



مطالعه و بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا مطالعه موردی: حوضه آبریز قوچان- شیروان

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۱۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۶

هوشنگ سیفی^{۱*}، خلیل ولی‌زاده کامران^۲، مهدی بابائی^۳، انسیه شهابی^۴

۱- کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

۴- کارشناسی ارشد سنجش‌ازدور و GIS، دانشکده برنامه‌ریزی و علوم محیطی، دانشگاه تبریز

چکیده

کاربری اراضی یکی از مهم‌ترین جنبه‌های بررسی مدیریت منابع طبیعی و بازنگری تغییرات محیطی می‌باشد. بر همین مبنا، بررسی تغییرات کاربری اراضی با توجه به تأثیرات قابل ملاحظه‌ای که این پدیده بر روی زندگی انسان و همچنین محیط‌زیست دارد، امری لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد. در حال حاضر، سنجش‌ازدور به‌عنوان منبعی ایده‌آل امکانات لازم و کافی را جهت آگاهی از تغییرات کاربری اراضی و نوع استفاده انسان از زمین، از طریق استخراج و به‌روزرسانی نقشه‌های پوشش زمین در اختیار کاربران قرار می‌دهد. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی به‌روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در حوضه آبریز قوچان- شیروان، واقع در بین استان‌های خراسان شمالی و خراسان رضوی طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ انجام شد. بدین منظور ابتدا تصاویر سنجنده‌های TM و OLI ماهواره لندست ۵ و ۸، برای سال‌های مورد نظر تهیه شده و از طریق این تصاویر نقشه‌های پوشش زمین منطقه مورد مطالعه با روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در شش کلاس مناطق مسکونی، اراضی آبی، اراضی دیم، اراضی آیش، سطوح آبی و مرتع به‌دست آمد. در نهایت از طریق نقشه‌های کاربری اراضی به‌دست‌آمده، تغییرات پوشش زمین طی سال‌های مورد مطالعه از جهات کمیت مساحتی، توزیع مکانی و روند تغییرات با استفاده از مدل LCM مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که در طی بازه زمانی مورد مطالعه کاربری‌های آیش و اراضی دیم دارای روند کاهشی و کاربری‌های مسکونی، اراضی آبی، مرتع و سطوح آبی دارای روند افزایشی می‌باشند؛ به‌گونه‌ای که بیشترین تغییرات مربوط به کاربری دیم با ۲۳۷۲۹ هکتار کاهش، و کاربری مرتع با ۳۵۹۳۵ هکتار افزایش، از جمله تغییرات اساسی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

کلمات کلیدی: طبقه‌بندی شیء‌گرا، کاربری اراضی، سنجش‌ازدور، مدل LCM.

۱- مقدمه

کاربری اراضی شامل انواع بهره‌برداری انسان از زمین به منظور رفع نیازهای گوناگون است. از جمله مهم‌ترین استفاده مکانی و اقتصادی انسان از زمین در سراسر جهان شامل شیوه‌های مختلف کشت، ایجاد سازه‌های شهری و زیربنایی، استخراج مواد معدنی می‌باشد (۳۰ و ۴). لذا، اهمیت کاربری اراضی به عنوان یک عامل پویا و مؤثر بر شرایط زیستی، ایجاب می‌کند که همواره اطلاعات کمی و کیفی دقیقی از آن تهیه شده و تغییرات مربوط به آن در بازه‌های زمانی کوتاه تعیین شود (۵). با توجه به هزینه بالای تهیه این نقشه‌ها به وسیله عملیات زمینی، در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به عنوان روش مناسب‌تر برای این منظور مطرح شده است (۲۶). استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تهیه نقشه کاربری اراضی در زمان‌های مختلف و مقایسه آن‌ها با یکدیگر در راستای دستیابی به نقشه تغییرات ایجاد شده به راحتی قابل انجام است. بنابراین، با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری‌های اراضی اقدام نمود (۲۵). در حال حاضر، طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای با دو روش کلی پردازش پیکسل پایه و شیء پایه انجام می‌شود. روش پیکسل پایه مبتنی بر طبقه‌بندی ارزش‌های عددی تصاویر است، درحالی که روش جدید شیء‌گرا علاوه بر ارزش‌های عددی؛ اطلاعات مربوط به محتوا، بافت و زمینه را نیز در فرآیند طبقه‌بندی تصاویر به کار می‌گیرد.

مدل‌سازی یکی از روش‌هایی است که در بین مجموعه روش‌ها و رویکردها قرار دارد و برای آشکارسازی دینامیک‌های سیستم پوشش و کاربری اراضی به کار می‌رود (۸). می‌توان گفت در بسیاری از زمینه‌ها مدل‌سازی بخش جداناپذیری از تجزیه و تحلیل سنجش از دور است (۳۱). مدل LCM با تلفیق توانایی‌هایی مدل زنجیره مارکوف، روش شبکه عصبی چندلایه پرسپترون (MLP) با آموزش پس انتشار خطا، رگرسیون لجستیک و MOLA از کارایی خوبی در شبیه‌سازی فرآیندهای پیچیده برخوردار است (۹ و ۲۰).

جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی تحقیقات زیادی توسط محققین انجام شده که در این جا به ذکر مواردی از آن‌ها اکتفا می‌شود: جبار و ژو (۱۷) در مقاله‌ای با استفاده از روش‌های دورسنجی و سیستم اطلاعات جغرافیایی به پایش تغییرات اکو محیطی استان بصره در جنوب عراق در بازه زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۳ پرداخته و فرایندهای بیابان‌زایی، شوری، شهرنشینی، تخریب پوشش گیاهی و نابودی تالاب‌ها را به عنوان عوامل تخریب اکو محیطی منطقه شناسایی نمودند. رضایی مقدم (۲۶) در پژوهشی که به طبقه‌بندی پوشش/کاربری اراضی براساس روش شیء‌گرا و تصاویر ماهواره‌ای در استان آذربایجان غربی پرداختند، نشان دادند که در طبقه‌بندی به روش شیء‌گرا ضمن امکان تشخیص تعداد طبقات بیشتر، دقت نقشه‌های تولید شده نیز در مقایسه با روش پیکسل پایه، افزایش می‌یابد. عبدالکوی و همکاران (۱) با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده پیکسل پایه تصاویر ماهواره‌ای لندست طی

۱۹۸۴ تا ۲۰۰۹ تغییرات کاربری و پوشش دلتای شرقی رود نیل مصر را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که بیشترین تغییرات در تبدیل زمین‌های بایر به مزارع کشاورزی بوده است. شریفی (۲۹) در تحقیق خود برای بررسی تغییرات کاربری اراضی در سطح شهرستان تبریز از روش شیء‌گرا استفاده کرده و توانست تغییرات را طی بازه‌های زمانی مورد مطالعه نمایش دهد. نتیجه پژوهش این محقق، دقت بالای روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در بررسی تغییرات کاربری اراضی را نشان داد. عزیزی و همکاران (۵) در مطالعه خود نقشه کاربری اراضی کوهمره سرخی استان فارس را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و به روش پیکسل‌پایه در طی سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۲ استخراج کردند. بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در دوره اول و دوره دوم نشان داد که بیشترین افزایش مساحت در کلاس مرتع و بیشترین کاهش مساحت مربوط به کلاس جنگل می‌باشد. راوات و کومار (۲۳) مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در هند را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ انجام دادند. این محققان با پردازش تصاویر ماهواره‌ای بر کارآمدی تصاویر سنجش‌ازدور در ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی تأکید نمودند. در مطالعه‌ای که هگاز و کالوپ (۱۶) در دو شهر طلخا و منصوره در استان دقهلیه مصر با استفاده از تصاویر سنجش‌ازدور انجام داده‌اند، تغییرات کاربری اراضی این منطقه را از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۰ مشخص کردند. تجزیه و تحلیل تغییرات نشان داد که مناطق شهری ۳۰ درصد افزایش پیدا کرده درحالی که زمین‌های کشاورزی ۳۳ درصد کاهش یافته است. ندیم (۲۲) در پژوهشی تغییرات کاربری اراضی تالاب میانکاله را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست استخراج کرد. در این تحقیق از طبقه‌بندی پیکسل‌پایه برای طبقه‌بندی استفاده شده است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربری اراضی شهری رشد چشمگیری داشته ولی در مقابل سطح تالاب کاهش معناداری داشته است. بابایی نوران (۶) در تحقیقی به بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت مغان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداخته است. در این مطالعه با استفاده از روش پیکسل‌پایه و شیء‌گرا نقشه‌های پوشش زمین در هشت کلاس طبقه‌بندی شد که دقت بالای روش شیء‌گرا نسبت به روش پیکسل‌پایه برای بررسی تغییرات کاربری اراضی ثابت شد. فیضی‌زاده (۱۱) در مقاله‌ای با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و GIS به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در طی سال‌های ۲۰۱۵-۲۰۰۲-۲۰۰۰-۱۹۸۹ پرداخته است. این محقق به این نتیجه رسید که در سه دوره یادشده ضمن افزایش اراضی باغی، تخریب و تبدیل اراضی مرتعی خوب به مراتع ضعیف و اراضی دیم در سطح قابل توجهی صورت گرفته است. مارشال و همکاران (۱۹) تغییرات کاربری اراضی در کنیا را در ارتباط با تغییرات اقلیمی مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازه زمانی ۱۹۸۳ تا ۲۰۱۲ استفاده نموده و با پردازش تصاویر ماهواره‌ای به روش پیکسل‌پایه روند تغییر در عوامل اقلیمی و اثرات آن بر روی کاربری‌های اراضی را مورد بررسی قرار دادند. فتح‌اللهی و رودباری (۱۰) به مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل‌ساز تغییر سرزمین (LCM) در سطح شهرستان نکا پرداخته و به این

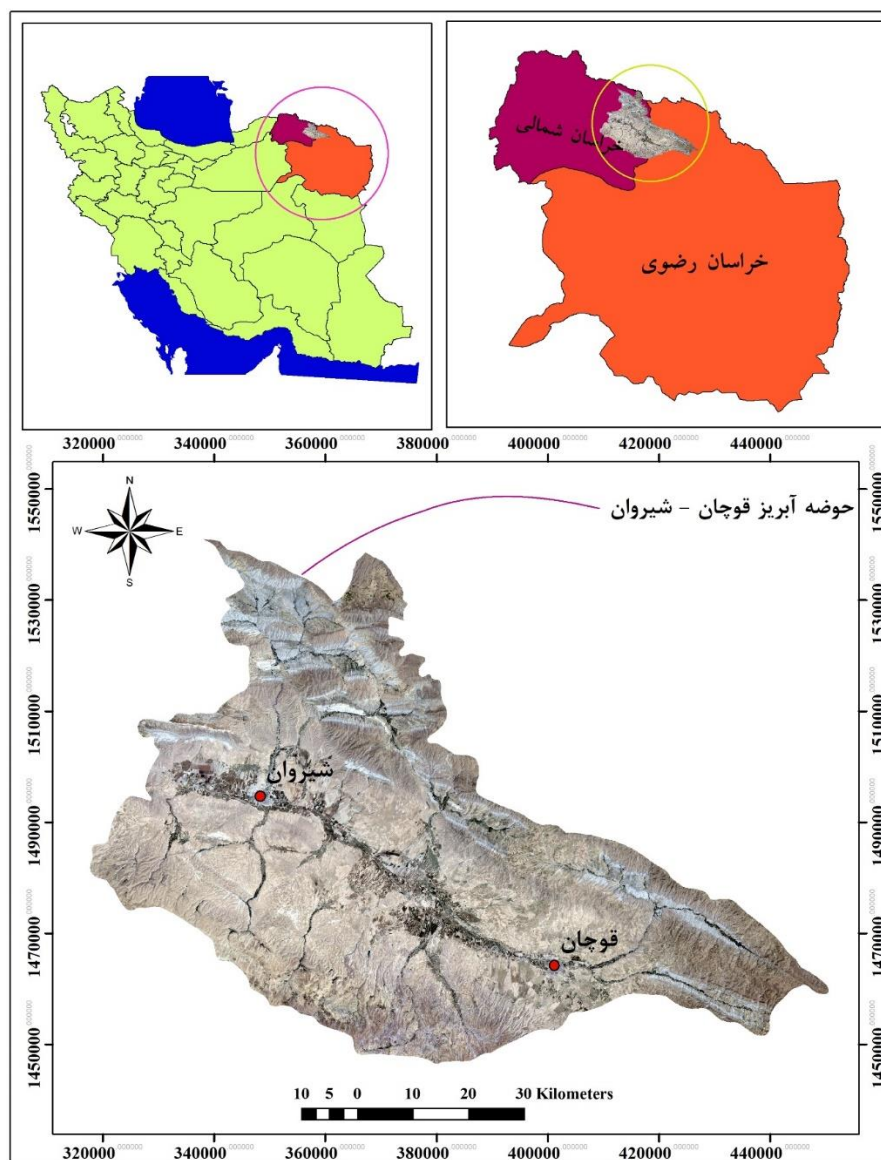
نتیجه رسیدند که در طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۶ اراضی جنگلی ۲۲۹۷ هکتار کاهش داشته و بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل اراضی جنگلی به کشاورزی بوده است.

جمع‌بندی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که در طبقه‌بندی تصاویر رقومی جهت استخراج کاربری اراضی بیش‌تر از روش‌های پیکسل‌پایه استفاده شده است. این نوع از طبقه‌بندی براساس ارزش عددی هر یک از پیکسل‌ها انجام می‌شود که نتیجه بازتاب هر یک از عارضه‌ها در سطح زمین می‌باشد. توانایی روش‌های پیکسل‌پایه در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای هنگامی که اشیاء متفاوت اطلاعات طیفی مشابهی دارند، محدود می‌شود. این امر موجب کاهش صحت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل‌پایه می‌گردد. درحالی که در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها براساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص سگمنت‌سازی شده و طبقه‌بندی تصاویر براساس سگمنت‌ها انجام می‌شود. با توجه به دقت بالا و به‌روز بودن روش طبقه‌بندی شیء‌گرا، پژوهش حاضر با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی شیء‌گرا و مدل LCM در طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷ مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق، یکی از حوضه‌های آبخیز بین استان‌های خراسان شمالی و خراسان رضوی به‌نام قوچان-شیروان می‌باشد. مساحت این حوضه ۵۶۲۹۹۷ هکتار است که از لحاظ موقعیت جغرافیایی بین طول‌های جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی واقع شده است (شکل ۱). ارتفاع منطقه حداقل ۹۹۵ متر و حداکثر ۲۹۲۲ متر بالاتر از سطح دریا بوده و از لحاظ شرایط اقلیمی این منطقه جزو مناطق نیمه‌خشک با آب‌وهوای معتدل و سرد با متوسط بارندگی ۲۷۳ میلی‌متر در سال می‌باشد.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی حوضه قوچان-شیروان

Figure (1): Geographical location of Ghuchan-Shirvan Basin

در این پژوهش به منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه از تصاویر سنجنده TM ماهواره Landsat 5، تصاویر سنجنده OLI ماهواره Landsat 8 و داده‌های DEM سنجنده Aster ماهواره Terra با قدرت تفکیک ۳۰ متر استفاده شده است. با این توضیح که ابتدا تصاویر مورد نیاز از سایت سازمان

زمین‌شناسی آمریکا درخواست و به‌فرمت Geo TIFF دریافت شدند. جدول ۱ مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده‌شده در پژوهش حاضر را نشان می‌دهد.

برای پردازش، طبقه‌بندی و استخراج کاربری‌های مورد نیاز، مدل‌سازی تغییرات و خروجی نقشه‌های نهایی به‌ترتیب از نرم‌افزارهای ENVI, eCognition, IDRISI Selva, ArcGIS استفاده شده است.

جدول (۱): ویژگی‌های تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

Table (1): Features of satellite imagery used in research

ماهواره	سنجنده	ردیف	گذر	تاریخ	مبنا	سطح تصحیحات
Landsat 5	TM	۳۴	۱۶۰	۱۳۷۷/۰۲/۱۶	WGS84	LIT
Landsat 8	OLI	۳۴	۱۶۰	۱۳۹۷/۰۲/۱۸	WGS84	LIT

۲-۲- بررسی کیفیت تصاویر

در این پژوهش کیفیت تصاویر قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش از نظر وجود خطای اتمسفری و هندسی بررسی شدند. بنابراین در این پژوهش جهت تصحیح اتمسفری روش فلش بر روی تصاویر اعمال گردید تا با حذف اثرات اتمسفر فرآیند طبقه‌بندی صحت بالایی داشته باشد. همچنین با به‌کارگیری این نوع تصحیح اتمسفری می‌توان تصاویر را نرمال کرد تا قابلیت مقایسه با یکدیگر را داشته باشند.

برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر و اطمینان از مناسب بودن هندسه تصاویر، لایه‌های برداری جاده‌ها و آبراهه‌ها روی تصاویر ماهواره‌ای قرار داده شد و با انجام این روش از صحت هندسی تصاویر مورد استفاده اطمینان حاصل گردید.

۲-۳- آماده‌سازی تصاویر

پس از دانلود تصاویر مربوط به منطقه مورد مطالعه و اطمینان از عدم وجود خطاهای رایج، جهت تعیین طول‌موج، نوع سنجنده و ادغام تصویرهای مورد نیاز از نرم‌افزار Envi 5.3 استفاده گردید. پس از این مرحله، تصاویر ادغام‌شده در محیط نرم‌افزار ArcMap 10.4.1 براساس محدوده مورد مطالعه برش داده شد و در مرحله آخر در فرمت IMAGE Image ذخیره گردید تا برای ورود به نرم‌افزارهای eCognition 9 و Envi 5.3 جهت طبقه‌بندی و استخراج کاربری‌های موردنظر آماده گردد.

۲-۴- طبقه‌بندی تصاویر بر مبنای پردازش شیء‌گرا

طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری ارتباط می‌دهد (۲۷). پس از فرآیند طبقه‌بندی، هر یک از اشیاء تصویری به یکی (یا هیچکدام) از کلاس‌ها اختصاص می‌یابند. این نوع از

طبقه‌بندی براساس منطق فازی استوار است و ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر کلاس تبدیل می‌کند. در این فرآیند پیکسل‌ها با درجه عضویت متفاوت در بیش از یک کلاس طبقه‌بندی می‌شوند و براساس درجه عضویت نسبت به هر کلاس، طبقه‌بندی براساس الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه انجام می‌شوند (۱۲).

۲-۵- سگمنت‌سازی

سگمنت‌سازی اولین و مهم‌ترین مرحله در ریزطبقه‌بندی تصاویر به واحدهای تصویری مجزا است (۳). سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت نظیر ارزش عددی و بافت مهم‌ترین معیار مشترک آن‌ها است (۱۳). در طول فرآیند سگمنت‌سازی، تمام تصویر سگمنت‌سازی شده و شیء‌های تصویری براساس معیار همگنی در رنگ و شکل تولید می‌شوند. تنظیم پارامتر مقیاس مستقیماً در میانگین اندازه شیء‌های تصویری تأثیر می‌گذارد و ارزش بزرگ اجازه ایجاد شیء‌های تصویری بزرگ را داده و برعکس با انتخاب عددی کوچک به عنوان مقیاس، سگمنت‌های کوچک‌تری تولید می‌شود (۱۵). علاوه بر پارامتر مقیاس، ترکیب نواری مناسب برای طبقه‌بندی نیز یکی دیگر از پارامترهای مؤثر در کیفیت سگمنت‌سازی است، در تحلیل شیء‌گرای تصاویر علاوه بر امکان استفاده از بهترین ترکیب نواری برای سگمنت‌سازی، امکان اعمال وزن برای هر کدام از نوارها نیز وجود دارد (۱۳). در تحقیق حاضر سگمنت‌سازی Multi Resolution Segmentation به همراه Spectral Difference Segmentation به کار گرفته شد و از ترکیب نواری RGB به صورت ۲-۳-۴ برای تصویر سال ۱۳۷۷ و ترکیب نواری ۳-۴-۵ برای تصویر سال ۱۳۹۷ استفاده گردید. برای این منظور با تجزیه و تحلیل نتایج سگمنت‌سازی تصاویر با پارامتر مقیاس متفاوت و تفکیک مکانی تصاویر، پارامتر مقیاس ۳۰ برای سگمنت‌سازی انتخاب شد. به دلیل اهمیت باندهای ۲-۳-۴ برای تصویر سال ۱۳۷۷، باندهای ۳-۴-۵ برای تصویر ۱۳۹۷، مدل رقومی ارتفاع (DEM) و شیب (Slope) جهت انجام سگمنت‌سازی، وزن‌های نمایش داده شده در جداول ۲ و ۳ اعمال گردید. همچنین معیار نرمی شکل ۰/۷ و فشردگی ۰/۳ در نظر گرفته شد.

جدول (۲): وزن‌های انتخابی برای ترکیب نواری منتخب در فرآیند سگمنت‌سازی برای تصویر ۱۳۷۷

Table (2): Selective weights for selected strip composition in segmented process for 1998 image

نوار تصویر	وزن اعمال شده
باند ۲	۳۰
باند ۳	۳۰
باند ۴	۳۰
مدل رقومی ارتفاع	۵
شیب	۵
جمع	۱۰۰

جدول (۳): وزن‌های انتخابی برای ترکیب نواری منتخب در فرآیند سگمنت‌سازی برای تصویر ۱۳۹۷
Table (3): Selective weights for selected strip composition in segmented process for 2017 image

وزن اعمال شده	نوار تصویر
۳۰	باند ۳
۳۰	باند ۴
۳۰	باند ۵
۵	مدل رقومی ارتفاع
۵	شیب
۱۰۰	جمع

۲-۶- طبقه‌بندی

در این فرآیند، هر یک از شی‌های تصویری به یکی یا هیچ‌یک از طبقات اختصاص می‌یابند، به‌طوری‌که درجه عضویت هر شی براساس شرایط تعریف‌شده به‌وسیله مفسر برای طبقات مشخص می‌شود (۲۱) و براساس بیش‌ترین درجه عضویت در یک طبقه مشخص، طبقه‌بندی انجام می‌گیرد. این نوع طبقه‌بندی در محیط نرم‌افزار eCognition فرآیندی پرتکرار است. بدین‌معنا که طبقه‌بندی چندین بار انجام می‌گیرد تا بالاترین درجه عضویت برای طبقات حاصل شود. طی فرآیند پردازش شی‌گرا هر یک از شی‌های تصویری براساس درجه عضویتشان به کلاس‌های مختلف نسبت داده می‌شوند. در نرم‌افزار eCognition تعریف شرایط مناسب برای هر کلاس مبنای طبقه‌بندی فازی را تشکیل می‌دهد. با تعیین ویژگی‌های مربوط به اطلاعات طیفی و ویژگی‌های هندسی کلاس‌ها در طی فرآیند پردازش تصویر، می‌توان از عملگرهای منطق فازی شامل Max, Or عملگری با حداکثر ارزش بازگشتی از ارزش فازی، میانگین حسابی ارزش فازی، میانگین هندسی ارزش فازی و عملگر And، عملگری بازگشتی به عنوان حاصل‌ضربی از ارزش فازی استفاده نموده و شرایط مناسب برای طبقه‌بندی را تعریف نمود (۷). در تحقیق حاضر علاوه بر استفاده از الگوریتم فازی And (عملگر بازگشتی به‌عنوان حاصل‌ضربی از ارزش فازی) شرایط به‌صورت زیر برای کلاس‌ها تعریف شده است:

- استفاده از شاخص پوشش گیاهی (NDVI) برای طبقه‌بندی کلاس‌ها

این شاخص از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که برای جداسازی آب از خاک و پوشش گیاهی می‌باشد این شاخص از طریق رابطه ۱ محاسبه شد.

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

در این رابطه RED و NIR به‌ترتیب باند قرمز و مادون‌قرمز نزدیک سنجنده OLI می‌باشد.

- استفاده از عامل شکل (Sahpe) به عنوان عاملی مؤثر در جداسازی کلاس مرتع از کلاس اراضی دیم و آبی.
- استفاده از لایه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) به عنوان عاملی در جداسازی کلاس دیم از کلاس مرتع.
- استفاده از لایه شیب برای جداسازی کلاس شهری از اراضی آیش و اراضی بایر.

۳- بحث و نتایج

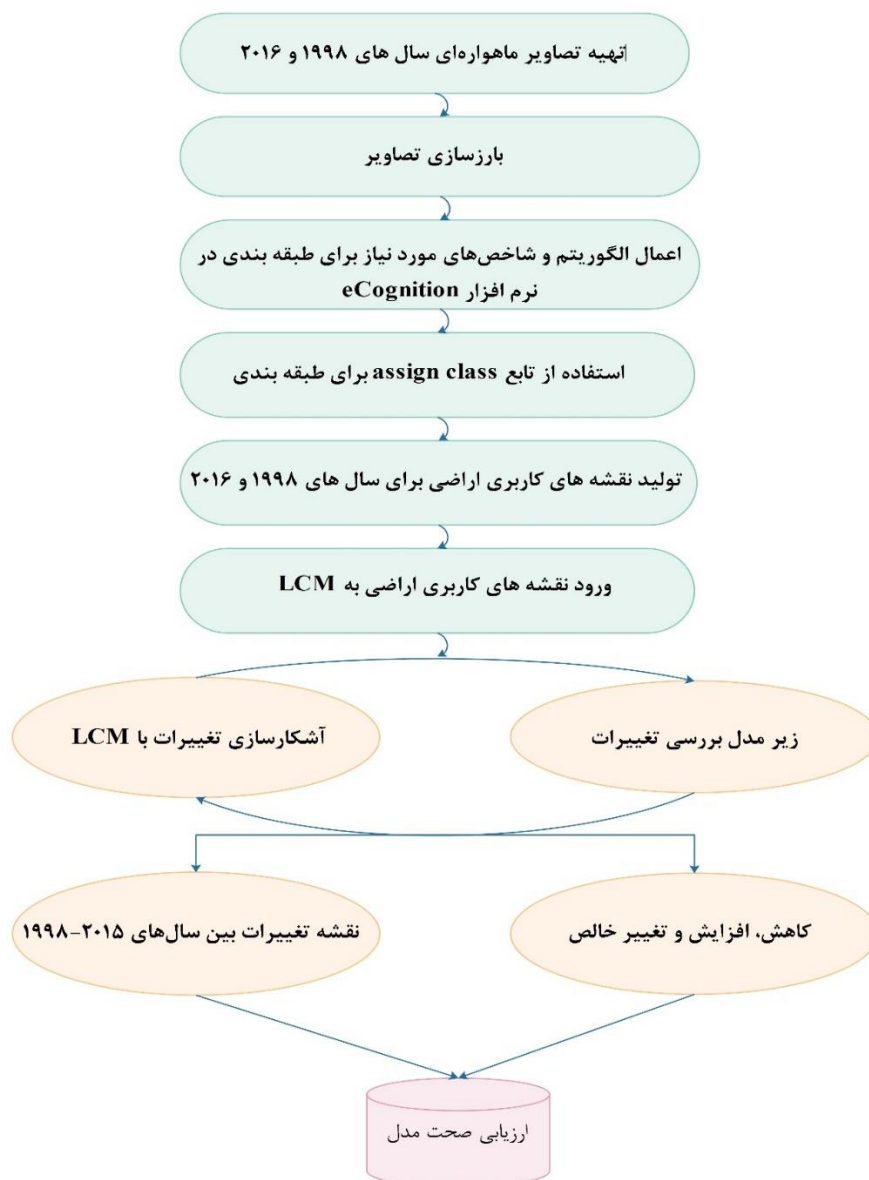
لازمه به‌کارگیری هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از صحت و درستی آن است. بنابراین هیچ طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته، تکمیل نیست و برای کسب اطمینان از نسبت صحت نقشه استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای دقت آن باید مورد ارزیابی قرار گیرد (۲۸). دقت طبقه‌بندی بیانگر سطح اعتماد به نقشه استخراج شده است. برای ارزیابی دقت در طبقه‌بندی انجام شده به روش شیء‌گرا و روش پیکسل پایه از دقت کلی استفاده شده است. دقت کلی میانگینی از دقت طبقه‌بندی است که نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل پیکسل‌های معلوم را نشان می‌دهد (رابطه ۲).

$$i = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} * 100 \quad (2)$$

در رابطه بالا i کاربر به درصد، n_{ii} تعداد سگمنت‌هایی که به درستی در هر کلاس طبقه‌بندی شده‌اند و n_{i+} تعداد کل سگمنت‌هایی است که هم به درستی و هم به اشتباه در کلاس‌ها طبقه‌بندی شده‌اند.

۳-۱- آشکارسازی تغییرات با استفاده از مدل ساز تغییر زمین

مدل ساز تغییر زمین، نرم‌افزاری برای ایجاد توسعه پایدار بوم‌شناختی است که برای تشخیص مسئله مبرم و رو به افزایش تغییرات زمین و نیازهای تحلیل حفظ تنوع زیستی طراحی و ساخته شده است و به صورت ابزار جانبی درون سامانه نرم‌افزار IDRISI وجود داشته، همچنین به صورت افزونه برای نرم‌افزار ArcMap نیز در دسترس است. با کمک این مدل ساز می‌توان به ارزیابی و مدل سازی تجربی تغییرات کاربری اراضی و تأثیر آن بر زیستگاه گونه‌ها و تنوع زیستی پرداخت (۲). از آنجایی که مدل LCM به دو نقشه پوشش زمین، متعلق به زمان‌های گوناگون به عنوان ورودی نیاز دارد (۱۸) در پژوهش حاضر، نقشه‌های پوشش اراضی تولید شده برای سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ به عنوان ورودی مدل LCM برای تحلیل تغییرات منطقه انتخاب شدند. در نهایت، کاهش‌ها و افزایش‌ها در هر کاربری، تغییر خالص و انتقال از هر کاربری به کاربری دیگر در طبقات گوناگون پوشش اراضی به صورت نقشه با قسمت آنالیز تغییرات مدل ارزیابی گردید. شکل ۲ روند کلی تحقیق را نشان می‌دهد.

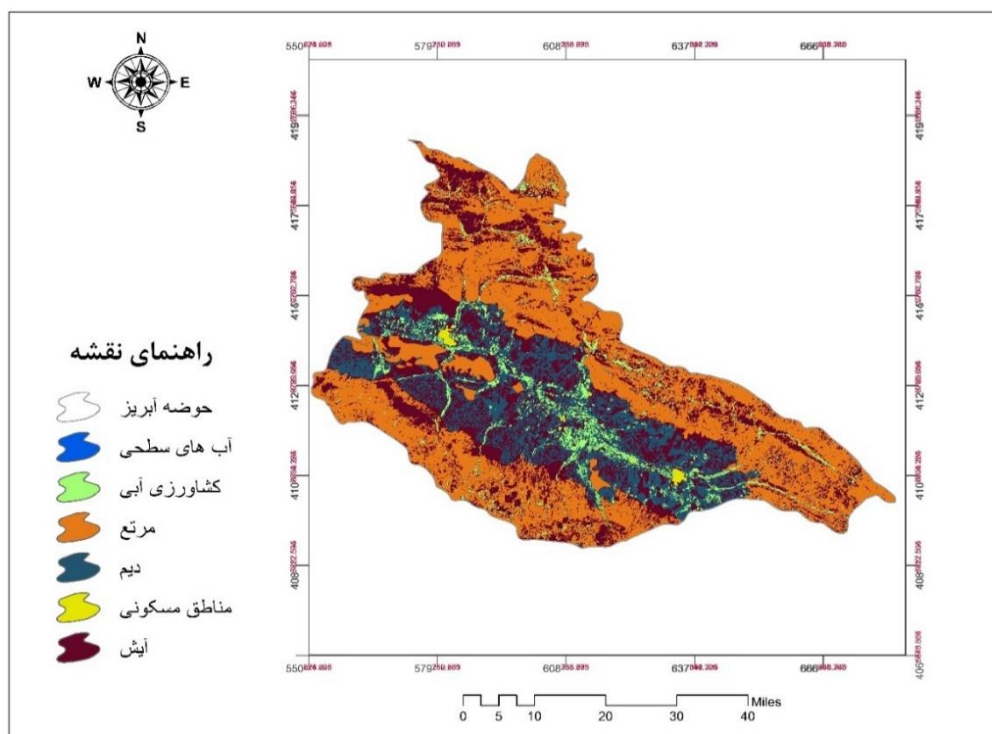


شکل (۲): روند کلی تحقیق

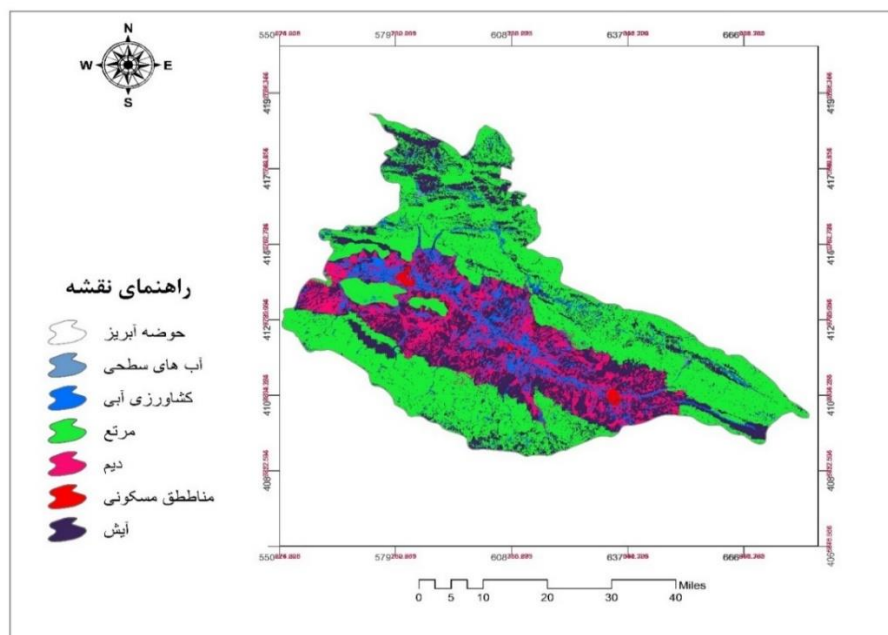
Figur (2): General research process

۳-۲- ارزیابی

نتایج بررسی کیفیت رادیومتری و کنترل هندسی تصاویر نشان داد که تصاویر منتخب از کیفیت مطلوب برخوردار بودند. پس از اطمینان از کیفیت تصاویر، از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا به‌عنوان روشی نوین جهت استخراج کاربری‌های مختلف استفاده گردید. بنابراین با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرا شش کلاس (آب‌های سطحی، کشاورزی آبی، مرتع، دیم، مناطق مسکونی) به‌عنوان کلاس‌هایی از کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه، استخراج شد. شکل ۳ و ۴ نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد.



شکل (۳): نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۷
 Figure (3): Land use map in 1998



شکل (۴): نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۹۷

Figure (4): Land use map in 2017

جهت ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده، با مطابقت دادن نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده با نقشه واقعیتهای زمینی حاصل از مطالعات میدانی ماتریس خطا تشکیل شد و براساس آن ضریب کاپا و دقت کلی در قالب جداول ۴ و ۵ محاسبه گردید.

جدول (۴): ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر سال ۱۳۷۷

Table (4): Matrix classification error in 1998

داده‌های واقعیت زمینی						
کلاس	سطوح آبی	اراضی آبی	مرتع	اراضی دیم	مناطق مسکونی	اراضی آیش
سطوح آبی	۷	۰	۰	۰	۰	۷
اراضی آبی	۰	۶۱۹۹	۰	۰	۰	۶۱۹۹
مرتع	۰	۰	۴۳۲۹۵	۱۶	۰	۴۳۳۲۹
اراضی دیم	۰	۰	۱۴	۱۷۳۵۵	۰	۱۷۳۶۹
مناطق مسکونی	۰	۰	۰	۰	۳۵۱	۳۵۱
اراضی آیش	۰	۱۷	۲۰	۱۴	۰	۳۰۷۸۷
جمع	۷	۶۲۱۶	۴۳۳۲۹	۱۷۳۸۵	۳۵۱	۳۰۷۷۱
			ضریب کاپا: ۰/۹۲		دقت کلی: ۹۳	

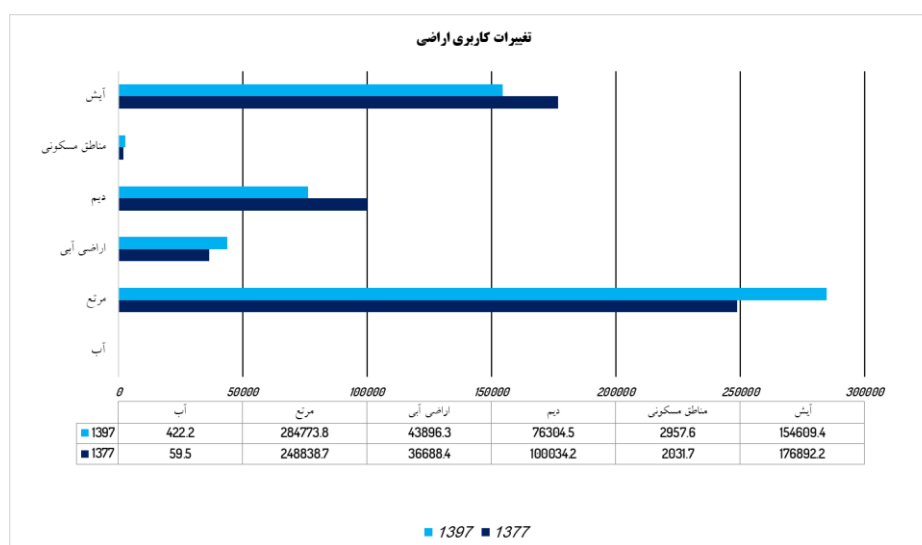
جدول (۵): ماتریس خطای طبقه‌بندی تصویر سال ۱۳۹۷

Table (5): Matrix classification error in 2017

داده‌های واقعیت زمینی							
کلاس	سطوح آبی	اراضی آبی	مرتع	اراضی دیم	مناطق مسکونی	اراضی آیش	جمع
سطوح آبی	۷۱	۰	۰	۰	۰	۰	۷۱
اراضی آبی	۰	۷۶۶۱	۰	۰	۰	۰	۷۶۶۱
مرتع	۰	۰	۴۹۵۷۵	۱۰	۰	۲	۴۹۵۸۷
اراضی دیم	۰	۱۵	۰	۱۳۲۳۱	۰	۰	۱۳۲۳۶
مناطق مسکونی	۰	۰	۰	۰	۴۸۷	۰	۴۸۷
اراضی آیش	۰	۰	۸	۱۴	۰	۲۶۹۹۵	۲۷۰۱۷
جمع	۷۱	۷۶۷۶	۴۹۵۸۳	۱۳۲۵۵	۴۸۷	۲۶۹۹۷	
ضریب کاپا: ۰/۹۴				دقت کلی: ۹۶			

در نتیجه، به دلیل استفاده از داده‌های با قدرت تفکیک مکانی بالا (لندست ۸) و روش نوین طبقه‌بندی تصاویر (روش شیء‌گرا)، نتایج حاصل از طبقه‌بندی دارای دقت مناسبی بود به گونه‌ای که دقت کلی در نقشه‌های طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ به ترتیب ۹۴ و ۹۶ درصد به دست آمد.

با بررسی نقشه‌های طبقه‌بندی شده در بازه زمانی مورد مطالعه (۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷) تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه مشخص گردید. شکل ۵ تغییرات کاربری اراضی را در حوضه آبخیز قوچان-شیروان نشان می‌دهد.

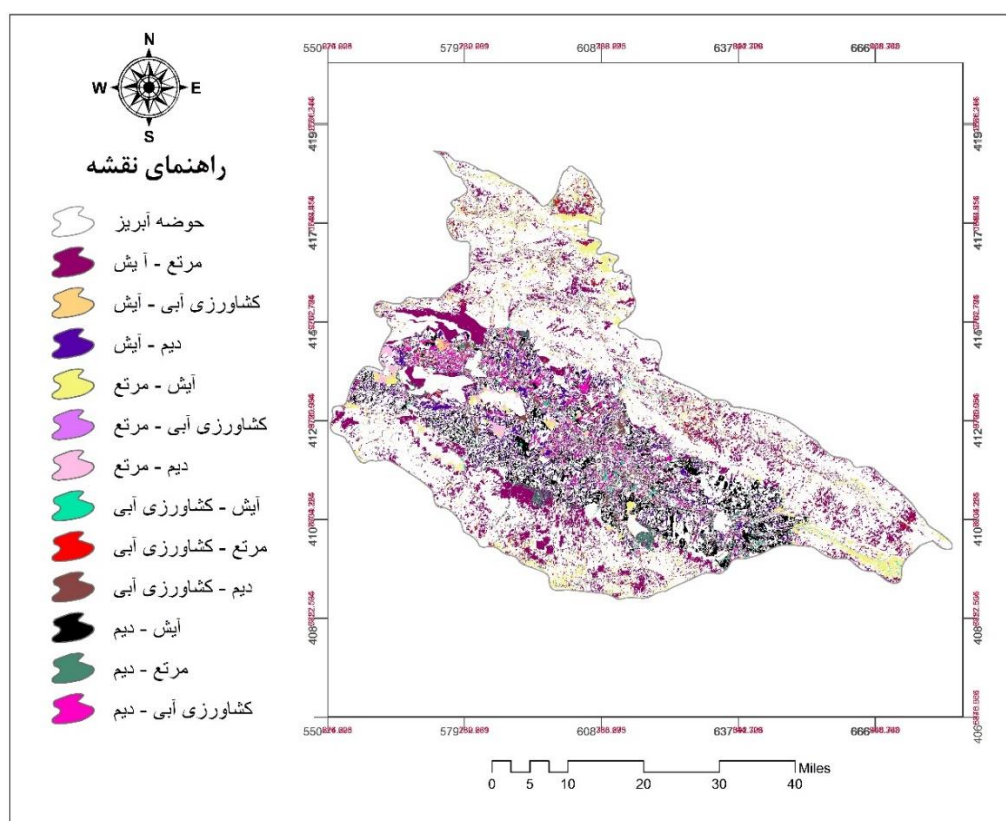


شکل (۵): تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷

Figure (5): Land use changes during the years 1998 to 2017

با توجه به شکل ۵ کاربری‌های آیش و اراضی دیم در طی سال‌های مورد بررسی با حدود ۴۵۷۱۵ هکتار دارای روند کاهشی بوده، در حالی که کاربری‌های مسکونی، اراضی آبی، مرتع و سطوح آبی جمعاً به میزان ۴۴۴۳۱ هکتار روند افزایشی را داشته‌اند. دلیل این امر احداث سدهای مختلف در منطقه مورد مطالعه برای بهبود و گسترش کشاورزی با حداکثر بازدهی مناسب می‌باشد که از جمله اثرات آن تبدیل اراضی دیم و آیش به اراضی آبی جهت استفاده هرچه بهتر از پتانسیل‌های کشاورزی منطقه مورد مطالعه است.

در پژوهش حاضر، نقشه‌های پوشش اراضی تولیدشده سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ به عنوان ورودی مدل LCM برای تحلیل تغییرات منطقه انتخاب شدند. در نهایت کاهش‌ها و افزایش‌ها در هر کاربری، تغییر خالص و انتقال از هر کاربری به کاربری دیگر در طبقات گوناگون پوشش اراضی به صورت نقشه با قسمت آنالیز تغییرات مدل ارزیابی گردید. شکل ۶، تغییرات خالص بین طبقات پوشش اراضی را در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.



شکل (۶): تغییرات و انتقال بین طبقات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷

Figure (6): Net changes and transitions between land use classes during the years 1998 to 2017

باتوجه به نقشه نهایی حاصل از مدل LCM طی سال‌های ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۷، مقدار تغییر از اراضی دیم به اراضی کشاورزی آبی، مرتع و آیش به‌ترتیب حدود ۱۶۰۸۴، ۳۵۶۹ و ۳۶۶۳۲ هکتار بوده است. همچنین، مقدار تغییر از اراضی آبی به آیش نیز حدود ۶۸۲۷ هکتار برآورد شد.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به هدف پژوهش حاضر که بررسی تغییرات کاربری اراضی حوضه آبریز قوچان- شیروان از طریق روش‌های پردازش شیء‌گرا است، نتایج نشان داد که کاربری‌های آیش و اراضی دیم در طی سال‌های مورد بررسی بیش‌ترین کاهش را داشته است، درحالی که کاربری‌های مسکونی و اراضی آبی بیش‌ترین افزایش را نسبت به دیگر کاربری‌های مورد بررسی در منطقه مورد مطالعه داشته است. دلیل این امر نیز احداث سدهای مختلف برای بهبود و گسترش کشاورزی می‌باشد که از جمله اثرات آن تبدیل اراضی دیم و آیش به اراضی آبی جهت استفاده هرچه بهتر از پتانسیل‌های کشاورزی منطقه مورد مطالعه است.

همچنین، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و روش‌های پردازش شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از کارایی لازم جهت استخراج کاربری اراضی و تحلیل آن برخوردار می‌باشد؛ به‌گونه‌ای که دقت کلی نقشه‌های کاربری اراضی به‌دست‌آمده برای حوضه آبریز قوچان-شیروان برای سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۷ به‌ترتیب برابر ۹۳ و ۹۶ درصد برآورد شد. این نتیجه با مطالعات دیگر در این زمینه در مناطق مختلف همچون: رضایی مقدم (۲۶)، شریفی (۲۹) و بابایی نوران (۶) تا حدود زیادی تطابق دارد. بنابراین، با توجه کم‌هزینه بودن استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در استخراج انواع کاربری‌های اراضی، می‌توان با اطمینان زیادی جهت بررسی و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی از مزیت‌های این نوع از تصاویر بهره برد. در نهایت، می‌توان چنین بیان کرد که روش مورد استفاده در این پژوهش می‌تواند راهنمای بسیار مناسبی برای دانشجویان و اساتیدی که در این زمینه فعالیت دارند، باشد تا با گسترش روش‌های شیء‌گرا جهت برآورد انواع کاربری‌ها، دقت خروجی‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای بهبود یابد.

۵-منابع

- 1-Abd El-Kawy, O. R., Rod, J. K., Ismail, H. A., Suliman, S. (2011). Land use and cover change detection in the estern Nile delta of Egept using remote sensing data, *Applied geography*, 31:483-494.
- 2-Arokhi, S., Esfahani, M. (2013). Visual learning for Edris app, Golestan, Golestan university press, First edition. [In Persian].
- 3-Aslami, F., Ghorbani, A., Sobhani, B., Panahandeh, M. (2016). Comparison of artificial neural networks, backup and object vector machines on land use and landscape coverage from Landsat 8 images, *Journal remote sensing and geographic information systems in natural resources*, 8(3):1-14. [In Persian].
- 4-Awotwi, A. (2009). Detection of land use and land cover change in accra ghana between 1985 and 2003 using Landsat imagery, Division of geo-informatics royal institute of technology (KTH), Stockholm, Sweden.
- 5-Azizi, S., Rangzan, K., Tagizadeh, A., Ahmadi, Sh. (2014). Modeling land use change using logistic method in LCM model (Case study: Kohmareh Sorkhi region of Fars province), *Journal of forest and poplar research in Iran*, 22(4):585-596. [In Persian].
- 6-Babai Nouran, R. (2015). Evaluation of land use change by processing satellite images (Case study: plain Moghan), Thesis is approved for degree of master of sciences, University of Tabriz, Faculty geography and planning. [In Persian].
- 7-Costa, H., Foody, G. M., Boyd, S. (2017). Using mixed objects in the training of object-based image classifications, *Remote sensing of environment*, 190:188-197.
- 8-Conway, T.M., Lathrop, R.G. (2005). Modeling the ecological consequences of land use policies in an urbanizing region. *Environmental management*, 35:278-291.
- 9-Estman, J.R. (2009). Idrisi tiaga: Guide to GIS and image processing, Clark university.
- 10-Fatollahi Roudbari, M., Khan-mohammadi, M., Nasir Ahmadi, K. (2018). Land use cchange modeling using land change modeler (LCM) Case study: Neka city, *Journal Natural ecosystems of Iran*, 9(1):53-69. [In Persian].
- 11-Feizizadeh, B., (2016). Modeling land use change and Its effects on erosion system in Alavian Dam Basin using remote sensing techniques and GIS, *Hydrogeomorphology Journal*, 3(11):21-38. [In Persian].
- 12-Feizizadeh, B., Shahabi, H., Seifi, H. (2016). Identification of areas susceptible to storm surges in Orumieh lake using fuzzy satellite imagery processing, *Journal of environmental hazards management* (Extreme risk knowledge), 3(3):269-284. [In Persian].

- 13-Feizizadeh, B., Salmani, S. (2015). Modeling of agricultural land degradation due to urban growth and development by using object-oriented methods of satellite imagery processing in urban area of Urmia, *Journal of town and country planning*, 8(2):177-202. [In Persian].
- 14-Feizizadeh, B., Jafari, F., Nazmfar, H. (2008). Application of remote sensing data in detecting land use changes. Case study of green space in Tabriz city, *Journal HONAR-HA-YE-ZIBA*, 34:17-24. [In Persian].
- 15-Hegaz, I.R., Kaloop, M.R. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Eqty, *International journal of sustainable built environment*, 4(1):117-124.
- 16-Jabbar, M., Zhou, X. (2011). Eco-environmental change detection by using GIS and remote sensing: A case study Basrah province south part of Iraq, *Journal of environmental earth science*, 64(5):1397-1407.
- 17-Kim, O.S. (2010). An assessment of deforestation models for reducing emissions from deforestation and forest degradation (REDD), *Transactions in GIS*, 14:631-654.
- 18-Marshall, M., Norton-Griffiths, M., Herr, H., (2017). Continuous and consistent land use/cover change estimates using socio-ecological data, *Earth System Dynamic*, 8:55-73.
- 19-Mas, J.F., Kolb, M., Paegelow, M., Camacho Olmedo, M.T. (2014). Inductive pattern-based land use/cover change models: A comparison of four software packages, *Environmental Modelling & Software*, 51:94-111.
- 20-Mohammadzadeh, K., Feizizadeh, B. (2015). Land cover detection using object oriented techniques case study: East lake of Urmia, International conference on the consequences of geography and environmental impacts of lake Urmia, Tabriz, University of Tabriz. [In Persian].
- 21-Nadim, A.A. (2015). Modeling of land use change in mmiankaleh wetland with satellite image processing, Thesis is approved for degree of master of sciences, University of Tabriz, Faculty geography and planning. [In Persian].
- 22-Rawat, J.S., Kumar; M. (2015). 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 science*, 18(1):77-84.

- 23-Rabiee, H., Ziaeean, P., Alimohammadi, A. (2004). Exploring land uses and land cover in Isfahan province using remote sensing and GIS, *Journal of geographical research*, 84:41-54.
- 24-Rezaei Moghaddam, M.R., Rezaei Banafsheh, M., Feizizadeh, B., Nazmfar, H. (2010). Land cover / land use classification based on object technique and satellite images, Case study: west Azarbaijan province, *Watershed research* (research and construction), 23(2):19-32. [In Persian].
- 25-Rezaei Banafsheh, M., Rostamzadeh, H., Feizizadeh, B. (2007). Investigation and evaluation of forest level change using remote sensing and GIS (Case study: Arasbaran forests 1987-2005), *Geographical research journal*, 39(62):143-159. [In Persian].
- 26-Rostamzadeh, H., Darabi, S., Shahabi, H. (2016). Detecting changes in oak forest using object-oriented mapping of Landsat multidimensional images (Case study: northern forests of Ilam province), *Journal remote sensing and geographic information systems in natural resources*, 8(2):92-110. [In Persian].
- 27-Sharifi, L. (2011). Detection of land use change and residential area by satellite images processing (Tabriz city), Thesis is approved for degree of Master of Sciences, University of Tabriz, Faculty geography and planning. [In Persian].
- 28-Theau, J. (2006). Detection of changes using remote sensing: An overview of principles and applications, Geo-spatial and range sciences conference, Idaho state univ, Pocatello, ID, USA.
- 29-Weng, Q. (2011). Modeling urban heat Islands and their relationship with impervious surface and vegetation abundance by using ASTER images, *IEEE transactions on geo science and remote Sensing*, 49(10):4080-4089.