



دانشگاه گیلان

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هفدهم، شماره سوم، ۱۳۸۹

www.gau.ac.ir/journals

مقایسه قابلیت داده‌های لندست ۷ و IRS-P6 در تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی جنگل‌های شهرستان جوانرود)

هیوا عبدالهی^۱، *شعبان شتایی‌جویباری^۲، عادل سپهری^۳ و هوشنگ زنگنه^۴

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۲دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۳دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ^۴کارشناس‌ارشد جنگلداری، اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱/۲۵

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی قابلیت داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷ و LISS-IV ماهواره IRS-P6 در تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل در جنگل‌های شهرستان جوانرود استان کرمانشاه صورت گرفت. پس از بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری داده‌ها، تصاویر سنجنده ETM⁺ مورد تصحیح هندسی قرار گرفت. تصحیح اتمسفری به روش مدل COST انجام شد. با به‌دست آوردن رابطه خط خاک و تعیین ضرایب آن، شاخص‌های گیاهی مناسب برای کاهش اثر بازتاب خاک ایجاد شدند. واقعیت زمینی نمونه‌ای از طریق روش تصادفی سیستماتیک و با شبکه‌ای به ابعاد ۳۰۰×۳۰۰ متر و با سطح قطعات نمونه ۶۰×۶۰ مترمربعی تهیه گردید. در هر قطعه نمونه میزان تاج پوشش درختان برداشت و درصد تاج پوشش کل درختان در هر قطعه نمونه و در هر هکتار محاسبه و تعیین شد. با انتخاب ۲۵ درصد از قطعات نمونه از هر طبقه تراکم جنگل به‌عنوان نمونه تعلیمی، نشانه‌های طیفی طبقات استخراج و ترکیبات بانندی مناسب با توجه به معیار واگرایی انتخاب شدند. به‌منظور برابرسازی ابعاد پیکسل‌های سنجنده LISS-IV با سطح محاسباتی تاج پوشش و سنجنده ETM⁺، ابعاد ۶×۶ پیکسل‌های سنجنده LISS-IV در هم ادغام و میانگین ارزش‌های آن‌ها به‌عنوان

* مسئول مکاتبه: shataee@yahoo.com

ارزش نهایی پیکسل ادغام شده در نظر گرفته شد. طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت شده و با ۴ طبقه تراکمی خیلی تنک، تنک، نیمه انبوه و انبوه صورت گرفت. نقشه واقعیت زمینی با ۷۵ درصد قطعات نمونه باقی‌مانده از طبقاتی تراکم تاج پوشش تهیه و نتایج طبقه‌بندی با نقشه یادشده مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج ارزیابی صحت نشان داد که بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای به ترتیب معادل ۶۴/۵۴ درصد و ۰/۴۳ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال با استفاده از داده‌های LISS-IV بوده است. با ادغام طبقات تراکمی خیلی تنک با تنک و نیمه انبوه با انبوه و انجام مجدد طبقه‌بندی، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب معادل ۷۹ درصد و ۰/۵۸ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با استفاده از داده‌های LISS-IV به دست آمد. براساس نتایج به دست آمده، در جنگل‌های مورد بررسی به‌عنوان بخشی از جنگل‌های زاگرس، به دلیل پایین بودن مقدار تاج پوشش جنگلی، بازتاب خاک و پوشش گیاهی کف جنگل، تفکیک طبقات تراکم تاج پوشش درختان به سختی صورت می‌گیرد و این امر مانع از دستیابی به نتایج بهتر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: نقشه تراکم جنگل، ETM^+ ، LISS-IV، جنگل‌های زاگرس

مقدمه

جنگل‌های زاگرس سطح زیادی از جنگل‌های کشور را تشکیل می‌دهند. این جنگل‌ها از دیرباز در معرض آسیب‌های فراوان بوده‌اند. آسیب‌هایی که موجب محو جنگل در قسمت‌هایی از آن و باعث سیر قهقرایی در قسمت‌های دیگر شده است (جزیره‌ای و ابراهیمی، ۲۰۰۳). در نتیجه مدیریت و برنامه‌ریزی این جنگل‌ها با مشکلات فراوانی همراه است که کمبود مطالعات و بررسی‌های لازم در این منطقه به مسأله بالا دامن می‌زند. حفظ و احیاء مناطق تخریب شده، نیازمند تحقیقات همه‌جانبه و فراگیر در سطوح مختلف می‌باشد. اولین اقدام مؤثر در این زمینه، تلاش در جهت آگاهی یافتن از وضعیت موجود، نظارت بر روند تغییرات و دسترسی به آمار و اطلاعات به‌هنگام می‌باشد. تاج پوشش در جنگل اهمیت فوق‌العاده‌ای داشته، به‌صورتی که پایداری و زوال توده‌های جنگلی تابع انبوهی و ضخامت تاج پوشش است. تاج پوشش بر روی عواملی مانند نور، رطوبت، جریان‌ات هوا و ایجاد شرایط مناسب برای تشکیل هوموس تأثیر می‌گذارد. با توجه به وسعت و دامنه ارتفاعی گسترش

پوشش گیاهی منحصر به فرد زاگرس، آگاهی از وضعیت تراکم (درصد تاج پوشش) جنگل‌های زاگرس و تهیه نقشه‌های بیانگر تراکم پوشش گیاهی در این ناحیه جهت اعمال استراتژی مدیریت و کنترل (حفظ و احیاء) در این جنگل‌ها ضروری به نظر می‌رسد. استفاده از روش‌های متداول و سنتی برداشت و اندازه‌گیری زمینی کاری مشکل و وقت‌گیر و هزینه‌بر می‌باشد. در عوض فن‌آوری سنجش از دور به کمک داده‌های چندطیفی، به‌هنگام و وسیع می‌تواند به‌عنوان یک گزینه مناسب و راه‌حلی نوین در تهیه اطلاعات مکانی و توصیفی مطرح شود. البته به‌دلیل محدودیت‌ها و قابلیت‌های داده‌های ماهواره‌ای، چه از نظر طیفی و چه از نظر مکانی، لازم است قبل از به‌کارگیری این داده‌ها، بررسی‌هایی در جهت بررسی قابلیت این داده‌ها به‌منظور استخراج اطلاعات مختلف جنگل صورت پذیرد. این بررسی‌ها می‌تواند در جنبه‌های مختلف و با اهداف گوناگون انجام گیرد. پژوهش‌های زیادی به‌منظور شناسایی توان و قابلیت این داده‌ها جهت تهیه نقشه تراکم جنگل در شرایط مختلف رویشگاهی صورت گرفته است و در بیش‌تر این تحقیقات به این نکته تاکید کرده‌اند که به‌منظور تکمیل نتایج بررسی‌ها در مورد بررسی قابلیت و یا نبود قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در مطالعات زمینی، باید در مناطق مختلف و با داده‌ها و روش‌های نوین، تحقیقات مشابهی صورت پذیرد (شاه‌بابایی، ۲۰۰۴). بنابراین لازم است که ابتدا میزان قابلیت و توانایی داده‌های ماهواره‌ای در این رابطه از طریق تعیین صحت و درستی نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی مورد بررسی قرار گیرد.

سارویی (۱۹۹۹) برای بررسی امکان طبقه‌بندی جنگل‌های زاگرس به کمک داده‌های ماهواره‌ای، از داده‌های TM ماهواره لندست استفاده نموده و با روش طبقه‌بندی نظارت شده جنگل را به ۴ طبقه تراکمی، ۱-۲۵ درصد، ۲۵-۵۰ درصد، ۵۰-۷۵ درصد، ۷۵-۱۰۰ درصد براساس درصد تاج پوشش طبقه‌بندی نمود. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای به‌ترتیب ۴۵ درصد و ۰/۲۵ با ترکیب (۲،۳،۴) TM و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال و در طبقه‌بندی ۳ طبقه‌ای به‌ترتیب ۷۰ درصد و ۰/۴۵ با ترکیب (۲، NDVI، ۴) TM و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال حاصل شده است.

ساعی (۲۰۰۳) در پژوهشی تحت عنوان تهیه نقشه تراکم جنگل با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور، با استفاده از داده‌های رقومی سنجنده ETM⁺ نقشه تراکم جنگل را تهیه نمود. برای این منظور منطقه مورد مطالعه واقع در استان گیلان را از نظر تراکم به ۵ طبقه، شامل مناطق غیرجنگلی، مناطق با تراکم ۴۰-۵۰ درصد، ۷۰-۴۱ درصد، ۱۰۰-۷۱ درصد و اراضی لخت براساس درصد تاج پوشش طبقه‌بندی نمود. صحت کلی و ضریب کاپا به‌ترتیب ۸۳ درصد و ۰/۷۸ حاصل شده است.

ناصری (۲۰۰۳) برای ارزیابی داده‌های لندست ۷ در تهیه نقشه تراکم جنگل در نواحی خشک و نیمه‌خشک پارک ملی خبر کرمان از داده‌های ETM⁺ ماهواره لندست استفاده نموده و با روش طبقه‌بندی نظارت شده منطقه را به ۳ طبقه تراکمی بسیار تنک، تنک و نیمه‌انبوه تقسیم کرد. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با مجموعه ۳ باند، به ترتیب معادل ۴۷/۱۱ و ۰/۲۱ و در طبقه‌بندی ۲ طبقه‌ای، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب معادل ۶۶/۱۵ درصد و ۰/۳ مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با مجموعه ۵ باند برتر حاصل شد.

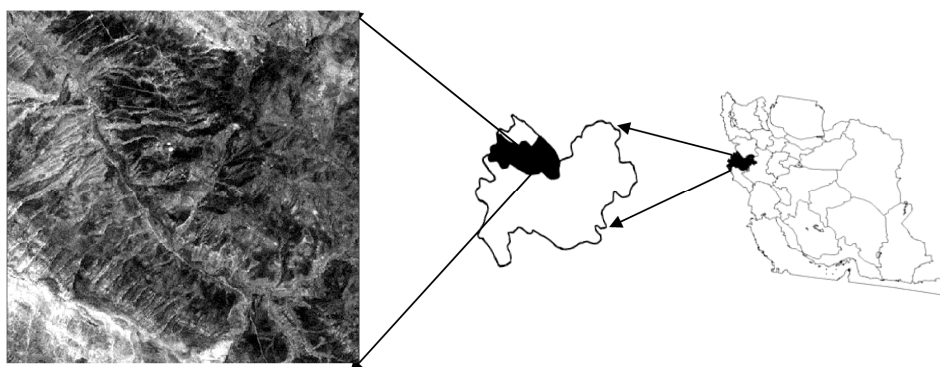
دولتی و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی قابلیت داده‌های چندطیفی ETM⁺ و IRS-LISSIII را برای تهیه نقشه تراکم در بخشی از تاغزارهای استان قم ارزیابی کرده‌اند. واقعیت زمینی برای ۴ طبقه مخروطی، تنک، نیمه‌انبوه و انبوه تهیه شده است. در طبقه‌بندی برای داده‌های IRS با همراهی داده‌های ETM⁺ صحت بیش‌تری به دست آمده است. در طبقه‌بندی با ۴ طبقه، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۶۶/۶۷ و ۰/۵۴ با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال و با مجموعه باندهای منتخب به دست آمد. با ادغام طبقات نیمه‌انبوه در طبقه انبوه و تنک طبقه‌بندی دوباره تکرار شد. در طبقه‌بندی جدید بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر با ۷۶/۰۳ و ۰/۶۲ با مجموعه باندهای منتخب و الگوریتم حداقل فاصله از میانگین به دست آمده است. شاخص‌های گیاهی SAVI، PVI و NDVI در این مطالعه استفاده شده‌اند.

پاک‌خصال (۲۰۰۶) در پژوهشی قابلیت داده‌های سنجنده LISSIII ماهواره IRS و ETM⁺ ماهواره لندست در طبقه‌بندی طبقات تراکمی ۲۵-۵۰ درصد، ۵۰-۷۵ درصد و ۷۵-۱۰۰ درصد و طبقه بایر را در جنگل‌های حوزه شفارود استان گیلان مورد بررسی قرار داد. نقشه طبقات تراکم تاج پوشش با به‌کارگیری مدل FCD تهیه شد. طبقه‌بندی تصویر با الگوریتم حداکثر احتمال و متوازی‌السطوح با استفاده از دو مجموعه داده‌های اصلی و ترکیبی در دو مرحله با ۵ و ۴ طبقه پوششی انجام گردید. در طبقه‌بندی با ۵ طبقه بیش‌ترین میزان صحت کلی در طبقه‌بندی تصویر اصلی ۵۴/۸ درصد و شاخص کاپا ۰/۳۲ به دست آمد. سپس طبقات دارای بیش‌ترین تداخل طیفی (طبقه ۷۵-۵۰ درصد و ۷۵-۱۰۰ درصد) در هم ادغام شد. در طبقه‌بندی جدید بیش‌ترین میزان صحت کلی و شاخص کاپا در طبقه‌بندی با تصویر اصلی و به ترتیب ۷۲ درصد و ۰/۵۱ به دست آمد. در مدل FCD نیز دقت کلی ۷۲/۲۱ درصد و ضریب کاپا ۰/۶۱ به دست آمد.

از آنجایی که داده‌های سنجنده LISS-IV دارای قدرت تفکیک طیفی در محدوده سبز تا مادون قرمز میانی اول و با قدرت تفکیک زمینی حدود ۵ متر می‌باشد و در کشور در مورد تراکم تاج پوشش تاکنون مورد تحقیق قرار نگرفته است بنابراین هدف اصلی در این پژوهش قابلیت تصاویر سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷ و سنجنده LISS-IV از ماهواره IRS-P6 در طبقه‌بندی طبقه‌های تراکمی جنگل و مقایسه آن‌ها، تعیین میزان صحت نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی داده‌ها در مقایسه با داده‌های زمینی در زمینه تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: پژوهش حاضر در بخشی از جنگل‌های زاگرس واقع در شهرستان جوانرود استان کرمانشاه در وسعتی حدود ۲۰۰۰ هکتار در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۴۸ دقیقه انجام شده است. ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه از ۱۲۰۰ تا ۱۵۷۵ متر متغیر است (شکل ۱). این منطقه کوهستانی بوده و بر حسب طبقه‌بندی دمارتن دارای اقلیم نیمه‌مرطوب سرد می‌باشد. پوشش جنگلی منطقه را به‌طور غالب جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط تشکیل می‌دهد. از گونه‌های همراه بنه (*Pistacia atlantica*)، کیکم (*Acer monspessulanum*)، آلبالوی وحشی (*Cerasus brachypetala Boiss*)، زالزالک (*Crataegus SP.*)، گلابی وحشی (*Pyrus communis L.*)، بادام (*Amygdalus SP.*) را می‌توان نام برد (جزیره‌ای و ابراهیمی، ۲۰۰۳).



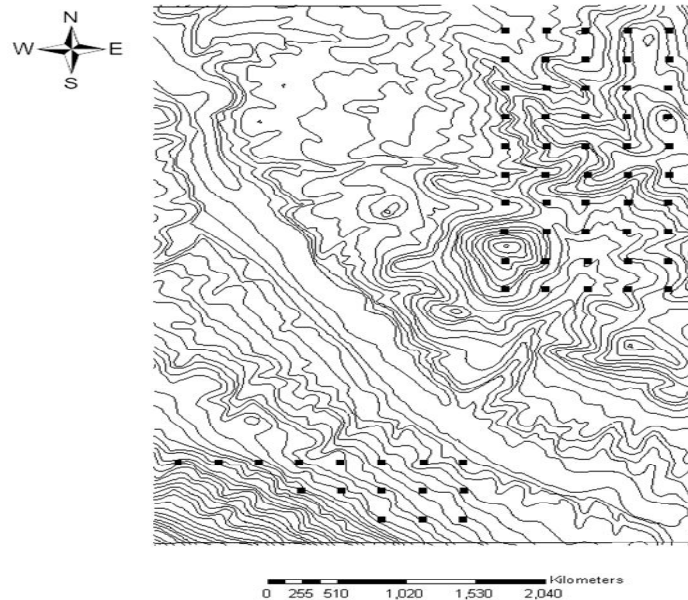
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان کرمانشاه.

داده‌های تحقیق: در این پژوهش پنجره کوچکی از داده‌های رقومی سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ مربوط به تاریخ ۱۶ خردادماه ۱۳۸۱ و پنجره‌ای از سنجنده LISS-IV ماهواره IRS-P6 مربوط به تاریخ ۲۲ مردادماه ۱۳۸۵ می‌باشد. این داده‌ها در سطح سیستمی مورد تصحیح قرار گرفته بودند. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه تحت حفاظت اداره کل منابع طبیعی استان کرمانشاه می‌باشد بنابراین با توجه به اختلاف زمانی دو داده با نظر کارشناسان منابع طبیعی دچار تغییر نشده است و با توجه به میزان رویش پایین جنگل‌های زاگرس میزان تغییر در این زمان قابل توجه نخواهد بود.

همچنین از نقشه توپوگرافی منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به صورت رقومی و کاغذی برای تعیین نقاط کنترل زمینی جهت تطابق هندسی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده قرار گرفت.

در این پژوهش از نرم‌افزارهای Arc GIS 9.1 و PCI Geomatica, Jdrisi, ILWIS به ترتیب برای پردازش تصاویر، انتخاب مناسب‌ترین باندها، طبقه‌بندی داده‌ها و تولید نقشه خروجی حاصل از طبقه‌بندی استفاده گردید.

تهیه نقشه واقعیت زمینی: نقشه واقعیت زمینی را می‌توان به صورت صد درصد یا نمونه‌ای جهت بررسی صحت نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های ماهواره‌ای تهیه نمود (شتایی، ۲۰۰۳). در این پژوهش جمع‌آوری اطلاعات زمینی به صورت نمونه‌ای صورت گرفت. با توجه به مساحت منطقه مورد مطالعه، مساحت قطعه نمونه (۰/۳۶) هکتار، شبکه‌ای با ابعاد ۳۰۰×۳۰۰ متر طراحی و پیاده گردید. انتخاب سطح قطعه نمونه ۰/۳۶ هکتاری با توجه به ابعاد ۲×۲ پیکسل تصاویر ETM^+ صورت گرفته است. با توجه به صعب‌العبور بودن بعضی از مناطق، تعداد ۶۶ قطعه نمونه در منطقه مورد مطالعه برداشت گردید (شکل ۲). میزان تاج پوشش تک‌تک درختان از طریق اندازه‌گیری قطر تاج در دو جهت در هر قطعه نمونه برداشت و موقعیت مکانی مرکز پلات‌ها با استفاده از دستگاه GPS ثبت شد. درصد تاج پوشش قطعات نمونه از طریق محاسبه مجموع تاج پوشش درختان و در نظر گرفتن مساحت قطعه نمونه محاسبه، و با توجه به تعریف سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور در ۴ طبقه تراکمی خیلی تنک (۵ تا ۹ درصد)، تنک (۱۰ تا ۲۵ درصد)، نیمه انبوه (۲۶ تا ۵۰ درصد) و انبوه (۵۱ تا ۷۵ درصد) طبقه‌بندی گردید. پس از انجام کارهای میدانی، براساس اطلاعات به‌دست آمده و با بهره‌گیری از توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱ نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای با ۴ طبقه تراکمی تهیه شد.



شکل ۲- نقشه پراکنش قطعات نمونه واقعیت زمینی.

تصحیح هندسی و اتمسفری داده‌ها: به‌رغم این‌که داده‌های ماهواره‌ای قبل از ارایه به کاربران در سطوح مختلفی از نظر هندسی و رادیومتری مورد تصحیح قرار می‌گیرند، امکان باقی ماندن بعضی از خطاهای اولیه و یا ایجاد خطاهای جدید ناشی از فرآیند تصحیحات اولیه هنوز وجود دارد. از این‌رو ضروری است که قبل از هر گونه تجزیه و تحلیل مورد بازبینی قرار گیرند (محمدی، ۲۰۰۸). کیفیت داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش، قبل از به‌کارگیری در تجزیه و تحلیل‌های رقومی، از نظر وجود خطاهای رادیومتری مانند خطاهای راه‌راه‌شدگی، زیر هم قرار نگرفتن دسته‌های خطوط اسکن و پیکسل‌های تکراری از طریق بزرگ‌نمایی تصویر و بررسی هیستوگرام آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت. زمین مرجع‌سازی تصاویر با استفاده از روش نقاط کنترل زمینی و نقاط برداشت شده از طریق GPS صورت گرفت. در این پژوهش تصاویر سنجنده ETM^+ مورد تصحیح هندسی قرار گرفت. به‌منظور اطمینان از میزان تطابق تصاویر، از لایه‌برداری جاده‌ها و همچنین نقاط برداشت شده به‌وسیله GPS^۱ از طریق روی‌هم‌اندازی آن‌ها بر روی تصاویر استفاده شد.

1- Global Positioning System

تصحیحات اتمسفری در کارهای دقیق به‌خصوص در مواردی که به مقادیر واقعی انرژی‌های ساطع شده از اشیاء نیاز است، لازم و ضروری می‌باشد. تصحیحات اتمسفری به روش‌های مختلفی می‌تواند صورت گیرد. در بسیاری از این روش‌ها، انجام تصحیحات نیازمند فراهم نمودن اطلاعات دقیق پارامترهای مداری ماهواره، وضعیت خورشید و مشخصه‌های آب و هوایی منطقه در زمان برداشت تصویر می‌باشد. ولی به‌دلیل در دسترس نبودن بعضی از مشخصه‌های مورد نیاز در بسیاری از تحقیقات از این روش‌ها استفاده نشده و از روش‌های کلی با تصحیح نسبی و کاهش اثر اتمسفری استفاده می‌شود. در این پژوهش نیز به‌منظور تصحیح اتمسفری از روش COST استفاده شد. این روش توسط چاوز (۱۹۹۶) توسعه‌یافته و سعی در تصحیح نسبی و کاهش اثر اتمسفری دارد (محمدی، ۲۰۰۸).

تصحیح اتمسفری با استفاده از داده‌های سربراره^۱ تصاویر در محیط نرم‌افزار Idrisi انجام گرفت.

برابرسازی ابعاد پیکسل‌های سنجنده LISS-IV با ETM⁺: با توجه به نتایج اولیه طبقه‌بندی ۴ طبقه تراکم تاج پوشش جنگل در این پژوهش داده‌های سنجنده LISS-IV و کسب مقدار صحت کلی حدود ۵۳ درصد، و با توجه به این‌که محاسبه تراکم تاج پوشش جنگل در واحد سطح قابل محاسبه برای تراکم تاج پوشش و با توجه به این‌که در داده‌های با قدرت تفکیک مکانی بالا و تقریباً بالا مانند IKONOS، QuickBird و LISS-IV اندازه ابعاد پیکسل در حد تاج یک درخت می‌باشد، در نتیجه بازتاب آن مربوط به آن سطح کوچک خواهد بود، بنابراین نیاز است که میانگینی از بازتاب‌های سطح موردنظر با عنوان تراکم برای این سطح در نظر گرفته شود. با توجه به ابعاد سنجنده ETM⁺ (۳۰×۳۰ متر) و قابل قبول بودن این سطح برای محاسبه تراکم توده‌ها، حداقل سطح را ۳۰×۳۰ متر در نظر گرفته شد. به این منظور با عمل ادغام ۶×۶ پیکسل تصویر LISS-IV که معادل با ۳۰×۳۰ متر خواهد بود برابرسازی ابعاد پیکسل‌های دو تصویر برای محاسبه تراکم تاج پوشش و مقایسه قابلیت آن‌ها انجام شد.

پردازش داده‌های ماهواره‌ای: در این پژوهش به‌منظور استفاده از قابلیت‌های پردازش‌های مختلف تصاویر به همراه داده‌های اصلی در فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌ها و طبقه‌بندی تصاویر، از پردازش‌های مختلف مانند عملیات حسابی روی باندها^۲ (محمدی، ۲۰۰۸؛ ناصری، ۲۰۰۳)، تجزیه مؤلفه‌های اصلی^۳ بر روی داده‌های هر دو سنجنده (ژو و پو، ۲۰۰۳)، تبدیل تسلدکپ^۴ (جلناک، ۲۰۰۱؛ شتابی، ۲۰۰۳) و

- 1- Header File
- 2- Band Arithmetic
- 3- Principal Component Analysis
- 4- Tasseled Cap Transformation

ادغام تصاویر^۱ به روش IHS و نیمه اتوماتیک Pansharp (محمدی، ۲۰۰۸) بر روی باندهای اصلی داده‌های ETM⁺ استفاده شده است. با توجه به این که این پژوهش در منطقه زاگرس انجام گرفته، از شاخص‌های گیاهی متداول که بازتاب خاک را کاهش می‌دهند استفاده شده است. برای این منظور، رابطه خط خاک بین باندهای قرمز و مادون قرمز از طریق انتخاب منطقه‌ای معلوم که دارای خاک با پوشش گیاهی صفر می‌باشد و استخراج ارزش‌های طیفی آن‌ها ایجاد گردید. از این روابط، ضرایب خط خاک^۲ (شیب و مقدار ثابت) جهت ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب برای کاهش اثر خاک و بازتاب زمینه مانند PVI، TSAVI، MSAVI و WDVI برای تصاویر سنجنده ETM⁺ و LISS-IV به‌طور جداگانه استخراج شد (ناصری، ۲۰۰۳).

طبقه‌بندی تصاویر و برآورد صحت: جهت تفکیک طبقات تراکمی از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردید. ابتدا نمونه‌های تعلیمی برای ۴ طبقه موردنظر با استفاده از ۲۵ درصد قطعات نمونه از هر طبقه انتخاب شدند. با استفاده از نشانه‌های طیفی^۳ استخراجی طبقات موردنظر از نمونه‌های تعلیمی و معیارهای تفکیک‌پذیری و اگرایی^۴ و باتاچاریا^۵، مناسب‌ترین مجموعه‌های باندی برای طبقه‌بندی انتخاب گردیدند. طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله و جعبه‌ای صورت گرفت. پس از اتمام طبقه‌بندی، به‌منظور بهبود نتایج به‌دست آمده از فیلترنما^۶ با ابعاد ۷×۷ استفاده شد. نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی داده‌ها با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای (۷۵ درصد قطعات نمونه باقی‌مانده) مورد ارزیابی صحت واقع شدند و جدول خطا^۷ برای ارزیابی مقادیر خطا تشکیل گردید.

با توجه به نتایج تفکیک‌پذیری طبقات و همچنین نتایج حاصل از طبقه‌بندی تراکمی ۴ طبقه و به‌منظور بررسی نتایج طبقه‌بندی با دو طبقه کلی، طبقات خیلی تنک و تنک در هم ادغام، و به‌عنوان طبقه خیلی تنک تا تنک در نظر گرفته شدند و طبقات نیمه انبوه و انبوه نیز در هم ادغام، و به‌عنوان طبقه نیمه‌انبوه تا انبوه در نظر گرفته شدند. در نتیجه نقشه واقعیت زمینی به‌دست آمده از این ادغام به‌صورت ۲ طبقه خیلی تنک تا تنک با میزان تاج پوشش ۵ تا ۲۵ درصد و نیمه‌انبوه تا انبوه با میزان تاج پوشش ۲۶ تا

- 1- Fusion
- 2- Soil Line
- 3- Spectral Signature
- 4- Divergence
- 5- Bhattacharya
- 6- Mode Filter
- 7- Error Matrix

۷۵ درصد ایجاد شد. نمونه‌های تعلیمی براساس این هدف دوباره تهیه و عمل انتخاب بهترین باندها و در نهایت طبقه‌بندی، بار دیگر تکرار و نتایج به‌دست آمده ارزیابی صحت شدند.

نتایج

داده‌های ماهواره‌ای از نظر وجود خطاهای رادیومتری و هندسی مورد بازبینی قرار گرفتند. نتایج بررسی کیفیت داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده هیچ‌گونه خطای رادیومتری را نشان نداد، اما خطای هندسی در داده‌های سنجنده ETM^+ مشاهده شد. انجام تطابق هندسی تصاویر با مقدار خطای میانگین ریشه مربعات^۱، در جهت محور طول‌ها معادل $۰/۴۶$ پیکسل و در جهت محور عرض‌ها معادل $۰/۴۸$ پیکسل به‌دست آمد. انطباق کامل خطوط رقومی شده جاده‌ها و همچنین نقاط برداشت شده به‌وسیله GPS با محل آن‌ها در تصاویر، بیان‌کننده صحت تطابق هندسی صورت گرفته است. نتایج طبقه‌بندی نشان داد که طبقه‌بندی با مجموعه باندهای منتخب در مقایسه با مجموعه باندهای اصلی و ادغام شده به روش Pansharp و IHS دارای بهترین نتیجه بود. جدول ۱ بهترین نتایج طبقه‌بندی همراه با ترکیبات منتخب باندهای مورد استفاده در فرآیند طبقه‌بندی، مقدار صحت کلی و ضریب کاپای حاصل از طبقه‌بندی برای تصاویر سنجنده ETM^+ و LISS-IV را نشان می‌دهد. نقشه حاصل از انجام طبقه‌بندی با ۴ کلاسه تراکمی برای داده‌های ETM^+ و LISS-IV در شکل ۳ آمده است.

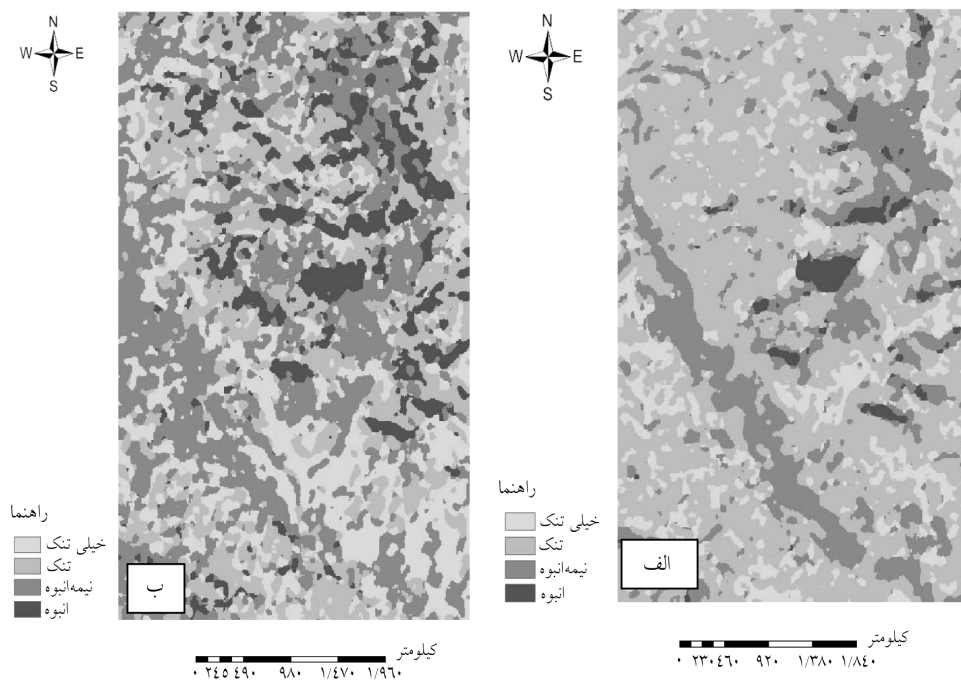
جدول ۱- نتایج طبقه‌بندی با ترکیب‌های باندهای منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال برای ۴ طبقه تراکمی.

نوع سنجنده	مجموعه باندهای منتخب برای طبقه‌بندی ۴ طبقه	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
ETM^+	ETM3, Greenness, PCAI (1,2,3), MSAVI2, NDVI, RVI, AVI	۵۳/۶۸	۰/۲۱
LISS-IV	IRS1, IRS2, PCAI (1,2,3), MSAVI1, PVI, TVI	۶۴/۵۴	۰/۴۳

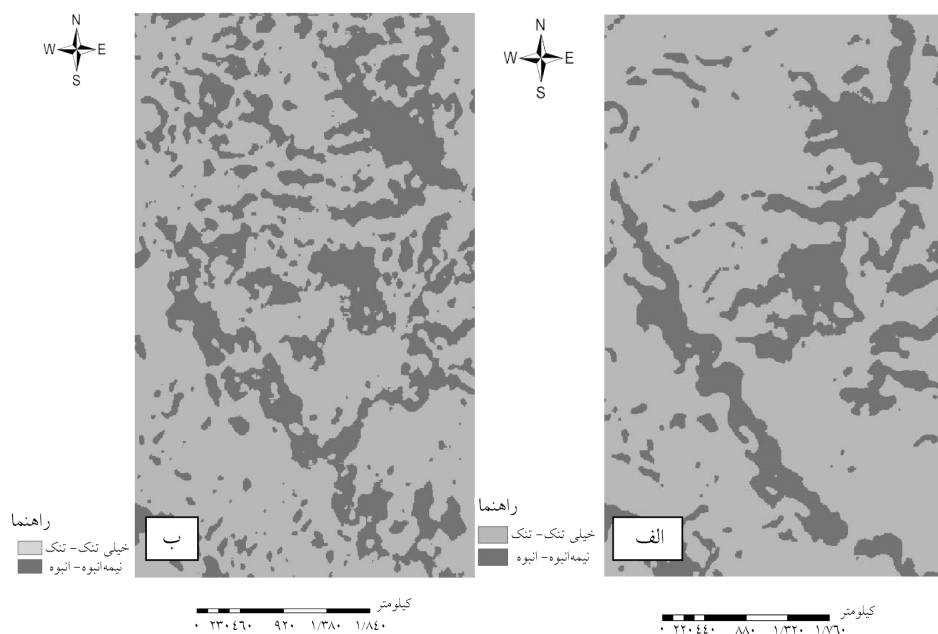
بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای به‌ترتیب معادل $۶۴/۵۴$ درصد و $۰/۴۳$ با ترکیب ۶ باندهای منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال با استفاده از داده‌های برابرسازی شده LISS-IV حاصل گردید. با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی تفکیک‌پذیری طبقات که با استفاده

1- RMSE (Root Mean Square Error)

از خصوصیات طیفی نمونه‌های تعلیمی، و با بررسی تفکیک‌پذیری طبقات تراکمی در باندهای مختلف با استفاده از روش‌های آماری واگرایی و فاصله باتاچاریا مورد بررسی قرار گرفت، مشخص گردید که تداخل طیفی طبقات در مجموع زیاد بوده، و این امر باعث نبود تفکیک صحیح آن‌ها شده است. با توجه به این‌که طبقات تراکمی ۱ و ۴ سطح کمی از منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گرفتند، بنابراین طبقات تراکمی ۱ و ۲ واقعیت زمینی با هم و طبقات تراکمی ۳ و ۴ واقعیت زمینی نیز با هم ادغام شدند. با ادغام طبقات تراکمی، طبقه‌بندی دوباره تکرار شد. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۲ طبقه‌ای به ترتیب معادل ۷۹ درصد و ۰/۵۸ با ترکیب ۶ باندهای منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با استفاده از داده‌های برابرسازی شده LISS-IV حاصل گردید (جدول ۲). شکل ۴ نقشه به دست آمده از انجام طبقه‌بندی با ۲ طبقه تراکمی برای داده‌های ETM⁺ و LISS-IV را نشان می‌دهد.



شکل ۳- نقشه طبقه‌بندی شده تراکم جنگل با ۴ طبقه تراکمی با استفاده از تصاویر LISS-IV (الف) و ETM⁺ (ب).



شکل ۴- نقشه طبقه‌بندی شده تراکم جنگل با ۲ طبقه تراکمی با استفاده از تصاویر LISS-IV (الف) و ETM⁺ (ب).

جدول ۲- نتایج طبقه‌بندی با ترکیب‌های باندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین برای ۲ طبقه تراکمی.

نوع سنجنده	مجموعه باندهای منتخب برای طبقه‌بندی ۲ طبقه‌ای	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
ETM ⁺	ETM2, ETM3, PCAI (1,2,3), PVI, CTVI, NRVI, AVI	۶۷/۵۷	۰/۳۵
LISS-IV	IRS2, PCAI (1,2,3), NRVI, PVI, DVI, AVI	۷۹	۰/۵۸

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به هزینه‌بر بودن و صرف زمان زیاد در تهیه نقشه تراکم جنگل از طریق کار زمینی و از سوی دیگر مطرح شدن تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان منابع جدید کسب اطلاعات از زمین، بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای و امکان تهیه نقشه‌های به‌هنگام تراکم جنگل ضروری می‌باشد. برای انجام این گونه پژوهش‌ها تهیه نقشه واقعیت زمینی دقیق و تطابق هندسی داده‌ها، به‌طوری‌که قابلیت مقایسه

پیکسل به پیکسل با نقشه واقعیت زمینی را پیدا کنند، لازم است. وجود خطای هندسی در تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در این پژوهش، بر لزوم بررسی تطابق هندسی تصاویر ماهواره‌ای قبل از به‌کار بردن آن‌ها در تجزیه و تحلیل‌ها تأکید می‌کند (درویش‌صفت، ۱۹۹۷؛ ایتن و همکاران، ۱۹۹۳).

انطباق خوب لایه‌برداری جاده‌های استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۵۰۰۰۰ و نقاط برداشت شده به‌وسیله دستگاه GPS با مسیرها و نقاط متناظر در روی تصویر تصحیح شده، صحت هندسی تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را تأیید نمود.

در این پژوهش پس از تصحیح اتمسفری به روش COST، تصاویر به‌دست آمده وضوح بیشتری یافتند. این نتیجه نشان داد که تصحیح اتمسفری در بررسی‌های سنجش از دور و استخراج اطلاعات لازم و ضروری است (ماتر، ۲۰۰۴).

تشابه بازتاب طیفی خاک و پوشش جنگلی به‌ویژه در جنگل‌های زاگرس که جنگل‌ها پراکنده بوده و بازتاب زمینه زیاد است، باعث می‌شود که نمونه‌های تعلیمی طیفی طبقات، به‌میزان زیادی هم‌پوشانی داشته و در نتیجه به غلط طبقه‌بندی شوند. بنابراین به‌رغم آن که نمونه‌های تعلیمی براساس کار میدانی به‌خصوص در توده‌های جنگلی با تراکم‌های مختلف انتخاب شدند، ولی باز هم مشاهده گردید که تعداد زیادی از پیکسل‌ها در طبقه غیرجنگل به‌عنوان طبقه جنگل، طبقه‌بندی گردیده‌اند و برعکس. همین امر باعث شده تا صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی بالا نباشد.

نتایج انتخاب مناسب‌ترین باندها نشان دادند که شاخص‌های گیاهی PVI، AVI، TSAVI، MSAVI، NRVI و RVI در بیش‌تر ترکیبات باندهای منتخب جهت استفاده در طبقه‌بندی انتخاب شده‌اند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت کاربرد این شاخص‌ها در شناسایی بهتر مشخصه‌های پوشش گیاهی از جمله در تهیه نقشه تراکم جنگل می‌باشد. حضور شاخص‌های گیاهی در نظر گرفته شده برای کاهش اثر خاک، در مجموعه باندهای برتر در وضعیت‌های مختلف طبقه‌بندی، بیان‌کننده لزوم استفاده از چنین شاخص‌هایی در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. تحقیقات انجام شده در سایر مناطق نیز تأییدکننده این موضوع است (ناصری، ۲۰۰۳؛ احمدی‌ثانی، ۲۰۰۵؛ دولتی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کاندوال، ۲۰۰۵). اولین مؤلفه حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی تصاویر چندطیفی ETM⁺ و LISS-IV نیز در بیش‌تر ترکیبات باندهای منتخب دیده می‌شوند. این موضوع نیز نشان‌دهنده وجود اطلاعات مفید در تصاویر یادشده برای شناسایی پوشش گیاهی و تهیه نقشه تراکم جنگل می‌باشد (امینی، ۲۰۰۶).

در مورد مقایسه الگوریتم‌های مختلف به‌کار برده شده، نتایج حاصل از ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی نشان داد دقیق‌ترین نقشه تراکم جنگل، مربوط به طبقه‌بندی مجموعه ۶ بانندی منتخب برای طبقه‌بندی به ۲ طبقه خیلی تنک تا تنک و نیمه‌انبوه تا انبوه با استفاده از داده‌های LISS-IV بعد از انجام برابرسازی و با الگوریتم حاقل فاصله از میانگین بود. در این پژوهش، مانند پژوهش‌های مشابه انجام شده (ناصری، ۲۰۰۳؛ دولتی و همکاران، ۲۰۰۷)، از بین طبقه‌بندی‌کننده‌های مورد استفاده، طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین، نتایج بهتری را ارائه نموده است.

در ارتباط با طبقه‌بندی تراکمی جنگل، داده‌های سنجنده LISS-IV افزایش صحت کلی و ضریب کاپای قابل توجهی را نسبت به سنجنده ETM^+ نشان می‌دهد. بنابراین می‌توان بیان کرد که در چنین مواردی داده‌های LISS-IV از قابلیت اطلاعاتی به‌نسبت بالاتری در مقایسه با داده‌های ETM^+ برخوردار است. این نتیجه، نتایج حاصل از سایر تحقیقات صورت گرفته (احمدی‌ثانی، ۲۰۰۵؛ دولتی و همکاران، ۲۰۰۷) مبنی بر قابلیت برتر داده‌های با قدرت تفکیک مکانی نسبتاً بالا را در برآورد تراکم تاج پوشش جنگل در صورت برابرسازی ابعاد پیکسل‌ها با ابعاد قطعات نمونه‌ای که محاسبه مشخصه کمی آن‌ها نظیر تراکم وابستگی به سطح دارند، تأیید می‌نماید.

دلیل قابلیت برتر داده‌های LISS-IV در مقایسه با ETM^+ به‌رغم یک باند مادون قرمز میانی کم‌تر، را می‌توان در قدرت تفکیک مکانی بیش‌تر داده‌های LISS-IV دانست. اگرچه در باند مادون قرمز میانی دوم ($ETM7$) تفاوت بین بازتاب مشخصات گیاهان بسیار کاهش می‌یابد و عمده‌ترین تفاوت بازتاب به‌ترتیب در باند مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی اول می‌باشد که سنجنده LISS-IV دارای این باندها می‌باشد. ضمن آن‌که از میان باندهای اضافی ETM^+ نسبت به LISS-IV، $ETM1$ به‌دلیل تأثیرپذیری شدید بازتاب در این طول موج از اتمسفر، به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین سنجنده ETM^+ نسبت به سنجنده LISS-IV برای چنین مطالعاتی تنها دارای اطلاعات طیفی اضافی در محدوده باند $ETM7$ می‌باشد که در این باند بازتاب پوشش گیاهی در مقایسه با دو باند دیگر مادون قرمز کاهش چشم‌گیری دارد.

با توجه به نتایج به‌دست آمده، در نهایت چنین نتیجه‌گیری می‌گردد که به‌رغم کلیه پردازش‌های انجام شده، برای تصاویر مورد استفاده در طبقه‌بندی و تفکیک کلاسه‌های تراکمی منطقه مورد مطالعه نتایج رضایت‌بخش و مطلوبی در حد اجرایی (صحت کلی بالای ۸۵ درصد) به‌دست نیامده است. این امر می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی باشد. اضافه بر تنک بودن جنگل در بیش‌تر قسمت‌های منطقه

مورد مطالعه و تداخل طیفی خاک با پوشش زمینه، وجود قطعات غیرجنگلی فراوان و پراکنده در داخل جنگل باعث شده است تا تداخل طیفی جنگل و غیرجنگل بیش تر شود و همین امر باعث شده تا صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی بالا نباشد و داده‌های یادشده از قابلیت بالایی در تهیه نقشه تراکم این جنگل‌ها برخوردار نباشند. نتایج به‌دست آمده از تحقیقات مشابه انجام شده (سارویی، ۱۹۹۹؛ ناصری، ۲۰۰۳) مؤید این مطلب است.

منابع

1. Ahmadi Sani, N. 2005. An Investigation the capabilities of Aster data to provide forest density maps (case study, forests of Marivan), M.Sc. Thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, 87p. (In Persian)
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, Armerdeh forests of Baneh), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, 157p. (In Persian)
3. Chavez, P.S. 1996. Image-based atmospheric correction-revisited and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62: 9. 1025-1036.
4. Darvishsefat, A.A. 1997. A comparison between the capabilities of Spot and Landsat data for providing forest type maps, *Iran Journal of Natural Resources*, 50: 1. 61-68. (In Persian)
5. Dowlati, M., Oladi, G., Fallah, A. and Fatahi, M. 2007. Density mapping of Haloxylon plantation using ETM⁺ & IRS satellite data (Case study: Qom province-Hosseini Abad-Haloxylon Plantation). *ACRS 2007*. In: *Proceeding of The 28th Asian Conference, Malaysia*.
6. Itten, K.L., Meyer, P., Kellenberger, T., Sandmeier, R. and Sandmeier, S. 1993. Radiometric Corrections of topographically induced effects on Landsat TM data in an Alpine environment. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 48: 4. 17-28.
7. Jazeerei, M. and Ebrahimi, M. 2003. *Silviculture of Zagros*. Tehran University Press, 560p. (In Persian)
8. Jelenak, A. 2001. Application of Optical and Infrared Remote Sensing to the Retrieval of Selected Land and Sea Features, Ph.D. Thesis, University of Waikato, 341p.
9. Kandwal, R. 2005. Detecting and discriminating Lantana using multi-sensor images for improving FCD Mapper methodology. M.Sc. Thesis. Indian Institute of Remote Sensing.
10. Mather, P.M. 2004. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction*, Third edition. Chichester, England John Wiley & Sons, Inc. 324p.

11. Mohammadi, J. 2008. An Investigation on Possibility of Estimating and Modeling Forest quantitative attributes using Satellite data (case study, Loveh forests), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 71p. (In Persian)
12. Naseri, F. 2003. Classification of forest types and estimation of their quantitative parameters in arid and semi-arid regions using satellite data (case study: national park of Khabr-Kerman province), Ph.D. Thesis, University of Tehran, 202p. (In Persian)
13. Pakkhesal, E. 2006. Forest crown canopy classification using satellite remote sensing data in Shafaroud region. M.Sc. Thesis, Guilan University, 103p. (In Persian)
14. Saei, M. 2003. Revelation of area change and forest density using Remote sensing, M.Sc. Thesis, University of Khaje Nasiroudin Toosi, 112p. (In Persian)
15. Sarouei, S. 1999. An Investigation on possibility of forest density classification in Zagros forests, using satellite data, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 122p. (In Persian)
16. Shahbabaee, S. 2004. The Capability of Digital Imagery Data to provide forest type and density maps (case study: Dr. Bahramnia forestry planning in Golestan province), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 59p. (In Persian)
17. Shataee, Sh. 2003. Investigation of the possibility of forest type mapping, using Satellite data (case study, Kheiroudkenar forest-Nowshahr), Ph.D. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 155p. (In Persian)
18. XU, B.G. and Pu, R. 2003. Crown closure estimation of oak savannah in a dry season with Landsat TM imagery: Comparison of various indices through correlation analysis, International Journal of remote sensing, 24: 9. 1811-1882.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 17(3), 2010
www.gau.ac.ir/journals

Comparing Investigation on Landsat-ETM⁺ and IRS-P6-LISS IV Data for Canopy Cover Mapping of Zagros Forests (Case Study, Javanroud Forests)

H. Abdollahi¹, *Sh. Shataee Jooybari², A. Sepehri³ and H. Zanganeh⁴

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, ³Associate Prof., Dept. of Rangeland and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ⁴M.Sc. of Forestry, General office of Natural Resources, Kermanshah Province

Received: Jan., 20, 2009; Accepted: April, 14, 2010

Abstract

In order to evaluate capability of the Landsat-ETM and IRS-P6-LISS IV images for canopy cover mapping a case study was done on the forests of Javanroud in Kermanshah province. After evaluation of the geometric and radiometric quality of the data, the ETM⁺ images, the ETM⁺ images were geometrically corrected with GCPs and the images were registered with RMSE error 0.46 and 0.48 pixels, for X and Y, respectively. The COST method was used to atmospheric correction. To reduce the effect of soil reflectance, suitable vegetation indices were prepared using soil line parameters. A ground truth map was generated through random systematic sampling method with sample size of 60×60m². In each plot, the canopy of trees was measured in two directions and percentage of canopy cover was computed in hectare. The plots were classified to four classes (very thin, thin, semi-dense and dense) based on canopy cover. 25% of sample plots from each class was selected as training area and the best spectral bands were selected using divergence separability index between classes. Regarding to area of canopy cover computing and in order to pixel size equalization of LISS-IV and ETM⁺ images, 6×6 pixel size of LISS-IV images were merged and their average value was used as a final value of merged pixel. Supervised classification was accomplished on the best and main bands. The accuracy assessment of generated map was evaluated using 75% of sample plots. The results showed that using the best selected LISS-IV bands could

* Corresponding Author; Email: shataee@yahoo.com

better classify 4 classes than other images by maximum likelihood algorithm with 64.54% overall accuracy and 0.43 kappa coefficient. In order to develop the results, the very thin class with thin class and semi-dense with dense classes were merged and a new classification was repeated. The minimum distance to mean classifier algorithm using the best selected LISS-IV bands showed the highest overall accuracy and kappa coefficient equal to 79% and 0.58, respectively. It is concluded that in such sparse forests, low canopy area of forest species as well as the soil reflectance as background leads to undesirable results.

Keywords: Canopy covers mapping, Forest, ETM⁺, LISS-IV, Zagros forest