طبقه‌بندي جنگل با استفاده از داده‌هاي ابرطيفي

علي‌اصغر درويش‌صفت*[۱]
[۱] دانشيار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران

(تاريخ دريافت: ۷۹/۱۰/۲۶، تاريخ تصويب: ۸۴/۵/۱۶)

چكيده

در اين تحقيق داده‌هاي سنجنده HyMap از منطقه كوچك جنگلي در قسمت مركزي كشور سوئيس و مربوط به تابستان ۱۹۹۸ بررسي شده است. اين داده داراي ۱۲۸ باند طيفي باريك در محدوده nm ۲٤۸۰-٤۵۰ و اندازه تفكيك زميني معادل ۷/۵ متر بوده و با استفاده از هواپيما از ارتفاع ۳۰۰۰ متري برداشت شده است. جنگل مورد مطالعه ناهمگن، ناهمسال و مخلوطي از گونه‌هاي مختلف سوزني‌برگ و پهن‌برگ است. ابتدا داده‌هاي HyMap بررسي كامل كيفي شدند. نسبت S/N بجز در ٦ باند بسيار زياد بود. تصحيحات هندسي به روش پارامتري و با استفاده از مدل رقومي‌ارتفاع و داده‌هاي ناوبري هواپيما، با دقتي زياد (RMSE < ٤ متر) انجام شد. اثرهاي اتمسفر بر بازتاب نيز با استفاده از مدل تصحيحات اتمسفري ATCOR-A انجام شد. به منظور طبقه‌بندي جنگل به لحاظ درجه اختلاط سوزني‌برگ و پهن‌برگ، جداسازي طيفي به صورت خطي با استفاده از چهار عضو نهايي سوزني‌برگ خالص، پهن‌برگ خالص، زمين/نهال و سايه انجام شد. محل اين عضوهاي نهايي به كمك عكس‌هاي هوايي ۱: ۹۰۰۰ و بازديد ميداني، بر روي تصوير HyMap تعيين و منحني‌هاي طيفي آنها از تصوير استخراج شد. مقايسه نتايج تجزيه و تحليل با عكس‌هاي هوايي مادون قرمز رنگي در مقياس ۱: ۹۰۰۰ نشان مي‌دهد كه داده‌هاي ابرطيفي و روش جداسازي طيفي خطي قابليت زيادي (۹۵ درصد) براي طبقه‌بندي جنگل دارند. به دليل اجراي مدل خطي جداسازي، به‌سادگي امكان تعيين حدود آستانه و طبقه‌بندي تصاوير سهم وجود ندارد، چرا كه اختلاط طيفي در واقع غير خطي است. ازاين‌رو بايد روش‌هاي مناسبي را براي اين كار جست‌وجو كرد.

واژه‌هاي كليدي: داده‌هاي ابرطيفي، جداسازي طيفي، پيكسل‌هاي مخلوط، عضو نهايي، سهم و HyMap.

* نويسنده مسئول: تلفن: ۰۲۶۱-۲۲۲۳۰۴۴ ، فاكس: ۰۲۶۱-۲۲۴۹۳۱۲ Email: adarvish@ut.ac.ir

مقدمه

اختراع سنجنده‌هاي چندطيفي در سنجش از دور، در سه دهه پيش موجب نتايج درخشاني شد و زمينه‌هاي لازم براي پيدايش و تكامل سنجنده‌هايي با باندهاي طيفي هر چه بيشتر را فراهم نمود. اين روند تكامل به‌ويژه در كشورهاي آمريكا، كانادا و استراليا مشهود بوده است و شاخه‌اي نوين در سنجش از دور اپتيكي به نام سنجش از دور ابرطيفي يا طيف‌نگاري تصويري ايجاد كرد (۲۰). يكي از سنجنده‌هاي پيشرفته از اين دسته، AVIRIS[1] با ۲۲٤ باند طيفي در محدوده nm ۲٤۸۰-٤٥۰ است. در مقايسه با سنجنده‌هاي چندطيفي مانند +ETM كه بازتاب طيفي حاصله از هر عنصر تفكيك زميني را فقط به ۸ دسته تقسيم و سنجش مي‌كند، در اين سنجنده بازتابش به ۲۲٤ محدوده طيفي باريك تقسيم مي‌شود و مورد سنجش قرار مي‌گيرد و در نهايت ۲۲٤ تصوير همزمان ايجاد مي‌شوند. به‌اين ترتيب به ازاي هر پيكسل مي‌توان يك طيف بازتابشي پيوسته، مانند منحني مشخصه‌هاي طيفي[2] كه تا قبل از اين فقط در شرايط آزمايشگاهي و توسط طيف‌نگارها توليد مي‌شدند، تهيه كرد. از اين روست كه اين بخش از سنجش از دور را طيف‌نگاري تصويري نيز مي‌نامند. شكل (۱) ارائه‌دهنده مفهوم طيف‌نگاري تصويري است.

توان تفكيك راديومتري اين سنجنده‌ها به‌طور معمول بيش از ۸ بيت و در بعضي موارد تا به ۱٥ بيت نيز مي‌رسد. اندازه تفكيك زميني نيز متناسب با ارتفاع پرواز ۲۰-۱ متر است. به دليل توان‌هاي تفكيك مكاني، طيفي و راديومتري بسيار زياد سنجنده‌هاي ابرطيفي، داده‌هاي حاصل از آنها حجم بسيار زيادي دارند و مكعب داده[3] ناميده مي‌شوند. حجم و ساختار اين داده‌ها موجب مي‌شود كه بيشتر نرم‌افزارهاي متداول سنجش از دور قادر به مديريت، نمايش، پردازش و تجزيه و تحليل آنها نباشند.

۱- Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer

۲-Spectral Signature

۳-Data Cube

ويژگي داده‌هاي ابرطيفي موجب ابداع و توسعه روش‌هاي ويژه تجزيه و تحليل مانند جداسازي طيفي[٤] و نقشه‌كش زاويه طيفي[5] شده‌اند كه بر پايه منحني پيوسته انعكاس طيفي و بهره‌گيري از كتابخانه‌هاي طيفي[٦] استوارند. داده‌هاي ابرطيفي در بسياري از زمينه‌هاي مرتبط با جنگلداري مورد بررسي و استفاده قرارگرفته‌اند. گودنف[۷] و همكاران (۲۰۰۳) داده‌هاي ابرطيفي AVIRIS و Hyperion از يك منطقه جنگلي در كانادا را براي توليد اطلاعات جنگل مانند نقشه پراكنش گونه‌ها، كلروفيل و رطوبت مورد تجزيه و تحليل قرار دادند. در اين تحقيق نتايج خوبي در مورد تفكيك گونه‌ها و رطوبت عايد شده است. ني‌مان[۸] و همكاران (۲۰۰۳) نيز قابليت داده‌هاي Hyperion را در برآورد مشخصه‌هاي ساختار جنگل و سطح برگ در جنگل‌هاي ايالت ون‌كوور كانادا مورد ارزيابي و تاييد قرار دادند. پينارد و باناري[۹] (۲۰۰۳) داده‌هاي ابرطيفي را براي تفكيك هفت گونه جنگلي در بخشي از جنگل‌هاي ايالت كبك كانادا مورد تجزيه و تحليل قرار داده و نتيجه گرفتند كه چنين داده‌هايي در محدوده طيفي ۷۰۰ تا ۱۳٥۰ نانومتر از قابليت زيادي در اين زمينه برخوردارند. از ديگر تحقيقات در زمينه جنگل و مرتع و بر اساس داده‌هاي ابرطيفي، مي‌توان به تحقيقات گودنف (۲۰۰۲)، دايك[۱۰] و همكاران (۲۰۰۳)، لودويك[۱۱] و همكاران (۱۹۹۸) و مورتي[۱۲] و همكاران (۲۰۰۳) اشاره كرد.

۴-Spectral Unmixing

۵-Spectral Angel Mapper

۶-Spectral Library

۷- Goodenough

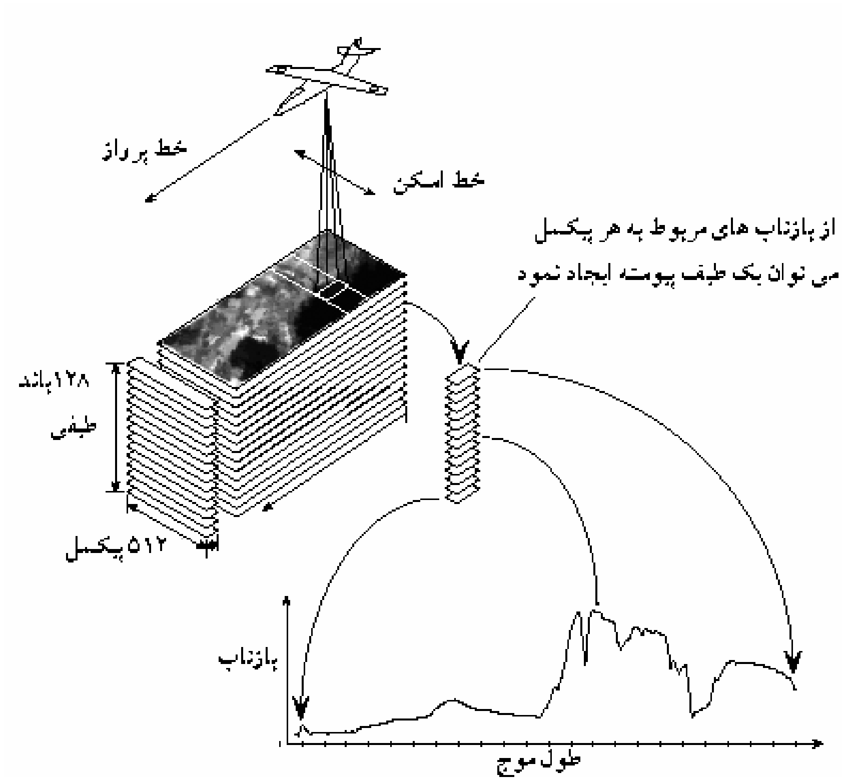
۸- Neiemann

۹- Pinard and Bannari

۱۰- Dyk

۱۱- Ludwig

۱۲- Moorthy



شكل ۱- مفهوم طيف‌نگاري تصويري، اقتباس از شپمان[1] (۱۹۹۲)

از داده‌هاي ابرطيفي نيز مي‌توان همانند داده‌هاي چندطيفي و با بهره‌گيري از روش‌هاي متداول تجزيه و تحليل مانند طبقه‌بندي و تحليل اندازه‌اي[1]، در زمينه‌هاي مختلف استفاده كرد. اما مهم‌ترين ويژگي اين داده‌ها آن است كه از هر پيكسل مي‌توان طيف به‌نسبت پيوسته‌اي استخراج كرد (شكل ۱). اين طيف را مي‌توان با طيف عناصر، مواد و پديده‌هاي مختلف مقايسه و زمينه لازم براي شناسايي آنها در تصوير و همچنين مواد تشكيل‌دهنده آنها را فراهم ساخت. با اين شيوه مي‌توان تا حد زيادي يكي از مشكلات سنجش از دور يعني پيكسل‌هاي مخلوط[2] نيز حل كرد. از جمله كاربردهاي اصلي طيف‌نگاري تصويري مي‌توان موارد زير را برشمرد:

برآورد مشخصه‌هاي اكولوژيك مانند شاخص سطح برگ در پوشش‌هاي گياهي (۱۰)، زمين‌شناسي و معدن، تهيه نقشه مواد معدني خاك (۳)، شناسايي و تعيين مقدار عناصر سنگين در خاك (۱۵)، آلودگي آب‌ها و تهيه نقشه تجمع كلروفيل در مناطق ساحلي (۸)، تهيه نقشه تيپ‌هاي جنگل و تعيين مشخصه‌هاي كمي‌آنها (۲).

در اين مقاله كه بر اساس بخشي از تحقيق نگارنده در كشور سوئيس تدوين شده، پس از تشريح طيف‌نگاري تصويري هوايي و كاربردهاي آن، داده‌هاي سنجنده HyMap[3] ، تصحيحات و روش خاص تجزيه و تحليل آنها معرفي و نتيجه تجزيه و تحليل انجام شده در زمينه طبقه‌بندي جنگل ارائه خواهد شد.

۱-Measurment Analysis

۲- Mixed Pixel

۳- Hyperspectral Mapper

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه (كوتيك افن) به وسعت ۷۵۰ هكتار واقع در قسمت مركزي كشور سوئيس بين ايالت‌هاي سولوترن و برن واقع شده است. اختلاف حداقل و حداكثر ارتفاع معادل ۳۰۰ متر است. در منطقه زمين‌هاي كشاورزي و جنگلي قرار دارند و جنگل ناهمگن، ناهمسال و مخلوطي از سوزني‌برگان و پهن‌برگان مختلف است.

داده‌هاي مورد استفاده

در تابستان ۱۹۹۸ در قالب همكاري انستيتوي جغرافياي دانشگاه زوريخ و مؤسسه تحقيقات فضايي آلمان، برداشتي با هواپيما و طيف‌نگار تصويري از منطقه مورد مطالعه صورت گرفت. اين برداشت با سنجنده HyMap انجام شد. اسكنر طيف‌نگار HyMap داراي ۱۲۸ باند طيفي باريك (۱۰-۲۰ nm) در محدوده nm ۴۵۰-۲۴۸۰ است. سرعت اسكن آن معادل ۱۲ خط در ثانيه است. ميدان ديد سنجنده[1] معادل ٦٠ درجه و ميدان ديد لحظه‌اي[2] برابر ۲ ميلي راديان است. اندازه تفكيك زميني در ارتباط با ارتفاع پرواز مي‌تواند از ۱ تا ۲۰ متر تغيير كند. اندازه تفكيك زميني در اين برداشت با ارتفاع پروازي معادل ۳۰۰۰ متر از سطح زمين معادل ۷/۵ متر و تفكيك راديومتري معادل ۱۵ بيت بوده است. بزرگي منطقه مورد برداشت ۳/۸ × ۱۱/۷ كيلومتر (۵۱۲×۱٥٦٠پيكسل) است (شكل ۲). به همراه داده‌هاي اين سنجنده، داده‌هاي GPS به فواصل زماني يك ثانيه و همچنين مشخصه‌هاي وضعيت تعادلي هواپيما (رول، پيچ ، يا) براي انجام تصحيحات هندسي تصاوير ثبت مي‌شوند (۱).

عكس‌هاي هوايي

براي ارزيابي صحت نتايج حاصل از تجزيه و تحليل داده‌هاي HyMap ، و به سفارش دانشگاه زوريخ، دو مجموعه عكس‌هاي هوايي رنگي معمولي و مادون قرمز در مقياس ۱:۹۰۰۰ در ماه آگوست ۱۹۹۹ از منطقه مورد مطالعه برداشت شدند (شكل ۳). همچنين مدل رقومي ارتفاع منطقه با اندازه سلول ۲۵ متر و دقت ارتفاعي دسي متر براي تصحيحات هندسي داده‌هاي HyMap مورد استفاده قرار گرفت.

جداسازي طيفي خطي[3]

در صورتيكه تنوع پديده‌ها در سطح زمين به گونه‌اي باشد كه در ميدان ديد لحظه‌اي زميني سنجنده چندين پديده قرار گيرند، بازتاب طيفي تمامي آن پديده‌ها در عنصر تصويري مربوط ثبت خواهند شد. به اين ترتيب اطلاعات هر عنصر تصويري مخلوطي خواهد بود از مشخصه‌هاي طيفي پديده‌هاي مختلف (اختلاط طيفي[4]). بنابر تعريف هر يك از عضوهاي نهايي[5] بايد داراي منحني طيفي تيپيك يك پديده خاص باشند (۹).

هدف روش‌هاي جداسازي طيفي عبارت است از تعيين سهم[6] هر يك از عضوهاي نهايي در بازتاب ثبت‌شده در هر پيكسل بر اساس منحني طيفي ارائه‌شده براي عضوهاي نهايي. روش‌هاي خطي جداسازي بر اين فرض استوارند كه طيف يك پيكسل اختلاطي است خطي از طيف‌هاي عناصر آن. اين اختلاط را مي‌توان به شرح زير به زبان رياضي نوشت (۷):

$$R_\lambda = \sum_{i=1}^{n} f_i \times r_{i\lambda} + \varepsilon_\lambda \qquad (1)$$

با شرط:

$$\sum_{i=1}^{n} f_i = 1$$

R_λ: بازتاب ثبت‌شده در پيكسل مخلوط در طول موج λ

f_i: سهم اختلاط عضو نهايي i

۱-Field of View

۲-nstantenous Field of View

۳-Linear Spectral Unmixing

۴-Spectral Mixing

۵-Endmember

۶-Abundance

$r_{i\lambda}$: بازتاب عضو نهايي i در طول موج λ

ε_{λ}: خطاي مدل در طول موج λ

بنا به تئوري، سهم اختلاط هر يك از عضوهاي نهايي بايد بين صفر تا يك باشد و جمع سهم‌هاي اختلاط عضوهاي نهايي در هر پيكسل، معادل يك. به‌منظور جداسازي طيفي يك طيف مخلوط، بايد طيف هر يك از پديده‌هاي تشكيل‌دهنده آن تعيين و معرفي شوند. رابطه بالا اغلب به روش حداقل مربعات و به گونه‌اي حل مي‌شود كه سهم اختلاط هر يك از عضوهاي نهايي براي هر پيكسل برآورد مي‌شود. حاصل عمليات جداسازي طيفي، ايجاد تصوير به ازاي هر عضو نهايي و همچنين يك تصوير RMSE براي ارزيابي تجزيه طيفي است. ارزش ثبت‌شده در پيكسل‌هاي هر يك از تصاوير عضوهاي نهايي، نمايانگر سهم آن عضو نهايي در پيكسل مربوطه است. در ضمن RMSE بيان‌كننده اين مطلب است كه طيف‌هاي عضوهاي نهايي تشكيل‌دهنده اختلاط تا چه حد خوب انتخاب شده‌اند (۷).

شكل ۲- تصويري از داده‌هاي **HyMap**، منطقه مورد مطالعه در كادر مشخص شده است.

شكل ۳- موزائيک عكس‌هاي هوايي مادون قرمز رنگي در مقياس اصلي ۱:۹۰۰۰ از منطقه موردمطالعه كه جهت ارزيابي نتايج تجزيه و تحليل داده‌هاي **HyMap** مورد استفاده قرار گرفت.

نتايج

بررسي كيفيت داده‌هاي **HyMap**

داده‌هاي حاصل از سنجش از دور هوايي به‌طورمعمول به‌دليل نوسانات سگّو ضمن تصويربرداري، داراي ناهنجاري‌هاي هندسي فراواني است، اما از آنجا كه سنجنده HyMap بر روي دستگاه لرزه‌گير حساس نصب بود، تصاوير مورد استفاده فاقد خطاي فاحش بودند (۱۸).

بررسي هيستوگرام تصاوير در باندهاي مختلف نشان داد كه فقط در باندهاي مادون قرمز نزديك به‌صورت نسبتاً خوبي (۷۰درصد) از توان تفكيك راديومتري آن استفاده شده و در ديگر باندها دامنه ارزش‌هاي ثبت‌شده بسيار محدود است. يكي از مهم‌ترين معيارهاي قضاوت كيفيت راديومتري تصاوير بويژه در داده‌هاي ابرطيفي، نسبت S/N[1] در هر باند است. اين معيار از يك سو بيان‌كننده درجه قابل استفاده بودن باندها و از سويي ديگر، معياري براي مقايسه كيفيت داده‌هاي سنجنده‌هاي مختلف است. SNR را مي‌توان به روش‌هاي مختلف محاسبه كرد، متداول‌ترين فرمول محاسبه بر اساس شوون‌گرت[۲] (۱۹۹۷) عبارت است از:

$$SNR_i = \frac{\overline{DN_i}}{\delta_i} \quad (۲)$$

SNR_i: نسبت signal به noise در باند i

DN_i: ميانگين DN_S در باند i

δ_i: انحراف معيار DN_S در باند i

چنانچه در تصوير بخش همگني وجود داشته باشد، ترجيحاً بايد SNR بر اساس آن بخش محاسبه شود. در اين تحقيق SNR در سطح يك قطعه بسيار همگن كه همگني آن در تمامي‌باندها كنترل شده بود، محاسبه شد. شكل ٤ نمايانگر مقدار SNR در باندهاي مختلف HyMap است. براساس اين محاسبات باندهاي ۱ و ۲ و ٦٥ و ٦٦ و ۹۷ و ۱۲۸ داراي SNR بسيار پايين بودند، به همين دليل در تحليل‌هاي بعدي مورد استفاده قرار نگرفتند.

تصحيحات هندسي و اتمسفري

عدم تعادل كامل هواپيما در حين عمل اسكن و امكان تغيير آن از يك خط اسكن به خط ديگر در مقابل تعادل به‌نسبت خوب ماهواره‌ها، موجب مي‌شود كه داده‌هاي حاصل از سنجش از دور هوايي از هندسه داخلي و مناسبي برخوردار نباشند و نتوان آنها را به روش‌هاي ساده غير پارامتري مورد تصحيح و زمين مرجع سازي قرار داد (۱۸). ازاين‌رو داده‌هاي HyMap با استفاده از برنامه PARGE[3] كه ويژه تصحيح چنين داده‌هايي در دانشگاه زوريخ توسعه يافته است، و با بهره‌گيري از مدل رقومي‌ارتفاع منطقه و داده‌هاي GPS كه به هنگام اسكن در هواپيما ذخيره شده بودند، تصحيح شد. با توجه به اثر ارتفاع درختان در جابه‌جايي در تصوير، در چنين ارتفاع پرواز كم (۳۰۰۰ متر)، ارتفاعي معادل ۳۰ متر به عنوان ارتفاع متوسط درختان جنگلي در محدوده جنگل به مدل رقومي ارتفاع افزوده شد. محدوده جنگل با استفاده از نقشه موجود و دقيق منطقه تعيين شد. درستي نتايج اين تطابق هندسي با قراردادن نقشه وكتوري شبكه جاده‌ها مورد بررسي و تأييد قرار گرفت. صحت مكاني تصاوير پس از تطابق هندسي در حد ۱۰-۵ متر برآورد شد.

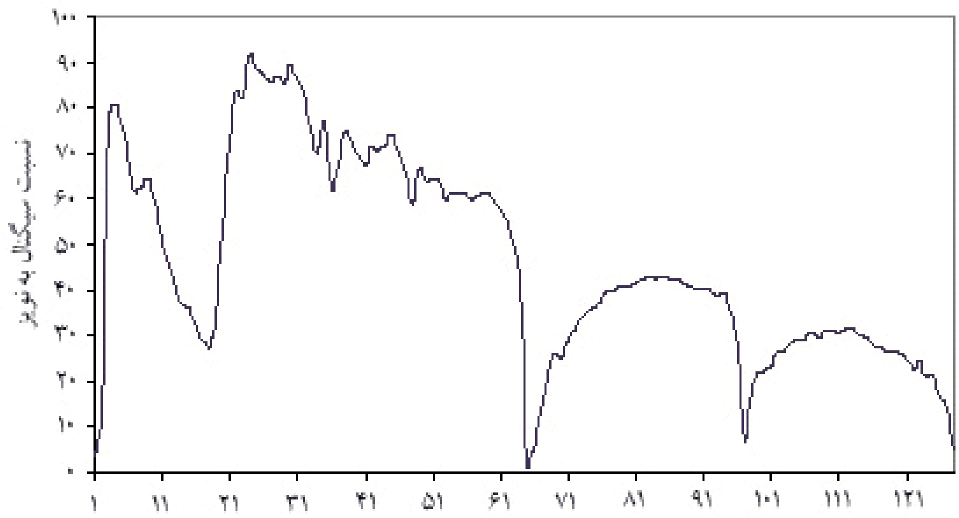
اشعه الكترومغناطيسي بازتابشي در راه رسيدن به سنجنده تحت تأثير اتمسفر قرار مي‌گيرد. اين اثر درلايه پاييني اتمسفر، كه پرواز HyMap نيز در آن ارتفاع صورت گرفته است، در بعضي از باندها به‌نسبت زياد است. اين اثرها تا حد بسيار زيادي با استفاده از مشخصه‌هاي جوي اندازه‌گيري شده (با استفاده از بالن) در هنگام پرواز و مدل تصحيحات ATCOR-A[4] تصحيح شدند (۱۴).

۱-Signal to Noise Ratio

۲-Schowengerdt

۳-PARametric GEocoding

۴-Atmospheric Correction Airborne-Version



شماره باندهاي **HyMap**

شكل٤- نسبت **Signal** به **Noise** در باندهاي **HyMap**

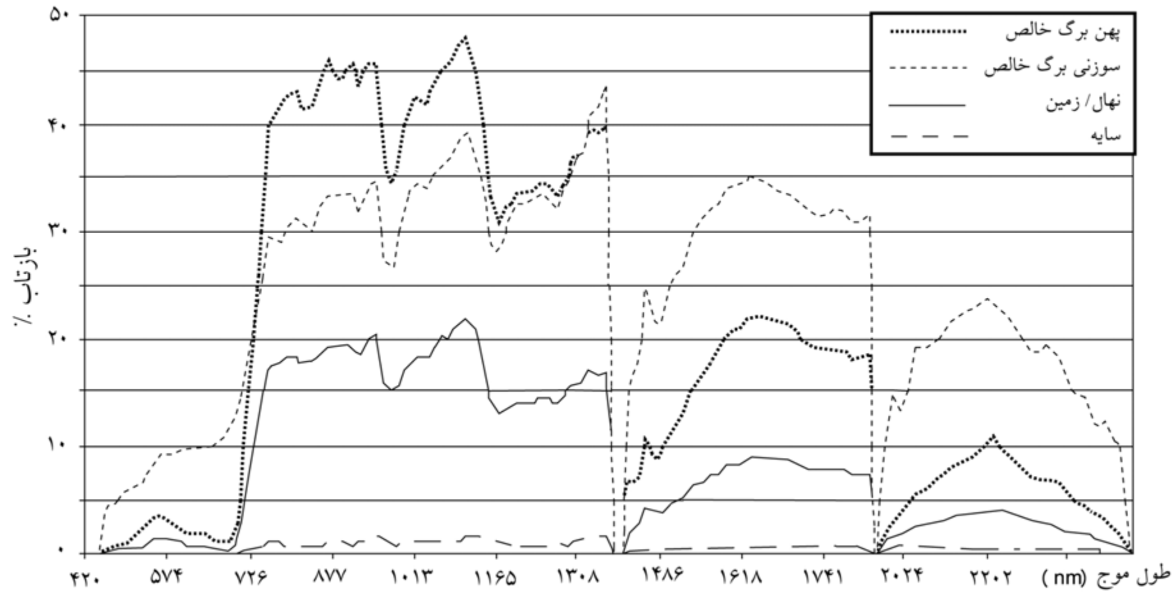
جداسازي طيفي خطي

متناسب با اهداف ايـن تحقيـق و وضـعيت جنگـل مـورد مطالعه، چهار عضو نهايي (توده سوزني‌بـرگ خـالص، تـوده پهن‌برگ خالص، توده نهال، سايه) انتخـاب شـدند. انتخـاب سايه به عنوان يك عضو نهايي بـر اسـاس نتـايج تحقيقـات هيل[۱] (۱۹۹۳) بـود كـه بـراي جداسـازي طيفـي هـر چـه دقيق‌تر پديده‌ها در مناطقي مانند توده‌هاي جنگلي با تـاج پوشش ناهموار و سايه‌دار، توصيه شده است.

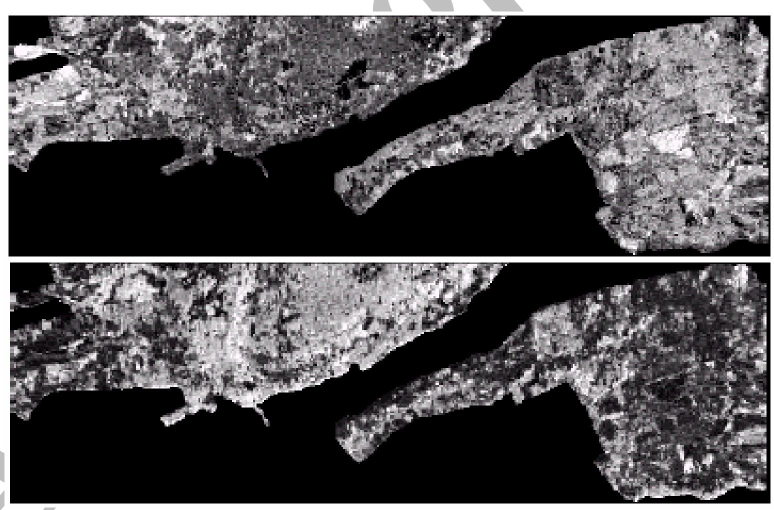
با استفاده از عكس‌هاي هوايي مادون قرمز و كار ميـداني، ۲۵ نقطه (به‌طور متوسط) براي هر يك از پديده‌هاي مذكور بر روي تصوير HyMap مشخص و طيف ميانگين براي هر يك از آنها استخراج شد (شكل ۵). با استفاده از طيف‌هـاي مـذكور و مجموعـه‌هـاي مختلفـي از بانـدهاي ۱۲۸گانـه HyMap عمل جداسازي طيفي صـورت گرفـت و تصـاوير سهم[۲] عضـوهـاي نهـايي محاسـبه و بـا يكـديگر مقايسـه و ارزيابي شدند. نقاط بسيار روشن بر روي هر يـك از تصـاوير سهم سوزني‌بـرگ و پهـن‌بـرگ (شـكل ۶) نمايـانگر درجـه خلوص بسيار زياد هر يك از آنها است و برعكس. نكته قابل توجه آنكه ميزان روشني (درجه خلوص) در دو تصوير سهم ياد شده كاملاً برعكس هم است. بدين مفهوم كـه در محـل پيكسل‌هايي با ارزش‌هاي ۱ يا نزديك به ۱ در يك تصـوير، در تصوير ديگر ارزش‌هاي صفر يـا نزديـك بـه صـفر وجـود دارد. اين نكته را به لحاظ موضوعي مي‌توان چنـين تفسـير كرد كه درصد بالاي سوزني‌بـرگ در هـر قطعـه بـه مفهـوم درصد پايين پهن‌برگ در آن قطعه است و بـرعكس. تصـوير رنگي تركيبـي حاصـل از دو تصـوير سـهم سـوزني‌بـرگ و پهن‌برگ، بخوبي نمايشگر پـراكنش آن تـوده‌هـا و درجـات اختلاط آنهاست.

۱-Hill

۲-Abundance Images



شكل ۵- منحني‌هاي طيفي استخراج شده از داده‌هاي **HyMap** براي عضوهاي نهايي



شكل ۶- تصاوير سهم سوزني‌برگ (بالا) و پهن‌برگ (پايين) حاصل اجراي جداسازي طيفي خطي

بحث

بررسي كيفيت داده‌هاي ابرطيفي سنجنده HyMap نشان داد كه‌اين داده‌ها از كيفيت مطلوب هندسي برخوردارند و با استفاده از روش پارامتري و مدل رقومي‌ارتفاع به خوبي با نقشه مطابقت داده مي‌شوند. به لحاظ راديومتري نيز به‌جز چند باند، از SNR بالايي برخوردار است. ضرايب كاليبراسيون آن در بعضي باندها به گونه‌اي است كه از توان تفكيك راديومتري آن به نحو مطلوب استفاده نمي‌شود. هر چند تحقيقات شيمان (۱۹۹۹) نشان مي‌دهد كه تغيير ضرايب و استفاده كامل از توان تفكيك، خود موجب كاهش SNR مي‌شود، ولي به‌طوركلي مي‌توان ضرايب كاليبراسيون را براي هر منطقه

مورد تصويربرداري و بر اساس چگونگي و ميزان انعكاس پديده‌هاي آن به گونه‌اي تنظيم كرد كه از توان تفكيك به نحو مطلوب‌تري استفاده شود.

مقايسه منحني‌هاي طيف داده‌ها قبل و پس از تصحيح اتمسفري نشان‌دهنده رفع اثر اتمسفر تا حد بسيار زياد بويژه در طول موج‌هايي كه بسيار تحت تأثير اتمسفر قرار دارند، مي‌باشند.

مقايسه نتايج جداسازي طيفي با انتخاب سايه به‌عنوان عضو نهايي و همچنين بدون آن، با عكس‌هاي هوايي (به عنوان واقعيت زميني) نشان مي‌دهد كه با توجه به وجود سايه در توده‌هاي ناهمسال و همچنين در تاج پوشش توده‌هاي سوزني‌برگ، انتخاب سايه به عنوان يك عضو نهايي منجر به بهبود نتايج مي‌شود.

ارزيابي تصاوير سهم سوزني‌برگ و پهن‌برگ حاصل از جداسازي طيفي درمقايسه با عكس هوايي رنگي مادون قرمز بزرگ مقياس حاكي از همخواني و مطابقت خوب آنهاست (۹۵درصد). به دليل جداسازي خطي، به‌سادگي امكان تعيين حدود آستانه و طبقه‌بندي تصاوير سهم براي تهيه نقشه‌هاي درجه اختلاط وجود ندارد، چرا كه اختلاط طيفي در واقع غيرخطي است. ازاين‌رو بايد روش‌هاي مناسبي را براي اين كار جست‌وجو كرد. تعيين رابطه آماري بين ميزان سهم و درجه اختلاط در محل تعدادي قطعه نمونه مي‌تواند روش مناسبي باشد.

تقدير و تشكر

از همكاري‌هاي معاونت محترم پژوهشي دانشگاه تهران و همچنين مسئولان محترم انستيتو جغرافياي دانشگاه زوريخ، آقايان پروفسور ايتن و دكتر كلن برگر براي فراهم ساختن امكانات لازم براي اين تحقيق تشكر مي‌شود.

منابع

1- Cocks T., R. Janssen, A. Stewart, I. Wilson & T. Shields, 1998. The HyMap Airborne Hyperspectral Sensor: The System, Calibration and Performance, Proc. of 1st ERASel Workshop on Imaging Spectroscopy, Zurich, Switzerland, 37-42.

2- Davison D., S. Achal, S. Mah, R. Gauvin, M. Kerr, A. Tam & S. Preiss, 1999. Determination of Tree Species and Tree Stem Densities in Northern Ontario Forests using Airborne CASI Data, Proc. of Fourth International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition, Ottawa Ontario, Canada, No. II, 187-196.

3-Dickerhof C., 1998. Geologische Anwendung von DAIS-Bildspektrometriedaten in Naxos/Griechenland, MSc.-Thesis, Deptartment of Geography, University of Zurich.

4-Dyk A., D.G. Goodenough, S. Thompson, C. Nadeau, A. Hollinger & S. Qian, 2003. Compressed Hyperspectral Imagery for Forestry, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.

5-Goodenough D.G., A.S. Bhogal, A. Dyk, A. Hollinger, Z. Mah, K.O. Niemann, J. Pearlman, H. Chen, T. Han, J. Love & S. McDonald, 2002. Monitoring Forests with Hyperion and ALI, Proc. of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toronto Canada.

6-Goodenough D.G., H. Chen, A. Dyk, T. Han, S. McDonald, K.O. Niemann, J. Pearlman & C. West, 2003. EVEOSD Forest Information Products from AVIRIS and Hyperion, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.

7-Hill J., 1993. Monitoring land degradation and soil erosion in Mediterranean environments, ITC Journal No. 4, 323-331.

8-Keller P.A., I. Keller & K.I. Itten, 1998. Combined Hyperspectral Data Analysis of an Alpine Lake Using CASI and DAIS 7915 Imagery, Proc. of 1st ERASel Workshop on Imaging

Spectroscopy, Zurich, Switzerland, 237-243.

9-Kneubuehler M., 1998. Digitale Waldklassifikation mit Landsat TM-Daten im Kanton Zuerich. Versuch der Operationalisierung einer grossrumigen Klassifikation, MSc.-Thesis, Deptartment of Geography, University of Zurich, 120 pp.

10-Ludwig R., H. Bach, V. Gruener & M. Mauser, 1998. The Use of Imaging Spectrometer Data to Determine Vegetation Parameters for SVAT-Modeling, Proc. of 1st ERASel Workshop on Imaging Spectroscopy, Zurich, Switzerland, 263-270.

11-Moorthy I., J.R. Miller, T.L. Noland, U. Nielsen & P.J. Zarco-Tejada, 2003. Cholorophyll Content Estimation of Boreal Conifers using Hyperspetral Remote Sensing. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.

12-Niemann K.O. & D.G. Goodenough, 2003. Evaluation of HYPERION Data for Forestry Applications: Coastal Douglas-fir and Western Hemlock, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.

13-Pinard V. & A. Bannari, 2003. Spectroradiometric Analysis in a Hyperspectral Use Perspective to Discriminate Between Forest Species, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.

14-Richter R., 1996. Atmospheric Correction of DAIS Hyperspectral Image Data, SPIE Proc., Vol. 2758, Orlando, 390-399.

15-Rothfuss H., 1994. Verarbeitung und Einsatz abbildender Spektrometerdaten (GER) mit unterstuetzender Bodenmessungen zur Erkundung einer landwirtschaftlich genutzten Altlastflaeche, FortschrittberichteVDI.

16-Schaepman M.E., 1992. Bildspektrometrie: Grundlagen und Datenerhebung im AVIRISwiss’91- Projekt, MSc.-Thesis, Deptartment of Geography, University of Zurich, 101 pp.

17-Schaepman M.E., 1999. personal communication, www.dow.wur.nl.

18-Schlaepfer D., M.E. Schaepman, & K.I. Itten, 1998. PARGE: Parametric Geocoding Based on GCP-Calibrated Auxiliary Data, SPIE, 3438 Imaging Spectrometry IV, San Diego, 334-344.

19-Schowengerdt R.A., 1997. Remote Sensing, models and methods for image processing, 2nd Ed., Academic Press, San Diego, USA, 522 pp.

20-Staenz K., 1998. The Use of Imaging Spectrometry in Canada, Proc. of 1st ERASel Workshop on Imaging Spectroscopy, Zurich, Switzerland, 3-10.

Application of Hyperspectral Data for Forest Stand Mapping

Ali A. Darvishsefat[*1]

[1] Associate Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran , I. R. Iran

(Received 15 January 2001, Accepted 7 August 2005)

Abstract

In this investigation, HyMap data cube acquired in 1998 over a small forest area in central part of Switzerland was analyzed and evaluated. The HyMap sensor is a 128-channel high-resolution airborne imaging spectrometer that covers the wavelength from 450 nm to 2480 nm. Its pixel size is approximately 7.5 meters. The image has been acquired from 3000m above the earth surface. The research forest-site is a heterogeneous mixture of coniferous and deciduous species. Initially the HyMap data was evaluated qualitatively. Signal to Noise Ratios were very high except in 6 channels. Image orthorectification was performed with parametric method using a digital elevation model and navigation parameters. The resulted RMSE was less than 4 meters. The image was atmospherically corrected using ATCOR-A routine. In order to classify the forest according to mixture-grade of coniferous and deciduous, linear unmixing method was employed. The image based endmember collection approach was used to derive the spectra for selected endmembers (pure coniferous, pure deciduous, clear cutting and shadow). It was performed using airphotos and fieldwork. The fraction components derived from the unmixing model were compared with CIR-airphotos at a scale of 1:9000. The results showed that the potential of hyperspecral HyMap data and linear unmixing models are very high (95%) for forest classification purposes. Since the spectral mixing is actually non-linear, it is not easy to determine thresholds to classify the abundance images, which are derived from linear unmixing models. Therefore it is necessary to further research for appropriate methods.

Keywords: Hyperspectral Data, Spectral Unmixing, Mixed Pixel, Endmember, Abundance, HyMap

*Corresponding author: Tel: +98261-2223044 , Fax: +98261-2249312 , E-mail: adarvish@ ut.ac.ir