

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در حوضه باراندوزچای دریاچه ارومیه بر اساس تصاویر ماهواره‌های Sentinel و Landsat5

میرحسین میریعقوبزاده^{۱*} و سید امین خسروی^۲

^۱ استادیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران و ^۲ دانشجوی دکتری، علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۵

چکیده

امروزه سنجش از دور، به‌عنوان منبع تولید اطلاعات مکانی در جهت مطالعه پوشش زمین و کاربری‌های اراضی شناخته شده است. حوضه باراندوزچای از لحاظ وسعت و فراوانی بالای اراضی زراعی و باغی در بین حوضه‌های دریاچه ارومیه از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌منظور مطالعه تغییرات کاربری اراضی حوضه مذکور تصاویر ماهواره‌های Landsat و Sentinel سنجنده TM و ۲A مربوط به سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. از الگوریتم بیشینه شدت احتمال، به‌منظور تهیه نقشه کاربری اراضی استفاده شد. نتایج حاصل از ارزیابی صحت و دقت و همچنین، بررسی ضرایب توافق کاپا نشان از دقت بالای نقشه‌های مستخرج از الگوریتم داشته است. به‌منظور آشکارسازی تغییرات از روش تفاضل تصویر استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که مساحت اراضی درختزار و درختان غیرمثمر طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ در حوضه باراندوزچای با افزایش روبرو بوده است. اراضی دیم و اراضی آیش نیز جز طبقاتی بوده‌اند که در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ با رشد مواجه بوده‌اند. طبق نتایج به‌دست آمده، مشاهده شد که در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۰۵ و ۲۰۱۰-۲۰۱۶ به‌ترتیب بیشترین تغییر مساحت صورت گرفته در این حوضه، مربوط به سطوح نفوذناپذیر و اراضی آیش و کمترین آن، مربوط به اراضی دیم و درختزار بوده است.

واژه‌های کلیدی: تفاضل تصویر، حداکثر شدت احتمال، درختزار، سنجش از دور، شاخص کاپا

مقدمه

تغییراتی در چرخه هیدرولوژیکی حوزه آبخیز ایجاد می‌کند و تعادل بین بارش، تبخیر و نفوذپذیری و ایجاد رواناب را برهم می‌زند (Marcos و همکاران، ۲۰۰۳). باید درنظر داشت که شناخت و درک تغییرات کاربری اراضی از ارکان اصلی توسعه و برنامه‌ریزی پایدار اراضی به‌شمار

امروزه، به‌علت رشد جمعیت، جهان با افزایش تقاضا برای آب و غذا مواجه است. از بدو خلقت، انسان با بهره جستن از خاک و آب توانسته به زندگی خود دوام و حیات دهد. از سوی دیگر، تغییرات کاربری اراضی

زمانی آن‌ها در هر منطقه، امکان مدل‌سازی الگوهای تغییرات کاربری اراضی و مدیریت تغییرات آبی را فراهم می‌آورد. کلیه فنون آشکارسازی تغییرات، دارای مزایا و محدودیت‌هایی هستند، به گونه‌ای که نمی‌توان یک روش را به‌عنوان بهترین یا کاربردی‌ترین روش برای تمام شرایط در نظر گرفت. مطالعه آشکارسازی تغییرات با توجه به روش به‌کار گرفته شده باید اطلاعات مفیدی از جمله: الف) مناطق تغییر یافته و میزان تغییرات، ب) توزیع مکانی انواع تغییرات رخ داده، ج) روند تغییرات انواع پوشش اراضی و ارزیابی دقت نتایج آشکارسازی تغییرات را ارائه دهد (Lu و همکاران، ۲۰۰۴).

در خصوص بررسی تغییرات کاربری، مطالعات مختلفی انجام گرفته است. در پژوهشی، به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی در مناطق مرکزی استان گیلان با استفاده از داده‌های سنجنده‌های ¹MSS (۱۹۷۵)، ²TM (۱۹۸۸)، ³ETM+ (۲۰۰۰) و ⁴IRS (۲۰۰۷) نقشه‌های کاربری اراضی در چهار دوره زمانی در شش طبقه کاربری تهیه شد. سپس، با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، میزان تغییر و تبدیل هر کاربری در دوره‌های مورد نظر تعیین شد. بر طبق نتایج حاصل شده، سطح اراضی جنگلی در طی دوره‌های زمانی مورد بررسی کاهش یافته و اراضی شهری رشد چشمگیری داشته است (Jafari، ۲۰۰۹).

Da Silva و همکاران (۲۰۱۶)، به بررسی تاثیر تغییرات کاربری زمین بر عملکرد فرسایش خاک در رودخانه سانفرانسیسکو پرداختند و معتقدند که تغییرات کاربری اراضی باعث تغییر در دسترسی به منابع آب شده است و همین عامل باعث ایجاد کشت دیم و افزایش فرسایش در منطقه شده است. Santos و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش خاک در کشور برزیل پرداختند. نتایج نشان داد که سطح زمین‌های کشاورزی و مراتع کاهش یافته و میزان فرسایش در این مناطق ۱۰ برابر

می‌رود. پس به‌عبارتی، تغییرات کاربری اراضی در نتیجه فعالیت‌های انسانی از سویی می‌تواند بر یکپارچگی سامانه منابع طبیعی و خروجی و خدمات اکوسیستم اثر بگذارد و از سوی دیگر، با برنامه‌ریزی دقیق و توسعه الگوهای جدید کاربری می‌تواند بر افزایش رفاه بشر نقش موثری داشته باشد (Shao و همکاران، ۲۰۱۳). آشکارسازی تغییرات، فرایند شناسایی اختلاف در وضعیت یا حالت یک پدیده، به‌وسیله مشاهده آن در زمان‌های مختلف است (Singh، ۱۹۸۹).

آشکارسازی به‌موقع و دقیق تغییرات خصوصیات سطح زمین، درک بهتر روابط و عکس‌العمل‌های بین انسان و پدیده‌های طبیعی برای مدیریت و استفاده بهتر از منابع را فراهم می‌کند. به‌طورکلی، آشکارسازی تغییرات شامل کاربرد پایگاه داده‌های چندزمانه برای تجزیه و تحلیل کمی اثرات زمان بر روی یک پدیده است (Lu و همکاران، ۲۰۰۴). فنون آشکارسازی تغییرات را می‌توان به دو نوع کلی تقسیم‌بندی کرد: الف) آشکارسازی محدوده تغییرات، ب) آشکارسازی نوع تغییرات "از-به". آشکارسازی محدوده تغییرات (مانند تفریق تصاویر)، اطلاعاتی درباره امکان وجود تغییر و احتمالاً شدت نسبی تغییرات را فراهم می‌کند. برعکس، الگوریتم‌های آشکارسازی نوع تغییرات "از-به" (مانند مقایسه پس از طبقه‌بندی)، اطلاعات مفصلی از نوع تغییر پوشش اراضی (به‌طور مثال از جنگل به کشاورزی) برای همه پیکسل‌ها فراهم می‌کند. آشکارسازی تغییر ناشی از گذشت زمان با استفاده از تصویر رقومی، نسبت به دیگر راهکارهای آشکارسازی از کارایی بیشتری برخوردار است (Chan و همکاران، ۲۰۰۱).

با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجنش از دور در کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری اراضی اقدام نموده و سپس، با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف، نسبت تغییرات را ارزیابی کرد. در حال حاضر، علم سنجنش از دور به‌عنوان مهمترین ابزار در جهت پایش تغییرات کاربری اراضی و مدیریت منابع طبیعی محسوب می‌شود (Prates-Clark و همکاران، ۲۰۰۸). نقشه‌های کاربری اراضی و مقایسه

¹ Multispectral Scanner System (MSS)

² Thematic Mapper (TM)

³ Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

⁴ Indian Remote Sensing Satellites (IRSs)

حوضه باراندوزچای، یکی از حوضه‌های با اهمیت در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه به‌شمار می‌آید. اراضی کشاورزی و درختزارهای حوضه مذکور از وسعت و فراوانی زیادی برخوردار بوده است. تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده از زمین، نقش بسیار مهمی در دبی جریان و تغییرات آبدهی رودخانه داشته و بررسی تغییرات آن می‌تواند نشانه خوبی از تغییرات و مدیریت حوزه آبخیز را نشان دهد. به‌عبارت دیگر، بررسی تغییرات کاربری اراضی، از کلیدی‌ترین محورها و پایه‌های اساسی مدیریت آبخیز محسوب می‌شود. لذا، بررسی تغییرات کاربری اراضی در این حوضه، طی دوره بحران دریاچه ارومیه و نیز طی دوره پژوهش، در مطالعات حوزه آبخیز دریاچه ارومیه از داده‌های Sentinel استفاده شده است که دقت مکانی بسیار بالایی نسبت به سایر داده‌های ماهواره‌ای مرسوم در زمینه نقشه‌سازی کاربری اراضی مانند Landsat داشته و بررسی قابلیت این تصاویر به‌همراه داده‌های Landsat، جزو اهداف این مطالعه بوده است.

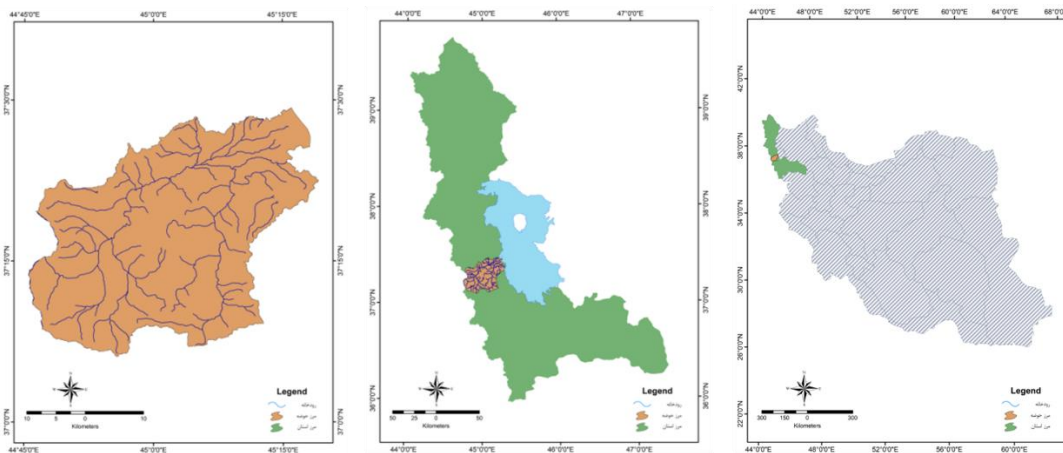
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: حوزه آبخیز باراندوزچای واقع در حوزه آبخیز دریاچه ارومیه با مساحت ۱۳۱۸ کیلومتر مربع، در طول ۴۵' ۴۴° تا ۱۶' ۴۵° شرقی و عرض ۶' ۳۷° تا ۲۸' ۳۷° شمالی واقع شده است (شکل ۱). طول رودخانه ۷۱ کیلومتر و حجم رواناب سالانه، ۲۶۸ میلیون مترمکعب است. میانگین بارش سالانه حوضه، ۴۵۷ میلی‌متر و ارتفاع کمینه و بیشینه حوضه به‌ترتیب ۱۲۸۶ و ۳۲۹۰ متر است. حوزه آبخیز باراندوزچای در ۴۵ کیلومتری جنوب و جنوب غربی ارومیه قرار گرفته است و سرچشمه آن در کوه‌های دالامپر و بزسینا در مرز ایران و عراق و ترکیه واقع است.

افزایش داشته است. Mahmoodzadeh (۲۰۰۷) با استفاده از سه روش آشکارسازی تغییرات، شامل تفریق شاخص‌های گیاهی، تجزیه مولفه‌های اصلی و مقایسه پس از طبقه‌بندی تغییرات محیطی، توسعه فیزیکی شهر تبریز و اثر آن بر روی تخریب فضای سبز را بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ با استفاده از تصاویر TM و ETM⁺ بررسی کرد. بر اساس مقایسه پس از طبقه‌بندی و تولید دو نقشه طبقه‌بندی و ماتریس ابتدا و انتها در طول دوره ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱، ۶۷۴۳ هکتار به طبقه ساختمان‌سازی افزوده شده و سطح این طبقه به ۹۵۵۲ هکتار رسیده و ۸۶۶ هکتار از این طبقه کاسته شده که طبقه فضای سبز را نشان می‌دهد.

Kelarestaghi و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از الگوریتم مقایسه پس از طبقه‌بندی، تغییرات کاربری اراضی و توزیع مکانی آن را در حوضه فریم استان مازندران با استفاده از تصاویر سنجنده ETM⁺ و عکس‌های هوایی بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند که سطح جنگل‌ها بین سال‌های ۱۹۶۷ تا ۲۰۰۲، ۲/۹۹ درصد کاهش یافته است. Rahmani و همکاران (۲۰۱۶)، در پژوهشی از تصاویر سنجنده‌های MSS، ETM⁺ و LISSIII به‌ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۵۶، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۶ برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز کسلیان استفاده کردند. نتایج نشان داد، طی دوره ۳۰ ساله، ۲۵۱/۹ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاسته شده است. همچنین، آن‌ها نتیجه گرفتند که تغییرات اندک روی کاربری منطقه، باعث تغییرات محسوس بر دبی اوج و حجم رواناب حوضه کسلیان شده است.

با توجه به این‌که حوزه آبخیز دریاچه ارومیه در سال‌های اخیر با کمبود منابع آبی روبرو بوده و احیای دریاچه ارومیه به‌عنوان دومین دریاچه شور جهان در صدر برنامه‌های دولت قرار دارد، مطالعه توسعه اراضی کشاورزی و تغییرات آن دارای اهمیت فراوانی است.



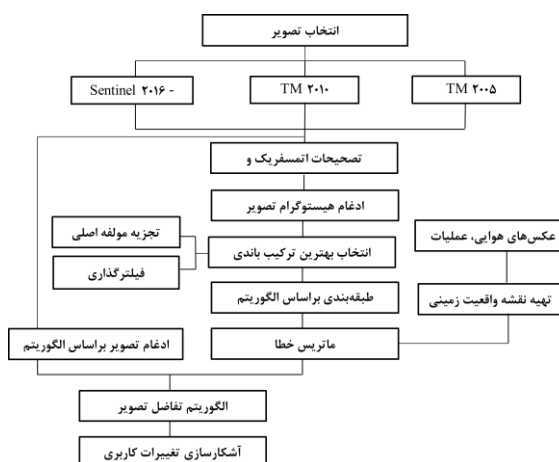
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی حوزه آبخیز باراندوزچای در کشور و استان آذربایجان غربی

تصحیح کلی اتمسفری به روش Flat Field: روش Flat Field، در طیف‌نگاری سطحی از زمین است که در محدوده طیف الکترومغناطیس بازتاب یکسان و یکنواخت را ارائه کند. اگر این زمینه تصویر، قبل از تصویربرداری معین شود، می‌تواند برای واسنجی تصویر به کار برده شود. این روش، یک روش موثر در نرمال‌سازی تصویر با حذف اثرات اتمسفر و همچنین، اختلالات تصویر ناشی از عملکرد سنجنده محسوب می‌شود (Crowley, ۱۹۹۱). تصاویر را می‌توان با استفاده از تصحیح اتمسفری Flat Field، نرمال کرد، به گونه‌ای که قابل مقایسه با یکدیگر باشند. برای واسنجی تصاویر، باید از یک منطقه مسطح مانند دشت به‌عنوان منطقه‌ای که اثر اتمسفر در آن کم و ناچیز است، به‌عنوان منطقه مورد نظر (ROI¹) استفاده کرد. با محاسبه میانگین حسابی مقادیر DN در پیکسل‌های داخل این منطقه، کل تصویر تصحیح می‌شود. به این صورت که مقادیر DN کل پیکسل‌های تصویر، به عدد میانگین به‌دست آمده تقسیم شده و تصویر نرمال می‌شود. در این پژوهش، برای انجام تصحیح اتمسفری، یک منطقه مسطح انتخاب شد و برای انجام این کار به بخش ROI رجوع و منطقه مسطح مشخص شد. با استفاده از منطقه مسطح مشخص‌شده، تصحیح اتمسفری به روش Flat Field انجام شد (Goetz و همکاران، ۱۹۸۵؛ Roberts و همکاران، ۱۹۸۶).

تصاویر ماهواره‌ای: در این مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای Landsat5 و Sentinel، سنجنده TM و ۲A مورد استفاده قرار گرفته است. سری زمانی تصاویر مورد استفاده در این پژوهش، مطابق جدول ۱ است. همچنین، مراحل پژوهش حاضر در شکل ۲، نشان داده شده است.

جدول ۱- سری تصاویر مورد استفاده

ماهواره	سنجنده	تاریخ گذر ماهواره
Landsat	TM	۲۰۰۵/۰۷/۲۷
Landsat	TM	۲۰۱۰/۰۷/۰۹
Sentinel	۲A	۲۰۱۶/۰۸/۰۵



شکل ۲- فلوچارت مراحل پژوهش

¹ Region Of Interest

تقسیم می‌کنند. در این پژوهش، از عملیات طبقه‌بندی نظارت شده به‌روشنی بیشینه شدت احتمال^۴ استفاده شد. **طبقه‌بندی بیشینه شدت احتمال (Maximum Likelihood):** در این روش که از سایر روش‌های موجود برای طبقه‌بندی دقیق‌تر است، میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی نوارهای مختلف، برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود. به بیان دیگر، برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه، از ماتریکس واریانس و بردار میانگین که خود، واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده می‌شود. در این روش، هر پیکسل با بیشترین احتمال به طبقه متناظر تعلق می‌یابد. استفاده از حد آستانه در مورد این روش طبقه‌بندی نیز متداول است (Zubiri, 2001).

ماتریس واریانس-کواریانس داده‌ها که علاوه بر بردار میانگین در این طبقه‌بندی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد، باعث می‌شود تا خصوصیات بیشتری از داده‌ها مورد بهره‌برداری قرار گیرد و همین دقت طبقه‌بندی را بالا خواهد برد. روش بیشترین شباهت، یکی از روش‌های انعطاف‌پذیر و قابل مدیریت در طبقه‌بندی است (Akbari و Shekari Badi, 2014).

نمونه‌های تعلیمی: در طبقه‌بندی نظارت شده، نمونه‌های تعلیمی اساس طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهند. بعد از این‌که طبقات تعیین شد، عملیات بعدی برای طبقه‌بندی نظارت شده، انتخاب نمونه‌های تعلیمی است که با این عمل روش تشخیص، پدیده‌ها مشخص می‌شود. یک جنبه مهم آماری در انتخاب نواحی تعلیمی آن است که تعداد کافی از پیکسل‌ها را برای مشخص کردن خواص طیفی پدیده‌های هر طبقه انتخاب و مورد استفاده قرار داد. به‌طورکلی، هرچه تعداد نمونه‌های تعلیمی بیشتر و پراکنش آن‌ها مناسب‌تر باشد، پوشش دادن تمامی دامنه‌های طیفی طبقات مورد نظر، آسان‌تر

ادغام تصاویر به روش الگوریتم GS¹: الگوریتم GS یکی از تکنیک‌های ادغام تصاویر است که هدف آن افزایش وضوح تصاویر چند طیفی است. این روش می‌تواند خصوصیات تصویر چندطیفی با قدرت تفکیک مکانی کم را در تصویر حاصل از ادغام آن با داده پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی زیاد حفظ کند. این روش، یکی از روش‌های تلفیق تصاویر چند طیفی است که همانند روش PCA جز روش‌های جایگزینی مولفه به‌حساب می‌آید. در این الگوریتم، ابتدا با استفاده از نوارهای چند طیفی، نوار پانکروماتیک شبیه‌سازی شده و با سایر نوارها تلفیق می‌شود. سپس، یک تبدیل Schmidt Gram روی تصویر چند نوازی اعمال می‌شود که به اندازه تعداد نوارهای تلفیق‌شده مولفه ایجاد می‌شود. در مرحله بعد، با جایگزینی مؤلفه اول این تصویر با نوار پانکروماتیک اصلی، تلفیق انجام می‌شود (Han و همکاران، 2008؛ Van و Pohl, 2016).

پردازش تصاویر ماهواره‌ای: یکی از روش‌های رقومی پرکاربرد استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای، طبقه‌بندی است. طبقه‌بندی را می‌توان یک فرایند تصمیم‌گیری دانست که در آن داده‌های تصویری به فضای طبقه‌های مشخص انتقال می‌یابند. این روش، به کاربران امکان تولید انواع اطلاعات مختلف (نظیر تولید نقشه‌های پوششی و کاربری، محاسبه حجم تراکم پوشش‌های گیاهی، کشف تغییرات و غیره) را می‌دهد (Akbari و Shekari Badi, 2014). پس از تهیه و انجام تصحیحات اتمسفریک و رادیومتریک، تصاویر ماهواره‌ای ترکیب بهینه نوازی برای سنجه TM، ۷۰۴.۲ و برای سنجه ۲A، ۷۰۳.۱ تعیین شد. با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده (بیشینه شدت احتمال)، نقشه کاربری اراضی حوضه باراندوزچای برای هشت طبقه کاربری اراضی، طبقه‌بندی شد. به‌طورکلی، روش‌های طبقه‌بندی را به دو دسته طبقه‌بندی‌های نظارت شده^۲ و نظارت نشده^۳،

¹ Gram-Schmidt

² Supervised Classification

³ Unsupervised Classification

⁴ Maximum Likelihood

کاپا، پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. یکی از روش‌های بیان صحت در نقشه حاصل از طبقه‌بندی، تحلیل ماتریس خطا است.

ماتریس خطا که ماتریس ابهام نیز نامیده می‌شود، حاصل مقایسه پیکسل‌های معلوم (در واقعیت‌های زمینی) با پیکسل‌های متناظر در نتایج طبقه‌بندی است. اعداد روی قطر اصلی ماتریس، تعداد پیکسل‌هایی را مشخص می‌کنند که برچسب آن‌ها در دو سری داده هم‌خوانی دارد و یا به‌عبارت دیگر، تعداد پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی شده‌اند، در روی قطر اصلی قرار می‌گیرند. عناصر غیرقطری، مجموعه خطاها هستند. به‌علاوه، در این ماتریس، صحت کلی، ضریب کاپا، دقت کاربر و دقت تولید کننده، خطای افزونگی^۳ و خطای جاافتادگی^۴ محاسبه می‌شوند. در ماتریس خطا، داده‌های مرجع (ستون‌های ماتریس) با داده‌های طبقه‌بندی شده (ردیف‌های ماتریس) مقایسه می‌شوند. روش دیگر، استفاده از دقت کلی است که از شاخص‌هایی است که در بیان دقت نتایج به‌دست آمده از روش‌های مختلف طبقه‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دقت کلی، از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها به‌دست می‌آید (رابطه ۱).

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

که در آن، N تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. شاخص کاپا با استفاده از رابطه‌های (۲) تا (۴)، محاسبه می‌شود.

$$K = \frac{\theta_1 - \theta_2}{1 - \theta_2} \quad (2)$$

$$\theta_1 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m P_{ii} \quad (3)$$

$$\theta_2 = \frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^m P_i \cdot xP_i \quad (4)$$

که در آن‌ها، P_{ii} عناصر قطر اصلی، m تعداد کلاس‌ها، N تعداد کل نمونه‌های آزمایشی در تمام طبقات، P_i جمع ستون‌ها و $P_i \cdot x$ جمع ردیف است. دقت تولید کننده، احتمال اینکه یک پیکسل در تصویر طبقه‌بندی در همان طبقه در روی زمین قرار بگیرد و

خواهد بود و هرچه تعداد نمونه‌ها در نواحی غیرهمگن بیشتر باشد، نتیجه به‌دست آمده بهتر خواهد بود. زیرا هرچه طبقه دارای تنوع طیفی بیشتری باشد، تعداد پیکسل‌های مورد نیاز برای برآورد دقت مورد نیاز برای عمل تفکیک پدیده‌ها بیشتر خواهد بود و هزینه کار بالا خواهد رفت (Rashidi, 2004).

در این مطالعه، از روش نمونه‌برداری SRS^۱ برای طبقه‌بندی داده‌ها استفاده شد. در بازدیدهای محلی از منطقه مورد مطالعه، با استفاده از GPS^۲ تعدادی پلی‌گون (۴۰ مورد) از هر کاربری که به‌طور عمده شامل اراضی درختزار (به‌طور عمده سیب)، اراضی فاریاب، اراضی دیم، مراتع، اراضی بدون پوشش گیاهی و جاده‌ها، به‌عنوان عوارض مصنوعی بود، در تاریخ منطبق بر تصویر ماهواره‌ای Sentinel ثبت شد. نمونه‌های تعلیمی برداشت شده، همزمان با تصویر آخر برداشت شده و تصاویر سال-های قبل به لحاظ طیفی با تصویر جدید همگام‌سازی شد. در همگام‌سازی طیفی، از عوارض ثابت مانند جاده‌ها و از عوارض مصنوعی قدیمی که در حال حاضر وجود دارند، استفاده شد. در انتخاب نمونه‌های تعلیمی، سعی شد ضمن این‌که معرف خوبی برای طبقات مورد نظر باشد، از پراکنش خوبی نیز برخوردار باشد. همچنین، علاوه بر عملیات زمینی برداشت نقاط کنترل، از تصاویر حاصل از پهپاد نقشه‌برداری با دقت چند سانتی‌متر، در نقاط صعب‌العبور استفاده شد.

تعیین صحت و تهیه ماتریس خطا: معمول‌ترین پارامترهای برآورد دقت شامل صحت کلی، دقت تولید-کننده، دقت کاربر و ضریب کاپا هستند. از نظر تئوری احتمالات، دقت کلی نمی‌تواند معیار خوبی برای ارزیابی نتایج طبقه‌بندی باشد. چرا که در این شاخص، نقش شانس قابل توجه است. دقت کلی، از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها به‌دست می‌آید. به‌دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرایی که مقایسه دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. زیرا شاخص

³ Commission

⁴ Omission

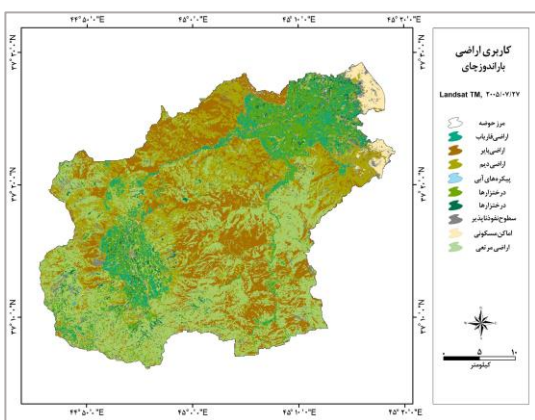
¹ Systematic random sampling

² Global Positioning System

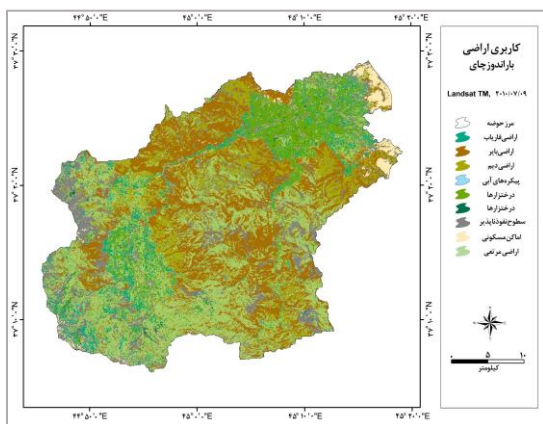
انحراف معیار از میانگین تصویر به دست آمده از تفریق نوارهای ۳ و ۴ تصاویر، به دو طبقه تغییر و عدم تغییر تبدیل شد.

نتایج و بحث

پس از انجام طبقه بندی با الگوریتم بیشینه شدت احتمال (MLC)^۱ و انتخاب بهترین ترکیب نواری با توجه به ضریب کاپا، نقشه کاربری اراضی حوزه آبخیز باراندوزچای در سال های ۲۰۰۵ (شکل ۳)، ۲۰۱۰ (شکل ۴) و ۲۰۱۶ (شکل ۵) استخراج شد.



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی حوضه باراندوزچای تاریخ ۲۰۰۵/۰۷/۲۷



شکل ۴- نقشه کاربری اراضی حوضه باراندوزچای تاریخ ۲۰۱۰/۰۷/۰۹

دقت کاربر، احتمال اینکه یک طبقه مشخص در روی زمین در همان طبقه بر روی تصویر طبقه بندی شده قرار بگیرد، است که از روابط (۵) و (۶)، محاسبه می شوند.

$$PA = \frac{ta}{ga} \times 100 \quad (5)$$

$$UA = \frac{ta}{n_1} \times 100 \quad (6)$$

که در آن ها، PA درصد دقت طبقه a برای دقت تولید کننده، ta تعداد پیکسل های صحیح طبقه بندی شده به عنوان طبقه a ، ga تعداد پیکسل های طبقه a در واقعیت زمینی، UA درصد دقت طبقه a برای دقت کاربر، n_1 تعداد پیکسل های طبقه a در نتیجه طبقه بندی است.

تفاضل تصویر: تفاضل تصویر، نقش مهمی در تحلیل تغییرات دارد و اختلافاتی که در یک تصویر نسبت به تصویر زمان قبل وجود دارد، می تواند برای کشف تغییرات مورد استفاده قرار گیرد. در این روش، براساس رابطه (۷)، ارزش های رقومی تصویر در تاریخ دوم از ارزش های رقومی تصویر در تاریخ اول کم می شود. این فرایند، به صورت پیکسل به پیکسل است. نتیجه این روش، تولید تصویری است که در آن ارزش مناطق تغییر یافته به صورت مقادیر مثبت (تغییرات افزایشی) و منفی (تغییرات کاهش) و ارزش مناطق تغییر نیافته نزدیک به صفر می شود (Singh, ۱۹۸۹).

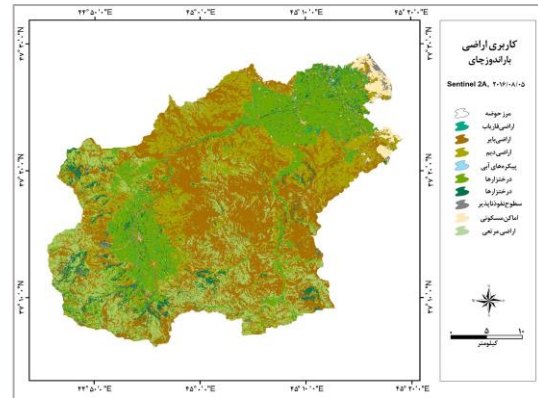
$$Dx = x(t_2) - x(t_1) + C \quad (7)$$

در رابطه (۷)، x ارزش پیکسل، t_1 تاریخ اول، t_2 تاریخ دوم و C عدد ثابت است. برتری این روش، ساده و سریع بودن اجرا و آسانی تفسیر نتایج آن است (Singh, ۱۹۸۹).

در این تحقیق، از روش های تفریق نوار قرمز و تفریق نوار مادون قرمز تصاویر مربوط به سال های ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ پس از تصحیح هندسی دقیق و عمل تطابق هیستوگرام ها و نرمال سازی داده ها برای پی بردن به تغییرات اتفاق افتاده در منطقه مورد مطالعه استفاده شد. برای جدا کردن مناطق تغییر یافته، ابتدا هیستوگرام باند حاصله به طور تجربی بررسی شد. طبق بررسی های صورت گرفته بر روی نمونه های واقعیت زمینی از مناطق تغییر و عدم تغییر، در نهایت با در نظر گرفتن ± 1 برابر

¹ Maximum Likelihood Classification

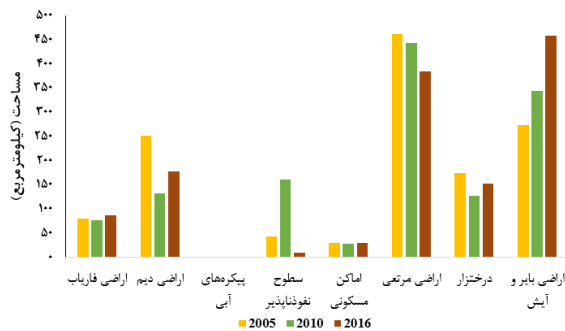
در این تحقیق، از دو معیار صحت کلی و ضریب کاپا، برای ارزیابی نقشه‌های تولید شده استفاده شد. ضریب کاپا و صحت کلی تصاویر، در جدول ۲، آورده شده است. همچنین، برای برآورد دقت طبقه‌بندی از معیارهای دقت کاربر و دقت تولیدکننده، استفاده شد که در جدول ۳، آورده شده است. نمودار مساحت کاربری اراضی حوضه باراندوزچای، در سه دوره زمانی ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ در شکل ۶، نشان داده شده است.



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی حوضه باراندوزچای تاریخ ۲۰۱۶/۰۸/۰۵

جدول ۲- ضرایب تعیین صحت و دقت طبقه‌بندی در سه دوره زمانی ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶

Sentinel ۲۰۱۶-۲A	۲۰۱۰	۲۰۰۵	ضرایب تعیین صحت و دقت طبقه‌بندی
۰/۹۸	۰/۸۹	۰/۸۷	ضریب کاپا
۹۹/۰۷	۹۲/۰۵	۹۰/۱۵	صحت کلی (درصد)



شکل ۶- نمودار مساحت کاربری اراضی حوضه آبخیز باراندوزچای در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶

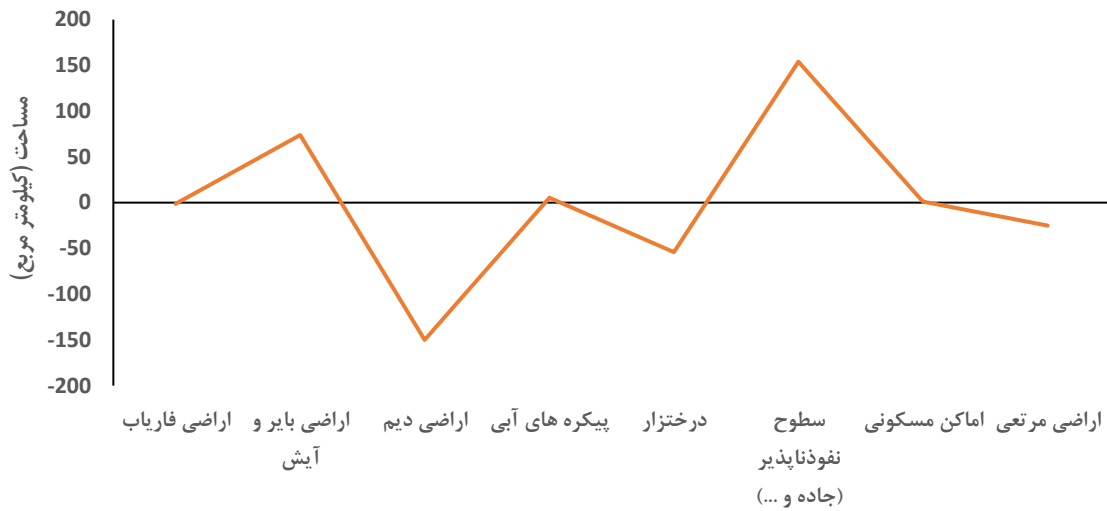
در منطقه مورد مطالعه، به دلیل این‌که اراضی باغی به همراه اراضی درختان غیرمثمر وجود دارد و تفکیک این دو به دلیل انعکاس طیفی نزدیک به یکدیگر به ویژه در تصاویر Landsat به سختی انجام می‌پذیرد، لذا، این دو طبقه در بررسی تغییرات، ادغام شده، اما در نقشه به دلیل تفکیک بصری آن با دو رنگ مجزا نشان داده شده است. همچنین، به دلیل این‌که انعکاس طیفی اراضی شهری، روستایی، جاده‌ها و راه‌های شوسه بسیار نزدیک به هم بوده، تفکیک آن‌ها در تصاویر Landsat به سختی صورت می‌پذیرد. لذا، اراضی شهری و جاده‌ها در یک طبقه، طبقه‌بندی شده و به نام اراضی نفوذناپذیر نام‌گذاری شد. برای ارزیابی صحت و دقت، نقشه‌ها با نقشه واقعیت زمینی مقایسه شد و ماتریس خطا برای نقشه‌ها تشکیل شد.

جدول ۳- درصد دقت تولیدکننده و کاربر در سه دوره زمانی ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶

طبقه	TM ۲۰۰۵		TM ۲۰۱۰		Sentinel ۲۰۱۶-۲A	
	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	دقت تولیدکننده	دقت کاربر
اراضی فاریاب	۹۰/۹۲	۹۹/۴۱	۸۳/۳۸	۶۵/۸۹	۹۸/۵۴	۱۰۰/۰۰
اراضی بایر	۸۷/۴۰	۹۲/۷۱	۹۳/۵۲	۹۵/۰۷	۹۷/۵۳	۹۷/۰۳
اراضی دیم	۹۱/۴۲	۹۸/۲۸	۹۱/۶۴	۹۳/۸۱	۹۹/۸۲	۹۹/۷۳
پیکره‌های آبی	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۹/۴۴	۱۰۰/۰۰	۹۹/۵۶	۱۰۰/۰۰
درختزارها	۸۵/۷۱	۷۶/۶۹	۸۹/۴۱	۴۷/۸۰	۱۰۰/۰۰	۹۶/۰۳
سطوح نفوذناپذیر	۷۴/۶۸	۴۸/۹۴	۸۵/۶۵	۷۹/۵۷	۹۶/۴۱	۸۸/۹۷
اماکن مسکونی	۸۹/۶۶	۹۴/۶۴	۹۶/۳۰	۹۵/۵۱	۹۷/۲۲	۹۸/۹۹
اراضی مرتعی	۹۵/۱۴	۹۷/۷۱	۷۵/۲۱	۷۷/۵۲	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰

مقایسه پس از طبقه‌بندی، نتایج آشکارسازی تغییرات به‌دست آمده و در شکل‌های ۷ و ۸، برای تغییرات از تاریخ ۲۰۰۵ به تاریخ ۲۰۱۰ و از تاریخ ۲۰۱۰ به تاریخ ۲۰۱۶ ارائه شدند.

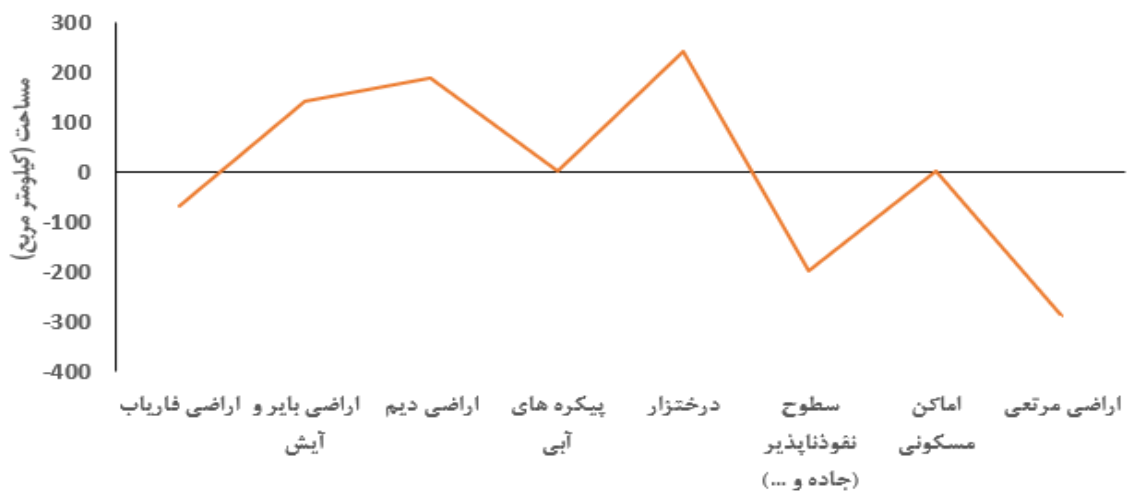
پس از انتخاب بهترین ترکیب نواری با توجه به ضرایب کاپا، تفاضل کاربری اراضی منطقه مربوط به سه تاریخ ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ تهیه شد. پس از اطمینان از صحت نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از روش



شکل ۷- نمودار مساحت تغییرات صورت‌گرفته بر اساس تفاضل تصویر در حوضه باراندوزچای در سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰

دیم روی داده است که این تغییرات، روندی کاهشی داشته است. روند کاهش اراضی دیم را می‌توان، به‌دلیل آیش گذاشتن اراضی و یا تبدیل به اراضی درختزار مربوط دانست.

با توجه به نمودار فوق، در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، بیشترین تغییر مساحت انجام گرفته در حوضه باراندوزچای مربوط به سطوح نفوذناپذیر و کمترین آن، مربوط به اراضی دیم است. در حوضه باراندوزچای، طی دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ بیشترین تغییرات در اراضی



شکل ۸- نمودار مساحت تغییرات صورت‌گرفته بر اساس تفاضل تصویر در حوضه باراندوزچای در سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶

همچنین، روش بیشینه شدت احتمال، الگوریتم مناسبی برای طبقه‌بندی رقومی تصاویر ماهواره‌ای است که با نتایج پژوهش‌های Arzani و همکاران (۲۰۰۹) و Alavi Panah (۱۹۹۶) که آن‌ها نیز این الگوریتم را برای انجام طبقه‌بندی مناسب دانسته و توصیه کرده‌اند، مطابقت داشته است. طبق نتایج به‌دست آمده در سال ۲۰۱۶ در حوضه باراندوزچای، اراضی بایر و آیش با ۳۴ درصد بیشترین کاربری را به‌خود اختصاص داده است. در حوضه مذکور، اراضی درختزار با افزایش ۱/۱۹ برابری روبرو بوده است که نسبت به کل مساحت حوضه، افزایشی در حدود ۱/۸ درصد و ۲۴ کیلومتر مربع را شامل می‌شود. در سطح حوضه مذکور، اراضی مرتعی با کاهش چهار درصدی در حدود ۵۹/۸ کیلومتر مربع از کل مساحت حوضه کاهش پیدا کرده است. همچنین، در سطح حوضه مذکور اراضی فاریاب و اماکن مسکونی نسبت به کل مساحت حوضه، تغییر چندانی پیدا نکرده است. اراضی دیم نیز با افزایش ۴۶ کیلومتر مربع نسبت به سال ۲۰۱۰ در حدود ۳/۵ درصد از مساحت کل افزایش پیدا کرده است. اما، در کل دوره زمانی مورد مطالعه نسبت به سال ۲۰۰۵، اراضی دیم با کاهش روبرو بوده است. پیش‌بینی بر این است که این کاهش، نتیجه تبدیل اراضی دیم به درختزارها و یا آیش بودن اراضی در طی تاریخ تصویربرداری رخ داده است.

نتایج کلی نشان داده است که مساحت اراضی درختزار و درختان غیرمثمر طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ در حوضه باراندوزچای، با افزایش روبرو شده است و این می‌تواند دلیلی بر افزایش نیاز آبی و برداشت آب از رودخانه‌ها برای تامین آب موردنیاز درختزارها در سال‌های اخیر باشد. این افزایش با کاهش اراضی فاریاب همراه بوده است و به‌نظر می‌رسد، اراضی فاریاب با کشت درختزار همراه شده‌اند. همچنین، به نظر می‌رسد در سال‌های قبل از ۲۰۱۰ در حوضه مذکور، اراضی درختزار تجدید نهال شده و درختان کهنسال تبدیل به نهال‌های جوان شده‌اند و این مساله باعث تغییر در ساختار برگ و کم شدن سطح آن و به تبع آن کاهش رفتار طیفی پدیده شده است و در تصاویر سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰،

با توجه به نمودار فوق، در بازه زمانی ۲۰۱۰-۲۰۱۶ بیشترین تغییر مساحت انجام گرفته در حوضه باراندوزچای، مربوط به اراضی آیش و کمترین آن، مربوط به درختزار است. در حوضه باراندوزچای، طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ روند افزایشی در کاربری‌های مختلف از جمله اراضی دیم و درختزار قابل مشاهده است که این روند افزایشی با کاهش اراضی مرتعی، هم‌زمان بوده است. اراضی مسکونی، تغییراتی را در طی سال‌های مذکور نداشته است.

نتیجه‌گیری

تغییرات بدون برنامه کاربری اراضی و پوشش گیاهی، به یک مشکل حاد در کشور تبدیل شده است و بیشتر تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی بدون یک برنامه‌ریزی روشن و منطقی با توجه اندک به اثرات زیست‌محیطی آن‌ها صورت می‌گیرد. در چهار دهه گذشته، تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی در ایران با سرعت فزاینده در بعضی جهات نامطلوب به وقوع پیوسته است و این باعث تشدید روند تخریب اراضی شده است. در مطالعه حاضر، از تصاویر ماهواره‌ای Landsat5 و Sentinel برای ارزیابی و پایش تغییرات صورت گرفته در کاربری اراضی، در سه دوره مربوط به سال‌های ۲۰۰۵، ۲۰۱۰ و ۲۰۱۶ استفاده شد. ماهواره‌های سری لندست، توانایی بسیار بالایی در مشخص کردن پوشش زمین و کاربری آن داشته و ماهواره جدید Sentinel، نیز دارای قابلیت مشابهی است. مطابق نظر Singh (۱۹۸۹) و Liu و همکاران (۲۰۰۴)، به‌منظور آشکارسازی تغییرات در حوضه باراندوزچای، در ابتدا بایستی تصاویر را از نقطه نظر رادیومتری و اتمسفری تصحیح شوند. نتایج حاصل از ضرایب کاپا و صحت کلی نیز طبقه‌بندی نزدیک به واقعیت را تایید کرده است که با نتایج تحقیقات Darvishsefat و همکاران (۲۰۱۴) که در تحقیقات آنان ضرایب صحت کلی و کاپای بیشتر از ۰/۷ از نظر صحت خیلی خوب و کمتر از ۰/۴ ضعیف عنوان شده بود، مطابقت دارد.

است. روند کاهش اراضی دیم را می‌توان به دلیل آیش گذاشتن اراضی و یا تبدیل به اراضی درختزار مربوط دانست. همچنین، در حوضه باراندوزچای طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ روند افزایشی در کاربری‌های مختلف از جمله اراضی دیم و درختزار قابل مشاهده است که این روند افزایشی با کاهش اراضی مرتعی هم‌زمان بوده است.

این اراضی از کاهش برخوردار بوده‌اند. اراضی دیم و اراضی آیش نیز جزو طبقاتی بوده‌اند که در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ با رشد مواجه بوده‌اند. نتایج آشکارسازی تغییرات، نشان داد که در حوضه باراندوزچای طی دوره زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۰۵ بیشترین تغییرات در اراضی دیم روی داده است که این تغییرات روندی کاهشی داشته

منابع مورد استفاده

1. Akbari, E. and A. Shekari Badi. 2014. Processing and extracting information from satellite data using ENVI software. Hakim Sabzevari University Press, 3(1): 72-85 (in Persian).
2. Alavi Panah, S.K. 1996. Land-use mapping using TM Landsat satellite digital data and geographic information system in case study of Mook area in Fars Province. *Journal of Agriculture and Natural Resources Science*, 7(1): 65-76.
3. Arzani, H., Kh. Mirakhorlou and S.Z. Hosseini. 2009. Land use mapping using Landsat7 ETM data, case study in Middle catchments of Taleghan. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 4(2):150-160 (in Persian).
4. Chan, J.C., K. Chan and A.G. Yeh. 2001. Detecting the nature of change in an urban environment: a comparison of machine learning algorithms. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(2): 213-225.
5. Crowley, J.K. 1991. Visible and near-infrared (0.4-2.5 um) reflectance spectra of playa evaporite minerals. *Journal of Geophysical Research*, 96(10): 16231-16240.
6. Darvishsefat, A.A., F. Ghaffari Dafchahi and A. Eslam Bonyad. 2014. Feasibility of satellite imagery for poplar plantation mapping, case study: Sowme'eh Sara. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 22(3): 392-401.
7. Da Silva, V.P.R., M.T Silva and E.P. De Souza. 2016. Influence of land use change on sediment yield: a case study of the submiddle of the SAO Francisco River Basin. *Soil and Water Engineering*, 36 (6): 1005-1015.
8. Goetz, A.F.H. and V. Srivastava. 1985. Mineralogical mapping in the Cuprite Mining District, Nevada. *Proceedings of the Airborne Imaging Spectrometer Data Analysis Workshop*. Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA.
9. Han, S., H. Liand and H. Gu. 2008. The study on image fusion for high spatial resolution remote sensing images. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(7): 1159-1164.
10. Jafari, M. 2009. Evaluation and study of land use change trends in Rasht City using remote sensing and GIS. MSc Thesis, Islamic Azad University Science and Research Branch, 171 Pages (in Persian).
11. Kelarestaghi, A., H. Ahmadiand and M. Jafari. 2006. Land use changes detection and spatial distribution using digital and satellite data, case study: Farim Drainage Basin Northern of Iran. *Desert Journal*, 11(2): 33-47.
12. Liu, Y.B., F.D. Smedt, L. Hoffmann and L. Pfister. 2004. Assessing land use impacts on flood processes in complex terrain by using GIS and modeling approach. *Environmental Modeling and Assessment*, 9: 227-235.
13. Lu, D.S., P. Mausel, E.S. Brondı'zio and E. Moran. 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 2365-2407.
14. Mahmoodzadeh, H. 2007. Digital change detection using remotely sensed data for monitoring green space destruction in Tabriz. *International Journal of Environmental Resource*, 1(1): 35-41.
15. Marcos, H.C., B. Aurelie and A.C. Jeffrey. 2003. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Rocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283(1): 206-217.
16. Pohl, C. and J. Van Genderen. 2016. Remote sensing image fusion, a practical guide. CRC Press, 288pp.
17. Prates-Clark, C.D.C., S.S. Saatchi and D. Agosti. 2008. Predicting geographical distribution models of high-value timber trees in the Amazon Basin using remotely sensed data. *Ecological Modelling*, 211(3): 309-323.

18. Rahmani, N., K. Shahedi, K. Soleimani and M.H. Miryaghoubzadeh. 2016. Evaluation of the land use change impact on hydrologic characteristics, case study: Kasilian Watershed. *Journal of Watershed Management Research*, 7(13): 23-32 (in Persian).
19. Rashidi, F. 2004. Investigating the capability of digital data of ETM sensor in forest type separation. MSc Thesis, University of Mazandaran, 130 Pages (in Persian).
20. Roberts, D.A., Y. Yamaguchi and R.J.P. Lyon. 1986. Comparison of various techniques for calibration of AIS data. *Proceedings of 2nd AIS Workshop*, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, CA.
21. Santos J.C.N., E.M. Andrade, P.H.A. Medeiros and M. Joao. 2017. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid. *Revista Ciencia Agronomica*, 48(2): 251-260.
22. Shao, Y., R. Lunetta, A. Macpherson, J. Luo and G. Chen. 2013. Assessing sediment yield for selected watersheds in the Laurentian Great Lakes Basin under future agricultural scenarios. *Environmental Management*, 51: 59-69.
23. Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10: 989-1003.
24. Zubiri. M. and M. Alireza. 2001. Introduction to remote sensing technology and the use of natural resources. Tehran University Press, 317 pages (in Persian).

Land use change detection in Barandouzchay Watershed from Lake Urmia River Basin using remotely sensed Landsat5 and Sentinel imagery

Mirhassan Miryaghoubzadehand^{1*} and Seyed Amin Khosravi²

¹Assistant Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran ²Ph.D Student, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Iran

Received: 16 August 2021

Accepted: 22 January 2022

Abstract

Nowadays remote sensing is known as practical method for studying Land Use (LU)/Land Cover (LC) changes. Due to the vast area of agricultural lands, Barandouzchay Basin is one of the important watersheds among all of watersheds in Lake Urmia River Basin. In this study, in order to evaluate LU/LC change, Landsat-5 TM and Sentinel-2A satellite images were used from 2005 to 2016. The maximum likelihood classification method was used to prepare LU/LC maps. The results of overall accuracy and Kappa coefficient showed high accuracy of maximum likelihood classification method. In order to extract the change detection maps, image difference method was used. Results showed that orchard and nonproductive trees have been increased during 2010-2016 years in Barandouzchay Basin. In the years before 2010, trees were relocated by young trees in Barandouzchay Basin. Drylands and bare lands are classified in the 2005-2010 years which has been increased. The most land use change was related to urban and lowest change was related to rainfed area from 2005 to 2010 and the most land use change is related to bare lands and lowest rate is related to nonproductive tree area from 2010 to 2016.

Keywords: Image difference, Kappa coefficient, Maximum likelihood, Remote sensing, Young trees

* Corresponding author: m.miryaghoubzadeh@urmia.ac.ir