

## به‌کارگیری سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در بررسی تغییرات کاربری اراضی طبیعی (مطالعه موردی شهرستان ساری)

\* رضا لحمیان<sup>۱</sup>

تاریخ وصول: ۱۳۹۵/۹/۱۹، تاریخ تایید: ۱۳۹۵/۱۱/۲۳

### چکیده

با مطالعه چگونگی استفاده از زمین در هر کشور با قطعیت می‌توان نتیجه گرفت که آینده آن کشور چه خواهد شد. افزایش جمعیت و رشد سریع شهرنشینی بعد از جنگ جهانی دوم در اغلب کشورهای جهان به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، مسبب بروز مشکلات متعددی برای بشر از جمله تغییرات کاربری اراضی طبیعی شده است. ارزیابی کاربری‌ها با توجه به روش‌های متعددی مورد واکاوی قرار می‌گیرد و بهترین راهکار روش ترکیبی استفاده از سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی است که با مقایسه مطالعات پیشین در مقیاس بزرگ نسبت به روش‌های مرسوم میدانی می‌توان دریافت که از نظر زمان و هزینه مقرون به‌صرفه‌تر و همچنین کارآمدتر خواهد بود. در مطالعه پیش‌رو، بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در شهرستان ساری که هدف مطالعه نیز خواهد بود، صورت می‌پذیرد. با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور، روند تغییرات کاربری در یک دهه مورد بررسی قرار گرفت و نقشه کاربری اراضی منطقه برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ تهیه شد. نتایج نشان داد که کاربری‌های مرتبط با فعالیت‌های کشاورزی کاهش یافته و در مقابل آن کاربری‌های طبیعی مانند جنگل با افت نسبی همراه بوده است. فعالیت‌های انسانی مانند ساخت‌وساز بی‌رویه در حریم منابع طبیعی، قطع درختان و احداث جاده مسبب افزایش کاربری‌های مسکونی و همچنین شکل‌گیری اراضی بایر، هر چند محدود گردیده است. صحت نقشه‌های دوره مذکور با به‌دست آمدن میانگین ۹۰٪ و ضریب کاپا با ۸۸٪ مورد سنجش قرار گرفت.

کلیدواژه‌گان تغییرات کاربری، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، اراضی طبیعی، ساری.

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول): R\_lahmian@yahoo.com

## مقدمه

آگاهی از تناسب کاربری‌ها در یک محیط شهری و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهمترین موارد در برنامه‌ریزی‌ها می‌باشد. در این ارتباط تحقیقات لو و همکاران (Lu D et al, 2004) نیز مؤید این مطلب است که با اطلاع از نسبت تغییرات کاربری‌ها در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش‌بینی نمود و اقدامات مقتضی را انجام داد. برآوردهای جدید نشان می‌دهد که بیش از ۴۵ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و تا سال ۲۰۳۰ نرخ جمعیت به بیش از ۶۰ درصد می‌رسد (Amiri et al, 2013). یکی از مباحثی که نقش مهمی در برنامه‌ریزی 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 به‌عنوان تهدیدی علیه محیط زیست بوده که نتایجی همچون فرسایش خاک، گرم شدن کره زمین و انواع آلودگی‌ها را در پی داشته است. کاربری زمین عبارت است از روش استفاده از زمین و کارکردی که بر اساس نوع و فرایندی خاص به آن تعلق می‌گیرد (Brink and Eva, 2009). 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 تکه‌شدن زیستگاه می‌شود (Jeloudar & Kelarestaghi, 2011). 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 به‌طور مستقیم با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل بررسی و ردیابی است (Ustin and et all 2004). حالت دوم معمولاً به سادگی با استفاده از فناوری‌های رایج سنجش از دور قابل دستیابی نیست (Lefsky & Cohen, 2003). 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. یوچیدا (۲۶) با تجزیه و تحلیل دلایل

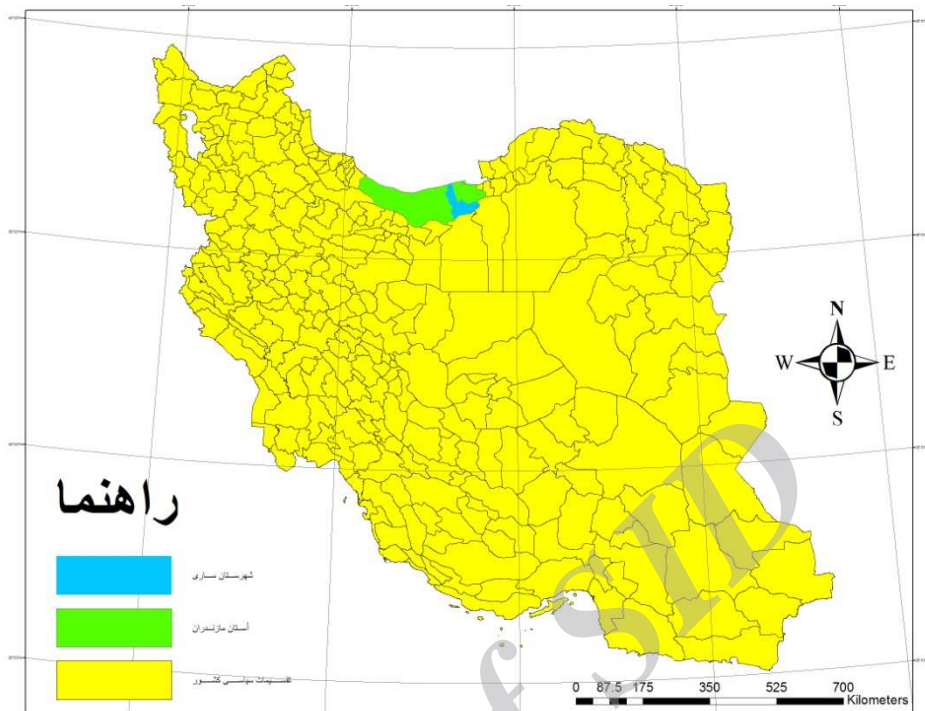
تغییرات زمانی کاربری اراضی کشاورزی در مناطق نیمه‌خشک هند، کاربری‌های مستعد برای اهداف کشاورزی را شناسایی نمود. ویس و مکیس (Mehrzardi et al, 2008). نشان دادند که افزایش تقاضا برای کاربری‌های جدید و افزایش شهرنشینی در حومه‌ها، باعث تغییر کاربری اراضی کشاورزی و تغییرات کالبدی و اقتصادی در روستاهای پیرامون شده است. لی و یه (Foody, 2001). به تحلیل مکانی تحولات کاربری اراضی در حوضه‌های شهری با استفاده از سنجش از دور و GIS پرداختند و بیان داشتند که مهمترین عامل تغییر کاربری اراضی، گسترش فضایی کلانشهر، توسعه حمل و نقل و توسعه سکونتگاههای برنامه‌ریزی شده است (رفیعی و همکاران: ۱۳۹۰). 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 درصد برای سال‌های ۱۳۶۶ و ۱۳۸۵ تهیه نمودند. نتایج آنها نشان داد که مساحت شهر مشهد در دوره مطالعه با نرخ رشد ۵٪ از ۷۴ کیلومتر مربع به حدود ۱۴۸ کیلومتر مربع رسیده است. (کاظمی و همکاران: ۱۳۹۰) 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 درصد و دیمزارها از ۰/۵۱ به ۱/۶۵ درصد افزایش یافته، در مقابل وسعت جنگل با زیراشکوب مرتع از ۴۰/۷ به ۱۲/۳۳ درصد و مراتع مشجر از ۴/۰۶ به ۳/۶۱ درصد کاهش یافته است (یوسفی و همکاران: ۱۳۹۰) 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 درصد از اراضی منطقه دارای تغییر بوده است. بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگلی بوده که به ترتیب ۴۹/۴۵ و ۳۸/۲۹ درصد 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. موشن و هوچیلد (Hochschild & Mueschen, 2003) 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 با بررسی و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای لندست + ETM و TM مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۱ در شمال اصفهان نتیجه گرفتند که ۶۵ درصد 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 (۱۳۸۶) با استفاده از تصاویر TM و SPOT به ارزیابی تغییر سطوح جنگل‌های ارسباران پرداخته‌اند. پس از مرحله پیش پردازش 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 حال تخریب بوده و فعالیت‌های انسانی، به‌خصوص مراکز سکونتگاهی از مهم‌ترین عوامل در تخریب جنگل‌های ارسباران است. هدف از این مطالعه بررسی تغییرات کاربری اراضی در فاصله سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ در محدوده شهرستان ساری با بهره‌گیری از فن‌آوری نوین سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی و مقایسه این تغییرات است.

#### مواد و روش‌ها

شهرستان ساری در استان مازندران و در مختصات ۳۶ درجه و ۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۲ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است و مساحت آن ۴۰۰، ۲۴۸، ۳ مترمربع می‌باشد. از شمال و شمال‌شرقی به دریای مازندران و شهرستان بهشهر، از جنوب و جنوب‌شرقی به رشته کوه‌های البرز و استان سمنان، از مشرق به شهرستان میان‌دورود و از مغرب به شهرستان‌های قائم شهر، سواد کوه و جویبار محدود است. بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۰، جمعیت شهرستان ساری حدود ۳۷۰، ۴۷۸ نفر بوده که تقریباً ۴۷ درصد آن شهرنشین و بقیه روستانشین هستند. برابر آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۹۰، شهرستان ساری شامل ۴ شهر: ساری، پایین هولار، فریم و کیاسر و ۶ بخش: مرکزی، دودانگه،

چهاردانگه، کلیجان رستاق، رودپی و رودپی شمالی و ۱۵ دهستان می باشد. در شکل (۱) موقعیت شهرستان ساری در کشور و در استان مازندران نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

#### فرآیند مطالعه

کاربری و پوشش اراضی غالباً در اثر فعالیت‌های انسانی دستخوش تغییر و تحول می‌شود. شناسایی و کشف این تغییرات می‌تواند به مدیران و برنامه‌ریزان کمک کند، تا عوامل موثر در کاربری و پوشش اراضی را شناسایی کرده، از آن در سطوح مختلف برنامه‌ریزی استفاده نمایند. برای کشف این تغییرات، استفاده از داده‌های چند زمانه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی امکان تحلیل‌های با ارزشی را فراهم می‌سازد. به‌منظور این کار نقشه تغییرات کاربری را که نتیجه فرآیند آشکارسازی تغییرات می‌باشد، می‌توان براساس تصاویر چند زمانه سنجش از دور تهیه کرد. لازم به ذکر است که روش‌های متفاوت و گوناگونی برای آشکارسازی تغییرات وجود دارد. 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 PCI Geomatica 10 برای انجام تصحیحات هندسی و ارتفاعی، ENVI 4.7 برای تصحیحات اتمسفری و پردازش تصاویر و Arc GIS 10 برای تهیه و مقایسه نقشه‌ها انجام شده است. به‌منظور انجام تحقیق ابتدا تصاویر موردنظر مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ در تاریخ‌های نزدیک به هم از نظر روز تصویربرداری برای منطقه مورد مطالعه مطابق با جدول شماره ۱ تهیه گردید.

جدول ۱. اطلاعات مربوط تصاویر ماهواره ای مورد استفاده

نام ماهواره	سنجنده	تاریخ تصویربرداری
۵Landsat	TM	۱۳۸۰/۰۵/۲۲
۶Landsat	TM	۱۳۹۰/۰۳/۲۹

منظور از تصحیح هندسی جبران انحرافات است، به‌نحوی که تصویر تصحیح شده ما قابلیت انطباق با نقشه را داشته باشد. تصحیحات هندسی در نرم‌افزار و به روش چندجمله‌ای صورت گرفت (Zubair, 2006) نقاط لازم برای تصحیحات هندسی در هنگام برداشت نقاط براساس درجه توابع چندجمله‌ای روش ولبرگ (۳۲) به‌میزان ۲۵ عدد برآورد گردید که با پراکنش مناسب در سطح تصاویر و بر مبنای تصویر تصحیح شده TM و DEM به‌دست 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 (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 (Campbell, 2002). به‌منظور کاهش خطای ارتفاع، تصحیحات ارتفاعی بر روی تصاویر انجام گرفت. عملیات تصحیحات ارتفاعی در نرم‌افزار Geomatica و به کمک نقاط کنترل به‌دست آمده از منطقه با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب و نیز نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه و به روش توابع منطقی تعیین گردید (Mathers, 2005) نقاط

موردنظر در هنگام برداشت نقاط کاربری به‌میزان 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. به‌منظور حذف اثرات اتمسفری تصویر، از روش کلی مبتنی بر کاهش تیرگی ارزش‌های عددی پیکسل‌های تیره ( Subtract Dark ) با استفاده از روش چاوز (۱۵) در نرم‌افزار ENVI ۴.۷ 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 است ( Lefsky MA, Cohen, 2003). 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 به‌دست آید (Campbell, 2002). بهترین ترکیب باندی، بر اساس تعداد باندهای شرکت‌کننده در طبقه‌بندی که کلاس‌های آنها بیشترین تفکیک‌پذیری را از یکدیگر داشته باشند، انتخاب شد (Zubair, 2006). براساس اطلاعات جمع‌آوری شده از منطقه و با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که به کمک سیستم موقعیت‌یاب جهانی برداشت شد، و به‌کارگیری طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال نقشه کاربری اراضی برای منطقه موردنظر بر اساس تصویر مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ تهیه گردید.

#### ارزیابی داده‌ها

برای افزایش دقت مکانی تصاویر ماهواره‌ای، نقاط کنترل زمینی به تعداد قابل قبول و با پراکنش مناسب بر روی نقشه و تصویر انتخاب می‌شود. در انتخاب این نقاط باید دقت کافی به خرج داد، زیرا نقاطی که دچار تغییر شده باشند و یا اینکه اندازه آنها خیلی بزرگتر از یک پیکسل باشد، موجب بروز خطا می‌شوند. در مرحله برآورد صحت طبقه‌بندی در سال ۱۳۹۰ از داده‌های دشتگاه 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 استفاده شد که با روش پیشنهادی دلاپاین و همکاران محاسبه شد (Mundia & Aniya, 2001).

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

در این رابطه؛

- OA صحت کلی
- N تعداد کل پیکسل‌های آزمایشی
- $\sum P_{ii}$  مجموع پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده

همچنین برای ارزیابی ضریب کاپا از روش پیشنهادی فودی استفاده شد (Foody, 2001)

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

در این رابطه؛

- K ضریب کاپا
- q پیکسل‌های درست طبقه‌بندی نشده

#### جمع‌بندی

در طی مرحله پیش پردازش 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 ۱۳۸۰ به میزان ۰/۴ و تصاویر مربوط به سال ۱۳۹۰ به میزان ۰/۳ به دست آمد. همچنین با انجام عملیات تصحیح ارتفاعی به روش توابع منطقی، خطای باقیمانده در دو تصویر مورد استفاده کمتر از ۰/۳ به دست آمد. در بین کلاس‌های در نظر گرفته شده کمترین میزان تفکیک‌پذیری در تصویر ۱۳۸۰ بین دو کلاس مرتع و بایر با تفکیک‌پذیری ۱/۴۵ و در تصویر ۱۳۹۰ بین دو کلاس زراعت آبی و باغات با تفکیک‌پذیری ۱/۲۰ 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 دو به دوی هیستوگرام همبستگی باندها، بهترین ترکیب باندی انتخاب شد. بر این اساس با تفسیر هیستوگرام‌ها و ارزیابی همبستگی باندها، برای تصویر سال ۱۳۸۰، بهترین

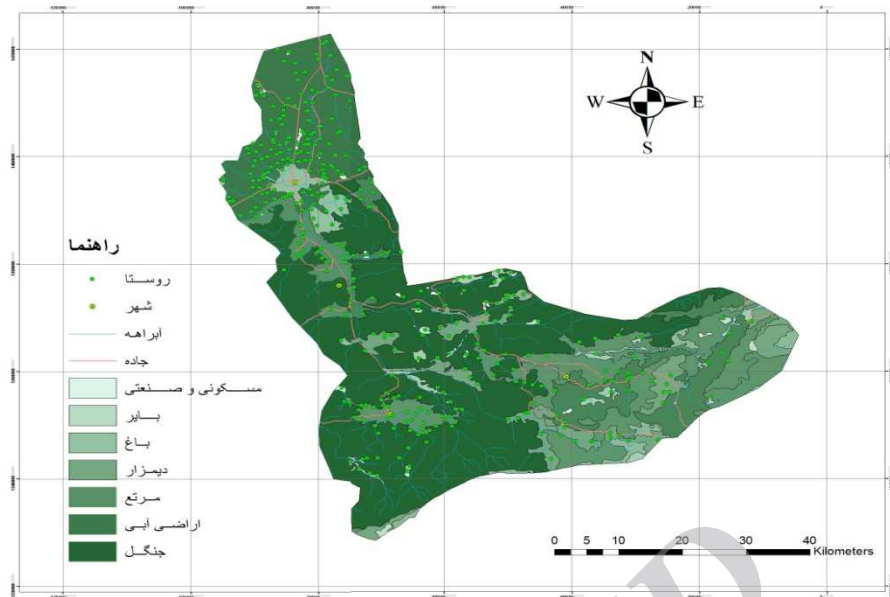


ترکیب بانندی به ترتیب شامل طول موج‌های ۰/۷۵ - ۰/۹ میکرومتر و ۰/۶۳ - ۰/۰۶۹ میکرومتر و ۰/۵۱۵ - ۰/۴۵ میکرومتر به‌دست آمد. برای تصویر سال ۱۳۹۰ نیز بهترین ترکیب بانندی به ترتیب شامل طول موج‌های ۰/۷۵ - ۰/۹ میکرومتر و ۰/۶۳ - ۰/۰۶۹ میکرومتر و ۰/۵۲۵ - ۰/۶۰۵ میکرومتر به‌دست آمد. جدول‌های ۳ و ۴ مساحت هر یک از کاربری‌های اراضی را در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ و همچنین میزان تغییر سطح کاربری‌ها را در این دهه نشان می‌دهد. نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده نیز در شکل‌های ۲ و ۳ به نمایش در آمده است.

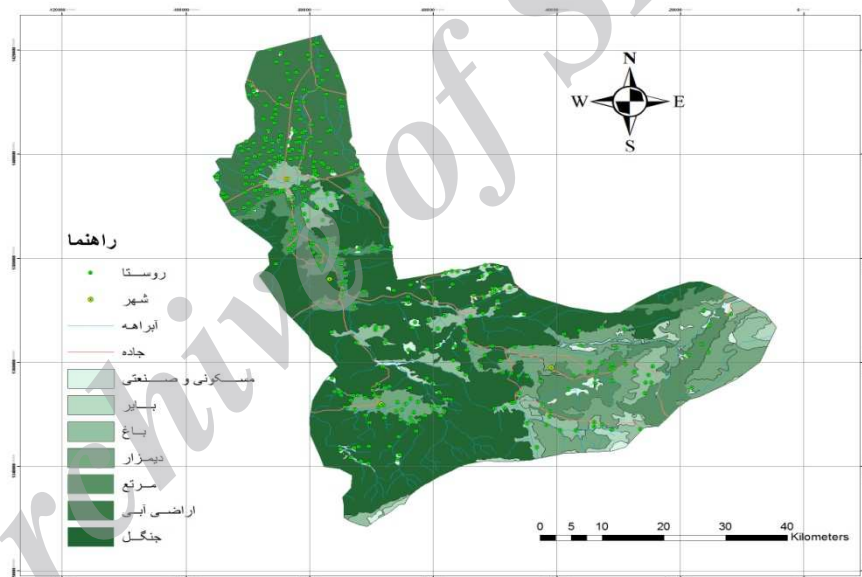
جدول ۲. تعداد نمونه‌های آموزشی قبل و بعد از طبقه‌بندی برای هر کلاس کاربری

تعداد نمونه‌های آموزشی	قبل از طبقه‌بندی	بعد از طبقه‌بندی
		نوع کاربری
۱۰۰	۲۰۵	زراعت آبی
۸۰	۱۷۰	دیمزار
۷۰	۱۵۰	باغات
۸۵	۱۸۰	اراضی بایر
۶۰	۱۸۰	مراعت
۳۰	۷۰	اراضی جنگلی
۳۰	۵۰	اراضی مسکونی و صنعتی

Archive of SID



شکل ۲. نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۸۰



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی سال های مطالعه؛ الف ۱۳۹۰

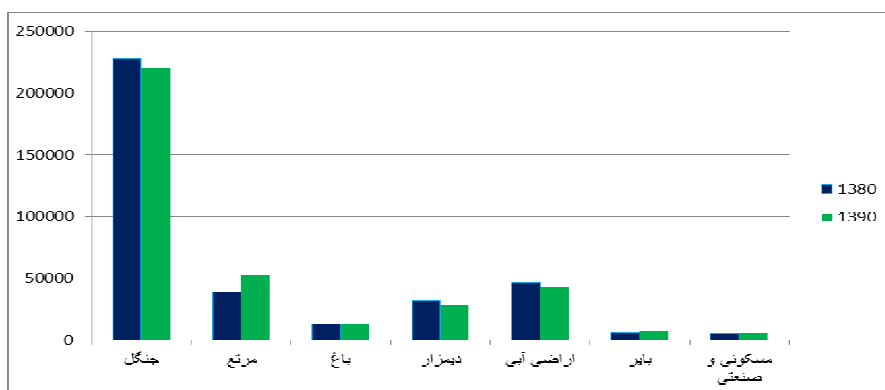
جدول ۳. مساحت کاربری‌های اراضی در دوره‌های مطالعه

نوع کاربری	سال ۱۳۸۰		سال ۱۳۹۰	
	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)
جنگل	۲۲۷۸۲۹	۶۱/۸۲	۲۱۴۷۴۵	۵۸/۲۷
مرتع	۳۸۴۷۱	۱۰/۴۳	۴۱۳۲۲	۱۱/۲۱
باغ	۱۲۹۰۴	۳/۵	۱۱۸۳۵	۳/۲۱
دیمزار	۳۲۰۶۰	۸/۷	۴۴۰۸۰	۱۱/۹۶
اراضی آبی	۴۶۶۷۸	۱۲/۶۶	۴۲۵۶۴	۱۱/۵۵
بایر	۵۹۰۸	۱/۶	۷۲۱۴	۱/۹۵
مسکونی و صنعتی	۴۶۵۰	۱/۲۶	۶۷۴۰	۱/۸۲

نتایج نقشه‌های کاربری اراضی نشان داد که سطح کاربری‌های مراتع، دیمزار، مناطق مسکونی و صنعتی و نیز اراضی بایر در فاصله سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ افزایش یافته و در مقابل سطح کاربری‌های جنگل، باغات، زراعت آبی روندی کاهشی داشته‌اند. به طوری که سطح اراضی مرتعی از ۱۰/۴۳ به ۱۱/۲۱ درصد افزایش و سطح جنگل‌ها از ۶۱/۸۲ به ۵۸/۲۷ درصد کاهش یافته است، در حالی که سطح اراضی دیم از ۸/۷ به ۱۱/۹۶ درصد افزایش، سطح اراضی زراعی آبی از ۱۲/۶۶ به ۱۱/۵۵ درصد کاهش و اراضی بایر از ۱/۶ به ۱/۹۵ درصد افزایش یافته است. نمودار هر جدول در ذیل آن به نمایش در آمده است.

جدول ۴. مساحت کاربری‌های اراضی در دوره‌های مطالعه

نوع کاربری	تغییرات ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰	
	میزان تغییرات (هکتار)	میزان تغییرات (درصد)
جنگل	-۱۳۰۸۴	-۳/۵۵
مرتع	۲۸۵۱	۰/۷۸
باغ	-۱۰۶۹	-۰/۲۹
دیمزار	۱۲۰۲۰	۳/۲۶
اراضی آبی	-۴۱۱۴	-۱/۱۱
بایر	۱۳۰۶	۰/۳۵
مسکونی و صنعتی	۲۰۹۰	۰/۵۶

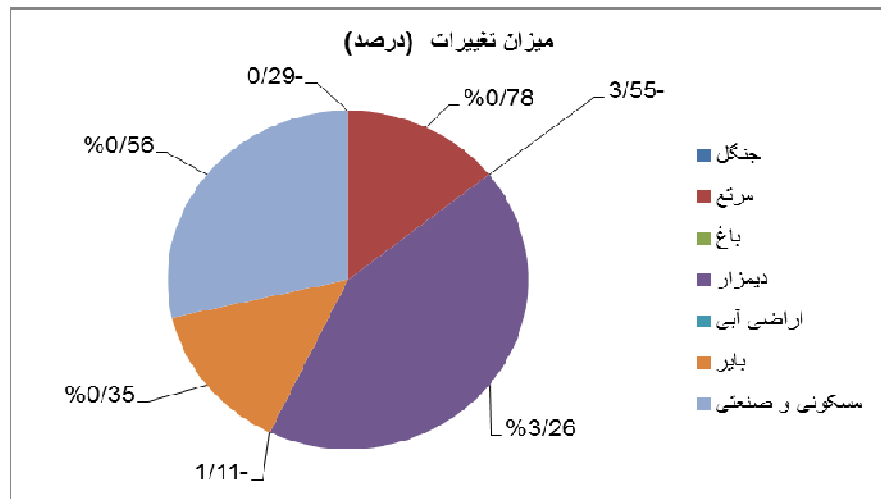


شکل ۴. نمودار میزان تغییرات کاربری در سال‌های ۸۰ و ۹۰

نتایج صحت و دقت نقشه‌ها از روش صحت کلی و ضریب کاپا نشان داد که، صحت کلی نقشه کاربری برای سال ۱۳۸۰، ۸۹ درصد و سال ۱۳۹۰ معادل ۹۱ درصد است. همچنین ضریب کاپا به ترتیب ۰/۸۷/۱۴ و ۰/۸۹ به دست آمده که در جدول شماره ۵ مشاهده می‌شود.

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

سال	نوع کاربری	
	۱۳۹۰	۱۳۸۰
مرتع	۸۲/۱۵	۸۹
بایر	۹۲	۸۸
دیمزار	۹۲	۸۷
زراعت آبی	۸۸	۸۵/۵۰
باغ	۹۱	۸۷
جنگل	۹۰/۲۰	۹۲/۵۰
مسکونی و صنعتی	۸۵	۸۱



شکل ۵. درصد تغییرات کاربری اراضی بین سال‌های ۸۰ تا ۹۰

### نتیجه‌گیری

تغییرات سیما می‌تواند به‌سبب عوامل طبیعی و انسانی به‌وجود آید؛ احداث جاده، قطع درختان، تخریب جنگل‌ها، افزایش حجم ساخت‌وساز و توسعه صنعتی را می‌توان از جمله فعالیت‌های انسانی نام برد که ساختار سیمای سرزمین را تغییر داده و عملکرد آن را مختل می‌سازد. به‌عنوان مثال ساخت‌وساز در حواشی رودخانه‌ها و دامنه‌ها قادر است در فرم طبیعی و پوشش گیاهی منطقه تغییر ایجاد نماید و جریان‌ات آب و هوا از بالادست به پایین‌دست اکوسیستم را از حالت طبیعی خارج نماید و موجب افزایش در نرخ وقوع مخاطراتی از جمله سیل و رانش زمین گردد. براساس مطالعه حاضر مناطق جنگلی با آفت همراه بوده و غالب کاربری‌ها به مرتع تغییر نموده است. در واقع با فعالیت‌های انسانی پس از تغییر کاربری جنگل به اراضی کشاورزی این زمین‌ها به علت پایین‌بودن پتانسیل تولید بعد از یک یا چند دوره کشت دچار افت بازدهی می‌شوند و در نتیجه مقرون به‌صرفه نیستند و رها خواهند شد. پس از رهاسازی اراضی کشاورزی زمین‌های بدون پوشش رها شده و مراتع جایگزین آنها می‌شوند. در دوره مطالعه شده رشد مثبت در مراتع منطقه مشاهده گردید که می‌توان علت امر را به این فرآیند ارتباط داد. قابل ذکر است که این فرآیند همچنان در منطقه ادامه دارد، در صورت ادامه روند کنونی که طی آن جنگل‌ها با کاهش روبه‌رو هستند و در صورت عدم

اعمال برنامه‌های مناسب در زمینه حفاظت، بازگردانی و احیا، طی دهه‌های آینده وسعت این جنگل‌های ارزشمند به کمتر نصف موجودی فعلی خواهد رسید. اراضی کشاورزی اعم از دیم، آبی و باغ و همچنین اراضی جنگلی، به نفع سایر کاربری‌ها کاهش یافته است، یا به عبارتی بخشی از این کاربری‌ها به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. 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 بحرانی، بخشی از اراضی دیم رها شده و کشت نمی‌شوند. همچنین افزایش جمعیت به سرعت باعث توسعه شهر شده و سطح این نوع کاربری با شیب نسبتاً زیادی به خصوص در سال‌های اخیر افزایش یافته است که می‌توان آن را به توسعه برنامه دولت در ساخت مسکن مهر مناطق مختلف نسبت داد. سطح باغات نیز با توجه به برنامه‌های حمایتی دولتی و نیز رویکردهای شخصی برخی مردم کاهش یافته است. تخریب عرصه‌های جنگلی که بخش مهمی از منابع طبیعی و از اکوسیستم‌های حیاتی در جهان هستند، امری است که در بیشتر نقاط جهان و به خصوص در کشورهای در حال توسعه به دلیل افزایش جمعیت، رشد تکنولوژی و رعایت نکردن اصول اکولوژیکی و اجرای قوانین قابل مشاهده است. آن‌چنان‌که پژوهشگران متعددی در نقاط مختلف ایران و جهان به نتایج مشابهی در این خصوص دست‌یافته‌اند. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان گفت برنامه‌های دولتی در کنترل تبدیل اراضی طبیعی اعم از جنگل به کاربری‌های دیگر، کاملاً موفق نبوده و در سال‌های گذشته روند تخریب کاربری‌های 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 جنگلی و تبدیل کاربری آنها به‌طور 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 جنگلی به اراضی زراعی دیم تبدیل و پس از مدتی بهره‌برداری غیراصولی، سپس به صورت مراتع و پس از آن اراضی بایر و غیرقابل استفاده درمی‌آیند. 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 دید، 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 بیوماس 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 اظهارنظر قطعی نیاز به تحقیقات بیشتر دارد. با توجه به موارد ذکر شده توسط ماطر (Mathers, 2005)، نتایج پژوهش حاضر از لحاظ آماری، دقت و صحت طبقه‌بندی قابل قبول خواهد بود. به منظور بررسی صحت و دقت نقشه‌های مربوط به سال ۱۳۸۰ از نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده در سال‌های قبل، نقشه‌های توپوگرافی و اطلاعات کارشناسان خیره و ساکنین مطلع محلی استفاده شد. در مجموع با استفاده از روش‌های صحت کلی و ضریب کاپا، صحت کلی نقشه کاربری برای سال ۱۳۸۰، ۹۰/۰۲ درصد و سال ۱۳۹۰ معادل ۹۰/۹۴ درصد است. همچنین ضریب کاپا برای نقشه‌های تهیه شده به ترتیب ۰/۸۷ و ۰/۸۹ برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ به دست آمده است که با در نظر گرفتن معیارهای ارائه شده توسط دلپاین و همکاران (Dellepiane et al, 1999)، لفسکی و کوهن (Lefsky & Cohen, 2003)، مونت سرود و لیمنز (Monserud & Leemans, 1992) و استهمن (Stehman, 2004)، نتایج به دست آمده برای مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا قابل قبول و مناسب است. باید در نظر داشت که مطالعه حاضر نمی‌تواند کاملاً جامع باشد، بنابراین فقط برای مطالعات تفصیلی و جامع‌تر معرفی می‌گردد. 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.

## پیشنهادها

- در صورت استفاده از تصاویر دقیق‌تر و با فاصله زمانی کوتاه‌تر حتی به نتایج بهتری نیز می‌توان دست یافت.
- با مشخص کردن روند تخریب، تبدیل و تغییر کاربری‌های مطلوب به کاربری‌های نامطلوب، نتایج قابل‌تعمیم‌تر و کاربردی‌تری برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های منطقه‌ای می‌توان انتظار داشت.
- دیگر نهادهای مدنی مانند شوراهای روستایی و سازمان‌های غیردولتی در منطقه می‌توانند در امر نظارت بر تغییرات کاربری اراضی، اعمال مدیریت نمایند.
- می‌بایست قبل از انجام هر گونه تغییر در کاربری اراضی 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 و اجتماعی عمل شود.
- ضروری است شناخت مقدار و روند تغییرات در کاربری‌های مختلف که موجب فهم بیشتر و اتخاذ تصمیم مناسب مدیریتی در ارتباط با کاربری‌های مختلف خواهد شد، مدنظر قرار گیرد.

## کتابشناسی

۱. 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؛
۲. 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؛
۳. سالنامه آماری استان مازندران (۱۳۹۰)، دفتر آمار و اطلاعات استانداری استان مازندران؛
۴. 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؛
۵. 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؛
۶. مرادی، ح. ر.، م. ر. فاضل پور، 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؛
۷. نظری سامانی، ع. ا.، م. قربانی و ح. ر. کوه بنانی (۱۳۸۹)، ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز طالقان در دوره ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۰. مرتع، ۴(۳): ۴۴۲-۴۵۱؛
۸. یوسفی، ص.، ح. ر. مرادی، س. ح. حسینی و س. میرزایی (۱۳۹۰)، پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های ETM<sup>+</sup> و TM ماهواره. LandSat کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی، ۲(۳): ۹۷-۱۰۵؛
9. Amiri F, Rahdari V, Pradhan B, Tabatabaei T. (2013), Erratum to: Multi-temporal landsat images based on ecoenvironmental change analysis in and around Chah Nimeh reservoir, Sistan and Balochestan (Iran). *Environmental Earth Sciences*, 1-9. doi: 10.1007/s12665-013-3004-9;
10. 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;
11. Brink AB, Eva HD. (2009), Monitoring 25 years of land cover change dynamics in Africa: A sample based remote sensing approach. *Applied Geography*, 29(4): 501-512;
12. Campbell JB. (2002), *Introduction to Remote Sensing*. Taylor & Francis, 621 pages;
13. Chavez P, Berlin G, Sowers L. (1982), Statistical method for selecting Landsat MSS ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering*, 8(1): 23-30;
14. Dellepiane S, Smits P, Schowengerdt R. (1999), Quality assessment of image classification algorithms for landcover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach. *International Journal of Remote Sensing*, 20(8): 1461-1486;
15. Foody GM. (1992), on the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58(10): 1459-1460;
16. Foody G. (2001), Monitoring the magnitude of land-cover change around the southern limits of the Sahara *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 67(7): 841-848;
17. 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;
18. Jensen JR. (2005), *Introductory digital image processing: a remote sensing*

- perspective. vol Ed. 4. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, USA, 318p.
19. Janssen L, Gorte B. (2001), Digital image classification. Principles of Remote Sensing: 193-204;
  20. 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;
  21. Lefsky MA, Cohen WB. (2003), Selection of remotely sensed data. In: Remote sensing of forest environments. Springer, 519 pp;
  22. Li X, Yeh AG-O. (2004), Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. Landscape and Urban Planning, 69(4): 335-354;
  23. Lu D, Mausel P, Brondizio E, Moran E. (2004), Change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 25(12): 2365-2401.
  24. Mathers P. 2005. Computer Processing of Remotely Sensed Images. John Wiley & Sons, 345 pp;
  25. Monserud RA, Leemans R. (1992), compares global vegetation maps with the Kappa statistic. Ecological Modelling, 62(4): 275-293;
  26. Mehrjardi RT, Mahmoodi S, Taze M, Sahebjalal E. (2008), Accuracy assessment of soil salinity map in YazdArdakan Plain, Central Iran, based on Landsat ETM+ imagery. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 3(5): 708-712;
  27. Mueschen B, Hochschild V. (2003), Remote Sensing Applications for Water Resources Management of the Tisza River Basin. Forest, 1-4;
  28. 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;
  29. Stehman SV. (2004), A Critical Evaluation of the Normalized Error Matrix in Map Accuracy Assessment. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70(6): 743-751;
  30. 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;
  31. Vos W, Meekes H. (1999), Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future. Landscape and Urban Planning, 46(1): 3-14;
  32. Xiao J, Shen Y, Ge J, Tateishi R, Tang C, Liang Y, Huang Z. (2006), Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. Landscape and Urban Planning, 75(1): 69-80;
  33. Wolberg G. (1990), Digital image warping, vol 10662. IEEE computer society press Los Alamitos, CA, IEEE Computer Society Press, 318 p;
  34. 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.