

SPOT- HRG IRS- LISS III

(:)

ایوب مرادی^{۱*}، جعفر اولادی قادیکلایی^۲، اصغر فلاح^۳ و پرویز فاتحی^۴

* نویسنده مسئول، کارشناس ارشد جنگل داری. پست الکترونیک: aiuobmoradi60@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی ساری.

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی ساری.

۴- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان.

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۸۷/۱۲/۲۴

چکیده

به منظور ارزیابی قابلیت داده‌های سنجنده‌های HRG ماهواره SPOT 5 و LISS-III ماهواره IRS-P6 در تهیه نقشه و تفکیک محوطه‌های جنگلی گلازنی شده در زاگرس شمالی، بخشی از جنگلهای گلازنی شده شهرستان بانه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت. سطح محوطه‌های گلازنی شده (شان، کورپه، کور و خرت) در یک دوره تناوب ۳ ساله با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) به‌عنوان واقعیت زمینی منطقه انتخاب گردید. پس از بررسی خطاهای هندسی و رادیومتری مجموعه داده مورد استفاده تحت پردازشهایی نظیر نسبت‌گیری طیفی و تجزیه مؤلفه‌های اصلی قرار گرفت. همچنین برای بارسازی بهتر اطلاعات، تصاویر چندطیفی HRG و LISS-III با تصویر پانکروماتیک IRS-1C ادغام شدند. طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال (ML) به دو صورت، یکی برای کل محدوده مورد تحقیق و دیگری برای هر یک از دامنه‌های شمالی و جنوبی به‌صورت جداگانه اعمال گردید. بررسی تفکیک‌پذیری طبقات با استفاده از معیار فاصله باتاچاریا انجام شد. نتایج حاصل نشان داد که تفکیک‌پذیری طبقات در دامنه‌های شمالی بهتر از دامنه‌های جنوبی می‌باشد. همچنین طبقه خرت شمالی و زراعت به‌خوبی از سایر طبقات تفکیک شدند. شاخصهای گیاهی نسبت به باندهای اصلی، نتایج ضعیف‌تری را نشان دادند. از مجموعه داده‌های SPOT، باندهای ادغام شده با میزان صحت کلی ۶۵/۳٪ و ضریب کاپا ۰/۶۳ در طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای، بیشترین مقدار این دو معیار را حاصل نمود. در بین داده‌های IRS-P6 مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی در ترکیب با باندهای ۱ و ۴، با میزان صحت کلی ۷۰ درصد و ضریب کاپا ۰/۶ بهترین نتیجه را کسب کرد. مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی دو تصویر نشان داد که استفاده از داده‌های فصل رویش گیاهی و قبل از گلازنی نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. با وجود مشکلات تداخل طیفی خاک منطقه با پوشش درختی، نتایج بدست آمده بیانگر آن است که داده‌های مورد استفاده در این تحقیق، قابلیت نسبتاً مناسب برای تفکیک محوطه گلازنی و تهیه نقشه در این مناطق را دارند.

واژه‌های کلیدی: داده‌های ماهواره‌ای، ادغام داده‌ها، شاخصهای گیاهی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، گلازنی، زاگرس شمالی.

مقدمه

کنونی تا حد بسیاری به دامداری وابسته کرده است (فتاحی، ۱۳۷۳). دامداری در این منطقه سردسیر که از نظام کوچ‌روی نیز تبعیت نمی‌کند موجب کمبود علوفه شده است. این کمبود در فصل سرد به‌صورت بحران در

تراکم زیاد انسان در واحد سطح جنگل، دشواری شرایط توپوگرافی و کمبود آب کشاورزی در شهرستان بانه، زندگی جوامع محلی را در شرایط توسعه نیافته

جویباری، ۱۳۸۲). این پژوهش به منظور بررسی قابلیت تصاویر مورد استفاده در تشخیص محوطه‌های گلازنی شده و تعیین قابلیت بالقوه این داده‌ها برای تهیه نقشه‌های به‌هنگام این مناطق، در بخشی از جنگلهای گلازنی شده در استان کردستان انجام گردید تا در صورت امکان به‌عنوان ابزاری برای مدیریت مناطق جنگلی گلازنی شده مورد استفاده برنامه‌ریزان قرار گیرد.

از تحقیقات انجام شده نزدیک به این پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Joffer (1993) تراکم بلوطستان دهاسا در جنوب اسپانیا را با کاربرد داده‌های اسپات برآورد نمود. نتایج نشان داد که اثرهای خاک باعث کاهش همبستگی و یا عدم همبستگی می‌گردد. دیگر این که استفاده از توان تفکیک مکانی داده‌های اسپات و قدرت طیفی زیاد داده‌های TM در این مطالعه مفید واقع شد.

Xu et al. (2003) توانایی داده‌های سنجنده TM ماهواره لندست را در برآورد تاج‌پوشش بلوط در منطقه تولار کالیفرنیا مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داده است که باندهای مادون قرمز نزدیک، قرمز و آبی از توانایی خوبی در برآورد مشخصه تاج‌پوشش برخوردارند.

Joao et al. (2006) با استفاده از داده‌های سنجنده ETM^+ ، تاج‌پوشش درختان نواحی دهاسا در جنوب پرتغال را برآورد نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که بررسی تاج‌پوشش درختان (کم تا متوسط) در این تیپ از جنگلها (درخت‌زارهای بلوط همیشه‌سبز) به‌کمک تصاویر ماهواره‌ای با دقت زیاد تا متوسط قابل انجام می‌باشد.

درویش صفت (۱۳۷۶) قابلیت داده‌های ماهواره‌ای لندست و اسپات را برای تهیه نقشه جنگل و تیپ‌های تشکیل دهنده آن مورد بررسی قرار داده است. بیشترین صحت کلی بدست آمده با طبقه‌بندی‌کننده حداکثر احتمال معادل ۶۵/۴٪ بوده است. نتایج این تحقیق نشان داده است

سیستم دامداری منطقه خودنمایی می‌کند. مردم بومی منطقه در تلاشی خردمندانه به منظور سازگار کردن نظام معیشتی خود با دشواریها و محدودیتهای طبیعت پیرامون خود، گلازنی (سرشاخه‌زنی) درختان جنگلی را ابداع کردند. شیوه گلازنی بدین صورت است که از اواسط شهریورماه به بعد، دامداران در مناطقی که به‌طور سنتی به آنها تعلق دارد، شاخه‌های برگ‌دار بلوط را در دوره‌های سه یا چهار ساله قطع و سریعاً آنها را روی درختان دو یا چند شاخه و یا روی زمین که اصطلاحاً گلا یا لویه‌گلا خوانده می‌شود، انباشته می‌نمایند. بعد در فصل زمستان شاخه‌های برگ‌دار خشک شده را از لویه خارج و برای تعلیف دامها (به‌ویژه بز و گوسفند) استفاده می‌کنند (فتاحی، ۱۳۷۳).

تقسیم مناطق جنگلی در محدوده هر روستا بدین صورت می‌باشد که هر ناحیه جنگلی بین چند نفر تقسیم و هر قسمت یا هر پارسل آن را به نام گلاجار (Gala-jar) فلان نفر نام‌گذاری می‌کنند (بی‌نام، ۱۳۸۳). هر گلاجار به سه قسمت که دارای محصول تقریباً مساوی هستند تقسیم می‌شود که هر یک از این قسمتها را یک شان می‌گویند و هر سه سال یک بار در یکی از این شانها گلازنی انجام می‌شود. بنابراین شانی که نوبت گلازنی آن رسیده است را شان خرت (Khert)، شانی را که نوبت گلازنی آن سال بعد است شان کور (Koor) و شانی که سه سال بعد نوبت گلازنی آن می‌باشد، شان کورپه (Kurpe) می‌گویند (مصطفی، ۱۳۸۳).

امروزه تصاویر ماهواره‌ای با توجه به ویژگیهای منحصر به فردشان نظیر پوشش سریع و یکپارچه، تصویربرداری مکرر و چند طیفی بودن برای مدیریت مستمر بر منابع طبیعی به‌عنوان یک ابزار کارآمد محسوب می‌شوند. افزایش روزافزون قابلیتها و تواناییهای داده‌ها چه از نظر طیفی و چه از نظر مکانی، بسیاری از مدیران و برنامه‌ریزان را بر آن داشته است تا استفاده از این نوع داده‌ها را با توجه به کاهش هزینه و زمان و کسب اطلاعات به‌روز جایگزین روشهای قبلی نمایند (شتایی

"۰۰'۴۸°۴۵ و عرض شمالی "۴۱°۲۵'۳۵ تا "۵۷'۵۳°۳۵ می‌باشد (شکل ۱). به‌طورکلی حوضه آبریز بانه منطقه کوهستانی با زمستانهای سرد و طولانی و توأم با برف و یخبندان زمستانه و تابستانهای معتدل است. نزولات آسمانی عمدتاً به‌صورت برف در زمستان و باران در اواخر زمستان و اوایل بهار است. از لحاظ ترکیب درختان جنگلی بیش از ۸۰ درصد درختان این جنگلها از گونه‌های مختلف بلوط مانند برودار (*Quercus brantii* Lindl. var. *brantii*)، وی‌ول (*Quercus libani* Oliv.- Lebanon oak) و مازودار (*Quercus infectoria* Oliv.- Gall oak) تشکیل شده است. (بی‌نام، ۱۳۸۳).

تصاویر مورد استفاده

این تصاویر عبارتند از:

- ۱- تصاویر سنجنده HRG ماهواره SPOT 5 مربوط به تاریخ سی‌ام سپتامبر سال ۲۰۰۵ میلادی برابر با هشتم مهرماه سال ۱۳۸۴ هجری شمسی با اندازه تفکیک مکانی ۱۰ متر (باند چهار ۲۰ متر).
- ۲- تصویر سنجنده LISS-III ماهواره IRSP 6 مربوط به تاریخ چهاردهم جولای سال ۲۰۰۶ میلادی، برابر با بیست و سوم تیرماه سال ۱۳۸۵ هجری شمسی با اندازه تفکیک مکانی (پیکسل) ۲۳/۵ متر در هر چهار باند.
- ۳- تصویر سنجنده PAN ماهواره IRS-1C مربوط به تاریخ بیست و سوم اکتبر سال ۲۰۰۵ میلادی برابر با یکم آبان‌ماه سال ۱۳۸۴ هجری شمسی با اندازه تفکیک مکانی (پیکسل) ۵/۸ متر.

که داده‌های چندطیفی اسپات از قابلیت برتری نسبت به لندست TM برخوردارند.

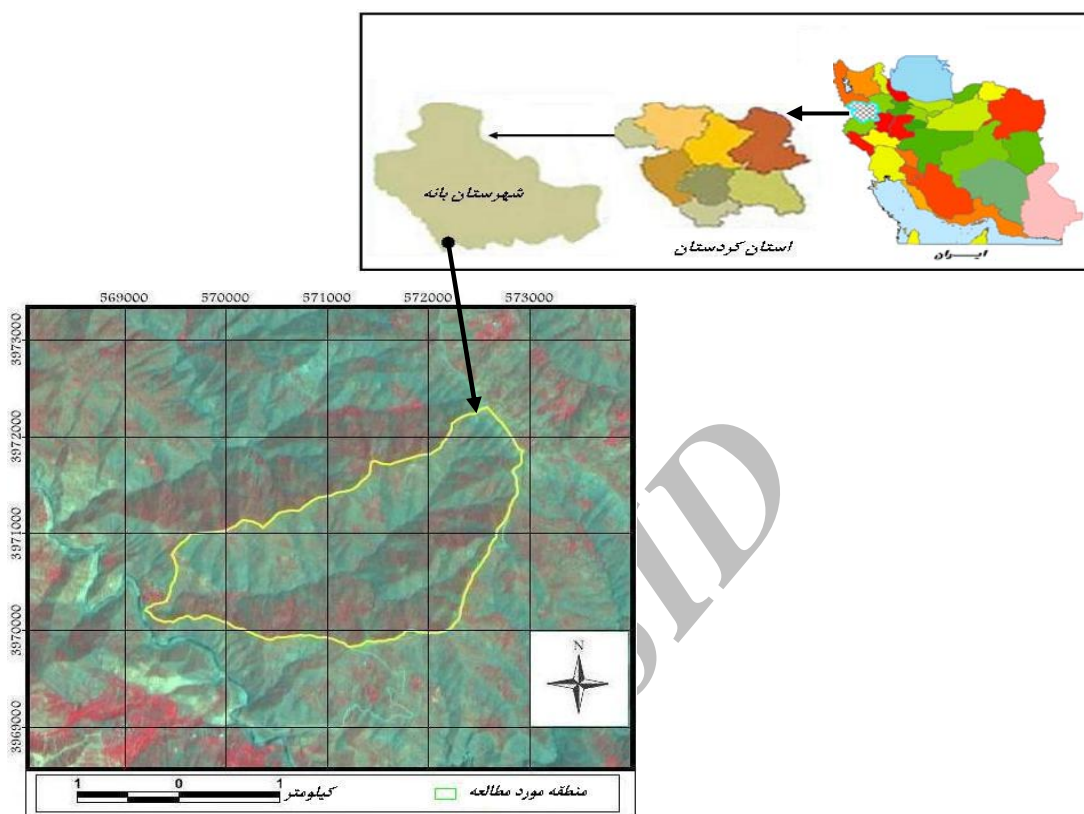
احمدی ثانی (۱۳۸۴) قابلیت تصاویر ماهواره‌ای Aster را برای تهیه نقشه تراکم جنگلهای زاگرس بررسی کرد. در طبقه‌بندی سه طبقه‌ای بیشترین صحت کلی و ضریب کاپا به‌ترتیب برابر با ۶۸/۵ و ۰/۵۱ با مجموعه ۶ باندی و الگوریتم حداکثر احتمال بدست آمد. همچنین در نتایج این تحقیق ذکر شده که نتایج با هر سه الگوریتم (حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال و فازی) به هم نزدیک و تفاوت آنها ۱ تا ۲ درصد بود.

امینی (۱۳۸۵) قابلیت تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های ETM⁺ و IRS-1C را در تهیه نقشه گستره جنگل و دستیابی به میزان و موقعیت تغییرات گستره جنگل، از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ در جنگلهای آرموده شهرستان بانه مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل نشان داد که بیشترین صحت کلی مربوط به نقشه حاصل از طبقه‌بندی مجموعه ۷ باندی منتخب دو طبقه با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال و با صحت کلی ۸۱/۳ درصد و ضریب کاپای ۰/۶۴ می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی تغییرات گستره جنگلهای منطقه نشان داد که طی دوره مطالعه، ۴۸۵۳ هکتار از سطح جنگل کاسته و ۹۵۳ هکتار به سطح جنگل افزوده شده است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

جنگلهای مورد مطالعه در این تحقیق، ۵۰۴ هکتار از جنگلهای گلازنی شده بخش ۲ حوزه آرموده در جنوب‌غربی شهرستان بانه با طول شرقی "۴۸°۴۷'۴۵ تا



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در نقشه ایران، به همراه نمایی از تصویر منطقه در ترکیب HRG 321

تصحیح هندسی داده‌ها

تصاویر مورد استفاده در این تحقیق توسط شرکت‌های عرضه کننده، تحت تصحیحات سیستماتیک (استاندارد) قرار گرفته بودند. به‌علاوه تصویر ماهواره SPOT 5 قبلاً در سطح Ortho مورد تصحیح هندسی نیز قرار گرفته بود. با توجه به تطابق مناسب نقاط و خطوط رقومی برداشت شده در محدوده مورد مطالعه با این تصویر، اقدام به تطابق تصاویر چندطیفی LISS-III و پانکروماتیک با این تصویر تحت فرایند تصحیح هندسی تصویر به تصویر (Image to Image) گردید. در این تحقیق از روش تصحیح هندسی چندجمله‌ای که یک روش ناپارامتری است استفاده شد و با انتخاب ۲۰ نقطه کنترل مشخص بر روی این تصاویر و معادل آن در تصویر SPOT، تصاویر LISS-III و پانکروماتیک به‌ترتیب با میزان خطای ریشه میانگین

مربعات (RMSE) برابر ۰/۵۴ و ۰/۷۴ پیکسل مورد تصحیح هندسی قرار گرفته و زمین مرجع (Georeference) شدند.

تهیه نقشه واقعیت زمینی

برای بررسی صحت طبقه‌بندی اقدام به تعیین مکانهای گل‌آزنی شده در منطقه مورد مطالعه با استفاده از دستگاه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) گردید. بدین منظور محدوده‌ای را که در هر سه سال (دوره تناوب گل‌آزنی) از آن برداشت می‌شد به‌طوری‌که نشان‌دهنده مشخصات کلی منطقه باشد، انتخاب و در آن نقشه واقعیت زمینی تهیه گردید. بدین‌صورت که محدوده‌های کورپه، کور و خرت داخل منطقه مورد مطالعه به‌طور کامل با دستگاه GPS مشخص گردیدند. همچنین محدوده کلیه نقاط

گیاهی، انعکاس صحیح تاج پوشش گیاهان را از تأثیرات بازتاب طیفی خاکها نشان داد (Leblon, 1997).

از این رو برای متمرکز کردن اطلاعات چند باند با همبستگی زیاد از روش تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. این کار به صورت انتخابی یعنی انتخاب باندهایی که دارای همبستگی زیادی بودند، انجام شد. بنابراین، این روش در داده‌های HRG بین باندهای ۲ و ۳ (با همبستگی ۰/۹۵) و در داده‌های LISS III بین باندهای ۲، ۳ و ۴ که دارای همبستگی زیادی با هم بودند (۰/۹۵ = ۲،۳، ۰/۷۵ = ۲،۴ و ۰/۶۵ = ۳،۴)، اعمال گردید. مؤلفه‌های اول حاصل از این تجزیه که حائز بیشترین واریانس اطلاعات طیفی بودند به مجموعه داده اضافه شدند.

برای دستیابی به تصویری با قدرت تفکیک طیفی و مکانی زیاد و با توجه به فاصله زمانی کم برداشت دو تصویر، داده‌های چند طیفی SPOT 5 با استفاده از روش تبدیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) با تصویر پانکروماتیک ادغام گردید. بنابراین کلیه باندهای تصاویر چندطیفی مورد استفاده با باند تصویر پانکروماتیک ماهواره IRS-1C ادغام گردیدند.

در داده‌های LISS III برای انتخاب ترکیب باندی مناسب از شاخص I استفاده شد. برای استفاده از این شاخص ابتدا تعداد ترکیب باندی متعددی که حاصل از باندهای طیفی اند، باید ساخته شده و مقایسه شوند. بنابراین براساس رابطه (۱) تعداد ترکیب سه تایی حاصل از باندهای مورد استفاده محاسبه شد:

(۱)

$$\left[\begin{matrix} N \\ 3 \end{matrix} \right] = \frac{N!}{3!(N-3)!}$$

تعداد ترکیب سه تایی باندها و N تعداد باندها می باشد.

خالی، زراعت، باغ و صنوبرکاریهای موجود در محدوده مورد مطالعه به صورت پلی گن برداشت شدند. لازم به ذکر است که چون تصویر اخذ شده ماهواره SPOT مربوط به یکسال قبل از تهیه واقعیت زمینی است، بنابراین در تهیه واقعیت زمینی محدوده کورپه برداشت شده به عنوان محدوده شان محسوب شد، یعنی محدوده‌ای که مصادف با تاریخ تصاویر اخذ شده گلازنی شده است و به همین ترتیب محدوده شان برداشت شده در طبقه کور قرار گرفت. در نهایت پس از اختصاص هر محدوده برداشت شده به طبقه مورد نظر، پلی گن‌ها از وکتور به رستر تغییر داده شده و در پایگاه سیستم اطلاعاتی ذخیره گردیدند. در پایان با اختصاص دادن کد ویژه‌ای به هر یک از این طبقه‌ها و اختصاص همان کد در طبقات تصویر طبقه‌بندی شده، فایل بدست آمده برای استفاده در مرحله بعدی ذخیره شد.

پیش پردازش و طبقه‌بندی داده‌ها

به منظور آشکارسازی بهتر پوشش گیاهی برای طبقه‌بندی، از محاسبه برخی شاخصهای گیاهی استفاده شد. با توجه به پوشش کم درختان جنگلی در منطقه مورد مطالعه، برای جلوگیری از تداخل بازتاب طیفی خاک زمینه با بازتاب طیفی پوشش گیاهی سعی شد که علاوه بر شاخص NDVI شاخصهای WdVI، SAVI، MSAVI و TSAVI که آثار بازتابهای طیفی خاک را بر بازتاب گیاه کم می‌کنند (علوی پناه، ۱۳۸۵)، محاسبه شده و شاخصهای بدست آمده به مجموعه داده مورد عمل اضافه شدند. برای محاسبه این شاخصها از عوامل خط خاک (Soil Line) عبارت است از رابطه خطی بین بازتاب مشاهده شده خاک لخت در دو طول موج مختلف) استفاده شد (Baret & Sundison & Henley, 1999; Jocquemoud, 1993). استفاده از این خط بدین منظور صورت گرفت که بتوان با بکار بردن این شاخصهای

برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی از محدوده پلی‌گن‌های برداشت شده طی عملیات زمینی استفاده شد. پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی، بررسی تفکیک‌پذیری طبقات با استفاده از شاخص تفکیک‌پذیری فاصله باتاچاریا صورت گرفت. در نهایت طبقه‌بندی با استفاده از باندهای اصلی، تصویر ادغام شده، تمامی شاخصهای گیاهی و مؤلفه اول PCA به صورت ترکیب با باندهای اصلی به روش حداکثر احتمال صورت گرفت. با توجه به این که در منطقه مورد مطالعه گلاچارها دارای سه محوطه برداشت می‌باشند و از طرف دیگر نظر به اختلاف بارز تراکم تاج‌پوشش درختان در دو دامنه شمالی و جنوبی، طبقه‌بندی به دو صورت، یکی برای کل محدوده مورد مطالعه و دیگری در هر یک از دامنه‌های شمالی و جنوبی به صورت جداگانه صورت گرفت. طبقه‌بندی با استفاده از طبقات کورپه شمالی، کورپه جنوبی، خرت شمالی، خرت جنوبی، کور شمالی، کور جنوبی و زراعت در تصویر LISS-III و طبقات کور شمالی، کور جنوبی، شان شمالی، شان جنوبی، کورپه شمالی و کورپه جنوبی در تصویر HRG صورت گرفت. سپس تصاویر طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی منطقه، پیکسل به پیکسل مقایسه شد. برای ارزیابی این طبقه‌بندی از معیارهای چهارگانه صحت کلی (Overall Accuracy)، ضریب کاپا (Kappa Coefficient)، صحت تولیدکننده (Producer Accuracy) و صحت کاربر (User Accuracy) استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از تفکیک‌پذیری طبقات نشان داد که طبقه خرت شمالی که دارای بیشترین درصد تاج‌پوشش می‌باشد، بیشترین مقدار تفکیک‌پذیری را با دیگر طبقات دارد (بیش از ۱/۶۷ در معیار فاصله باتاچاریا). طبقه زراعت به خوبی از تمامی طبقات تفکیک شده و دارای میزان تفکیک‌پذیری ۲- ۱/۵ در معیار فاصله باتاچاریا

سپس با استفاده از روش فاکتور I اقدام به انتخاب ترکیب باندی بهینه شد که به شرح رابطه (۲) می‌باشد:

(۲)

$$I = \sqrt{1 + 2abc - a^2 - b^2 - c^2}$$

که در آن a ، b و c ضریب همبستگی زوج باندها هستند؛ یعنی a ضریب همبستگی باند ۱ و ۲، b ضریب همبستگی باند ۱ و ۳ و c ضریب همبستگی باند ۲ و ۳ می‌باشد. در این رابطه، از ضریب همبستگی استفاده می‌شود و فاکتور I بین صفر و یک متغیر است. حداکثر مقدار شاخص I (۱/۰) نشان‌دهنده حداکثر تغییرات طیفی و شاخص صفر بیانگر حداقل تغییرات طیفی است.

لازم به ذکر است که انتخاب ترکیب باندی مناسب از باندهای اصلی، شاخصهای گیاهی مورد استفاده به صورت تلفیق با باندهای اصلی، مؤلفه‌های اصلی حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی به صورت تلفیق با باندهای اصلی و باندهای ادغام شده، هر کدام به صورت جداگانه انجام شدند. زیرا ارزش رقومی پیکسل‌های تصویر و نمونه‌های تعلیمی در هر کدام از این ترکیبات با هم متفاوتند.

در مورد داده‌های SPOT چون باند ۴ این سنجنده دارای قدرت تفکیک مکانی ۲۰ متر می‌باشد، بنابراین ترکیب باندی ۱، ۲، ۳ که قدرت تفکیک مکانی آنها ۱۰ متر می‌باشد به عنوان ترکیب باندی مناسب برای طبقه‌بندی باندهای اصلی و تصویر ادغام شده انتخاب شد. اما برای باندهای اصلی تلفیق شده با شاخصهای گیاهی و مؤلفه‌های اصلی حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی، مشاهده شد که از لحاظ بصری باندهای ۲ و ۳ به همراه شاخصهای گیاهی یا مؤلفه اصلی برای انتخاب نمونه‌های تعلیمی و طبقه‌بندی مناسب‌ترند. بنابراین باندهای ۲ و ۳ به صورت تلفیق با هر کدام از شاخصهای گیاهی و مؤلفه‌های اصلی حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی به طور جداگانه به عنوان ترکیب باندی بهینه برای انجام طبقه‌بندی انتخاب شدند.

طبقه‌بندی داده‌های LISS-III

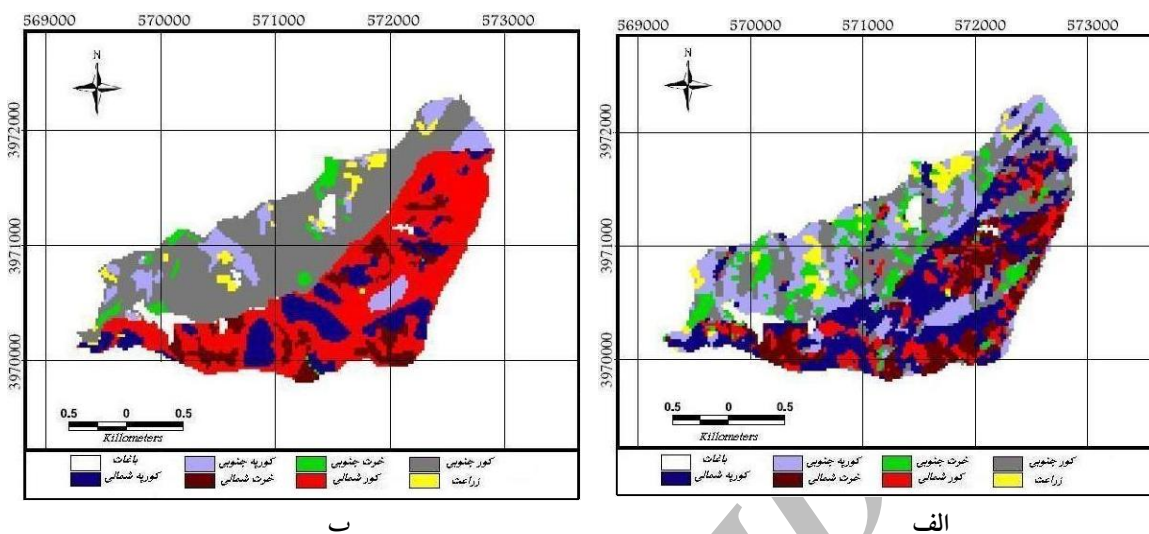
طبقه‌بندی ۷ طبقه‌ای

این طبقه‌بندی با طبقات کورپه شمالی، کورپه جنوبی، خرت شمالی، خرت جنوبی، کور شمالی، کور جنوبی و زراعت صورت گرفت؛ نتایج بدست آمده نشان داد که مجموع باندهای مورد استفاده به همراه مؤلفه اول PCA در بین مجموعه داده مورد استفاده با شاخص کاپای ۰/۲۶ و صحت کلی ۳۸ درصد بیشترین مقدار را برای این دو معیار حاصل نموده است (شکل ۲ و جدول ۱). تمام تصاویر ترکیب شده با شاخصهای گیاهی، نتایج نزدیک به همی را نشان دادند. کمترین میزان صحت کاربر مربوط به طبقه خرت جنوبی و بیشترین آن مربوط به طبقه کور جنوبی در مجموعه داده مورد استفاده بود.

است. تفکیک‌پذیری در بین طبقات در دامنه شمالی بهتر از دامنه جنوبی بود و در تمام تصاویر ترکیبی با شاخصهای گیاهی، نتایج نزدیک به همی را نشان دادند. به‌طورکلی در تمامی طبقات بیشترین تفکیک‌پذیری در تصویر ترکیبی با مؤلفه اول PCA (با میانگین تفکیک‌پذیری ۱/۴) حاصل شد. نتایج طبقه‌بندی‌های انجام شده به شرح زیر می‌باشد:

جدول ۱- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی ۷ طبقه‌ای

نوع تصویر	نوع طبقه‌بندی کننده	نام طبقه	صحت کاربر %	صحت تولید کننده %	صحت کلی %	ضریب کاپا
مؤلفه اول حاصل از PCA باندهای ۴ و ۱ به همراه	حداکثر احتمال	کورپه شمالی	۳۴	۶۹	۳۸	۰/۲۶
		کورپه جنوبی	۲۱	۵۳		
		خرت شمالی	۳۶	۴۵		
		خرت جنوبی	۱۶	۵۰		
		کور شمالی	۶۰	۱۸		
		کور جنوبی	۶۳	۳۷		
		زراعت	۴۹	۸۵		



ب

الف

شکل ۲- نقشه حاصل از طبقه‌بندی ۷ طبقه‌ای با الگوریتم حداکثر احتمال با باندهای ۱ و ۴ به همراه مؤلفه اول حاصل از PCA (الف) همراه با نقشه واقعیت زمینی (ب)

طبقه‌بندی ۳ طبقه‌ای

این طبقه‌بندی با سه طبقه کورپه، خرت و کور برای هر یک از دامنه‌ها به‌طور جداگانه اعمال شد. نتایج این طبقه‌بندی نشان داد که نقشه‌های تولیدی حاصل از طبقه‌بندی در دامنه جنوبی تطابق بیشتری با واقعیت زمینی دارند و دارای میزان صحت کلی و ضریب کاپای بیشتری نسبت به دامنه شمالی می‌باشند. در این طبقه‌بندی نسبت به طبقه‌بندی ۷ طبقه‌ای، صحت کلی در مجموعه داده مورد استفاده مقداری افزایش یافت، اما بعکس شاخص کاپا کاهش یافت. در این طبقه‌بندی هم تمام شاخصهای گیاهی به‌صورت جداگانه با ترکیب باندهای اصلی مورد استفاده قرار گرفت و در طبقه‌بندی نتایج نزدیک به همی را برای چهار معیار صحت کلی، صحت کاربر، صحت تولید کننده و شاخص کاپا در هر دو دامنه ارائه نمودند.

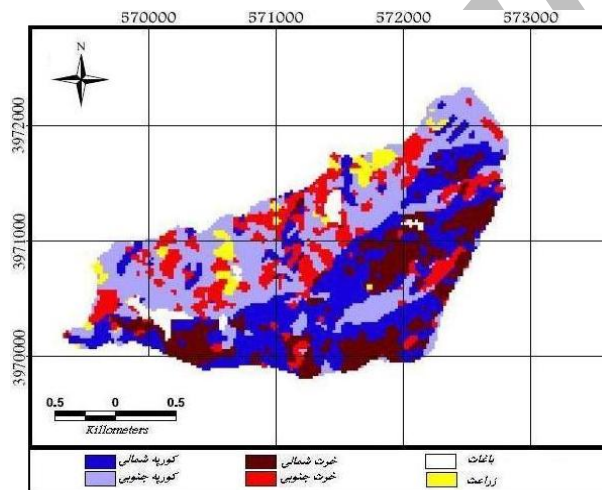
طبقه‌بندی ۵ طبقه‌ای

در طبقه‌بندی ۷ طبقه‌ای، طبقات کور شمالی و جنوبی تفکیک‌پذیری کمتری را با سایر طبقات از خود نشان دادند و دارای کمترین مقدار تفکیک‌پذیری در معیار

فاصله باتاچاریا بودند. بنابراین برای دستیابی به نتایج بهتر طبقات کور شمالی و جنوبی با طبقات کورپه شمالی و جنوبی ادغام گردیدند و طبقه‌بندی دیگری با ۵ طبقه کورپه شمالی، کورپه جنوبی، خرت شمالی، خرت جنوبی و زراعت صورت گرفت. در این طبقه‌بندی ضریب کاپا و صحت کلی بیشتری نسبت به طبقه‌بندی‌های ۷ و ۳ طبقه‌ای برای تمامی تصاویر مورد استفاده بدست آمد. همچنین کم بودن میزان اختلاف بین ضریب کاپا و صحت کلی نشان‌دهنده دقت خوب نقشه تولیدی در این طبقه‌بندی است. تصویر ترکیب شده با مؤلفه اول PCA با شاخص کاپای ۰/۶ و صحت کلی ۷۰ درصد بیشترین مقدار را برای این دو معیار در بین مجموعه داده مورد استفاده ارائه نمود. صحت کاربر و تولیدکننده حاصل شده در این طبقه‌بندی برای تمامی طبقات به‌غیر از طبقه خرت جنوبی دارای مقدار بیش از ۵۰ درصد می‌باشد که نشان از کم بودن خطاهای حذف و اضافه و تفکیک‌پذیری خوب طبقات است. نتایج حاصل از این طبقه‌بندی به‌همراه مقادیر کمی هر یک از معیارهای بیان صحت در جدول ۲ و تصویر طبقه‌بندی شده در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی ۵ طبقه‌ای

نوع تصویر	نوع طبقه‌بندی کننده	نام طبقه	صحت کاربر٪	صحت تولید کننده٪	صحت کلی٪	ضریب کاپا
مؤلفه اول حاصل از PCA باند های ۴ و ۱ به همراه حداکثر احتمال		کورپه شمالی	۷۶	۷۶	۷۰	۰/۶
		کورپه جنوبی	۶۹	۷۳		
		خرت شمالی	۷۷	۶۰		
		خرت جنوبی	۴۹	۶۲		
		زراعت	۷۳	۸۶		



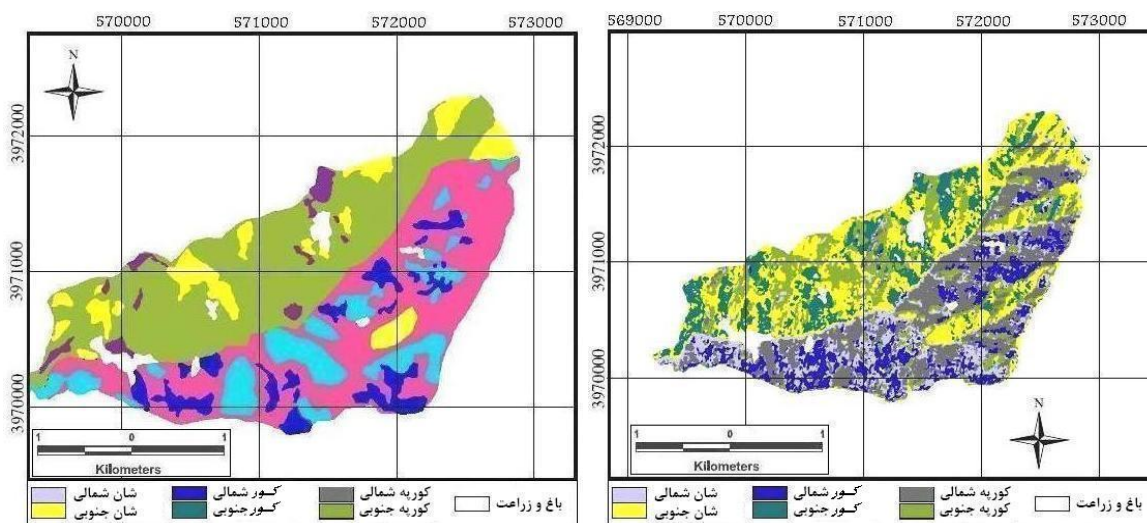
شکل ۳- نقشه حاصل از طبقه‌بندی ۵ طبقه‌ای با الگوریتم حداکثر احتمال با باندهای ۱ و ۴ به همراه مؤلفه اول حاصل از PCA

طبقه‌بندی داده‌های HRG

طبقه‌بندی ۶ طبقه‌ای

این طبقه‌بندی با طبقات کور شمالی، کور جنوبی، شان شمالی، شان جنوبی، کورپه شمالی و کورپه جنوبی صورت گرفت (قابل ذکر است که در زمان این تصویر زراعت دیم به‌طور کلی برداشت شده بود، بنابراین طبقه زراعت در این طبقه‌بندی اعمال نگردید، بلکه برای دقت بیشتر طبقه‌بندی، فقط باغات و زراعت آبی کنار آنها با ایجاد ماسکی بر روی آنها در طبقه‌بندی حذف گردیدند

که در شکل‌های آورده شده هم نشان داده شده است). نتایج بدست آمده نشان داد که تصویر ادغام شده با ضریب کاپای ۰/۲۱ و صحت کلی ۳۹ درصد بیشترین مقدار این دو معیار را به‌خود اختصاص داده است (شکل ۴). بیشترین میزان صحت کاربر مربوط به طبقه‌های کورپه شمالی و کورپه جنوبی با میزان ۶۱ درصد و بیشترین میزان صحت تولیدکننده در این مجموعه متعلق به طبقه شان شمالی با ۶۱ درصد می‌باشد.



ب

الف

شکل ۴- نقشه حاصل از طبقه‌بندی ۶ طبقه‌ای با الگوریتم حداکثر احتمال در تصویر ادغام شده (الف) همراه با نقشه واقعیت زمینی (ب)

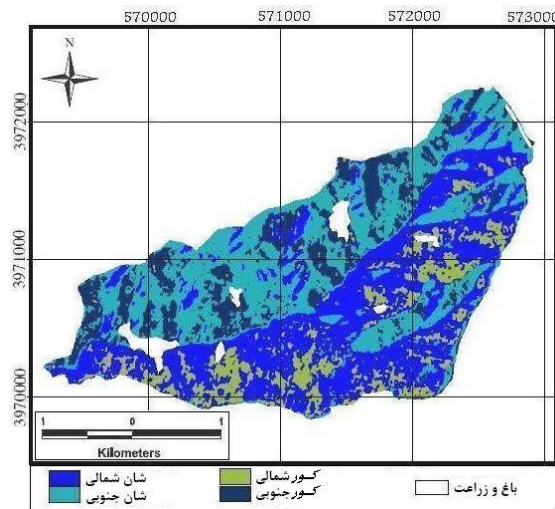
طبقه‌بندی ۳ طبقه‌ای

این طبقه‌بندی با سه طبقه کور، کورپه و شان برای هر یک از دامنه‌ها به‌طور جداگانه اعمال شد. نتایج این طبقه‌بندی نشان داد که در دامنه شمالی باندهای اصلی با ضریب کاپای ۰/۱۷ و صحت کلی ۴۹ درصد، در دامنه جنوبی تصویر فیوژن شده با ضریب کاپای ۰/۸ و صحت کلی ۴۲ درصد، بهترین نتیجه را حاصل نموده‌اند. بیشترین میزان صحت کاربر برای دامنه شمالی مربوط به طبقه کورپه شمالی با ۸۷ درصد و برای دامنه جنوبی هم مربوط به همین طبقه با ۹۱ درصد، حاصل شد. بیشترین میزان صحت تولیدکننده در دامنه شمالی مربوط به طبقه کور شمالی (۷۴ درصد) و در دامنه جنوبی نیز برای همین طبقه با میزان ۵۶ درصد حاصل شد.

طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای

با بررسی معیارهای مربوط به تفکیک‌پذیری طبقات، مشاهده شد که معیار فاصله باتاچاریا برای تفکیک‌پذیری

طبقه کورپه با سایر طبقات دارای مقدار کمتری می‌باشد، از طرف دیگر تفاوت زیاد بین طبقات کور و شان باعث شد که با ادغام طبقات کورپه شمالی و کورپه جنوبی با طبقات کور شمالی و کور جنوبی یک طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای با طبقات کور شمالی، کور جنوبی، شان شمالی و شان جنوبی صورت گیرد. نتایج حاصل از این طبقه‌بندی نشان داد که طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای در کلیه داده‌های مورد استفاده دارای ضریب کاپا و صحت کلی بیشتری نسبت به طبقه‌بندی‌های ۳ و ۶ طبقه‌ای می‌باشد. تصویر ادغام شده با ضریب کاپای ۰/۶۳ و صحت کلی ۶۵/۳ درصد بهترین نتیجه را در بین این مجموعه حاصل نمود. در این طبقه‌بندی هم کور جنوبی دارای کمترین مقدار صحت کاربر است، یعنی بیشتر پیکسل‌های این طبقه به غلط از طبقات دیگر وارد این طبقه شده‌اند. نتایج حاصل از این طبقه‌بندی به‌همراه مقادیر کمی هر یک از معیارهای بیان صحت در جدول ۳ درج و تصویر طبقه‌بندی شده در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- نقشه حاصل از طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای با الگوریتم حداکثر احتمال در تصویر ادغام شده

جدول ۳- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی ۴ طبقه‌ای

نوع تصویر	نوع طبقه‌بندی کننده	نام طبقه	صحت کاربر٪	صحت تولید کننده٪	صحت کلی٪	ضریب کاپا
تصویر ادغام شده با ترکیب ۳،۲،۱	حداکثر احتمال	شان شمالی	۷۱	۷۸	۶۵/۳	۰/۶۳
		شان جنوبی	۷۵	۶۵		
		کور شمالی	۶۲	۴۷		
		کور جنوبی	۳۴	۵۶		

بحث

(۱۳۷۸) و ناصری (۱۳۸۲) در اینگونه مناطق پیشنهاد استفاده از شاخصهای گیاهی مبتنی بر خط خاک را پیشنهاد نمودند، اما شاخصهای استفاده شده در این تحقیق نتایج رضایت‌بخشی را حاصل نمودند.

نتایج طبقه‌بندی ۶ طبقه‌ای و ۷ طبقه‌ای بهتر از نتایج کسب شده طبقه‌بندی این داده‌ها در طبقه‌بندی جداگانه ۳ طبقه‌ای دامنه‌های شمالی و جنوبی بود. چون در طبقه‌بندی ۳ طبقه‌ای برای دامنه‌های شمالی و جنوبی، طبقات نامتجانس شمالی و جنوبی از هم جدا شدند، به عبارت دیگر محاط طبقه‌بندی شده دارای همگنی بیشتری می‌باشند و از طرف دیگر چون در صحت کلی خطاهای حذف و اضافی در نظر گرفته نمی‌شوند، بنابراین صحت

همان‌طوری که ذکر شد هیچ‌کدام از شاخصهای گیاهی استفاده شده، نتایج بهتری را از باندهای اصلی حاصل نمودند، اما بکارگیری این شاخصها به همراه باندهای اصلی، قدرت تفسیر بصری داده‌ها را افزایش می‌دهد که از آن می‌توان برای تصحیح هندسی داده‌ها بهره جست، ولی به لحاظ قدرت تفسیر رقومی نمی‌توان بهبود و امتیاز چندانی نسبت به استفاده از داده‌های اصلی چند طیفی انتظار داشت. همچنین نتایج تحقیقات عبداللهی (۱۳۷۶)، خوانین‌زاده (۱۳۷۸)، حسینی (۱۳۸۱) و پورشکوری (۱۳۸۵) نیز مؤید نتایج ضعیف استفاده از شاخصهای گیاهی می‌باشد. هر چند که محققانی همچون ساروئی

می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر داده‌های SPOT همزمان با داده‌های IRS بودند، نتایج بهتری از طبقه‌بندی آنها کسب می‌شد. همچنین قابل ذکر است که محوطه‌های خرت و کور به‌ویژه در دامنه‌های شمالی که تراکم تاج‌پوشش بیشتری دارند هم از لحاظ بصری و هم از لحاظ طبقه‌بندی رقومی نیز به‌خوبی از سایر قسمتهای دیگر قابل تفکیک می‌باشند. این نتایج کسب شده می‌تواند حکایت از آن داشته باشد که خاک منطقه می‌تواند به‌عنوان سطحی ثابت عمل نماید و تغییرات پوشش گیاهی با تراکم مختلف را از طریق بازتاب طیفی نشان دهد.

محققان زیادی (Joffer, 1993; Joao et al., 2006; Xu et al., 2003; سارویی، ۱۳۷۸؛ ناصری، ۱۳۸۲؛ ماجانی، ۱۳۷۹؛ احمدی ثانی، ۱۳۸۴) در نتایج خود از مفید بودن این داده‌ها که قدرت تفکیک مکانی زیادی دارند سخن گفته و پیشنهاد استفاده از توانمندی این داده‌ها را در چنین مناطقی نموده‌اند.

با توجه به نتایج بدست آمده و با وجود کم تراکم بودن جنگلهای این منطقه به‌ویژه در دامنه‌های جنوبی و وجود مشکل تداخل طیفی خاک با پوشش جنگلی می‌توان گفت که داده‌های ماهواره SPOT 5 و IRS-P6 توانایی تفکیک و تهیه نقشه‌های مناطق جنگلی گلازنی شده را دارند که در این تحقیق نتایج نسبتاً مناسبی را در بر داشته است، از این‌رو با انجام تحقیقات بیشتر در این مناطق و بررسی و مقایسه نتایج آنها امید می‌رود که این داده‌ها به‌عنوان ابزاری مفید برای مدیریت این مناطق مورد استفاده برنامه‌ریزان قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

- احمدی ثانی، ن.، ۱۳۸۴. بررسی قابلیت سنجنده ASTER جهت تهیه نقشه تراکم جنگلهای زاگرس. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۰ صفحه.

کلی مقداری افزایش یافت؛ اما با دخالت خطاهای حذف و اضافی در هر یک از طبقه‌بندی‌های دامنه‌های شمالی و جنوبی، چون طبقات سه‌گانه در داخل هر یک از دامنه‌ها دارای بازتاب طیفی نزدیک به هم هستند، بنابراین دارای خطاهای حذف و اضافی زیادتری می‌باشند؛ در نتیجه در این طبقه‌بندی میزان ضریب کاپا کم بوده و نشان‌دهنده دقت نامناسب نقشه تولیدی در مقایسه با واقعیت زمینی می‌باشد.

نتایج طبقه‌بندی طبقات کور جنوبی در طبقه‌بندی داده‌های SPOT و خرت جنوبی در طبقه‌بندی داده‌های IRS در تمام طبقه‌بندی‌های صورت گرفته دارای کمترین مقدار صحت کاربر بود، یعنی بیشتر پیکسل‌های این طبقه از طبقات دیگر به غلط وارد این طبقه شده‌اند. از آن جا که به‌علت شرایط آب و هوایی نامناسب‌تر از دامنه شمالی، سطح تحت پوشش این طبقات در دامنه جنوبی کمتر است، تراکم درختان در این دامنه کاهش یافته است. بنابراین گلازنی در این دامنه توسط بومیان در سطوح کمتری صورت می‌گیرد؛ به‌همین سبب، بازتاب طیفی سطح این محاط به محاط شان و کورپه نزدیک بوده و در نتیجه خطای اضافی در این طبقه زیاد و دقت کاربر آن کم می‌باشد، به‌عبارت دیگر پیکسل‌های طبقه‌بندی شده در این طبقه به غلط از طبقات دیگر وارد این طبقه شده‌اند.

همان‌طوری که ذکر شد تصویر IRS مربوط به زمان فصل رویش گیاهی و تصویر SPOT مربوط به فصل خزان پوشش کف جنگل بود. با وجود متفاوت بودن قدرت تفکیک مکانی این داده‌ها، بازتاب طیفی زراعت زیراشکوب جنگل و سایر پوشش علفی کف جنگل در داده‌های IRS به‌خوبی قابل تفکیک است، در حالی که در داده‌های SPOT به‌علت همزمان بودن آنها با خزان پوشش کف جنگل و برداشت محصولات زراعی، در نقاط کم تراکم به‌ویژه در دامنه‌های جنوبی، پوشش درختی با سایر نقاط جنگل بسیار مشابه هم بوده و غیر قابل تفکیک می‌باشند که این امر سبب کاهش دقت طبقه‌بندی رقومی

- امینی، م.ر.، ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و انسانی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۵۷ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۸۳. گزارش طرح جنگل‌داری چندمنظوره با تاکید بر ساماندهی و مدیریت گلازنی در حوزه آرمرده. اداره کل منابع طبیعی استان کردستان و معاونت پژوهشی دانشگاه کردستان، ۳۲۸ صفحه.
- پورشکوری، ف.، ۱۳۸۴. تفکیک مرز شمالی جنگلهای خزری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مطالعه موردی جنگلهای چابکسر). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۳ صفحه.
- حسینی، ز.، ۱۳۸۱. بررسی قابلیت داده‌های ETM⁺ ماهواره Landsat 7 جهت تهیه نقشه کاربری اراضی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۲۵ صفحه.
- خوانین‌زاده، ع.، ۱۳۷۸. بررسی امکان تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست TM در منطقه نیر- یزد. پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۸ صفحه.
- درویش‌صفت، ع.ا.، ۱۳۷۶. مقایسه قابلیت داده‌های ماهواره‌ای لندست و اسپات جهت تهیه نقشه جنگل و تیپ‌بندی آن. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰ (۱): ۶۸-۶۱.
- ساروئی، س.، ۱۳۷۸. بررسی امکان طبقه‌بندی جنگل به لحاظ تراکم در جنگلهای زاگرس به کمک داده‌های ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۲۲ صفحه.
- شستایی جویباری، ش.، ۱۳۸۲. بررسی امکان تهیه نقشه تیپ‌های جنگل با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای. رساله دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۵۵ صفحه.
- عبداللهی، ج.، ۱۳۷۷. بررسی چگونگی پراکنش گونه‌های گیاهی تحت تاثیر فاکتورهای محیطی با استفاده از دورسنجی و GIS در منطقه شیرکوه یزد. مجموعه مقالات
- پنجمین همایش سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی. ۲۸۷ صفحه.
- علوی‌پناه، س.ک.، ۱۳۸۵. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین (علوم خاک). انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۴۷۸ صفحه.
- فتاحی، م.، ۱۳۷۳. گلازنی (سرشاخه‌زنی درختان بلوط). پژوهش و سازندگی، ۲۳: ۱۱-۴.
- ماجانی، ع.، ۱۳۷۹. بررسی قابلیت سنجنده Pan ماهواره IRS-IC جهت تولید نقشه گستره جنگل در جنگلهای شمال غرب استان گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۹۰ صفحه.
- مصطفی، م.، ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل جنگل‌داری سنتی در منطقه آرمرده شهرستان بانه. جلسه بحث دانشجویی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، ۳۰ صفحه.
- ناصری، ف.، ۱۳۸۲. طبقه‌بندی تیپ‌های جنگلی و برآورد مشخصه‌های کمی آنها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در جنگلهای مناطق خشک و نیمه‌خشک. رساله دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۲۰۲ صفحه.
- Baret, F. and Jocquemoud, S., 1993. About the soil line concept in Remote sensing. *Advanced space Research*, 13 (5): 284-287.
- Joao, M.B., Jose, M.C. and Joao, S., 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen oak woodlands using remote sensing. *Forest Ecology and Management*, 223: 45-53.
- Joffer, R., 1993. Estimation tree density in Oak Savana - Like Dehesa of Southern Spain from SPOT data. *Remote Sensing*, 14 (4): 685-697.
- Leblon, B., 1997. Soil and Vegetation Optical Properties. Faculty of Forestry and Environmental Management University of New Brunswick, Fredericton (NB), Canada, 284: 94-113
- Sundison, M.B. and Henley, J.B., 1999. Spectral characteristics of selected soil and vegetation in northern Nevada and their discrimination using band ratio techniques. *Remote Sensing of Environment*, 23: 155-175.
- Xu, B., Gong P. and Pu, R., 2003. Crown Closure Estimation Oak Savannah in a dry season with landsat TM Imagery: Comparison of various indices through correlation analysis. *Remote Sensing*, 24 (9): 1811-1822.

Evaluation of the capability of IRS- LISS III and SPOT- HRG data for identification and separation of pollarding forest areas in Northern Zagros (Case Study: Kurdistan, pollarded forests of Baneh)

A. Moradi^{1*}, J. Oladi², A. Fallah³ and P. Fatehi⁴

1* - Corresponding author, M.Sc. in forestry. E-mail: aiuobmoradi60@gmail.com

2- Associate Prof., Faculty of natural resources, University of Mazandaran.

3- Assistant Prof., Faculty of natural resources, University of Mazandaran.

4- Senior research expert, Agricultural and natural resources research center of Kurdistan province.

Abstract

To evaluate the capability of SPOT5 HRG and IRS-P6 LISS-III in separating the pollarding areas of northern Zagros forests and preparing the map of this area, some parts of pollarded forests located at Baneh city were selected. The pollarding areas (Shan, Kurpe, Khert and Koor) were determined as ground truth in a 3 year alternation period using a global positioning system (GPS). Assessing the radiometric quality, no radiometric error was observed in these data. SPOT5 data which had been already geometrically corrected was used as basis for geometric correction of IRS-P6 color image and IRS-1C panchromatic image. Nonparametric method was used to do geometric correction with Root Mean Square Error (RMSE) of 0.54 and 0.75 pixels for these tow images, respectively. Principal component analysis (PCA) and various spectral rationing methods were used to prepare artificial bands used in data analysis. Likewise, for more image enhancement, HRG and LISS-III multi-spectral bands were fused with IRS-1C pan image. The data was classified using a maximum likelihood (ML) algorithm. This classification was applied using 4 and 6 classes for the studying area and a classification with 3 classes was used for each northern and southern aspects. The separability of classes was studied using Bhattacharrya Distance Criteria. Result showed that separability of different classes of northern aspect was better than southern aspect. Likewise, northern Khert and agriculture classes were completely separated from other classes. The vegetation indices showed lower results compare to the original bands. Fused bands of SPOT 5 images showed the highest overall accuracy is equal to 65.3% and the highest Kappa coefficient is equal to 0.63. The highest overall accuracy (70%) and Kappa coefficient (0.60) was obtained using the first component analysis resulted from PCA in combination to bands 1 and 4 IRS-P6 data. According to the results of classifying of these two images, the data obtained before pollarding and during of vegetation growth season, showed better results. Regardless of spectral interference between soil and trees crown cover, the results showed the high capability of above mentioned images to separate the pollarding areas and to prepare the map of the area.

Key words: satellite data, data fusion, vegetation indices, PCA, pollarding, Northern Zagros.