

ارزیابی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و تصاویر لندست طی بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ (مطالعه موردی: حوضه آبخیز بهشت‌آباد، استان چهارمحال و بختیاری)

مهدی پژوهش^{*}، مجید محمدیوسفی، افشین هنربخش و حمیدرضا ریاحی بختیاری^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۵)

چکیده

به منظور برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین لازم است عوامل تأثیرگذار بر تغییرات آن را شناسایی و ارزشیابی کرد. تغییرات کاربری زمین یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار بر فرایندهای آب‌وهوایی محلی، منطقه‌ای و جهانی است که به صورت تغییر در نوع استفاده از زمین تعریف می‌شود و یکی از عوامل مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک، فرسایش حوضه و انهدام تنوع زیستی است. حوضه آبخیز بهشت‌آباد به عنوان یکی از زیرحوضه‌های سامانه کارون بزرگ، حدود ۷۰ درصد از جمعیت استان چهارمحال و بختیاری را دربرمی‌گیرد. به همین دلیل با توجه به اهمیت بالای این حوضه در تأمین آب حوضه‌های دیگر و نیز اهمیت شناخت کاربری‌های موجود در منطقه در طول چند دهه گذشته، هدف اصلی از این مطالعه، ارزیابی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی در حوضه آبخیز بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری با مساحتی حدود ۳۸۴۷۸۷ هکتار با استفاده از علم سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی طی یک دوره ۲۵ ساله است. در این تحقیق، ابتدا با تجزیه و تحلیل و پردازش تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM مربوط به سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و لندست ۸ سنجنده OLI سال ۲۰۱۶ و در نظر گرفتن ۵ طبقه کاربری شامل اراضی مرتعی، مناطق ساختمانی-شهری، اراضی کشاورزی، اراضی باغی و اراضی بایر، اقدام به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای سه مقطع زمانی به روش چشمی و هیبریدی با دقت قابل قبول شد. دقت کلی برای هر یک از نقشه‌های کاربری به دست آمده برای سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ به ترتیب برابر ۹۲/۱۷، ۹۴/۲۹ و ۹۳/۴۱ درصد به دست آمد که دلالت بر مقبولیت دقت نقشه‌های تهیه شده داشت. سپس روند تغییرات کاربری اراضی و سهم هر یک از طبقه‌های کاربری و درصد تغییرات هر یک از کاربری‌ها طی دو دوره مطالعاتی مشخص شد. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تغییراتی در سطح حوضه مورد مطالعه است. مساحت اراضی مرتعی در طی دو دوره روند کاهشی، مناطق ساختمانی-شهری روند افزایشی، اراضی کشاورزی در طی دوره اول روند کاهشی و در طی دوره دوم روند افزایشی، اراضی باغی در طی دو دوره روند افزایشی، اراضی بایر در دوره اول روند افزایشی و در دوره دوم روند کاهشی داشته است. در مجموع باید عنوان کرد که در منطقه بهشت‌آباد شاهد افزایش جایگزینی مراتع با مناطق ساختمانی-شهری، کشاورزی دیم، باغات و اراضی بایر و بروز تخریب پوشش مرتعی در منطقه هستیم.

واژه‌های کلیدی: تغییرات کاربری اراضی، سنجش از دور، تفسیر چشمی-هیبریدی، حوضه بهشت‌آباد

۱. گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: drpajoohesh@gmail.com

مقدمه

کاربری اراضی منعکس کننده ویژگی‌های تعاملی بین انسان و محیط زیست و توصیف نحوه بهره‌برداری انسان برای یک یا چند هدف روی زمین است. چگونگی استقرار کاربری اراضی و پوشش زمین در کنار یکدیگر یک منظر را می‌سازند و برای درک بهتر الگوی منظر و در راستای مدیریت سرزمین و نیل به اهداف حفاظتی، مشخص کردن الگوهای مکانی کاربری و پوشش زمین بسیار ضروری است (۱۲). زمین‌ها با ارزش‌ترین منابع طبیعی برای تولید مواد غذایی، سوخت و بسیاری از محصولات اساسی دیگر هستند که برای پاسخگویی به نیازهای جوامع بشری مورد نیاز هستند. خاک به‌عنوان یکی از منابع محدود و تجدیدناپذیر به‌طور مداوم در معرض فرایندهای مخرب اراضی قرار گرفته است. تخریب اراضی به‌عنوان فرایند کاهش بازدهی بیولوژیکی اراضی تعریف می‌شود که علت اصلی آن تغییرات آب‌وهوایی و فعالیت‌های انسانی از جمله تغییرات کاربری اراضی است و یکی از مشکلات جدی زیست‌محیطی به‌حساب می‌آید (۲۸). کاربری اراضی نمونه‌ای از تأثیرگذاری انسان بر محیط است؛ لذا به‌منظور برنامه‌ریزی و مدیریت زمین و تحولات آن لازم است عوامل تأثیرگذار بر آن را شناسایی و ارزیابی کرد (۱۶). تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین یکی از علت‌های اصلی در تغییرات زیست‌محیطی جهانی است (۱۷) و به‌صورت تغییر در استفاده از زمین تعریف می‌شود که ناشی از دخالت‌های انسان برای اهداف مختلفی همچون کشاورزی، مسکن‌سازی، حمل‌ونقل، ساخت‌وساز، استفاده‌های پارک تفریحی، استخراج معادن و شیلات است (۱۴). شیوه‌های نادرست استفاده از اراضی و پوشش زمین شامل جنگل‌زدایی، چرای بی‌رویه و بیش از حد دام، گسترش کشاورزی و توسعه شهری و شهرسازی شرایط حوضه آبخیز را در مقیاس زمانی و مکانی مختلف خراب و نامساعد می‌کند (۳، ۵ و ۱۸). تغییرات سریع کاربری اراضی، تأثیرهای عمیقی روی محیط‌های طبیعی و انسانی گذاشته است. برای مثال، توسعه کشاورزی و سازه‌ها سبب جنگل‌زدایی، فرسایش خاک، تخریب حوضه آبخیز، انهدام

و کاهش تنوع زیستی، تغییر جریان هیدرولوژیک و آلودگی می‌شود و به‌واسطه این اثرات بزرگ، آشکارسازی تغییرات کاربری سرزمین به مبحث مهمی در مدیریت محیط زیست و آمایش سرزمین تبدیل شده است (۲۷)؛ بنابراین با اطلاع از روند این تغییرات می‌توان در راستای هدایت اکوسیستم به‌سمت تعادل قدم برداشت. داشتن آمار و اطلاعات به‌هنگام، لازمه مدیریت صحیح عرصه‌های طبیعی است. یکی از مبانی مدیریت منابع طبیعی، اطلاعات مربوط به نقشه‌های کاربری اراضی است. با توجه به هزینه بالا و زمان‌بر بودن تهیه این نقشه‌ها به‌وسیله عملیات زمینی، در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان روشی کارآمد مطرح شده است (۲۰).

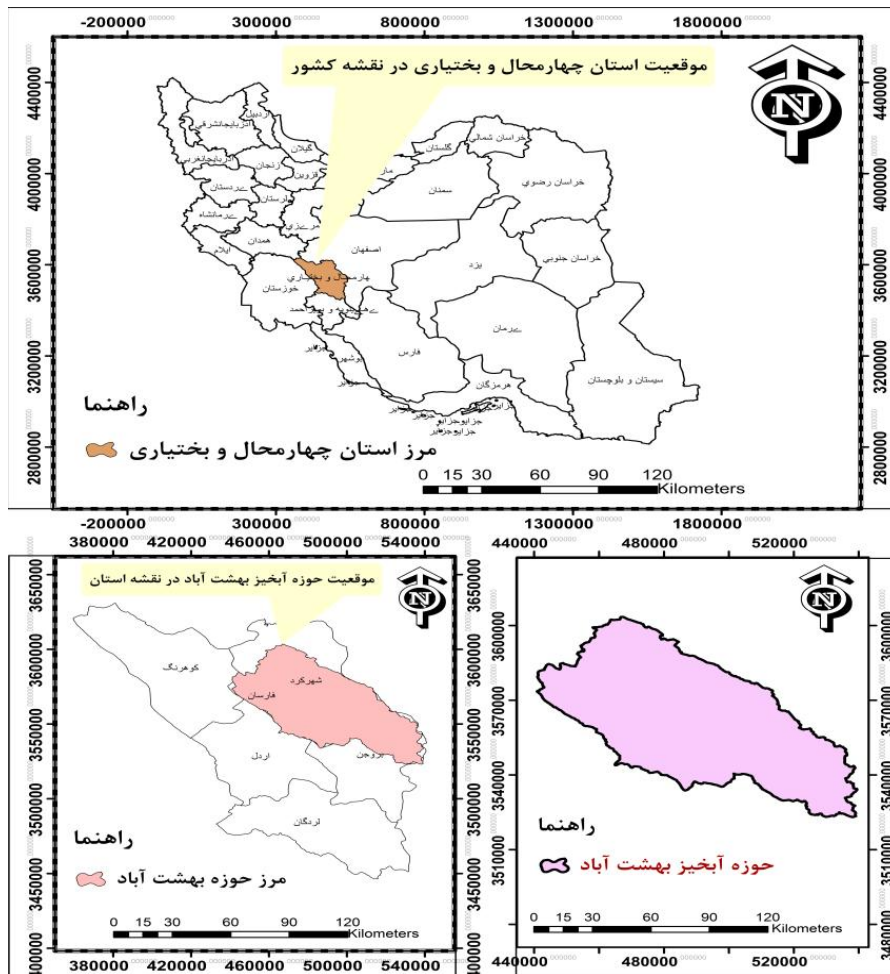
یکی از روش‌های قابل قبول و دقیق در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای، روش تفسیر چشمی و هیبریدی است و در حال حاضر در بسیاری از ارزیابی‌های ملی و بین‌المللی سرزمین مانند موجودی جنگل‌های ملی (به‌عنوان مثال فرانسه، ایتالیا، سوئیس و ایالت متحده آمریکا) و بررسی کاربری و پوشش اراضی اروپا (LUCAS) استفاده می‌شود (۲۷). این ارزیابی‌ها یک نگرش آزمایشی چندمرحله‌ای را دنبال کرده‌اند که در آن فاز اول شامل تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بسیار زیاد و مرحله دوم جمع‌آوری داده‌های زمینی در این زمینه است (۴). تفسیر چشمی به‌خصوص برای تصاویر با قدرت تفکیک مکانی زیاد، به‌عنوان یکی از روش‌های سنتی در سنجش از دور محسوب می‌شود، اما با توجه به صحت بالای آن هنوز متداول است (۱۲).

مرور سوابق مطالعاتی حاکی از این است که در دهه‌های اخیر، تغییرات سریع کاربری از جنگل به کشاورزی و نیز مرتع به سایر کاربری‌ها و کشاورزی تا شهرسازی و توسعه صنعت، سبب شده تا بسیاری از محققین در تحلیل‌های خود به تبیین دقیق اثر تغییرات کاربری اراضی روی سیستم حوضه آبخیز بپردازند (۲۱). جعفری و همکاران (۱۱) در مطالعه خود، با استفاده از تصاویر گوگل ارث و روش تفسیر چشمی و هیبریدی، نقشه کاربری اراضی فضای سبز شهری کرج را تهیه و

(۲۵)، طی مطالعات خود درخصوص پایش تغییر کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین با استفاده از فناوری‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در طول یک دوره مطالعاتی ۲۰ ساله (فواصل زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰) در ناحیه آلمورا اوتاراخاند کشور هند با طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به پنج طبقه عمده: مرتع، کشاورزی، اراضی بایر، مناطق مسکونی و ساختمان‌ها و سطوح آبی دریافتند که در طول این دو دهه مرتع و ساختمان‌ها افزایش یافته است، درحالی که اراضی کشاورزی، اراضی بایر و سطوح آبی به ترتیب کاهش یافته بودند. شیخ سعید و همکاران (۲۴)، با تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای مربوط به دوران ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۲ حوضه آبخیز سیملی در اسلام آباد پاکستان، پنج طبقه عمده کاربری یعنی کشاورزی، خاک لخت، رخنمون سنگی، مرتع و سطوح آبی طبقه‌بندی را برای منطقه مشخص و بیان کردند که حاصل نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی تولید شده در سامانه اطلاعات جغرافیایی، یک تغییر قابل ملاحظه‌ای را در کاربری‌های مرتع و پوشش آبی و تبدیل آنها به پوشش کشاورزی، خاک لخت، صخره سنگی و مناطق مسکونی نشان داد؛ بنابراین می‌توان گفت که این تغییرات و تبدیلات پوشش زمین و تغییرات کاربری اراضی تهدیدی جدی برای حوضه آبخیز است، از این رو مدیریت مناسب حوضه آبخیز مورد نیاز است و دیگر اینکه این منابع به‌زودی از بین خواهند رفت و قادر نخواهند بود در توسعه اجتماعی و اقتصادی منطقه نقشی را ایفا کنند.

با توجه به بررسی منابع صورت گرفته، از آنجا که حوضه بهشت‌آباد یکی از مهم‌ترین زیرحوضه‌های کارون شمالی است و بیش از ۷۰ درصد جمعیت استان چهارمحال و بختیاری در این حوضه ساکن هستند و با توجه به اهمیت بالای این حوضه در تأمین آب حوضه‌های دیگر و نیز اهمیت شناخت کاربری‌های موجود در منطقه در طول چند دهه گذشته، مطالعه گیاهی و تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز بهشت‌آباد با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه اطلاعات جغرافیایی در بازه زمانی ۲۵ ساله (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶) است.

مقدار ضریب کاپا را ۸۷/۶۹ درصد اعلام کردند. قربانی و پاکروان (۹)، از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست و روش‌های تفسیر چشمی و رقومی و نیز تصاویر گوگل ارث استفاده کردند و صحت روش تفسیر چشمی را بسیار بالاتر از روش تفسیر رقومی گزارش کردند. نظری سامانی و همکاران (۱۵)، با بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبخیز طالقان، ۵ طبقه کاربری را برای منطقه مشخص کرده و بیان کردند که اراضی رها شده افزایش، اراضی مرتعی کاهش و باغات، اراضی کشاورزی آبی و دیمی نیز تغییرات اندکی داشته‌اند. آنها همچنین معتقد بودند که استفاده از سنجش از دور به‌همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند قابلیت دستیابی به اطلاعات کاربری را ارتقاء دهد. آنتخوار (۲)، طی مطالعه خود روی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز سولگان و اثرات آن در میزان رسوب‌دهی و دبی حوضه با استفاده از مطالعات GIS و سنجش از دور و بازدیدهای میدانی به این نتیجه رسید که در کلیه دوران مطالعاتی ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۸ در حوضه اصلی و زیرحوضه‌های مربوطه، کاربری‌های مراتع ضعیف، زراعت دیم، خاک لخت و مناطق شهری در حال افزایش و در مقابل آن مراتع با پوشش خوب و متوسط، زراعت و باغات در حال کاهش هستند. فتاحی (۸)، ضمن استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و داده‌های سنجش از دور، با بررسی تغییرات کاربری اراضی استان قم در طی دو دوره مطالعاتی ۱۹۵۵ تا ۱۹۸۵ و ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۲ میلادی، به این نتیجه رسید که مساحت اراضی کشاورزی در دوره اول روند افزایشی و در دوره دوم روند کاهشی داشته است. همچنین اراضی شهری و روستایی در طی این مدت افزایش قابل توجهی یافته و مراتع، بیشه زارهای جنگلی، تپه‌های ماسه‌ای و دریاچه‌ها در دوره دوم نسبت به دوره اول کاهش یافته‌اند. سبزقبایی و همکاران (۲۲)، با مطالعه تغییرات کاربری اراضی به‌کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های سنجش از دور در حوضه آبخیز شهرستان اندیمشک و تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ مربوط به سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲، به این نتیجه رسیدند که طی ۲۸ سال مورد مطالعه، بیشترین تغییر در میان کاربری‌ها مربوط به اراضی مرتعی و کمترین تغییر مربوط به مناطق شهری بوده است. راوات و کامار



شکل ۱. موقعیت استان و حوزه آبخیز بهشت آباد

منطقه مورد مطالعه به لحاظ شرایط آب‌وهوایی و اقلیم، جزء مناطق سردسیر و مرتفع کوهستانی بوده و متوسط دمای منطقه حدود ۱۱/۳۸ درجه سانتی‌گراد و بیشترین بارش ماهیانه مربوط به ماه‌های دی و آذر و کمترین بارش‌ها مربوط به ماه‌های تابستان و کمتر از یک میلی‌متر است. ارتفاع متوسط حوضه از سطح دریا ۲۴۲۲ متر و در شیب متوسط ۲۱/۷ درصد با جهت شیب جنوبی و غربی است.

داده‌های مورد استفاده

برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به حوضه مورد مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ سنجنده TM مربوط به دو دوره زمانی ۱۹۹۱ و ۲۰۰۸ و تصاویر لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به سال ۲۰۱۶ از آرشیو پایگاه اینترنتی USGS تهیه شده

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبخیز بهشت آباد در شمال شرقی استان چهارمحال و بختیاری واقع است که حدود ۱۲/۹ درصد از مساحت منطقه زاگرس مرکزی را به‌خود اختصاص داده است (شکل ۱). حدود ۴۴ درصد از مساحت منطقه کوهستانی و ۵۶ درصد بقیه به‌صورت دشت است. این محدوده در بخش‌هایی از شش زیرحوضه هیدرولوژیک از جمله بروجن، سفیددشت، شلمزار، شهرکرد، فارسان و کیار واقع شده است. این حوضه از لحاظ موقعیت جغرافیایی در مختصات ۵۰ درجه و ۲۰ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۳۰ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۳۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه عرض شمالی قرار گرفته است.

جدول ۱. خصوصیات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

نوع ماهواره	سنجنده	زمان تصویربرداری (میلادی)	زمان تصویربرداری (شمسی)	اندازه پیکسل‌ها	تعداد باندها
لندست ۵	TM	۱۹۹۱/۰۶/۱۶	۱۳۷۰/۰۳/۲۶	۳۰ متر به غیر از باند حرارتی	۷ باند
لندست ۵	TM	۲۰۰۸/۰۶/۳۰	۱۳۸۷/۰۴/۱۰	۳۰ متر به غیر از باند حرارتی	۷ باند
لندست ۸	OLI	۲۰۱۶/۰۶/۲۰	۱۳۹۵/۰۳/۳۱	۳۰ متر به غیر از باند پانکروماتیک و باندهای حرارتی	۱۱ باند

کنترل زمینی، رابطه هندسی حاصل از تصاویر با سیستم مختصات جغرافیایی از کیفیت بالایی برخوردار خواهد بود (۶).

تصحیحات رادیومتریک

هر سنجنده میزان شدت تابش الکترومغناطیسی را برای هر پیکسل به عنوان عدد رقومی (DN) ثبت می‌کند که نسبت به انرژی واقعی که از پدیده‌های سطح زمین بازتاب یا تابش شده متفاوت است. عواملی نظیر آزیموت و ارتفاع خورشید و شرایط جوی می‌توانند انرژی دریافت شده به وسیله سنجنده را تحت تأثیر قرار دهند. بنابراین، برای به دست آوردن بازتاب یا تابش واقعی پدیده‌های سطح زمین، خطاهای رادیومتری باید تصحیح شوند. این فرایند موجب بهبود کیفیت داده‌های سنجنش از دور و افزایش قابلیت تفسیر آنها می‌شود. برای انجام این تصحیحات اطلاعات خاص سنجنده مورد نیاز است. اکثر نرم‌افزارهای تخصصی سنجنش از دور دارای ابزار تصحیح رادیومتری هستند. هنگامی که هدف از تحقیق استفاده از داده‌های چندزمانه یک سنجنده باشد تصحیح رادیومتری از اهمیت بسیار زیادی برخوردار خواهد بود. لذا در این تحقیق این مرحله مربوط به تصحیح زاویه و ارتفاع خورشید و همچنین تصحیح خطاهای دستگاهی و... است. برای انجام این کار و تصحیح رادیومتریکی تصاویر، در نرم‌افزار ENVI5.1، از طریق ابزار Landsat Calibration و انتخاب هر باند به صورت جداگانه و استفاده از اطلاعات موجود در فایل متادیتای تصاویر، اقدام به تصحیح زاویه ارتفاع خورشید تصاویر لندست ۵ سنجنده TM (سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۸ میلادی) و تولید تصاویر انعکاسی شد. برای تصحیح رادیومتریکی تصاویر لندست ۸ سنجنده OLI

و به عنوان داده‌های خام ماهواره‌ای پایه و مورد نیاز برای این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۱).

همچنین از نرم‌افزارهای ARC GIS 9.3، ENVI5.1، سیستم موقعیت‌یاب جهانی و نرم‌افزار گوگل ارث برای بررسی و تجزیه و تحلیل تصاویر و تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده شد.

روش انجام تحقیق

روندنمای مراحل انجام تحقیق در شکل ۲ آورده شده که شرح هر کدام در ادامه توضیح داده شده است.

تصحیحات هندسی

قبل از تجزیه و تحلیل اطلاعات ماهواره‌ای لازم است تصحیحاتی از جمله تصحیح هندسی روی تصاویر خام صورت پذیرد. از آنجا که تصاویر ماهواره‌ای خام دارای خطای هندسی هستند و اهمیت تصحیحات مکانی دقیق تصاویر چندزمانه کاملاً واضح و ضروری به نظر می‌رسد، ابتدا تصاویر از لحاظ تصحیح هندسی مورد بررسی قرار گرفتند. بدین منظور لازم است که از یک نقشه مرجع یا تصویری که قبلاً تصحیحات روی آن صورت گرفته استفاده شود. برای انجام این مرحله مهم تصاویر لندست ۸، سال ۲۰۱۶ به عنوان تصویر مبنا و بدون خطا مدنظر قرار گرفت و تصاویر لندست ۵ دو دوره دیگر با استفاده از روش تصویر به تصویر (Image to Image) در نرم‌افزار ENVI مورد تطابق هندسی قرار گرفتند که برای تعیین نقاط کنترل زمینی در دو تصویر از تقاطع جاده‌ها، آبراه‌ها، رودخانه‌ها و... استفاده شد. انتخاب نقاط کنترل زمینی برای تصحیح هندسی بسیار مهم است. در صورت انتخاب صحیح نقاط



شکل ۲. روند نمای مراحل انجام تحقیق

تشریح ضرایب فرمول‌ها

L_{λ} : تشعشع طیفی برای هر بانده ($W/(m^2 \cdot sr \cdot \mu m)$)
 M_L : ضریب تبدیل که از فایل متادیتا به دست می‌آید (عامل تغییر مقیاس) (Radiance-Mult-Bandx)، Q_{cal} : تصویر ماهواره‌ای خام.
 A_1 : عامل تغییر مقیاس اضافه شونده که از فایل متادیتا به دست می‌آید (Radiance-Add-Bandx).
 ρ : انعکاس طیفی بدون تصحیح زاویه تابش خورشیدی، M_p :
 ضریب تبدیل که از فایل متادیتا به دست می‌آید (Reflectance-Mult-Bandx)، A_p : ضریب تبدیل که از فایل متادیتا به دست می‌آید (Reflectance-Add-Bandx)، $\rho\lambda$: انعکاس طیفی تصحیح شده، θ_{SE} : زاویه ارتفاعی محلی خورشید (Sun

سال ۲۰۱۶) با توجه به عدم تعریف ابزار تصحیح رادیومترکی برای این تصاویر در نرم‌افزار ENVI 5.1، با کمک نرم‌افزار ENVI 5 و از طریق رابطه‌های ۱، ۲ و ۳ و وارد کردن اطلاعات مورد نیاز که در فایل متادیتای تصاویر موجود است، اقدام به عمل تصحیح و تولید تصاویر مورد نظر شد:

$$(1) \text{ تبدیل DN به تابش طیفی } L_{\lambda} = M_L * Q_{cal} + A_1$$

$$(2) \text{ تبدیل تابش طیفی به انعکاس طیفی } \rho\lambda' = M_p * Q_{cal} + A_p$$

$$(3) \text{ تصحیح انعکاس طیفی } \rho\lambda = \rho \frac{\rho\lambda'}{\sin\theta_{SE}} = \frac{\rho\lambda'}{\cos\theta_{SZ}}$$

(Elevation) و Θ_{sz} : زاویه زینت محلی خورشید ($\Theta_{SE} - 90$).

تصحیحات اتمسفری

این تصحیح زمانی انجام می‌گیرد که از تصاویر چندزمانه یعنی تصاویری که مربوط به فصل‌ها یا سال‌های مختلف و یا سنجنده‌های مختلف هستند، استفاده شود (۱۷). در این تحقیق از روش کاهش تیرگی پدیده (Dark Subtract) در نرم‌افزار ENVI برای تصحیح اتمسفری استفاده شد.

تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

پس از انجام تصحیحات هندسی، رادیومتریکی و اتمسفری روی تصاویر خام، اقدام به ایجاد ترکیب بانندی کاذب برای تشخیص بهتر عوارض و پدیده‌های سطح زمین به منظور طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای شد و از ترکیب بانندی کاذب ۴۳۲ برای تصاویر ۵ سنجنده TM و از ترکیب بانندی کاذب ۵۴۳ برای تصاویر لندست ۸ سنجنده OLI استفاده شد. همچنین ضمن حضور در منطقه مطالعاتی و شناسایی کاربری‌های موجود در حوضه، در نهایت ۵ طبقه کاربری اراضی شامل اراضی مرتعی، مناطق ساختمانی - شهری، اراضی کشاورزی، اراضی باغی و اراضی بایر برای حوضه مورد مطالعه بر اساس تعریف سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در نظر گرفته شد. ابتدا با توجه به عملیات میدانی انجام شده و با استفاده از گوگل ارث کلید تفسیر یا شناسایی کاربری‌های مختلف تهیه شد. سپس با استفاده از کلید تفسیر و به‌روش هیبریدی در محیط نرم‌افزاری ArcGIS اقدام به تفسیر تصاویر لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ شد. مزیت روش هیبریدی آن است که اپراتور می‌تواند همزمان از انواع مختلف شاخص‌ها و نسبت‌گیری‌های طیفی، ترکیب بانندی حقیقی و کاذب و باندهای مصنوعی در کنار عوامل تفسیر نظیر تن، رنگ، بافت، اندازه و نقش در هنگام تفسیر تصاویر به‌منظور افزایش دقت و صحت طبقه‌بندی استفاده کند. در این تحقیق علاوه بر موارد فوق از نقشه‌های کاربری تهیه شده در سال‌های گذشته و نیز تصاویر گوگل ارث به‌دلیل قدرت تفکیک مکانی زیاد آن برای بالا

بردن دقت تفسیر هیبریدی و تهیه نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ استفاده شد. سپس تغییرات کاربری‌های مختلف در نقشه‌های کاربری اراضی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت تا روند تغییرات کاربری اراضی در حوضه مورد مطالعه در دوره‌های زمانی مورد نظر مشخص شود.

ارزیابی صحت

ارزیابی دقت و صحت از طریق مقایسه نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی با یک نقشه واقعیت زمینی تولید ماتریس خطا انجام می‌شود. در این تحقیق از نقشه‌های استاندارد کاربری اراضی موجود که توسط سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و سازمان محیط زیست تهیه شده بودند، استفاده شد. نقشه واقعیت زمینی سال ۲۰۱۶ با استفاده از عملیات میدانی و برداشت نقاط زمینی تهیه شد. دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده است. معمول‌ترین عوامل دقت شامل دقت کلی، دقت تولید کننده، دقت کاربر و ضریب کاپا است. از نظر تئوری احتمالات دقت کلی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتیجه طبقه‌بندی باشد، چرا که در این شاخص نقش شانس قابل توجه است. دقت کلی از جمع عناصر اصلی خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها و طبق رابطه ۴ به‌دست می‌آید:

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ij} \quad (4)$$

در این رابطه؛ OA: دقت کلی، N: تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ij}$: جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است.

به‌دلیل ایرادهای وارد بر دقت کلی، اغلب در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مدنظر است از شاخص کاپا استفاده می‌شود. به‌عبارت دیگر، ضریب کاپا نشان‌دهنده توافق صحت کلی با حالت موجود در طبیعت است که در رابطه ۵ نحوه محاسبه آن ارائه شده است. مقدار شاخص کاپا بین صفر و یک تغییر می‌کند که هرچه به یک نزدیک‌تر باشد، میزان درستی نقشه حاصل از طبقه‌بندی به واقعیت نزدیک‌تر است. بهترین نتیجه طبقه‌بندی زمانی حاصل می‌شود که صحت کلی و ضریب کاپا هر دو مقدار بالایی داشته باشند:

جدول ۲. مقدار خطای RMSE برای تصاویر سال ۱۹۹۱ میلادی

Base		Warp		Predict		Error		RMS	Error
x	y	x	y	x	y	x	y		
۴۲۶۱	۱۹۰۲	۴۵۱۱	۱۵۹۲	۴۵۱۱	۱۵۹۲	۰	۰	۰	
۳۵۵۶	۱۵۳۲	۳۸۰۶	۱۲۲۲	۳۸۰۶	۱۲۲۲	۰	۰	۰	
۴۶۸۸	۳۵۲۴	۴۹۳۸	۳۲۱۴	۴۹۳۸	۳۲۱۴	۰	۰	۰	
۶۴۳۶	۱۳۸۶	۶۶۸۶	۱۰۷۶	۶۶۸۶	۱۰۷۶	۰	۰	۰	
۵۳۸۵	۱۶۵۲	۵۶۳۵	۱۳۴۲	۵۶۳۵	۱۳۴۲	۰	۰	۰	
۴۸۳۵	۵۳۰۱	۵۰۸۵	۴۹۹۱	۵۰۸۵	۴۹۹۱	۰	۰	۰	
۶۶۱۷	۱۴۰۰	۶۸۶۷	۱۰۹۰	۶۸۶۷	۱۰۹۰	۰	۰	۰	
۶۹۵۰	۲۹۵۷	۷۲۰۰	۲۶۴۷	۷۲۰۰	۲۶۴۷	۰	۰	۰	
۶۵۳۰	۴۲۷۲	۶۷۸۰	۳۹۶۲	۶۷۸۰	۳۹۶۲	۰	۰	۰	
۳۸۳۵	۴۰۹۳	۴۰۸۵	۳۷۸۳	۴۰۸۵	۳۷۸۳	۰	۰	۰	
۵۲۷۷	۷۰۴۳	۵۵۲۷	۶۷۳۳	۵۵۲۷	۶۷۳۳	۰	۰	۰	
۲۳۸۵	۱۵۶۳	۲۶۳۵	۱۲۵۳	۲۶۳۵	۱۲۵۳	۰	۰	۰	
۱۹۷۰	۴۰۱۱	۲۲۲۰	۳۷۰۱	۲۲۲۰	۳۷۰۱	۰	۰	۰	
۳۱۲۳	۳۱۱۲	۳۳۷۳	۲۸۰۲	۳۳۷۳	۲۸۰۲	۰	۰	۰	
۱۴۲۱	۲۹۴۳	۱۶۷۱	۲۶۳۳	۱۶۷۱	۲۶۳۳	۰	۰	۰	
۱۷۷۱	۸۵۲	۲۰۲۱	۵۴۲	۲۰۲۱	۵۴۲	۰	۰	۰	
۳۰۸۲	۴۷۲۸	۳۳۳۲	۴۴۱۸	۳۳۳۲	۴۴۱۸	۰	۰	۰	
۳۱۹۹	۴۵۷۰	۳۴۴۹	۴۲۶۰	۳۴۴۹	۴۲۶۰	۰	۰	۰	
۴۴۵۸	۶۹۹۵	۴۷۰۸	۶۶۸۵	۴۷۰۸	۶۶۸۵	۰	۰	۰	
۲۹۰۷	۲۰۰۴	۳۱۵۷	۱۶۹۴	۳۱۵۷	۱۶۹۴	۰	۰	۰	

می‌دهد. دقت کاربر مکمل خطای اضافه است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

خطای اضافه - ۱۰۰٪ = دقت کاربر نتایج تحقیق

نتایج مربوط به تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره‌ای

پس از انجام تصحیحات هندسی مشخص شد که میزان خطای RMSE صفر به دست آمد و به این نتیجه رسیدیم که تصاویر از لحاظ هندسی و مکانی هیچ‌گونه خطایی ندارند.

نتایج مربوط به تصحیحات هندسی تصاویر ماهواره‌ای

پس از انجام تصحیحات هندسی مشخص شد که میزان خطای RMSE صفر به دست آمد و به این نتیجه رسیدیم که تصاویر از لحاظ هندسی و مکانی هیچ‌گونه خطایی ندارند (جدول‌های ۲ و ۳).

$$\text{Kappa} = \frac{\text{Po} - \text{Pc}}{1 - \text{Pc}} * 100 \quad (5)$$

Po: درستی مشاهده شده، Pc: توافق مورد انتظار است.

دقت تولید کننده، دقت نقشه از نقطه نظر سازنده آن (تولید کننده) را نشان می‌دهد. در واقع دقت تولید کننده بیانگر این است که پدیده‌های سطح زمین چقدر روی نقشه درست طبقه‌بندی شده اند یا احتمال اینکه یک پوشش خاص روی زمین، روی نقشه نیز درست طبقه‌بندی شده باشد چقدر است. دقت تولیدکننده مکمل خطای حذف است و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

خطای حذف - ۱۰۰٪ = دقت تولید کننده

دقت کاربر بیانگر دقت نقشه از نقطه نظر کاربر آن است. دقت کاربر احتمال اینکه یک پیکسل که در یک طبقه مشخص قرار گرفته در حقیقت بیانگر همان طبقه روی زمین است، را نشان

جدول ۳. مقدار خطای RMSE برای تصاویر سال ۲۰۰۸ میلادی

Base		Warp		Predict		Error		RMS Error
x	y	x	y	x	y	x	y	
۳۹۷۳	۱۵۹۲	۴۲۸۳	۱۲۶۲	۴۲۸۳	۱۲۶۲	۰	۰	۰
۶۶۱۶	۱۴۰۱	۶۹۲۶	۱۰۷۱	۶۹۲۶	۱۰۷۱	۰	۰	۰
۵۶۷۹	۲۴۹۶	۵۹۸۹	۲۱۶۶	۵۹۸۹	۲۱۶۶	۰	۰	۰
۴۷۴۶	۳۳۵۶	۵۰۵۶	۳۰۲۶	۵۰۵۶	۳۰۲۶	۰	۰	۰
۳۰۰۹	۷۷۴	۳۳۱۹	۴۴۴	۳۳۱۹	۴۴۴	۰	۰	۰
۳۲۰۳	۱۷۷۶	۳۵۱۳	۱۴۴۶	۳۵۱۳	۱۴۴۶	۰	۰	۰
۴۸۷۳	۲۸۲۲	۵۱۸۳	۲۴۹۲	۵۱۸۳	۲۴۹۲	۰	۰	۰
۳۹۰۶	۳۲۲۵	۴۲۱۶	۲۸۹۵	۴۲۱۶	۲۸۹۵	۰	۰	۰
۳۲۴۵	۲۵۰۷	۳۵۵۵	۲۱۷۷	۳۵۵۵	۲۱۷۷	۰	۰	۰
۲۸۱۱	۱۲۶۱	۳۱۲۱	۹۳۱	۳۱۲۱	۹۳۱	۰	۰	۰
۱۹۶۷	۶۳۵	۲۲۷۷	۳۰۵	۲۲۷۷	۳۰۵	۰	۰	۰
۴۶۲۴	۲۱۷۹	۴۹۳۴	۱۸۴۹	۴۹۳۴	۱۸۴۹	۰	۰	۰
۶۳۷۲	۲۹۵۶	۶۶۸۲	۲۶۲۶	۶۶۸۲	۲۶۲۶	۰	۰	۰
۵۶۸۹	۴۰۴۱	۵۹۹۹	۳۷۱۱	۵۹۹۹	۳۷۱۱	۰	۰	۰
۳۲۲۷	۴۲۱۰	۳۵۳۷	۳۸۸۰	۳۵۳۷	۳۸۸۰	۰	۰	۰
۲۷۹۷	۱۹۱۰	۳۱۰۷	۱۵۸۰	۳۱۰۷	۱۵۸۰	۰	۰	۰
۱۷۵۳	۳۰۵۶	۲۰۶۳	۲۷۲۶	۲۰۶۳	۲۷۲۶	۰	۰	۰
۱۹۶۹	۴۰۱۰	۲۲۷۹	۳۶۸۰	۲۲۷۹	۳۶۸۰	۰	۰	۰

نتایج مربوط به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی

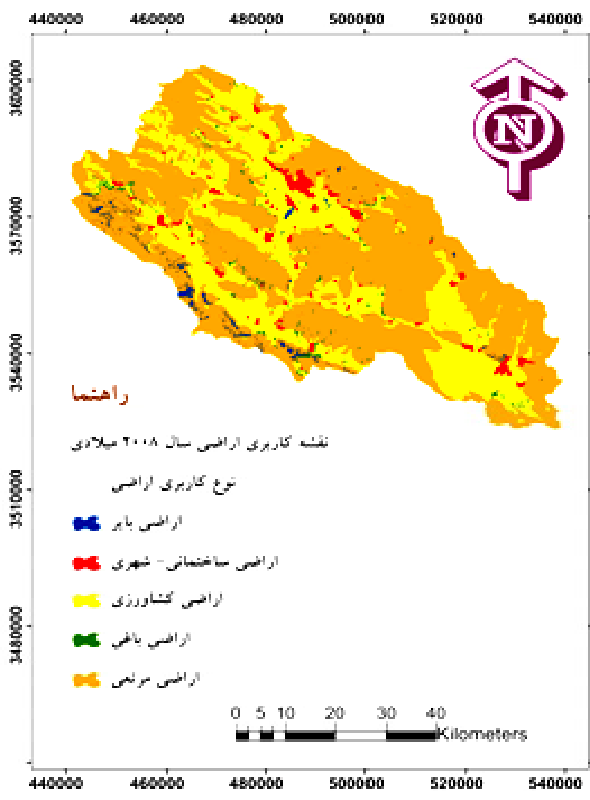
پس از شناسایی کاربری‌های موجود در منطقه و بستن مرز هر یک از کاربری‌ها روی تصاویر ماهواره‌ای و انتقال روی گوگل ارث، از طریق ابزار موجود در نرم‌افزار ENVI، برای ارزیابی صحت تعریف نوع کاربری مورد نظر، اقدام به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی برای سه دوره مطالعاتی ۱۹۹۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ میلادی با استفاده از روش تفسیر چشمی و هیبریدی شد (شکل‌های ۳، ۴ و ۵).

نتایج دقت طبقه‌بندی تصاویر

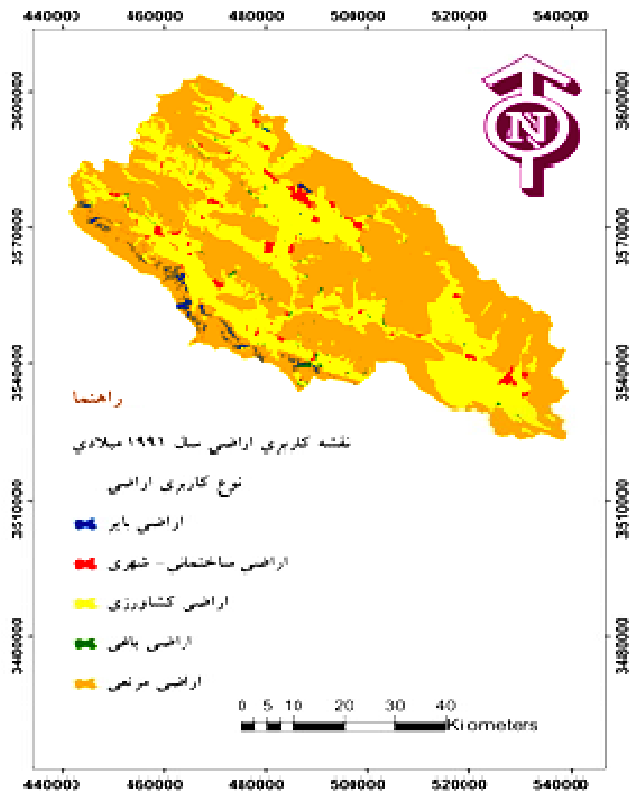
نتایج مربوط به برآورد دقت طبقه‌بندی‌ها در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج مربوط به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی

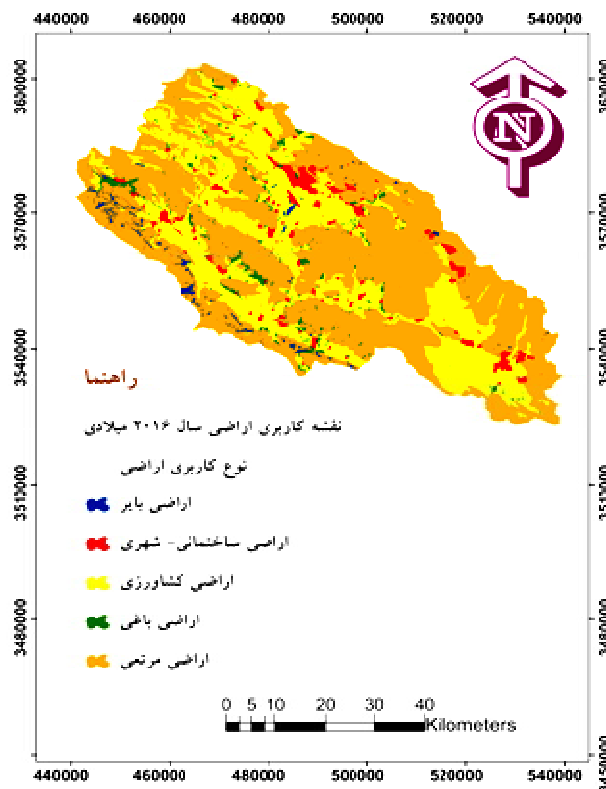
جدول‌های ۵ و ۶ نتایج مربوط به میزان تغییرات رخ داده در هر کدام از کاربری‌ها را نشان می‌دهند. بنابر نتایج، طبقه کاربری مراتع از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ روند کاهشی داشته است. طبقه کاربری ساختمانی - شهری روند رو به رشدی را در بازه‌های زمانی مورد مطالعه داشته است. این کاربری از ۱/۷۹ درصد کل منطقه به ۳/۶۶ درصد در سال ۲۰۱۶ رسیده است. اراضی کشاورزی در سال ۱۹۹۱، مساحتی حدود ۱۱۷۳۲۷ هکتار را دربرگرفته که تا سال ۲۰۰۸ حدود ۳۹۱۲ هکتار کاهش داشته و به ۱۱۳۴۱۵ هکتار رسیده است. همین طبقه کاربری در بازه زمانی ۲۰۱۶ میلادی روند افزایشی



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۸



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۱



شکل ۵. نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۶

جدول ۴. دقت کلی و شاخص کاپا برای نقشه‌های کاربری تهیه شده

شاخص کاپا (Kappa Index)	دقت کلی (Overall accuracy) (درصد)	سال (میلادی)
۷۳/۴۰	۹۲/۱۷	۱۹۹۱
۸۲/۰۸	۹۴/۲۹	۲۰۰۸
۷۹/۱۸	۹۳/۴۱	۲۰۱۶

و هیبریدی و بالا بودن دقت مکانی تصاویر گوگل ارث برای استفاده برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای یکی و برابر دانست. به‌طور کلی عامل اصلی تمام تغییرات کاربری رخ داده در این مطالعه را می‌توان افزایش جمعیت و افزایش دخل و تصرفات ناشی از آن در طبیعت دانست که با نتایج شایسته و همکاران (۲۳) مطابقت دارد. بر اساس نتایج حاصل شده در این تحقیق، بیشترین درصد تغییر کاربری اراضی مربوط به کاهش اراضی مرتعی بود. کاهش وسعت پوشش مرتعی منطقه ناشی از چرای بی‌رویه و مفرط دام در مراتع، تضعیف اراضی مرتعی، عدم اصلاح و احیاء این مناطق از سوی بهره‌برداران و دامداران، کاهش بارندگی و همچنین شخم‌وشیار مراتع و تبدیل آنها به اراضی با کشت دیمی و آبی است که با تحقیقات محققانی از جمله فارسی و یوسفی (۷) مطابقت دارد. همچنین از دیگر دلایل تخریب و کاهش اراضی مرتعی در منطقه می‌توان به تخصیص و واگذاری این اراضی برای توسعه ساخت‌وسازها و شهرسازی و نیز گسترش بهره‌برداری از مراتع در قالب طرح‌های معدنی و سنگ‌شکن و تبدیل شدن به اراضی بایر اشاره کرد. در خصوص کاربری مناطق ساختمانی - شهری منطقه که در هر دو دوره روند صعودی را به خود اختصاص داده است، نتایج حاصل از میزان تغییرات این طبقه کاربری به بیانی دیگر رشد روز افزون جمعیت را تأیید می‌کند که به‌طور واضح این رشد تنها ناشی از رشد طبیعی جمعیت منطقه نبوده و می‌تواند به روند صعودی نرخ مهاجرت‌ها نیز مرتبط باشد.

داشته و مساحت ۱۱۶۶۷۳ هکتار از منطقه را در برگرفته است. کاربری باغ در کل دوره، از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶ روند افزایشی داشته است و از ۰/۹۶ درصد در سال ۱۹۹۱ به ۳/۲۱ درصد در سال ۲۰۱۶ رسیده است. روند تغییرات اراضی بایر نیز در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۸ روند افزایشی داشته و از ۴۴۲۶ هکتار در سال ۱۹۹۱ به ۵۴۲۵ هکتار در سال ۲۰۰۸ رسیده و در بازه زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۶ روند کاهشی را به خود اختصاص داده و مساحت آن از ۵۴۲۵ هکتار در سال ۲۰۰۸ به ۵۰۹۲ هکتار در سال ۲۰۱۶ رسیده است.

بحث

در این مطالعه برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی حوضه آبخیز بهشت‌آباد، از روش تفسیر چشمی و هیبریدی و با کمک گرفتن از گوگل ارث (برای بالا بردن دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای) و نیز نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده سال‌های گذشته توسط اداره منابع طبیعی و محیط‌زیست استان استفاده شد. با توجه به دقت مکانی زیاد تصاویر گوگل ارث و نیز قابل قبول بودن روش چشمی در بالا بردن دقت تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، می‌توان نتایج استفاده از این روش را با نتایج تحقیقات کیانی و همکاران (۱۳)، عدلی عتیق و همکاران (۲)، نظری سامانی و همکاران (۱۵)، حسن پور (۱۰)، کاکه ممی و همکاران (۱۲)، جعفری و همکاران (۱۱) و نیز قربانی و پاکروان (۹) مبنی بر تأیید روش چشمی

جدول ۵. مقایسه تغییرات انواع کاربری اراضی در سال ۱۹۹۱ نسبت به سال ۲۰۰۸ میلادی

تفاضل مساحت	سال ۲۰۰۸		سال ۱۹۹۱		کلاس کاربری
	درصد	هکتار	درصد	هکتار	
-۴۴۲۷	۶۴/۴۵	۲۴۸۰۱۲	۶۵/۶۱	۲۵۲۴۳۹	اراضی مرتعی
۳۷۳۲	۲/۷۶	۱۰۶۲۷	۱/۷۹	۶۸۹۵	مناطق ساختمانی - شهری
-۳۹۱۲	۲۹/۴۸	۱۱۳۴۱۵	۳۰/۴۹	۱۱۷۳۲۷	اراضی کشاورزی
۳۶۰۸	۱/۹۰	۷۳۰۸	۰/۹۶	۳۷۰۰	اراضی باغی
۹۹۹	۱/۴۱	۵۴۲۵	۱/۱۵	۴۴۲۶	اراضی بایر

جدول ۶. مقایسه تغییرات انواع کاربری اراضی در سال ۲۰۰۸ نسبت به سال ۲۰۱۶ میلادی

تفاضل مساحت	سال ۲۰۱۶		سال ۲۰۰۸		کلاس کاربری اراضی
	درصد	هکتار	درصد	هکتار	
-۱۱۴۲۱	۶۱/۴۹	۲۳۶۵۹۱	۶۴/۴۵	۲۴۸۰۱۲	اراضی مرتعی
۳۴۷۲	۳/۶۶	۱۴۰۹۹	۲/۷۶	۱۰۶۲۷	مناطق ساختمانی - شهری
۳۲۵۸	۳۰/۳۲	۱۱۶۶۷۳	۲۹/۴۸	۱۱۳۴۱۵	اراضی کشاورزی
۵۰۲۴	۳/۲۱	۱۲۳۳۲	۱/۹۰	۷۳۰۸	اراضی باغی
-۳۳۳	۱/۳۲	۵۰۹۲	۱/۴۱	۵۴۲۵	اراضی بایر

طبق آمار مربوط به هواشناسی کشور از طریق محاسبه شاخص‌های خشکسالی در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶، کاهش سفره‌های آب زیرزمینی و خشک شدن چشمه‌های فصلی و دائمی و کم شدن و افت آب چاه‌ها در طی این دوره در حوضه مورد مطالعه را نام برد که خود سبب کاهش کشاورزی زراعی و افزایش تمایل مردم به باغداری و افزایش تولیدات باغی به شیوه آبیاری سنتی به نسبت کمتر و آبیاری تحت فشار به نسبت بیشتر در بعضی مناطق شده است. در کل دوره مورد مطالعه بیشتر (۱۹۹۱ تا ۲۰۱۶) افزایش اراضی بایر را شاهد بودیم. طوری که در این بازه زمانی مساحت اراضی بایر از ۴۴۲۶ هکتار به ۵۰۹۲ هکتار رسیده که مهم‌ترین دلیل این افزایش، تبدیل بخشی از اراضی مرتعی به اراضی بایر بوده است. افزایش فعالیت‌های معدنی و سنگ‌شکن در اراضی مرتعی و کاهش بازدهی این اراضی را می‌توان نوعی از تبدیل کاربری مرتع به بایر در این

زائری امیرانی و سفیانیان در سال ۱۳۹۰ (۲۷)، در مطالعات خود معتقد بودند که با افزوده شدن جمعیت، نیاز به مسکن و سکونت بیشتر به چشم می‌خورد که این خود عامل تبدیل دیگر کاربری‌ها به کاربری مناطق ساختمانی - شهری است. در نتیجه از طرف دیگر، اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه در کل دوره کاهش داشته و به میزان بیشتری جای خود را به کلاس مناطق ساختمانی - شهری و اراضی باغی داده‌اند که با نتایج تحقیقات پیجن و همکاران (۱۹) و رهنما و همکاران (۲۶) همخوانی دارد.

. نتایج همچنین افزایش چشمگیر اراضی باغی را نشان می‌دهند. به طوری که در سال ۲۰۱۶ حدود ۲/۲۵ درصد نسبت به سال ۱۹۹۱ افزایش داشته و می‌توان بیان کرد این افزایش بیشتر مربوط به تبدیل اراضی مرتعی و کشاورزی به اراضی باغی است. از دلایل این افزایش می‌توان کاهش میزان بارندگی‌ها

تخریب اراضی در منطقه اجتناب ناپذیر خواهد بود.
۳- اطلاعات در مورد روند تغییرات پوشش اراضی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری به‌منظور استفاده صحیح از منابع و توسعه پایدار ضروری است. ترکیب سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به ما توانایی فراهم کردن اطلاعات جامع را در مورد ماهیت مکان و میزان تغییرات پوشش اراضی را می‌دهد.

۴- با توجه به اینکه روش تفسیر چشمی جزء روش‌های سنتی و قدیمی است، ولی به لحاظ دقت زیاد آن در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی در این تحقیق مورد توجه بوده است. همچنین ترکیب این روش با روش هیبریدی و کمک گرفتن از گوگل ارث، می‌تواند از نقاط قوت این تحقیق در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی باشد.

تحقیق دانست. در مجموع باید عنوان کرد که در منطقه بهشت‌آباد شاهد افزایش جایگزینی مراتع با مناطق ساختمانی - شهری، کشاورزی دیم، باغات و اراضی بایر و بروز تخریب پوشش مرتعی در منطقه هستیم.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، طبقه‌بندی کاربری اراضی و آشکارسازی تغییرات آن طی چند بازه زمانی انجام گرفت. نتایج حاصل از این تحقیق را به‌طور مختصر می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

۱- داده‌های ماهواره‌ای دارای توانایی بالایی برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی با صحت زیاد هستند.

۲- تغییرات کاربری اراضی در سطح منطقه مورد مطالعه قابل توجه بوده است که عمدتاً ناشی از افزایش جمعیت و همچنین افزایش نیاز غذایی و افزایش نیاز به مسکن است. بنابراین اگر راهبرد فعلی استفاده از زمین با مدیریت فعلی ثابت باقی بماند،

منابع مورد استفاده

1. Adli Atigh, R., S. Khorushi Isalu, Y. Nemati and A. Ghorbani. 2014. Land use mapping using existing imagery from Google Earth and GIS (Case study: Ardabil and Namin Dodaran Watershed). Eighth National Conference on Global Environment Day (Solving Water Crisis with National Determination and Jihadi Management), July 2014, Tehran University. (In Farsi).
2. Atashkhar, F. 2011. Survey of the effect of land use changes in the sulegan basin on discharge and sediment using GIS and RS Technologies and the HEC-HMS model. Master Thesis, Faculty of Agriculture Shahrekord University, Shahrekord, Iran. (In Farsi).
3. Bishaw, B. 2001. Deforestation and land degradation in the Ethiopian highlands: a strategy for physical recovery. *Northeast African Studies* 8(1): 22-25.
4. Bey, A., A. Sanchez-Paus Diaz, D. Maniatis, G. Marchi, D. Mollicone, S. Ricci, J. Bastin, R. Moore, S. Federici, M. Rezende, Ch. Patriarca, R. Turia, G. Gamoga, H. Abe and H. Kaidong. 2016. Collect Earth: Land use and land cover assessment through augmented visual interpretation. *Remote Sensing* 81: 1-24.
5. Bisht, B. and B. Kothiyari. 2001. Land cover analysis of Garur Ganga Watershed using GIS/Remote sensing technique. *Journal of Indian Society of Remote Sensing* 29: 137-141.
6. Du, Y., P. Teillet and J. Cihlar. 2002. Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. *Remote Sensing of Environment* 82: 123-134.
7. Faresi, J. and M. Yousefi. 2014. Detection of land use change using remote sensing data (Case study: Bojnourd Plain). *Journal of Geography and Environmental Information* 2(7): 95-116. (In Farsi).
8. Fattahi, M. 2014. Study of changes in Qom province using GIS and RS data. National Conference on Water Challenges and Crises in the Salt Lake Area. May 2014. Qom Province. (In Farsi).
9. Ghorbani, A. and M. Pakravan. 2013. Land use mapping using visual vs. digital image interpretation of TM and google earth derived imagery in Shrivani-Darasi watershed (Northwest of Iran). *European Journal of Experimental Biology* 31: 576-582.
10. Hasanpour, M. 2012. Preparation of land use map of ghoushchi orumia watershed using google earth images and geographic information system. Third International Conference on Environmental Planning and Management. December 2013, Tehran University. (In Farsi).

11. Jafari, Sh., Kh. Rahimi and Y. Arazzadeh. 2013. Preparation of land use map using google earth data (Case study: Karaj). Sixth National Conference and Specialized Exhibition of Environmental Engineering, October and November 2012, Tehran. (In Farsi).
12. Kake Mami, A., A. Ghorbani, A. Kayvan Behjoo and F. Mirzaei Mosivand. 2017. Comparison of visual and digital interpretation methods of land use/cover mapping in Ardabil province. *RS & GIS for Natural Resources* 8(3): 121-134. (In Farsi).
13. Kiyani, V., A. Alizadeh Shaabani and A. Nazari Samani. 2014. Assessing the classification accuracy of LISS-III sensor image of IRS-P6 satellite using Google Earths database to provide land coverage/ land use maps (Case study: Taleghan Watershed). *Scientific-Research Quarterly of Geographical Data* 23(90): 52-60. (In Farsi).
14. Meyer, W. and B. Turner. 1992. Human population growth and global land-use/cover Change. *Annual Review of Ecology and Systematics* 23: 39-57.
15. Nazari Samani, A., M. Ghorbani and H. koohbanani. 2009. Evaluation of land use change trend in Taleghan watershed during the period of 1366 to 1380. *Scientific Journal of Rangeland* 4(3): 442-454. (In Farsi).
16. Longley, P. and V. Mesev. 2000. On the measurement and generalization of urban form. *Environment and Planning A* 32: 473-488.
17. Prakasam, C. 2010. Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A Case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu. *International Journal of Geomatics and Geosciences* 12: 150-158.
18. Parker, D. C., S. M. Manson Hoffmann and M. J. Deadman. 2003. Multi agent systems for the simulation of land use and land cover change: A Review. *Annals of the Association of American Geographers* 43: 314-337.
19. Peijun, D., L. Xingli, C. Wen, L. Yanand and Z. Huapeng. 2010. Monitoring urban land cover and vegetation change by multitemporal remote sensing information. *Mining Science and Technology* 20: 0922-0932.
20. Pelletreau, A. 2004. Pricing soil degradation in uplands, the case of the Houay Pano catchment, Lao PDR. Internship Report. IRD-IWMI-NAFRI, Vientiane, Laos, 64 p append.
21. Saber Haghghat, A. 2008. Investigating the effects of land use change on erosion and sediment in golestan river basin watershed. Master Thesis In Geography, Faculty of Literature and Human Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. (In Farsi).
22. Sabzeh Ghabaei, Gh., S. Dashti and Sh. Yousefi Khanghah. 2017. Study of land use change using geographic information systems and remote sensing techniques (Case study: Andimeshk Township). *Journal of Geography and Development* 15(6): 35-42. (In Farsi).
23. Shayesteh, A., S. Soltani and H. Karimzadeh. 2007. Investigation of land use change using landsat data (Case study, Mordadjan Basin, Isfahan Province). Fourth National Conference on Watershed Management, Watershed Management, Karaj, Faculty of Natural Resources, Tehran University. (In Farsi).
24. Sheikh Saeed, A., A. Butt and N. Aziz. 2015. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 251-259.
25. Rawat, J. and M. Kumar. 2014. Monitoring land use/cover change using Remote Sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 18: 77-84.
26. Rahnama, M. R., M. Ajza Shokouhi and B. Ata. 2017. Detection of land use / land cover changes in Gonbade-Kavus City using remote sensing. *Scientific Research Quarterly of Geographical Data* 26: 148-160.
27. Zaeri Amirani, A. and A. Safyaniyan. 2012. Investigating the trend of landslide changes and population growth in the city of Isfahan using remote sensing during the years 1366 to 1378. Tehran National Geosciences Conference. (In Farsi).
28. Zhang, J., J. Niu, T. Bao, A. Buyantuyev, Q. Zhang and J. Dong. 2014. Human induced dryland degradation in ordos plateau, China, revealed by multilevel statistical modeling of normalized difference vegetation index and rainfall time series. *Journal of Arid Land* 35: 219-229.

Assessment of Trends of Spatial Land Use Changes using Geographic Information Systems and Landsat Images During the 1991-2016 Period

M. Pajooresh*, M. Mohammad Yousefi, A. Honarbakhsh and
H. R. Reyahi Bakhtyari¹

(Received: April 20-2019; Accepted: July 27-2019)

Abstract

In order to plan and manage the land and its changes, it is necessary to identify and evaluate the factors affecting it. Land use / cover changes are one of the main factors in global environmental change that is defined as a change in the type of land use; it is one of the major factors changing hydrologic flow, land erosion and destruction of biodiversity. The main purpose of this study was to assess the trends of land use changes in Beheshtabad Watershed of Chaharmahal and Bakhtiari Province with an area about 3847 square kilometers by using remote sensing and GIS during a 25-year period. In this research, first, analyzing and pre-processing the satellite images of Landsat 5 TM sensors from 1991 and 2008 were done, and Landsat 8 of OLI sensor of 2016 was applied. Then, by using the hybrid classification method, 5 land use classes including pasture lands, urban-building lands, agricultural lands, garden lands and bare lands, land use maps for the three time periods were prepared. The overall accuracy of the obtained land use maps for 1991, 2008 and 2016, was 92.17%, 94.29% and 93.41%, respectively, indicating the acceptable accuracy of the maps. Then, the process of land use change and the contribution of each land use classes and the percentage of changes in each land use class were determined in two study periods. The results of this study showed some changes occurred in the studied watershed. The total area of pasture lands during two periods indicated the decreasing trend, but urban-building and garden lands during two periods represented the increasing one. Agricultural lands during the first period indicated the decreasing trend and during the second period showed the increasing trend, while bare lands during the first period showed the increasing trend and during the second period, reflected the decreasing trend. In general, it should be noted that in the Beheshtabad watershed, we could see an increase in the replacement of pastures by urban-building class, rainfed agriculture, gardens, and bare lands, the incidence of destruction in the region.

Keywords: Land Use Changes, Remote Sensing, Hybrid method, Beheshtabad watershed

1- Department of Rangeland and Watershed Management, College of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

*: Corresponding author, Email: drpajooresh@gmail.com