فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ١٦ شمارهٔ ١ ، صفحهٔ ٢٢-١١ ، (١٣٨٧)

بررسي بهبود صحت طبقه‌بندي تيپهاي جنگل با استفاده از ادغام داده‌هاي ماهواره‌اي (مطالعه موردي: طرح جنگل‌داري آذررود، سوادكوه- مازندران)

فرحناز رشیدی[1]*، جعفر اولادی[2] و ساسان بابایی کفاکی[3]

١*- نويسنده مسئول، دانشجوي دكتري جنگل‌داري، دانشگاه آزاد اسلامی, واحد علوم و تحقيقات تهران، پست الكترونيك: rashidi.fr@gmail.com
٢- استادیار، دانشگاه مازندران.
٣- استادیار دانشگاه آزاد اسلامي، واحد علوم تحقيقات تهران.
تاریخ دریافت: ٨٥/٥/١٠ تاریخ پذیرش: ٨٥/١١/١٥

چکیده

برای بررسی بهبود صحت طبقه‌بندی تیپهای جنگلی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای از داده‌های چند طیفی و باند PAN سنجنده ETM^+ طرح جنگل‌داری آذررود واقع در شهرستان سوادکوه استفاده شد. باندها از نظر خطای رادیومتری و هندسی مورد بررسی و بازبینی قرار گرفتند. باند ١ به‌دلیل وجود خطای رادیومتری حذف گردید. با تصحیحات هندسی ضمن رفع اثر خطای جابه‌جایی ناشی از پستی و بلندی با استفاده از ٢١ نقطه کنترل و مدل رقومی زمین با دقت کمتر از نیم پیکسل صورت گرفت. برای انجام عملیات ادغام (فیوژن) از روش متداول PC استفاده شد. عمل طبقه‌بندی تیپهای جنگلی به‌روش نظارت شده و با الگوریتمهای حداکثر احتمال، متوازی السطوح و حداقل فاصله از میانگین انجام شد. بیشترترین میزان صحت کلی برای طبقه‌بندی ٦ طبقه قابل تفکیک، مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال با صحت کلی ٣٤/١٢٪ و ضریب کاپای ٢٣/١٥٪ به‌دست آمد که نتایج به‌دست آمده از این روش در مقایسه با نتایج طبقه‌بندی بدون اعمال روش ادغام و با به‌کارگیری همان تعداد طبقه، بیانگر کاهش صحت می‌باشد که علت آن را می‌توان در نوع روش انتخابی (PC) در عملیات ادغام و نامتجانس بودن منطقه مورد بررسی جستجو کرد. بنابراین تکرار این عملیات در مناطق دیگر و استفاده از سایر روشهای ادغام پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: عملیات ادغام، باند پانکروماتیک، داده‌های چند طیفی، روش PC، صحت کلی، ضریب کاپا.

مقدمه

عملیات ادغام (Fusion) به معنی ترکیب باند پانکروماتیک (Panchromatic) با توان تفکیک مکانی زیاد و باندهای چند طیفی، با توان تفکیک طیفی زیاد می‌باشد. این روش در مواردی که همزمان به تفکیک مکانی و تفکیک طیفی زیاد نیاز باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. زیرا امروزه ماهواره‌ها به‌دلیل محدودیتهایی توان تولید این نوع ترکیب از داده‌ها را نداشته و یکی از راههای رسیدن به چنین داده‌هایی انجام عملیات ادغام می‌باشد. در این راستا معمولاً کاربر انتظار رسیدن به نتایج و صحت بیشتری را از داده‌های جدید دارد.

طبقه‌بندی تیپ‌های جنگلی و تهیه نقشه تیپ به‌عنوان اطلاعات پایه در تهیه طرحهای جنگل‌داری مطرح می‌باشد. روشهای متفاوتی برای تهیه نقشه تیپ‌های جنگل از انجام عملیات میدانی تا تفسیر عکسهای هوایی که مستلزم صرف وقت و هزینه زیادی می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد. استفاده از روشهای آسانتر جزء اهداف مطالعات بسیاری از جمله این مطالعه بوده‌است. بنابراین به‌منظور افزایش صحت طبقه‌بندی، همواره روشها و

Archive of SID
www.SID.ir

اطلاعات جانبی متفاوت مورد استفاده و آزمون قرار می‌گیرند.

محققان متعددی از انواع داده‌های مختلف و تکنیکهای مختلف ادغام کردن به‌صورت موفقیت‌آمیزی برای اهداف متفاوتی مانند واضح‌سازی (Sharpening) بهبود و بارزسازی (enhancement) تصویر و افزایش نتایج طبقه‌بندی استفاده کرده‌اند. Santosh & YusifAli (2002) برای مقایسه دو روش طبقه‌بندی در جنگلهای بارانی اندونزی از عملیات ادغام استفاده کرده که باعث بهبود نتایج گشته‌است. محققان علت آن را تفکیک مکانی زیاد باند پانکروماتیک عنوان کرده‌اند.

Hussin & Shaker (1996) با ادغام تصاویر راداری و TM، نتایج بهتری را در امر تفسیر بصری و طبقه‌بندی بهدست آورده‌اند. Munechika *et al.* (1993) گزارشی مبنی بر افزایش صحت طبقه‌بندی بعد از ادغام داده‌های چند طیفی TM و تصویر پانکروماتیک اسپات داشته‌اند. Hung *et al.* (2002) با ادغام باند pan و داده‌های چندطیفی ETM^{+} نتایج بهتری را در مورد طبقه‌بندی در مطالعات زمین‌شناسی به‌دست آورده‌اند.

از طرف دیگر، تعداد کمی از محققان، گزارشهایی مبنی بر پایین آمدن دقت با استفاده از تصویر ادغام شده در طبقه‌بندی داشته‌اند.

Shaban & Dikshit (2002) گزارشی مبنی بر پایین آمدن صحت طبقه‌بندی در داده‌های ادغام شده بین XS و PAN اسپات، در یک محیط شهری ارائه نموده‌اند که نتایج بدست آمده از مطالعات Van der Meer (1997) نیز حکایت از کاهش صحت با به‌کارگیری عملیات ادغام دارد. با توجه به مطالعات انجام گرفته و تأثیر مثبت عملیات ادغام در بیشتر نتایج مطالعات، فرض تحقیق، رسیدن به بهبود نتایج طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای بعد از انجام عملیات ادغام در نظر گرفته شد.

منطقه مورد مطالعه

سری گزو واقع در طرح جنگل‌داری آذررود در شهرستان سوادکوه در استان مازندران (شکل ۱) با موقعیت عرض جغرافیایی "۳۹ ´۱۰ °۳۶ تا "۵٤ ´٦ °۳٦ شمالی و طول "۲۰ ´۵۰ °۵۲ تا "۵۰ ´۵۲ °۵۲ شرقی در زون ۳۹ شبکه مختصاتی UTM به مساحت ۱۷۳۷ هکتار قرار دارد. از خصوصیات منطقه می‌توان به کوهستانی بودن و پستی و بلندی زیاد آن با حداقل ارتفاع ٤۵۰ متر و حداکثر ۲۱۱۷ متر با شیب متوسط ٦۰-۵۰ درصد یاد کرد. جنگلهای منطقه با پهن‌برگانی نظیر راش، افرا، نمدار، ممرز، توسکا، ملج، بارانک، گیلاس وحشی و گونه سوزنی‌برگ سرخدار به‌همراه گیاهان معرف، جزء جنگلهای ناهمسال آمیخته می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

مواد و روشها

داده‌هاي مورد استفاده

داده‌های به‌کار گرفته شده شامل داده‌های سنجنده ETM^+ ماهواره لندست گرفته شده به تاریخ ۱۸ آگوست سال ۲۰۰۰، در ٦ باند با قدرت تفکیک ۳۰ متر و یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک ۱۵ متر و همچنین نقشه‌های توپوگرافی رقومی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ با اسامی گالش‌کلا (NW) II ٦٥٦٢، زیرآب (NE) II ٦٥٦٢، لاکوم (SW)II ٦٥٦٢ بود. پردازش داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Geomatica 8/1 و Idrisi 2 انجام گرفت و از نرم‌افزارهای میکرواستیشن، Arcview (3/a)، Arc/info (3.5.1) برای انجام عملیات جانبی استفاده گردید.

عملیات میداني

– **تهیه نقشه واقعیت زمینی:** این نقشه به‌منظور برآورد صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر از طریق کار میدانی و به‌صورت پیمایش صحرایی با توجه به عوارض طبیعی سری مورد مطالعه به‌دست آمد. با توجه به مساحت (۱۷۳۷ هکتار) و پستی و بلندی زیاد منطقه، عملاً امکان تهیه نقشه کامل تیپ امکان‌پذیر نبود. از طرف دیگر بر پایه مطالعه فلاح شمسی و درویش صفت (۱۳۷٦) با استفاده از یک نقشه واقعیت زمینی با شدت آماربرداری ۲٪ از مساحت منطقه، می‌توان صحت نقشه‌های موضوعی را با صحت ۹٦-۹٤٪ برآورد نمود. بنابراین نقشه تیپ با استفاده از روش فوق تهیه گردید. با در نظر گرفتن راههای دسترسی به منطقه، نقشه واقعیت زمینی در سطح بیشتری تهیه شد که در نهایت ۲٤ درصد از سطح منطقه برای تهیه نقشه تیپ مورد عملیات زمینی قرار گرفت. تهیه این نقشه با توجه به اطلاعات موجود در طرح جنگل‌داری و تعیین تیپهای منطقه به‌روش فراوانی کل (رشیدی، ۱۳۸۳) به‌دست آمد که با حرکت بر روی مرزهای هر پارسل و مشخص نمودن شروع و اتمام یک تیپ با استفاده از عوارض طبیعی، GPS و ارتفاع‌سنج، سپس با ورود به عرصه پارسل حدود تیپهای مورد نظر به‌روش یاد شده تعیین و بر روی نقشه توپوگرافی موجود در طرح جنگل‌داری با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، منطبق و مشخص گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جنگل منطقه براساس روش کیفی درصد فراوانی گونه‌ها در ۵ طبقه به‌ترتیب اسامی راشستان خالص، راش آمیخته، ممرز آمیخته، کلهوستان، پهن برگ آمیخته (طبقات ۱، ۲، ۳، ۵ و ٦) و یک طبقه هم تحت عنوان جاده و فضاهای خالی (طبقه ٤) طبقه‌بندی شد. زمان تهیه نقشه منطبق با تاریخ داده‌های ماهواره‌ای در اواخر مرداد و اوایل شهریورماه انجام گرفت.

- **جمع‌آوری نمونه‌های تعلیمی**: مکان نمونه‌های تعلیمی، همزمان با تهیه نقشه واقعیت زمینی به‌طریق عملیات صحرایی به‌روش تصادفی در تیپهای مشخص شده برداشت شدند و محل آنها بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ موجود در طرح جنگل‌داری با استفاده عوارض طبیعی (یالها و دره‌ها)، متر و آلتی‌متر با در نظر گرفتن حداقل سطح ۱ هکتار برای هر تیپ مشخص گردید. سپس نمونه‌های تعلیمی پیاده شده بر روی نقشه طرح در عرصه با دقت بسیار بر روی تصویر انتخاب شدند. لازم به یادآوری است، برای به‌دست آوردن مؤلفه‌های آماری مربوط به هر طبقه، حداقل به‌حدود ۱۰۰ پیکسل در هر طبقه نیاز است (Robert, 1987) که در این مطالعه حداقل ۱۰۰ و حداکثر ۷۰۰ پیکسل در هر طبقه انتخاب گردید.

عملیات ستادی و آزمایشگاهی

خطاها و تصحیحات: به‌منظور بررسی خطای احتمالی، داده‌ها به‌صورت تک باند و ترکیب رنگی پس از بهبود کنتراست و با بزرگنمایی‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. باند ۱ به‌دلیل وجود خطای رادیومتری حذف گردید و خطاهای قابل مشاهده راه راه شدگی تصاویر و پیکسلهای تکراری در تصویر دیده نشد و تصحیحات هندسی با استفاده از ۲۱ نقطه کنترل زمینی با استفاده از DEM (Digital elevation model) منطقه تا سطح RMS= 0.3 پیکسل و با استفاده از معادله درجه اول و روش درون‌یابی نزدیکترین همسایه انجام گردید. بررسی تصویر تصحیح شده با نقشه رقومی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی گاوسراها، رودخانه‌ها و جاده‌ها نمایانگر صحت تصحیح هندسی تصویر بود.

انتخاب کانالهاي ورودي براي طبقه‌بندي

مطالعات بیانگر آن هستند که نسبت‌گیریهای طیفی می‌توانند قابلیت بیشتری در تفکیک پدیده‌های موردنظر نسبت به باندهای انعکاسی خود سنجنده داشته باشند. بدین منظور لزوم انتخاب شاخص مرتبط و مؤثر برای هر پوششی آشکارتر می‌گردد. شاخص گیاهی مناسب به پوشش گیاهی حساس به خاک لخت غیرحساس و به عوامل جوی کمتر حساس می‌باشد (ارزانی و همکاران، ۱۳۷٦).

از شاخصهای گیاهی مناسب به‌دست آمده می‌توان به‌نسبت ٤/۵، شاخص NDVI، و از باندهای مناسب در ایجاد شاخصهای گیاهی به باند ۲ (برای ارزیابی سبزی و شادابی و اندازه‌گیری اوج انعکاس سبز گیاهان). باند ۳ (حساس در ناحیه جذب کلروفیل)، باند ۵ (نشانگر میزان رطوبت پوشش گیاهی و قابلیت تفکیک زیاد در بین تیپهای گیاهی) می‌توان اشاره داشت. باند ۳ و ۵ نشانگر وجود پوشش گیاهی در منطقه می‌باشند (سپهری و متقی، ۱۳۸۱).

با توجه به مطالب بیان شده و با مطالعه منابع گوناگون، شاخصهای گیاهی طبق جدول ۱ انتخاب شدند و از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA_1 و PCA_2) استفاده گردید. از آنجایی‌که دو باند اول PCA دارای حداکثر اطلاعات می‌باشد، دیگر ضروت چندانی به استفاده از دیگر باندهای PCA در تجزیه و تحلیلها نبود (درویش صفت، ۱۳۷۷) و این باندها تحت عنوان باندهای مصنوعی (۹ باند) و ٦ باند سنجنده به‌عنوان باند اصلی در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- باندهای مصنوعی حاصل از نسبت‌گیری

عنوان	رابطه	نسبت
Simple Division (SDR)	$\frac{NIR}{R}$	۴/۳
Simple Division (SDg)	$\frac{NIR}{G}$	۴/۲
Complex Division (CD)	$\frac{NIR}{R+G}$	۴/۲+۳
Normalized Differenced vegetation Index (NDVI)	$\frac{(NIR-R)}{(NIR+R)}$	۴-۳/۴+۳
Infrared Index (IR index)	$\frac{(NIR-MIR)}{(NIR+MIR)}$	۴-۵/۴+۵
Moisture stress Index (MSI)	$\frac{MIR}{NIR}$	۵/۴
Mid- IR Index	$\frac{NIR}{MIR}$	۴/۷
Ratio 2	$\frac{(NIR-MIR)}{(NIR+MIR)}$	۴-۷/۷+۴
Ratio 3	$\frac{NIR}{R+MIR}$	۴/۳+۵

سپس از بین ۱۷ کانال ورودی (باندهای مصنوعی و اصلی) بهترین ترکیب باندی به‌وسیله برنامه channel selection در نرم‌افزار Geomatica براساس معیارهای آماری انتخاب گردید که شامل ۸ باند ۳، ٤، (٤+۳)/(٤-۳)، (۳+۵)/٤، Pc_1، (٤+۷)/(٤-۷)،۵/٤ و Pc_2 می‌باشد که هر کدام از اعداد بیانگر باندهای اصلی سنجنده و کسرهای حاصل ترکیبات مختلف و نسبت‌گیریهای مؤثر در تفکیک پدیده‌ها از باندهای اصلی سنجنده می‌باشد. سپس باندهای پیشنهادی به‌وسیله نرم‌افزار براساس تفکیک بهتر نمونه‌های تعلیمی مورد بازبینی واقع شدند و باندهای نهایی مناسب در عملیات طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفتند.

طبقه‌بندي

عملیات طبقه‌بندی بر روی ۸ باند یاد شده با انتخاب نمونه‌های تعلیمی مشخص شده در عملیات زمینی انجام شد. سپس نمونه‌های تعلیمی مشخص شده از نظر همگنی و تفکیک‌پذیری مورد ارزیابی قرار گرفتند. با مشاهده هیستوگرام نمونه‌های تعلیمی و با استفاده از شاخص واگرایی، فاصله باتاچاریا، نمونه‌های ناهمگن و دارای هم‌پوشانی (با بررسی میانگین و انحراف معیار هیستوگرامها) اصلاح و بهترین نمونه‌ها با حداقل همپوشانی انتخاب گردیدند. جدولهای ۲ و ۳ بیانگر تفکیک‌پذیری مناسبترین نمونه‌های تعلیمی بعد از اصلاح و انتخاب برای ٦ طبقه قابل تفکیک می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس معیار شاخص واگرایی برای ٦ طبقه قابل تفکیک

طبقه‌ها	۱	۲	۳	٤	٥
۲	۰/۹۷٦۲۸۲				
۳	۱/۰۹۰۷۷۸	۱/۰۷۹۲۳٦			
٤	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰		
٥	۱/۹۲۳۱٥٥	۱/٤۹۱۸۸۰	۱/۷۱۱۱۷۰	۲/۰۰۰	
٦	۱/۹۹۹۷٤۸	۲/۰۰۰	۱/۹۹۹٤٥۲	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰

تفکیک‌پذیری متوسط: ۱/۷٥۱٤٤۷ حداقل تفکیک‌پذیری: ۰/۹۷٦۲۸۲

حداکثر تفکیک‌پذیری: ۲ حداقل تفکیک‌پذیری: بین طبقه ۱ و ۲

جدول ۳- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس معیار فاصله باتاچاریا برای ٦ طبقه قابل تفکیک

طبقه‌ها	۱	۲	۳	٤	٥
۲	۰/۷۱۲۸٦۷				
۳	۰/۹٥۰۳۸۹	۰/۹۰٥۸۲٦			
٤	۱/۹۹۷۸۹٦	۱/۹۹۸۳٦۸	۱/۹۹٤۹٦۸		
٥	۱/٥۲٥۹٦۷	۱/۲٤۸۷٦۰	۱/٤۱۸۷۰٥	۱/۹۹۷۳۰۸	
٦	۱/٦۷۱۹۹۳	۱/۸۰٤۹٦٤	۱/٦٦۲٦۳٤	۱/۹٦٥۲۳۳	۱/۹۱٦۱۰۳

تفکیک‌پذیری متوسط: ۱/٥۸٤۷۹۹ حداقل تفکیک‌پذیری: ۰/۷۱۲۸٦۷

حداکثر تفکیک‌پذیری: ۱/۹۹۸۳٦۸ حداقل تفکیک‌پذیری: بین طبقه ۱ و ۲

با استفاده از نشانه‌های طیفی حاصل از نمونه‌های تعلیمی عملیات طبقه‌بندی به‌روش نظارت شده و الگوریتمهای حداکثر احتمال، متوازی السطوح و حداقل فاصله از میانگین برای ٦ طبقه قابل تفکیک و توان تفکیک ۳۰ متر داده‌های ماهواره‌ای انجام گرفت. سپس به‌منظور بررسی تأثیر عملیات ادغام بر روی طبقه‌بندی، ابتدا ٦ باند انعکاسی با تفکیک مکانی ۳۰ متر تصویر با باند پانکروماتیک با تفکیک مکانی ۱۵ متر سنجنده ETM^{+}، با استفاده از روش متداول Pc و نرم‌افزار geomatica ادغام گردید. بدین مفهوم که باند پانکروماتیک جانشین مؤلفه اصلی تصویر چند طیفی گردید و بعد از آن باندهای جدید، با استفاده از باندهای تصویر چند طیفی و مؤلفه اصلی جانشین شده بوجود می‌آید (Dehghani, 2002). بدین مفهوم که Pc_1 که حاوی بیشترین اطلاعات از تصویر (تمام باندهای ۳۰ متری) می‌باشد، در هنگام انجام عملیات به‌وسیله نرم‌افزار به‌صورت اتوماتیک ساخته و سپس با باند ۱۵ متری جانشین می‌شود و نتیجه آن باندی با بیشترین اطلاعات طیفی منتها با اندازه پیکسل ۱۵ متری خواهد بود. سپس برای ساختن ٦ باند طیفی با تفکیک مکانی ۱۵ متری از Pc_1 جانشین شده استفاده می‌کند که نتیجه ٦ باند طیفی با تفکیک مکانی ۱۵ متر خواهد بود. بعد از به‌دست آوردن تصویر ادغام شده تفکیک‌پذیری نمونه‌های تعلیمی مانند روش یاد شده بر روی تصویر با توان تفکیک ۱۵ متر کنترل شدند (جدولهای ٤ و٥).

جدول ٤- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس شاخص واگرایی برای ٥ تیپ

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌ها	۱	۲	۳	٤
۲	۲/۰۰۰			
۳	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰		
٤	۱/۹۹۹	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	
٥	۱/۱٤۳۳	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰	۲/۰۰۰

تفکیک پذیری متوسط: ۱/۹۱٤۳٤٦ حداقل تفکیک‌پذیری: ۱/۱٤۳٤٦٤

حداکثر تفکیک‌پذیری: ۲/۰۰۰ حداقل تفکیک‌پذیری: بین طبقه ۱ و ٥

جدول ٥- تفکیک‌پذیری طبقه‌ها براساس فاصله باتاچاریا برای ٥ تیپ

طبقه‌ها	۱	۲	۳	٤
۲	۱/۸٥٥۹۰٦			
۳	۱/۹۲۲۱٦۸	۱/۹۹٦۰۹۰		
٤	۱/۸۰۱۱۲٥	۱/۸٦۲۰۳۸	۱/۹۹۱۳۱۰	
٥	۰/۸۹۸۳۰۸	۱/۸۳۲۳٤۹	۱/۹۳٦۷۷٦	۱/۸۲۹۲۲۸

تفکیک‌پذیری متوسط: ۱/۷۹۲٥۳۰ حداقل تفکیک‌پذیری: ۰/۸۹۸۳۰۸

حداکثر تفکیک‌پذیری: ۱/۹۹٦۰۹ حداقل تفکیک‌پذیری: بین طبقه ۱ و ٥

به‌منظور طبقه‌بندی مجدد بر روی تصویر با توان تفکیک ۱٥ متر از ۱۷ کانال ورودی یاد شده استفاده گردید و بهترین ترکیب باندی (٥+۳)/٤، (٤+۳)/(٤-۳)، ۷، ٤/۷، (٤+٥)/(٤-٥)، ٤، ٥، (٤+۷)/(٤-۷) به‌روش گفته شده انتخاب گردید. سپس تمام مراحل یاد شده، دوباره بر روی تصویر ادغام شده به‌منظور طبقه‌بندی تکرار شد.

ارزیابی صحت

به‌منظور ارزیابی صحت، از روش Accuracy assessment دو نقشه طبقه‌بندی شده (با دو توان تفکیک ۳۰ و ۱٥ متر) با نقشه واقعیت زمینی تهیه شده که شامل ۲٤ درصد سطح منطقه مورد مطالعه بود. به‌صورت پیکسل به پیکسل مقایسه گردید که نتایج به‌صورت جدولهای خطا (٦ و۷) در قسمت نتایج اعلام گردید.

نتایج

بهترین نتیجه طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌بندی تصویر با داده‌های با توان تفکیک ۳۰ متر مربوط به‌روش حداکثر احتمال و به‌صورت صحت کلی ۳۸/۲۹٪ و ضریب کاپای ۲۷/۷٪ (جدول ٦) به‌دست آمد.

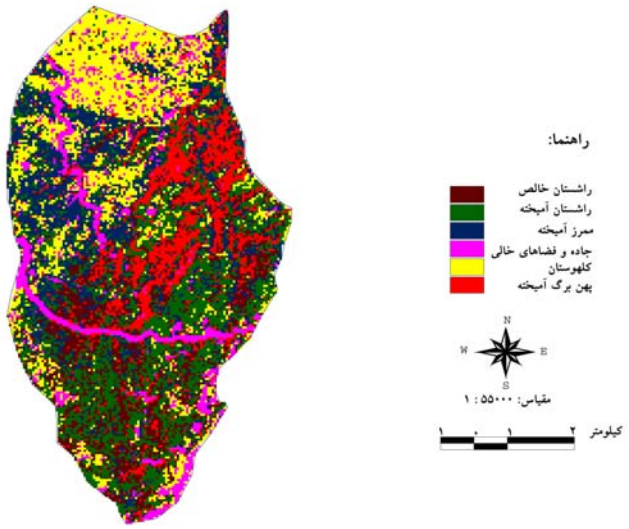
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- جدول خطا مربوط به ٦ طبقه قابل تفکیک (از تصویر با توان تفکیک مکانی ۳۰ متر)

تیپ گیاهی	راش خالص	راش آمیخته	ممرز آمیخته	جاده و فضاهای خالی	کلهوستان	پهن‌برگ آمیخته	صحت کاربر
راش خالص	٥٤٢	١٥	١٥	٢	١٥	١٣٥	٧٤/٨٦
راش آمیخته	٦٣٢	١٠٣	٥٠	٩	٨٩	٣٨١	٨/١٤
ممرز آمیخته	٢٤٦	٣٥	١٣٣	١٤	٧٧	٣٢٩	١٥/٩٤
جاده و فضاهای خالی	٨٠	٣	٢٠	٣٧٦	٨٣	٤٢	٦٢/٢٥
کلهوستان	١٨٦	١٨	٢٧	٧	٣٩٨	١١١	٥٣/٢٧
پهن‌برگ آمیخته	١٦٧	٢٢	١١	١٤	٤١	٢٣٣	٤٧/٧٤
صحت تولیدکننده	٢٩/٢٤	٥٢/٥٥	٥١/٩٥	٨٩/٠٩	٥٦/٦١	١٨/٩٢	

صحت کلی: ۳۸/۲۹، ضریب کاپا: ۰/۲۷۷۰



شکل ۲- نقشه تیپ با ٦ طبقه قابل تفکیک (از تصویر با توان تفکیک مکانی ۳۰ متر)

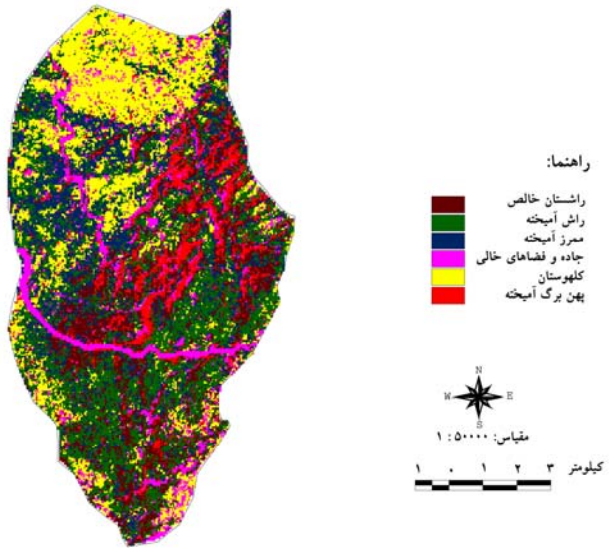
نتیجه طبقه‌بندی مربوط به طبقه‌بندی کننده حداکثر احتمال برای تصویر با توان تفکیک ۱۵ متر برای ٦ طبقه قابل تفکیک به‌صورت صحت کلی ۳٤/۱۲٪ و ضریب کاپای ۲۳/۱۵٪ (جدول ۷)، با بهترین ترکیب ۸ باندی (به‌صورت توضیح داده شده در قسمت طبقه‌بندی) از ۱۷ کانال ورودی به‌دست آمد.

www.SID.ir

جدول ۷- جدول خطا مربوط به ٦ طبقه قابل تفکیک (از تصویر با توان تفکیک مکانی ۱۵ متر)

تیپ گیاهی	راش خالص	راش آمیخته	ممرز آمیخته	جاده و فضاهای خالی	کلهوستان	پهن‌برگ آمیخته	صحت کاربر
راش خالص	۱۹۲٤	۷۹	٦٤	٥٤	۱۰٤	٦٥۲	٦٦/۸۷
راش آمیخته	۲٥۲٥	٤۰۹	۲۹۲	۹٥	٤٥۰	۱٦۸٦	۷/٤۹
ممرز آمیخته	۱۰۷۹	۹٤	٤۳۲	۱۳۰	۲٤٥	۱۱٦۷	۱۳/۷۲
جاده و فضاهای خالی	٥۰٤	۳۹	۸۳	۱۲۰۰	۲۳۷	۲۸٤	٥۱/۱۲
کلهوستان	۷٦٥	٦٦	۱۱۰	۷٦	۱٦۸۹	٤۳٤	٥۳/۷۸
پهن‌برگ آمیخته	٥٤۷	۹۷	۳۳	۱۳۱	۸۷	٦۷۱	٤۲/۸٤
صحت تولیدکننده	۲٦/۱۹	٥۲/۱٦	٤۲/٦۰	۷۱/۱۷	٦۰/۰٦	۱۳/۷۱	

صحت کلی: ۳٤/۱۲، ضریب کاپا: ۰/۲۳۱٥



شکل ۳- نقشه تیپ با ٦ طبقه قابل تفکیک (از تصویر با توان تفکیک مکانی ۱۵ متر)

بحث

نتایج به‌دست آمده از اعمال روش ادغام (صحت کلی ۳٤/۱۲٪ و ضریب کاپای ۲۳/۱٥٪) در مقایسه با نتایج طبقه‌بندی بدون اعمال روش ادغام (صحت کلی ۳۸/۲۹٪ و ضریب کاپای ۲۷/۷٪) و با به‌کارگیری تعداد ٦ طبقه قابل تفکیک، بیانگر کاهش صحت طبقه‌بندی با به‌کارگیری روش ادغام می‌باشد که نتیجه به‌دست آمده با نتایج بررسیهایی مانند Hussin & Shaker (1996)، Munechika *et al.* (1993)، Pohl & Genderen (1998) و Santosh & YusifAli (2002) که اعمال روش ادغام را

www.SID.ir

عاملی در جهت بهبود نتایج حاصل از طبقه‌بندی عنوان کرده‌اند، مغایرت داشت و به‌کارگیری ادغام بر روی طبقه‌بندی انجام شده سبب کاهش صحت در طبقه‌بندی گردیده‌است. اما نتایج مطالعاتی مانند Shaban & Dikshit (2002) و Van der Meer (1997) نتیجه به‌دست آمده را تأیید می‌کند.

با توجه به جدول ۱ لازم به توضیح است که بیشترین صحت کاربر (٦٦/٨٧٪) مربوط به طبقه راشستان خالص و کمترین صحت کاربر (٧/٤٩٪) مربوط به طبقه راشستان مخلوط می‌باشد که بیانگر آن است که طبقه‌بندی‌کننده با استفاده از نمونه‌های تعلیمی توانسته‌است بهترین تفکیک را در طبقه راشستان خالص داشته باشد که نشان‌دهنده آن است که تیپ خالص نسبت به تیپهای آمیخته بهتر جدا می‌گردند و تیپ خالص کلهوستان هم به‌دلیل تراکم کم آن نسبت به راش خالص و تداخلی که انعکاس خاک با انعکاس حاصل از تیپ کلهوستان می‌تواند در طبقه‌بندی ایجاد کند به‌خوبی راش خالص طبقه‌بندی نشده‌است. بیشترین میزان صحت تولیدکننده (٧١/١٧٪) مربوط به طبقه جاده و فضاهای خالی و کمترین (١٣/٧١٪) مربوط به طبقه پهن‌برگ آمیخته می‌باشد که بیانگر میزان صحت طبقه‌بندی در روی نقشه واقعیت زمینی می‌باشد. صحت کلی (٣٤/١٢٪) نشان می‌دهد که ٣٤/١٢ درصد پیکسلها به‌کمک این طبقه‌بندی و با استفاده از باندهای مربوطه، درست طبقه‌بندی شده‌اند و عدد کاپای ٢٣/١٥ هم نشان‌دهنده میزان پیکسلهایی است که به غلط از یک طبقه به طبقه‌های دیگر و یا از طبقه‌های دیگر به غلط به یک طبقه تعلق یافته‌اند را بیان می‌کند. اعداد جدول ۲ هم بیانگر مطالب گفته شده می‌باشد و بیشترین و کمترین میزانهای صحت کاربر و تولیدکننده مانند طبقات یاد شده می‌باشد، ولی در موارد نسبت به جدول حاصل از طبقه‌بندی با اعمال روش ادغام افزایش دیده می‌شود.

از علل کاهش صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی با به‌کارگیری روش ادغام نسبت به طبقه‌بندی بدون استفاده از این روش را می‌توان به نوع و روش انتخابی در عملیات ادغام مربوط دانست. محققان دیگر نیز نتایج داده‌های ادغام شده را به عوامل مختلفی مانند نوع داده و تکنیکهای ادغام کردن مربوط می‌دانند (Zhang, 1999; Zhou *et al.*, 1998). نامتجانس بودن منطقه مورد بررسی مانند پستی و بلندی زیاد، وجود دره‌های عمیق و سایه‌های ناشی از آن و از طرف دیگر تنوع تیپ و پراکنش گسترده آن در منطقه از دلایل کاهش صحت طبقه‌بندی بعد از اعمال روش ادغام می‌باشد.

بنابراین به‌کارگیری روشهای ادغام مانند روش Wavelet (AWRGB - AWL - SUBRGB) بر پایه مطالعات Dehghani (2002) که بیشتر قادر به حفظ مشخصات طیفی تصاویر از سایر روشها است و استفاده از باندهای پانکروماتیک سنجنده‌های دیگر و و به‌کارگیری روش ادغام در مناطق دیگر با پوششهای یکنواخت و هماهنگ‌تر قابل توصیه می‌باشد. همچنین کاربرد روش ادغام بر روی داده‌های ماهواره‌ای با توان تفکیک طیفی بیشتر مانند Hyper spectral می‌تواند نتایج متفاوتی با نتیجه حاضر به‌همراه داشته باشد و با توجه به اینکه هیچ‌گونه مطالعه‌ای در زمینه اعمال روش ادغام در تیپ‌بندی در منابع طبیعی صورت نگرفته‌است، تکرار این مطالعه با شرایط و روشهای بهتر که در این مقاله به‌دست آمده پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- ارزانی، ح.، کینگ، گ. و فورستر، ب.، ١٣٧٦. کاربرد اطلاعات رقومی ماهواره لندست تی‌ام در تخمین تولید و پوشش گیاهی. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۰ (۱): ۲۱ – ۳.
- درویش صفت، ع.ا.، ١٣٧٧. جزوه درسی سنجش از دور، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- رشیدی، ف.، ١٣٨٣. بررسی قابلیت داده‌های رقومی سنجنده ETM^+ در تفکیک تیپهای جنگلی مطالعه موردی

Archive of SID

www.SID.ir

در سری گزو (منطقه لفور). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. ۱۳۲ صفحه.

- سپهری، ع. و متقی، م.ر.، ۱۳۸۱. کاربرد شاخص های گیاهی سنجنده تی‌ام در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما-گرگان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۵ (۲): ۲۷۱- ۲۵۹.

- فلاح شمسی، س.ر. و درویش صفت، ع.ا.، ۱۳۷۶. برآورد صحت نقشه‌های حاصل از داده‌های ماهواره‌ای به‌روش نمونه‌گیری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۸۶ صفحه.

- Dehghani, M., 2002. Wavelet-based image fusion using "A trous" algorithm, HTTP:// www. Gisdevelopment.net.

- Hung, L.Q., Dinh, N.Q., Batelaan, O., Tam, V.T. and Lagrou, D., 2002. Remote sensing and GIS-based analysis of cave development in the Suoimuoi catchment (Son La –NW Vietnam). Journal of Cave and Karst Studies, 64(1): 23-33.

- Hussin, Y.A., and Shaker, S.R., 1996. Optical and radar satellite image fusion techniques and their applications in monitoring natural resources and land use changes. International Journal of Electronics and Communication, 50(2): 169-176.

- Munechika, C.K., Warnick, J.S., Salvaggio, C. and Schott, J.R., 1993. Resolution enhancement of multispectral image data to improve classification accuracy. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 59(1): 67-72.

- Pohl, C. and Genderen, J.L., 1998. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. International Journal of Remote Sensing , 19(5): 823-854.

- Robert, A.S., 1987. Techniques for Image Processing and classification. Remote Sensing University of Arizona, Academic Press, New York, 387 p.

- Santosh, P.B. and Yousif, A.H., 2002. Comparison of sub-pixel and Maximum likelihood classification of landsat ETM+ images to detect illegal logging in the tropical rain forest of Berau, east Kalimantan, Indonesia. HTTP://www. gisdevelopment.net

- Shaban, M.A. and Dikshit, O., 2002. Evaluation of the merging of SPOT multispectral and panchromatic data for classification of an urban environment. International Journal of Remote Sensing, 23(2): 249-262.

- Van der Meer, F., 1997. What does multisensor image fusion add in term of information content forvisual interpretation. International Journal of Remote Sensing, 18(2): 445-452.

- Zhang, Y., 1999. A new merging method and its spectral and spatial effects. International Journal of Remote Sensing, 20(10): 2003-2014.

-Zhou, J., Civco, D.L. and Silander, J.A., 1998. A wavelet transform method to merge Landsat TM and SPOT panchromatic data. International Journal of Remote Sensing. 19(4): 743-757.

Archive of SID

www.SID.ir

Investigation on satellite data fusion operation effects on accuracy of forest type classification (Case study: Mazandaran province)

F. Rashidi[1*], J. Oladi[2] and S. Babaie Kafaki[3]

1*- Corresponding author, Ph.D. student. Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: rashidi.fr@gmail.com
2- Assis. Prof., Mazandaran University, Sari, Iran.
3- Assis. Prof., Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

The combination of panchromatic band with multispectral data is known as data fusion operation, which increases ground resolution of multispectral data. The results of the application of this method on the accuracy level of forest type classification were investigated. The multispectral data and PAN band from the ETM^+ sensors belong to forest district located in "Azarrood" forestry plans in "Savadkooh" were used for the sake of this survey. The bands were controlled according to Radiometric and geometric error separately. Band 1, was omitted because of the existence of radiometric error and its less importance in vegetation cover study. Geometric correction was performed by 22 round control points with DEM, up to orthorectification level, with up precision of least than half pixel. Fusion operation was performed by PC method. The supervised classification was performed with using basic and synthetic bands (ratio, principle Analysis), with maximum likelihood, minimum distance, parallelepiped algorithm. The highest overall accuracy was 34.12% and kappa coefficient 23.15% for separability six vegetation type. The result shows the reduction of data correctness in compare with the result of produced forest type map without fusion. That as the reasons, we can indicated are, selected method type for fusion operation, heterogeneous area. Therefore, the repetition of this operation in another area with using other fusion methods is proposed.

Key words: satellite data, ETM^+ sensors, fusion operation, forest type classification.

Archive of SID

www.SID.ir