

آشکارسازی و پایش تغییرات کاربری ارضی با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده و مقایسه پس از طبقه بندی (مطالعه موردی منطقه عسلویه)

فرهاد حمزه^{۱*}، هادی عبدالهی^۲

^۱ استادیار گروه جغرافیا، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

^۲ کارشناسی ارشد رشته سنجش از راه دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۲۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۰۹

چکیده

مناطق ساحلی به دلیل وفور امکانات بالقوه جهت توسعه از دیر باز مورد توجه نوع بشر می باشد و این را می توان دلیل تمرکز ۷۵ درصد از جمعیت دنیا در شعاع ۲۰۰ کیلومتری سواحل دانست. نقشه های کاربری اراضی بیانگر نحوه استفاده انسان از زمین و محیط طبیعی است محیطی که با توسعه علوم دچار تغییر می شود و از وضعیت اولیه خود خارج شده و امکان برگشت به حالت اولیه را برای آن غیر ممکن می کند اطلاع از نسبت کاربری های اراضی و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهمترین موارد در برنامه ریزی و مدیریت اراضی این نواحی می باشد با آگاهی از نسبت تغییرات کاربری ها در گذر زمان می توان نحوه تغییرات در آینده را پیش بینی نمود و اقدامات پیشگیرانه و مقتضی را انجام داد. هدف از این تحقیق آشکارسازی و پایش تغییرات کاربری اراضی ساحلی عسلویه با استفاده از تصاویر لندست در ۲ بازه زمانی ۱۶ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۶) می باشد. نقشه های کاربری اراضی برای سال های مورد نظر از تصاویر ماهواره لندست استخراج و با استفاده از نقشه های موجود و همچنین تصاویر google earth اصلاح شدند و از طریق ماتریس خطا، ضریب کاپا و دقت کلی صحت سنجی گردیدند که به ترتیب ضریب کاپای (۰.۹۴، ۰.۸۸۰۸ و ۰.۹۵۱۷) و دقت کلی (۹۶.۵۶٪، ۹۵.۴۹۵۲٪ و ۹۳.۵۸۸۳٪) برای هر یک از سال های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ بدست آمد. نتایج نشان می دهد که در مدت ۳۲ سال افزایش مساحت در واحد کاربری مناطق مسکونی (۱۲۶.۳۶ کیلومتر مربع) و پوشش گیاهی (۶.۱۳ کیومتر مربع) و کاهش مساحت در کلاس کاربری نواحی بایر (۱۲۵.۳۷-) و محدوده آبی (۷.۱۵- کیلومتر مربع) رخ داده است. زمین های بایر دارای بیشترین تغییرات و واحد مناطق مسکونی دارای بیشترین توسعه می باشد.

کلمات کلیدی: آشکارسازی تغییرات، کاربری اراضی، عسلویه، طبقه بندی نظارت شده

مقدمه:

بشر همواره به دنبال شناخت محیط اطراف و شناسایی منابع طبیعی موجود به منظور تامین نیازمندی‌های خود می‌باشد و تبدیل زمین‌های طبیعی مانند جنگل‌ها به سایر کاربری‌های بدین منظور از دیر باز معمول بوده است که این عمل خسارات فراوانی را به منابع طبیعی کره زمین وارد کرده است. آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه استفاده زمین به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نقشه‌هایی که نمایشگر چنین فعالیت‌هایی در سطوح مختلف زمین باشد نقشه کاربری اراضی نامیده می‌شود. نقشه کاربری و پوشش اراضی که در آن الگوی زمانی استفاده از زمین مشخص شده است برای برنامه ریزی‌های فعلی و آتی اراضی شهر بسیار مهم است از طرفی نیز آشکار سازی و فرآیند تعیین تفاوت‌ها در وضعیت یا حالت یک شی یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف می‌باشد (۱۴) امروزه تغییرات کاربری اراضی بدون برنامه ریزی به یک مشکل حاد تبدیل شده است و اکثر تغییرات کاربری اراضی بدون برنامه مدون و با توجه اندک به اثرات زیست محیطی آن صورت می‌گیرد در سه دهه گذشته تغییرات کاربری اراضی در نواحی ساحلی عسلویه با سرعت فزاینده و در بسیاری از جهات به صورت نامطلوب صورت پذیرفته است. از آنجایی هم که این تغییرات در سطح وسیع و گسترده صورت می‌گیرد تکنولوژی سنجش از راه دور یک ابزار قدرتمند و باارزش در ارزیابی تغییرات به دلیل پوشش مکرر و تکراری از سطح کره زمین می‌باشد از طرفی نیز انتخاب روش و الگوریتم برای بازیابی و کشف تغییرات به دلیل تأثیر در نتیجه آشکارسازی، اقدامی مهم و اساسی است، زیرا که روش انتخاب شده جهت بازیابی و کشف تغییرات در نتایج به دست آمده و تفسیر و تحلیل آنها تأثیر قابل ملاحظه‌ای دارد (۴). در این زمینه محققان بسیاری با استفاده از داده‌های تصاویر ماهواره‌ای، روشهای متعدد و تجزیه و تحلیل‌های مکانی مناسب در سیستم اطلاعات جغرافیایی به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی مناطق مختلف پرداخته اند از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(میر مسعود خیرخواه زرکش، فرهاد حسین زاده آزاد، ۱۳۹۵) با استفاده از تصاویر TM, ETM و IRS برای دوره‌های زمانی ۱۹۹۰-۱۹۹۸-۲۰۰۲ و ۲۰۰۷ اقدام به آشکارسازی تغییرات کوهپایه‌های سبلان و شهر اردبیل در مساحتی حدود ۱۱۰۰۰ هکتار نموده است که نتایج آشکارسازی نشان می‌دهد که مقدار زیادی از اراضی درجه ۱ کشاورزی اردبیل در نتیجه ساخت و سازهای بی‌رویه مسکونی، اجرای برنامه‌های توسعه شهری و انتقال پس آب‌های منابع خانگی و تشکیلات دولتی و غیر دولتی از بین رفته است. (علی مهدوی، حسن فتحی زاده و شعبان شتابی جویباری، ۱۳۹۳) معتقد است تغییرات در کاربری اراضی در سطوح وسیع صورت می‌گیرد لذا سنجش از راه دور را ابزار با ارزش و ضروری جهت پایش تغییرات می‌داند. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (TM) سال ۱۹۸۸ و ETM سال ۲۰۰۷ و با استفاده از الگوریتم مختلف اقدام به

آشکارسازی تغییرات جنگلی حفاظت شده مانشت استان ایلام با مساحت ۲۹۱۴۱ هکتار نموده است. جهت ارزیابی دقت تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات پس از برداشت زمینی و بازدید میدانی و همچنین تصاویر Google Earth بدست آمده از دقت کلی و ضریب کاپا استفاده شده است که از بین روش یاد شده روش تفاضل با دقت ۹۹.۵ و ضریب کاپای ۹۸.۲ دارای بیشترین دقت بوده است. (Amna Butt, Rabia, Shabbir, Sheikh Saeed Ahmad, Neelam Aziz, 2015) با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده و الگوریتم بیشترین شباهت در نرم افزار ERDAS اقدام به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبریز Simly پاکستان نموده است که در این پروژه از تصاویر ماهواره ای چند طیفی لندست ۵ و اسپات ۵ در بازه زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ نموده است حوزه آبریز در ۵ کلاس اصلی کشاورزی، مناطق بایر/صخره، مناطق مسکونی، پوشش گیاهی و آب طبقه بندی شده است. نقشه های کاربری ارضی و نقشه های پوششی در ArcGIS 10 تولید شد که نقشه تولید شده تغییر کلاس کاربری قابل توجهی از پوشش گیاهی و آب به کشاورزی، خاک بایر و سنگ را که به ترتیب ۳۸.۲٪ و ۷۴.۳٪ کاهش یافته است را نشان می دهد. این تحولات در کاربری اراضی تهدید بزرگی برای منابع آب سطحی ایجاد نموده است. از این رو، حوزه آبریز منطقه به یک مدیریت مناسب نیازمند است و یا این منابع به زودی از دست خواهند رفت و دیگر قادر به انجام نقش خود در توسعه اقتصاد اجتماعی منطقه نخواهند بود.

در این تحقیق نیز سعی شده است با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در دو بازه زمانی ۱۶ ساله نقشه کاربری اراضی شهرستان عسلویه با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده تهیه و پایش تغییرات آن نیز با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه بندی بدست آید. برای تست دقت نتایج بدست آمده داده های طبقه بندی شده را با واقعیت های زمینی، تصاویر Google earth و نقشه های موجود از منطقه و سایر خصوصیات مقایسه شد. همچنین برای ارزیابی دقت طبقه بندی پارامترهای آماری ضریب کاپا، دقت کلی و ماتریس خطای طبقه بندی برای هر یک از نقشه های استخراج شده از تصاویر LANDSAT به طور جداگانه در محیط نرم افزار Envi 5.3 محاسبه گردید. و نتایج حاصله در نرم افزار Arc Gis 10.3 مورد پردازش قرار گرفت و تغییرات بوجود آمده در طول ۳۲ سال در منطقه عسلویه محاسبه گردید.

مواد و روش ها:

منطقه مورد مطالعه:

شهرستان عسلویه یکی از شهرستان‌های استان بوشهر در جنوب ایران است. مرکز این شهرستان بندر عسلویه است و شامل ۲ بخش، دو نقطه شهری و ۴ دهستان است. این شهرستان با انتزاع از شهرستان کنگان در مجموع شامل ۲ بخش، بخش مرکزی (با توابع دهستان عسلویه و دهستان اخند) و بخش چاه مبارک (با توابع دهستان چاه مبارک و دهستان نای بند) می باشد که در ۱۲ دی ماه ۱۳۹۱ توسط هیئت وزیران از شهرستان کنگان جدا و به عنوان یک شهرستان مستقل معرفی گردید. عسلویه در مختصات ۲۷ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۲۷

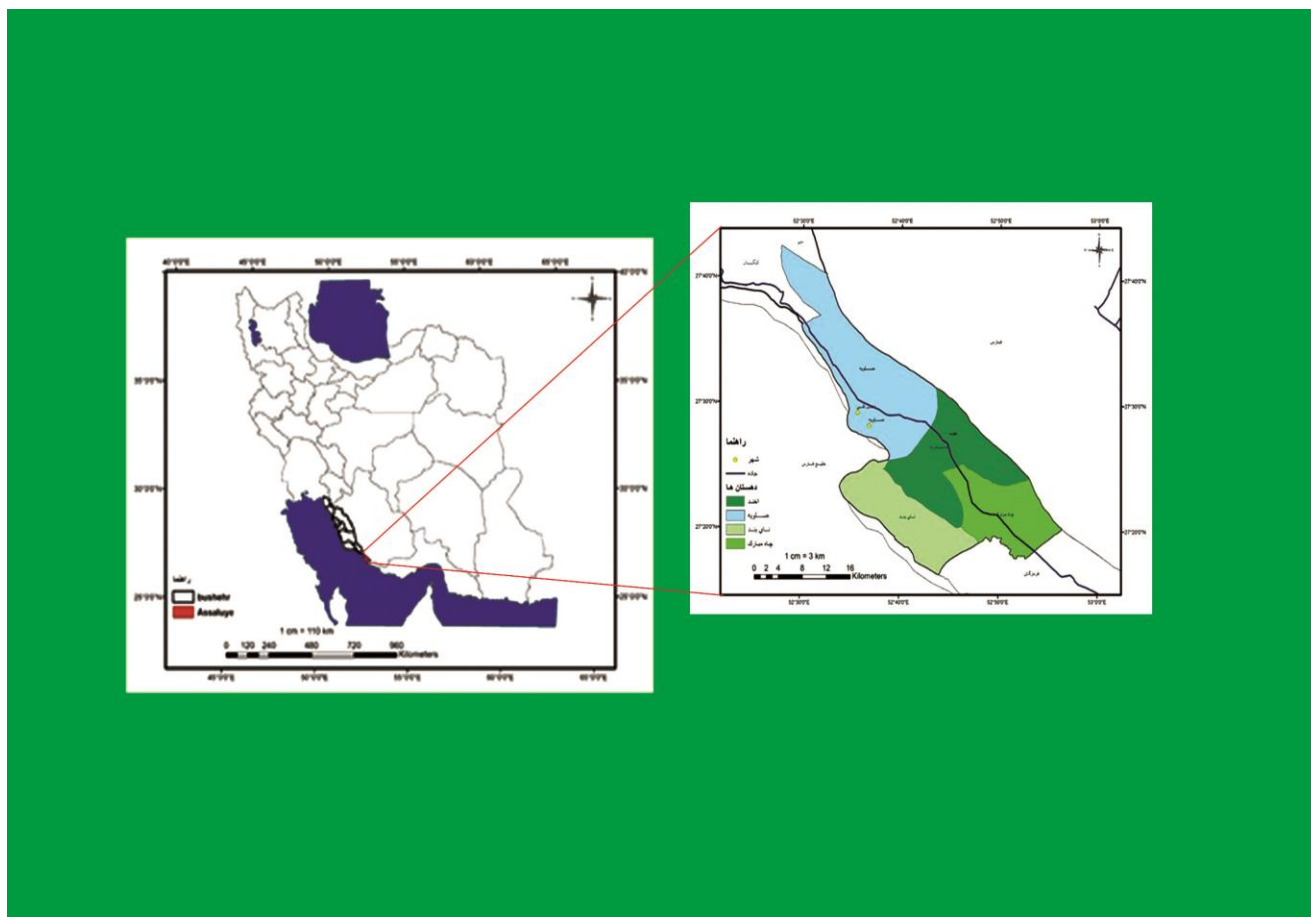
درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است . شهرستان عسلویه در جنوبی ترین قسمت استان بوشهر و در همسایگی استان های فارس و هرمزگان جای دارد. این شهرستان بین شهرستانهای جم و کنگان (شمال غرب) در استان بوشهر، شهرستان های مهر و لامرد در استان فارس (شمال) و شهرستان پارسیان (شرق) قرار گرفته است و قسمت جنوبی آن به خلیج فارس ختم می شود.

مساحت عنوان شده براساس تقسیمات کشوری برای شهرستان عسلویه مساحتی حدود ۷۵۹/۳۶۶۸۱۴ کیلومتر مربع که ۳.۳۳٪ از وسعت استان بوشهر را به خود اختصاص داده است. البته منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، با توجه به پیش روی خشکی در دریا در سالهای اخیر (جهت پایش تغییرات در طول ۳۲ سال گذشته) برای آن مساحتی بالغ بر ۷۹۹/۰۳۹۰۷۵ کیلومترمربع در نظر گرفته شده است. جمعیت شهرستان عسلویه ۷۳۹۵۸ نفر می باشد.

بندر عسلویه تا پیش از استقرار منطقه ویژه اقتصادی انرژی پارس جنوبی روستایی بود که فعالیت های تجارت دریایی، ماهیگیری، دامپروری و کشاورزی در آن انجام می شد و با موج ورود شرکت ها، مهندسین، کارگران مهاجر و دیگر کارکنان به منطقه، زمینه گسترش بندر عسلویه تا تبدیل شدن به شهرستان فراهم شد.

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی شهرستان عسلویه

شرح	مقیاس
مساحت شهرستان (کیلومتر مربع)	۷۵۹.۳۶۶۸۱۴
عرض جغرافیایی (درجه)	۲۷ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی
طول جغرافیایی (درجه)	۵۲ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۵۶ دقیقه طول شرقی
متوسط ارتفاع از سطح دریا (متر)	۷۳۶.۵
فاصله از مرکز استان (کیلومتر)	۲۸۷ کیلومتر



ماخذ: نگارنده

شکل ۱: موقعیت و تقسیمات سیاسی شهرستان عسلویه

روش تحقیق:

این تحقیق در وهله اول از نوع تحلیلی- توصیفی بوده که به بررسی پایش تغییرات منطقه ساحلی عسلویه با تکیه بر اصول سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می پردازد. در تدوین این پژوهش از ترکیب بررسی های اسنادی- کتابخانه ای، مدلسازی، آماری و نمونه برداری در ارتباط با عوامل موثر بر تغییرات ساحل و تصاویر ماهواره ای استفاده شد. برای اخذ تصاویر ماهواره ای عواملی نظیر زمان تصویر برداری و نوع سنجنده مورد بررسی قرار گرفت. برای مبحث زمان اخذ تصویر به چند نکته ای زمان روزانه ای گذر سنجنده، بازه زمانی برای دوره های مورد بررسی و زمانی که پارامترهای اقلیمی در متعادل ترین حالت خود باشند، توجه شده است و در نهایت با تکنیک های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی تغییرات پایش شدند.



ماخذ: نگارنده

شکل ۲: فلوچارت آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی

کسب داده ها و پیش پردازش آنها:

در انتخاب تصویر مناسب جهت آشکارسازی تغییرات، توجه به تغییرات فصلی و زمانی پدیده‌های مورد مطالعه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار بوده و هدف از بررسی این موضوع انتخاب مناسب‌ترین زمان برای اخذ تصویر است

زیرا تصاویر انتخاب شده باید تا حد امکان برای زمانی اخذ شوند که محیط طبیعی در پایدارترین حالت ممکن باشد به عبارت دیگر تغییرات محیطی در لحظه عبور سنجنده حداقل باشد. با بررسی های به عمل آمده بهترین زمان مناسب برای تهیه نقشه کاربری زمان اوج پوشش گیاهی و یا "تابستان زراعی" در منطقه مورد نظر است. برای رسیدن به این هدف می بایست از شاخص های گیاهی مانند NDVI که توسط تصاویر ماهواره تولید می شوند استفاده نمود. که با توجه به شرایط لازم (زمان عبور ماهواره از منطقه، تصاویر موجود، کیفیت تصاویر از نظر عدم وجود پوشش ابر و گرد و غبار و ...) نزدیک ترین تصویر از نظر زمانی به محدوده زمانی مورد نظر انتخاب گردید. در این تحقیق از محصولات NDVI سنجنده MODIS برای تعیین بهترین زمان برای تهیه نقشه کاربری اراضی در نرم افزار ARCGIS مورد استفاده قرار گرفت که البته با توجه به وجود پدیده گرد و غبار شدید (Haze) در محدوده مورد مطالعه و تاثیرات زیاد آن بر روی تصویر، نزدیکترین تصویر (بدون گرد و غبار) به تاریخی که تصویر بالاترین NDVI را داشته است، انتخاب گردید.

تصاویر ماهواره Landsat، سال های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ از سایت سازمان فضایی آمریکا، آمار جمعیتی از مرکز آمار ایران، اطلاعات هواشناسی و اقلیم از وزارت نیرو و سازمان هواشناسی کل کشور و سایت هواشناسی استان بوشهر اخذ و بکارگیری شد. بعد از اخذ تصاویر مورد نظر جهت پردازش آنها می بایست تمامی باندهای تصویر ماهواره ای منطقه به صورت یک لایه واحد (LAYER STACKING) تبدیل شوند و سپس مراحل بعدی عملیات بر روی آنها اعمال گردد. البته نکته مورد توجه در این بخش استفاده یا عدم استفاده از باندهای THERMAL می باشد.

در مرحله بعدی تصحیحات هندسی، رادیومتریکی و اتمسفری بروی تصویر اعمال گردید (۵) بطور کلی هدف از تصحیح هندسی یک تصویر، انطباق مختصات تصویر با یکی از سیستم های مختصات بین المللی می باشد. در این صورت تصویر تصحیح شده به نقشه های نظیر انطباق می یابد، به عبارت دیگر هر نقطه از تصویر، مختصات جغرافیایی نقطه مورد نظر را روی نقشه خواهد داشت که با روی هم انداختن لایه های وکتور بر روی تصویر، مشاهده شد که تصویر نسبت به زون منطقه (UTM zone 39N) زمین مرجع می باشد و نیازی به تصحیح هندسی آن نیست.

تصحیحات رادیومتریکی شامل آن دسته از تصحیحات می باشند که تنها روی درجه خاکستری تک تک پیکسل های تصویر اعمال می شوند با توجه به نوع داده ها و هدف تحقیق حاضر، دو سری از این تصحیحات شامل الف) تبدیل DN های تصویر به مقادیر بازتاب و ب) تصحیح اتمسفری، بر روی تصاویر اعمال شدند.

تهیه نمونه های آموزشی:

در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای، به منظور استخراج نقشه های پوشش/ کاربری اراضی پس از تعیین کلاس های مربوطه، اقدام به جمع آوری نمونه های آموزشی، طی دو مرحله (قبل و بعد از طبقه بندی) می گردد.

جهت تفکیک کلاس‌ها نمونه‌هایی از انواع پوشش‌ها و کاربری‌های مختلف جهت معرفی به مدل انتخاب می‌شوند. تعداد نمونه‌های آموزشی و روش مورد استفاده در انتخاب نمونه‌ها، دو پارامتری هستند که در اجرای طبقه‌بندی مؤثر هستند. اطمینان از اینکه یک کلاس تعریف شده در مجموعه نمونه‌های آموزشی قابل دسترس باشد، بسیار مهم است. (Jensen, 1996) یکی از موارد بااهمیت دیگر در مرحله نمونه‌برداری، تعداد نمونه‌ها می‌باشد، که بهترین حالت زمانی است که تعداد نمونه‌های آموزشی برای هر کلاس، بین $10N$ تا $100N$ (N تعداد باندهای مورد استفاده در طبقه‌بندی است) باشد (Lillesand, et.al, 2001). بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهند که تعداد نمونه‌ها و دقت، باهم در ارتباط هستند و افزایش تعداد نمونه‌ها تا جایی که به یک سطح اشباع برسد، باعث افزایش دقت شده و از آنجا به بعد افزایش نمونه‌های آموزشی تأثیر کمی بر دقت روش طبقه‌بندی دارد (Foody and Arora, 1997). در برداشت نمونه‌های آموزشی همچنین باید سعی شود که نمونه‌های آموزشی از پراکنش مناسبی در سطح تصویر برخوردار باشند؛ چرا که موقعیت و پراکندگی مناطق آموزشی در سرتاسر تصویر، شانس اینکه این مناطق، نمایانگر کل تغییرات پدیده‌های زمینی باشد را افزایش خواهد داد (Lillesand, et) برای جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی، از روش‌های و شیوه‌های متعددی استفاده شد که عبارت‌اند از:

۱- استفاده از تصاویر رنگی کاذب: به کمک فاکتور شاخص مطلوب مربوط به ترکیب‌های باندهای تصاویر مورد استفاده، ترکیبات رنگی مناسب، جهت بررسی کلاس‌های اطلاعاتی و جمع‌آوری برخی نمونه‌های تعلیمی، تهیه شدند. ۲- استفاده از تصاویر طبقه‌بندی‌شده به طریق نظارت‌نشده: برای این منظور به روش سعی و خطا و دفعات فراوان، تصاویر به صورت نظارت‌نشده طبقه‌بندی شدند و به کمک آن‌ها اطلاعات ارزشمندی در کلاس‌های طیفی و واحدهای فتومورفیک منطقه حاصل شد. ۳- استفاده از تصاویر Google Earth ۳- استفاده از برداشت‌های زمینی با GPS ۴- استفاده از نقشه‌های پایه: شامل نقشه‌های توپوگرافی به مقیاس $1/50000$ و نقشه‌های زمین‌شناسی به مقیاس $1/250000$ مربوط به منطقه مورد مطالعه، که در این حالت با لینک کردن جغرافیایی تصویر و نقشه‌های مربوطه در محیط ENVI، ضمن شناسایی هرچه بهتر منطقه، تعدادی از نمونه‌های آموزشی مربوطه نیز جمع‌آوری گردیدند ۵- گفت‌وگو با افراد محقق آشنا با منطقه مورد مطالعه و سایر متخصصین ۶- استفاده از منابع و مدارک موجود: همچون مقالات و پایان‌نامه‌های مربوطه

تهیه نقشه کاربری اراضی:

طبقه‌بندی تصویر:

به منظور مطالعه دینامیک کاربری اراضی لازم است نقشه‌هایی داشته باشیم که وضعیت کاربری اراضی در زمان‌های مختلف را انعکاس دهد (۱۳) با توجه به هدف اصلی تکنولوژی سنجش از دور که شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قرار دادن آنها در گروه‌ها یا طبقات مشخص است، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به عنوان مهم‌ترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به شمار آورد. (۱۲) طبقه‌بندی تصاویر به عنوان اصلی‌ترین مرحله پردازش تصاویر محسوب می‌شود که بدین روش امکان تبدیل فضای تصویر (بازتابش‌های ثبت شده در

باند‌های مختلف) به فضای واقعی (نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی) ممکن می‌شود. اصولاً طبقه بندی فرآیند دسته بندی پیکسل‌ها در تعداد مشخصی از دسته‌بندی براساس ارزش‌های بازتابی ضبط شده در فضای هر تصویر ماهواره ای است. (۹) نخستین گام طبقه بندی محاسبه احتمال $P(x | w)$ از تابع چگالی نرمال چند متغیره n بعدی رابطه زیر استفاده می‌گردد:

$$P(x|w_i) = (2\pi)^{-f/2} |\sum i|^{-1/2} \exp \left(-\frac{1}{2} (x - m_i)^t \sum_i^{-1} (x - m_i) \right)$$

در این رابطه m_i بردار میانگین، $\sum i$ ماتریس کواریانس داده های کلاس w_i می باشند. f تعداد باند ها و علامت $|\sum i|$ نماد دترمینال است. میانگین و واریانس بر اساس پیکسل های معلوم هر کلاس که در مرحله تمرینی مشخص می‌شوند، انجام می‌پذیرد. (۹)

مراحل کلی طبقه بندی تصویر شامل؛ تعیین یک سیستم طبقه بندی مناسب، پردازش انتخاب نمونه‌های آموزشی (که در مرحله قبل انجام شده است)، انتخاب مناسب روش‌های طبقه بندی و پردازش پس از طبقه‌بندی و ارزیابی دقت و صحت است.

روش طبقه‌بندی نظارت شده:

در این روش طبقه بندی علاوه بر تصاویر ورودی نیاز به یک سری اطلاعات خارجی در باره منطقه و کلاس‌های مورد نظر دارد و دخالت عامل انسانی در آنها یک امر اجتناب ناپذیر است معمولاً این اطلاعات جانبی به صورت یک سری پیکسل معلوم برای هر کلاس می‌باشد که به الگوریتم معرفی می‌شوند الگوریتم طبقه‌بندی با استفاده از این پیکسل های معلوم در مورد بقیه پیکسل های تصویر تصمیم گیری می‌کند. پیکسل معلوم (متناسب به یک کلاس مشخص در منطقه) از طریق بازدید زمینی، نقشه های موجود یا مدارک و اطلاعات دیگر درباره منطقه تعیین می‌شوند. هر طبقه بندی کننده کلاسی را به پیکسل مجهول نسبت می‌دهد که بیشترین گمان برای تعلق پیکسل به آن کلاس وجود داشته باشد طبقه بندی های نظارت شده معمولاً به دنبال وجه تشابهی با پیکسل مجهول و پیکسل های معلوم هر کلاس می‌گردند در واقع پیکسل های معلوم برای هر کلاس نمونه‌ای از آن کلاس می‌باشند که خصوصیات آن را بازگو می‌کنند. (۹) پیکسل هایی هم که به هیچ یک از کلاس ها تعلق نداشته باشند به صورت طبقه بندی نشده باقی خواهند ماند.

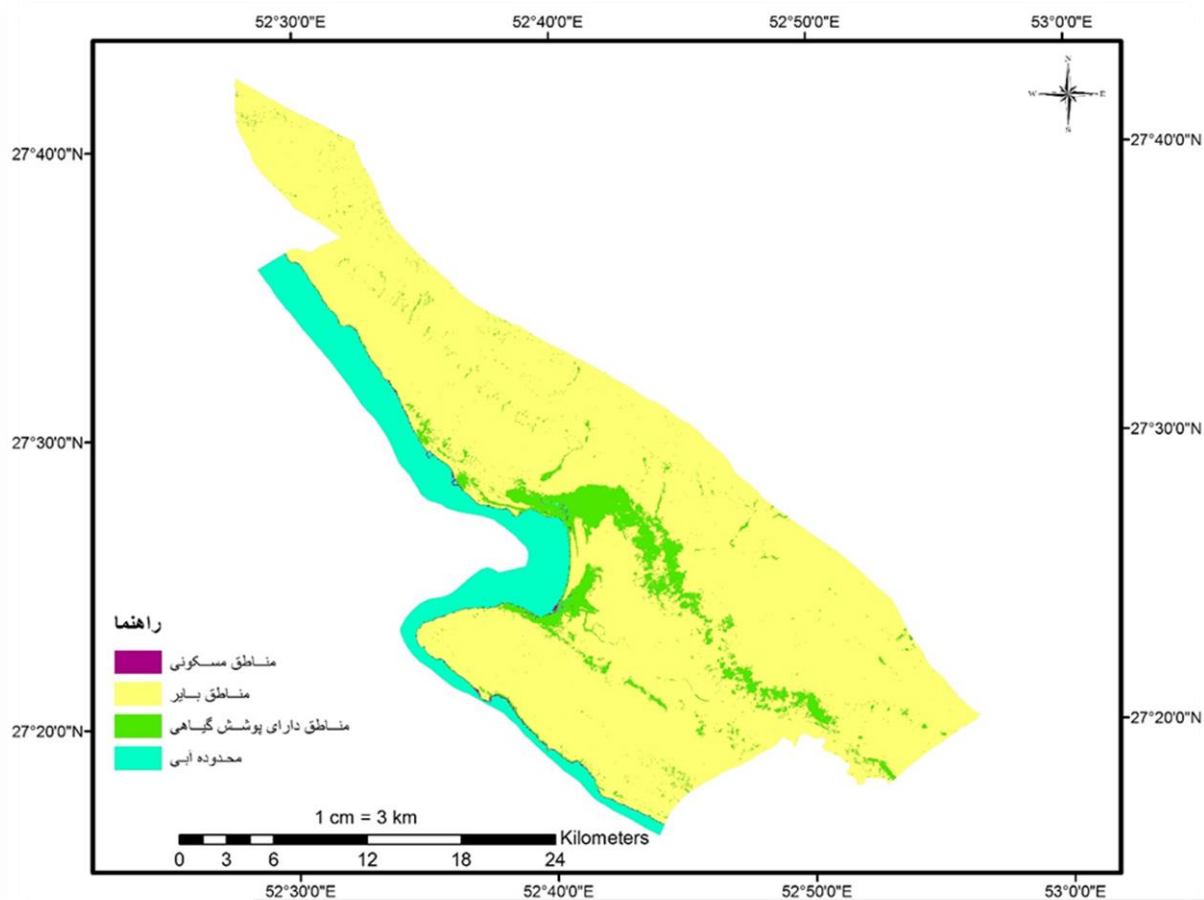
داده‌های کاربری اراضی در این تحقیق طی سه مرحله از تصاویر ماهواره لندست و سنجنده های TM، ETM و OLI بدست آمد. داده‌های اخذ شده در نرم افزار ENVI 5.3 تصحیح هندسی، اتمسفری و پیش پردازش های اولیه لازم روی آنها انجام گردید و در همین نرم‌افزار طبقه‌بندی گردیدند. نرم افزار Envi با الگوریتم Maximum Likelihood یا روش بیشترین شباهت (با استفاده از میانگین و ماتریس کواریانس) تحلیل بهتر و دقیق‌تری از داده های تصاویر بدست داد و در نهایت چهار نوع کاربری شامل: مناطق مسکونی، مناطق بایر، پوشش گیاهی و سطوح آبی با استفاده از نقاط کنترل زمینی و تصاویر حاصل از

Google earth صحت سنجی و نتایج حاصله جهت انجام پردازش های لازم به نرم افزار Arc 10.3 منتقل گردید. صحت سنجی نتایج حاصله از طبقه بندی با برآورد خطای آنها، به روشهای متداولی مانند برآورد ماتریس خطا و تخمین ضریب کاپا و دقت کلی میسر است. در ماتریس خطا (Error Matri)، فایل نمونه برداری متشکل از ارزشهای تمام پیکسلهای کلاسهای تعریف شده، با تصویر طبقه بندی شده حاصل از همان فایل استفاده شده تلافی داده می شود. به عبارتی، این ماتریس نتایج کلاسهای موضوعی حاصله را با نمونه های مشاهداتی مقایسه می کند و تک تک پیکسلهای نمونه برداری شده با کلاسهای طبقه بندی تلافی می یابند و امکان بررسی صحت طبقه بندی فراهم می گردد. (۱۰) در واقع Confusion matrix حاصل مقایسه پیکسل به پیکسل، پیکسل های معلوم (در واقعیت زمینی) با پیکسل های متناظر در نتایج طبقه بندی است (۱۵).

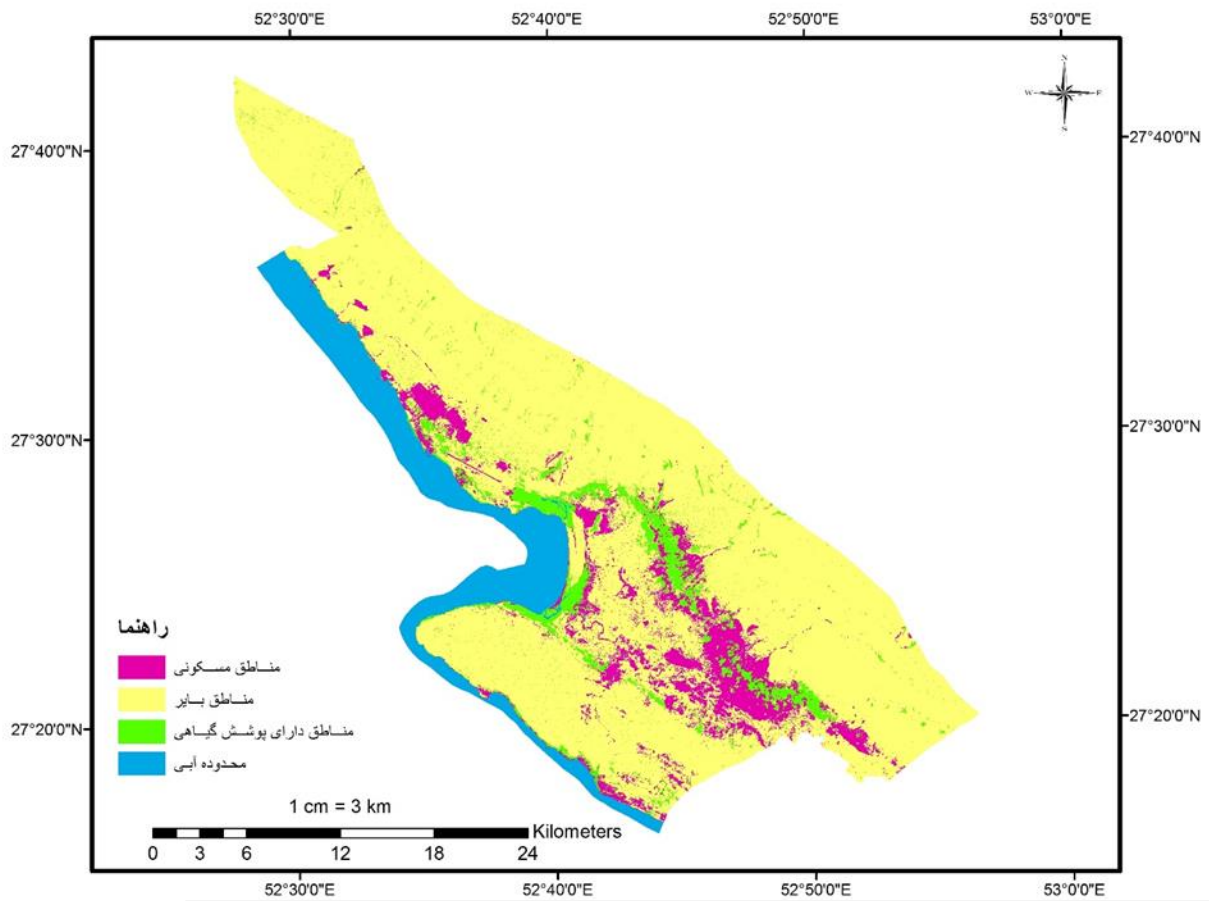
دقت کلی میانگینی از دقت طبقه بندی است که با تقسیم مجموع نتایج صحیح (مجموع اعداد روی قطر ماتریس) بر مجموع پیکسل های معلوم و نمونه های ارزیابی شده به دست می آید.

$$\text{Overall accuracy} = \frac{aa + bb + cc}{\text{total}}$$

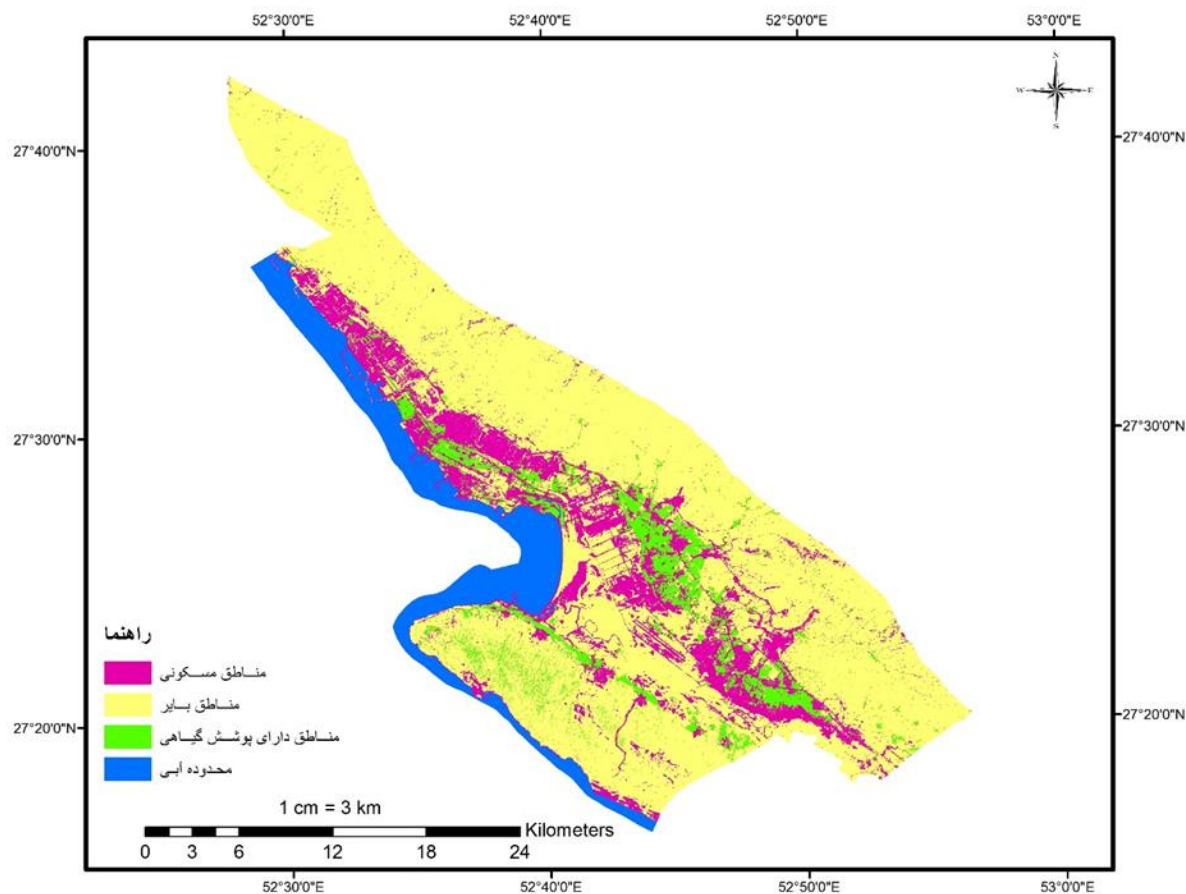
ضریب کاپا دقت طبقه بندی را نسبت به حالتی که یک تصویر کاملاً به صورت تصادفی طبقه بندی می شود به دست می آید. ضریب کاپا، معیاری برای ارزیابی صحت درونی داده است و زمانی که متغیرها به صورت دودویی با دو ماتریس برای تعیین یک شاخص به کار می رود مقادیر تصادفی را در ارزیابی توافق از محاسبات خارج می کند و به همین دلیل نسبت به ضریب درصد توافق از اعتبار بیشتری برخوردار است. چنانچه صحت کلی در نقشه های تولید شده بیش از 70 درصد باشد صحت نقشه های تولیدی قابل اعتماد است. (Chuang, 2011).



شکلا، ۲: نقشه حاصل از طبقه بندی نظارت شده سنجنده TM سال ۱۹۸۴ محدوده مورد مطالعه



شکل ۳: نقشه حاصل از طبقه بندی نظارت شده سنجنده ETM سال ۲۰۰۰ محدوده مورد مطالعه



شکل ۴: نقشه حاصل از طبقه بندی نظارت شده سنجنده OLI سال ۲۰۱۶ محدوده مورد مطالعه

جدول ۲: ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۸۴

Class	baire soile	Vegtati on	water	city
baire soile	۹۷.۴۹	۴.۷۶	۰.۰۶	۰.۰۰
vegetation	۲.۵۰	۹۱.۸۸	۲.۲۲	۰.۰۰
water	۰.۰۰	۰.۵۰	۹۷.۴۵	۲.۲۷
city	۰.۰۰	۲.۷۷	۰.۲۸	۹۷.۷۳
Total	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
Overall Accuracy			۹۶.۵۶%	

Kappa Coefficient	۰.۹۴
-------------------	------

جدول ۳: ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۰

Class	baire soile	vegtati on	wat er	cit y
baire soile	۸۹.۴ ۲	۸.۶۳	۱.۳۳	۰.۰ ۰
vegtati on	۲.۴۶	۸۹.۶۸	۰.۰۰	۱.۳ ۳
water	۰.۰۳	۰.۶۸	۹۳.۹ ۳	۳.۹ ۶
city	۸.۰۹	۱.۰۱	۳.۳۷	۷۶. ۷۹
Total	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
Overall Accuracy			۹۳.۵۸۱۳٪	
Kappa Coefficient			۰.۸۸۰۸	

جدول ۴: ماتریس خطای نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۶

Class	baire soile	vegtati on	water	city
baire soile	۹۲.۷۹	۳.۲۷	۰.۰۱	۸.۸۵
vegtati on	۲.۶۲	۹۴.۶۵	۰.۰۳	۲.۵۸
water	۰.۰۲	۰.۰۰	۹۸.۹۱	۰.۲۶
city	۴.۵۳	۲.۰۸	۱.۰۴	۸۸.۳۱

Total	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
Overall Accuracy			۹۵.۴۹۵۲٪	
Kappa Coefficient			۰.۹۵۱۷	

انتخاب تکنیک پایش تغییرات:

آشکارسازی تغییرات، فرایند تعیین تفاوت‌ها در وضعیت یا حالت یک شیء یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف می‌باشد (Singh, 1989). نتایج طبقه‌بندی سال پایه و سال هدف در نرم افزار ENVI یا ARC با هم همراه با داده‌های تعلیمی به نرم افزار معرفی شدند. تاکنون روش‌های مختلفی از الگوریتم‌های دیجیتال برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از داده‌های سنجش از دور ایجاد شده‌اند. با وجود این دامنه گسترده، روش‌ها به طور اساسی در دو طبقه وسیع خلاصه می‌شوند، آنهایی که آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند و سپس طبقات را مشخص می‌کنند (پیش طبقه‌بندی) و آنهایی که اول طبقات را مشخص می‌کنند و سپس آشکارسازی تغییرات را انجام می‌دهند مانند مقایسه پس از طبقه‌بندی. در رویکرد پیش طبقه‌بندی، روش‌هایی از قبیل تفاضل تصویر (۱۶)، نسبت بانندی (۴)، آنالیز تغییر بردار (۶) طبقه‌بندی چند زمانی مستقیم، تفاضل شاخص پوشش گیاهی (۱۷) و آنالیز مولفه‌های اصلی (۷) توسعه داده شده‌اند. فرض اساسی در این روش‌ها این است که تغییرات کاربری زمین، در نتیجه تفاوت‌های مقادیر بازتاب پیکسل‌ها بین تاریخ‌های مورد نظر است. با این حال، در حالی که این روش‌ها در مکانیابی تغییر کارا هستند، اما نمی‌توانند ماهیت تغییر را شناسایی کنند (18). در حالت عکس، مقایسات پس طبقه‌بندی، تغییرات زمانی را به طور مستقلی بین داده‌های پوشش اراضی طبقه‌بندی شده بررسی می‌کنند. (۴) با وجود مشکلات مربوط به مقایسه‌های پس طبقه‌بندی، از این روش برای پایش تغییرات کاربری اراضی و به طور گسترده برای شناسایی تغییرات کاربری زمین به ویژه در محیط‌های شهری استفاده می‌شود (۸) یکی از روش‌های آشکارسازی پس از طبقه‌بندی، جدول بندی افقی است که در این مطالعه به منظور آشکارسازی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی از این روش استفاده شده است.

جدول ۵: تغییرات کاربری بین سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۰۰ بر حسب پیکسل

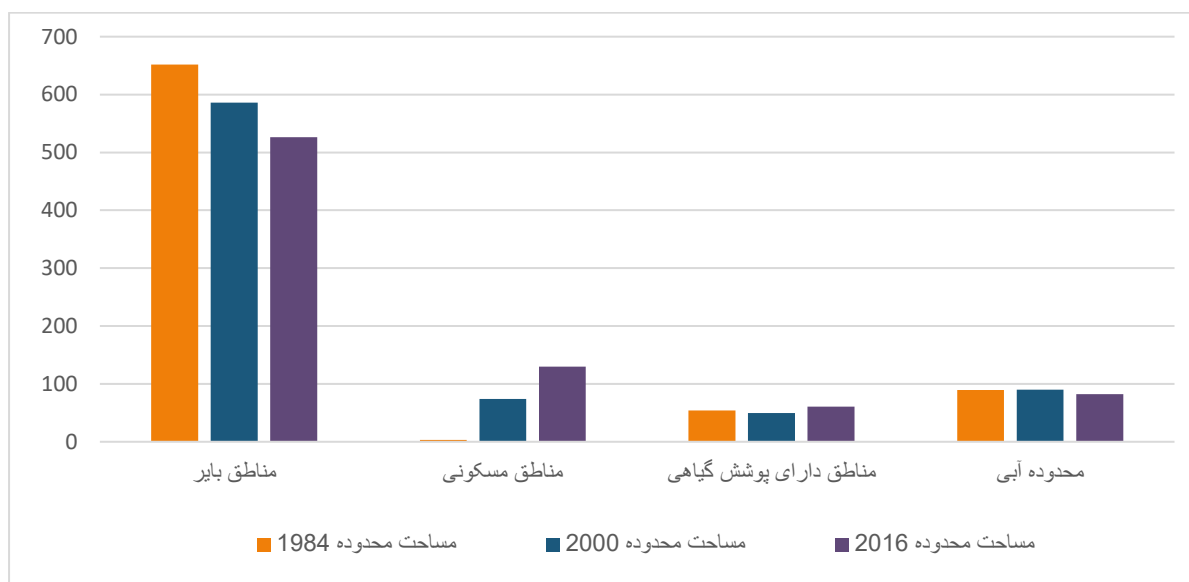
classes	vegetable	city	water	baire soile	Unclassified	Row Total	Class Total
vegetable	۳۰۳۶۳	۹۸۵	۱۰۴۸	۲۶۱۸۹	۰	۵۸۴۹۵	۵۸۴۹۵
city	۱۱۴۲۵	۳۸۹	۲۴۸	۷۲۲۲۳	۰	۸۴۲۸۵	۸۴۲۸۵
water	۴۹۴	۱۰۷۹	۹۸۱۷۵	۲۱	۰	۹۹۷۷۰	۹۹۷۷۰
baire soile	۲۰۲۹۵	۴۳	۲۰	۶۲۵۱۲۰	۰	۶۴۵۴۷۹	۶۴۵۴۷۹
Unclassified	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Class Total	۶۲۵۷۷	۲۴۰۶	۹۹۴۹۲	۷۲۳۵۵۴	۰		
Class Changes	۳۲۲۱۴	۲۰۱۷	۱۳۱۶	۹۸۴۳۴	۰		

classes	vegetable	city	water	baire soile	Unclassified	Row Total	Class Total
vegetable	۲۲۹۴۰	۱۸۳۵۰	۹۲۸	۱۶۲۶۰	۰	۵۸۴۹۵	۵۸۴۹۵
city	۸۸۵۱	۴۲۴۰۰	۱۲۶	۳۲۹۰۸	۰	۸۴۲۸۵	۸۴۲۸۵
water	۳۳۰	۷۲۷۵	۹۰۴۳۲	۱۷۳۲	۰	۹۹۷۷۰	۹۹۷۷۰
baire soile	۳۸۳۳۲	۷۸۳۸۸	۱۰۳	۵۲۸۶۵۰	۰	۶۴۵۴۷۹	۶۴۵۴۷۹
Unclassified	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
Class Total	۷۰۴۵۳	۱۴۶۴۲۱	۹۹۴۹۲	۷۲۳۵۵۴	۰		
Class Changes	۷۴۵۱۳	۱۰۴۰۲۱	۱۳۱۶	۹۸۴۳۴	۰		
Image Difference	۱۱۹۵۸	۶۲۱۳۶	-۸۱۷۶	-۶۵۹۱۸	۰		
Image Difference	-۴۰۸۲	۸۱۸۷۹	۲۸۸	-۷۸۰۷۵	۰		

جدول شماره ۶: تغییرات کاربری بین سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ بر حسب پیکسل

جدول ۷: تغییرات بین سال های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ بر حسب کیلومتر مربع

واحد کاربری اراضی	مساحت محدوده ۱۹۸۴	مساحت محدوده ۲۰۰۰	مساحت محدوده ۲۰۱۶	تغییرات ۱۶ سال اول	تغییرات ۱۶ سال دوم	تغییرات در طول ۳۲ سال
مناطق بایر	۶۵۱.۸۹	۵۸۵.۸۳	۵۲۶.۵۲	-۶۶.۰۶	-۵۹.۳۱	-۱۲۵.۳۷
مناطق مسکونی	۳.۳۰	۷۳.۹۷	۱۲۹.۶۶	۷۰.۶۷	۵۵.۶۹	۱۲۶.۳۶
مناطق دارای پوشش گیاهی	۵۴.۳۹	۴۹.۵۳	۶۰.۵۲	-۴.۸۶	۱۰.۹۹	۶.۱۳
محدوده آبی	۸۹.۶۰	۸۹.۸۳	۸۲.۴۵	۰.۲۳	-۷.۳۸	-۷.۱۵



شکل ۵: تغییرات بین سالهای ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ بر حسب کیلومتر مربع

نتیجه گیری:

در این تحقیق به منظور تهیه نقشه های کاربری اراضی از طبقه بندی نظارت شده و جهت آشکار سازی تغییرات از روش جدول بندی افقی استفاده شد. در این پروژه با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در دو دوره ۱۶ ساله (۱۹۸۴-

۲۰۰۰) و (۲۰۰۰-۲۰۱۶) به عنوان سال پایه و سال هدف نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه گردید که نتایج حاصل از طبقه بندی تصاویر بین ۴ کلاس مناطق بایر، مناطق مسکونی، محدوده آبی و مناطق دارای پوشش گیاهی در جدول (شماره ۷) نمایش داده شده است.

در ۱۶ سال اول بیشترین مساحت مربوط به مناطق بایر (۶۵۱.۸۹) و کمترین مساحت مربوط به مناطق مسکونی (۳.۳۰) بوده است. افزایش مساحت مربوط به مناطق مسکونی و کاهش مساحت مربوط به مناطق بایر (۶۶.۰۶-) و پوشش گیاهی (۴.۸۶-) می باشد.

بیشترین تغییرات نیز مربوط به مناطق بایر و مسکونی بوده است با این تفاوت که منطقه بایر بیشترین کاهش مساحت (۶۶.۰۶-) و منطقه مسکونی بالاترین افزایش مساحت (۷۰.۶۷) را داشته است. در این دوره کلاس آب با ۹۸ درصد بیشترین پایداری کلاس را داشته است و کلاس مسکونی تنها ۱۶ درصد از اراضی و واحدهای سال ۱۹۸۴ را در خود حفظ کرده است و در واقع دارای بیشترین تغییرات بوده است. کمترین تغییرات نیز مربوط به کلاس آب بوده است.

در ۱۶ سال دوم افزایش مساحت مربوط به مناطق مسکونی (۵۵.۶۹) و پوشش گیاهی (۱۰.۹۹) و کاهش مساحت مربوط به مناطق بایر (۵۹.۳۱-) و محدوده آبی (۷.۳۸-) می باشد. با توجه به تفاضل سطوح واحدهای کاربری در منطقه مورد مطالعه براساس نتایج بدست آمده در دوره ۳۲ ساله بیشترین کاهش مساحت مربوط به مناطق بایر (۱۲۵.۳۷-) و بیشترین افزایش مساحت نیز مربوط به مناطق مسکونی (۱۲۶.۳۶+) بوده است.

نتایج بدست آمده در هریک از جداول فوق نشان دهنده تغییرات کاربری اراضی در هر یک از کلاس ها در سال هدف نسبت به سال پایه می باشد. در سال ۲۰۱۶ کلاس آب همچنان با ۹۸ درصد بیشترین پایداری کلاس را داشته است و کلاس مسکونی با ۴۲.۴۳ درصد افزایش محدوده دارای بیشترین تغییرات و رشد بوده است و زمین های بایر با ۱۱- درصد تغییرات بیشترین کاهش محدوده را داشته است. آنچه به عنوان تغییر قابل توجه دوره اول را نسبت به دوره دوم متمایز نموده است استحصال دریا و کاهش محدوده آبی منطقه مورد نظر و تبدیل آن به خشکی و محدوده مسکونی بوده است. ایجاد بنادر و اسکله ها در نواحی ساحلی مهمترین عامل پیشروی خشکی در دریا در نواحی ساحلی عسلویه می باشد.

در دوره ۱۶ سال اول محدوده مطالعه شده تغییرات دارای روندی تند بوده و این تغییرات تقریباً با همان روند در دوره دوم نیز ادامه یافته است. این تفاوت که روند تبدیل کلاس آب به مسکونی و استحصال آب به خشکی (۷.۳۸- کیلومتر مربع) نیز به تبدیل کلاس ها اضافه شده است.

بیشترین تبدیل کلاس ها و تغییرات از زمین های بایر و کشاورزی به مناطق ساخته شده شامل پالایشگاه ها، اسکله ها، خانه های مسکونی، فرودگاه ها، راه ها و... می باشد. به طور کلی می توان گفت در یک دوره ۳۲ ساله از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ ساخت و سازها و تغییرات بدون برنامه ریزی متوازن، بدون و بدون در نظر گرفتن آسیب های زیست محیطی در منطقه مورد مطالعه ادامه داشته است و طرح هایی 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 (Sorensen, ۱۹۹۳) به نظر می رسد اتخاذ نشده است. شناخت روند حاکم بر نواسانات و تغییرات نواحی ساحلی از مهمترین پارامترهای مورد نیاز مدیریت نواحی است و اجرای ICZM مستلزم شناخت نوع رژیم تغییرات نواحی و خطوط ساحلی و نرخ آن می باشد تا با اعمال روش های حفاظت نواحی ساحلی علاوه بر حفظ منابع طبیعی، تاسیسات و ابنیه ساحلی را از تخریب و ناپایداری حفاظت کرده و توسعه پایدار این نواحی را تضمین نمود.

منابع:

- ۱- احمدیان. رضا و شامی. محمدرضا، ۱۳۹۳، بررسی نقش و اثر مناطق آزاد بر ICZM (مطالعه موردی منطقه آزاد انزلی) همایش ملی توسعه پایدار فضایی در سواحل دریای خزر
- ۲- مهدوی. علی، فتحی زاده. حسن، شتایی جویباری. شعبان، ۱۳۹۳، ارزیابی و تحلیل انواع روش های آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی / پوشش گیاهی (مطالعه موردی: جنگلهای حفاظت شده مانشت استان ایلام)
- ۳- خیر خواه زرکش. میر مسعود، حسین زاده آزاد. فرهاد، ۱۳۹۵، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده تکنولوژی RS و GIS
- ۴- شجاعیان. ع، ۱۳۸۳، کاربرد تکنیک های سنجش از دور و Gis در بررسی تغییرات کاربری اراضی کشاورزی دزفول و حومه بین سالهای 2002-1991 پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران، اهواز 100 صفحه.
- ۵- نگهبانی. س، ۱۳۸۵، الگوریتم های آشکارسازی در تصاویر فراطیفی. پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، 110 صفحه.
- ۶- گرامی. و، ۱۳۹۰، تغییرات کاربری اراضی منطقه گتوند- طی سال های 2000 تا 2010 با استفاده از تصاویر ETM و OLI, پایان نامه کارشناس GIS ارشد، دانشگاه شهید چمران، اهواز 98 صفحه.
- ۷- نوروزی. م، ۱۳۹۱، بررسی و پیشبینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل) مطالعه موردی: بخشی از حوضه آبخیز تجن و سیاهرود. (پایاننامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری 93 صفحه.

- ۸- رضایی مقدم، م. ح.، م. رضایی بنفشه، ب. فیضی زاده و ح. نظمفر. 1389. طبقه بندی پوشش اراضی / کاربری اراضی بر اساس تکنیک شیء گرا و تصاویر ماهواره‌های، مطالعه موردی: استان آذربایجان غربی. پژوهش‌های آبخیزداری صفحه ۱۹-۳۲
- ۹- فاطمی، رضایی- مبانی سنجش از راه دور، ۱۳۹۱، ص ۱۹۵
- ۱۰- علوی پناه، سید کاظم و مسعودی، مسعود، ۱۳۸۰، تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده داده‌های رقومی ماهواره لندست و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه موک استان فارس)، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال هشتم، شماره اول، صص ۶۵-۷۶۱۲
- 11- Anna Butt, Rabia Shabbir, Sheikh Saeed Ahmad, Neelam Aziz, 2015, Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan
- 12- Masser I. 2001. Managing our urban future: the role of remote sensing and geographic information systems. *Habitat International*, 25(4): 503-512.
- 13- Yeh AGO, Li X. 2001. Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(1): 83-90.
- 14- Lu D, Weng Q. 2007. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5): 823-870
- 15- Hartter J, Lucas C, Gaughan AE, Aranda LL. 2008. Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Applied Geography*, 28(2): 134-149.
- 16- Li X, Yeh AGO. 1998. Principal component analysis of stacked multi-temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19(8): 1501-1518
- 17- Johnson RD, Kasischke ES. 1998. Change vector analysis: A technique for the multispectral monitoring of land cover and condition. *International Journal of Remote Sensing*, 19(3): 411-426.
- 18- Oñate-Valdivieso F, Sendra JB. 2010. Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios for hydrological modeling. *Journal of Hydrology*, 395(3-4): 256-263.