

ارزیابی داده‌های ماهواره‌ای ETM⁺ و LISS III برای تهیه نقشه تیپ در جنگلهای زاگرس (مطالعه موردی: جنگلهای قلاجه استان کرمانشاه)

روح‌اله پرما^{۱*}، شعبان شتایی جویباری^۲، یحیی خداکرمی^۳ و هاشم حبشی^۴

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. پست الکترونیک: pormaforester@gmail.com

۲- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۳- کارشناس ارشد پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه.

۴- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۵ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۳۰

چکیده

به منظور ارزیابی و مقایسه تصاویر ماهواره‌ای ETM⁺ و LISS III در تهیه نقشه تیپ در جنگلهای زاگرس، پنجره‌ای از تصاویر چندطیفی و پانکروماتیک سنجنده‌های ETM⁺ ماهواره Landsat 7 و LISS III ماهواره IRS-P6 از جنگلهای قلاجه استان کرمانشاه انتخاب گردید. پس از بررسی کیفیت داده‌ها هیچ‌گونه خطای رادیومتری مشاهده نگردید. تطابق هندسی تصاویر با استفاده از ۵۵ نقطه کنترل زمینی و خطای RMSE برابر ۰/۳۹ در جهت محور X و ۰/۴۶ در جهت محور Y برای تصاویر ETM⁺ و با ۳۴ نقطه کنترل زمینی و RMSE برابر ۰/۶۷ در جهت محور X و ۰/۵۸ در جهت محور Y برای تصاویر LISS III انجام گردید. عملیات پردازش تصاویر از جمله تبدیل PCA، تبدیل تسلدکپ و ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب منطقه بر روی تصاویر مربوطه صورت گرفت. برای تهیه نمونه‌های تعلیمی و برآورد صحت طبقه‌بندی‌ها، نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای از طریق آماربرداری منظم - تصادفی (سیستماتیک) و با ۱۱۴ قطعه نمونه به ابعاد ۶۰×۶۰ متر تهیه شد و تعداد ۵ تیپ بلوط خالص، بلوط غالب، بنه غالب، کیکم غالب و آمیخته از طریق درصد غلبه تاج‌پوشش گونه‌ها تعیین گردید. پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی و مجموعه باندهای مناسب، طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت‌شده و با استفاده از روشهای حداقل فاصله از میانگین، الگوریتم حداکثر تشابه و متوازی‌السطوح انجام شد که الگوریتم حداکثر تشابه برای طبقه‌بندی مناسب تشخیص داده شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که میزان صحت کلی و ضریب کاپا برای تیپ‌بندی پنج طبقه‌ای برای تصاویر ETM⁺ به ترتیب ۰/۴۴/۵۷٪ و ۰/۱۸ و برای تصاویر LISS III به ترتیب ۰/۵۰/۶٪ و ۰/۳۲ بوده است. پس از ادغام طبقات ۱ و ۲ مقدار صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر ۰/۲۱ و ۶۱/۰۸ برای تصاویر ETM⁺ و ۷۱/۴۴ و ۰/۳۳ برای تصاویر LISS III بدست آمد که در نهایت با ادغام طبقات ۳، ۴ و ۵، طبقه‌بندی برای ۲ تیپ کلی بلوط و آمیخته انجام شد که این مقادیر به ترتیب ۷۴/۱ و ۰/۳۷ برای تصاویر ETM⁺ و ۷۷/۷ و ۰/۴۱ برای تصاویر LISS III بدست آمد. باز بودن تاج‌پوشش و همچنین اختلاط بازتاب خاک و پوشش گیاهی در این منطقه مانع از دستیابی به نتایج مطلوب‌تر گردید. نتایج نشان‌دهنده قابلیت نسبتاً بهتر داده‌های سنجنده LISS III در مقایسه با ETM⁺ می‌باشد و انجام تحقیقات مشابه در مناطق دیگر و استفاده از داده‌های با قدرت تفکیک طیفی بیشتر توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ETM⁺، LISS III، حداکثر تشابه، تیپ‌بندی جنگل، واقعیت زمینی نمونه‌ای، زاگرس.

مقدمه

جمعیتی حدود یک سوم جمعیت کل کشور را در خود جای داده است. بیش از ۱۹۰ گونه درختی و درختچه‌ای در سطح ۵/۲ میلیون هکتار این جنگلها وجود دارد

جنگلهای زاگرس از جمله مناطق مهم و باارزش منابع طبیعی ایران است که وسعتی بیش از یک پنجم سطح و

سنجنده‌های ماهواره‌های مختلف دریافت می‌شوند. بکارگیری این تصاویر برای مقاصد مختلف نیازمند بررسی قابلیت‌های آنها در زمینه‌های مختلف می‌باشد. داده‌های سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ و داده‌های سنجنده LISS III ماهواره IRS-P6 از جمله تصاویری هستند که قابلیت آنها در زمینه‌های مختلفی مورد بررسی قرار گرفته است. ناصری (۱۳۸۲) در طبقه‌بندی تیپ جنگلهای خشک و نیمه‌خشک کرمان، با استفاده از الگوریتم حداقل فاصله از میانگین، صحت کلی ۶۶٪ و ضریب کاپای ۰/۳ را بدست آورد. امینی (۱۳۸۵) در ارزیابی سنجنده LISS III ماهواره IRS-1C و سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ و در بررسی تغییرات جنگلهای زاگرس با استفاده از الگوریتم حداکثر تشابه توانست جنگل و غیر جنگل را از هم تفکیک نموده و به این نتیجه برسد که داده‌های LISS III نسبت به ETM^+ دارای قابلیت بهتری هستند. لطیفی و همکاران (۱۳۸۵) در تفکیک تیپ‌های جنگلی زاگرس با استفاده از طبقه‌بندی کننده حداکثر تشابه، صحت کلی ۵۵٪ و ضریب کاپای ۰/۳۸ را بدست آورده و نتایج نشان‌دهنده قابلیت متوسط داده‌های ETM^+ برای تفکیک تیپ‌های جنگلی بود. شتایی جویباری و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیق خود برای تعیین گستره جنگل در جنگلهای گرگان با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال به این نتیجه رسیدند که داده‌های LISS III ماهواره IRS-1D نسبت به ETM^+ ماهواره لندست دارای قابلیت بهتری هستند. لطیفی و همکاران (۱۳۸۶) در ارزیابی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای ETM^+ برای تهیه نقشه طبقات پوششی جنگل در منطقه نکا- ظالم‌رود استان مازندران از فن ادغام برای ترکیب باندهای اصلی و پانکروماتیک استفاده و از الگوریتم حداکثر تشابه با صحت کلی ۶۷٪ و ضریب کاپای ۰/۴۳ بهره بردند. در تحقیقی برای تهیه نقشه تیپ در جنگلهای حفاظت شده پولیان‌جولای (Puliyanjolai) هند با استفاده از تصاویر Landsat TM و IRS1C-LISS III و قطعات نمونه 20×20 متر، تیپ‌های جنگلی همیشه‌سبز و تیپ‌های خزان

(فتاحی، ۱۳۸۴). فراهم آوردن اطلاعات موضوعی مختلف مرتبط با جنگل، لازمه هر گونه برنامه‌ریزی و مدیریت پایدار جنگل می‌باشد تا هدف حفظ و احیاء و استمرار تولید در جنگل تحقق یابد. جنگلهای زاگرس سطح قابل توجهی از جنگلهای ایران را تشکیل می‌دهند و به دلیل با ارزش بودن از نظر حفاظت خاک و جلوگیری از فرسایش خاک نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و کسب اطلاعات به‌هنگام هستند. یکی از این اطلاعات تهیه نقشه تیپ می‌باشد. روشهای مختلفی برای تهیه نقشه تیپ‌های جنگلی وجود دارد. متداولترین شکل تهیه نقشه تیپ جنگل، حضور در عرصه و تعیین موقعیت مکانی تیپ‌هاست. در این حالت با در اختیار داشتن تعریفی جامع از تیپ‌های جنگلی و با عملیات صحرایی، نقشه تیپ تهیه می‌گردد. اما از آن جا که استفاده از این روشها در شرایط جنگلهای زاگرس از نظر شرایط پستی و بلندی و گستره زیاد آن، با صرف وقت و هزینه زیاد همراه می‌باشد، بنابراین استفاده از روشهایی که این امکان را با صرف زمان و هزینه کمتر فراهم کند ضروری به‌نظر می‌رسد. تهیه نقشه تیپ‌های جنگلی از طریق کار میدانی و تفسیر عکسهای هوایی در سطح وسیع کاری بسیار مشکل بوده و مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد می‌باشد (عباسی، ۱۳۸۰). از طرفی استفاده از داده‌های سنجنش از دور در صورت کسب نتایج قابل قبول نسبت به روشهای رایج و مرسوم، مفید و به‌صرفه‌تر بوده و در مطالعات زیادی به‌نحو خوبی از این داده‌ها بهره‌برداری شده است. به هر حال، تهیه نقشه پوشش گیاهی در هر منطقه با مقیاس وسیع می‌تواند اطلاعات مکانی از وضعیت پوشش و تیپ جنگل فراهم نموده که امری ضروری برای مطالعات فیتوسوسیولوژی تیپ‌های مختلف جنگلی و تشخیص تنوع و پراکنش گونه‌ایست و همچنین از راهبردهای حفاظتی مهم طرح‌ها می‌باشد (Porwal & Pant, 1989; Roy et al., 1985; Kumar et al., 2002; Unni et al., 1983). امروزه تصاویر ماهواره‌ای زیادی با قدرت تفکیک طیفی، مکانی، رادیومتری و زمانی متفاوتی توسط

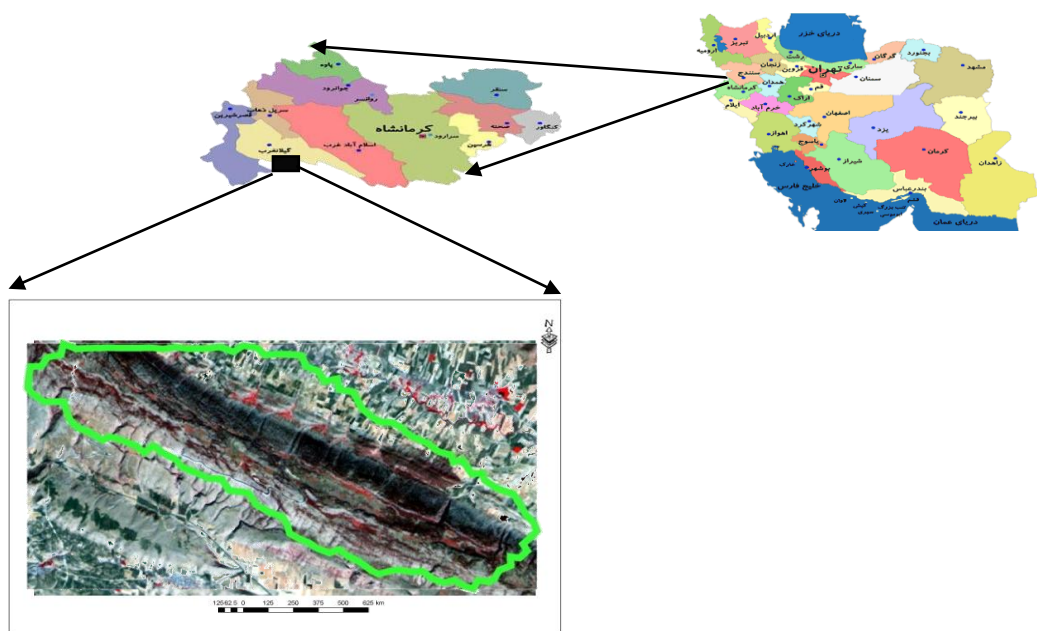
جغرافیایی "۴۲' ۵۸' ۳۳° تا "۲۶' ۱' ۳۴° شمالی و در دامنه ارتفاعی ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد (شکل ۱) که بر حسب طبقه‌بندی دومارتن دارای اقلیم سرد و نیمه‌مرطوب است. منطقه مورد مطالعه در وضعیت فعلی، جنگلی است دواشکوبه که در اشکوب بالا درختان و درختچه‌ها و در اشکوب پایین بوته‌های کوتا‌تر از یک متر قرار دارند. جهت کلی منطقه مورد مطالعه شمالی و جنوبی است. پوشش درختی و درختچه‌ای منطقه از گونه‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*)، پسته وحشی (*Pistacia atlantica*)، کیکم (*Acer monspessulanum*)، زالزالک (*Crataegus spp.*)، ارجن (*Amigdalus orientalis*)، انجیر (*Ficus carica*) و پلاخور (*Lonicera nommularifolia*) تشکیل شده است که بلوط ایرانی با ۷۹٪ گونه غالب منطقه است و پسته وحشی و کیکم هر کدام با ۵٪ و سایر گونه‌ها با ۱۱٪ در منطقه حضور دارند (خداکرمی، ۱۳۸۱).

کننده از یکدیگر تفکیک شدند (Kumar et al., 2002). در تحقیقی دیگر با استفاده از داده‌های ETM⁺ که برای تهیه نقشه تیپ در دو منطقه آرتوین (Artvin) و بولانیکدر (Bulanikdere) ترکیه انجام شد، با استفاده از الگوریتم حداکثر تشابه به ترتیب صحت کلی ۳۰٪ و ۸۴٪ برای این دو منطقه بدست آمد (Sivirkaya et al., 2006).

با توجه به مطالب بیان شده، این تحقیق به دنبال بررسی قابلیت داده‌های ETM⁺ و LISS III در تفکیک تیپ‌های جنگلی زاگرس می‌باشد. همچنین با توجه به این که هر دو ماهواره دارای تصاویر پانکروماتیک می‌باشند، بررسی قابلیت تصاویر ادغام شده چندطیفی با تصاویر پانکروماتیک به روشهای متداول نیز از اهداف فرعی این تحقیق محسوب می‌شود.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه با مساحتی بیش از ۲۱۱۰ هکتار در جنگلهای قلاجه واقع در استان کرمانشاه با طول جغرافیایی "۵' ۱۸' ۴۶° تا "۱۸' ۲۲' ۴۶° شرقی و عرض



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان کرمانشاه

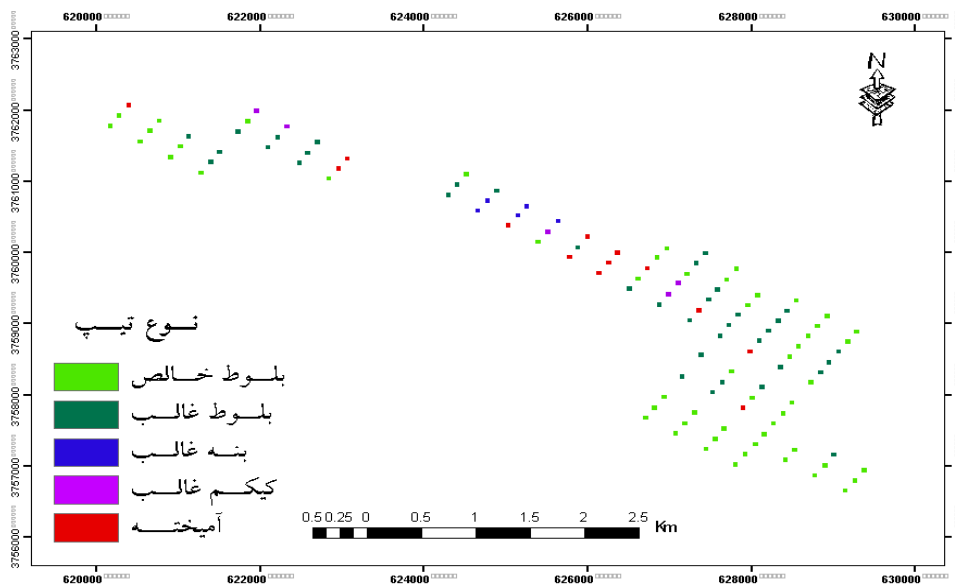
داده‌های ماهواره‌ای

ابعاد شبکه آماربرداری به دلیل تغییرات شدید فیزیوگرافی و همچنین تنوع گونه‌ای، 450×200 تعیین گردید. ابعاد قطعات نمونه 60×60 متر بود و مرکز هر قطعه نمونه با استفاده از دستگاه GPS (Global Positioning System) و از طریق میانگین‌گیری مختصات قطعات نمونه برای افزایش دقت مکانی، ثبت شد. اطلاعات نوع گونه، قطر برابرسینه تمامی گونه‌های قوطرتر از $2/5$ سانتی‌متر، ارتفاع تاج در دو جهت شمالی-جنوبی و شرقی-غربی، ارتفاع درختان شاهد و مشخصات فیزیوگرافی قطعات نمونه مانند شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا در فرم‌های آماربرداری ثبت و در نهایت ۱۱۴ قطعه نمونه پیاده شد (شکل ۲).

در این تحقیق از داده‌های سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ به شماره گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۶ مربوط به تاریخ ۷ مرداد ۱۳۸۱ و داده‌های سنجنده LISS III ماهواره IRS-P6 به شماره گذر ۶۵ و ردیف ۴۶ مربوط به ۷ مهر ۱۳۸۵ استفاده شد. اندازه تفکیک مکانی در باندهای طیفی سنجنده ETM^+ معادل ۳۰ متر و در باند PAN معادل ۱۵ متر و همچنین در باندهای طیفی سنجنده LISS III معادل $23/5$ متر و در باند سیاه و سفید معادل $5/8$ متر می‌باشد. ضمن این که از باند ۶ سنجنده ETM^+ به دلیل عدم کارایی ویژگی‌های حرارتی در برآورد مشخصه‌های کمی جنگل و همچنین اندازه تفکیک بزرگ آن استفاده نشد.

تهیه اطلاعات زمینی

در این تحقیق از روش نمونه‌برداری منظم-تصادفی (سیستماتیک) در دو دامنه شمالی و جنوبی استفاده شد که



شکل ۲- نحوه پراکنش و تیپ مربوطه در قطعات نمونه واقعیت زمینی نمونه‌ای

تعیین نوع تیپ در قطعات نمونه

تیپ بهره برد (شتایی جویباری، ۱۳۸۲). با مدنظر قرار دادن این مطلب که بازتاب عمده ثبت شده در تصاویر ماهواره‌ای مربوط به تاج‌پوشش می‌باشد، از مشخصه

در جنگلهای مورد مطالعه به دلیل ناچیز بودن قطر برابرسینه درختان نمی‌توان از این مشخصه در تعیین نوع

نقطه کنترل زمینی و RMSE برابر ۰/۵۱ در جهت محور X و ۰/۴۸ در جهت محور Y زمین مرجع شدند. برای تصاویر سنجنده LISS III نیز از همان مبنا استفاده و با ۳۴ نقطه کنترل زمینی با RMSE برابر ۰/۶۷ در جهت محور X و ۰/۵۸ در جهت Y زمین مرجع شدند. در نمونه‌گیری مجدد، اندازه پیکسل تمامی تصاویر معادل ۵ متر انتخاب گردید.

پردازش تصاویر

به منظور آشکارسازی بهتر خصوصیات پوشش گیاهی برای طبقه‌بندی، باندهای مصنوعی متعددی با انجام پردازش‌های مختلف بر روی باندهای اصلی شامل نسبت‌گیری، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ و ایجاد شاخص‌های گیاهی تهیه و بکار گرفته شدند. همچنین به منظور استفاده همزمان از قابلیت طیفی تصاویر چندطیفی و مکانی تصویر پانکروماتیک، ادغام به دو روش اتوماتیک Pansharpen و IHS برای استفاده و مقایسه در فرایند طبقه‌بندی انجام شد. در روش Pansharpen استفاده، ابتدا اندازه پیکسل باندهای چندطیفی معادل باند پانکروماتیک شد و سپس باندهای چندطیفی و پانکروماتیک با هم ادغام و سه باند هم به‌عنوان باند مرجع مورد استفاده قرار گرفتند. تکنیک IHS یک روش استاندارد برای ادغام تصاویر می‌باشد. تبدیل رنگی IHS به‌طور مؤثری اطلاعات مکانی تصویر RGB استاندارد (I) و اطلاعات طیفی (H,S) آن را از هم جدا می‌نماید (Albertz et al., 1988; Chavez et al., 1991; Shetigara, 1992; Zhang, 1999). همچنین برای ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب در منطقه مورد مطالعه، برای کاهش اثر خاک نیاز به محاسبه ضریب خط خاک (شیب و مقدار ثابت) بود که رابطه خط خاک و ضریب خط خاک برای منطقه مورد مطالعه به‌صورت زیر بدست آمده است:

درصد تاج‌پوشش استفاده شد که بدین منظور با محاسبه درصد تاج‌پوشش برای گونه‌های مختلف و محاسبه درصد فراوانی آنها در قطعات و میزان غلبه تاج هر یک از گونه‌ها، نوع تپ در هر قطعه نمونه مشخص شد. برای هماهنگی با تصاویر ماهواره‌ای، نقشه بُرداری واقعیت زمینی نمونه‌ای در محیط GIS به فرمت رستری با ابعاد پیکسل ۵ متر تبدیل گردید.

بررسی کیفیت رادیومتری و هندسی داده‌های ماهواره‌ای

آگاهی از وضعیت هندسی و رادیومتری داده‌های مورد استفاده قبل از بکارگیری آنها بسیار ضروریست. بنابراین تصاویر از لحاظ وجود خطاهای رادیومتری نظیر خطاهای حاصل از عدم ثبت داده‌ها توسط سنجنده‌ها، خطاهای ناشی از کالیبراسیون نابرابر آشکارسازها همانند راه راه شدگی، خطاهای متأثر از شرایط جوی، خطاهای حاصل از توپوگرافی و خطاهای ناشی از نوردهی در جهات مختلف از طریق نمایش تصویر مورد بررسی قرار گرفتند. با وجود این که بخشی از خطاهای هندسی داده‌های ماهواره‌ای در مراحل آماده‌سازی و پردازش داده‌ها در ایستگاه‌های کنترل زمینی تصحیح می‌شوند، اما لازم است به‌منظور زمین مرجع نمودن آنها با یک مرجع زمینی (نقشه یا تصویر)، داده‌ها مجدداً از طریق روشهای تطابق تا حد ممکن تصحیح شوند. برای از بین بردن خطای هندسی تصاویر، از یک تصویر زمین مرجع شده ETM⁺ منطقه مورد مطالعه مربوط به ماه می ۲۰۰۲ که قبلاً مورد تطابق هندسی (Orthorectification) (ضمن رفع اثر خطای جابه‌جایی ناشی از توپوگرافی) قرار گرفته بود، به‌عنوان مبنا استفاده شد و سپس از طریق تطابق هندسی تصویر به تصویر (Image to Image) و با در نظر گرفتن نقاط کنترل زمینی (Ground Control Points)، تصاویر تصحیح هندسی شدند. در این تحقیق از روش ناپارامتری چندجمله‌ای استفاده شد و تصاویر ETM⁺ با تعداد ۵۵

$$ETM^+: Y = 11/0.29995 + 0/851229 X$$

$$LISS III: Y = 2/0.20559 + 1/175159 X$$

$$r = 0/97 \quad 0/851229 = \text{ضریب خط خاک}$$

$$r = 0/98 \quad 1/175159 = \text{ضریب خط خاک}$$

طبقه‌بندی

برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی، ۲۵ درصد از قطعات نمونه از هر تیپ (از کل قطعات نمونه آماربرداری شده) به صورت تصادفی انتخاب شدند. پردازش و تقلیل باندها (به‌ویژه در مورد تصاویر با تعداد باندهای زیاد) یکی از جدی‌ترین مراحل پیش‌پردازش برای طبقه‌بندی است (Richard & Xiuping, 1999). همچنین براساس قاعده‌ای که به قانون هافس مشهور است، با افزایش تعداد باندها از حد خاصی، دقت طبقه‌بندی سیر نزولی به‌خود می‌گیرد (Mather, 2001). با استفاده از نشانه‌های طیفی استخراج شده برای هر تیپ در باندهای مورد استفاده، مناسبترین باندها با استفاده از معیار تفکیک‌پذیری واگرایی تبدیل شده، انتخاب شدند. این معیار کمترین اختلاف را برای جفت‌باندها در یک مجموعه در نظر می‌گیرد. پس از انتخاب بهترین باندها اقدام به طبقه‌بندی براساس پنج تیپ جنگلی بلوط خالص، بلوط غالب، بنه غالب، کیکم غالب و آمیخته با الگوریتم حداکثر تشابه گردید. ارزیابی صحت نتایج با استفاده از ۷۵ درصد قطعات نمونه صورت گرفت و جدول خطا تشکیل شد.

با توجه به ضعیف بودن تفکیک‌پذیری میان دو تیپ جنگلی بلوط خالص و بلوط غالب این دو تیپ در هم ادغام و طبقه‌بندی مجدداً با چهار تیپ جنگلی بلوط، بنه غالب، کیکم غالب و آمیخته تکرار شد. همچنین پس از بررسی نتایج تفکیک‌پذیری و ارزیابی صحت طبقه‌بندی

چهار طبقه‌ای، برای کسب نتایج مطلوب‌تر با ادغام مجدد تیپ‌های بنه غالب و کیکم غالب با تیپ آمیخته، طبقه‌بندی برای دو تیپ جنگلی بلوط و آمیخته انجام شد. به‌منظور بهبود نتایج طبقه‌بندی و همچنین افزایش توان تفسیر بصری داده‌ها و با توجه به ابعاد تبدیل شده ۵×۵ متر پیکسل‌ها، از فیلتر نما با ابعاد ۷×۷ استفاده گردید. در نهایت برای مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده با نقشه واقعیت زمینی در طبقات و روشهای بکار گرفته شده، میزان صحت آنها مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

پس از انجام تصحیح هندسی با قرار دادن لایه وکتوری جاده بر روی تصویر موردنظر، از صحت انجام تصحیح هندسی اطمینان حاصل گردید. علاوه بر باندهای اصلی (چندطیفی و پانکروماتیک)، از کل باندهای ایجاد شده، ۷ باند به‌عنوان باندهایی که براساس معیار واگرایی تبدیل شده دارای بیشترین تفکیک‌پذیری بودند، برای هر کدام از طبقات انتخاب شدند. باندهای زیر به‌عنوان مناسبترین باندها برای طبقه‌بندی ۵ طبقه‌ای، ۴ طبقه‌ای و ۲ طبقه‌ای برای تصاویر سنجنده ETM^+ (جدول ۱) و سنجنده LISS III (جدول ۲) انتخاب گردیدند.

جدول ۱- باندهای اصلی و مصنوعی مورد استفاده و باندهای انتخابی سنجنده ETM⁺ برای طبقه‌بندی ۵، ۴ و ۲ طبقه‌ای

باندهای مورد استفاده	باندهای انتخاب شده	
Ratio, DVI, NDVI, PVI, PVII, PVI2, PVI3, SAVI, MSAVI2, MSAVI1, TSAVI2, TSAVI1, WDV, Brightness, Greenness, PCA1-6, PCA123, PCA457, Pansharp1-6, IHS123, ETM1 - 7	PVI, MSAVI2, NDVI, ETM1, ETM3, PCA123, Greenness	پنج طبقه
	PVI, Greenness, TSAVI2, ETM1, ETM3, WDV, NDVI	چهار طبقه
	PVI, TSAVI2, AVI, DVI, Pansharp1, Pansharp4, Pansharp5	دو طبقه

جدول ۲- باندهای اصلی و مصنوعی مورد استفاده و باندهای انتخابی سنجنده LISS III برای طبقه‌بندی ۵، ۴ و ۲ طبقه‌ای

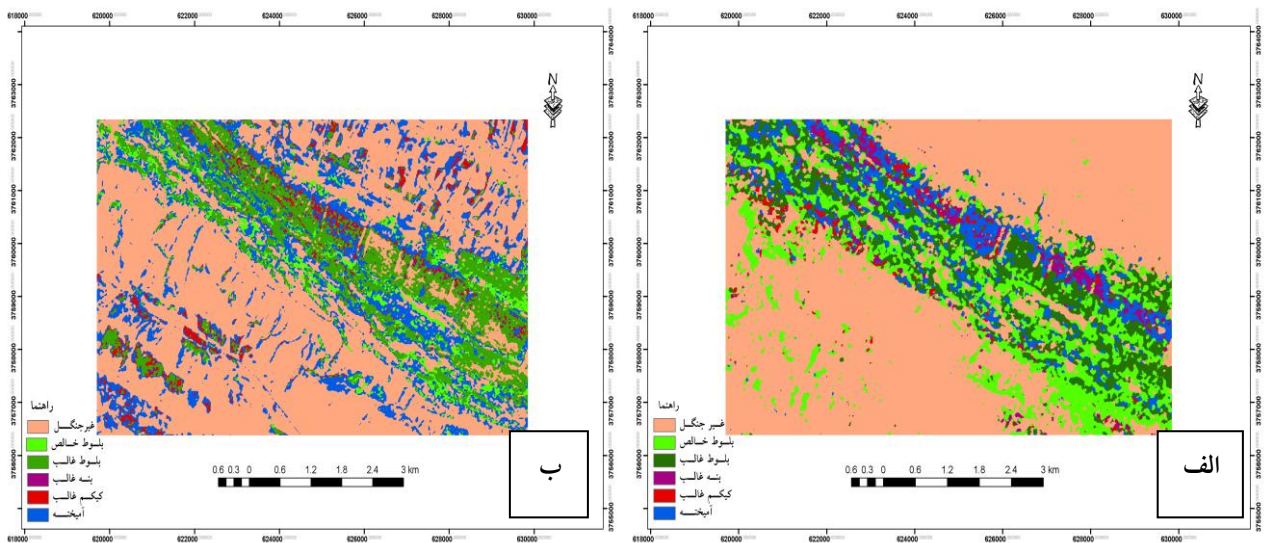
باندهای مورد استفاده	باندهای انتخاب شده	
Ratio, DVI, NDVI, PVI, PVII, PVI2, PVI3, SAVI, MSAVI2, MSAVI1, TSAVI1, TSAVI2, WDV, PCA1-6, PCA123, PCA457, Pansharp1-6, IHS123, ETM1 - 7	TSAVI1, AVI, CTVI, DVI, NDVI, MSAVI2, RedIHS	پنج طبقه
	Band2Pansharp, AVI, DVI, NDVI, MSAVI2, TSAVI1, PCA45	چهار طبقه
	Band2, Band 4, AVI, CTVI, PVI, NDVI, MSAVI2	دو طبقه

بهترین ترکیب باندهای برای هر سه نوع تیپ‌بندی، در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ آورده شده است.

طبقه‌بندی با پنج تیپ جنگلی

طبقه‌بندی براساس چهار مجموعه باندهای اصلی، باندهای انتخابی، باندهای حاصل از ادغام به روشهای Pansharp و IHS و با اعمال الگوریتم‌های طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین، حداکثر تشابه و متوازی‌السطوح انجام شد که بهترین نتیجه مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر تشابه بود که نقشه حاصل از آن در شکل ۳ آمده است.

با توجه به این که در این مناطق بازتاب حاصل از پدیده‌های غیر از پوشش گیاهی باعث اختلاط طیفی با بازتاب حاصل از پوشش گیاهی می‌شود از شاخص‌هایی مانند PVI, MSAVI2, TSAVI2, DVI و WDV در جهت کاهش این اثرها استفاده شد. از آن جا که در الگوریتم حداکثر تشابه در صورت اعمال سطح احتمال ۱۰۰٪، کل تصویر به طبقات تیپ اختصاص داده خواهد شد، اما بخش عمده‌ای از تصاویر مورد استفاده مربوط به غیرجنگل بود، بنابراین از سطح احتمال ۹۵٪ استفاده شد تا فقط محدوده جنگل برای تیپ‌بندی طبقه‌بندی شود. از این رو بهترین نتایج طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم حداکثر تشابه با در نظر گرفتن سطح احتمال ۹۵٪ و

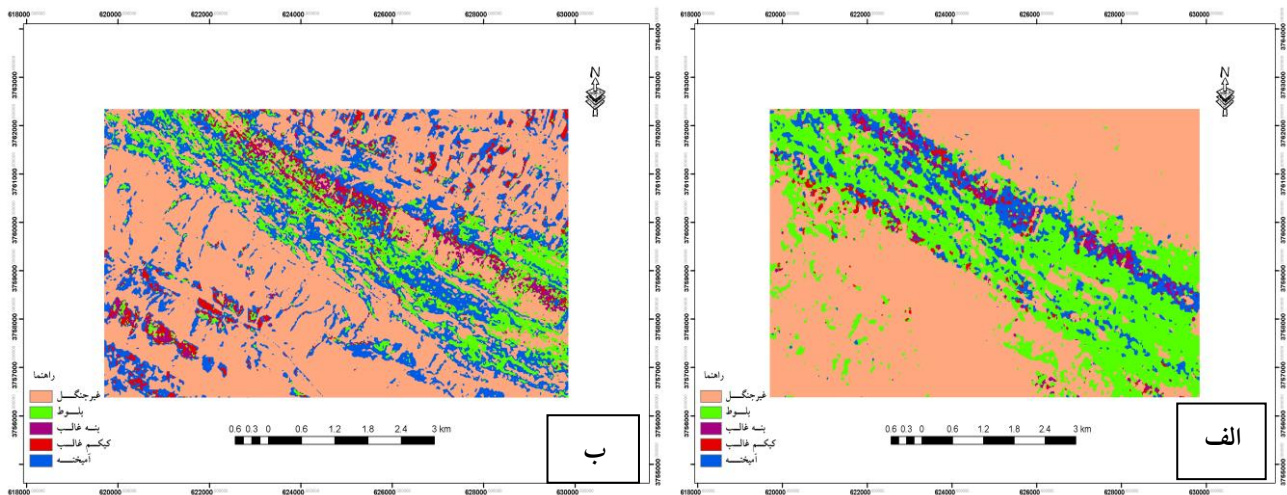


شکل ۳- الف) طبقه‌بندی پنج طبقه‌ای سنجنده ETM^+ ، ب) طبقه‌بندی پنج طبقه‌ای سنجنده LISS III

طبقه‌بندی با چهار تیپ جنگلی

طبقه‌بندی براساس چهار مجموعه باندهای باندهای اصلی، باندهای انتخابی، باندهای حاصل از ادغام به روشهای Pansharp و IHS و با اعمال الگوریتم‌های

طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین، حداکثر تشابه و متوازی‌السطوح انجام شد که بهترین نتیجه مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر تشابه بود که نقشه حاصل از آن در شکل ۴ آورده شده است.

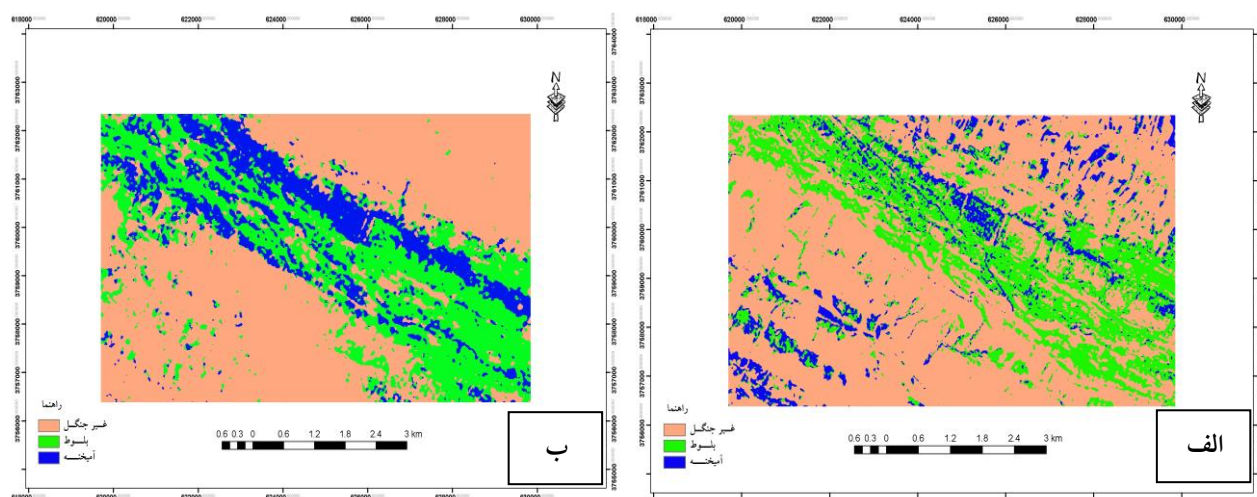


شکل ۴- الف) طبقه‌بندی چهار طبقه‌ای سنجنده ETM^+ ، ب) طبقه‌بندی چهار طبقه‌ای سنجنده LISS III

طبقه‌بندی با دو تیپ جنگلی

طبقه‌بندی براساس چهار مجموعه باندهای باندهای اصلی، باندهای انتخابی، باندهای حاصل از ادغام به روشهای Pansharp و IHS و با اعمال الگوریتم‌های

طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین، حداکثر تشابه و متوازی‌السطوح انجام شد که بهترین نتیجه مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر تشابه بود که نقشه حاصل از آن در شکل ۵ آورده شده است.



شکل ۵- الف) طبقه‌بندی دو طبقه‌ای سنجنده ETM⁺، ب) طبقه‌بندی دو طبقه‌ای سنجنده LISS III

طبقه‌بندی کننده حداکثر تشابه برای سنجنده ETM⁺ در جدول ۳ و برای سنجنده LISS III در جدول ۴ آورده شده است.

نتایج حاصل از ارزیابی صحت نقشه‌های بدست آمده از طبقه‌بندی با طبقه‌های مختلف، با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای تیپ‌ها با استفاده از مجموعه‌های مختلف و با

جدول ۳- صحت کلی و ضریب کاپا برای طبقات مختلف در تصویر ETM⁺

باندهای مورد استفاده	* دو طبقه	** چهار طبقه	*** پنج طبقه
شش باند اصلی	۰/۳۷ و ۰/۷۴/۱۰	۰/۲۱ و ۰/۶۱/۰۸	۰/۱۸ و ۰/۴۴/۵۷
هفت باند انتخابی	۰/۲۷ و ۰/۶۸/۶۷	۰/۱۱ و ۰/۵۷/۸۳	۰/۱۳ و ۰/۳۹/۷۵
باندهای ادغام شده به روش Pansharp	۰/۳۵ و ۰/۷۴/۷۰	۰/۳۰ و ۰/۷۲/۳۰	۰/۱۵ و ۰/۴۲/۱۶
باندهای ادغام شده به روش IHS	۰/۲۴ و ۰/۶۶/۲۶	۰/۱۲ و ۰/۵۳/۰۱	۰/۰۹ و ۰/۳۳/۷۳

جدول ۴- صحت کلی و ضریب کاپا برای طبقات مختلف در تصویر LISS III

باندهای مورد استفاده	* دو طبقه	** چهار طبقه	*** پنج طبقه
شش باند اصلی	۰/۴۱ و ۰/۷۷/۰۰	۰/۳۳ و ۰/۷۱/۴۴	۰/۳۲ و ۰/۵۰/۶۰
هفت باند انتخابی	۰/۳۶ و ۰/۸۳/۱۳	۰/۱۹ و ۰/۶۰/۲۴	۰/۰۵ و ۰/۲۰/۴۸
باندهای ادغام شده به روش Pansharp	۰/۳۰ و ۰/۶۸/۶۷	۰/۱۴ و ۰/۵۴/۲۱	۰/۱۰ و ۰/۲۲/۶۳
باندهای ادغام شده به روش IHS	۰/۰۹ و ۰/۴۶/۹۸	۰/۰۱ و ۰/۱۶/۸۶	۰/۱۰ و ۰/۲۲/۶

* دو طبقه: تیپ بلوط و تیپ آمیخته

** چهار طبقه: تیپ بلوط، تیپ بنه غالب، تیپ کیکم غالب و تیپ آمیخته

*** پنج طبقه: تیپ بلوط خالص، تیپ بلوط غالب، تیپ بنه غالب، تیپ کیکم غالب و تیپ آمیخته

بحث

قبل از بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای در تجزیه و تحلیل‌ها، ضروریست کیفیت هندسی و رادیومتری این داده‌ها مورد بررسی قرار گیرد. وجود خطاهای هندسی در تصاویر ETM^+ و LISS III در این تحقیق مطلب فوق را تأیید می‌کند. در نهایت با انطباق خوب لایه‌برداری جاده و نقاط برداشت شده به وسیله GPS با مسیرها و نقاط متناظر در روی تصویر تطابق یافته، از درستی تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه اطمینان حاصل شد. نکته‌ای که درباره تفاوت زمانی بین دو تصویر مورد استفاده وجود دارد این است که با توجه به حفاظتی بودن منطقه مورد مطالعه و کند رشد بودن گونه‌های موجود و همچنین هدف تعیین تیپ در این تحقیق، وجود چهار سال تفاوت زمانی برای مقایسه تصاویر ETM^+ و LISS III، تأثیری بر روی نتایج بدست آمده نخواهد داشت و تیپ از جمله ویژگیهای جنگل است که در طول زمان کوتاه نسبت به سایر مشخصه‌های قابل تغییر جنگل، پایدارتر است.

استفاده همزمان از داده‌های چندطیفی و پانکروماتیک حاصل از دو روش ادغام Pansharp و IHS در فرایند طبقه‌بندی تیپ‌ها در این تحقیق باعث بهبود قدرت مکانی داده‌ها شد، ولی به لحاظ قابلیت تفسیر رقومی تصویر، امتیاز چندانی نسبت به استفاده از داده‌های اصلی ندارد. در کل صحت طبقه‌بندی در تصاویر ادغام شده نسبت به تصاویر اصلی افزایش نمی‌یابد که از دلایل این امر می‌توان به تغییر ارزش رقومی در نقطه‌ای یکسان از دو تصویر ترکیب شده و ناهمگنی طیفی بیشتر در این تصاویر نسبت به تصاویر اصلی اشاره کرد. نتایج ارزیابی نشان داد که باندهای ادغام شده باعث بهبود نتایج نشده و عمل ادغام تصاویر تنها باعث افزایش توان تفسیر بصری داده‌ها شده است. نتایج ژانگ در مورد بهبود توان تفسیر بصری داده‌های ماهواره‌ای طی عمل ترکیب نیز مؤید همین مطلب است (Zhang, 2004). ضمن این که بهتر بودن

نتایج بکارگیری باندهای ادغام شده به روش Pansharp نسبت به IHS این است که در روش Pansharp از قابلیت طیفی تمام باندها استفاده می‌شود و باندهای مادون قرمز و مادون قرمز طول موج کوتاه که به ترتیب نقش اساسی در افزایش صحت کلی و تشخیص طبقات پوشش گیاهی دارند (Sujimol et al., 2004)، در این ترکیب حضور دارند. همچنین روش IHS این اشکال را دارد که در آن تنها ۳ باند را می‌توان بکار برد ولی انتخاب آنها به عهده کاربر است. این مطلب به‌ویژه در مورد سنجنده LISS III ماهواره IRS-P6 از اهمیت خاصی برخوردار است. همچنین میزان معیارهای بیان صحت (صحت کلی و شاخص کاپا) در تصاویر اصلی طبقه‌بندی شده نسبت به باندهای ادغام شده بیشتر است که این مورد با نتایج تحقیق لطیفی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی نشان می‌دهد که همپوشانی طیفی طبقات باعث طبقه‌بندی غلط پیکسل‌ها و کاهش دقت طبقه‌بندی می‌شود که از دلایل این امر باز بودن تاج‌پوشش در این جنگلها و بازتاب زیاد خاک است که برای کاهش میزان این بازتاب با بدست آوردن معادله خط خاک، شاخص‌های گیاهی مناسب نظیر MSAVI2، PVI، WDVI، TSAVI2 و DVI ایجاد شد. نتایج حاصل از طبقه‌بندی باندهای انتخابی نشان داد که باند مادون قرمز میانی برای تشخیص طبقات پوشش گیاهی قابلیت بهتری دارد که این مورد با نتایج حاصل از تحقیق Sujimol (2004) et al. مطابقت دارد. در طبقه‌بندی پنج طبقه‌ای مطابق با نتایج لطیفی و همکاران (۱۳۸۵)، تیپ بلوط خالص عمدتاً در بخش جنوبی منطقه مستقر شده اما تیپ بلوط غالب در تمامی محدوده مورد مطالعه پراکنش داشت که این امر باعث عدم تفکیک‌پذیری مناسب بین این دو طبقه بوده و بدست آوردن صحت کلی ۴۴٪ و شاخص کاپای ۰/۱۸ برای تصاویر ETM^+ و صحت کلی ۵۰/۶٪ و شاخص کاپای ۰/۳۲ برای تصاویر LISS III می‌تواند دلیلی بر تداخل طیفی زیاد بین این دو باشد؛ هر چند که

معیارهای صحت کلی و شاخص کاپا می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که داده‌های ETM⁺ و LISS III واجد قابلیت تهیه نقشه تیپ‌های اصلی در جنگلهای زاگرس نمی‌باشند، اما برای تفکیک تیپ‌های کلی دارای قابلیت متوسطی در مناطق زاگرس هستند و می‌توان از این داده‌ها برای نمایش این تیپ‌ها استفاده کرد. ضمن این که طبق نتایج بدست آمده، قابلیت داده‌های LISS III نسبت به ETM⁺ برای تفکیک طبقات مختلف جنگلی بهتر است و استفاده از این داده‌ها به‌منظور دستیابی به نتایج مطلوب‌تر در مناطق مختلف پیشنهاد می‌شود. در این جا ضروریست که مطالعات بیشتری به‌منظور کم کردن اثرهای خاک (زمینه) و طبقه‌بندی گونه‌های آمیخته صورت گیرد. همچنین مطالعاتی به‌طور همزمان می‌تواند در آینده انجام شود و نتایج طبقه‌بندی شی- پایه و پیکسل‌مبنا با هم مقایسه شود. همچنین پیشنهاد می‌شود که از تصاویر رقومی با ویژگی‌ها و قابلیت‌های طیفی و مکانی بهتر به‌منظور پُر کردن تغییرات طیفی در پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه استفاده شود و با داده‌های زمینی مقایسه گردد.

منابع مورد استفاده

- امینی، م. ر.، ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و انسانی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS (مطالعه موردی جنگلهای آرمرده بانه). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۴۴ صفحه.
- خدادکرمی، ی.، ۱۳۸۱. بررسی شرایط رویشگاهی پسته وحشی در جنگلهای قلاجه و باینگان استان کرمانشاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان، ۸۷ صفحه.
- شستایی جویباری، ش.، ۱۳۸۲. بررسی امکان تهیه نقشه تیپ‌های جنگل با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای (مطالعه موردی جنگل آموزشی و پژوهشی خیرودکنار نوشهر). رساله دکتری، دانشگاه تهران، ۱۵۵ صفحه.

میزان صحت کاربر برای این دو تیپ به‌ترتیب ۶۴/۵۱٪ و ۱۵/۷۷٪ برای تصاویر ETM⁺ و ۸۳/۳۳٪ و ۸/۳۳٪ برای تصاویر LISS III بود که نسبت به تیپ‌های دیگر بیشترین مقدار را داشت. پس از ادغام دو تیپ بلوط خالص و بلوط غالب، اقدام به طبقه‌بندی چهار طبقه‌ای شد. در طبقه‌بندی چهار طبقه‌ای صحت کلی، صحت تولیدکننده و صحت کاربر به‌نحو محسوسی افزایش یافت، به‌طوری که صحت تولیدکننده و کاربر برای تیپ بلوط به‌ترتیب ۸۵/۰۷٪ و ۸۷/۷٪ در تصاویر ETM⁺ و ۶۴/۷٪ و ۹۵/۶۵٪ در تصاویر LISS III بود، اما برای تیپ‌های بنه غالب و یکم غالب مقدار صحت تولیدکننده و کاربر نسبت به تیپ بلوط خیلی کم بود که از دلایل آن می‌توان به تعداد کم قطعات نمونه این تیپ‌ها نسبت به سایر تیپ‌ها اشاره کرد. همچنین میزان تفکیک‌پذیری این دو تیپ نسبت به تیپ آمیخته کم بود که با ادغام مجدد این دو تیپ در تیپ آمیخته، طبقه‌بندی برای دو تیپ کلی بلوط و آمیخته انجام شد. در نهایت بیشترین صحت تولیدکننده و کاربر برای بلوط به‌ترتیب ۷۹/۱٪ و ۹۲/۹۸٪ برای تصاویر ETM⁺ و ۷۶/۱۲٪ و ۹۲/۷۲٪ برای تصاویر LISS III بدست آمد. در کل دلیل بیشتر بودن مقدار صحت کلی و شاخص کاپا در این تحقیق نسبت به تحقیقات لطیفی و همکاران (۱۳۸۵) و ناصری (۱۳۸۲) (۶۶٪)، تفاوت در نوع الگوریتم طبقه‌بندی، باندهای مورد استفاده و همچنین تراکم بیشتر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. همچنین از دلایل کم بودن صحت کلی بدست آمده در این تحقیق نسبت به تحقیقات Sivrikaya et al. (2006) با صحت کلی ۸۸٪ و Günlü et al. (2008) با صحت کلی ۹۲٪ می‌توان به تراکم کم درختان و باز بودن تاج‌پوشش در منطقه مورد مطالعه اشاره نمود. ضمن این که تفاوت مقدار صحت کلی و ضریب کاپا در هر سه طبقه نشان‌دهنده تأثیر پیکسل‌هایی است که به اشتباه طبقه‌بندی شده‌اند. به بیان دیگر، تداخل طیفی بین تیپ‌ها باعث ایجاد مقدار کم شاخص کاپا نسبت به صحت کلی می‌شود. در مجموع و با توجه به

- TM and SPOT panchromatic. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 57 (3): 295-303.
- Günlü, A., Sivrikaya, F., Baskent, E.Z., Keles, S., Cakir G. and Kadiogullari, A.I., 2008. Estimation of Stand Type Parameters and Land Cover Using Landsat-7 ETM Image: A Case Study from Turkey. Sensors 8: 2509-2525.
- Kumar, S.J., Arochiasamy, D.I. and Britto, S.J., 2002. Forest type mapping and vegetation analysis in part of Kolli hills, eastern parts of Tamil Nadu. Center for Natural Resources Study, St. Josephs College (Autonomous), Tiruchirapalli-2, Tamil Nadu, India, International Society for Tropical Ecology, 43 (2): 345-349.
- Mather, P.M., 2001. Classification Methods for Remote Sensed Data. First Edition, Taylor & Francis, 332 p.
- Porwal, M.C. and Pant, D.N., 1989. Forest cover type and land use mapping using Landsat Thematic Mapper false color composite- A case study for chakarta in western Himalayas, U.P. Journal of the India Society of Remote sensing, 17: 33-40.
- Richard, J.A. and Xiuping, J., 1999. Remote Sensing Digital Image Analysis. 3rd Edition, Springer, 363 p.
- Roy, P.S., Kaul, R.N., Sharma, M.R. and Garbyal, S.S., 1985. Forest Type stratification and delineation of shifting cultivation area in eastern part of Arunachal Pradesh using Landsat MSS data. International Journal of Remote Sensing, 6: 411-418.
- Shetigara, V.K., 1992. A Generalized Component Substitution Technique for Spatial Enhancement of Multispectral Images Using a Higher Resolution Data Set. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 58 (5): 561-567.
- Sivrikaya, F., Keles, S., Cakir, G., Baskent, E.Z. and Kose, S., 2006. Comparing accuracy of classified Landsat data with land use maps reclassified from the stand type maps. Trabzon, Turkey. Proceedings, 7th International Symposium on spatial Accuracy Assessment in Natural Resource and Environmental Science: 643-652.
- Sujimol, M.R., Pandey, K., Sharma, N.K. and Tiwari, A.K., 2004. Evaluation of IRS-P6 AWIFS data for Forest Classification: A case study of part of Doon Valley. Bulletin of the National Natural Resources Management System (A special issue on Resourcesat-1 Applications), NNRMS (B), 29: 42-48.
- Unni, N.V.M., Roy, P.S. and Parthasarathy, V., 1983. Feasibility of mapping economically important forest species by landsat data. Journal of Indian society of remote sensing, 11: 37-48.
- Zhang, Y., 1999. A new merging method and its spectral and spatial effects. International Journal of Remote Sensing, 20: 2003-2014.
- Zhang, Y., 2004. Understanding Image Fusion. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 70 (6): 657-661.
- شتایی جویباری، ش.، نجارلو، س.، جباری ارفعی، ش. و معیری، م. ه.، ۱۳۸۶. ارزیابی قابلیت تصاویر چندطیفی و ادغام شده ماهواره‌های لندست ۷ و IRD-1D در تهیه نقشه گستره جنگل. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۵ (۱۴): ۱۱-۲۲.
- عباسی، م.، ۱۳۸۰. بررسی امکان تهیه نقشه تیپ راش با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ در سری چلیبر جنگل خیرودکنار نوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۴ صفحه.
- فتاحی، م.، ۱۳۸۴. روشهای مدیریت جنگلهای زاگرس. مجله دهاتی، سال سوم، ۵۲: ۲۳-۴۲.
- کریمی آشتیانی، م.، ۱۳۷۸. ادغام تصاویر TM و Spot با استفاده از تبدیل موجک (منطقه تهران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۰ صفحه.
- لطیفی، ه.، عادل، ک.، اولادی، ج. و حاجی آبادیان، ج.، ۱۳۸۵. بررسی توان داده‌های ماهواره‌ای ETM⁺ جهت تفکیک تیپ‌های پوششی جنگل در جنوب زاگرس (مطالعه موردی: دزفول). همایش ژئوماتیک ۸۵، ۱۰ صفحه.
- لطیفی، ه.، اولادی، ج.، ساروئی، س. و جلیلونند، ح.، ۱۳۸۶. ارزیابی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای ETM⁺ جهت تهیه نقشه طبقات پوششی جنگل، اراضی درختچه‌ای، مرتع (مطالعه موردی حوضه نکا- ظالم‌رود، مازندران). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴ (۱۱): ۴۴۷-۴۳۹.
- ناصری، ف.، ۱۳۸۲. طبقه‌بندی تیپهای جنگلی و برآورد مشخصه‌های کمی آنها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در جنگلهای خشک و نیمه‌خشک. رساله دکتری، دانشگاه تهران، ۲۰۲ صفحه.
- Albertz, J., Lehmann, H., Mehlbreuer, A., Scholten, F. and Tauch, R., 1988. Herstellung hochauflösender Satelliten-Bildkarten durch Kombination Multisensoraler Datensätze. Internationales Jahrbuch für Kartographie, band 28, Ulm, Universitätsverlag: 11-27.
- Chavez, P.S., Sides, S.C. and Anderson, J.A., 1991. Comparison of three different methods to merge multiresolutional and multispectral data: landsat

Evaluation of Landsat-ETM⁺ and IRS-LISS III satellite data for forest type mapping in Zagros forests (Case study: Ghalajeh forest, Kermanshah province)

R. Porma^{1*}, Sh. Shataee Joybari², Y. Khodakarami³ and H. Habashi⁴

1*- Corresponding author, M.Sc. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources.

E-mail: pormaforester@gmail.com

2- Associate Prof., Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources.

3- Research Expert, Research Center of Agricultural and Natural Resources of Kermanshah province.

4- Assistant Prof., Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources.

Abstract

In order to evaluate and compare the capability of ETM⁺ and LISS III data for forest type mapping in the Zagros forests, a small window of panchromatic and multispectral images of Landsat-ETM⁺ and IRS-P6-LISS III satellite data were selected from Ghalajeh forests in the Kermanshah province. No radiometric error was found using the quality investigations. Orthorectification of ETM⁺ was done using 55 ground control points with RMS error of 0.39 for X axis and 0.46 for Y axis and for LISS-III imagery with 34 ground control points with RMS error of 0.67 for X axis and 0.58 for Y axis. Some suitable image processing functions such as principal component analysis, tasseled cap transformation and appropriate vegetation indexes were applied for classification processes. In order to assess the classification results, a sample ground truth was generated using a systematic network with 60m×60m sample area. By computing the canopy cover percent of species, four forest types were determined in the study area. By selecting 25% of samples for each class as training samples, the best band sets were selected using transformed divergence separability index. Classification was performed by supervised method using minimum distance (MD), maximum likelihood and parallel epiped (PPD) classifiers. Results of classification showed that overall accuracy and kappa coefficient for 5 classes for ETM⁺ images were obtained %44.57 and 0.18 and for LISS III Images %50.6 and 0.32, respectively. After merging the classes of 1 and 2 due to spectral overlapping, the overall accuracy and kappa coefficient for 4 classes using ETM⁺ images were obtained %61.08 and 0.21 and for LISS III Images, %71.44 and 0.33, respectively. Finally, by merging the classes of 3, 4 and 5, classification was done with two types and the overall accuracy and kappa coefficient obtained %74.1 and 0.37 for ETM⁺ and %77.7 and 0.41 for LISS III, respectively. Being open canopy cover as well as conflicts between soil and vegetation reflectance caused preventive of obtaining the more favorite results. Result showed fairly more capability of LISS III data in compare to ETM⁺. Similar research in other regions and using of higher multispectral resolution data is suggested.

Key words: ETM⁺, LISS III, maximum likelihood, forest type mapping, sampling ground truth, Zagros.