

ارزیابی تکنیک‌های مختلف طبقه‌بندی شی‌گرا در استخراج کاربری اراضی از تصاویر ماهواره آیکونوس

سعید سلمانی^۱

حمید ابراهیمی^۲

کیوان محمد زاده^۳

خلیل ولیزاده کامران^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۱۱/۳۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۵/۰۶

چکیده

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از پردازش شی‌گرا تاکنون با بهره‌گیری از تکنیک‌های مختلف به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. اگرچه تعداد بسیار زیادی الگوریتم طبقه‌بندی برای تصاویر ارائه شده، اما به ندرت بر روی یک مورد یکسان بایکدیگر مقایسه شده‌اند. در این پژوهش، تصویر ماهواره آیکونوس با استفاده از سه الگوریتم طبقه‌بندی شی‌گرا از جمله: آستانه‌گذاری، نزدیک‌ترین همسایگی و طبقه‌بندی فازی در تهیه نقشه کاربری اراضی مورد مقایسه قرار گرفته است. جهت طبقه‌بندی و مقایسه نتایج حاصل از هر سه روش مورد مطالعه از نقاط کنترل زمینی یکسان استفاده شده است و در نهایت بهترین الگوریتم طبقه‌بندی با استفاده از روش‌های ارزیابی صحت از جمله: شاخص دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی مشخص گردید. نتایج حاصل از طبقه‌بندی و ارزیابی دقت نشان‌دهنده بالاترین میزان دقت کلی و ضریب کاپا برای الگوریتم فازی شی‌گرا می‌باشد که دقت بالای این روش به دلیل بررسی درجه عضویت پارامترهای مؤثر در طبقه‌بندی و استفاده از پارامترها و معیارهای دارای بیشترین درجه عضویت در طبقه‌بندی می‌باشد. همچنین تکنیک نزدیک‌ترین همسایگی با استفاده از الگوریتم FOS با تولید دقت کلی ۰/۹۲ و ضریب کاپا ۰/۹۰۹ بعد از الگوریتم فازی شی‌گرا بیشترین دقت را دارا می‌باشد. روش تعیین آستانه به دلیل دخالت کاربر در تعیین آستانه‌ها - جهت طبقه‌بندی - کمترین دقت را در استخراج کاربری‌های اراضی بین سه روش مورد مقایسه نشان می‌دهد. به دلیل ماهیت مقایسه‌ای این پژوهش نتایج آن برای شناسایی روش‌های بهینه در تولید و تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا از اهمیت بالایی برخوردار بوده و قابل استفاده برای پژوهشگران و سازمان‌های تولیدکننده نقشه‌های کاربری اراضی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سگمنت‌سازی، تعیین آستانه، نزدیک‌ترین همسایگی، توابع عضویت فازی، الگوریتم FOS.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول) said.salmani@yahoo.com

۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز hamdebrahimi@gmail.com

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز km_rs199@yahoo.com

۴- دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا و برنامه ریزی، دانشگاه تبریز tabrizrgis@gmail.com

۱- مقدمه

داد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با بهره‌گیری از تکنیک‌های پردازش شی‌گرا تاکنون به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (Liu et al, 2006:285; Blaschke, 2014:185). همچنین تاکنون از رویکردهای بسیاری در چارچوب تکنیک‌های OBIA برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است (Benz et al, 2004:239-258; Blaschke, 2010:2-16; Tiede et al, 2010:193-202) (and Strasser & Lang, 2015: 29-37) انتخاب مناسب‌ترین روش برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با توجه به تنوع منابع اطلاعاتی، داده‌های آموزشی و عوارض زمینی، پارامترهای سگمنت‌سازی و همچنین بازتاب‌های طیفی مختلف در شرایط متفاوت از عوارض زمینی مانع از انتخاب یک رویکرد واحد با پارامترهای مشخص برای طبقه‌بندی تصاویر شده (Yu et al, 2008:1010; Li et al, 2016:90)، از این رو بررسی تکنیک‌های مختلف پردازش تصاویر ماهواره‌ای در شرایط متفاوت به‌عنوان یکی از زمینه‌های تحقیقاتی مناسب برای پژوهشگران مطرح گردیده است. در این پژوهش به بررسی سازمان‌یافته برخی از تکنیک‌های طبقه‌بندی شی‌گرا تصاویر ماهواره‌ای از جمله؛ تکنیک آستانه‌گذاری، الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی و طبقه‌بندی فازی شی‌گرا و تعیین مناسب‌ترین الگوریتم برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای یکونوس می‌باشد. نظر به اهمیت موضوع تاکنون محققین مختلفی به بررسی و مقایسه الگوریتم‌های مختلف در پردازش شی‌گرا پرداخته‌اند. از جمله آن‌ها: Chen و همکاران (۲۰۰۴) به مقایسه روش‌های طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا در استخراج اطلاعات از تصاویر ماهواره‌ای اقدام نمودند، پژوهشگران پس از انجام طبقه‌بندی با دو روش پیکسل پایه و شی‌گرا نتیجه می‌گیرند که الگوریتم طبقه‌بندی فازی در روش طبقه‌بندی شی‌گرا با دقت کلی ۹۶/۴۲ درصد در مقایسه با الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه با دقت کلی ۷۷/۷۹ درصد، در روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، از دقت بالاتری برخوردار است. نیک فر و همکاران (۱۳۹۴)، روشی را در قالب یک سیستم دانش‌منا جهت کشف خودکار شبکه‌های ارتباطی

با گسترش تکنولوژی سنجش از دور، حجم وسیعی از داده‌های مکانی در دسترس قرار گرفته‌اند. داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها در اختیار محققان جهت تهیه نقشه کاربری اراضی می‌باشند (Pal & Mather, 2005:1008). در سال‌های اخیر تجزیه و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای به‌عنوان ابزاری در جهت شناسایی و استخراج کاربری اراضی و پوشش مطرح گردیده است (Szuster et al, 2011:526). برای استخراج اطلاعات کاربری اراضی از تصاویر رقومی ماهواره‌ای روش‌های متفاوتی ارائه شده که هر یک دارای نقاط ضعف و برتری خاص خود می‌باشند. از میان تکنیک‌های موجود، روش‌های پردازش شی‌گرا تصاویر ماهواره‌ای (OBIA¹) به جهت بهره‌مندی از الگوریتم‌های دانش‌پایه توانسته‌اند بر ضعف روش پیکسل پایه در فرایند طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای غلبه کنند (Drăguț & Blaschke, 2006:333; Blaschke, 2010:3)

تکنیک‌های شی‌گرا در مقایسه با روش‌های سنتی طبقه‌بندی، از داده‌های بیشتری از جمله؛ اطلاعات هندسی مربوط به شکل عوارض و نحوه قرارگیری آن‌ها، اطلاعات جانبی مختلف (مدل‌های رقومی ارتفاع، شاخص‌های متنوع تصویری) برای طبقه‌بندی پدیده‌ها و عوارض استفاده می‌کنند. در مرحله اول طبقه‌بندی با بهره‌گیری از تکنیک‌های متنوع بهینه‌سازی، مناسب‌ترین مقیاس و پارامترهای دخیل در طبقه‌بندی شناسایی شده، سپس در مرحله‌ی بعدی با توجه به مقیاس و قدرت تفکیک مکانی تصویر به سگمنت‌سازی (قطعه‌بندی) اجزای تصویر پرداخته و در نهایت با بهره‌گیری از تکنیک موردنظر طبقه‌بندی عوارض صورت می‌گیرد. در روش‌های طبقه‌بندی شی‌گرا تصاویر ماهواره‌ای کیفیت سگمنت‌سازی و تعیین مقیاس سگمنت‌ها ارتباط مستقیمی با قدرت تفکیک مکانی تصویر ماهواره‌ای داشته و با افزایش تفکیک مکانی تصاویر می‌توان سگمنت‌هایی با کیفیت بالا تولید کرده و دقت طبقه‌بندی را به نحو قابل توجهی افزایش

و همچنین بهره‌گیری گسترده در زمینه مطالعات شهری می‌باشد. تصویر مورد استفاده در این پژوهش شامل قسمت‌هایی از شهرستان کرج و شهریار می‌باشد. کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه شامل زمین‌های کشاورزی، مراکز شهری، شبکه ارتباطی و برخی موارد دیگر می‌باشد، تنوع کاربری‌های اراضی در محدوده مورد مطالعه امکان مقایسه مناسب‌تر الگوریتم‌های مورد نظر را فراهم و همچنین قابلیت تعمیم دهی نتایج حاصل به تصاویر مناطق دیگر را افزایش می‌دهد.

۲-۲- طبقه‌بندی شیء‌گرا

فرآیند طبقه‌بندی شیء‌گرا در سه مرحله کلی قابل انجام است که شامل سگمنت سازی (قطعه‌بندی^۳)، طبقه‌بندی^۴ و ارزیابی صحت طبقه‌بندی می‌باشد. سگمنت به معنی گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت‌هایی نظیر ارزش عددی و بافت، مهم‌ترین معیار مشترک میان آن‌ها می‌باشد (Suster et al, 2011:527; Baatz et al, 2008:34). شیء‌های تصویری حاصل از فرآیند سگمنت‌سازی، مبنای طبقه‌بندی شیء‌گرا هستند و دارای حجم زیادی از مشخصات و ویژگی‌های پدیده‌های زمینی متناظرشان در سطح تصویر می‌باشند (Chaudhuri & Sarkar, 1995:74). به منظور سگمنت‌سازی در این پژوهش از روش سگمنت‌سازی چند تفکیکی^۵ استفاده شده است. این تکنیک فرایندی از پایین به بالا می‌باشد که با شیء‌های یک پیکسل آغاز شده و در مراحل بعدی، شیء‌های تصویری کوچک در داخل یک شیء تصویری بزرگ‌تر ادغام می‌شود. منظور از ادغام ترکیب اشیا بر اساس نزدیک‌ترین شیء مورد نظر می‌باشد. در هر مرحله که زوجی از شیء‌های تصویری ادغام می‌شوند، به صورت رشدهای کوچک در ناهمگنی معین نشان داده می‌شود. اگر این رشدهای کوچک از آستانه‌ی تعریف شده به وسیله پارامتر مقیاس تجاوز کند، فرایند سگمنت سازی

از تصاویر ماهواره ایکونوس پیشنهاد داده‌اند. نگارندگان با مقایسه نتایج حاصل از تکنیک‌های مختلف در نهایت با بهره‌گیری از تکنیک تلفیقی حاصل از الگوریتم ژنتیک و طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه، به طراحی و پیاده‌سازی سیستمی دانش مبنا جهت کشف خودکار شبکه ارتباطی پرداخته‌اند. فیضی زاده و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی به ارزیابی استفاده از الگوریتم‌های فازی در افزایش دقت نقشه‌های کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره ALOS با روش‌های پردازش شیء‌گرا پرداخته و به این نتیجه می‌رسند که در شرایط مساوی روش شیء‌گرا فازی نسبت به روش شیء‌گرا بدون استفاده از الگوریتم فازی دقت بالاتری جهت استخراج نقشه‌های کاربری اراضی دارد. Li و همکاران (۲۰۱۶)، در تحقیقی با استفاده از تصاویر پهپاد به مقایسه تکنیک‌های پردازش شیء‌گرا تصاویر ماهواره‌ای در طبقه‌بندی کاربری اراضی در یک منطقه کشاورزی پرداخته و نتایج حاصل نشان‌دهنده دقت بسیار بالای طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان^۱ بوده است. همچنین نگارندگان با بررسی سازمان‌یافته، نقش معیارها و پارامترهای مؤثر در طبقه‌بندی را نیز مورد بررسی قرار داده‌اند.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تصویر ماهواره‌ای

در این مطالعه از تصویر ماهواره ایکونوس^۲ شامل باندهای قرمز، سبز، آبی و مادون قرمز نزدیک با قدرت تفکیک مکانی ۴ متر و باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۱ متر استفاده شده است. تصاویر تهیه‌شده توسط ماهواره ایکونوس به علت قدرت تفکیک مکانی و رادیومتریکی مناسب (قدرت تفکیک رادیومتریکی داده‌های ماهواره به صورت ۱۱ بیتی می‌باشند) جزئیات مختلف و فراوانی را از پدیده‌های سطح زمین فراهم کرده است. بیشترین کاربردهای این سنجنده در زمینه‌های؛ مدیریت اکتشافات معدنی، منابع طبیعی، کشاورزی و جنگلداری، تهیه کاداستر کشاورزی

3- Segmentation

4- Classification

5- Multiresolution Segmentation

1- Support Vector Machine

2- IKONOS



نگاره ۱: قطعه‌بندی تصویر با مقیاس ۱۶۰ (ضریب شکل ۰,۵ و فشردگی ۰,۳)

برای هر کلاس برخوردار است و بر اساس منطق فازی متناسب با بیشترین درجه عضویت در یک کلاس خاص طبقه‌بندی می‌شوند (Myint et al, 2011:1152). به هنگام استفاده از طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه، بالاترین درجه عضویت، نزدیک‌ترین فاصله از یک نمونه معین را نشان می‌دهد. برای هرکدام از شیء‌های تصویری افزایش شیب تابع نزدیک‌ترین همسایه می‌تواند باعث افزایش نتیجه بهترین طبقه‌بندی گردد (Wijaya et al, 2015:560).

به منظور کاربرد روش فازی در طبقه‌بندی نزدیک‌ترین همسایه، توابع عضویت چندبعدی به‌طور اتوماتیک تولید شده است. تمام کلاس‌های ارزیابی در این الگوریتم به وسیله ارزیابی ارزش‌هایی در محدوده صفر (عدم ارزیابی) تا یک (ارزیابی کامل) انجام می‌شود. بدیهی است که شیء‌های تصویری مستقر در فضای عوارض نمونه‌ها، از درجه عضویت بالایی برای آن کلاس برخوردارند. در این پژوهش جهت دستیابی به نتایج بهتر و با دقت بیشتر علاوه بر اطلاعات طیفی، برخی شاخص‌ها نظیر شاخص پوشش گیاهی (NDVI)، روشنایی، میانگین انعکاس طیفی باندهای مختلف، اطلاعات بافتی نظیر GLCM، اطلاعات مربوط به شکل و برخی الگوریتم‌های دیگر جهت استخراج پوشش کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفته است. بدین صورت که موارد مذکور جهت اعمال به هر کدام از کلاس‌ها، به نمونه‌ها معرفی شده و نرم‌افزار با استفاده از الگوریتم FSO

متوقف خواهد شد. در طول فرایند سگمنت‌سازی، تمام تصویر سگمنت‌سازی شده و شیء‌های تصویری بر اساس معیار همگنی در رنگ و شکل تولید می‌شوند. تجزیه و تحلیل نتایج سگمنت‌سازی تصویر با پارامترهای مقیاس متفاوت صورت گرفته و نتایج بهینه عملیات سگمنت‌سازی با مقیاس ۱۶۰ ضریب شکل ۰/۵ و ضریب فشردگی ۰/۳ انتخاب در نگاره شماره ۱ نشان داده شده است.

۲-۳- تکنیک آستانه گذاری

این نوع طبقه‌بندی که به عبارتی ساده‌ترین نوع طبقه‌بندی نیز می‌باشد، از شرط آستانه گذاری برای کلاس‌بندی اشیاء تصویر استفاده می‌کند و با تعریف شرایط خاصی، هریک از سگمنت‌های تصویر را به کلاس متعلق به آن شیء تصویری اختصاص می‌دهد. در این پژوهش نیز با توجه به نقاط برداشت زمینی شرایط مربوط به هرکدام از کلاس‌های پوشش اراضی تعیین گشته و جهت استخراج کلاس‌های مورد نظر به کل تصویر تعمیم داده شده است.

۲-۴- الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه

در فرآیند 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

طبقه‌بندی‌شده با اطلاعات زمینی حاصل می‌گردد و مشخص‌کننده کیفیت اطلاعات استخراج‌شده از داده‌های سنجش از دور می‌باشد. ارزیابی صحت می‌تواند کیفی یا کمی، سریع یا وقت‌گیر، پربازده یا به‌صورت تصادفی باشد. در ارزیابی صحت به‌صورت کمی، هدف مشخص نمودن و اندازه‌گیری خطاهای نقشه می‌باشد (Wijaya et al, 2015:563). به‌طورکلی در ارزیابی صحت، نقشه‌های موضوعی بدست آمده از تصاویر ماهواره‌ای از طریق ماتریس خطا، خطای حذف‌شده، خطای گم‌اشته شده، صحت تولیدکننده، صحت کاربر، صحت کل و ضریب کاپا مورد ارزیابی قرار می‌گیرد (Navulur, 2006). ماتریس خطا گاهی اوقات ماتریس ابهام یا جدول احتمالی نیز نامیده می‌شود. در این ماتریس کلاس به کلاس روابط بین داده‌های مرجع (واقعیت زمینی) و نتایج متناظر حاصل از طبقه‌بندی را مقایسه می‌کند. ماتریس خطا به‌صورت مربعی بوده که به تعداد کلاس‌ها دارای سطر و ستون است و از روی آن ارزیابی صحت انجام می‌شود (Drăguț & Blaschke, 2006: 340). تحلیل کاپا یک تکنیک چند متغیره گسسته بوده که از نظر آماری برای مشخص کردن اختلاف اساسی ماتریس خطا در ارزیابی صحت استفاده می‌شود (Fassnacht et al, 2014:111). ضریب کاپا نشان‌دهنده یک اختلاف معنی‌دار میان ماتریس ابهام با نتایج حاصل از یک طبقه‌بندی تصادفی است.

۳- یافته‌ها و نتایج

در مرحله پیش‌پردازش، تمامی باندهای تصویر ماهواره ایکونوس به صورت جداگانه و با بهره‌گیری از روش ضریب چند جمله‌ای گویا (RPCs) و مدل رقومی ارتفاع منطقه در محیط نرم افزار ENVI از لحاظ هندسی تصحیح شده‌اند. همچنین به منظور تصحیح اتمسفری از روش چاوز (کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره) بهره گرفته شده است (Chavez, 1988, 459-479). در پژوهش حاضر از توابع مختلف و قابلیت‌های متنوع تکنیک‌های OBIA جهت استخراج پوشش اراضی با دقت بالا استفاده شده است؛

شاخص‌ها و ویژگی‌های مختلف را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و آن‌ها را در بعدهای مختلف دسته‌بندی کرده، در مرحله نهایی شاخص‌ها و ویژگی‌هایی که ایجادکننده بیشترین فاصله و یا تمایز بین کلاس‌ها هستند را معرفی می‌کنند.

۲-۵- طبقه‌بندی فازی شیء‌گرا

این روش ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر طبقه تبدیل می‌کند. تبدیل ارزش عوارض به ارزش فازی اجازه همگون سازی و ترکیب عوارض در دامنه‌های متفاوت را فراهم می‌آورد. طبقه‌بندی فازی انطباق و وفق‌پذیری توصیفات عوارض را نیز فراهم می‌آورد (Benz et al, 2004:250). در این روش هر طبقه دارای توصیفات خاص خود بوده و این توصیفات مشتمل بر مجموعه‌ای از شرایط است که بر اساس عملگرهای فازی (OR, AND, MEAN(arim) & MEAN (geo)) تعیین می‌شوند. این شرایط برای هر طبقه به‌صورت جداگانه تعریف می‌شود که در طبقه‌بندی تصاویر از اهمیت بالایی برخوردار بوده و مبنای طبقه‌بندی فازی را تشکیل می‌دهد.

این تکنیک با 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، از عملگرهای منطق فازی می‌توان استفاده نموده و شرایط مناسب برای طبقه‌بندی را تعریف کرد. در تعریف شرایط طبقه‌بندی، مفسر می‌تواند از پارامترهای طیفی و بصری (شامل بافت، شکل، تن رنگ و ...) استفاده نموده و با تعریف یک یا مجموعه‌ای از این عوامل و همچنین تعیین نسبت اهمیت هر یک از این عوامل در فرآیند طبقه‌بندی کلاس‌ها را تعریف کند. (Zhang & Maxwell, 2006:4).

۲-۶- ارزیابی صحت طبقه‌بندی

صحت طبقه‌بندی از طریق مقایسه نمونه اشیاء



ب: نتایج اعمال تابع میانگین در باند ۳ تصویر



الف: نتایج اعمال تابع انحراف معیار در باند ۳ تصویر



ت: نتایج اعمال تابع ضریب شکل



پ: نتایج اعمال تابع شاخص پوشش گیاهی (NDVI)



ج: نتایج اعمال تابع Rectangle

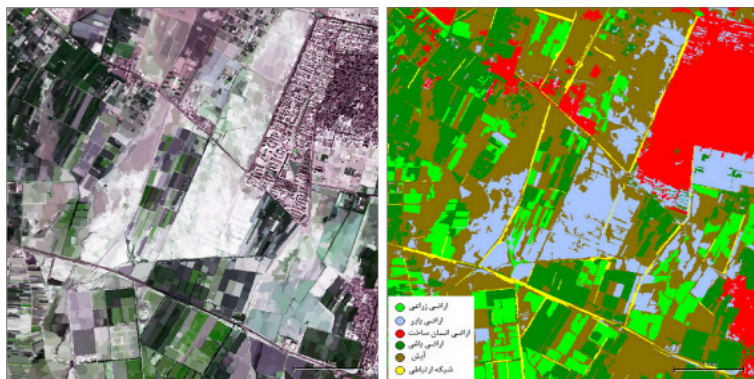


ث: نتایج اعمال تابع بافت همگنی

نگاره ۲: نتایج برخی توابع اعمال شده بر روی تصویر

۳-۱- طبقه‌بندی با روش آستانه گذاری
 این روش طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم Assign class انجام شده و جهت اجرایی کردن این تکنیک ابتدا، بر اساس نقاط کنترل زمینی، معیارها و الگوریتم‌های مناسب جهت استخراج هرکدام از کاربری‌ها انتخاب و سپس آستانه‌های طیفی و همچنین آستانه‌های مبتنی بر شاخص‌های

از جمله این توابع می‌توان به اطلاعاتی بافتی (GLCM)، میانگین باندهای تصویر، اطلاعات هندسی (شکل، فشردگی و عدم تقارن)، شاخص پوشش گیاهی (NDVI) اشاره کرد. نتایج حاصل از اعمال برخی از این توابع به صورت موردی در نگاره شماره ۲ نمایش داده شده است. لازم به ذکر است که در این پژوهش از نرم افزار eCognition استفاده شده است.



نگاره ۳: نتایج طبقه‌بندی به روش آستانه گذاری

جدول ۱: ماتریس فاصله جداسازی به روش الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی

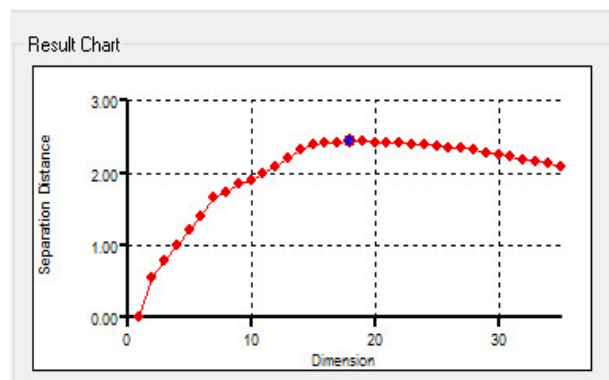
شبکه ارتباطی	آیش	اراضی باغی	اراضی انسان‌ساخت	اراضی بایر	اراضی زراعی	
۸/۳	۳/۳	۲/۳	۴/۹	۲/۹	۰	اراضی زراعی
۸/۲	۴/۹	۸/۹	۴	۰	۲/۹	اراضی بایر
۳/۸	۸/۸	۶/۹	۰	۴	۴/۹	اراضی انسان‌ساخت
۱۰/۲	۴/۲	۰	۶/۹	۸/۹	۲/۳	اراضی باغی
۱۷/۳	۰	۴/۲	۸/۸	۴/۹	۳/۳	آیش
۰	۱۷/۳	۱۰/۲	۳/۸	۸/۲	۸/۳	شبکه ارتباطی

مشخص گردید. این بعد شامل ویژگی‌های میانگین باند ۳ و ۴ تصویر، شاخص پوشش گیاهی، شاخص روشنایی، نسبت طول به عرض، شاخص‌های شکل، فشردگی، عدم تقارن، اطلاعات بافتی همگنی^۲ و کنتراست^۳ جهت تفکیک کلاس‌ها توسط الگوریتم (FSO) معرفی و به‌عنوان اطلاعات جانبی در طبقه‌بندی تصویر مورد استفاده قرار گرفتند.

محاسبه‌شده جهت استخراج کاربری‌های موردنظر اعمال شدند (نگاره ۳).

۳-۲- طبقه‌بندی با روش نزدیک‌ترین همسایگی

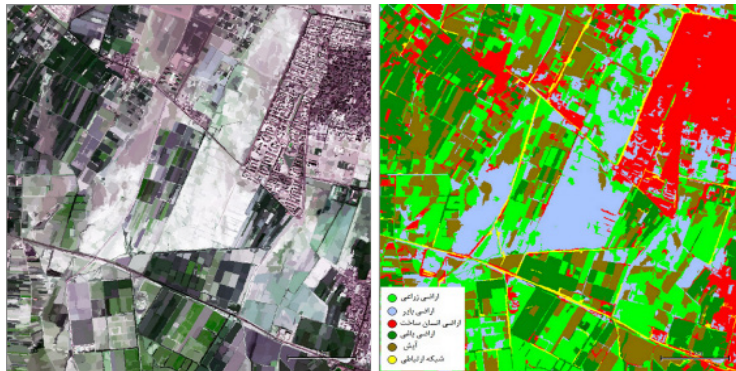
در این روش به‌منظور طبقه‌بندی بر اساس موقعیت نقاط تعلیمی، نمونه‌های هرکدام از کلاس‌های موردنظر بر روی تصویر مشخص گردیده و سپس توابع مختلف جهت اجرای کلاس‌بندی به روش نزدیک‌ترین همسایگی انتخاب و با استفاده از الگوریتم FOS بهینه شدند. الگوریتم FOS تحلیل‌های مختلف را به‌صورت خودکار انجام داده و توابع انتخابی را از نظر حداکثر فاصله تفکیک‌پذیری بین نمونه‌ها در بعدهای مختلف دسته‌بندی می‌نماید. جدول شماره ۱ فواصل ایجادشده بین نمونه‌های تعریف‌شده را نشان می‌دهد.



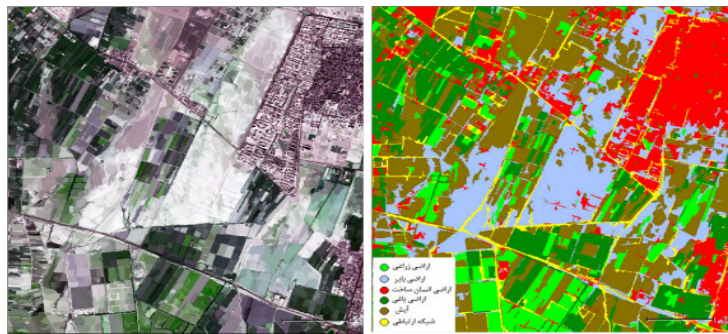
نگاره ۴: نمودار حاصل از الگوریتم FOS

در این پژوهش مطابق نگاره شماره ۴ برای تصویر مورد مطالعه هجدهمین بعد با فاصله تفکیک‌پذیری ۳/۰۶۵ به‌عنوان بهترین بعد جهت جداسازی کلاس‌های موردنظر

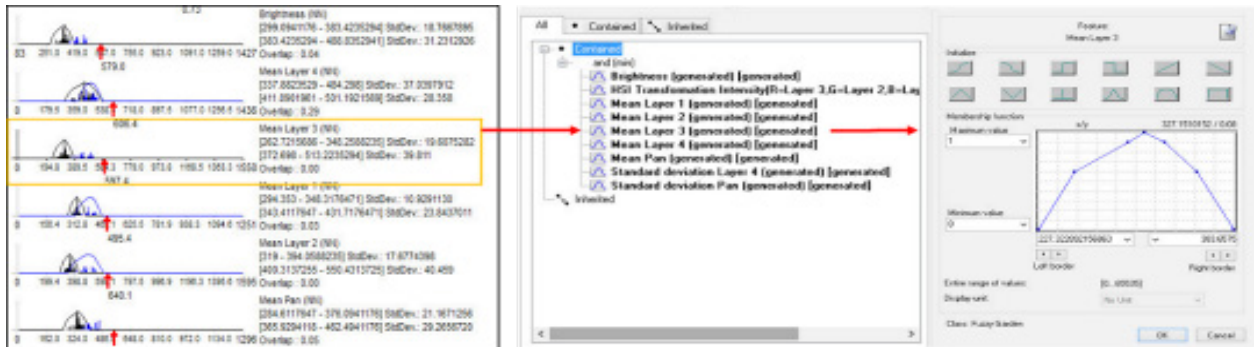
1- Asymmetry
 2- GLCM Homogeneity
 3- GLCM Contrast



نگاره ۵: نتایج طبقه‌بندی به روش الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی



نگاره ۶: نتایج طبقه‌بندی به روش فازی شی‌گرا



نگاره ۷: برخی توابع عضویت مورد استفاده

نگاره شماره ۵ نتایج اعمال الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی را نشان می‌دهد. پژوهش حاضر نمونه‌ها مطابق روش نزدیک‌ترین همسایه انتخاب شده و سپس وزن‌های درجه عضویت بر اساس توابع فازی محاسبه و برای کلاس‌های موردنظر تعریف شدند.

این طبقه‌بندی با استفاده از الگوریتم کلاس‌بندی سلسله مراتبی^۱ اجرا و نتیجه حاصل از اجرای این تکنیک در نگاره شماره ۶ نشان داده شده است.

به‌طورکلی طبقه‌بندی با استفاده از تکنیک‌های فازی مبنا متناسب با شرایطی است که مفسر برای هر کلاس تعیین

۳-۳- طبقه‌بندی با روش فازی شی‌گرا

در طبقه‌بندی فازی هر کلاس به‌صورت مجموعه‌ای از توابع فازی مطرح گشته که امکان بررسی پدیده‌های مشخص را از طریق ارزیابی ارزش‌های آن‌ها، در محدوده ۰ تا ۱ ممکن می‌سازد. تعریف اطلاعات و شرایط برای کلاس‌ها، به‌صورت توابع عضویت صورت می‌گیرد؛ به‌طوری‌که پدیده‌های مستقر در فضای نمونه‌ها، از درجه

1- Hierarchical Classification

جدول ۲: ماتریس خطای روش‌های طبقه‌بندی مورد مقایسه

ضریب کاپا	دقت کلی	شبکه ارتباطی	اراضی کشاورزی دیگر	اراضی باغی	انسان‌ساختن اراضی	اراضی بایر	اراضی زراعی		
۰/۸۲	۰/۸۵	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۶۸۸۵	اراضی زراعی	روش تعیین آستانه
		۰	۰	۰	۱۲۸۰	۱۱۱۴۷۰	۰	اراضی بایر	
		۰	۰	۰	۴۱۲۴۱	۰	۰	اراضی انسان‌ساخت	
		۹۱۶۶	۰	۱۲۶۳۳۶	۴۸۵۵	۰	۸۹۷۴	اراضی باغی	
		۸۵۷۴	۱۹۵۹۰۶	۰	۵۶۵۵	۰	۴۶۲۶۸	آیش	
		۱۸۷۰۹	۲۱۴۵۸	۰	۰	۰	۰	شبکه ارتباطی	
۰/۹۰	۰/۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴۶۸۸۵	اراضی زراعی	روش نزدیک‌ترین همسایگی
		۰	۰	۰	۱۲۸۰	۱۱۱۴۷۰	۰	اراضی بایر	
		۰	۰	۰	۴۱۲۴۱	۰	۰	اراضی انسان‌ساخت	
		۹۱۶۶	۰	۱۲۶۳۳۶	۴۸۵۵	۰	۸۹۷۴	اراضی باغی	
		۸۵۷۴	۱۹۵۹۰۶	۰	۵۶۵۵	۰	۴۶۲۶۸	آیش	
		۱۸۷۰۹	۲۱۴۵۸	۰	۰	۰	۰	شبکه ارتباطی	
۰/۹۵	۰/۹۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶۵۰۳۲	اراضی زراعی	فازی شیء‌گرا
		۰	۰	۰	۳۸۴	۱۰۱۸۶۵	۰	اراضی بایر	
		۰	۰	۰	۲۹۷۵۹	۰	۰	اراضی انسان‌ساخت	
		۰	۰	۲۳۹۱۷۳	۱۲۰۴	۰	۱۷۵	اراضی باغی	
		۹۰۵	۲۵۶۲۷۶	۰	۹۵۲	۰	۰	آیش	
		۵۲۹۹۰	۰	۰	۰	۰	۰	شبکه ارتباطی	

۴- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این تحقیق روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی شیء‌گرا تصاویر ماهواره‌ای از جمله؛ تکنیک آستانه گذاری، الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی و الگوریتم طبقه‌بندی فازی شیء‌گرا در تهیه نقشه کاربری اراضی حاصل از تصویر ماهواره آیکونوس با قدرت تفکیک مکانی ۴ متر برای باندهای چند طیفی و ۱ متر برای باند پانکروماتیک مورد مقایسه قرار گرفته است. جهت طبقه‌بندی و مقایسه نتایج هر سه روش مورد مطالعه از نقاط کنترل زمینی یکسان استفاده شده است؛ و در نهایت بهترین الگوریتم طبقه‌بندی با استفاده از

می‌کند؛ این شرایط به وسیله توابعی خاص برای هر کلاس تعریف شده و می‌تواند به صورت تابع عضویت، شبیه‌سازی کلاس یا نزدیک‌ترین همسایه باشند (نگاره شماره ۷)

۳-۴- ارزیابی صحت نتایج

در این تحقیق به منظور ارزیابی دقت پارامترهای آماری ضریب کاپا، دقت کلی و ماتریس خطای طبقه‌بندی برای هریک از نقشه‌ها با استفاده از ۵۴ نمونه زمینی تصادفی استخراج و محاسبه گردید، نتایج حاصل در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

ماهواره آیکونوس در منطقه مورد مطالعه و همچنین مناطق دارای شرایط مشابه می‌باشد. این نتیجه‌گیری به‌عنوان یک راهنما برای پژوهشگران و همچنین سازمان‌های تولیدکننده نقشه‌های کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره آیکونوس مطرح شده، همچنین بررسی نتایج تکنیک‌های مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی کمتر و در مناطق با پوشش اراضی مختلف به‌عنوان زمینه‌ای بسیار مناسب برای محققین مباحث سنجش از دور مطرح می‌گردد.

۵- منابع و مآخذ

۱. فیضی زاده، ب.، بختیار، پیرنظر، زندکریمی و عابدی قشلاقی. (۱۳۹۴). ارزیابی استفاده از الگوریتم های فازی در افزایش دقت نقشه های کاربری اراضی استخراج شده با روش های پردازش شیء گرا. فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۴(۹۴)، ۱۰۷-۱۱۷.
۲. نیکفر، م.، ولدان زوج، م.، مختارزاده، م.، علیاری، م. ۱۳۹۴. طراحی یک پایگاه قوانین عارضه مبنا جهت کشف عارضه راه از تصاویر ماهواره‌ای با حد تفکیک مکانی بالا. مهندسی فناوری اطلاعات مکانی، (۳(۱): ۷۷-۹۵.
3. Baatz, M., Hoffmann, C. & Willhauck, G. (2008). Progressing from object-based to object-oriented image analysis. In *Object-Based Image Analysis* (pp. 29-42). Springer Berlin Heidelberg.
4. Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of photogrammetry and remote sensing*, 58(3), 239-258.
5. Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 65(1), 2-16.
6. Blaschke, T., Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E. & Tiede, D. (2014). Geographic object-based image analysis-towards a new paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 87, 180-191.
7. Chaudhuri, B. B. & Sarkar, N. (1995). *Texture*

روش‌های ارزیابی صحت از جمله؛ شاخص دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی مشخص گردید. مطابق با نتایج حاصل، الگوریتم طبقه‌بندی فازی شیء گرا با دقت کلی ۹۷ درصد و ضریب کاپای ۹۵٫۰ دارای بیشترین دقت نسبت به الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی و روش آستانه گذاری می‌باشد (جدول شماره ۲). مقدار افزایش صحت در روش مبتنی بر طبقه‌بندی شیء گرا بر اساس الگوریتم فازی تا حد زیادی به انتخاب پارامترهای مناسب برای طبقه‌بندی و به‌کارگیری الگوریتم مناسب جهت به دست آوردن درجه عضویت بستگی دارد. یکی از مهم‌ترین دلایل دستیابی به دقت بالا در این روش بررسی درجه عضویت پارامترهای مؤثر در طبقه‌بندی و استفاده از پارامترهای دارای بیشترین درجه عضویت می‌باشد.

الگوریتم نزدیک‌ترین همسایگی به ترتیب با دقت کلی ۰٫۹۲٪ و ضریب کاپای ۰٫۹۰ نسبت به روش آستانه گذاری از دقت بالاتری برخوردار می‌باشد. به‌منظور بهینه‌سازی تکنیک نزدیک‌ترین همسایگی از الگوریتم FOS استفاده شده است. این الگوریتم فواصل بین نمونه‌های تعلیمی را با استفاده اطلاعات جانبی مختلف معرفی شده توسط کاربر بهینه‌سازی کرده و توابع مختلف را از لحاظ امکان ایجاد حداکثر فاصله تفکیک‌پذیری بین کلاس‌ها به‌صورت ابعاد مختلف طبقه‌بندی می‌کند. در پژوهش حاضر بعد هجده‌ام که شامل میانگین بانده ۳ و ۴ تصویر، شاخص پوشش گیاهی، روشنایی، نسبت طول به عرض، شاخص‌های شکل، فشردگی، عدم تقارن، اطلاعات بافتی همگنی و کنتراست، به‌عنوان بهترین بعد از طریق الگوریتم FOS جهت استخراج هرکدام از کلاس‌ها مشخص گردید. در نهایت از اطلاعات جانبی پیشنهادی توسط الگوریتم FOS برای طبقه‌بندی تصویر به روش نزدیک‌ترین همسایگی استفاده شد. این بهینه‌سازی به‌عنوان یکی از دلایل ارجحیت تکنیک نزدیک‌ترین همسایه بر روش آستانه گذاری می‌باشد.

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، تکنیک طبقه‌بندی فازی به‌عنوان بهترین الگوریتم برای طبقه‌بندی تصاویر

environment, 115(5), 1145-1161.

17. Navulur, K. (2006). Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm. CRC press.

18. Pal, M. & Mather, P. M. (2005). Support vector machines for classification in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*, 26(5), 1007-1011.

19. Strasser, T. & Lang, S. (2015). Object-based class modelling for multi-scale riparian forest habitat mapping. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 37, 29-37.

20. Süzen, M. L. (2002). Data driven landslide hazard assessment using geographical information systems and remote sensing (Doctoral dissertation, Middle East Technical University).

21. Szuster, B. W., Chen, Q. & Borger, M. (2011). A comparison of classification techniques to support land cover and land use analysis in tropical coastal zones. *Applied Geography*, 31(2), 525-532.

22. Tiede, D., Lang, S., Albrecht, F. & Hölbling, D. (2010). Object-based class modeling for cadastre-constrained delineation of geo-objects. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76(2), 193-202.

23. Wijaya, A., Budiharto, R. S., Tosiani, A., Murdiyarso, D. & Verchot, L. V. (2015). Assessment of Large Scale Land Cover Change Classifications and Drivers of Deforestation in Indonesia. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(7), 557-573.

24. 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.

25. Yu, Q., Gong, P., Tian, Y. Q., Pu, R. & Yang, J. (2008). Factors affecting spatial variation of classification uncertainty in an image object-based vegetation mapping. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 74(8), 1007-1018.

26. Zhang, Y. & Maxwell, T. (2006, May). A fuzzy logic approach to supervised segmentation for object-oriented classification. In *ASPRS 2006, Annual Conference Reno, Nevada May* (pp. 1-5).

segmentation using fractal dimension. *IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 17(1), 72-77.

8. Chavez, P.S., Jr. 1998. An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data, *Remote Sensing of Environment*, Vol. 24, no. 3, pp. 459-479.

9. Chen, M., Su, W., Li, L., Zhang, C., Yue, A. & Li, H. (2009). Comparison of pixel-based and object-oriented knowledge-based classification methods using SPOT5 imagery. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 3(6), 477-489.

10. Chipman, J. W., Lillesand, T. M., Schmaltz, J. E., Leale, J. E. & Nordheim, M. J. (2004). Mapping lake water clarity with Landsat images in Wisconsin, USA. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 30(1), 1-7.

11. Drăguț, L. & Blaschke, T. (2006). Automated classification of landform elements using object-based image analysis. *Geomorphology*, 81(3), 330-344.

12. Fassnacht, F. E., Hartig, F., Latifi, H., Berger, C., Hernández, J., Corvalán, P. & Koch, B. (2014). Importance of sample size, data type and prediction method for remote sensing-based estimations of aboveground forest biomass. *Remote Sensing of Environment*, 154, 102-114.

13. Ghosh, A. & Joshi, P. K. (2014). A comparison of selected classification algorithms for mapping bamboo patches in lower Gangetic plains using very high-resolution WorldView 2 imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 26, 298-311.

14. Li, M., Ma, L., Blaschke, T., Cheng, L. & Tiede, D. (2016). A systematic comparison of different object-based classification techniques using high spatial resolution imagery in agricultural environments. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 49, 87-98.

15. Liu, Y., Li, M., Mao, L., Xu, F. & Huang, S. (2006). Review of remotely sensed imagery classification patterns based on object-oriented image analysis. *Chinese Geographical Science*, 16(3), 282-288.

16. Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S. & Weng, Q. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote sensing of*

