



آشکارسازی تغییرات کاربری / پوشش اراضی با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: حوزه آبریز قره‌سو، استان اردبیل)

بهروز خدابنده‌لو^۱، حسن خاوریان نهزک^{۲*}، اردوان قربانی^۳

۱. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲. استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی

۳. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

مشخصات مقاله

چکیده

پیشینه مقاله:

دریافت: ۷ اردیبهشت ۱۳۹۸

پذیرش: ۸ مهر ۱۳۹۸

دسترسی اینترنتی: ۲۵ مهر ۱۳۹۸

واژه‌های کلیدی:

طبقه‌بندی شیء‌گرا

تغییرات کاربری / پوشش اراضی

الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی

حوزه آبریز قره‌سو

دقت نقشه تغییرات کاربری به‌دست‌آمده از داده‌های سنجش از دور به‌دقت نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی در زمان‌های مورد مطالعه بستگی دارد. در این مطالعه از تصاویر سنجنده‌های TM و OLI در سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۷ و روش طبقه‌بندی شیء‌گرا برای بررسی روند تغییرات کاربری / پوشش اراضی با تأکید بر کاربری کشاورزی در حوزه آبریز قره‌سو استفاده شد. پس از پیش‌پردازش‌های لازم، پردازش شیء‌گرا با اعمال فرایند سگمنت‌سازی چند تفکیک آغاز گردید. جهت دستیابی به دقت بیشتر طبقه‌بندی کاربری اراضی علاوه بر باندهای طیفی از سایر اطلاعات نظیر شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی NDVI، میانگین باندها، انحراف معیار باندها و ویژگی‌های هندسی استفاده شده است. از بین این اطلاعات غیر طیفی استفاده شده، تعداد ۱۵ ویژگی توسط روش بهینه‌سازی فضای ویژگی‌ها FSO انتخاب و به‌عنوان اطلاعات جانبی در طبقه‌بندی الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی مورد استفاده قرار گرفتند. ضریب کاپای حاصل از ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۸۵ و ۹۶ درصد محاسبه شد که نشان‌دهنده قابل‌اعتماد بودن نتایج طبقه‌بندی شیء‌گرا است. در مرحله بعد به کمک نقشه‌های طبقه‌بندی شده و روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، نقشه تغییرات تهیه گردید. طبق نتایج حاصل از آشکارسازی تغییرات، کاربری کشاورزی طی این بازه زمانی حدود ۷۳۸۴۹ هکتار افزایش سطح را در برداشته است که علت اصلی آن تخریب مراتع و به زیر کشت بردن این کاربری است.

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: h5_khavari@uma.ac.ir

این روش‌ها دارای خطاهای زیادی است (۳۹).

تکنیک تجزیه و تحلیل شیء‌گرای تصویر (Object Based Image Analsis) به‌عنوان یکی از روش‌های جدید پردازش تصاویر ماهواره‌ای در حوزه سنجش‌ازدور مطرح هست. همچنین OBIA به‌عنوان روشی شناخته‌شده است که جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر، الگوی طیفی و مکانی تصاویر را باهم ادغام می‌کند. این رویکرد در برابر روش‌های پیکسل پایه که با چالش جدی تشابه طیفی روبرو هستند توسعه‌یافته است (۱۲، ۱۷ و ۳۲). در راستای موضوع تحقیق و استفاده از تکنیک‌های شیء‌گرا مطالعات بسیاری توسعه‌یافته‌اند، با این حال مشکلات نیز در حال توسعه است. در دنیا، ایران و در استان اردبیل نیز به این مسائل پرداخته‌شده است که به‌طور مثال به تحقیقات ذیل می‌توان اشاره کرد؛ عبد‌ال-کاویا و همکاران (۱۵) به‌وسیله طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۹ دلتای شرقی رود نیل به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین تغییرات در تبدیل زمین‌های بایر به مزارع کشاورزی بوده است. روات و همکاران (۳۳) با استفاده از تصاویر لندست TM سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۰ در منطقه‌ای از هند به بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین پرداختند. نتایج نشان داد کاربری‌های کشاورزی، پهنه‌های آبی و پوشش گیاهی روند کاهشی داشته و شنزارها و مناطق مسکونی در دوره ۲۰ ساله توسعه پیدا نموده است. آدام و همکاران (۱۶) کاربری اراضی و پوشش در مناطق خشک در سودان را با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش شیء‌گرا و الگوریتم بیش‌ترین شباهت طبقه‌بندی پیکسل پایه، طبقه‌بندی کردند، نتایج این تحقیق صحت کلی و ضریب کاپا را به ترتیب در روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا برابر با ۷۲/۹۲ و ۵۴/۱۷ درصد و (۰/۶۲ و ۰/۳۸) بوده است؛ بنابراین روش پیکسل پایه در مقایسه با شیء‌گرا از دقت بیش‌تری برخوردار بود. هیو و همکاران (۲۶) برای بررسی تخریب منطقه‌ای جنگلی در ایالات متحده در بازه زمانی ۲۰۰۳-۲۰۱۱ از داده‌های ماهواره لندست و روش طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده نمودند. این محققین دقت کلی طبقه‌بندی تصاویر را ۸۸/۱ درصد گزارش

تغییرات دو دهه اخیر بخش کشاورزی اگرچه موجب افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در تولید محصولات مختلف کشاورزی شده، اما روند رشد عوامل تخریب‌کننده منابع پایه موجب نگرانی است (۸). عمده‌ترین چالش‌ها مربوط به گسترش ناموزون شهری و تغییر کاربری مراتع و جنگل‌ها و باغ‌ها به کاربری مسکونی و صنعتی و همچنین تغییر کاربری اراضی جنگلی به زمین‌های کشاورزی است (۱۴). استفاده بهینه از زمین‌های کشاورزی بخصوص در مناطق بارزش بالا به لحاظ تأمین مواد غذایی، یکی از دغدغه‌های مسئولان کشوری و استانی است که فواید استفاده از روش‌های کمی در برآورد واقعی سطح زیر کشت محصولات را مشخص می‌نماید (۳ و ۶). طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری‌های اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای یکی از پرکاربردترین موارد استفاده از فناوری سنجش‌ازدور است. همچنین، تکنیک‌های سنجش‌ازدور در کشف و شناسایی الگوی تغییرات کاربری منبع خوبی برای مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای است (۱۹ و ۲۹). تجزیه و تحلیل این داده‌ها می‌تواند بینش‌های صحیح جهت تعامل انسان با محیط طبیعی فراهم کند به‌خصوص استفاده از تجزیه و تحلیل تصاویر چند طیفی می‌تواند به انسان جهت شناسایی پوشش زمین کمک کند (۳۴).

برآورد سطح زیر کشت محصولات مختلف کشاورزی در کشور معمولاً از سه طریق، تخمین کارشناسی، برآورد از طریق فهرست‌برداری و استفاده از فناوری‌های جدید (از جمله سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی) انجام می‌گیرد. دقت روش تخمین کارشناسی بسیار اندک است و نمی‌توان نتایج آن را در تصمیم‌گیری‌های مهم کشور به کار گرفت. در روش برآورد از طریق فهرست‌برداری، هرچند سطح زیر کشت محصول تخمین زده می‌شود، اما پراکندگی آن را به دست نخواهد داد ضمن اینکه هزینه بالای نیروی انسانی عامل مهم و محدودکننده این روش است. در ایران به دست آوردن آمار مربوط به کشاورزی، بیشتر از طریق کارشناسی و روش‌های سنتی صورت می‌گیرد. بررسی‌ها نشان داده است که

این نتیجه رسیدند که روش طبقه‌بندی شی‌گرا با صحت قابل قبول و هزینه و زمان کمتر، مناسب‌ترین روش برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی است.

این پژوهش باهدف آشکارسازی تغییرات کاربری/پوشش اراضی با تأکید بر کاربری اراضی کشاورزی با استفاده تکنیک طبقه‌بندی شی‌گرا و تصاویر ماهواره‌ای لندست مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفته است. نقشه‌های کاربری اراضی به دست آمده از این مطالعه می‌تواند به عنوان نقشه پایه جهت ارزیابی بوم نظام‌های کشاورزی و طراحی الگوی کشت مناسب کشاورزی مورداستفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

حوزه آبریز قره‌سو در شمال غربی ایران و در بخش میانی استان اردبیل با مساحتی حدود ۷۴۸۸۴۹ هکتار است. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه بین $31^{\circ} 47'$ تا $43^{\circ} 48'$ طول شرقی و $46^{\circ} 37'$ تا $53^{\circ} 38'$ عرض شمالی واقع شده است. شهرستان‌های اردبیل، نمین، نیر، مشگین‌شهر و شهرهای سرعین، آب بیگلر، هیر در داخل حوزه مورد مطالعه قرار دارند (شکل ۱). کاربری اراضی در این منطقه غالباً شامل کشاورزی، مرتع، جنگل و مناطق مسکونی است. ارتفاع بلندترین نقطه (قله کوه سبلان) نسبت به سطح دریا برابر ۴۸۱۱ متر و ارتفاع پست‌ترین نقطه واقع در حوالی پل سامیان برابر ۱۲۰۰ متر است.

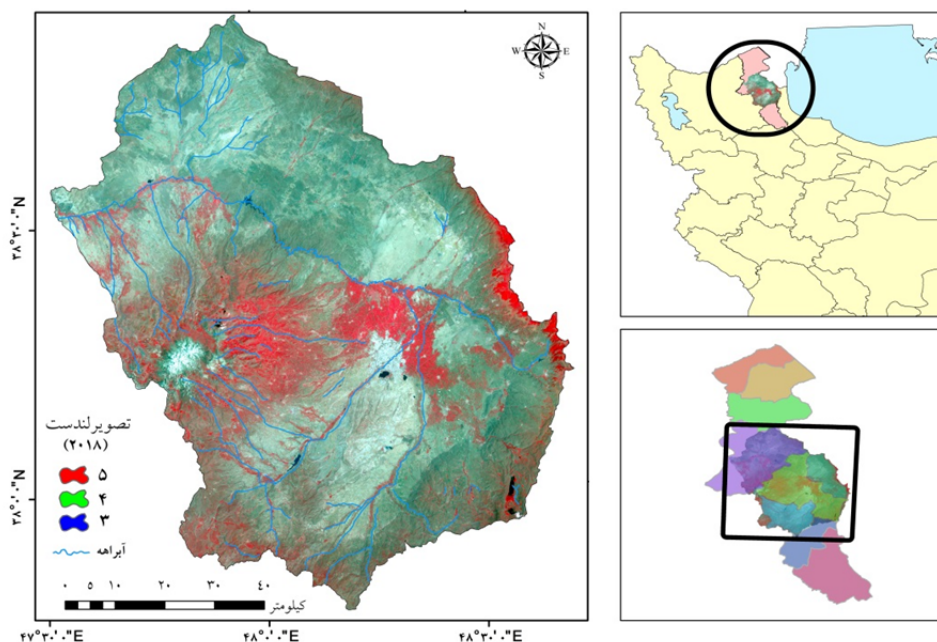
داده‌های مورداستفاده

داده‌های مورداستفاده در این تحقیق شامل تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و لندست ۸ و تصاویر گوگل ارث است. سایر اطلاعات داده‌های مورداستفاده شامل نوع سنجنده، زمان اخذ تصاویر، زمان نمونه‌برداری و غیره در جدول ۱ آورده شده است. بهترین زمان انتخاب تصویر با در نظر گرفتن زمان رشد محصولات مختلف در منطقه مورد مطالعه، اواخر خردادماه و تیرماه تعیین شد.

نموده و روش شی‌گرا را به عنوان روشی مناسب در پایش تخریب اراضی جنگلی معرفی کردند. دی‌اولیورا و همکاران (۲۰) از روش شی‌گرا و تصاویر لندست ۸ و سنتینل برای طبقه‌بندی پوشش اراضی چشم‌اندازی جنگلی در برزیل استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد کاربرد روش مذکور به‌طور قابل ملاحظه‌ای باعث افزایش دقت طبقه‌بندی تصاویر گردید. در ایران اکبری و همکاران (۲) با بررسی و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای لندست ETM^+ و TM مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ در شمال اصفهان نتیجه گرفتند که ۶۵ درصد منطقه تحت تأثیر فعالیت تخریبی انسان بوده و تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش‌ازحد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، علت اصلی تغییر و تبدیل اراضی است. همچنین مطالعاتی در سطح استان اردبیل صورت گرفته است از جمله آن‌ها می‌توان به؛ مسیبی و ملکی (۱۳) با بررسی تغییرات سطح کاربری‌های اراضی مختلف براساس تفسیر تصاویر ماهواره‌ای لندست در سه دوره زمانی ۱۳۶۶، ۱۳۷۷، ۱۳۹۰ به این نتیجه رسیدند که سطح کاربری‌های زراعت آبی، باغات، مناطق مسکونی، صنعتی و نیز اراضی بایر در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته و در مقابل سطح کاربری‌های جنگل، مرتع و اراضی دیم روندی کاهش یافته‌اند. در پژوهشی دیگر، اسلمی و همکاران (۱) در مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا با استفاده از تصاویر لندست ۸، به ترتیب مقادیر صحت کلی برابر با ۸۹/۹۱، ۸۵/۶۸ و ۹۴/۳۷ درصد را برای روش‌های مذکور برآورد کردند. خیرخواه‌زرکش و حسین‌زاده آزاد (۶) به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدوری پرداختند، نتایج نشان داد که افزایش مساحت صرفاً کاربری شهری (از ۱۴۹۵ هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۴۲۱۲ هکتار در سال ۲۰۰۷) معادل ۲۷۱۷ هکتار که حدوداً ۲/۸ برابر، بر مساحت کاربری‌ها در طی ۱۷ سال افزوده شده است. کاکه‌ممی و همکاران (۱۱) در مقایسه روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیه نقشه کاربری اراضی استان اردبیل به

جدول ۱. داده‌های مورد استفاده

داده‌های مرجع زمینی	شماره گذر / ردیف ماهواره	تعداد باندهای مورد استفاده	قدرت تفکیک مکانی	تاریخ اخذ تصاویر	نوع ماهواره / سنجنده
تصویر گوگل ارث سال ۱۹۸۹	۱۶۷/۳۳	۶ باند (چندطیفی)	۳۰ متر	۱۹۸۹/۰۷/۰۱	لندست / ۵ TM
تصویر گوگل ارث سال ۲۰۱۶ + داده‌های برداشت زمینی (GPS) تابستان ۲۰۱۸	۱۶۷/۳۴	۶ باند (چندطیفی+) / ۱ باند پانکروماتیک	۳۰ متر / ۱۵ متر (Pan)	۲۰۱۸/۰۷/۰۱	لندست / ۸ OLI

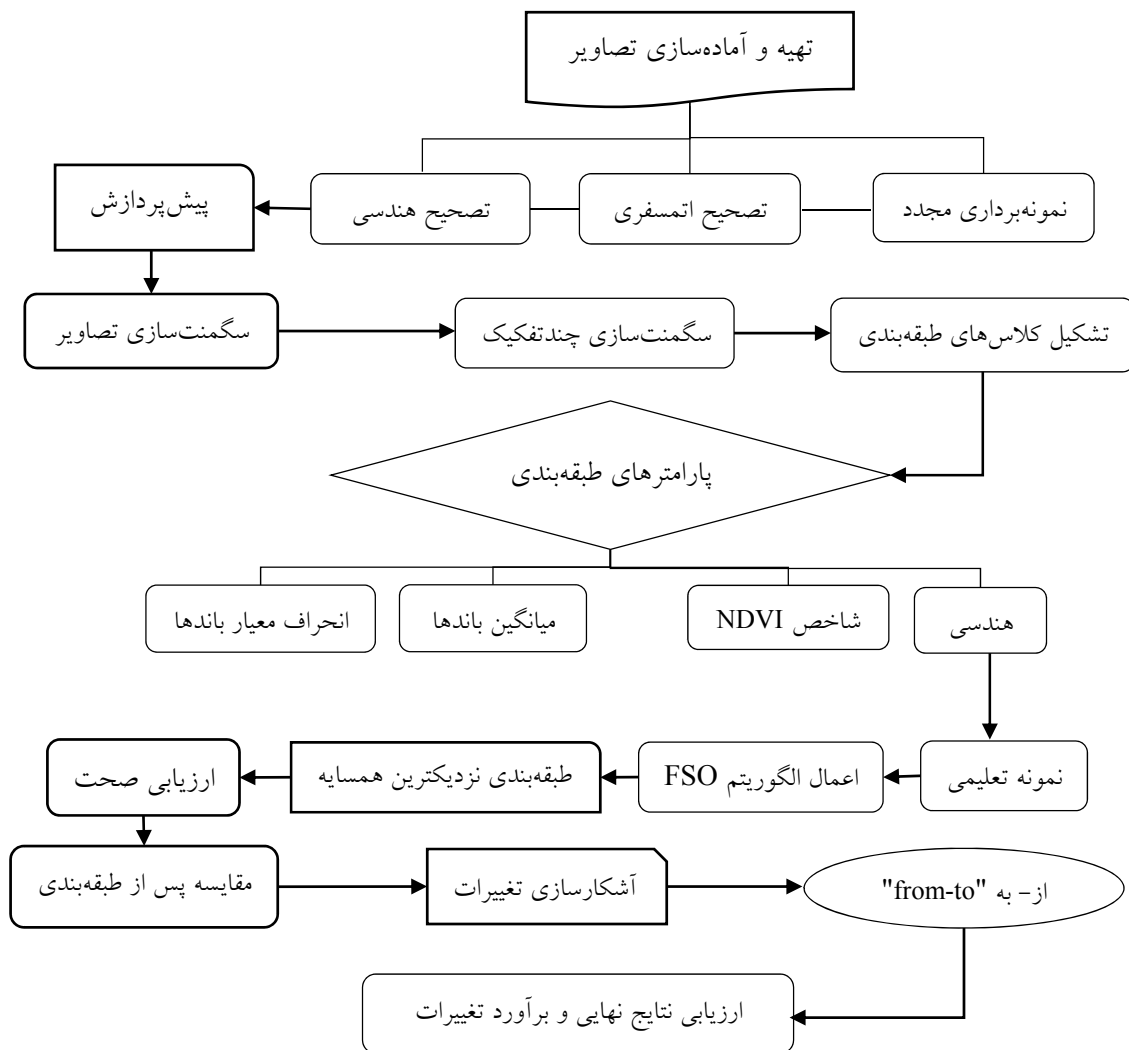


شکل ۱. نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و اردبیل

روش تحقیق

شد (۳۸). ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده از تفسیر بصری تصاویر گوگل ارث با توجه به شناخت نسبتاً کامل از منطقه انجام شد. روند کلی مراحل انجام پژوهش در شکل ۲ ارائه شده است.

در این مطالعه، مرحله تهیه و آماده‌سازی تصاویر شامل تصحیحات هندسی و رادیومتریک با استفاده از نرم‌افزار ENVI 5.3 انجام گرفت. سپس عملیات طبقه‌بندی شیء‌گرا بر روی تصاویر تصحیح‌شده با استفاده از نرم‌افزار eCognition اجرا



شکل ۲. فلوچارت مراحل تحقیق

پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

تصحیح هندسی تصاویر چند زمانه در عملیات آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی ضروری است (۳۵). بدین منظور برای انجام عملیات تصحیح هندسی از نقاط کنترل و روش بازنویسی نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد. تصحیحات رادیومتریک نیز در مواقع استفاده از تصاویر چند زمانه و یا تصاویر از سنجنده‌های مختلف ضروری است (۱۸). تصحیح رادیومتریک انجام‌شده در این مطالعه شامل تصحیح اتمسفری تصاویر با استفاده از ابزار Flaash در نرم‌افزار ENVI است.

از آنجایی‌که این ابزار از مدل انتقال تابش MODTRAN 4 استفاده می‌کند دارای دقت تصحیح اتمسفری بالایی است (۳۱). همچنین قدرت تفکیک مکانی تصویر OLI نیز به ۳۰ متر تغییر داده شد تا با قدرت تفکیک مکانی تصویر TM یکسان گردد. برای این منظور از ابزار Resample در نرم‌افزار ArcGIS و روش بازنویسی نزدیک‌ترین همسایه (Nearest Neighbour) استفاده شد (۲۱ و ۳۷).

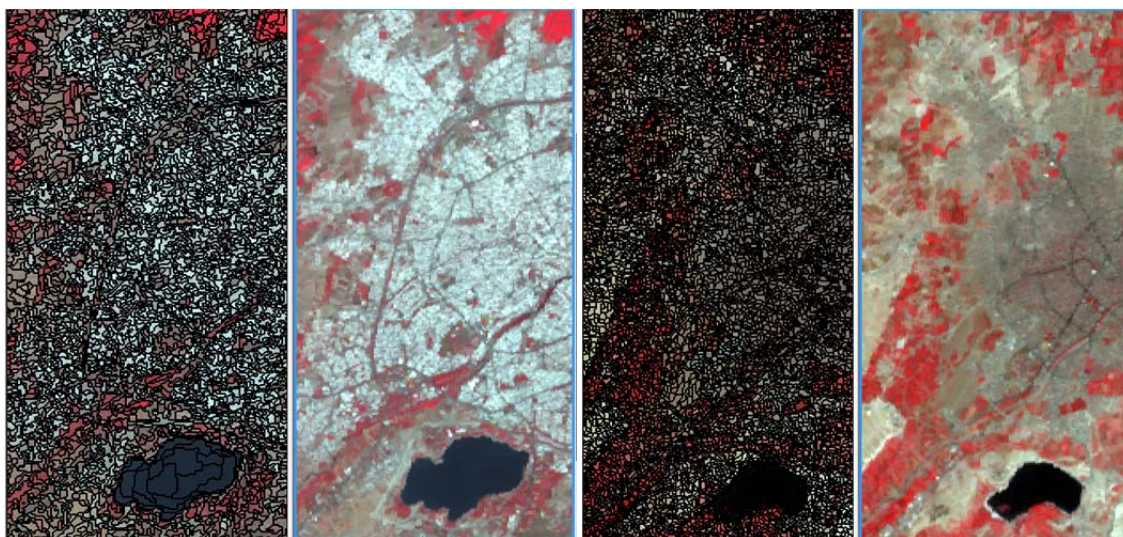
سگمنت‌سازی تصاویر

تصاویر تصحیح شده با استفاده از نرم افزار eCognition طبقه‌بندی شدند (۹). در طبقه‌بندی شیء‌گرا ابتدا تصویر سگمنت‌سازی (Segmentation) شده و تصویر براساس ویژگی‌های طیفی و مکانی به اشیاء تصویر تبدیل می‌شود (۲۵). در این پژوهش برای سگمنت‌سازی تصاویر منطقه، از روش سگمنت‌سازی چندتفکیک (Multiresolution) استفاده شد. پارامترهای تأثیرگذار در این الگوریتم سگمنت‌سازی عبارت‌اند از تعیین مقیاس مناسب که به‌طور غیرمستقیم از اندازه اجسام تأثیر می‌پذیرد، ضریب رنگ یا شکل که به یکنواختی رنگ و شکل اجسام بستگی دارد و هر چه مقدار بیشتری برای آن انتخاب شود، دامنه آن بزرگ‌تر و اجسام بیشتری انتخاب می‌شود و ضریب فشردگی یا نرمی که متناسب با بافت و ویژگی‌های هندسی عوارض زمینی تعیین می‌شوند (۲۲، ۲۳، ۲۷ و ۳۶). پارامترهای سگمنت‌سازی با سعی و خطا (Trial and Error) و بررسی بصری نتیجه سگمنت‌سازی تعیین شدند. در تحقیق حاضر، برای سگمنت‌سازی اطلاعات مربوط به ویژگی‌های مختلف کلاس‌های کاربری اراضی (شکل، اندازه، بافت، میانگین و غیره) به کار گرفته شده و این فرآیند در سطح پیکسل انجام گرفت و اشیاء تصویر (Image Object) استخراج گردید. شرایط سگمنت‌سازی بر اساس معیار همگنی در رنگ

و شکل تولید می‌شوند و با در نظر گرفتن همگنی بالا برای تفکیک‌سازی و نمایش نواحی تصویر مقادیر بهینه معیارهای شکل و فشردگی مشخص گردید، علاوه بر پارامترهای مذکور معیار مقیاس به‌موازات همگنی اشیاء تنظیم گردید و برای این منظور با تجزیه و تحلیل نتایج سگمنت‌سازی تصویر با پارامتر مقیاس متفاوت و تفکیک مکانی تصویر مقیاس ۳۰، ضریب شکل و ضریب فشردگی هر دو ۰/۵ برای تصویر سال ۲۰۱۸ سنجنده OLI و مقیاس ۵، ضریب شکل ۰/۶ و ضریب فشردگی ۰/۴ برای تصاویر سال ۱۹۸۹ سنجنده TM انتخاب شد. تعیین وزن هر یک از باندهای طیفی در سگمنت‌سازی و تولید اشیاء تصویر تأثیرگذار و کنترل‌کننده است (۱۰، ۲۴ و ۳۹). در این راستا، به‌منظور استفاده کامل از ظرفیت باندهای تصاویر مورد استفاده، مجموع وزن باندها ۱۰۰ و وزن باند مادون‌قرمز نزدیک ۴۰ در نظر گرفته شد، چراکه آب و پوشش گیاهی به باند مادون‌قرمز نزدیک حساس می‌باشند (۲۸). پس به همین منظور وزن این باند نسبت به بقیه باندهای تصویر عدد بزرگ‌تر تعریف گردید. با تفسیر منحنی‌های انعکاس طیفی و همچنین ارزیابی هیستوگرام همبستگی باندها، ترکیب باندی ارائه شده در جدول ۲ به‌عنوان بهترین ترکیب برای طبقه‌بندی انتخاب شد. نتایج سگمنت‌سازی تصاویر سنجنده‌های TM و OLI در شکل ۳ آورده شده است.

جدول ۲. مقادیر بهینه پارامترهای سگمنت‌سازی چند تفکیک

وزن باندها	سال ۱۹۸۹	سال ۲۰۱۸	پارامترهای سگمنت‌سازی
باند آبی (B) برابر ۱۵	۵	۳۰	مقیاس
باند سبز (G) برابر ۱۵	۰/۶	۰/۵	شکل
باند قرمز (R) برابر ۱۵	۰/۴	۰/۵	فشردگی
باند مادون‌قرمز نزدیک (NIR) برابر ۴۰	NIR+R+G		ترکیب باندی مناسب
باند مادون‌قرمز طول‌موج کوتاه (SWIR1,2) برابر ۱۵			



تصویر سال ۲۰۱۸، مقیاس: ۳۰، شکل: ۰/۵ و فشردگی: ۰/۵

تصویر سال ۱۹۸۹، مقیاس: ۵، شکل: ۰/۶ و فشردگی: ۰/۴

شکل ۳. نمایش تصویر اصلی و سگمنت‌سازی در مقیاس، ضریب شکل و فشردگی بهینه

ویژگی‌های مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرارداد و آن‌ها را در ابعاد مختلف دسته‌بندی کرد.

در مرحله نهایی شاخص‌ها و ویژگی‌هایی که ایجادکننده بیش‌ترین فاصله و یا تمایز بین کلاس‌ها هستند را معرفی می‌کنند. در این روش به منظور طبقه‌بندی بر اساس موقعیت نقاط تعلیمی، نمونه‌های هرکدام از کلاس‌های موردنظر بر روی تصویر مشخص گردید و سپس توابع مختلف جهت اجرای کلاس‌بندی به روش نزدیک‌ترین همسایگی انتخاب و با استفاده از الگوریتم FSO بهینه شدند. FSO تحلیل‌های مختلف را به صورت خودکار انجام داده و توابع انتخابی را از نظر حداکثر فاصله تفکیک‌پذیری بین نمونه‌ها در بعدهای مختلف دسته‌بندی می‌نماید. فواصل ایجادشده بین نمونه‌های تعریف‌شده در جدول ۳ ارائه شده است.

طبقه‌بندی شیء‌گرا با استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی

برای طبقه‌بندی شیء‌گرا تصاویر از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد. در پردازش شیء‌گرا انتخاب ویژگی‌ها (پارامترها) گام مهم در فرآیند طبقه‌بندی محسوب می‌شود، زیرا عملکرد طبقه‌بندی را بهبود می‌بخشد و پیچیدگی محاسبات را با حذف اطلاعات اضافی کاهش می‌دهد (۳۰). جهت دستیابی به نتایج بهتر و با دقت بیشتر علاوه بر اطلاعات طیفی، از برخی شاخص‌ها نظیر NDVI، میانگین باندها، انحراف معیار باندها و ویژگی‌های هندسی جهت استخراج پوشش اراضی استفاده شد.

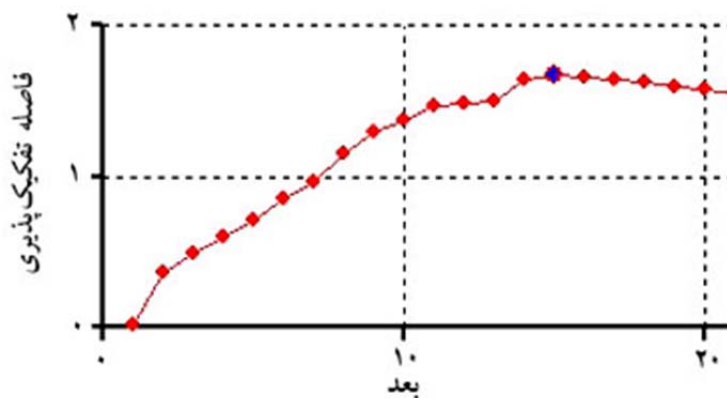
بدین صورت که موارد مذکور جهت اعمال به هرکدام از کلاس‌ها، به نمونه‌ها معرفی شد و نرم‌افزار با استفاده از الگوریتم FSO (Feature Space Optimization) شاخص‌ها و

جدول ۳. ماتریس فاصله جداسازی به روش الگوریتم نزدیکترین همسایه

کاربری اراضی	کشاورزی	جنگل	مرتع	پهنه آبی	بایر	انسان ساخت
کشاورزی	۰	۱/۶۷	۴/۱۹	۱۸/۱۴	۹/۱۲	۲۲/۸۴
جنگل	۱/۶۷	۰	۶/۹۷	۱۷/۲۳	۱۳/۶۳	۳۳/۸۲
مرتع	۴/۱۹	۶/۹۷	۰	۵/۵۰	۱/۷۰	۱۶/۲۲
پهنه آبی	۱۸/۱۴	۱۷/۲۳	۵/۵۰	۰	۷۵/۱۳	۴۰/۰۱
بایر	۹/۱۲	۱۳/۶۳	۱/۷۰	۱۳/۷۵	۰	۴/۱۰
انسان ساخت	۲۲/۸۴	۳۳/۸۲	۱۶/۲۲	۴۰/۰۱	۴/۱۰	۰

به عرض (Length/Width)، میانگین باند قرمز (Mean Red)، انحراف معیار باند قرمز (Standard deviation R)، انحراف معیار باند مادون قرمز طول موج کوتاه ۱ (Standard deviation SWIR1)، حداکثر اختلاف (Max. Diff)، میانگین باند مادون قرمز طول موج کوتاه ۱ (Mean SWIR1) و شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI) جهت تفکیک کلاسها توسط الگوریتم FSO معرفی و به عنوان اطلاعات جانبی در طبقه بندی تصویر مورد استفاده قرار گرفتند.

برای تصویر مورد مطالعه پانزدهمین بُعد (Dimension) نرم افزار eCognition با فاصله تفکیک پذیری ۱/۶۷ به عنوان بهترین بُعد جهت جداسازی کلاسهای مورد نظر مشخص گردید (شکل ۴). بُعد ۱۵ شامل ویژگیهای به ترتیب میانگین باند مادون قرمز نزدیک (Mean NIR)، میانگین باند سبز (Mean Green)، تراکم (Density)، فشردگی (Compactness)، میانگین باند آبی (Mean Blue)، درجه روشنایی (Brightness)، انحراف معیار باند مادون قرمز (Standard deviation NIR)، شاخص شکل (Shape index)، نسبت طول



شکل ۴. نمودار حاصل از الگوریتم FSO برای ۲۱ ویژگی

برای سالهای ۱۹۸۹ و ۲۰۱۸ تهیه گردید. بعد از مشخص شدن توابع مورد نظر جهت استخراج کلاسها، این توابع به هر کدام از کلاسها اعمال شده و با استفاده از الگوریتم طبقه بندی Classification، اقدام به طبقه بندی تصاویر شد.

در این مطالعه به منظور تخصیص اشیاء تصویر به طبقات کاربری اراضی، کلاسهای اصلی و زیر کلاسهای آنها ایجاد شدند (جدول ۴). سپس شرایط طبقه بندی مورد استفاده قرار گرفت و به دنبال آن از الگوریتم نزدیکترین همسایه روش شیء گرا استفاده شد و نقشه کاربری اراضی با ادغام زیر کلاسها

جدول ۴. طبقات کاربری اراضی موجود در منطقه مورد مطالعه

کاربری اراضی	طبقات
اراضی کشاورزی	زراعت آبی و دیمی
نواحی انسان ساخت	شهر، روستا، فرودگاه، جاده، نواحی صنعتی
اراضی بایر	شوره‌زار و اراضی لم‌بزرع (صخره‌ای)
مراتع	مراتع و چمنزار
جنگل	جنگل
پهنه آبی	دریاچه، سد، رودخانه

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده کاربری / پوشش اراضی بر اساس مقادیر آماره کاپا و صحت کلی مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور تعیین صحت نقشه طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۸ از ۶۷۵ نقطه کنترلی تهیه شده از روی تصاویر گوگل ارث سال ۲۰۱۸، به همراه نقاط برداشت زمینی با استفاده از GPS استفاده شد. همچنین برای ارزیابی صحت نقشه طبقه‌بندی سال ۱۹۸۹ با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات میدانی با تفسیر بصری تصاویر تعداد ۴۶۰ نقطه کنترلی از روی تصویر پایه و تصویر گوگل ارث سال ۱۹۸۹ استنباط گردید.

در روش شیء‌گرا نواحی تعلیمی به صورت اشیاء تصویری می‌باشند، این روش در مقایسه با روش‌های پیکسل‌پایه نیاز به نمونه‌های تعلیمی کمتری دارد. یک شیء نمونه معمولاً، پیکسل‌های نمونه زیاد و تغییراتشان را در برمی‌گیرد. میزان صحت طبقه‌بندی به طور مستقیم به دقیق انتخاب‌شدگی نمونه‌ها بستگی دارد (۴). در این تحقیق، تعداد نمونه‌های تعلیمی برای سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۱۸ به ترتیب ۱۲۰ و ۱۵۰ سگمنت که اندازه هر یک از سگمنت‌های انتخاب‌شده در نواحی مختلف منطقه متفاوت بود، انتخاب گردید.

آشکارسازی تغییرات

در این مطالعه به منظور شناسایی تغییرات و تبدیل کاربری‌ها به یکدیگر بین سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۱۸، از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی که معمول‌ترین روش به کاررفته برای

آشکارسازی تغییرات است، استفاده گردید.

نتایج و بحث

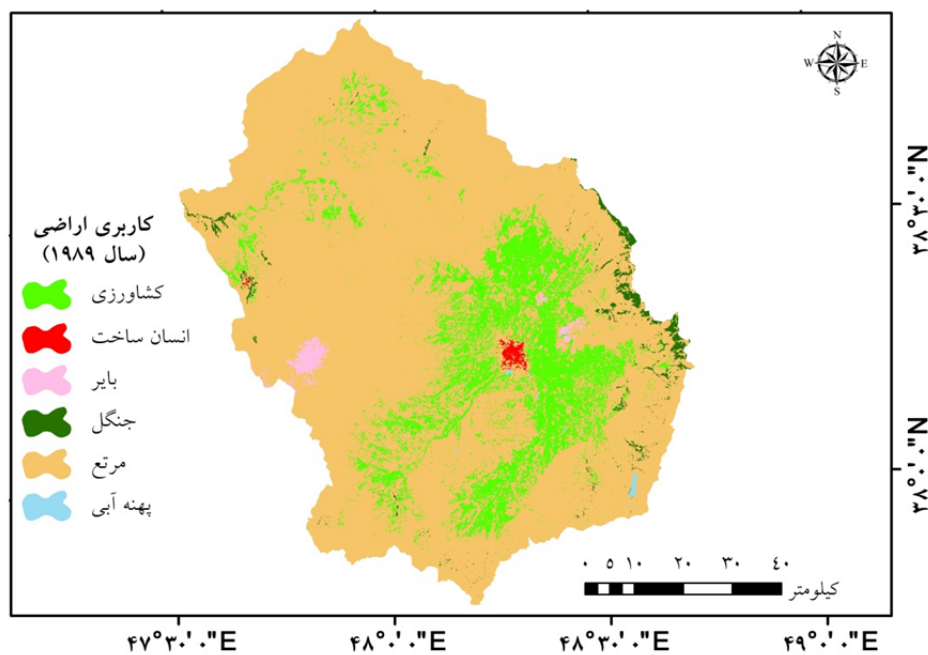
نتایج طبقه‌بندی شیء‌گرا تصاویر در شکل‌های ۵ و ۶ نشان داده شده است. برای تصویر طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۸ صحت کلی و آماره کاپا به ترتیب برابر با ۹۶/۸۸ درصد و ۹۶ درصد و برای سال ۱۹۸۹ مقدار صحت کلی ۸۸ درصد و ضریب کاپای ۸۵ درصد برآورد گردید (جدول ۵). یکی از دلایل مهم دستیابی به صحت بالا در روش طبقه‌بندی با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه این است که در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی، از اطلاعات مربوط به بافت، شکل، موقعیت و محتوا نیز در فرآیند طبقه‌بندی استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، براساس نتایج تحقیق به کارگیری ترکیبی ویژگی‌های طیفی با اطلاعات مکانی (هندسی) می‌تواند به طور قابل توجهی دقت نتایج طبقه‌بندی شیء‌گرا را افزایش دهد که این مهم در تحقیقات سایر محققین نیز به اثبات رسیده است؛ اسلمی و همکاران (۱)، اکبری و همکاران (۲)، خیرخواه زرکش و حسین‌زاده آزاد (۶)، کاکه‌مومی و همکاران (۱۱)، فیضی‌زاده (۹)، فیضی‌زاده و همکاران (۱۰)، دی‌اولیویرا و همکاران (۲۰)، هو و همکاران (۲۶) و روات و همکاران (۳۳). در اکثر این مطالعات روش مدرن طبقه‌بندی شیء‌گرا قوی‌تر از روش‌های پیکسل‌پایه معرفی شده است. براساس نتایج الگوریتم FSO ویژگی‌های مکانی شامل تراکم، فشردگی، شاخص شکل، نسبت طول به عرض و ویژگی‌های طیفی شامل میانگین باند

طول موج کوتاه ۱، حداکثر اختلاف، میانگین باند مادون قرمز طول موج کوتاه ۱ و شاخص NDVI در جداسازی کلاس های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه نقش مؤثری داشتند.

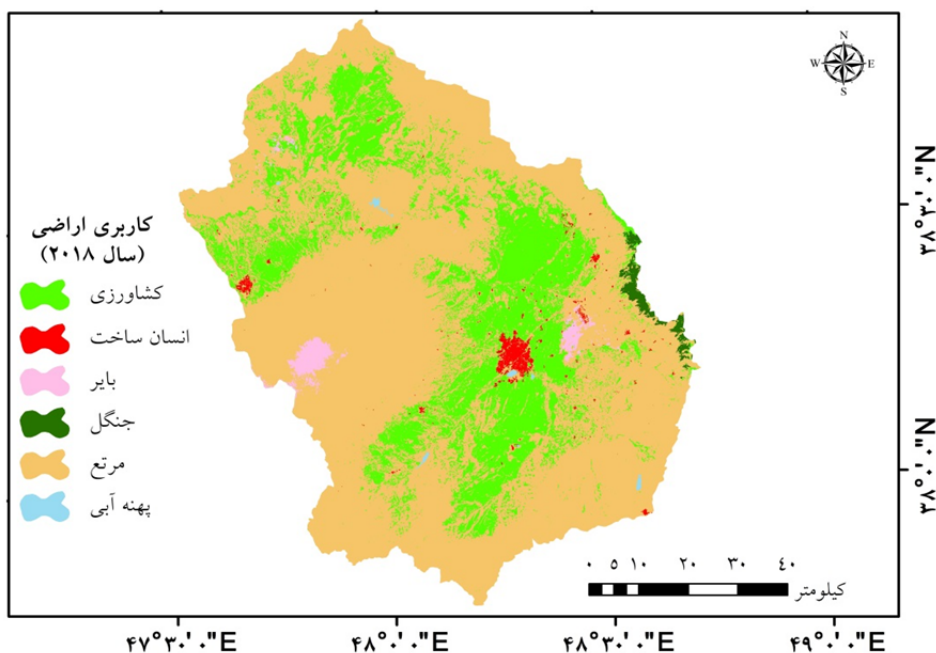
مادون قرمز نزدیک، میانگین باند سبز، میانگین باند آبی، درجه روشنایی، انحراف معیار باند مادون قرمز، میانگین باند قرمز، انحراف معیار باند قرمز، انحراف معیار باند مادون قرمز

جدول ۵. ارزیابی صحت نقشه های طبقه بندی با الگوریتم نزدیک ترین همسایگی

سال ۲۰۱۸						سال ۱۹۸۹						
سال الگوریتم	آماره کاپا	صحت کلی	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	خطای گماشته شده	خطای حذف شده	آماره کاپا	صحت کلی	صحت تولیدکننده	صحت کاربر	خطای گماشته شده	خطای حذف شده
شیء گرا	٪۸۵	٪۸۸	٪۹۳/۵۲	٪۹۷/۷۲	۶/۴۸	۲/۲۸	٪۹۶	٪۹۶/۸۸	٪۹۹/۴۰	٪۹۸/۲۲	۰/۶۰	۱/۷۸



شکل ۵. نقشه طبقه بندی شده داده های تصاویر TM با استفاده از الگوریتم شیء گرا (سال ۱۹۸۹)



شکل ۶. نقشه طبقه‌بندی شده داده‌های تصاویر OLI با استفاده از الگوریتم شی‌گرا (سال ۲۰۱۸)

پتانسیل کاری طولانی مدت آن‌ها باشد. در صورت توجه نکردن به چنین قوانینی به مرور کیفیت خاک کاهش می‌یابد و اگر مدیریتی متناسب با موقعیت خاک جایگزین نگردد ممکن است خاک برای مدت زیادی توان بهره‌دهی خود را از دست بدهد. روستایی و همکاران (۷) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که اراضی کشاورزی آبی (باغات) بیش‌ترین تغییرات را در طول دوره مطالعه داشته و جای خود را به اراضی ساخته‌شده داده است. پس در نتیجه یکی از عوامل کاهش اراضی آبی و باغی گسترش فیزیکی شهرها به خصوص شهر اردبیل بر روی اراضی مرغوب کشاورزی است. از جمله عوامل گسترش اراضی کشاورزی: کاهش اراضی مرتعی و تبدیل آن به زراعت دیمی به خصوص نواحی غربی و شمال غربی حوزه، کاهش اراضی جنگلی (۴۲۱۲ هکتار) و به تبع آن افزایش زراعت آبی است و از جمله دلایل تخریب اراضی مرغوب کشاورزی عموماً زراعت آبی در منطقه مورد مطالعه، رشد روزافزون جمعیت شهری و روستایی و تبدیل کاربری به نواحی انسان‌ساخت (۴۹۱۸ هکتار) است (جدول ۶).

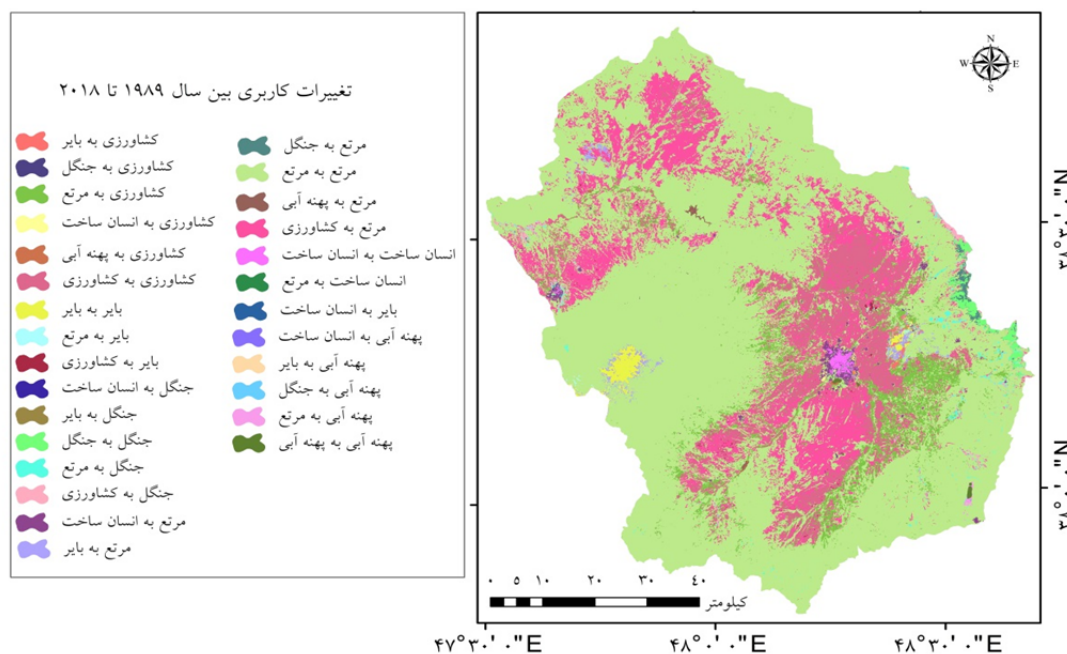
از نقشه‌های کاربری اراضی روند تغییرات کاربری در دوره زمانی مورد مطالعه (۲۹ سال) محاسبه گردید (جدول ۶). نتایج تحقیق افزایش مساحت اراضی کشاورزی، مناطق انسان‌ساخت، اراضی بایر و پهنه‌های آبی و در مقابل کاهش مساحت مراتع، اراضی جنگلی را نشان می‌دهد. تغییر عمده در منطقه مورد مطالعه بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸ تبدیل قابل توجه عرصه‌های مرتعی (کاهش ۷۸۰۹۹ هکتار) و اراضی کشاورزی (افزایش ۷۳۸۴۹ هکتاری) است. واگذاری مراتع به بخش کشاورزی به هیچ‌عنوان کارشناسی نیست و موجب افزایش روند فرسایش خاک و افزایش آفات می‌شود و خلاف مبانی توسعه پایدار است. در اراضی کشاورزی احتمال افزایش آفات و امراض افزایش می‌یابد و به دلیل استفاده از کودها و سموم شیمیایی چنین واگذاری‌هایی آلودگی آب‌وخاک را در پی دارد. اثر چنین تبدیلی در مطالعات بسیاری مورد تأکید قرار گرفته است. حاج عباسی و همکاران (۵) در مورد تأثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، حاصلخیزی و شاخص کشت‌پذیری خاک در بروجن مطالعه کردند و نشان دادند که تبدیل عرصه‌های طبیعی بایستی با

جدول ۶. مساحت و درصد تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

کاربری	سال ۱۹۸۹		سال ۲۰۱۸		تغییرات در بازه زمانی تغییرات (هکتار)	روند
	مساحت (هکتار)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد		
اراضی کشاورزی	۱۱۰۲۴۱/۵۶	۱۴/۷۲	۱۸۴۰۹۰/۷۴	۲۴/۵۸	۷۳۸۴۹/۱۷	افزایشی
اراضی بایر	۵۷۷۵/۶۷	۰/۷۷	۹۳۰۳/۱۳	۱/۲۴	۳۵۲۷/۴۶	افزایشی
جنگل	۹۵۰۲/۳۲	۱/۲۶	۵۲۸۹/۷۸	۰/۷۱	۴۲۱۲/۵۳	کاهشی
مرتع	۶۲۰۲۹۳/۱۴	۸۲/۸۵	۵۴۲۱۹۴/۰۷	۷۲/۴	۷۸۰۹۹/۰۷	کاهشی
نواحی انسان ساخت	۱۹۱۴/۹۳	۰/۲۶	۶۸۳۳/۳۶	۰/۹۲	۴۹۱۸/۴۳	افزایشی
پهنه آبی	۱۱۲۴/۱۵	۰/۱۴	۱۱۴۱/۰۲	۰/۱۵	۱۶/۸۶	افزایشی
مجموع	۷۴۸۸۴۹	۱۰۰	۷۴۸۸۴۹	۱۰۰	۱۶۴۶۲۲	-

نشان‌دهنده تغییرات افزایشی (میزان تغییر از هر یک از طبقه‌ها به طبقه مذکور) و اعداد موجود در سطرهای هر طبقه بیان‌گر تغییرات کاهش‌ی (میزان تغییر از طبقه مذکور به سایر طبقه‌ها) و عدد واقع در محل تقاطع سطر و ستون ماتریس (درایه‌های موجود در قطر اصلی) نشان‌دهنده مساحت پیکسل‌هایی است که تغییر نکرده‌اند. بررسی کلی تغییرات در منطقه در بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸ این‌گونه است.

نقشه نهایی تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی مورد مطالعه به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی در شکل ۷ آورده شده است. از نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده برای سال‌های مورد مقایسه (۱۹۸۹ و ۲۰۱۸)، به عنوان ورودی‌هایی جهت کمی‌سازی تغییرات به صورت از - به (from-to) استفاده شد و ماتریس تغییرات به دست آمد (جدول ۷). سطرهای ماتریس مربوط به سال ۱۹۸۹ و ستون‌های آن متعلق به سال ۲۰۱۸ است. به تفسیری دیگر اعداد مربوط به ستون هر طبقه



شکل ۷. آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه

جدول ۷. ماتریس تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی (۱۹۸۹-۲۰۱۸) به هکتار

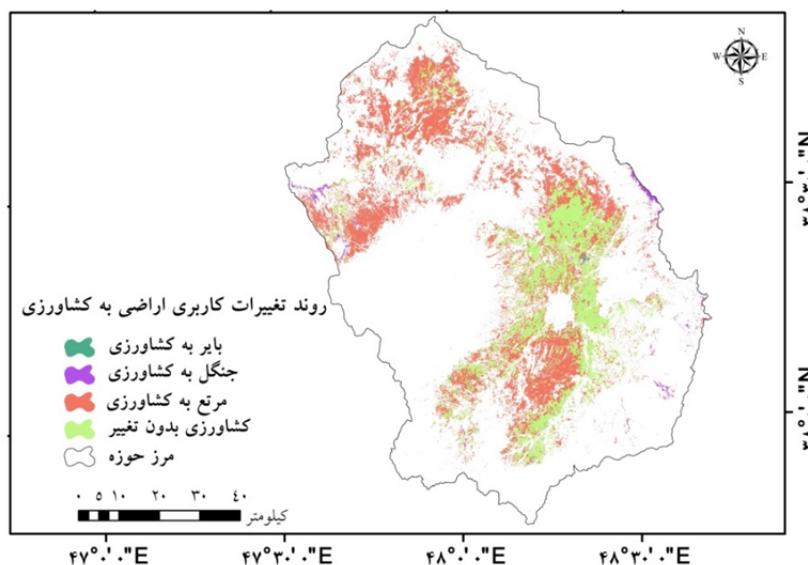
سال ۲۰۱۸						سال ۱۹۸۹
پهنه آبی	انسان ساخت	مرتع	جنگل	بایر	اراضی کشاورزی	
۷۰/۴۱	۶۰۴/۳۰	۴۱۴۵۴/۴۰	۰/۱۸	۷۶۵/۹۶	۶۷۲۴۶/۳۰	اراضی کشاورزی
۰	۳۳/۲۲	۴۳۰/۴۰	۰	۴۶۲۹/۸۲	۶۸۲/۲۲	بایر
۰	۴۸/۹۷	۳۲۶۷/۹۴	۳۶۴۶/۷۰	۰/۰۶	۲۵۳۸/۶۳	جنگل
۵۹۶/۳۰	۴۴۳۸/۴۷	۴۹۶۲۸۶/۷۹	۱۶۲۳/۲۸	۳۸۴۶/۵۵	۱۱۳۵۰۱/۶۸	مرتع
۰	۱۷۰۲/۲۵	۱۰/۷۴	۰	۱۵/۴۵	۰	انسان ساخت
۳۷۴/۳۰	۶/۱۳	۶۰۳/۳۴	۱۹/۶۲	۶۰/۷۳	۰	پهنه آبی

است که در سال‌های اخیر در منطقه روند این تغییرات زیاد ۶۱/۷ داشته است. همچنین اراضی جنگلی موجود در منطقه تغییر (از نوع کاهشی) ۲۵۳۸ هکتاری به اراضی کشاورزی داشته است (جدول ۸؛ شکل ۸).

نتایج تغییرات کاربری اراضی مرتعی، جنگل، پهنه‌های آبی، انسان ساخت و اراضی بایر به اراضی کشاورزی نشان می‌دهد که اراضی مرتعی با ۶۱/۷۱ درصد (حدود ۱۱۳۵۰۱ هکتار) بیش‌ترین تغییر را در بین سایر کاربری‌ها داشته است که نشان‌دهنده تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی

جدول ۸. تغییرات سایر کاربری‌ها به اراضی کشاورزی در بازه زمانی (۱۹۸۹-۲۰۱۸)

کاربری اراضی	اراضی کشاورزی	درصد تغییرات
اراضی کشاورزی	۶۷۲۴۶/۳۰	۳۶/۵۵
بایر	۶۸۲/۲۲	۰/۳۷
جنگل	۲۵۳۸/۶۳	۱/۳۷
مرتع	۱۱۳۵۰۱/۶۸	۶۱/۷۱



شکل ۸. نقشه تغییرات عمده سایر کاربری‌ها به اراضی کشاورزی بین سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸

نتیجه گیری

در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM و OLI در طی دوره ۲۹ ساله از ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۸ در حوزه آبریز قره‌سو استان اردبیل تغییرات کاربری اراضی با تأکید بر کاربری کشاورزی با الگوریتم طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه روش شی‌گرا ارزیابی گردید. بررسی تغییرات در نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده در بازه زمانی مورد مطالعه نشان داد که سطح اراضی کشاورزی افزایش چشمگیری پیدا کرده که عمدتاً این افزایش نتیجه تبدیل کاربری مرتع به دیم است. افزایش جمعیت و گسترش فیزیکی شهرهای منطقه مورد مطالعه و در نتیجه نیاز به منابع غذایی بیش‌تر یکی از علل این تبدیل است. بنابراین می‌توان بیان داشت که با توجه به کمبود قوانین صریح در زمینه تغییر کاربری اراضی در کشور، نسبت به بررسی قوانین پیشگیرانه تغییر کاربری به‌ویژه تخریب مرتع و تبدیل آن به اراضی کشاورزی اقدام گردد. نتایج این مطالعه گویای این است که تلفیق فن‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در اجرای مدل‌های ارزیابی تغییرات مکانی-زمانی کاربری اراضی، به‌منظور آگاهی از نوع و درصد کاربری اراضی و میزان تغییرات آن‌ها، در منابع طبیعی و بخش‌های دیگر بسیار کارآمد است. همچنین به‌عنوان یک پارامتر مدیریتی می‌تواند برنامه‌ریزان بخش‌های مختلف اجرایی را در مدیریت و توسعه همه‌جانبه یاری نماید. هرچند نتایج این مطالعه کارایی الگوریتم طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه روش شی‌گرا را نشان داد اما لازم است پژوهش‌های بیش‌تر در زمینه مقایسه الگوریتم‌های مختلف روش شی‌گرا در مناطق جغرافیایی مختلف انجام شود تا الگوریتم یا الگوریتم‌های مناسب را بتوان با اطمینان بیش‌تر معرفی کرد.

منابع مورد استفاده

- اسلمی، ف.، الف. قربانی، ب. سبحانی و م. پناهنده. ۱۳۹۴. مقایسه روش‌های شبکه عصبی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا در استخراج کاربری اراضی و پوشش اراضی از تصاویر لندست. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در

منابع طبیعی، ۶(۳): ۱-۱۴.

- اکبری، م.، ح. کریم‌زاده، ر. مدرس و ب. چکشی. ۱۳۸۶. ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۴(۲۷): ۱۲۴-۱۴۲.
- امینی باستانی، س.، م. اکبری، ح. زارع ایبانه. ۱۳۹۲. برآورد سطح و تراکم کشت با استفاده از سنجش‌ازدور در دشت همدان- بهار. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۷(۱): ۳۶-۴۸.
- پاشازاده، غ. ح. ۱۳۸۸. مقایسه روش‌های پیکسل‌پایه و شی‌گرا در طبقه‌بندی کاربری اراضی شهری با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: ارومیه). پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته سنجش‌ازدور و GIS، دانشگاه شهید بهشتی، تهران. ۱۳۸ صفحه.
- حاج عباسی، م.، ع.، ا. جلالیان، ج. خواجه‌الدین و ح. کریم‌زاده. ۱۳۸۱. مطالعه موردی تأثیر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، حاصلخیزی و شاخص گشت پذیری خاک در بروجن. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۶(۱): ۱۴۹-۱۶۰.
- خیرخواه زرکش، م. و ف. حسین‌زاده آزاد. ۱۳۹۵. آشکار سازی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل با استفاده از تکنولوژی RS و GIS. پایداری، توسعه و محیط‌زیست، ۲(۱): ۴۷-۵۵.
- روستایی، ش.، م. احدنژاد روشنی و م. فرخی صومعه. ۱۳۹۳. سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مطالعه موردی: ارومیه). جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۱۸(۵۰): ۱۵۳-۱۶۵.
- علی‌زاده، پ.، ب. کامکار، ش. شتایی و ح. کاظمی. ۱۳۹۷. برآورد تغییرات سطح زیر کشت گندم و سویا با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در غرب استان گلستان. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی، ۳۱(۳): ۴۱-۶۴.
- فیضی‌زاده، ب. ۱۳۹۸. ارزیابی تطبیقی تکنیک‌های پردازش پیکسل‌پایه و شی‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای Aster برای استخراج نقشه‌های اراضی کشاورزی و باغی در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه. فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۸(۱۰۹): ۱۶۷-۱۸۳.

19. Clarke KC, Parks BO, Crane MP. 2002. Geographic information systems and environmental modeling. Pearson College Division.
20. De Oliveira Silveira EM, de Menezes MD, Júnior FWA, Terra MCNS, de Mello JM. 2017. Assessment of geostatistical features for object-based image classification of contrasted landscape vegetation cover. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(3): 036004.
21. Deng J, Wang K, Deng Y, Qi G. 2008. PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(16): 4823-4838.
22. Dingle Robertson L, King DJ. 2011. Comparison of pixel-and object-based classification in land cover change mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 32(6): 1505-1529.
23. Drăguț L, Blaschke T. 2006. Automated classification of landform elements using object-based image analysis. *Geomorphology*, 81(3-4): 330-344.
24. Drăguț L, Tiede D, Levick SR. 2010. ESP: a tool to estimate scale parameter for multiresolution image segmentation of remotely sensed data. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(6): 859-871.
25. Hoffmann A, Van der Vegt J. 2001. New sensor systems and new classification methods: laser and digital camera-data meet object-oriented strategies. *GeoBIT/GIS*, 6: 18-23.
26. Huo L-Z, Boschetti L, Sparks AM. 2019. Object-Based Classification of Forest Disturbance Types in the Conterminous United States. *Remote Sensing*, 11(5): 477.
27. Im J, Jensen J, Tullis J. 2008. Object-based change detection using correlation image analysis and image segmentation. *International Journal of Remote Sensing*, 29(2): 399-423.
28. Kaplan G, Avdan U. 2017. Object-based water body extraction model using Sentinel-2 satellite imagery. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1): 137-143.
29. Kenneth M, Menz G. 2012. Monitoring land-use change in Nakuru (Kenya) using multi-sensor satellite data. *Advances in Remote Sensing*, 3(1): 74-84.
30. Ma L, Fu T, Blaschke T, Li M, Tiede D, Zhou Z, Ma X, Chen D. 2017. Evaluation of feature selection methods for object-based land cover mapping of unmanned aerial vehicle imagery using random forest and support vector machine classifiers. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(2): 51.
31. Matthew MW, Adler-Golden SM, Berk A, Felde G, Anderson GP, Gorodetzky D, Paswaters S, Shippert M. 2002. Atmospheric correction of
۱۰. فیضی‌زاده، ب.، ع. خدمت‌زاده و م. ر. نیکجو. ۱۳۹۷. ریز طبقه‌بندی اراضی باغی و زراعی با استفاده از تکنیک‌های پردازش شیء پایه و الگوریتم‌های فازی با هدف تخمین سطح زیر کشت. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۱۸(۴۸): ۲۰۱-۲۱۷.
۱۱. کاکه‌ممی، آ.، ا. قربانی، ف. کیوان بهجو و الف. میرزایی موسی‌وند. ۱۳۹۵. مقایسه روش‌های تفسیر چشمی و رقومی در تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی استان اردبیل. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۳): ۱۲۱-۱۳۴.
۱۲. محمدزاده، ک و ب. فیضی‌زاده. ۱۳۹۶. مدل‌سازی اثرات خشکی دریاچه ارومیه بر روند گسترش شوری در اراضی شرقی دریاچه با استفاده از تکنیک فازی شیء‌گرا. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۸(۳): ۵۶-۷۲.
۱۳. مسیبی، م و م. ملکی. ۱۳۹۳. پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان اردبیل). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۱): ۷۵-۸۶.
۱۴. نیازی، ی.، م. ر. اختصاصی، ح. ملکی‌نژاد، ز. ع. حسینی و ج. مرشدی. ۱۳۸۹. مقایسه دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوزه سد ایلام). *مجله جغرافیا و توسعه*، ۸(۲۰): ۱۱۹-۱۳۲.
15. Abd El-Kawy O, Rod 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.
16. Adam H, Csaplovics E, Elhaja M. 2016. A comparison of pixel-based and object-based approaches for land use land cover classification in semi-arid areas, Sudan. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol 1. IOP Publishing, p 012061.
17. Blaschke T. 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1): 2-16.
18. Chen X, Vierling L, Deering D. 2005. A simple and effective radiometric correction method to improve landscape change detection across sensors and across time. *Remote Sensing of Environment*, 98(1): 63-79.

- Dijk P. 2006. Comparison of pixel-based and object-oriented image classification approaches-a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China. *International Journal of Remote Sensing*, 27(18): 4039-4055.
37. Yuan F, Sawaya KE, Loeffelholz BC, Bauer ME. 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote sensing of Environment*, 98(2-3): 317-328.
38. Zhang Y, Maxwell T, Tong H, Dey V. 2010. Development of a supervised software tool for automated determination of optimal segmentation parameters for ecognition. In: Wagner W., Székely, B. (eds.): *ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, Vienna, Austria, July 5–7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 7B*, 690-696.
39. Ziaei-Firoozabadi P, Sayad-Bydhndy L, Eskandari-Nodeh M. 2009. Mapping and estimating the area under rice cultivation in Sari city using satellite images Radarst. *Geography Research Natural*, 68: 45-58.
- spectral imagery: evaluation of the FLAASH algorithm with AVIRIS data. In: *Applied Imagery Pattern Recognition Workshop, 2002. Proceedings. IEEE*, pp 157-163.
32. Oruc M, Marangoz A, Buyuksalih G. 2004. Comparison of pixel-based and object-oriented classification approaches using Landsat-7 ETM spectral bands. In: *Proceedings of XX ISPRS Congress*. p 5.
33. Rawat J, Biswas V, Kumar M. 2013. Changes in land use/cover using geospatial techniques: A case study of Ramnagar town area, district Nainital, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 16(1): 111-117.
34. Szuster BW, Chen Q, Borger M. 2011. A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31(2): 525-532.
35. Townshend JR, Justice CO, Gurney C, McManus J. 1992. The impact of misregistration on change detection. *IEEE Transactions on Geoscience and remote sensing*, 30(5): 1054-1060.
36. Yan G, Mas JF, Maathuis B, Xiangmin Z, Van



Change detection of land use /land cover using object oriented classification of satellite images (Case study: Ghare Sou basin, Ardabil province)

B. Khodabandehlou¹, H. Khavarian Nehzak^{2*}, A. Ghorbani³

1. MSc. of Remote Sensing and GIS, Department of Physical Geography, Faculty of Literature & Humanities, University of Mohaghegh Ardabili

2. Assist. Prof. Department of Physical Geography, Faculty of Literature & Humanities, University of Mohaghegh Ardabili

3. Assoc. Prof. Department of Range and Watershed Management, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 April 2019

Accepted 30 September 2019

Available online 17 October 2019

Keywords:

Object oriented classification

Land use / land cover changes

Nearest neighbor algorithm

Ghare Sou basin

ABSTRACT

The accuracy of land use changes map obtained from remote sensing data depends on the accuracy of each of the land use maps during the time period studied. In this study, TM and OLI images in 1989 and 2018 and an object-oriented classification method were used to investigate the land use/ land cover change trends with an emphasis on agricultural land use in the Ghare Sou basin. After the pre-processing, the object-oriented processing using the multiresolution segmentation method was applied. In addition to the spectral bands, some additional information such as a normalized difference vegetation index (NDVI), band means, the standard deviation of bands and geometry characteristics were used to extract land use in order to obtain more accurate results. Of these non-spectral data used, 15 characteristics were selected by Feature space optimization (FSO) method to be used in nearest neighborhood algorithm. The kappa coefficient of the land use maps for 1989 and 2018 was 85% and 96%, respectively, indicating the reliability of the object-oriented classification results. In the next step, the map of the changes was produced comparing the classified maps. According to the results of the change detection, the agricultural land use during the studied period has an increase of 73849 hectares, mainly due to the destruction of rangelands and its conversion to the agricultural land agricultural land.

* Corresponding author e-mail address: h5_khavari@uma.ac.ir