



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره چهارم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

بررسی روند تغییرات سطح جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ASTER (مطالعه موردی: جنگل‌های حاشیه‌ای جنوب و جنوب‌غربی شهر گرگان)

فریبا قنبری^۱ و *شعبان شتایی^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۳

چکیده

در طول دهه‌های اخیر جنگل‌های خزری توسط دخالت‌های انسانی مورد تعرض قرار گرفته‌اند. دسترسی آسان، فراوانی و تنوع محصولات جنگلی با ارزش منجر به افزایش تراکم جمعیت، ایجاد مناطق مسکونی جدید و فعالیت‌های جنگل‌زدایی شده است. آشکار ساختن تغییرات یکی از روش‌های اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی می‌باشد. این مطالعه تغییرات سطح جنگل‌های جنوب شهر گرگان را در سه مقطع زمانی (۱۳۸۵-۱۳۷۳-۱۳۴۵)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. به‌منظور تهیه نقشه وضعیت گستره جنگل در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۷۳، عکس‌های هوایی سال‌های یاد شده، رقومی و با استفاده از نقاط کنترل زمینی و نقشه‌های توپوگرافی زمین مرجع گردیدند. فتوموزاییک رقومی از طریق اتصال رقومی عکس‌ها در محیط GIS انجام پذیرفت. سپس، نقشه گستره جنگل مربوط به این دو سال از طریق رقومی‌سازی مرز کاربری‌ها بر روی فتوموزاییک رقومی به‌دست آمده از عکس‌های هوایی تهیه گردید. برای تهیه نقشه گستره جنگل سال ۱۳۸۵ تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER مورد استفاده قرار گرفتند. با بررسی کیفیت تصاویر، هیچ‌گونه خطای رادیومتری مشاهده نگردید. تصحیحات مختلف، شامل تصحیح اتمسفری با استفاده از مدل COST و

* مسئول مکاتبه: shataee@gau.ac.ir

تصحیح هندسی با روش ارتو بر روی تصاویر انجام شد. باندهای مصنوعی با استفاده از روش‌های مناسب پردازش تصاویر شامل نسبت‌گیری و تجزیه مؤلفه‌های اصلی ایجاد شدند. پس از انتخاب بهترین مجموعه باندهای با استفاده از شاخص فاصله باتاچاریا، طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی انجام گرفت. به منظور کشف تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده گردید. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده تغییر وسیع سطح جنگل به اراضی غیرجنگلی در طی مدت ۴۱ سال می‌باشد. در طی این مدت ۱۲۵۰/۸ هکتار از سطح جنگل طبیعی کاسته شده و فقط ۲۴۶/۲۹ هکتار به سطح جنگل افزوده شده است. به این ترتیب، در مجموع سطح جنگل به میزان ۱۰۰۴/۵ هکتار کاهش یافته است. نتایج همچنین نشان داد که نرخ تغییرات سالیانه سطح جنگل طبیعی در طی دوره زمانی (۱۳۷۳-۱۳۴۵) بیش‌تر از دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۷۳) بوده است.

واژه‌های کلیدی: کشف تغییرات، سنجش از دور، GIS، عکس‌های هوایی، تصاویر ASTER، شبکه عصبی مصنوعی

مقدمه

جنگل‌های ایران با مساحتی حدود ۱۲/۴ میلیون هکتار ۷/۴ درصد مساحت کشور ایران را شامل می‌شوند (فائو، ۲۰۰۲). از میان ۵ منطقه رویشی در سراسر ایران، مهم‌ترین منطقه رویشی براساس تراکم، تاج پوشش و تنوع گونه‌ای، منطقه خزری می‌باشد (مروی‌مهاجر، ۲۰۰۵). در طول دهه‌های اخیر این جنگل‌ها توسط دخالت‌های انسانی مورد تعرض قرار گرفته است. دسترسی آسان و فراوانی و تنوع محصولات جنگلی با ارزش منجر به افزایش تراکم جمعیت و ایجاد مناطق مسکونی جدید و فعالیت‌های جنگل‌زدایی گردید (خطیبی، ۲۰۰۴). براساس آمار منتشر شده از سوی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور، سطح جنگل‌های شمال در فاصله سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۳۴، ۴/۷ درصد و در فاصله سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۴۶، ۷/۱ درصد کاهش داشته است (رفیعیان و همکاران، ۲۰۰۶). اهمیت اطلاعات دقیق و به روز از وضعیت، وسعت منابع طبیعی و تغییرات زمانی آن‌ها به‌خصوص با رشد سریع وسعت مناطق شهری در حال افزایش است (یوان و همکاران، ۲۰۰۵). در دهه‌های اخیر داده‌های سنجش از دور به‌طور وسیعی برای فراهم کردن اطلاعات کاربری/پوشش زمین مانند کاهش سطح جنگل‌ها و باتلاق‌ها، نرخ شهری شدن و شدت فعالیت‌های کشاورزی و سایر تغییرات انسان ساخت

مورد استفاده قرار گرفته‌اند (الرابا و الحمد، ۲۰۰۶). تصاویر ماهواره‌ای به‌طور وسیعی برای فرآیندهای طبقه‌بندی، به‌ویژه در تهیه نقشه‌های کاربری/ پوشش و کشف شرایط پوشش زمین به‌کار گرفته شده‌اند (کوهن و گوارد، ۲۰۰۴؛ لوبو و همکاران، ۲۰۰۴). تاکنون تصاویر سنجنده‌های ماهواره‌ای مختلفی مانند SPOT و LANDSAT در این زمینه مورد استفاده قرار گرفته است که هر یک از این تصاویر دارای قابلیت‌های متفاوت طیفی، مکانی و رادیومتری در مقایسه با یکدیگر بوده‌اند. با پرتاب ماهواره TERRA در سال‌های اخیر و دریافت تصاویر از سنجنده‌های آن به‌خصوص تصاویر سنجنده ASTER^۱ با ۱۴ باند طیفی در محدوده‌های مرئی تا مادون قرمز حرارتی و با قدرت تفکیک‌های به‌نسبت قابل قبول (۱۵، ۳۰ و ۶۰ متر) می‌توان نقشه کاربری را با دقت بیشتر و هزینه کم‌تر تولید نمود (زو و بلومبرگ، ۲۰۰۱).

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های مختلفی مانند شبکه‌های عصبی می‌تواند صورت گیرد. در سال‌های اخیر علاوه بر الگوریتم‌های متداول، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از طریق شبکه عصبی مصنوعی^۲ نیز استفاده شده است. معروف‌ترین مدل شبکه عصبی برای طبقه‌بندی داده‌های سنجنش از دور شبکه چند لایه پرسپترون^۳ می‌باشد که توسط الگوریتم انتشار به عقب^۴ آموزش داده می‌شود (اتکینسون و تاتنال، ۱۹۹۷؛ کویلچ، ۲۰۰۶). این الگوریتم در مقالات سنجنش از دوری به‌عنوان یک تکنیک امیدبخش برای وضعیت‌های غیرعادی، مسایل پیچیده و داده‌های چندمتغیری، در جایی که روش‌های سنتی در ارایه نتایج دقیق موفق نیستند، توسعه پیدا کرده است (دی‌کاروالهو و همکاران، ۲۰۰۴). مطالعات مختلفی در زمینه تهیه نقشه جنگل و بررسی تغییرات گستره جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی انجام شده، از جمله شتایی (۱۹۹۶) با استفاده از تصاویر سنجنده TM به تهیه نقشه گستره جنگل در منطقه نور پرداخته است. حقیقی‌خامی (۲۰۰۴) با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM⁺ به‌ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۰ میلادی تغییرات سطح توده‌های جنگلی جلگه‌ای غرب گیلان را مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش طبقه‌بندی با دو طبقه جنگل و غیرجنگل انجام گرفت. مرتضایی (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM⁺ به‌ترتیب مربوط به سال‌های ۱۹۹۲ و ۲۰۰۲ میلادی، تغییرات کاربری اراضی را در بخش مرکزی زنجان مورد بررسی قرار داد. در این پژوهش به‌منظور تهیه نقشه واقعیت زمینی برای

1- Advanced Space Borne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)

2- Artificial Neural Network (ANN)

3- Multi-Layer Perceptron (MLP)

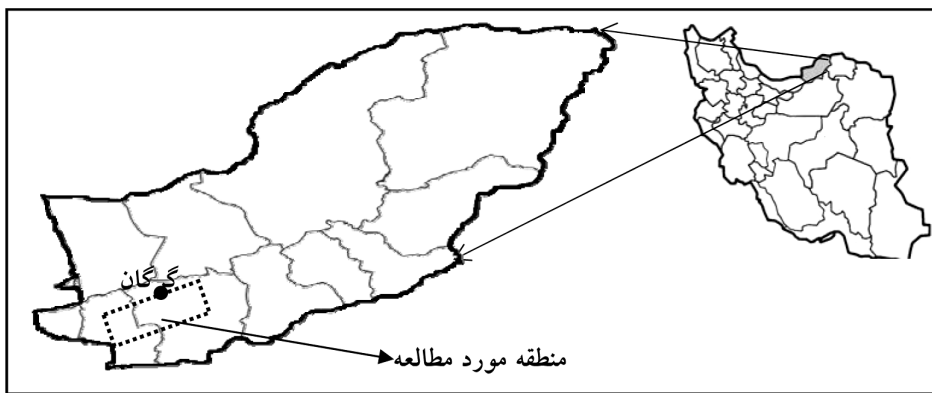
4- Back-Propagation (BP)

سال ۱۹۹۲ از عکس‌های هوایی استفاده گردید. رفیعیان و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات گستره جنگل‌های بابل را در فاصله سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM^+ و نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه در اول دوره مورد بررسی قرار دادند. نجارلو (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر IRS-1C و فتوموزاییک رقومی عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۳ به بررسی تغییرات جنگل در منطقه کردکوی پرداخته است. امینی (۲۰۰۶) قابلیت تصاویر سنجنده ETM^+ و IRS-1C را در تهیه نقشه گستره جنگل از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱، در جنگل‌های آرمرده شهرستان بانه مورد بررسی قرار داد. نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۳۴ با استفاده از فتوموزاییک رقومی به‌دست آمده از عکس‌های هوایی تهیه گردید. بالاترین صحت کلی مربوط به نقشه به‌دست آمده از طبقه‌بندی با دو طبقه جنگل و غیرجنگل بود. در تمامی پژوهش‌های ذکر شده در بالا طبقه‌بندی تصاویر به روش نظارت شده و بهترین نتیجه طبقه‌بندی مربوط به الگوریتم حداکثر احتمال بود. یان و همکاران (۲۰۰۵) نیز روند تغییرات کاربری زمین را در اطراف مناطق شهری مینه سوتای آمریکا مورد بررسی قرار دادند. در پژوهش آن‌ها جهت بررسی تیپ‌های پوششی زمین، از تصاویر TM برای سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۸ و از تصاویر سنجنده ETM^+ برای سال ۲۰۰۲ استفاده شد. طبقه‌بندی تصاویر با الگوریتم حداکثر احتمال انجام گرفت. یاکسل و همکاران (۲۰۰۸) نیز تصاویر سنجنده ASTER را برای طبقه‌بندی تیپ‌های پوششی زمین و کشف تغییرات آن‌ها مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد استفاده از این داده‌ها دقت بالایی در تهیه نقشه پوشش زمین ایجاد می‌کند.

از سویی جنگل‌های شمال ایران که دارای ارزش بسیار بالایی می‌باشند در سالیان گذشته و بنا به دلایل مختلف دچار تغییر و تبدیل به دیگر کاربری‌ها شده‌اند. تشخیص موقعیت مکانی و تعیین نرخ تغییرات گستره جنگل در هر منطقه‌ای می‌تواند به وضعیت جنگل‌ها در گذشته و برنامه‌ریزی در احیاء آن‌ها کمک زیادی نماید. استفاده از عکس‌های هوایی به‌عنوان یک منبع تفسیر بصری تغییرات می‌تواند کمک زیادی در این امر نماید. به همین منظور و برای بررسی میزان تغییرات سطح جنگل در طی سال‌های ۱۳۴۵، ۱۳۷۳ و ۱۳۸۵ و تعیین میزان نرخ تغییرات آن‌ها در این دوره‌های زمانی، پژوهشی در مساحتی حدود ۷۴۲۴ هکتار در حاشیه جنوبی شهر گرگان، انجام گرفت. بررسی زمانی تغییرات سطح جنگل در سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۷۳ به‌دلیل در دسترس نبودن تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از عکس‌های هوایی و تغییرات سطح جنگل سال ۱۳۸۵ با تصاویر سنجنده ASTER انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در حاشیه جنوبی و جنوب‌غربی شهر گرگان و در محدوده جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه و ۹۱ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۹ دقیقه و ۳۷ ثانیه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۶ دقیقه و ۱۳ ثانیه تا ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه و ۶۸ ثانیه عرض شمالی واقع شده است. کل مساحت منطقه ۷۴۲۴ هکتار می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان گلستان.

داده‌های مورد استفاده: در این پژوهش از عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰/۰۰۰ مربوط به سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۷۳ و داده‌های سنجنده ASTER ماهواره TERRA به مربوط به تاریخ ۳ ژوئن ۲۰۰۶ برابر با ۱۴ خرداد ۱۳۸۵ استفاده شده است. این تصویر دارای ۱۴ باند طیفی است که باندهای TIR به دلیل قدرت تفکیک مکانی پایین (۶۰ متر) و نپرداختن به ویژگی‌های حرارتی در این بررسی، استفاده نشده‌اند (جدول ۱). همچنین از نقشه ۱:۲۵۰۰۰ رقومی منطقه برای انتخاب نقاط کنترل زمینی^۱ در انجام عمل تطابق هندسی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای، لایه‌های رقومی جاده و مرز به منظور ارزیابی تطابق هندسی تصاویر از طریق روی هم‌گذاری این لایه‌ها بر روی عکس‌ها و تصاویر زمین مرجع شده و همچنین از مدل رقومی ارتفاع منطقه با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر جهت تصحیح هندسی تصاویر استفاده گردید.

1- Ground Control Points

جدول ۱- مشخصات تصاویر سنجنده ASTER

شماره باند	محدوده طیفی (میکرومتر)	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک رادیومتری
۱	۰/۵۲-۰/۶۰	۱۵	۸ بیت
۲	۰/۶۳-۰/۶۹		
۳N	۰/۷۸-۰/۸۶		
۳B	۰/۷۸-۰/۸۶		
۴	۱/۶۰-۱/۷۰	۳۰	۸ بیت
۵	۲/۱۴۵-۲/۱۸۵		
۶	۲/۱۸۵-۲/۲۲۵		
۷	۲/۲۳۵-۲/۲۸۵		
۸	۲/۲۹۵-۲/۳۶۵		
۹	۲/۳۶۰-۲/۴۳۰	۹۰	۱۲ بیتی
۱۰	۸/۱۲۵-۸/۴۷۵		
۱۱	۸/۴۷۵-۸/۸۲۵		
۱۲	۸/۹۲۵-۹/۲۷۵		
۱۳	۱۰/۲۵-۱۰/۹۵		
۱۴	۱۰/۹۵-۱۱/۶۵		

روش تحقیق: در این پژوهش نقشه گستره جنگل برای هر مقطع زمانی تهیه و سپس با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی^۱ با هم مقایسه شدند.

تهیه نقشه تغییرات سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۷۳: به منظور تهیه نقشه تغییرات جنگل در محیط GIS^۲، عکس‌های هوایی با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰۰ مربوط به دو مقطع زمانی از منطقه مورد بررسی انتخاب و اسکن گردید. با توجه به این‌که این عکس‌ها دارای خط پرواز مختلف بوده و همچنین در ساعات مختلفی از روز برداشت شده بودند، از نظر وضوح و شدت روشنایی دارای تفاوت‌هایی با هم بودند. به منظور یکسان‌سازی وضوح عکس‌ها و همچنین انتخاب محل دقیق نقاط کنترل زمینی جهت تصحیح هندسی

1- Post-Classification

2- Geographic Information System (GIS)

از روش مطابقت‌سازی هیستوگرام^۱ استفاده شد. به‌منظور کدگذاری زمینی و تطابق دقیق هندسی، از نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه و انتخاب متوسط بین ۱۰ تا ۲۰ نقطه کنترل زمینی استفاده گردید. هر یک از عکس‌ها با معادله درجه اول و با ریشه میانگین مربع خطای^۲ کم‌تر از یک پیکسل زمین مرجع و با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه مورد نمونه‌گیری مجدد قرار گرفتند. پس از بهبود تباین و زمین مرجع نمودن عکس‌های هوایی، به‌منظور کاهش و حذف خطای جابجایی ناشی از پستی و بلندی^۳ قسمت‌های مرکزی عکس‌ها جهت استفاده در فتوموزاییک رقومی، برش داده شد به‌طوری‌که هم‌پوشانی طولی و عرضی عکس‌ها حذف و قسمت‌های غیرمشترک عکس‌ها لحاظ گردید. پس از تهیه فتوموزاییک رقومی، به‌منظور بررسی تغییر کاربری اراضی منطقه در سال‌های موردنظر، ابتدا نوع و تعداد کاربری‌های کلی مشخص گردید. با توجه به هدف پژوهش و مقیاس عکس سعی شد تا کاربری‌های کلی (جنگل و غیرجنگل) مورد بررسی قرار گیرند. مرز محدوده مورد مطالعه بر روی فتوموزاییک رقومی مشخص، و سپس براساس تفسیر چشمی و با در نظر گرفتن مشخصه‌ها و ویژگی‌های عکس‌های هوایی مانند تن، رنگ و بافت عکس و خصوصیات عوارض، اقدام به رقومی‌سازی و استخراج مرز کاربری‌های مورد بررسی شد. سپس مرزهای رقومی شده برای تهیه نقشه تغییرات مورد استفاده قرار گرفتند. با مشخص شدن محدوده کاربری‌ها، نقشه‌ای با ساختار رستری و با دو کلاس جنگل و غیرجنگل تهیه گردید.

تهیه نقشه گستره سال ۱۳۸۵

بررسی کیفیت و تصحیح هندسی تصاویر: تصاویر خام سنجش از دوری همیشه دارای خطاهای هندسی و رادیومتری می‌باشند. بعضی از خطاهای هندسی و یا رادیومتری در ایستگاه‌های گیرنده زمینی تصحیح می‌شوند ولی در نهایت تصاویر باید توسط کاربران از لحاظ وجود این خطاها بررسی شده و در صورت لزوم تصحیح گردند (فاطمی و رضایی، ۲۰۰۶). بررسی کیفیت داده‌های مورد استفاده از نظر وجود خطاهای رادیومتری به‌صورت تک باند و ترکیبات رنگی مختلف و با بزرگ‌نمایی

-
- 1- Histogram Matching
 - 2- Root Mean Square Error (RMSE)
 - 3- Relief Displacement

و نمایش تصاویر انجام شد. به دلیل کوهستانی بودن منطقه و قرار گرفتن آن در حاشیه تصویر و امکان وجود پدیده جابجایی ناشی از پستی و بلندی و همچنین به منظور تأکید بر صحت بالای تصحیح هندسی تصاویر از روش تصحیح ارتو^۱ استفاده گردید (رفعیان و همکاران، ۲۰۰۶). به این منظور از مدل رقومی ارتفاع منطقه با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر، اطلاعات مداری سنجنده و ۳۵ نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب در سطح منطقه، استفاده شد. عمل نمونه‌گیری مجدد با روش نزدیک‌ترین همسایه بر روی تصاویر اعمال گردید. برای اطمینان از تطابق هندسی از روی هم‌گذاری پدیده‌های خطی مانند جاده و مرز استفاده شد.

تصحیح اتمسفری تصاویر: برای کاهش یا حذف اثرات پخش و جذب اتمسفری در باندهای VNIR و افزایش دقت طبقه‌بندی کاربری‌ها (فالکووسکی و همکاران، ۲۰۰۵) تصحیح اتمسفری با روش کاست^۲ (ماهینی و ترنر، ۲۰۰۷) انجام شد. در این روش ابتدا ارزش‌های رقومی ثبت شده توسط سنجنده تبدیل به تابش طیفی گردید. سپس تابش طیفی به دست آمده به انعکاس طیفی اشیاء بر روی سطح زمین تبدیل و تصحیح اتمسفری با استفاده از تعیین مقدار تیرگی^۳ انجام گرفت.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای: در راستای استفاده از باندهای مصنوعی به دست آمده از اعمال پردازش‌های مناسب بر روی باندها در فرآیند طبقه‌بندی از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) به صورت انتخابی برای باندهای مرئی (۱ و ۲)، باندهای مادون قرمز (SWIR) و به صورت استاندارد برای کل باندها (SWIR و VNIR) استفاده گردید. همچنین، به منظور آشکارسازی و تشدید تفاوت انعکاس طیفی بین پدیده‌ها و نیز کاهش اثر توپوگرافی بر روی تابندگی طیفی آن‌ها در این منطقه، بعضی از شاخص‌های معروف گیاهی مانند CTVI، TTVI، NDVI، TVI، RVI و NDVI از طریق عمل نسبت‌گیری باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک ایجاد شدند و در فرآیند انتخاب بهترین باندها جهت طبقه‌بندی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تهیه نقشه واقعیت زمینی: به منظور تهیه نقشه واقعیت زمینی و نمونه‌های تعلیمی با توجه به طبقه‌های مورد نظر برای طبقه‌بندی (جنگل و غیرجنگل) قبل از برداشت اطلاعات زمینی، ابتدا بر روی ترکیب

1- Ortho Rectification

2- Cost

3- Haze

رنگی به دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای یک شناسایی کلی از منطقه به عمل آمد. و مناطق جنگلی و غیرجنگلی بر روی این ترکیب رنگی مشخص شد. سپس، با مراجعه به منطقه از هر طبقه ۱۰۰ نقطه توسط دستگاه GPS برداشت گردید. از آنجایی که به هنگام تفسیر عکس‌های هوایی و تهیه نقشه جنگل، اراضی جنگلی با تراکم بیش از ۱۰ درصد به عنوان جنگل تعیین شده بود (رفیعیان و همکاران، ۲۰۰۶)، انتخاب نیز در چنین مناطقی انجام شد. در روش طبقه‌بندی ANN داده‌های برداشت شده به دو قسمت آموزشی و آزمون تقسیم شدند. داده‌های آموزشی جهت آموزش شبکه و داده‌های آزمون برای ارزیابی نتایج مورد استفاده قرار گرفتند.

طبقه‌بندی و تهیه نقشه گستره جنگل: به منظور بررسی تفکیک‌پذیری طبقات در تصاویر ماهواره‌ای از معیار فاصله باتاچاریا استفاده شد. با استفاده از این شاخص ۱۰ باندها از بهترین باندهای اصلی و مصنوعی انتخاب گردید. این مجموعه باندها به همراه نقشه نمونه‌های برداشت شده (طبقات موردنظر) به عنوان ورودی برای طبقه‌بندی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند. برای داده‌های سنجش از دوری، لایه ورودی شامل ارزش طیفی باندهای طیفی و تعداد نرون‌های ورودی برابر با تعداد باندها می‌باشد. داده ورودی از میان اتصالات شبکه با روش تغذیه به جلو^۱ به لایه بعدی عبور پیدا می‌کند. الگوریتم انتشار به عقب خطای خروجی را به لایه مخفی برگشت می‌دهد. نرون‌های^۲ مخفی یک مجموعه وزنی از ورودی‌ها ایجاد می‌کنند که سپس از میان تابع تحریک سیگموئید^۳ عبور کرده و برای تولید ارزش نرون‌های خروجی استفاده می‌گردد. لایه خروجی، نتایج خروجی‌های شبکه (مانند طبقه‌های تصاویر طبقه‌بندی شده) را نشان می‌دهد. تعداد نرون‌های خروجی برابر با تعداد طبقه‌های تعیین شده در نقشه نمونه‌های تعلیمی است (کوپلیچ، ۲۰۰۶). یادگیری شبکه توسط تکرار وزن‌های تعدیل شده انجام شد (کنیلوپولوس و ویلکینسون، ۱۹۹۷). هنگامی که ساختار کلی شبکه به دست آمد (تعداد نرون‌های لایه مخفی، انتخاب مجموعه آموزشی)، برخی تنظیمات مانند نرخ یادگیری^۴، تعداد تکرار سیکل، ضریب ثابت تابع تحریک و اندازه حرکت^۵، به وسیله سعی و خطا

1- Feed-Forward

2- Nodes

3- Sigmoid activation function

4- Learning rate

5- Momentum factor

تعیین شدند. هدف مرحله آموزش ساختن مدلی برای تعریف داده‌ها و قادر ساختن ANN برای پیش‌بینی خروجی‌ها از داده‌های ورودی است (اتکینسون و تاتنال، ۱۹۹۷). به این منظور با استفاده از تصاویر ورودی و نمونه‌های برداشت شده شبکه‌های مختلفی مورد آموزش و آزمون قرار گرفتند. شبکه‌ای که دارای کم‌ترین میزان RMAE بود به‌عنوان بهترین شبکه انتخاب و جهت فرآیند طبقه‌بندی به‌کار گرفته شد.

ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی: برای ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از نقاط ارزیابی استفاده گردید و معیارهای ضریب کاپا، صحت کلی، صحت کاربر و صحت تولیدکننده جهت ارزیابی نتایج مورد استفاده قرار گرفتند. آزمون‌های مختلفی برای بررسی تأثیر هر متغیر ANN بر روی صحت طبقه‌بندی انجام شد. شبکه موردنظر تا زمانی که میانگین مربع خطا تقریباً ثابت گردید مورد آموزش و آزمون قرار گرفت. در نهایت شبکه‌ای با کم‌ترین میزان میانگین مربع خطا به‌عنوان بهترین شبکه انتخاب، و ارزیابی صحت برای آن انجام گردید.

نتایج

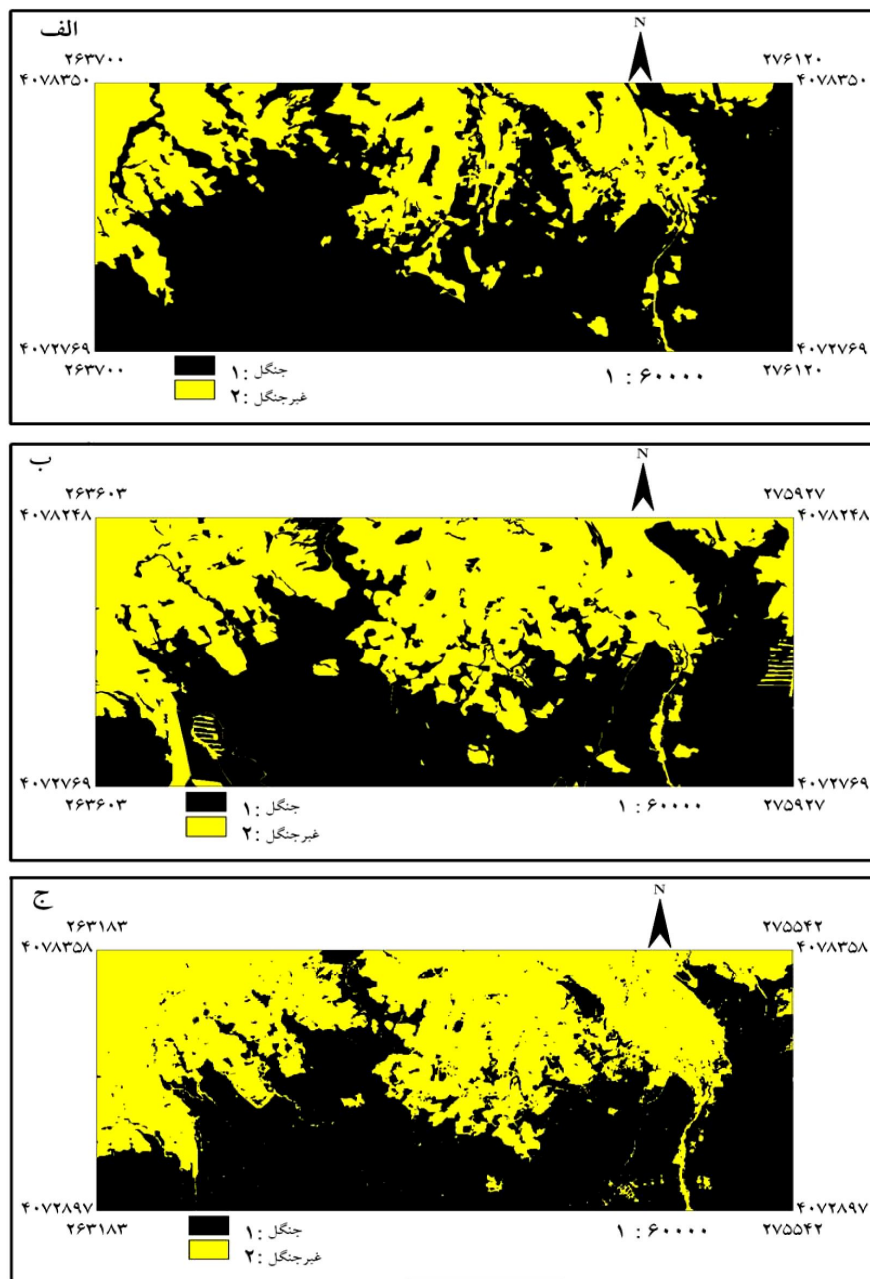
با انجام تطابق هیستوگرام‌های عکس‌های هوایی و تهیه فتوموزاییک رقومی، مشاهده شد فتوموزاییک تهیه شده دارای وضوح کافی برای استخراج مرز کاربری‌ها می‌باشد. زمین مرجع کردن تمام عکس‌ها با خطای کم‌تر از یک پیکسل (حدود ۰/۴ تا ۰/۸ پیکسل) صورت گرفت. هم‌خوانی خوب لایه‌برداری با عکس‌ها، نشان از تطابق هندسی مناسب فتوموزاییک ایجاد شده دارد. پس از تعیین محدوده مورد مطالعه و استخراج مرز کاربری‌ها از روی فتوموزاییک ایجاد شده برای هر دوره، نقشه گستره جنگل برای سال‌های ۱۳۴۵ و ۱۳۷۳ به‌دست آمد (شکل ۲- الف و ۲- ب).

نتایج بررسی کیفیت تصاویر نشان داد که داده‌های سنجنده ASTER که در سطح سیستمی مورد تصحیحات قرار گرفته بودند از نظر رادیومتری دارای کیفیت خوبی می‌باشند. انجام تطابق هندسی با استفاده از مدل رقومی ارتفاع، نقاط کنترل زمینی و اطلاعات مداری با روش اورتو انجام گرفت و میزان خطای ریشه میانگین مربعات در باندهای VNIR (با ابعاد پیکسل ۱۵ متر) در راستای محور X و Y به‌ترتیب برابر با ۰/۲۸ و ۰/۲۴ پیکسل و در باندهای SWIR (با ابعاد پیکسل ۳۰ متر) به‌ترتیب

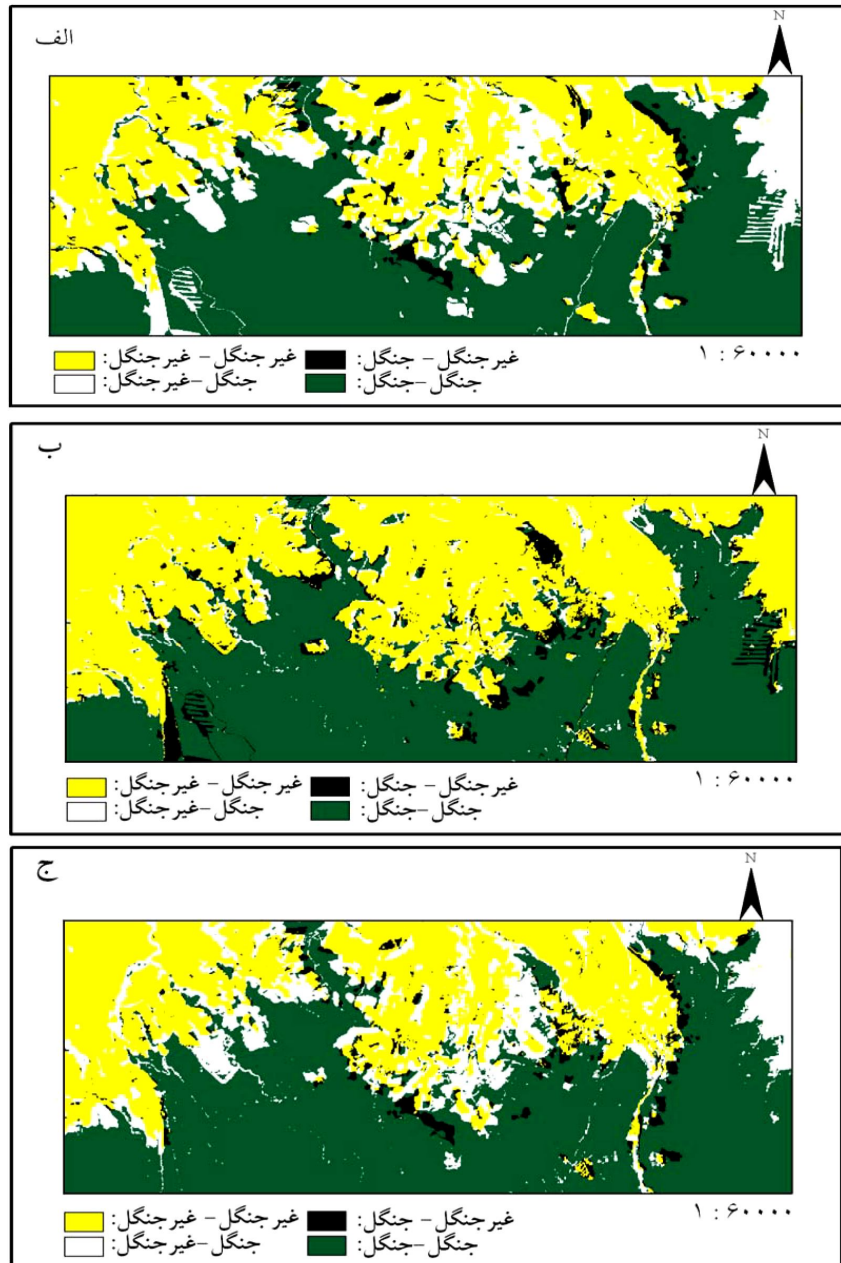
۰/۴۴ در راستای X و ۰/۳۴ در راستای Y به دست آمد. پس از قرار دادن لایه‌های جاده و مرز منطقه بر روی تصاویر تصحیح هندسی شده، نتایج نشان داد که این لایه‌ها کاملاً بر تصویر منطبق شده است، که نشان از دقت بسیار بالای تصحیح هندسی تصاویر می‌باشد. بررسی تفکیک‌پذیری طبقات موردنظر (جنگل و غیرجنگل) با استفاده از معیار فاصله باتاچاریا نشان داد که طبقات مورد بررسی از تفکیک‌پذیری بالایی برخوردار می‌باشند. همچنین باندهای VNIR1، CTVI، TTVI، NDVI، TVI، RVI، PCAVNIR1، NDVI، VNIR3 و VNIR2 به‌عنوان بهترین باندها برای طبقه‌بندی انتخاب شدند.

مدل MLP با یک الگوریتم آموزش انتشار به عقب برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده گردید. معماری شبکه با ۳ نرون در لایه مخفی، تابع تحریک سیگموئید با ضریب ثابت ۱، نرخ یادگیری ۰/۲، اندازه حرکت ۰/۵ و تعداد تکرار برابر با ۱۰۰۰، انجام شد. شبکه مورد استفاده در این پژوهش دارای ۳ لایه مخفی و ۱۰ ورودی و یک لایه خروجی (همان نقشه طبقه‌بندی شده) است. نتایج ارزیابی صحت نشان داد که نقشه به دست آمده از طبقه‌بندی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی (شکل ۲-ج) دارای دقت بالایی می‌باشد و میزان صحت کلی برابر با ۹۸/۵ درصد و ضریب کاپای معادل ۰/۹۶۷ بیانگر این امر می‌باشد (جدول ۴). مساحت کاربری جنگل و غیرجنگل و تغییرات آن‌ها در سه دوره زمانی در محیط GIS استخراج گردید به منظور محاسبه تغییرات سطح جنگل، نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی برای سال‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج میزان و نوع تغییر کاربری در طی دوره‌های زمانی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. در این محاسبات میزان تغییر کاربری‌ها به یکدیگر در نظر گرفته شده است.

جدول ۳، مساحت اولیه کاربری‌ها و میزان تغییرات سالانه کاربری را در دوره‌های زمانی مورد بررسی نشان می‌دهد. به منظور بررسی میزان تبدیل یک کاربری به کاربری دیگر و نوع تغییر کاربری، نقشه کاربری هر دوره در محیط GIS با هم تقابل داده شد (جدول ۳). نقشه به دست آمده از تقابل هر دوره نیز در شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲- الف) نقشه گستره جنگل در سال ۱۳۴۵، ب) نقشه گستره جنگل در سال ۱۳۷۳، ج) نقشه گستره جنگل در سال ۱۳۸۵.



شکل ۳- الف) نقشه تغییرات مربوط به دوره زمانی ۱۳۷۳-۱۳۴۵: ب) نقشه تغییرات مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۳، ج) نقشه تغییرات مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۷۳.

جدول ۲- میزان و نوع تغییر کاربری‌ها در طی دوره‌های زمانی مختلف به هکتار.

میزان تغییرات سطح جنگل	کاربری		دوره زمانی
	غیر جنگل به جنگل	جنگل به غیر جنگل	
-۹۵۲/۱۱	۳۴۰/۹۰	۱۲۹۳/۰۱	۱۳۴۵-۱۳۷۳
-۵۲/۴	۳۵۸/۸۸	۴۱۱/۲۸	۱۳۷۳-۱۳۸۵
-۱۰۰۴/۵	۲۴۶/۲۹	۱۲۵۰/۸۰	۱۳۴۵-۱۳۸۵

جدول ۳- میزان نرخ تغییرات سطح جنگل در سال‌ها و دوره‌های مختلف به هکتار.

سال	مساحت جنگل	مساحت غیر جنگل	دوره تغییرات	نرخ تغییرات سالانه
۱۳۴۵	۵۰۰۱/۲۶	۲۴۲۲/۹۱	۱۳۴۵-۱۳۷۳	-۳۲/۸۳
۱۳۷۳	۴۰۴۹/۱۵	۳۳۷۵/۰۲	۱۳۷۳-۱۳۸۵	-۴/۰۳
۱۳۸۵	۳۹۹۶/۷۳	۳۴۲۷/۴۴	۱۳۴۵-۱۳۸۵	-۲۴/۵

جدول ۴- نتایج ارزیابی صحت نقشه تولید شده با الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی.

صحت کاربر	واقعیت زمینی			طبقه‌های نقشه
	مجموع پیکسل‌ها در طبقه‌بندی	غیر جنگل	جنگل	
۰/۹۶۶	۷۱۴	۲۴	۶۹۰	جنگل
۰/۹۹۵	۱۲۶۷	۱۲۶۱	۶	غیر جنگل
	۱۹۸۱	۵۱۳۹	۵۸۰۲	مجموع پیکسل‌ها در واقعیت زمینی
صحت تولیدکننده	۰/۹۶۷ = ضریب کاپا	۰/۹۸	۰/۹۹	صحت کلی = ۰/۹۸۵ درصد

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تغییرات سطح جنگل در منطقه‌ای به مساحت ۷۴۲۴ هکتار و در سه مقطع زمانی (۱۳۸۵-۱۳۷۳-۱۳۴۵) با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای بررسی گردید. تعیین تغییرات سطح جنگل در این دوره‌های زمانی با روش مقایسه پس از طبقه‌بندی انجام شد. نتایج این بررسی نشان داد که سطح جنگل در منطقه مورد مطالعه در مقاطع زمانی مورد بررسی تغییرات زیادی نموده است. در سال ۱۳۴۵ سطح جنگل برابر با ۴۷۰۶/۲ هکتار بوده که در سال ۷۳ به ۳۷۴۱/۶ هکتار و در سال ۱۳۸۵ سطح جنگل به ۳۶۰۳/۸۶ هکتار کاهش یافته که به‌طور عمده به دلیل افزایش شدید رشد جمعیت و به دنبال آن توسعه وسعت مناطق روستایی، شهری، کشاورزی و مکان‌های تفریحی و

همچنین عوامل اقتصادی بوده است. به طور معمول تغییرات پوشش زمین، وابسته به توسعه مناطق شهری می‌باشد که با افزایش سریع وسعت اراضی جنگلی کم تراکم، منجر به ایجاد مناطق شهری، شهرک و روستا در اطراف شهر می‌گردد (یان و همکاران، ۲۰۰۵). اما این امر خود باعث می‌گردد که اراضی زراعی، باغی و جنگلی قابل توجهی که در بافت نامتراکم و متخلخل شهرهای جدید، قرار دارد به سرعت به فضاهای مسکونی، تجاری، اداری و تأسیسات شهری تبدیل شوند. بی‌تردید رشد جمعیت نیاز به مسکن را افزایش می‌دهد. بنابراین بخشی از توسعه شهرها اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. اما بخشی دیگر از این توسعه فیزیکی تابع سیاست و قیمت‌گذاری‌هایی است که بر اراضی کشاورزی، اراضی شهری و غیره حاکم بوده است و به طور عموم نیز به علت سوداگری زمین و بی‌قیمت بودن جنگل در مقابل اراضی شهری و کشاورزی بوده است (خطیبی، ۲۰۰۴).

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد نرخ تغییرات کاهش سطح جنگل در فاصله سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۳ بیش‌تر از نرخ تغییرات سالانه سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۵ بوده که نشان می‌دهد تغییر و تحول در دوره زمانی اول به دلیل وقوع تحولات اجتماعی و همچنین مدیریت ضعیف‌تر بر عرصه‌های منابع طبیعی شدیدتر بوده است. در سال‌های اخیر آگاهی و توجه مردم و مسئولان نسبت به حفظ منابع طبیعی بیش‌تر شده است که این امر خود می‌تواند باعث کاهش نرخ تغییرات گردد. اعمال مدیریت دقیق‌تر توسط مسئولان مرتبط بر روی این کاهش نرخ تغییرات مؤثر بوده است.

از سوی سازمان منابع طبیعی عوامل تخریب بسیاری برای جنگل‌های شمال فهرست شده‌اند که به طور عمده عبارتند از: دام و دامداری توسط جنگل‌نشینان، اجرای پاره‌ای از پروژه‌های ملی مانند شاهراه‌ها، اکتشاف و بهره‌برداری از معادن و ایجاد خطوط فشار قوی برق و عبور لوله‌های نفت و غیره، حوادث غیرمترقبه مانند سیل و زلزله و آتش‌سوزی و تبدیل بی‌رویه اراضی جنگلی به اراضی کشاورزی و زمین‌های مسکونی و تأسیساتی. کاهش سطح جنگل‌ها دارای پیامدهای فیزیکی و زیستی زیادی می‌باشد. که شامل ایجاد سیل، حرکت‌های توده‌ای خاک، انهدام گونه‌ها و جوامع جنگلی و همچنین رشد و توسعه گونه‌های مهاجم است. که خود باعث بر هم خوردن تعادل طبیعی بستر و ساختار زیستگاه‌ها و جوامع زیستی گوناگون می‌شود (خطیبی، ۲۰۰۴). کاهش مساحت جنگل‌های شمال هشدار است که باید آن را جدی گرفت. سعی و کوشش همه جنگل‌بانان و مسئولان امر می‌باید در جهت جلوگیری از کاهش سطح این جنگل‌های باارزش باشد (مروی‌مهاجر، ۲۰۰۵). بنابراین اعمال و اجرای سیاست‌های ملی - منطقه‌ای یکپارچه و برنامه‌ریزی‌های آمایش سرزمین برای

مدیریت پایدار و حفظ تنها اکوسیستم بازمانده از جنگل‌های پهن‌برگ دوران سوم زمین‌شناسی و از نادرترین آثار طبیعی ایران و جهان لازم و ضروری می‌باشد. نتایج همچنین قابلیت استفاده از داده‌های ماهواره‌ای را در تهیه نقشه جنگل تأیید می‌کند که این نتایج با بررسی‌های شتایی (۱۹۹۶)، حقیقی‌خامی (۲۰۰۴)، رفیعیان و همکاران (۲۰۰۶)، مرتضایی (۲۰۰۵)، امینی (۲۰۰۶)، یان و همکاران (۲۰۰۵) و یاکسل و همکاران (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

منابع

1. Arababah, M.A. and Alhamad, M.N. 2006. Land use/cover classification of arid and semi-arid Mediterranean landscapes using Landsat ETM. *International Journal of Remote Sensing*, 27: 2703-2718.
2. Amini, M.R. 2006. Investigation on forest extent change detection in relation to physiographic and human factors, using satellite image and GIS (case study, Armardeh forests of Baneh). M.Sc. Thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 144p. (In Persian)
3. Atkinson, P.M. and Tatnall, A.R.L. 1997. Neural networks in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 18: 699-709.
4. Cohen, W.B. and Goward, S.N. 2004. Landsat's role in ecological applications of Remote sensing *Bioscience*. 54: 535-545.
5. De Carvalho, L.M.T., Clevers, J.G.P.W., Skidmore, A.K. and De Jong, S.M. 2004. Selection of imagery data and classifiers for mapping Brazilian semi deciduous Atlantic forests. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5: 173-186.
6. Falkowski, M.J., Gessler, P.E., Morgan, P., Hudak, A. and Smith, T. 2005. Characterizing and mapping forest fire fuels using ASTER imagery and gradient modeling. *Forest Ecology and Management*, 217: 129-146.
7. FAO. 2002. www.fao.org/forestry/site/23747/en/irn, visited on 21 December.
8. Fatemi, S.B. and Rezaee, Y. 2006. Remote sensing foundations. Azadi Publisher. First Edition, 257p. (In Persian)
9. Haghghi Khomami, M. 2004. Survey of changes in low land forest stands change in west of Guilan using satellite image, M.Sc. Thesis, Guilan University, 98p. (In Persian)
10. Kanellopoulos, I. and Wilkinson, G.G. 1997. Strategies and best practice for neural network image classification. *International Journal of Remote Sensing*, 18: 711-725.
11. Khatibi, N.D. 2004. The northern ancient forests in valedictory situation. Enteshar Company Publisher. First Edition, 150p. (In Persian)

12. Kuplich, T.M. 2006. Classifying regenerating forest stages in Amazonia using remotely sensed images and a neural network. *Forest Ecology and Management*, 234: 1-9.
13. Lobo, A., Legendre, P., Rebolgar, J.L.G., Carreras, J. and Ninot, J.M. 2004. Land cover classification at a regional scale in Iberia: Separability in a multi-temporal and multi-spectral data set of satellite images. *International Journal of Remote Sensing*, 25: 1. 205-213.
14. Mahini, A.S. and Turner, B.J. 2007. A comparison of four common atmospheric correction methods. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 73: 361-368.
15. Marvie Mohajer, M.R. 2005. *Silviculture*. Tehran University Publisher. First Edition, 387p. (In Persian)
16. Mortazaee, Sh. 2005. Survey of changes and classification of land use in central part of Zanjan town by using Landsat satellite image. M.Sc. Thesis. Guilan University, 97p. (In Persian)
17. Najjarlou, S. 2005. Investigation of forest expanse change detection using aerial photos, topography maps, IRS-1D and ETM+ data, M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 89p. (In Persian)
18. Rafieyan, A., DarvishSefat, A. and Namiranyan, M. 2006. Determination of forest extent change by using ETM⁺ image, in the northern forest of Iran between 1994 to 2001 (Case study, Babol forests). *Science and Technology of Agricultural and Natural Resources Sciences*, 3: 277-285. (In Persian)
19. Shataee, Sh. 1996. Forest mapping using satellite image with digital method. M.Sc. Thesis. Tehran University, 103p. (In Persian)
20. Thessler, S., Sesnie, T.R., Bendana, Z.S., Ruokolainen, K., Tomppo, E. and Finegan, B. 2008. Using k-nn and discriminate analyses to classify rain forest types in a Landsat TM image over northern Costa Rica. *Remote Sensing of Environment*, Pp: 1-10.
21. Yuan, F., Sawaya, K.E., Loeffelholz, B. and Bauer, M.E. 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multi temporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98: 317-328.
22. Yuksel, A., Akay, A.E. and Gundogan, R. 2008. Using ASTER imagery in land use/cover classification of eastern Mediterranean landscapes according to CORINE land cover project. *Sensors*, 8: 1237-1251.
23. Zhu, G. and Blumberg, D.G. 2001. Classification using ASTER data and SVM algorithms; the case study of Beer Sheva, Israel. *Remote Sensing of Environment*, 80: 233-240.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(4), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Investigation on Forest Extent Changes Using Aerial Photos and ASTER Imagery (Case Study: Border Forests in South and Southwest of Gorgan City)

F. Ghanbari¹ and *Sh. Shataee²

¹M.Sc. Graduated of Forestry, Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources, ²Associate Prof., Dept. of Forestry,
Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 25,10,2009; Accepted: 16,1,2010

Abstract

The Hyrcanian forests have been highly exploited in recent decades by human impacts. Easy access, abundance and variety of valuable forest yields have led to population growth density, creation of new residential areas and deforestation activities. Change detection is one of the main methods of management and evaluation of natural resources. We investigated forest changes in southern surrounding of Gorgan city using satellite imagery and aerial photos for three different dates (1966-1994-2006). In order to produce forest extent maps for 1966 and 1994 years, aerial photos of mentioned years were georeferenced by topographic maps and ground control points and digital mosaic of aerial photos were done in GIS environment. Then, the forest extent map was produced by digitizing land use borders on digital photo mosaic for two dates. We used ASTER imagery to produce forest extent map in 2006. We found no radiometric noise in the imagery. Atmospheric correction of imagery was done using Cost method and geometric correction of imagery was accomplished by orthorectification method. Also synthetic bands were generated by suitable image processing methods including ratioing and principal component analyses. After selection of the best bands based on Bhattacharya distance, imagery was classified using supervised classification and neural network algorithms. For exploring of change detection, post classification comparison technique was employed. Results showed that severe changes were occurred in forest extent during the 41 years. Around 1250.8 ha of the extent of natural forests have been reduced, but 246.29 ha were just increased in this time duration. Hence, net forest extent reduction was 1004.5 hectare. Results also showed that rate of annual changes in the first time interval (1966-1994) was larger than second time interval (1994-2006).

Keywords: Change detection, Remote sensing, GIS, Aerial photo, ASTER imagery, Artificial neural network (ANN)

* Corresponding Author; Email: shataee@gau.ac.ir