



مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد هجدهم، شماره اول، ۱۳۹۰

www.gau.ac.ir/journals

## بررسی قابلیت تصاویر سنجنده $ETM^+$ در تفکیک تیپ‌های جنگلی زاگرس (مطالعه موردی جنگل‌های قلاجه استان کرمانشاه)

\* روح‌الله پرما<sup>۱</sup>، شعبان شتایی<sup>۲</sup>، یحیی خداکرمی<sup>۳</sup> و هاشم حبشی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، <sup>۳</sup> کارشناسی ارشد گروه جنگلداری، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی

کرمانشاه، <sup>۴</sup> استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۷/۵/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۱۸

### چکیده

در این پژوهش به منظور بررسی قابلیت داده‌های سنجنده  $ETM^+$  ماهواره لندست ۷ در تفکیک تیپ‌های جنگلی منطقه زاگرس، داده‌های رقومی مربوط به ۷ مردادماه ۱۳۸۱ از جنگل‌های قلاجه استان کرمانشاه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. اطلاعات زمینی از طریق نمونه‌برداری خوشه‌ای-سیستماتیک و با قطعات نمونه ۰/۳۶ هکتاری تهیه گردید. پس از بررسی‌های کیفی هیچ‌گونه خطای رادیومتری قابل ملاحظه‌ای مشاهده نشد. تطابق هندسی با استفاده از ۵۵ نقطه کنترل زمینی و خطای میانگین ریشه مربعات برابر ۰/۳۹ در جهت محور X و ۰/۴۶ در جهت محور Y انجام شد. تصحیح اتمسفری داده‌ها با استفاده از مدل Cost انجام گردید. شاخص‌های گیاهی مناسب برای کاهش اثر بازتاب خاک ایجاد شد. باندهای مصنوعی از طریق اعمال نسبت‌گیری طیفی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و تبدیل تسلدکپ، ادغام داده‌های چند طیفی با تصویر پانکروماتیک به روش تبدیل فضای رنگ و آماری نیمه‌اتوماتیک روی داده‌ها صورت گرفت. انتخاب مجموعه باندهای مناسب برای طبقه‌بندی به کمک نمونه‌های تعلیمی و با استفاده از شاخص واگرایی انجام شد. طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت شده و با طبقه‌بندی‌کننده‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، متوازی‌السطوح انجام و با نقشه

\* مسئول مکاتبه: parma.rohollah@gmail.com

واقعیت زمینی مورد ارزیابی صحت قرار گرفت. نتایج نشان داد نقشه به دست آمده از اعمال الگوریتم حداکثر احتمال نسبت به دیگر الگوریتم‌ها جهت تفکیک تیپ‌های جنگلی مناسب‌تر بوده و صحت کلی ۶۸ درصد و ضریب کاپای ۰/۲۹ برای ۲ تیپ عمده جنگلی بلوط و آمیخته و صحت کلی ۵۵ درصد و ۰/۱۵ برای ۴ تیپ بلوط، بنه غالب، کیکم غالب و آمیخته به دست آمد. نتایج نشان‌دهنده قابلیت ضعیف داده‌های ETM<sup>+</sup> در تهیه نقشه تیپ ۵ طبقه و ۴ طبقه در جنگل‌های زاگرس می‌باشد و پیشنهاد می‌شود از داده‌های با قدرت تفکیک طیفی بهتر استفاده گردد.

واژه‌های کلیدی: ETM<sup>+</sup>، حداکثر احتمال، تیپ‌بندی، جنگل‌های زاگرس، قلاجه

#### مقدمه

جنگل‌های زاگرس از جمله مناطق مهم و باارزش منابع طبیعی کشور ایران است که وسعتی بالغ بر یک پنجم سطح و جمعیتی حدود یک سوم جمعیت کل کشور را در خود جای داده است. تعداد گونه‌های درختی و درختچه‌ای بالغ بر ۱۹۰ گونه، در سطح ۵/۲ میلیون هکتار این جنگل‌ها وجود دارد (فتاحی، ۲۰۰۵). شناسایی تیپ‌های جنگلی همراه با مشخصات و ویژگی‌های اختصاصی رویشگاه آن‌ها از مهم‌ترین اصول برنامه‌ریزی جنگل می‌باشد. شناسایی نحوه انتشار و پراکنش درختان جنگلی، نحوه آمیختگی، فراوانی، غلبه و حضور آن‌ها در سطوح مختلف و ارتباط هر تیپ با شرایط رویشگاهی و فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب زمین) می‌تواند در برنامه‌ریزی دقیق‌تر بر واحدهای جنگلی بسیار مؤثر باشد. روش‌های متداول تهیه نقشه‌های تیپ مستلزم وقت و هزینه بالایی است. در سال‌های اخیر استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان روشی مناسب برای این کار مطرح شده است (شتایی‌جویباری، ۲۰۰۳). همچنین از آنجا که استفاده از روش‌های معمول تیپ‌بندی در شرایط جنگل‌های زاگرس از نظر شرایط پستی و بلندی و امکانات موجود، با صرف وقت و هزینه زیاد همراه می‌باشد بنابراین استفاده از فونونی که بتواند امکان تهیه نقشه را با صرف زمان و هزینه کمتری فراهم کند ضروری به‌نظر می‌رسد. در این بین می‌توان قابلیت داده‌های ماهواره‌ای را به‌خاطر داشتن ویژگی‌های خاص خود، در تهیه نقشه تیپ جنگل مورد ارزیابی و بررسی قرار داد (عباسی، ۲۰۰۰). از طرفی صرف زمان و هزینه زیاد در تهیه نقشه جنگل و تیپ‌های تشکیل‌دهنده آن از طریق تفسیر عکس‌های هوایی به‌ویژه در سطوح وسیع موجب شده که محققان روش‌های نوینی را جستجو کنند.

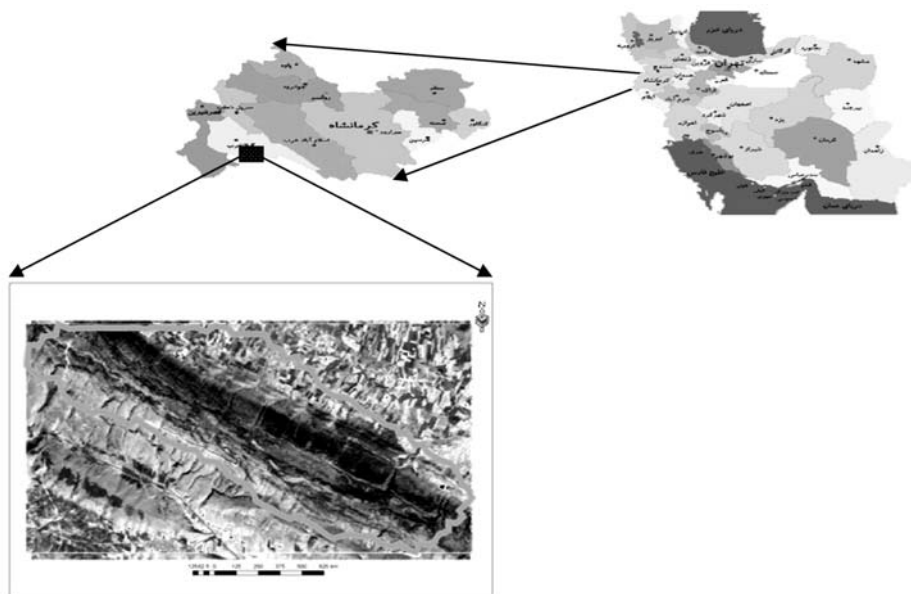
داده‌های ماهواره‌ای با ویژگی‌های خاص خود مانند سطح پوشش وسیع، پوشش تکراری و منظم و همچنین افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی آن‌ها امکانات جدیدی را در این رابطه فراهم ساخته است (آرتین و همکاران، ۱۹۹۳؛ کوچ و موینستر، ۱۹۹۳). ضمن این‌که استفاده از فنون سنجش از دور نقش مهمی را در به‌دست آوردن اطلاعات به‌هنگام ایفا می‌نماید (هوارث و ویچوار، ۱۹۸۱؛ جنسن و تول، ۱۹۸۲؛ ماکسول و همکاران، ۲۰۰۳). نتایج این چنین بررسی‌هایی در شرایط متفاوت رویشگاهی و وضعیت جنگل بسیار متفاوت بوده، بنابراین ضروری است که این قابلیت‌ها در شرایط مختلف تعیین و با یکدیگر مقایسه شوند. نتایج این چنین مقایسه‌ها می‌تواند در انتخاب داده‌های ماهواره‌ای در کارهای اجرایی مورد استفاده قرار گیرند (هوارث و ویچوار، ۱۹۸۱). مطالعات مختلفی جهت تهیه نقشه تپ با استفاده از داده‌های سنجنده  $ETM^+$  در ایران و جهان انجام شده است. لطیفی و عادل (۲۰۰۶) در تفکیک تپ‌های جنگلی زاگرس از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال استفاده و نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، گویای قابلیت متوسط داده‌های  $ETM^+$  جهت تفکیک تپ‌های جنگلی می‌باشد. ناصری و همکاران (۲۰۰۴)، در طبقه‌بندی تراکمی جنگل‌های خشک و نیمه‌خشک، از طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت شده و با طبقه‌بندی‌کننده‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، متوازی‌السطوح و نقشه بردار زاویه طیفی استفاده کردند که به دلیل پایین بودن مقدار تاج پوشش جنگلی، بازتاب خاک و پوشش گیاهی نقش مهمی را در بازتاب نهایی ثبت شده توسط سنجنده ایفا کرده و این امر مانع از دست‌یابی به نتایج بهتر گردید. درویش‌صفت (۱۹۹۷)، مقایسه‌ای بین داده‌های ماهواره‌ای Spot و لندست  $TM^2$  انجام و از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده استفاده نمود که نتایج نشان‌دهنده قابلیت بهتر داده‌های Spot نسبت به لندست  $TM$  جهت تهیه نقشه جنگل و تپ‌بندی آن می‌باشد. هانگ و همکاران (۲۰۰۴)، از طبقه‌بندی نظارت نشده استفاده کرده و نتایج نشان‌دهنده صحت بالای طبقه‌بندی جنگل‌های سرال (میان‌سال و کهن‌سال) و با صحت کلی ۹۰/۷۲ درصد و ضریب کاپای ۰/۸۵ برای این جنگل‌ها بود. کتی و همکاران (۲۰۰۵)، در طبقه‌بندی پوشش جنگلی با استفاده از داده‌های  $ETM^+$  به این نتیجه رسیدند که می‌توان با استفاده از داده‌های سنجش از دور جنگل را طبقه‌بندی کرد. سیوریکایا و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از داده‌های  $ETM^+$  نقشه کاربری اراضی در دو منطقه آرتوین<sup>۳</sup> و بولانیکدر<sup>۴</sup> در ترکیه را تهیه و جنگل‌های بلوط و سوزنی‌برگ

- 1- Enhanced Thematic Mapper
- 2- Thematic Mapper
- 3- Artvin
- 4- Bulanikdere

را از هم جدا نمودند. لطیفی و همکاران (۲۰۰۷) در تفکیک طبقات پوششی جنگل - اراضی درختچه‌ای - مرتع با استفاده از داده‌های ETM<sup>+</sup> در منطقه نکا - ظالم‌رود با استفاده از باندهای اصلی و الگوریتم حداکثر احتمال میزان صحت کلی و ضریب کاپای را به ترتیب ۶۷ درصد و ۰/۴۳ به دست آوردند. گونلو و همکاران (۲۰۰۸)، با هدف تعیین تیپ و پوشش جنگلی و تهیه نقشه آن‌ها در جنگل‌های ترکیه و ناحیه شرقی دریای سیاه تصاویر سنجنده ETM<sup>+</sup> را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از طبقه‌بندی نظارت شده استفاده نمودند و نتایج نشان‌دهنده صحت کلی ۷۲/۲ درصد برای پوشش اراضی و ۳۲/۸ درصد برای تیپ توده بود. با توجه به نتایج بررسی‌های انجام شده و ضرورت انجام پژوهش‌های پیش‌تر در جنگل‌های زاگرس، پژوهش حاضر به منظور بررسی امکان تفکیک تیپ‌های جنگلی زاگرس و با استفاده از داده‌های ETM<sup>+</sup>، در قسمتی از جنگل‌های حفاظت شده قلاجه واقع در استان کرمانشاه صورت گرفت.

#### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با مساحتی بالغ بر ۲۱۱۰ هکتار از جنگل‌های قلاجه واقع در شهرستان گیلان غرب در استان کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۶ درجه، ۱۸ دقیقه و ۵ ثانیه تا ۴۶ درجه، ۲۲ دقیقه و ۱۸ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه، ۵۸ دقیقه و ۴۲ ثانیه تا ۳۴ درجه، ۱ دقیقه و ۲۶ ثانیه و در دامنه ارتفاعی ۱۵۰۰-۲۰۰۰ متری از سطح دریا انتخاب شد، که بر حسب طبقه‌بندی دومارتن اقلیم سرد و نیمه مرطوب دارد (شکل ۱). در وضعیت فعلی، جنگلی است دواشکوبه، که در اشکوب بالا درختان و درختچه‌ها و در اشکوب پایین بونه‌های کوتاه‌تر از یک متر می‌باشد. جهت کلی منطقه مورد مطالعه در دو جهت شمالی و جنوبی بوده است. پوشش درختی و درختچه‌ای این منطقه مورد مطالعه از گونه‌های بلوط ایرانی (*Quercus persica*)، پسته وحشی (*Pistaci atlantica*)، کیکم (*Acer cinerascense*)، زالزالک (*Crataegus spp*)، ارجن (*Amigdalus orientalis*)، انجیر (*Ficus carica*) و پالخور (*Lonicera nommularifolia*) تشکیل شده است که گونه بلوط ایرانی با ۷۹ درصد غالب منطقه بوده و پسته وحشی و کیکم هر کدام با ۵ درصد و آمیخته با ۱۱ درصد تیپ‌های دیگر را تشکیل می‌دهند.



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

**داده‌های ماهواره‌ای:** در این پژوهش از داده‌های سنجنده  $ETM^+$  ماهواره لندست ۷ به شماره گذر ۱۶۷ و ردیف ۳۶ مربوط به تاریخ ۲۹ ژوئای ۲۰۰۲ برابر با ۷ مردادماه ۱۳۸۱ استفاده گردید. قدرت تفکیک مکانی باندهای چند طیفی ۱-۷ معادل ۳۰ متر و برای باند پانکروماتیک ۱۵ متر می‌باشد. ضمن این‌که از باند ۶ سنجنده  $ETM^+$  به دلیل داشتن تفکیک مکانی ۶۰ متر و ناکارایی ویژگی‌های حرارتی در برآورد مشخصه‌های کمی جنگل استفاده نشده است (جدول ۱).

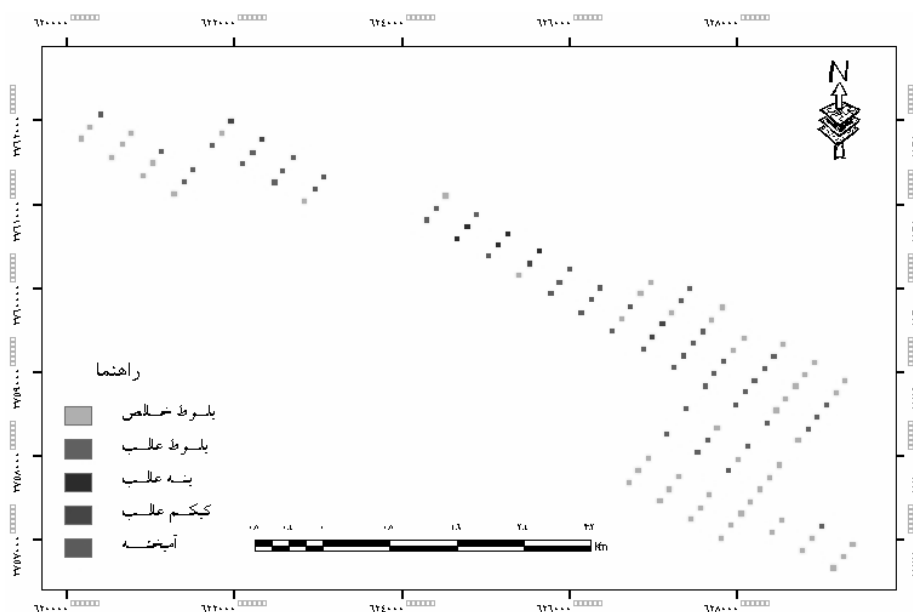
**تهیه اطلاعات زمینی:** در این پژوهش از روش نمونه‌برداری سیستماتیک در دو دامنه شمالی و جنوبی استفاده شد که به دلیل تغییرات شدید فیزیوگرافی و همچنین تنوع گونه‌ای، ابعاد شبکه آماربرداری  $450 \times 200$  متر تعیین گردید. قطعات نمونه به شکل مربع و با ابعاد  $60 \times 60$  متر می‌باشد و موقعیت مرکز هر قطعه نمونه با استفاده از  $GPS^1$  ثبت گردید و اطلاعات نوع گونه، قطر برابر سینه (بزرگ‌تر از  $2/5$  سانتی‌متر)، قطر تاج در دو جهت شمالی- جنوبی و غربی- شرقی، ارتفاع درختان شاهد و مشخصات فیزیوگرافی قطعات نمونه مثل شیب، جهت، ارتفاع از سطح دریا در فرم‌های آماربرداری یادداشت و ثبت شد و در نهایت تعداد ۱۱۴ قطعه نمونه پیاده گردید (شکل ۲).

1- Global Positioning System

مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۸)، شماره (۱) ۱۳۹۰

جدول ۱- مشخصات سنجنده ETM<sup>+</sup>

باند‌های طیفی	محدوده طیفی باندها (میکرومتر)	تفکیک زمینی (متر)
۱	۰/۴۵-۰/۵۱۵ (آبی)	۳۰
۲	۰/۵۲۵-۰/۶۰۵ (سبز)	۳۰
۳	۰/۶۳-۰/۶۹ (قرمز)	۳۰
۴	۰/۷۵-۰/۹۰ (مادون قرمز نزدیک)	۳۰
۵	۱/۵۵-۱/۷۵ (مادون قرمز میانی)	۳۰
۶	۱۰/۴۰-۱۲/۵ (مادون قرمز حرارتی)	۶۰
۷	۲/۰۹-۲/۳۵ (مادون قرمز میانی)	۳۰
PAN	۰/۵۲-۰/۹ (سبز تا مادون قرمز نزدیک)	۱۵



شکل ۲- نحوه پراکنش قطعات نمونه و نوع تپ آن‌ها.

تعیین نوع تیپ در قطعات نمونه: در جنگل‌های مورد مطالعه به دلیل ناچیز بودن قطر برابر سینه درختان، نمی‌توان از این مشخصه در تعیین نوع تیپ بهره برد. با مورد توجه قرار دادن این مطلب که بازتاب عمده ثبت شده توسط تصاویر ماهواره‌ای مربوط به تاج پوشش می‌باشد از مشخصه درصد تاج پوشش استفاده شد که به این منظور با محاسبه درصد تاج پوشش برای گونه‌های مختلف و محاسبه درصد فراوانی آنها در قطعات و میزان غلبه تاج هر یک از گونه‌ها، نوع تیپ در هر قطعه نمونه مشخص گردید.

**بررسی کیفیت داده‌های ماهواره‌ای:** کیفیت داده‌های  $ETM^+$  به علت وجود خطاهای رادیومتری مانند خطای مربوط به راه‌شدگی، زیر هم قرار نگرفتن دسته‌های خطوط اسکن و پیکسل‌های تکراری از طریق هیستوگرام آنها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تصاویر موردنظر در ترکیب‌های مختلف رنگی و به صورت باندهای جداگانه (تک‌باند) از طریق نمایش و بررسی بصری تصویر گرافیکی و هیستوگرام باندها مورد بررسی قرار گرفتند.

**تصحیح هندسی داده‌ها:** با توجه به این‌که 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 دوباره از طریق روش‌های تطابق تا حد ممکن تصحیح شوند. جهت از بین بردن خطای هندسی تصاویر، یک تصویر زمین مرجع شده  $ETM^+$  مربوط به ماه می ۲۰۰۲ که قبلاً ضمن رفع اثر جابجایی ناشی از پستی و بلندی مورد تطابق هندسی قرار گرفته بود و هیچ‌گونه خطای هندسی در آن مشاهده نشد را به‌عنوان مبنا قرار داده و از طریق تطابق هندسی تصویر با تصویر<sup>۱</sup> و با گرفتن تعدادی نقاط کنترل زمینی تصحیح هندسی صورت گرفت. در این پژوهش از روش غیرپارامتری چندجمله‌ای استفاده گردیده و تصویر موردنظر با تعداد نهایی ۵۵ نقطه کنترل زمینی و  $RMSE^2$  برابر ۰/۳۹ در جهت محور X و ۰/۴۶ در جهت محور Y زمین مرجع شد.

**پردازش تصاویر:** به‌منظور آشکارسازی بهتر پوشش گیاهی جهت طبقه‌بندی، باندهای مصنوعی متعدد با انجام تبدیل‌های طیفی مختلف بر روی باندهای اصلی از جمله عملیات ریاضی روی باندها<sup>۲</sup>، تجزیه مؤلفه‌های اصلی<sup>۳</sup>، تبدیل تسلدکپ<sup>۴</sup>، شاخص‌های گیاهی<sup>۵</sup> ایجاد و به‌کار گرفته شدند. همچنین به‌منظور

- 1- Image to Image
- 2- Root Mean Square Error
- 3- Band Arithmetic
- 4- Principal Component Analysis
- 5- Tasseled Cap Transformation
- 6- Vegetation Index

استفاده هم‌زمان از قابلیت طیفی تصاویر چندطیفی و مکانی تصویر پانکروماتیک ادغام به دو روش نیمه‌اتوماتیک<sup>۱</sup> و تبدیل فضای رنگ جهت استفاده و مقایسه داده‌های به‌دست آمده در فرآیند طبقه‌بندی انجام شد. تکنیک IHS<sup>۲</sup> یک روش استاندارد برای ادغام تصاویر می‌باشد. تبدیل رنگی IHS به‌طور مؤثری اطلاعات مکانی تصویر RGB<sup>۳</sup> استاندارد (I) و اطلاعات طیفی (S و H) آن را از هم جدا می‌نماید (آلبرتز و همکاران، ۱۹۸۸؛ چاوز و همکاران، ۱۹۹۱؛ شتیگارا، ۱۹۹۲؛ ژانگ، ۱۹۹۹).

**طبقه‌بندی:** برای تعیین نمونه‌های تعلیمی در فرآیند طبقه‌بندی، ۲۵ درصد قطعات نمونه از هر تیپ از کل قطعات نمونه آماربرداری شده به‌صورت تصادفی انتخاب گردیدند. برای انتخاب بهترین باندها با استفاده از نشانه‌های طیفی استخراج شده برای هر تیپ در باندهای مورد استفاده و به‌منظور انتخاب مناسب‌ترین باندها از شاخص تفکیک‌پذیری واگرایی تبدیل شده<sup>۴</sup> استفاده گردید. پس از انتخاب بهترین باندها اقدام به طبقه‌بندی براساس ۵ تیپ جنگلی (بلوط خالص، بلوط غالب، بنه غالب، کیکم غالب، آمیخته) با الگوریتم حداکثر احتمال شد که به‌دلیل پایین بودن تفکیک‌پذیری بین ۲ تیپ جنگلی (بلوط خالص و بلوط غالب این ۲ تیپ در هم ادغام شده و طبقه‌بندی با ۴ تیپ جنگلی (بلوط، بنه غالب، کیکم غالب و آمیخته) تکرار گردید. همچنین پس از بررسی نتایج تفکیک‌پذیری و نتایج طبقه‌بندی ۵ طبقه جهت کسب نتایج مطلوب‌تر با ادغام دوباره تیپ‌های بنه غالب و کیکم غالب با تیپ آمیخته طبقه‌بندی برای دو تیپ جنگلی بلوط و آمیخته انجام شد که نسبت به دو طبقه دیگر نتایج بهتری داشت. به‌منظور حذف سطوح بسیار کوچک و حذف تک‌پیکسل‌ها در روی نقشه به‌دست آمده از طبقه‌بندی در محدوده مورد مطالعه، بر روی نتایج جداگانه طبقه‌بندی فیلتر مد<sup>۵</sup> ۷×۷ اعمال گردید. در نهایت جهت مقایسه نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده با نقشه واقعیت زمینی در طبقه‌ها و روش‌های به‌کار گرفته شده، میزان صحت آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

## نتایج

با توجه به بررسی هیستوگرام تصاویر و بررسی گرافیکی تصاویر برای خطای رادیومتری، هیچ‌گونه خطای قابل‌ملاحظه‌ای از نظر خطاهای رادیومتری بر روی تصاویر مشاهده نشد. پس از انجام تصحیح

- 1- Pansharp
- 2- Intensity, Hue, Saturation
- 3- Red, Green, Blue
- 4- Transformed Divergence
- 5- Mode



هندسی، با قرار دادن لایه برداری<sup>۱</sup> جاده روی تصویر موردنظر از صحت انجام تصحیح اطمینان حاصل شد. علاوه بر باندهای اصلی (چندطیفی و پانکروماتیک) از کل باندهای ایجاد شده ۷ باند به‌عنوان بهترین باند برای هر کدام از طبقه‌ها، براساس معیار تفکیک‌پذیری و اگرایی تبدیل شده انتخاب شدند. برای انتخاب باندهای مناسب جهت طبقه‌بندی، از معیار تفکیک‌پذیری و اگرایی تبدیل شده استفاده گردید. معیار بالا کم‌ترین تفکیک‌پذیری را برای جفت‌باندها در یک مجموعه در نظر می‌گیرد. پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی از طریق انتخاب بهترین باندها، باندهای زیر به‌عنوان مناسب‌ترین باندها برای طبقه‌بندی ۵ طبقه، ۴ طبقه و ۲ طبقه انتخاب شدند (جدول ۲).

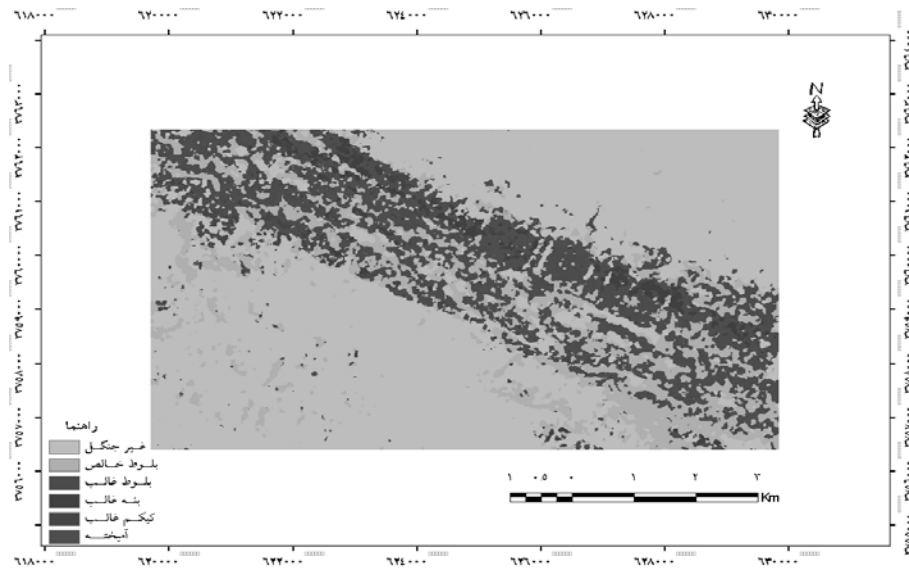
جدول ۲- باندهای اصلی و مصنوعی به‌کار رفته جهت انتخاب بهترین باند برای طبقه‌بندی ۵، ۴ و ۲ طبقه‌ای.

باندهای تهیه شده	باندهای انتخاب شده با شاخص و اگرایی تبدیل شده	
Ratio, DVI, NDVI, PVI, PVI <sub>۱</sub> , PVI <sub>۲</sub> , PVI <sub>۳</sub> , SAVI, MSAVI <sub>۲</sub> , MSAVI <sub>۱</sub> , TSAVI <sub>۱</sub> , TSAVI <sub>۲</sub> , WDVI, Brightness, Greenness, PCA <sub>۱-۶</sub> , PCA <sub>۱۲۳</sub> , PCA <sub>۴۵۷</sub> , Pansharp <sub>۱-۶</sub> , IHS <sub>۱۲۳</sub> , ETM <sub>۱-۷</sub>	PVI, MSAVI <sub>۲</sub> , NDVI, ETM <sub>۱</sub> , ETM <sub>۳</sub> , PCA <sub>۱۲۳</sub> , Greenness, PVI, Greenness, TSAVI <sub>۲</sub> , ETM <sub>۱</sub> , ETM <sub>۳</sub> , WDVI, NDVI, PVI, TSAVI <sub>۲</sub> , AVI, DVI, Pansharp <sub>۱</sub> , Pansharp <sub>۴</sub> , Pansharp <sub>۵</sub>	پنج طبقه چهار طبقه دو طبقه

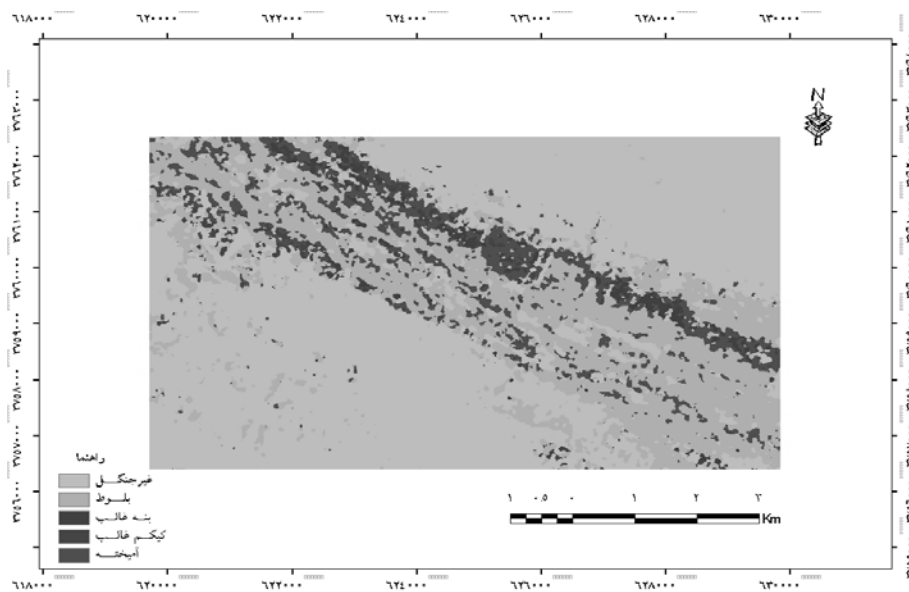
با توجه به این‌که در این مناطق بازتاب به‌دست آمده از پدیده‌هایی نظیر خاک، بیرون‌زدگی‌های سنگی و صخره‌ها باعث اختلاط طیفی با بازتاب به‌دست آمده از پوشش گیاهی می‌گردد از شاخص‌هایی مثل PVI, MSAVI<sub>2</sub>, TSAVI<sub>2</sub>, DVI و WDVI در جهت کاهش این اثرات استفاده شد. بهترین نتایج طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و در نظر گرفتن سطح احتمال ۹۵ درصد و بهترین ترکیب باندی (باندهای اصلی) برای هر سه طبقه تیپ‌بندی، در شکل (۳) آورده شده است. نتایج به‌دست آمده از صحت کلی<sup>۲</sup> و ضریب کاپا<sup>۳</sup> برای ترکیب ۶ باند اصلی، ۷ باند انتخابی، Pansharp و IHS برای هر سه حالت طبقه‌بندی تیپ‌ها با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال مطابق جدول (۳) است.

- 1- Vector
- 2- Overall Accuracy
- 3- Kappa Coefficient

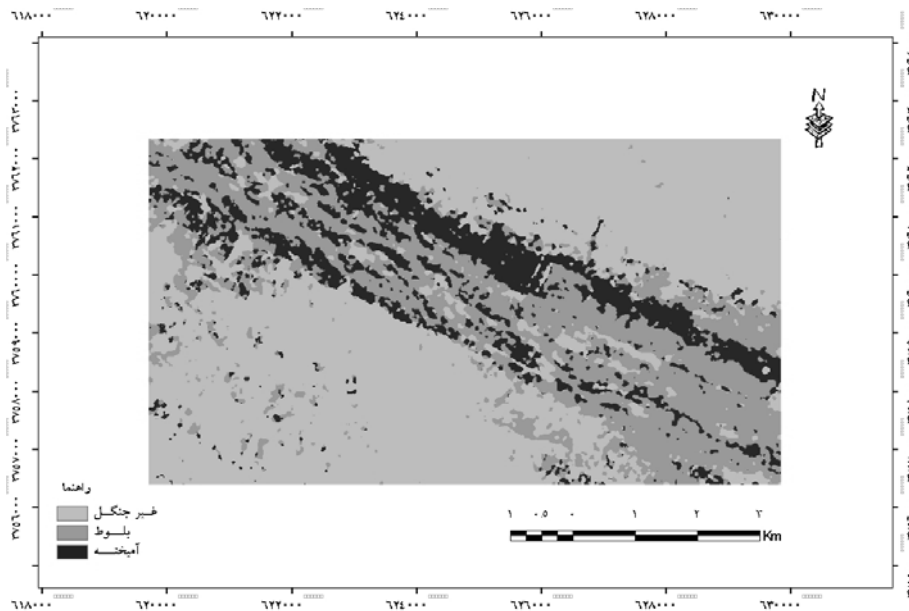
مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۱۸)، شماره (۱) ۱۳۹۰



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۳- الف) تیپ بندی پنج طبقه، ب) تیپ بندی چهار طبقه، ج) تیپ بندی دو طبقه.

جدول ۳- نتایج به دست آمده از صحت کلی و ضریب کاپا برای حالت های مختلف طبقه بندی.

پنج طبقه	چهار طبقه	دو طبقه	باند های مورد استفاده
صحت کلی و ضریب کاپا	صحت کلی و ضریب کاپا	صحت کلی و ضریب کاپا	
۰/۱۴ و ۳۵ درصد	۰/۱۵ و ۵۵ درصد	۰/۲۹ و ۶۸ درصد	شش باند اصلی
۰/۰۶ و ۲۷ درصد	۰/۱۰ و ۵۰ درصد	۰/۲۰ و ۶۱ درصد	هفت باند انتخابی
۰/۰۸ و ۳۴ درصد	۰/۱۲ و ۵۴ درصد	۰/۲۴ و ۶۳ درصد	باندهای ادغام شده به روش Pan sharp
۰/۱۴ و ۳۵ درصد	۰/۱۴ و ۵۴ درصد	۰/۲۶ و ۶۶ درصد	باندهای ادغام شده به روش IHS

دو طبقه: تیپ بلوط- تیپ آمیخته.

چهار طبقه: تیپ بلوط- تیپ بنه غالب- تیپ کیکم غالب- تیپ آمیخته.

پنج طبقه: تیپ بلوط خالص- تیپ بلوط غالب- تیپ بنه غالب- تیپ کیکم غالب- تیپ آمیخته.

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه جزء مناطق جنگلی زاگرس محسوب می‌شود و جنگل‌های منطقه به دلیل سرشت نورپسندی خاص خود و مسایل تخریب و مشکلات زادآوری دارای پوشش تنک و سبک بوده و متفاوت از جنگل‌های شمال می‌باشد، به همین دلیل نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی و پردازش‌های مختلف تصاویر سنجنده  $ETM^+$  برای تهیه نقشه تیپ در مناطق زاگرس با نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی این تصاویر جهت تهیه نقشه تیپ در شمال کشور متفاوت است. از آنجایی‌که نتایج نشان داد استفاده هم‌زمان از داده‌های چندطیفی و پانکروماتیک در فرآیند ادغام تصاویر باعث بهبود قدرت تفسیر بصری داده‌ها می‌شود 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 نمود و همچنین نوع و ماهیت پدیده مورد بررسی که تیپ‌ها به‌عنوان پدیده‌ای که مشخصه طیفی آن در مقایسه مشخصه مکانی آن اهمیت بیش‌تری دارد. همچنین میزان معیارهای بیان صحت (صحت کلی و ضریب کاپا) در تصاویر اصلی طبقه‌بندی شده نسبت به باندهای ادغام شده بیش‌تر است که این با نتایج پژوهش لطیفی و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت داشت (جدول ۳). عمل ادغام تصاویر تنها باعث افزایش توان تفسیر بصری داده‌ها می‌گردد. نتایج این پژوهش، مانند بررسی‌های مشابه انجام شده همانند سیوریکایا و همکاران (۲۰۰۶)، درویش‌صفت (۱۹۹۷)، لطیفی و همکاران (۲۰۰۷) و لطیفی و عادل (۲۰۰۶) نشان داد که از مجموعه الگوریتم‌های طبقه‌بندی، الگوریتم حداکثر احتمال می‌تواند پدیده‌ها را بهتر از سایر الگوریتم‌ها طبقه‌بندی نماید. ضمن این‌که در بیشتر مطالعات و پژوهش‌های، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از الگوریتم‌های طبقه‌بندی‌کننده، طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال به‌عنوان دقیق‌ترین و رایج‌ترین الگوریتم طبقه‌بندی‌کننده معرفی شده است. مقایسه نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی نشان می‌دهد که هم‌پوشانی طیفی طبقه‌ها باعث طبقه‌بندی غلط پیکسل‌ها و کاهش صحت طبقه‌بندی می‌گردد که از دلایل این امر باز بودن تاج پوشش در این جنگل‌ها و بازتاب زیاد خاک می‌باشد که جهت کاهش میزان این بازتاب با به دست آوردن معادله خط خاک شاخص‌های گیاهی مناسب نظیر  $MSAVI2$ ،  $PVI$ ،  $WDVI$ ،  $TSAVI2$  و  $DVI$  ایجاد شد. در طبقه‌بندی ۵ طبقه مطابق با نتایج لطیفی و عادل (۲۰۰۶)، تیپ بلوط خالص به‌طور عمده در بخش جنوبی منطقه مستقر شده اما

تیپ بلوط غالب در تمامی محدوده مورد مطالعه پراکنش داشت که این امر باعث نبود تفکیک‌پذیری مناسب بین این دو طبقه بوده و به‌دست آوردن صحت کلی ۳۵ درصد و شاخص کاپای ۰/۱۴ می‌تواند دلیلی بر تداخل طیفی زیاد بین این دو باشد. هر چند که میزان صحت کاربر به‌ترتیب ۶۶/۶۶ درصد و ۳۶/۶۶ درصد بوده که نسبت به تیپ‌های دیگر بالاترین مقدار را داشت و این نشان‌دهنده درصدی از پیکسل‌های این طبقات است که در طبقه‌بندی به درستی به این طبقات اختصاص یافته‌اند. همچنین صحت تولیدکننده به‌ترتیب ۴۳/۴۷ درصد و ۴۷/۸۲ درصد بیان‌کننده آن تعداد از پیکسل‌های این طبقات است که در واقعیت زمینی درست طبقه‌بندی شده‌اند. پس از ادغام ۲ تیپ بلوط خالص و بلوط غالب، اقدام به طبقه‌بندی با ۴ طبقه گردید. در طبقه‌بندی ۴ طبقه صحت کلی، صحت تولیدکننده و صحت کاربر به‌نحو محسوسی افزایش یافت. به‌طوری‌که صحت تولیدکننده و کاربر برای تیپ بلوط به‌ترتیب ۷۹/۷۱ درصد و ۸۷/۳ درصد به‌دست آمد اما برای تیپ‌های بنه غالب و کیکم غالب مقدار صحت تولیدکننده و کاربر نسبت به تیپ بلوط خیلی پایین بود که می‌توان یکی از دلایل آن را تعداد کم قطعات نمونه این تیپ‌ها نسبت به سایر تیپ‌ها دانست. همچنین میزان تفکیک‌پذیری این دو تیپ نسبت به تیپ آمیخته پایین بود که با ادغام دوباره این دو تیپ در تیپ آمیخته، طبقه‌بندی برای دو تیپ کلی بلوط و آمیخته انجام شد. که در نهایت بیش‌ترین صحت تولیدکننده و کاربر برای بلوط با مقدار به‌ترتیب ۷۲/۴۶ درصد و ۸۴/۷۴ درصد به‌دست آمد و این نشان‌دهنده درصدی از پیکسل‌ها می‌باشد که به‌ترتیب در واقعیت زمینی و طبقه‌بندی به درستی به این تیپ‌ها اختصاص یافته‌اند. در کل دلایل پایین بودن صحت کلی به‌دست آمده در این پژوهش نسبت به پژوهش‌های سیویریکا و همکاران (۲۰۰۶) با صحت کلی ۸۸ درصد و گونلو و همکاران (۲۰۰۸) با صحت کلی ۹۲ درصد را می‌توان در واردسازی برخی اطلاعات مکانی مانند داده‌های مربوط به شیب، جهت و ارتفاع به‌عنوان داده‌های کمکی به فرآیند طبقه‌بندی و نیز انجام بررسی‌های بالا در توده‌های متراکم و به نسبت خالص جنگلی دانست. از طرفی دلیل بالاتر بودن مقدار صحت کلی و شاخص کاپای به‌دست آمده در این پژوهش نسبت به پژوهش ناصری و همکاران (۲۰۰۴) با صحت کلی ۶۶ درصد و لطیفی و عادلی (۲۰۰۶) با صحت کلی ۵۸ درصد را می‌توان در تفاوت نوع الگوریتم طبقه‌بندی به‌کار گرفته شده باندهای مورد استفاده و همچنین تراکم بیش‌تر در منطقه مورد مطالعه جستجو نمود. تفاوت مقدار صحت کلی و شاخص 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 می‌گردد.

مطابق با این پژوهش و نتایج به دست آمده از پژوهش‌های سیوریکایا و همکاران (۲۰۰۶) و لطیفی و عادل (۲۰۰۶) تیپ‌بندی بر اساس دو طبقه (در این پژوهش بلوط و آمیخته) با استفاده از داده‌های ETM<sup>+</sup> برای مناطق مشابه می‌تواند قابل توصیه باشد اما شناسایی گونه‌های دیگر بنا به دلایلی که در قبل ذکر شد پیشنهاد نمی‌گردد. همچنین با توجه به به‌کارگیری باندهای مصنوعی مورد استفاده در این پژوهش جهت کاهش بازتاب طیفی خاک، پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های بعدی از شاخص‌هایی که به‌طور مؤثرتری بازتاب طیفی خاک را کاهش می‌دهد استفاده گردد تا نتایج مطلوب‌تری به دست آید.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات کلیه کسانی که در عملیات میدانی و جمع‌آوری داده‌ها مرا یاری و مساعدت نموده‌اند سپاسگزاری می‌نمایم.

### منابع

1. Abasi, M. 2000. Possibility Investigation Beech type Mapping using ETM<sup>+</sup> sensor data (Chilar, Forest Khairoud kenar Noushahr), Forestry M.Sc. Thesis. Natural Resource Department of Tehran University, 144p. (In Persian)
2. Albertz, J., Lehmann, H., Mehlbreuer, A., Scholten, F. and Tauch, R. 1988. Herstellung hochauflosender Sarelliten-Bildkarten durch Kombination Multisensoraler Datensatze. Internationales Jahrbuch fur Kartographie, band 28, Ulm:Universitatsverlag, 252: 11-27.
3. Chavez, P.S., Sides, S.C. and Anderson, J.A. 1991. Comparison of Three Different Methods to Merge Multi resolution and Multispectral Data: Landsat TM and SPOT Panchromatic. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 57: 3. 295-303.
4. Darvishsefat, A.A. 1997. Comparison Capabilities Landsat and Spot Satellites Data for a Forest type mapping. J. Natur. Resour. Iran, 50: 61-68. (In Persian)
5. Fatahi, M. 2005. Forest Type Mapping, Dehati M. 3: 52. 23-42. (In Persian)
6. Günlü, A., Sivrikaya, F., Baskent, E.Z., Keles, S., Cakir, G. and Kadiogullari, A.I. 2008. Estimation of Stand Type Parameters and Land Cover mapping Using Landsat-7 ETM<sup>+</sup> Imagery: A Case Study from Turkey, J. Sen. 8: 2509-2525.
7. Hang J.J., Stritholt, R., Pamela, A., Frost, N. and Slosser, C. 2004. The Classification of late Seral Forests in the Pacific Northwest, USA using Landsat ETM<sup>+</sup> Imagery, Rem. Sen. Environ. 91: 15. 320-331.
8. Howarth, P.J. and Wichware, G.M. 1981. Procedures for change detection using Landsat digital data. Int. J. Remote Sen. 2: 3. 277-291.

9. Itten, K.I.P., Meyer, T., Kelenberger, St., Sand Meier, R., Sand Meier, I.L. and Ehrler, C. 1993. Versuche our Verwendung Von Satellitendaten Four Die Nachfuehrung Deer Schweizerischen Area statistic, Vermessung Photogram Metric Kulturtechnik, 6: 42. 410-414.
10. Jensen, J.R. and Toll, D.L. 1982. Detecting residential Landsat development at the urban fringe. Photo. Eng. and Rem. Sen. 48: 4. 629-643.
11. Kati, J., Salovaara, S., Riffat, N. and Malik, H.T. 2005. Classification of Amazonian primary rain forest vegetation using Landsat ETM<sup>+</sup> Satellite imagery. Remote Sensing of Environment, 97: 27. 39-51.
12. Koch, B.F. and Muenster, M. 1993. Vergleichede Auswertung unterschiedlicher Bildverarbeitungs algorithmic four fine waldkartierung unnder basis multispectral Spot-1-Daten, 4: 143-149.
13. Latifi, H. and Adeli, K. 2006. Survey Capability ETM+ Satellite Data for separately forest cover type in Zagros South (case study, Dezfol city), Geomatic, 17: 83. 31-35. (In Persian)
14. Latifi, H., Oladi, J., Saroei, S. and Jalilvand, H. 2007. An Evaluation of ETM<sup>+</sup> Data Capability to produce "Forest-Shrub land-Range" Map (case Study of Neka-Zalemroud Region-Mazandaran-Iran), 11: 40. 439-447. (In Persian)
15. Maxwel, S.K., Nuchols, J.R., Ward, M.H. and Hoffer, R.M. 2003. An automated approach to mapping cover from Landsat Imagery, Computers and Electronics in Agriculture, 43: 14. 3-54.
16. Naseri, F., Darvishsefat, A., Sobhani, H. and Namiranian, M. 2004. Assessment Capability Landsat 7 Data for forest density mapping arid and sub arid regions, Natur. Res. J. Iran, 1: 57. 109-119. (In Persian)
17. Shataee Jouibary, Sh. 2003. Survey Possibility Forest type Map Using Satellite Data the Case Study nowshahr Khairoud kenar. Forestry Ph.D. Thesis. Natural Resource Faculty of Tehran University, 155p. (In Persian)
18. Shetigara, V.K. 1992. A Generalized Component Substitution Technique for Spatial Enhancement of Multispectral Images Using a Higher Resolution Data Set. Photo. Eng. and Rem. Sen. 58: 5. 561-567.
19. 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 J. Turkey, 7<sup>th</sup>. 643-652.
20. Zhang, Y. 1999. A new merging method and its spectral and spatial effects. Int. J. Rem. Sen. 20: 2003-2014.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 18(1), 2011*  
[www.gau.ac.ir/journals](http://www.gau.ac.ir/journals)

## **Capability Investigation on ETM<sup>+</sup> Data for Forest Type Mapping in the Zagros Forests (Case Study Ghalajeh Forests, Kermanshah Province)**

**\*R. Parma<sup>1</sup>, Sh. Shataee<sup>2</sup>, Y. Khodakarami<sup>3</sup> and H. habashi<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduated, Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>2</sup>Associate Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, <sup>3</sup>M.Sc., Dept. of Forestry, Kermanshah Natural Resources and Agriculture Research Center, <sup>4</sup>Assistant Prof., Dept. of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources  
Received: 2008/08/03; Accepted: 2009/09/09

### **Abstract**

In order to capability investigation on Landsat-7 Satellite ETM<sup>+</sup> Data in Separability Forest Type and mapping in the Zagros Region, a small window digital data dating July 2001 from Ghalajeh Forests in the Kermanshah province were analyzed. Ground data were provided the cluster sampling method and with 0.36 ha. No radiometric error was found then the quality investigations. Orthorectification was implemented using 55 Ground Control Points and RMS Error equal 0.39 the X axis aspect and 0.46 the Y axis aspect. Atmospheric correction was implemented using of Cost model. Vegetation indexes to produce appropriate for soil reflectance effect decrease. Synthetic bands were generated using some suitable processing methods to produce the spectral arithmetic bands like principal component analysis and Tasseled Cap transformation. Multispectral and panchromatic data were fused using HIS and statistics-based pansharp fusion techniques. Selection of the appropriate bands for classification was performed using divergence separability index. Classification was done by supervised method using maximum likelihood (ML), minimum distance to mean (MD) and parallel epiped (PPD) classifiers. Accuracy assessment of classified maps was performed by ground truth map. The results showed that the classified map using maximum likelihood classifier could be better than other maps with an overall accuracy 68% and Kappa coefficient 0.29 for Oak and mixed forest types. Results generally showed a moderately capability ETM<sup>+</sup> data to provide forest types map in the Zagros forest. These study would suggest the utility of best spatial resolution imagery and in other regions.

**Keywords:** ETM<sup>+</sup>, Maximum likelihood, Type, Ghalajeh, Zagros

---

\* Corresponding Author; Email: [parma.rohollah@gmail.com](mailto:parma.rohollah@gmail.com)