



سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال پنجم / شماره ۱) بهار ۱۳۹۳

نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز

آدرس وب سایت: <http://girs.iaubushehr.ac.ir>



پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان اردبیل)

مرضیه مسیبی^۱، محسن ملکی^{۲*}

۱. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردبیل

۲. استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خلخال

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۶ اسفند ۱۳۹۱

پذیرش: ۴ آذر ۱۳۹۲

دسترسی اینترنتی: ۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۳

واژه‌های کلیدی:

تغییر کاربری اراضی

سیستم اطلاعات جغرافیایی

سنجش از دور

اردبیل

چکیده

افزایش روزافزون جمعیت، توسعه پدیده شهرنشینی و نیاز به تأمین مناطق جدید مسکونی و منابع غذایی برای انسان‌ها باعث تشدید روند تغییر کاربری اراضی در نقاط مختلف جهان شده است. هدف این مقاله بررسی روند تغییر کاربری اراضی در ۲۵ سال اخیر در شهرستان اردبیل می‌باشد. در این تحقیق، از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور و روش‌های آماری، تغییر سطح کاربری‌های اراضی مختلف براساس تفسیر تصاویر ماهواره‌ای لندست در سه دوره زمانی ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ بررسی گردید. پس از انجام تصحیحات هندسی و اتمسفری، محدوده مورد نظر با استفاده از نقشه‌های رقومی زمین مرجع شد. سپس نقاط تعلیمی برای هر یک از طبقات کاربری به تعداد کافی و با پراکنش مناسب اخذ گردید و با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال تشابه بهترین ترکیب بانندی انتخاب و نقشه کاربری اراضی منطقه برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ تهیه شد. با استفاده از آزمون صحت کلی و آماره کاپا صحت نقشه‌های تولیدی تعیین گردید. نتایج نشان داد 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 کاهشی داشته‌اند. به طوری که در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ سطح اراضی مرتعی ۱۰/۲۰٪ و سطح جنگل‌ها ۰/۵٪ کاهش یافته است. سطح اراضی دیم ۵/۶۲٪، سطح اراضی زراعی آبی ۱/۸٪ و اراضی بایر ۱/۸٪ افزایش یافت. در دوره ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ سطح اراضی مرتعی ۷/۹٪، سطح اراضی دیم ۱۱/۵۲٪ و سطح جنگل‌ها ۳/۶۹٪ کاهش یافته است. سطح اراضی زراعی آبی ۱/۲٪ و اراضی بایر ۱۷/۷٪ افزایش یافته است. ضریب کاپا برای نقشه‌های سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۰ به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۸۷ و ۰/۸۹ بود.

*maleki@gmail.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

یکی از مباحثی که نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای و ملی دارد اطلاع از چگونگی کاربری اراضی، استفاده از اراضی بر اساس استعداد آن‌ها و کشف روند تغییرات کاربری اراضی می‌باشد. فعالیت‌های بشری در بیشتر اوقات به عنوان تهدیدی علیه محیط زیست بوده که نتایجی همچون فرسایش خاک، گرم شدن کره زمین و انواع آلودگی‌ها را در پی داشته است. نحوه استفاده از زمین و کارکردی که به آن تعلق می‌گیرد را کاربری زمین گویند (۷). توسعه شهری در دهه‌های قبل چنان بوده که منجر به ایجاد عدم تعادل در چگونگی استفاده از اراضی شده و تبدیل کاربری‌های بکر اولیه به کاربری‌های شهری را در پی داشته است. تغییرات ناشی از فعالیت انسانی عامل تبدیل رویشگاه‌های طبیعی به دیگر کاربری‌ها، از دست رفتن و تخریب و چند تکه شدن زیستگاه می‌شود (۲۲). دگرگونی در کاربری اراضی معمولاً به دو حالت تبدیل از یک نوع کاربری به نوع دیگری از کاربری (مانند تبدیل جنگل به زمین کشاورزی) و یا روی دادن تغییر در داخل یک کاربری ویژه (مانند دگرگونی در وضعیت مراتع) است، که حالت اول به طور مستقیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل بررسی و ردیابی است (۳۱ و ۲۴). حالت دوم معمولاً به سادگی با استفاده از فن‌آوری‌های رایج سنجش از دور قابل دستیابی نیست (۲۳). همچنین شیوه‌های مدیریت کاربری اراضی بیشترین تأثیر را بر روی منابع طبیعی از جمله پوشش گیاهی، آب، مواد غذایی و خاک دارد. بنابراین اطلاعات کاربری اراضی می‌تواند مشکلات مدیریت منابع طبیعی را حل کند (۹). با اطلاع از نحوه تغییرات کاربری اراضی در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نمود.

سنجری و برومند (۴) تغییرات کاربری/پوشش اراضی را در فاصله سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۴ در منطقه زرنديه استان کرمان بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد تغییر اراضی به صورت تبدیل اراضی بایر و اراضی رسوبی کشت‌نشده به اراضی باغی و مناطق مسکونی و صنعتی بوده است. ۲۸۹۳/۵ هکتار به مساحت اراضی باغی طی ۲۹ سال افزوده شده است و در

مقابل از وسعت اراضی بایر (بیابانی) به میزان ۱۵۷۲/۷ هکتار کاسته شده است. نتایج این تحقیق همچنین کارایی تصاویر ماهواره‌ای را برای تهیه نقشه‌های کاربری اراضی/پوشش و تغییرات آن‌ها در جهت تسهیل در برنامه‌ریزی مدیریت منابع محیطی تأیید نموده است.

رفیعی و همکاران (۴) با استفاده از داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست و IRS تغییرات کاربری شهر مشهد را در فاصله زمانی ۱۹ سال (۱۳۶۶-۱۳۸۵) بررسی کردند. نقشه‌های پوشش اراضی منطقه با صحت کلی به ترتیب ۸۶ و ۹۱٪ برای سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۵ تهیه نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که مساحت شهر مشهد در دوره مطالعه با نرخ رشد ۰/۵٪ از ۷۴ کیلومتر مربع به حدود ۱۴۸ کیلومتر مربع رسیده است. کاظمی و همکاران (۹) تغییرات درصد پوشش و کاربری اراضی حوضه آبخیز تنگ بستانک استان فارس را در فاصله زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۵ بررسی نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد که مساحت اراضی بایر از ۰/۰۵ به ۰/۲۱٪ و دیمزارها از ۰/۵۱ به ۱/۶۵٪ افزایش یافته، در مقابل وسعت جنگل با زیراشکوب مرتع از ۴۰/۷ به ۱۲/۳۳٪ و مراتع مشجر از ۴/۰۶ به ۳/۶۱٪ کاهش یافته است.

یوسفی و همکاران (۱۲) تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر مریوان را با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM⁺ ماهواره لندست بین سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۸۴ بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که ۲۴/۱۱٪ از اراضی منطقه دارای تغییر بوده است. بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگلی بوده که به ترتیب ۴۹/۴۵ و ۳۸/۲۹٪ از کل تغییرات اراضی را شامل شده است. این تغییرات در جهت کاهش سطح اراضی جنگلی و کشاورزی این منطقه بوده است. کاهش اراضی کشاورزی ناشی از رها شدن اراضی تحت کشت دیم می‌باشد. از طرف دیگر، سطح کاربری مسکونی طی دوره مورد مطالعه افزایش یافته است. سطح دریاچه زریوار طی دوره مطالعاتی تغییر چندانی نداشته و بیانگر ثبات نسبی سطح آب آن طی دوره مورد مطالعه است.

حال تخریب بوده و فعالیت‌های انسانی، بخصوص مراکز سکونتگاهی از مهم‌ترین عوامل در تخریب جنگل‌های ارسباران می‌باشد.

هدف از این مطالعه پایش تغییرات کاربری اراضی در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰، در محدوده شهرستان اردبیل در سه دوره زمانی سال ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای لندست و مقایسه این تغییرات است.

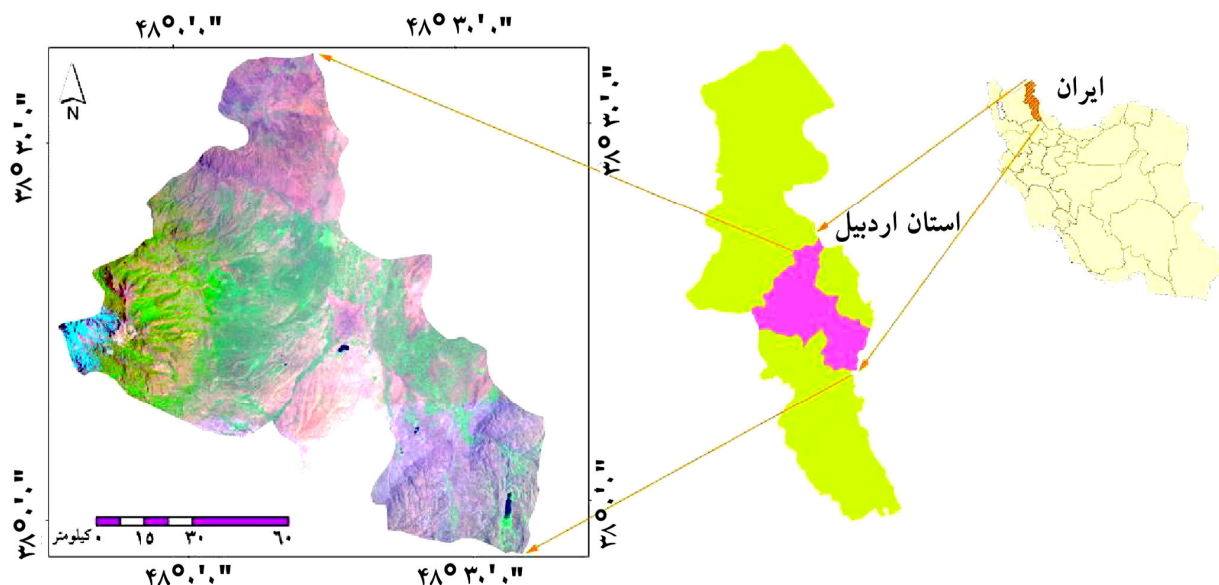
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان اردبیل در محدوده طول جغرافیایی $48^{\circ} 48'$ تا $41^{\circ} 48'$ شرقی و عرض $37^{\circ} 56'$ تا $38^{\circ} 37'$ شمالی مرکز استان اردبیل با مساحت ۲۴۹۸ کیلومتر مربع واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه نیمه‌خشک سرد است. میانگین بارش سالانه منطقه ۳۰۷ میلی‌متر و متوسط دمای ماهانه آن $9/0 -$ در دی ماه و $4/20$ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه است (۵).

موشن و هوچیلد (۲۸) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS (Terra) و Landsat (ETM⁺) و Quick Bird به طبقه‌بندی کاربری اراضی و استنتاج شاخص‌های پوشش گیاهی و مدیریت آب در حوضه آبریز Tisza پرداخته‌اند. آن‌ها منطقه را به ۶ کلاس طبقه‌بندی کردند. 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٪ سطح منطقه تحت تأثیر فعالیت تخریبی انسان بوده و تبدیل اراضی مرتعی به زمین‌های کشاورزی، الگوی غلط کشاورزی، چرای بیش از حد دام، وضعیت نامناسب اقتصادی و برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، علت اصلی تغییر و تبدیل اراضی است.

رضایی و فیضی‌زاده (۳) با استفاده از تصاویر SPOT و TM به ارزیابی تغییر سطوح جنگل‌های ارسباران پرداخته‌اند. پس از مرحله پیش‌پردازش بر روی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، کاربری اراضی از تصاویر استخراج و به تهیه نقشه تغییرات برای برآورد میزان کاهش سطوح جنگل پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که سطوح جنگل به شدت در



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

در عملیات میدانی از نقشه‌های توپوگرافی و دستگاه موقعیت‌یاب (GPS) برای ثبت نقاط مربوط به کاربری‌های مختلف استفاده شد. پردازش و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار PCIGeomatica[®] 10 (برای انجام تصحیحات هندسی و ارتفاعی)، ENVI[®] 4.7 (برای تصحیحات اتمسفری و پردازش تصاویر) و ArcGIS[®] 10 (برای تهیه و مقایسه نقشه‌ها) انجام شده است. به منظور انجام تحقیق ابتدا تصاویر مورد نظر مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ در تاریخ‌های نزدیک به هم از نظر روز تصویربرداری برای منطقه مورد مطالعه تهیه گردید (جدول ۱).

جدول ۱. اطلاعات مربوط تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده

نام ماهواره	سنجنده	تاریخ تصویربرداری
Landsat 4	TM	۱۳۶۶/۰۳/۱۴
Landsat 5	TM	۱۳۷۷/۰۵/۲۵
Landsat 5	TM	۱۳۹۰/۰۳/۳۱

تصحیحات هندسی در نرم‌افزار PCIGeomatica[®] 10 و به روش چندجمله‌ای صورت گرفت (۳۳). نقاط لازم برای تصحیحات هندسی در هنگام برداشت نقاط براساس درجه توابع چندجمله‌ای روش ولبرگ (۳۲) به میزان ۲۵ عدد برآورد گردید که با پراکنش مناسب در سطح تصاویر و بر مبنای تصویر تصحیح شده TM و DEM به دست آمده از منحنی میزان نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ در نظر گرفته شد و تصاویر تصحیح هندسی شده و زمین مرجع گردیدند. این تعداد نقاط با توجه به روش انتخابی و کاهش خطای ریشه میانگین مربعات (خطای RMSE) انتخاب گردید.

با افزایش نقاط، خطای RMS افزایش نشان داد. این مساله نشان می‌دهد که با توجه به روش انتخابی، این تعداد نقاط کفایت می‌کند. اما جهت بالا بردن دقت روش به خطای کمتر از ۰/۱، نیاز به روش‌های دقیق‌تر و تعداد نقاط بیشتر و از طرفی محدوده مطالعاتی کوچک‌تر می‌باشد (۱۴).

با توجه به کوهستانی بودن منطقه و به منظور کاهش خطای ارتفاع، تصحیحات ارتفاعی بر روی تصاویر انجام گرفت. عملیات تصحیحات ارتفاعی در نرم‌افزار PCIGeomatica[®] 10 و به کمک نقاط کنترل به دست آمده از منطقه با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب و نیز نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه و به روش توابع منطقی تعیین گردید (۲۵). نقاط مورد نظر در هنگام برداشت نقاط کاربری به میزان ۳۰ عدد و در کل تصویر برداشت گردید.

اثرات اتمسفری بر روی تصاویر ماهواره‌ای متناسب با موقعیت جغرافیایی و زمان تصویربرداری تعیین می‌گردد. هدف از تصحیح اتمسفری تبدیل داده‌های رادیانس به بازتابش یا میزان انرژی منعکس شده از هدف، قبل از عبور از اتمسفر است. به منظور حذف اثرات اتمسفری تصویر، از روش کلی مبتنی بر کاهش تیرگی ارزش‌های عددی پیکسل‌های تیره (Dark Subtract) با استفاده از روش چاوز (۱۵) در نرم‌افزار ENVI[®] 4.7 استفاده گردید. در مرحله پردازش پس از اعمال روش‌های آشکارسازی، تصاویر به روش پیکسل پایه بر اساس الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی شد. رایج‌ترین روش انتخاب بهترین باندها، استفاده از نمونه‌های تعلیمی می‌باشد (۲۳). سعی شد نمونه‌های تعلیمی از مناطق همگن، با سطوح کوچک‌تر، به تعداد زیاد و با پراکنش مناسب در داخل هر طبقه انتخاب شود تا تفکیک‌پذیری بهتری در طبقات کاربری به دست آید (۱۴).

بهترین ترکیب باندها، بر اساس تعداد باندهای شرکت‌کننده در طبقه‌بندی که کلاس‌های آنها بیشترین تفکیک‌پذیری را از یکدیگر داشته باشند، انتخاب شد (۳۳). براساس اطلاعات جمع‌آوری شده از منطقه و با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که به کمک سیستم موقعیت‌یاب جهانی برداشت شد، و بکارگیری طبقه‌بندی نظارت‌شده به روش حداکثر احتمال (۱۱)، ۱۴، ۱۸، ۲۰، ۲۸ و ۳۳، نقشه کاربری اراضی برای منطقه مورد نظر بر اساس تصویر مربوط به سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ تهیه گردید.

صحت نقشه‌ها

در مرحله برآورد صحت طبقه‌بندی در سال ۱۳۹۰ از داده‌های دستگاه GPS استفاده شد. نقاط کنترل با حضور در عرصه و مشاهده دقیق نوع کاربری و به روش تصادفی سیستماتیک برداشت شد. برای نقاط کنترل تصاویر سال‌های قبل، از منابع مختلفی همچون نقشه‌های کاربری اراضی آن دوره و نقشه‌های توپوگرافی، این اطلاعات کسب شد. برای بررسی صحت کلی نقشه‌های کاربری تهیه شده، از ماتریس درهمی واریانس- کوواریانس (۳۰) استفاده شد که با روش پیشنهادی دلاپاین و همکاران (۱۶) محاسبه شد.

$$OA=1/N(\sum P_{ii}) \quad [1]$$

در این رابطه؛ OA صحت کلی، N تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی و $\sum P_{ii}$ مجموع پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده است. همچنین برای ارزیابی ضریب کاپا از روش پیشنهادی فودی (۱۷) استفاده شد.

$$K=(OA-1/q)/(1-1/q) \quad [2]$$

در این رابطه؛ K ضریب کاپا و q پیکسل‌های درست طبقه‌بندی نشده است.

نتایج و بحث

در طی مرحله پیش‌پردازش و با انجام تصحیحات ذکر شده در بخش روش تحقیق بر روی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، مجذور میانگین مربعات خطای (RMSE) تصویر مربوط به سال ۱۳۶۶ به میزان ۰/۵ و تصاویر مربوط به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ به میزان ۰/۴ به دست آمد. همچنین با انجام عملیات تصحیح ارتفاعی به روش توابع منطقی، خطای باقیمانده در سه تصویر مورد استفاده کمتر از ۰/۵ به دست آمد.

در بین کلاس‌های در نظر گرفته شده کمترین میزان تفکیک پذیری در کلاس‌های تصویر ۱۳۶۶ بین دو کلاس بایر و دیم با تفکیک‌پذیری ۱/۷۵، در تصویر ۱۳۷۷ بین دو کلاس مرتع و بایر با تفکیک‌پذیری ۱/۷۴ و در تصویر ۱۳۹۰ بین دو کلاس زراعت آبی و باغات با تفکیک‌پذیری ۱/۹۷ بوده است.

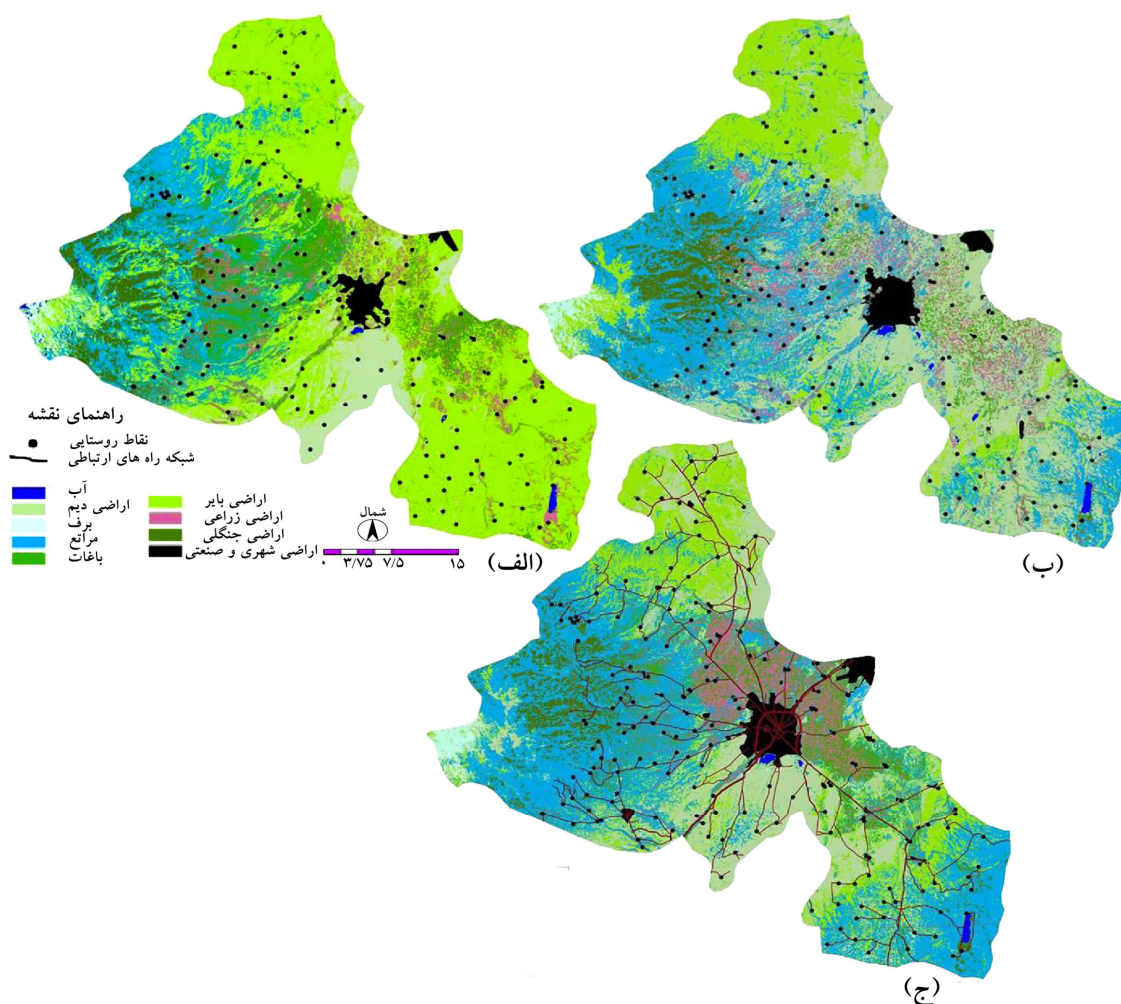
در این مرحله با استفاده از مشخصات آماری نمونه‌های آموزشی که تعداد آن‌ها برای کاربری‌های مختلف در جدول ۲ ذکر شده است و نحوه توزیع داده‌های کلاس‌ها و هیستوگرام آن‌ها در همه باندها و همچنین مقایسه دویه‌دوی هیستوگرام همبستگی باندها، بهترین ترکیب باندی انتخاب شد. بر این اساس با تفسیر هیستوگرام‌ها و ارزیابی همبستگی باندها، برای تصویر سال ۱۹۷۸، بهترین ترکیب باندی به ترتیب شامل طول موج‌های ۱/۷۵ - ۱/۵۵ میکرومتر، ۰/۹ - ۰/۷۵ میکرومتر و ۰/۶۰۵ - ۰/۵۲۵ میکرومتر به دست آمد.

برای تصویر سال ۱۳۷۷، بهترین ترکیب باندی به ترتیب شامل طول موج‌های ۰/۹ - ۰/۷۵ میکرومتر، ۰/۶۹ - ۰/۶۳ میکرومتر و ۰/۵۱۵ - ۰/۴۵ میکرومتر به دست آمد. برای تصویر سال ۱۳۹۰ نیز بهترین ترکیب باندی به ترتیب شامل طول موج‌های ۰/۹ - ۰/۷۵ میکرومتر، ۰/۶۹ - ۰/۶۳ میکرومتر و ۰/۶۰۵ - ۰/۵۲۵ میکرومتر به دست آمد.

جدول‌های ۳ و ۴ مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی را در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ و همچنین میزان تغییر سطح کاربری‌ها را در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ و نیز ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ نشان می‌دهد. نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده نیز در شکل ۲ آورده شده است.

جدول ۲. تعداد نمونه‌های آموزشی قبل و بعد از طبقه‌بندی برای هر کلاس کاربری

تعداد نمونه‌های آموزشی		نوع کاربری
قبل از طبقه‌بندی	بعد از طبقه‌بندی	
۲۰۰	۱۱۰	زراعت آبی
۱۵۰	۹۰	دیمزار
۱۴۰	۶۰	باغات
۱۶۰	۷۰	اراضی بایر
۱۹۰	۵۰	مراتع
۶۰	۲۵	اراضی جنگلی
۵۰	۳۰	اراضی مسکونی و صنعتی



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی سال‌های مطالعه؛ (الف) ۱۳۶۶، (ب) ۱۳۷۷ و (ج) ۱۳۹۰

جدول ۳. مساحت کاربری‌های اراضی در دوره‌های مطالعه

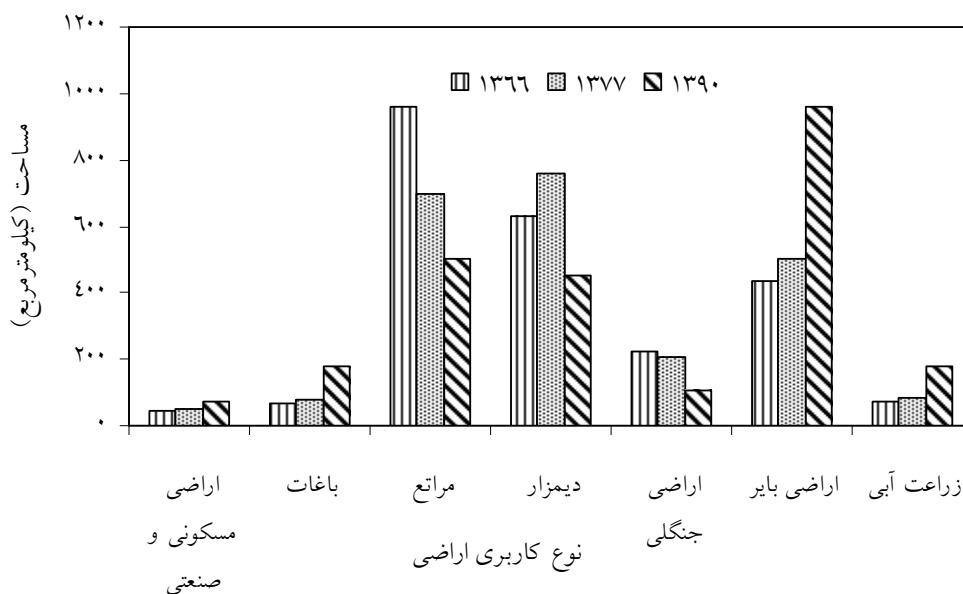
نوع کاربری	تصویر سال ۱۳۶۶		تصویر سال ۱۳۷۷		تصویر سال ۱۳۹۰	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
اراضی مسکونی و صنعتی	۳۴/۷۹	۱/۴۰	۴۹/۷۰	۲/۰	۷۷/۰۴	۳/۱۰
باغات	۶۴/۶۱	۲/۶۰	۸۶/۹۸	۳/۵۰	۱۶۴/۰۱	۶/۶۰
مراتع	۹۵۴/۲۴	۳۸/۴۰	۷۰۰/۷۷	۲۸/۲۰	۵۰۴/۴۶	۲۰/۳۰
دیمزار	۶۳۱/۱۹	۲۵/۴۰	۷۷۰/۸۹	۳۱/۰۲	۴۸۴/۵۸	۱۹/۵۰
اراضی جنگلی	۲۲۸/۶۲	۹/۲۰	۲۱۶/۲۰	۸/۷۰	۱۲۴/۴۶	۵/۰۱
اراضی بایر	۴۶۴/۷۰	۱۸/۷۰	۵۰۹/۴۳	۲۰/۵۰	۹۴۹/۲۷	۳۸/۲۰
زراعت آبی	۷۴/۵۵	۳/۰	۱۱۹/۲۸	۴/۸۰	۱۴۹/۱۰	۶/۰

جدول ۴. مساحت و درصد تغییرات کاربری‌های اراضی در دوره‌های مطالعه

نوع کاربری	تغییرات ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷		تغییرات ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰		تغییرات ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰	
	میزان تغییرات (هکتار)	میزان تغییرات (درصد)	میزان تغییرات (هکتار)	میزان تغییرات (درصد)	میزان تغییرات (هکتار)	میزان تغییرات (درصد)
اراضی مسکونی و صنعتی	۱۴/۹۱	۰/۶۰	۲۷/۳۴	۱/۱۰	۴۲/۲۵	۱/۷۰
باغات	۲۲/۳۷	۰/۹۰	۷۷/۰۴	۳/۱۰	۹۹/۴۰	۴/۰
مراتع	-۲۵۳/۴۷	-۱۰/۲۰	-۱۹۶/۳۲	-۷/۹۰	-۴۴۹/۷۹	-۱۸/۱۰
دیمزار	۱۳۹/۷۰	۵/۶۲	-۲۸۶/۳۲	-۱۱/۵۲	-۱۴۶/۶۲	-۵/۹۰
اراضی جنگلی	-۱۲/۴۳	-۰/۵۰	-۹۱/۷۴	-۳/۶۹	-۱۰۴/۱۶	-۴/۱۹
اراضی بایر	۴۴/۷۳	۱/۸۰	۴۳۹/۸۵	۱۷/۷۰	۴۸۴/۵۸	۱۹/۵۰
زراعت آبی	۴۴/۷۳	۱/۸۰	۲۹/۸۲	۱/۲۰	۷۴/۵۵	۳/۰

دیم از ۲۵/۴۰ به ۳۱/۰۲٪، سطح اراضی زراعی آبی از ۳ به ۴/۸۰٪ و اراضی بایر از ۱۸/۷۰ به ۲۰/۵۰٪ افزایش یافته است. در دوره ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ سطح اراضی مرتعی از ۲۸/۲۰ به ۲۰/۳۰٪، سطح اراضی دیم از ۳۱/۰۲ به ۱۹/۵۰٪ و سطح جنگل‌ها از ۸/۷۰ به ۵/۰۱٪ کاهش یافته است، در حالی که سطح اراضی زراعی آبی از ۴/۸۰ به ۶٪ و اراضی بایر از ۲۰/۵۰ به ۳۸/۲۰٪ افزایش یافته است (شکل ۳).

نتایج نقشه‌های کاربری اراضی نشان داد که سطح کاربری‌های زراعت آبی، باغات، مناطق مسکونی و صنعتی و نیز اراضی بایر در فاصله سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته و در مقابل سطح کاربری‌های جنگل، مرتع و اراضی دیم روندی کاهشی داشته‌اند. به طوری که در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ سطح اراضی مرتعی از ۳۸/۴۰ به ۲۸/۲۰٪ و سطح جنگل‌ها از ۹/۲۰ به ۸/۷۰٪ کاهش یافته است، در حالی که سطح اراضی



شکل ۳. مقایسه تغییرات کلاس‌های کاربری در دوره‌های مطالعه

۹۱/۵۰٪ است. همچنین ضریب کاپا برای نقشه‌های تهیه شده به ترتیب ۰/۸۱، ۰/۸۷ و ۰/۸۹ برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ به دست آمد (جدول ۵).

این اراضی روند افزایشی داشته، ولی در دوره ۱۳۷۷ تا ۱۳۹۰ روند کاهشی مشاهده می‌گردد. در مقابل سطح اراضی بایر در کل دوره مورد بررسی افزایش یافته است. کاهش سطح اراضی دیم در سال‌های اخیر را می‌توان به افت کیفیت این اراضی در طی کشت مداوم و غیراصولی و لاجرم افزوده شدن بخشی از آن به اراضی بایر دانست. از سوی دیگر نقش مهم عوامل اقلیمی را نیز باید در نظر داشت که معمولاً در شرایط خشک‌سالی، بخشی از اراضی دیم رها شده و کشت نمی‌شوند و در سال‌های ترسالی بخش بیشتری از این اراضی به زیر کشت می‌روند. افزایش سطح اراضی آبی را می‌توان به توسعه اقدامات سازمان‌های ذیربط در خصوص تأمین آب برای اراضی زراعی نسبت داد که بخشی از اراضی دیم یا بایر با تأمین آب در سال‌های اخیر به زراعت آبی اختصاص یافته است. همچنین افزایش جمعیت به سرعت باعث توسعه شهر شده و سطح این نوع کاربری با شیب نسبتاً زیادی بخصوص در سال‌های اخیر افزایش یافته است که می‌توان آن را به توسعه برنامه دولت در ساخت مسکن مهر مناطق مختلف نسبت داد.

نتایج صحت و دقت نقشه‌ها از روش صحت کلی و ضریب کاپا نشان داد که، صحت کلی نقشه کاربری برای سال ۱۳۶۶، ۸۴/۲۶٪، برای سال ۱۳۷۷، ۸۹/۰۷٪ و سال ۱۳۹۰ معادل

جدول ۵. ارزیابی صحت کلی نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده به تفکیک نوع کاربری

نوع کاربری	سال		
	۱۳۶۶	۱۳۷۷	۱۳۹۰
مراتع	۸۷/۸۹	۹۱	۹۳/۱۵
اراضی بایر	۸۱/۲۵	۸۳/۸۰	۹۱/۸۷
اراضی دیم	۸۰	۸۶	۹۰/۶۰
زراعت آبی	۸۲	۸۶/۵۰	۸۹
باغات	۷۹/۲۸	۸۵	۹۰/۷۱
اراضی جنگلی	۸۶/۶۰	۹۳/۳۰	۹۱/۶۰
مناطق مسکونی و صنعتی	۶۸	۷۶	۸۰

سطح کاربری‌های جنگل و مرتع به نفع سایر کاربری‌ها کاهش یافته است، یا به عبارتی بخشی از این کاربری‌ها به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. لازم به ذکر است که در مورد اراضی دیم مشاهده می‌گردد که در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۷۷ سطح

گیاهی کمتر پیش برویم به دلیل غلبه بازتاب طیفی در محدوده مادون قرمز میانی و نزدیک، می‌توان اثر بازتاب خاک زمینه را از پوشش گیاهی تفکیک نمود و به دنبال آن کاربری صحیح تشخیص داده شود. بنابراین در مورد این تغییرات کوچک که کمتر از یک می‌باشد اظهار نظر قطعی نیاز به تحقیقات بیشتر دارد.

با توجه به موارد ذکر شده توسط ماتر (۲۵)، نتایج پژوهش حاضر از لحاظ آماری، دقت و صحت طبقه‌بندی قابل قبول بوده و می‌توان گفت در صورت استفاده از تصاویر دقیق‌تر و با فاصله زمانی کوتاه‌تر حتی به نتایج بهتری نیز می‌توان دست یافت و با مشخص کردن روند تخریب، تبدیل و تغییر کاربری‌های مطلوب به کاربری‌های نامطلوب، نتایج قابل تعمیم‌تر و کاربردی‌تری برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای می‌توان انتظار داشت.

از طرف دیگر نهادهای مدنی مانند شوراهای روستایی و سازمان‌های غیردولتی در منطقه می‌توانند در امر نظارت بر تغییرات کاربری اراضی، اعمال مدیریت نمایند. علاوه بر این قبل از انجام هر گونه تغییر در کاربری اراضی بایستی بر اساس یک آگاهی و دانش کافی از محدودیت‌های زیست‌محیطی منطقه و خطرات احتمالی ناشی از رخداد کاربری جدید و در نظر داشتن نیازهای اقتصادی- اجتماعی عمل شود. در این ارتباط تحقیقات لو و همکاران (۲۴) نیز مؤید این مطلب است که شناخت مقدار و روند تغییرات در کاربری‌های مختلف موجب فهم بیشتر و اتخاذ تصمیم مناسب مدیریتی در ارتباط با کاربری‌های مختلف خواهد شد.

به منظور بررسی صحت و دقت نقشه‌های مربوط به سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۷۷ از نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده در سال‌های قبل، نقشه‌های توپوگرافی و اطلاعات کارشناسان خبره و ساکنین مطلع محلی استفاده شد. در مجموع با استفاده از روش‌های صحت کلی و ضریب کاپا، صحت کلی نقشه کاربری تهیه شده از تصاویر سال ۱۳۶۶ برابر ۰/۸۴، برای نقشه سال ۱۳۷۷، برابر ۰/۸۷/۹۲ و برای نقشه سال ۱۳۹۰ معادل ۰/۹۰ به دست آمد. همچنین ضریب کاپا برای نقشه‌های تهیه شده به

سطح باغات نیز با توجه به برنامه‌های حمایتی دولتی و نیز رویکرد برخی مردم در احداث باغ‌های شخصی افزایش یافته است.

تخریب عرصه‌های مرتعی و جنگلی که بخش مهمی از منابع طبیعی و از اکوسیستم‌های حیاتی در جهان هستند، امری است که در بیشتر نقاط جهان و بخصوص در کشورهای در حال توسعه به دلیل افزایش جمعیت، رشد تکنولوژی و رعایت نکردن اصول اکولوژیکی و اجرای قوانین قابل مشاهده است. چنانچه محققین متعددی در نقاط مختلف ایران و جهان به نتایج مشابهی در این خصوص دست یافته‌اند (۱، ۲، ۳، ۸، ۱۴، ۱۸، ۱۹، ۲۷ و ۲۹). با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان گفت برنامه‌های دولتی در کنترل تبدیل اراضی مرتعی و جنگلی به کاربری‌های دیگر، کاملاً موفق نبوده و در طی حدود ۲۵ سال گذشته روند تخریب کاربری‌های مرتعی و جنگلی به نفع سایر کاربری‌ها تداوم داشته است. گرچه تلاش‌های سازمان‌های مسئول را نیز نمی‌توان نادیده گرفت، چرا که در صورت عدم کنترل‌های موجود امکان وخامت بیشتر اوضاع وجود داشته و تمایل اشخاص حقیقی و حقوقی برای تصرف اراضی ملی مرتعی و جنگلی و تبدیل کاربری آن‌ها به طور روزافزونی در حال افزایش است. به هر حال افزایش سطح اراضی بایر می‌تواند زنگ خطری برای آینده باشد به این معنی که در یک روند نامحسوس اراضی مرتعی و جنگلی به اراضی زراعی دیم تبدیل و پس از مدتی بهره‌برداری غیراصولی، سپس به صورت اراضی بایر و غیر قابل استفاده در می‌آیند.

نتایج نشان داد که داده‌های حاصل از سنجش از دور و تفسیر رقومی به همراه نمونه‌برداری تعلیمی مناسب با دقت قابل قبول قادر به استخراج نقشه کاربری اراضی هستند. بر اساس معیارهای کمی دقت کاربر و خطای آمیختن، اراضی دیمزار رها شده و مرتعی و بایر نسبت به سایر اراضی دارای بیشترین خطا هستند. مهم‌ترین دلیل این مسأله به رفتار انعکاس طیفی این دو کاربری مربوط می‌شود. در واقع در اراضی فوق رویش گیاهان مهاجم و غالب بودن خاک لخت عمل تفکیک را مشکل نموده است. علاوه بر این هر چه به سمت مراتع دارای بیوموس

۷. عسگری، ع.، ا. پرهیزکار و م. ع. قدیری. ۱۳۸۱. کاربرد روش‌های برنامه‌ریزی شهری (کاربری زمین) در کاهش آسیب‌پذیری خطرات زلزله با GIS (مطالعه موردی: منطقه ۱۷ تهران). تحقیقات جغرافیایی، ۱۷(۶۷): ۶۳-۷۸.
۸. فیضی‌زاده، ب. ۱۳۸۶. مقایسه روش‌های پیکسل پایه و شی‌گرا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، مطالعه موردی: جلگه شرقی دریاچه ارومیه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه تبریز. ۱۲۲ صفحه.
۹. کاظمی، م.، ی. مهدوی، ا. نوحه‌گر و پ. رضایی. ۱۳۹۰. برآورد تغییرات پوشش و کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز تنگ بستانک شیراز). کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۱): ۱۰۱-۱۱۱.
۱۰. نظری سامانی، ع.، ا. م. قربانی و ح. ر. کوه‌بنانی. ۱۳۸۹. ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰. مرتع، ۴(۳): ۴۴۲-۴۵۱.
۱۱. مرادی، ح. ر.، م. ر. فاضل‌پور، ح. ر. صادقی و ز. ع. حسینی. ۱۳۸۷. بررسی تغییر کاربری اراضی در بیابان‌زائی محدوده شهر اردکان با استفاده از سنجش از دور. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۳۰): ۱-۱۲.
۱۲. یوسفی، ص.، ح. ر. مرادی، س. ح. حسینی و س. میرزایی. ۱۳۹۰. پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجده‌های ETM⁺ و TM ماهواره LandSat. کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۳): ۹۷-۱۰۵.
13. Abbas I, Muazu K, Ukoje J. 2010. Mapping land use-land cover and change detection in Kafur Local Government, Katsina, Nigeria (1995-2008) using remote sensing and GIS. Research Journal of Environmental and Earth Sciences, 2(1): 6-12.
14. Campbell JB. 2002. Introduction to Remote Sensing. Taylor & Francis, 621 pages.
15. Chavez P, Berlin G, Sowers L. 1982. Statistical method for selecting Landsat MSS ratios. Journal of Applied Photographic Engineering, 8(1): 23-30.
16. Dellepiane S, Smits P, Schowengerdt R. 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach. International Journal of Remote Sensing, 20(8): 1461-1486.
17. Foody GM. 1992. On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 58(10): 1459-1460.
18. Foody G. 2001. Monitoring the magnitude of land-cover change around the southern limits of the Sahara.
- ترتیب ۰/۸۱، ۰/۸۷ و ۰/۸۹ برای سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۷ و ۱۳۹۰ محاسبه شد، که با در نظر گرفتن معیارهای ارائه شده توسط دلپاین و همکاران (۱۶)، لفسکی و کوهن (۲۳)، مونت سرود و لیمنز (۲۶) و استهمن (۳۰)، نتایج به دست آمده برای مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا قابل قبول و مناسب است. نتایج این تحقیق نشان داد که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست می‌توان تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد بررسی را با صحت و دقت قابل قبولی بررسی نمود، ولی برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر و یا بررسی تغییرات درونی یک نوع خاص کاربری اراضی، به تصاویر با قدرت تفکیک بالا نیاز است.
- ### منابع مورد استفاده
۱. آهنی، ح.، ا. قربانی، م. رستگار مقدم، س. ر. فلاح شمسی و م. باقرنژاد. ۱۳۸۸. ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای: مطالعه موردی حوضه آبخیز تنگ سرخ شیراز. علوم کشاورزی منابع طبیعی، ۱۶(۲): ۲۴۲-۲۵۲.
۲. اکبری، م.، ح. کریم‌زاده، ر. مدرس و ب. چکشی. ۱۳۸۶. ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با فناوری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: منطقه خشک شمال اصفهان). تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۴(۲۷): ۱۲۴-۱۴۲.
۳. رضایی بنفشه، م.، ه. رستم‌زاده و ب. فیضی‌زاده. ۱۳۸۶. بررسی و ارزیابی روند تغییر سطوح جنگل با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی جنگل‌های ارسباران (۱۹۸۷-۲۰۰۵)). فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی، ۳۹(۶۲): ۱۴۳-۱۵۹.
۴. رفیعی، ر.، ع. ر. سلمان ماهینی و ن. خراسانی. ۱۳۹۰. تعیین تغییرات کاربری اراضی به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌های IRS و LandSat. کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۳): ۵۳-۶۳.
۵. سالنامه آماری استان اردبیل. ۱۳۹۰. دفتر آمار و اطلاعات استانداری استان اردبیل، ۷۴۳ صفحه.
۶. سنجر، ص. و ن. برومند. ۱۳۹۲. پایش تغییرات کاربری/پوشش اراضی در سه دهه گذشته با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعه موردی: منطقه زرنده استان کرمان). کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۴(۱): ۵۷-۶۷.

- Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67(7): 841-848.
19. Geymen A, Baz I. 2008. The potential of remote sensing for monitoring land cover changes and effects on physical geography in the area of Kayisdagi Mountain and its surroundings (Istanbul). *Environmental Monitoring and Assessment*, 140(1-3): 33-42.
 20. Jensen JR. 2005. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. vol Ed. 4. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, USA, 318p.
 21. Janssen L, Gorte B. 2001. Digital image classification. *Principles of Remote Sensing*: 193-204.
 22. Kelarestaghi A, Jeloudar ZJ. 2011. Land use/cover change and driving force analyses in parts of northern Iran using RS and GIS techniques. *Arabian Journal of Geosciences*, 4(3-4): 401-411.
 23. Lefsky MA, Cohen WB. 2003. Selection of remotely sensed data. In: *Remote sensing of forest environments*. Springer, 519 pp.
 24. Lu D, Mausel P, Brondizio E, Moran E. 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12): 2365-2401.
 25. Mathers P. 2005. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. John Wiley & Sons, 345 pp.
 26. Monserud RA, Leemans R. 1992. Comparing global vegetation maps with the Kappa statistic. *Ecological Modelling*, 62(4): 275-293.
 27. Mehrjardi RT, Mahmoodi S, Taze M, Sahebjalal E. 2008. Accuracy assessment of soil salinity map in Yazd-Ardakan Plain, Central Iran, based on Landsat ETM⁺ imagery. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(5): 708-712.
 28. Mueschen B, Hochschild V. 2003. Remote Sensing Applications for Water Resources Management of the Tisza River Basin. *Forest*, 1-4.
 29. Mundia C, Aniya M. 2005. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. *International Journal of Remote Sensing*, 26(13): 2831-2849.
 30. Stehman SV. 2004. A Critical Evaluation of the Normalized Error Matrix in Map Accuracy Assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 70(6): 743-751.
 31. Ustin S. 2004. *Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring*. Third Edition, John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. USA, 736 p.
 32. Wolberg G. 1990. *Digital image warping*, vol 10662. IEEE computer society press Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society Press, 318 p.
 33. Zubair AO. 2006. Change detection in land use and Land cover using remote sensing data and GIS (A case study of Ilorin and its environs in Kwara State). Department of Geography, University of Ibadan, Ibadan. 54 p.



Change detection in land use using remote sensing data and GIS (Case study: Ardabil county)

M. Mosayebi¹, M. Maleki^{2*}

1. Assis. Prof. College of Natural Resources, Islamic Azad University, Ardabil Branch

2. Assis. Prof. College of Natural Resources, Islamic Azad University, Khalkhal Branch

ARTICLE INFO

Article history:

Received 16 March 2013

Accepted 25 November 2013

Available online 15 May 2014

Keywords:

Land use change

Geographic Information System

Remote sensing

Ardabil

ABSTRACT

Population growth, urban development and the need of new residential regions and resources for human food, enhanced land use changes all over the world. The aim of this study was detection of land use changes in the last 25 years in the county of Ardabil. In this research, changes in land use were investigated based on LandSat imagery interpretation in three time periods between, 1987, 1998 and 2010 using GIS and remote sensing techniques and statistical methods. The map of study region was then georeferenced using DGN after geometric and atmospheric correction. Sample points in each land use class were taken in sufficient number and of suitable distribution among the study area. Using supervised classification (maximum likelihood algorithm), the best band combination and the land use maps for the years 1987, 1998, and 2010 were produced. The accuracy of the produced land use maps using overall accuracy and Kappa statistic was approved. The results indicated that some irrigated farming, gardens, residential and industrial areas and degraded lands have increased between 1987 and 2010; and the area of some land uses have decreased such as forests, rangelands and dry farming areas during this period. According to the findings from this research on the period of 1987-1998, rangelands and forests decreased 10.20% and 0.5% respectively, but dry farming lands, irrigated farming lands, and the barrier lanes have increased 5.62%, 1.8%, and 1.8% respectively. In the period of 1998-2010 rangelands, dry farming lands and forests have decreased 7.9%, 11.52% and 3.69% respectively, but irrigated farming lands have increased 1.2% and the barrier lands have also increased 17.7%. The kappa coefficient of land use maps was calculated 0.81, 0.87 and 0, 89 for the years 1987, 1998 and 2010 respectively.

* Corresponding author e-mail address: maleki@gmail.com