مقايسه روش‌هاي طبقه‌بندي شئ- پايه و پيكسل- پايه تصاوير ماهواره‌اي در طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگل

شعبان شتايي*[1]، علي‌اصغر درويش‌صفت[2]، هوشنگ سبحاني[3]
[1] استاديار دانشكده جنگل و فناوري چوب، دانشگاه علوم كشاورزي و منابع طبيعي گرگان، ايران
[2] دانشيار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
[3] دانشيار گروه جنگلداري و اقتصاد جنگل، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ايران
(تاريخ دريافت: ٨٣/٦/٣٠، تاريخ تصويب: ٨۴/۶/١٢)

چكيده

شيوه‌هاي مختلفي براي تفكيك پديده‌هاي موضوعي در تصاوير ماهواره‌اي وجود دارند. روش‌هاي متداول طبقه‌بندي، مبتني بر پيكسل است. تصاوير ماهواره‌اي را به روش‌هاي شي-پايه نيز مي‌توان طبقه‌بندي كرد. در اين روش‌ها مجموعه‌اي از پيكسل‌ها كه پديده را مي‌سازند، مدنظر قرار مي‌گيرند. به‌منظور مقايسه قابليت روش‌هاي طبقه‌بندي پيكسل –پايه و شئ- پايه در تفكيك تيپ‌هاي جنگل، تحقيق حاضر در جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر بر روي داده‌هاي سنجنده +ETM انجام گرفت. تصاوير ابتدا مورد تصحيحات دقيق هندسي قرار گرفتند. سپس فنون مختلف بارزسازي مانند PCA، تسلدكپ و نسبت‌گيري بر روي آنها انجام شد. در روش پيكسل پايه از خوارزمي حداكثر احتمال استفاده شده و طبقه‌هاي راش خالص، راش آميخته، ممرز خالص، ممرز آميخته، توسكاي آميخته، تيپ آميخته و مناطق جنگلكاري تفكيك شدند. در روش شيء-پايه تصاوير در چند سطح قطعه‌بندي شدند. اين قطعات اوليه با استفاده از فنون نزديك‌ترين همسايه، توابع عضويت و تلفيقي از اين دو فن مورد طبقه‌بندي قرار گرفتند. در فن نزديك‌ترين همسايه، قطعات از طريق انتخاب پديده‌هاي تعليمي براي هر تيپ طبقه‌بندي شدند. در فن توابع عضويت، قطعات اوليه با استفاده از خصوصيات طيفي، شكلي، بافت و روابط بين پديده‌ها در يك سلسله مراتب از طبقات، طبقه‌بندي شدند. در روش تلفيقي، طبقه‌بندي قطعات در چند مرحله و با استفاده از فنون نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت صورت گرفت. به‌منظور برآورد ميزان صحت و درستي نقشه‌هاي حاصل از طبقه‌بندي تصاوير به روش‌هاي مختلف، نقشه واقعيت زميني تيپ‌هاي جنگل به‌صورت نمونه‌اي (١٩٣ قطعه نمونه) و به روش ميداني تهيه شد. نتايج بررسي صحت نشان مي‌دهد كه روش طبقه‌بندي شيء–پايه در مقايسه با روش طبقه‌بندي پيكسل–پايه توانسته است موجب بهبود صحت كلي از ٤٤ درصد به حدود ٦١ درصد و ضريب كاپا ازحدود ٠/٢٥٥ به حدود ٠/٤٤٥ شود. در بين فنون شي- پايه، فن تلفيقي بهتر از فنون نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت توانسته است قطعات اوليه حاصل از قطعه‌بندي را طبقه‌بندي كند.

واژه‌هاي كليدي: طبقه‌بندي، تيپ جنگل، +ETM، پيكسل-پايه، شيء-پايه، نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت

*نويسنده مسئول: تلفن: ٠١٧١-٢٢٤٥٨٨٢ فاكس: ٠١٧١-٢٢٤٥٩٦۴ E-mail: shataee@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

به‌كارگيري و استفاده از داده‌هاي ماهواره‌اي براي كسب و به هنگام‌سازي اطلاعات مورد نياز بخش‌هاي مختلف منابع طبيعي، راهكاري مناسب براي جايگزيني روش‌هاي متداول زميني است. تا كنون روش‌هاي متعددي براي كسب اين اطلاعات مورد بررسي و استفاده قرار گرفته‌اند. به‌دليل ماهيت ساختار سلولي (رستري) داده‌هاي ماهواره‌اي، ثبت، انتقال، پردازش و طبقه‌بندي داده‌ها نيز بر پايه پيكسل[۱] استوار بوده است. اگرچه نتايج به‌نسبت خوبي از روش‌هاي تجزيه و تحليل و استخراج اطلاعات برپايه پيكسل به‌دست آمده است، ولي محققان روش‌هاي تجزيه و تحليل بر اساس پديده[۲] را نيز مطرح و بررسي كردند.

روش‌هايي مانند Per-parcel classification و Per-field classification در همين راستا بوده‌اند (هاراليك و همكاران،۱۹۷۳؛ جنسن و همكاران، ۱۹۹۳؛ آلپين و همكاران، ۱۹۹۹).

روش شي-پايه بر پايه قطعه‌بندي[۳] استوار است. قطعه‌بندي به مفهوم تفكيك پديده‌هاي (قطعه‌ها) موضوعي همگن در تصاوير است. در تجربه‌هاي اوليه قطعه‌بندي، تجزيه و تحليل اطلاعات بر پايه پيكسل استوار بوده است، بدين معني كه تصوير با استفاده از اطلاعاتي در زمينه محدوده‌ها (مانند مرز زمين‌هاي كشاورزي) به مناطق همگن با ارزش‌هاي طيفي تقريبا مشابه تفكيك مي‌شدند. در سال‌هاي اخير، نوعي قطعه‌بندي تصوير توسط محققان مورد استفاده قرارگرفته است كه بر اساس آن پديده‌هايي تشكيل مي شوند (گورت،۱۹۹۸؛ بآتز و شائب،۱۹۹۹). در روش شيء-پايه، تصاوير ماهواره‌اي طي فرايندي به قطعاتي كه از نظر خصوصيات طيفي، شكل، فرم و بافت همگن باشند، در مقياس‌هاي[۴] مختلفي از قطعه‌بندي، تقسيم شده و طبقه‌بندي بر پايه آن قطعات صورت مي‌گيرد. منظور از مقياس، همان تعداد دفعات ادغام پيكسل‌هاي مشابه براي تشكيل پديده‌هاي همگن است. در روش شيء-پايه، امكان قطعه‌بندي با قدرت تفكيك‌هاي مختلف با توجه به مقياس‌هاي در نظر گرفته شده وجود دارد. با طراحي نرم‌افزار جديد eCognition، تئوري‌هاي قطعه‌بندي و تجزيه و تحليل تصوير بر پايه شئ، حالت كاربردي‌تري به خود گرفت. دراين روش امكان طبقه‌بندي قطعات بر اساس قوانين فازي[۵] و دانش كارشناسي (دانش- پايه[۶]) وجود دارد. همچنين، قطعه‌بندي تصاوير در مقياس‌هاي متفاوت صورت مي‌گيرد و پديده‌ها در مقياس‌هاي مختلف و بر اساس توصيف ويژگي‌هاي مختلف طيفي، شكلي، ارتباطي و بافتي براي هر طبقه، طبقه‌بندي مي‌شوند (۲۰۰۰ ،eCognition).

با توجه به قابليت‌هاي طبقه‌بندي به روش شئ-پايه، محققان سعي در انجام طبقه‌بندي پديده‌هاي مختلف با روش‌هاي طبقه‌بندي شئ– پايه و مقايسه نتايج حاصل از آنها با روش پيكسل- پايه در زمينه‌هاي مختلف كرده‌اند (دكوك و همكاران،۱۹۹۹؛ بآتز و شائب، ۱۹۹۹؛ بلاشكه و همكاران،۲۰۰۰، شوارز و همكاران،۲۰۰۱). نتايج تحقيقات آنها نشان داده است كه تفكيك پديده‌هاي موضوعي در روش شئ –پايه در مقايسه با روش پيكسل-پايه بهتر صورت مي‌گيرد و تصوير حاصل از نرمي و يكنواختي خوبي برخوردار بوده و فاقد اثرمعروف به فلفل- نمكي[۷] است.

تحقيقات متعددي نيز در مورد قابليت اين روش در زمينه جنگل صورت گرفته است (دكوك و همكاران، ۱۹۹۹؛ ويل هاوك، ۲۰۰۰؛ شوارز و همكاران، ۲۰۰۱). نتايج تحقيقات نشان داد كه روش طبقه‌بندي شئ-پايه در استخراج بهتر پديده‌هاي جنگل و بهبود طبقه‌بندي تصاوير ماهواره‌اي و بويژه در داده‌هاي با قدرت تفكيك زياد مانند ايكونوس از توانايي زيادي در مقايسه با روش پيكسل-پايه برخوردار است. شوارز (۲۰۰۱) در تحقيق خويش براي تشخيص مناطق خسارت‌ديده جنگلي ناشي از توفان با استفاده از داده‌هاي اسپات و ايكونوس به دو روش پيكسل- پايه و شئ– پايه به‌اين نتيجه رسيد كه روش طبقه‌بندي شئ– پايه براي داده‌هاي ايكونوس نتيجه بهتري را نسبت به روش پيكسل- پايه ارائه مي‌دهد.

۱- Pixel based
۲- Object oriented
۳-Segmentation
۴- Scale parameter
۵- Fuzzy Logic
۶- Knowledge-based
۷- Salt-peppery

Archive of SID

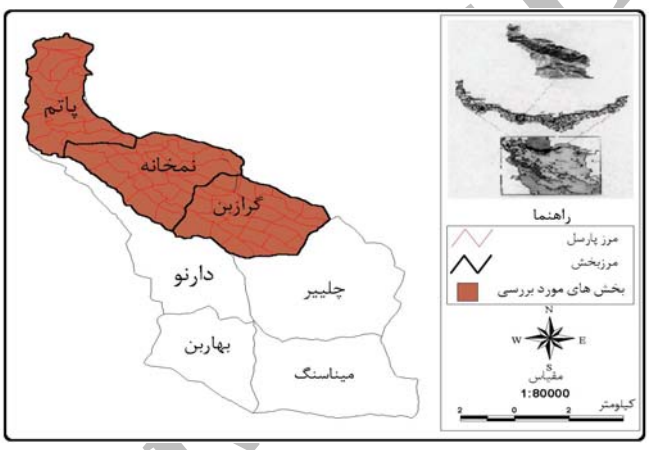
www.SID.ir

هدف از اين تحقيق بررسي قابليت روش طبقه‌بندي شي، پايه و فنون مرتبط با آن در مقايسه با روش متداول پيكسل-پايه، براي تيپ‌بندي جنگل در جنگل‌هاي شمال ايران است. اين تحقيق درجنگل آموزشي و پژوهشي دانشگاه تهران انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسي

منطقه مورد بررسي در بخش‌هاي پاتم، نمخانه و گرازبن جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر بين ″١٢ ′٣٣ °٥١ و ″٥٦ ′٣٩ °٥١ طول جغرافيايي و ″٠٨ ′٣٢ °٣٦ و ″٤٥.٥ ′٣٦ °٣٦ عرض جغرافيايي قرار دارد (شكل١). مساحت منطقه مورد بررسي در حدود٢١٧٠ هكتار و در قسمت‌هاي غيرحمايتي اين بخش‌هاست. دامنه ارتفاعي منطقه از٥٠ متر از سطح دريا شروع و تا١٣٥٠ متر در مرتفع‌ترين نقطه ادامه دارد. عمده‌ترين جهت‌هاي دامنه در منطقه و بويژه در بخش‌هاي نمخانه و گرازبن شامل جهت‌هاي جنوبي، جنوب غربي و غربي است. اين منطقه به‌دليل تغييرات دامنه ارتفاعي و وضعيت‌هاي مختلف توپوگرافي از تنوع تيپ‌هاي جنگلي بالايي برخوردار است.



شكل ١- نقشه منطقه مورد بررسي در جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار نوشهر

داده‌هاي مورد استفاده

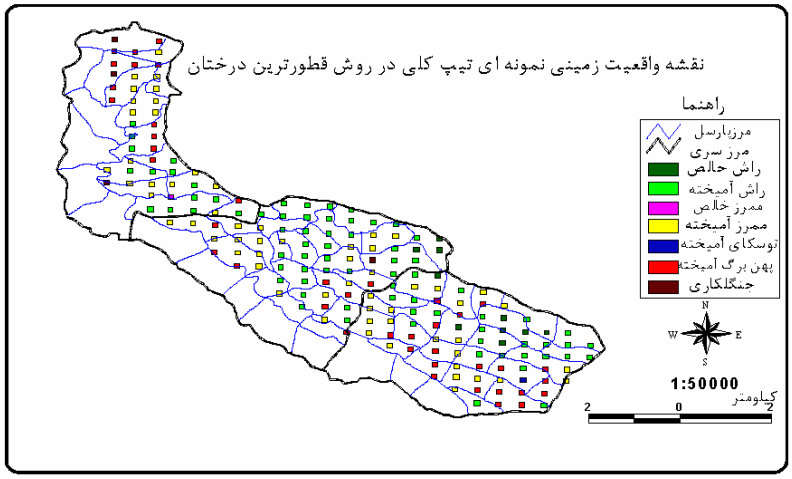
در اين تحقيق، پنجره‌اي از داده‌هاي سنجنده +ETM ماهواره لندست ٧ ، از رديف و گذر١٦٣-٣٥ و به تاريخ ٢٨ تير ماه ١٣٧٨در محدوده منطقه مورد تجزيه و تحليل قرار گرفت. نقشه‌هاي توپوگرافي رقومي٢٥٠٠٠ :١منطقه براي تصحيحات هندسي و كنترل آن و همچنين تهيه مدل رقومي ارتفاع به‌كارگرفته شده است.

نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي

به‌منظور بررسي صحت نقشه‌هاي حاصل از طبقه‌بندي‌ها، از نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي كه پيشتر در قالب اين پروژه تهيه شده بود، استفاده شد (شتايي و مهاجر،١٣٨١). نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي يادشده براي حدود١٠ درصد از منطقه تهيه شد. براي اين منظور با يك شبكه تصادفي سيستماتيك،١٩٣ قطعه نمونه يك هكتاري بر روي زمين پياده شد. نوع و قطر برابرسينه گونه‌هاي درختي هر قطعه نمونه برداشت و نوع تيپ در هر قطعه نمونه بر اساس درصد فراواني١٠٠ اصله از قطورترين درختان در هكتار تعيين شد. در نهايت ٦ تيپ كلي راش خالص، راش آميخته، ممرز خالص، ممرز آميخته، تيپ مخلوط و توسكاي آميخته به همراه طبقه جنگلكاري تشخيص داده شد. نقشه حاصل به‌منظور ارزيابي صحت نتايج طبقه‌بندي در هر يك از روش‌ها به ساختار رستري تبديل شد (شكل٢). اندازه تفكيك نقشه واقعيت زميني به‌منظور جلوگيري از شكستگي مرز نمونه‌ها در موقع تبديل به ساختار رستري ١٠ متر انتخاب شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شكل ۲- نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي تيپ كلي جنگل در منطقه مورد بررسي

تصحيحات هندسي تصاوير

با توجه به كوهستاني بودن و اختلاف ارتفاع زياد منطقه مورد بررسي، تصحيح هندسي تصوير با استفاده از روش نقاط كنترل زميني و مدل رقومي ارتفاع انجام شد. در اين فرايند از معادله درجه دو و روش پيچش[۱] براي نمونه‌برداري مجدد[۲] استفاده شد. به‌منظور هماهنگي با نقشه واقعيت زميني، اندازه تفكيك براي تصاوير تطابق شده معادل ۱۰ متر تعيين شد. همخواني بسيار خوب پديده‌هاي خطي (جاده‌ها و آبراهه‌ها) نقشه‌هاي توپوگرافي رقومي نشان‌دهنده تطابق هندسي اين تصاوير است.

بارزسازي تصاوير و انتخاب بهترين مجموعه باندها

به‌منظور استخراج هرچه بهتر اطلاعات، فنون مختلف بارزسازي مانند تحليل مولفه‌هاي اصلي[۳]، تبديل تسلدكپ[۴] و نسبت‌گيري‌هاي[۵] مناسب بر روي باندهاي چندطيفي اجرا شد. همچنين براي انتخاب بهترين مجموعه‌هاي باندها، براي طبقه‌بندي‌ها از شاخص‌هاي آماري باتاچاريا[۶] و دايورجنس[۷] و با بهره‌گيري از نمونه‌هاي تعليمي استفاده شد (جدول ۱). طبقه‌بندي با خوارزمي حداكثر احتمال براي باندهاي اصلي و بهترين مجموعه باندها صورت گرفت.

طبقه‌بندي به روش پيكسل–پايه

روش متداول طبقه‌بندي پيكسل-پايه كه در بعضي از منابع به‌عنوان روش استاندارد يا كلاسيك نيز معرفي شده است (دكوك و همكاران، ۱۹۹۹؛ شوارز، ۲۰۰۱)، تجزيه و تحليل داده‌هاي ماهواره‌اي بر اساس خصوصيات و ارزش‌هاي طيفي پيكسل‌ها استوار است. در اين روش، طبقه‌بندي داده‌ها با كمك خصوصيات طيفي نمونه‌هاي تعليمي طبقات صورت مي‌گيرد. تصاوير با استفاده از خصوصيات آماري طيفي طبقات در فضاي چندبعدي باندها با خوارزمي‌هاي حداكثر احتمال، حداقل فاصله و طبقه‌بندي‌كننده جعبه‌اي طبقه‌بندي مي‌شوند. در اين تحقيق در روش پيكسل-پايه، طبقه‌بندي داده‌ها بر اساس پيكسل و با خوارزمي حداكثر احتمال انجام شد. نمونه‌هاي تعليمي مورد نياز بر اساس كار ميداني و مستقل از واقعيت زميني تعيين شدند. به‌منظور برآورد ميزان صحت، نتايج طبقه‌بندي با نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي مقايسه شد.

۱- Convolution
۲-Resampling
۳- Principal Component Analysis
۴-Tasseled Cap Transformation
۵-Ratioing
۶- Bathachariya
۷- Divergence

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ١- بهترين مجموعه باندي براي طبقه‌بندي در هر دو روش

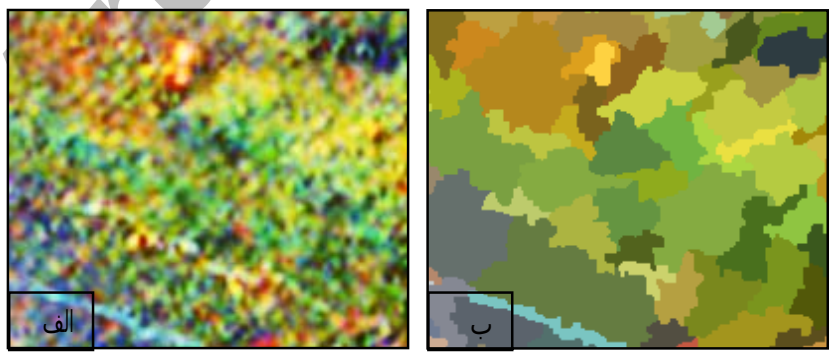
باندهاي اصلي	باندهاي مصنوعي	بهترين مجموعه باندهاي اصلي و مصنوعي
ETM1, ETM2, ETM3, ETM4, ETM5, ETM7, Pan	PCA1, PCA2, PCA3, Brightness, Greenness, ETM4-ETM2, ETM4/ETM2, ETM4/ETM3+ETM2, (ETM4-ETM7/ETM4+ETM7), (ETM4-ETM3/ETM4+ETM3)	PCA1, PCA3, Brightness, Greenness, ratio(4/2), ratio (4/3+2)

روش شئ – پايه

برخلاف روش پيكسل-پايه كه كوچك‌ترين واحد پردازش اطلاعات پيكسل است، در روش شئ– پايه پديده‌هاي حاصل از قطعه‌بندي به‌عنوان كوچك‌ترين واحد پردازش اطلاعات تجزيه و تحليل مي‌شود. در تجزيه و تحليل شئ– پايه، خصوصيات پديده‌ها به‌عنوان ويژگي چهارم پيكسل‌ها (ارزش طيفي، موقعيت و اندازه سه ويژگي اصلي پيكسل‌ها هستند) معرفي و پردازش مي‌شود (دكوك و همكاران،١٩٩٩) . روش شيء-پايه در دو بخش (گام) عمده شامل قطعه‌بندي (استخراج نواحي همگن به‌صورت پديده‌هاي اوليه) و طبقه‌بندي با فنون مختلف صورت مي‌گيرد.

قطعه‌بندي

قطعه‌بندي به مفهوم عام يعني گروه‌بندي واحدهاي تصوير(پيكسل) به‌صورت محدوده‌هاي معين و همگن است (هيلدبرانت،١٩٩٦). در روش شئ–پايه، قطعات يا نواحي همگن (پديده‌هاي تصويري) از طريق گروه‌بندي پيكسل‌هايي كه خصوصيات مشتركي از نظر ارزش‌هاي طيفي، شكل و بافت دارند با توجه به مقياس مورد نظر ايجاد مي‌شوند (شكل ٣). مقياس قطعه‌بندي درجه كلي‌گرايي يا جزيي‌گرايي است و در ايجاد پديده‌هاي بزرگ يا كوچك نقش دارد، هرچه ارزش‌هاي پيكسل‌ها تنوع طيفي بيشتري داشته باشند، در مقياس معين، تعداد قطعات بيشتر و اندازه قطعات كوچك‌تر خواهند بود و با افزايش مقياس قطعه‌بندي، پديده‌هاي حاصل بزرگ‌تر خواهند بود.



شكل ٣- قسمتي از تصوير رنگي كاذب٤٥٣**(RGB)** از منطقه مورد بررسي، قبل از قطعه‌بندي (الف) و بعد از قطعه‌بندي (ب)

Archive of SID

www.SID.ir

در قطعه‌بندي علاوه بر خصوصيات طيفي، پديده‌ها از نظر شكل و فرم و با تعريف درجه نرمي[1] مرز پديده و درجه فشردگي[2] نيز مورد توجه قرار مي‌گيرند. به قطعات حاصل از قطعه‌بندي، پديده‌هاي اوليه[3] گفته مي‌شود.

فنون طبقه‌بندي

پديده‌هاي حاصل از قطعه‌بندي تصاوير ماهواره‌اي را مي‌توان از طريق فنون توابع عضويت[4] يا نزديك‌ترين همسايه[5] يا تلفيقي از اين دو فن طبقه‌بندي كرد.

طبقه‌بندي با فن نزديك‌ترين همسايه

فن نزديك‌ترين همسايه يكي از فنون سريع طبقه‌بندي در روش شئ–پايه است (eCognition، ۲۰۰۰). اين فن وقتي كه كاربر هيچ‌گونه شناختي براي تعريف ويژگي‌هايي براي تفكيك پديده‌ها نداشته باشد، مفيد واقع مي‌شود (ايويتز و كخ، ۲۰۰۰). اساس اين فن بر پايه معرفي پديده‌هاي نمونه[6] و طبقه‌بندي پديده‌هاي تصوير با خصوصيات تعريف شده[7] براي هر طبقه است. در اين فن پس از ايجاد سلسله مراتب طبقات، براي هر طبقه مشخصه‌هاي طيفي (ميانگين و انحراف معيار در باندها) تعريف مي‌گردد. در مرحله بعد يك‌سري از پديده‌هاي اوليه به‌عنوان پديده نمونه براي هر طبقه انتخاب مي‌شوند. ساير پديده‌ها نيز با توجه به خصوصيات طيفي‌شان به نزديك‌ترين طبقه نسبت داده مي‌شوند.

طبقه‌بندي با فن توابع عضويت

پس از قطعه‌بندي، هر پديده اوليه علاوه بر خصوصيات طيفي، داراي خصوصيات ديگري نيز خواهد بود. اين خصوصيات به‌صورت اطلاعات شكلي (مساحت، طول، پيرامون)، بافت[8]، مفهومي[9] و توپولوژي(ارتباط پديده‌هاي يك سطح نسبت به يكديگر و نسبت به پديده‌هاي ديگر سطوح قطعه‌بندي) براي هر پديده به‌وجود مي‌آيند. اطلاعات مفهومي، اطلاعاتي هستند كه روابط معنايي[10] پديده‌ها (مانند وجود پارك به‌عنوان پوشش سبز در نواحي شهري) در ميان يكديگر را توصيف مي‌كند. در اين روش با توجه به هدف طبقه‌بندي، سلسله مراتب طبقات مورد نظر تشكيل مي‌شود. منظور از سلسله مراتب طبقات، نحوه قرار گرفتن طبقات در مجموعه‌اي است كه هر طبقه مي‌تواند خود به چند زير طبقه تقسيم شود. آگاهي و شناخت از اطلاعاتي كه بتوان بر اساس آنها طبقات مورد نظر را از يكديگر تفكيك و پديده‌ها را به طبقه مناسب خود منتسب كرد، نقش اساسي در اين فن دارد. با توصيف هر طبقه از طريق خصوصيات مناسب با كمك توابع عضويت و قوانين فازي، پديده‌ها طبقه‌بندي مي‌شوند. بر اساس قوانين فازي ميزان تعلق هر يك از پديده‌ها به طبقات مختلف با توجه به دارا بودن خصوصيات تعريف‌شده براي هر طبقه در دامنه بين ۰ تا ۱ نشان داده مي‌شود. مفسر با تعيين حد آستانه[11] تعلق پديده، از طريق توابع مختلف عضويت، آنها را طبقه‌بندي مي‌كند.

طبقه‌بندي به روش شئ– پايه

همان‌طوركه بيان شد، در اين روش طبقه‌بندي، ابتدا تصوير قطعه‌بندي مي‌شود و سپس با تعريف سلسله مراتب، عمل طبقه‌بندي صورت خواهد گرفت. در اين تحقيق روش شي،-پايه با سه خوارزمي نزديك‌ترين همسايه، توابع عضويت و تلفيقي از اين دو خوارزمي اجرا شد.

قطعه‌بندي و طبقه‌بندي با استفاده از فن نزديك‌ترين همسايه

به‌منظور بررسي تاثير داده‌هاي حاصل از پردازش در قطعه‌بندي، مناسب‌ترين باندهاي مورد نظر همراه با داده‌هاي اصلي در قطعه‌بندي شركت داده شدند. قطعه‌بندي تصاوير با استفاده از مناسب‌ترين مقياس و با

۱- Smoothens
۲- Compactness
۳- Primitive Objects
۴- Membership Function
۵- Nearest Neighbor
۶-Sample Objects
۷-Class Descriptions
۸-Texture
۹-Context
۱۰-Semantic
۱۱-Threshold

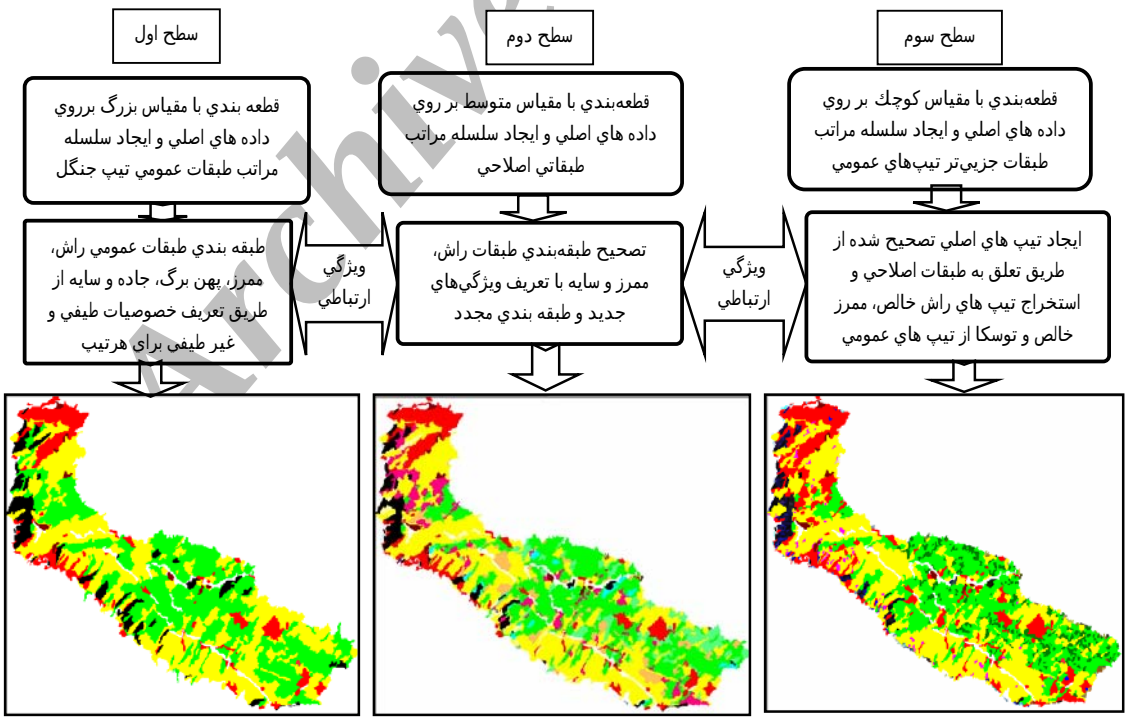
Archive of SID

www.SID.ir

بهتـرين مشخصـه رنـگ و فـرم بـراي هـر دو حالـت از مجموعه‌هاي باندي انجام گرفت. پس از ايجاد سلسله مراتب طبقات، براي هر طبقه (تيپ جنگلي) تعدادي از پديده‌هاي تصوير به‌عنوان پديده‌هاي نمونه انتخاب شـدند. ميـانگين و انحراف معيار تمامي باندها به‌عنوان ويژگي طبقـات در نظـر گرفته شدند. طبقه‌بندي پديده‌هاي تصوير با محاسبه فاصله هر پديده با نزديـك‌تـرين پديـده نمونـه توسـط خـوارزمي صورت گرفت و پديده‌ها به نزديك‌ترين طبقـه هـر پديـده نمونه اختصاص يافتند. نتايج حاصل از اين روش طبقه‌بندي با نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي مقايسه و صحت آن بـرآورد شد.

قطعه‌بنـدي و طبقـه‌بنـدي بـا اسـتفاده از فـن توابـع عضويت

به‌منظور طبقه‌بندي دقيـق و تفكيـك تيـپ‌هـاي جنگـل، قطعه‌بندي بر روي داده‌هاي اصلي و مصنوعي و بـا اسـتفاده از مشخصه‌هاي مختلـف، در سـه سـطح و در مقيـاس‌هـاي مختلف (از بزرگ به كوچك) صورت گرفت. طبقه‌بندي اين قطعات با استفاده از توابع عضويت و روابط مختلف پديده‌ها و با تعريف ويژگي‌هاي مناسب مانند خواص طيفي، شكلي و ارتباطي صورت گرفت (شـكل٤). در سـطح اول تيـپ‌هـاي كلي (راش، ممرز، پهن برگ، جنگلكاري، جاده و سـايه) بـا تعريف خصوصيات طيفـي و غيرطيفـي بـراي هـر طبقـه از طريق توابع عضويت و مجموعه‌هاي فازي تفكيك شدند. در سطح دوم، پديده‌هاي طبقه‌بندي‌شده سطح اول با اسـتفاده از خصوصيات ارتباطي بـا طبقـاتي بـالاتر و ايجـاد طبقـات اصلاحي (غير راش، متعلق بـه راش، غيرممـرز، متعلـق بـه ممرز، غير پهن برگ و...) براي هر طبقه تصحيح شدند. در آخرين سطح تيپ‌هاي جزيي (راش خـالص، ممـرز خـالص، توسكا) از تيپ‌هاي عمومي تفكيك شدند. ايـن عمـل بـراي داده‌هاي اصلي و داده‌هاي اصلي همراه با داده‌هاي مصنوعي به‌طور جداگانه قطعه‌بندي و طبقـه‌بنـدي بـر اسـاس توابـع عضويت و با كمك داده كمكي مانند ارتفاع و جهت صـورت گرفته است.



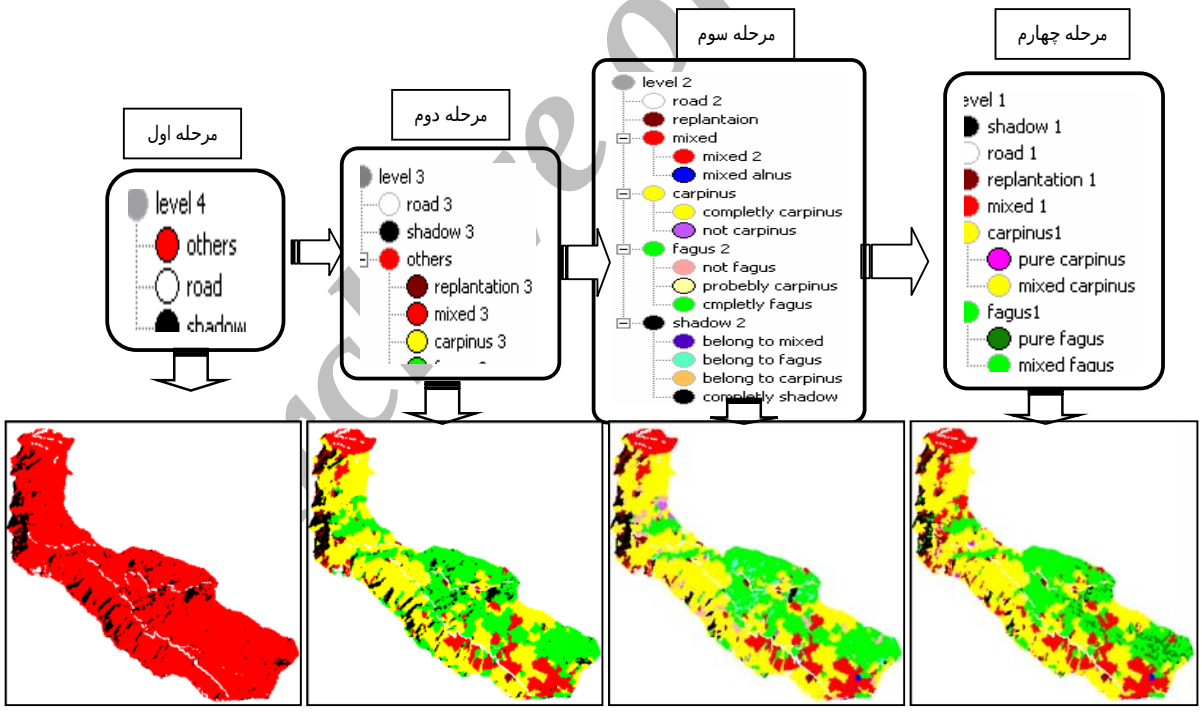
شكل ٤- مراحل طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگل با روش توابع عضويت در سطوح مختلف قطعه‌بندي

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌بندي به روش تلفيقي

در دو بخش گذشته، تفكيك تيپ‌ها با دو فن نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت انجام شد، به‌اين ترتيب كه در هر بخش تمامي تيپ‌ها فقط با يكي از دو فنون ياد شده تجزيه و تحليل قرار شدند. با توجه به محاسن و معايب هر يك از دو فن طبقه‌بندي شئ-پايه و تفكيك‌پذيري نابرابر تيپ‌ها، در اين تحقيق روش شئ-پايه به‌صورت چندمرحله‌اي و با استفاده از هر دو فن به‌طور همزمان نيز مورد استفاده قرار گرفت (شكل ۵). در مرحله اول (مقياس بسيار كوچك)، جاده‌ها و مناطق سايه از طريق خصوصيات طيفي و با استفاده از فن توابع عضويت از ساير مناطق تفكيك شد. در مرحله دوم (مقياس بزرگ) مناطق باقيمانده (غير از جاده و سايه) با استفاده از خصوصيات طيفي قطعات نمونه و با فن نزديك‌ترين همسايه در چهارطبقه راش، ممرز، آميخته و جنگلكاري طبقه‌بندي شدند. در مرحله سوم، تيپ‌هاي حاصل از مرحله قبل قطعه‌بندي شدند و با تعريف طبقات ريزتر مورد اصلاح قرارگرفتند. در مرحله چهارم، پديده‌هاي كوچك حاصل از قطعه‌بندي (مقياس بسيار كوچك) طبقات اصلاحي مرحله قبل، بار ديگر با استفاده از روابط منطقي به طبقات اصلي منتسب شدند. در اين مرحله همچنين طبقات جزيي (راش خالص، ممرز خالص و توسكا) از طبقات اصلي با فن توابع عضويت و خصوصيات طيفي تفكيك شدند. مراحل چهارگانه مذكور در شكل۵ ارائه شده است. اين روش بر روي مجموعه باندهاي اصلي و مجموعه باندي از باندهاي اصلي و مصنوعي اجرا و صحت نتايج حاصله برآورد شد.



شكل ۵- سلسله مراتب طبقه‌بندي تيپ‌ها با روش تلفيقي نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت در سطوح مختلف

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٢- نتايج بررسي صحت طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگل با روش شيء-پايه (تلفيقي)

Overall accuracy: ٠/٦٠٦٥ **Kappa accuracy:** ٠/٤٤٤٠		
تيپ	صحت كاربر	صحت توليدكننده
راش خالص	٠/٢٩٢٠	٠/٢٦٤٧
راش آميخته	٠/٦٣٤١	٠/٦٩٣٩
ممرز خالص	٠/٢٠٥٩	٠/٤٢٠٠
ممرز آميخته	٠/٧٠٨٥	٠/٦١٦٢
توسكاي آميخته	٠/٧٢٠٠	١/٠٠٠٠
پهن‌برگ مخلوط	٠/٤٩٨٦	٠/٦٥٥٠
جنگلكاري	٠/٤٣٠٠	٠/٨٨٧٣

جدول ٣- مقايسه نتايج طبقه‌بندي به روش‌هاي شئ-پايه و پيكسل-پايه در باندهاي اصلي **ETM+**

طبقه‌بندي به روش پيكسل-پايه (حداكثراحتمال)	طبقه‌بندي به روش شيء-پايه			
	فن نزديك‌ترين همسايه	فن توابع عضويت	فن چندمرحله‌اي	
صحت كلي (%)	٤٣/٧	٥٧/٣	٤٨/٨	٥٨/٥
ضريب كاپا (%)	٢٣/٣	٣٨/٧	٢٨/١	٤١

جدول ٤- مقايسه نتايج طبقه‌بندي به روش‌هاي شيء-پايه و پيكسل-پايه در بهترين مجموعه باندهاي اصلي و مصنوعي **ETM+**

طبقه‌بندي به روش پيكسل-پايه (حداكثراحتمال)	طبقه‌بندي به روش شيء-پايه			
	فن نزديكترين همسايه	فن توابع عضويت	فن چندمرحله‌اي	
صحت كلي (%)	٤٦/٧	٥٧/٢	٥١/٣	٦٠/٧
ضريب كاپا (%)	٢٥/٧	٣٧/٧	٣٠/٥	٤٤/٤

نتايج

نتايج حاصل از طبقه‌بندي تصاوير به روش‌هاي پيكسل-پايه و شئ-پايه با نقشه واقعيت زميني نمونه‌اي مقايسه و جداول خطا[1] تشكيل شدند. بر اساس اين جداول معيارهاي صحت محاسبه شدند. جدول ٢ يكي از اين موارد را نشان مي‌دهد. نتايج روش‌هاي مختلف طبقه‌بندي نيز بر اساس معيارهاي صحت كلي و ضريب كاپا ارزيابي شدند (جداول ٣ و ٤).

بحث

محققان در استفاده از داده‌هاي ماهواره‌اي در تفكيك و طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگل براي كاربرد اين داده‌ها به‌عنوان راه‌حل مناسب و جايگزين روش‌هاي متداول زميني، هنوز

١- Error matrix

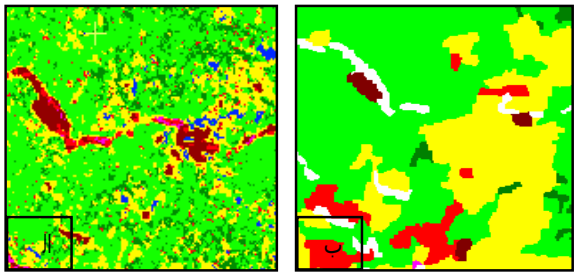
Archive of SID

www.SID.ir

به نتايج قابل توجهي دست نيافته‌اند (درويش صفت،۱۳۷۵؛ عباسي،۱۳۸۰؛ ناصري،۱۳۸۲). پايين بودن نسبي ميزان صحت نتايج در هر دو روش به‌كار گرفته شده در اين تحقيق نيز موید اين مطلب است. تفكيك‌پذيري كم بعضي از طبقه‌ها به دليل همپوشاني و تداخل بازتاب طيفي آنها، نزديكي تيپ‌ها كه ناشي از روش‌هاي برآورد ميزان و درصد گونه‌هاي تشكيل‌دهنده و تعيين نوع تيپ‌هاست، عدم به‌كارگيري داده‌هاي مناسب طيفي و روش‌هاي طبقه‌بندي، از جمله دلايل اصلي پايين بودن صحت كلي نتايج است. بررسي استفاده از فنون و روش‌هاي مناسب طبقه‌بندي كه بتواند موجب تفكيك بهتر تيپ‌هاي جنگل و در كل افزايش صحت نتايج و بهبود نتايج طبقه‌بندي شود، مدنظر بيشتر تحقيقات است. نتايج اين تحقيق نشان داده است كه صحت‌هاي كاربر و توليدكننده هر يك از طبقه‌ها متفاوت و از ۲۰ تا ۱۰۰ درصد متغير است كه احتمال دارد به دلايل ذكر شده در بالا باشد.

نتايج به‌دست آمده از روش طبقه‌بندي پيكسل-پايه نشان داد كه در اين روش به‌دليل استفاده صرف از ارزش‌هاي طيفي پيكسل‌ها در طبقه‌بندي، تصوير طبقه‌بندي‌شده كيفيت كمتري دارد و از نرمي و يكنواختي خوبي برخوردار نيست (شكل٦). اين مطلب در مورد تفكيك تيپ‌ها كه بايد داراي يك حداقل سطح و به‌نوعي ارزش طيفي به‌نسبت مشابه باشند، بيشتر مورد اشكال خواهد بود.

در روش شيء-پايه بعد از اجراي قطعه‌بندي از طريق گروه‌بندي پيكسل‌هاي همگن، تفكيك پديده‌ها بهتر صورت گرفت. نتايج نشان داد كه افزايش همگني در درون پديده‌ها همراه با توانايي روش شيء-پايه در به‌كارگيري دانش كارشناسي مرتبط با پديده‌ها، به‌طور كلي موجب افزايش صحت كلي و ضريب كاپا به ترتيب به مقدار ۱۷ و ۱۹درصد شده است. بنابراين مي‌توان انتظار داشت كه‌اين روش براي تفكيك پديده‌هاي موضوعي همگن بويژه در زمينه تفكيك پديده‌هايي كه در طبيعت يكنواختي و همگني خوبي دارند، بسيار مفيد واقع شود.



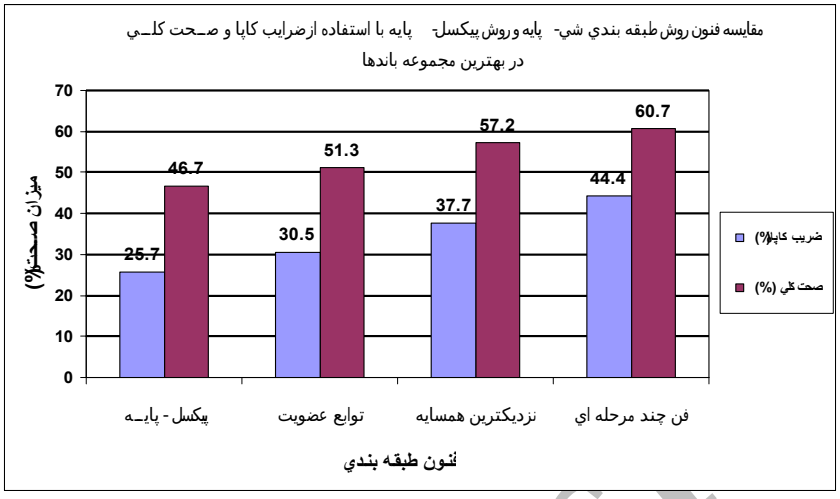
شكل ٦- مقايسه كيفيت نتايج طبقه‌بندي‌شده به روش پيكسل-پايه (الف) و شيء-پايه (ب)

در واقع در روش طبقه‌بندي شئ-پايه با توجه به در نظر گرفتن مقياس يا تعداد دفعات ادغام پيكسل‌هاي مشابه از نظر طيفي و ديگر شاخص‌ها در عمل قطعه‌بندي، همگن شدن تصوير طبقه‌بندي‌شده به‌نوعي در نظر گرفته شده و موجب مي‌شود تصويري بدون نوفه داشته باشيم و اين كار صحت را نيز افزايش مي‌دهد.

در بين فنون شئ-پايه به‌كار گرفته شده براي طبقه‌بندي، فن تلفيقي(نزديك‌ترين همسايه و توابع عضويت) توانسته است نتيجه بهتري را نسبت به هر يك از اين دو روش ديگر ارائه كند. اين فن با طبقه‌بندي چندمرحله‌اي پديده‌ها از طريق طبقه‌بندي پديده‌هاي بزرگ و همگن‌تر با فن نزديك‌ترين همسايه و تفكيك پديده‌هاي كوچك‌تر در درون پديده‌هاي بزرگ با روش توابع عضويت، توانسته است بعضي از پديده‌ها را كه به غلط طبقه‌بندي شده بودند، به طبقات واقعي خويش منتسب كند. در روش شئ-پايه مي‌توان با استفاده از مقياس‌هاي مختلف، پديده‌هايي را كه از نظر اندازه متفاوت‌اند، به‌صورت سلسله مراتبي تفكيك كرد. اين امكان در اين تحقيق به‌خوبي به‌كار گرفته شد و تيپ‌هاي جنگل، جاده‌ها و مناطق سايه در مراحلي جداگانه از يكديگر تفكيك شدند (شكل٥). بررسي صحت نتايج همچنين نشان داد كه استفاده از باندهاي مصنوعي در طبقه‌بندي در مقايسه با استفاده از داده‌هاي اصلي+ETM موجب بهبود صحت كلي به مقدار ۲/۵ تا ۵/۵ درصد شده است. شكل۷ تفاوت ها را به‌صورت نموداري نشان مي‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شكل ٧- نمودار مقايسه نتايج حاصل از فنون مختلف طبقه‌بندي شيء- پايه و روش طبقه‌بندي پيكسل- پايه با استفاده از صحت كلي و ضريب كاپا

در كل مي‌توان نتيجه گرفت كه اگرچه ميزان صحت نتايج طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگل به‌طور نسبي كم است، ولي اين تحقيق روشن ساخته است كه روش طبقه‌بندي شيء-پايه به دليل قابليت‌هايي كه دارد، در مقايسه با روش پيكسل- پايه توانسته است تيپ‌هاي جنگل را در تصاوير ماهواره‌اي تفكيك و طبقه‌بندي كند.

تشكر و قدرداني

از پروفسورKlaus Itten مدير بخش سنجش از دور انستيتوي جغرافياي دانشگاه زوريخ به‌دليل فراهم ساختن امكانات انجام اين تحقيق و پشتيباني‌هاي لازم قدرداني مي‌شود. اين تحقيق با استفاده از اعتبارات پژوهشي دانشگاه تهران انجام شده است.

منابع

١- درويش صفت، علي اصغر، ١٣٧٦. مقايسه قابليت‌هاي داده‌هاي ماهواره‌هاي لندست و اسپات جهت تهيه نقشه جنگل و تيپ‌بندي آن، مجله منابع طبيعي ايران، ٥٠ (١)، ٦٨-٦١.

٢- عباسي، مژگان، ١٣٨٠. بررسي تهيه نقشه تيپ راش با استفاده از داده‌هاي سنجنده +ETM در سري چليـر جنگـل خيرودكنار نوشهر، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد دانشگاه تهران، ١١٤ص.

٣- شتايي، شعبان و محمدرضا مروي مهاجر، ١٣٨١. نقش درختان قطور در تعيين و تفكيك تيپ‌هاي جنگلي (مطالعه موردي: جنگل آموزشي و پژوهشي خيرودكنار)، مجله منابع طبيعي ايران، ٥٥ (٣): ٣٦٢-٣٥٥.

٤- ناصري، فرزين، ١٣٨٢. طبقه‌بندي تيپ‌هاي جنگلي و برآورد مشخصه‌هاي كمي آنها با استفاده از داده‌هاي ماهواره‌اي در جنگل‌هاي مناطق خشك و نيمه‌خشك، پايان‌نامه دكتري جنگلداري دانشگاه تهران، ١٥٥ص.

5- Alpine, P., P. Atkinson & P. Curran, 1999. Pre-field Classification of Land Use the Forthcoming Very Fine Resolution Satellite Sensors: Problems and Potential Solution. In: Atkinson/Tad (eds.), Advances in Remote Sensing and GIS Analysis, John Wiley & Sons, 219-239.

Archive of SID

www.SID.ir

6- Baatz, M. & A. Schape, 1999. Object-oriented and Multi Scale Image Analysis in Semantic Networks, Proceeding of the 2nd international symposium on remote sensing,16-22 August, Ensched, ITC.

7- Blaschke, T., S. Lang, E. Lorup, P. Strobl & J. Zeile, 2000. Object- Oriented Image Processing in an Integrated GIS/ Remote Sensing Environment and Perspectives for Environmental Applications, Metropolis reflag, Marburg, Vol 2: 555-570.

8- De Kok, R. T. Schneider, M. Baatz & U. Ammer, 1999. Object based image analysis of high-resolution data in the Alpine forest area, Proceeding of Joint WSFISPRS WG I/1, I/3, and IV/4: SENSORS AND MAPPING FROM SPACE, Hanover, 27-30.

9- eCognition User guide, 2000. http:\\www.definiens-imaging.com.

10- Gorte, B., 1998. Probabilistic Segmentation of remotely sensed images, ITC Publication 63, Ph.D. Thesis, Ensched, ITC.

11- Ivits, E. & B. Koch, 2000. Object-oriented Remote Sensing tools for biodiversity assessment: An European Approach, http:\\www.definiens-imaging.com

12- Haralick, R.M., K. Shanmugane, & I. Dinsteine, 1973. Textural features for image classification, Proceeding of IEEE, 610-621.

13- Hildebrandt, G., 1996. Fernerkundung und Luftbildmessung, für Forestwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie.

14- Jensen, J.R., D. Cowen, J.D. Althausen, S. Narumalani & O. Weatherbee, 1993. An Evaluation of the Coast Watch Change Detection Protocol in South Carolina, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59(6): 1039-1046.

15- Schwarz, M., CH. Stein Meier & L. Waser, 2001. Detection of storm losses in Alpine forest areas by different methodical approaches using high-resolution satellite data, proceeding of 21st EARSOL Symposium, Paris.

16- Willhauck, G, 2000. Comparison of object oriented classification techniques and standard image analysis for the use of change detection between SPOT multi spectral satellite images and aerial photos, ISPRS, Vol. XXXIII, Amsterdam.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of pixel-based and object-based approaches for forest type mapping using satellite data

S. Shataee*[1], A. A. Darvishsefat[2] and H. Sobhani[3]
[1] Assistant prof, Faculty of Forestry, Agricultural Sciences and Natural Resources, University of Gorgan, Gorgan, I.R. Iran
[2] Associate prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
[3] Associate prof, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I.R. Iran
(Received 2004 Sept 20, Accepted 2005 Sept 3**)**

Abstract

There are various methods for classifying phenomena in satellite images. Conventional methods of classification are pixel-based. Satellite images may also be classified using object-based methods. In this method, a group of pixels that form the phenomenon are selected. In order to compare pixel-based and object-based methods in distinguishing forests types, this research was conducted in Forest Research Station of Tehran University in the central Caspian forests. The Landsat 7 ETM+ image was analysed. First, a precise orthorectification was done. Then, enhancement techniques, including PCA, Tesseled cap, and rationing, were employed. In the pixel-based method the Maximum likelihood classifier was used and the forest types classified were pure beech, mixed beech, pure hornbeam, mixed hornbeam, mixed alder, mixed and plantation areas. In object-oriented approach, three classification methods of nearest neighbour, membership function, and an integrating of both methods were used. In each method the best segmentation parameters were applied in order to extract the homogenous area as a forest type. By nearest neighbour method, after segmentation, some objects in each type were selected as training objects. By membership function method, classification was done by three steps and segmentation levels. At each level, forest types hierarchically were extracted by determining the best fuzzy logic and function. The third method (combined of two first methods) was performed by four segmentation and classification levels. To generate a ground truth map of forest general types, a systematic random sampling method with 193 plots with one hectare area was done in the forest. In each plot, forest type was determined by computing tree species frequencies using two methods: total number of each species and, a frequency of each species in 100 thick tree classes. The accuracy assessment of forest type maps showed that the object-oriented classification approach considerably improved the results comparing with pixel-based classification approach (from 25.5% to 44.4%). The study also indicated that the combined nearest neighbour and membership function methods could improve the results over the other techniques.

Key word: Forest type, Classification, ETM+, Pixel-base, Object-base, Nearest neighbor, Membership function

* Corresponding author: Tel: 0171-2245882 , Fax: 0171-2245964 E-mail: shataee@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir