مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

بررسی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین در سواحل چابهار

مریم دهمرده پهلوان[۱]، محسن شهریاری مقدم*[۱]، سعیده ملکی نجف آبادی[۱]، وحید راهداری[۱]

۱- گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۸
پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۵

کلمات کلیدی:
کاربری و پوشش اراضی
سنجش از دور
سیمای سرزمین
سواحل چابهار

چکیده

مقدمه: مناطق ساحلی در سراسر جهان از اهمیت اجتماعی و اقتصادی زیادی برخوردار می‌باشند. این مناطق علاوه بر ارائه خدمات مهم اکوسیستمی، قابلیت شایانی برای فعالیت‌هایی از قبیل گردشگری، صنعتی و ترابری داشته و به توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها کمک زیادی کرده است. از سویی دیگر با توجه به اینکه مناطق ساحلی از پیچیده‌ترین اکوسیستم‌ها هستند، نیازمند پایش و برنامه‌ریزی برای حفاظت هرچه بیشتر می‌باشند، بنابراین تشخیص به موقع و دقیق تغییرات کاربری اراضی که پایه و اساس درک بهتر تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی است، مقدمات لازم را برای مدیریت و استفاده کارآمد از قابلیت‌های مناطق ساحلی را فراهم می‌کند.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در نواحی ساحلی چابهار برای ۴ دوره شامل سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ با استفاده از از سری زمانی داده‌های ماهواره لندست انجام گرفت. به منظور تهیه نقشه پوشش زمین، عملیات پردازش بر روی تصاویر طی مراحل پیش‌پردازش و پردازش انجام و طبقه‌بندی به روش ترکیبی انجام شد. دقت نقشه‌های تهیه شده با تهیه ماتریس خطا، محاسبه شاخص کاپا و صحت کلی به ترتیب بیش از ۰/۸ و ۸۰ درصد، محاسبه گردید. سپس با استفاده سنجه‌های سیمای سرزمین تحلیل تغییرات الگوی مکانی طبقات کاربری اراضی انجام گرفت.

نتایج: نتایج نشان داد در سال‌های مورد مطالعه بیش‌ترین درصد کاربری مربوط به اراضی بایر بوده است. پوشش اراضی شوره زار و بایر در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۶۸ به ترتیب ۳۹۸/۲۸ و ۷۵/۷ هکتار کاهش در حالی که پوشش اراضی پهنه آبی در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۶۸ به میزان ۱۱۵/۳ هکتار افزایش را نشان داد. بررسی کاربری پوشش گیاهی نیز نشان داد این کاربری در تمامی دوره‌ها کمترین میزان مساحت را به همراه کاربری انسان ساخت به خود اختصاص داده است و افزایش تدریجی داشته‌اند. هم‌چنین ارزیابی صحت طبقه‌بندی نقشه پوشش اراضی نشان دهنده صحت بالای نقشه تولیدی هستند به طوری که در دوره ۱۳۶۸ با ۹۳/۲۵ بیشترین و دوره ۱۳۹۸ با ۸۵/۶ کمترین میزان صحت جهت طبقه‌بندی به دست آمده است. نتایج نشان داد در سال ۱۳۹۸ تعداد لکه پهنه آبی، پوشش گیاهی و انسان ساخت (۸۳۰، ۲۶۶۲ و ۴ به ترتیب) نسبت به سال ۱۳۶۸ (۱۴۶، ۲۳۸۶ و ۱ به ترتیب) افزایش یافته در حالی که تعداد لکه شوره زار و اراضی بایر در سال ۱۳۹۸ (۶۴۳ و ۷۶۱ به ترتیب) نسبت به سال ۱۳۶۸ (۷۲۰ و ۱۰۶۰ به ترتیب) کاهش نشان داد.

بحث: نتایج مطالعه حاضر نشان داد تغییرات قابل ملاحظه‌ایی در خط ساحلی چابهار طی ۳۰ سال اخیر

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

رخ داده است. نتایج حاکی از آن است که در منطقه مطالعاتی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸ پوشش گیاهی رشد قابل ملاحظه‌ایی کرده است (از ۱۱۶/۳۴ به ۲۰۲/۳۰) و در مجموع ۸۵/۹۶ به کاربری پوشش گیاهی افزوده شده است. افزایش کاربری پوشش گیاهی را می‌توان به افزایش کشاورزی نسبت داد. نتایج آشکارسازی تغییرات مناطق انسان ساخت نیز رشد چشمگیری را (۱۳۳/۱۸، ۲۰۵/۷۴، ۲۲۸/۲۹ و ۴۱۱/۴۲ به ترتیب در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸) در دوره مورد مطالعه نشان داده است. به طور کلی می‌توان گفت با توجه به تجزیه و تحلیل‌های سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره مطالعه افزایش کاربری‌های انسان ساخت و تغییرات محیط زیستی ادامه داشته است و طرح‌های مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی اتخاذ نشده است.

مقدمه

شناخت پوشش یا کاربری اراضی و روند تغییرات آن‌ها از مهم‌ترین مباحث در مدیریت اراضی و توسعه پایدار است. در واقع یکی از پیش‌شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، آگاهی از الگوهای کاربری اراضی و دانستن تغییرات هرکدام از کاربری‌ها، در طول زمان است که با آگاهی از روند تغییرات در گذر زمان، می‌توان تغییرات را در آینده پیش‌بینی کرد آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Bokaeain *et al.*, 2020). تغییرات کاربری اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مانند کیفیت آب، منابع زمینی و هوایی، فرآیندها و توابع اکوسیستم‌ها و دستگاه‌های آب و هوایی تأثیرگذار است. بررسی تغییر کاربری با تکنیک‌های سنجش‌ازدور و استفاده از قابلیت‌های GIS امکان‌پذیر بوده و راهی برای نظارت بر شرایط یک منطقه در دوره‌های زمانی مختلف و نیز تعیین تغییراتی که در آن منطقه رخ داده‌اند می‌باشد (Samra & El-Barbary, 2018). مناطق ساحلی از نظر اکولوژیک و فیزیکی دائما در حال تغییر بوده و از اهمیت اجتماعی و اقتصادی زیادی در سراسر جهان برخوردار می‌باشند در نتیجه نیازمند بررسی تغییرات کاربری اراضی هستند که (Kuleli, 2010). این مناطق علاوه بر ارائه خدمات قابل توجه اکوسیستم، دارای قابلیت برای طیف وسیعی از فعالیت‌ها مانند حمل‌ونقل، گردشگری، تفریح، بازرگانی و صنعت بوده و از این‌رو در طول تاریخ به توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها کمک شایانی کرده‌اند (Duan *et al.*, 2016) که نشان از اهمیت ویژه این مناطق در ابعاد مختلف دارد. از سویی دیگر و با عنایت به این‌که اکوسیستم‌های ساحلی ازجمله پیچیده‌ترین اکوسیستم‌ها می‌باشند که منابع غیرزنده و زنده را در بر گرفته‌اند، نیاز به پایش و برنامه‌ریزی برای حفاظت نیز دارند، بنابراین تشخیص به موقع و دقیق تغییرات کاربری اراضی، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی بوده و در نتیجه مدیریت بهتر و استفاده مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم می‌کند.

روش‌های متعددی برای مشاهده این تغییرات متوالی در سواحل به کار گرفته شده است که اولویت بیشتر آن‌ها بر استفاده از سنجش‌ازدور به منظور مشخص کردن تغییرات شامل داده‌های فضایی و طیفی مختلف بوده است (El-Asmar & Hereher, 2011). در دهه‌های گذشته، به منظور شناخت انواع پوشش زمین و تغییرات آن، از روش‌های مختلف از قبیل اجرای عملیات صحرایی، نقشه‌های کاغذی، داده‌های آماری و اسناد موجود استفاده شده است. بررسی تغییر پوشش زمین به صورت سنتی و با استفاده از عملیات صحرایی وقت‌گیر بوده و مقرون به صرفه نمی‌باشد و روش سنجش دور و بهره‌گیری از GIS به عنوان یک ابزار مناسب معرفی شده است که با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای به بررسی تغییرات می‌توان پرداخت. تاکنون ماهواره‌های متعددی برای بررسی مسائل مربوط به منابع طبیعی و محیط‌زیست به فضا پرتاب شده‌اند. سنجنده‌ها بر روی ماهواره‌ها نصب می‌شوند که بازتابش پدیده‌های سطح زمین در طیف‌های مختلف امواج الکترومغناطیس را دریافت کنند (Huang *et al.*, 2020). این بازتابش امواج مختلف الکترومغناطیس برای هر کدام از کاربری‌های سطح زمین متفاوت بوده که این قابلیت گام اصلی به منظور طبقه‌بندی کاربری‌ها قلمداد می‌شود

که طی دوره‌های مختلف مساحت کاربری‌ها بدست می‌آید و محققین بر اساس هدف، بودجه و در دسترس بودن داده ماهواره‌ای، سنجنده مناسب برای انجام مطالعه را انتخاب می‌کنند. یکی از روش‌های پرکاربرد استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش‌ازدور طبقه‌بندی تصویر می‌باشد که به کاربران امکان تولید نقشه طبقات پوشش اراضی مناطق را می‌دهد تا با استفاده از نقشه طبقات پوشش اراضی از تغییرات ایجاد شده در طبقات پوشش اراضی مطلع شوند و بدین طریق مسؤولین و مدیران برنامه‌ریزی به منظور کنترل تخریبات پوشش اراضی در دستور کار خود قرار دهند (Arekhi & Adibnejad, 2011; Rahdary *et al.*, 2016). با توجه به اثرات فعالیت‌های انسانی بر سیمای سرزمین ارزیابی پیامدهای حاصل از فعالیت‌های انسانی اطلاعات مفیدی را در اختیار محققان قرار می‌دهد، بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین امکان مطالعه تغییرات و تخمین میزان و شدت تخریبات ایجاد شده را فراهم کرده است. سنجه‌های سیمای سرزمین از جمله ابزارهای کمی سازی هستند که در زمان کوتاهی اطلاعات زیادی در ارتباط با ساختار و تغییرات ایجاد شده در زمین را در سه سطح لکه، کلاس و سیمای سرزمین در اختیار محققین می گذارند (Karami & Feghhi, 2012). این سنجه‌ها شاخص‌هایی هستند که بسیاری از ویژگی‌های هندسی و ساختاری سیمای سرزمین را قابل تعریف کرده و به صورت اطلاعات کمی قابل مقایسه می‌کند، نتایجی که از تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین به دست می‌آید برای اهداف حفاظتی و مدیریتی سیمای سرزمین پرکاربرد است.

مطالعات بسیاری در ارتباط با ارزیابی تغییرات پوشش اراضی انجام شده است، del Castillo و همکاران (۲۰۱۵) تغییرات پوشش اراضی را پارک ملی مونکاپو، اسپانیا را در دوره مطالعه ۱۹۸۷-۲۰۱۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و تهیه نقشه طبقات پوشش اراضی به روش ترکیبی و استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین بررسی کردند و نشان دادند منطقه مورد مطالعه دچار تکه تکه شدن و افزایش تنوع فضایی شده است. همچنین Mitchell و همکاران (۲۰۱۸) استفاده از نقشه طبقات پوشش اراضی سیمای سرزمین کشور برزیل را بررسی کردند و نشان دادند تکه شدگی سیمای سرزمین اثرات منفی بسیاری بر بوم سازگان منطقه دارد. در مطالعه‌ایی دیگر Berila و Isuf (۲۰۲۰) با استفاده از نقشه طبقات اراضی در منطقه کوزوو تغییرات پوشش اراضی را بررسی کردند و نشان دادند در طول دوره ۲۰۰۰-۲۰۲۰ در شهر پریشتینا مساحت اراضی انسان ساخت به میزان ۱۶/۴۶ کیلومتر افزایش داشته است. Dezhbani و همکاران (۲۰۲۳) تغییرات مکانی و زمانی کاربری اراضی در حوزه آبخیز کوزه تپراقی در استان اردبیل را مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور پس از تهیه نقشه‌های طبقات اراضی به روش طبقه بندی ترکیبی و بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین نتیجه گرفتند در سطح کلاس زراعت دیم حداکثر مقدار را در سنجه تراکم حاشیه و زراعت آبی حداکثر مقدار را در سنجه تعداد لکه، حاشیه کل و نزدیک‌ترین فاصله داشته است همچنین نشان دادند در حوزه آبخیز کوزه تپراقی پراکنش لکه‌ها به صورت یکنواخت است. همچنین Nazar Neghad و همکاران (۲۰۲۰) نیز در مطالعه‌ای به بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز زولاچای در شهرستان سلماس با استفاده از سنجه های سیمای سرزمین پرداختند و نشان دادند تعداد لکه و تراکم لکه افزایش داشته است که این وضعیت منجربه ناهمگنی در کاربری اراضی منطقه شده است. Gholamalifard و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای، با بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین به افزایش فضای شهری و کاربری کشاورزی در استان مازندران اشاره کردند. Soleimani و Hojati (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با استفاده از تصاویر مربوط به ماهواره لندست ۷ و ۸ و انجام طبقه‌بندی ترکیبی نقشه طبقات پوشش اراضی منطقه حفاظت شده دز در دزفول را تهیه کردند و با استفاده از سنجه‌های سیمای سرزمین تغییرات پوشش اراضی را ارزیابی کردند و نشان دادند با کاهش اراضی پوشش گیاهی و افزایش اراضی بایر منطقه حفاظت شده دچار تخریب شده است.

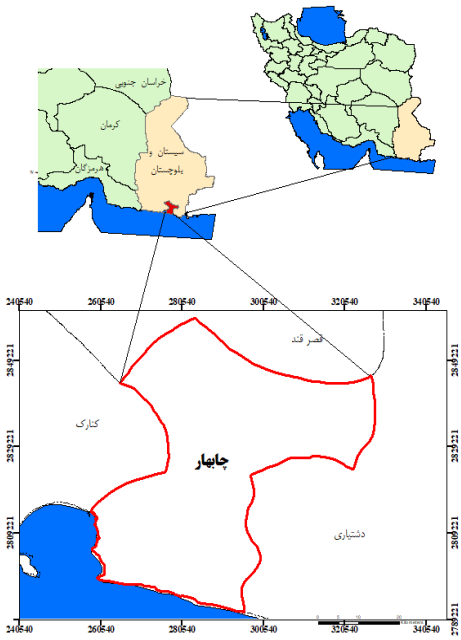
منطقه ساحلی چابهار از بزرگ‌ترین دارایی‌های محیط‌زیستی و اقتصادی استان سیستان و بلوچستان و حتی کشور است، که نقش ویژه‌ای از بعد اقتصادی، ارتباطات ملی و بین‌المللی و نیز سیاسی دارد و به تازگی یکی از موقعیت‌های تمرکز فعالیت و سرمایه در منطقه جنوب شرق قلمداد می‌شود. لذا اطلاع از موقعیت گذشته، حال و آیندهٔ این منطقه استراتژیک، نقش مهمی در ابعاد

مختلف مدیریتی از جمله مدیریت محیط‌زیستی خواهد داشت و شرایط خاص این نوار ساحلی، ازجمله روند شدید تغییرات جمعیت، مداخلات انسانی گسترده در عرصه‌های طبیعی، توسعهٔ شبکه‌های حمل‌ونقل و مسائلی از این قبیل، بر اهمیت و ضرورت پژوهش حاضر در عرصهٔ مدنظر افزوده است. هدف از پژوهش حاضر ارزیابی تغییرات پوشش اراضی سواحل چابهار با استفاده از بررسی نقشه طبقات پوشش اراضی منطقه و بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش تغییرات کاربری اراضی در مناطق ساحلی چابهار بررسی شده است. محدوده ساحلی چابهار که در مختصات ۶۰.۵۸ الی ۶۰.۷۰ طول شرقی و ۲۵.۲۴ الی ۲۵.۴۰ درجه عرض شمالی، در جنوب شرقی استان سیستان و بلوچستان است. شهر چابهار به دلیل نزدیکی به مدار رأس‌السرطان و قرارگرفتن در مسیر بادهای موسمی شبه قاره هند و جبهه‌های استوایی موجب گردیده است که دارای آب هوایی گرمسیری معتدل با رطوبت نسبی باشد (Huot *et al.*, 2021). متوسط دمای بیشینه (در خرداد ماه) طی یک دوره ۷ ساله ۳۱ درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای کمینه (در دی ماه) ۱۹ درجه سانتی‌گراد و متوسط دما در طول سال ۲۶ درجه سانتی‌گراد است. حداقل رطوبت نسبی ۶۰ درصد و متوسط رطوبت نسبی ۷۰ درصد گزارش شده‌است. متوسط بارندگی سالانه کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر در سال است که ۶۴ درصد آن در زمستان می‌بارد. به طورکلی آب و هوای چابهار دارای کمترین تغییرات در فصول چهارگانه سال است (Ghorghich *et al.*, 2015).



شکل ۱- موقعیت شهرستان چابهار

تهیه نقشه طبقات کاربری پوشش اراضی: به منظور بررسی تغییرات پوشش اراضی مناطق ساحلی؛ سواحل چابهار، در بازه زمانی سی‌ساله (۱۳۶۸ تا ۱۳۹۸) از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده‌های TM, ETM و OLI برای فصل اردیبهشت ماه ۱۳۶۸، سال ۱۳۷۸، سال ۱۳۸۸ و سال ۱۳۹۸ که پوشش گیاهی دارای بیشترین تاج پوشش بود استفاده گردید اطلاعات مربوط به این تصاویر و سنجنده‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. سه منظر ماهواره‌ای بدون ابر گذر ۱۵۶ و ۱۵۷ و ردیف ۴۳ ماهواره لندست منطقه با فاصله زمانی ۱۰ سال از هم انتخاب و از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا دریافت شدند. به منظور تعیین طبقات پوشش اراضی علاوه بر استفاده از

داده‌های ماهواره‌ای لندست و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ نواحی ساحلی چابهار، از مطالعات میدانی که با حضور در منطقه مورد مطالعه با استفاده از سامانه موقعیت‌یاب جهانی GPS با توجه به کاربری‌های تعریف شده در سطح نواحی ساحلی برداشت ۱۵۰ نمونه تعلیمی در محدوده سواحل شهرستان انجام پذیرفت. به منظور تعیین شوری خاک، پس از نمونه‌برداری از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متر خاک، نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و مقادیر شوری (هدایت الکتریکی) عصاره اشباع خاک با دستگاه EC متر تعیین شد. همچنین اطلاعات به دست آمده از اداره محیط زیست و منابع طبیعی شهرستان چابهار، نیز استفاده شد و پنج طبقه انسان ساخت (مناطق شهری)، پوشش گیاهی طبیعی، شوره زار، اراضی بایر (زمین‌های لخت) و پهنه آبی برای این پژوهش شناسایی شد.

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در پژوهش حاضر با استفاده از روش طبقه‌بندی ترکیبی، در دو مرحله پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای و پردازش تصاویر ماهواره‌ای انجام شد.

جدول ۱- ویژگی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق (منبع: سایت USGS)

تاریخ	سنجنده	شناسه تصویر	مبنا	زمان day/night	ردیف	گذر
20/ May/1990	TM	LT51560431990140ISP00	WGS84	DAY	43	157-156
24/Jul/2000	ETM	LT51570432000179RSA00	WGS84	DAY	43	157-156
19/May/2010	ETM	LE71560422010139PFS00	WGS84	DAY	43	157-156
29/May/2020	OLI/TIRS	LC81560432020127LGN00	WGS84	DAY	43	157-156

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای: پس از دریافت تصاویر ماهواره‌ای به منظور پیش‌پردازش تصاویر و برطرف کردن خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک که در تصویر خام وجود دارد، تصحیح رادیومتریک و تصحیح اتمسفریک با استفاده از روش Flaash برای تهیه نقشه دقیق، انجام شد. در پژوهش حاضر با توجه به مدل اتمسفری MLS (Mid-Latitude Summer)، مدل ذرات معلق (Aerosol)، عرض جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و زمان برداشت تصویر شامل تاریخ و ساعت برداشت و فاصله دید ۴۰ کیلومتری با توجه به داده‌های مورد استفاده، نوع سنجنده برای هر کدام از تصاویر انتخاب گردید (Richards & Richards, 1999).

پردازش تصاویر ماهواره‌ای: در پژوهش حاضر به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از روش طبقه‌بندی ترکیبی استفاده شد. بدین منظور ابتدا دسته‌های بازتابشی مختلف، مرتبط با سطح زمین با استفاده از طبقه‌بندی نظارت نشده به روش Isodata بررسی شد. سپس طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال نیز بر روی تصاویر اعمال شد. بنابراین برای طبقه بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال بر اساس مطالعات میدانی نمونه‌های تعلیمی برای هر کاربری تعیین شد. از شاخص گیاهی NDVI نیز برای تهیه طبقات پوشش اراضی استفاده شد (رابطه ۱). با استفاده از شاخص NDVI مناطق دارای پوشش گیاهی و مناطق فاقد پوشش گیاهی به عنوان اراضی بایر مشخص شد. در انتها به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی، طبقات به دست آمده از هر یک از روش‌ها با واقعیت زمین مقایسه شد و همچنین صحت کلی و کاپای طبقات نیز مقایسه شد. در نهایت لایه‌های دارای صحت بیشتر در نرم افزار GIS ترکیب و نقشه پوشش اراضی با روش طبقه بندی ترکیبی تهیه شد. جدول ۲ مشخصات طبقات پوشش اراضی را نشان می‌دهد.

رابطه (۱)
$$NDVI = \left(\frac{Green - NIR}{Green + NIR}\right)$$

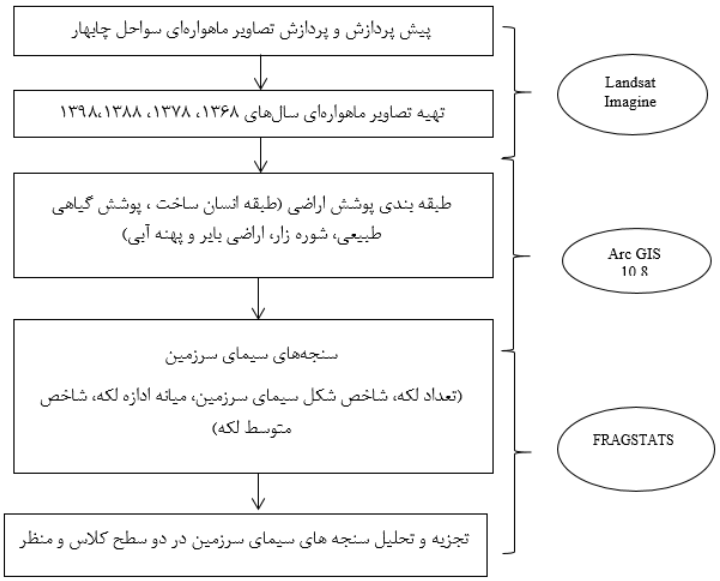
جدول ۲- طبقات کاربری و پوشش اراضی منطقه

طبقه	توضیحات
انسان ساخت	تمامی مناطق شهری با تراکم‌های مختلف، شبکه جاده‌ای ساخته شده و توسعه اطراف جاده‌ها تأسیسات زیربنایی، مراکز خدماتی، صنعتی
پوشش گیاهی	کلیه گیاهان اعم از مرتعی و یا درختچه‌ای متناسب با اقلیم مکران
اراضی بایر	زمین‌های لخت یا زمین‌هایی که استعداد محدودی برای حیات و فعالیت موجودات زنده دارند
پهنه آبی	شامل دریای آزاد و پهنه‌هایی که شامل حجم زیادی از منابع آبی هستند
شوره زار	اراضی با شوری بیش از ۴ دسی زی منس و بازتابش زیاد در تمام باندها

کمی‌سازی سنجه‌های سیمای سرزمین: به منظور بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین بر اساس مرور مطالعات گذشته (Hosseini *et al.*, 2020; Karami & Feghhi, 2021; Gholamalifard *et al.*, 2013) سنجه‌های سیمای سرزمین از جمله؛ تعداد لکه، شاخص شکل سیمای سرزمین، میانه اندازه لکه و شاخص متوسط لکه در دو سطح کلاس و منظر با استفاده از نرم افزار Fragstats بررسی شدند. به منظور بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین، نقشه طبقات پوشش اراضی به عنوان نقشه‌های ورودی استفاده شد. سنجه‌های مورد استفاده در جدول ۳ و مدل مدل مفهومی پژوهش در شکل ۲ ارائه شده است.

جدول ۳- شاخص‌های سیمای سرزمین مورد استفاده

سنجه‌های سیمای سرزمین	علامت اختصاری	واحد	توضیحات
تعداد لکه	NP	واحد ندارد	این نمایه تعداد کل لکه‌ها را محاسبه می‌کند.
شاخص شکل سیمای سرزمین	MSI	واحد ندارد	شاخص پیچیدگی شکل لکه است و با افزایش بی‌نظمی در شکل مقدار آن افزایش می‌یابد برای لکه‌های مدور مقدار این نمایه برابر یک است.
میانه اندازه لکه	MedPS	هکتار	این نمایه میانه اندازه لکه‌ها را بر اساس مساحت لکه و معادله آماری میانه محاسبه می‌کند.
شاخص متوسط لکه	MPS	هکتار	این نمایه میانگین اندازه لکه‌ها را محاسبه می‌کند.



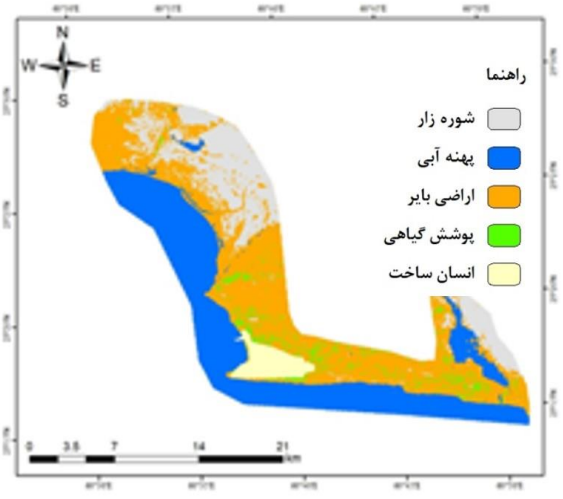
شکل ۲- مدل مفهومی پژوهش

نتایج

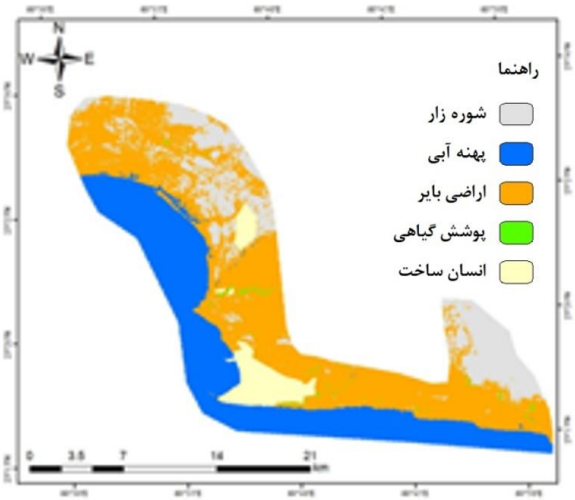
بررسی تغییرات نقشه‌های پوشش اراضی: پس از بررسی و پردازش تصاویر ماهواره‌ای، نقشه طبقات کاربری اراضی به روش ترکیبی برای سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸ تهیه شد. بررسی صحت نقشه‌های تولید شده نشان می‌دهد نقشه‌ها از صحت قابل قبولی برخوردار هستند جدول ۴ صحت و دقت نقشه‌های تهیه شده را نشان می‌دهد. همچنین شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ نقشه طبقات کاربری پوشش اراضی برای سال های مورد مطالعه را نشان می دهد.

جدول ۴- دقت کلی و ضریب کاپای نقشه طبقات کاربری و پوشش اراضی

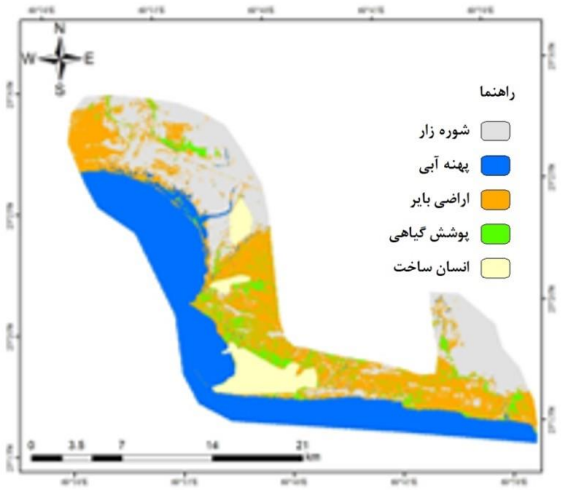
طبقات کاربری و پوشش اراضی	نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده سال ۱۳۶۸		نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده سال ۱۳۷۸		نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده سال ۱۳۸۸		نقشه کاربری و پوشش اراضی تهیه شده سال ۱۳۹۸	
	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر	صحت تولید کننده	صحت کاربر
شوره‌زار	۸۹/۶۹	۸۹/۷۸	۸۴/۵۹	۷۶/۸۵	۸۷/۵۸	۸۹/۶۴	۸۸/۴	۸۸/۳۲
پهنه آبی	۹۷/۴۶	۹۸/۶۷	۷۶/۴۱	۸۵/۶۱	۸۴/۱۲	۷۷/۷۵	۸۵/۳	۸۶/۰۱
اراضی بایر	۹۳/۵۲	۹۳/۱۷	۹۸/۲۷	۹۸/۵۷	۸۳/۲۴	۸۱/۲۱	۸۷/۰۱	۸۱/۳۲
پوشش گیاهی	۹۱/۳۱	۹۲/۸۳	۸۷/۴۵	۸۸/۳۴	۸۴/۷۵	۸۵/۹۴	۸۷/۳۱	۸۷/۹۲
انسان ساخت	۹۲/۱۲	۸۸/۶۳	۸۷/۸	۸۹/۶۱	۸۹/۶۳	۸۵/۹	۸۲/۷۸	۸۷/۴۰
صحت کلی	۹۳/۲۵		۹۱/۷۵		۸۳/۹۲		۸۵/۶	



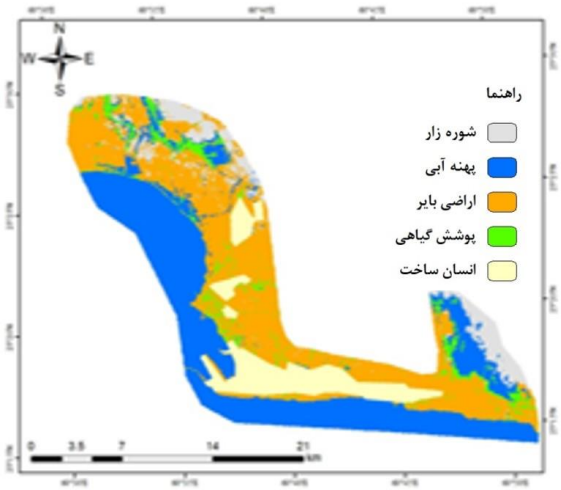
شکل ۳- نقشه کاربری پوشش اراضی سال ۱۳۶۸



شکل ۴- نقشه کاربری پوشش اراضی سال ۱۳۷۸



شکل ۵- نقشه کاربری پوشش اراضی سال ۱۳۸۸



شکل ۶- نقشه کاربری پوشش اراضی سال ۱۳۹۸

جدول‌های (۵، ۶، ۷ و ۸) تغییرات مساحت طبقات پوشش اراضی مربوط به سال‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص می‌باشد، اراضی بایر در سال ۱۳۷۸ با ۴۳/۸ درصد، سال ۱۳۶۸ با ۳۹/۶۴ درصد و سال ۱۳۹۸ با ۳۷/۵۹ درصد، بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است. طبقه پهنه آبی در سال ۱۳۹۸ با ۳۷/۴۵ درصد بیشترین مساحت را در سال‌های مورد مطالعه داشته است. بیشترین مساحت طبقه انسان ساخت مربوط به سال ۱۳۹۸ با ۱۱/۱۶ درصد است. بررسی طبقه پوشش گیاهی نشان می‌دهد این طبقه بسیار کاهش یافته است به طوری‌که بیشترین مساحت مربوط به طبقه پوشش گیاهی در سال‌های مورد مطالعه در سال ۱۳۹۸ با ۵/۴۹ درصد و کمترین مساحت طبقه پوشش اراضی در سال ۱۳۷۸ با ۰/۴۴ درصد می‌باشد.

جدول ۵- مساحت‌های هر یک از کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۶۸

کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
شوره‌زار	۷۱۰/۳۹	۱۹/۲۷
پهنه آب	۱۲۶۵/۲۰	۳۴/۳۲
بایر	۱۴۶۱/۲۰	۳۹/۶۴
پوشش گیاهی	۱۱۶/۳۴	۳/۱۶
انسان ساخت	۱۳۳/۱۸	۳/۶۱

جدول ۶- مساحت‌های هر یک از کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۷۸

کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
شوره‌زار	۶۸۵/۵۰	۱۸/۵
پهنه آبی	۱۱۶۲/۶۴	۳۱/۵
بایر	۱۶۱۶/۱۹	۴۳/۸
پوشش گیاهی	۱۶/۳۰	۰/۴۴
انسان ساخت	۲۰۵/۷۴	۵/۵

جدول ۷- مساحت‌های هر یک از کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۸۸

کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
شوره‌زار	۱۰۳۰/۸۰	۲۷/۹۶
پهنه آبی	۱۲۳۱/۵۳	۳۳/۴۱
بایر	۱۰۰۵/۶۰	۲۷/۲۸
پوشش گیاهی	۱۹۰/۰۶	۵/۱۵
ا سان ساخت	۲۲۸/۲۹	۶/۱۹

جدول ۸- مساحت‌های هر یک از کاربری و پوشش اراضی در سال ۱۳۹۸

کاربری و پوشش اراضی	مساحت (هکتار)	درصد مساحت
شوره‌زار	۳۱۲/۱۱	۸/۴۷
پهنه آبی	۱۳۸۰/۵۰	۳۷/۴۵
بایر	۱۳۸۵/۷۴	۳۷/۵۹
پوشش گیاهی	۲۰۲/۳۰	۵/۴۹
انسان ساخت	۴۱۱/۴۲	۱۱/۱۶

محاسبه سنجه‌های سیمای سرزمین

تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح کلاس: نتایج تحلیل سیمای سرزمین در سطح کلاس در سال‌های مختلف در جدول‌های (۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲) نشان داده شده است. به منظور ارزیابی تغییرات و تحولات سنجه‌ها، در سطح کلاس در محیط نرم‌افزار میزان هر یک از سنجه‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد در دوره (۱۳۷۸-۱۳۶۸) تعداد لکه در کاربری شوره‌زار از مقدار ۷۲۰ به میزان ۱۹۷۹ لکه افزایش یافته است، که با بررسی شاخص میانگین مساحت می‌توان نتیجه گرفت که در این دوره کاربری بایر تقریباً تکه تکه شده است و نیز بررسی شاخص میانگین شکل که نشان از کاهش این شاخص از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۸ داشته مؤید این مطلب بوده است. پهنه آبی از تعداد ۱۴۶ لکه در سال ۱۳۶۸ به ۵۴ لکه کاهش یافته است که بررسی شاخص میانگین اندازه مساحت در این دوره نشان می‌دهد مساحت لکه‌ها افزایش یافته و پیوستگی در این دوره وجود داشته است. در کاربری پوشش اراضی بایر تعداد لکه‌ها افزایش یافته و مساحت لکه‌ها کاهش یافته است که به نوعی پیوستگی لکه‌ها کاهش داشته است و اراضی بایر در این دوره مورد تخریب واقع شده‌اند. پوشش گیاهی در بازه زمانی مورد بررسی تعداد لکه‌های آن کاهش یافته و از سویی دیگر مساحت لکه‌ها نیز کاهش داشته است و شاخص شکل نیز از میزان آن کاسته شده است. تعداد لکه در کاربری انسان ساخت افزایش داشته و میانگین مساحت و شاخص میانگین شکل آن کاهش یافته است که نشان دهنده مناطق انسان ساخت جدید در محدوده بوده است.در دوره ۱۳۷۸ الی ۱۳۸۸ نیز کاربری شوره‌زار تعداد لکه تغییر اندکی داشته و از ۱۹۷۹ لکه به ۱۹۲۰ لکه کاهش داشته است، اما در شاخص میانگین نتایج نشان می‌دهد میانگین لکه‌ها افزایش یافته است و شاخص شکل نیز کاهش یافته است. در کاربری پهنه آبی تعداد لکه‌ها تغییر قابل توجهی در سال ۱۳۸۸ داشته است و کاهش شدیدی در آن رخ داده است که به دلیل وجود پهنه آبی در داخل محدوده علاوه بر مناطق ساحلی در این دوره می‌باشد که موجب کاهش شاخص میانگین شکل لکه نیز شده است. مناطق بایر در این دوره افزایش قابل توجهی داشته و میانگین مساحت لکه‌ها کاهش یافته است که نشان دهنده ازهم‌گسیختگی این کاربری در این دوره دارد. تعداد لکه‌ها در کاربری پوشش گیاهی نیز افزایش یافته و از سویی دیگر میانگین مساحت افزایش داشته است که نشان می‌دهد در این دوره وضعیت پوشش گیاهی مطلوب بوده و تغییرات مثبتی رخ داده است. مساحت کاربری انسان ساخت نیز در این دوره افزایش داشته است. در دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸ کاربری شوره‌زار تعداد لکه‌های آن و نیز مساحت کاربری کاهش داشته است و در کاربری پهنه آبی نیز این اتفاق رخ داده با این تفاوت که میانگین مساحت مربوط به این کاربری افزایش داشته است، در کاربری بایر تعداد لکه‌ها کاهش یافته و میانگین مساحت تقریباً ۵ برابر شده است که نشان دهنده یکپارچگی این کاربری در این دوره می‌باشد، تعداد لکه‌های پوشش گیاهی کاهش یافته و از سوی دیگر مساحت لکه‌ها افزایش یافته است که نشان دهنده یکپارچگی و وضعیت مطلوب پوشش گیاهی در این دوره زمانی می‌باشد. تعداد لکه‌های کاربری انسان ساخت نیز افزایش داشته است.

جدول ۹- نتایج تحلیل سیمای سرزمین در سال ۱۳۶۸

کاربری و پوشش اراضی	سنجه‌های سیمای سرزمین				
	NP	AREA_MN	AREA_MD	SHAPE_MN	SHAPE_MD
شوره‌زار	۷۲۰	۱۰/۱۳۹۵	۰/۱۶۹	۱/۲۴	۱/۱۱
پهنه آبی	۱۴۶	۸۹/۶۱۹	۰/۱۶۹	۱/۲۷	۱/۱۱
اراضی بایر	۱۰۶۰	۱۴/۱۶	۰/۱۴۷۹	۱/۲۶	۱/۰۹
پوشش گیاهی	۲۳۸۶	۰/۵۰۱۱	۰/۱۱۶۲	۱/۱۷	۱
انسان ساخت	۱	۱۳۶۸	۱۳۶۸.۶	۱/۷۷	۱/۷۷

جدول ۱۰- نتایج تحلیل سیمای سرزمین در سال ۱۳۷۸

کاربری	سنجه‌های سیمای سرزمین				
	NP	AREA_MN	AREA_MD	SHAPE_MN	SHAPE_MD
شوره‌زار	۱۹۷۹	۳/۵۵	۰/۱۱۶۲	۱/۱۹	۱
پهنه آبی	۵۴	۲۲۱/۶	۰/۲۰۶	۱/۳	۱/۱۲
اراضی بایر	۱۳۵۴	۱۲/۲	۰/۱۱۶۲	۱/۲	۱
پوشش گیاهی	۴۹۳	۰/۳۴	۰/۱۱۶۲	۱/۱۵	۱
انسان ساخت	۴	۵۲۸/۶	۲۱۱/۶	۱/۵	۱/۴۸

جدول ۱۱- نتایج تحلیل سیمای سرزمین در سال ۱۳۸۸

کاربری	سنجه‌های سیمای سرزمین				
	NP	AREA_MN	AREA_MD	SHAPE_MN	SHAPE_MD
شوره‌زار	۱۹۲۰	۵/۵۱	۰/۱۱۶۲	۱/۱۸	۱
پهنه آبی	۱۶۱۱	۷/۸۶	۰/۰۹۵۱	۱/۰۶	۱
اراضی بایر	۲۷۷۰	۳/۷۳	۰/۱۲	۱/۲۳	۱
پوشش گیاهی	۳۷۸۶	۰/۵۱	۰/۱۰۵	۱/۱۵	۱
انسان ساخت	۴	۵۸۶/۵	۳۲۳	۱/۴۶	۱/۵

جدول ۱۲- نتایج تحلیل سیمای سرزمین در سال ۱۳۹۸

کاربری	سنجه‌های سیمای سرزمین				
	NP	AREA_MN	AREA_MD	SHAPE_MN	SHAPE_MD
شوره‌زار	۶۴۳	۴/۹	۰/۳۴۸۵	۱/۲۰	۱/۰۹
پهنه آبی	۸۳۰	۱۷/۰۹	۰/۳۲۷	۱/۲۱	۱/۰۹
اراضی بایر	۷۶۱	۱۸/۷۳	۰/۳۱۶	۱/۲۱	۱/۰۶
پوشش گیاهی	۲۶۶۲	۰/۷۹	۰/۱۱۶۲	۱/۱۷	۱
انسان ساخت	۴	۱۰۵۷	۴۲۴.۸	۱/۸۹	۱/۷

تجزیه و تحلیل سنجه‌های سیمای سرزمین در سطح منظر: نتایج تحلیل سنجه‌ها در سطح منظر در جدول ۱۳ نشان داده شده است. به منظور ارزیابی تغییرات و تحولات سنجه‌ها، در سطح منظر در محیط نرم‌افزار میزان هر یک از سنجه‌ها محاسبه گردید. نتایج نشان می‌دهد شاخص تعداد لکه در سال ۱۳۸۸ با ۱۰۰۹۷ لکه بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است که نشان می‌دهد این دوره بیشترین تعداد را شاخص لکه‌ها به خود اختصاص داده و سال ۱۳۶۸ کمترین میزان را دارا بوده است. در سنجه میانگین مساحت، سال ۱۳۶۸ از میزان بیشتری برخوردار بوده و رده اول این شاخص را به خود اختصاص داده است و سال ۱۳۸۸ کمترین میزان را به خود اختصاص داده است. در شاخص میانه مساحت سال ۱۳۹۸ بیشترین میزان را به خود اختصاص داده و سال ۱۳۸۸ نسبت به سال‌های دیگر از مقادیرکمتری برخوردار بوده است. شاخص میانگین اندازه در سال ۱۳۶۸ بیشترین مقدار را دارا بوده و سال ۱۳۸۸ کمترین میزان را به خود اختصاص داده است.

جدول ۱۳- نتایج تحلیل سنجه‌ها در سطح منظر

کاربری	سنجه‌های منظر				
	NP	AREA_MN	AREA_MD	SHAPE_MN	SHAPE_MD
۱۳۶۸	۴۳۱۹	۲۳/۴۴	۰/۱۲۶	۱/۲۱	۱
۱۳۷۸	۳۸۹۰	۲۵/۰۳	۰/۱۱۶۲	۱/۱۹	۱
۱۳۸۸	۱۰۰۹۷	۱۰/۰۳	۰/۱۰۵	۱/۱۷	۱
۱۳۹۸	۴۸۶۷	۲۰/۸۰	۰/۲۴	۱/۱۹	۱

بحث

در مطالعه حاضر تغییرات منطقه ساحلی چابهار طی سه دهه گذشته مطالعه و بررسی سنجه‌های سیمای سرزمین انجام گرفت. تا کنون از روش‌های مختلفی برای آشکارسازی تغییرات ایجاد شده در کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور استفاده شده است (Ridd & Liu, 1998). نتایج مطالعه حاضر نشان داد تغییرات قابل ملاحظه‌ایی در خط ساحلی چابهار طی ۳۰ سال اخیر رخ داده است. Samra و El-Barbary (۲۰۱۸) نیز گزارش کردند تغییرات در نوار ساحلی نسبت به سایر مناطق ساحلی بیشتر بوده و می‌بایست برای حفاظت از کل سواحل در مناطق در معرض تهدید اقدامات لازم اجرا شود. در تحقیقی دیگر نتایج Vassilakis و همکاران (۲۰۱۶) بیان کردند منطقه ساحلی به سرعت در حال تغییر بوده که می‌بایست تصاویر پردازش شده و به صورت بصری بهینه‌سازی گردد تا نمایشی بسیار دقیق از تغییرات خط ساحلی در دوره زمانی مورد بررسی ایجاد شود.

نتایج آشکارسازی تغییرات در مطالعه حاضر نشان داد، علی رغم انکه کاربری مناطق انسان ساخت و پوشش گیاهی روند افزایشی داشته است با این وجود طبقات کاربری اراضی شوره زار کاهش (۷۱۰/۳۹ در سال ۱۳۶۸ و ۳۱۲/۱۱ در سال ۱۳۹۸) و بایر اندکی افزایش (۱۳۸۵/۷۴ در سال ۱۳۶۸ و ۱۴۶۱/۲ در سال ۱۳۹۸) را نشان داد. در مطالعه انجام شده توسط فجر و ایرانلو (۱۳۹۸) نیز نتایج نشان داد در مناطق مورد مطالعه (آبادان، خرمشهر، بندر ماهشهر و امام خمینی (ره) بیشترین مساحت متعلق به کلاس بایر بوده است. با توجه به یافته‌های تحقیق تغییرات زیادی در هر تمامی مناطق مطالعه شده رخ داده بود و بیشترین مربوط به کاربری مسکونی بوده است. نتایج در بخش سنجه‌های سیمای سرزمین نشان داد در دوره (۱۳۶۸-۱۳۷۸) تعداد لکه در کاربری بایر افزایش یافته است که در این دوره کاربری بایر تقریباً تکه تکه شده است و نیز بررسی شاخص میانگین شکل که نشان از کاهش این شاخص داشته است و در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۸ کاربری شوره‌زار تعداد لکه‌های آن و نیز مساحت کاربری کاهش و در کاربری پهنه آبی نیز این اتفاق رخ داده با این تفاوت که میانگین مساحت مربوط به این کاربری افزایش داشته است. نتایج این پژوهش با نتایج Khenamani و همکاران (۲۰۱۹) که به بررسی شاخص میانگین اندازه مساحت پرداختند در منطقه دهلران استان ایلام مطابقت دارد. افزایش تعداد لکه‌ها کاهش و مساحت لکه‌ها نشان دهنده کاهش پیوستگی بین لکه‌ها و در واقع نشان دهنده روند تخریب و تجزیه سیمای سرزمین و تخریب زیستگاه طبیعی است.

نتایج حاکی از آن است که در منطقه مطالعاتی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۸ پوشش گیاهی کاهش (از ۱۱۶/۳۴ به ۱۶/۳) کاهش چشمگیری داشته‌اند و و پس از آن در سال ۱۳۸۸ (۱۹۰/۰۶) و ۱۳۹۸ (۲۰۲/۳۰) رشد قابل ملاحظه ایی کرده است و در مجموع ۸۵/۹۶ به کاربری پوشش گیاهی افزوده شده است. هم راستا با نتایج تحقیق حاضر Gholamalifard و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند در طول دوره مطالعه، تغییرات شدید از اراضی باز به اراضی کشاورزی و رهاسازی زمینه‌ای کشاورزی در منطقه مشاهده وجود داشته است. این محققین بیان کردند از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۴ به میزان ۱۹۷۱۵/۷۶ هکتار به وسعت زمین‌های کشاورزی افزوده همچنین فضای شهری توسعه زیادی نشان داده است.

نتایج آشکارسازی تغییرات در مطالعه حاضر نشان داد، تغییرات مناطق انسان ساخت رشد چشمگیری را (۱۳۳/۱۸، ۲۰۵/۷۴، ۲۲۸/۲۹ و ۴۱۱/۴۲ به ترتیب در سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۸، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۸) در دوره مورد مطالعه نشان داده است. به طور کلی می‌توان گفت در

دوره ۳۰ ساله مطالعه شده افزایش کاربری‌های انسان ساخت و تغییرات بدون برنامه‌ریزی مشخص و در نظر گرفتن آسیب‌های محیط‌زیستی در منطقه مورد مطالعه ادامه داشته است و طرح‌هایی چون مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی که یک استراتژی هماهنگ برای تخصیص منابع طبیعی، اجتماعی، فرهنگی و نهادی است تا اهداف چندگانه حفاظت و توسعه پایدار مناطق ساحلی را ایجاد نماید به نظر می‌رسد اتخاذ نشده است. شناخت روند حاکم بر نواسانات و تغییرات نواحی ساحلی از این پارامترهای مورد نیاز مدیریت نواحی است و اجرای آن مستلزم شناخت نوع رژیم تغییرات نواحی و خطوط ساحلی و نرخ آن می‌باشد تا با اعمال روش‌های حفاظت نواحی ساحلی علاوه بر حفظ منابع طبیعی، تأسیسات و ساختارهای ایجاد شده را از تخریب و ناپایداری حفاظت کرده و توسعه پایدار را حاکم نمود. هم راستا با نتایج تحقیق حاضر، نتایج مطالعه انجام شده در مناطق ساحلی عسلویه نشان داد در مدت ۳۲ سال (۱۹۸۴-۲۰۱۶) افزایش مساحت در واحد کاربری مناطق مسکونی ۱۳۶/۳۶ کیلومترمربع و پوشش گیاهی (۶/۱۳ کیلومتر مربع) روی داده است (Hamze & Abdollahi, 2022). در این زمینه Gholaminia (۲۰۰۹) نیز بیان داشت در وضع کنونی شهر بوشهر، تعادلی بین کاربری‌ها وجود ندارد و توسعه هایی مانند نیروی هوایی و دریایی در کنار شهر بوشهر موجب افزایش ساخت و سازها و در نتیجه تشدید سطح غیرقابل نفوذ شده است. نکته قابل توجه در این مطالعه ادامه روند رشد توسعه شهری برای سال‌های آتی است، به طوری که مساحت این اراضی در سال ۱۳۹۵ به ۳۵۱۶۰ هکتار رسیده است و باید به دنبال راهکاری مناسب جهت مدیریت این اراضی بود.

نتایج تحقیق حاضر ازبررسی سنجه‌های سیمای سرزمین نشان داد تعداد لکه در کاربری انسان ساخت افزایش داشته و میانگین مساحت و شاخص میانگین شکل آن کاهش یافته است که نشان‌دهنده توسعه مناطق انسان ساخت در محدوده ساحلی بوده که می‌بایست با مدیریت بهینه از آسیب بیشتر به اکوسیستم حساس ساحلی کاست. در مطالعه حاضر نیز توسعه مناطق انسان ساخت در پهنه ساحلی خلیج فارس طی دوره مورد بررسی مشهود بوده است که نشان از بهم خوردن تعادل اکوسیستم و تشدید روند تخریب سرزمین در مناطق ساحلی است که با مطالعه Hosseini و همکاران (۲۰۲۰) همسو بوده است. همچنین Hezog و Lausch (۲۰۱۲) در پایش تغییرات سرزمین و واکنش آن در برابر توسعه انسان ساخت در آلمان پرداختند که نتایج ایشان در راستای این پژوهش نشان می‌دهد انتخاب مجموعه‌ای قابل مدیریت از شاخص‌ها که ویژگی‌های ساختاری سیمای سرزمین را در برمی‌گیرد بسیار کارامد بوده که می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی برای آینده مناطق ساحلی مورد استفاده قرار گیرد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تغییرات قابل ملاحظه‌ایی در خط ساحلی چابهار طی ۳۰ سال اخیر رخ داده است. نتایج حاکی از آن است که در این منطقه در بازه زمانی مطالعه شده پوشش گیاهی و مناطق انسان ساخت رشد چشمگیری داشته است. به طور کلی با توجه به تجزیه و تحلیل‌های سنجه‌های سیمای سرزمین در دوره مطالعه تغییرات محیط زیستی ادامه داشته و طرح‌های مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی اتخاذ نشده است. بنابراین این منطقه نیازمند مطالعه و توجه بیشتر می‌باشد تا بتوان با آگاهی بیشتر نسبت به برنامه‌ریزی و مدیریت آن از نظر صنعتی، تجاری، مسکونی، محیط‌زیستی، جهانگردی و توریستی اقدام نمود و از بروز مشکلات محیط‌زیستی آینده، که حاصل تغییرات کاربری اراضی است جلوگیری کرد.

تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مالی دانشگاه زابل گرنت شماره: UOZ.GR.5120 تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. **Arekhi, S. and Adibnejad, M., 2011.** Efficiency assessment of the Support Vector Machines for land use classification using Landsat ETM+ data (Case study: Ilam Dam Catchment). Iranian Journal of Range and Desert Research. 18(3), 420-440. (In Persian with English abstract).
2. **Bagheri, M.H., Bagheri, A. and Sohooli, G.A., 2016.** Analysis of changes in the Bakhtegan lake water body under the influence of natural and human factors.

Iran-Water Resources Research. 12(3), 1-11. (In Persian with English abstract).

3. **Berila, A. and Isufi, F., 2021.** Two decades (2000–2020) measuring urban sprawl using GIS, RS and landscape metrics: A case study of municipality of Prishtina (Kosovo). Journal of Ecological Engineering. 22(6), 114-125.
4. **Bokaeain, F., Shamsipour, A. and Alikhah, M., 2020.** Monitoring Land Use Change Emphasizing Physical Urban Development of Tehran, Using Remote Sensing and GIS. Journal of Environmental Science and Technology. 22(1), 61-78. (In Persian with English abstract).
5. **del Castillo, E.M., García-Martin, A., Aladrén, L.A.L. and de Luis, M., 2015.** Evaluation of forest cover change using remote sensing techniques and landscape metrics in Moncayo Natural Park (Spain). Applied geography. 62, 247-255.
6. **Dezhbani, R., Hazbavi, Z., Mostafazadeh, R., Esmali Ouri, A. and Alaei, N., 2023.** Analysis of the Relationship between Spatial and Temporal Changes in Land Use and Landscape Metrics in the KoozehTopraghi Watershed. Journal of Geography and Environmental Studies. 12(45), 82-99.
7. **Duan, H., Zhang, H., Huang, Q., Zhang, Y., Hu, M., Niu, Y. and Zhu, J., 2016.** Characterization and environmental impact analysis of sea land reclamation activities in China. Ocean and Coastal Management. 130, 128-137.
8. **El-Asmar, H.M. and Hereher, M.E., 2011.** Change detection of the coastal zone east of the Nile Delta using remote sensing. Environmental Earth Sciences. 62, 769-777.
9. **Fajr, S. and Ilanlo, M., 1398.** Evaluation of spatio-temporal changes in the shape of the coastal cities of Khuzestan province by using land features. Journal of Geography and Environmental Hazards. 8 (3), 167-184. (In Persian with English abstract).
10. **Gholamalifard, M., Joorabian Shooshtari, S., Hosseini Kahnuj, S.H. and Mirzaei, M., 2013.** Land Cover Change Modeling of Coastal Areas of Mazandaran Province Using LCM in a GIS Environment. Journal of Environmental Studies .38 (4), 109-124. (In Persian with English abstract).
11. **Gholaminia, A., 2009.** Spatial analysis of land use in Bushehr city. Master thesis. University of Esfahan, 264.
12. **Ghorghich, G., Anvari, M.R., AkbariNodeh, M.R. and AskariNejhad, V., 2015.** Evaluation of the environmental effects of the development of tourist sites in Chabahar. International research conference in science and technology.
13. **Hamze, F. and Abdollahi, H., 2022.** Detection and monitoring of land use change using supervised classification method and post classification comparison (case study of Assaluyeh area). Territory, 19(73), 87-108. (In Persian with English abstract).
14. **Huot, A., Anvari, M.R. and Miri, G.M., 2021.** Investigating the status of urban areas of Chabahar in terms of ecological criteria. journal Scientific of regional planning .11(43): 187-201. (In Persian with English abstract).
15. **Hosseini, A., Gholami, H., Esmaeilpour, Y. and Cerda, A., 2020.** Assessing land degradation with predicting land cover and climatic parameters changes in coastal areas of southern Iran using Ca-Markov model. Environmental Erosion Research Journal. 9(4), 70-91.(In Persian with English abstract).
16. **Huang, Z., Fang, L. and Li, S., 2020.** Subpixel-pixel-superpixel guided fusion for hyperspectral anomaly detection. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 58(9), 5998-6007.
17. **Karami, A. and Feghhi, J., 2012.** Investigation of Quantitative metrics to protect the landscape in land use by sustainable pattern (Case study: Kohgiluyeh and Boyer Ahmad). Journal of Environmental Studies. 37(60), 79-88. (In Persian with English abstract).
18. **Khenamani, A., Fathizad, H., Hakimzadeh, M., 2017.** Evaluating trend Change Land Use/Cover Using Remote Sensing Technique and Object-Oriented Classification Algorithm (Case study: Bartash Plain in Dehloran, Ilam). Iranian Journal of Range and Desert Research. 25 (4), 723-734. (In Persian with English abstract).
19. **Kuleli, T., 2010.** Quantitative analysis of shoreline changes at the Mediterranean Coast in Turkey. Environmental monitoring and assessment. 167, 387-397.
20. **Lausch, A. and Herzog, F., 2002.** Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. Ecological indicators. 2(1-2), 3-15.
21. **Lu, D. and Weng, Q., 2007.** A survey of

image classification methods and techniques for improving classification performance. International journal of remote sensing. 28(5), 823-870.

22. **Mitchell, M.G., Suarez-Castro, A.F., Martinez-Harms, M., Maron, M., McAlpine, C., Gaston, K.J. and Rhodes, J.R., 2015.** Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. Trends in Ecology and Evolution. 30(4), 190-198.
23. **Naeimi Nezamabad, A., Ghahroudi Tali, M. and Servati, M.R., 2010.** Monitoring of Coastal Line and Coastal Landform Changes in Persian Gulf with Remote Sensing and Geographic information System Techniques (Case Study: Asaluyeh Coastal Region. Geographic Space.10 (30), 45-61. (In Persian with English abstract).
24. **Nazar Neghad, H., Hosseine, M. and Mostafazadeh, R., 2020.** Assessment of changes in Landuse connectivity and pattern using landscape metrics in the Zolachai Watershed, Salmas. Geographical Planning of Space, 9(34), 53-66. (In Persian with English abstract).
25. **Rahdary, V., Maleki Najfabdai, S., Afsari, K., Abtin, E., Piri, H. and Fakhireh, A., 2012.** Monitoring the Land use and land cover changes, during 1987 to 2009 in Hamoun Wildlife Refuge, Using Remote Sensing Images and the Geographic Information System (G.I.S.). Iranian Journal of Remote Sencing and GIS. 10(2), 59-70. (In Persian with English abstract).
26. **Rahdary, V., Soffianian, A., Maleki Najfabdai, S., Khajeddin, S.J. and Rahdari, M., 2016,** Land use/cover mapping using satellite data and geographic information system (GIS) (Case study: Mouteh wild life sanctuary). Journal of Environmental Science and Technology. 18 (1), 79-89. In Persian with English abstract.
27. **Richards, J.A. and Richards, J., 1999.** Remote sensing digital image analysis (Vol. 3): SpringeAbou
28. **Ridd, M.K. and Liu, J., 1998.** A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. Remote sensing of environment, 63(2), 95-100.
29. **Samra, R.M. and El-Barbary, S.M., 2018.** The use of remote sensing indices for detecting environmental changes: a case study of North Sinai, Egypt. Spatial Information Research, 26, 679-689.
30. **Soleimani, A. and Hojati, M., 2018.** Investigation and Quantification of Variations of Landscape Measures using Remote Sensing and Biodiversity Indices (Case Study: Dez Protected Area). Human and Environment. 16(3), 65-76. (In Persian with English abstract).
31. **Vassilakis, E., Tsokos, A. and Kotsi, E., 2016.** Shoreline change detection and coastal erosion monitoring using digital processing of a time series of high spatial resolution remote sensing data. Bulletin of the Geological Society of Greece. 50(3), 1747-1755

2023, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

Investigating Land Cover Changes Using Landscape Metrics on the Coasts of Chabahar

Maryam Dahmardeh Pahlavan[1], Mohsen Shahriari Moghadam[1*], Saeedeh Maleki Najafabadi[1], Vahid Rahdari[1]

1*- Department of Environment, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, Zabol, Iran

Original Article

Received: 2023.11.19

Accepted: 2024.01.05

Keywords: Land Use and Land Cover, Remote Sensing, Landscape Metrics, Chabahar Coasts

Abstract

Introduction: Coastal areas worldwide hold significant social and economic importance. These areas, in addition to providing essential ecosystem services, have considerable potential for activities such as tourism, industry, and transportation, contributing significantly to the economic and social development of countries. Given that coastal areas are among the most complex ecosystems, they require monitoring and planning for enhanced protection. Timely and accurate identification of land use changes, which form the basis for better understanding human-nature interactions, provides the necessary groundwork for the efficient management and utilization of coastal resources.

Materials and Methods: The present study aims to investigate land use and land cover changes in the Chabahar coastal areas for four periods, including the years 1368, 1378, 1388, and 1398, using Landsat satellite time series data. Land cover mapping was performed through preprocessing and processing stages, followed by classification using a combined method. The accuracy of the produced maps was assessed using error matrix, Kappa index, and overall accuracy, which were greater than 80% and 0.8, respectively. Land use changes were analyzed using landscape metrics.

Results: The results indicated that barren land had the highest land use percentage in all studied years. Saline and barren land cover decreased by 398.28 and 75.7 hectares, respectively, from 1368 to 1398, while aquatic land cover increased by 115.3 hectares in 1398 compared to 1368. The analysis of vegetation cover also revealed that this land use, along with human-made structures, consistently allocated the smallest area in all periods, gradually increasing. The accuracy assessment of land cover classification showed high accuracy in the produced maps, with the highest and lowest accuracy rates in 1368 (93.25%) and 1398 (85.6%), respectively. In 1398, the number of patches for aquatic land, vegetation cover, and human-made structures increased (830, 2662, and 4, respectively) compared to 1368 (146, 2386, and

* Corresponding Author's email: mohsen.shahriari@uoz.ac.ir

1, respectively), while the number of saline and barren land patches decreased in 1398 (643 and 761, respectively) compared to 1368 (720 and 1060, respectively).

Discussion: The study results demonstrated considerable changes in the Chabahar coastline over the past 30 years. The findings indicated a significant increase in vegetation cover from 1368 to 1398 (from 116.34 to 202.30 hectares), contributing a total of 85.96 hectares to land use. This increase in vegetation cover can be attributed to agricultural expansion. The detection results of changes in human-made areas also showed substantial growth (133.18, 205.74, 228.29, and 411.42 in 1368, 1378, 1388, and 1398, respectively) during the study period. Overall, it can be concluded that, based on the analysis of landscape metrics, the increase in human-made land uses and environmental changes has continued, and integrated management plans for coastal areas have not been adopted.