



## ارزیابی مقایسه‌ای قابلیت داده‌های LISS-III و LISS-IV ماهواره IRS-P6 در تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل‌های زاگرس (مطالعه موردی: جنگل‌های شهرستان جوانرود)

هیوا عبدالهی<sup>۱</sup> و \*شعبان شتایی‌جویباری<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

<sup>۲</sup> دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۲/۱۰

### چکیده

به منظور مقایسه داده‌های دو سنجنده LISS-III و LISS-IV ماهواره IRS-P6 در تهیه نقشه تراکم تاج پوشش جنگل‌های زاگرس، داده‌های این سنجنده‌ها در بخشی از جنگل‌های شهرستان جوانرود مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بررسی کیفی داده‌ها از نظر هندسی و رادیومتری انجام شد. برای استخراج بهتر اطلاعات از پردازش‌های مختلف بهبود و بازسازی تصاویر، تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، نسبت‌گیری‌های طیفی و ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب استفاده شد. واقعیت زمینی نمونه‌ای از طریق روش تصادفی سیستماتیک و با شبکه‌ای به ابعاد  $300 \times 300$  متر و با سطح قطعات نمونه  $60 \times 60$  مترمربعی تهیه گردید. در هر قطعه نمونه میزان تاج پوشش درختان برداشت و درصد تاج پوشش کل درختان در هر قطعه نمونه و در هر هکتار محاسبه شد و طبقه‌بندی طبقات براساس تعاریف سازمان جنگل‌ها و مراتع صورت گرفت. ۲۵ درصد از قطعات نمونه از هر طبقه تراکمی به‌عنوان نمونه تعلیمی، انتخاب شدند. بهترین ترکیبات بانندی با توجه به معیار واگرایی انتخاب گردید. طبقه‌بندی داده‌ها به روش نظارت شده و با طبقه‌بندی‌کننده‌های حداقل فاصله و حداکثر احتمال صورت گرفت. نقشه واقعیت زمینی با ۷۵ درصد قطعات نمونه باقی‌مانده تهیه و نتایج طبقه‌بندی با نقشه یاد شده مورد ارزیابی قرار گرفتند. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای، با استفاده از داده‌های LISS-III به ترتیب معادل ۶۵/۷۷ درصد و ۰/۴۵ و در طبقه‌بندی انجام شده با استفاده از داده‌های اولیه LISS-IV، به ترتیب معادل ۵۵/۳۳ درصد و ۰/۲۸ می‌باشد. با تجمع  $5 \times 5$  پیکسل تصاویر سنجنده LISS-IV و طبقه‌بندی مجدد تصاویر میزان صحت

\* مسئول مکاتبه: [shataee@yahoo.com](mailto:shataee@yahoo.com)

کلی و ضریب کاپا به ترتیب به ۶۳/۲۷ درصد و ۰/۴۸ رسید. پس از ادغام طبقه‌های دارای تفکیک‌پذیری پایین و طبقه‌بندی با ۲ طبقه بهترین نتایج به دست آمده، با استفاده از داده‌های LISS-III و میزان صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر با ۷۸/۶۸ درصد و ۰/۵۷ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال بوده است. همچنین، با استفاده از داده‌های تجمیع‌سازی شده LISS-IV، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۵۷ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین به دست آمد. نتایج نشان داد که داده‌های LISS-III در مقایسه با داده‌های LISS-IV به دلیل برخورداری از باند مادون قرمز میانی از قابلیت بهتری برخوردارند و افزایش قدرت تفکیک مکانی داده‌های سنجنده LISS-IV به دلیل ماهیت مشخصه تراکم تاج پوشش از نظر محاسبه آن در واحد سطح، تأثیری بر بهبود نتایج نداشته است. به‌طور کلی نتایج نشان داد که عوامل مختلفی مانند تنک بودن جنگل در بیش‌تر قسمت‌های منطقه و تداخل طیفی خاک با پوشش زمینه، وجود قطعات غیرجنگلی فراوان و پراکنده در داخل جنگل باعث شده است تا تداخل طیفی جنگل و غیرجنگل بیش‌تر شود. همین امر باعث شده تا صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی بالا نباشد و داده‌های یاد شده از قابلیت بالایی در تهیه نقشه تراکم این جنگل‌ها برخوردار نباشند.

**واژه‌های کلیدی:** نقشه تراکم جنگل، LISS-III، LISS-IV، جنگل‌های زاگرس، IRS-P۶، جوآنرود

## مقدمه

جنگل‌های زاگرس با وسعتی معادل ۶ میلیون هکتار، ۴۴ درصد کل جنگل‌های ایران را به خود اختصاص داده‌اند و تأثیر بسیار زیادی در تامین آب، حفظ خاک، تعدیل آب و هوا و تعادل اقتصادی و اجتماعی در کل کشور دارند. این جنگل‌ها در هم‌اکنون به‌عنوان جنگل‌های تخریب‌یافته تلقی می‌شوند که مهم‌ترین دلایل تخریب جنگل‌های منطقه قطع درختان برای تامین سوخت و تعلیف دام می‌باشد (ثاقب‌طالبی و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به اهمیت این جنگل‌ها مطالعات پیرامون آن‌ها بسیار ضروری است تا با برنامه‌ریزی‌های دقیق و اجرای آن‌ها بتوان اقدامات صحیحی برای جلوگیری از تخریب هرچه بیش‌تر از یک طرف و حفظ و احیاء آن‌ها از طرف دیگر به‌عمل آورد. لازمه برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری دقیق در عرصه‌های منابع طبیعی، در اختیار داشتن اطلاعات صحیح می‌باشد و پویایی منابع طبیعی ایجاب می‌کند که اطلاعات مورد نیاز برنامه ریزان کشور به هنگام نیز باشد. تحقق این امر از طریق سنتی یعنی جمع‌آوری اطلاعات به روش کار زمینی و یا حتی از طریق عکس‌های هوایی که

در سطوح وسیع مستلزم صرف زمان و هزینه زیاد است، امری بسیار دشوار می‌باشد و چه بسا که در فاصله زمانی تهیه عکس و انتشار نقشه، سطح جنگل‌ها دوباره دچار تغییر شود. در مقابل، سنسجش از دور و پردازش تصاویر ماهواره‌ای به دلیل ویژگی‌های خاص خود، می‌تواند به‌عنوان ابزاری نیرومند در راستای این هدف مورد توجه قرار گیرد (درویش‌صفت، ۱۹۹۷). تاج پوشش در جنگل اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد، به‌صورتی که پایداری و زوال توده‌های جنگلی تابع انبوهی و ضخامت تاج پوشش است (احمدی‌ثانی، ۲۰۰۵). با توجه به وسعت و دامنه ارتفاعی گسترش پوشش گیاهی منحصر به فرد زاگرس، آگاهی از وضعیت تراکم (درصد تاج پوشش) جنگل‌های زاگرس و تهیه نقشه‌های تراکم پوشش گیاهی در این ناحیه برای اعمال استراتژی مدیریت و کنترل (حفظ و احیاء) در این جنگل‌ها ضروری به‌نظر می‌رسد. پژوهش‌های زیادی به‌منظور شناسایی توان و قابلیت داده‌های ماهواره‌ای با ویژگی‌های مکانی، طیفی، زمانی و رادیومتری متفاوت برای تهیه نقشه تراکم جنگل در شرایط مختلف رویشگاهی صورت گرفته است و در بیش‌تر این پژوهش‌ها بر این نکته تأکید شده است که به‌منظور تکمیل نتایج پژوهش‌ها در مورد بررسی قابلیت و یا نبود قابلیت داده‌های ماهواره‌ای در مطالعات زمینی، باید در مناطق مختلف و با داده‌های متنوع و روش‌های نوین، پژوهش‌های مشابهی صورت پذیرد (شاه‌بابایی، ۲۰۰۴). بنابراین لازم است که ابتدا میزان قابلیت و توانایی داده‌های ماهواره‌ای متفاوت در این رابطه از طریق تعیین صحت و درستی نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی مورد بررسی قرار گیرد. تاکنون در ایران پژوهش‌هایی بر روی داده‌هایی مانند TM (سارویی، ۱۹۹۹)، ETM<sup>+</sup> (ناصری، ۲۰۰۳)، ASTER (احمدی‌ثانی، ۲۰۰۵) و LISS-III ماهواره IRS (دولتی و همکاران، ۲۰۰۷) برای تراکم تاج پوشش در مناطق خشک و نیمه‌خشک زاگرس و ایران و تورانی صورت گرفته است، ولی پژوهشی بر روی داده‌های LISS-IV که دارای قدرت تفکیک مکانی به‌نسبت خوبی هستند انجام نشده است.

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

ناصری (۲۰۰۲) برای ارزیابی داده‌های لندست ۷ در تهیه نقشه تراکم جنگل در نواحی خشک و نیمه‌خشک پارک ملی خبر کرمان از داده‌های  $ETM^+$  ماهواره لندست استفاده نمود و با روش طبقه‌بندی نظارت شده منطقه را به ۳ طبقه تراکمی بسیار تنک، تنک و نیمه‌انبوه تقسیم کرد. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با مجموعه ۳ باند، به ترتیب معادل ۴۷/۱۱ و ۰/۲۱ و در طبقه‌بندی ۲ طبقه‌ای، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب معادل ۶۶/۱۵ درصد و ۰/۳ مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین با مجموعه ۵ باند برتر به دست آمد.

احمدی‌ثانی (۲۰۰۵) در پژوهشی با استفاده از داده‌های ASTER به طبقه‌بندی تراکم تاج پوشش جنگل‌های زاگرس شمالی در مریوان پرداخت. طبقه‌بندی ابتدا با ۴ طبقه تراکمی انجام شد. بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب ۶۵/۵ درصد و ۰/۴۸ با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال و با مجموعه ۶ باندها به دست آمد. در طبقه‌بندی ۳ طبقه‌ای بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب برابر با ۶۷/۵ درصد و ۰/۵۱ با مجموعه ۶ باندها و الگوریتم حداکثر احتمال به دست آمده است.

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

شاپ و همکاران (۲۰۰۴) برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی براساس تراکم و تیپ در بیابان Sonoran از تصاویر لندست TM و ERS-1 SAR استفاده نمود. استفاده از سنسجس از دور برای تهیه نقشه پوشش گیاهی بیابان به علت اختلاط انعکاس طیفی خاک‌های بیابانی روشن با پاسخ طیفی به نسبت ضعیف پوشش گیاهی پراکنده مشکل است. طبقه‌بندی با روش شبکه عصبی مصنوعی (ANN) و حداکثر احتمال انجام شده است. صحت طبقه‌بندی نقشه‌ها با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال

به طور کلی نسبت به استفاده از طبقه‌بندی‌کننده شبکه عصبی مصنوعی بیش‌تر بوده است. یکی از نتایج به‌دست آمده این است که ایجاد نقشه‌های پوشش گیاهی براساس هم‌تراکم و هم‌تیپ نسبت به ایجاد نقشه پوشش گیاهی فقط براساس تیپ بهتر می‌تواند به مدیریت زمین‌های خشک کمک کند.

کاندوال (۲۰۰۵) تحقیقی را تحت عنوان کشف و مشخص کردن *Lantana* با استفاده از تصاویر چندسنجنده‌ای برای بهبود روش نگارگر تراکم تاج پوشش جنگل انجام داد. موضوع اصلی این پژوهش، استخراج اتوماتیک لکه‌های *Lantana* توسط اطلاعات سنجنده‌های مختلف و همچنین حذف اثر *Lantana* در برآورد تراکم تاج پوشش جنگل است. سنجنده‌های مختلفی مانند لندست، *LANTANA*، *LISS-III* و *LISS-IV* برای کشف مشخصه‌های *Lantana* در قدرت تفکیک‌های مکانی و طیفی مختلف استفاده شده‌اند. از روش حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی نقشه‌های وضعیت *Lantana* استفاده شده است. در این پژوهش شاخص گیاهی تعدیل‌کننده خاک (SAVI) مورد توجه بوده است. صحت به‌دست آمده از طبقه‌بندی ۹۳/۳ درصد به‌دست آمده است.

تابواری (۲۰۰۶) نقشه تراکم جنگل را با استفاده از مدل‌سازی پاسخ بیوفیزیکی داده‌های MODIS تهیه کرد. تراکم تاج پوشش جنگل یک فاکتور اصلی در برآورد وضعیت جنگل و نیز یک شاخص مهم برای امکان دخالت مدیریت است. در این پژوهش نقشه تراکم پوشش جنگل *Doon valley* با استفاده از تصاویر  $ETM^+$  و MODIS تولید شده است. صحت کلی به‌دست آمده برای  $ETM^+$  ۷۲ درصد و برای MODIS ۶۱ درصد بوده است. نقشه تهیه شده به‌وسیله MODIS در مقایسه با نقشه تهیه شده به‌وسیله  $ETM^+$  فضای جنگل را بیش‌تر برآورد می‌کند. این به‌علت قدرت تفکیک مکانی کم MODIS است. زیرا قدرت تفکیک مکانی کم این سنجنده باعث می‌شود که فضاهای خالی کوچک اطراف جنگل کشف نشود.

با توجه به اهمیت تاج پوشش و تراکم درختان در جنگل‌های زاگرس، در این پژوهش قابلیت تصاویر سنجنده *LISS-III* و *LISS-IV* ماهواره *IRS-P6* که دارای قدرت تفکیک‌های مکانی متفاوتی هستند در طبقه‌بندی تراکمی جنگل و تعیین میزان صحت نتایج به‌دست آمده در مقایسه با داده‌های زمینی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. هدف از این پژوهش بررسی این نکته می‌باشد که آیا قدرت تفکیک مکانی بهتر داده‌های ماهواره تأثیری بر نتایج طبقه‌بندی تراکم تاج پوشش دارد یا خیر؟ نتایج این پژوهش با توجه به این‌که با یک متدولوژی و روش پژوهش و در منطقه‌ای ثابت انجام شده است، می‌تواند پاسخ خوبی برای این سؤال باشد.

## مواد و روش‌ها

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



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

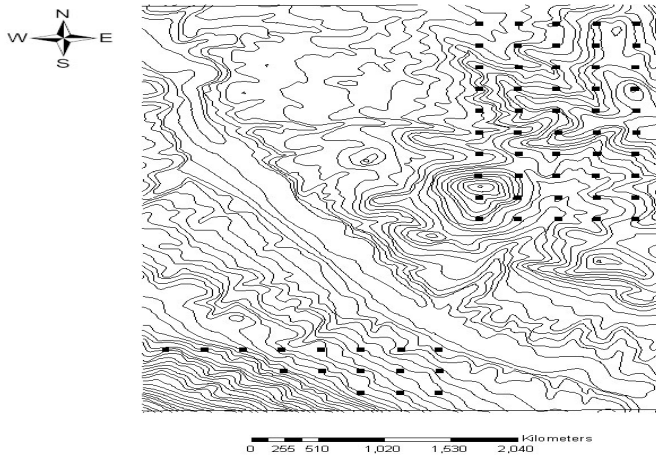
**داده‌های مورد استفاده:** داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در این پژوهش پنجره‌ای از سنجنده LISSIII ماهواره IRS-P6 مربوط به تاریخ ۷ مهر ۱۳۸۵ و پنجره‌ای از سنجنده Liss-IV ماهواره IRS-P6 مربوط به تاریخ ۲۲ مرداد ۱۳۸۵ می‌باشد. داده‌های ماهواره‌ای سنجنده LISSIII مربوط به شماره گذر ۰۶۵ و ردیف ۰۴۶ شامل یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر و

۴ باند چندطیفی (سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی) با قدرت تفکیک مکانی ۲۳/۵ متر می‌باشد. همچنین داده‌های سنجنده Liss-IV مربوط به شماره گذر ۱۰۱ و ردیف ۴۲ دارای ۳ باند چندطیفی (سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک) با قدرت تفکیک مکانی ۵/۸ متر (۵ متر در زمان تحویل) می‌باشد. این داده‌ها دارای قدرت تفکیک رادیومتری ۷ بیت می‌باشند و در سطح سیستمی مورد تصحیح قرار گرفته بودند.

در این پژوهش از یک برگ نقشه توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ سال ۱۳۸۵ برای شناسایی و بازدید از منطقه و کمک به تهیه نقشه واقعیت زمینی استفاده گردید. از نقشه توپوگرافی رقومی برای تهیه مدل رقومی ارتفاع، تعیین نقاط اولیه کنترل زمینی، تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای و نیز برای ارزیابی صحت عمل تصحیح هندسی از طریق روی هم‌اندازی پدیده‌های خطی مانند جاده بر روی تصویر استفاده گردیده است.

**تهیه اطلاعات زمینی:** در این پژوهش جمع‌آوری اطلاعات زمینی به صورت نمونه‌ای صورت گرفت. با توجه به مساحت منطقه مورد مطالعه و مساحت قطعه نمونه (۶۰×۶۰ متر) شبکه‌ای با ابعاد ۳۰۰ متر در ۳۰۰ متر طراحی و پیاده گردید. تعداد ۶۶ قطعه نمونه برداشت شد. پس از پیدا کردن موقعیت مرکز قطعه نمونه، عملیات اندازه‌گیری در سطح قطعه نمونه انجام شد. موقعیت مکانی مراکز قطعه نمونه با استفاده از دستگاه GPS<sup>۱</sup> ثبت و میزان تاج پوشش تک‌تک درختان از طریق اندازه‌گیری قطر تاج در دو جهت شمالی- جنوبی و شرقی- غربی در هر قطعه نمونه برداشت گردید. سپس، درصد تاج پوشش درختان در قطعات نمونه از طریق مجموع تاج پوشش درختان و در نظر گرفتن مساحت قطعه نمونه محاسبه و با توجه به تعریف سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور (دستورالعمل اجرایی، ۲۰۰۴) در ۴ طبقه تراکمی خیلی تنک (۹-۵ درصد)، تنک (۲۵-۱۰ درصد)، نیمه‌انبوه (۵۰-۲۶ درصد) و انبوه (۷۵-۵۱ درصد) طبقه‌بندی گردید. با بهره‌گیری از توانایی‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی<sup>۲</sup> نقشه واقعیت زمینی با ۴ طبقه تراکمی تهیه شد (شکل ۲).

1- Global Positioning System  
2- Geographic Information System



شکل ۲- نقشه پراکنش قطعات نمونه واقعیت زمینی بر روی توپوگرافی منطقه مورد مطالعه.

بررسی کیفیت تصاویر ماهواره‌ای و تصحیح هندسی آن‌ها: قبل از به‌کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در تجزیه و تحلیل‌های رقومی، کیفیت آن‌ها از نظر وجود خطاهای هندسی و رادیومتری مورد بررسی قرار گرفت. کیفیت رادیومتری داده‌های ماهواره‌ای مورد استفاده از نظر وجود خطاهای رادیومتری مانند راه‌راه‌شدگی، زیر هم قرار نگرفتن دسته‌های خطوط اسکن و پیکسل‌های تکراری از طریق بزرگ‌نمایی تصویر و بررسی هیستوگرام و آمار مربوط به آن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و هیچ‌گونه ناهنجاری در آن‌ها مشاهده نگردید. تصحیح هندسی تصاویر ماهواره‌ای و زمین مرجع نمودن آن‌ها نیز قبل از انجام پردازش و استخراج اطلاعات از آن‌ها کاملاً ضروری می‌باشد. برای بررسی کیفیت هندسی تصاویر، از لایه‌برداری جاده‌ها و راه‌های فرعی موجود در منطقه مورد مطالعه و همچنین نقاط برداشت شده به‌وسیله GPS استفاده شد. روی هم‌گذاری نامناسب لایه‌راه‌ها و نقاط GPS با داده‌های ماهواره‌ای سنجنده LISSIII نشان‌دهنده نبود تطابق هندسی تصاویر با نقشه و لزوم تصحیح آن بود. تصاویر سنجنده LISS-IV نیز از نظر کیفیت هندسی مورد بررسی قرار گرفتند. روی هم قرار گرفتن دقیق لایه‌های وکتوری با پدیده متناظر در تصاویر ماهواره‌ای، بیانگر کیفیت هندسی مناسب و تطابق هندسی انجام شده توسط سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح بود و ضرورتی به انجام مجدد تطابق هندسی نبوده است. در این پژوهش تصاویر سنجنده LISSIII از طریق تطابق تصویر با تصویر سنجنده LISS-IV، با استفاده از ۱۸ نقطه کنترل زمینی و معادله تطابق درجه ۱ زمین مرجع گردید.



بهبود و بارزسازی داده‌های ماهواره‌ای: به منظور استفاده از قابلیت‌های پردازش‌های مختلف تصاویر به همراه داده‌های اصلی در فرآیند تجزیه و تحلیل داده‌ها، از پردازش‌های مختلف مانند انجام عملیات حسابی روی باندها<sup>۱</sup> برای ایجاد شاخص‌های مناسب گیاهی (محمدی، ۲۰۰۸؛ ناصری، ۲۰۰۲) و تجزیه مؤلفه‌های اصلی<sup>۲</sup> بر روی داده‌های هر دو سنجنده استفاده شده است. با توجه به این‌که این پژوهش در منطقه زاگرس انجام گرفته، از شاخص‌هایی استفاده شد که سعی در کاهش اثر خاک و پوشش زمینه در بازتاب به دست آمده دارند. برای ایجاد چنین شاخص‌هایی، ابتدا باید معادله خط خاک مربوط به منطقه مورد مطالعه به دست آید. به این منظور ابتدا تصویر NDVI مربوط به منطقه ایجاد گردید و سپس پیکسل‌های دارای خاک لخت با مقادیر NDVI صفر و زیر صفر بر روی آن مشخص و جدا شدند. سپس، رابطه‌ای رگرسیونی بین باند قرمز و مادون قرمز نزدیک برقرار شد. از این رابطه رگرسیونی معادله خط خاک برای تصاویر سنجنده LISSIII و LISS-IV به طور جداگانه به دست آمد. از معادله‌های خط خاک، شیب خط خاک و مقدار ثابت استخراج و از آن‌ها برای ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب برای کاهش اثر خاک و بازتاب زمینه و افزایش بازتاب پوشش گیاهی مانند TSAVI، PVI، MSAVI و WDAVI استفاده گردید (کاندوال، ۲۰۰۵؛ ناصری، ۲۰۰۲).

**طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی صحت:** با انجام پردازش‌های مناسب بر روی داده‌ها و اطمینان یافتن از تناسب هندسی و رادیومتری آن‌ها، برای بهره‌مندی از توان اطلاعاتی داده‌ها، به کمک الگوریتم‌های طبقه‌بندی، قابلیت آن‌ها برای تفکیک طبقه‌های موضوعی این پژوهش، مورد سنجش و آزمون قرار گرفتند. برای تفکیک طبقات تراکمی از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردید. ابتدا نمونه‌های تعلیمی برای ۴ طبقه مورد نظر با استفاده از ۲۵ درصد قطعات نمونه از هر طبقه از واقعیت زمینی نمونه‌ای انتخاب و نشانه‌های طیفی هر یک از طبقه‌ها در باندهای اصلی و مصنوعی ایجاد شده استخراج گردیدند. با استفاده از نشانه‌های طیفی استخراجی طبقات مورد نظر و معیار تفکیک‌پذیری و اگرایی، مناسب‌ترین مجموعه‌های باندی برای طبقه‌بندی انتخاب گردیدند. طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله و جعبه‌ای صورت گرفت. پس از اتمام طبقه‌بندی، به منظور بهبود نتایج به دست آمده از فیلترنما<sup>۳</sup> با ابعاد ۷×۷ استفاده شد. نتایج به دست آمده از طبقه‌بندی

- 
- 1- Band Arithmetic
  - 2- Principal Component Analysis
  - 3- Mode Filter

داده‌ها با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌ای (۷۵ درصد قطعات نمونه باقی‌مانده) مورد ارزیابی صحت واقع شدند و جدول خطا<sup>۱</sup> برای ارزیابی مقادیر خطا تشکیل گردید.

با توجه به نتایج تفکیک‌پذیری طبقه‌ها و همچنین نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی تراکمی ۴ طبقه و به‌منظور بررسی نتایج طبقه‌بندی با دو طبقه کلی، طبقه‌های جنگل خیلی‌تنک و تنک در هم ادغام شدند و به‌عنوان طبقه خیلی‌تنک تا تنک در نظر گرفته شدند و طبقه‌های نیمه‌انبوه و انبوه نیز در هم ادغام شدند و به‌عنوان طبقه نیمه‌انبوه تا انبوه در نظر گرفته شدند. در نتیجه، نقشه واقعیت زمینی به‌دست آمده از این ادغام به‌صورت ۲ طبقه خیلی‌تنک تا تنک با میزان تاج پوشش ۲۵-۵ درصد و نیمه‌انبوه تا انبوه با میزان تاج پوشش ۲۶-۷۵ درصد ایجاد گردید. نمونه‌های تعلیمی براساس این هدف دوباره تهیه و عمل انتخاب بهترین باندها و در نهایت طبقه‌بندی، بار دیگر تکرار شد و نتایج به‌دست آمده ارزیابی صحت شدند.

**تجمیع<sup>۲</sup> داده‌های LISS-IV:** پس از ارزیابی اولیه صحت نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی داده‌های LISS-IV و کسب نتایج ضعیف و با توجه به این نکته که محاسبه تراکم تاج پوشش جنگل در واحد سطح انجام می‌شود، برای محاسبه تراکم باید یک حداقل سطح در نظر گرفته شود. در داده‌های با قدرت تفکیک مکانی بالا و تقریباً بالا مانند QuickBird, IKONOS و LISS-IV ابعاد پیکسل در حد تاج یک درخت می‌باشد. در نتیجه، بازتاب ثبت شده، مربوط به آن سطح کوچک خواهد بود. بنابراین نیاز است که میانگینی از بازتاب‌های سطح موردنظر با عنوان تراکم برای این سطح در نظر گرفته شود. به این منظور، بر روی تصاویر LISS-IV عمل تجمیع در سطح ۵×۵ پیکسل (۵ متر ابعاد تصویر تصحیح شده سیستمی) که معادل با یک پیکسل LISSIII یعنی ۲۴×۲۴ متر انجام شد. به این ترتیب، برابری ابعاد پیکسل‌های دو تصویر برای محاسبه تراکم تاج پوشش و مقایسه قابلیت آن‌ها انجام شد و طبقه‌بندی مجدد با این داده‌ها صورت گرفت.

## نتایج

تصاویر سنجنده LISSIII و LISS-IV از نظر کیفیت رادیومتری مورد بررسی قرار گرفتند و مشخص شد که این تصاویر دارای کیفیت مناسب برای استفاده در طبقه‌بندی می‌باشند. بررسی کیفیت

1- Error Matrix

2- Aggregation

هندسی تصاویر، نشان‌دهنده لزوم تصحیح هندسی تصاویر سنجنده LISSIII بود. انجام تطابق هندسی تصاویر سنجنده LISSIII با میزان خطای میانگین ریشه مربعات<sup>۱</sup>، معادل  $0/43$  پیکسل در جهت محور طول‌ها و معادل  $0/36$  پیکسل در جهت محور عرض‌ها همراه بود. نتایج طبقه‌بندی نشان داد که طبقه‌بندی با مجموعه باندهای منتخب در مقایسه با مجموعه باندهای اصلی دارای بهترین نتیجه بود. جدول ۱ بهترین نتایج طبقه‌بندی همراه ترکیبات منتخب باندهای مورد استفاده در فرآیند طبقه‌بندی، مقدار صحت کلی و ضریب کاپای به‌دست آمده از طبقه‌بندی برای تصاویر سنجنده LISSIII و LISS-IV را نشان می‌دهد. نقشه به‌دست آمده از انجام طبقه‌بندی با ۴ طبقه تراکمی برای داده‌های LISSIII و LISS-IV در شکل ۳ آمده است.

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

نوع سنجنده	مجموعه باندهای منتخب برای طبقه‌بندی با ۴ طبقه	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
LISSIII	IRS1, PCAI (1,2,3,4), PCAI (3,4), TSAVII, DVI, PVI	65/77	0/45
LISS-IV	IRS1, IRS2, PCAI (1,2,3), MSAVII, PVI, TVI	55/33	0/10
LISS-IV تجمیع شده	IRS1, IRS2, PCAI (1,2,3), MSAVII, PVI, TVI	63/27	0/41

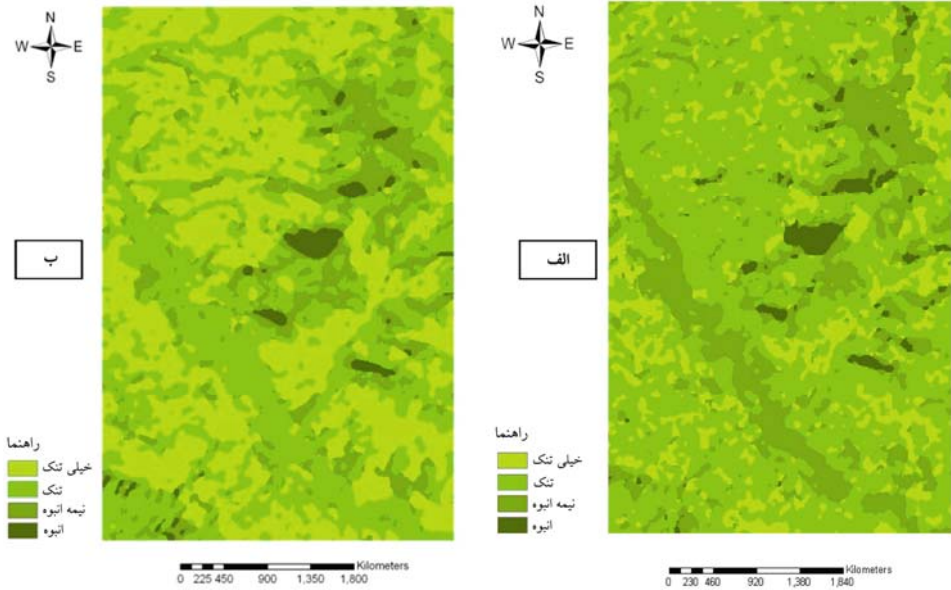
بر اساس نتایج به‌دست آمده از جدول بالا، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای، با استفاده از داده‌های LISSIII به ترتیب معادل  $65/77$  درصد و  $0/45$  با ترکیب ۶ باندهای منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال می‌باشد. همچنین در طبقه‌بندی انجام شده با استفاده از داده‌های تجمیع شده LISS-IV، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا به ترتیب معادل  $63/27$  درصد و  $0/41$  با ترکیب ۶ باندهای منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال به‌دست آمد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از بررسی تفکیک‌پذیری طبقات که با استفاده از خصوصیات طیفی نمونه‌های تعلیمی و با بررسی تفکیک‌پذیری طبقات تراکمی در باندهای مختلف با استفاده از روش‌های آماری واگرایی و فاصله باتاچاریا مورد بررسی قرار گرفت، مشخص گردید که تداخل طیفی طبقات در مجموع زیاد بوده، و این امر باعث نبود تفکیک صحیح آن‌ها شده است. پایین بودن معیارهای صحت کلی و ضریب

کاپا نیز نشان می‌دهد که تفکیک‌پذیری طبقات از یکدیگر مناسب نمی‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان چنین نتیجه گرفت که ادغام طبقات تراکمی و انجام مجدد طبقه‌بندی می‌تواند نتایج به‌دست آمده را بهبود بخشد. با توجه به این که طبقات تراکمی ۱ و ۴ سطح کمی از منطقه مورد مطالعه را در بر می‌گرفتند، بنابراین، طبقات تراکمی ۱ و ۲ با هم و طبقات تراکمی ۳ و ۴ با هم ادغام شدند. با ادغام طبقات تراکمی، طبقه‌بندی دوباره تکرار گردید. بهترین نتایج طبقه‌بندی با ۲ طبقه تراکمی در جدول ۲ ارائه شده است.

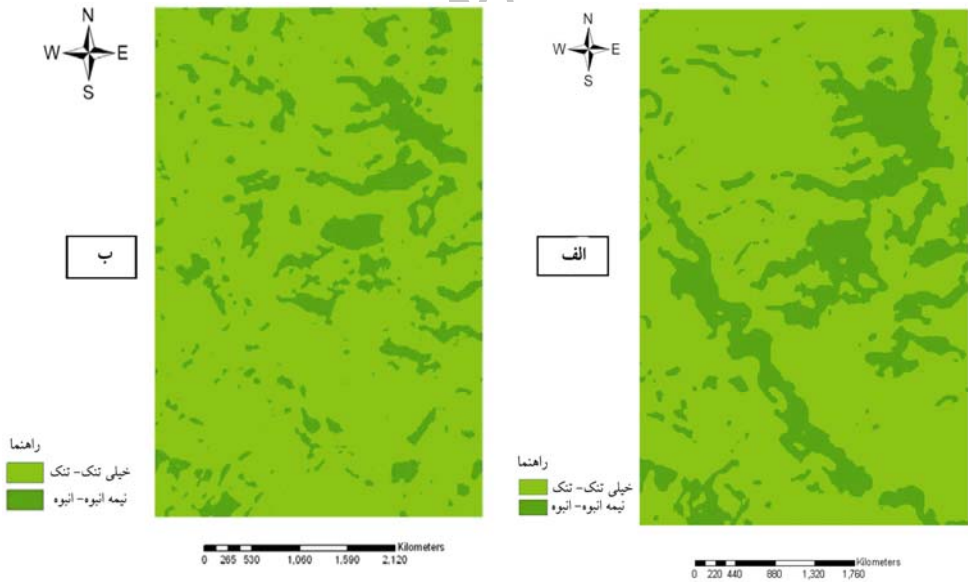
جدول ۲- نتایج طبقه‌بندی با ترکیب‌های بانندی منتخب برای ۲ طبقه تراکمی.

نوع سنجنده	مجموعه باندهای منتخب برای طبقه‌بندی با ۲ طبقه	صحت کلی (درصد)	ضریب کاپا
LISSIII	IRS1, PCAI (1,2,3,4), PCAI (3,4), MSAVI2, TSAVI1, PVI	۷۸/۶۸	۰/۵۷
LISS-IV	IRS2, PCAI (1,2,3), NRVI, PVI, DVI, AVI	۷۸	۰/۵۷

با توجه به نتایج به‌دست آمده از طبقه‌بندی انجام شده با استفاده از داده‌های LISSIII، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپا در طبقه‌بندی با ۲ طبقه به ترتیب معادل ۷۸/۶۸ درصد و ۰/۵۷ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال به‌دست آمد. لازم به ذکر است که نتایج طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین توسط داده‌های این سنجنده به طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال بسیار نزدیک بوده است، اما بهترین نتیجه مربوط به طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال می‌باشد. همچنین، بالاترین صحت کلی و ضریب کاپای به‌دست آمده شده با استفاده از داده‌های تجمیع شده LISS-IV به ترتیب معادل ۷۸ درصد و ۰/۵۷ با ترکیب ۶ بانندی منتخب و طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین می‌باشد. مجموعه نتایج بالا نشان می‌دهند که به دلیل تداخل طیفی طبقه‌های بسیار تنک و تنک و نیز طبقه‌های نیمه‌انبوه و انبوه و تفکیک‌پذیری نامناسب آن‌ها، ادغام طبقه‌ها نتیجه طبقه‌بندی را به میزان قابل ملاحظه‌ای بهبود بخشیده است. شکل ۴ نقشه به‌دست آمده از انجام طبقه‌بندی با ۲ طبقه تراکمی را برای داده‌های LISSIII و تجمیع شده LISS-IV نشان می‌دهد.



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



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

## بحث و نتیجه‌گیری

بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای در بررسی‌های سنجش از دور و استخراج اطلاعات قبل از استفاده از آن‌ها لازم و ضروری است. وجود خطای هندسی در تصاویر ماهواره‌ای LISSIII استفاده شده در این پژوهش بیانگر این مطلب می‌باشد (درویش‌صفت، ۱۹۹۷؛ آیتن و همکاران، ۱۹۹۳).

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

نتایج نشان داد که داده‌های LISSIII در مقایسه با داده‌های LISS-IV به‌دلیل برخورداری از باند مادون‌قرمز میانی از قابلیت بهتری در تفکیک طبقات تراکم تاج پوشش درختان جنگلی به‌دلیل افزایش قابل توجه بازتاب خاک و کاهش بازتاب پوشش گیاهی و افزایش فاصله بازتاب‌های این دو پدیده مهم در منطقه و در نتیجه تفکیک بهتر تاج پوشش درختان از مناطق لخت برخوردارند. همچنین، افزایش قدرت تفکیک مکانی داده‌های سنجنده LISS-IV به‌دلیل ماهیت مشخصه تراکم تاج پوشش از نظر محاسبه آن در واحد سطح بیش از ابعاد پیکسل‌های این سنجنده تأثیری بر افزایش نتایج نداشته است. این نتایج بیانگر این مطلب است که افزایش قدرت تفکیک مکانی برای پدیده‌های موضوعی که وابسته به سطح بالاتری از ابعاد پیکسل‌های مورد استفاده هستند باعث افزایش قدرت تفکیک آن‌ها نخواهد شد.

نتایج به‌دست آمده از مقایسه طبقه‌بندی داده‌های بدون تجمیع سنجنده LISS-IV با طبقه‌بندی تجمیع شده این سنجنده بیانگر افزایش قابل توجه در میزان صحت کلی (حدود ۱۰ درصد) و ضریب کاپا (حدود ۰/۳۰) می‌باشد. علت بهبود نتایج، نحوه محاسبه تراکم تاج پوشش است. چون محاسبه تراکم تاج پوشش بر مبنای سطح صورت می‌گیرد و سطح تجمیع شده تقریباً برابر با سطح محاسبه این مشخصه در قطعه نمونه می‌باشد. این نکته در انتخاب نوع داده برای موضوعات مختلف تأکید می‌نماید که هر داده‌ای را برای هر موضوعی نمی‌توان به‌کار برد و باید با توجه به هدف و موضوع طبقه‌بندی نوع داده مناسب از نظر مکانی، طیفی و رادیومتری را شناسایی و به‌کار برد.

نتایج به‌دست آمده از ارزیابی صحت نقشه‌های به‌دست آمده از طبقه‌بندی با استفاده از داده‌های تجمیع شده LISS-IV نشان داد دقیق‌ترین نقشه تراکم جنگل، مربوط به طبقه‌بندی مجموعه ۶ باندهای منتخب برای طبقه‌بندی به ۲ طبقه خیلی تنک تا تنک و نیمه‌انبوه تا انبوه و با الگوریتم حداقل فاصله از میانگین می‌باشد. در این پژوهش، مانند پژوهش‌های مشابه انجام شده (ناصری، ۲۰۰۲؛ دولتی و همکاران، ۲۰۰۷)، از بین طبقه‌بندی‌کننده‌های مورد استفاده، طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین،

نتایج بهتری به دست داد. لازم به ذکر است که نتیجه به دست آمده از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال توسط این مجموعه ۶ بان‌دی منتخب به طبقه‌بندی‌کننده حداقل فاصله از میانگین نزدیک بوده است. بهترین نقشه تراکم جنگل با استفاده از داده‌های LISSIII، مربوط به طبقه‌بندی مجموعه ۶ بان‌دی منتخب برای طبقه‌بندی به ۲ طبقه خیلی تنک تا تنک و نیمه‌انبوه تا انبوه و با الگوریتم حداکثر احتمال می‌باشد. این نتیجه نیز نتایج به دست آمده از بعضی پژوهش‌های دیگر (سارویی، ۱۹۹۹؛ امینی، ۲۰۰۶) مبنی بر مناسب بودن این طبقه‌بندی‌کننده را تأیید می‌نماید. در این مورد نیز نتیجه به دست آمده از طبقه‌بندی‌کننده، حداقل فاصله از میانگین به طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال بسیار نزدیک بوده است. نتایج انتخاب مناسب‌ترین بان‌دها نشان دادند که شاخص‌های گیاهی PVI، TSAVI، MSAVI و DVI در بیش‌تر ترکیبات بان‌دی منتخب جهت استفاده در طبقه‌بندی انتخاب شده‌اند. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت کاربرد این شاخص‌ها در شناسایی بهتر مشخصه‌های پوشش گیاهی از جمله در تهیه نقشه تراکم جنگل می‌باشد. حضور شاخص‌های گیاهی در نظر گرفته شده برای کاهش اثر خاک، در مجموعه بان‌دهای برتر در وضعیت‌های مختلف طبقه‌بندی، بیان‌کننده لزوم استفاده از چنین شاخص‌هایی در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. پژوهش‌های انجام شده در سایر مناطق نیز تأییدکننده این موضوع است (ناصری، ۲۰۰۲؛ احمدی‌ثانی، ۲۰۰۵؛ دولتی و همکاران، ۲۰۰۷؛ کارنیلی، ۲۰۰۱؛ کاندوال، ۲۰۰۵). اولین مؤلفه به دست آمده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی تصاویر چندطیفی LISSIII و LISS-IV نیز در بیش‌تر ترکیبات بان‌دی منتخب دیده می‌شود. این موضوع نیز نشان‌دهنده وجود اطلاعات مفید در تصاویر یاد شده برای شناسایی پوشش گیاهی و تهیه نقشه تراکم جنگل می‌باشد (امینی، ۲۰۰۶).

با توجه به نتایج به دست آمده، در نهایت چنین نتیجه‌گیری می‌گردد که بر خلاف همه پردازش‌های انجام شده، برای تصاویر مورد استفاده در طبقه‌بندی و تفکیک کلاسه‌های تراکمی منطقه مورد مطالعه نتایج رضایت‌بخش و مطلوبی در حد اجرایی (صحت کلی بالای ۸۵ درصد) به دست نیامده است. این امر می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی باشد. علاوه بر تنک بودن جنگل در بیش‌تر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه و تداخل طیفی خاک با پوشش زمینه، وجود قطعات غیرجنگلی فراوان و پراکنده در داخل جنگل باعث شده است تا تداخل طیفی جنگل و غیرجنگل بیش‌تر شود و همین امر باعث شده تا صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های به دست آمده از طبقه‌بندی بالا نباشد و داده‌های یاد شده از قابلیت بالایی در تهیه نقشه تراکم این جنگل‌ها برخوردار نباشند. نتایج به دست آمده از پژوهش‌های مشابه انجام شده (سارویی، ۱۹۹۹؛ ناصری، ۲۰۰۳) بیانگر این مطلب است.

## منابع

1. Ahmadi Sani, N. 2005. An Investigation on capabilities of Aster data to provide forest density maps (case study, forests of Marivan), M.Sc. Thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, 87p. (In Persian)
2. Amini, M.R. 2006. Investigation on forest extent change detection in relation to Physiographic and human factors, using satellite image and GIS (case study, Armerdeh forests of Baneh), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, 157p. (In Persian)
3. Darvishsefat, A.A. 1997. A comparison of the capabilities of Spot and Landsat data for providing forest type maps, IJNR, 50: 1. 61-68. (In Persian)
4. Dowlati, M., Oladi, G., Fallah, A. and Fatahi, M. 2007. Density mapping of Haloxylon plantation using ETM<sup>+</sup> & IRS satellite data (Case study: Qom province-Hossein Abad-Haloxylon Plantation). ACRS 2007. Proceeding of The 28<sup>th</sup> Asian Conference, Malaysia.
5. Itten, K.L., Meyer, P., Kellenberger, T., Sandmeier, R. and Sandmeier, S. 1993. Radiometric Corrections of topographically induced effects on Landsat TM data in an Alpine environment, JPRS, 48: 4. 17-28.
6. Kandwal, R. 2005. Detecting and discriminating Lantana using multi-sensor images for improving FCD Mapper methodology. M.Sc. Thesis. Indian Institute of Remote Sensing, 136p.
7. Jihad-keshavarzi ministry, national forests and rangelands organization, engineering and technical office. 2004. application guide of forest extent mapping in Zagros region in 1:25000 scale using 1:40000 scale aerial photos.
8. Mohammadi, J. 2008. An Investigation on Possibility of Estimating and Modeling Forest quantitative attributes using Satellite data (case study, Loveh Forests), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 71p. (In Persian)
9. Naseri, F. 2003. Classification of forest types and estimation of their quantitative parameters in arid and semi-arid regions using satellite data (case study: National Park of Khabr-Kerman province), Ph.D. Thesis, University of Tehran, 202p. (In Persian)
10. Naseri, F. 2002. Assessment on capability of Landsat 7 Data to provide forest density maps in arid and semi-arid regions, IJNR, 57: 1. 109-118. (In Persian)
11. Sarouei, S. 1999. An Investigation on possibility of forest density classification in Zagros forests, using satellite data, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, 122p. (In Persian)
12. Sagheb Talebi, KH., Sajedi, T. and Yazdeian, F. 2003. forests of Iran. RIFR, 339: 27.
13. Shahbabaie, S. 2004. The Capability of Digital Imagery Data to provide forest type and density maps (case study: Dr. Bahramnia forestry planning in Golestan province), M.Sc. Thesis, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, 59p. (In Persian)



14. Shupe, S.M. and Marsh, S.E. 2004. Cover-and density-based vegetation classifications of the Sonoran Desert using Landsat TM and ERS-1SAR imagery. *Remote Sensing of Environment*, 93: 131-149.
15. Tiwari, S.H. 2006. Forest Canopy Density Mapping of Doon Valley using Biophysical Response Modeling on Modis data. Indian Institute of Remote Sensing.

Archive of SID



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Wood & Forest Science and Technology*, Vol. 19(1), 2012  
<http://jwsc.gau.ac.ir>

## **Comparative evaluation of IRS-P6-LISS-III and LISS IV images for canopy cover mapping of Zagros forests (Case Study: Javanroud Forests)**

**H. Abdolahi<sup>1</sup> and \*Sh. Shataee Joybari<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, 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  
Received: 2009/09/16; Accepted: 2011/04/30

### **Abstract**

In order to evaluate capability of the IRS-P6- LISS-III and LISS IV images for canopy cover mapping a case study was done on forests of Javanroud in Kermanshah province. The quality of images was evaluated for radiometric and geometric errors. No considerable radiometric distortion was found in the images. The LISS-III images were geometrically corrected with image to image method using 18 ground control points. The RMSE was 0.43 and 0.36 pixels, towards X and Y, respectively. Several image enhancements such as spectral rationing, PCA transformation and vegetation indices were performed. To reduce the effect of soil reflectance, suitable vegetation indices were prepared using soil line parameters. A ground truth map was generated through random systematic sampling with sample size 60 m×60 m. The canopy cover percent of trees was measured in two directions and percentage of canopy cover was computed in each plot. Based on canopy cover the plots were classified into four classes (very thin, thin, semi-dense and dense). Twenty five of sample plots from each class were selected as training area and the best spectral bands were selected using divergence separability index. Regarding canopy cover area and in order to equalize the pixel size of LISS-IV and LISS-III images, pixel sizes of LISS-IV images were aggregated in 5×5 pixels. A supervised classification was accomplished on the best and main bands. The accuracy assessment of generated map was evaluated using 75% of the sample plots. The results showed that using the LISS-III image data within 4 density classes the highest overall accuracy and kappa coefficient were equal to 65.77% and 0.45 and using aggregated LISS-IV images they were 63.27% and 0.41 respectively. These results showed that using the best selected bands by maximum likelihood algorithm could better map forest canopy cover classes. In order to improve the results, the very thin class with thin class and semi-dense with dense classes were merged together respectively and classification was again repeated. In this case, the maximum likelihood classifier algorithm using the best selected LISS-III bands showed the highest overall accuracy and kappa coefficient of 78.68% and 0.57 respectively and the minimum distance to mean classifier algorithm using the best selected equalization of LISS-IV bands showed the highest overall accuracy and kappa coefficient of 78% and 0.57 respectively. Conclusion to be made from this investigation is that in such sparse forests, low canopy area of forest species as well as the soil reflectance as background cause low performance of classification.

**Keywords:** Canopy cover mapping, LISS-III, LISS-IV, Zagros forests, IRS-P6, Javanroud

---

\* Corresponding Author; Email: [shataee@yahoo.com](mailto:shataee@yahoo.com)