



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیستم، شماره‌ی ۶۹
بهار ۱۳۹۹، صفحات ۹۵-۷۷

*صیاد اصغری سراسکانرود^۱
احمد ناصری^۲

استخراج نقشه کاربری اراضی شهرستان سوسنگرد با استفاده از الگوریتم‌های پیکسل‌پایه و شی‌گرا

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۳۰

چکیده

بر اثر فعالیت‌های انسانی و پدیده‌های طبیعی، چهره زمین همواره دستخوش تغییر می‌باشد. همچنین افزایش جمعیت و استفاده بیش از حد از توان زمین، فشار بر محیط‌زیست را افزایش داده است. از این‌رو برای مدیریت بهینه مناطق طبیعی آگاهی از کاربری اراضی از ضروریات محسوب می‌شود. در این تحقیق روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا و روش مبتنی بر پیکسل‌پایه در تهیه نقشه کاربری اراضی با سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ مورد مقایسه قرار گرفت. با توجه به تحقیقات انجام شده توسط دیگر محققان، استخراج و طبقه‌بندی کاربری اراضی از تصاویر ماهواره لندست، کل شهر در یک طبقه قرار می‌گرفت. وجه تمایز تحقیق حاضر استفاده از الگوریتم‌های چندمقیاسه و معیار ناهمگونی در نرم‌افزار Ecognition، به‌منظور تفکیک عوارض تصویر شامل: ساختمان، خیابان و فضای سبز از یکدیگر است. همچنین در این خصوص، تحقیقی در منطقه مورد مطالعه صورت نگرفته است. سپس برای مقایسه عملی نتایج، در هر دو روش از داده‌های آموزشی یکسان برای طبقه‌بندی استفاده گردید؛ سپس مهم‌ترین روش‌های ارزیابی صحت شامل دقت کلی و ضریب‌کاپای طبقه‌بندی استخراج و مشخص شد که الگوریتم حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل‌پایه در مقایسه با دیگر الگوریتم‌ها، حدود ۹ درصد نتایج بهتری را نشان می‌دهد. اما در مقایسه با روش طبقه‌بندی بندی شی‌گرا حدود ۱ درصد (در هر دو شاخص، دقت کلی و ضریب‌کاپای طبقه‌بندی) دقت بالاتری را در طبقه‌بندی تصاویر نتیجه می‌دهد. مقدار افزایش صحت در روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا تا حد زیادی به انتخاب پارامترهای

E-mail: sayyad.saghari21@gmail.com

* ۱- گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. (نویسنده مسئول).

۲- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

مناسب برای طبقه‌بندی، تعریف قوانین و به‌کارگیری الگوریتم مناسب جهت به‌دست آوردن درجه عضویت، بستگی دارد.

کلید واژه‌ها: کاربری اراضی، پیکسل پایه، شی‌گرا، سوسنگرد، Ecognition.

مقدمه

گسترده‌ی سطح اراضی مرتعی و وجود تنوع گسترده اقلیمی، زیستی و شرایط محیطی همواره عامل محدودکننده‌ی در شناخت این عرصه‌ها بر پایه پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی به‌شمار می‌رود با توجه به این‌که در مدیریت اراضی نیاز به شناخت اجزای واحد بوم‌شناختی و اندازه‌گیری مشخصه‌های گیاهی با صرف هزینه‌ها و زمان کم‌تر، اهمیت بسیاری دارد، به‌کارگیری ابزارها و روش‌هایی مانند داده‌های رقومی حاصل از سنجنده‌ها در دهه‌های اخیر همواره در برنامه‌کاری متخصصان قرار گرفته است (Arzani et al., 1997: 7). همچنین امروزه با پیشرفت فن‌آوری، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود مانند دید وسیع، یکپارچگی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی مغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کم‌هزینه و سریع‌تر بودن تجزیه و تحلیل، باعث شده که به این منظور، با استقبال خاصی روبه‌رو شود. رقومی بودن تصاویر ماهواره از دیگر مزایای آن است که امکان بسیاری از تجزیه و تحلیل‌ها و پردازش‌های کامپیوتری را بر روی تصاویر ماهواره‌ای فراهم می‌کند (Rahdari et al., 2013: 70). از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای نقشه‌های موضوعی به‌دست می‌آید که نشان دهنده کمیت، کیفیت و چگونگی توزیع پدیده‌های مختلف سطح زمین می‌باشد (Rahdari et al., 2011: 61). امروزه روش‌های مختلفی مانند طبقه‌بندی نظارت‌نشده^۳، طبقه‌بندی نظارت‌شده^۴، روش ترکیبی^۵ و یا استفاده از شاخص‌های مختلف برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند که متناسب با هدف هر مطالعه طرح‌ریزی می‌گردند (Al-Doski et al., 2013: 143). در روش طبقه‌بندی ترکیبی، برای تهیه نقشه کاربری و پوشش اراضی، مجموعه‌ای از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و نظارت‌نشده و شاخص‌های مختلف، جهت تهیه لایه‌های اطلاعاتی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌همین دلیل از دقت بیش‌تری نیز برخوردار است. همچنین، لایه‌های اطلاعاتی مربوط به کاربری‌ها و پوشش اراضی که هر کدام به روش‌های مختلف از تصاویر ماهواره‌ای به‌دست آمده با هم ترکیب می‌شوند. یکی از طرح‌های طبقه‌بندی ترکیبی، طرح طبقه‌بندی اندرسون^۶ است. این طرح بر اساس کلاس‌های غالب کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه و با توجه به تعاریف کلاس‌های کاربری و پوشش اراضی، ایجاد می‌شود هم‌چنین با توجه به تعریف لایه‌ها برای هر کدام روشی مشخص می‌شود (Kamusoko & Aniya, 2006: 1433). نظر به این‌که

3- Unsupervised classification

4- Supervised Classification

5- Hybric classification

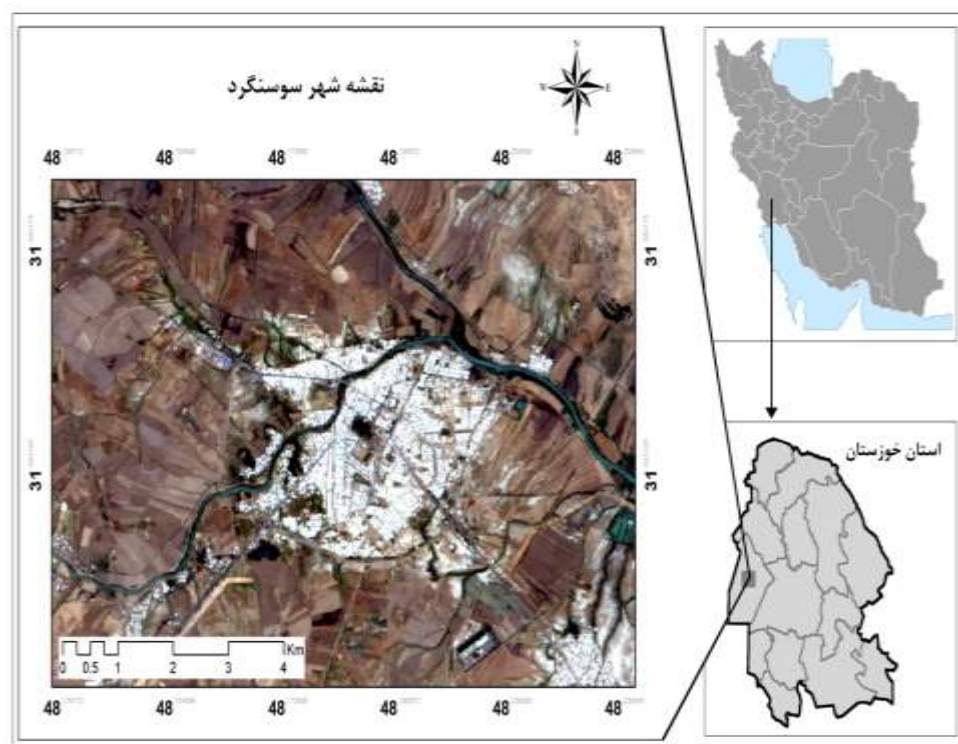
6- Anderson

در روش طبقه‌بندی رقومی، جداسازی کلاس‌ها بر اساس وضعیت و الگوی طیفی پدیده‌های مورد مطالعه صورت می‌گیرد، بنابراین میزان موفقیت طبقه‌بندی رقومی بستگی به میزان تمایز بازتاب‌های طیفی پدیده‌ها از یکدیگر دارد (Ballasi et al., 2015: 291). Fei et al (2005) با استفاده از روش بیش‌ترین همسایگی به تهیه نقشه کاربری اراضی در محدوده‌ی کلان‌شهر توین در ایالت مینوسوتا آمریکا پرداخته است. (Sufianian (2009، درباره آشکارسازی تغییرات، به کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان با استفاده از مدل آشکارسازی بردار تغییرات γ SVA در یک دوره یازده ساله اقدام نموده است. (Arkhi and Niazi (2010، به مطالعه روش‌های مختلف سنجش از دور در پایش تغییرات کاربری اراضی حوضه دره شهر ایلام پرداخته و روش تفاضل پوشش گیاهی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی را روش‌های مناسبی برای کشف تغییرات معرفی کرده است. (Niazi et al., 2010)، با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی، نقشه کاربری اراضی حوضه سد ایلام را تهیه کرده‌اند و روش شبکه عصبی را نسبت به روش حداکثر احتمال، روش دقیق‌تری دانسته‌اند. (Rosta et al (2012، با استفاده از روش مقایسه، پس از طبقه‌بندی و تهیه نقشه کاربری تغییرات کاربری اراضی، محدوده‌ی شهر شیراز را مشخص و تحلیل نموده‌اند و روش نظارت شده را به‌عنوان بهترین روش جهت تهیه نقشه کاربری اراضی معرفی نموده‌اند. (Bhagawat (2013، تغییرات کاربری اراضی محدوده (متروپلیتن کاتماندو) نپال را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه بررسی کرده است و با توجه به یافته‌های تحقیق، روند تغییرات را برای سال ۲۰۲۰ مشخص نمود (Arulbalaji and Gurugnanam (2014، با استفاده از تصاویر چندزمانه ماهواره‌ای لندست و مودیس، تغییرات کاربری اراضی حاصل از توسعه کشت نیشکر در برزیل را مورد پایش و ارزیابی قرار داده‌اند. (Ghorban et al (2015، با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی چالوس رود پرداخته‌اند و با مدل‌سازی تغییرات و بر اساس مدل مارکوف به پیش‌بینی تغییرات اقدام نموده‌اند. (Santos et al (2017، به بررسی تغییرات کاربری اراضی و نقش آن بر فرسایش خاک در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ در برزیل با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و TM^+ پرداختند. نتایج تحقیقات ایشان، نشان داد که سطح زمین‌های کشاورزی و مراتع کاهش یافته و میزان فرسایش در این مناطق ۱۰ برابر افزایش داشته است. بررسی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که محققان جهت قطع‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از روش شی‌گرا، تنها از الگوریتم چند مقیاسه استفاده نموده‌اند لذا عوارضی مانند شهر و روستا تنها در طبقه قرار می‌گرفت، در تحقیق حاضر علاوه بر الگوریتم چند مقیاسه از الگوریتم معیار ناهمگونی جهت قطع‌بندی استفاده شده است. استفاده از الگوریتم معیار ناهمگونی سبب می‌شود تفکیک پدیده‌ها و عوارض موجود در تصویر ماهواره‌ای با دقت بالایی صورت بگیرد و عوارض شهری را به چندین کلاس قطع‌بندی کند. این روش توانایی جدا نمودن کلاس‌هایی که اطلاعات طیفی مشابهی داشته و در هم ادغام می‌شوند، دارد. لذا در تحقیق حاضر سعی شده با استفاده از ادغام الگوریتم‌های چندمعیاره و معیار ناهمگونی، ساختمان، خیابان و فضای سبز از یکدیگر با دقت و کیفیت بیش‌تری تفکیک شوند. وجه تمایز تحقیق حاضر، روش تلفیقی قطع‌بندی و بارز سازی عوارض تصویر ماهواره‌ای

می‌باشد. همچنین در این خصوص تحقیقی در منطقه مورد مطالعه صورت نگرفته است. بنابراین الگوی تحقیق توسعه کاربردی می‌باشد، ساختار تحقیق توسعه روش‌های مختلف در مرحله اول برای قطعه‌بندی و در مرحله دوم پیدا کردن بهترین روش برای استخراج نقشه کاربری اراضی می‌باشد. بر این مبنا در ساختار تحقیق روش‌های مختلف طبقه‌بندی با در نظر گرفتن یک معیار ارزیابی نتایج مورد بررسی واقع می‌شوند و در نهایت روشی که بهترین عملکرد را داشته باشد، می‌تواند به عنوان مبنایی برای طبقه‌بندی عوارض مختلف در سطح یک منطقه استفاده شود.

معرفی محدوده مورد مطالعه

شهر سوسنگرد در طول شرقی ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه و عرض شمالی ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه قرار دارد. شهر سوسنگرد در غرب جلگه خوزستان در استان خوزستان در فاصله ۵۵ کیلومتری غرب شهر اهواز و در کنار رودخانه کرخه واقع گردیده است. این شهر مرکز سیاسی شهرستان دشت آزادگان بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۰ متر می‌باشد. سوسنگرد در ناحیه جلگه‌ای دایر بخش مرکزی شهرستان دشت آزادگان واقع شده است. این ناحیه با وسعت ۱۳۵۰ کیلومتر مربع با شیب ملایم (در حدود ۱ درصد) از سمت شمال به طرف جنوب امتداد دارد. شهر سوسنگرد از شمال به کوه‌ها و تپه‌های شنی الله‌اکبر که بلندترین نقاط این ناهمواری‌ها ارتفاعات الله‌اکبر، ابوغریب و کوه مشداغ با ارتفاع حدود ۲۵۰ متر از سطح دریا می‌باشند از شرق به امتداد کوه‌های الله‌اکبر و ناحیه جلگه‌ای اهواز، از جنوب به ناحیه جلگه بایر و شهرستان خرمشهر و از غرب به هویزه محدود می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱: موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1: Location of the studied area

مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر از تصاویر ماهواره‌ای چند طیفی و پانکروماتیک لندست ۸ در ۴ باند مربوط به سال ۲۰۱۶ استفاده شد (جدول ۱). تصحیحات رادیومتری و اتمسفری تصاویر مذکور در نرم‌افزار ENVI انجام شد. با استفاده از تصویر پانکروماتیک و تکنیک تلفیق تصاویر^{۱۰}، قدرت تفکیک مکانی تصویر از ۳۰ متر به ۱۵ افزایش داده شد (Ackay and Aksoy, 2008: 2099). به همین منظور برای افزایش قدرت تفکیک تصویر، از روش فوق‌الذکر استفاده شد. علاوه بر این از داده‌های گوگل ارث برای برداشت نمونه‌های آموزشی و نقاط کنترل زمینی استفاده شده است.

جدول ۱- مشخصات تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق حاضر

Table 1- Satellite image specifications used in the present study

ماهواره لندست ۸، سنجنده‌ی OLI					
نام منطقه تصویر	مسیر	گذر	تاریخ اخذ	زاویه آزیموت خورشید	زاویه ارتفاع خورشید
سوسنگرد	۱۶۶	۳۸	۲۰۱۶/۰۶/۰۲	۱۱۱/۲۶۲۰۲۶۰۱	۶۸/۷۵۸۵۳۹۶۲

پیش پردازش تصاویر

مرحله پیش‌پردازش داده‌ها یکی از مهم‌ترین مراحل در پردازش تصاویر است، چرا که تمامی محاسبات بعدی بر اساس تصویر تولیدی در این مرحله انجام می‌گیرد. نوع و نحوه انجام این عملیات بسته به عوامل مختلفی چون نوع داده‌های مورد استفاده و هدف تحقیق، متغیر خواهد بود (Chander et al., 2009: 899). به منظور آماده‌سازی تصاویر و اجرای طبقه‌بندی در این پژوهش، ابتدا مراحل پیش‌پردازش از جمله تصحیح اتمسفری و هندسی انجام شده است. تصاویر دریافت شده از سنجنده OLI دارای سیستم مختصات بوده و نیازی به تصحیح هندسی ندارند.

تصحیحات رادیومتری

دو نوع تصحیح رادیومتری وجود دارد، تصحیح رادیومتری مطلق و تصحیح رادیومتری نسبی (Coppin et al., 2004: 1573). روش تصحیح رادیومتری مطلق نیازمند ورود داده‌های مربوط به خصوصیات اتمسفریک و کالیبراسیون سنجنده است. انجام این تصحیح در اغلب موارد و به خصوص برای داده‌های قدیمی کار بسیار سختی است (Du et al., 2002: 129). کاهش تیرگی پدیده^{۱۱} یکی از روش‌های تصحیح رادیومتری نسبی است که به طور گسترده در بسیاری از موارد به کار گرفته می‌شود (Chavez, 1996: 1028). در این مطالعه نیز از روش کاهش تیرگی پدیده، جهت تصحیح رادیومتری استفاده شده است. این فرآیند جهت کاهش اثرات پخش اتمسفری بر روی تصویر است.

9- LandSat8

10- Image Sharpening

11- Dark object subtraction

تصحیحات اتمسفری

اثرات اتمسفر معمولاً به صورت خطای جمع شونده، ظاهر و باعث روشنی بیش از حد تصویر و کاهش وضوح می شوند. جهت انجام تصحیحات اتمسفریک از نرم افزار Envi5.1 و ماژول FLAASH استفاده گردید (Javan and Hassani Moghadam, 2016: 9). در تحقیق حاضر نیز برای تصحیح اثرات اتمسفری از روش فوق الذکر استفاده شده است.

نمونه‌های آموزشی

در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به منظور استخراج نقشه‌های کاربری اراضی، پس از تعیین کلاس‌های کاربری اراضی، طی دو مرحله اقدام به جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی گردید، که عبارتند از (الف) قبل از طبقه‌بندی جهت جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی برای انجام طبقه‌بندی و آشنایی با ویژگی‌های محدوده مورد مطالعه، (ب) پس از طبقه‌بندی جهت جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی برای ارزیابی صحت و کنترل نتایج طبقه‌بندی، در تحقیق حاضر جمع‌آوری نمونه‌های آموزشی طی دو مرحله (میدانی و با استفاده از گوگل ارث^{۱۲}) انجام شده است جدول (۲)، سطوح کاربری اراضی و همچنین تعداد نمونه‌های آموزشی برداشت شده طی دو مرحله را نشان می‌دهد.

جدول ۲- کاربری اراضی و تعداد نمونه‌های آموزشی برای هر کدام از کلاس‌ها

Table 2- Applied land use and the number of instructional samples for each class

نوع کاربری اراضی	تعداد نمونه‌های آموزشی، قبل از طبقه‌بندی	تعداد نمونه‌های آموزشی، بعد از طبقه‌بندی
رودخانه	۱۳۰	۸۰
فضای سبز	۱۳۰	۸۰
ساختمان	۴۰۰	۲۰۰
خیابان	۲۰۰	۱۰۰
سیخا	۱۵۰	۶۰
بایر	۲۶۷	۷۵
کشاورزی	۵۵۰	۱۵۰
آب	۶۰	۲۵
جمع	۱۸۸۷	۷۷۰

طبقه‌بندی

به جداسازی مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی طبقاتی آن‌ها که دارای رفتار طیفی یکسانی باشد، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای گفته می‌شود. به عبارتی طبقه‌بندی پیکسل‌های تشکیل‌دهنده تصاویر، اختصاص دادن یا معرفی

کردن هریک از پیکسل‌ها به کلاس یا پدیده خاصی را، طبقه‌بندی اطلاعات ماهواره‌ای می‌گویند (Zubairi and Majd, 2011: 113). طبقه‌بندی تصویر همیشه یکی از موضوعات مهم در سنجش از دور است که اطلاعات به‌دست آمده در زمینه طبقه‌بندی تصویر به‌طور گسترده‌ای در برنامه‌های کاربردی دیگر مانند برنامه‌ریزی شهری، مدیریت منابع طبیعی، کشاورزی و غیره استفاده می‌شود. از آنجا که هدف اصلی از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تهیه نقشه‌های موضوعی و کارآمد می‌باشد، از این‌رو انتخاب الگوریتم مناسب طبقه‌بندی نقش زیادی را در این امر ایفا می‌کند (Fathizadeh et al., 2016: 733).

- پیکسل پایه

یکی از روش‌های طبقه‌بندی، روش پیکسل‌پایه بوده که در این روش، بر اساس ارزش عددی هر یک از پیکسل‌ها، طبقه‌بندی انجام می‌شود. الگوریتم‌های رایج در طبقه‌بندی نظارت شده شامل: طبقه‌بندی کننده‌های متوازی السطوح^{۱۳}، حداقل فاصله (Richards & Jia, 1999: 119)^{۱۴}، حداکثر احتمال^{۱۵}، ماهالانوی^{۱۶} و ماشین بردار پشتیبان^{۱۷} می‌باشند (Mountrakis et al., 2011: 255). لذا در گام اول تصویر منطقه مورد مطالعه بر اساس روش‌های فوق‌الذکر طبقه‌بندی، سپس با استفاده از داده‌های تعلیمی، صحت سنجی انجام شد (شکل ۲).

- شی‌گرا

در روش طبقه‌بندی شی‌گرا، اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده و پیکسل‌ها بر اساس شکل، بافت و تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص، قطعه‌بندی^{۱۸} شده و طبقه‌بندی تصویر بر اساس این قطعه‌ها انجام می‌شود. طبقه‌بندی یا کلاس‌بندی قطعه‌های ایجاد شده از مرحله قطعه‌بندی، بر پایه ساختار سلسله مراتبی کدهای نوشته شده در نرم‌افزار Ecognition و با تکنیک آنالیز شی‌گرا، به‌منظور شناسایی و تفکیک کاربری اراضی انجام می‌شود. در این مرحله با استفاده از نمونه‌های آموزشی با استفاده از گوگل ارث جمع‌آوری و در مرحله بعد در محیط نرم‌افزار Ecognition بر سطح تصویر پیاده شد. در نهایت پس از انجام مراحل فوق، طبقه‌بندی بر اساس الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه صورت می‌گیرد.

قطعه‌بندی

در گام اول (مرحله قطعه‌بندی) پیکسل‌های تصویر بر اساس تفاوت‌ها و شباهت‌های موجود میان آن‌ها در زمینه ویژگی‌های طیفی و شکلی و با در نظر گرفتن درجه‌ای از ناهمگنی مجاز در هر قطعه، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند

-
- 13- Parallelepiped
 - 14- Minimum Distance
 - 15- Maximum Likelihood
 - 16- Mahalanobis Distance
 - 17- Support Vector Machine (SVM)
 - 18- Segmentation

که این قطعه‌ها یا شیء‌های ساخته‌شده در گام بعدی به منظور شناسایی عوارض مورد نظر، کلاس‌بندی می‌شوند. در واقع قطعه‌بندی تصویر به این مفهوم است که؛ تقسیم تصویر به بخش‌ها یا به اجزاء^{۱۹} مشابه به صورتی که زیر بخش‌ها باهم همپوشانی نداشته باشند و اجتماع همه آن‌ها در نهایت کل تصویر را بسازد. لذا دقت قطعه‌بندی به لحاظ تطابق مکانی با عوارض مورد نظر، دقت نهایی کلاس‌بندی تصویر و فرایند شناسایی را کنترل می‌کند. فرآیند قطعه‌بندی بر اساس پارامترهای مختلفی مانند مقیاس^{۲۰}، شکل^{۲۱}، رنگ^{۲۲}، فشردگی^{۲۳}، الگو^{۲۴} و معیار نرمی شکل^{۲۵} انجام می‌شود. پارامترهای رنگ و شکل، نسبت به یکدیگر وزن‌دهی می‌شوند به طوری که مجموع وزنی آن‌ها معادل یک شود. وزن‌دهی دو پارامتر نرمی و فشردگی نیز به همین صورت می‌باشد. ترکیب‌های وزنی مختلف از پارامترهای ذکر شده، تصویر ماهواره‌ای را به صورت‌های متفاوتی قطعه‌بندی می‌کنند. به منظور دستیابی به قطعات مناسب، قطعه‌بندی به صورت آزمون و خطا و طی دفعات متعددی با ترکیب‌های وزنی متفاوتی از پارامترهای موثر بر قطعه‌بندی، انجام شد. شایان ذکر است برای دستیابی به نتایج مطلوب، علاوه بر الگوریتم قطعه‌بندی چندمقیاسه^{۲۶}، از معیار ناهمگونی^{۲۷} نیز استفاده شد. این الگوریتم مقدار همگونی اشیاء را بررسی می‌کند. در این تحقیق به دلیل وجود ناهمگونی در ابعاد، شکل و رنگ کلاس‌ها، مانند تفاوت شکل ساختمان با دیگر کلاس‌ها، از الگوریتم معیار ناهمگونی استفاده شد. در سگمنت‌سازی طیفی برای دخالت دادن اشکال بافتی تصاویر از محیط هندسی اشیاء معیار همگنی‌شکلی^{۲۸} نیز محاسبه می‌شود که شامل دو معیار فشردگی و نرمی می‌باشد.

معیار انحراف فشردگی شکل (Cpt) از نسبت طول حاشیه هندسی اشیاء و ریشه دوم تعداد پیکسل‌ها (n) محاسبه می‌شود.

$$cpt = \frac{l}{\sqrt{n}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

معیار نرمی، کوتاه‌ترین طول حاشیه اشیاء (smooth) از نسبت طول هندسی اشیاء (L) به طول (b) محاسبه می‌شود.

$$\text{Smooth} = \frac{1}{b} \quad \text{رابطه (۲)}$$

معیار همگنی‌شکلی از ترکیب دو فاکتور بالا به شکل رابطه شماره ۳، بیان می‌شود.

$$h_{\text{shape}} = w_{\text{cpt}} \cdot h_{\text{cpt}} + (1 + w_{\text{cpt}}) \cdot h_{\text{smooth}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

-
- 19- Objects
 - 20- Scale
 - 21- Shape
 - 22- Color
 - 23- Compactness
 - 24- Pattern
 - 25- Smoothness
 - 26- Multiresolution Segmentation
 - 27- Spectral difference segmentation
 - 28- Hshape

برای کمک به مرحله بهینه‌سازی و کاهش دادن یکپارچه همگنی در فرآیند سگمنت‌سازی، در هر ترکیب جداگانه یک شی تصویری با شی مجاور ترکیب می‌شود تا افزایش همگنی را در حداقل مشخص شده انجام گیرد.

تعیین پارامترهای مهم و موثر در طبقه‌بندی کلاس‌ها

شاخص NDVI، میانگین باندها و انحراف معیار باندها به‌عنوان مبنای تفکیک کلاس‌ها در نظر گرفته شده‌اند.

- شاخص گیاهی (NDVI)

این شاخص گیاهی از معروف‌ترین و ساده‌ترین شاخص‌های گیاهی مورد استفاده است و بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک تعریف می‌شود (رابطه ۴). این شاخص دارای مقادیر نرمال در دامنه بین -۱ و +۱ است. مقادیر NDVI بین ۰/۰۵ تا ۰/۱ برای مناطق گیاهی تنک، مقادیر بین ۰/۱ تا ۰/۵ برای مناطق گیاهی معمولی و از ۰/۵ به بالا برای مناطق گیاهی بسیار متراکم است. آب و برف و یخ دارای مقادیر NDVI منفی می‌باشند و دارای مقادیر کم‌تر از ۰/۰۵ و ابرها نیز معمولاً دارای مقادیر حول صفر هستند (Faizizadeh et al., 2015: 4).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{رابطه (۴)}$$

انحراف معیار باندها

انحراف معیار یکی از شاخص‌های پراکندگی است که نشان می‌دهد به‌طور میانگین، داده‌ها چه مقدار از مقدار متوسط فاصله دارند. به‌منظور محاسبه انحراف معیار بر پایه GLCM ابتدا مقدار واریانس GLCM محاسبه می‌شود. واریانس GLCM با رابطه ۵، محاسبه می‌شود.

$$\sigma_i^2 = \sum_{I,J=0}^{N-1} P_{I,J} (i - \mu_i)^2 \sigma_i^2 = (i - \mu_i)^2 \quad \text{رابطه (۵)}$$

انحراف استاندارد پس از محاسبه واریانس با رابطه ۶، محاسبه می‌شود.

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_j^2} \quad \sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2} \quad \text{رابطه (۶)}$$

واریانس GLCM برای محاسبه بافت بر پایه میانگین و پراکندگی در اطراف میانگین از ارزش سلول‌ها داخل GLCM به‌کار می‌گیرد.

ارزیابی دقت طبقه‌بندی

- دقت کاربر

از تقسیم تعداد اشیاء صحیح طبقه‌بندی شده در هر رده بر کل تعداد اشیایی که در آن رده طبقه‌بندی شده‌اند (کل سطر) به‌دست می‌آید، که به شرح رابطه ۷، است.

$$i = \frac{n_{ij}}{n_{i+}} \times 100 \quad \text{رابطه (۷)}$$

در رابطه ۷، i دقت کاربر به درصد، n_{ij} تعداد سگمنت‌هایی که به‌درستی در هر کلاس طبقه‌بندی شده است و n_{i+} تعداد کل سگمنت‌هایی که هم به‌درستی و هم به اشتباه در کلاس‌ها طبقه‌بندی شده‌اند.

- دقت کلی

دقت کلی یکی از ساده‌ترین پارامترهای دقت است که نیاز به عملیات پیچیده‌ای برای محاسبه ندارد، صحت کلی که میانگینی از صحت طبقه‌بندی است، نسبت اشیاء صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل اشیاء معلوم را نشان می‌دهد و به شرح رابطه ۸، محاسبه می‌شود.

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^C E_{ii}}{N} \quad \text{رابطه (۸)}$$

در این رابطه، C : تعداد کلاس‌ها، N : تعداد کل اشیاء معلوم، اعضای قطری ماتریس خطا، و OA : دقت کل طبقه‌بندی را نشان می‌دهد.

- ضریب کاپا

تحلیل کاپا یک تکنیک چند متغیره گسسته است که از نظر آماری برای مشخص کردن اختلاف اساسی ماتریس خطا در ارزیابی صحت به‌کار گرفته می‌شود. نشان می‌دهد اختلاف معنادار ماتریس ابهام با نتایج طبقه‌بندی، تصادفی است. مقدار ضریب کاپا بین صفر تا یک است. اگر مقدار K برابر با یک باشد، به معنای طبقه‌بندی کاملاً صحیح است؛ اگر مقدار آن صفر باشد، به معنای طبقه‌بندی کاملاً تصادفی است و اگر مقدار K منفی باشد، به معنای ضعف طبقه‌بندی است. شاخص کاپا به شرح رابطه ۹، محاسبه می‌شود.

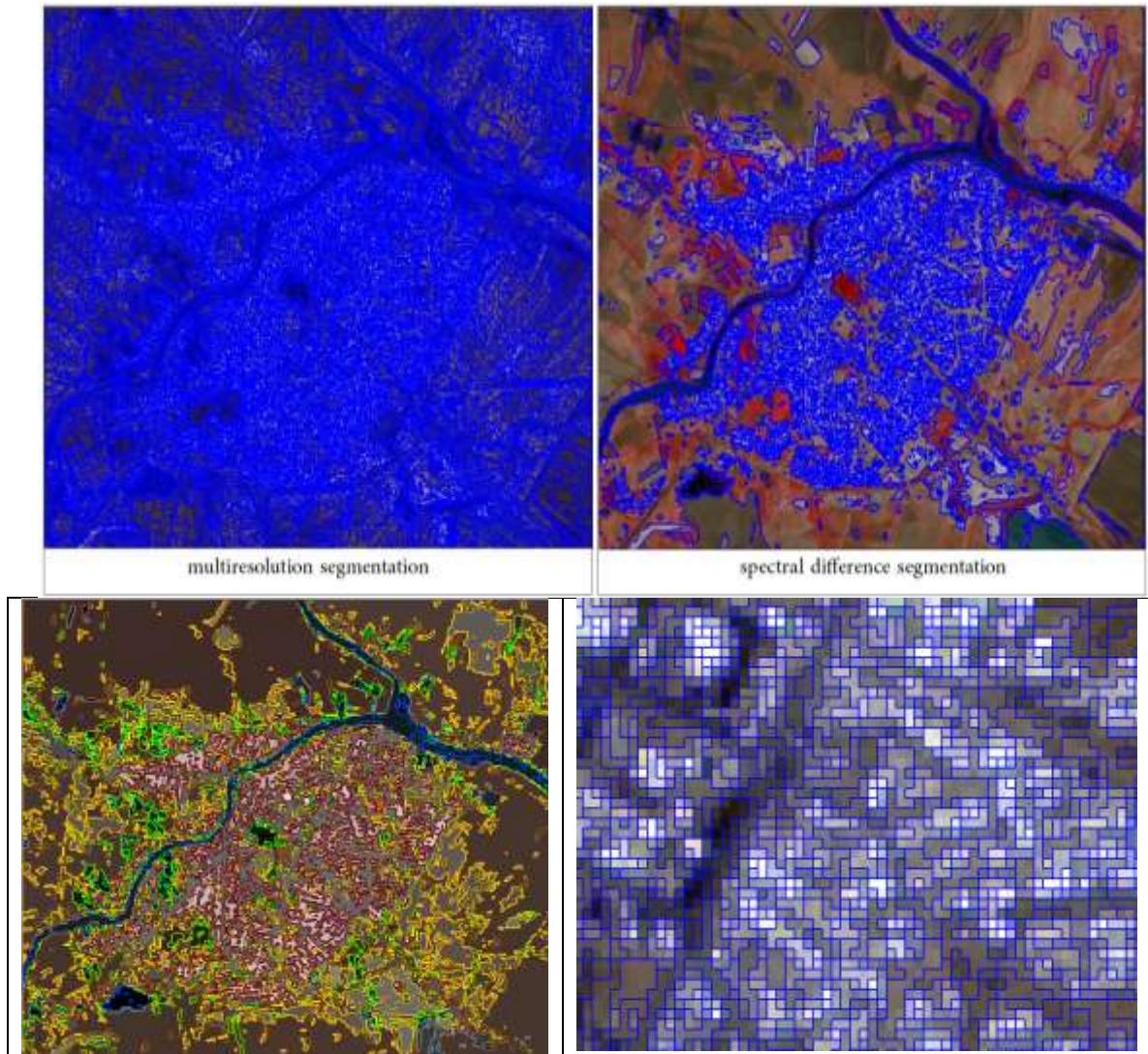
$$k = \frac{N \sum_{i=1}^k n_i + n + i}{N^2 \sum_{i=1}^k n_i + n + i} \quad \text{رابطه (۹)}$$

x : تعداد ردیف‌ها در ماتریس، n_i : تعداد مشاهدات در ردیف i و ستون i روی قطر اصلی، $n+i$: کل مشاهدات ردیف i و ستون i و N : کل مشاهدات است.

یافته‌ها و بحث

با توجه به شکل (۲)، قطعه‌بندی تصویر با استفاده از دو الگوریتم انجام شد. در مرحله اول با استفاده از الگوریتم قطعه‌بندی چندمقیاسه، تصویر منطقه مورد مطالعه براساس قدرت تفکیک مکانی تصویر لندست ۸ که ۳۰ متر می‌باشد و همچنین اندازه عوارض موجود در تصویر از جمله ساختمان که به‌عنوان کوچک‌ترین عارضه منطقه می‌باشد با ضریب شکل ۰/۱، قطعه‌بندی صورت گرفت، نتایج قطعه‌بندی نشان داد با ضریب شکل ۰/۱ می‌توان اشیائی در اندازه ساختمان را به عنوان یک قطعه در نظر گرفت. سپس در مرحله بعدی با استفاده از الگوریتم معیار ناهمگونی، قطعه‌هایی که از

لحاظ شکل با هم ارتباط معنایی دارند، ادغام شدند. مشخصات الگوریتم‌ها و مقادیر استفاده شده در جدول (۳)، نمایش داده شده است.



شکل ۲: قطعه‌بندی با استفاده از دو روش قطعه‌بندی چندمقیاسه و معیار ناهمگونی

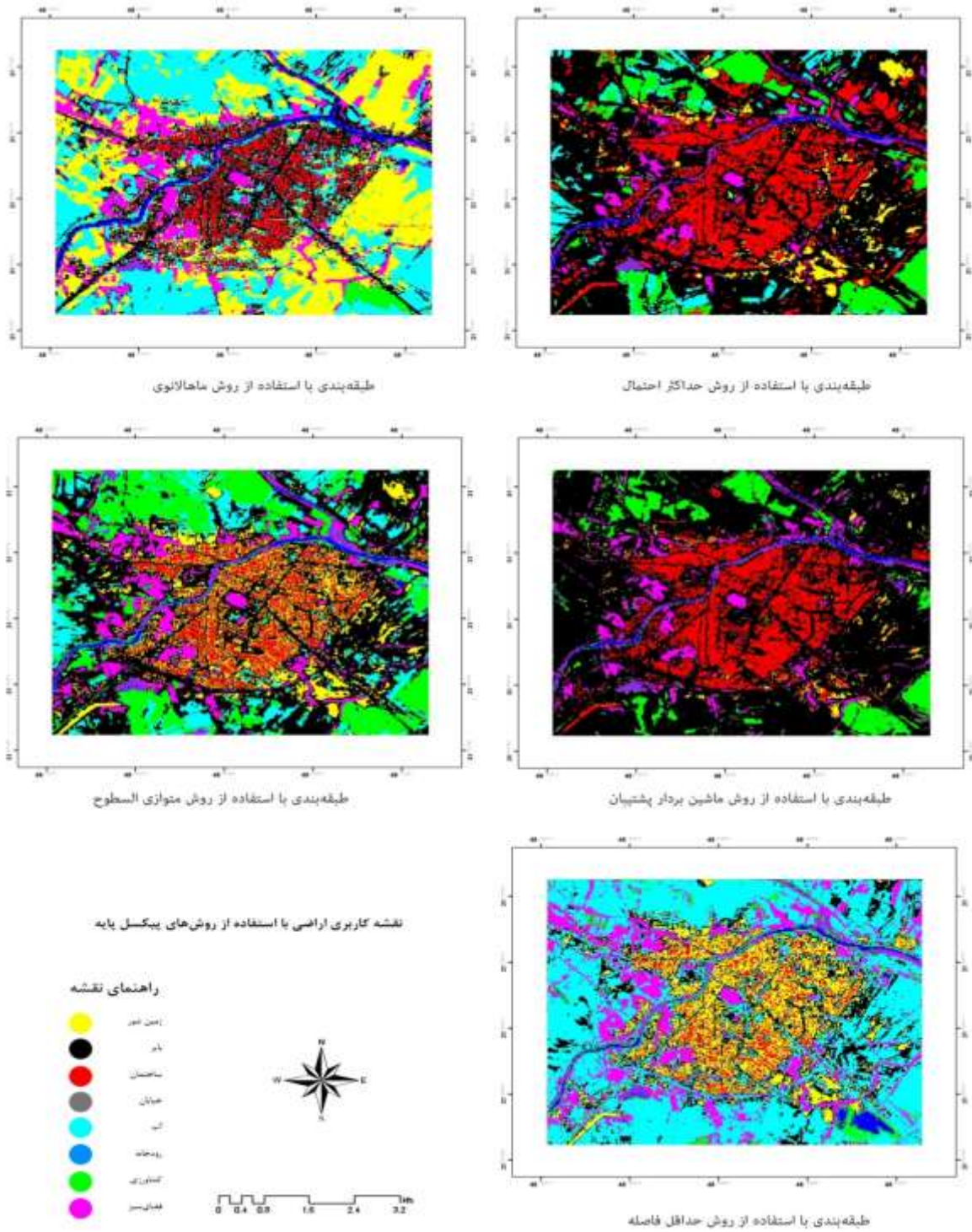
Figure 2: Partitioning by using of the two multi-scale segmentation methods and heterogeneity criteria

جدول ۳- پارامترهای موثر در قطعه بندی

Table 3- Effective parameters in fragmentation

فشرده‌گی	شکل	مقیاس	روش قطعه‌بندی
۰/۹	۰/۱	۱۵	multiresolution
۰/۷	۰/۳	۱۰۰	Spectral difference

شکل (۳)، طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه را با روش پیکسل پایه، نشان می‌دهد. نتایج طبقه‌بندی از لحاظ بصری و آماری نشان‌گویای این مدعاست که روش حداکثر فاصله از بین روش‌های پیکسل پایه دقت بیشتری در تفکیک کلاس‌ها دارد.



شکل ۳: تصاویر طبقه‌بندی با روش پیکسل پایه

Figure 3: Classification images by using of the pixel-based method

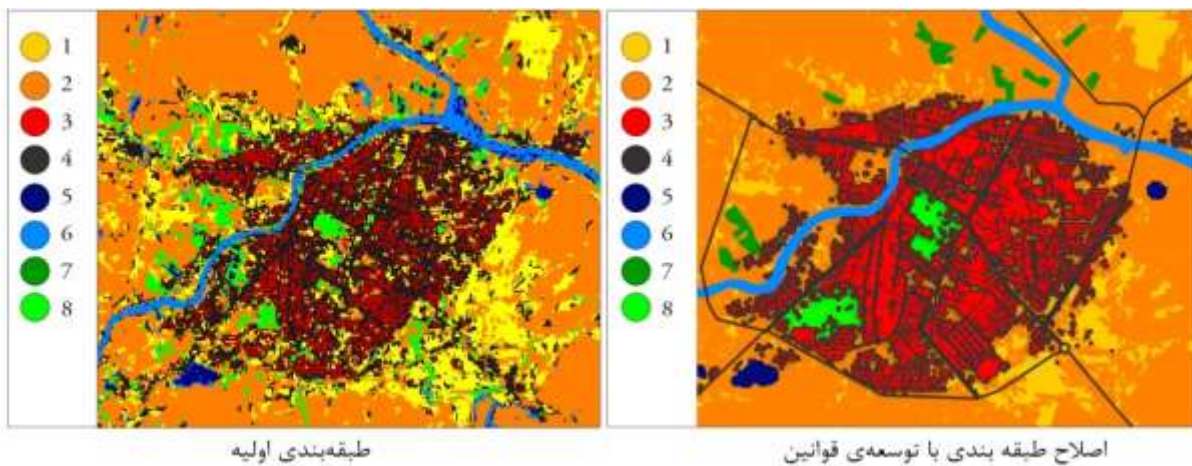
نتایج حاصل از ارزیابی روش‌ها در جدول (۴) گنجانده شده‌اند. با توجه به نتایج جدول (۴)، طبقه‌بندی کاربری اراضی براساس ضریب صحت کلی و ضریب صحت کاپا در طبقات مختلف، نشان می‌دهد که بهترین نتایج حاصل از طبقه بندی، در مرتبه اول روش شی‌گرا (۰/۹۷۹۵) و سپس به ترتیب حداکثر احتمال (۰/۹۶۹۲)، ماشین‌بردار پشتیبان (۰/۹۶۰۴)، خطوط موازی (۰/۸۵۱۵)، ماهالانوی (۰/۷۶۹۶) و حداقل فاصله (۰/۷۶۹۱)، را نشان می‌دهد. در مقایسه روش‌های پیکسل‌پایه، نتایج به دست آمده، در روش حداقل فاصله (با ضریب کاپای ۰/۷۶۹۱ و صحت کلی ۰/۸۰/۰۶۱۴)، از بین روش‌ها مطلوب نمی‌باشد و کم‌ترین صحت در طبقه‌بندی را به خود اختصاص می‌دهد و بیشترین صحت مربوط به روش حداکثر احتمال می‌باشد (با ضریب کاپای ۰/۹۶۹۲ و صحت کلی ۰/۹۷/۵۰۲۶). بیشترین صحت طبقه‌بندی را به خود اختصاص می‌دهد. اما در مقایسه صحت طبقه‌بندی روش‌های پیکسل‌پایه و روش شی‌گرا (صحت کلی و ضریب کاپا)، در مرتبه اول روش شی‌گرا (با ضریب کاپای ۰/۹۷۹۵ و صحت کلی ۰/۹۸/۹۳۵۶) و روش حداکثر احتمال (با ضریب کاپای ۰/۹۶۹۲ و صحت کلی ۰/۹۷/۵۰۲۶) در مرتبه دوم قرار می‌گیرد (جدول ۴). همچنین بر اساس جدول فوق‌الذکر، میزان ضریب کاپا برای هر دو روش (پیکسل‌پایه و شی‌گرا) قابل قبول است. از طرف دیگر میزان ضرایب به دست آمده بیانگر این است که تصاویر ماهواره لندست ۸ با دقت قابل قبول قادر به تهیه نقشه‌های کاربری اراضی می‌باشد.

جدول ۴- ارزیابی صحت روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا براساس الگوریتم فازی و روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا

Table 4- Evaluating the accuracy of methods based on object-oriented classification based on fuzzy algorithm and method based on object-oriented classification

نوع کلاس	روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی‌گرا		روش مبتنی بر طبقه‌بندی پیکسل‌پایه									
	شی‌گرا		خطوط موازی		حداقل فاصله		ماهالانوی		حداکثر احتمال		ماشین‌بردار پشتیبان	
	تولید کننده	کاربر	تولید کننده	کاربر	تولید کننده	کاربر	تولید کننده	کاربر	تولید کننده	کاربر	تولید کننده	کاربر
جاده	۹۷/۱۶	۹۷/۲۰	۹۷/۳۵	۶۴/۴۷	۵۲/۹۸	۹۷/۵۶	۶۹/۵۴	۸۴/۰۰	۹۲/۰۵	۹۷/۲۰	۸۹/۴۰	۹۸/۵۴
ساختمان	۱۰۰/۰۰	۹۷/۱۹	۹۹/۶۹	۹۶/۰۸	۹۷/۵۰	۹۹/۳۶	۷۸/۴۴	۹۹/۲۱	۱۰۰/۰۰	۹۶/۱۰	۹۹/۶۹	۹۹/۳۸
رودخانه	۱۰۰/۰۰	۹۸/۶۵	۸۹/۳۹	۹۷/۵۲	۹۶/۲۱	۶۷/۲۰	۹۹/۲۴	۹۳/۵۷	۱۰۰/۰۰	۹۵/۶۵	۱۰۰/۰۰	۹۱/۶۷
کشاورزی	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۹/۰۵	۹۹/۰۵	۲۰/۹۵	۸۱/۴۸	۹۳/۲۲	۴۷/۸۳	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۹/۰۶
سیخا	۹۹/۶۱	۹۸/۴۴	۷۴/۵۸	۱۰۰/۰۰	۹۸/۳۱	۵۹/۱۸	۱۰۰/۰۰	۴۶/۵۸	۹۶/۵۱	۹۸/۲۸	۱۰۰/۰۰	۸۱/۹۴
بایر	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۷/۸۳	۱۱/۴۵	۹۸/۶۷	۵۲/۴۸	۹۵/۶۰	۹۷/۷۵	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۸/۶۸
فضای سبز	۹۷/۰۰	۱۰۰/۰۰	۹۷/۸۰	۱۰۰/۰۰	۹۸/۹۰	۹۵/۷۴	۸۶/۶۷	۱۰۰/۰۰	۹۵/۶۰	۱۰۰/۰۰	۵۷/۱۴	۱۰۰/۰۰
آب	۸۸/۶۹	۱۰۰/۰۰	۸۹/۲۹	۷۱/۴۳	۵۷/۱۴	۱۰۰/۰۰	۵۰/۴۸	۸۹/۸۳	۷۸/۵۷	۱۰۰/۰۰	۹۷/۸۰	۱۰۰/۰۰
صحت کلی	٪ ۹۸/۹۳۵۶		٪ ۸۸/۰۳۳۳		٪ ۸۰/۰۶۱۴		٪ ۸۱/۷۴۹۲		٪ ۹۷/۵۰۲۶		٪ ۹۶/۷۷۴۲	
ضریب کاپا	۰/۹۷۹۵		۰/۸۵۱۵		۰/۷۶۹۱		۰/۷۶۹۶		۰/۹۶۹۲		۰/۹۶۰۴	

شکل (۴)، نتایج طبقه‌بندی تصویر منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش شی‌گرا در محیط نرم‌افزار Ecognition، را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۴)، طبقه‌بندی با روش شی‌گرا طی چندین مرحله انجام شد، در مرحله‌ی اولیه با استفاده از داده‌های آموزشی، طبقه‌بندی صورت گرفت. در مرحله بعدی، با استفاده از شاخص‌های آماری، میانگین باندها، شاخص NDVI، انحراف معیار باندها و شاخص هندسی، قوانین طبقه‌بندی توسعه پیدا کردند و منجر به اصلاح خطاهای پیش آمده در طبقه‌بندی اولیه شدند. در جدول (۵)، پارامترهای موثر در طبقه‌بندی کلاس‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۴: تصاویر طبقه‌بندی با روش شی‌گرا

Figure 4: Classification images by using of the object-oriented method

پارامترهای استفاده شده جهت شناسایی و طبقه‌بندی کاربری‌اراضی شهرستان سوسنگرد در جدول (۵)، ذکر شده است.

جدول ۵- تعیین پارامترهای موثر در طبقه‌بندی کلاس‌ها

Table 5- Determining the effective parameters in classification of classes

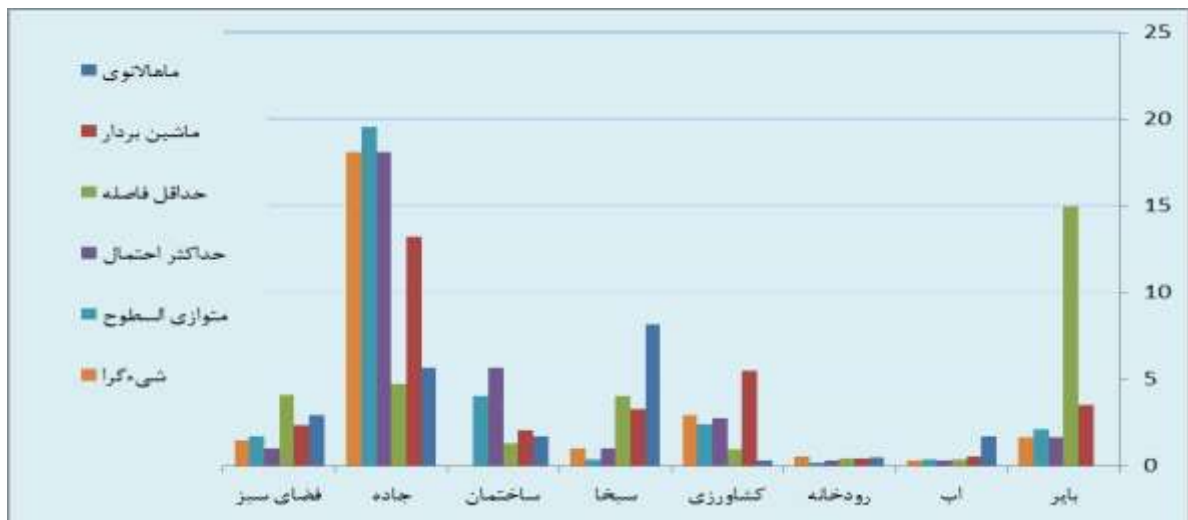
شاخص‌های کلی	پارامترهای موثر	نوع کلاس‌ها							
		رودخانه	فضای سبز	ساختمان	خیابان	سیخا	بایر	کشاورزی	آب
میانگین	میانگین باندهای آبی								*
	میانگین باند سبز		*					*	*
	میانگین باند قرمز	*	*					*	
	میانگین باند مادون قرمز	*	*			*			
انحراف معیار	انحراف معیار باند آبی				*			*	
	انحراف معیار باند سبز					*	*		*
	انحراف معیار باند قرمز					*	*		*
	انحراف معیار باند مادون قرمز		*			*	*		*
هندسی	نسبت طول به عرض	*			*			*	*
	شکل مناسب بیضوی								*
	نسبت طول به مرز								

ادامه جدول ۵- تعیین پارامترهای موثر در طبقه‌بندی کلاس‌ها

Continue Table 5- Determining the effective parameters in classification of classes

شاخص‌های کلی	پارامترهای موثر	نوع کلاس							
		رودخانه	فضای سبز	ساختمان	خیابان	سبخا	بایر	کشاورزی	آب
	حداکثر اختلاف					*			
	درجه روشنایی					*			*
	ضخامت طول								
	شاخص شکل		*						
	شاخص مرز								
	گردش‌دگی							*	
	ضخامت				*				
	مساحت	*							
	فشردگی	*							
	غلظت								
	طول	*							
NDVI			*					*	

با توجه به شکل (۵)، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت سطوح کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در روش ماه‌الانوی (سبخا، ۸/۱۴۹۹۵ و کشاورزی ۰/۳۲۶۷)، ماشین‌بردار پشتیبان (جاده، ۱۳/۲۲۱۲۲۵ و رودخانه ۰/۴۰۱۸۵)، حداقل فاصله (بایر، ۱۴/۹۴۴۷۲۵ و آب، ۰/۳۷۹۱۲۵)، حداکثر احتمال (جاده، ۱۸/۰۹۸۷۷۵ و آب، ۰/۲۹۶۱)، متوازی السطوح (جاده، ۱۹/۵۳۸۵۵ و رودخانه، ۰/۱۷۶۶۲۵) و شی‌گرا (جاده، ۱۸/۰۹۸۷۶۲ و آب، ۰/۲۹۶۱)، را نمایش می‌دهد (جدول ۶).



شکل ۵: نمای شماتیک مساحت کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه به کیلومتر مربع
 Figure 5: Schematic view of the land use area of the studied area per square kilometer

جدول ۶- مساحت کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه به کیلومتر مربع

Table 6- Area of land use in the studied area per square kilometer

شیء گرا	متوازی السطوح	حداکثر احتمال	حداقل فاصله	ماشین بردار	ماهالانوی	
۱/۶۷	۲/۱۲	۱/۶۷	۱۴/۹۴	۳/۴۷	۹۰/۸۴	بایر
۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۵۳	۱/۶۹	اب
۰/۵۲	۰/۱۷	۰/۳۱	۰/۴۳	۰/۴۰	۰/۵۰	رودخانه
۲/۹۳	۲/۳۹	۲/۷۴	۰/۹۳	۵/۴۶	۰/۳۲	کشاورزی
۰/۹۹	۰/۳۹	۰/۹۸	۴/۰۰	۳/۲۷	۸/۱۴	سبخا
۴/۸۱	۴/۰۵	۵/۶۳	۱/۲۸	۲/۰۶	۱/۶۹	ساختمان
۱۸/۰۹	۱۹/۵۳	۱۸/۰۹	۴/۷۰	۱۳/۲۲	۵/۶۳	جاده
۱/۴۴	۱/۷۱	۱/۰۲	۴/۰۶	۲/۳۲	۲/۹۳	فضای سبز
۳۰/۷۶	۳۰/۷۶	۳۰/۷۶	۳۰/۷۶	۳۰/۷۶	۳۰/۷۶	جمع کل
۱۸/۰۹	۱۹/۵۳	۱۸/۰۹	۱۴/۹۴	۱۳/۲۲	۸/۱۴	بیشینه
۰/۲۹	۰/۱۷	۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۴۰	۰/۳۲	کمینه

نتیجه گیری

اطلاع از نسبت کاربری‌ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری است. در همین راستا روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری داده‌های کاربری اراضی وجود دارد، اما استفاده از تکنیک سنجش از دور تا حد زیادی گردآوری اطلاعات را تسهیل می‌نماید. گسترش روز افزون علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی^{۲۹} و بهره‌گیری از داده‌های زمانی-مکانی آن‌ها به منظور بررسی روند تغییرات می‌تواند به مدیران و استفاده‌کنندگان برای مدیریت و برنامه‌ریزی و کاربرد سیاست‌های توسعه پایدار کمک کند. در این تحقیق با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به ارزیابی و پایش کاربری اراضی شهرستان سوسنگرد در سال ۲۰۱۶ پرداخته شد. تعداد پوشش/کاربری اراضی با توجه به تصاویر و نقشه‌های کاربری موجود و شرایط منطقه مورد مطالعه، برای تهیه نقشه پوشش زمین به هشت کلاس تقسیم شد سپس نتایج طبقه‌بندی با الگوریتم‌های مختلف پیکسل پایه و شی گرا با هم دیگر مقایسه گردید.

با توجه به نتایج طبقه‌بندی و ارزیابی صحت شامل دقت کلی و ضریب کاپای طبقه‌بندی، مشخص شد که الگوریتم حداکثر احتمال در روش طبقه‌بندی پیکسل پایه در مقایسه با دیگر الگوریتم‌ها، حدود ۹ درصد نتایج بهتری را نشان می‌دهد. اما در مقایسه با روش طبقه‌بندی شی گرا حدود ۱ درصد (در هر دو شاخص دقت کلی و ضریب کاپای طبقه بندی) دقت بالاتری را در طبقه‌بندی تصاویر نتیجه می‌دهد. مقدار افزایش صحت در روش مبتنی بر طبقه‌بندی شی گرا به انتخاب پارامترهای مناسب، تعریف قوانین مناسب برای طبقه‌بندی و به کارگیری الگوریتم مناسب جهت به دست

آوردن درجه عضویت بستگی دارد. مزیت‌های عمده روش استفاده شده در تحقیق حاضر، قطعه‌بندی و تفکیک عوارض موجود در تصویر ماهواره‌ای لندست ۸ با استفاده از ادغام شاخص‌ها و الگوریتم‌های قطعه‌بندی به‌منظور افزایش میزان دقت در تخصیص کلاس‌ها است.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش با نتایج سایر محققان (Faizizadeh et al., 2015: 11)، با میزان دقت ۹۳/۲۸، (Ghorban et al., 2015: 127) با میزان دقت ۹۰/۵۰، روش شی‌گرا را به‌عنوان بهترین روش طبقه‌بندی معرفی کرده‌اند. مطابقت دارد. همان‌طور که از مقایسه نتایج به‌دست می‌آید، طبقه‌بندی پوشش اراضی با استفاده از روش شی‌گرا می‌تواند نتایج مطلوب‌تری را ارائه نماید. مزیت استفاده از روش‌های شی‌گرا نسبت به روش‌های پیکسل پایه، آن است که، در این روش علاوه بر اطلاعات طیفی و داده‌های آماری، می‌توان از شاخص‌های متعدد دیگری از جمله شکل، بافت، رنگ، ابعاد و ارتفاع پدیده‌ها در طبقه‌بندی عوارض، اشاره نمود. همچنین، نتایج مطالعه همانند نتایج حاصل از (Arulbalaji and Gurugnanam, 2014: 22)، حاکی از آن است که استفاده از سنجش از دور به همراه سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌تواند قابلیت دستیابی به اطلاعات کاربری اراضی را ارتقاء دهد و با دقت قابل قبول قادر به استخراج نقشه کاربری اراضی خواهیم شد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از تحقیق برای رسیدن به نتیجه بهتر پیشنهاد می‌گردد که الگوریتم‌های مختلف قطعه‌بندی با در نظر گرفتن شرایط مختلفی مانند تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده، مناطق جغرافیایی و سطوح مختلف ارزیابی گردند تا کارایی و نقاط قوت روش‌ها در شرایط مختلف مشخص شوند.

References

- Ackay, H. G., Aksoy, S., (2008), "Automatic detection of geospatial objects using multiple hierarchical segmentation", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 46 (7): 2097-2111.
- Al-doski, J., Shattri, M., Zulhaidi, H., (2013), "Image classification in remote sensing", *Journal of Environment and Earth Science*, 3 (10): 141-147.
- Arkhi, S., Niazy, A., (2010), "Evaluation of different methods of remote sensing for monitoring land use changes (Ilam valley basin)", *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research*, 1: 93-74.
- Arulbalaji, P., Gurugnanam, B., (2014), "Geospatial science for 16 years of variation in land Use/Land Cover Practice Assessment around Salem district", South India, *Journal of Geosciences and Geomatics*, 2 (1): 17-20.
- Arzani, H., King, G., Frster, B., (1997), "Application of Digital Information of Landsat TV satellite in estimating plant production and coverage", *Iranian Journal of Natural Resources, Faculty of Natural Resources, University of Tehran*, Volume (1): 3-21. [In Persian].
- Belwasi, M., Asghari Sarraskanrud, S., Zainali, B., Sahebi Vayaghan, S., (2015), "Exploration of copper-bearing areas in Ghezdash area of Khoy city using hyperon images", *Natural Geography Research*, 47 (2): 287-302. [In Persian].
- Bhagawat, R., (2013), "Application of remote sensing and GIS, land use/land cover change in kathmando metropolitan city", *Nepal Journal of Theoretical and Applied Information Tech*, 3: 2-7.
- Chander, G., Markham, B. L., Helder, D. L., (2009), "Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors", *Remote sensing of environment*, 113 (5): 893-903.
- Chavez, P. S., (1996), "Image-based atmospheric corrections-revisited and improved. photogrammetric engineering and remote sensing, 62 (9): 1025-1035.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., Lambin, E., (2004), "Digital Change detection methods in ecosystem monitoring: A review", *International Journal of Remote Sensing*, 10: 1565-1596.
- 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 (1): 123-134.
- Faizizadeh, B., Haj Mir Rahimi, M., (2015), "Disclosure of land use changes in Andisheh town by using of object-oriented classification method", *Geomatics Conference*, 11 and 12 may 87, Tehran, Map Survey Organization, pp: 1-10.
- Fathizadeh, H., Safari, AS., Bazgir, M., Khosravi, GH., (2016), "Evaluation and comparison of supporting carrying methods with linear corners, multiple sentences and radial base with artificial neural network for land use classification", *Rangeland and Desert Research of Iran*, 23 (4): 743-729. [In Persian].
- Fei, Y., Kali, E., Sawaya, B., Loeffelholz, C., (2005), "Marvin E. Bauer, Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) metropolitan area by multitemporal landsat remote sensing", *Remote sensing of environment*, 98: 317-328.
- Ghorban Nia Khabiri, V., Salman Mahini, A. A., Najafi Nejad, A. S., Mohammadzadeh, M., Armin, M., (2015), "Modeling land use changes and land cover on sediment production using Markov automatic network (Case study: part of Chalous river watershed)", *watershed management research (research and construction)*, 28 (108): 111-128.

- Javan, F., Hassani Moghadam, H., (2016), "Revealing the extent of destruction of Hyrcanian forests using satellite imagery and support algorithm machine algorithm (Case study: Rezvanshahr city)", *Forest Strategic Strategy*, 2 (5): 1-11. [In Persian].
- Kamusoko, C., Aniya, M., (2006), "Land use/cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe", *Land Degradation & Development*, 5:1431-1439.
- Mountrakis, G., Im, J., Ogole, C., (2011), "Support vector machines in remote sensing: A review", *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66 (3): 247-259.
- Niazi, Y., Akhte sasi, M., Malekia Njad, H., Hosseini, Z., Morshedi, J., (2010), "Comparison of two methods of maximum probability and artificial neural network in extracting land use map (Case study: Ilam Dam basin)", *Journal of Geography and Development*, 20: 132-119. [In Persian].
- Rahdari, V., Maleki, S., btin, E., (2013), "Investigation on satellite data capability for wetland region zooninig (case study: hamoun wildlife refuge)", *Journal of wetland ecobiology*, 5 (4): 67-78.
- Rahdari, V., Maleki, S., Afsari, K., Abtin, E., Piri, H., Fakhireh, A., (2011), "Investigation on satellite data and geographic information system capability for ecological sources mapping (Case study: Hamoun wetland wild life sanctuary)", *Iranian Journal of Remote Sencing & GIS*, 3 (2): 59-70.
- Richards, J. A., Jia, X., (1999), "Remote sensing digital image analysis", berline: Springer.
- Rosta, Z., Munawari, M., Darwish, M., Falahati, F., (2012), "Application of remote sensing data and geographical information system in extraction of land use maps of Shiraz", *Amayesh Sarzamin Magazine*, 6: 164-149. [In Persian].
- Santos, J. C. N., Andrade, E. M., Medeiros, P.H.A., Joao, M., (2017), "Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid", *Revista Ciencia Agronomica*, 48 (2): 251-260.
- Sufianian, A. S., (2009), "Investigation of land use land use changes in Isfahan city using the technique of detecting changes during the years 1987 to 1998", *Journal of Water and Soil Sciences*, 49: 164-153. [In Persian].
- Zubairi, M., Majd, A. R., (2011), "*Familiarity with remote sensing and application technology in natural resources*", Tehran: University of Tehran Press.