezaipoor Baghedar, A.H, Bahrami, H., Rafee, S., Khosravi, H. ۲۰۱۵. An evaluation on the intensity of desertification by using IMDPA model (Case study: Baghedar region, Yazd). *Arid Regions Geographic Studies*, ۵(۱۹): ۴۲-۵۴.
۲۷. Sarbari, M., Unq, M., Mohammadian, B., Akbari, M. ۲۰۱۹. Evaluation and modeling of temporal-spatial land use changes in the expansion of the intensity of desertification in the arid regions of northeastern Iran (fern), *Quarterly Journal of Geography and Environmental Hazards*, Vol. : ۹, number: ۲.
۲۸. Schulz, J.J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., Benayas, J. ۲۰۱۰. Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (۱۹۷۵-۲۰۰۸). *Applied Geography*, ۳۰(۳): ۴۳۶-۴۴۷.
۲۹. Seifi, A., Riahi, M. ۲۰۱۶. qualitative zoning of Shahrbabak aquifer from the perspective of erosivity and sedimentation, suitability for agriculture, drinking and pressurized irrigation, *Journal of Water and Wastewater*, Volume: ۲۸, Number: ۱۱۱.
۳۰. Taghipour, S., Fazeli, A., Kazemi, B. ۲۰۱۶. A case study of desertification hazard mapping using the MEDALUS (ESAs) methodology in southwest Iran. *Journal of Natural Resources and Development*, ۶: ۱-۸.
۳۱. UNEP, ۱۹۹۲, *World Atlas of Desertification*, Edward Arnold, London.
۳۲. Veron, S.R., Paruelo, J.M., Oesterheld, M. ۲۰۰۶. Assessing desertification, *Journal of Arid Environments*, ۶۶: ۷۵۱-۷۶۳.
۳۲. Wijitkosum, S. ۲۰۲۰. Reducing vulnerability to desertification by using the spatial measures in a degraded area in Thailand. *Land*, ۹(۲): .doi:<https://doi.org/10.3390/land9020049>
۳۳. Xu, D., Ding, X. ۲۰۱۸. Assessing the impact of desertification dynamics on regional ecosystem service value in North China from ۱۹۸۱ to ۲۰۱۰. *Ecosystem Services*, ۱۷۲-۱۸۰. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.002>
۳۴. Xu, D., Song, A., Li, D., Ding, X., Wang, Z. ۲۰۱۹. Assessing the relative role of climate

change and human activities in desertification of North China from ۱۹۸۱ to ۲۰۱۰. *Frontiers of Earth Science*, ۱۳(۱): ۴۳-۵۴. doi:<https://doi.org/10.1007/s11707-018-0706-Xu D, You X, Xia C. ۲۰۱۹>.

۳۵. Yaghmaian, N., Asadi, H., Rezaei, Siddiq. ۲۰۱۶. zoning and risk assessment of land degradation using Medals method in Siahpoosh basin of Ardabil province, water and soil protection researches, volume: ۲۴, number: ۱.

۳۶. Zhang, C., Wang, X., Li, J., Hua, T. ۲۰۲۰. Identifying the effect of climate change on desertification in northern China via trend analysis of potential evapotranspiration and precipitation. *Ecological Indicators*, ۱۱۲: ۱۰۶۱۴۱. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106141>

۳۷. Hashemi, Z., Pahlwanroi, A., Moghadam Niya, A., Javadi, M.R., Miri, A. ۲۰۱۹ Evaluation of the current desertification situation in the Sistan drainage area with an emphasis on water erosion criteria *Watershed Research Journal (Ancient Research and Construction)*, Number ۹۱.

Assessing the state of desertification in the Shahrababak plain watershed using Medalus model and remote sensing data

Mohammad Ebrahim Afifi^{*۱}, Vahid Sohrabi^۲

Abstract

Research problem: Land destruction is a global process that ultimately leads to a decrease in soil fertility, and if we consider its concept as a kind of instability and imbalance in the relationship between humans and the environment, it should be accepted that a large part of the world and the country of Iran are dealing with this problem. The environment is facing. Dealing with the phenomenon of land destruction and desertification requires evaluating and monitoring the type and severity of land destruction, determining the causes of the destruction and taking the necessary measures to face the problem, as well as checking the accuracy of the said projects. The aim of desertification evaluation is Babak Shahr Plain. Remote sensing technology plays a very valuable role in the evaluation and monitoring of land degradation and desertification at local, regional and global scales and has led to the creation of a new approach in studies related to the evaluation and monitoring of desertification. Considering the importance of the destruction issue, in this study, an attempt was made to evaluate the desertification of the Shahrababak watershed using remote sensing data and Medalus model. In the first step, based on the situation of the region, six parameters of climate, soil, vegetation, underground water and management and policy were considered to evaluate the level of destruction. The indicators were quantified based on their effect on the destruction process and each of them was given a score between ۰,۵ and ۱,۵ according to the fuzzy method and were studied in pixel scale. The obtained results indicate that ۴٪ of the area is in the mild category, ۱۰٪ of the area is in the moderate category, and ۸۶٪ of the area is in the severe category of desertification. In terms of the area's sensitivity to destruction, ۴٪ of the total area of the area is in the potential class, ۲۲٪ in the fragile class A, ۵۰٪ in the fragile class B, ۲۰٪ in the fragile class C and ۳٪ in the critical class; Therefore, about ۹۲٪ of the area of the region is in the fragile layer.

Keywords: Desertification, Medalos, Remote Sensing, Shahrababak.

^۱ Department of Geography, Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran. Corresponding Author.

^۲ Department of Geography and Urban Planning, , Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran.