

مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای (مورد شناسی: شهر ایلام)

صالح آرخی* (استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه گلستان گرگان، ایران)

شیرین کلوی (دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه پیام نور، تهران شرق، ایران)

چکیده

یکی از عوامل مهم برای برنامه‌ریزی و مدیریت شهری به خصوص در راستای نیل به توسعه پایدار در نواحی شهری و استفاده بهینه از سرزمین، در دسترس بودن اطلاعات صحیح و بهنگام از وضعیت کاربری اراضی مناطق شهری است. در این راستا، هدف از انجام این تحقیق مقایسه دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر ETM^+ در شهر ایلام با استفاده از نرم‌افزار Idrisi Selvi است. پس از تهیه تصویر مربوط و اعمال تصحیح هندسی و رادیومتریک بر روی تصویر با استفاده از دو روش مذکور، نقشه کاربری اراضی استخراج شد. برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از شاخص‌های صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا تصویری با وضوح بهتر نسبت به روش طبقه‌بندی پیکسل پایه ارائه می‌دهد. نتایج برآورد دقت هم نشان می‌دهد که روش شیء‌گرا در هر دو شاخص صحت کل و ضریب کاپا با مقادیر به ترتیب ۹۴ درصد و ۹۱ درصد نسبت به روش پیکسل پایه با صحت کل و ضریب کاپا با مقادیر به ترتیب ۸۸ درصد و ۸۶ درصد، دقیق‌تر است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق پیشنهاد می‌شود که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مناطق شهری مورد استفاده قرار گیرد.

تاریخ دریافت: ۲ تیر ۱۳۹۶

تاریخ پذیرش: ۱۲ اسفند ۱۳۹۶

صفحات: ۱-۱۶



کلید واژه‌ها:

کاربری اراضی، طبقه‌بندی پیکسل پایه، طبقه‌بندی شیء‌گرا، ETM^+ ، شهر ایلام، ایدرسی سلوا.

* نویسنده مسئول: دکتر صالح آرخی

پست الکترونیک: arekhi1348@yahoo.com

مقدمه

کاربری اراضی از دو کلمه کاربری و اراضی تشکیل شده است. اراضی به همه امکانات طبیعی یا خصوصیات و شرایط طبیعی یک محل نظیر اقلیم، زمین شناسی، خاک، توپوگرافی، هیدرولوژی و... اطلاق می شود. کاربری یعنی استفاده از امکانات موجود برحسب نیازهای انسانی که ممکن است منطبق بر استعداد اراضی و به شیوه های علمی یا به روش سنتی و احتمالاً تخریب کننده اراضی باشد (FAO, 1981:66).

توسعه فیزیکی شهرها فرایندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده های فیزیکی شهر و فضای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می یابد. اگر این روند سریع و بی برنامه باشد، ترکیب فیزیکی مناسبی برای فضاهای شهر به وجود نخواهد آمد؛ در نتیجه سیستم های شهری را با مشکلات عدیده ای مواجه خواهد ساخت. همواره باید به این نکته توجه داشته باشیم که بدون برنامه ریزی کاربری اراضی نمی توان به الگوی بهینه زیست در شهرها دست یافت؛ بنابراین برنامه ریزی کاربری اراضی شهری از جنبه های اصلی ساخت شهر است که به کمک آن می توان مشکلات و مسائل شهرها را حل کرد و نوع استفاده از سرزمین در شهر را در راستای سازماندهی مناسب فضایی و ساخت شهر مهیا کرد. نقشه کاربری اراضی که در آن نوع و الگوی مکانی استفاده از سرزمین مشخص شده است، برای برنامه ریزی های فعلی و آتی اراضی شهری بسیار مهم است. مهم ترین مشکل در این زمینه، فقدان نقشه به روز و دقیق مورد نیاز در جهت برنامه برای توسعه شهر است (فردوسی، ۱۳۸۴؛ ثروتی و همکاران، ۱۳۸۸: ۱۳-۲۹). روش های سنتی برای بررسی کاربری اراضی مانند نقشه برداری زمینی عموماً وقت گیر و پرهزینه هستند. در حالی که، داده های ماهواره ای با توجه به ویژگی های برتر خود مثل پوشش وسیع، قابلیت تکرار و بهنگام شدن مداوم، می تواند

به عنوان گزینه اول در بحث شناخت و تهیه کاربری اراضی مطرح باشد. به روز بودن و صحت این نقشه ها می تواند نقش چشم گیری در مدیریت و برنامه ریزی شهری داشته باشد (Yaghoobzadeh & Akbarpour., 2011:5-22).

هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره ای، تهیه نقشه های موضوعی و کارآمد است. انتخاب روش مناسب طبقه بندی نقش مهمی در این امر ایفا می کند. بسیاری از روش های طبقه بندی از جمله روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله و...، از اطلاعات طیفی موجود در باندهای تصویر استفاده می کنند. در این روش ها انتظار آن است که پیکسل های با درجه روشنایی بیشتر یا کمتر در فضایی چندطیفی و در خوشه هایی متناسب با انواع پوشش زمینی گروه بندی شوند (Borri et al: 2005). بر اساس تحقیقات انجام شده، این روش ها توانایی محدودی در جدا کردن کلاس هایی دارد که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می شوند (Gao et 2009; al, 2009; 219-236; Yan, 2003: 3-99); در نتیجه در سال های اخیر با پیشرفت تکنولوژی پردازش کامپیوتری، روش های جدیدی برای طبقه بندی تصاویر با تفکیک بالا و متوسط ارائه شده است؛ به عنوان مثال، استفاده از روش های شبکه عصبی^۱، تصمیم گیری درختی^۲، روش های منتج از تئوری منطق فازی^۳، استفاده از اطلاعات ثانویه نظیر بافت، زمینه و عوارض زمینی از مهم ترین این روش ها هستند (Yan, 2003: 3-99). بر اساس ویژگی پردازش تصویر، برای استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره ای در این روش ها، آن ها را می توان به دو گروه عمده تقسیم کرد که عبارت اند از: الف) روش طبقه بندی مبتنی بر ارزش های عددی عناصر تصویری

1. Neural Network
2. Decision Tree
3. Fuzzy Logic

طيفي تقريباً مشابه تفكيك مي‌شوند (Hussaina et al, 106-91: 2013)) به‌طور خلاصه، تفاوت‌هاي اساسي بين روش‌هاي پيكسل پايه و شي‌گرا به شرح زير است: اولاً، در روش شي‌گرا واحد اساسي پردازش تصوير، يك واحد مجزا يا مجموعه‌اي از پيكسل‌ها (خوشه) است، نه پيكسل‌هاي منفرد. دوماً، برخلاف روش پيكسل پايه، خروجي اين روش نقشه موضوعي است كه قابليت ذخيره مستقيم و بدون پردازش اضافي را به سيستم اطلاعات جغرافيايي دارد (Flanders et al, 452-441: 2003).

اختلاف اساسي اين دو روش، در اين است كه روش اول منجر به نتيجه‌اي موضوعي مي‌شود كه علت آن علامت‌گذاري پيكسل‌ها يا نواحي است كه با معيارهاي معرفي شده مطابقت داشته‌اند؛ در حالي كه در روش دوم همه تصوير به واحدهاي مجزا تبديل مي‌شود. در واقع اين روش، پيكسل‌هاي تصوير را در گروه‌هايي كه منطبق بر معيارهاي يكنواختي است، طبقه‌بندي مي‌كند؛ بنابراین، روش شي‌گرا ابتدا براي شناسايي واحدهاي اساسي طبقه‌بندي اقدام به قطعه‌بندي كامل تصوير مي‌كند (Baatz et al, 2004).

از جمله تحقيقات انجام گرفته در رابطه با اين مطالعه مي‌توان به موارد زير اشاره كرد:

گائو و همكاران (۲۰۰۹) با استفاده از تصاوير ماهواره‌اي MODIS اقدام به استخراج شاخص‌هاي گياهي كردند. آن‌ها با استفاده از طبقه‌بندي شي‌گرا موفق شدند صحت طبقه‌بندي را ۵/۲ درصد نسبت به ساير روش‌هاي طبقه‌بندي افزايش دهند (Gao et al, 2009: 236-219). يو و همكاران (۲۰۱۱) در تحقيقي با استفاده از روش طبقه‌بندي شي‌گرا و تصاوير GeoEye اقدام به استخراج نقشه کاربري اراضي كردند و نشان دادند كه اين روش داراي صحت بالايي است (et al, 737-733: 2011). Yu) پتروپولوس و همكاران (۲۰۱۲) با استفاده از دو روش شي‌گرا و ماشين بردار پشتيبان

يا پيكسل (پيكسل پايه^۱)؛ ب) روش طبقه‌بندي مبتني بر شي‌هاي تصويري (شي‌گرا^۲) (73-84: 2010: Fazizadeh & Helali) كه علاوه بر ارزش‌هاي عددي از اطلاعات مربوط به محتوا، بافت و زمينه نيز در فرايند طبقه‌بندي تصاوير استفاده مي‌كند.

نكته مهم در اين زمينه، اجرائي روش‌هاي بهينه طبقه‌بندي و استخراج اطلاعات مفيد از داده‌ها با توان تفكيك مكاني بالا^۳ است. همواره با افزايش توان تفكيك مكاني تصاوير، نتيجه طبقه‌بندي بهتر نمي‌شود؛ چرا كه کاهش اندازه پيكسل‌ها موجب تغييرات شديد درون طبقه‌اي^۴ و کاهش صحت طبقه‌بندي در روش‌هاي سنتي و پيكسل پايه مي‌شود (Schiewe, 242-235: 2002). با افزايش توان تفكيك مكاني، تفاوت طيفي پيكسل‌هاي درون هر طبقه بيشتري مي‌شود، تفكيك‌پذيري طبقات کاهش مي‌يابد و در نتايج طبقه‌بندي به دليل اينكه تك پيكسل‌هاي طبقه‌بندي شده با پيكسل‌هاي مجاور خود تفاوت دارند، حالت فلفل-نمكي^۵ ظاهر مي‌شود (et al, 2006: 799-811 Yu). از سوي ديگر، در اين نوع تصاوير كه اندازه پيكسل از بسياري از پديده‌ها كوچك‌تر است و امكان به دست آوردن اطلاعات تركيبي از آن‌ها وجود دارد، روش شي‌گرا از نظر تئوري و عملي منطقي‌تر است (Baatz & Schape, 1999). روش شي‌گرا بر پايه قطعه‌بندي^۶ استوار است. قطعه‌بندي به مفهوم تفكيك پديده‌ها يا قطعه‌هاي موضوعي و همگن در تصوير است. در تجربه‌هاي اوليه قطعه‌بندي، تجزيه و تحليل اطلاعات بر پايه پيكسل استوار بوده است؛ بدین معنی كه تصوير با استفاده از اطلاعاتي در زمينه محدوددها مانند مرز زمين کشاورزي، به مناطق همگن با ارزش

1. Pixel based
2. Object oriented
3. Spatial High Resolution
4. Intra class
5. Salt-pepper Effect
6. Segmentation

در ایران نیز فیضی زاده و هلالی (۱۳۸۹) در تحقیقی روش های پیکسل پایه و شیء گرا را مقایسه کردند و نتیجه گرفتند که روش طبقه بندی شیء گرا با افزایش دقت ۷٪ در هر دو شاخص صحت کلی و کاپا، در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای از دقت بالاتری برخوردار است (Fazizadeh & Helali, 2010: 73-84). خسروی و مؤمنی (۱۳۹۲) از روش شیء گرا برای شناسایی ساختمان ها در تصاویر دارای قدرت تفکیک مکانی بالا استفاده کردند و بر کارایی مناسب و قابلیت این روش برای استفاده از ویژگی های غیرطیفی در جهت استخراج ساختمان ها اشاره کردند (Khosravi & Momeni, 2012: 10). کرمی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق با استفاده از روش شیء گرا اقدام به تهیه نقشه فرسایش آبکندی کردند و بر دقت بالای این روش نسبت به سایر روش های متداول تأکید کردند (Karami et al, 2012: 8). فیضی زاده و حاج میر رحیمی (۱۳۸۶) از تصاویر TM لندست و HDR ماهواره اسپات استفاده کردند و تغییرات فضای سبز شهر تبریز را با استفاده از روش طبقه بندی شیء گرا مورد مطالعه قرار دادند. براساس تحقیق این محققان مشخص شد که بیش از ۴۶ درصد از فضای سبز شهر تبریز در یک دوره ۱۶ ساله تخریب شده است. یکی از مهم ترین مشکلاتی که باعث می شود از روش شیء گرا کمتر استفاده شود، نبودن نرم افزار مربوط به آن است. تاکنون تمامی کارهای انجام گرفته در زمینه این روش با استفاده از نرم افزار eCognition بوده است. در این تحقیق روش طبقه بندی شیء گرا با استفاده از نسخه جدید نرم افزار ایدرسی سلوا (IDRISI Selva) انجام شده است که یک نرم افزار با قابلیت دسترسی برای عموم است. بدین منظور این تحقیق با هدف مقایسه دو روش طبقه بندی پیکسل پایه و شیء گرا و تهیه نقشه کاربری اراضی با این دو روش است و

(SVMs) اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی کردند و نشان دادند که هر دو روش برای تهیه نقشه کاربری اراضی مناسب هستند؛ ولی روش شیء گرا دارای صحت کلی و ضریب کاپای بالاتری نسبت به روش ماشین بردار پشتیبان است (Petroopoulos et al, 2012: 99-107). ماکای (۲۰۱۳) در تحقیقی به تحلیل ساختار روش شیء گرا پرداخته است و نشان داد که در این روش داده ها با هم ترکیب شده و قطعاتی را ایجاد می کنند که این قطعات کمک بسیاری به حل مشکلات طبقه بندی و افزایش دقت تصویر نهایی می کنند (Mackie, 2013: 3-9). هوساین و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از روش های پیکسل پایه و شیء گرا و تصاویر VHR (تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا) اقدام به بررسی روند تغییرات کاربری اراضی کرده اند و نشان دادند که روش شیء گرا پتانسیل بیشتری برای بررسی روند تغییرات کاربری اراضی دارد (Hussaina 2013: 91-106). پویسانت و همکاران (۲۰۱۴) در تحقیقی با استفاده از روش شیء گرا اقدام به تهیه نقشه جنگل های سطح شهر کردند و نشان دادند که روش شیء گرا نقشه ای دقیق و در عین حال با تفکیک قوی عناصر سبز تولید می کند (et al, 2014: 235-245). زو و همکارانش (۲۰۰۵) با استفاده از تصاویر ماهواره ای به مطالعه فضای سبز شهرهای بالتیمور و مرلیند پرداخته اند و مساحت آن ها را به دست آوردند. آن ها در کار خود از تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک بالا و عکس های هوایی رقومی استفاده کردند و پس از اعمال مراحل پیش پردازش و پردازش در مرحله طبقه بندی تصویر از روش طبقه بندی شیء گرا استفاده و تصویر ماهواره ای را در محیط نرم افزار eCognition طبقه بندی کردند. این محققان پس از تحلیل نتایج، بر کارآمدی روش طبقه بندی شیء گرا در کار خود تأکید می کنند.

داده‌ها و پردازش تصاویر

برای استخراج نقشه کاربری اراضی ابتدا تصویر سنجنده لندست را از پایگاه اینترنتی^۱ GLCF در دوره زمانی مناسب انتخاب و دانلود انجام شد. تصویر انتخاب شده مربوط به سنجنده لندست ۷ در تاریخ ۲۴/۵/۲۰۰۷ (۱۳۸۶/۳/۳) است. این تصویر از سری تصاویر در دسترس از ماهواره لندست است که دارای گپ ناشی از اصلاح‌کننده خط اسکن است. لازم به یادآوری است که برای پر کردن فاصله^۲ تصویر⁺ ETM از ماژول Landsat7ETM+Destripe نرم‌افزار ENVI 4.7 استفاده شد. همچنین در انجام این مطالعه از نرم‌افزارهای Google Earth 9.3، Arc GIS 9.3، ENVI 4.7 و IDRISI Selva 17 نرم‌افزار از تصویر از نرم‌افزار استفاده شد.

روش تحقیق

تصحیح هندسی

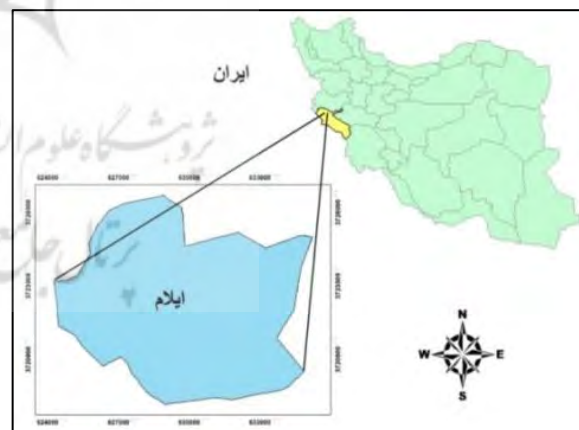
در این مطالعه، به منظور تصحیح هندسی، از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱/۵۰۰۰۰ تهیه شده از سازمان جغرافیایی ارتش استفاده شد. در این مرحله اقدام به اعمال تصحیح هندسی بر روی تصویر شد و تصویر مربوط با استفاده از روش تصویر- وکتور، زمین مرجع شد. برای این کار از ۴۷ نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب و در تقاطع جاده‌ها، آبراهه‌ها و... استفاده شد تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورد استفاده قرار می‌گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات وکتور تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده، از تابع درجه اول استفاده شد و برای نمونه‌گیری مجدد ارزش پیکسل‌های تصویر تصحیح نشده از روش نزدیک‌ترین همسایه استفاده شد.

در نهایت براساس روش دقیق تر نقشه کاربری اراضی منطقه استخراج خواهد شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر ایلام در مرکزیت استان ایلام در مختصات جغرافیایی ۲۵° ۴۶' طول شرقی و ۳۸° ۳۲' عرض شمالی واقع شده است. منطقه مورد مطالعه محدوده‌ای به وسعت ۶۲۰/۱۳۰ هکتار در استان ایلام و ارتفاع مرکز شهر ۱۴۴۰ متر از سطح دریاست (شکل ۱). منطقه ایلام از نظر تقسیمات زمین‌شناسی در بخش زاگرس چین خورده قرار گرفته و امتداد ناهمواری‌ها به تبعیت از سیستم زاگرس، شمال غربی - جنوب شرقی است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان ایلام، ۱۳۸۵). میانگین بارش سالانه آن حدود ۶۱۶ میلی‌متر است (نجفی، ۱۳۸۹: ۱۹۲). در ضمن، این شهر دارای اقلیم سرد و کوهستانی و حداقل و حداکثر دمای آن ۷- تا ۴۳ درجه سانتی‌گراد است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

1. Global Land Cover Facility
2. Gap filling

تصحیح رادیومتریک

تصحیح رادیومتریک از تکنیک های پیش پردازش است که ارزش های فیزیکی را نوسازی می کند که ممکن است به دلیل سنجنده، زاویه خورشید، توپوگرافی و اتمسفر باشد. بازتاب پدیده های زمینی و برخورد آن با اتمسفر باعث ایجاد تغییراتی در میزان بازتاب به دست آمده از جسم به سنجنده می شود. به همین منظور برای تصحیح و نزدیک تر شدن به اندازه واقعی بازتاب و کاهش اثرات اتمسفر از روش های تصحیح رادیومتریک استفاده می شود. دو نوع تصحیح رادیومتریک وجود دارد؛ تصحیح رادیومتریک مطلق و تصحیح رادیومتریک نسبی. روش تصحیح رادیومتریک مطلق نیازمند ورود داده های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است. انجام این تصحیح در اغلب موارد به دلیل عدم دسترسی به پارامترهای مورد نیاز کار بسیار سختی است (Du et al., 2002: 123-134). در مقابل تصحیح رادیومتریک نسبی با هدف کاهش متغیرهای اتمسفریک و غیرمنتظره در میان تصاویر چندزمانه صورت می گیرد. یکی از روش های تصحیح رادیومتریک نسبی، کاهش تیرگی پدیده^۱ است. در حالت ایده آل پدیده های تیره رنگ دارای تابش صفر در همه طول موجها هستند. در این روش فرض می شود که در هر باند از تصویر می توان پیکسل هایی یافت که مقادیر آنها صفر یا نزدیک به یک است (مثل آب). به این ترتیب اثر اتمسفری تابش انحرافی به صورت یک مقدار ثابت به پیکسل ها در هر باند اضافه می شود؛ به همین دلیل برای حذف خطای رادیومتریک بایستی ارزش پیکسل های هر باند از حداقل DN مربوط به هر باند کم شود. کاهش تیرگی پدیده یک روش ساده است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می شود

(Chavez & Mackinnon, 1994: 571-583). در این مطالعه نیز از روش فوق برای تصحیح رادیومتریک استفاده شد.

انتخاب نمونه های تعلیمی

برای هر دو روش طبقه بندی پیکسل پایه و شیء گرا یک رشته از پیکسل ها به عنوان نمونه های تعلیمی برای الگوی مشخصات طیفی طبقات انتخاب شد (86-96 Wang et al., 2004: 5655-5668؛ Dehvari & Heck, 2009: 86-96). برای انواع کاربری های موجود در منطقه شامل: اراضی مسکونی، اراضی کشاورزی، اراضی بایر، جنگل و باغ، نمونه هایی از طبقات به تعداد مناسب و متناسب با فراوانی و پراکندگی هر طبقه در منطقه و براساس اطلاعات میدانی نمونه های تعلیمی انتخاب شدند.

طبقه بندی با الگوریتم حداکثر احتمال در روش پیکسل پایه

در روش پیکسل پایه، پیکسل به عنوان واحد اصلی محسوب شده و ارزش های عددی تصویر، مبنای طبقه بندی را تشکیل می دهد. این روش طبقه بندی براساس روش های آماری به صورت نظارت شده و نظارت نشده انجام می شود و در آن یک پیکسل تنها در یک کلاس قرار می گیرد. این دیدگاه کلاسیک براساس تئوری باینری استوار است. با این تئوری، یک پیکسل در یکی از کلاس ها طبقه بندی می شود یا اینکه در هیچ از کلاس ها ارزیابی نشده و به صورت طبقه نشده باقی می ماند. براساس تئوری باینری، پیکسل ها در محدوده همپوشان عوارض تنها در یک کلاس طبقه بندی می شود؛ در حالی که این پیکسل ها با سایر کلاس ها دارای همبستگی هستند و این همبستگی یکی از موارد مهم کاهش دقت طبقه بندی پیکسل پایه است (فیضی زاده، ۱۳۸۶: ۶۸؛ Yan, 2003: 3).

سگمنت‌سازی^۱ و طبقه‌بندی براساس سگمنت

برخلاف روش‌های سنتی طبقه‌بندی پیکسل پایه، طبقه‌بندی براساس سگمنت روشی است که تصویر دریافتی از ماهواره را براساس سگمنت‌های تصویر طبقه‌بندی می‌کند. سگمنت‌سازی فرایند تعریف پیکسل‌های همگون در درون سگمنت‌ها از لحاظ طیفی مشابه در تصویر است. هدف از یک فرایند سگمنت‌سازی، تغییر خصوصیات تصویر به سگمنت‌های معنادارتر است تا بدین صورت تفسیر و طبقه‌بندی تسهیل شود. از آنجایی که این سگمنت‌های تصویری نسبت به پیکسل‌های اصلی به شکلی بهتر اشیاء را در یک چشم‌انداز طبیعی نشان می‌دهند، هرگام از فرایند طبقه‌بندی، از تعریف نمونه‌های تعلیمی گرفته تا طبقه‌بندی مطابق این سگمنت‌ها، همگی ساده‌سازی می‌شوند. همچنین این امکان وجود دارد که به دقتی بهتر دست پیدا کنیم. اثر حالت فلفل-نمکی که از طبقه‌بندی‌های مبتنی بر پیکسل حاصل می‌شود، کاسته شده و یک نقشه کار توگرافیکی‌تر حاصل خواهد شد.

طبقه‌بندی مبتنی بر سگمنت تا حد زیادی برای تصاویر ماهواره‌ای با وضوح متوسط تا زیاد مناسب است و همچنین برای تهیه نقشه پوشش زمین و پایش تغییرات زمین نیز مفید واقع خواهد شد. کاربردهای دیگر مانند نقشه‌برداری از تنوع زیستی و زیستگاه‌ها، در جایی که پیکسل منفرد و پراکنده در طبقه‌بندی حاصل می‌شود و ممکن است مناسب آن بافت نباشد، می‌توان از این روش طبقه‌بندی بهره‌مند شد. در اینجا به بررسی این امر می‌پردازیم که چگونه این سودمندی در ایدریسی به‌کار گرفته می‌شود و در کنار این، خلاصه‌ای از نحوه کار با این نرم‌افزا را ارائه می‌دهیم.

در تحقیق حاضر برای طبقه‌بندی پیکسل پایه تصویر ماهواره‌ای ETM^+ ، نمونه‌های آموزشی برداشت‌شده برای هر یک از کلاس‌ها بر سطح تصویر پیاده شد. سپس با محاسبه تفکیک‌پذیری کلاس‌ها و کسب اطمینان از تفکیک‌پذیری مناسب برای هر کلاس، با تحلیل مشخصات آماری کلاس‌های نمونه‌های تعلیمی و ارزیابی منحنی‌های انعکاس طیفی هر یک از کلاس‌ها که براساس نمونه‌های آموزشی برداشت‌شده برای هر کلاس ترسیم شده‌بود، ترکیب باندی ۲-۳-۴ به‌عنوان بهترین ترکیب باندی برای طبقه‌بندی انتخاب شد. سپس با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال تصویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شد که نتیجه حاصل از آن در شکل ۴ آورده شده‌است.

طبقه‌بندی شیء‌گرا در نرم‌افزار ایدریسی سلوا

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای براساس اطلاعات طیفی محدودیت‌هایی دارد؛ بنابراین برای افزایش دقت طبقه‌بندی باید از منابع اطلاعات دیگری استفاده شود (Chen et al, 2009: 477-489). برای این منظور در این مطالعه از پردازش شیء‌گرای تصویر ماهواره‌ای استفاده شده و به‌منظور افزایش دقت طبقه‌بندی در پردازش شیء‌گرای تصویر علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مربوط به بافت و شکل نیز استفاده شده‌است؛ چرا که در این روش تصویر براساس پارامترهای طیفی، فیزیکی و هندسی پدیده‌های زمینی ثبت‌شده بر روی تصویر سگمنت‌سازی شده و واحدهای پردازش تصویر از پیکسل به پدیده‌های تصویری یا سگمنت‌ها تغییر می‌یابند و در نتیجه آن با پردازش جامع‌تر این اطلاعات، اشیاء و پدیده‌های دنیای واقعی را با دقت بالاتری می‌توان استخراج کرد.

سه مرحله در فرایند سگمنت‌سازی تصویر براساس آبخیز درگیر هستند: الف) ساخت یک تصویر سطح؛ ب) ترسیم آبخیزها از تصویر سطح؛ ج) ادغام آبخیزهای مجاور که استانداردهای بیان‌شده برای ساخت قطعه‌ها را تأمین کنند.

الف) ساخت تصویر سطح

یک تصویر واریانس از هر لایه تصویر ساخته می‌شود. یک پنجره متحرک با یک عرض و ارتفاع مشخص شده توسط کاربر، در هر پیکسل انتخاب می‌شود. واریانس در هر پنجره ارزیابی شده و به آن پیکسل اختصاص داده می‌شود؛ به‌عنوان مثال، پیکسل‌هایی که یکنواخت‌تر هستند، مقادیر واریانس کمتری به آن‌ها اختصاص داده می‌شود. در حالی که پیکسل‌های واقع در مرزهای مناطق یکنواخت، مقادیر واریانس بیشتری به خود خواهند گرفت. تصویر نهایی سطح برای ترسیم آبخیز، یک میانگین وزنی از واریانس همه تصاویر با توجه به همه لایه‌های (باندهای) تصویر است و وزن هر لایه توسط کاربر ارائه می‌شود. هرچند اندازه‌های دیگر پنجره ممکن است انتخاب شود؛ اما یک پنجره با ابعاد ۳×۳ اغلب نتایج مطلوبی را به همراه خواهد داشت.

ب) ترسیم آبخیزها

از تصویر سطح به‌دست‌آمده از مرحله قبلی، پیکسل‌های درون یک منطقه یکنواخت، باید مقادیر کم یا نزدیک به صفر داشته باشند. در این مرحله، مقادیر پیکسل‌ها در یک تصویر واریانس همانند مقادیر تراز ارتفاعی در یک مدل رقومی ارتفاع مورد پردازش قرار می‌گیرند. پیکسل‌هایی به یک آبخیز منتسب می‌شوند که در یک حوزه آبخیز قرار داشته باشند. به هر آبخیز یک ارزش عددی منحصر به فرد همچون ID اختصاص داده می‌شود.

با به‌کارگیری یک مجموعه قدرتمند از ابزارهای طبقه‌بندی موجود در این نرم‌افزار، از روش حداکثر احتمال گرفته تا ابزارهای یادگیری ماشینی مانند روش شبکه عصبی مصنوعی پرسپترون چندلایه و طبقه‌بندی درختی، روش‌های موجود در ایدریسی، شیوه‌های براساس پیکسل و مبتنی بر سگمنت را با یکدیگر ترکیب می‌کند. سه مدول برای تسهیل تهیه یک نقشه طبقه‌بندی شده مبتنی بر سگمنت ابداع شده است. ۱) سگمنت‌سازی، تصویری از سگمنت‌ها خلق می‌کند. ۲) SEGTRAIN، به‌طور متقابل نمونه‌های تعلیمی^۱ و امضاءها را به‌وجود می‌آورد. ۳) SEGCLASS، تصویر را با به‌کارگیری یک الگوریتم قانون اکثریت (حداکثر) طبقه‌بندی می‌کند.

۱) سگمنت‌سازی تصویر

مدول سگمنت‌سازی، یک تصویری متشکل از سگمنت‌ها را به‌وجود می‌آورد که در آن، پیکسل‌های قرار گرفته در یک سگمنت، یک شباهت طیفی از خود نشان می‌دهند. در فضا و روی همه باندهای ورودی، یک پنجره متحرک این شباهت را ارزیابی کرده و سگمنت‌ها براساس آستانه شباهت مشخص شده توسط کاربر تعریف می‌شوند. هرچه این آستانه کمتر باشد، سگمنت‌ها یکنواخت‌تر خواهند شد. یک آستانه بزرگ‌تر یک نتیجه سگمنت‌سازی غیریکنواخت‌تر و تعمیم‌یافته و کلی را به‌وجود خواهد آورد. روش شیء‌گرا در نرم‌افزار ایدریسی از یک رویکرد ترسیم آبخیز برای قطعه‌بندی اولیه تصاویر ورودی استفاده می‌کند. سپس، سگمنت‌های مشابه برای تشکیل سگمنت‌های بزرگ‌تر با یکدیگر ادغام می‌شوند که این کار براساس یک آستانه شباهت تعریف‌شده توسط کاربر صورت می‌گیرد.

ج) ادغام آبخیزها

آبخیزها یا سگمنت‌های تصویر برای تشکیل سگمنت‌های جدید با یکدیگر ادغام می‌شوند. این فرایند از منطق زیر پیروی می‌کند:

- سگمنت‌ها باید مجاور یکدیگر بوده و به صورت دوجانبه مشابه باشند.

- اختلاف بین مقادیر میانگین و انحراف معیار دو سگمنت در یک زوج، باید کمتر از آستانه تعیین شده توسط کاربر باشد. یک مکانیزم تینگ^۱ انعطاف‌پذیر لحاظ می‌شود تا این اجازه را بدهد که یک اندازه‌گیری، وزنی بیشتر از سایر اندازه‌گیری‌ها در صورت مناسب بودن داشته باشد. آستانه، سطح تعمیم را کنترل می‌کند. هر چه که مقدار آستانه بزرگ‌تر می‌شود، تعداد سگمنت‌ها در خروجی کمتر می‌شود.

۲) نمونه‌های تعلیمی و تولید امضا^۲

گام بعدی در فرایند طبقه‌بندی، به دست آوردن نمونه‌های تعلیمی و کلاس‌های امضا^۳ از سگمنت‌های تصویر است. علاوه بر روش‌های موجود برای ساخت امضا، مدول SEGTRAIN، نمونه‌های تعلیمی و کلاس‌های امضاء را بر اساس سگمنت‌های تصویر به وجود می‌آورد. با یک رابط گرافیکی شهودی، می‌توانیم به طور متقابل سگمنت‌های مورد علاقه را به عنوان سایت‌های نمونه برای طبقه‌های (کلاس‌های) خاص انتخاب کنیم.

۳) طبقه‌بندی

گام نهایی در طبقه‌بندی مبتنی بر سگمنت، طبقه‌بندی سگمنت‌های تصویر است. این امر با کمک یک تصویر مرجع انجام می‌شود. یک تصویر مرجع یک تصویر

از پیش طبقه‌بندی شده است. این تصویر را می‌توان با استفاده از امضاهای مبتنی بر سگمنت یا روش‌های دیگر تهیه کرد. نکته مهم در اینجا این است که تصویر مرجع برای اختصاص طبقه (کلاس) اکثریت در هر سگمنت به کار می‌رود. یک الگوریتم قانون اکثریت در هر سگمنت برای تعیین طبقه اختصاصی آن به کار می‌رود. از آنجا که واحد پایه یک طبقه‌بندی مبتنی بر سگمنت، یک سگمنت تصویر است؛ پس از طبقه‌بندی، دقت افزایش می‌یابد و یک نتیجه طبقه‌بندی در حد کارتوگرافی نیز حاصل می‌شود. روش طبقه‌بندی مبتنی بر سگمنت در ایدرسی، ساده است و فرایند قانون-پایه پیچیده‌ای که در روش‌های دیگر یافت می‌شود، کنار می‌گذارد. این روش هم‌چنین انتخاب روش‌های مختلف طبقه‌بندی را برای کاربر فراهم می‌سازد تا تصویر مرجع را به وجود آورد. زمانی که یک سگمنت انتخاب شود، همه پیکسل‌ها در آن سگمنت برای ساخت امضا به کار می‌روند؛ بنابراین این تصاویر را می‌توان به عنوان ورودی در یکی از چندین روش طبقه‌بندی در ایدرسی به کار برد.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی

برای اطمینان از نتایج طبقه‌بندی، اقدام به ارزیابی صحت طبقه‌بندی شد. در این مطالعه برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از پارامتر صحت کل، ضریب کاپا، دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده استفاده شد. هم‌چنین برای تعیین کاربری‌های که باعث کاهش صحت طبقه‌بندی شده‌اند، ماتریس خطا نیز ارائه شد. صحت کل نسبت پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده بر تعداد کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده است (Rasouli, 2008:777) که از رابطه (۱) محاسبه می‌شود (Alavipanah, 2003: 478):

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ii} \quad \text{رابطه (۱)}$$

1. Tuning
2. Signature
3. Signature classes

که بهترین میزان این فاکتورها با آزمون و خطا به دست می آید (Mori et al, 2003). در مرحله بعد بر مبنای تصویر قطعه بندی شده و براساس نمونه تعلیمی انتخاب شده از میان آن ها، تصویر با یکی از روش های طبقه بندی پیکسل پایه، طبقه بندی می شود که معمولاً از روش حداقل فاصله از میانگین^۵ استفاده می کند. در مرحله آخر، نرم افزار براساس تصویر قطعه بندی شده و طبقه بندی پیکسل پایه، تصویر را با روش شیء گرا طبقه بندی می کند. شکل ۲ نمایی از مقیاس های مختلف قطعه بندی تصویر و جدول ۱ میزان تغییرات و تکرارها را نشان می دهد. مهم ترین فاکتور تأثیرگذار در طبقه بندی تصویر، تفرانس تشابه است. هرچه میزان این شاخص به ۱۰۰ نزدیک تر شود، اندازه نهایی قطعات کوچک می شود. این فرایند تا زمانی که بهترین نتیجه براساس نظر استفاده کننده به دست بیاید، تکرار خواهد شد (Matinfar 2008 et al.,: 589-602).

جدول ۱. فاکتورهای قطعه بندی در نرم افزار ایدرسی سلوا

فاکتور	تکرار	بهترین حالت	دامنه تغییرات
پهنای پنجره	۱ تا ۹	۴	۱۰-۰
تفرانس تشابه	۱۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۹۰	۵۰	۱۰۰-۰
فاکتور میانگین وزنی	۱ تا ۹	۳	۱۰-۰
فاکتور واریانس وزنی	۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸	۰/۸	۱-۰

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

در رابطه (۱): OA دقت کل، N معرف تعداد کل پیکسل های آموزشی و $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطاست. در بسیاری از تحقیقات در کنار شاخص صحت کل از ضریب کاپا نیز استفاده می شود. ضریب کاپا به دلیل توجه به تعداد پیکسل های نادرست در طبقه بندی استفاده می شود و با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می شود (Boniat & Hajighaderi, 2008):

$$\text{رابطه (۲)} \quad Kappa = \frac{Pi - Pc}{1 - Pc} \times 100$$

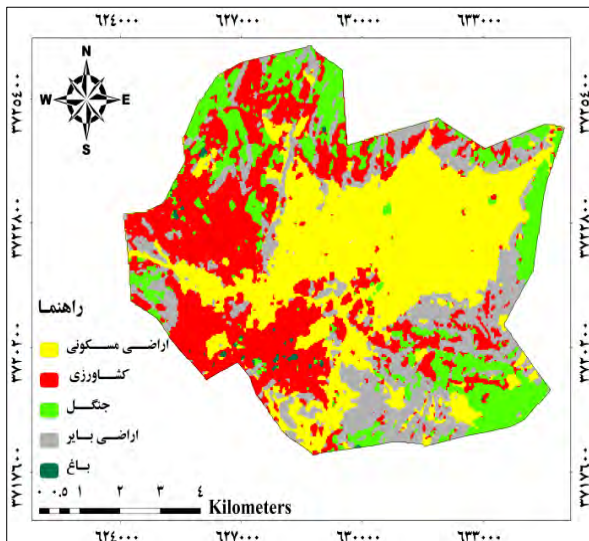
در رابطه (۲): Pi درستی مشاهده شده و Pc توافق مورد انتظار است. حالت ایده آل برای مقدار ضریب کاپا عدد یک است و چنانچه این مقدار برابر با صفر باشد، طبقه بندی کاملاً تصادفی و اگر مقدار منفی به دست بیاید، نشان دهنده خطا در طبقه بندی است.

نتایج

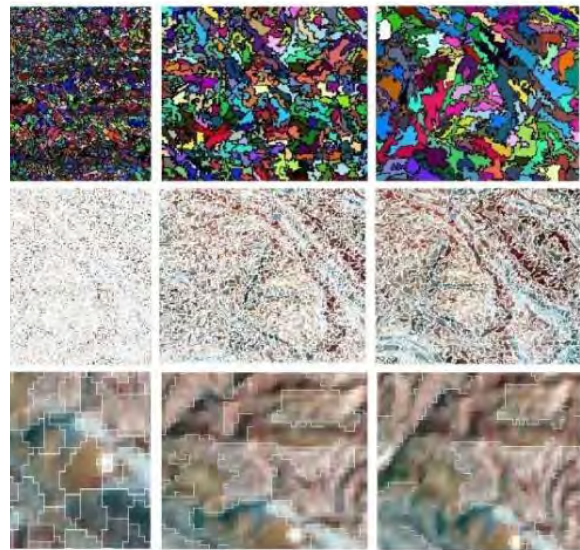
پس از تهیه تصویر ماهواره ای با استفاده از نقاط کنترل زمین، تصویر با خطایی حدود ۰/۵ زمین مرجع شد. همچنین برای تصحیح رادیومتریکی از روش تصحیح رادیومتریکی نسبی استفاده شد. این روش برای کاهش اثرات پخش اتمسفریک بر روی تصویر است. پس از آماده سازی تصویر، با استفاده از نمونه های تعلیمی جمع آوری شده (۷۰ درصد برای طبقه بندی و ۳۰ درصد برای ارزیابی) از هر کاربری، تصویر با استفاده از روش حداکثر احتمال طبقه بندی شد. سپس برای انجام روش شیء گرا ابتدا قطعات همگن تصویر ایجاد شد. نرم افزار ایدرسی سلوا تصویر را براساس چهار فاکتور پهنای پنجره^۱، تفرانس تشابه^۲، میانگین^۳ وزنی و فاکتور واریانس وزنی^۴ به قطعات همگن تقسیم می کند

1. Window width
2. Similarity Tolerance
3. Weight Mean factor
4. Weight Variance factor

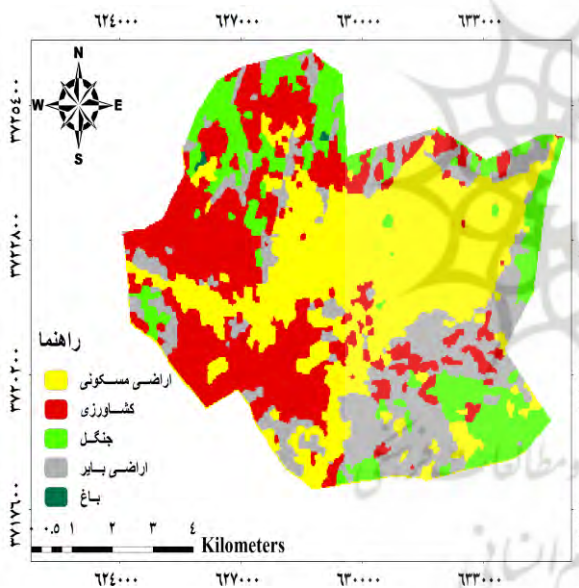
5. Minimum distance of mean



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی حاصل از روش پیکسل پایه
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)



شکل ۴. نتایج طبقه‌بندی تصویر با مقیاس‌های متفاوت
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی حاصل از روش شیء‌گرا
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

پس از طبقه‌بندی تصویر مذکور با استفاده از روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا نتایج به صورت نقشه تهیه شد (شکل ۳ و ۴). مقایسه بصری نقشه‌های حاصل از این دو روش، به وضوح نشان می‌دهد که نتیجه طبقه‌بندی شیء‌گرا حالت یک‌دست‌تر و نزدیک به واقعیت موجود در طبیعت را ارائه می‌دهد؛ در حالی که در نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی پیکسل پایه، گروه‌های کوچکی از پیکسل‌ها که به دلیل اختلاف طیفی با پیکسل‌های مجاور به طبقه دیگری اختصاص داده شده‌اند، به وفور به چشم می‌خورند. البته این‌ها افزون‌بر تک‌پیکسل‌هایی هستند که به دلیل نمایش تصویر در ابعاد کوچک و اعمال فیلتر، مشاهده نمی‌شوند.

سپس صحت طبقه‌بندی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام این کار نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها به صورت تصادفی از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری شد. پس از پیاده‌سازی نمونه‌های آموزشی بر سطح تصویر، در نهایت دو روش طبقه‌بندی مورد ارزیابی صحت قرار گرفتند (جدول ۲).

همین قضیه برای روش شیء گرا نیز صادق است؛ ولی طبقه بندی شیء گرا به دلیل استفاده از زمینه قطع بندی شده، این دو کاربری را بسیار بهتر از روش پیکسل پایه تفکیک و طبقه بندی کرده است (براساس ارقام دقت تولید کننده و استفاده کننده جدول ۲).

بررسی دقت تولید کننده و استفاده کننده برای هر کدام از روش های مورد استفاده نشان داد که در روش پیکسل پایه مهم ترین عامل کاهش دقت تولید کننده برای کاربری جنگل و باغ و دقت استفاده کننده برای کاربری جنگل و باغ، تشابه طیفی بوده اند. در ضمن

جدول ۲. دقت تولید کننده و استفاده کننده برای روش های طبقه بندی پیکسل پایه و شیء گرا

طبقه بندی شیء گرا		طبقه بندی پیکسل پایه		کاربری اراضی
دقت استفاده کننده	دقت تولید کننده	دقت استفاده کننده	دقت تولید کننده	
۱۰۰	۰/۹۶	۰/۹۴	۱۰۰	اراضی مسکونی
۱۰۰	۰/۹۴	۰/۹۸	۰/۹۲	اراضی کشاورزی
۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۶۲	۰/۶۶	جنگل
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۰/۹۴	اراضی بایر
۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۵۷	۰/۵۶	باغ
۹۴		۸۸		صحت کل (%). ضریب کاپا (%).
۹۱		۸۶		

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

به دست آمده، کاربری اراضی مسکونی در هر دو روش وسیع ترین کاربری بود (جدول ۳). مقایسه مساحت کاربری های استخراج شده با دو روش نشان می دهد که بیشترین اختلاف مربوط به کاربری اراضی مسکونی (۵۶/۹۲ هکتار) و کمترین اختلاف نیز مربوط به کاربری اراضی کشاورزی (۹/۵۶ هکتار) بود.

جدول ۳. مساحت هر کاربری بر حسب اساس روش طبقه بندی (هکتار)

نوع کاربری	شیء گرا	پیکسل پایه	(شیء گرا-پیکسل پایه)
اراضی مسکونی	۲۳۳۵/۶۲	۲۲۷۸/۷۰	۵۶/۹۲
اراضی کشاورزی	۳۲ ۱۷۴۳	۱۷۳۳/۷۶	۹/۵۶
جنگل	۸۹۰/۰۶	۹۳۷/۶۰	-۴۷/۵۴
اراضی بایر	۱۲۲۴/۱۹	۱۲۰۳/۴۴	۲۰/۷۵
باغ	۸/۱۱	۴۷/۸۱	-۳۹/۷
مجموع	۶۲۰۱/۳۰	۶۲۰۱/۳۰	۰

(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۶)

نتایج این تحقیق نشان می دهد که الگوریتم شیء گرا در طبقه بندی تصاویر رقومی ماهواره ای در مقایسه با الگوریتم حداکثر احتمال در روش پیکسل پایه، دستیابی به صحت بالاتر را امکان پذیر می سازد (براساس صحت کل و ضریب کاپا که در روش پیکسل پایه ۸۸ و ۸۶ درصد و در روش شیء گرا ۹۴ و ۹۱ درصد به ترتیب متغیر است). یکی از مهم ترین دلایل دستیابی به صحت بالاتر در روش طبقه بندی شیء گرا این است که در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مربوط به بافت، ابعاد پنجره، تیرانس تشابه، میانگین وزنی و فاکتور واریانس وزنی در فرایند طبقه بندی استفاده می شود؛ بنابراین صحت طبقه بندی به نحو فزاینده ای افزایش می یابد.

پس از طبقه بندی با دو روش مذکور، نقشه کاربری اراضی شهر ایلام تولید شد. سپس برای هر کدام از روش های مورد استفاده، مساحت کاربری های مختلف محاسبه و با یکدیگر مقایسه شد. براساس نتایج

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در جهت تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصویر ماهواره‌ای ETM⁺ سال ۲۰۰۷ در شهر ایلام مورد استفاده قرار گرفتند. در روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس داده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و فرض می‌شود که همه مناطق آموزشی از پراکنش یکسانی برخوردار هستند. درحقیقت نمونه‌های آموزشی باید معرف کل کلاس‌ها باشند؛ بنابراین هرچه از تعداد نمونه‌های آموزشی بیشتری استفاده شود، تغییرهای بیشتری از ویژگی‌های طیفی در آن گستره قرار خواهد گرفت (Alavipanah, 2003: 478). درمقابل، طبقه‌بندی شیء‌گرا روشی مبتنی بر قطعه‌بندی است. قطعه‌بندی تصویر، فرایند یکپارچه‌سازی پیکسل‌ها براساس همگنی پدیده‌های تصویری است و براساس چهار فاکتور پهنای پنجره، تفرانس تشابه، میانگین وزنی و فاکتور واریانس وزنی کنترل می‌شود (Baatz & Schape, 1999). قطعات باید در داخل خود همگن بوده و فقط نماینده یک طبقه باشند، نه ترکیبی از چند طبقه و در عین حال باید در کل تصویر، ناهمگنی و اختلاف بین پدیده‌های مجاور وجود داشته باشد (Definiens Imaging GmbH, 2006: 249). ایجاد شبکه سلسله‌مراتب قطعه‌بندی با استفاده از شاخص مقیاس امکان‌پذیر است که در آن سطوح مختلفی از قطعات ایجاد می‌شوند. در این سلسله‌مراتب، قطعات کوچک‌تر همواره محاط در قطعات سطوح بالاتر هستند. قطعه‌بندی با استفاده از شاخص مقیاس امکان‌پذیر است که در آن سطوح مختلفی از قطعات ایجاد می‌شوند.

اختلاف اساسی دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و طبقه‌بندی شیء‌گرا، در این است که روش اول منجر به نتیجه‌ای موضعی می‌شود که علت آن علامت‌گذاری پیکسل‌ها یا نواحی است که با معیارهای معرفی‌شده

مطابقت داشته‌اند؛ در حالی که در روش دوم کل تصویر به واحدهای مجزا تبدیل می‌شود. درواقع، این روش پیکسل‌های تصویر را در گروه‌هایی که منطبق با معیارهای یکنواختی است، طبقه‌بندی می‌کند؛ بنابراین، روش شیء‌گرا ابتدا برای شناسایی واحدهای اساسی طبقه‌بندی اقدام به قطعه‌بندی کامل تصویر می‌کند (Baatz et al, ۴۴۴).

ارزیابی صحت کاربری‌های تولیدشده نشان داد که در هر دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا جنگل و باغ مهم‌ترین عامل کاهش دقت بوده‌اند. علت این کاهش دقت، هم‌پوشانی طیفی و مشابهت نسبی در الگوی کاربری‌های از جمله جنگل و باغ است. متین‌فر و همکاران (۱۳۸۶) نیز اظهار می‌دارند که شباهت در الگوهای طیفی باغ با جنگل عامل کاهش صحت نقشه‌های نهایی تولیدشده بوده‌است (et al, 589-602; Matinfar 2008). قرار گرفتن پراکنده و با وسعت کم جنگل و باغ در داخل شهر موجب اختلال در شناسایی و تفکیک این دو کاربری در طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا بوده‌است. طبقه‌بندی شیء‌گرا به دلیل استفاده از زمینه قطعه‌بندی‌شده این دو کاربری را بسیار بهتر از روش پیکسل پایه تفکیک و طبقه‌بندی کرده‌است.

نتایج به دست آمده از روش‌های طبقه‌بندی نشان می‌دهد که روش شیء‌گرا دارای تصویری با وضوح بهتر است. نتایج حاصل از شاخص‌های ارزیابی دو روش نیز نشان می‌دهد که در هر دو شاخص صحت کل و ضریب کاپا در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا به ترتیب با ۹۴ و ۹۱ درصد نسبت به روش پیکسل پایه با میزان به ترتیب ۸۸ و ۸۶ درصد از صحت کل و ضریب کاپای بیشتری برخوردار بود. مقدار افزایش صحت در روش شیء‌گرا در ارتباط مستقیم با پارامترهای قطعه‌بندی است (Fazizadeh & Helali, 2010:73-84). مقایسه مساحت کاربری‌های اراضی در نقشه تولیدشده با استفاده از دو روش مورد استفاده نشان داد که

فیضی زاده، بختیار. (۱۳۸۶). مقایسه روش های پیکسل پایه و شیء گرا در تهیه نقشه کاربری اراضی، پایان نامه کارشناسی ارشد، مرکز دانشگاه تبریز، ۱۰۳-۹۷.

نجفی، اسماعیل. (۱۳۸۹). قابلیت ها و محدودیت های ژئومورفولوژیکی توسعه فیزیکی شهر ایلام، پایان نامه کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران.

Alavipanah, S.K. (2003). Application Remote Sensing in Geology (Earth Sciences), Tehran University Press, 478 pages.

Baatz, M., Schape, A. (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.

Baatz, M., Ursula, B., Seyed, D., Markus, H., Astrid, H., Peter, H., Iris, L., Matthias, M., Malte, S., Michaela, W., Gregor, W. (2004). eCognition User Guide, Definiens Imaging GmbH, München Germany.

Boniad, A.E., Hajighaderi, T. (2008). Mapping of Natural Forest Stands of Zanjan Province Using Landsat 7ETM⁺ sensor data, Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 42 (11): 627-638.

Borri, D., Caprioli, M., Tarantino, E. (2005). Spatial Information Extraction from VHR Satellite Data to Detect Land Cover Transformations, Polytechnic University of Bari, Italy, pp.105.

Chavez, P.S.J.R., Mackinnon, D.J. (1994). "Automatic detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensed images", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60: 571-583.

Chen, M., Su, W., Li, L., Chao, Z., Yue, A., Li, H. (2009). Pixel-based and Object-oriented Knowledgebased Classification Methods Using SPOT5 Imagery, WSEAS TRANSACTIONS ON INFORMATION SCIENCE and APPLICATIONS, ISSN: 1790-0832, pages 477-489.

Definiens Imaging GmbH. (2006). Definiens Professional5 User Guide, <http://www.definiens.com..Userguide.pdf>, 249 pp.

Dehvari, A., Heck, R.J. (2009). Comparison of object-based and pixel based infrared airborne image classification methods using DEM thematic

بیشترین اختلاف مربوط به کاربری اراضی مسکونی (۵۶/۹۲ هکتار) بود.

نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان دهنده کارایی و اعتمادپذیری بالای روش شیء گرا در استخراج نقشه کاربری اراضی است. با این حال، محدودیت در انتخاب پارامترهای بهینه قطعه بندی و خطای بالقوه موجود در قطعه بندی از مشکلات و آسیب های قطعه بندی و به نوعی روش شیء گرا محسوب می شود. خطاهای موجود در قطعه بندی می تواند باعث بروز خطا (حذف یا اضافه شدن) در طبقه بندی شود. این موضوع استفاده این روش را دچار چالش جدی خواهد کرد. در نهایت با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق و سایر کارهای انجام شده می توان بیان داشت که روش طبقه بندی شیء گرا در صورتی که فرایند قطعه بندی به درستی انجام شود، برای استخراج نقشه های کاربری اراضی و همچنین مطالعات تغییرات کاربری اراضی روشی مناسب و دقیق تر نسبت به روش های پیکسل پایه است.

منابع

ثروتی، محمدرضا؛ خضری، سعید؛ رحمانی، توفیق.

(۱۳۸۸). بررسی تنگناهای طبیعی توسعه فیزیکی شهر سنندج، پژوهش های جغرافیای طبیعی، دانشگاه تهران، شماره ۶۷، صص ۲۹-۱۳.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان ایلام. (۱۳۸۵). جایگاه استان ایلام در تحقق جهت گیری های آمایش سرزمین. سالنامه آماری ایلام (جمعیت).

فردوسی، بهرام. (۱۳۸۴). امکان سنجی و کاربرد سیستم پشتیبانی تصمیم گیری در توسعه فیزیکی شهر (نمونه موردی: سنندج)، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه تربیت مدرس.

- Mori, M., Hirose, Y., Akamatsu, Y.L. (2003). Object-based classification of Ikonos data for rural land use mapping. [Http://www.define.com](http://www.define.com). eCognition Applied Notes, Vol 5, No. 1.
- Petropoulos, G.P., Kalaitzidis, C., Vadrevu, K.P. (2012). Support vector machines and object-based classification for obtaining land-use/cover cartography from Hyperion hyperspectral imagery, *Computers & Geosciences*, 41: 99-107.
- Puissant, A., Rougier, S., Stumpf, A. (2014). Object-oriented mapping of urban trees using Random Forest classifiers, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26: 235-245.
- Rasouli, A.A. (2008). Principles of remote sensing image processing applications, with emphasis on satellite, Tabriz University Press, 777 pages.
- Schiewe, J. (2002). Segmentation of high-resolution remotely sensed data concepts, application and problems, in *Symposium on geospatial theory, processing and applications*, Ottawa, Canada, 235-242.
- Wang, L., Sousa, W.P., Gong, P. (2004). Integration of object-based and pixel-based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery, *International journal of Remote sensing*, 25 (24): 5655-5668.
- Yaghoobzadeh, M., Akbarpour, A. (2011). The effect of satellite image classification algorithm based on curve number runoff and maximum flood discharge using GIS and RS, *Geography and Development* 9 (22):5-22.
- Yan, G. (2003). Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research, <http://www.ITC.com> (accessed in July 2008). pp. 3-99.
- Yu, H.Y., Cheng, G., Ge, X.S., Lu, X.P. (2011). Object oriented land cover classification using ALS and GeoEye imagery over mining area, *Transactions Nonferrous Metals Society of China* 21:733-737.
- Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M., Schirokauer, D. (2006). Object-Based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72 (7): 799-811.
- Yue, A., Li, H. (2009). Pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 Imagery, *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*., ISSN: 1790-0832, pages 477-489.
- layer, *Journal of Geography and Regional Planning*, 2 (4): 086-096.
- Du, Y., Teillet, P.M., Cihlar, J. (2002). "Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection", *Remote Sensing of Environment*, 82: 123-134.
- FAO Soils Bulletin 32. (1981). A framework for land evaluation. FAO Publication, Rome, 66p.
- Fazizadeh, B. (2007). Comparison of pixel-based and object-oriented methods in land use mapping Master's thesis, GIS Center Tabriz University.
- Fazizadeh, B., Helali, H. (2010). Comparison of pixel-based and object-oriented and parameters affecting the on land use/cover of West Azerbaijan province, *Geography Studies*, No. 71, 73-84.
- Flanders, D., Hall-Beyer, M., Pereverzoff, J. (2003). Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 29, pp. 441-452.
- Gao, Y., Mas, J.F., Navarrete, A. (2009). The improvement of an object-oriented classification using multi-temporal MODIS EVI satellite data, *International Journal of Digital Earth*, Volume 2, Issue 3 September 2009, pp. 219 - 236
- Hussaina, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H., Stenley, D. (2013). Change detection from remotely sensed images: From pixel-based to object-based approaches, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 80: 91-106.
- Karami, A., Khorani, A.A., Falahshamsi, S.R., Mosavi, V., Khosravi, G.H. (2012). Object-oriented application of remote sensing to map gully erosion, 20th Conference of Geomatics of Iran, 8 p.
- Khosravi, I., Momeni, M. (2012). Identification structure of high-resolution satellite imagery using object-based image analysis, 20th Conference of Geomatics of Iran, 10 p.
- Mackie, R.I. (2013). Dynamic analysis of structures on multicore computers - Achieving efficiency through object oriented design, *Advances in Engineering Software* 66: 3-9.
- Matinfar, H.R., Sarmadian, F., Alavipanah, S.K., Heck, R. (2008). Characterizing Land use/land cover types by Landsat7 data based upon Object oriented approach in Kashan region, *Iranian journal of Range and Desert Research*, 14 (4): 589-602.

school of environment and natural Resources,
University of Vermont, George D.Aiken Center, 81.

Zhou, W., Troy, A., Grove, M. (2005). Measuring
Urban parcel lawn Greenness by using an object-
oriented classification approach, Rubenstein

