



مطالعه امکان تفکیک اختلاط گونه‌های راش و ممرز با استفاده از تصاویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ (مطالعه موردی: در جنگل چونه‌زیه)

* جعفر اولادی^۱ و بهزاد بخشنده^۲

^۱ استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
^۲ کارشناس ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۲

چکیده

در این پژوهش در جنگل‌های خزری به مطالعه امکان تفکیک درصد‌های مختلف دو گونه درختان راش (*Fagus orientalis*) و ممرز (*Carpinus betulus*) بر مبنای دو روش تفکیک انعکاس طیفی و روش طبقه‌بندی زمینی با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای اقدام گردیده است. برای انجام این کار داده‌های سنجنده ETM^+ لندست-۷ مربوط به تاریخ ۲۰۰۰/۶/۲۴ میلادی (اواسط فصل رویش) تهیه شد، سپس با توجه به نقشه تیپ‌بندی شده جنگل پلات‌های آماری به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ متر (یک هکتار) و به فاصله ۹۰ متر از یکدیگر در سه منطقه که اختلاط درختان راش و ممرز وجود داشت، بر روی نقشه ۱:۲۵۰۰۰ پیاده شدند. بعد از آماربرداری زمینی چهار گروه اختلاط به دست آمد که عبارتند از گروه اول) ترکیب خالص راش، گروه دوم) اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز، گروه سوم) اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و گروه چهارم) اختلاط ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز. برای جلوگیری از تأثیرات انعکاس جاده روی انعکاس درختان، جاده‌های رقومی شده و پلات‌های نمونه با فاصله ۶۰ متر از جاده انتخاب گردیدند و تصحیحات هندسی تا سطح ارتو با استفاده از ۱۳ نقطه کنترل زمینی بر روی تصاویر انجام شد. جاده‌ها و پلات‌های رقومی شده بر روی باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ تصویر سنجنده ETM^+ قرار داده شد و اطلاعات پیکسلی آن‌ها استخراج گردید. سپس این اطلاعات مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و تفاوت میانگین بین گروه‌ها با آزمون t-test مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که تصاویر سنجنده ETM^+ که مربوط به اواسط فصل رویش می‌باشد قادر به تفکیک

* مسئول مکاتبه: oladi123@yahoo.com

ترکیب خالص راش از اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و پایین‌تر می‌باشد. طبقه‌بندی تصویر با الگوریتم حداکثر احتمال انجام گردید. در طبقه‌بندی با چهار گروه، بیش‌ترین میزان احتمال با صحت کلی ۶۳ درصد و ضریب کاپا ۴۴ درصد بوده است. در پایان این نکته قابل ذکر می‌باشد که نتیجه طبقه‌بندی چهار گروه بالا با نتیجه استخراج شده از روش استفاده از ارزش‌های پیکسلی آن‌ها هم‌خوانی دارد. به این معنی که این طبقه‌بندی توانست جامعه با ترکیب خالص راش را با جامعه مرکب از اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و پایین‌تر را در طبقات جداگانه‌ای تفکیک نموده است.

واژه‌های کلیدی: راش، ممرز، لندست ETM^+ ، طبقه‌بندی، اختلاط گونه‌ای

مقدمه

اختلاط دو گونه راش (*Fagus orientalis*) و ممرز (*Carpinus betulus*) در سطح وسیعی در جنگل‌های شمال کشور وجود دارد. ممرز روشنایی‌پسند است و به‌محض این‌که بیش از حد لازم فضای خالی در جنگل ایجاد شود فوراً مستقر می‌شود و با رویش سریع خود دیگر نهال‌ها را خفه می‌کند. اگر توجهی به تنک کردن و روشن کردن جنگل نشود، بذر ممرز با قدرت زیاد و نیرومند خود، رویشگاه‌های راش را اشغال کرده و ایجاد مزاحمت می‌نماید. برای جلوگیری از این مسأله جنگل‌بانان باید با دخالت‌های مفید از چیرگی ممرز جلوگیری نمایند (بیکر، ۱۹۹۲). برای پی بردن به چیره شدن ممرزها در راشستان‌ها در سطوح وسیع جنگلی، نیاز به آماربرداری و تهیه نقشه تیپ‌بندی شده و به هنگام جنگل می‌باشد، در غیر این صورت نمی‌توان مسأله بالا را حل نمود. با توجه به در اختیار بودن اطلاعات به هنگام از طریق ماهواره‌های منابع زمینی و در اختیار بودن این اطلاعات در باندهای مختلف طیفی می‌توان اطلاعات قابل‌قبولی در مورد تفکیک‌پذیری درصد‌های مختلف راش و ممرز را به‌دست آورد.

از آنجا که پدیده‌های مختلف در محدوده طیفی یک باند معین دارای انعکاسات متفاوت بوده و از طرفی یک پدیده در محدوده طیفی باندهای مختلف هم دارای انعکاس متفاوت می‌باشد، در این پژوهش سعی شد تا بهترین باند که بتواند درصد‌های مختلف راش و ممرز را از یکدیگر تفکیک نماید، تعیین گردد.

سوابق نشان می‌دهد پژوهش‌هایی هم در زمینه‌های تفکیک و آماربرداری گونه‌های مختلف جنگلی انجام گرفته است. اولادی (۱۹۸۸) قابلیت تفکیک جنگل‌های خالص راش و بلوط را با استفاده از

سنجنده¹ MSS مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که این سنجنده قادر به تفکیک این دو گونه از درختان جنگلی می‌باشد (بیگر، ۱۹۹۲). زارع (۱۹۹۷) نیز با استفاده از داده‌های ماهواره لندست² TM توانست جنگل‌های تاغ و دیدال را با دقت ۷۵ درصد از یکدیگر تفکیک نماید (درویش‌صفت، ۱۹۹۷). درویش‌صفت (۱۹۹۷) مطالعه‌ای که در بخشی از منطقه مرکزی کشور سوئیس و به‌منظور مقایسه قابلیت داده‌های ماهواره لندست TM و ماهواره اسپات جهت تهیه نقشه جنگل و تیپ‌بندی آن انجام داد. نام‌برده توانست با استفاده از روش سلسله مراتبی اراضی جنگلی را از دیگر پدیده‌ها شامل آب، اراضی شهری و کشاورزی و... تفکیک نماید. در پایان طبقه‌بندی تیپ جنگل با طبقات کلی مانند سوزنی‌برگان و پهن‌برگان خالص و نیز جنگل مخلوط سوزنی و پهن‌برگ با الگوریتم‌های نظارت شده انجام داد (چنگ و همکاران، ۲۰۰۲). رامتین‌نیا (۱۹۹۷) با هدف تهیه نقشه تیپ جنگل مطالعه‌ای را با استفاده از داده‌های لندست TM انجام داد. پس از حذف منطقه ابری از تصویر اقدام به طبقه‌بندی نظارت شده در دو حالت ابری و غیرابری با سه روش طبقه‌بندی‌کننده متداول نمود. بهترین باندها برای طبقه‌بندی یک مرحله‌ای ترکیب (۳، ۴ و ۵) TM و در طبقه‌بندی چندمرحله‌ای در جداسازی آب (باند ۴) و در جنگل باندهای ۳ و ۷ بوده‌اند (کروز و فیول، ۲۰۰۲). فلاح‌شمسی (۱۹۹۷) در خصوص تعیین بهترین شدت نمونه‌گیری برای تهیه نقشه‌های واقعیت زمینی مطالعه‌ای را با شدت‌های مختلف نمونه‌گیری به روش تصادفی - منظم از ۶-۵ درصد و اندازه قطعات نمونه از یک پیکسل تا ۶×۶ پیکسل در قالب شبکه‌های نمونه‌برداری انجام داده است. نتایج این پژوهش نشان داد که با تهیه واقعیت زمینی با شدت حداقل ۲ درصد می‌توان صحت نقشه‌های موضوعی را با خطای ۶-۴ درصد برآورد نمود (اولادی، ۱۹۹۷). در خصوص مطالعات انجام شده در تهیه نقشه‌های طبقات تراکمی جنگل، ساروئی (۱۹۹۹) مطالعه‌ای را انجام داده است. برای تهیه نقشه واقعیت زمینی از عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۶ استفاده نمود. نام‌برده با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده‌های حداکثر احتمال و متوازی‌السطوح و بررسی ماتریس خطای طبقه‌بندی مشاهده نمود که تداخل طیفی در طبقات تراکمی ۲ و ۳ باعث کاهش دقت طبقه‌بندی شده است. بنابراین این طبقات را درهم ادغام و طبقه‌بندی را دوباره با ۳ طبقه انجام داد. میزان صحت کلی و شاخص کاپا به ترتیب ۷۰ و ۴۵ درصد در ترکیب باند ۲، NDVI، باند ۴ TM با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال به دست آمد. میزان صحت‌های تولیدکننده و

1- Multi-Spectral Scanner

2- Thematic Mapper

کاربر در طبقه تراکمی ۲ (ادغام شده) به ترتیب میزان ۷۰ و ۴۵ درصد را نشان داد. در نهایت در این مطالعه تداخل طیفی خاک و پوشش گیاهی در داده‌های TM (به‌ویژه در طبقات تراکمی با تراکم کم) مانع از دستیابی به دقت بالاتر از حد یاد شده گردید (فلاح‌شمسی، ۱۹۹۷). پوسو و همکاران (۱۹۸۷) نیز یک روش آماربرداری از جنگل برای تفکیک درختان کاج میلاد، کاج معمولی و درختان پهن‌برگ با استفاده از داده‌های سنجنده MSS و TM تهیه کردند (اسپانر و همکاران، ۱۹۹۰). ارزیابی داده‌های سنجنده TM در تخمین پوشش جنگلی نیوبرانزویک کانادا توسط بیکر (۱۹۹۲) مورد مطالعه قرار گرفت و نام‌برندگان نتیجه گرفتند که این سنجنده‌ها منابع مفید و قابل‌قبولی برای تفکیک گونه‌های جنگلی از یکدیگر می‌باشند (اولادی، ۱۹۹۷).

پلهم عباسی و همکاران (۲۰۰۹)، رویش بالقوه سه گونه درختی صنعتی مدیترانه‌ای را در جنگل‌های حوضه ارمند در استان چهارمحال و بختیاری با استفاده از روش RS و GIS مورد مطالعه قرار داد که پس از جمع‌آوری نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی، اقلیم و خاک و رقومی کردن آن‌ها، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه شدند. نقشه کاربری اراضی نیز از داده‌های TM تهیه گردید. سپس برای هر یک از گونه‌ها براساس نیازهای اکولوژیکی آن‌ها و خصوصیات منطقه مورد مطالعه لایه‌های اطلاعاتی مختلف تهیه شد. در نهایت، با تلفیق لایه‌ها مشخص گردید که حدود ۱۱۵۰ هکتار برای گونه *Cupressus sempervirens* (L.)، ۹۹۶ هکتار برای گونه *Pinus nigra* (Arnold) و ۵۱۹۹ هکتار برای گونه *Olea europea* (L.) برای رویشگاه بالقوه این گونه‌ها مناسب می‌باشند.

یکی از روش‌های استاندارد برای تفسیر اتوماتیک تصاویر ماهواره‌ای و عکس‌های هوایی، استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی پیکسلی است. به‌عنوان مثال، با این نوع الگوریتم‌ها و داده‌های ورودی مناسب، می‌توان پیکسل‌های پوشش گیاهی و بدون پوشش گیاهی را از هم تمیز داد. همچنین، تفکیک پیکسلی طبقات مختلف گیاهی به‌طور دقیق انجام می‌شود (والتر، ۲۰۰۴).

اسکات و گریوز (۲۰۰۱) به طبقه‌بندی تیپ‌های مختلف پوشش زمین با استفاده از داده‌های ETM⁺ مربوط به منطقه فورت‌بنینگ در جنوب شهر کلمبیا پرداختند. به این منظور ابتدا طبقه‌بندی نظارت شده در نرم‌افزار ERDAS (V:8.9) با الگوریتم خوشه‌بندی و با استفاده از شش باند (۵-۱ و ۷) انجام گردید که نتیجه آن جداسازی ۵۰ طبقه در محدوده مورد مطالعه بود. پس از بررسی‌های اولیه، گروهی از ا حذف و گروهی با هم ادغام شدند. در این مرحله طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر احتمال انجام گردید و نتیجه نقشه‌ای با ۹ طبقه (آب، گیاه همیشه سبز، سوزنی‌برگان، پهن‌برگان، بوته‌ها، علفی‌ها،

سرزمین برهنه، جاده آسفالته و اقامتگاه موقت نظامیان) می‌باشد. نتیجه مقایسه نقشه طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی بیانگر بهترین تطابق و دقت مربوط به طبقه‌های اصلی جنگل (پهن‌برگان و سوزنی‌برگان) با صحت کاربر ۸۵ درصد (پهن‌برگان) و صحت کلی معادل ۶۹/۵ درصد می‌باشد.

عباسی (۲۰۰۱) به بررسی امکان تهیه نقشه تیپ گونه راش به کمک داده‌های این سنجنده پرداخت. داده‌ها مربوط به تیرماه ۱۳۷۹ از نیمه شمالی سری چلیبر واقع در جنگل خیرود کنار نوشهر به وسعت ۷۹۴/۵ هکتار بود. نقشه واقعیت زمینی (نقشه تیپ راش) به صورت نواری و در ۴۲ درصد کل منطقه به روش پیمایشی تهیه گردید و عمل طبقه‌بندی با استفاده از باندهای اصلی و مصنوعی به دست آمده از نسبت‌گیری، تبدیل مؤلفه‌های اصلی و تبدیل تسلدکپ انجام شد و بهترین مجموعه بانندی به روش آماری فاصله باتاچاریا تعیین گشت. نام‌برده جنگل را به تیپ‌های راش خالص، راش غالب، راش مخلوط و غیرراش طبقه‌بندی نمود. بیش‌ترین میزان صحت کلی با روش حداکثر احتمال و با بهترین مجموعه ۵ بانندی معادل ۳۲ درصد به دست آمد. محقق به دلیل پایین بودن میزان صحت در نتیجه تشابه بازتاب تیپ‌های راش خالص و غالب اقدام به ترکیب این دو طبقه نمود و در نتیجه طبقه‌بندی با سه طبقه (راش خالص - غالب، راش مخلوط و غیرراش) دوباره انجام گردید که صحت کلی به ۴۶/۶ درصد افزایش یافت. محقق، این میزان صحت را برای تهیه نقشه تیپ راش در جنگل‌های شمال کشور با استفاده از ETM^+ مناسب نمی‌داند.

شتایی (۲۰۰۳) با استفاده از داده‌های سنجنده ETM^+ نقشه تیپ جنگل در سه سری دیگر جنگل خیرودکنار نوشهر در مساحت ۲۱۷۰ هکتار را تهیه نمود. وی نقشه واقعیت زمینی را با استفاده از ۴۱۳ قطعه نمونه یک هکتاری و به روش تصادفی سیستماتیک تهیه نمود. بر این اساس دو نقشه متفاوت با ۷ تیپ کلی تهیه و به عنوان نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای از آن استفاده شد. پس از پردازش‌های مناسب مانند تجزیه مؤلفه‌های اصلی، تبدیل تسلدکپ و نسبت‌گیری، طبقه‌بندی داده‌ها به دو روش پیکسل - پایه و شی - پایه انجام گردید. در روش پیکسل - پایه نمونه‌های تعلیمی برای طبقات موردنظر در هر دو روش تیپ‌بندی انتخاب و سپس طبقه‌بندی با روش حداکثر احتمال انجام گرفت که در بهترین حالت طبقه‌بندی برای روش تیپ‌بندی براساس قطورترین درختان، صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب معادل ۴۹/۶۸ و ۲۷/۵۸ درصد بودند. در این مطالعه برای افزایش صحت نتایج، تیپ‌های راش خالص و راش آمیخته و همچنین ممرز خالص و ممرز آمیخته را که دارای تفکیک‌پذیری پایین بودند در هم ادغام و طبقه‌بندی نهایی با ۵ طبقه انجام گردید که نتایج طبقه‌بندی اخیر در روش قطورترین درختان

بیانگر صحت کلی ۵۵/۶۳ درصد و ضریب کاپای معادل ۳۱/۴۵ درصد و در روش فراوانی کل، صحت کلی ۵۴/۸۵ درصد و ضریب کاپای ۲۸/۵۳ درصد می‌باشد.

در این پژوهش اقدام به مطالعه امکان تفکیک درصدهای مختلف دو گونه درختان راش و ممرز بر مبنای دو روش تفکیک انعکاس طیفی پیکسل‌های مربوط به آن‌ها و روش طبقه‌بندی زمینی با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای گردیده است.

مواد و روش‌ها

هدف این بررسی مطالعه امکان تفکیک درجه اختلاط دو گونه عمده از درختان جنگلی شمال کشور، یعنی راش و ممرز با استفاده از نشانه‌های طیفی آن‌ها می‌باشد. انتخاب منطقه برای این پژوهش مستلزم وجود اختلاط دو گونه یاد شده در سطح وسیع جنگلی بوده که با استفاده از نقشه‌های تیپ‌بندی شده مربوط به سال ۱۳۷۹، منطقه جنگلی چوئه‌ژی‌ه واقع در جنگل‌های اسالم در شهرستان تالش در استان گیلان برای این منظور انتخاب گردید. منطقه مورد مطالعه در داخل حوزه آبخیز شماره ۸ است که بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۳۷ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی قرار دارد، مساحت منطقه در حدود ۱۰۶۵ هکتار می‌باشد و از نظر ارتفاعی دارای حداکثر ۱۷۰۰ و حداقل ۱۴۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

تصاویر ماهواره‌ای تاریخ ۲۰۰۰/۶/۲۴ میلادی (۱۰ تیرماه ۱۳۷۹) سنجنده ⁺ETM⁺ ماهواره لندست ۷ تهیه گردید اندازه تفکیک زمینی باندهای انعکاسی این سنجنده ۳۰×۳۰ متر است. برای کسب اطلاعات زمینی از منطقه مورد مطالعه، ابتدا پارسلهایی که دارای اختلاط دو گونه راش و ممرز بودند، انتخاب و سپس پلات‌های آماری در این نواحی، بر روی نقشه ۱:۲۵۰۰۰ (تهیه شده از عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۳) پیاده شدند.

تصحیحات رادیومتریک و ژئومتریک بر روی تصاویر خام انجام پذیرفت. در روش معمولی تصحیح هندسی چندجمله‌ای از یک مدل چندجمله‌ای با درجات معمولاً ۳-۱ به همراه تعدادی نقاط کنترل زمینی و اعمال یک روش درونیابی برای انطباق تصویر و نقشه مبنای استفاده می‌گردد. با توجه به وجود اختلاف و تنوع ارتفاعی منطقه مورد مطالعه روش تصحیح هندسی ارتو با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) به کار گرفته شد تا به این ترتیب تصویر تصحیح شده دارای حداقل خطاهای

1- Enhanced Thematic Mapper Plus

2- Digital Elevation Model

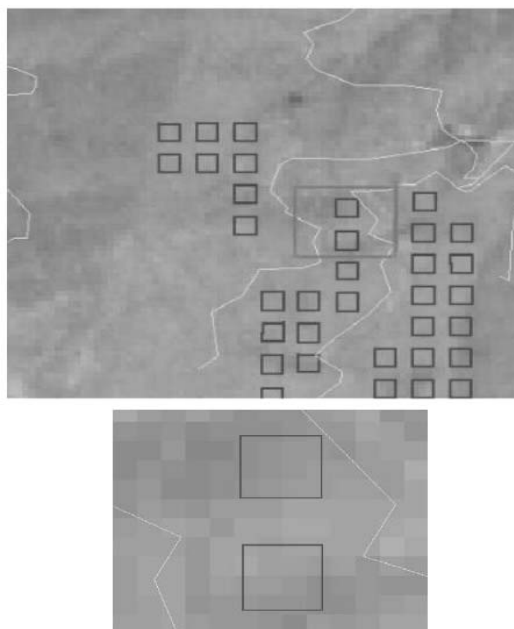
هندسی و پستی و بلندی گردد. این امر اصولاً در محل نقاط کنترل اثر پستی و بلندی را خنثی نموده و این خطا هم‌چنان در بقیه نقاط تصویر باقی می‌ماند. به عقیده چنگ و همکاران (۲۰۰۲)، فرایند تصحیح هندسی ارتو در بسیاری موارد نتایج رضایت‌بخشی به دست می‌آید. طی این فرایند داده‌ها مطابق با سیستم مختصاتی تعریف شده توسط کاربر تصحیح شده و به دلیل آن که خروجی نهایی از نظر مسطحاتی صحیح می‌باشد، تصاویر ارتو به دست آمده نیز می‌توانند برای تهیه نقشه، مورد پردازش قرار گیرند (پوسو و همکاران، ۱۹۸۷). تصحیحات هندسی با استفاده از ۲۴ نقطه کنترل زمینی تا سطح تصحیح خطای جابه‌جایی با دقت $RMSE=0/9$ انجام شده و با استفاده از نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ و DEM منطقه زمین مرجع (تطابق هندسی) شد. با توجه به میزان خطای زیاد RMSE، تعدادی از نقاط که دارای بیش‌ترین خطا بودند، حذف و در پایان به کمک ۱۳ نقطه کنترل زمینی نسبت به نقشه مبنا و با استفاده از معادله درجه یک و روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایه به‌میزان یک پیکسل (۰/۷ پیکسل) تصحیحات انجام گردید.

حداقل مساحت داده‌های زمینی برای استفاده از سنجنش از دور (تصاویر ماهواره‌ای) یک هکتار است (اولادی، ۱۹۹۸). بنابراین ابعاد پلات‌ها 100×100 متر (۱ هکتار) در نظر گرفته شد که بر روی تصویر ماهواره‌ای 3×3 پیکسل و در مجموع هر پلات ۹ پیکسل می‌باشد. فاصله بین پلات‌ها از یکدیگر نیز بر روی زمین ۹۰ متر شامل ۳ پیکسل روی تصویر در نظر گرفته شد که در مجموع ۳۷ پلات است. با توجه به قابل دسترس شدن پلات‌های آماری در طبیعت، در سه منطقه از جنگل مورد مطالعه که دارای اختلاط راش و ممرز بودند، پلات‌ها به صورت گروه منظم پیاده شدند، فاصله و آزیموت اولین پلات هر گروه نسبت به یک نقطه کنترل (پیچ تند جاده) محاسبه شد و سپس پلات‌ها آماربرداری شدند. در هنگام آماربرداری تصحیح لازم در شیب اعمال شد تا پلات‌ها با دقت بیش‌تری برداشت شوند و در داخل هر پلات قطر برابر سینه و تاج پوشش تمامی درختان محاسبه شد. پس از محاسبه درصد اختلاط، پلات‌ها در چهار گروه زیر طبقه‌بندی شدند. البته لازم به ذکر است که بعد از برداشت زمینی پلات‌ها و محاسبه درصد اختلاط گونه‌ها، ۹ پلات به دلایلی مانند داشتن تاج پوشش کم‌تر از ۶۰ درصد یا وجود درصد بالای گونه بلوط نسبت به گونه راش و ممرز و... از کل پلات‌ها حذف شدند.

گروه اول شامل ترکیب خالص راش (پلات‌هایی را که گونه راش از ۸۵ درصد به بالا می‌باشد جزو گروه اول قرار دارند)، گروه دوم شامل اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز (پلات‌هایی

را که گونه راش بین ۷۵-۸۵ درصد و گونه ممرز بین ۲۵-۱۵ درصد می‌باشد جزو گروه دوم قرار دارند)، گروه سوم شامل اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز (پلات‌هایی را که گونه راش بین ۷۵-۶۵ درصد و گونه ممرز بین ۳۵-۲۵ درصد می‌باشد جزو گروه سوم قرار دارند) و گروه چهارم شامل ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز (پلات‌هایی را که گونه راش بین ۶۵-۵۵ درصد و گونه ممرز بین ۴۵-۳۵ درصد می‌باشد جزو گروه چهارم قرار دارند) که هر گروه شامل ۷ پلات (تا حدی که برای همه گروه‌های چهارگانه امکان وجود ترکیب موردنظر وجود داشت) و در مجموع ۲۸ پلات می‌باشد.

جاده‌های جنگل موردنظر پلات‌های آماری موردنظر رقومی و بر روی تصویر قرار داده شدند، لازم به ذکر است برای جلوگیری از تأثیر انعکاس جاده بر انعکاس درختان، فاصله پلات‌های نمونه با جاده‌های رقومی شده ۶۰ متر تعیین شد (شکل ۱). با استفاده از مختصات پلات‌ها بر روی تصویر، تمامی پلات‌ها از باندهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۷ سنجنده ETM^+ جدا شده و ذخیره شدند و آنگاه ارزش‌های پیکسلی آنها استخراج گردیدند.



شکل ۱- تصویر باند ۵ سنجنده ETM^+ به همراه جاده‌ها و پلات‌های رقومی شده.

برای طبقه‌بندی منطقه براساس چهار گروه مبنای، ابتدا نمونه‌های تعلیمی برای تیپ‌های تعیین شده با توجه به ۸ باند طیفی انتخاب شده، به تعداد ۱۸ قطعه ۹۰ پیکسلی (۹ قطعه برای نمونه‌های تعلیمی و ۹ قطعه برای شاهد زمینی) برای هر طبقه در نظر گرفته شد (ریچاردز جان، ۱۹۹۵). این نمونه‌های تعلیمی در نقشه واقعیت زمینی انتخاب گردید. بعد از تعیین نمونه‌های تعلیمی برای برآورد کمی تفکیک‌پذیری نمونه‌های تعلیمی تیپ‌های انتخابی از دو شاخص واگرایی^۱ و فاصله باتاچاریا^۲ استفاده شده است (جدول‌های ۱ و ۲). با استفاده از معیارهای بالا، نمونه‌های همگن و نمونه‌های دارای هم‌پوشانی با بررسی میانگین و انحراف معیار هیستوگرام‌ها نمونه‌های تعلیمی اصلاح و بهترین نمونه‌ها با حداقل هم‌پوشانی انتخاب گردیدند.

جدول ۱- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس شاخص واگرایی برای ۴ تیپ گیاهی و یک طبقه جاده و فضای خالی.

طبقه‌ها	۱	۲	۳	۴
۲	۲/۰۰۰			
۳	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰		
۴	۱/۹۹۹	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	
۵	۱/۱۴۳۳	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰

تفکیک‌پذیری متوسط: ۱/۹۱۴۳۴۶، حداقل تفکیک‌پذیری: ۱/۱۴۳۴۶۴، حداکثر تفکیک‌پذیری: ۲/۰۰۰ و حداقل تفکیک‌پذیری بین کلاس‌های ۱ و ۵.

جدول ۲- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس فاصله باتاچاریا برای ۴ تیپ گیاهی و یک طبقه جاده و فضای خالی.

طبقه‌ها	۱	۲	۳	۴
۲	۱/۸۵۵۹۰۶			
۳	۱/۹۲۲۱۶۸	۱/۹۹۶۰۹۰		
۴	۱/۸۰۱۱۲۵	۱/۸۶۲۰۳۸	۱/۹۹۱۳۱۰	
۵	۰/۸۹۸۳۰۸	۱/۸۳۲۳۴۹	۱/۹۳۶۷۷۶	۱/۸۲۹۲۲۸

تفکیک‌پذیری متوسط: ۱/۷۹۲۵۳۰، حداقل تفکیک‌پذیری: ۰/۸۹۸۳۰۸، حداکثر تفکیک‌پذیری: ۱/۹۹۶۰۹ و حداقل تفکیک‌پذیری بین کلاس‌های ۱ و ۵.

1- Divergence Index

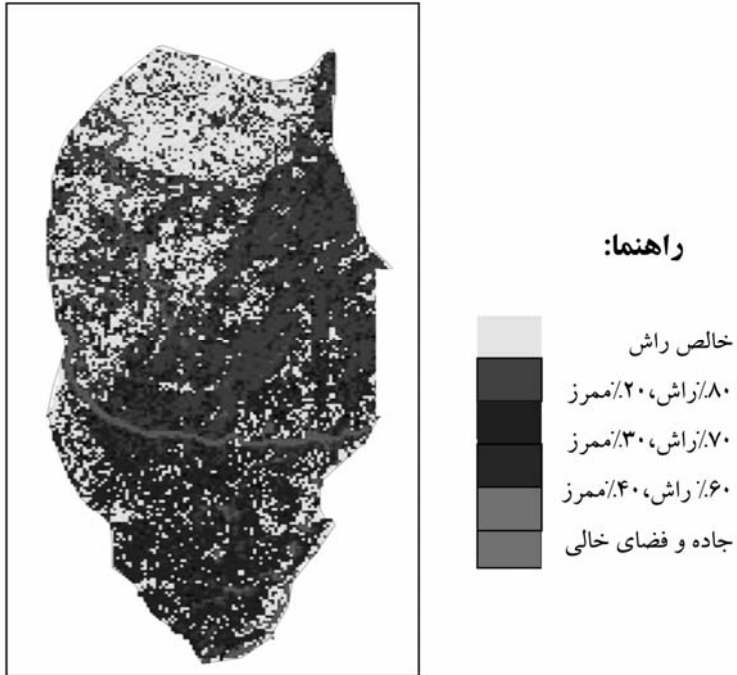
2- Bhattacharyya Distance

به منظور بهبود و بازسازی تصویر تبدیل‌های طیفی مانند انواع نسبت‌گیری‌ها و آنالیز مؤلفه‌های اصلی (۴، ۷ و NDVI)، (۴، ۲ و NDVI)، (۴، ۳ و PC)، (۴، ۲ و PC) و (۴، ۵ و PC) و... با توجه به قابلیت بیش‌تر آن‌ها نسبت به باندهای انعکاسی خودسنجنده (ارزانی و همکاران، ۱۹۹۷؛ رشیدی، ۲۰۰۴) انجام گردید که تحت عنوان باندهای مصنوعی مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۳).

جدول ۳- کانال‌های انتخابی برای طبقه‌بندی ۴ تپ گیاهی و یک طبقه جاده و فضای خالی.

تعداد	باندها
۳ باند	۴، ۳ و $\frac{4}{3}$
۴ باند	۴، ۳، $\frac{4}{3}$ و PCA1
۵ باند	۴، ۳، $\frac{4}{3}$ ، PCA1 و $\frac{5}{4}$
۶ باند	۴، ۳، $\frac{4}{3}$ ، PCA1، $\frac{5}{4}$ و $\frac{4}{3+5}$
۷ باند	۴، ۳، $\frac{4}{3}$ ، PCA1، $\frac{5}{4}$ ، $\frac{4}{3+5}$ و ۲
۸ باند	۴، ۳، $\frac{4}{3}$ ، PCA1، $\frac{5}{4}$ ، $\frac{4}{3+5}$ ، ۲ و $\frac{4-3}{4+3}$

سپس با استفاده از نشانه‌های طیفی به دست آمده از نمونه‌های تعلیمی و بهترین ترکیبات باندی (باندهای نسبت‌گیری و باندهای اصلی سنجنده) عملیات طبقه‌بندی به روش نظارت شده و الگوریتم حداکثر احتمال، برای گروه چهار گروه (خالص راش، اختلاط ۸۰ درصد و ۲۰ درصد ممرز، اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و اختلاط ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز) انجام پذیرفت (شکل ۲). با توجه به بیش‌ترین تداخل طیفی مربوط به اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز این گروه از طبقه‌بندی حذف و طبقه‌بندی با ۳ گروه دوباره صورت پذیرفت که بهترین نتیجه طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداکثر با ۸ باند طیفی (۴، ۳، ۲، $\frac{4-3}{4+3}$ ، $\frac{4}{3}$ ، PCA1، $\frac{5}{4}$ ، $\frac{4}{3+5}$) به میزان احتمال با صحت کلی ۶۳ درصد و ضریب کاپا ۴۴ درصد به دست آمد (جدول ۴).



شکل ۲- نقشه طبقه‌بندی تصویر اصلی با ۴ گروه طبقه پوششی.

جدول ۴- جدول خطا مربوط به ۴ تیپ گیاهی و یک طبقه جاده و فضای خالی (از تصویر با توان تفکیک مکانی ۳۰ متر).

تیپ گیاهی	۵	۴	۳	۲	۱	
صحت کاربر						
۶۵/۴۶	۳۸۴	۱۴۶	۲۹	۴۵	۱۱۴۵	۱
۹/۲۳	۵۳	۱۵	۱	۱۲	۴۹	۲
۷۱/۵۶	۱۷	۵۰	۳۰۲	۱۵	۳۸	۳
۳۸/۵۵	۲۲۹	۴۱۶	۱۲	۵۵	۳۶۷	۴
۴۶/۸۷	۵۶۲	۹۲	۳۴	۱۱۸	۳۹۳	۵
	۴۵/۱۴	۵۷/۸۵	۷۹/۸۹	۴/۸۹	۵۷/۴۷	تیپ گیاهی
						صحت کاربر
صحت کلی: ۶۳ درصد						
ضریب کاپا: ۴۴ درصد						

نتایج

پس از استخراج، میانگین ارزش‌های پیکسلی پلات‌ها برای تمامی باندها به غیر از باند ۶ (حرارتی) و باند ۸ محاسبه شد. در باندهای ۱، ۲، ۳ و ۴ بین میانگین پلات‌ها بی‌نظمی وجود دارد و میانگین‌های داخل گروه‌ها با همدیگر تداخل دارند و قابل تفکیک نمی‌باشند. علت این امر به‌طور کلی کم بودن دامنه انعکاس طیفی باندهای ۱، ۲ و ۳ می‌باشد. گرچه باند ۲ نسبت به باندهای ۱ و ۳ (به‌علت جذب بیش‌تر این باندها توسط گیاه برای عمل فتوسنتز) دارای ارزش دامنه طیفی بیش‌تری بوده، اما این دامنه طیفی در حدی نبود که بتوان از آن در تفکیک درصد اختلاط گونه‌های راش و ممرز استفاده نمود یعنی انعکاس طیفی گیاهان در آن‌ها بسیار نزدیک به هم می‌باشد.

باند ۴ نیز اصولاً داده‌های یکنواختی ندارد و فراوانی ارزش‌های پیکسلی به‌طور یکنواخت پراکنش ندارند، بنابراین نتیجه این پژوهش نیز مطابق با یافته‌های دیگر محققان از جمله اسپانر و همکاران (۱۹۹۰) و استنیک و کنگالتون (۱۹۹۰) می‌باشد که این باند را باند پراکنش نامیده‌اند. اولادی (۱۹۹۷) در بررسی توسعه مدل برآورد ارتفاع و قطر برابر سینه درختان با استفاده از داده‌های سنجش از دور بیان نمود که باند ۴ نسبت به باندهای ۱، ۲ و ۳ دامنه وسیع‌تری از DN را نشان می‌دهد و دارای جذب کم، انتقال بالا و پراکنش زیاد در دیواره‌های بین سلولی بافت برگ و دیگر پدیده‌های میکروسکوپی است.

با توجه به بیش‌ترین تداخل طیفی مربوط به اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز این گروه از طبقه‌بندی حذف و طبقه‌بندی با ۳ گروه دوباره صورت پذیرفت که بهترین نتیجه طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌گر حداکثر با ۸ باند طیفی به‌میزان احتمال با صحت کلی ۶۳ درصد و ضریب کاپا ۴۴ درصد به‌دست آمد.

بحث و نتیجه‌گیری

از محاسبات آماری انجام شده با استفاده از روش ارزش‌های پیکسلی مشخص شد که در باند ۵ بین میانگین‌های گروه سوم (اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز) با گروه اول (ترکیب ۱۰۰ درصد راش) و بین میانگین‌های گروه چهارم (اختلاط ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز) با گروه اول اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد است. ولی در بقیه مقایسه‌های بین میانگین‌ها در باندهای ۵ و ۷ تعدادی از مقایسه‌های بین گروه‌ها معنی‌دار نیستند و تعدادی نیز معنی‌دار هستند. این نشان‌دهنده قدرت تفکیک بالای باند اصلی ۵ برای اختلاط‌های یاد شده از یکدیگر می‌باشد. یعنی باند

۵ سنجنده ETM^+ قادر است در اواسط فصل رویش ترکیب خالص گونه راش را از اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و اختلاط ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز تفکیک نماید ولی قادر به تفکیک کامل ترکیب خالص راش از اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز و بقیه گروه‌ها با یکدیگر نمی‌باشد. اولادی (۱۹۹۷) با استفاده از سنجنده MSS توانست جنگل‌های خالص دو گونه راش و بلوط را با دقت ۸۰ درصد از یکدیگر تفکیک نماید. معنی‌دار نشدن همه اختلاف میانگین‌ها در باند ۷ نیز نشان‌دهنده کم‌تر بودن قابلیت تفکیک در این باند (میانگین ارزش‌های پیکسلی بین ۵۳-۴۲) نسبت به باند ۵ (میانگین ارزش‌های پیکسلی بین ۱۱۴-۹۲) می‌باشد.

نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی نشان داد که در باند ۵، بین همه گروه‌ها به غیر از گروه سوم با گروه چهارم وجه تمایز و اختلاف وجود داشت، ولی در بین گروه سوم و چهارم تداخل و ناهماهنگی وجود دارد. در باند ۷ نیز بین گروه اول با گروه سوم و چهارم تمایز و اختلاف وجود داشت، ولی در بین بقیه گروه‌ها تداخل و ناهماهنگی وجود دارد. همچنین میانگین ارزش‌های پیکسلی در باندهای ۵ و ۷ به‌خصوص باند ۵ از گروه اول تا چهارم افزایش می‌یابد به‌طوری‌که بیش‌ترین ارزش‌های پیکسلی در گروه‌های سوم و چهارم می‌باشد. کم بودن ارزش‌های پیکسلی گروه اول نسبت به گروه‌های دیگر به‌علت اختلاف در انعکاس طیفی برگ درختان راش و ممرز (اواسط تیرماه ۱۳۷۹) می‌باشد. با توجه به نظرات کارشناسان مجرب و بررسی‌های به‌عمل آمده از برگ‌های درختان راش و ممرز منطقه مورد مطالعه، در این تاریخ انعکاس طیفی درختان راش نسبت به درختان ممرز کم‌تر است. برای نتیجه‌گیری آماری از تفاوت ارزش‌های پیکسلی چهار گروه اختلاط در باندهای ۵ و ۷، مقایسه‌ای بین میانگین‌های چهار گروه اختلاط با استفاده از آزمون t به‌عمل آمد. طبقه‌بندی تصویر با الگوریتم حداکثر احتمال نشان داد بیش‌ترین میزان احتمال طبقه‌بندی با صحت کلی ۴۹ درصد و ضریب کاپا ۳۶ درصد مربوط به طبقه‌بندی با چهار گروه (خالص راش، اختلاط ۸۰ درصد راش و ۲۰ درصد ممرز، اختلاط ۷۰ درصد راش و ۳۰ درصد ممرز و ۶۰ درصد راش و ۴۰ درصد ممرز) و ترکیب ۸ باندهای $\left[PC_7, \frac{5}{4}, \frac{4-7}{4+7} PC_1, \frac{4}{3+5}, \frac{4-3}{4+3}, 4, 3 \right]$ بوده است. زارع (۱۹۹۷) نیز با استفاده از داده‌های ماهواره لندست TM توانست جنگل‌های تاغ و دیدال را با دقت ۷۵ درصد از یکدیگر تفکیک نماید. پوسو و همکاران (۱۹۸۷) هم توانستند با یک روش آماربرداری خوشه‌ای جنگل برای درختان کاج میلاد، کاج معمولی و درختان پهن‌برگ نقشه تیپ با استفاده از داده‌های سنجنده MSS و TM تهیه کنند.

پژوهش‌های انجام شده، نشان‌دهنده قابلیت به‌نسبت خوب داده‌های ماهواره لندست در تفکیک و آماربرداری گونه‌های مختلف جنگلی می‌باشد. نتیجه این پژوهش نیز بیانگر توانایی قابل قبول سنجنده ETM⁺ در تفکیک اختلاط دو گونه راش و ممرز از یکدیگر در سه گروه می‌باشد. در پایان این نکته قابل ذکر می‌باشد که نتیجه طبقه‌بندی چهار گروه بالا با نتیجه استخراج شده از روش استفاده از ارزش‌های پیکسلی آن‌ها هم‌خوانی دارد.

منابع

1. Abbasi, M. 2001. Studying the possibility of Beech type map production using ETM⁺ data (in Chelir series of Kheirood kenar forest, Noshahr), M.Sc. Thesis. Colledge of Natural Resources, Tehran University, 114p.
2. Arzani, H., King, G. and Foster, B. 1997. Using Landsat TM data for vegetation cover and production estimation. Iran J. Natur. Resour. 50: 1. 3-21.
3. Baker, B. 1992. Integration of Landsat TM data and Airborne Radar data into an operational GIS for forest inventory application. 15th CAN symposium on remote sensing: 1992, 1-4 July, Toronto, Ont. Canada.
4. Cheng, P., Toutin, T. and Tom, V. 2002. Orthorectification and Data Fusion of Landsat 7 data, 7p.
5. Crouse, J.E. and Fule, P.Z. 2002. Spieces Sand canopy cover map development using Landsat Enhanced Thematic Mapper Imagery for Grand Canyon National Park. Northern Arizona University, 7p.
6. Darvishsefat, A. 1997. A comparison between the capability of Landsat and Spot data in preparing forest type map. J. Natur. Resour. Iran, 50: 61-68.
7. Fallah Shamsi. S.R. 1997. Estimating the precision of maps produced from satellite data by sampling method. M.Sc. Thesis. College of Natural Resources, Tehran University, 86p.
8. Oladi, J. 1997. Developing a framework and methodology for plantation assessment using remotely-sensed data. Ph.D. Thesis, University of New Brunswick, Canada, 97p.
9. Oladi, J. 1998. Studying the spectral signals of trees (Beech and Oak species) using satellite data. M.Sc. Thesis in Forestry, Tarbiat Modarres University, 89p.
10. Oladi, J. 2005. Developing Diameter at Breast Height (DBH) and height estimation model from remotely sensed data. J. Agric. Sci. and Technol. 7: 95-102.
11. Palham Abbasi, A., Khajeddin, S.J. and Khademi, H. 2009. Determiration of potential habitats of three Mediterranean and Industrial Arbor species at forest in Armand watershed Chaharmahal Bakhtiary province using GIS and RS techniques. J. Wood and Forest Sci. and Technol. 16: 1. 15.

12. Poso, S., Pananen, R. and Simila, M. 1987. Forest inventory by compartment using satellite imagery. *Siva Fennica*, 21: 1. 69-94.
13. Ramtinnia, K. 1997. Preparing a forest type map using RS for Kheiroudkenar forest in Noshahr. M.Sc. Thesis. College of Natural Resources, Tehran University.
14. Rashidi, F. 2004. Studying the capability of ETM data in separating different forest types (case study: Gazoo series of Lafoor region). M.Sc. Thesis. Sari University of Agricultural Science and Natural Resources.
15. Richards, John A. 1995. Remote sensing digital image analysis, 2th Ed., Springer-Verlag, New York, 340p.
16. Sarouei, S. 1999. Studying the possibility of forest classification based on different densities in Zagros forests using RS. M.Sc. Thesis. College of Natural Resources, Mazandaran University.
17. Scott, G.B. and Mark, R.G. 2001. Classification of land cover types for the Fort Benning Ecoregion using enhanced thematic mapper data. [HTTP://www.gisdevelopment.net](http://www.gisdevelopment.net).
18. Shataei, S. 2003. Studying the possibility of producing forest type map using satellite data (case study: Kheirood kenar forest, Noshahr). Ph.D. Thesis. Colledge of natural resources, Tehran University.
19. Spanner, M.A., Piecer, L.L., Peterson, D.L. and Runinng, S.W. 1990. Remote sensing of temperat coniferous forestleaf area index. The influence of canopy closure understory vegetation and background reflection. *Int. J. Remotely-Sensed data*. Ph.D. Thesis, university of New Brunswick. Canada.
20. Stenback, J. and Congalton, R.G. 1990. Using thematic mapper imagery to examine forest understory. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 56: 9. 1258-1290.
21. Walter, V. 2004. Object-based evaluation of LIDAR and for automatic change detection in GIS databases. XXth ISPRS Congress, Turkey.
22. Zare, A. 1997. Studying the possibility of periparing a map for Gaen plantation using digital remotely sensed data. M.Sc. Thesis. College of Natural Resources, Tehran University.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 19 (3), 2012

<http://jwfst.gau.ac.ir>

Studying the possibility of using Landsat ETM⁺ imagery for separating different mixtures of Beech and Hornbeam in northern forest of Iran (Case Study: Choe Jie forest)

***J. Oladi¹ and B. Bakhshandeh²**

¹Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, ²M.Sc., Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2010/07/05; Accepted: 2012/09/23

Abstract

This research focused on determining the possibility of separating different percents of Beech and Hornbeam species based on two methods of spectral reflectance assessment and classification using landsat imagery in a northern forest of Iran. To do this, Landsat7 ETM⁺ imagery of the study area for 24 June, 2000 (middle of germination season) were provided. The 100×100 m (1 ha) sample plots with 90m distances from each other over 3 areas containing Beach and Hornbeam mixtures were transmitted from forest type map on a 1:25000 scale. Four groups were determined after field inventory, I) pure Beech, II) 80% Beech and 20% Hornbeam, III) 70% Beech and 30% Hornbeam and IV) 60% Beech and 40% Hornbeam. To avoid road reflectance interference with tree reflectance, sample plots were selected with 60 m distance from roads. Followed by digitizing the roads and plots, the images were geometrically corrected at the ortho level using 13 ground control points. Then, the digitized roads and sample plots were overlaid on 6 bands (1, 2, 3, 4, 5 and 7) of the ETM⁺ imagery and their pixel data were extracted. In the next step, the obtained data was statistically analyzed. The differences among the selected groups were compared via t-test method. The results showed the capability of ETM⁺ imagery in separating the pure Beech from the mixture of 70% Beech and 30% Hornbeam and 60% Beech and 40% Hornbeam. Then, the images were classified using a Maximum Likelihood Algorithm. Based on the classification results, the maximum likelihood were measured with 63% total accuracy and 44% kappa coefficient. The results of comparing four above mentioned groups using maximum likelihood classification method were in accordance with the results of applying their pixel values.

Keywords: Beech, Hornbeam, Landsat ETM⁺, Classification, Mixtures of forest species

* Corresponding Author; Email: oladi123@yahoo.com