

مقایسه روش‌های پیکسل پایه، شیء‌گرا و پارامترهای تاثیر گذار در طبقه‌بندی پوشش / کاربری اراضی استان آذربایجان غربی

بختیار فیضی زاده* - کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (RS & GIS)، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز
حسین هلالی - استادیار گروه نقشه برداری، دانشگاه تبریز

پذیرش مقاله: ۱۳۸۸/۴/۱۳ تأیید نهایی: ۱۳۸۸/۱۱/۲۸

چکیده

طبقه‌بندی یکی از مهم‌ترین روش‌های استخراج اطلاعات از تصاویر رقومی ماهواره‌ای است. در روش‌های معمول پیکسل پایه، طبقه‌بندی براساس ارزش عددی هریک از پیکسل‌ها انجام می‌شود که نتیجه بازتاب عارضه‌های متناظر آن در سطح زمین است. توانایی روش‌های کلاسیک در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای هنگامی که اشیاء متفاوت اطلاعات طیفی مشابهی دارند محدود می‌باشد. این امر موجب کاهش صحت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه می‌گردد. اما در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها براساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص سگمنت‌سازی شده و طبقه‌بندی تصویر براساس این سگمنت‌ها انجام می‌شود. در این تحقیق الگوریتم طبقه‌بندی پیکسل پایه حداکثر احتمال و الگوریتم طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر سنجنده HDR ماهواره‌ای SPOT 5 مورد مقایسه قرار گرفته است و به منظور مقایسه نتایج، نقشه کاربری اراضی استان آذربایجان غربی با هر دو روش طبقه‌بندی تهیه شده است. مقایسه نتایج مربوط به صحت کلی طبقه‌بندی‌ها نشان می‌دهد که روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با افزایش دقت معادل ۷٪ در هر دو شاخص صحت کلی و کاپا، در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از دقت بالاتری برخوردار است. نتایج این تحقیق در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی استان آذربایجان شرقی و آشکارسازی تغییرات کاربری ۳۰ ساله محدوده بالادست سد ستارخان مورد استفاده قرار گرفت.

کلیدواژه‌ها: سنجش از دور، طبقه‌بندی پیکسل پایه، شیء‌گرا، سگمنت‌سازی، استان آذربایجان غربی

مقدمه

تصاویر رقومی دارای آرایه‌ای دو بعدی از عناصر تصویری^۱ هستند. در هر آرایه از این تصاویر، انرژی بازتابیده یا گسیل شده از محدوده متناظر آن در سطح زمین ثبت و ذخیره می‌گردد (صادقی ناد و سهامی نوش آبادی، ۱۳۷۸). این ارزش‌های عددی پدیده‌های متفاوت زمینی را در روی تصاویر رقومی سنجش از دور توصیف می‌کند، بنابراین می‌توان نسبت به طبقه‌بندی آنها اقدام نموده و اطلاعات مربوط به پدیده‌های زمینی را در کلاس‌های مشخص استخراج نمود. بسیاری از روش‌های طبقه‌بندی، عموماً اطلاعات طیفی موجود در باندهای تصویر را استفاده می‌کنند. در این روش‌ها انتظار آن است که پیکسل‌ها با درجه روشنایی بیشتر یا کمتر در فضای چند طیفی در خوشه‌هایی متناسب با انواع پوشش زمینی گروه‌بندی شوند (Borri and et al., 2005, 105). براساس تحقیقات انجام شده (Gao et al, 2009, 221, Yan, 2003, 3, Chen et al 485) این روش‌ها توانایی محدودی در جدا نمودن کلاس‌هایی که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می‌شوند، دارد. در نتیجه در سال‌های اخیر با پیشرفت تکنولوژی پردازش کامپیوتری روش‌های جدیدی پیشنهاد شده است. به عنوان مثال استفاده از شبکه‌های عصبی^۲، تصمیم‌گیری درختی^۳، روش‌های منتج از

* E-mail: b.feizizade@yahoo.com

1- Pixel
2- Neural Network
3- Decision Tree

تئوری منطق فازی^۱، استفاده از اطلاعات ثانویه نظیر بافت، زمینه و عوارض زمینی از مهمترین این روش‌ها هستند (Yan, 2003,3). براساس ویژگی‌های پردازش تصویر، جهت استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای در این روش‌ها، آنها را می‌توان در دو گروه عمده تقسیم بندی نمود که عبارتند از الف) روش طبقه‌بندی مبتنی بر ارزش‌های عددی عناصر تصویری یا پیکسل (پیکسل پایه) و ب) روش طبقه‌بندی مبتنی بر شیء‌های تصویری (شیء‌گرا).

پیشینه تحقیق نشان می‌دهد طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از دو روش فوق نتایج متفاوتی را ارائه می‌نماید. در این رابطه تحقیقات صورت گرفته توسط (Chen et al, 2009,483) که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Spot نسبت به مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای اقدام نمودند و در پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای از مدل رقمی ارتفاع (DEM^۲)، اطلاعات مکانی شامل بافت و شکل به عنوان عاملی به منظور افزایش دقت طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده کردند و پس از انجام طبقه‌بندی با دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا، نتیجه می‌گیرند که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با صحت کلی ۹۶/۴۲ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه با دقت کلی ۷۷/۷۹ درصد، در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای، از دقت بالاتری برخوردار است. (Gao et al, 2009, 220) شاخص‌های گیاهی را به عنوان عاملی به منظور افزایش صحت روش طبقه‌بندی شیء‌گرا مورد مطالعه قرار دادند. این محققین از تصاویر ماهواره‌ای MODIS استفاده نموده و با استخراج شاخص‌های گیاهی از این تصاویر و استفاده از آنها به عنوان یک لایه در طبقه بندی شیء‌گرا موفق شدند دقت طبقه‌بندی شیء‌گرا را به میزان ۵/۲ درصد افزایش دهند. (Zhaocong et al, 2009, 565) از تصاویر ماهواره‌ای ASTER در مطالعات زمین‌شناسی استفاده نمودند. آنها برای اعمال اطلاعات مربوط به انعکاسات طیفی و ویژگی‌های فیزیکی دانه‌های شن، از روش پردازش شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای استفاده نمودند و در نهایت از توانایی بالای پردازش شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای تاکید می‌کنند. (Pltt and Schoennagel, 2009) با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور و تحلیل شیء‌گرایی تصاویر، تغییرات پوشش گیاهی کولرادو^۳ را در فواصل سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۸۳ مورد مطالعه قرار دادند. این محققین در ارزیابی روند تغییرات نقشه‌های کاربری اراضی هر دوره را با استفاده روش طبقه‌بندی شیء‌گرا تهیه نمودند و با مقایسه دوره‌ای نقشه‌های تهیه شده نتیجه می‌گیرند که پوشش درختی منطقه به طور متوسط چهار درصد افزایش یافته است. آنها در نهایت بر کارآمدی روش طبقه‌بندی شیء‌گرا تاکید می‌کنند. در ایران نیز فیضی‌زاده (۱۳۸۶) در رساله کارشناسی ارشد خود روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا را در فرایند تهیه نقشه‌های کاربری اراضی مورد مقایسه قرار داده و نتیجه می‌گیرد که روش شیء‌گرا در مقایسه با روش پیکسل پایه در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی از دقت بیشتری برخوردار است. خلاق (۱۳۸۵) نیز در تحقیق خود از روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا در آشکارسازی تغییرات خط ساحل دریای خزر استفاده نموده و بر کارآمدی روش شیء‌گرا تاکید می‌کند.

تحقیق حاضر با بررسی افزایش میزان دقت نتایج و عوامل تاثیرگذار در آن، نحوه‌ی تاثیر پارامترهای سگمنت‌سازی را بررسی می‌نماید. و برای مقایسه نتایج، نقشه کاربری اراضی استان آذربایجان غربی با پردازش پیکسل-پایه و شیء‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای تهیه شده و نتایج با هم مقایسه شده است.

معرفی منطقه مورد مطالعه

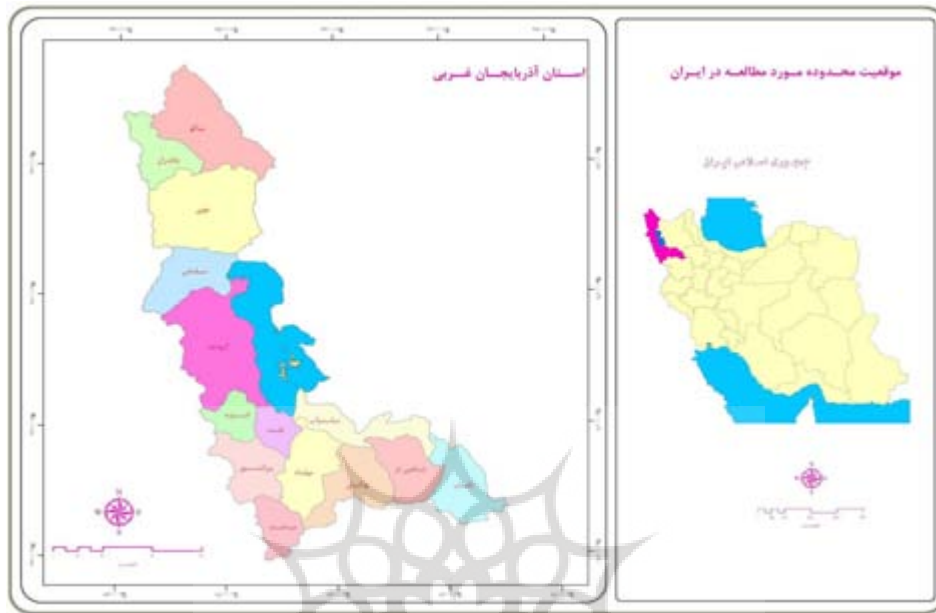
منطقه مورد مطالعه استان آذربایجان غربی است که با وسعتی معادل ۴۲۲۵۲ کیلومتر مربع، در حدود ۲/۶۵ درصد از مساحت کل کشور را در برمی‌گیرد. این منطقه در مختصات جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۶ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۳ دقیقه تا ۴۷ درجه ۲۳ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است و از شمال به کشورهای

1- fuzzy logic

2- Digital Elevation Model

3- Colorado

جمهوری خود مختار نخجوان و ارمنستان، از غرب به کشورهای ترکیه و عراق، از جنوب به استان کردستان و از شرق به استان‌های آذربایجان شرقی و زنجان محدود می‌گردد. در شکل (۱) موقعیت محدوده مورد مطالعه نشان داده شده است.



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه در سطح کشور

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۵ سنجنده HDR ماهواره SPOT 5 در چهار باند، با تفکیک مکانی ۱۰ متر، نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس‌های ۱/۵۰۰۰۰ و ۱/۲۵۰۰۰، نقشه‌های زمین‌شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ و نقاط کنترل زمینی برداشت شده با GPS مدل Etrex - Garmin و نرم‌افزارهای ArcGIS 9.2 و eCognition 3.5 , PCI-Geomatica , ENVI 4 استفاده شده است.

هدف این مطالعه، مقایسه الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال^۱ در روش پردازش پیکسل پایه و الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه^۲ در پردازش شیء‌گرا، برای ارزیابی عملکرد آنها در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 است، اما با توجه به اینکه طبقه‌بندی فقط یکی از مراحل پردازش تصاویر است. بنابراین در مراحل پیش- پردازش اقدامات مورد نیاز بر روی تصاویر انجام شد. از جمله این مراحل؛ زمین مرجع کردن تصاویر با استفاده از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ و تصحیحات اتمسفری بر پایه روش کسر ارزش عددی پیکسل‌های تیره، می‌باشد که شرح هر مرحله به ترتیب زیر است:

تصحیحات هندسی

معمولا تصاویر رقومی دارای انحرافات هندسی هستند، بطوریکه این‌گونه تصاویر نمی‌توانند به عنوان نقشه‌های مسطحاتی بطور مستقیم مورد استفاده قرار گیرند. منظور از تصحیحات هندسی جبران خطاها است، به نحوی که لایه رقومی تصحیح شده قابلیت انطباق با موقعیت‌های سطح زمین را داشته باشد (علوی پناه، ۱۳۸۴). علیرغم اینکه تصحیحات هندسی مورد نیاز بر روی تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 قبلا توسط سازمان هوا و فضای فرانسه صورت گرفته

1- Maximum likelihood

2- Nearest Neighbor

بود، با ارزیابی دقت هندسی این تصاویر با استفاده از نقاط کنترل متعدد و ضرورت انجام مجدد تصحیحات هندسی، برای انطباق دقیق موقعیت پدیده‌ها و کلاس‌های کاربری اراضی با مختصات جغرافیایی آنها در سطح طبیعت، بر پایه نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و نقاط کنترل برداشت شده با GPS مدل Etrex - Garmin تصاویر محدوده مورد مطالعه یکبار دیگر زمین مرجع گردید. برای انجام این فرآیند نقاط کنترل کافی (۱۲۴ نقطه) با پراکنش مناسب از سطح منطقه مورد مطالعه جمع‌آوری گردید و با استفاده از تابع زمین مرجع سازی^۱ در محیط نرم افزار PCI-Geomatica در روی هر تصویر پیاده شد. برای نمونه‌گیری ارزش مجدد پیکسل‌ها از روش نزدیک‌ترین همسایگی استفاده و تصاویر با خطای RMS ۰/۴۲ پیکسل زمین مرجع گردید.

تصحیحات اتمسفری

برای ارزیابی نسبت خطای اتمسفری در سطح تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، ارزش عددی پیکسل‌های تصویر در مناطق مربوط به توده‌های آبی محاسبه شد و با توجه به وجود خطای اتمسفری و ضرورت حذف آن از روش کاهش عددی پیکسل‌های تیره استفاده شد. انتخاب این روش بر اساس موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و قرار گرفتن آن در حاشیه شرقی دریاچه ارومیه و لحاظ اثر توده‌های آبی بر ارزش پیکسل‌های محدوده‌های آن صورت گرفت. این تکنیک بر این فرض استوار است که کمترین مقدار ارزش عددی یک پیکسل در باندهایی غیر از باندهای حرارتی در مناطق آبی با عمق نزدیک به ۳۰ متر در سطح تصویر در هر باند بایستی صفر باشد، و ارزش طیفی بالای صفر برای پیکسل‌های آن منطقه نتیجه‌ای است، که از خطای اتمسفری حاصل شده است. در این روش، مقدار ثابتی (خطای اتمسفری) از ارزش کل پیکسل‌ها در یک باند مشخص کاسته می‌شود تا تصحیحات اتمسفری بر روی هر تصویر ماهواره‌ای اعمال گردد (Chavez et al, 1977, 460). با توجه به این اینکه دریاچه ارومیه با عمق (۱۶-۶) متر بزرگترین توده آبی منطقه مورد مطالعه است، بنابراین با ارزیابی نسبت خطای اتمسفری و کسر آن از ارزش پیکسل‌های تصویر، نسبت به انجام تصحیحات اتمسفری اقدام شد.

تعیین کلاس‌های اطلاعاتی

طبقه‌بندی و مقایسه نتایج آن در کلاس‌های مشخص صورت می‌گیرد. برای این منظور کلاس‌های کاربری اراضی در محدوده شرقی دریاچه ارومیه بر اساس جدول (۱) مشخص شده است. در تعیین کلاس‌های کاربری اراضی تلفیقی از سطوح ۲ و ۳ سیستم طبقه‌بندی میشیگان (Anderson et al, 1976, 80) در نظر گرفته شده است.

طبقه‌بندی با الگوریتم حداکثر احتمال در روش پیکسل پایه

در روش پردازش پیکسل پایه، پیکسل به عنوان واحد اصلی محسوب شده و ارزش‌های عددی تصاویر، مبنای طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهد. این روش طبقه‌بندی بر اساس روش‌های آماری بصورت نظارت شده و نظارت نشده انجام می‌شود و در آن یک پیکسل تنها در یک کلاس قرار می‌گیرد. این دیدگاه کلاسیک بر اساس تئوری باینری استوار است. با این تئوری، یک پیکسل در یکی از کلاس‌ها طبقه‌بندی می‌شود یا اینکه در هیچ یک از کلاس‌ها ارزیابی نشده و بصورت طبقه‌بندی نشده باقی می‌ماند. براساس تئوری باینری، پیکسل‌ها در محدوده‌های همپوشان عوارض تنها در یک کلاس طبقه‌بندی می‌شود، در حالی که این پیکسل‌ها با سایر کلاس‌ها دارای همبستگی هستند، و این همبستگی یکی از عوامل مهم کاهش دقت طبقه بندی پیکسل پایه است (فیضی زاده، ۱۳۸۶، ۶۸، ۳، Yan, 2003, 15, Blaschke, 2009). در شکل (۲ الف) ارزش‌های پیکسلی از دو باند در یک نمودار برداری دو بعدی ترسیم شده است که شکل فضای

عوارض^۱، تصویر است. در فضای عوارض پیکسل‌هایی که به یکی از کلاس‌های پوشش اراضی تعلق داشته باشد در یک کلاس دیگر قرار می‌گیرند. انواع پوشش اراضی با الگوهای طیفی مشخص طبقه‌هایی از پیکسل‌ها را در فضای عوارض ایجاد می‌کنند. در این حالت انواع پوشش اراضی انعکاس طیفی مشابهی داشته و در فضای عوارض با هم همپوشانی پیدا می‌کنند که در شکل (۲ ب) نشان داده شده است.

جدول ۱- کلاس‌های کاربری اراضی و تعداد نمونه‌های برداشت شده با GPS برای هر کلاس

تعداد نمونه‌های آموزشی	نوع پوشش/کاربری اراضی	نوع پوشش/کاربری اراضی
۱۱۰	باغ سیب	نواحی کشاورزی
۱۱۰	تاکستان	
۱۱۰	سایر باغات	
۱۲۰	اراضی زراعی آبی	
۷۰	اراضی زراعی دیم	
۱۲۰	اراضی تحت آیش	
۸۰	مرتع درجه یک	مراتع
۸۵	مرتع درجه دو	
۸۳	مرتع درجه سه	
۵۰	بستر رودخانه	آب
۱۵۰	اراضی بایر	اراضی بایر
۶۰	شوره زار	
۴۵	اراضی ماندابی	
۱۱۹۳	-	جمع



الف، طبقه بندی کلاس‌ها با الگوهای طیفی یکسان

ب، فضای همپوشان (پیکسل‌های آمیخته)

شکل ۲. مقایسه طبقه بندی کلاس‌ها با الگوهای طیفی یکسان و فضای عوارض همپوشان (پیکسل‌های آمیخته)

پیکسل‌های موجود در محدوده‌های همپوشان (مثلاً بین کلاس‌های A و B در شکل ۲، ب) دارای اطلاعات مشترکی با اطلاعات سایر کلاس‌ها هستند. در بسیاری از موارد این نوع از پیکسل‌ها تحت عنوان پیکسل‌های آمیخته توصیف می‌شوند که به درستی در یکی از طبقات کلاس‌های پوشش اراضی قرار نمی‌گیرند. این عامل موجب می‌شود که پیکسل‌های واقع در محدوده‌های همپوشان به درستی طبقه‌بندی نشده و دقت طبقه‌بندی کاهش یابد (Yan, 2003, 3). در تحقیق حاضر برای طبقه‌بندی پیکسل پایه تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5، نمونه‌های آموزشی برداشت شده برای هر یک از کلاس‌ها (جدول ۱) بر سطح تصویر پیاده شد. سپس با محاسبه تفکیک‌پذیری کلاس‌ها و کسب اطمینان از تفکیک‌پذیری مناسب برای هر کلاس با تحلیل مشخصات آماری کلاس‌ها نمونه‌های آموزشی و ارزیابی منحنی‌های انعکاس طیفی هر یک از کلاس‌ها که براساس نمونه‌های آموزشی برداشت شده برای هر کلاس ترسیم شده بود، ترکیب باندی ۳-۱-۴ به عنوان 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 شده است.

طبقه‌بندی شیء‌گرا

طبقه‌بندی شیء‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری^۱ ارتباط می‌دهد (فیضی زاده، ۱۳۸۶، ۶۸، ۹۱، ۲۰۰۳، Yan, 2003, 14, Blaschke, 2009). پس از فرایند طبقه‌بندی، هر یک از اشیاء تصویری به یکی (یا هیچکدام) از کلاس‌ها اختصاص می‌یابند. این نوع از طبقه‌بندی براساس منطق فازی استوار است و ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر کلاس تبدیل می‌کند. در این فرایند پیکسل‌ها با درجه عضویت متفاوت در بیش از یک کلاس طبقه‌بندی می‌شوند و بر اساس درجه عضویت نسبت به هر کلاس، طبقه بندی براساس الگوریتم نزدیکترین همسایه انجام می‌شوند. مراحل این طبقه‌بندی به شرح زیر است:

سگمنت سازی

سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (نظیر ارزش عددی و بافت) مهم‌ترین معیار مشترک آنهاست (Blaschke and Lang, 2006, 6). فیضی‌زاده و همکاران، (۲۰۱۳۸۷). شیء‌های تصویری حاصل از فرآیند سگمنت‌سازی، مبنای طبقه بندی شیء‌گرا هستند و آنها دارای حجم زیادی از مشخصات و خصیصه‌های پدیده‌های زمینی متناظرشان در سطح تصویر می‌باشند و هرچه قدر این فرآیند با دقت بیشتری انجام گیرد، مستقیماً در کیفیت طبقه‌بندی شیء‌گرا تاثیر خواهد گذاشت (Baat & Scha "pe, 2000, 15, Chaudhuri & Sarkar , 1995, 75 & Hofmann et al., 1998, 810). در فرآیند سگمنت‌سازی، شیء‌های تصویری در سطح تصویر براساس تفکیک مکانی و تفکیک طیفی تصویر بوسیله گروهی از پیکسل‌ها، مطابق با ویژگی‌های طیفی و هندسی که مفسر برای کلاس‌ها تعیین می‌کند، انجام می‌شود. در فرایند سگمنت‌سازی مفسر می‌تواند با در نظر گرفتن پارامترهای شکل، بافت، ضریب فشردگی و معیار نرمی شکل، فرایند سگمنت‌سازی تصویر را انجام داده و براساس نسبت اهمیت هریک از این عوامل در خصوصیات کلاس‌های مورد نظر برای استخراج از تصاویر ماهواره‌ای، نسبت اهمیت آنها را در فرآیند سگمنت‌سازی اعمال نماید. علاوه بر موارد فوق، مقیاس مناسب برای سگمنت‌سازی نیز یکی دیگر از عوامل مهم در سگمنت‌سازی تصویر است. تعریف عددی بزرگ برای پارامتر مقیاس در فرایند سگمنت‌سازی اجازه ایجاد شیء‌های تصویری بزرگ را داده و برعکس با انتخاب عددی کوچک برای پارامتر مقیاس، شیء‌های تصویری کوچک ایجاد خواهد شد. بنابراین تعریف مقیاس مناسب برای سگمنت‌سازی تصویر از اهمیت بالایی برخوردار است. در تحقیق حاضر در سگمنت‌سازی از اطلاعات مربوط به ویژگی‌های هندسی کلاس‌های کاربری اراضی (شامل شکل، اندازه، بافت) استفاده شده و این فرایند با روش سگمنت‌سازی Image objects انجام شد و برای این منظور با تجزیه و تحلیل نتایج سگمنت‌سازی تصویر با پارامتر مقیاس متفاوت و تفکیک مکانی تصویر، پارامتر مقیاس ۱۰ انتخاب شد و معیار همگنی برای رنگ ۰/۸ و شکل ۰/۲، معیار نرمی شکل ۰/۹ و فشردگی ۰/۱ در نظر گرفته شده است.

طبقه‌بندی فازی در محیط نرم‌افزار eCognition متناسب با شرایطی است که مفسر برای هر کلاس تعیین می‌کند. این شرایط بوسیله توابعی که برای کلاس‌ها بیان می‌گردد، تعریف می‌شود که می‌تواند بصورت تابع عضویت، شبیه‌سازی کلاس‌ها یا نزدیک‌ترین همسایه باشد. در eCognition تعریف شرایط مناسب برای هر کلاس، مبنای طبقه‌بندی فازی را تشکیل می‌دهد. با تعیین ویژگی‌های مربوط به اطلاعات طیفی و ویژگی‌های هندسی کلاس‌های کاربری اراضی در طی فرآیند پردازش تصویر، می‌توان از عملگرهای منطق فازی شامل Max, Or, عملگری با حداکثر ارزش بازگشتی از ارزش فازی، میانگین حسابی ارزش فازی، میانگین هندسی ارزش فازی و And عملگر بازگشتی به عنوان حاصل ضربی از ارزش فازی استفاده نموده و شرایط مناسب برای طبقه‌بندی را تعریف نمود. در تعریف شرایط طبقه‌بندی مفسر می‌تواند از پارامترهای طیفی و بصری (شامل بافت، شکل، تن رنگ و...) استفاده نموده و با تعریف یکی یا مجموعه‌ای از این عوامل

و همچنین تعیین نسبت اهمیت هریک از این عوامل در فرایند طبقه‌بندی، شرایط مناسب برای طبقه‌بندی کلاس‌ها را تعریف نماید. در این تحقیق این شرایط به شرح زیر برای کلاس‌ها تعریف شده است.

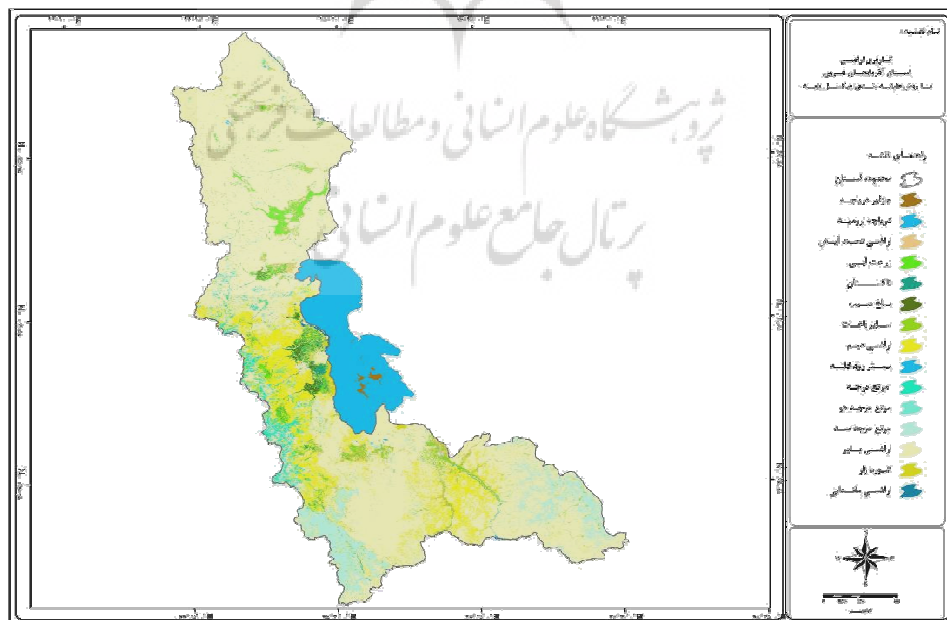
- تعریف شکل و نسبت طول به عرض به عنوان عاملی موثر در جداسازی بستر رودخانه
- تعریف عامل شکل به عنوان عاملی موثر در جداسازی اراضی تحت آیش کشاورزی از کلاس اراضی بایر
- تعریف عامل بافت به عنوان عامل تاثیرگذار در جداسازی کلاس تاکستان از سایر اراضی باغی
- استفاده از الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در طبقه‌بندی شیء‌گرا برای تمامی کلاس‌ها
- استفاده از توابع سیگموئید، J شکل و خطی در تعریف شرایط طبقه‌بندی برای کلاس‌ها

شیء‌های نمونه آموزشی

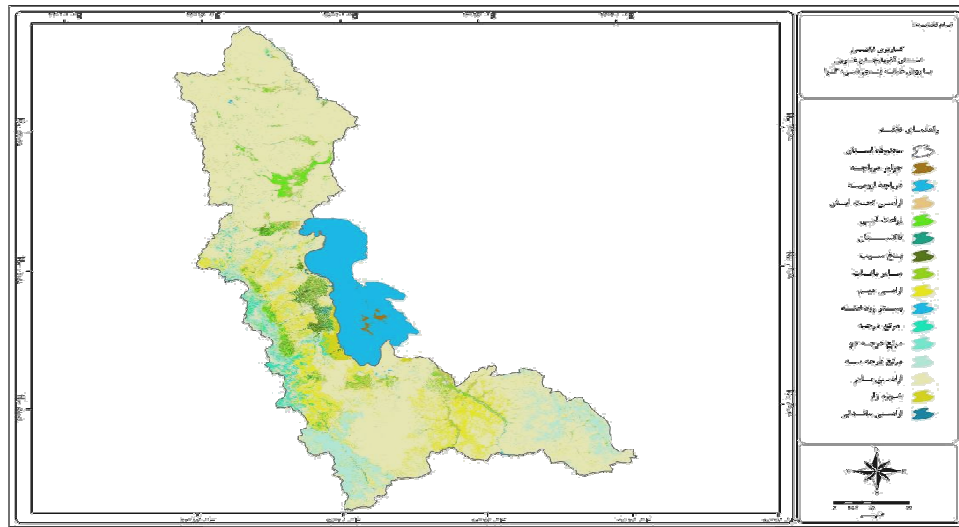
طبقه‌بندی شیء‌گرا نیز همانند طبقه‌بندی پیکسل پایه نیازمند نمونه‌های آموزشی است. در eCognition محدوده نمونه‌های آموزشی با شیء‌های تصویری نمونه مشخص می‌شود بنابراین در ادامه نمونه‌های آموزشی مورد نیاز برای طبقه‌بندی در محیط نرم افزار eCognition بر سطح تصویر پیاده شده و شیء‌های تصویری متناظر آنها به عنوان شیء‌های نمونه آموزشی برای کلاس‌های طبقه‌بندی انتخاب شده است.

طبقه‌بندی تصویر

این فرایند طبقه‌بندی تکرار پذیر است و تا حصول بالاترین درجه عضویت برای هریک از کلاس‌ها ادامه می‌یابد. در این تحقیق پس از اینکه شیء‌های نمونه آموزشی برای کلاس‌های مشخص شده انتخاب شد نسبت به طبقه‌بندی شیء‌گرا اقدام گردیده که نتیجه حاصله از آن در شکل (۵) نشان داده شده است.



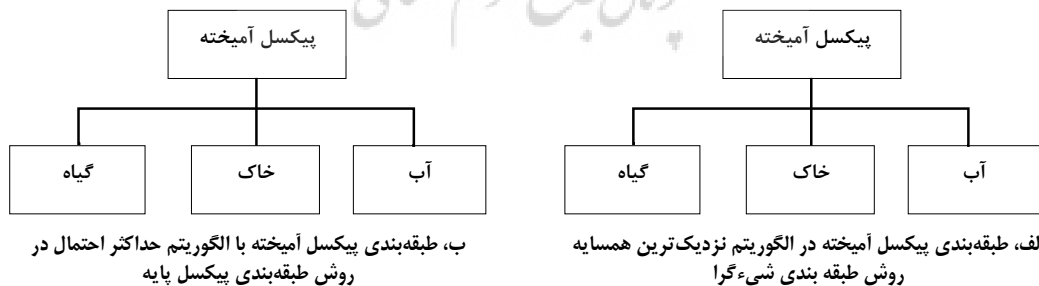
شکل ۴. نقشه کاربری اراضی استخراج شده با الگوریتم حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه



شکل ۵. نقشه کاربری اراضی استخراج شده با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا

یافته‌های تحقیق

نتایج تحقیق نشان می‌دهد، که الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر رقومی ماهواره‌ای در مقایسه با الگوریتم حداکثر احتمال در روش پیکسل پایه، دست‌یابی به دقت بالاتر را امکان‌پذیر می‌سازد. یکی از مهم‌ترین دلایل دست‌یابی به دقت بالا در روش طبقه‌بندی با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه این است که در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مربوط به بافت، شکل، موقعیت و محتوا نیز در فرایند طبقه‌بندی استفاده می‌شود. بنابراین دقت طبقه‌بندی به نحو فزاینده‌ای افزایش می‌آید. شکل (۶) نحوه‌ی طبقه‌بندی یک پیکسل آمیخته با دو روش ذکر شده را نشان می‌دهد. همانگونه که این شکل نشان می‌دهد، در طبقه‌بندی با الگوریتم پیکسل پایه حداکثر احتمال، پیکسل‌هایی که روی خط جداکننده کلاس‌ها قرار می‌گیرند، نهایتاً باید به یکی از کلاس‌های آب، خاک و یا گیاه اختصاص یابند (طبقه‌بندی سخت) اما در فرایند طبقه‌بندی با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا، پیکسل‌ها، بر اساس وزن‌شان به کلاس‌های مختلف نسبت داده می‌شود (طبقه‌بندی نرم) در این روش طبقه‌بندی، پیکسل آمیخته، از یک درجه عضویت برای هر کلاس برخوردار است و بر اساس منطق فازی متناسب با بیشترین درجه عضویت در یک کلاس خاص طبقه‌بندی می‌شود.



شکل ۶. مقایسه طبقه‌بندی پیکسل آمیخته با الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه در روش شیء‌گرا و الگوریتم حداکثر احتمال روش پیکسل پایه

در تحقیق حاضر پس از انجام طبقه‌بندی با هر دو روش پیکسل پایه و شیء‌گرا برای مقایسه نتایج پارامترهای ارزیابی صحت برای هر دو روش استخراج شده که در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- نتایج ارزیابی صحت روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شیء‌گرا

روش طبقه‌بندی	الگوریتم طبقه‌بندی	صحت کلی طبقه‌بندی به درصد	ضریب کاپای طبقه‌بندی
پیکسل پایه	حداکثر احتمال	۸۸/۳۷	۰/۸۷
شیء‌گرا	نزدیکترین همسایه	۹۵/۱۰	۰/۹۴

همانگونه که جدول (۲) نشان می‌دهد، روش طبقه‌بندی شیء‌گرا با صحت کلی ۹۵/۱۰٪ در مقابل صحت کلی ۸۸/۳۷٪ در طبقه‌بندی پیکسل پایه تصاویر ماهواره‌ای از دقت بالاتری برخوردار است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق روش‌های پیکسل پایه و شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای SPOT 5 مورد مقایسه قرار گرفت. برای مقایسه عملی نتایج، تصویر ماهواره‌ای استان آذربایجان غربی در قالب کلاس‌های مشخص شده در هر دو روش با داده‌های آموزشی یکسان مورد طبقه‌بندی قرار گرفت و برای مقایسه نتایج، مهم‌ترین روش‌های ارزیابی صحت شامل دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی استخراج شد. و مشخص شد که الگوریتم نزدیکترین همسایه در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در مقایسه با الگوریتم حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه حدود ۷٪ (در هر دو شاخص دقت کلی و ضریب کاپای) دقت بالاتری را در طبقه‌بندی تصاویر نتیجه می‌دهد (جدول ۲). مقدار افزایش صحت در الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در ارتباط مستقیمی با پارامتر سگمنت‌سازی و مقیاس آن می‌باشد. تعیین پارامترهای سگمنت‌سازی بر عهده کاربر می‌باشد و مفسر با توجه به شناخت خود از منطقه می‌تواند براساس پارامترهای شکل، بافت، ضریب فشردگی و معیار نرمی شکل سگمنت‌سازی تصویر را انجام دهد. همچنانکه در تحقیق حاضر برای دست‌یابی به دقت بالا و استفاده از اطلاعات محیطی از عامل شکل و نسبت طول به عرض به عنوان عاملی موثر در جداسازی بستر رودخانه و تفکیک بهتر کلاس اراضی تحت آیش کشاورزی از کلاس اراضی بایر، از عامل بافت به عنوان عاملی تاثیرگذار در جداسازی کلاس تاکستان و از توابع سیگموئید، J شکل و خطی در تعریف شرایط طبقه‌بندی برای کلاسها، استفاده شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد کیفیت سگمنت‌سازی و تعیین مقیاس سگمنت‌ها ارتباط مستقیمی با تفکیک مکانی تصویر ماهواره‌ای دارد و با افزایش تفکیک مکانی تصاویر و دست‌یابی به وضوح بالا در استخراج اشکال پدیده‌های زمینی در روی تصاویر، می‌توان سگمنت‌هایی با کیفیت بالا تولید نموده و دقت طبقه‌بندی را به نحو قابل توجهی افزایش داد. که این مهم در تحقیقات سایر محققین نیز به اثبات رسیده است (Baatz & Schaeppe, 2000, Chaudhuri & Sarkar, 1995 & Hofmann et al., 199, Blaschke, 2009, Yan, 2003, Gao et al, 2009, Zhaocong & et al, 2009, Pltt and Schoennagel, 2009, Claudia & et.al, 2007 Dehvari & Heck, 2009, Collingwood & et.al, 2009) دست‌یابی به دقت کلی ۹۵/۱۰٪ در مقابل دقت ۸۸/۳۷٪ نشان می‌دهد که الگوریتم طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه در روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در مقایسه با الگوریتم حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل، دست‌یابی به دقت بالا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را امکانپذیر می‌سازد. هرچند که در افزایش میزان صحت عوامل دیگری مانند تعداد کلاس‌ها و دقت مکانی و طیفی سنجنده نیز می‌تواند تاثیر داشته باشد ولی در شرایط یکسان تعیین دقیق عوامل تاثیرگذار نقش قابل توجهی در افزایش دقت طبقه‌بندی دارند. لذا استفاده از روش شیء‌گرا و تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی و طیفی بالا در فرایند طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای توصیه می‌گردد.

منابع

- Alavi panah.K.S, 2005, **Application remote sensing in earth science**, published by University of Tehran, pp. 45
 Anderson,J., Hady, R., Roach, E., Wetter, R.E.,1976,**A Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data**. United States Government Printing Office,Washington,pp. 80

- Borri, D., M. Caprioli, E. Tarantino, 2005, **Spatial Information Extraction from VHR Satellite Data to Detect Land Cover Transformations**, Polytechnic University of Bari, Italy, pp.105
- Blaschke, T., 2009, **Object based image analysis for remote sensing**, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, journal homepage: www.elsevier.com/locate/isprsjprs.pp.10-21
- Blaschke, T., Lang, S., 2006, **bridging remote sensing and GIS-what are the main supportive pillars?**, International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006), university of Salzburg, Austria, pp.20
- Baatz, M., & Schape, A, 2000, **Multiresolution segmentation—an optimization approach for high quality multi-scale image segmenta-tion**. In Strobl J., Blaschke T., & Greisebener G. (Eds.), *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT- Symposium Salzburg*, vol. 200. Karlsruhe: Herbert Wichmann Verlag. pp. 12–23
- Chavez, P.S., 1988, **An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multi-Spectral Data**, *Remote Sensing of Environment*, Vol.24,no.3,1988,pp.459-479
- Chen, M, Su.W, Li.L,Chao.Z,Yue.A and Li.H., 2009 of 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
- Chaudhuri, B., & Sarkar, N. 1995. **Texture segmentation using fractal dimension**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 17, 72– 77.
- Claudia M. A, Iris M. S, Claudia D.A, Carolina M. D, Madalena N. P, Raul Q. F, 2007, **Multilevel Object-Oriented Classification of Quickbird Images for Urban Population Estimates**, *Proceedings of the 15th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems ACM GIS 2007*.pp. 5
- Collingwood, A., Steven, E.F, Guo, X and Stenhouse, G., 2009, **A medium-resolution remote sensing classification of agriculture areas in Alberta grizzly bear habit**, *Can.J.Remote sensing*, Vol.35, No.1., 2009, PP.23-36
- Dehvari, A, Heck R. J, 2009, **Comparison of object-based and pixel based infrared airborne image classification methods using DEM thematic layer**, *Journal of Geography and Regional Planning* Vol. 2(4), , April, 2009, Available online at <http://www.academicjournals.org/JGRP> ISSN 2070-1845 © 2009 Academic Journals, pp. 086-096
- Feizizadeh, B, Rasuli, A, 2007, **Comparison of pixel based and objects – Oriented methods in providing land use maps case study: eastern plain of Uremia Lake**, M.Sc thesis, remote sensing and GIS Centrum of university of Tabriz. Tabriz. Iran. Pp 68
- Feizizadeh, B, Jafari, F and Nazmfar, H, 2008, **Application remote sensing data in land use change detection of city area**, *journal of Honarhay Ziba*, No 39, summer 2008, pp 17-24
- Hofmann, T., Puzicha, J., & Buhmann, J. 1998. **Unsupervised texture segmentation in a deterministic annealing framework**. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, NO20, pp.803-818
- Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W. 2001, **Remote Sensing and Image Interpretation**, 4th ed, John Wiley and Sons, inc. USA, 2001, ISBN: 0471255157, p 205
- Gao, Y, Mas, J.F and 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
- Gitas I. Z, George H. M , Gemma V, 2004, **Object-based image classification for burned area mapping of Creus Cape**, *Remote Sensing of Environment* 92 (2004), www.elsevier.com/locate/rse
- Kahlagei, S, Rasuli, A, 2006, **change detection coastal line of khazar sea**, M.Sc thesis, remote sensing and GIS Centrum of university of Tabriz. Tabriz. Iran. Pp 57
- Spain, using NOAA-AVHRR imagery, pp. 409-413
- Walter, V., 2004, **Object-based Classification of Remote Sensing Data for Change Detection**, URL: www.elsevier.com/locate/isprsjprs (accessed in July 2008), pp. 11-19
- Platt, R. V. and Schoennagel, T., 2009, **an object-oriented approach to assessing changes in tree cover in the Colorado Front Range 1938–1999**, *Forest Ecology and Management* 258 (2009), journal homepage: www.elsevier.com/locate/foreco, pp.1342–1349
- Sadegi Nad, A, Sahamei Nosha abadei, H, 1999, **fundamental of Remote sensing**, published by University of Imam Hosain, pp. 28
- Yan, GAO, 2003, **Pixel Based and Object Oriented Image for Coal Fire Research**, <http://www.ITC.com> (accessed in July 2008). pp. 3-99
- Zhaocong, W, Lina, Y. and Maoyun, Q., 2009, **Granular Approach to Object-Oriented Remote Sensing Image Classification**, *RSKT 2009, LNCS 5589*, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009, PP. 563–570