

پیش بینی تغییرات تخریب اراضی در کانون بحرانی ریزگردی تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز)

مریم باران پور^۱، بیژن خلیلی مقدم^۲، امین ذرتی پور^{۳*}، محسن باقری بداغ آبادی^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۲

چکیده:

تغییر اقلیم پدیده پیچیده اتمسفری- اقیانوسی در مقیاس جهانی است. این پدیده توزیع نامناسب عوامل آب و هوایی، کاهش کیفیت منابع آب و خاک و در نهایت فرسایش و تخریب اراضی را به همراه دارد. این مطالعه با هدف پیش‌بینی اثرات تغییر اقلیم در روند تخریب اراضی و توسعه کانون ریزگردی، در کانون ریزگرد جنوب شرق خوزستان انجام گرفت. لذا از مدل‌های سه بعدی جفت شده اقیانوسی- اتمسفری AOGCM با نام HadCM3، برای شبیه سازی متغیرهای اقلیمی دما، باد، بارش و تبخیر و تعرق؛ تحت سناریوهای انتشار B2 و A2 استفاده گردید. به منظور ریزمقیاس‌نمایی داده های اقلیمی روزانه، از مدل ریزمقیاس‌نمایی SDSM و همچنین برای شبیه سازی روند تخریب اراضی، از مدل مدالوس اصلاح شده استفاده شد. نتایج بررسی سناریوهای مختلف تغییر اقلیم نشان داد که میزان بارش در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی A2 به میزان ۶/۴ درصد افزایش و تحت سناریوی B2 به میزان ۴/۸ درصد افزایش می‌یابد. هر دو سناریو به طور مشترک روندی افزایشی را برای دمای منطقه برای هر دو دوره، پیش‌بینی کردند. اما شیب این افزایش تحت سناریوی A2 بیشتر از B2 بود. نتایج نشان داد که با توجه به تغییرات بارش و دما، مقدار تبخیر و تعرق در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی A2 افزایشی معادل ۱۴/۳ درصد و تحت سناریوی B2 نیز افزایشی معادل ۹/۱ درصد خواهد داشت. بیشترین همبستگی مقادیر مدل‌سازی شده و مشاهده شده در پارامترهای بارش و دما (بین ۸۶ درصد تا ۹۸ درصد در تمامی مدل‌ها) بدست آمد. در نهایت تحقیق نشان داد در واحدهای اراضی کانون ریزگرد جنوب شرقی اهواز، به طور متوسط تخریب اراضی در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی B2 افزایشی به میزان ۱/۶-۲/۶۳ درصد و تحت سناریوی A2 نیز به میزان ۲/۹۴-۲/۳۴ درصد خواهد داشت. بنابراین، میزان تخریب اراضی در این منطقه تا حدودی متأثر از تغییر سناریوهای تغییرات اقلیم است. لذا علیرغم تایید وجود پدیده تغییر اقلیم در کانون جنوب شرق اهواز، به نظر می‌رسد، عوامل دیگری نظیر عوامل مدیریتی و انسانی همچون توسعه تغییرات کاربری اراضی، تشدید فعالیت‌های انسانی در منطقه مورد مطالعه نقش بارزتری نسبت به تغییرات اقلیمی ایفا کرده اند.

واژه های کلیدی: مدل اقلیمی، تخریب اراضی، مدالوس اصلاح شده، کانون ریزگرد، اهواز.

- باران پور، م.، خلیلی مقدم، ب.، ذرتی پور، ا.، باقری بداغ آبادی، م.، ۱۴۰۰. پیش بینی تغییرات تخریب اراضی در کانون بحرانی ریزگردی تحت تاثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز). تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۶، شماره ۱. صفحه: ۱-۱۰.

^۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان.

^۳ استادیار گروه مهندسی طبیعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. (نویسنده مسئول مقاله*):

^۴ استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج.

مقدمه

تغییر اقلیم، تغییرات رفتار آب و هوایی یک منطقه نسبت به رفتاری که در طول یک افق زمانی بلندمدت همان منطقه ایجاد شده است. تغییرات اقلیمی در بعضی موارد می‌تواند منجر به ایجاد تغییر در میزان، شدت و پراکنش بارندگی‌ها شده، که علاوه بر تاثیر بر منابع آب، موجب افزایش میزان فرسایش خواهد شد. فرسایش خاک طی چند دهه اخیر به عنوان یکی از مهم‌ترین مسائل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جهان مطرح بوده است. تغییر اقلیم نیز به عنوان یکی از عوامل تاثیرگذار بر روی شدت و گسترش فرآیند بیابانزایی و تخریب اراضی از جانب بسیاری از دانشمندان علوم مختلف و از زوایای گوناگون مورد توجه و دقت قرار گرفته است؛ به طوری که تغییرات در میزان آلبیدوی سطح زمین به سبب تغییرات ویژگی‌های پوششی سطح زمین، اثر نقش افزایش گرد و غبارهای معدنی بر کاهش میزان قابلیت بارندگی ابرها (Shukla *et al.*, 2015) و رابطه بین بیابانزایی و خشکسالی (Akbar *et al.*, 2013) از جمله آن موضوعات می‌باشد. Teimouri & Bazrafshan (2021)، مطالعه‌ای به منظور پیش بینی تاثیر سناریوهای اقلیمی بر میزان فرسایش و رسوب حوزه کندران با استفاده از مدل SDSM انجام دادند. در این مطالعه با هدف برآورد فاکتور فرساینده باران تحت سه سناریوی RCP2.6، RCP4.5 و RCP8.5، برای دو دوره زمانی، به پیش بینی فرسایش و رسوب با مدل RUSLE پرداختند. نتایج حاصل حاکی از افزایش بارش و بالتبع افزایش فاکتور فرساینده باران داشت. که منجر به افزایش میزان فرسایش ویژه از نوع ۹/۶۸ تن در هکتار در سال به ۱۰/۲۳ تن در هکتار در سال خواهد داشت. (Zare *et al.*, 2016) در پژوهشی به شبیه سازی و پیش بینی فرسایش خاک تحت تاثیر سناریوهای تغییر اقلیمی در آبخیز کسلیان پرداخته شد. در این مطالعه برای پیش بینی تغییرات اقلیمی در میزان فرسایش و رسوب با استفاده از مدل RUSLE استفاده شد. نتایج نشان داد که فاکتور فرساینده بارندگی تاثیر مستقیمی بر فرسایش و تغییرات اقلیمی دارد. به طوری که با افزایش ۱۰ تا ۳۵ درصد فاکتور فرساینده باران فرسایش خاک، به میزان ۱۰ تا ۳۲ درصد سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت. (Li *et al.*, 2016) در پژوهش خود به

بررسی تأثیر پدیده تغییر اقلیم بر دبی حوضه آبریز بزرگ واقع در انتاریوی کانادا پرداختند. آن‌ها در این تحقیق از مدل هیدرولوژیکی HIM و مدل اقلیمی PRECIS تحت دو سناریوی A2 و B2 استفاده کردند. نتایج ایشان نشان داد که در حوضه مورد مطالعه، دما در دوره آتی (۲۰۷۱-۲۱۰۰) نسبت به پایه (۱۹۷۲-۲۰۰۶) افزایش و میزان بارش در دوره آتی نسبت به دوره پایه در فصل زمستان و بهار افزایش و در فصل تابستان کاهش می‌یابد. به دنبال این تغییرات میزان آب در دسترس در حوضه آبریز مورد مطالعه در دوره آتی نسبت به دوره پایه در فصل زمستان افزایش و در فصل تابستان کاهش می‌یابد. (Adem *et al.*, 2016) با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT و مدل اقلیمی HADCM3 تحت دو سناریو A2 و B2 تأثیر تغییر اقلیم بر میزان رسوب در بالادست حوضه آبریز Blue Nile واقع در اتوپی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که میزان رسوب در سه دوره آتی ۲۰۱۱-۲۰۴۰، ۲۰۴۱-۲۰۷۰ و ۲۰۹۹-۲۰۷۱ تحت سناریو A2 به ترتیب به میزان ۱۱/۳، ۱۶/۳ و ۲۱/۳ درصد و تحت سناریو B2 به ترتیب به میزان ۱۱، ۱۴/۳ و ۱۱/۳ افزایش می‌یابد. افزایش رسوب به دلیل افزایش جریان رودخانه تحت تأثیر تغییر اقلیم در همه دوره زمانی آینده بوده است. اکبر و همکاران (Abkar *et al.*, 2013) به بررسی کارایی مدل SDSM در شبیه سازی شاخص‌های دمایی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران پرداختند. در این تحقیق از آمار ایستگاه سینوپتیک کرمان به عنوان نماینده مناطق خشک جنوب شرق کشور و دو مدل گردش عمومی جو HadCM3 و CGCM تحت دو سناریو A2 و B2 استفاده گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که مدل SDSM توانایی لازم برای شبیه سازی شاخص‌های دمایی را دارد. همچنین استفاده از داده‌های مدل HadCM3 نسبت به داده‌های مدل CGCM نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. بر اساس داده‌های این مدل میزان افزایش میانگین دمای سالانه برای دوره‌های (۲۰۳۹-۲۰۱۰)، (۲۰۴۰-۲۰۶۹) و (۲۰۸۹-۲۰۷۰) نسبت به دوره پایه (۱۹۶۱-۱۹۹۰) به ترتیب ۱/۵، ۲/۸ و ۴/۵ درجه سانتی گراد است. شوکلا و همکاران (Shukla *et al.*, 2015)، به بررسی ریزمقیاس نمایی آماری بارش و دما با استفاده از مدل SDSM تحت سناریو A2 و مدل گردش عمومی جو HadCM3 در

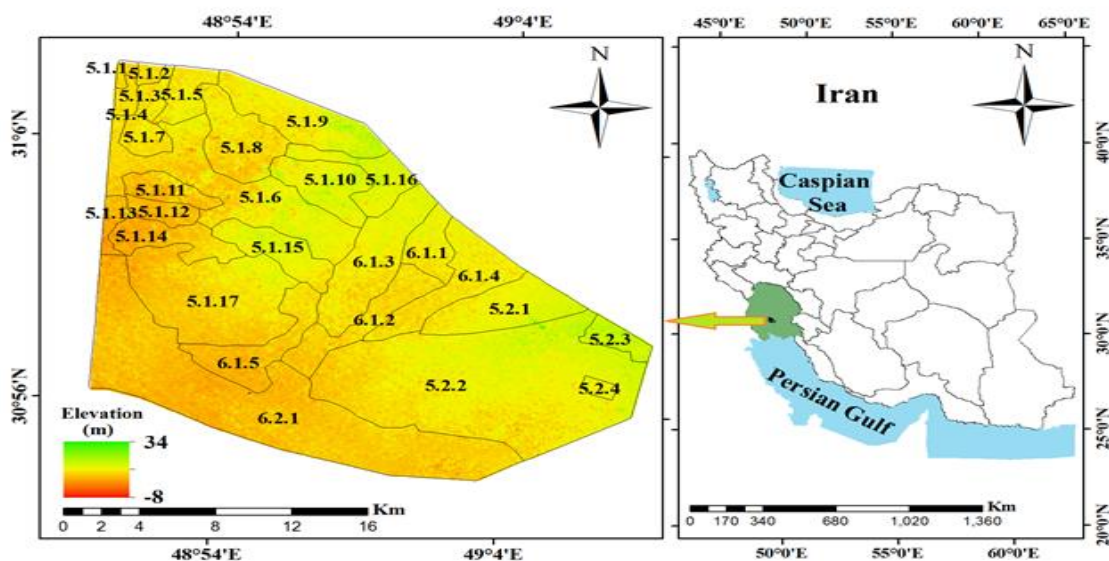
عموم مطالعات انجام شده، بیشتر در زمینه ارتباط بین تغییرات اقلیم با پدیده فرسایش آبی بوده است و مطالعات اندکی به پیش‌بینی و بررسی پدیده تغییر اقلیم بر فرسایش بادی و تخریب اراضی خشک انجام گرفته است. پس با توجه به توسعه تغییرات کاربری اراضی و خشکسالی های پی در پی، تخریب اراضی و فرسایش و رسوب در کانون ریزگردی استان خوزستان اجتناب ناپذیر است. از این رو در این پژوهش به شبیه‌سازی و پیش‌بینی روند تخریب اراضی و توسعه کانون‌های ریزگردی با استفاده مدل مدالوس اصلاح شده و همچنین بررسی تأثیر پدیده تغییر اقلیم بر توسعه کانون ریزگردی با استفاده از مدل اقلیمی و سناریوهای مختلف پرداخته خواهد شد.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه:

کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز از فاصله حدود ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی اهواز آغاز و در امتداد بزرگراه اهواز-ماهشهر در مختصات جغرافیایی ۴۷'، ۴۸°، تا ۱۷'، ۴۹° طول شرقی و ۴۵'، ۳۰° تا ۱۵'، ۳۱° عرض شمالی ادامه می یابد (شکل ۱). محدوده مورد مطالعه به مساحت ۱۱۳۳۴۵ هکتار شامل مستثنیات به مساحت ۲۲۸۹۷ هکتار و اراضی ملی شامل عرصه‌های بیابانی و مرتعی به مساحت ۸۷۳۷۰ هکتار است. بر اساس آمار مربوط به نزدیکترین ایستگاه باران‌سنج به منطقه (ایستگاه اهواز)، متوسط بارش این منطقه در بلندمدت تقریباً ۲۱۸ میلی‌متر می‌باشد. علاوه بر آن طبق بررسی تغییرات دما از آمار ایستگاه سینوپتیک اهواز، حداکثر و حداقل دمای میانگین بلندمدت به ترتیب ۳۳/۴ و ۱۹/۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط دمای بلندمدت سالانه ۲۶/۶ درجه سانتی‌گراد است. منطقه مورد مطالعه بر اساس فاکتورهای کاربری اراضی، توپوگرافی، و سازندهای زمین‌شناسی به ۲۷ واحد تقسیم شده است (Abbasi, 2021).

منطقه کانال ایندیرو ساگار در هند پرداختند. در این تحقیق دوره آماری ۲۰۰۱-۱۹۷۱ به عنوان دوره پایه و سه دوره (۲۰۱۰-۲۰۳۹)، (۲۰۴۰-۲۰۶۹) و (۲۰۷۰-۲۰۹۹) به عنوان دوره آینده در نظر گرفته شد. نتایج نهایی نشان داد که در دوره آینده ۲۰۹۹-۲۰۱۰، مدل SDSM افزایش میانگین بارش سالانه و میانگین دمای سالانه را در ایستگاه مورد نظر برآورد می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که میانگین دما از ۱/۵۰ درجه سانتی‌گراد به ۲/۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کند و میانگین بارش روزانه در ماه ژوئیه از ۰/۵۹ درصد به ۲/۰۹ درصد و در ماه اگوست از ۰/۷۹ درصد به ۱/۱۹ درصد افزایش خواهد داشت (Shah Naghi et al., 2011). لامکادم و همکاران (Lamqadem et al., 2018)، ۱۳ شاخص ارزیابی تخریب زمین را در چهار گروه کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت دسته‌بندی نمودند و بر اساس مفاهیم حاکم بر روش مدالوس وضعیت تخریب زمین منطقه‌ای واقع در موروکو را ارزیابی کردند. نتایج بیان‌گر این بود که حدود ۱۷ درصد منطقه در وضعیت با حداقل تخریب قرار دارد. همچنین ۵۰ درصد منطقه در وضعیت حساس و بسیار حساس به تخریب دسته‌بندی شد. نتایج نشان داد که عوامل اقلیمی و انسانی مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در تخریب منطقه بوده‌اند. مومیروویچ و همکاران (Momirovic et al., 2019)، با استفاده از روش مدالوس و مبتنی بر چهار معیار کیفیت اقلیم، کیفیت خاک، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت به ارزیابی تخریب اراضی منطقه‌ای واقع در صربستان پرداختند. پس از محاسبه معیارهای مورد بررسی، نتایج حاصل از تلفیق هندسی آن‌ها نشان داد که به ترتیب حدود ۴۲، ۲۲، ۸ و ۱۰ درصد از منطقه به ترتیب در طبقات بحرانی، شکننده، دارای پتانسیل تخریب و بدون تخریب دسته‌بندی شد. همچنین مشخص شد که معیارهای پوشش گیاهی و مدیریت بیش‌ترین تأثیر را در تخریب منطقه مورد مطالعه داشته‌اند.



شکل ۱- نقشه اجزاء واحد اراضی در منطقه جنوب شرقی اهواز (5: دشت رسوبی، 6: اراضی پست)

Figure 1- Map of the components of the land unit in the southeastern region of Ahvaz (5: Flood Plain, 6: Low land)

بیشینه، بارش و سرعت باد می‌باشند. جهت بررسی کارایی مدل‌های اقلیمی انتخاب شده، داده‌های بارش و دما حاصل از خروجی یک‌یک مدل‌های اقلیمی با داده‌های بارش و دمای دوره پایه ۱۹۶۱-۲۰۰۱ مقایسه شدند. سپس جهت بررسی تغییرات داده‌های بارش و دما حاصل از خروجی مدل‌های اقلیمی تحت دو سناریوی اقلیمی در دوره آتی به عنوان ورودی مدل مدل‌ساز استخراج شدند. پس از شبیه‌سازی تخریب اراضی در دوره آتی مقادیر آن با دوره پایه مورد بررسی قرار گرفت.

سطحی (شار مصنوعی اضافی برای سطوح اقیانوس) برای بهبود شبیه‌سازی ندارد. شبیه‌سازی بر مبنای تقویم سال ۳۶۰ روزه و ماههای ۳۰ روزه انجام می‌شود. بالابودن قدرت تفکیک مولفه اقیانوسی و هماهنگی بین مولفه‌های جوی و اقیانوسی، از مزایای دیگر این مدل است.

مدل ریزمقیاس‌نمایی آماری SDSM:

مدل آماری ریزمقیاس‌نمایی SDSM، توسط ویلی و داوسون^۳ (۲۰۰۷) به عنوان ابزاری برای ریزمقیاس‌کردن به روش آماری توسعه یافته طراحی گردید. مبنای این مدل

روش تحقیق:

به منظور بررسی پدیده تغییر اقلیم در منطقه مورد مطالعه از خروجی مدل آماری اقلیمی HadCM3، در دو دوره‌ی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (۲۰۸۳-۲۰۴۳) تحت دو سناریوی تغییر اقلیم B2 یا RCP2.6 (واداشت تابشی به میزان ۲/۶ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰) برابر سناریوی خوش بینانه و A2 یا RCP8.5 (واداشت تابشی به میزان ۸/۵ وات بر متر مربع در سال ۲۱۰۰) برابر سناریو بدبینانه استفاده شد. خروجی‌های این مدل شامل دمای متوسط، کمینه، دمای

مدل اقلیمی HadCm3:

HadCm3 از نوع مدل‌های گردش عمومی جفت شده جوی-اقیانوسی (AOGCM) است که در مرکز هادلی سازمان هواشناسی انگلیس طراحی شده است. قدرت تفکیک این مدل، در شبکه‌های با ابعاد ۲/۷۵ درجه عرض جغرافیایی و ۳/۷۵ درجه طول جغرافیایی است، طراحی شده است. HadCM3 از دو مولفه جوی و اقیانوسی به نام‌های HadAM3 (مدل جوی) و HadOM3 (مدل اقیانوسی) که دارای یک مدل یخ-دریا نیز می‌باشد، تشکیل شده است (Adem *et al.*, 2016). این مدل نیازی به تنظیمات شار

³ Wilby & Dowson

¹ Atmosphere-Ocean General Circulation Model

² Statistical Down Scaling Model

بعد از کالیبره کردن و ارزیابی دقت مدل باید پارامترهای هواشناسی تولید شوند. برای تولید داده های آب و هوای مصنوعی نیاز به یک سناریوی اقلیمی (به طور مثال سناریوی A2 و B2) است. در این مرحله تولید داده های مصنوعی، می تواند برای دوره های آتی ریزمقیاس شده و تولید داده های مصنوعی انجام شود. در این مطالعه شبیه سازی داده های مصنوعی متغیرهای اقلیمی شامل دما، باد و بارش در دو دوره، آینده نزدیک (۲۰۴۲-۲۰۰۲) و آینده دور (۲۰۸۳-۲۰۴۳) اجرا گردید. همچنین از دوره ۱۹۶۱-۲۰۰۱ (داده های مشاهداتی) برای واسنجی و کالیبره کردن مدل و سپس کل همین دوره برای صحت سنجی مدل استفاده گردید. نتایج به دست آمده از مدل ها با مقادیر مشاهده شده مقایسه و نحوه عملکرد مدل ارزیابی شد.

معیارهای ارزیابی مدل:

به منظور ارزیابی عملکرد مدل SDSM از آماره های ضریب تبیین (R^2)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و میانگین مطلق خطا (MAE) که از روابط زیر به دست می آیند، استفاده شد:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - o_i)^2}{n}} \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$$MAE = \sum_{i=1}^n \frac{|p_i - o_i|}{n} \quad \text{(رابطه ۴)}$$

$$R^2 = \frac{[\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})(O_i - \bar{O})]^2}{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2 \sum_{i=1}^n (O_i - \bar{O})^2} \quad \text{(رابطه ۵)}$$

در روابط بالا، P_i و O_i به ترتیب مقادیر تخمین زده شده و مشاهداتی؛ و \bar{P} و \bar{O} به ترتیب میانگین مقادیر مشاهداتی و تخمین زده شده می باشد. خان (Khan, 2006)، پیشنهاد نمود که MAE و RMSE می توانند به عنوان معیارهایی که هر دو ویژگی، انحراف و دقت برآورد را در بردارند، استفاده و نیز برای مقایسه دقت عمل عامل ها به کار می روند. هر چه میزان MAE و RMSE کمتر باشد، نشان دهنده کارایی بیشتر مدل در برآورد آن می باشد. ضریب تبیین (R^2) معیاری بدون بعد است و بهترین مقدار آن برابر یک می باشد. مقدار شاخص ضریب همبستگی در دامنه $[-1, 1]$ تغییر می کند. مقدار یک نشان دهنده همبستگی کامل خطی مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده و مقدار منفی یک نشان دهنده همبستگی

رگرسیون چند متغیره است و برای ریزمقیاس نمایی پارامترهای اقلیمی چون بارش و دما در دراز مدت با توجه به سیگنال های بزرگ مقیاس اقلیمی استفاده می شود. در این مدل برای هر ماه از سال یک مدل رگرسیون خطی چند متغیره بین متغیرهای پیش بینی کننده بزرگ مقیاس منتخب (متغیرهای مستقل) و متغیر پیش بینی شونده (بارش و یا دما)، به عنوان متغیر وابسته، تدوین می گردد. پیش بینی کننده های متغیرهای هواشناسی مناسب با استفاده از تحلیل های همبستگی بین متغیرهای پیش بینی کننده، همبستگی جزئی بین پیش بینی کننده ها و پیش بینی پیش بینی شونده ها و همچنین با توجه به حساسیت فیزیکی میان پیش بینی کننده ها و پیش بینی شونده ها، در محدوده حوضه مطالعاتی، انتخاب می شوند (ویلی و داوسون، ۲۰۰۷).

نرم افزار SDSM، کار ریزمقیاس نمایی آماری سری های روزانه آب و هوا را به هفت فرآیند مجزا تقسیم می کند (مشکاتی، ۲۰۱۵)؛ که شامل، کنترل کیفی و تبدیل داده ها، غربال گری متغیرهای پیش بینی کننده، واسنجی مدل، تولید داده های آب و هوا (با استفاده از پیش بینی کننده های مشاهده شده)، تحلیل های آماری، ترسیم خروجی مدل و تولید سناریوی (با استفاده از پیش بینی کننده های مدل اقلیم) است. خروجی های این مدل شامل دمای کمینه، دمای بیشینه، دمای متوسط، بارش، تبخیر و سرعت باد می باشند. تولید داده های مدل SDSM در سه مرحله کلی انجام می شود، که عبارتند از: واسنجی کردن، ارزیابی و صحت سنجی و ایجاد داده های هواشناسی (داده های مصنوعی) به شرح زیر است:

۱- واسنجی کردن مدل:

این مرحله دربرگیرنده تمام پارامترهای لازم برای تولید داده های مصنوعی است. در مرحله واسنجی کردن مدل، داده های تهیه شده دوره پایه را برای ایستگاه شرق اهواز پردازش کرده؛ داده ها برای ورود به مدل آماده شده و در نهایت پارامترها در مقیاس روزانه شبیه سازی شدند.

۲- ارزیابی مدل:

گام دوم در اجرای مدل ها، ارزیابی مدل است. در این مرحله باید تعیین شود که آیا این مدل برای تولید داده های تصادفی در مکان مورد مطالعه مناسب است یا خیر؟

۳- تولید داده های مصنوعی:

معیار کیفیت خاک منطقه با استفاده از هشت شاخص بافت، ساختمان، عمق، وضعیت زهکشی، هدایت الکتریکی، مواد آلی، نسبت جذب سدیم و فرسایش پذیری خاک ارزیابی شد. بدین منظور در این پژوهش ابتدا نمونه برداری در هر کدام از اجزاء واحدهای اراضی انجام شد. سپس نمونه‌ها به منظور مطالعات آزمایشگاهی به آزمایشگاه منتقل شده و هوا خشک شدند و شاخص‌های مورد نظر به روش‌های استاندارد اندازه گیری و محاسبه شدند. بافت خاک از طریق روش هیدرومتری (گی و بادر، ۱۹۸۶)، شوری با شوری سنج (رودس، ۱۹۸۲)، pH با پهاش سنج (مکلین، ۱۹۸۲)، مواد آلی با روش سوزاندن تر و خشک (نیلسون و سومر، ۱۹۸۲) و فرسایش پذیری خاک به وسیله تونل بادی (خلیلی مقدم و همکاران، ۲۰۱۵) اندازه گیری شد. سپس امتیاز هر شاخص با توجه به نظر کارشناس بر اساس جدول (۱)، به دست آمد و امتیاز معیار کیفیت خاک محاسبه شد (Momirovic et al., 2019).

معکوس خطی بین مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده است. همچنین، مقدار صفر این شاخص نشان می‌دهد که مقادیر مشاهداتی و شبیه سازی شده هیچ گونه همبستگی معنادار ندارند. بنابراین، هر چه مقدار این شاخص به یک نزدیک تر باشد، مقادیر شبیه سازی شده دارای همبستگی بیشتری با مقادیر مشاهداتی هستند و صحت نتایج بیشتر است. روش انجام تحقیق در شکل (۳) ارائه شد.

مدل مدالوس اصلاح شده!

در این پژوهش برای بررسی اثر تغییر اقلیم بر تخریب اراضی از روش مدالوس اصلاح شده (Momirovic et al., 2019; Poornazari et al., 2021)، با چهار معیار کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت زمین استفاده گردید، که هر معیار نیز دارای شاخص‌های متعددی می‌باشد. در ادامه توضیحات مربوط به هر معیار و نحوه محاسبه آن ارائه شده است.

معیار کیفیت خاک

جدول ۱- امتیازدهی شاخص‌های معیار کیفیت خاک

Table 1- Scoring of soil quality criteria

امتیاز Score	شرح Description	کلاس Class	شاخص Index	ردیف Row
100-125	L, SCL, SL, LS, CL	1	بافت خاک (soil texture)	1
125-150	SC, SiL, SiCL	2		
150-175	Si, C, SiC	3		
175-200	S	4		
100-135	دانه‌ای (granular)	1	ساختمان خاک (Soil structure)	2
135-170	بلوکی-منشوری (Block-prism)	2		
170-200	صفحه‌ای و توده‌ای (platy and massive)	3		
100-125	بیش از 75 (More than 75)	1	عمق خاک (سانتی متر) Soil Depth(cm)	3
125-150	30-75	2		
150-175	15-30	3		
175-200	15>	4		
100-125	>12	1	نفوذ آب به خاک Soil permeability (cm hr ⁻¹)	4
125-150	6-12	2		
150-175	0.5-6	3		
175-200	<0.5	4		

⁴ Mclean

⁵ Nelson and Sumer

¹ Modified Mediterranean Desertification and Land-use (MMEDALUS)

² Gee and Bauder

³ Rhoades

100-120	0-8	1	5	هدایت الکتریکی
120-140	8-16	2		
140-160	16-32	3		
160-180	32-100	4		Electrical conductivity
180-200	100<	5		(dS/m)
100-125	3<	1	6	مواد آلی
125-150	1-3	2		(درصد)
150-175	0/5-1	3		Organic matter
175-200	0/5>	4		(%)
100-125	15>	1	7	نسبت جذب سدیم
125-150	15-40	2		Sodium absorption ratio (SAR)
150-175	40-100	3		
175-200	۱۰۰<	4		
100-135	0/17>	1	8	فرسایش پذیری خاک
135-170	0/93-0/17	2		(گرم بر مترمربع بر دقیقه)
170-200	0/93<	3		Soil erodibility
				(g/m ² .min)

C, clay; CL, clay loam; EC, electrical conductivity; L, loam; LS, loamy sand; OM, organic matter; SAR, sodium absorption ratio; SCL, sand clay loam; Si, silt; SiCL, silty clay loam; SiL, silty loam; SL, sandy loam; SC, sandy clay; SiC, silty clay; S, sand.

مشترک انتخاب شد. از این رو برای پهنه‌بندی ویژگی‌های اقلیمی از روش کوکریجینگ نقشه رستری کانون از نقشه رستر استان برش داده شد (Abbasi, 2021). بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن، استان خوزستان در سه طبقه اقلیمی نیمه خشک گرم، خشک گرم، و فراخشک گرم واقع شده است. بیش از نیمی از مساحت استان خوزستان در طبقه اقلیمی فراخشک گرم قرار دارد و تمام کانون‌های گرد و غبار و از جمله جنوب شرق اهواز دارای اقلیم فراخشک گرم می‌باشد (Abbasi, 2021).

معیار کیفیت اقلیم:

با توجه به داده‌های ایستگاه هواشناسی و مطالعات صحرایی، شاخص‌های ارائه شده در جدول (۲) اندازه‌گیری شدند. سپس برای هر شاخص وزن‌دهی با توجه به نظر کارشناس انجام شد و در نهایت امتیاز برای معیار کیفیت اقلیم تعیین شد. داده‌های جدول (۲)، از سازمان هواشناسی و ایستگاه‌های سینوپتیک استان خوزستان جمع‌آوری و در یک دوره آماری بلندمدت ۴۰ ساله، نزدیک به زمان حاضر به‌عنوان دوره آماری

جدول ۲- امتیازدهی شاخص‌های معیار کیفیت اقلیم

Table 2 - Scoring of climate quality criteria

امتیاز	شرح	کلاس	شاخص	ردیف
100-135	150-188	1	بارش (میلی‌متر) precipitation(mm)	1
135-170	130-155	2		
170-200	110-130	3		
100-135	1500>	1	تبخیر (میلی‌متر) Evaporation(mm)	2
135-170	1500-2000	2		
170-200	2000<	3		
100-135	40<I	1	شاخص خشکی Drought index	3
135-170	20<I<40	2		
170-200	20>I	3		
100-135	13/6<	1	حد آستانه فرسایش بادی (متر بر ثانیه) Wind erosion threshold (m/s)	4
135-170	5/5-13/6	2		
170-200	5/5>	3		

معیار کیفیت پوشش گیاهی:

بدین منظور ابتدا شاخص‌های درصد پوشش گیاهی، نوع پوشش گیاهی و حفاظت در برابر فرسایش به دست آمد. سپس معیار کیفیت پوشش گیاهی در هر جزء واحد اراضی، با توجه به نوع پوشش غالب و درصد پوشش گیاهی، ارزیابی شد.

با توجه به منطقه مطالعاتی موارد ذکر شده در جدول (۳) به عنوان شاخص‌های مورد بررسی برای ارزیابی کیفیت پوشش گیاهی کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز در نظر گرفته شدند.

جدول ۳- امتیازدهی شاخص‌های معیار کیفیت پوشش گیاهی

Table 3. Scoring of quality criteria for vegetation quality

امتیاز Score	شرح Description	کلاس Class	شاخص Variable	ردیف Row
100-125	باغات، درختچه‌ها و مراتع همیشه سبز Gardens and orchards, evergreen rangelands	1	حفاظت در برابر فرسایش Protection against erosion	1
125-150	مراتع و بوته‌زارهای دائمی Permanent grasslands and rangelands	2		
150-175	محصولات کشاورزی یکساله، غلات، علفزارهای یکساله Annual agricultural crops, cereals and annual grasslands	3		
175-200	اراضی لخت و بایر Bare land	4		
100-125	باغات، درختچه‌ها و مراتع همیشه سبز Gardens and orchards, evergreen rangelands	1	مقاومت در برابر خشک‌سالی Resistance to drought	2
125-150	مراتع و بوته‌زارهای دائمی Permanent grasslands and rangelands	2		
150-175	محصولات کشاورزی یکساله، غلات، علفزارهای یکساله Annual agricultural crops, cereals and annual grasslands	3		
175-200	اراضی لخت و بایر Bare land	4		
100-125	50<	1	درصد پوشش گیاهی Vegetation percentage	3
125-150	35-50	2		
150-175	10-35	3		
175-200	10>	4		

معیار کیفیت مدیریت:

شاخص‌ها انجام گرفت. سپس معیار کیفیت مدیریت نیز بر اساس شدت کاربری و سیاست‌های مدیریتی برای حفاظت از بخش‌های مختلف کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز مطابق با جدول (۴) ارزیابی شد.

ابتدا نوع کاربری زمین منطقه مشخص شد. برای هر نوع کاربری شاخص‌های متناسب با آن تعیین شد و با توجه به بازدیدهای صحرایی و گزارش‌های موجود، امتیازدهی

جدول ۴- امتیازدهی شاخص‌های معیار کیفیت مدیریت

Table 4 - Scoring of quality management criteria

امتیاز Score	شرح Description	کلاس Class	شاخص Variable	ردیف Row
100-125	جنگل Forest	1	شدت کاربری زمین Land use intensity	1
125-150	مرتع Rangeland	2		
150-175	کشاورزی	3		

Agricultural land		4	2
175-200	بایر		
Bare land		1	سیاست‌های مدیریتی Management policies
100-125	کاملاً حفاظت شده		
Adequate protected		2	
125-150	حفاظت متوسط		
Moderate protected		3	
150-175	حفاظت کم		
Low protected		4	
175-200	حفاظت نشده		
No protected			

(۲)، محاسبه و امتیاز مربوط به شدت بیابان‌زایی تعیین شد. پس از محاسبه این امتیاز، کلاس وضعیت فعلی بیابان‌زایی، با توجه به جدول ۵، تعیین شد. به‌طور کلی برای ارزیابی شاخص‌های اصلی مورد استفاده در پژوهش حاضر، ۴ طبقه یا درجه شدت تخریب زمین در کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز شامل خفیف، متوسط، شدید و بسیار شدید در نظر گرفته شد (Momirovic et al., 2019).

(رابطه ۲)

$$W_X = (W_S \times W_C \times W_V \times W_M)^{1/4}$$

در این رابطه، W_S ، W_C ، W_V ، W_M به ترتیب بیان‌گر امتیاز مربوط به معیار کیفیت خاک، کیفیت اقلیم، کیفیت پوشش گیاهی و کیفیت مدیریت زمین می‌باشند.

امتیازدهی و ارزیابی تخریب زمین:

به هر یک از شاخص‌های مورد نظر، با توجه به وضع موجود در منطقه و استانداردهای تعیین‌کننده کیفیت، امتیازی بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ تعلق گرفت. امتیاز هر معیار با محاسبه میانگین هندسی (رابطه ۱) امتیازات شاخص‌های مربوط به آن تعیین و طبقه‌بندی شد (Momirovic et al., 2019).

(رابطه ۱)

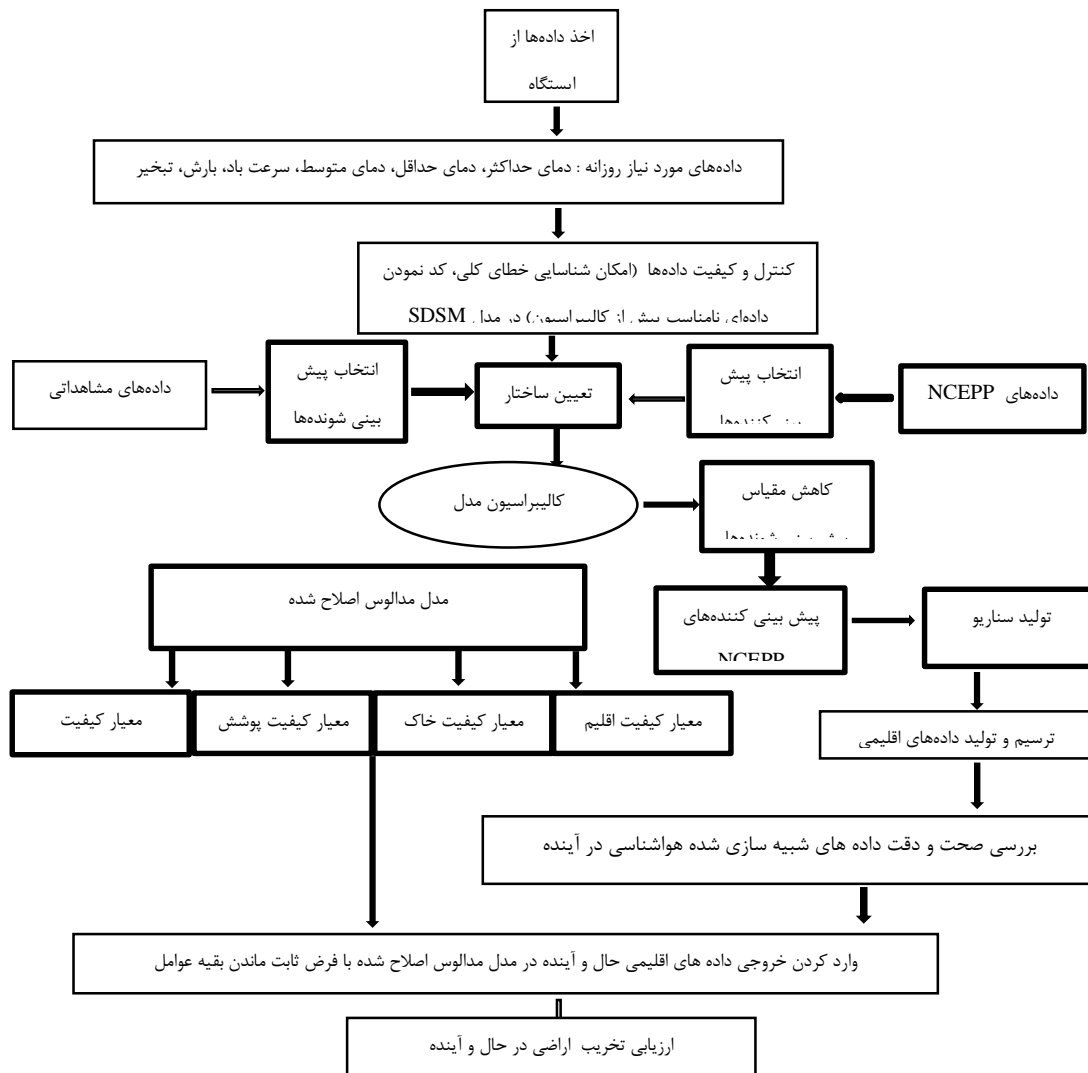
$$W_X = (W_1 \times W_2 \times \dots \times W_N)^{1/N}$$

در این رابطه، W_X امتیاز مربوط به هر معیار، $W_{(1,2,\dots,N)}$ امتیازهای مربوط به هر شاخص و N تعداد شاخص‌هاست. پس از ارزیابی و بررسی شاخص‌ها و محاسبه امتیاز هر معیار در هر واحد کاری، به‌منظور بررسی وضعیت فعلی بیابان‌زایی، میانگین هندسی امتیازات معیارهای اصلی، از طریق رابطه

جدول ۵- طبقات مختلف تخریب اراضی کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز

Table 5- Different floors of land destruction of Ahvaz southeast dust center

تخریب اراضی	خفیف	متوسط	شدید	بسیار شدید
امتیاز	100-120	121-135	136-153	153<



شکل ۳- فلوجارت روش انجام مطالعه
Figure 3 - Flowchart of study method

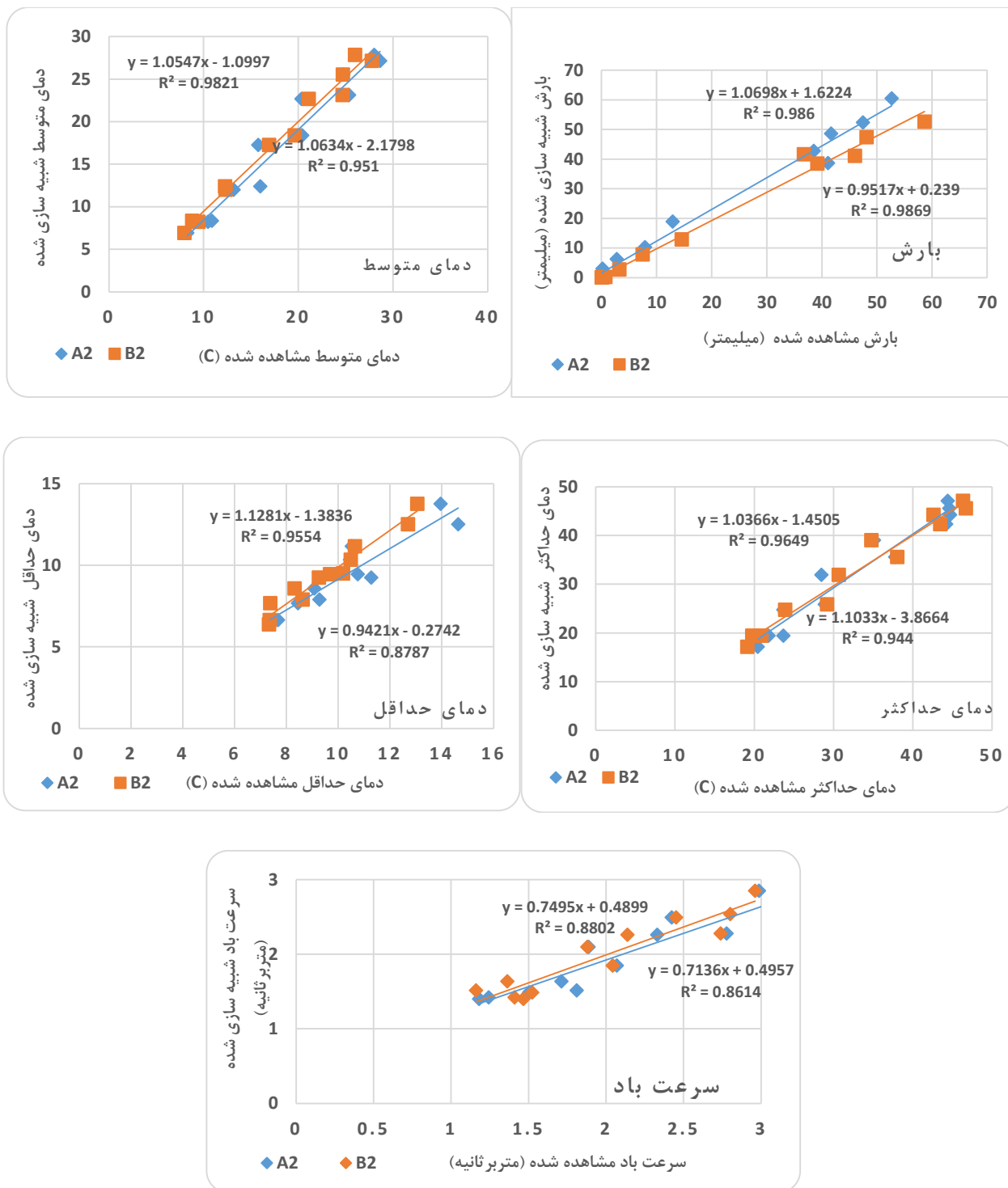
نتایج و بحث:

ارزیابی قابلیت مدل‌های اقلیمی استفاده شده در شبیه‌سازی پارامترهای اقلیمی

ارزیابی قابلیت مدل‌های اقلیمی استفاده شده در تحقیق حاضر، با استفاده از رسم نمودارهای همبستگی و محاسبه شاخص‌های خطاسنجی صورت گرفته‌است.

ارزیابی مدل بر اساس نمودارهای همبستگی در دوره پایه:

جهت ارزیابی مدل اقلیمی با توجه به داده‌های دوره پایه، از بازه زمانی ۱۹۶۱-۲۰۰۱ استفاده شده است. در شکل (۴)، نمودارهای همبستگی مقادیر پارامترهای اقلیمی شامل بارش و دما (متوسط، بیشینه و کمینه) و باد شبیه‌سازی شده با استفاده از مدل‌های اقلیمی به کار رفته در پژوهش حاضر با مقادیر میانگین واقعی این پارامترها در دوره پایه برازش داده و نشان داده شده‌است.



شکل ۴- مقایسه مقادیر پارامترهای اقلیمی شبیه‌سازی شده تحت دو سناریو توسط مدل و مقادیر مشاهده شده در دوره ۱۹۶۱-۲۰۰۱

الف) میزان بارش ب) میزان دمای متوسط ج) میزان دمای حداقل د) سرعت باد

Figure 4 - Comparison of the values of climatic parameters simulated under two scenarios by the model and the values observed in the period 1961-2001 A) Precipitation b) Average temperature b) Maximum temperature c) Minimum temperature d) Wind speed

میلادی) با داده‌های پیش بینی کننده (NCEP)، در سناریوهای A2 و B2 مدل جهانی HadCM3 در شهر اهواز شبیه سازی شده و مورد مقایسه قرار گرفتند. به منظور ارزیابی کارایی مدل آماری پیش‌بینی دماهای کمینه، بیشینه، متوسط، سرعت باد، تبخیر و بارش روزانه در بازه‌های زمانی آینده نزدیک و دور، با دوره‌های پایه هر یک از مدل‌های گردش عمومی جو شبیه سازی شدند. سپس نتایج ریز مقیاس نمایی در این مرحله، به دو روش آماری و ترسیمی با داده‌های مشاهداتی مقایسه گردید. نتایج به تفکیک مدل‌های اقلیمی، در زیر ارائه می‌شود.

نتایج شکل (۴) نشان داد، مقدار ضریب همبستگی در تمامی موارد بسیار بالا است، اما بیشترین همبستگی مقادیر مدل سازی شده و مشاهده شده در مورد پارامترهای بارش و دما (بین ۸۶ درصد تا ۹۸ درصد در تمامی مدل‌ها) دیده می‌شود که نشان از توانایی زیاد مدل به کار رفته در شبیه‌سازی این پارامترها دارد.

- نتایج شبیه سازی پارامترها در دوره پایه و مقایسه با دوره های آتی:

در پژوهش حاضر به منظور واسنجی و ارزیابی مدل، پیش بینی - شونده‌های مدل‌های هواشناسی با دوره پایه (۲۰۰۱-۱۹۶۱)

جدول ۶- میزان اختلاف روزانه دوره آینده نزدیک و آینده دور در سناریوی B2

Table 6 - The daily difference between the near future and the distant future in scenario B2

پارامتر	دوره پایه (1961-2001)	آینده نزدیک (2002-2042)	آینده دور (2043-2083)	میزان اختلاف آینده نزدیک		میزان اختلاف آینده دور	
				به دوره پایه درصد	مقدار	به دوره پایه درصد	مقدار
دمای حداکثر (درجه سانتیگراد) Maximum temperature(°C)	32.55	33.72	35.17	1.17 درجه افزایش	3.6	3.62	8.05
دمای حداقل (درجه سانتیگراد) Minimum temperature(°C)	9.51	10.12	11.02	0.61	افزایش	1.51	15.9
دمای متوسط (درجه سانتیگراد) Medium temperature(°C)	17.57	19.1	20.04	1.53	افزایش	2.47	14.06
تبخیر (میلیمتر در روز) (mm/day)	8.48	9.25	10.02	0.77	افزایش	1.54	18.16
بارندگی (میلیمتر در سال) Rain(mm/year)	245.39	257.16	260.93	11.77	افزایش	15.5	6.33
سرعت باد (متر بر ثانیه) wind speed(m/s)	2.12	2.09	2.08	0.03	کاهش	0.04	-1.89

آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱/۵۳ و آینده دور نسبت به دوره پایه ۲/۴۷ افزایش داشته است. تبخیر (میلیمتر در روز) در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۰/۷۷ افزایش و آینده دور نسبت به دوره پایه ۱/۵۴ میلی متر در روز افزایش داشته است. بارندگی در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱۱/۷۷ و آینده دور ۱۵/۵۴ میلیمتر در سال افزایش خواهد داشت.

جدول (۶) اختلاف میانگین بلند مدت کلیه پارامترها، مربوط به عملکرد مدل تحت سناریوی B2 را نشان می دهد. دمای حداکثر در دوره آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱/۱۷ درجه افزایش و آینده دور نسبت به دوره پایه ۲/۶۲ افزایش داشته است. دمای حداقل در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۰/۶۱ و آینده دور نسبت به دوره پایه ۱/۵۱ افزایش داشته است. دمای متوسط

جدول ۷- میزان اختلاف روزانه دوره آینده نزدیک و آینده دور در سناریوی A2

Table 7 - The daily difference between the near future and the distant future in scenario A2

پارامتر	دوره پایه (1961-2001)	آینده نزدیک (2002-2042)	آینده دور (2043-2083)	میزان اختلاف آینده نزدیک		میزان اختلاف آینده دور	
				به دوره پایه درصد	مقدار	به دوره پایه درصد	مقدار
دمای حداکثر (درجه سانتیگراد) Maximum temperature(°C)	32.55	34.91	36.26	2.36	افزایش	3.71	11.4
دمای حداقل (درجه سانتیگراد) Minimum temperature(°C)	9.51	10.23	11.72	0.72	افزایش	2.21	23.23

دمای متوسط (درجه سانتیگراد)						
15.31	افزایش 2.69	9.8	افزایش 1.72	20.26	19.29	17.57
تبخیر (میلیمتر در سال)						
20.87	افزایش 1.77	14.03	افزایش 1.19	10.25	9.67	8.48
بارندگی (میلیمتر در سال)						
6.83	افزایش 16.76	6.24	افزایش 15.31	262.15	260.7	245.39
سرعت باد (متر بر ثانیه)						
4.74	افزایش 0.1	2.4-	کاهش 0.05	2.21	2.06	2.12
wind speed(m/s)						

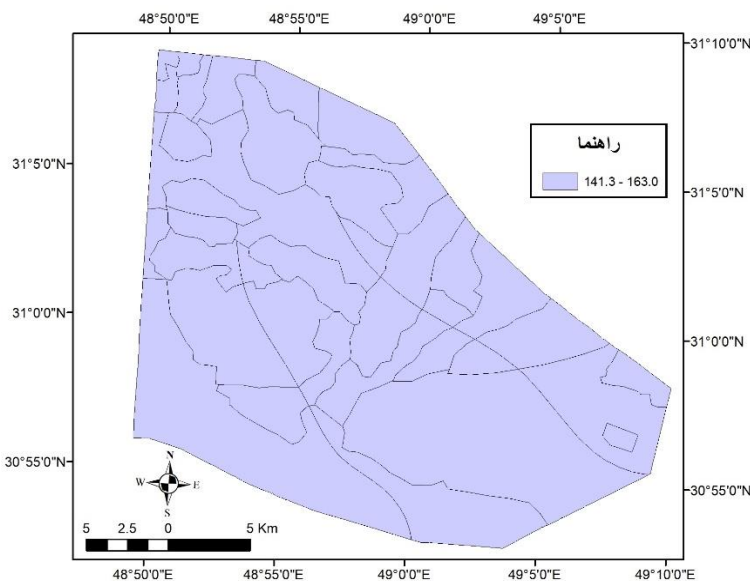
جدول (۷) اختلاف میانگین بلند مدت کلیه پارامترها، مربوط به عملکرد مدل تحت سناریوی A2 را نشان می دهد. دمای حداکثر در دوره آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۲/۳۶ درجه افزایش و آینده دور نسبت به دوره پایه ۳/۷۱ افزایش داشته است. دمای حداقل در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۰/۷۲ و آینده دور نسبت به دوره پایه ۲/۲۱ درجه افزایش داشته است. دمای متوسط آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱/۷۲ و آینده دور نسبت به دوره پایه ۲/۶۹ درجه افزایش داشته است. تبخیر (میلیمتر در روز) در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱/۱۹ افزایش و آینده دور نسبت به دوره پایه ۱/۷۷ میلی متر در روز افزایش داشته است. بارندگی در آینده نزدیک نسبت به دوره پایه ۱۵/۳۱ و آینده دور ۱۶/۷۶ میلیمتر در سال افزایش خواهد داشت.

مدل مدالوس اصلاح شده:

نتایج معیار کیفیت خاک:

نتایج معیار کیفیت خاک بر اساس روش مدالوس نشان داد که بر اساس امتیازدهی وضعیت هشت شاخص بافت، ساختمان، عمق، وضعیت زهکشی، هدایت الکتریکی، مواد آلی، نسبت جذب سدیم و فرسایش پذیری خاک، کانون ریزگرد جنوب شرق دارای میانگین و انحراف معیار به ترتیب برابر با ۱۵۱ و ۶ می باشد. به نحوی که ۷۳ و ۲۷ درصد کانون به ترتیب در وضعیت تخریب بسیار شدید و شدید قرار گرفته است. قابل ذکر است که خاک کل کانون ریزگرد جنوب شرق کشور دارای عمق بیش از ۷۵ سانتی متر و ساختمان توده ای است. هم چنین نقشه وضعیت معیار کیفیت خاک در شکل (۵)، نشان داده شده است. حداقل و حداکثر امتیاز معیار کیفیت خاک در منطقه مطالعاتی ۱۴۱ و ۱۶۳ می باشد. هم چنین نتایج نشان داد که ساختمان خاک با امتیاز ۲۰۰ به دلیل توده ای بودن در تمام واحدهای اراضی بیشترین تأثیر را بر تخریب زمین بر اساس معیار کیفیت خاک داشته است. علاوه بر آن، کمترین نقش تخریبی مربوط به عمق خاک با میزان امتیاز ۱۱۰ ارزیابی شد. نتایج پژوهش حاضر با یافته های سایر مطالعات انجام شده با هدف ارزیابی تخریب زمین با استفاده از روش مدالوس مطابقت دارد.

در نهایت از مقایسه دو سناریو انتشار A2 و B2 مشخص گردید، هر دو سناریو به طور مشترک روندی افزایشی را برای بارش و دمای منطقه برای هر دو دوره، پیش بینی کردند. اما شیب این افزایش تحت سناریوی A2 بیشتر از B2 بود. سناریوی B2 بر حل مشکلات اقتصادی محلی، پایداری اجتماعی و زیست محیطی تأکید می گردد. جمعیت جهان با سرعتی کمتر از سناریوی A2 در حال افزایش می باشد. سطوح توسعه اقتصادی متوسط و سرعت تغییرات تکنولوژی کمتر از سناریوی B1 می باشد. سناریوی A2 شرایط سخت تری تحت تأثیر فرایند تغییر اقلیم مد نظر قرار می دهد که می توان با در نظر گرفتن این حالت به بررسی حوادث حدی چون سیلاب پرداخت. با توجه به نتایج مشخص شد که سناریوی B2 تطابق بیشتری با شرایط اقلیمی دوره پایه را دارد. تحقیقات متعدد نشان می دهد که این سناریو به واقعیت تولید گازهای گلخانه ای نزدیک تر بوده و سناریوی واقعی تر و نرمال تری ارائه می دهد و سناریوی B2 مقداری خوشبینانه تر می باشد. ولیکن در



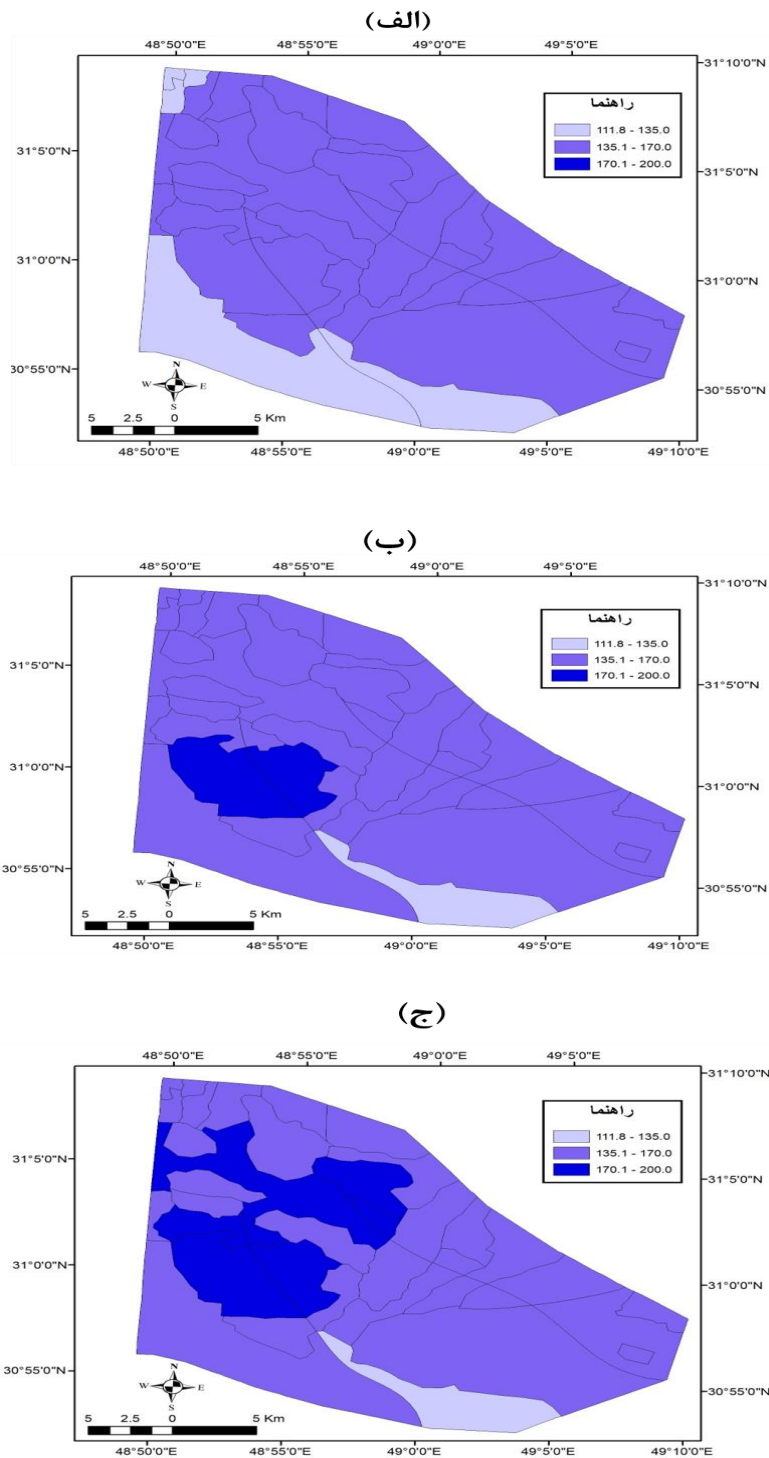
شکل ۵- وضعیت تخریب زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز بر اساس معیار کیفیت خاک

Figure 5- The state of land degradation in the southeastern part of Ahvaz, based on soil quality criteria

داشته اما در سال‌های اخیر کاهش بارندگی و رخداد خشک‌سالی‌های پی در پی به‌ویژه در ماه‌های ژانویه، فوریه و مارس و افزایش میانگین دما، دمای حداقل و حداکثر و دمای حداقل و حداکثر مطلق منجر به فعال‌تر شدن آن طی دهه اخیر شده است. در این پژوهش، ارزیابی روش مدالوس مبتنی بر معیار کیفیت اقلیم بر اساس سناریوهای تعریف شده A2 و B2 برای دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱) و دوره شبیه‌سازی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (۲۰۴۳-۲۰۸۳) انجام شده است. هم‌چنین دامنه تغییرپذیری امتیاز تخریب زمین مبتنی بر معیار کیفیت اقلیم بین ۱۱۱ و ۲۰۰ به‌ترتیب متعلق می‌باشد. وضعیت تخریب زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز بر اساس معیار کیفیت اقلیم در سناریوی A2، دوره پایه (الف)، نسبت به آینده نزدیک (ب) و نسبت به آینده دور (ج) در شکل ۶ آمده است. با توجه به اینکه تغییرات اقلیمی در منطقه مورد مطالعه، زیاد نمی‌باشد، برای نشان دادن تغییرات، بازه‌های تعریف شده کوچکتر در نظر گرفته شده است. که واحد‌های اراضی دشت رسوبی با شیب کمتر از ۲ درصد، از لحاظ اقلیمی پتانسیل تخریب بیشتری دارا می‌باشند و پتانسیل سطوح تخریب بر اثر تغییر اقلیم، در آینده دور نسبت به دوره پایه و آینده نزدیک افزایش خواهد یافت.

معیار کیفیت اقلیم:

در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز در شرق و شمال بیش‌ترین بارش با ۲۰۵ میلی‌متر و در غرب و جنوب آن ۱۷۱ میلی‌متر است (Abbasi, 2021). اقلیم محدوده مطالعاتی بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن، فراخشک گرم تعیین شده است. متوسط بارندگی سالانه بین ۱۷۱ تا ۲۰۵ میلی‌متر، رطوبت نسبی سالانه ۴۴ تا ۴۸ درصد و متوسط تبخیر و تعرق سالانه ۱۲۰ تا ۱۲۵ میلی‌متر در کانون مذکور تغییر می‌نماید. درعین حال دمای متوسط سالانه بین ۲۶-۲۷ درجه سانتی‌گراد، دمای متوسط حداقل سالانه بین ۱۸-۱۹ و متوسط حداکثر سالانه بین ۳۲-۳۳ درجه سانتی‌گراد متغیر می‌باشد. دمای حداکثر مطلق منطقه نیز در بازه ۵۱-۵۲ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای مطلق، ۱ تا ۲- درجه سانتی‌گراد در منطقه تغییر می‌نماید. در کانون گرد و غبار جنوب شرق اهواز از سمت شمال غرب به جنوب شرق به علت نزدیک شدن به خلیج فارس بر میزان رطوبت هوا افزوده می‌شود. هرچند مقدار آن کم و در حدود دو تا سه درصد است. کانون گرد و غبار جنوب شرق اهواز در منطقه اقلیم فراخشک قرار دارد که در سال‌های اخیر روند کاهش بارش و افزایش دما را تجربه کرده است. این کانون گرد و غبار از گذشته وجود



شکل ۶- وضعیت تخریب زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز بر اساس معیار کیفیت اقلیم در سناریوی A2 ، (الف دوره پایه، ب) نسبت به آینده نزدیک، ج) نسبت به آینده دور

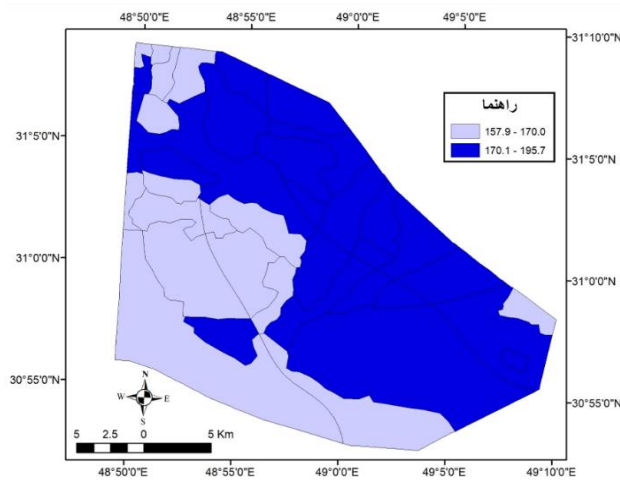
Figure 5- The state of land degradation in the southeastern part of Ahvaz in climatic quality criteria based on the near future and the distant future in A2 scenario

معیار کیفیت پوشش گیاهی:

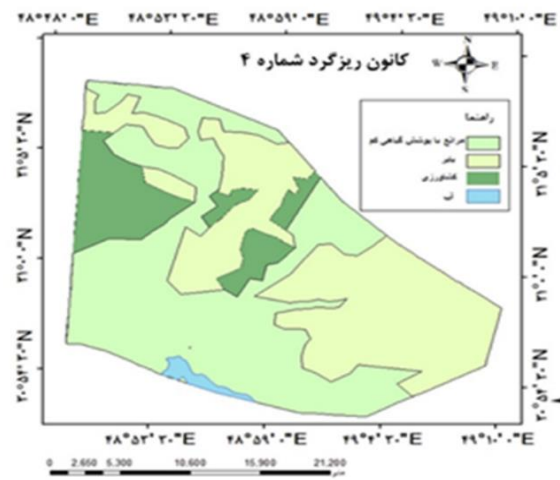
پوشش گیاهی منطقه با توجه به میزان حضور گونه‌ها و فراوانی افراد گونه‌ها، از دو سیمای نسبتاً مشخصی برخوردار می‌باشد به طوری که در مناطق پست و اراضی مرطوب فرم بوته‌ای و در حاشیه روستاها و گودال‌ها (حفیره‌ها) سیمای درختی و درختچه‌ای دارد و عرصه‌هایی که در حاشیه هور قرار دارند سیمایی گراس‌لند پوشیده از گرامینه چندساله بونی را دارا می‌باشند. اراضی زراعی که مورد چرای شدید دام بوده و به کرات مورد شخم قرار گرفته‌اند به علت عدم هرزآب و

کاهش بارندگی در سال‌های اخیر سیمای لخت گرفته‌اند که پوشش اندکی دارند. نقشه کاربری اراضی کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز در شکل ۷(الف) ارائه شده است. بر اساس همین نقشه کاربری اراضی، شاخص‌های مورد ارزیابی در تعیین کیفیت پوشش گیاهی کانون مورد مطالعه امتیازدهی شدند هم‌چنین نقشه پهنه‌بندی معیار کیفیت پوشش گیاهی در شکل ۷(ب) نمایش داده شده است. پوشش گیاهی منطقه به دلیل چرای بی رویه، خشکسالی، تغییر کاربری و به تبع آن شورشدن اراضی، از بین رفته است و شاخص کیفیت پوشش گیاهی در وضعیت بسیار شدید قرار گرفته است.

(ب)



(الف)



شکل ۷- نقشه کاربری اراضی (الف) و وضعیت تخریب زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز بر اساس معیار کیفیت پوشش گیاهی (ب) کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز

Figure 8- Land use map (right image) and land degradation status of Ahvaz Southeast dust center based on vegetation quality criteria (left image) Ahvaz Southeast dust center.

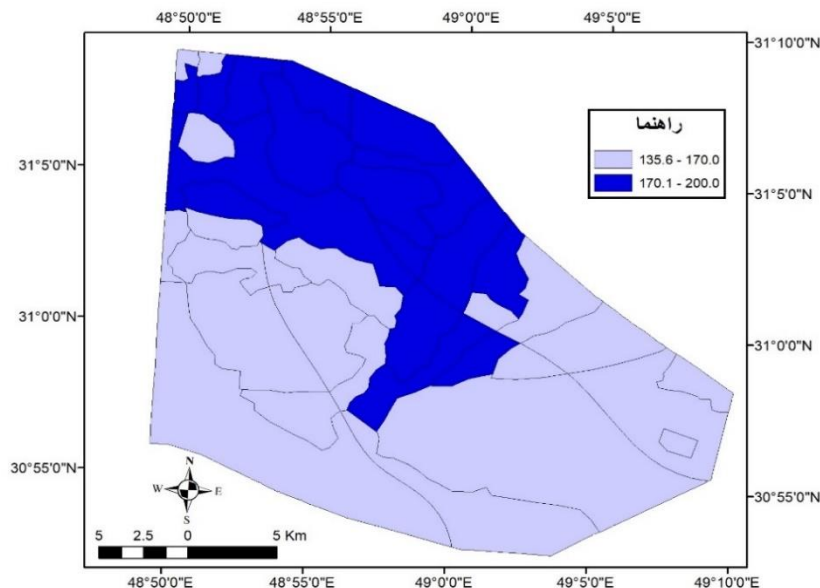
مدالوس بیش تر می‌باشد. به طوری که حداقل و حداکثر مقدار آن به ترتیب برابر با ۱۳۶ و ۲۰۰ است. نتایج پژوهش نشان داد که به ترتیب ۷۵ و ۲۵ درصد منطقه مورد مطالعه در وضعیت تخریب بسیار شدید و شدید از نظر معیار کیفیت مدیریت قرار گرفته است. امتیاز متوسط معیار کیفیت مدیریت در کانون مطالعاتی برابر با ۱۶۸ ارزیابی شد که در طبقه بسیار شدید قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر نیز معیار کیفیت مدیریت پس از معیار کیفیت پوشش گیاهی در رتبه دوم از لحاظ

همان گونه که از نتایج استنباط می‌شود کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز دارای وضعیت بسیار شدیدی از لحاظ تخریب زمین مبتنی بر معیار کیفیت پوشش گیاهی است. به نحوی که امتیاز این معیار از ۱۵۸ تا ۱۹۶ بین ۲۷ واحد اراضی مورد مطالعه متغیر بوده است. میانگین معیار کیفیت پوشش گیاهی در این منطقه برابر با 175 ± 2 به دست آمد.

معیار کیفیت مدیریت:

تغییرپذیری مکانی در امتیاز معیار کیفیت مدیریت منطقه مطالعاتی نسبت به سایر معیارهای مورد ارزیابی در روش

تاثیرگذاری بر وضعیت نهایی تخریب زمین ارزیابی شد (شکل ۸).



شکل ۸- نقشه وضعیت تخریب زمین کانون ریزگرد بر اساس معیار کیفیت مدیریت

Figure 8- Map of the land degradation status of the dust center based on the criteria of management quality

۰/۲-۷۵/۴۱ و ۰/۸۲-۳/۲۳ درصد می باشد. در حالی که طبق سناریوی B2، میانگین افزایش تخریب اراضی نسبت به دوره پایه، برای آینده نزدیک و دور به ترتیب ۱/۷۰-۰/۶۱ و ۲/۸۳-۰/۷۳ درصد است. نقشه تخریب نهایی زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز در دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱)، دوره شبیه سازی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (۲۰۸۳-۲۰۴۳) در شکل ۹ نشان داده شده است. بررسی شکل های ۵ تا ۸ در کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز نشان داده است که معیار کیفیت پوشش گیاهی و مدیریت اراضی بیشترین تاثیر را بر تخریب اراضی داشته اند. در منطقه مورد مطالعه به دلیل سد سازی های بالا دست، چرای بی رویه، شخم اراضی برای تعیین مالکیت و جاده سازی غیر اصولی منجر به از بین رفتن پوشش گیاهی گردید که در نتیجه آن خاک منطقه شورتر می گردد. شور شدن خاک، باعث کاهش درصد پوشش گیاهی می گردد که به افزایش شوری خاک منجر می شود. این نتایج با نتایج محققینی مانند سپهر و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. این محققین، با استفاده از روش مدالوس، تخریب زمین را برای دشت فیدویه-گرموش واقع در جنوب

نتایج نهایی مدل تخریب زمین در کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز

روش مدالوس با در نظر گرفتن شاخص های مناسب و به تعداد نسبتاً کافی در مناطق خشک و نیز به علت سادگی کاربرد و وزن دهی نسبت به روش های دیگر ارزیابی تخریب زمین و بیابانی شدن اراضی برتری دارد. با محاسبه معیارهای مؤثر در تخریب زمین و ترسیم نقشه تخریب زمین بر اساس هر یک از معیارها، این لایه ها با هم ترکیب شده و نقشه نهایی تخریب زمین به دست آمد. برآیند میانگین هندسی معیارهای تأثیرگذار نشان داد، که کانون ریزگرد مورد مطالعه با امتیاز $7 \pm 158/6$ در طبقه بسیار شدید از لحاظ تخریب زمین قرار دارد. میزان تخریب اراضی بر اثر تغییر اقلیم در سناریو های اقلیمی تعریف شده A2 و B2 در دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱)، دوره شبیه سازی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (۲۰۸۳-۲۰۴۳) در جدول ۸ آمده است. بر اساس این جدول، میزان افزایش تخریب اراضی بر اساس سناریو A2، برای دوره شبیه سازی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (۲۰۸۳-۲۰۴۳) نسبت به دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱) به ترتیب

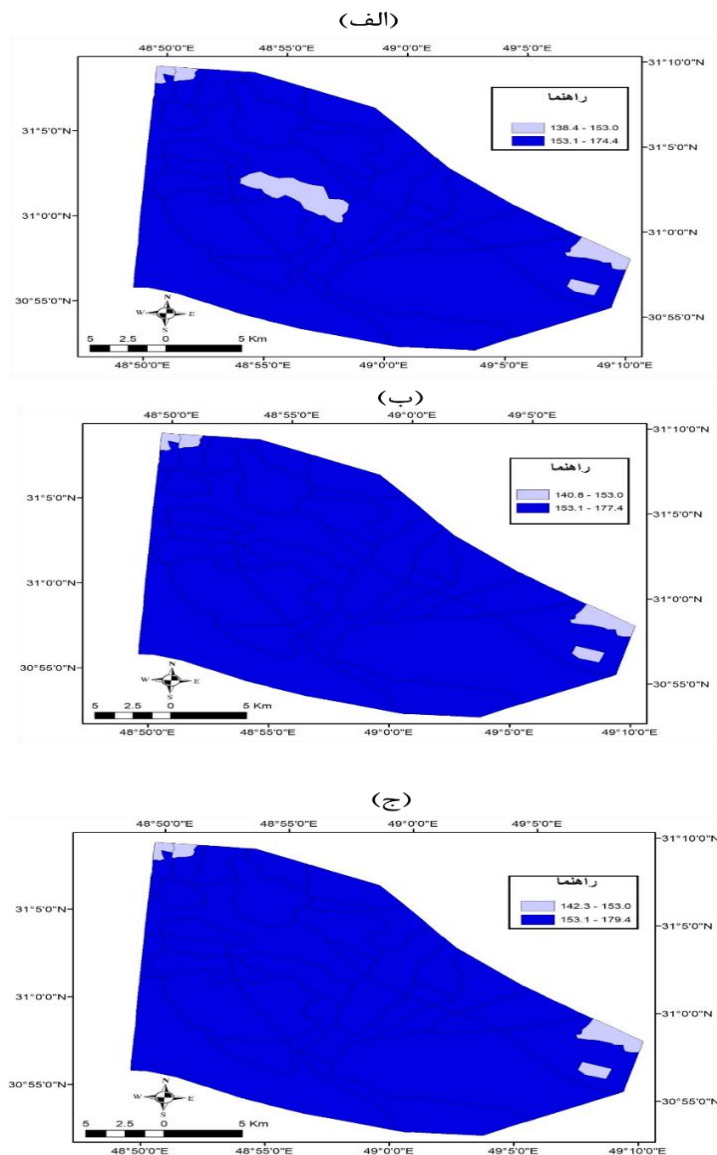
مدالوس نشان داده است که بالاترین امتیاز مربوط به دو معیار کیفیت اقلیم و مدیریت در دشت سگری اصفهان می باشد. همچنین آن‌ها ۶۳ درصد از منطقه را در طبقه بسیار شدید، ۳۵ درصد در طبقه شدید و فقط ۲ درصد از کل منطقه را در طبقه متوسط ارزیابی نمودند.

ایران ارزیابی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که معیار پوشش گیاهی دارای حداکثر نقش تخریبی از بین معیارهای خاک، اقلیم، فرسایش، آب زیرزمینی و مدیریت در منطقه بوده است. همچنین طبق ارزیابی این پژوهش‌گران حدود ۹۳ درصد منطقه حساس به بیابان‌زایی شناسایی شده است. اما ارزیابی‌های بخشنده‌مهر و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از روش

جدول ۸- تغییرات مدل مدالوس اصلاح شده در دوره‌های آتی (دور و نزدیک) نسبت به دوره پایه (مشاهداتی)

Table 8- Changes of Modalus model modified in future periods (near and far) compared to base period (observations)

دوره زمانی	سناریو	شاخص تخریب	درصد تغییرات شاخص	میانگین تغییرات شاخص
دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱)		۱۳۸/۱۷۴-۴۱/۴۴	-	-
آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲)	B2	۱۴۶/۱۷۸-۱۵/۵۵	۰/۱-۶۱/۷۰	۱/۶۷
	A2	۱۴۷/۱۷۹-۱۸/۲۳	۰/۲-۷۵/۴۱	۲/۳۴
آینده دور (۲۰۴۳-۲۰۸۳)	B2	۱۴۷/۱۷۹-۷۸/۱۹	۰/۲-۷۳/۸۳	۲/۶۳
	A2	۱۴۸/۱۷۹-۳۶/۳۶	۰/۳-۸۲/۲۳	۲/۹۴



شکل ۹- وضعیت نهایی تخریب زمین کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز بر اساس روش مدالوس

(الف) دوره پایه، (ب) نسبت به آینده نزدیک، (ج) نسبت به آینده دور

Figure 9- Final status of land degradation in the dust center of southeast of Ahvaz based on Medalus model in the near future

نتیجه گیری:

در این مطالعه از، خروجی مدل جهانی HadCM3 جهت پیش‌بینی تغییرات اقلیمی در حوضه کانون ریزگردهای فعال شرق اهواز، در سه دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱) و دوره شبیه سازی آینده نزدیک (۲۰۰۲-۲۰۴۲) و آینده دور (-۲۰۸۳ ۲۰۴۳) استفاده گردید. همان‌طور که مشاهده گردید مقدار ضریب همبستگی در تمامی موارد بسیار بالا است، اما بیشترین همبستگی مقادیر مدل‌سازی شده و مشاهده شده در مورد پارامترهای بارش و دما (بین ۸۶ درصد تا ۹۸ درصد در تمامی مدل‌ها) دیده می‌شود که نشان از توانایی زیاد مدل به کار رفته در شبیه‌سازی این پارامترها دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نتایج بررسی سناریوهای مختلف تغییر اقلیم نشان داد که میزان بارش در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی A2 به میزان ۶/۴ درصد افزایش و تحت سناریوی B2 به میزان ۴/۸ درصد افزایش می‌یابد. هر دو سناریو به طور مشترک روندی افزایشی را برای دمای منطقه برای هر دو دوره، پیش‌بینی کردند. اما شیب این افزایش تحت سناریوی A2 بیشتر از B2 بود. نتایج نشان داد که با توجه به تغییرات بارش و دما، مقدار تبخیر و تعرق در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی A2 افزایشی معادل ۱۴/۳ درصد و تحت سناریوی B2 نیز افزایشی معادل ۹/۱ درصد خواهد داشت. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های، (Hashemi et al., 2010)، (Valizadeh et al., 2014)، (Aghashahi et al., 2012)، (Hajjarpour et al., 2014)، (Ajamzadeh., Mullaniya., 2014) مطابقت دارد.

در نهایت پارامترهای مدل مدالوس اصلاح شده برای این منطقه، به روز محاسبه و اندازه گیری گردید. از آنجایی که هدف از این تحقیق شبیه‌سازی و پیش‌بینی روند تخریب اراضی و توسعه کانون‌های ریزگردهای با استفاده مدل مدالوس اصلاح شده و همچنین بررسی تأثیر پدیده تغییر اقلیم بر توسعه کانون ریزگردهای برای دو دوره ۲۰۰۲-۲۰۴۲ و ۲۰۰۳-۲۰۴۳ نسبت به دوره پایه (۱۹۶۱-۲۰۰۱) است. بنابراین اثر همه پارامترها بجز پارامترهای اقلیمی ثابت در نظر گرفته شدند تا اثر مستقیم تغییرات اقلیمی بررسی گردید. نتایج نشان داد در واحدهای اراضی کانون ریزگرد جنوب شرقی اهواز، به طور متوسط تخریب اراضی در دوره آتی نسبت به دوره پایه تحت سناریوی B2 افزایشی به میزان ۲/۶۳-۱/۶ درصد و تحت سناریوی A2 نیز به میزان ۲/۹۴-۲/۳۴ درصد خواهد داشت. در نهایت مشخص گردید تغییرات به‌وجود آمده در پارامترهای هواشناسی منتج شده از سناریوهای اقلیمی پدیده تغییر اقلیم (A2 و B2)، در دوره های آینده نزدیک و دور، حساسیت چندانی در تغییر معیار کیفیت اقلیم و در نتیجه در روند بیابانی شدن عرصه و پیشروی بیابانزایی در کانون گرد و غبار جنوب شرق اهواز ندارند. به عبارت دیگر مشخص شد با اینکه پدیده تغییر اقلیم در منطقه مطالعاتی کانون جنوب شرق اهواز در حال انجام است، اما تغییرات بوجود آمده در مقادیر آنها (پارامترهای اقلیمی خروجی از مدل‌های اقلیمی) باعث تخریب زمین و گسترش بیابانزایی و توسعه فرسایش بادی در منطقه نشده است و عوامل دیگری همچون عوامل مدیریتی و عوامل انسانی نظیر تغییرات کاربری اراضی، تشدید فعالیت‌های انسانی و توسعه فعالیت های اقتصادی و اجتماعی در منطقه و ... ؛ تأثیر بیشتری نسبت به تأثیر پدیده تغییر اقلیم در بیابانی شدن اراضی داشته است.

References

- Abbasi, H.R., 2021. Physico-chemical properties of soils in khuzestan dust sources, technical report no., Research Institute Forests and Rangelands, Iran, pp. 84.
- Abkar, A. J., Habibnejad, M., Soleimani, K. And, e. Naqvi. 2013. Assessing the efficiency of the SDSM model in simulating temperature indicators in arid and semi-arid regions, *Journal of Irrigation and Water Engineering Research*, Fourth Year, No. 144: 1-17.
- Ajamzadeh, A. and Mullaniya, M R. 2014. Comparison of the performs SDSM and LARS-WG Downscaling (Case resources. ASCE, *J. Water Resources. Planning and Managment.* 125(4): 194-204.
- Chu, J.T., Xia, J., Xu, C. Y. and V.P. Singh. 2010. Statistical downscaling of daily mean Temperature, pan evaporation and precipitation for climate change scenarios in Haihe River, China, *Theoretical and Applied Climatology*, Vol. 99, Issue 1: 149-161.
- Dosti, M., Habibnejad, M., Shahedi, K., Mirighoubzadeh, M. H. 2013. Investigation of climatic characteristics of Tamar watershed, Golestan province in climate change conditions using LARS-WG model. *Journal of Earth and Space Physics*. Volume 39. Number 4, pp. 177-189.
- Ebrahimian, N. 2012. Investigating the Uncertainty of the Impact of Climate Change on Plant-Water-Agricultural Performance in All of Iran with the AEZ / GIS Approach. Master Thesis, Department of Agricultural Engineering, Irrigation and Drainage, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, University of Tehran. (In Persian)
- Hajjarpour, A. Yousefi, M. and Kamkar, B. 2014. Precision test of simulators LARS-WG, Weather Man and CLIMGE Ninthree different climatessimulated (Gorgan, Gonabad and Mashhad), *Geographyand Development*, University of Sistan and Baluchestan; 35: 201-216. (In Persian)
- Hashemi, M. Z. Shamseldin. A Y. and Melville. B W. 2010. Comparison of SDSM and LARS-WG for simulation and downscaling of extreme precipitation events in a Watershed, *Stoch environmental Reserche Rick Assess.*
- Hassani, A. Wow. Ebrahimi descent. 2012. Estimation of evaporation and potential transit of Saqez city using experimental methods, the first scientific-specialized conference on rural and agricultural development with emphasis on national production. (In Persian)
- Jahandideh Tehrani, M. 2013. Investigation of reservoir system performance in climate change conditions. Master Thesis, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Department of Irrigation and Abadani Engineering, University of Tehran. (In Persian)
- Khan, M. S. Coulibaly, P. Dibike, Y. 2006. Uncertainty analysis of downscaling methods. *Journal of Hydrology*, 319: 357-382.
- Lamqadem, A., Pradhan, B., Saber, H., and Rahimi, A., 2018. Desertification Sensitivity Analysis Using MEDALUS Model and GIS: A Case Study of the Oases of Middle Draa Valley, Morocco *Sensors* 2018, 18, 2230. <http://doi.org/10.3390/s18072230>.
- Momirović, N, Kadović, R., Perović, V., Marjanović, M., Baumgertel, A., 2019. Spatial assessment of the areas sensitive to degradation in the rural area of the municipality Čukarica. *International Soil and Water Conservation Research*, 7, 71–80.
- Mushkooti, A. 2015. Application of statistical models in climate change assessment and its effects (LARS-WG and SDSM models). Publications of Islamic Azad University, Research Sciences Branch, 190 pages.
- Poornazari, N., Khalilimoghadam, B., Hazbavi, Z. 2021. Land degradation assessment in the dust hotspot of southeastern Ahvaz, Iran. *Land Degradation & Development*, 32: 896-913.
- Rezaei, M., Nehtani, M., Abkar, A. J., Rezaei, M. And m. Rigi's death. 2014. Evaluation of the Efficiency of Micro-Statistical Scale Model (SDSM) in Predicting Temperature Parameters in Two Dry and Extraterrestrial Climates (Case Study: Kerman and Bam), *Watershed Management Management Journal*, Fifth Year, No. 10: 117-131.
- Sepehr, A., Hassanli, A. M., Ekhtesasi, M. R., & Jamali, J. B. 2007. Quantitative assessment of desertification in south of Iran using MEDALUS method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 134(1–3), 243–254. <http://doi.org/10.1007/s10661-007-9613-6>. (In Persian)

- Shah Naghi, N. 2010. Evaluating the Effects of Climate Change Phenomenon on Estimating Potential Water Needs (Case Study of Gilan Plain and Mashhad Plain). Master Thesis, Department of Irrigation and Drainage Engineering, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Department of Irrigation and Abadani Engineering, University of Tehran, 109 pages.
- Shukla, R., Khare, D. and R. Deo. 2015. Statistical downscaling of climate change scenarios of rainfall and temperature over Indira Sagar Canal Command area in Madhya Pradesh. India, 14th International Conference on Machine Learning and Applications.
- Singh VP, & Goyal MK. Analysis and trends of precipitation lapse rate and extreme indices over north Sikkim eastern Himalayas under CMIP5ESM-2M RCPs experiments. *Atmospheric Research*.2016 (167): 34-60.
- Taghavi F. Linkage between Climate Change and Extreme Events in Iran. 2010. *Journal of the Earth & Space Physics*. 2010(36): 33-43.
- Teimouri, F. Bazrafshan, O. 2021. Prediction of Climate Change Scenarios on Soil Erosion and Sediment Yield in Konoran Catchment, *Quarterly journal of Environmental Erosion Research*, Vol:40(10:4), Winter 2021, 18-38.
- Valizadeh, J. Ziaei, S M. and Mazlounzadeh, S M. 2014. Assessing climate change impacts on wheat production (a case study), *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Vol 13, Issue 2, P 107-115.
- Wilby, R.L., Tomlinson, O, J., Dawson, C.W., (2007). Multi-site simulation of precipitation by condition resampling. *Journal of climate Research*, 23: 183-194.
- Zare, M. Nazari, A. A. Mohammadi, M. Teimourian, T. & J. Bazrafshan, 2016. Simulation of soil erosion under the influence of climate change scenarios, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 75, 1405.

Predicting the Land Degradation Changes in the Dust Center Under the Influence of Climate Change Phenomenon (Case study: Southeast Dust Center of Ahvaz)

Maryam Baranpour^۱, Bijan Khalili Moghadam^۲, Amin Zoratipour^{*۳}

Mohsen Bagheri Bodaghabadi

(Received: 20 June 2021, Accepted: 4 October 2021)

Abstract:

The Climate Change is a complex atmospheric-oceanic phenomenon on a global scale. This phenomenon leads to improper distribution of climatic factors, reducing the quality of water and soil resources, and ultimately erosion and land degradation. The aim of this study was to predict the effects of climate change on land degradation and the development of dust in the dust center of southeastern Khuzestan. Therefore, one of the three-dimensional paired oceanic-atmospheric models of AOGCM called HadCM3, to simulate climatic variables of temperature, wind, precipitation and evaporation and transpiration; Used under diffusion scenarios B2 and A2. In order to downscaling daily climatic data, the SDSM model was used and also to simulate the land degradation process, the Modified MEDALUS model was used. The results of studying different climate change scenarios showed that the amount of precipitation in the next period compared to the base period under scenario A2 will increase by 6.4% and under scenario B2 will increase by 4.8%. Both scenarios jointly predicted an upward trend in regional temperature for both periods. But the slope of this increase under scenario A2 was greater than B2. The results showed that due to changes in precipitation and temperature, the amount of evapotranspiration in the next period compared to the base period under scenario A2 will increase by 14.3 % and under scenario B2 will increase by 9.1%. The highest correlation between the modeled and observed values was obtained in precipitation and temperature parameters (between 86% to 98% in all models). Finally, the research showed that in the land units of the southeastern dust center of Ahvaz, the average land degradation in the future period compared to the base period under scenario B2 will increase by 1.6-2.63% and under scenario A2 will also increase by 2.34-2.94. Therefore, the rate of land degradation in this region is partly affected by changing climate change scenarios. Therefore, despite the confirmation of the existence of climate change in the southeastern part of Ahvaz, it seems that other factors such as managerial and human factors such as land use change, intensification of human activities in the study area have played a more prominent role than climate change.

Keywords: Climatic Models, Land Degradation, Modified MEDALUS, Dust Center, Ahvaz.

^۱MSc. graduate, Department of Soil Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

^۲Associate Professor, Department of Soil Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

^۳Assistant Professor, Department of Nature Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan.

(*Corresponding Author Email: Zoratipour@asnruk.ac.ir)

⁴ Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj.

- Baranpour, M., Khalili Moghadam, B., Zartipour, A., Bagheri Badaghabadi, M., 1400. Predicting changes in land degradation in the critical dust center under the influence of climate change (Case study: Southeast dust center of Ahwaz). *Applied Soil Research*. Volume 6(1): 1-10.