

ارزیابی ارتباط تغییرات پوشش سطح زمین با پارامترهای اقلیمی (منطقه مورد مطالعه استان خوزستان)

یاسمین غیشاوی^{۱*}، رحمان زندی^۲

۱ و ۲- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان.

چکیده

افزایش جمعیت و گسترش ساخت و سازها تغییرات زیادی را در اکوسیستم‌ها ایجاد کرده است، از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش دمای سطح زمین، کاهش میزان بارش، افزایش بیابان‌زایی، افزایش گرد و غبارها و... اشاره نمود. برای حفظ محیط‌زیست و جلوگیری از تغییرات منفی باید اطلاعات دقیقی از میزان و نرخ تغییرات تهیه شود. امروزه با گسترش فناوری‌های سنسور از دور می‌توان تغییرات و عوامل تأثیرگذار را با دقت مناسبی تجزیه و تحلیل نمود و براساس آن‌ها برنامه‌ریزی منسجم و دقیقی را صورت داد. در پژوهش حاضر با استفاده از سنسور مودیس و در فاصله زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲، روند تغییرات پوشش سطح زمین در استان خوزستان بررسی و میزان همبستگی بین بارش و دما سطح زمین با تغییرات پوشش اراضی بررسی شده است. طبق نتایج حاصل، در طول بازه زمانی بررسی شده، میزان دما تقریباً ثابت بوده و بارش روند کاهشی داشته است. از طرفی حدود ۸٪ از کل پوشش در این مدت تغییر کرده که بیشترین افزایش و کاهش به ترتیب مربوط به درختچه‌های پراکنده و مراتع می‌باشند، بطوری که از مناطق جنگلی کاسته و بر مناطق درختچه‌ای افزوده شده است، همچنین کاربری مراتع تخریب و مناطق بیابانی گسترش پیدا کرده‌اند، از طرفی می‌توان به افزایش مساحت کاربری مناطق مسکونی شهری اشاره نمود. در کل و براساس نتایج حاصل روند تغییرات پوشش زمین در استان خوزستان، در جهت نامناسب بوده و باید با برنامه‌ریزی‌های دقیق و گسترده، این روند تغییرات را مدیریت و اصلاح نمود.

کلید واژه‌ها: بارش، دمای سطح زمین، مودیس، سنسور از دور.

مقدمه

در طی چهار دهه گذشته تغییر کاربری اراضی در ایران با سرعت فزاینده و در جهات نامطلوب اتفاق افتاده است که این وضعیت موجب افزایش و تشدید روند تخریب منابع طبیعی شده است. این تغییرات در ساختار پوشش اراضی / کاربری اراضی بر روی شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی تاثیرگذار بوده است (Foroutan et al., 2020). تعیین و تشخیص تغییرات ایجاد شده، به مدیران کمک می‌کند تا بتوانند پویایی مناطق وسیع، صعب‌العبور و چشم‌اندازهای طبیعی را مورد پایش و ارزیابی قرار دهند.

یکی از عوامل مهم محیطی که بر اکوسیستم‌ها و زندگی روزمره ما تاثیر می‌گذارد، آب و هوا است (Fahmy et al., 2023). بهره‌برداری از منابع زیستی و همچنین تغییرات میزان بارندگی می‌تواند منجر به تغییراتی در الگوهای پوشش زمین شوند. این دگرگونی‌ها می‌تواند باعث تغییراتی در خدمات اکوسیستم محلی، از جمله غذا، سوخت و آب مصرفی برای انسان، دام، آبیاری و بهداشت شود (Cho et al., 2017). آگاهی از کاربری زمین و تغییراتی که در هر بخش از زمین صورت می‌گیرد، اساس برنامه‌ریزی‌های گوناگون است (Shamsipour & Rabbani, 2019). امروزه با پیشرفت فناوری سنجنده از دور و پرتاب ماهواره‌ها می‌توان بخوبی تغییرات محیطی از جمله تغییرات پوشش زمین را ارزیابی نمود. برای بررسی روند تغییرات، تعیین سهم نوسان‌های آب و هوایی و مدیریت آنها باید مطالعات را به صورت بلندمدت انجام داد. برای این منظور باید داده‌ها را با روش‌های یکسان و در فواصل زمانی مشابه جمع‌آوری و ارزیابی نمود.

در ارتباط با موضوع پایش تغییرات سطح زمین تاکنون پژوهش‌های زیادی در سطح جهان و کشور ایران صورت گرفته که در ادامه مجموعه‌ای از این پژوهش‌ها مرور شده‌اند. با این حال، تاکنون در استان خوزستان و با استفاده از سنجنده مودیس مطالعه‌ای صورت نگرفته، همچنین در مطالعه حاضر همبستگی و ارتباط بین بارش و دمای سطح زمین با تغییرات پوشش سطح زمین بررسی شده، که تفاوت پژوهش حاضر با سایر پژوهش‌ها را نشان می‌دهد.

ملک‌پور و طالعی ارتباط تغییرات پوشش زمین و دمای سطح زمین را در شهر تهران بررسی و تجزیه و تحلیل کردند. آن‌ها از سنجنده ASTER و شاخص‌های NDVI و FVC استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد وابستگی شدیدی بین دمای سطح

و مقادیر پوشش گیاهی وجود دارد. ارتباط دمای سطح زمین با مقادیر FVC نیز موید این مطلب است (Malekpour & Taleai, 2011).

چوو همکاران تاثیر رطوبت خاک، دما و بارش بر پوشش زمین در مناطق ساحلی در کشور کره را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که افزایش بارندگی در فصل تابستان تأثیر چشمگیری بر پوشش گیاهی نداشته و در طرف مقابل نیز، کاهش بارندگی در سال‌های خنک‌تر لزوماً باعث تخریب پوشش گیاهی نمی‌شود (Cho et al., 2017).

دیبا و همکاران برای بررسی تاثیرات بالقوه تغییر پوشش زمین رابط ساحل صحرا بر اقلیم غرب آفریقا از مدل RegCM4.5 استفاده کردند. طبق نتایج آن‌ها وجود جنگل، چمن بلند و ساوانای چمن کوتاه در فصل مشترک ساحل صحرا باعث کاهش دما در فصل تابستان شده و افزایش جنگل‌کاری باعث افزایش رطوبت و بارندگی می‌شود (Diba et al., 2018).

پراتیم گوگوی و همکاران با استفاده از سنجنده از دور و ایستگاه زمینی در ایالت شرقی اودیسا در کشور هندوستان، تاثیر تغییرات پوشش زمین بر دمای سطح و بارش را بررسی کردند. مطالعه انجام شده نشان داد که ۲۵ تا ۵۰ درصد گرم شدن زمین مربوط به پوشش زمین بوده که بیشترین تغییرات مرتبط با پوشش گیاهی است (Pratim Gogoi et al, 2019).

لال و همکاران برای شناسایی پوشش زمین منطقه هند و تاثیر آن بر دما و بارش، یک شبیه‌سازی با استفاده از مدل WRF مطالعاتی انجام دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که افزایش بارش، تبخیر و تعرق در بخش‌های مرکزی و شرق هند باعث افزایش دما و در بخش غربی باعث کاهش دما شده است (Lal et al., 2021).

عربی‌علی‌آبادی و همکاران به بررسی تأثیر دما تغییرات دما بر پوشش سطح زمین در محدوده دشت یزد پرداختند. آن‌ها نقشه‌های پوشش اراضی و تغییرات دمای سطح زمین را با استفاده از ماهواره لندست تهیه کردند. طبق نتایج در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹، ۲۸ درصد از مساحت اراضی کشاورزی کم شده و مساحت اراضی شهری ۱۲ درصد بیشتر شده است (Arabi Aliabad et al., 2021).

سهاربانتو و همکاران ارتباط بین پوشش سطح زمین استان جاوه شرقی با دمای سطح زمین و بارش را با استفاده از رگرسیون خطی بررسی کردند. طبق نتایج بدست آمده دمای

مرتعی کاهش یافته در حالی که وسعت تپه‌های ماسه‌ای و کفه‌های رسی افزایش یافته است.

کیخسروی و محمدی (۱۳۹۸)، جهت بررسی بیابان‌زایی شمال‌غرب ایران در فواصل زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ از تصاویر مودیس استفاده کردند. آن‌ها برای تبدیل فرمت نقشه‌های پوشش زمین از استاندارد IGBP و الگوریتم‌های درخت تصمیم‌گیری و تشخیص تغییر استفاده کردند. طبق نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها، فقط پوشش ۹٪ منطقه شمال‌غرب ایران دچار دگرگونی شده است.

درویشی و همکاران (۱۳۹۸)، پس از پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای، لایه‌های کاربری اراضی را با روش حداکثر احتمال همانندی تهیه و با استفاده از معادلات حرارتی و الگوریتم SEBAL، دمای سطح زمین در دوره‌های مطالعاتی را محاسبه کردند. نتایج بدست آمده از مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که در دوره‌های مورد مطالعه، با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی شهرستان مریوان، دما روند افزایشی داشته است.

اصغری سراسکانرود و امامی (۱۳۹۸)، به پایش دمای سطح و رابطه آن با کاربری اراضی با استفاده از مدل شی‌گرا در شهرستان اردبیل پرداختند. آن‌ها در این مطالعه به این نتیجه رسیدند که نواحی خاک و شهری که دارای پوشش گیاهی کمتری نسبت به نواحی کشاورزی و مرتع می‌باشند، دارای دمای بیشتری هستند، زیرا پوشش گیاهی مانع ورود گرما شده و رابطه معکوس با دمای سطحی دارد.

شمسی‌پور و ربانی (۱۳۹۸)، روند تغییرات پوشش اراضی شهرستان دامغان را بررسی کردند. آن‌ها این پژوهش را براساس تصاویر لندست و با استفاده از روش Tesslecap و طبقه‌بندی نظارت شده برای بازه زمانی ۲۵ ساله انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که در طول ۲۵ سال، مساحت اراضی جنگلی کاهش یافته و به مرتع و زمین شهری تبدیل شده است. کاکه‌ممی و همکاران (۱۳۹۹)، برای تهیه تصاویر کاربری اراضی و دمای سطح زمین در شهرستان نمین در استان اردبیل از تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ استفاده کردند. از طرفی برای طبقه‌بندی شی‌پایه از نرم افزار eCognition8.9 استفاده نمودند. طبق نتایج آن‌ها در اکثر مناطق با دمای کمتر، پوشش گیاهی انبوه‌تری وجود دارد که بیانگر رابطه معکوس بین شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین است.

سطح زمین با پوشش سطح زمین رابطه معکوسی دارد ولی با بارندگی رابطه مستقیم دارد (Suharyanto et al., 2023).

لی و همکاران به بررسی تاثیر تغییرات پوشش زمین صحرای تکله‌ماکان بر شارگرمای سطحی، بخار آب و بارش پرداختند. طبق نتایج بدست آمده مناطق داخلی و جنوبی در زمستان و تابستان افزایش دمای یکسانی دارند، ولی بیابان غربی و کوه-های کونلون دمای هوا کمتری داشته و در عین حال مرطوب‌تر بوده و بارش بیشتری دارند (Li et al., 2023).

فهیمی و همکاران رابطه تغییر پوشش سطح زمین و دمای سطح زمین را در شرقیه بررسی کردند. آن‌ها در این مطالعه از داده-های ماهواره‌های لندست و مودیس بهره برده و برای محاسبه دمای سطح زمین از الگوریتم پنجره مجزا و داده‌های لندست استفاده کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که گسترش شهری باعث افزایش دمای سطح زمین شده است (Fahmy et al., 2023).

احمدی و همکاران (۱۳۹۴) برای اندازه‌گیری دمای سطحی شهر اردبیل از تصاویر لندست استفاده کردند و نقشه کاربری اراضی به صورت نظارت شده در شش کلاس از سطح استخراج شد. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که ضریب همبستگی دمای سطحی زمین با دمای هوای ایستگاه‌های هواشناسی ۰/۷۹ و ضریب همبستگی دمای هوای ایستگاه‌ها با دمای هوای استخراج شده از تصاویر ۰/۹۹ می‌باشد.

فرج‌الهی و همکاران (۱۳۹۵) با استفاده از تصاویر لندست، نقشه کاربری اراضی منطقه مراوه تپه را در سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۳ تهیه کردند. آن‌ها با استفاده از مدل مارکوف، نقشه کاربری اراضی در سال ۱۴۰۷ را پیش‌بینی کردند. با توجه به یافته‌های تحقیق، تغییرات کاربری اراضی در جهت تخریب عرصه‌های منابع طبیعی خواهد بود.

پیرنظر و همکاران (۱۳۹۷)، برای برآورد دمای سطح زمین، از تصاویر لندست ۸ و روش SEBAL استفاده کردند. طبق نتایج بدست آمده برای شهر تهران مشخص شد که فضای سبز پس از آب، خنک‌ترین می‌باشد. از این رو فضای سبز می‌تواند نقش مهمی در تعدیل دمای سطح زمین و محیط اطراف خود ایفا نماید.

عشقی‌زاده (۱۳۹۷) به منظور ارزیابی بیابان‌زایی منطقه گناباد در استان خراسان از تصاویر لندست ۵ و ۸ استفاده کردند و اختلاف آن‌ها را با استفاده از روش مدل ماتریس مارکو بررسی کردند. آن‌ها براساس مدل مارکو نشان دادند که وسعت اراضی

تغییرات اثرگذار هستند، در پژوهش حاضر تاثیر عوامل اقلیمی شامل بارش و دمای سطح زمین بررسی شده است. در کل، برای حفظ محیط زیست و توسعه پایدار باید روند تغییرات پوشش زمین در بلند مدت بررسی و ارتباط آن با عوامل اقلیمی مطالعه گردد. در پژوهش حاضر میزان تغییرات پوشش زمین ارزیابی شده و تاثیر بارش و دمای سطح زمین بر این تغییرات سنجیده شده است تا بتوان برای جلوگیری از تغییرات منفی در آینده برنامه‌ریزی صحیح و منطقی صورت داد. اهداف اصلی این پژوهش عبارتند از:

- (۱) تهیه نقشه تغییرات پوشش زمین (میزان مساحت و درصد) در طول ۲۲ سال اخیر
- (۲) بررسی ارتباط تغییرات پوشش زمین با میزان بارندگی و دمای سطح زمین

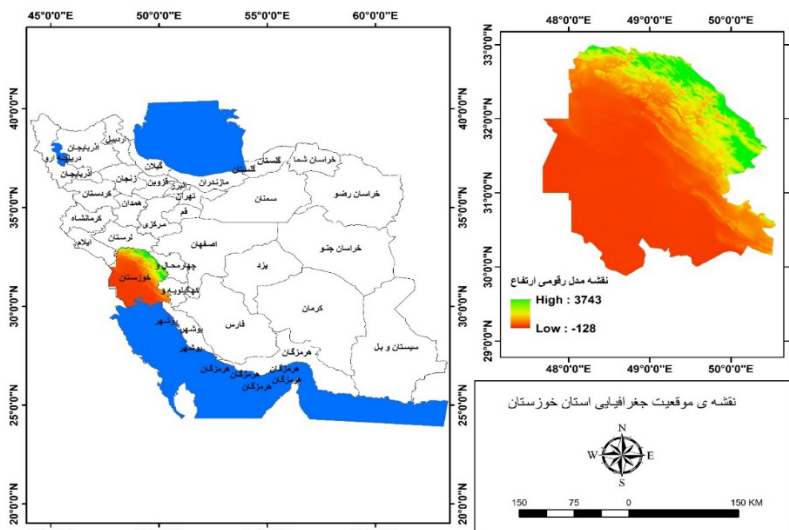
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر در حوزه جغرافیایی استان خوزستان انجام شده است. خوزستان در جنوب غرب ایران واقع شده و جنوب آن در کرانه خلیج فارس قرار دارد. مساحت استان خوزستان ۶۴۰۵۷ کیلومتر مربع بوده و با مطابق آمار سال ۱۳۹۵، جمعیتی برابر با ۴۷۱۰۵۰۹ نفر داشته و پنجمین استان پرجمعیت ایران محسوب می‌شود. مرکز استان خوزستان در سال ۱۳۰۳ از شوشتر به اهواز منتقل شد و از آن زمان تاکنون شهر اهواز مرکز این استان است. نمایی از حوزه جغرافیایی استان خوزستان در شکل ۱ نشان داده شده است.

فروتن و همکاران (۱۳۹۹)، برای بررسی تغییرات مساحت اراضی شهری از تصاویر ماهواره لندست، عکس‌های هوایی و IRS استفاده کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که مساحت اراضی ساخته شده شهری و فضای سبز افزایش یافته در حالی که مساحت زمین‌های کشاورزی و بایر کاهش پیدا کرده است. سالاریان و همکاران (۱۴۰۰)، به منظور پایش تغییرات کاربری اراضی استان گلستان از تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ و از روش طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال استفاده کردند. طبق نتایج آن‌ها بخش زیادی از کاهش مراتع بر اثر تبدیل آن‌ها به اراضی زراعی بوده است.

خالدی و کیخسروی (۱۴۰۱)، به منظور بررسی اثر تغییرات پوشش زمین بر دمای سطح زمین، در منطقه شمال شرق ایران از تصاویر مودیس استفاده کردند و همبستگی بین آن‌ها را با استفاده از ابزار تحلیل خودهمبستگی موران جهانی، شاخص انسلین موران محلی، ضریب همبستگی پیرسون و رابطه رگرسیونی در محیط برنامه‌نویسی R تجزیه و تحلیل کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که تغییرات منفی در اکوسیستم صورت گرفته به طوری که دمای سطحی مربوط به پوشش‌های زراعی، پوشش‌های گیاهی پراکنده و لایه سکونتگاه‌ها به ترتیب ۰/۲۶، ۰/۸ و ۰/۶ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. استان خوزستان یکی از استان‌هایی است که بر اثر افزایش بیابان‌زایی و تغییر شدید پوشش زمین با مشکلات زیست-محیطی فراوانی مواجه است که از جمله آن‌ها می‌توان به افزایش میزان گرد و غبار، دما و آلودگی هوا و کمبود آب اشاره نمود. برای حل این مسائل در گام نخست باید عوامل تاثیرگذار را شناسایی نمود. عوامل انسانی و طبیعی متنوعی بر این

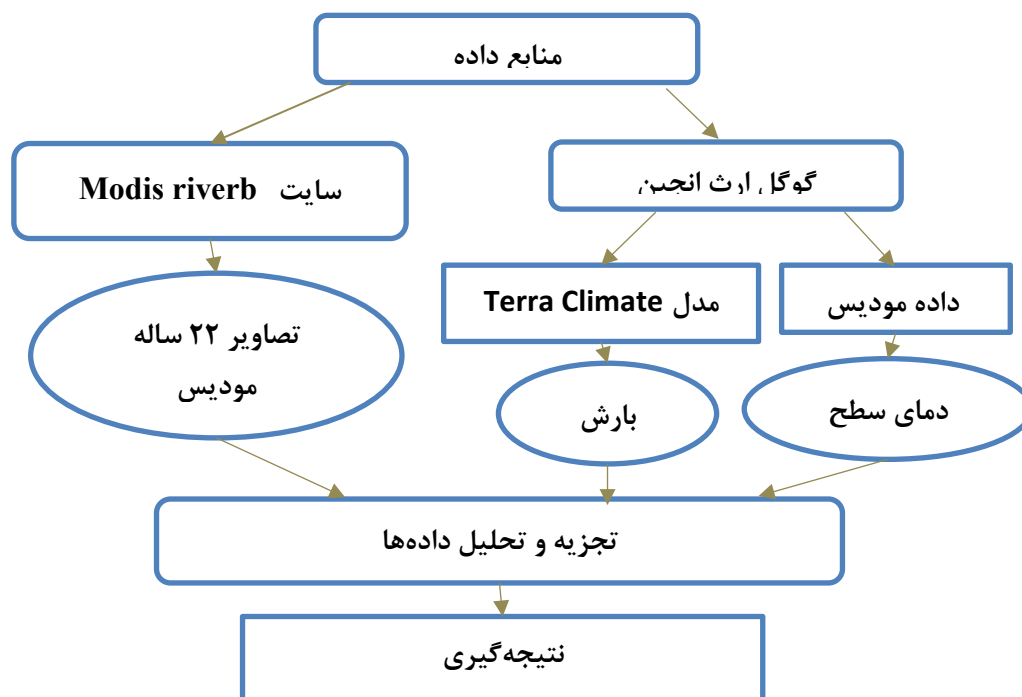


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی و ارتفاع مناطق مختلف خوزستان

مواد و روش‌ها

شناخت پوشش سطح زمین یکی از ورودی‌های اصلی برای برنامه‌ریزی‌های کلان است. گام اول در پژوهش حاضر، مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات می‌باشد. برای این منظور، تصاویر ۲۲ ساله استان خوزستان از محصول سالانه MCD12Q1 در سایت modis riverb، که مربوط به سنجنده مودیس است، استخراج شدند. در گام بعدی در محیط نرم افزار ArcGIS و براساس استاندارد IGBP، تصاویر در ۹ کلاس پوششی طبقه‌بندی و مساحت مربوط به هر نوع پوشش تعیین شد. در ادامه با کمک نرم‌افزار اکسل، تغییرات مساحت پوشش‌های مختلف در سال ۲۰۲۲ نسبت به ۲۰۰۱ تعیین گردید. از طرفی، داده‌های بارش با استفاده از مدل Terra

Climate که براساس داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک سراسر جهان و نیز مدل‌های مربوطه با دقت ۲/۵ دقیقه برای تمام مناطق جهان جمع‌آوری و ارائه شده، استخراج شدند. در زمان انجام این تحقیق داده‌های بارش سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ میلادی موجود و از طریق سامانه گوگل ارث انجین قابل دسترسی بودند. برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به دما نیز از محصول ۸ روزه سنجنده مودیس (mod10) استفاده گردید، که در آن کلیه تصحیحات رادیومتریکی و هندسی روی تصاویر روزانه سنجنده مودیس اعمال شده و مقادیر IST آن محاسبه شده و بصورت میانگین ۸ روزه از گوگل ارث انجین دریافت شدند. در نهایت رابطه و همبستگی بین تغییرات پوشش زمین طی ۲۲ سال با دما و بارش، بررسی گردید. نمای از مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ نشان داده شده است.

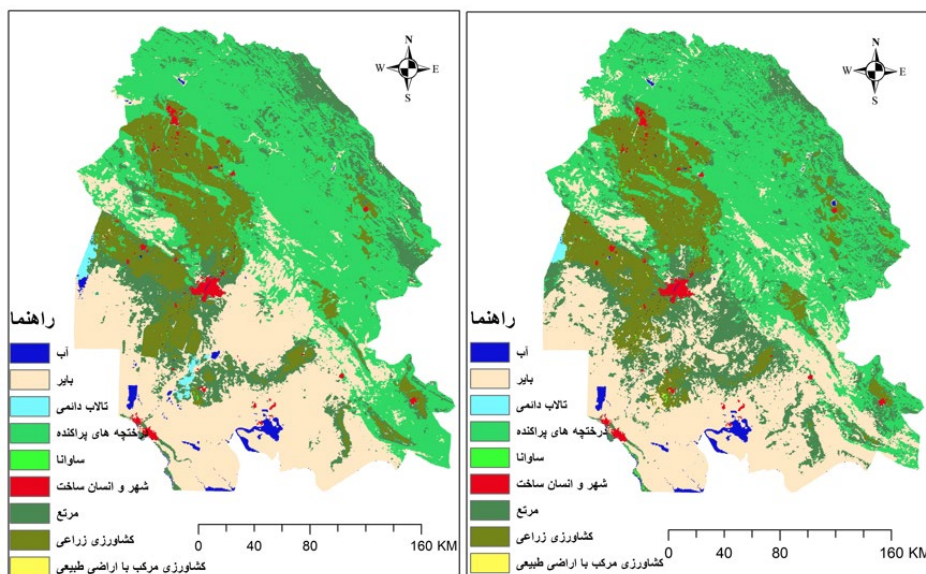


شکل ۲. مراحل انجام پژوهش

بعد از ترسیم نقشه پوشش زمین، مساحت کاربری‌ها و پوشش‌های مختلف در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ تعیین و در جدول ۱ ارائه شدند. براساس اطلاعات جدول ۱، در سال ۲۰۰۱ بیشترین مساحت به ترتیب مربوط به درختچه‌های پراکنده، زمین‌های بایر، مراتع، کشاورزی-زراعی، مناطق مسکونی شهری، آب، تالاب دائمی ساوانا و کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی بوده است.

نتایج و بحث

نقشه‌های مربوط به پوشش زمین در استان خوزستان، در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ ترسیم شدند که نقشه‌های مربوط به سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۲۲ در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.



شکل ۳. نحوه توزیع پوشش‌های مختلف سطح زمین در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۲۲

جدول ۱. میانگین ماهیانه مساحت پوشش‌های مختلف بر حسب km^2

سال	آب	بایر	کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی	مناطق مسکونی شهری	کشاورزی - زراعی	تالاب دائمی	مرتع	ساوانا	درختچه‌های پراکنده
۲۰۰۱	۴۹۵/۶	۱۸۷۷۱	۱۸/۲۴	۵۸۱/۹	۵۱۸۹	۱۱۷	۱۱۱۵۶	۹۸/۷	۲۳۶۲۷
۲۰۰۲	۵۰۹/۹	۱۴۳۹۶	۴/۷۲	۵۸۲/۱	۹۳۹۷	۱۱۶/۶	۱۳۲۲۸	۱۰۶/۷	۲۵۴۷۸
۲۰۰۳	۵۰۸/۹	۱۸۱۴۳	۰/۶۴	۵۸۲/۱	۹۶۹۳	۱۳۳/۵	۱۱۰۶۰	۶۷/۲	۲۴۶۳۸
۲۰۰۴	۵۲۵	۱۸۴۳۳	۱/۲۸	۵۸۲/۱	۸۵۳۴	۱۴۳/۲	۱۱۱۰۴	۷۷/۳	۲۴۴۱۷
۲۰۰۵	۵۲۸/۹	۱۸۴۱۲	۱/۹۳	۵۸۲/۱	۸۴۵۱	۱۴۹/۸	۱۱۴۴۱	۷۸	۲۴۱۷۳
۲۰۰۶	۵۲۹/۳	۱۸۷۷۹	-	۵۸۲/۴	۸۴۹۷	۱۷۲/۴	۱۱۴۴۰	۸۱/۴	۲۳۷۳۳
۲۰۰۷	۵۲۱/۲	۱۹۲۱۸	۳/۸۶	۵۸۲/۸	۸۳۳۸	۱۸۷	۱۲۶۱۰	۹۲/۹	۲۲۲۶۳
۲۰۰۸	۵۰۱/۴	۲۱۱۲۹	۳	۵۸۳/۴	۷۸۸۲	۱۶۵/۳	۱۱۳۴۶	۶۹/۳	۲۲۱۳۷
۲۰۰۹	۴۸۸/۱	۲۴۴۴۲	۲/۷۹	۵۸۴/۳	۷۱۴۵	۱۵۴/۳	۱۰۵۶۶	۳۸/۶	۲۰۳۹۶
۲۰۱۰	۴۹۳/۲	۲۴۱۳۵	۲/۷۹	۵۸۶	۷۴۵۳	۱۶۱/۶	۱۰۹۲۷	۵۳/۲	۲۰۰۰۴
۲۰۱۱	۴۹۴/۸	۲۴۸۶۶	۳/۶۴	۵۸۶/۲	۷۳۵۲	۱۹۰/۶	۱۰۰۷۰	۷۰/۶	۲۰۱۸۵
۲۰۱۲	۴۹۱/۸	۲۴۹۵۵	۵/۷۹	۵۸۶/۹	۷۲۱۴	۲۱۴/۷	۹۵۱۹	۶۹/۸	۲۰۷۶۱
۲۰۱۳	۵۱۲/۴	۲۲۸۷۴	۷/۰۸	۵۸۷/۱	۷۷۳۲	۲۳۸/۱	۹۵۶۶	۹۴/۹	۲۲۲۰۵
۲۰۱۴	۵۴۸/۲	۱۹۸۶۴	۸/۸	۵۸۸/۴	۸۰۱۷	۲۷۰/۷	۹۹۵۸	۱۲۸/۶	۲۴۴۳۴
۲۰۱۵	۵۴۷/۲	۲۰۹۰۸	۷/۹۴	۵۸۹	۷۸۹۷	۳۰۰/۱	۹۶۳۷	۱۱۹/۶	۲۳۸۱۲
۲۰۱۶	۵۸۲/۸	۲۰۰۴۳	۹/۰۱	۵۸۹/۷	۸۰۸۱	۳۱۸/۸	۱۰۲۸۵	۱۲۱/۹	۲۳۷۸۶
۲۰۱۷	۶۶۳/۳	۲۱۴۹۷	۷/۷۲	۵۸۹/۹	۸۰۳۴	۳۴۳	۹۵۹۲	۱۰۸/۶	۲۲۹۸۱
۲۰۱۸	۶۸۲/۶	۲۲۳۴۴	۶/۰۱	۵۹۰/۳	۸۰۲۲	۲۹۸/۶	۹۴۱۷	۸۵	۲۲۳۷۲
۲۰۱۹	۱۰۱۱	۱۹۹۹۳	۱/۵	۵۹۱/۲	۸۸۰۳	۳۳۷/۲	۱۰۲۷۲	۵۷/۷	۲۲۷۵۰
۲۰۲۰	۱۰۵۸	۱۸۷۹۴	۰/۸۵	۵۹۲/۵	۹۱۰۴	۳۸۲/۱	۱۰۲۸۵	۶۱/۴	۲۳۵۲۹
۲۰۲۱	۸۳۰/۵	۱۸۷۷۲	۱/۰۷	۵۹۳/۳	۸۹۳۰	۳۶۶/۴	۹۷۴۱	۵۸	۲۴۵۲۵
۲۰۲۲	۵۷۹/۶	۱۹۸۱۶	۰/۸۵	۵۹۳/۸	۸۶۸۸	۳۳۷/۹	۸۸۷۳	۴۱/۴	۲۴۸۸۷

عوامل اقلیمی مختلفی از جمله میزان بارش و دما می‌توانند باعث تغییرات در پوشش سطح زمین شوند. به همین منظور میزان بارش و دمای سطح زمین در بازه سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ در جدول ۲ ارائه شده است. میزان بارش و دمای سطح زمین طی ۲۲ سال با استفاده از مدل در محیط گوگل ارث انجین استخراج شده‌اند. براساس اطلاعات موجود در جدول ۲، بیشترین میزان بارش به میزان ۳۸۵.۶ میلی‌متر در سال ۲۰۱۹ رخ داده و کمترین بارش که معادل ۱۲۳.۳ میلی‌متر بوده مربوط به سال ۲۰۱۰ است. به طور کلی میزان بارش طی ۲۲ ساله روند کاهشی داشته است.

با توجه به اطلاعات موجود در جدول ۱ مشخص است که در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲، مساحت درختچه‌های پراکنده ۵.۳۳ درصد، مساحت زمین بایر ۵.۵۶ درصد، مساحت مناطق مسکونی شهری ۲.۰۳ درصد، مساحت آب ۱۶.۹۳ درصد و مساحت تالاب‌های دائمی ۱۸۸.۸ درصد افزایش یافته است. در حالی که مساحت مراتع ۲۰.۴۶ درصد، مساحت کاربری کشاورزی-زراعی ۲.۹۵ درصد، مساحت ساوانا ۵۸.۰۵ درصد و مساحت کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی ۹۵.۳۳ درصد کاهش یافته‌اند.

جدول ۲. میزان بارش و دمای سطح زمین در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲

سال	دمای سطح زمین (°C)	بارش (mm)
۲۰۰۱	۳۶/۳	۳۰۶/۷
۲۰۰۲	۳۵/۸	۲۷۴/۳
۲۰۰۳	۳۵/۵	۲۹۰
۲۰۰۴	۳۵/۲	۳۸۹/۳
۲۰۰۵	۳۵/۱	۲۹۱
۲۰۰۶	۳۴/۶	۳۷۴/۸
۲۰۰۷	۳۴/۴	۲۳۲/۱
۲۰۰۸	۳۵/۳	۱۴۶/۱
۲۰۰۹	۳۴/۸	۲۸۶/۴
۲۰۱۰	۳۵/۸	۱۲۳/۳
۲۰۱۱	۳۵	۲۱۵/۷
۲۰۱۲	۳۵/۱	۲۹۵/۲
۲۰۱۳	۳۵/۱	۲۱۷/۷
۲۰۱۴	۳۵/۷	۱۹۳/۶
۲۰۱۵	۳۵/۸	۲۳۰/۴
۲۰۱۶	۳۵/۷	۲۴۲/۶
۲۰۱۷	۳۶/۵	۱۸۴/۳
۲۰۱۸	۳۵/۶	۳۲۹/۶
۲۰۱۹	۳۴/۸	۳۸۵/۶
۲۰۲۰	۳۵/۸	۳۵۰/۵
۲۰۲۱	۳۷/۳	۱۵۸/۴
۲۰۲۲	۲۹/۶	۱۸۷/۹

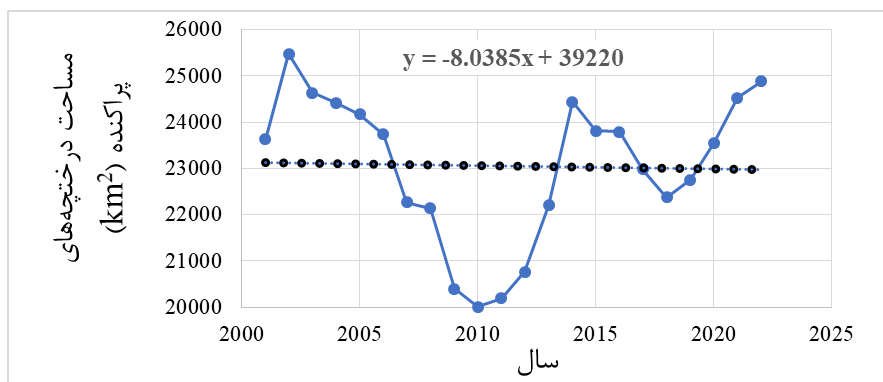
و همانطور که مطرح شد، نتایج بیانگر آن است که ۹ طبقه پوششی در طی ۲۲ سال دچار تغییراتی شده‌اند که در ادامه تغییرات هر طبقه پوششی مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به اطلاعات جدول ۲، در بازه زمانی مورد مطالعه دما تغییرات خیلی محسوسی نداشته و به همین دلیل نمی‌توان تأثیر دما بر تغییرات پوشش‌ها را بررسی نمود. در حالت کلی

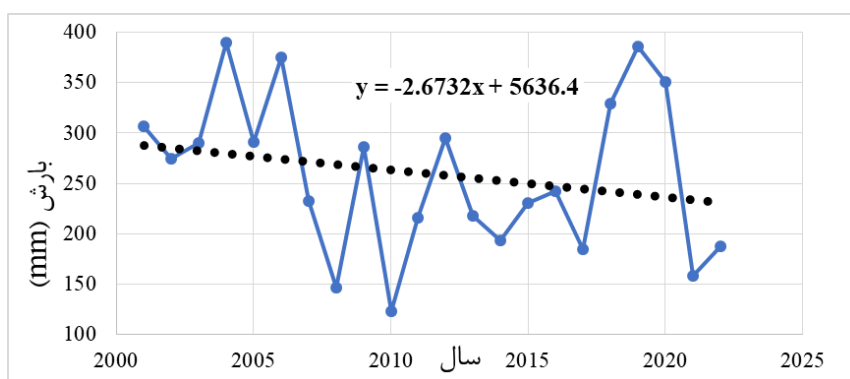
درختچه‌های پراکنده

در طی دوره مورد مطالعه، مساحت مربوط به درختچه‌های پراکنده روند ثابتی داشته است، در شکل ۴ روند تغییرات مساحت این طبقه نشان داده شده است. اما این طبقه در سال ۲۰۲۲ بیشترین مساحت ۲۴۸۸۷ کیلومتر مربع داشته است که

افزایش وسعت طبقه درختچه‌های پراکنده نشان‌دهنده تغییرات منفی در اکوسیستم منطقه است. در روند کلی بارش در طی این ۲۲ سال کاهشی بوده که در شکل ۵ تغییرات میزان بارش در طی ۲۲ سال نشان داده شده است. ارتباطی بین بارش و تغییرات این طبقه وجود نداشته است.



شکل ۴. روند تغییرات مساحت درختچه‌های پراکنده



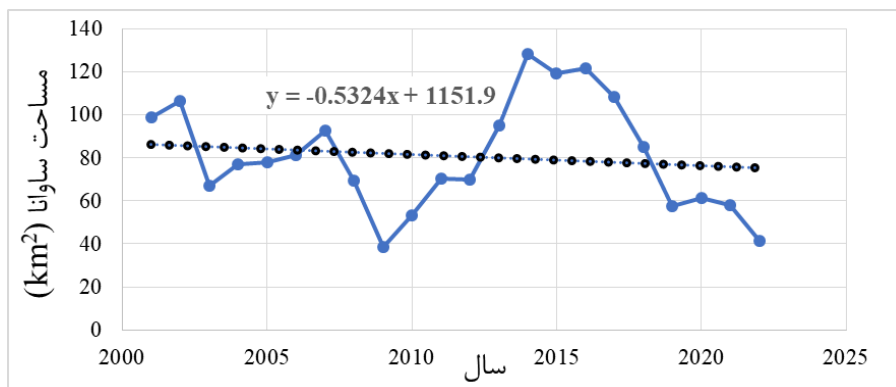
شکل ۵. روند تغییرات میزان بارش

مراتع

پوشش مراتع جهت حفظ اکوسیستم منطقه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. به طور کلی در طی دوره مورد مطالعه این پوشش روند کاهشی داشته است. بیشترین مساحت این پوشش با وسعت ۱۳۲۲۸ در سال ۲۰۰۲ مشاهده شده و کمترین مساحت این پوشش که در سال ۲۰۲۲ مشاهده شده دارای وسعت ۸۸۷۳ کیلومتر مربع می‌باشد. در شکل ۶ روند تغییرات این پوشش در طی ۲۲ سال نشان داده شده است. با توجه به روند تغییرات مساحت مراتع و میزان بارش که هر دو کاهشی بوده، می‌توان چنین بیان نمود که رابطه مستقیمی بین میزان بارش و مساحت پوشش مرتع وجود دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی بیشترین میزان مراتع در شمال استان خوزستان مشاهده می‌شود.

ساوانا

ساوانا پوشش گیاهی از علف‌های بلند است که در بین آن‌ها درختچه‌های پراکنده دیده می‌شود. بیشترین مساحت این پوشش ۱۲۸/۵۷ کیلومتر مربع بوده که در سال ۲۰۱۴ مشاهده شده و کمترین مساحت آن که معادل ۳۸/۶ کیلومتر مربع بوده در سال ۲۰۰۹ مشاهده شده است. به طور کلی در طی دوره آماری ساوانا برای روند کاهشی می‌باشد که روند تغییرات مساحت این پوشش در شکل ۷ نشان داده شده است. با توجه به روند کاهشی مساحت پوشش ساوانا و میزان بارندگی، رابطه مستقیمی بین میزان بارندگی و تغییرات مساحت پوشش ساوانا وجود دارد.

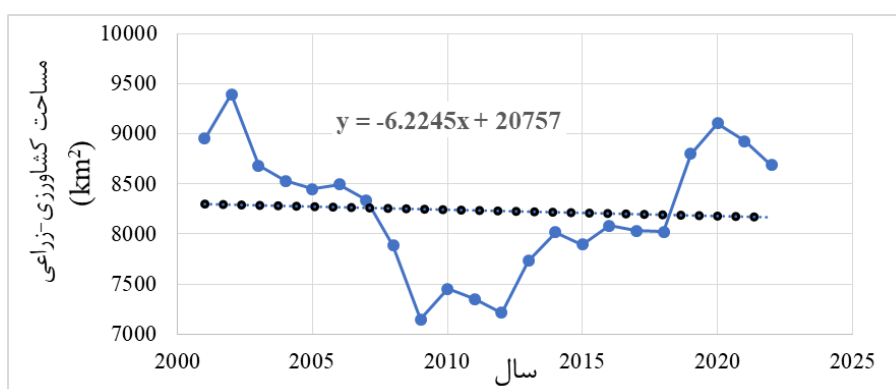


شکل ۷. تغییرات مساحت پوشش ساوانا

در سال ۲۰۰۹ کمترین و در سال ۲۰۰۲ بیشترین مساحت را داشته‌اند. در طی ۲۲ سال روند تغییرات زمین‌های زراعی کاهشی بوده است که این روند تغییرات در شکل ۸ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۸ به نظر می‌رسد ارتباط مستقیمی بین مساحت زمین‌های زراعی و میزان بارش وجود دارد.

کشاورزی زراعی

زمین از عوامل مهم تولید در کشاورزی است. با وجود پیشرفت‌های فناوری و افزایش بهره‌وری زمین، به دلیل رشد زیاد جمعیت، اهمیت این نهاده روبه فزونی است. به علت تغییرات اقلیمی و کاهش بارش تغییراتی نیز در بخش کشاورزی صورت گرفته است. براین اساس زمین‌های زراعی



شکل ۸. تغییرات مساحت زمین‌های زراعی

بیشترین مساحت این پوشش به میزان ۵۹۳/۷۳ کیلومتر مربع در سال ۲۰۲۲ رخ داده است. مشخص است که ارتباط مستقیمی بین این پوشش و میزان بارش وجود نداشته است، اما کاهش میزان بارش باعث کاهش مراتع و زمین‌های کشاورزی شده و با کاهش مراتع و اراضی کشاورزی، بر وسعت اراضی سکونتگاهی افزوده شده است.

مناطق مسکونی شهری

شهر و اراضی سکونتگاهی شامل سطوح غیرقابل نفوذ نظیر مصالح ساختمانی، آسفالت و... می‌شوند. جایگزینی پوشش‌های گیاهی با آسفالت، بتن و تغییر کاربری اراضی از عوامل اصلی انتشار گرمای انسان‌ساز به شمار می‌آید که باعث افزایش دمای محیط زیست شهری و ایجاد جزایر حرارتی شهری می‌شود (خسروی و همکاران، ۱۳۹۶: کیخسروی، ۲۰۱۹). در شکل ۹ روند تغییرات اراضی سکونتگاهی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ نشان داده شده که مشخص است اراضی سکونتگاهی رشد نسبتاً زیادی داشته است. کمترین مساحت این پوشش به میزان ۵۸۱/۹۳ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۱ و

زمین‌های بایر

زمین بایر، منطقه‌ای که از نظر دسترسی به آب کمبود شدیدی دارد، تا حدی که این خشکی مانعی در جهت ریخت‌زایی حیات گیاهی و جانوری باشد. در استان خوزستان با توجه به کاهش میزان بارش در طی ۲۲ اخیر، مساحت زمین‌های بایر

۲۰۲۰ با مساحت ۳۸۲ کیلومتر مربع و کمترین وسعت تالاب در سال ۲۰۰۱ با مساحت ۱۱۷ کیلومتر مربع مشاهده شده است. روند تغییرات مساحت تالاب‌ها در شکل ۱۲ نشان داده شده و مشخص است که رابطه معکوس بین مساحت تالاب و میزان بارش وجود داشته است، البته برخی دیگر از عوامل طبیعی و انسانی می‌توانند تاثیر مستقیمی بر مساحت تالاب‌ها داشته باشند.

کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی

کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی به دلیل تغییرات اقلیمی و انسانی در طی ۲۲ سال تغییرات کاهشی داشته و این تغییرات اثرات منفی در محیط زیست بجای می‌گذارد. تغییرات مساحت این پوشش در شکل ۱۳ نشان داده شده است. طبق شکل ۱۳، میزان مساحت از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۳ به شدت کم شده و سپس در بازه سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۹ روند افزایشی بوده است و در ادامه از ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۲ مجدد روند تغییرات کاهشی بوده است. با توجه به اینکه روند کلی تغییرات در جهت کاهش بوده می‌توان بیان نمود که بین میزان بارش و مساحت این پوشش رابطه مستقیمی وجود داشته است.

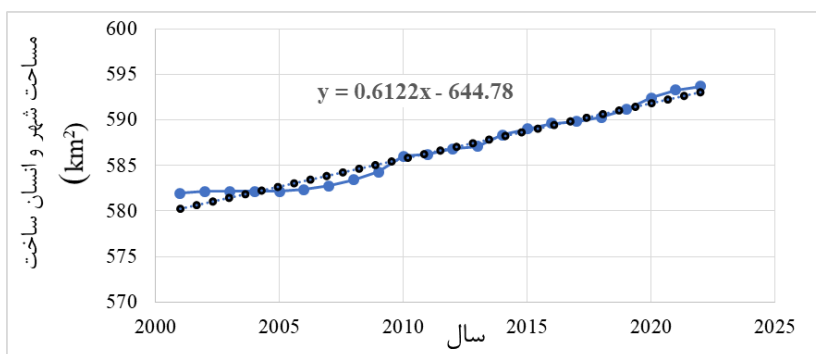
افزایش یافته است. روند تغییرات مساحت زمین‌های بایر در شکل ۱۰ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱۰ رابطه منفی بین میزان بارش و مساحت زمین‌های بایر وجود داشته است.

طبقه پوششی آب

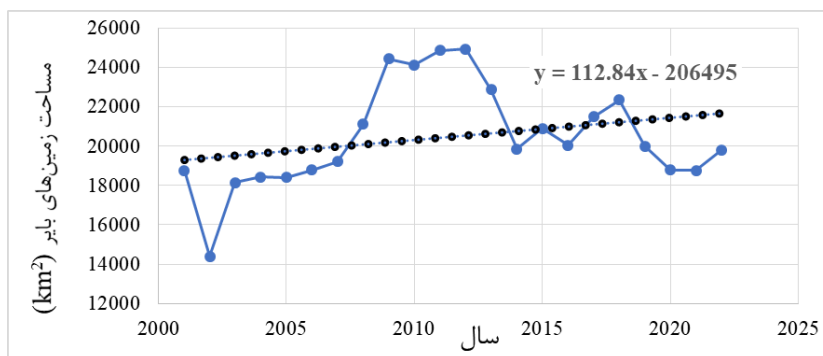
آب بعد از هوا مهم‌ترین ماده مورد نیاز موجودات زنده است. آب از منابع مهم محیط‌زیست است و زندگی و سلامت همه موجودات زنده اعم از انسان‌ها، گیاهان و جانوران به وجود آن بستگی دارد. منابع آبی در استان خوزستان در ۲۲ سال اخیر، افزایش یافته است. در سال ۲۰۰۱، وسعت آب ۴۹۵/۶ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۲۲، ۵۷۹/۶ کیلومتر مربع بوده است. روند تغییرات مساحت آب در شکل ۱۱ نشان داده شده است.

تالاب‌های دائمی

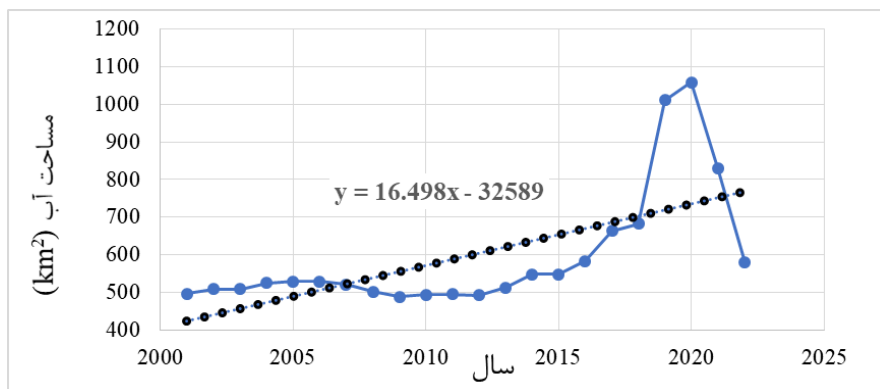
تالاب که در زبان انگلیسی wetland خوانده می‌شود، نام عمومی مکان‌هایی است که آب عامل اصلی تشکیل‌دهنده محیط زیست آن است. تالاب‌ها در استان خوزستان مانند آب به سرعت افزایش پیدا کرده، بیشترین وسعت تالاب در سال



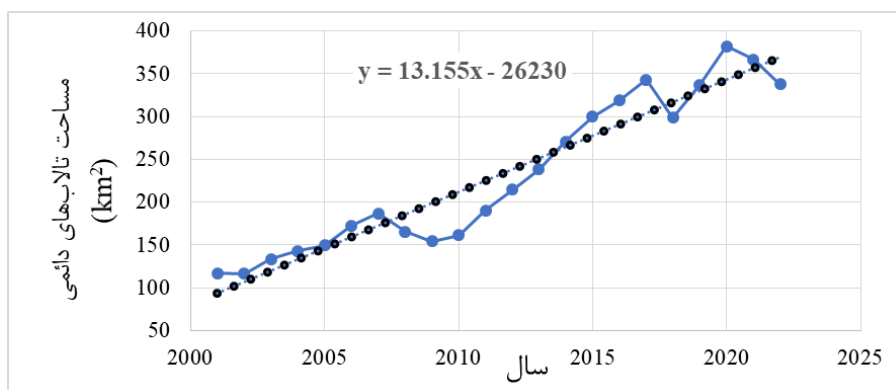
شکل ۹. تغییرات مساحت پوشش مناطق مسکونی شهری



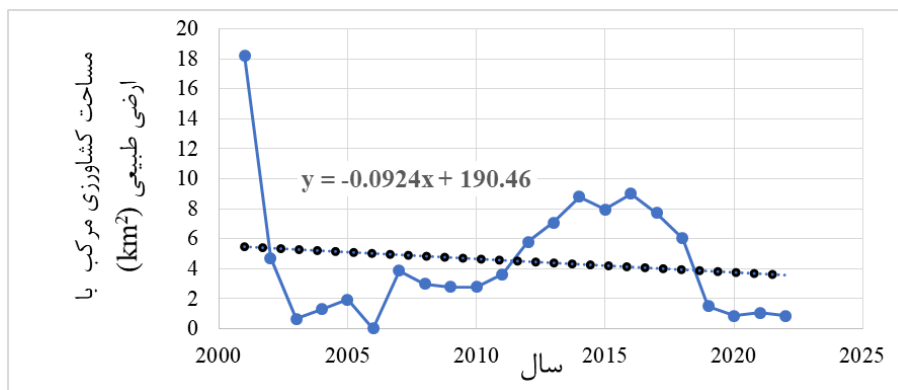
شکل ۱۰. مساحت زمین‌های بایر



شکل ۱۱. تغییرات مساحت مربوط به پوشش آب



شکل ۱۲. مساحت تالاب‌های دائمی



شکل ۱۳. روند تغییرات مساحت پوشش کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی

نتیجه‌گیری

قابل توجهی در تغییر کاربری اراضی وجود دارد. نتایج این پژوهش که بر اساس داده‌های سنجنش از دور MCD12Q1 و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS انجام شده، نشان می‌دهد که حدود ۸.۲ درصد از پوشش منطقه دچار تغییر شده است. بیشترین افزایش مربوط به درختچه‌های پراکنده و زمین‌های بایر بوده، در حالی که مراتع و ساوانا کاهش یافته‌اند. تالاب‌های دائمی نیز افزایش چشمگیری داشته‌اند.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای داده‌های سنجنش از دور مطالعه و بررسی پدیده‌های پویا و در حال تغییر با زمان است. از جمله پدیده‌های پویا می‌توان به رشد محصولات کشاورزی، تخریب منابع آب، تخریب خاک، تخریب پوشش گیاهی، تخریب اراضی و بیابان‌زایی اشاره کرد. در این پژوهش تغییرات پوشش سطح زمین در استان خوزستان در طی دوره ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۲ بررسی شد که طبق نتایج حاصل، الگوهای

مراتع باید کنترل تغییر کاربری اراضی و جلوگیری از ساخت و ساز غیرمجاز را مدنظر قرار داد. علاوه بر مسائل ذکر شده برای حفظ کیفیت آب تالابها باید از ورود فاضلابهای شهری و صنعتی به آنها جلوگیری نمود. به طور کلی، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تغییرات پوشش اراضی در استان خوزستان تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تغییرات اقلیمی، فعالیت‌های انسانی و مدیریت منابع آب قرار داشته و برای مدیریت بهتر منابع طبیعی و کاهش اثرات منفی این تغییرات، باید برنامه‌ریزی‌های کلانی بر اساس داده‌های دقیق و به‌روز انجام داد و به تعامل بین عوامل مختلف توجه نمود.

منابع

- 1- Ahmadi, B. Ghorbani, A. Safarrad, T. Sobhani, B. (2015). Evaluation of surface temperature in relation to land use/cover using remote sensing data, RS & GIS for Natural Resources. Vol. 6/ Issue 1.
- 2- Arabi Aliabad, F. Zare, M. Ghafarian Malamiri, H. (2021). Effect of the changes in the land cover on the land surface temperature in the plain of Yazd, Iran. The Journal of Geographical Research on Areas. Year 9th, No. 2, 43_66.
- 3- Asghari, S. Emami, H. (2018). Monitoring the surface temperature of the earth and examining the relationship between land use and surface temperature with use From OLI and ETM sensor images, a case study: (Ardebil city). Journal of Applied Research in Geographical Sciences. Vol 19, No 53.
- 4- Cho, J. Lee, YW. Lee, HS. (2017). The effect of precipitation and air temperature on land-cover change in the Sahel, Water and Environment Journal. 1747- 6585.
- 5- Darvishi, SH. Rashidpour, M. Solaimani, K. (2019). Investigation of the Relationship Between Land Use Changes and Land Surface Temperature Using Satellite Imagery (Case Study: Marivan city). Geography and development. No 54, 143-163.
- 6- Diba, I, Camara, M, Badara Sarr, A, Diedhiou, A, (2018). Potential Impacts of Land Cover Change on the Interannual Variability of Rainfall and Surface Temperature over West Africa, Atmosphere, 9, 376.
- 7- Eshghizadeh, M. (2018). Application of landscape ecology indicators in monitoring and evaluating desertification (case study: Gonabad construction area). Geography and Environmental Sustainability. No. 27, 75_87.

طبق مطالعات مشابه انجام شده در سایر مناطق، افزایش سطح آب تالابها می‌تواند ناشی از انتقال آب از سایر حوضه‌ها یا تغییر در کاربری اراضی بالادست باشد (دبیا و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین طبق نتایج پژوهش حاضر، مساحت مراتع ۲۰.۶۶ درصد، ساوانا ۵۸.۰۵ درصد و کشاورزی مرکب با اراضی طبیعی ۹۵.۳۳ درصد کاهش یافته‌اند. کاهش مراتع می‌تواند ناشی از چرای بی‌رویه، تغییر کاربری اراضی به کشاورزی یا توسعه شهری باشد. کاهش بارندگی نیز می‌تواند نقش مهمی در کاهش پوشش گیاهی و تبدیل آن به زمین‌های بایر داشته باشد. نتایج پژوهش حاضر با پژوهش‌های محققانی همچون: ملک‌پور و طالعی (۲۰۱۲)، چوو همکاران (۲۰۱۷)، سهاریان‌توو همکاران (۲۰۲۳)، دبیا و همکاران (۲۰۱۸)، عربی‌علی‌آباد و همکاران (۲۰۲۱) هم‌خوانی دارد. همچنین نتایج فرج‌الهی و همکاران (۱۳۹۵) در منطقه مراوه‌تپه نیز نشان داد که تغییرات کاربری اراضی در طول زمان، در جهت تخریب عرصه‌های منابع طبیعی بوده و با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

از دلایل احتمالی کاهش کشاورزی مرکب نیز می‌توان به تغییر الگوهای کشت، کمبود آب یا تبدیل اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی اشاره نمود. از دیگر نتایج پژوهش حاضر، افزایش مساحت شهر و اراضی انسان‌ساخت به میزان ۲۰.۳ درصد بوده که این افزایش نشان‌دهنده توسعه شهری و صنعتی در استان خوزستان است که می‌تواند منجر به افزایش دما و کاهش پوشش گیاهی شود که با نتایج بیان شده توسط کیخسروی (۲۰۱۹) در خصوص کاهش پوشش گیاهی در اثر توسعه اراضی مسکونی و ایجاد جزایر حرارتی شهری همسو است.

با توجه به نتایج این پژوهش و روند تغییرات پوشش اراضی در استان خوزستان می‌توان پیشنهادهای را مطرح نمود. با توجه به کاهش مساحت مراتع، مدیریت چرای دام و جلوگیری از چرای بی‌رویه می‌تواند به حفظ و احیای مراتع کمک کند. از طرفی با مدنظر قرار دادن کاهش بارندگی و تاثیر آن بر کشاورزی، با بهره‌گیری از روش‌های نوین آبیاری و افزایش بهره‌وری آب می‌توان به حفظ و توسعه کشاورزی کمک کرد. همچنین با توجه به توسعه شهرنشینی و تبدیل اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی، برای حفظ اراضی کشاورزی و

- 15- Li, M, Zhang, Z, Ju, C, Li, H, (2023). Sensitivity of temperature and precipitation characteristics to land use classification over the Taklimakan Desert and surrounding area, *Theoretical and Applied Climatology*. 154:987 – 998.
- 16- Malekpour, P. Taleai, M. (2011). Modeling of user relations – land cover and surface temperature using ASTER sensor data. *Ecology*. Year 37th. No. 58. 29_42.
- 17- Pirnazar, M. Rustaei, SH. Faizizadeh, B. Raisi Nafchi, F. (2017). Calculating the earth surface temperature and its relation to urban land cover classes by Landsat 8 data case study: Tehran city. *Geographical Planing of Space Quarterly Journal*. year 8, No 29, 241-227.
- 18- Pratim Gogoi, P, Vinoj, V, Swain, D, Roberts, G, Dash, J, Tripathy, S, (2019). Land use and land cover change effect on surface temperature over Eastern India, *SCIENTIFIC REPORTS*.9:8859.
- 19- Salarian, F. Tatian, MR. Ghanghermeh, A. Tamartash, R. (2022). Modeling land cover changes in Golestan province using land change modeler (LCM). *RS & GIS for Natural Resources*. Vol.12/ Issue4, 47-70.
- 20- Shamsipour, AA. Rabbani, F. (2019). Evaluating the trend of land cover changes in Damghan city using remote sensing data. *Quarterly Journal of Sustainable Development of the Geographical Environment*. year 1St, No. 3, 43_52.
- 21- Soleimani Sardo, M. Zarei, M. (2019). Drought Monitoring Using MODIS Data and Its Comparison with SPI Meteorological Index in Short Periods (Case Study: Jaz Murian basin). *Journal of Watershed Management Research*. Vol.10, No.20, 250_261.
- 22- Suharyanto, A, Maulana, A, Suprayogo, D, Devia, Y.P, Kurniawan, S, (2023). Land surface temperature changes caused by land cover/ land use properties and their impact on rainfall characteristics, *Global Journal of Environmental Science and Management*.
- 8- Farajollahi, A. Asgari, H.R. Ownagh, M. Mahboubi, M.R. Salman Mahini, A.R. (2016). Monitoring and prediction of spatial and temporal changes of landuse/ cover (Case study: Marave Tappeh region, Golestan). *RS & GIS for Natural Resources*. Vol.6/ Issue 4, 1_14.
- 9- Foroutan, S. Shariat, M. Kheirkhah Zarkesh, M. Sarvar, R. (2020). Investigation of the trend of land use changes in Rey city using remote sensing data. *Journal of Environmental Research and Technology*. 5(7). 55_66.
- 10- Hamed Fahmy, A, Abdelfatah, MA, El- Fiky, G, (2023). Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 293-306.
- 11- Kakehmami, A. Ghorbani, A. Asghari Sarasekanrood, S. Ghale, E. Ghafari, S. (2020). Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. *RS & GIS for Natural Resources*. Year 11th, No 2, 27_46.
- 12- Keikhosravi, Gh. Mohammadi, Z. (2019). Revealing the land cover changes in Northwestern Iran as an index of desertification. *Natural Geography Quarterly*. Year 12th, No. 43, 123_140.
- 13- Khaledi, SH. Kikhosravi, Q. Ahmadi Barati, F. (2022). Investigating the effect of land cover changes on the surface temperature of the earth using MODIS satellite images, a case study of northeast Iran. *Scientific - Research Quarterly of Geographical Data (SEPEHR)* Vo.31, No.123, 2022, 179-177.
- 14- Lal, P, Shekhar, A, Kumar, A, (2021). Quantifying Temperature and Precipitation Change Caused by Land Cover Change: A Case Study of India Using the WRF Model, *Frontiers in Environmental Science*.9, 766328.