

طبقه‌بندی و تحلیل روند تغییر کاربری اراضی محیط شهری با استفاده از تصاویر چند

زمانه لندست: مطالعه موردی در منطقه بوشهر

فاضل امیری و طیبه طباطبایی^۱

دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

famiri@iaubushehr.ac.ir

استادیار گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

tabatabaie@iaubushehr.ac.ir

دریافت: شهریور ۱۳۹۹ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۹

چکیده

با توجه به رابطه پیچیده بین کاربری اراضی و عوامل محیطی که بر معیشت انسان تأثیر می‌گذارد، پایش تغییرات و تهیه نقشه کاربری اراضی برای بسیاری از مطالعات از جمله برنامه ریزی شهری، تغییرات آب و هوایی و نظارت بر محیط زیست مهم است. در این مطالعه نقشه تغییرات کاربری اراضی منطقه بوشهر با روش طبقه‌بندی نظارت شده و بر روی سه تصویر لندست در زمان‌های (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸) تهیه گردید. طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از بارزسازی تصاویر و تفسیر بصری بهبود یافت. هشت طبقه کاربری اراضی شناسایی و نقشه آن‌ها تهیه گردید. نتایج نشان داد که تغییر کاربری که طی سه دهه گذشته اتفاق افتاده، به طور موثری بر تغییرات کاربری اراضی منطقه اثر گذاشته است. روند تغییرات کاربری در دوره مطالعه نشان می‌دهد که اراضی کشاورزی با مساحت ۲۹/۰۷ هکتار و درصد تغییرات ۳۰/۱۹ و اراضی مسکونی با مساحت ۱۵/۷۸ هکتار و درصد تغییرات ۱۶/۳۹ روند افزایش را نشان داده است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱-، اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد تغییرات ۱۲/۱۱- و شن زارها ۵/۲۱ هکتار با درصد ۵/۴۱- کاهش داشته است. افزایش در سطح کاربری کشاورزی و مسکونی قابل ملاحظه بود، درحالی‌که از سطح اراضی بایر، شوره‌زار و شن زار کاسته شده است. این تغییرات در کاربری اراضی، در اثر سیاست‌های منطقه‌ای و افزایش فعالیت‌های انسانی (فعالیت کشاورزی و ساخت‌وساز) اتفاق افتاده است. با مشخص شدن این تغییرات، سیاست‌های لازم برای مدیریت بهتر کاربری اراضی ارائه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: روند تغییرات، ارزیابی چند زمانه، تصویر چندطیفی، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی

^۱ - آدرس نویسنده مسئول: گروه محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.

مقدمه

روش‌های متعددی برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی استفاده شده است که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی^۲، تفاضل تصاویر^۳، آنالیز مؤلفه‌های اصلی^۴ و شاخص‌های تفاضل گیاهی^۵ اشاره کرد. طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی مورد استفاده قرار گرفته است (شیفراو و همکاران، ۲۰۱۹؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۹). روش طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی که به عنوان دقیق‌ترین روش پایش تغییرات شناخته می‌شود، با مقایسه مقادیر مستقل طبقات تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف، تغییرات کاربری اراضی را پایش می‌نماید (ال-کاوی و همکاران، ۲۰۱۱). با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی، مشکلات مربوط به استفاده از تصاویر چند زمانه که در شرایط مختلف جوی و شرایط محیطی متفاوت اخذ شده‌اند، کاهش می‌یابد. داده‌های زمان‌های مختلف به طور جداگانه طبقه‌بندی می‌شوند و از این رو، بازتاب داده‌های زمان‌های مختلف برای مقایسه مستقیم، با استفاده از روش‌های بارزسازی تصویر و تفسیر چشمی اصلاح می‌گردد. از دیگر مزیت‌های این روش تلفیقی نشان دادن ماهیت تغییرات است. این روش نه تنها مکان تغییرات را، بلکه اطلاعات مربوط به تغییرات از یک کاربری به کاربری دیگر را نیز مشخص می‌کند (ادهکاری و همکاران، ۲۰۱۹).

جهت مطالعه پایش تغییرات، داده‌های ماهواره‌ای، به دلیل ثبت مداوم و در دسترس بودن قابلیت استفاده بیشتری دارند. با استفاده از تصاویر لندست می‌توان کاربری اراضی مناطق وسیع را برای دوره‌های طولانی مدت را پایش نمود (فو و همکاران، ۲۰۱۹؛ گرویدنارو و همکاران، ۲۰۱۹؛ کیش و همکاران، ۲۰۱۹). شالابی و تاتیشی (۲۰۰۷) انواع کاربری اراضی در مناطق ساحلی مصر را با استفاده از تصاویر لندست ETM+/TM شناسایی کردند. آن‌ها با

پایش تغییرات، فرآیندی جهت شناسایی تفاوت‌های وضعیت یک پدیده در زمان‌های مختلف است. تشخیص بسیاری از تغییرات مانند تغییر سواحل و توسعه شهری (شالابی و تاتیشی، ۲۰۰۷؛ رابرت و همکاران، ۲۰۱۹)، تغییر الگوی چشم‌انداز شهری (یانگ و همکاران، ۲۰۱۹؛ فو و همکاران، ۲۰۱۹) و تکه‌تکه شدن چشم‌انداز و زیستگاه (وانگ و همکاران، ۲۰۱۹) با مطالعه تغییرات کاربری اراضی^۱ ممکن می‌شود. اطلاعات مداوم و دقیق در مورد تغییرات کاربری اراضی برای هر نوع برنامه توسعه پایدار که در آن کاربری اراضی به عنوان یکی از معیارهای اصلی می‌باشد، بسیار مهم است؛ بنابراین، تجزیه و تحلیل و نقشه‌برداری از وضعیت فعلی کاربری اراضی و همچنین تغییرات کاربری اراضی در طول زمان به عنوان ابزاری مهم برای شناخت بهتر و ارائه راه حل برای مشکلات اجتماعی، اقتصادی و محیطی شناخته شده است (گارسیا-آلوارز و همکاران، ۲۰۱۹؛ شیفراو و همکاران، ۲۰۱۹).

سنجش از دور ماهواره‌ای رایج‌ترین منبع داده برای پایش، اندازه‌گیری و نقشه‌برداری از الگوهای تغییرات کاربری اراضی به دلیل کسب اطلاعات تکراری، رقومی بودن مناسب برای پردازش کامپیوتری و روش‌های دقیق تعیین موقعیت جغرافیایی است (ام، ۲۰۱۹). پایش تغییرات و ارزیابی از طریق سنجش از دور شامل استفاده از تصاویر چند زمانه برای ارزیابی تغییرات رخ داده در کاربری اراضی تحت شرایط متفاوت محیطی و اقدامات انسانی است (علام و همکاران، ۲۰۱۹؛ آروالو و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده مؤثر از سنجش از دور ماهواره‌ای برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی بستگی به درک کافی از ویژگی‌های چشم‌انداز، سیستم‌های تصویربرداری و روش مورد استفاده بسته به هدف از تجزیه و تحلیل دارد (کیش و همکاران، ۲۰۱۹؛ ایوانز و مالکام، ۲۰۱۹).

^۴ - Principle components analysis (PCA)

^۵ - Vegetation index differencing

^۱ - Land use (LU)

^۲ - Post classification comparison (PCC)

^۳ - Image differencing

هکتاری، بیشترین تغییرات را داشته است. در رتبه بعدی، اراضی کشاورزی قرار دارد که افزایش بیش از ۱۵ هزار هکتاری (دو برابری) را نشان می‌دهد که دلیل آن افزایش جمعیت و وجود منابع آبی کافی در این ناحیه می‌باشد. کاربری مرتع فقیر نیز روند افزایشی حدود ۱/۵ برابری را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده تخریب مراتع متوسط می‌باشد. میزان دقت کل (۹۰-۹۰) و ضریب کاپا (۹۵-۹۰) نشان‌دهنده دقت بسیار بالای این روش در تعیین کاربری اراضی می‌باشد. صالحی و همکاران (۱۳۹۸) به پیش‌بینی تغییرات کاربری و پوشش اراضی در دوره ۲۸ ساله (۲۰۱۴-۱۹۸۶) با داده‌های چند زمانه لندست در حوزه آبخیز صفارود-رامسر استان مازندران پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که در این فاصله زمانی، وسعت اراضی جنگلی به میزان ۱۰/۲۶ درصد کاهش و ۳/۲۷ درصد مساحت مناطق مسکونی افزایش یافته است. اسدی و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از قابلیت روش سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، تغییرات کاربری اراضی شهر قائن به منظور تخمین افزایش سطح مجموعه شهری و میزان کاهش اراضی کشاورزی و باغی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ را بررسی و تأثیر آن بر مخاطرات ژئومورفولوژیکی از جمله گسل، آبراهه و سنگ شناسی در منطقه را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج تحقیق نشان داد که طی سال‌های ۱۳۷۹، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۶ مساحت کاربری محدوده‌های ساخته‌شده در شهر قائن افزایش داشته و این افزایش سبب نزدیک‌شدن شهر به سازندهای رسی، گسل‌ها و آبراهه اصلی شده است؛ به طوری که مساحت اراضی ساخته‌شده (۱۱۴/۸۴ درصد)، باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی (۹۹/۱ درصد)، زمین‌های بایر (۹۹/۷۱ درصد) و مراتع (۹۹/۹۴ درصد) تغییر خواهد کرد. سودایی‌زاده و جبالی (۱۳۹۹) تغییرات سطح اراضی کشاورزی بخشی از دشت جیرفت کرمان طی ۲۲ سال با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و OLI را بررسی نمودند. در بررسی از روش طبقه‌بندی نظارت شده و روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی استفاده کردند.

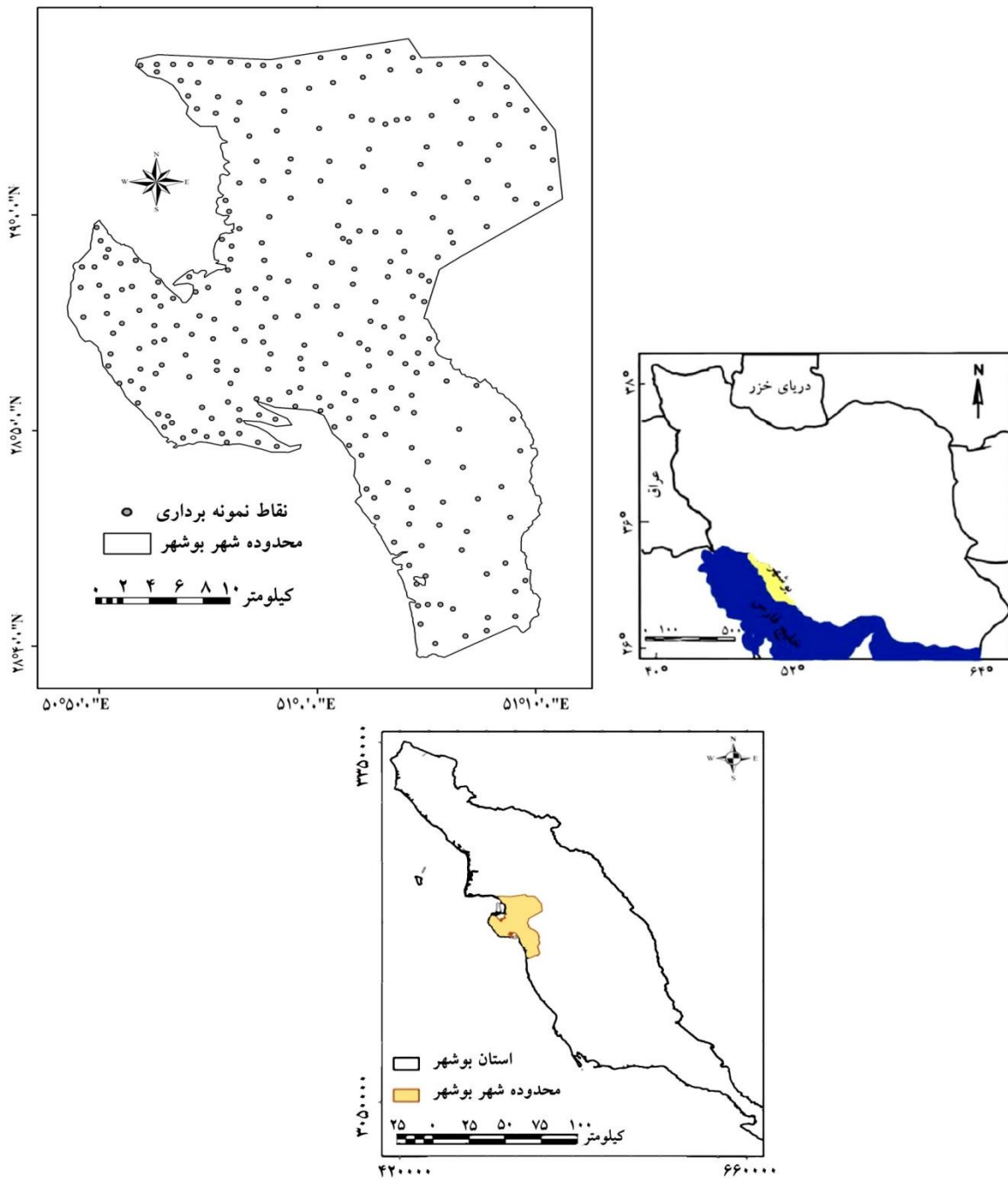
استفاده از ترکیب روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و تفسیر چشمی، دقت طبقه‌بندی را تا ۱۰٪ افزایش دادند. گائو و لیو (۲۰۱۰) با پیش‌دو تصویر لندست با فاصله زمانی ۱۰ ساله روند بلندمدت تخریب اراضی ناشی از آب شدن و شور شدن خاک در شمال شرقی چین است را بررسی کردند. بکل و همکاران (۲۰۱۹) از پنج تصویر لندست برای پیش‌کاربری اراضی در طول سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۸ در منطقه ای در اتیوپی با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده پرداختند. ین و همکاران (۲۰۱۸) از تصاویر چند زمانه لندست برای تهیه نقشه اراضی کشاورزی ره‌اشده استفاده کردند. نتیجه مطالعه آن‌ها نشان داد که امکان تهیه نقشه اراضی کشاورزی ره‌اشده و تفکیک این اراضی از زمین‌های تحت کشت، اراضی آیش و مناطق فعال کشاورزی با صحت کلی ۹۷٪ وجود دارد. یانگ و همکاران (۲۰۱۹) با ارزیابی تصاویر چند زمانه لندست به بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی و مناطق شهری در کوه فیدین و حومه چین پرداختند. نتایج نشان داد که منطقه شهری بر اساس ساخت-وساز در بیست سال گذشته به سرعت در حال افزایش بوده است که این توسعه عمدتاً تحت تأثیر عواملی مانند توسعه اقتصادی و سیاست‌گذاری بوده است. محمودی و امین‌خواه (۱۳۹۷) برای تهیه نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز سد گاوشان از تصاویر ماهواره لندست ۸ و شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. کلاس کاربری در هر نقطه با پیمایش صحرائی و یا با استفاده از تصاویر گوگل ارث مشخص گردید. نقشه تولیدی با صحت کلی ۷۸/۵ درصد و ضریب کاپای ۶۸/۵ درصد از صحت بالایی برخوردار بود. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و تصاویر ماهواره لندست ۸ امکان خوبی را برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با صحت بالا فراهم می‌آورد. خنامانی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت برتش در شهرستان دهلران استان ایلام طی دوره ۲۶ ساله (۱۳۶۷ تا ۱۳۹۳) با استفاده از داده‌های لندست پرداختند. نتایج روند تغییرات کاربری اراضی نشان داد که کاربری مرتع متوسط با کاهش بیش از ۲۱ هزار

با توجه به رابطه پیچیده بین کاربری اراضی و عوامل محیطی که بر معیشت انسان تأثیر می‌گذارد، پایش تغییرات و تهیه نقشه کاربری اراضی برای بسیاری از مطالعات از جمله برنامه‌ریزی شهری، تغییرات آب و هوایی و نظارت بر محیط زیست مهم است. اطلاعات مداوم و دقیق تغییرات کاربری اراضی برای هر نوع برنامه توسعه پایدار که در آن کاربری زمین به عنوان یکی از معیارهای اصلی می‌باشد، بسیار مهم است. گسترش مناطق شهری تا حدودی به دلیل رشد سریع جمعیت، باعث ایجاد تغییرات چشمگیر در کاربری اراضی محلی در محیط شهری شده است. این تغییرات سریع و گسترده مکانی باعث برنامه‌ریزی برای تهیه و تعیین کمیت تغییرات در کاربری اراضی در طول زمان، به ویژه در مناطقی که بیشترین نرخ تغییر را دارند، می‌شود. گسترش سریع شهری در ایران به ویژه در شهرهایی که در منطقه ساحلی واقع شده‌اند مشاهده شده است. در طول یک دهه گذشته، فشارهای ناشی از شهرنشینی باعث ایجاد انگیزه در برنامه ریزان و مدیران شهری برای ارزیابی میزان توسعه شهری شده است. در سال‌های اخیر، کاربری اراضی و مساحت شهر بوشهر به طور چشمگیری تغییر یافته است؛ گسترش پراکنده شهر و

تغییر کاربری اراضی پیامدهای مختلف اقتصادی، زیست-محیطی و اجتماعی را برای شهر در پی داشته است؛ بنابراین هدف از این مطالعه، تهیه نقشه و پایش تغییرات کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی نظارت شده و با تصاویر لندست TM، ETM⁺، OLI است. همچنین با استفاده از بازسازی تصاویر و تفسیر چشمی، میزان تغییرات مکانی اراضی شهر بوشهر و تعیین دلیل تغییرات از طریق مقایسه مکانی نقشه-های کاربری اراضی تولید شده انجام شد و در نهایت ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده داده‌های چند زمانه لندست (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸) و ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر چند زمانه و تشخیص تغییرات انجام گردید.

منطقه مورد مطالعه

شهرستان بوشهر در ساحل شمالی خلیج فارس، با ابعاد ۲۰ در هشت کیلومتر با مساحت ۱۰۱۱/۵ کیلومتر مربع و با متوسط حداقل دما ۱۸/۱ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر دمای ۳۳ درجه سانتی‌گراد، میزان رطوبت نسبی بین ۵۸-۷۵ درصد و متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۲ میلی‌متر در موقعیت جغرافیایی ۵۰°۵۰' تا ۵۱°۱۰' طول شرقی و ۲۸°۴۰' تا ۲۹°۰۰' عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط تعلیمی

وجود سطر و ستون تصاویر و طول (X) شش رقمی و عرض (Y) هفت رقمی و به منظور اطمینان بیشتر از روی هم‌گذاری لایه‌های رقمی خطی (جاده‌ها) از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ منطقه نیز استفاده گردید. سری زمانی تصاویر لندست از مجموعه داده‌های لندست تهیه شد. تمام باندهای قابل مشاهده و مادون قرمز (به جز مادون قرمز

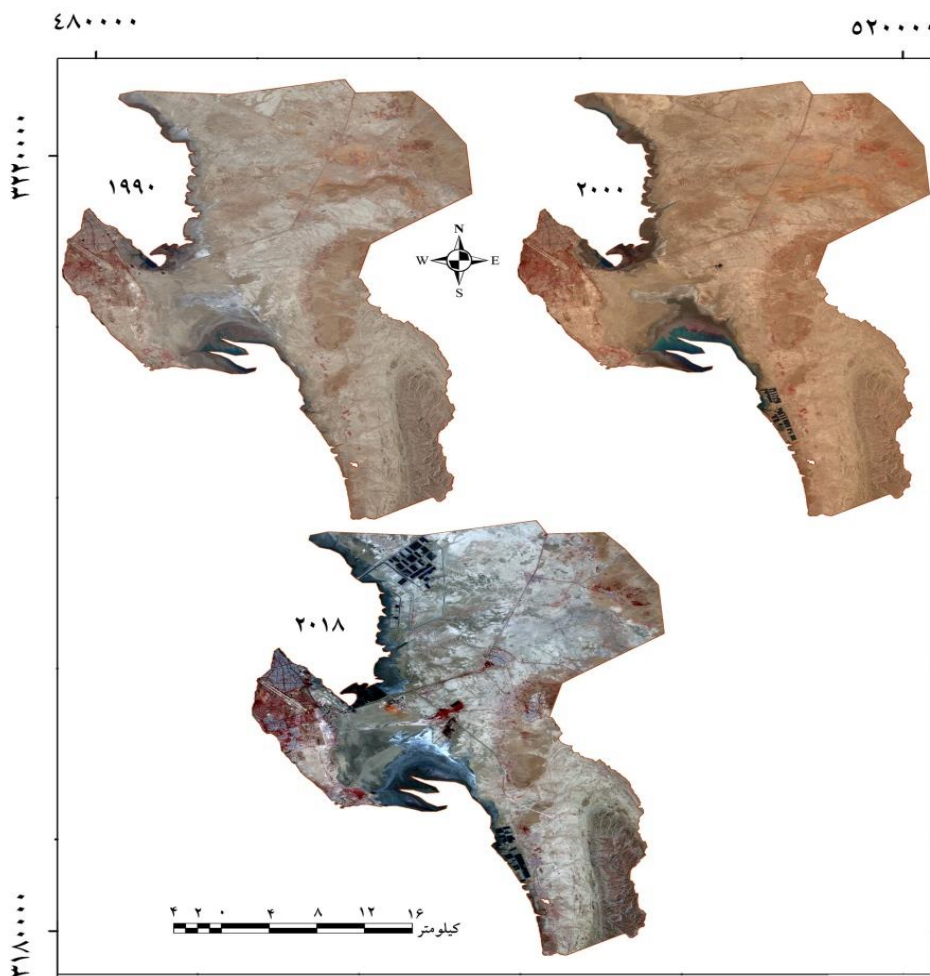
داده‌های مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل سه تصویر لندست، با سنجنده‌ها و تاریخ به ترتیب: TM (۲۰۱۸/۸/۲۷) OLI و (۲۰۰۰/۸/۴) ETM⁺، (۱۹۹۰/۸/۹) است، (شکل ۲ و نقشه‌های توپوگرافی رقمی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰). جهت تصحیح هندسی تصاویر

حرارتی) در تجزیه و تحلیل استفاده گردید. در آبان ماه ۱۳۹۷ (۲۰۱۸)، ۲۸۰ نقطه تعلیمی در هر منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شد. از نقشه‌های توپوگرافی و رقومی و ۲۸۰ نقطه برداشت زمینی به عنوان داده‌های مرجع برای طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی استفاده شد (جدول ۱).

جدول ۱- داده‌های مورد استفاده در مطالعه

سال	مسیر	مقیاس/اندازه پیکسل	نوع داده	منطقه مطالعه
۱۳۹۷	-	۱:۲۵۰۰۰	شیت‌های رقومی توپوگرافی	
-	-	۱:۵۰۰۰۰	نقشه‌های توپوگرافی	
۱۹۹۰	۴۱ row- ۱۶۳Path	۲۸/۵ متر	تصویر TM لندست	محدوده شهر
۲۰۰۰	۴۱ row- ۱۶۳Path	۲۸/۵ متر	تصویر ETM+ لندست	بوشهر
۲۰۱۸	۴۱ row- ۱۶۳Path	۳۰ متر	تصویر لندست-OLI ۸	
۱۳۹۷	-	۲۸۰ نقطه	نقاط برداشت میدانی	



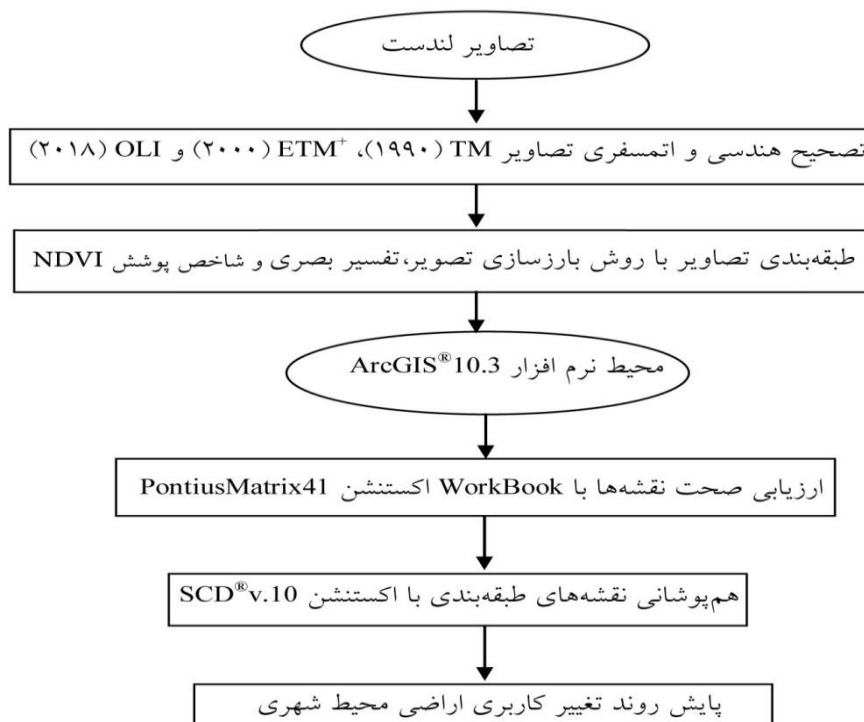
شکل ۲- ترکیب رنگ کاذب تصاویر لندست انتخاب شده با ترکیب باندهای ۴، ۲، ۳

استفاده در این مطالعه شامل تصحیح هندسی، تصحیح اتمسفری و بهبود و تفسیر چشمی تصاویر است. مراحل انجام تحقیق در شکل ۳ ارائه شده است. انجام تصحیح هندسی و اتمسفری جهت تشخیص و پایش تغییرات

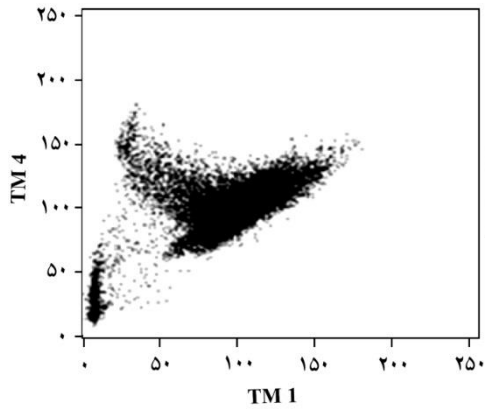
روش تحقیق
پیش پردازش تصاویر ماهواره‌ای قبل از تشخیص روند تغییرات ضروری است و هدف ایجاد ارتباط بین داده‌ها و پدیده‌های بیوفیزیکی است (ام، ۲۰۱۹). روش مورد

در عملیات طبقه‌بندی نقش مؤثری ندارند و انتخاب حداقل تعداد باندهایی است که زمان و هزینه فرآیند طبقه‌بندی را کاهش داده و منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی گردد. در این مرحله پس از پیاده‌سازی نمونه‌های تمرینی بر سطح تصویر و کسب اطمینان از تفکیک‌پذیری کاربری‌ها، باندهای مناسب برای طبقه‌بندی انتخاب گردید. در انتخاب بهترین ترکیب باندی برای طبقه‌بندی علاوه بر تحلیل مشخصات آماری کلاس‌ها، از روش گرافیکی شامل تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی کلاس‌های کاربری اراضی و همچنین ارزیابی هیستوگرام همبستگی باندها نسبت به یکدیگر نیز استفاده شد. پس از انتخاب بهترین ترکیب باندی و ارزیابی هیستوگرام همبستگی باندهای منتخب اقدام به طبقه‌بندی تصویر شد. تحلیل مشخصات آماری کلاس‌ها و تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی کلاس‌ها ترکیب باندی ۲-۳-۴ را به عنوان مناسب‌ترین باندها برای طبقه‌بندی تصاویر پیشنهاد نمود (شکل‌های ۴، ۵ و ۶).

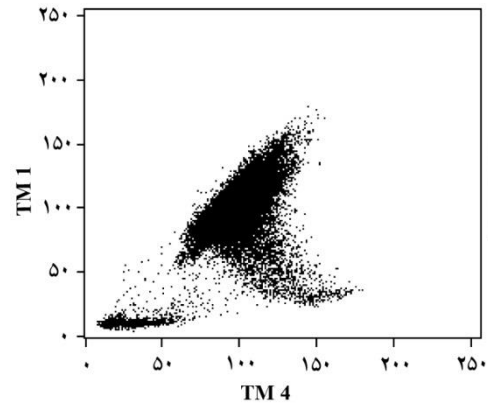
ضروری است (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). انجام تصحیح اتمسفری در مواردی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مدنظر است جهت تشخیص و پایش تغییرات ضروری است. تصحیح هندسی تصاویر ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ به تصویر ۲۰۱۸ با استفاده از خطای جذر میانگین مربعات $RMSE < 0.5$ تصحیح شد. تصویر ۲۰۱۸ با استفاده از ۲۸۰ نقطه کنترل زمینی با سامانه موقعیت یاب جهانی (گارمین مدل GPS-MAP 78s با دقت مکانی یک متر و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰ با خطای جذر میانگین مربعات $RMSE < 0.3$ زمین مرجع زمین شد. انجام تصحیح اتمسفری در مواردی که مقایسه و تجزیه و تحلیل تصاویر چند زمانه مدنظر است جهت تشخیص و پایش تغییرات ضروری است. جهت تصحیح اتمسفری از روش هیستوگرام استفاده شد. در این روش، هیستوگرام‌های باندها به صورت مجزا محاسبه و ترمیم گردید (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). هدف از این مرحله حذف آن دسته از باندهایی است که از حیث تفکیک کلاس‌های نمونه‌برداری



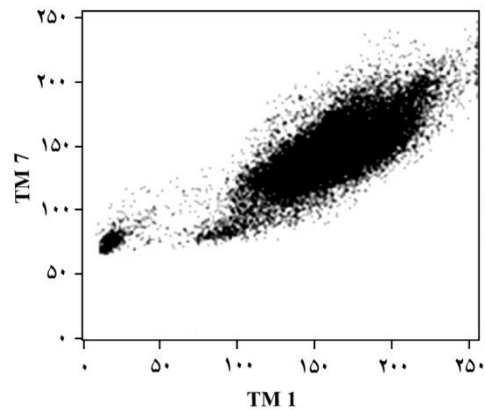
شکل ۳- مراحل انجام تحقیق



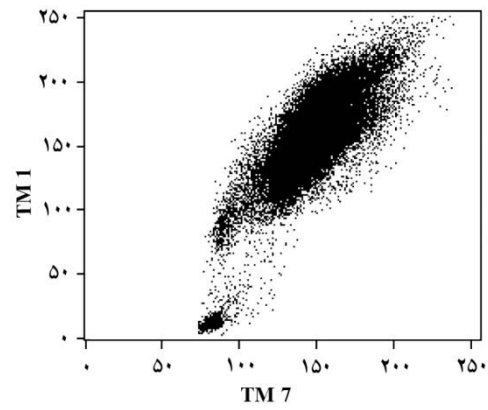
ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴

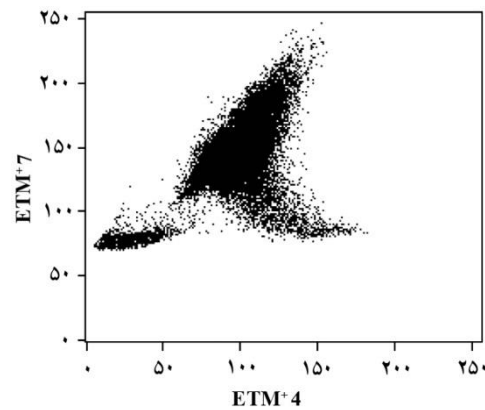


د. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷

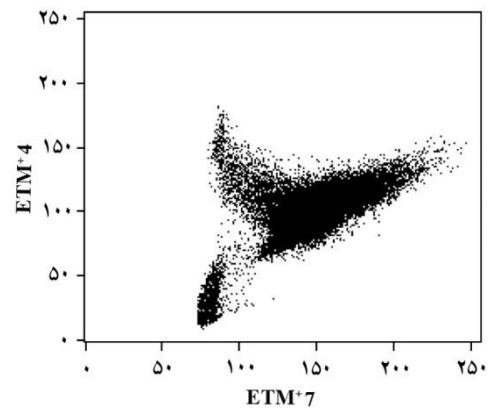


ج. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷

شکل ۴- نمودار همبستگی باندهای تصویر TM (۱۹۹۰)

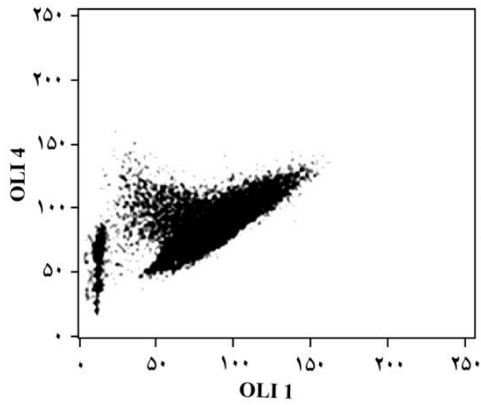


ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

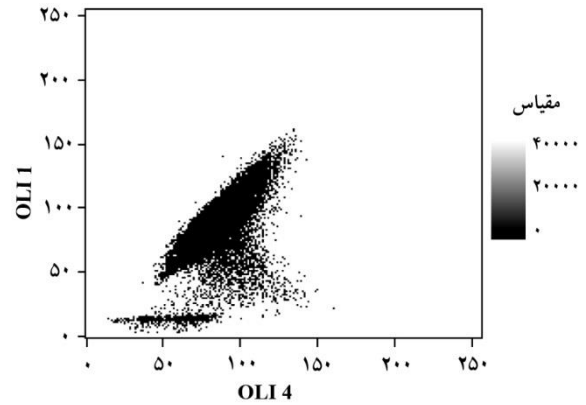


الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

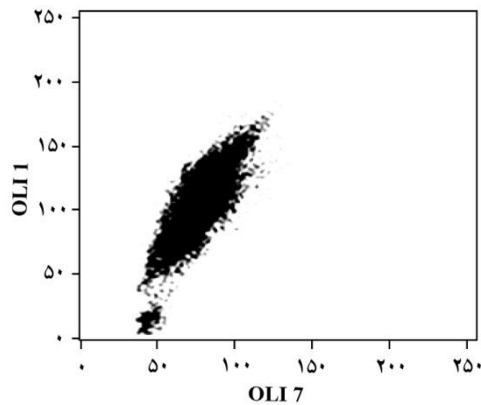
شکل ۵- نمودار همبستگی باندهای تصویر ETM+ (۲۰۰۰)



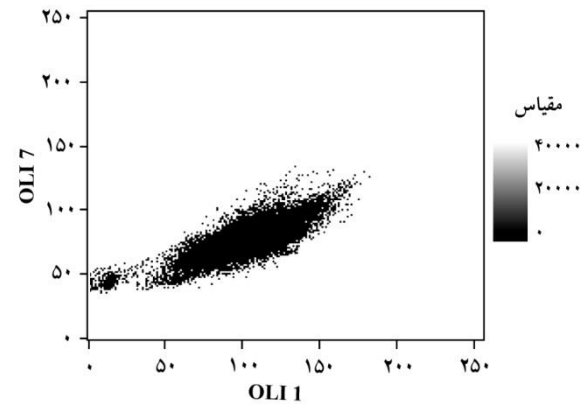
ب. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



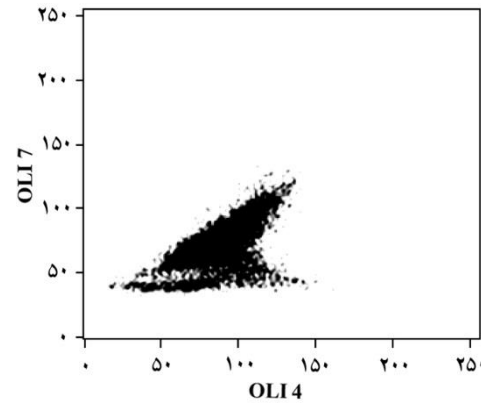
الف. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۴



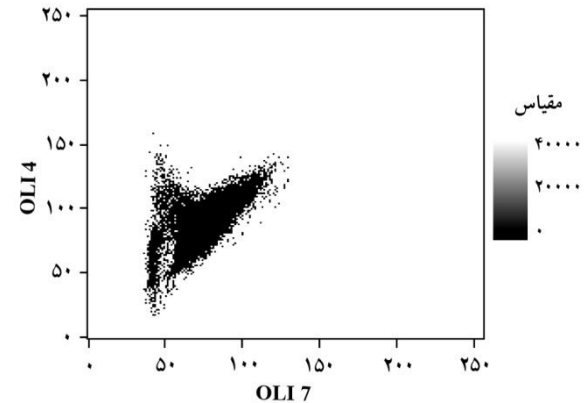
د. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷



ج. هیستوگرام همبستگی باندهای ۱ و ۷



ی. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷



ه. هیستوگرام همبستگی باندهای ۴ و ۷

شکل ۶- نمودار همبستگی باندهای تصویر OLI (۲۰۱۸)

قرار می‌گیرد، درحالی‌که تصاویر اصلی برای تجزیه و تحلیل خودکار استفاده می‌شود (عبدو، ۲۰۱۹). در این مطالعه، از کنتراست کشیدگی تصاویر برای تفسیر چشمی استفاده گردید.

بهبود تصاویر و تفسیر چشمی

بهبود تصویر اصلاح تصویر برای آشکار کردن اطلاعات درون تصویر و بهبود تفسیر چشمی با افزایش تمایز ظاهری بین ویژگی‌ها است. این پروسه موجب افزایش توانایی تشخیص عوارض و پدیده‌ها می‌شود. تصاویر بهبودیافته تنها در تحلیل‌های چشمی مورد استفاده

طبقه‌بندی نظارت شده

بعد از تصحیح رادیومتری و تصحیح اتمسفری، مقدار رقومی هر پیکسل به مقدار تابش و بازتاب سطح تبدیل شد. این عملیات در ENVI انجام شد (سیاریز و همکاران، ۲۰۱۹). پردازش تصاویر در ابزار تحلیل تصویر^۱ در محیط نرم افزار ArcGIS[®] 10.3 (رووانگا و اندامبوکی، ۲۰۱۷) انجام شد. منطقه‌های دارای پوشش سبز با استفاده از سنجه نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)^۲ استخراج شد (هوته و همکاران، ۲۰۰۲).

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (1)$$

در این رابطه:

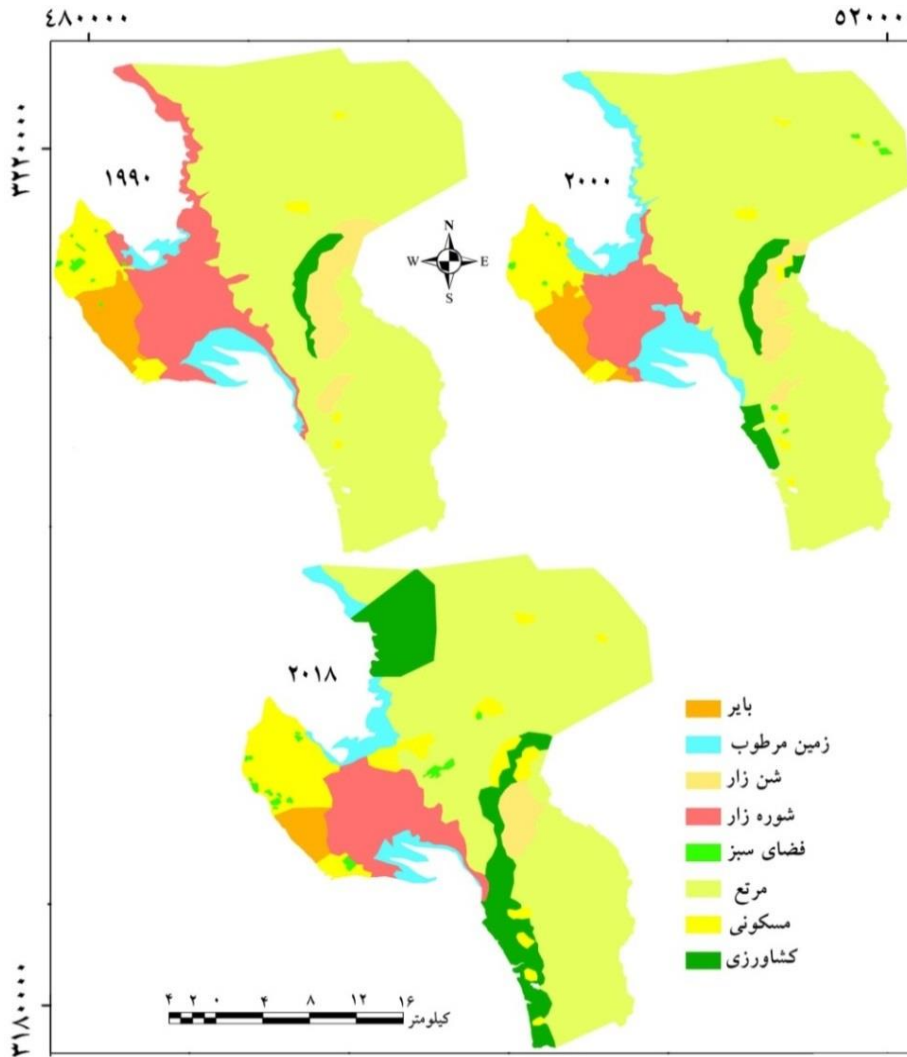
NIR باند مادون قرمز نزدیک و RED باند مادون قرمز است. آستانه (۰/۲۵۵) پس از تفسیر بصری از منطقه مطالعه تعیین شد. با پردازش تصویر و اعمال طبقه‌بندی نظارت نشده طبقات دیگر کاربری‌ها تعیین و با در نظر گرفتن ۲۸۰ نقطه کنترل زمینی در هر کلاس کاربری انتخاب گردید. خروجی طبقه‌بندی نظارت شده لایه‌های موضوعی در فرمت رستر (تصویر طبقه‌بندی شده) است. طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر با استفاده از بارز سازی تصویر و تفسیر چشمی بهبود یافت. هر دو لایه موضوعی برای بارز سازی پس از طبقه‌بندی استفاده شد. نقشه کاربری اراضی در هشت کلاس کاربری شامل؛ کشاورزی، بایر، پارک، مرتع، اراضی شور، شن‌زارها، مسکونی و زمین مرطوب طبقه‌بندی شد. این هشت نوع کاربری براساس تفسیر تصاویر شناسایی و با بازدیدهای میدانی تأیید شده است.

بهبود طبقه‌بندی

برای بهبود دقت طبقه‌بندی و کاهش اشتباهات طبقه‌بندی، نقشه‌های اولیه کاربری اراضی را که از طبقه‌بندی نظارت شده تولید شده بود در محیط نرم افزار ArcGIS[®] 10.3 با نقشه‌های حاصل از تفسیر چشمی اصلاح گردید (بکله و همکاران، ۲۰۱۹). در نهایت، نقشه‌های صحیح کاربری اراضی (شکل ۷) تولید گردید.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

نمونه‌های تعلیمی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید. جهت ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی سال ۲۰۱۸ از ۲۸۰ نقطه مرجع برداشت میدانی (واقعیت زمینی) استفاده شد. ال-کاوی و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که برای انجام یک ارزیابی دقیق دقت نقشه‌های کاربری اراضی تعداد نقاط تعلیمی تصادفی استفاده‌شده باید ۲۵۰ یا بیشتر باشد. برای ارزیابی دقت نقشه‌های تولیدی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ از داده‌های موجود، (نقشه‌های توپوگرافی و تصویر Google Earth[™]) استفاده گردید (لیو و همکاران، ۲۰۱۷). داده‌های مرجع و نتایج طبقه‌بندی با استفاده از Workbook ماتریس‌های خطا ارائه شده پونتیس (۲۰۱۸) مورد مقایسه و تحلیل آماری قرار گرفتند.



شکل ۷- نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از ادغام طبقه‌بندی نظارت شده و تفسیر چشمی

تعیین تغییرات کاربری اراضی

تغییرات مکانی نقشه‌های کاربری اراضی حاصل از ادغام نتایج تفسیر چشمی و طبقه‌بندی نظارت شده با فرمت وکتور در ابزار SCDv[®]10.1 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تعیین مقدار تغییرات بین هر جفت نقشه کاربری اراضی (۱۹۹۰-۲۰۰۰، ۲۰۰۰-۲۰۱۸، ۲۰۱۸-۲۰۱۸) در این ابزار، از رابطه‌های زیر استفاده گردید. سه نقشه تغییر برای نمایش روند تغییرات هر کلاس کاربری استفاده شد.

$$C = T_{a(t_2)} - T_{a(t_1)} \quad (2)$$

$$C_e = (C_a / T_{a(t_1)}) \times 100 \quad (3)$$

$$C_r = C_e / (t_2 - t_1) \quad (4)$$

در این رابطه‌ها:

مساحت کل (T_a)، مساحت تغییر (C_a)، درصد تغییرات (C_e)، نرخ سالانه تغییرات (C_r) و t_1 و t_2 زمان ابتدا و انتهای دوره زمانی مورد مطالعه است (امیری و شریف، ۲۰۱۲).

نتایج و بحث

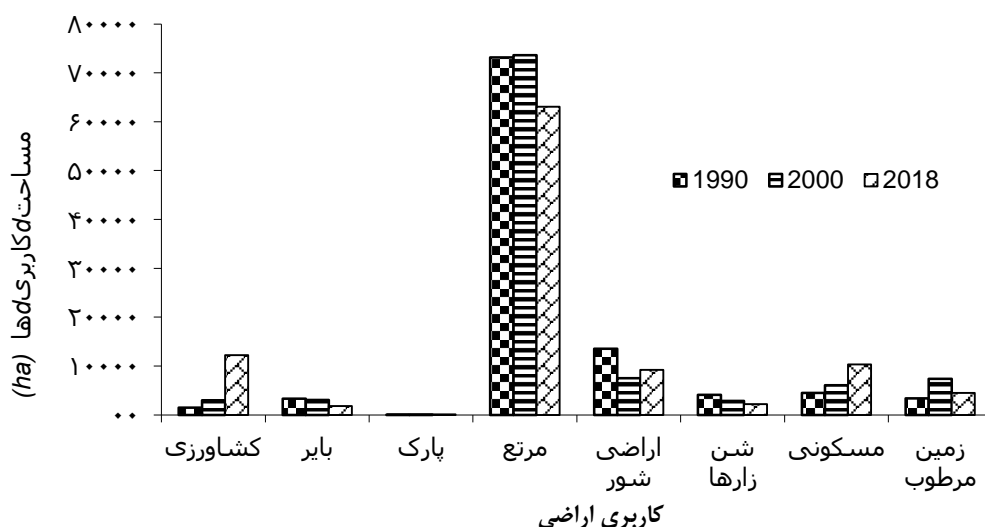
نتایج محدوده هر کلاس کاربری اراضی از تصاویر طبقه‌بندی شده در جدول ۲ و شکل ۸ نشان‌دهنده مساحت هر یک از طبقات کاربری برای سال‌های مطالعه است. توزیع مکانی این کاربری‌ها در شکل ۷ نشان داده شده است. در سال ۱۹۹۰، کاربری مرتع بیش‌ترین سطح از

در اراضی مرطوب ساحلی است روند کاهشی داشته این موضوع می‌تواند به دلیل ایجاد پارک ساحلی در رودی شهر و همچنین تبدیل نوار ساحلی به پیاده‌رو باشد. کاربری فضای سبز در سال‌های مطالعه تغییر چندانی نداشته است که ناشی از عدم توجه به توسعه فضای سبز شهری در طول دوره مطالعه می‌باشد. کاربری اراضی مرتعی نشان می‌دهد که در منطقه مورد مطالعه بیشترین سهم کاربری در طول مدت مورد مطالعه متعلق به این کاربری است و تغییرات آن متأثر از کشاورزی بوده است به طوری که با افزایش کشاورزی از سطح اراضی مرتعی کاسته و با کاهش کشاورزی مناطق بایر، اراضی شور و شن‌زارها افزایش یافته است. کاربری اراضی مرطوب نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر روند کاهشی دارد. راجانی و واراداراجان (۲۰۲۰) تغییرات کاربری و پوشش اراضی در منطقه کاداپا در دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۶ را با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تصاویر لندست ۷ و ۸ پایش کردند. در این مطالعه کاربری اراضی در پنج کلاس آب، منطقه مسکونی، اراضی بایر، پوشش گیاهی کم و پوشش گیاهی متراکم طبقه‌بندی گردید. نتایج این مطالعه نشان دهنده افزایش ۲۴/۷ درصد در مناطق مسکونی و کاهش ۲/۸ درصد منابع آب، ۲/۶ درصد پوشش گیاهی پراکنده و ۲۵/۴ درصد پوشش گیاهی متراکم است؛ که نتایج این تحقیق با مطالعه حاضر در خصوص افزایش سطح مناطق مسکونی و کاهش اراضی مرطوب، مطابقت دارد.

کاربری منطقه که ۷۰/۶۸٪ (۷۳۱۳۶/۲۵ هکتار) را شامل می‌شود. کمترین مساحت را فضای سبز با مساحت ۴۶/۲۶ هکتار (۰/۰۴ درصد) را به خود اختصاص داده است. در سال ۲۰۰۰، بیشترین مساحت کاربری مربوط به کاربری مرتع ۷۱/۱۶٪ (۷۳۶۳۱/۴۳ هکتار) و سپس اراضی شور ۷/۲٪ (۷۵۰۵/۰۱ هکتار) می‌شود. در سال ۲۰۱۷، بیشترین مساحت را کاربری مرتع ۶۰/۹۶٪ (۶۳۰۴۶/۷۱ هکتار) و کاربری کشاورزی ۱۱/۸۳٪ (۱۲۲۲۹/۵۶ هکتار) و کاربری شهری ۹/۹۹٪ (۱۰۳۳۰/۲۹ هکتار) از سطح اراضی منطقه را شامل می‌شود. نتایج حاصل از تفسیر و طبقه‌بندی تصاویر (شکل ۸) همراه با ارزیابی میدانی نشان داد که کاربری کشاورزی با توجه به اطلاعات به دست آمده کشاورزی روندی افزایشی را نشان می‌دهد به طوری که از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۱۸ این روند افزایشی معنی‌دار بوده است. این کاربری حالت افزایشی را به خود گرفته است که این موضوع به دلیل ساخت و سازهای ویلا و ایجاد باغ‌های شخصی در منطقه بوده است. از دیگر دلایل توسعه کشاورزی در منطقه استفاده از آب سدهای موجود در منطقه که در سال‌های اخیر مورد بهره‌برداری قرار گرفته اند و حفر چاه‌ها و استفاده از منابع آب زیرزمینی در زمینه زراعت آبی باشد؛ و همین موضوع در مورد کاربری مناطق مسکونی نیز صدق می‌کند که شاهد افزایش ساخت و ساز در سال‌های اخیر در منطقه مورد مطالعه هم به دلیل افزایش جمعیت منطقه و هم به دلیل ساخت ویلا در این منطقه شهرستان بوشهر می‌باشیم. کاربری اراضی رها شده و بایر که اغلب

جدول ۲- محدوده هر کلاس کاربری اراضی از تصاویر طبقه‌بندی شده

مساحت کاربری (هکتار)	سال		
	۲۰۱۸	۲۰۰۰	۱۹۹۰
کشاورزی	۱۲۲۲۹/۵۶	۲۹۶۳/۴۳	۱۴۵۰/۹۸
بایر	۱۸۰۱/۷۱	۳۰۳۲/۰۱	۳۳۳۸/۹۱
فضای سبز	۹۸/۴۶	۴۵/۷۲	۴۶/۲۶
مرتع	۶۳۰۴۶/۷۱	۷۳۶۳۱/۴۳	۷۳۱۳۶/۲۵
شوره زار	۹۲۲۵/۹	۷۵۰۵/۰۱	۱۳۵۴۷/۸۸
شن زار	۲۱۷۷/۰۱	۲۸۷۱/۲۷	۴۱۰۷/۷۸
مسکونی	۱۰۳۳۰/۲۹	۶۰۷۱/۷۶	۴۴۷۸/۳۱
زمین مرطوب	۴۵۰۵/۵۸	۷۳۴۶/۸۸	۳۳۶۸/۴۳



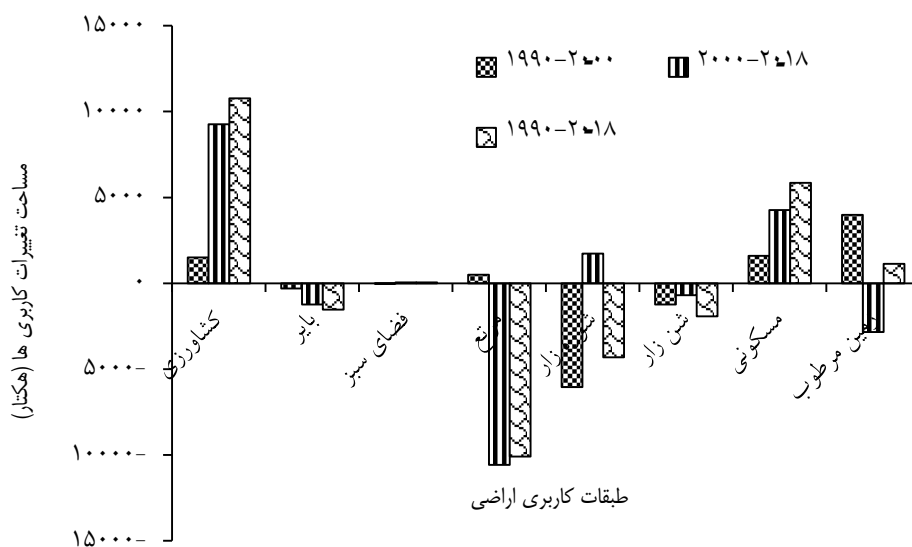
شکل ۸- مساحت کاربری‌های مختلف در طول دوره مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۸)

تغییرات کاربری در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۲۸/۴۵ هکتار با درصد تغییرات ۳۰/۲۳ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۱/۷۸ بوده است. مساحت اراضی بایر ۳/۷۷ هکتار با درصد تغییرات ۴/۰۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲۴- بوده است. مساحت فضاهای سبز ۰/۱۶ و درصد تغییرات ۰/۱۷۰+ کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۰۱+ بوده است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری مرتع ۳۲/۵۱ هکتار با درصد ۳۴/۵۴- و نرخ سالانه ۲/۰۳- کاهش داشته است. اراضی شور ۵/۲۸ هکتار با درصد ۵/۶۱+ و نرخ سالانه ۰/۳۳+ افزایش داشته است. مساحت شن زارها ۲/۱۴ هکتار و درصد تغییرات ۲/۲۷- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۱۳- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۳/۰۷ هکتار با درصد ۱۳/۸۹+ و نرخ سالانه ۰/۸۲+ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۸/۷۲ هکتار با درصد ۹/۲۷+ و نرخ سالانه ۰/۵۵- کاهش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ (دوره ۱۸ ساله)، تغییرات معنی داری نداشته (۰/۱۷۹+ هکتار) و در صد تغییرات ۰/۱۹- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۱۱- می‌باشد (جدول ۳ و شکل ۹). روند تغییرات کاربری در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ نشان می‌دهد که

روند تغییرات کاربری در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۱۵۱۲/۴۵ هکتار با درصد تغییرات ۹/۹۷+ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۰/۹۹۷+ بوده است. مساحت اراضی بایر ۳۰۶/۹ هکتار با درصد تغییرات ۲/۰۲+ کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲۰۲- بوده است. مساحت فضاهای سبز ۰/۵۴+ و درصد تغییرات ۰/۰۰۳- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۰۰۳- بوده است. مساحت کاربری مرتع ۴۹۵/۱۸ هکتار با درصد ۳/۲۶+ و نرخ سالانه ۰/۳۲۶+ افزایش داشته است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری اراضی شور ۶۰۴۲/۸۷ هکتار با درصد ۳۹/۸۴- و نرخ سالانه ۳/۹۸۴- می‌باشد. مساحت شن‌زارها ۱۲۳۶/۵۱ و درصد تغییرات ۸/۱۵- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۸۱۵- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۵۹۳/۴۵ هکتار با درصد ۱۰/۵۰+ و نرخ سالانه ۱/۰۵+ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۳۹۷۸/۴۵ هکتار با درصد ۲۶/۲۳+ و نرخ سالانه ۲/۶۲۳+ افزایش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰، ۷/۲۹+ و در صد تغییرات ۰/۰۵۳- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۰۵۳- می‌باشد (جدول ۳ و شکل ۹). روند

با درصد تغییرات ۵/۴۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۲- بوده است. مساحت مناطق مسکونی ۱۵/۷۸ هکتار با درصد ۱۶/۳۹ و نرخ سالانه ۰/۶۱ افزایش داشته است. مساحت زمین‌های مرطوب ۳/۰۷ هکتار با درصد ۳/۱۹ و نرخ سالانه ۰/۱۲ افزایش داشته است. در نهایت تغییرات کلی مساحت طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ (دوره ۲۸ ساله)، تغییرات معنی‌داری نداشته (۰/۱۶۴- هکتار) و در صد تغییرات ۰/۱۷- و نرخ سالانه تغییرات ۰/۰۰۶- روند کاهشی داشته است (جدول ۳ و شکل ۹).

مساحت کاربری کشاورزی ۲۹/۰۷ هکتار با درصد تغییرات ۳۰/۱۹ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۱/۱۲ بوده است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱- کاهش داشته است که این کاهش با نرخ سالانه ۰/۱۶- بوده است. مساحت فضا‌های سبز ۰/۱۴ و درصد تغییرات ۰/۱۵ افزایش داشته است که این افزایش با نرخ سالانه ۰/۰۱- بوده است. بیش‌ترین کاهش در تغییر کاربری اراضی مربوط به کاربری مرتع ۲۷/۲۱ هکتار با درصد ۲۸/۲۶- و نرخ سالانه ۱/۰۵- کاهش داشته است. اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد ۱۲/۱۱- و نرخ سالانه ۰/۴۵- کاهش داشته است. مساحت شن زارها ۵/۲۱ هکتار



شکل ۹- تغییرات کاربری اراضی در سه دوره زمانی (۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۸)

پوشش اراضی در طول دوره مطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۸) را ارائه داد. تغییرات در اراضی کشاورزی در قسمت شمال غربی و جنوب منطقه مورد مطالعه در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ افزایش محسوسی داشته است. عمده تغییرات فضا‌های سبز به مناطق مسکونی بوده است. ضریب کاپا برای نقشه سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸، به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۷ و ۰/۸۰ به دست آمد. نتایج ماتریس خطا برای ارزیابی نقشه‌های تولیدشده کاربری اراضی حاصل از ادغام تفسیر چشمی با نتایج طبقه‌بندی در جدول ۴ ارائه گردید. دقت کاربر برای نقشه‌های پوشش و کاربری اراضی بین ۶۵ (اندرسون و سروی، ۱۹۷۶) و ۹۰ درصد مناسب است (شلبی و تاتیشی،

قبل از استفاده از نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره ای برای پایش تغییرات، اعتبار نقشه‌های تولیدی بر اساس داده‌های مرجع یا داده‌های واقعی ارزیابی گردید. پرکاربردترین روش ارزیابی صحت طبقه‌بندی در سنجش از دور، استفاده از ماتریس خطا است (ال-کاوی و همکاران، ۲۰۱۱). جهت تفسیر چشمی از ترکیب رنگی کاذب باندهای ۴، ۳، ۲ تصاویر لندست استفاده شد. شلبی و تاتیشی (۲۰۰۷) برای تهیه نقشه پایش پوشش و تغییرات کاربری اراضی در منطقه ساحلی شمال غربی مصر از ترکیب رنگی باندهای ۴، ۳، ۲ تصاویر لندست استفاده کردند. تفسیر چشمی ایده کلی در مورد اشکال تغییرات

بیشترین دقت تولیدکننده و بالاترین دقت کاربر در هر سه دوره بررسی به دلیل همگنی نسبی و ادغام تفسیر بصری با تصویر طبقه‌بندی شده علاوه بر اطلاعات بدست آمده از نقشه توپوگرافی کاربرهای فضای سبز و مرتع بیشترین توافق به این کاربری‌ها مربوط می‌شود (شلیبی و تاتیشی، ۲۰۰۷).

۲۰۰۷). زو و وودکاک (۲۰۱۴) در شناسایی و طبقه‌بندی پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سری زمانی لندست دوره زمانی ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۱ استفاده کردند. برای ارزیابی دقت تشخیص تغییرات، از ۲۵۰ نمونه تصادفی استفاده کردند. ارزیابی صحت نشان دهنده صحت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی، با دقت تولیدکننده ۹۸٪ و دقت کاربر ۸۶٪ است. داده‌های ارائه شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که

جدول ۳- ماتریس تغییرات بین هر جفت نقشه کاربری اراضی در سه دوره زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸

سطح تغییرات (C _a)	درصد تغییرات (C _e)	نرخ سالانه تغییرات (C _r)	طبقات کاربری اراضی	
۱۵۱۲/۴۵	۹/۹۷	۰/۹۹۷	کشاورزی	دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۰
-۳۰۶/۹	-۲/۰۲	-۰/۲۰۲	بایر	
-۰/۵۴	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۰۳	فضای سبز	
۴۹۵/۱۸	۳/۲۶	۰/۳۲۶	مرتع	
-۶۰۴۲/۸۷	-۳۹/۸۴	-۳/۹۸۴	اراضی شور	
-۱۲۳۶/۵۱	-۸/۱۵	-۰/۸۱۵	شن زارها	
۱۵۹۳/۴۵	۱۰/۵۰	۱/۰۵	مسکونی	
۳۹۷۸/۴۵	۲۶/۲۳	۲/۶۲۳	زمین مرطوب	
-۷/۲۹	-۰/۰۵۳	-۰/۰۰۵۳	جمع	
۲۸/۴۵	۳۰/۲۳	۱/۷۸	کشاورزی	دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۸
-۳/۷۷	-۴/۰۱	-۰/۲۴	بایر	
-۰/۱۶	-۰/۱۷۰	-۰/۰۱	فضای سبز	
-۳۲/۵۱	-۳۴/۵۴	-۲/۰۳	مرتع	
۵/۲۸	۵/۶۱	۰/۳۳	اراضی شور	
-۲/۱۴	-۲/۲۷	-۰/۱۳	شن زارها	
۱۳/۰۷	۱۳/۸۹	۰/۸۲	مسکونی	
-۸/۷۲	-۹/۲۷	-۰/۵۵	زمین مرطوب	
-۰/۱۷۹	-۰/۱۹	-۰/۰۱۱	جمع	
۲۹/۰۷	۳۰/۱۹	۱/۱۲	کشاورزی	دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۸
-۴/۱۵	-۴/۳۱	-۰/۱۶	بایر	
-۰/۱۴	-۰/۱۵	-۰/۰۱	فضای سبز	
-۲۷/۲۱	-۲۸/۲۶	-۱/۰۵	مرتع	
-۱۱/۶۶	-۱۲/۱۱	-۰/۴۵	اراضی شور	
-۵/۲۱	-۵/۴۱	-۰/۲۰	شن زارها	
۱۵/۷۸	۱۶/۳۹	۰/۶۱	مسکونی	
۳/۰۷	۳/۱۹	۰/۱۲	زمین مرطوب	
-۰/۱۶۴	-۰/۱۷	-۰/۰۰۶	جمع	

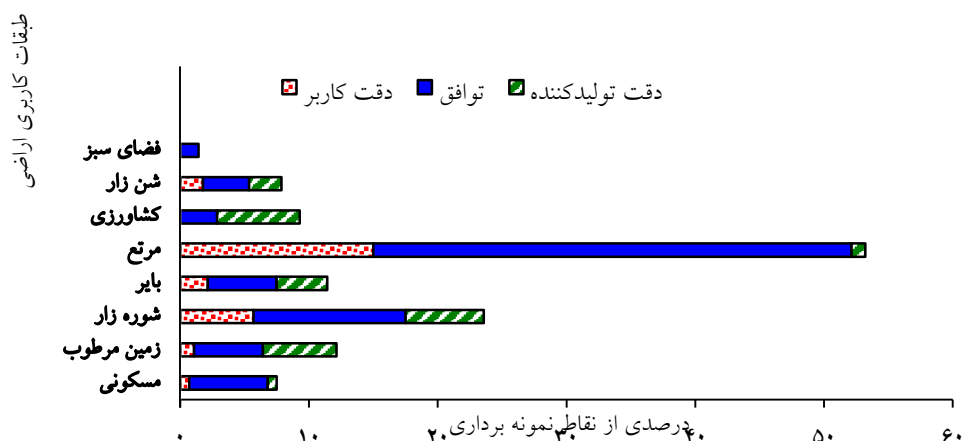
جدول ۴- ماتریس خطا و صحت کلی طبقه‌بندی برای تصاویر طبقه‌بندی شده (۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸)

ضریب کاپا	صحت طبقه‌بندی (%)		داده‌های مرجع									طبقات کاربری اراضی
	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	بایر	زمین مرطوب	شن زار	شوره زار	فضای سبز	مرتع	مسکونی	کشاورزی		
۰/۶۷	۱۰۰	۳۰/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸	کشاورزی	
	۸۹/۵	۸۹/۵	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۱۷	۰	مسکونی	
	۷۱/۲	۹۷/۲	۷	۳	۷	۱۰	۰	۱۰۴	۰	۱۵	مرتع	
	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۴	۰	۰	۰	اطلاعات طبقه- فضای سبز	
	۶۷/۳	۶۶	۳	۱۲	۰	۳۳	۰	۱	۰	۰	بندی شده سال شوره زار	
	۶۶/۷	۵۸/۸	۰	۰	۱۰	۰	۰	۲	۰	۳	۱۹۹۰ شن زار	
	۸۳/۳	۴۸/۴	۰	۱۵	۰	۳	۰	۰	۰	۰	زمین مرطوب	
	۷۱/۴	۵۷/۷	۱۵	۱	۰	۳	۰	۰	۲	۰	بایر	
			۷۳/۶									صحت کل
		۷۶/۹	۵۸/۸	۰	۰	۱	۰	۲	۰	۱۰	۰	کشاورزی
۰/۷۷	۷۹/۳	۷۹/۳	۲	۰	۰	۱	۰	۳	۲۳	۰	مسکونی	
	۸۷/۵	۹۴/۳	۰	۵	۳	۴	۰	۱۳۳	۲	۵	مرتع	
	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	اطلاعات طبقه- فضای سبز	
	۷۵	۷۵	۱	۴	۰	۱۸	۰	۰	۱	۰	بندی شده سال شوره زار	
	۷۷/۸	۶۳/۶	۰	۰	۷	۰	۰	۰	۰	۲	۲۰۰۰ شن زار	
	۷۹/۴	۷۵	۲	۲۷	۰	۰	۰	۳	۲	۰	زمین مرطوب	
	۸۸/۹	۷۶/۲	۱۶	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	بایر	
			۸۳/۹									صحت کل
		۸۱/۶	۸۶/۱	۰	۲	۲	۱	۰	۲	۰	۳۱	کشاورزی
		۸۷	۹۷/۶	۱	۲	۰	۰	۲	۱	۴۰	۰	مسکونی
۰/۸۰	۸۸/۶	۹۶/۲	۲	۰	۳	۴	۰	۱۰۰	۰	۴	مرتع	
	۱۰۰	۵۰	۰	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	اطلاعات طبقه- فضای سبز	
	۸۱/۳	۷۴/۳	۲	۳	۰	۲۶	۰	۰	۱	۰	بندی شده سال شوره زار	
	۸۴/۶	۶۴/۷	۰	۰	۱۱	۰	۰	۱	۰	۱	۲۰۱۸ شن زار	
	۸۱/۵	۷۱	۲	۲۲	۱	۲	۰	۰	۰	۰	زمین مرطوب	
	۵۵/۶	۴۱/۷	۵	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۰	بایر	
			۸۴/۶									صحت کل

اعداد جدول تعداد نقاط نمونه‌های تعلیمی در هر کاربری اراضی است که برای تعیین صحت طبقه‌بندی استفاده شده است

تعداد نقاط نمونه در این کاربری‌ها در نقشه‌های تولید شده با تعداد نقاط همان کاربری در نقشه مرجع بیش‌ترین همگنی را دارد.

نمودار دقت تولیدکننده، دقت کاربر و توافق در صدی از نقاط نمونه‌برداری در طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۱۸ (شکل ۱۰) نشان می‌دهد که بیشتر بودن مقدار توافق کاربری فضای سبز و مرتع به معنی این است که



شکل ۱۰- نمودار دقت تولیدکننده، دقت کاربر و توافق درصدی از نقاط نمونه برداری در طبقات کاربری اراضی سال ۲۰۱۸

نتیجه گیری

هدف این تحقیق کشف روند تغییر کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ در شهر بوشهر بود. پایش تغییرات فرآیند شناسایی اختلافات در وضعیت یک ویژگی یا پدیده با مشاهده آن در زمان‌های مختلف است. سنجش از راه دور ماهواره‌ای به دلیل امکان استفاده از داده‌های تکراری، یک فرمت رقومی مناسب برای پردازش کامپیوتری و روش‌های صحیح زمین مرجع کردن، یک منبع برای تشخیص، اندازه‌گیری و تهیه نقشه از الگوهای کاربری اراضی و پایش تغییرات است. در این تحقیق استفاده از سری‌های زمانی تصاویر لندست TM⁺، ETM و OLI برای اندازه‌گیری تغییرات کاربری نشان‌دهنده کاربرد مناسب استفاده از فناوری‌های جدید برای حل یک مشکل زیست‌محیطی مهم در مقیاس محلی است. شناسایی و پایش تغییرات توسط سنجش از دور، استفاده از چندین تصویر سری زمانی را برای ارزیابی تفاوت‌های رخ داده در کاربری اراضی در دوره‌های زمانی که به دلیل شرایط مختلف محیطی و اقدامات انسانی امکان مطالعه میدانی وجود ندارد را فراهم می‌کند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که استفاده موفق از سنجش از راه دور ماهواره‌ای برای تشخیص تغییر کاربری اراضی بستگی به درک کافی از

ویژگی‌های چشم انداز، سیستم‌های تصویربرداری و روش استفاده شده در رابطه با هدف تحلیل دارد.

در این مطالعه، هشت طبقه کاربری اراضی شناسایی و نقشه آنها تهیه گردید. نتایج نشان داد که تغییر کاربری که طی سه دهه گذشته اتفاق افتاده، به طور موثری بر تغییرات کاربری اراضی منطقه تأثیر گذاشته است. روند تغییرات کاربری در دوره مطالعه نشان می‌دهد که مساحت کاربری کشاورزی ۲۹/۰۷ هکتار با درصد ۳۰/۱۹ و سطح کاربری مسکونی ۱۵/۷۸ هکتار با درصد ۱۶/۳۹ افزایش داشته است. مساحت اراضی بایر ۴/۱۵ هکتار با درصد تغییرات ۴/۳۱-، اراضی شور ۱۱/۶۶ هکتار با درصد تغییرات ۱۲/۱۱- و شن‌زارها ۵/۲۱ هکتار با درصد ۵/۴۱- کاهش داشته است. افزایش در سطح کاربری کشاورزی و مسکونی قابل ملاحظه بود، درحالی‌که از سطح اراضی بایر، شوره‌زار و شن زار کاسته شده است.

با توجه به اینکه توسعه شهر بوشهر به صورت غیرمتمرکز بوده و باعث پراکندگی رشد شهری شده است. روند تغییرات کاربری اراضی نشان می‌دهد که توسعه افقی شهر بوشهر در سال‌های اخیر در اراضی بایر و شور موجب انهدام این اراضی و صرف هزینه‌های بسیار زیاد جهت ایجاد بستر مناسب برای احداث شهرک‌ها در این اراضی شده است. در سه بازه زمانی ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸،

مفید بود، بلکه در تشخیص تغییرات مکانی کاربری اراضی مفید ضریب کاپا نقشه‌های سال ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۰/۶۷، ۰/۷۷ و ۰/۸۰ می‌باشد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر تحت طرح تحقیقی با کد ۲-۹۴۶۵۴۶، در انجام این تحقیق کمال تشکر و قدردانی را داریم.

مساحت کاربری محدوده ساخته شده افزایش یافته و مساحت اراضی بایر و اراضی شور کم شده است. بیشترین احتمال انتقال در تمام بازه‌های زمانی، تبدیل کاربری‌های بایر، اراضی مرطوب و شور به اراضی مسکونی است. صحت نقشه‌های تولیدی کاربری اراضی برای سه دوره مطالعه ۱۹۹۰، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۷۳/۶، ۸۳/۹ و ۸۴/۶ درصد، نشان می‌دهد که ادغام تفسیر چشمی با طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر یک روش مؤثر برای شناسایی تغییرات در کاربری اراضی در محیط‌های شهری است. تفسیر تصویری نه تنها در افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر لندست

فهرست منابع

۱. اسدی، ا؛ اکبری، ا؛ شفیع، ن، ۱۳۹۹، پیش‌بینی توسعه فیزیکی شهر قائن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، نشریه برنامه‌ریزی فضایی (جغرافیا)، ۱۰ (۱)، ۸۴-۶۷.
۲. خانامانی، ع؛ فتاحی زاد، ح؛ حکیم زاده، م. ع، ۱۳۹۷، ارزیابی روند تغییر کاربری و پوشش اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور و الگوریتم طبقه‌بندی شیء‌گرا (مطالعه موردی: دشت برتش دهلران، استان ایلام)، نشریه تحقیقات مرتع و بیابان، ۲۵ (۴): ۷۳۴-۷۲۳.
۳. سودایی زاده، ح؛ جبالی، ع، ۱۳۹۹، پایش تغییرات سطح اراضی کشاورزی تحت سیستم آگروفارستری در باغبانغوثیه جیرفت، نشریه مدیریت اراضی، ۸ (۱): ۲۷-۱۳.
۴. صالحی، ن؛ اختصاصی، م. ر؛ طالبی، ع، ۱۳۹۸، پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov (مطالعه موردی: حوزه آبخیز صفارود رامسر)، نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۰ (۱): ۱۲۰-۱۰۶.
۵. محمودی، م. ع؛ امین خواه، س، ۱۳۹۷، تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و شبکه عصبی مصنوعی، نشریه تحقیقات آب و خاک ایران (نشریه علوم کشاورزی ایران)، ۴۹ (۵): ۱۱۸۰-۱۱۷۱.
6. Abdu HA. 2019. Classification accuracy and trend assessments of land cover-land use changes from principal components of land satellite images. *International Journal of Remote Sensing*, 40(4): 1275-1300.
7. Adhikary PP, Barman D, Madhu M, Dash CJ, Jakhar P, Hombegowda H, Naik B, Sahoo D, Beer K. 2019. Land use and land cover dynamics with special emphasis on shifting cultivation in Eastern Ghats Highlands of India using remote sensing data and GIS. *Environmental monitoring and assessment*, 191(5): 315.
8. Allam M, Bakr N, Elbably W. 2019. Multi-temporal assessment of land use/land cover change in arid region based on landsat satellite imagery: Case study in Fayoum Region, Egypt. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 14: 8-19. doi:https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.02.002.
9. Amiri F, Shariff ARBM. 2012. Spatial Change Detector (SCDv[®]10.1). University Putra Malaysia. In: University Putra Malaysia. (Copyright No. B197), 1-12.

10. Anderson JR, Survey G .1976. A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data. US Geological Survey Professional Paper 964, Washington, DC., 28 p,
11. Arévalo P, Olofsson P, Woodcock CE. 2019. Continuous monitoring of land change activities and post-disturbance dynamics from Landsat time series: A test methodology for REDD+ reporting. Remote Sensing of Environment: Available online 29 January 2019. doi: 2010.1016/j.rse.2019.2001.2013. doi:https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.01.013.
12. Bekele D, Alamirew T, Kebede A, Zeleke G, Melesse AM. 2019. Land use and land cover dynamics in the Keleta watershed, Awash River basin, Ethiopia. Environmental Hazards, 18(3): 246-265.
13. El-Kawy OA, Rød J, Ismail H, Suliman A. 2011. Land use and land cover change detection in the western Nile delta of Egypt using remote sensing data. Applied Geography, 31(2): 483-494.
14. Evans MJ, Malcom JW. 2019. Automated Habitat Change Detection Methods using Satellite Data to Improve Conservation Law Implementation. bioRxiv: 611459.
15. Fu Y, Li J, Weng Q, Zheng Q, Li L, Dai S, Guo B. 2019. Characterizing the spatial pattern of annual urban growth by using time series Landsat imagery. Science of The Total Environment, 666: 274-284.
16. Gao J, Liu Y. 2010. Determination of land degradation causes in Tongyu County, Northeast China via land cover change detection. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 12(1): 9-16.
17. García-Álvarez D, Van Delden H, Olmedo MTC, Paegelow M. 2019. Uncertainty Challenge in Geospatial Analysis: An Approximation from the Land Use Cover Change Modelling Perspective. In: Geospatial Challenges in the 21st Century. Springer, pp 289-314.
18. Grădinaru SR, Kienast F, Psomas A. 2019. Using multi-seasonal Landsat imagery for rapid identification of abandoned land in areas affected by urban sprawl. Ecological indicators, 96: 79-86.
19. Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 83(1-2), 195-213.
20. Kabisch N, Selsam P, Kirsten T, Lausch A, Bumberger J. 2019. A multi-sensor and multi-temporal remote sensing approach to detect land cover change dynamics in heterogeneous urban landscapes. Ecological Indicators, 99: 273-282.
21. Liu Y, Peng J, Wang Y. 2017. Diversification of land surface temperature change under urban landscape renewal: a case study in the main city of Shenzhen, China. Remote Sensing, 9(9), 1-19.
22. Rajani A, Varadarajan S. 2020. LU/LC Change Detection Using NDVI & MLC Through Remote Sensing and GIS for Kadapa Region. In: Mallick PK, Balas VE, Bhoi AK, Chae G-S (eds) Cognitive Informatics and Soft Computing, Singapore, Springer Singapore, pp 215-223.
23. Pontius Jr RG. 2018. PontiusMatrix21.xlsx (Workbook). www.clarku.edu/~rpontius.
24. Robert S, Fox D, Boulay G, Grandclément A, Garrido M, Pasqualini V, Prévost A, Schleyer-Lindenmann A, Trémélo M-L. 2019. A framework to analyse urban sprawl in the French Mediterranean coastal zone. Regional Environmental Change, 19(2): 559-572.
25. Rwanga SS, Ndambuki J. 2017. Accuracy assessment of land use/land cover classification using remote sensing and GIS. International Journal of Geosciences, 8(04): 611.
26. Shalaby A, Tateishi R. 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. Applied Geography, 27(1): 28-41. doi:https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2006.09.004.
27. Shiferaw H, Bewket W, Alamirew T, Zeleke G, Teketay D, Bekele K, Schaffner U, Eckert S. 2019. Implications of land use/land cover dynamics and Prosopis invasion on ecosystem service values in Afar Region, Ethiopia. Science of The Total Environment, 675: 354-366.

28. Syariz MA, Lin B-Y, Denaro LG, Jaelani LM, Van Nguyen M, Lin C-H. 2019. Spectral-consistent relative radiometric normalization for multitemporal Landsat 8 imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 147: 56-64.
29. Um J-S. 2019. Imaging Sensors. In: Um J-S (ed) *Drones as Cyber-Physical Systems: Concepts and Applications for the Fourth Industrial Revolution*. Springer Singapore, Singapore, pp 177-225.
30. Wang Y, Ziv G, Adami M, Mitchard E, Batterman SA, Buermann W, Marimon BS, Junior BHM, Reis SM, Rodrigues D. 2019. Mapping tropical disturbed forests using multi-decadal 30 m optical satellite imagery. *Remote sensing of environment*, 221: 474-488.
31. Yang G, Chao S, Tsou JY, Zhang Y. 2019. Satellite Image-Based Methods of Spatiotemporal Analysis on Sustainable Urban Land Use Change and the Driving Factors: A Case Study in Caofeidian and the Suburbs, China. *Sustainability*, 11(10): 2927.
32. Yin H, Prishchepov AV, Kuemmerle T, Bleyhl B, Buchner J, Radeloff VC. 2018. Mapping agricultural land abandonment from spatial and temporal segmentation of Landsat time series. *Remote sensing of environment*, 210: 12-24.
33. Zhu Z, Woodcock CE. 2014. Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote sensing of environment*, 144:152-171.

Classification and Analysis of Land Use Changes in Urban Environments Using Multi-temporal Landsat Images: A Case Study of Bushehr

F. Amiri and T. Tabatabaie ¹

Associate Professor, Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran. famiri@iaubushehr.ac.ir

Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran. tabatabaie@iaubushehr.ac.ir

Received: September 2020, and Accepted: March 2021

Abstract

The complicated relationship between land use (LU) and environmental factors influences human livelihood; hence, it is essential to monitor LU changes and to prepare pertinent maps due to their relevance to such vital fields as urban planning, climate change, and environmental monitoring. In this study, a supervised classification was applied to three Landsat images collected over time (1990, 2000, and 2018) in order to derive the data on land use changes in Bushehr region. The supervised classification results were further improved by employing image enhancement and classification accuracy of the Landsat images was enhanced by visual interpretation to enhance. Finally, eight LU categories were identified and mapped. It was found that land reclamation projects over the last three decades had had drastic effects on LU changes throughout the study area. Land use changes during the study period show increasing trends as evidenced by the 29.19 hectares of agricultural land with a rise of 30.19% and the 15.78 hectares of urban and rural residential land with a rise of 16.39%. In contrast, declines are observed in barren land covering 4.15 hectares with a change of -4.31%, salty land covering 11.66 hectares with a negative change of -12.11, and sandy land covering 5.21 hectares with a change of -5.41. Hence, agricultural land area as well as urban and rural residential areas show significant increases whereas barren, salty, and sandy land areas show decreases. These changes in LU reflect regional policies and the dynamics of human impacts (agricultural and construction activities) on land use changes in the study region. Identifying the causes underlying these changes, the present article tries to formulate policy recommendations toward improved land use management.

Keywords: Change trend, Multi-temporal assessment, Multispectral image, Remote sensing, GIS

¹-Corresponding author: Department of Environment, Faculty of Engineering, Islamic Azad University, Bushehr Branch, Bushehr, Iran.