

بررسی تغییرات گستره جنگل‌های زاگرس با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی، جنگل‌های آرم‌رده بانه)

محمد رشید امینی^۱، *شعبان شتایی^۲، هدایت‌ا... عضنفری^۳ و محمدهادی معیری^۴

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، آستادیار گروه جنگلداری دانشگاه کردستان، آستادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۲/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۶/۵

چکیده

این تحقیق با اهداف بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ETM+ و IRS-1C در تهیه نقشه گستره جنگل‌های زاگرس و دستیابی به میزان و موقعیت تغییرات گستره جنگل از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۸۱ به صورت مطالعه موردی در جنگل‌های آرم‌رده شهرستان بانه با مساحت ۱۹۹۶۴ هکتار صورت گرفت. نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۳۴ از روی فتوموزائیک رقومی حاصل از عکس‌های هوایی تهیه گردید. جهت تهیه نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۸۱ از تصاویر ماهواره‌ای ETM+ و IRS-1C استفاده گردید. پس از بررسی کیفیت رادیومتری و هندسی تصاویر ماهواره‌ای و تصحیح آنها، جهت استخراج بهتر اطلاعات از پردازش‌های مختلف بهبود و بارزسازی تصاویر، نسبت‌گیری‌های طیفی و ایجاد شاخص‌های گیاهی، تبدیل تسلدکپ، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی و نیز ادغام تصاویر چند طیفی سنجنده ETM+ با باند پانکروماتیک همان سنجنده و باند پانکروماتیک IRS-1C از طریق روش‌های IHS و PANSARP استفاده شد. بهترین مجموعه‌های باندی برای طبقه‌بندی ۲ و ۶ طبقه، انتخاب و به همراه تصاویر ادغام یافته یک‌بار به دو طبقه جنگل و غیرجنگل و بار دیگر به ۶ طبقه جنگل، زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله و جعبه‌ای طبقه‌بندی شدند. ارزیابی صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی‌ها با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای نشان داد که بالاترین صحت کلی مربوط به نقشه حاصل از طبقه‌بندی مجموعه ۷ باندی منتخب دو طبقه با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، و با صحت کلی ۸۱.۳ درصد و ضریب کاپای ۰.۶۴ می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی تغییرات گستره جنگل‌های منطقه با استفاده از نقشه جنگل سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۸۱ نشان داد در طی دوره مورد مطالعه ۴۸۵۳ هکتار از سطح جنگل کاسته شده و ۹۵۳ هکتار به سطح جنگل افزوده شده است.

واژه‌های کلیدی: بررسی تغییرات، نقشه گستره جنگل، ETM+، IRS_1C، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای

مقدمه

جنگل‌های غرب کشور به‌عنوان گسترده‌ترین جنگل‌های ایران دارای جایگاه ویژه‌ای در توسعه اقتصادی بوده و تضمین‌کننده بقاء و پایداری آب و خاک کشور می‌باشند. این جنگل‌ها که وسعتی افزون بر یک پنجم سطح کل کشور را دربرگرفته و جمعیتی حدود یک سوم جمعیت کل کشور را در خود جای داده‌اند، از دیرباز محل زندگی ساکنین و عشایر بوده و در نتیجه در معرض آسیب‌های فراوانی بوده‌اند. آسیب‌هایی که موجب محو جنگل در بخش‌هایی از آن و باعث سیر قهقرایسی در قسمت‌های دیگر گردیده است (فتاحی، ۱۹۹۶). در نتیجه مدیریت و برنامه‌ریزی این جنگل‌ها با مشکلات فراوانی همراه است که کمبود مطالعات و بررسی‌های لازم در این منطقه به مسئله فوق دامن می‌زند. از این‌رو، علم و آگاهی مدیران، کارشناسان و حامیان جنگل از کم و کیف تغییر و تحولات رخ داده به جهت سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکل موجود ضروری خواهد بود.

برای کشف و ارزیابی تغییرات، سنجش از دور (RS) به‌عنوان علم و فن تولید اطلاعات مکانی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به‌خاطر برخورداری از امکانات تحلیلی می‌توانند نقش اساسی داشته باشند. تصاویر رقومی ماهواره‌ای نیز به‌عنوان یکی از منابع اطلاعات مکانی نسبت به سایر منابع متداول (نظیر نقشه‌ها) دارای مزایایی از جمله پوشش فراوان، نیاز کمتر به انجام نقشه‌برداری، هزینه کمتر و همچنین به روز بودن اطلاعات می‌باشند که استفاده از آنها را برای کاربر جهت بررسی و کشف تغییرات کاربری زمین و کاربردهای زمین‌شناسی، کشاورزی و جنگل‌داری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. تحقیقات متنوعی در زمینه تهیه نقشه جنگل و بررسی تغییرات گستره جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مختلف و بررسی قابلیت آنها در جنگل‌های شمال کشور با تاج پوشش تقریباً پیوسته صورت گرفته است. شتایی (۱۹۹۶) طی تحقیقی در جنگل‌های جلگه‌ای شمال ایران جهت تهیه نقشه جنگل به کمک تصاویر

ماهواره‌ای نتیجه گرفت که تصاویر ماهواره‌ای لندست دارای قابلیت مناسب برای تهیه نقشه گستره جنگل می‌باشند. رفیعیان (۲۰۰۲) پس از ارزیابی قابلیت داده‌های ETM+ در تهیه نقشه جنگل و همچنین بررسی تغییرات گستره قسمتی از جنگل‌های شمال ایران به این نتیجه رسید که داده‌های ETM+ دارای قابلیت مناسب برای تهیه نقشه گستره جنگل بوده و همچنین حدود ۸/۲ درصد سطح اولیه جنگل‌های مورد بررسی در این تحقیق کاهش یافته بود. نجارلو (۲۰۰۵) با هدف بررسی روند تغییرات گستره جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای ETM+ و IRS-1C به‌صورت یک مطالعه موردی در جنگل‌های جنوب کردکوی از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۸۰ پرداخت و پس از تهیه نقشه مربوط به هر دوره و مقایسه آنها، میزان و موقعیت تغییرات را به‌دست آورد. نتایج این تحقیق نشان داد که داده‌های ماهواره‌ای دارای قابلیت خوبی برای تهیه نقشه گستره جنگل در جنگل‌های شمال بوده و می‌توان از آنها برای بررسی روند تغییرات این جنگل‌ها استفاده نمود.

کانبوم (۱۹۹۸) در تحقیقی به بررسی روند تغییرات جنگل‌های شرقی تایلند با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و نقشه‌های توپوگرافی پرداخته و نتیجه گرفتند تغییر کاربری جنگل به سایر کاربری‌ها باعث تخریب جنگل شده است. یوان و همکاران (۲۰۰۵) با مطالعه روند تغییرات کاربری زمین در اطراف مناطق شهری با استفاده از داده‌های TM و ETM+ و ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست آمده با استفاده از عکس‌های هوایی به این نتیجه رسیدند که بررسی تغییرات پوشش سطح زمین با استفاده از داده‌های سنجش از دور امکان‌پذیر می‌باشد.

از سویی جنگل‌های زاگرس که قسمت عمده‌ای از آن در غرب کشور واقع شده است، از اهمیت بسیار زیادی برخوردارند. این جنگل‌ها دارای ویژگی‌های متفاوتی در مقایسه با جنگل‌های شمال کشور می‌باشند. وضعیت تراکم تاج پوشش درختان و جنگل اغلب تنک و نیمه‌تنک بوده و در محدود مناطقی دارای تاج پوشش نیمه‌پیوسته

به صورت استفاده تنها از داده‌های چندطیفی و چه به صورت ادغام داده‌های چند طیفی با داده‌های پانکروماتیک می‌تواند یک تحقیق خوبی در شناخت و انتخاب داده‌های موثر و مفید باشد و در این زمینه موثر واقع شود (کلن برگر، ۱۹۹۶).

در این تحقیق تغییرات گستره جنگل در یک دوره زمانی ۴۷ ساله (از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۸۱) مورد ارزیابی قرار گرفت. از اهداف این تحقیق بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ETM+ و IRS-1C در تهیه نقشه گستره جنگل و همچنین ارزیابی و مطالعه میزان و موقعیت تغییرات سطح جنگل‌های غرب کشور به صورت مطالعه موردی در جنگل‌های منطقه آرمده شهرستان بانه می‌باشد.

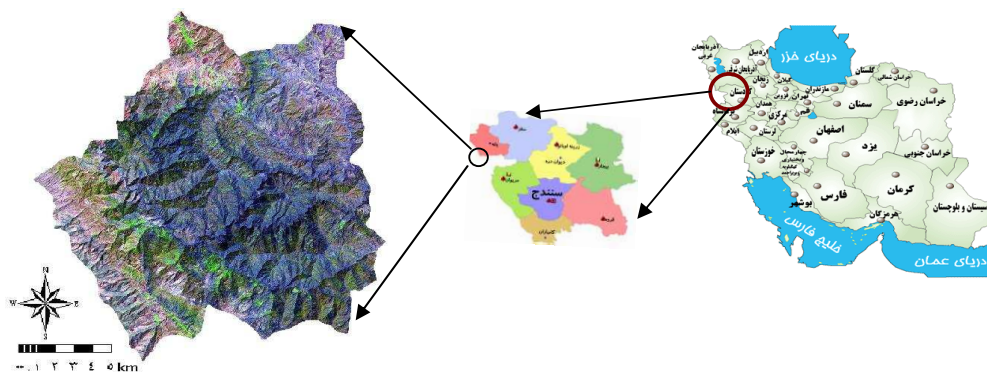
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در غرب استان کردستان و در محدوده شهرستان بانه واقع شده است. این منطقه با مساحت ۱۹۹۶۴ هکتار در محدوده ارتفاعی ۱۲۲۰ تا ۲۲۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است و به طور کلی منطقه‌ای تپه ماهور با کوه‌های اطراف می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی "۱۶°۲۴'۴۵" تا "۳°۵۴'۴۵" طول شرقی و "۴۷°۵۷'۳۵" تا "۴۴°۵۷'۳۵" عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱).

می‌باشند. با توجه به تخریب این جنگل‌ها به دلایل مختلف در دوره‌های گذشته، تهیه نقشه به هنگام و به روز و آگاهی از وضعیت گذشته و حال این جنگل‌ها می‌تواند در برنامه‌ریزی‌ها بسیار مفید واقع شود. تهیه نقشه گستره جنگل‌ها از طریق مطالعه زمینی زمان‌بر بوده و با صرف هزینه زیادی همراه است. از سویی عدم عکس‌های هوایی جدید در چنین مناطقی نیز یک نقیصه به‌شمار می‌رود. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با توجه به قابلیت آنها می‌تواند به‌عنوان گزینه جدید و قابل اتکا مطرح گردد.

تاکنون تحقیقات زیادی در بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی و تفکیک عرصه‌های جنگلی زاگرس غرب کشور و تعیین میزان و موقعیت تخریب این جنگل‌ها صورت نگرفته است. نتایج این تحقیق می‌تواند در زمینه کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه گستره جنگل در جنگل‌های غرب کشور موثر واقع شود.

بسیاری از تصاویر ماهواره‌ای همچون تصاویر سنجنده ETM+ از قدرت تفکیک طیفی خوبی برخوردار هستند و می‌تواند در شناسایی و تفکیک عرصه‌های جنگلی از سایر کاربری‌های منطقه مفید واقع شوند. از سویی تصویر پانکروماتیک این سنجنده و مهم‌تر از آن تصویر پانکروماتیک ماهواره IRS-1C دارای قدرت تفکیک مکانی مناسب برای تشخیص گستره جنگل‌ها و کاهش اختلاط طیفی این کاربری و دیگر کاربری‌ها در قسمت‌های مرزی می‌باشد. بررسی قابلیت این داده‌ها چه



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (ترکیب رنگی باندهای ۵، ۴، ۳ سنجنده ETM+).

داده‌های مورد استفاده: در این تحقیق از تصاویر سنجنده LISS III و تصویر پانکروماتیک ماهواره IRS-1C و داده‌های چندطیفی و پانکروماتیک سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ با شماره‌گذر ۱۶۸ و ردیف ۳۵ مربوط به مرداد ماه ۱۳۸۱ که توسط سازمان نقشه‌برداری کشور و با استفاده از مدل رقومی زمین تصحیح هندسی ضمن رفع خطای جابجایی ناشی از پستی و بلندی^۱ شده بودند، استفاده گردید. همچنین ۷ قطعه عکس هوایی با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ مربوط به مرداد ماه سال ۱۳۳۴ از منطقه مورد مطالعه، استفاده شد. در این تحقیق نیز از نقشه‌های توپوگرافی ۱/۵۰۰۰۰ مربوط به سال ۱۳۷۸ نیز بهره گرفته شد.

روش تحقیق

استخراج نقشه جنگل سال ۱۳۳۴ از عکس‌های هوایی: برای تهیه نقشه گستره جنگل در اولین دوره زمانی، ۷ قطعه عکس هوایی مربوط به سال ۱۳۳۴ به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ تهیه و اسکن گردید. به‌منظور یکسان‌سازی وضوح عکس‌ها در موزائیک حاصل از آنها و همچنین انتخاب محل دقیق نقاط کنترل زمینی جهت تصحیح هندسی از روش‌های بارزسازی معادل‌سازی هیستوگرام‌های تصویر استفاده گردید به‌طوری‌که از طریق بسط یا کاهش دامنه ارزش داده‌ها و بهبود تباین با استفاده از روش معادل‌سازی هیستوگرام^۲ مشخصه‌های آماری هر یک از عکس‌ها طوری تغییر داده شد که هیستوگرام آنها تقریباً مشابه بوده و دارای وضوح یکسانی باشند.

عکس‌های هوایی مورد نظر با استفاد از نقاط کنترل زمینی مناسب و به‌کار بردن معادله درجه دوم جهت تعدیل خطای زمین مرجع ناشی از پستی و بلندی منطقه، با متوسط خطای ریشه میانگین مربعات ۰/۴ پیکسل، مورد تصحیح هندسی قرار گرفتند. به‌منظور صرف‌نظر نمودن از خطای جابجایی ناشی از پستی و بلندی^۳ در حاشیه‌های

عکس، فقط قسمت‌های مرکزی عکس‌ها جهت استفاده در فتوموزائیک رقومی برش داده شد و فتوموزائیک رقومی منطقه تهیه گردید.

پس از تهیه فتوموزائیک رقومی و براساس تفسیر چشمی و با در نظر گرفتن مشخصه‌ها و ویژگی‌های عکس‌های هوایی و خصوصیات عوارض قابل نمایش بر روی آنها، محدوده‌های جنگل و غیرجنگل در داخل حوزه ترسیم و رقومی گردید و یک نقشه با ساختار رستری با دو کلاس جنگل و غیرجنگل تهیه گردید.

بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای:

پس از بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری تصاویر سنجنده ETM+ مشخص شد که این تصاویر فاقد هرگونه خطای رادیومتری از قبیل وجود پیکسل‌های دارای ارزش نامتناسب و خطاهای راه‌راه شدگی بوده و همچنین دارای تطابق هندسی مناسبی بودند که تطابق دقیق نقشه آبراه‌ها و جاده‌های استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی با این تصاویر گواه بر این موضوع بود. نیز مورد بررسی قرار گرفتند. پس از بررسی تصاویر ماهواره‌ای IRS-1C مشخص شد که باند شماره چهار سنجنده LISS III به دلیل خطا در برداشت، حذف شده و باند شماره یک نیز به دلیل داشتن خطای رادیومتری زیاد، غیرقابل تصحیح می‌باشد. در نتیجه از داده‌های چندطیفی سنجنده فوق در تحقیق حاضر استفاده نشد و فقط از باند پانکروماتیک ماهواره IRS-1C به‌دلیل قدرت تفکیک مکانی خوب (۵ متر) صرفاً به‌منظور ادغام با تصاویر سنجنده ETM+ ماهواره لندست استفاده گردید.

تصحیح هندسی تصاویر: به‌منظور تصحیح هندسی باند پانکروماتیک IRS-1C تعداد ۴۵ نقطه کنترل زمینی بر روی لایه‌های وکتوری آبراه‌ها و جاده‌های استخراج شده از نقشه توپوگرافی انتخاب و نقاط متناظر آنها بر روی تصویر ماهواره‌ای تعیین گردید و پس از به‌کارگیری روش غیرپارامتری چندجمله‌ای^۴ و حذف نقاط انتخابی نامناسب

1- Ortho rectification
۲- Histogram Stretching
3- Relief Displacement

4- Polynomial

تصحیح هندسی با تعداد ۳۷ نقطه کنترل زمینی و میزان خطای ریشه میانگین مربعات (RMSE) ۰/۴۲ پیکسل صورت گرفت. همچنین عمل نمونه‌گیری مجدد با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه^۱ به منظور جلوگیری از تغییر ارزش‌های طیفی تصاویر به کار گرفته شد.

پردازش تصاویر ماهواره‌ای: برای آشکارسازی و استخراج اطلاعات مفید از تصاویر ماهواره‌ای پردازش‌های مختلف بر روی تصاویر انجام و تصاویر مصنوعی متعددی تولید شدند. شاخص‌های مناسب پوشش گیاهی شامل AVI، SAVI، NDVI و RVI با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ تولید شدند. همچنین از نسبت‌های باند ۴ به باند ۲ و باند ۵ به باند ۲ نیز در این تحقیق استفاده شد (شتایی، ۲۰۰۲). در این تحقیق از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی به روش استاندارد نیز استفاده گردید. همچنین به منظور استفاده از اطلاعات مفید تصاویر حاصل از تبدیل تسلدکپ^۲، این تبدیل نیز بر روی داده‌های سنجنده ETM+ اعمال شد و سه مؤلفه نمناکی، روشنایی و سبزیگی تولید گردید و از بین مؤلفه‌های به دست آمده از این تبدیل دو مؤلفه روشنایی و سبزیگی به دلیل اینکه جهت تشخیص پوشش گیاهی مفید می‌باشد (یارعلی، ۱۹۹۵؛ شوانگرت، ۱۹۹۷) در مرحله انتخاب بهترین باند برای طبقه‌بندی نهایی تصاویر انتخاب شدند.

برای ایجاد تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و طیفی مناسب از روش ادغام تصاویر استفاده شد و تصاویر چندطیفی سنجنده ETM+ با تصویر پانکروماتیک همان سنجنده و همچنین با تصویر پانکروماتیک ماهواره IRS-IC ادغام شدند. برای این کار از دو روش متداول تبدیل فضای رنگ (IHS) و فن خودکار ادغام بر پایه مشخصه‌های آماری^۳ استفاده شد.

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای: جهت ارزیابی تأثیر و نقش طبقات مجزای غیرجنگل در بهبود نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر جهت تهیه نقشه جنگل و غیرجنگل،

تصاویر ماهواره‌ای در یک حالت به دو طبقه جنگل و غیرجنگل و در حالت دیگر به ۶ طبقه جنگل، زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای با توجه به پوشش و کاربری‌های زمین در منطقه، مورد طبقه‌بندی قرار گرفتند. در این تحقیق انتخاب نمونه‌های تعلیمی به روش مستقیم زمینی و با یک شبکه تصادفی ساده از نقاط با پراکنش مناسب صورت گرفت و با استفاده از GPS به محل دقیق نقاط مراجعه کرده و با توجه به طبقات موردنظر و پوشش عمده سطح زمین محدوده موردنظر برداشت گردید. بدین منظور انتخاب نمونه‌های تعلیمی در یک حالت برای دو طبقه جنگل و غیرجنگل و در حالت دیگر برای ۶ طبقه جنگل، زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای صورت گرفت. انتخاب این دو حالت صرفاً جهت بررسی اثر طبقه‌بندی طبقه‌های غیرجنگل به‌طور جداگانه و به‌صورت ادغام شده بوده است. پس از انتخاب دقیق نمونه‌های تعلیمی، نشانه‌های طیفی هر یک از طبقات فوق در باندهای اصلی و پردازش شده استخراج گردید. برای بررسی تشابه آنها و میزان تفکیک‌پذیری طبقه‌ها از روش ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری استفاده و تفکیک‌پذیری آنها با استفاده از معیارهای فاصله باتاچاریا و واگرایی تبدیل شده بررسی گردید.

با استفاده از خصوصیات آماری نشانه‌های طیفی^۴ طبقه‌های موردنظر و از طریق معیار تفکیک‌پذیری واگرایی یک مجموعه ۷ باندهای (جدول ۱) به‌عنوان مناسب‌ترین باندهای لازم برای طبقه‌بندی انتخاب گردید. استخراج علائم طیفی باندهای لازم برای طبقه‌بندی در یک حالت برای دو طبقه جنگل و غیرجنگل و در حالت دیگر برای طبقه‌بندی ۶ طبقه صورت گرفت و باندهای لازم برای هر طبقه‌بندی مشخص گردید.

برای طبقه‌بندی، تصاویر منتخب بدون عمل ادغام با استفاده از الگوریتم‌های حداقل فاصله، جعبه‌ای و حداکثر احتمال به ترتیب به ۲ طبقه جنگل و غیرجنگل و ۶ طبقه جنگل، زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق

1- Nearest Neighbor
2- Tasseled cap
3- Pan sharp

4- Spectral Signatures

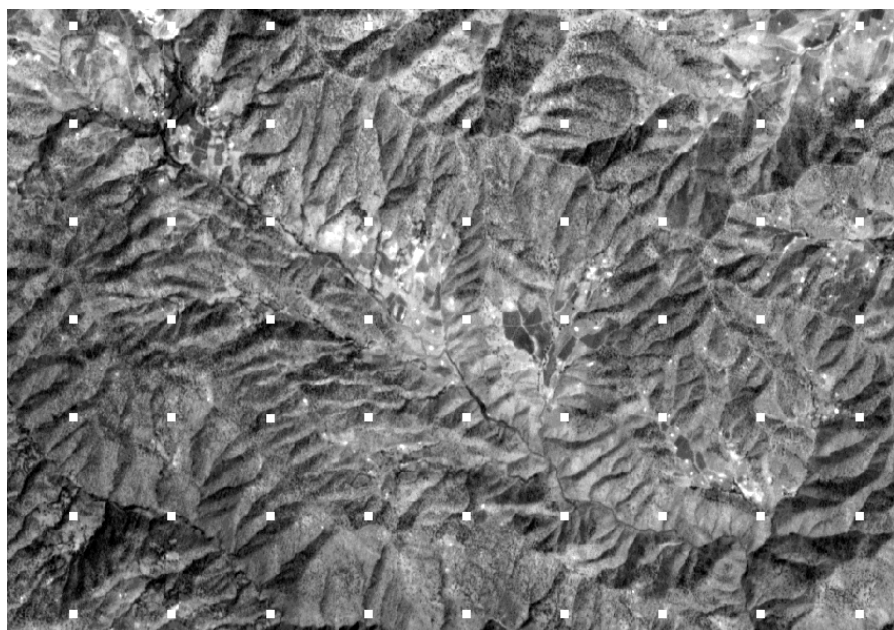
صخره‌ای طبقه‌بندی گردیدند. همچنین این طبقه‌بندی برای تصاویر حاصل از ادغام داده‌های چندطیفی ETM+ با باند پانکروماتیک هر یک از سنجنده‌های به‌کار گرفته شده نیز در یک حالت به ۲ طبقه و در حالت دیگر به ۶ طبقه با استفاده از الگوریتم‌های مذکور صورت گرفت.

تهیه نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای: در این تحقیق با استفاده از روش نمونه‌برداری تصادفی سیستماتیک، یک شبکه نمونه‌برداری به ابعاد ۵۵۰ متر طراحی و بر روی نقشه منطقه پیاده شد و با در نظر گرفتن موقعیت مکانی محل قطعات نمونه در روی زمین، نوع پوشش سطح زمین از نظر جنگل یا غیرجنگل بودن با توجه به تعاریف سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در مورد جنگل در محل قطعات نمونه ۱۰ آری تعیین گردید. در مجموع تعداد ۶۴۷ نقطه از منطقه مورد مطالعه برداشت شده و از آنها یک نقشه با ساختار رستری تهیه گردید (شکل ۲).

ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی: پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به ۲ و ۶ طبقه ذکر شده و ادغام ۵ طبقه

زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای به‌عنوان طبقه غیرجنگل با استفاده از مجموعه‌های بانندی مختلف و الگوریتم‌های متفاوت طبقه‌بندی، در مجموع ۶۶ نقشه جنگل و غیرجنگل از منطقه مورد مطالعه به‌دست آمد. تمامی نقشه‌های حاصله با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای مقایسه شده و پس از تشکیل جدول خطا، ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی براساس معیارهای صحت کلی، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده و صحت کاربر صورت گرفت (جدول ۲).

تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل: پس از طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی صحت نتایج، دقیق‌ترین نقشه جنگل و غیرجنگل سال ۱۳۸۱ در منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. نقشه مذکور با نقشه حاصل از تفسیر فتوموزاییک رقومی عکس‌های هوایی سال ۱۳۳۴ به‌عنوان نقشه جنگل و غیرجنگل آغاز دوره مورد بررسی برای تهیه نقشه تغییرات سطح جنگل در طول ۴۷ سال (۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱)، تقابل^۱ داده شدند.



شکل ۲- نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای در قسمتی از منطقه مورد مطالعه.

تهیه نقشه تخریب جنگل: جهت تهیه نقشه تخریب جنگل و مشخص نمودن موقعیت مکانی سطوح کاسته شده از جنگل در طی دوره مورد مطالعه از عمل ماسک بر روی نقشه تغییرات استفاده شد و مناطقی که در سال ۱۳۳۴ جزء جنگل و در سال ۱۳۸۱ به غیرجنگل بوده‌اند به‌عنوان یک نقشه مجزا استخراج گردید و به‌عنوان نقشه تخریب در سایر تجزیه و تحلیل‌ها (بررسی ارتباط میزان تخریب با عوامل فیزیوگرافی و انسانی) استفاده شد.

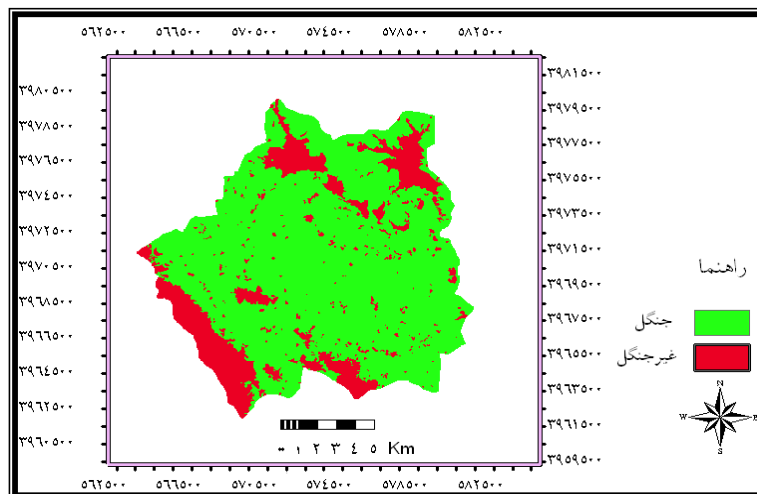
نتایج

پس از حصول اطمینان از دقت زمین مرجع بودن عکس‌های هوایی و موزاییک آنها نقشه گستره جنگل سال ۱۳۳۴ با استفاده از تفسیر بصری موزاییک عکس‌های هوایی تهیه گردید. نتایج نشان داد که مساحت جنگل و غیرجنگل در منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۳۴ به ترتیب برابر با ۱۶۳۸۸/۷ و ۳۵۵۶/۳ هکتار بوده است (شکل ۳). نتایج حاصل از ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری طبقات نشان داد که میزان تفکیک‌پذیری دو طبقه جنگل و غیرجنگل با استفاده از شاخص‌های فاصله باتاچاریا و

شاخص تبدیل شده دایور جنس تقریباً خوب به‌ترتیب ۱/۴۵ و ۱/۸۶ بوده است.

بهترین مجموعه بانندی برای طبقه‌بندی‌های دو طبقه و ۶ طبقه برای داده‌های اصلی و پردازش شده بدون عمل ادغام در جدول ۱ آورده شده است.

طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی صحت نتایج: نتایج طبقه‌بندی جنگل و غیرجنگل به‌دست آمده از مجموعه‌های ۷ بانندی منتخب و همچنین تصاویر ادغام یافته از طریق روش‌های خودکار بر پایه مشخصه‌های آماری و IHS، که با استفاده از سه الگوریتم حداقل فاصله، متوازی‌السطوح و حداکثر احتمال مورد طبقه‌بندی قرار گرفته بودند، با استفاده از نقشه واقعیت زمینی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج طبقه‌بندی تصاویر مذکور به ۶ کلاس جنگل، زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای نیز پس از ادغام طبقات غیرجنگل و ایجاد تصاویر با دو طبقه جنگل و غیرجنگل، با استفاده از نقشه واقعیت زمینی مورد ارزیابی قرار گرفتند. جدول ۲ قسمتی از نتایج ارزیابی صحت مربوط به ترکیبات بانندی را که دارای بالاترین صحت بوده‌اند، نشان می‌دهند.



شکل ۳- نقشه گستره جنگل و غیرجنگل سال ۱۳۳۴ به‌دست آمده از تفسیر فتوموزاییک رقومی.

جدول ۱- بهترین مجموعه بانندی برای طبقه بندی ۲ و ۶ طبقه.

مجموعه باندهای منتخب برای طبقه بندی ۶ طبقه	مجموعه باندهای منتخب برای طبقه بندی ۲ طبقه	باندها
ETM+ ₃	ETM+ ₁	ETM+ ₁
ETM+ ₄	ETM+ ₂	ETM+ ₂
Ratio 4/2	ETM+ ₃	ETM+ ₃
AVI	ETM+ ₄	ETM+ ₄
RVI	RVI	ETM+ ₅
Greenness	Ratio 4/2	ETM+ ₇
PCA ₁	NDVI	RVI
		AVI
		Ratio 4/2
		Ratio 5/2
		Brightness
		Greenness
		NDVI
		SAVI
		PCA ₁
		PCA ₂

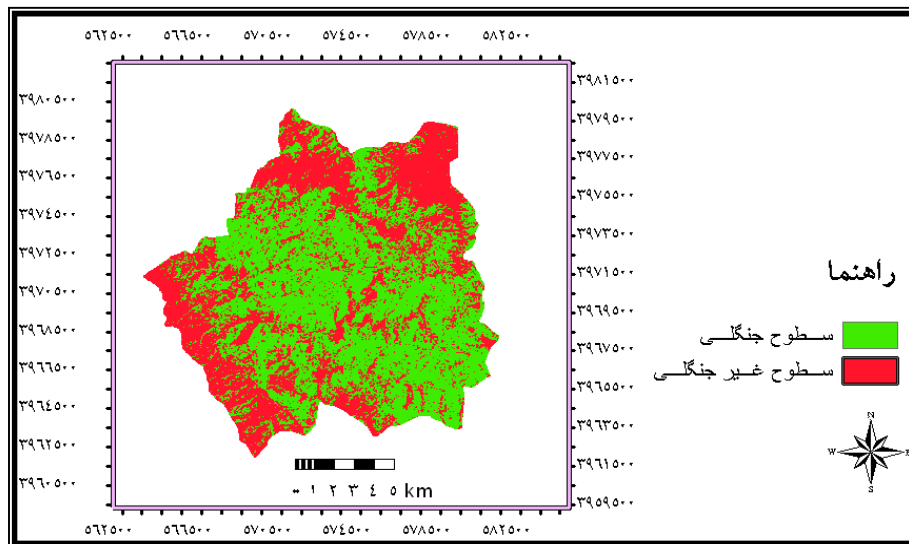
جدول ۲. نتایج ارزیابی صحت ترکیبات بانندی مورد استفاده در فرایند طبقه بندی.

صحت کاربر	صحت کاربر	صحت تولیدکننده	صحت تولیدکننده	صحت کلی	الگوریتم	نوع طبقه بندی	ترکیبات بانندی
طبقه غیر جنگل	طبقه جنگل	طبقه غیر جنگل	طبقه جنگل	ضریب کاپا			
۷۶/۳۴	۸۳/۴۵	۷۸/۹۵	۸۶/۹۵	۰/۶۴	۸۱/۳	۲ طبقه	مجموعه ۷ بانندی منتخب
۷۱/۰۶	۸۷/۴۳	۸۰/۵	۸۰/۵۴	۰/۵۹	۸۰/۵۳	۲ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-IRS
۷۰/۸۳	۸۵/۹	۷۷/۵۹	۸۱/۰۳	۰/۵۷	۷۹/۷۵	۲ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-ETM+
۶۹/۲	۸۶/۵۲	۷۹/۲۵	۷۹/۰۶	۰/۵۶	۷۹/۱۳	۶ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-ETM+
۶۷/۳۲	۷۴/۲۱	۵۶/۵۷	۸۱/۶۲	۰/۵۲	۷۸/۸۳	۲ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-IRS
۶۸/۵۴	۸۳/۹۶	۷۶/۲۱	۸۱/۸۵	۰/۴۹	۷۸/۵۲	۲ طبقه	مجموعه ۷ بانندی منتخب
۶۷/۷۲	۸۶/۷۴	۸۰/۰۸	۷۷/۳۴	۰/۵۵	۷۸/۳۶	۶ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-IRS
۶۶/۶۶	۸۶/۳۵	۷۹/۶۷	۷۶/۳۵	۰/۵۳	۷۷/۵۹	۶ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-IRS
۶۸/۸۹	۸۳/۲	۷۲/۶۱	۸۰/۵۴	۰/۵۲	۷۷/۵۹	۲ طبقه	ETM+ - PAN با ETM+ IHS ۴,۳,۲
۶۱/۳۹	۸۴/۰۱	۷۷/۱۷	۷۱/۱۸	۰/۴۶	۷۳/۴۲	۶ طبقه	ETM+ - PAN با ETM+ IHS ۲,۳,۴
۶۱/۱۸	۸۳/۹۶	۷۷/۱۸	۷۰/۹۳	۰/۴۵	۷۳/۲۶	۶ طبقه	ETM+ - PAN با ETM+ IHS ۴,۳,۲
۵۴/۹۸	۷۹/۳۶	۷۶/۴۷	۷۰/۵	۰/۳۵	۷۱/۲۱	۲ طبقه	ادغام خودکار ETM+ با PAN-IRS
۵۹/۰۲	۸۰/۲۲	۷۰/۵۴	۷۰/۹۳	۰/۴	۷۰/۷۹	۶ طبقه	ETM+ - PAN با ETM+ IHS ۴,۳,۲
۵۷/۴۷	۸۱/۱۲	۷۳/۴۴	۶۷/۷۳	۰/۳۹	۶۹/۸۶	۲ طبقه	IRS - PAN با ETM+ IHS ۵,۳,۲
۵۰/۶	۷۹/۰۵	۷۴/۲۷	۵۷/۶۴	۰/۲۹	۶۳/۸۳	۲ طبقه	مجموعه ۷ بانندی منتخب

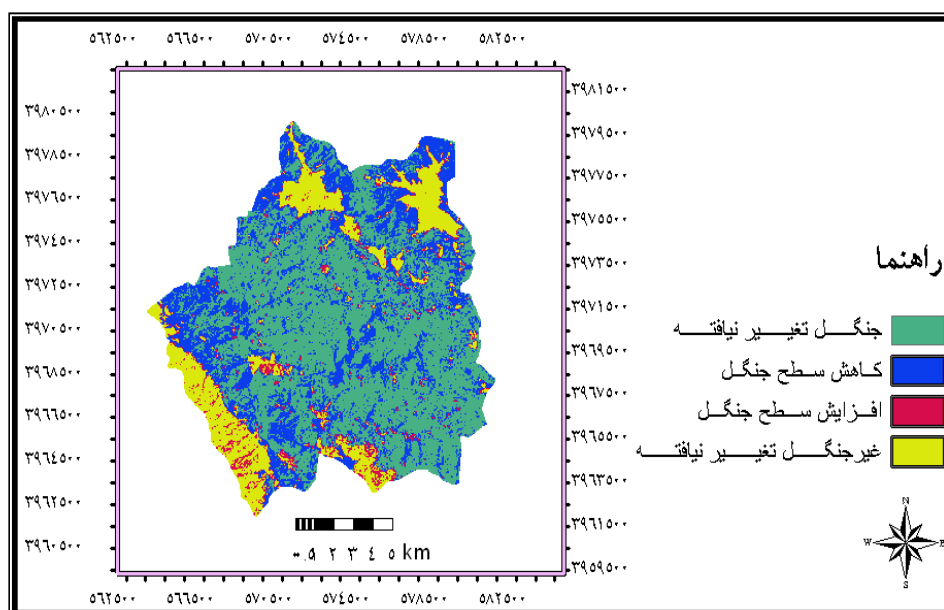
غیر جنگل سال ۱۳۸۱ در بررسی تغییرات گستره جنگل مورد استفاده واقع شد (شکل ۴).

تعیین میزان و موقعیت تغییرات: از طریق روی هم گذاری نقشه جنگل و غیر جنگل سال های ۱۳۸۱ و ۱۳۳۴ نقشه تغییرات جنگل تهیه و میزان و موقعیت تغییرات جنگل و غیر جنگل منطقه به دست آمد (شکل ۵).

نتایج ارزیابی صحت تصاویر طبقه بندی شده با استفاده از نقشه واقعیت زمینی نشان داد که بالاترین صحت مربوط به طبقه بندی مجموعه ۷ بانندی منتخب برای طبقه بندی به دو طبقه جنگل و غیر جنگل با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال می باشد که صحت کلی و ضریب کاپای نقشه حاصله به ترتیب ۸۱/۳ درصد و ۰/۶۴ به دست آمد. این نقشه به عنوان دقیق ترین نقشه جنگل و



شکل ۴- نقشه گستره جنگلی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۸۱.



شکل ۵- نقشه تغییرات حاصل از مقایسه نقشه‌های سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۴.

در مجموع در طی ۳۷ سال در منطقه مورد مطالعه ۲۹/۶ درصد سطح اولیه جنگل کاسته شده است. با توجه به میزان برآورد شده می‌توان گفت که به‌طور متوسط سالانه ۰/۸ درصد سطح اولیه جنگل در منطقه کاسته شده است.

نتایج حاصل از مقایسه دو نقشه حاصل از طبقه‌بندی مربوط به ابتدا و انتهای دوره زمانی مورد نظر نشان داد که در طی این دوره ۴۸۵۳ هکتار از سطح مناطق جنگلی منطقه کاسته شده است و به‌میزان ۹۵۳ هکتار به سطح جنگل اضافه شده است که می‌تواند بیشتر به دلیل واقع شدن در مناطق مرزی و نظامی و مین‌گذاری شده باشد.

بحث و نتیجه گیری

منطقه به دلیل سرشت نورپسندی خاص خود و مسایل تخریب و مشکلات زادآوری، دارای پوششی تنک و سبک بوده و متفاوت از جنگل‌های شمال می‌باشد (امینی، ۲۰۰۶). به این دلیل، نتایج حاصل از طبقه‌بندی و پردازش‌های مختلف تصاویر سنجنده ETM+ و RS-IC برای تهیه نقشه گستره جنگل با نتایج حاصل از طبقه‌بندی این تصاویر برای تهیه نقشه گستره جنگل در شمال کشور (شتایی، ۱۹۹۶؛ نجارلو، ۲۰۰۵؛ ماجانی، ۲۰۰۱) متفاوت می‌باشد. در نتیجه به دلیل تداخل طیفی زیاد خاک با پوشش جنگلی در منطقه و مناطق مشابه آن میزان صحت کلی و ضریب کاپای حاصله از ارزیابی طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در این گونه مناطق به نسبت کمتر از مناطق دارای جنگل‌های متراکم مانند شمال کشور است. این نتایج کاملاً با نتایج ناصری (۲۰۰۳) همخوانی دارد. پس از انتخاب بهترین مجموعه باندهای مناسب برای طبقه‌بندی‌های ۲ و ۶ طبقه مشخص شد که باندهای مربوط به طول موج سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و همچنین شاخص گیاهی RVI در هر دو ترکیب ۷ باندهای منتخب جهت طبقه‌بندی بهترین بوده‌اند. این موضوع نشان‌دهنده تفاوت قابل توجه بازتاب بین طبقات موردنظر و شناسایی بهتر پوشش گیاهی و در نتیجه اهمیت این باندها جهت تهیه نقشه گستره جنگل می‌باشد. لازم به ذکر است در بعضی از ترکیب‌های باندهای منتخب، مؤلفه سبزیگی حاصل از تبدیل تسلدکپ، اولین مؤلفه حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی تصاویر چندطیفی ETM+، شاخص‌های گیاهی AVI و NDVI نیز دیده می‌شوند. این موضوع نیز نشان‌دهنده وجود اطلاعات مفید در تصاویر مذکور برای شناسایی پوشش گیاهی و تهیه نقشه گستره جنگل می‌باشد.

نتایج ارزیابی نمونه‌های تعلیمی و تفکیک‌پذیری طبقه‌ها نشان داد که برای طبقه‌بندی تصاویر جهت تهیه نقشه گستره جنگل، تهیه نمونه‌های تعلیمی برای دو طبقه جنگل و غیرجنگل کفایت کرده و لزومی به تفکیک طبقه

غیرجنگل به طبقه‌های ریزتر نمی‌باشد. این موضوع پس از ادغام طبقه‌های زراعت، باغ، مناطق مسکونی، مرتع و مناطق صخره‌ای به طبقه غیرجنگل و طبقه‌بندی تصاویر نیز تأیید گردید، به طوری که در نهایت بالاترین صحت طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌بندی‌های صورت گرفته برای تصاویر طبقه‌بندی شده با دو طبقه جنگل و غیرجنگل بود. در مورد مقایسه الگوریتم‌های مختلف به کار برده شده، نتایج حاصل از ارزیابی صحت نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی نشان داد دقیق‌ترین نقشه جنگل و غیرجنگل مربوط به طبقه‌بندی مجموعه ۷ باندهای منتخب برای طبقه‌بندی به دو کلاس جنگل و غیرجنگل با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال بود. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال نیز در اکثر موارد دارای دقت بیشتری نسبت به طبقه‌بندی با الگوریتم‌های حداقل فاصله و متوازی‌السطوح است. این نتیجه نیز نتایج حاصل از سایر تحقیقات صورت گرفته را (یوآن و همکاران، ۲۰۰۵؛ شتایی، ۲۰۰۲) مبنی بر دقیق‌تر بودن این طبقه‌بندی‌کننده تأیید می‌نماید. البته لازم به ذکر است که نتایج طبقه‌بندی حاصل از الگوریتم متوازی‌السطوح نیز به نسبت دارای دقتی بالا و نزدیک به دقت حاصل از به‌کارگیری الگوریتم حداکثر احتمال می‌باشد. پایین آمدن دقت نتایج طبقه‌بندی در صورت استفاده از الگوریتم حداقل فاصله از دیگر نتایج تحقیق بود.

یکی از نکته‌های جالب در این تحقیق ادغام داده‌های چندطیفی سنجنده ETM+ با تصاویر پانکروماتیک این سنجنده و همچنین با تصویر پانکروماتیک سنجنده LISSIII بود که نتوانست باعث بهبود در نتایج طبقه‌بندی گردد که با نتیجه تحقیق نجارلو (۲۰۰۵) متفاوت می‌باشد.

این تحقیق نشان داد که تفکیک جنگل از غیرجنگل و در نتیجه تهیه نقشه گستره جنگل در جنگل‌های غرب کشور با استفاده از داده‌های ETM+ و IRS_1C با ایجاد تصاویر مصنوعی مناسب امکان‌پذیر می‌باشد. با توجه به

آمارى که FAO برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ تهیه کرده است، میزان تخریب سالانه سطح جنگل نسبت به سطح اولیه آن در سطح جهان ۰/۲ درصد برآورد شده است. با در نظر گرفتن این موضوع می‌توان گفت که میزان تخریب صورت گرفته در منطقه مورد مطالعه بیشتر از متوسط سطح جهانی آن می‌باشد. با در نظر گرفتن این مطلب انتظار می‌رود که اگر روند حاضر همچنان ادامه داشته باشد در آینده‌ای نه چندان دور شاهد وضعیت اسفبار جنگل‌های منطقه به‌عنوان نمونه‌ای کاملاً تخریب یافته از جنگل‌های زاگرس شمالی و یا نابودی کامل آنها خواهیم بود. در نتیجه حفظ وضعیت اکوسیستم جنگل‌های زاگرس، توجه و اهتمام هرچه بیشتر مسئولین را نسبت به اعمال تمهیداتی درخصوص کاهش وابستگی شدید مردم

منطقه به جنگل و کشت کم بازده محصولات کشاورزی در مناطق حاشیه جنگل و زیراشکوب درختان جنگلی می‌طلبد.

در این تحقیق بررسی تغییرات گستره جنگل از سال ۱۳۳۴ تا سال ۱۳۸۱ با استفاده از مقایسه نقشه‌های گستره جنگل مربوط به دو زمان صورت گرفت و به بررسی شدت تغییرات صورت گرفته در دوره‌های میانی حد فاصل سال‌های ۱۳۳۴ و ۱۳۸۱ پرداخته نشد. در نتیجه، پیشنهاد می‌گردد در بررسی‌های بعدی یک یا چند دوره زمانی دیگر در فاصله زمانی یاد شده لحاظ شود و تغییرات صورت گرفته در دوره‌های زمانی بیشتری مطالعه گردد تا وضعیت زمانی تغییرات و تخریب جنگل به‌طور دقیق‌تر مشخص گردد.

منابع

1. Amini, M. 2006, Investigation on effective parameters on deforestation in the western forests of Iran, M.Sc. Seminar, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources. 27pp.
2. Fattahi, M. 1996, Investigation on the Zagros Quercus forests and the important deforestation parameters, Iranian forest and rangelands research institute press, first edition, 63pp.
3. Kanbhum, R.T. 1998. Study on forest change detection in Eastern forest by Remote sensing Technique. National Research council of Thailand. Remote Sensing of Environment (90), pp: 154–161.
4. Kellenberger, T.W. 1996. Comparison of potential of IRS-1C, SPOT and Landsat-TM Multi spectral and panchromatic data for forest Area Classification in Northeastern Switzerland, Department of Geography, University of Zurich
5. Majani, A. 2001. Capability investigation of forest mapping using panchromatic image of IRS-1C, M.Sc Thesis, Tehran University, 100pp.
6. Najjarlou, S. 2005. Investigation on Forest Expanse Change Detection Using Aerial Photos, Topography Maps, IRS-1D and ETM+ Data, M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, 89 p.
7. Nasserli, F. 2003. Forest type mapping and estimation of forest quantities parameters using satellite data in the semi arid and arid forest zones. PhD Thesis, Tehran University,
8. Rafeian, O. 2002. Forest extends change detection in north of Iran between 1994 till 2001 using ETM+ data. M.Sc Thesis, Tehran University. 122pp.
9. Schowengerth, R.A. 1997. Remote sensing, Models and Methods for Remote sensing 2. Edition. Academic press. 515pp.
10. Shataee, SH., 1996. Possibility of digital forest/non forest mapping. M.Sc Thesis, Tehran University. 102 pp.
11. Shataee, SH. 2002. Possibility investigation on forest type mapping using satellite data, doctoral thesis, Tehran University. 155 pp.
12. Yarali D.N. 1995. Deforestation trend investigation using aerial photos from 1993 until 1995 at the Chaharmahal and Bakhtiari Province, M.sc Thesis, Tarbiat Moddares University, 52 pp.
13. Yuan, F.K.E., Sawaya, B.C., Loeffelholz, Bauer, M.E. 2005. Land covers classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multi temporal Landsat remote sensing. Remote Sensing of Environment (95), Pp: 317–328.

Changes in Zagros's forests extension using aerial photos and satellite imagery (Case study, Armerdeh forests of Baneh)

M. Rashid Amini^{1,*}, Sh. Shataee², H.O. Ghazanfari³ and M.H. Moaieri⁴

¹M.Sc. Graduated student Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Assistante Prof. Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Assistante Prof. Dept. of Forestry, Kurdistan University, Iran, ⁴Assistante Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

In order to investigate on the potential of the Landsat7 ETM+ and IRS-1C imagery for forest extent mapping and determining forest extent changes in the Zagros forests from 1955 to 2002, a case study was accomplished at the Armerdeh forests, Baneh, west of Iran. The forest extent map in 1955 was produced using a digital aerial photo mosaic. The ETM+ and IRS-1C images were used to generate the forest extent map in 2002. The images were geo referenced using GCPs and digital elevation model. Radiometric and geometric quality of images was investigated. Results of quality investigation showed that band1 and band 4 of LISSIII sensor have considerable radiometric errors so that they cannot use for this study. The Rationing transformations, vegetation indices, tasseled cap transformation, and principal components analyses were applied to the ETM+ imagery to generate arithmetic bands for classification. In addition, the panchromatic images of ETM+ and IRS-1C with multi spectral bands were merged using IHS and automatic statistical PANSHARP techniques. After selecting some pixels as training area for forest and non-forest classes, the best set of bands for classification were chosen using seperability indices. The images were classified with supervised classification to forest and non-forest classes by maximum likelihood, parallel piped and minimum distance classification algorithms. In addition, the best sets of bands were classified to six classes i.e. forest, agriculture, garden, rock and urban area. The results of classifications were assessed using a ground truth map of points gathered using GPS from a systematic sampling network. The results showed that using the best selected ETM+ bands could better classify forest and non forest areas than other images by the maximum likelihood algorithm with 81.3% overall accuracy and 0.64 Kappa coefficient. The result of forest extent change detection using forest map of 1955 and 2002 showed that 4853 ha of the forest area have been reduced and 953 ha increased in this period.

Keywords: Change detection; Forest extent mapping; ETM+; IRS-1C; Aerial photos

*- Corresponding Author, Email: shataee@yahoo.com