نشریه علمی «شهر تاب‌آور»
سال اول، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۸؛ ص ۱۶-۷

رده‌بندی و تولید لایه‌های اطلاعاتی عوارض شهری از تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بالا به‌منظور تسهیل مدیریت در یک شهر هوشمند

علیرضا عرب‌سعیدی[۱]، عباس مالیان[۲*]

۱- کارشناس ارشد، ۲- استادیار، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۱۷، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۵)

چکیده

فراهم کردن لایه‌های اطلاعاتی کاربری زمین ازجمله مهم‌ترین ابزارهای تسهیل‌کننده در تحقق شهر هوشمند و فرآیند مدیریت بحران در کلان‌شهرها به شمار می‌روند. مدیریت هوشمندانه شهری می‌تواند بر اساس دانش خود و همچنین به کمک لایه‌های اطلاعاتی عوارض شهری استخراج شده از تصاویر نوین هوایی و فضایی، مانع ایجاد یا گسترش بحران شود. دانش و فناوری دورکاوی به‌عنوان فناوری بهینه و سریع در تولید اطلاعات مکانی نقش به‌سزایی دارد. آشکارسازی عوارض شهری‌ها از تصاویر ماهواره‌ای دارای کاربردهای مفید و گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف ازجمله خودکارسازی فرآیند شناسایی و استخراج اطلاعات از تصاویر و بروزرسانی پایگاه داده سامانه اطلاعات مکانی است. هدف تحقیق حاضر، معرفی و پیاده‌سازی روشی خودکار به‌منظور استخراج اطلاعات پوشش و کاربری زمین در منطقه پرتراکم شهری، بر پایه روش‌های شیء مبنا و تحلیل بافت در تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک مکانی بالا می‌باشد. درروش پیشنهادی، پس از انجام فرآیند بخش بندی سلسله مراتبی، به تولید توصیفگرهای بافت برای هر یک از عوارض پرداخته می‌شود. در پژوهش حاضر دقت کلی ۸۶ درصد و ضریب کاپا ۸۳ درصد برای آشکارسازی عوارض شهری از تصویر ماهواره‌ای به دست آمد که پاسخگوی بسیاری از نیازهای مرتبط با مدیریت شهری می باشد.

کلیدواژه‌ها: شهر هوشمند، تصویر ماهواره‌ای با توان تفکیک مکانی بالا، لایه اطلاعاتی عوارض شهری، تحلیل بافت، مدیریت بحران‌های شهری

۱- مقدمه

بحران حادثه‌ای است طبیعی و یا ایجادشده توسط بشر که برای جامعه انسانی سختی و آسیب به همراه دارد. بسیار ضروری و مهم است که یک سامانه برنامه‌ریزی‌شده و اثربخش در جهت پاسخ به نیازهای اضطراری وجود داشته باشد به‌نحوی‌که بتوان به‌طور مؤثر و بموقع نقش امدادرسانی در شرایط بحران را ایفا نمود. مدیریت شهری وظیفه دارد تا بحران‌ها را کاهش دهد که اگر هوشمندانه با مسائل برخورد شود شاید اصلا" بحرانی پیش نیاید [۱]. شهرها تنها ۲٪ سطح کره زمین را به خود اختصاص داده اند اما حدود ۷۵٪ منابع کره زمین در شهرها مصرف می‌شود و حدود ۶۰٪ جمعیت بشر نیز در شهرها سکونت دارند. بنابراین، واضح است که به منظور جلوگیری از بروز بحران ها و مخاطرات و نیز مدیریت بهینه شهرها، تداوم روش های سنتی کفایت نمی‌کند و ضروری است مفهوم شهر هوشمند[۱] توسط مدیران مربوطه به درستی درک شود و زیرساخت های لازم برای تحقق آن فراهم گردد. در یک شهر هوشمند تناسب و هماهنگی کامل بین جنبه‌های مکانی، اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی با شهروندان برقرار است. این تناسب بر سه محور استوار است: محیط زیست، توسعه اقتصادی و عدالت اجتماعی [۲]. مبنای هرگونه مطالعه و ساختارسازی در این زمینه داشتن اطلاعات مکانی به‌روز، صحیح و دقیق است. ژئوماتیک و به طور خاص فناوری های نوین فتوگرامتری و سنجش از دور امروزه کارایی خود را برای فراهم کردن بسترهای مورد نیاز به منظور حرکت به سمت ایجاد شهر هوشمند نشان داده است. به عنوان نمونه، تولید خودکار یا نیمه خودکار مدل رقومی رویه[۲] (DSM)، آشکارسازی تغییرات[۳] در بازه‌های زمانی بلندمدت یا کوتاه مدت، استخراج

رایانامه نویسنده مسئول: a.malian@sru.ac.ir

1- Smart City
2- Digital Surface Model (DSM)
3- Change Detection

مدل سه‌بعدی شهر[1] به ترکیب داده‌های لیزری و تصویری، تعیین موقعیت بی‌درنگ[2] و مانند آن درحال حاضر فرآیندهایی کاملا" تثبیت شده به‌شمار می‌روند که همگی جزو ملزومات ارائه خدمات مکان مبنا[3] (LBS) و تحقق یک شهر هوشمند شمرده می‌شوند. از سوی دیگر، مخاطرات و بحران‌ها از دیرباز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تهدیدات پیش روی جوامع شهری مطرح بوده است و بیشتر شهرهای بزرگ جهان با آن روبه‌رو هستند. عدم رعایت اصول شهر هوشمند و فقدان زیرساخت‌های مکانی بروز و قبال اطمینان، در بخش‌های زیستی، پرتوی، عمرانی، سایبری و مانند آن می‌تواند باعث تحمیل خسارات جبران‌ناپذیر مالی و جانی، نابودی گونه‌های زیستی، آلودگی زیست محیطی، تشدید آسیب‌پذیری سازه‌ها و در نتیجه صرف هزینه‌های گزاف در برابر تهدیدات احتمالی شود. لذا ضروری است اصول شهرسازی هوشمندانه و مبتنی بر اطلاعات مکانی از دید عمرانی، معماری و شهرسازی مورد بررسی قرار گیرد و راه‌کارهای لازم برای رعایت این اصول در ساختمان‌ها و سازه‌های شهری ارائه شود. با نگاهی به ساختار سیاسی و اجتماعی کشور حیاتی به نظر می‌رسد تا در بستر نگاهی جامع، اقدامات زیربنایی برای هوشمندسازی مدیریت شهری مورد توجه قرار گیرد تا کاهش آسیب‌پذیری‌های کالبدی و انسانی و افزایش بهره‌وری و صرفه‌جویی در منابع محقق شود.

۱-۱- ضرورت و اهمیت مسئله

برنامه‌ریزی و داشتن لایه‌های اطلاعاتی مکان مبنا پیش از وقوع بحران به‌منظور جلوگیری و کاهش خسارات و همچنین اندیشیدن تمهیدات لازم پس وقوع حادثه بسیار حائز اهمیت است. همچنین با ازدیاد جمعیت در مسیر وقوع بحران‌های طبیعی یا غیرطبیعی، خطر ناشی از بروز آن‌ها بیشتر احساس می‌شود. از سوی دیگر، بلایای طبیعی معمولاً بسیار ناگهانی و سریع می‌باشند و در بیشتر موارد غیرقابل پیش‌بینی هستند. کاهش زیان‌های ناشی از بحران، عمدتاً بر حول و حوش روش‌های ساخت و سازها و رعایت ایمنی برای افزایش مقاومت در برابر مخاطرات بوده اما مقابله با بحران‌ها فراتر از رعایت اصولی فنی برای مقاوم‌سازی‌ها می‌باشد و در حقیقت می‌بایست کل شهر را هوشمندانه با هدف کاهش آسیب‌پذیری در برابر وقوع بحران‌ها برنامه‌ریزی و مدیریت کرد. هدف اصلی در مواقع بحرانی حرکت دادن جمعیت به سمت خارج از ناحیه در معرض خطر با حداکثر سرعت ممکن می‌باشد.

1 - Three-Dimensional City Model
2- Real-Time Positioning
3- Location-Based Services (LBS)

مدیریت بحران به‌وسیله مشاهده سامانمند[4] بحران‌ها و نیز تجزیه‌وتحلیل آن‌ها در جستجوی یافتن ابزاری است که به‌وسیله آن‌ها بتوان از بروز بحران‌ها، پیشگیری کرده و یا در صورت بروز آن در خصوص کاهش اثرات آن، آمادگی لازم، امدادرسانی سریع و بهبودی اوضاع تصمیم‌گیری کرد [۳]. این موضوع دارای سه مرحله می‌باشد که به‌صورت چرخه‌ای با یکدیگر ارتباط داشته و هر یک از مراحل کاملاً وابسته به مراحل پیشین خود هستند [۵-۴]. اولین مرحله، مرحله قبل از بحران می‌باشد که به معنی اندیشدن راه‌کارهای لازم وآماده بودن برای بحران است، مرحله دوم مرحله حین بحران و مدیریت میدانی وضعیت است و مرحله سوم مرحله بعد از بحران است که شامل امدادرسانی، پاسخگویی، ارزیابی آسیب وارده و بازسازی است. در سال‌های اخیر استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بالا، به دلیل رفع محدودیت‌های روش‌های زمینی و قابلیت در دسترس بودن این داده‌ها، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع اطلاعاتی مورد توجه قرار گرفته است. همچنین شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی، یکی از اهداف اصلی دورکاوی در تحقیقات به شمار می‌رود. رده‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به‌عنوان مهم‌ترین بخش از تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای در نظر گرفت. منظور از رده‌بندی داده‌های ماهواره‌ای به روش رقومی، تفکیک مجموعه‌های طیفی مشابه و تقسیم‌بندی تصاویر به گروه‌ها یا طبقاتی است که در هر رده، طیف‌ها ارزش واحد گرفته و ازنظر آماری قابل تفکیک نیستند.

در پژوهش حاضر، با استفاده از روش توصیفی و تحلیلی و با بهره‌گیری از تصاویر دورکاوی، روشی کارآمد برای تولید یکی از لایه‌های اطلاعاتی مهم برای فراهم‌سازی زیرساخت‌های لازم برای پیاده‌سازی مفهوم شهر هوشمند و مدیریت شهری یکپارچه و دانش پایه (عوامل مؤثر بر یکپارچگی مدیریت شهری در سطح سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری)، مدیریت یکپارچه شهری مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به نیاز به نقشه‌های برخط و بروز درباره پوشش و کاربری‌های مختلف شهری به عنوان رکن اطلاعات مکانی در هوشمندسازی شهر، ضرورت گسترش الگوریتم‌های آسان، سریع و کارآمد برای تهیه این‌گونه نقشه‌ها از تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بالا مشخص می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

همان‌طور که در بخش مقدمه اشاره شد، تهیه لایه‌های اطلاعاتی مکان مبنا از وضعیت عوارض شهری به‌طور فزاینده‌ای به برنامه‌ریزی صحیح، مدیریت بحران و هوشمندسازی شهرها کمک

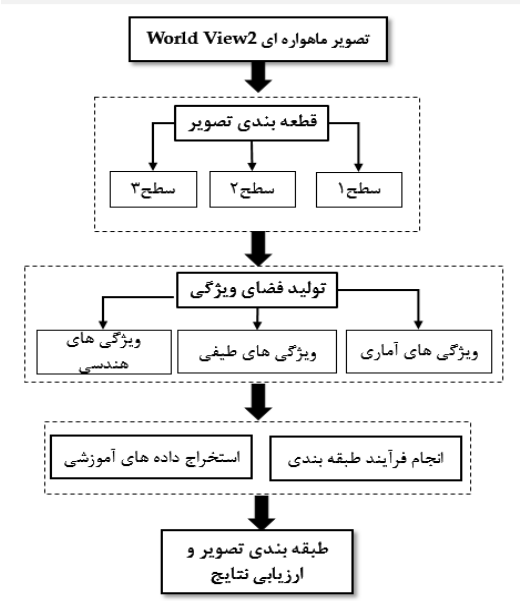
4- Systematic

می‌کند. یکی از داده‌های بنیادین که برای بروزرسانی دائمی پایگاه داده‌های شهری ضرورت دارد، اطلاعات مربوط به رده‌بندی عوارض و تهیه نقشه وضع موجود شهری است. تاکنون مقالات بسیاری در حوزه رده‌بندی تصاویر ماهواره‌ای انجام‌گرفته است. به‌عنوان مثال ژو[1] و تروی[2] با استفاده از یک شبکه سلسله مراتبی سه سطحی به رده‌بندی تصویر در سطوح مختلف پرداختند [۶]. در این حوزه، بر روی مناطق ناهمگن و پر تراکم کار نشده است. هدف تحقیق حاضر، معرفی و پیاده‌سازی روشی به‌منظور استخراج اطلاعات پوشش اراضی مبتنی بر روش شیء مبنا با استفاده از رده‌بندی بر اساس تحلیل بافت هست. وجود اطلاعات مکانی دقیق، صحیح و به‌هنگام از منابع کشور در یک پایگاه داده جامع مکان مرجع به همراه تجزیه و تحلیل‌های مرتبط، ازجمله مهم‌ترین ابزارهای تصمیم‌گیری و مدیریت بهینه می‌باشد. رده‌بندی شیء مبنا شامل مرحله‌ای اصلی به نام بخش‌بندی می‌باشد. مرحله بخش‌بندی بر اساس ترکیب پیکسل‌های مجاور تصویری به‌منظور تشکیل اشیا است. در مقاله‌ای روش شیء مبنا برای تحلیل و توصیف ساختار، صحنه شهری در سطح پارسل توسط تصاویر هوایی و داده لیدار داده شد [۷]. شناسایی ماهیت‌های نواحی شهری با استفاده از تصاویر دورکاوی ازنظر پوشش اراضی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است [۸]. رده‌بندی تصویر روشی مستحکم و مناسب برای به دست آوردن اطلاعات از تصاویر دورکاوی به شمار می‌رود [۹]. در سال‌های اخیر روش‌هایی تحت عنوان روش‌های شیءگرا برخلاف روش‌های سنتی، علاوه بر در نظرگیری توانایی‌های طیفی تصاویر، از جنبه مکانی نهفته در تصاویر نیز در پردازش‌های خود بهره‌برداری می‌کنند [۱۰]. در روش‌هایی که در گذشته انجام می‌گرفت، مرز ساختمان‌ها با روش‌های رقومی‌سازی دستی استخراج می‌شدند. اما این فرآیند بسیار زمان‌بر بود و مستلزم به‌کارگیری افراد خبره و تجهیزات گران قیمت در این زمینه بود. بنابراین، استخراج خودکار ساختمان‌ها مورد توجه و اهمیت محققان قرار گرفت. ازجمله ویژگی‌های مهم داده‌های نوری می‌توان به درجه خاکستری، طیف، بافت و شکل آن‌ها اشاره کرد. فناوری دورکاوی به دلیل قابلیت دسترسی، در این حوزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین منابع داده حائز اهمیت است. تحقیقاتی که در این حوزه انجام‌گرفته است، بر اساس داده‌هایی با توان تفکیک مکانی بالا بوده است. پژوهشگران بسیاری از تحلیل‌های شیء مبنا به‌منظور رده‌بندی پوشش اراضی شهری از تصاویر ماهواره‌ای بزرگ‌مقیاس استفاده کرده‌اند بیشتر این تحقیقات روی مناطق شهری ساده پیاده‌سازی شده و در آن‌ها فقط به شناسایی و رده بندی رده‌های شهری بسنده شده است. در مطالعاتی که گامانیا[3] و همکاران داشته‌اند از اطلاعات بافت در تصاویر استفاده کرده‌اند [۱۱]. همچنین اشتاینوخر[4] و همکاران در کنار ویژگی‌های بافت تصویر از خصوصیات بازتابندگی عوارض برای بهبود نتایج استفاده کرده‌اند [۱۲]. در تحقیق دیگری، ژانگ[5] و زین[6] از ترکیب تصاویر بزرگ‌مقیاس با تصاویر فرا طیفی برای بهبود دقت رده‌بندی مناطق شهری استفاده کردند [۱۳]. برخلاف دست‌یابی به‌دقت‌های مناسب، الزام در اختیار داشتن تصاویر فرا طیفی از عوامل محدودکننده این روش به شمار می‌رود. در مطالعه دیگر لارنت[7] و همکاران از ترکیب تصاویر دارای توان تفکیک مکانی بالا با اطلاعات‌برداری موجود از منطقه استفاده کردند [۱۴]. علاوه بر لزوم دسترسی به داده‌های برداری، شرط هم‌زمانی دریافت تصاویر ماهواره با نقشه مورداستفاده از دیگر محدودیت‌های این روش به شمار می‌رود. برخی از محققان برای تحلیل در منطقه شهری از ترکیب تصاویر متوسط با بزرگ‌مقیاس با داده‌های فرعی از قبیل اطلاعات آماری استفاده کرده‌اند [۱۵]. ترکیب تصاویر ماهواره‌ای متوسط مقیاس با اطلاعات بافتی نیز مورد توجه بوده است.

۳- مواد و روش تحقیق

تصاویر با توان تفکیک بالا حاوی اطلاعات مکانی با ارزشی هستند. این اطلاعات کمک زیادی در تفسیر صحیح تصویر می‌کنند و امکان تمایز بین رده‌هایی که ازنظر طیفی به هم نزدیک هستند ولی بافت متفاوتی دارند را به تحلیلگر می‌دهند. اگر بتوان به‌گونه ای این داده‌ها را کمی‌سازی کرده و به همراه داده های طیفی در رده‌بندی مورداستفاده قرار داد، می‌توان دقت رده‌بندی را نیز افزایش داد. در این مقاله از تصویر ماهواره‌ای WorldView 2، به‌منظور شناسایی عوارض شهری پیش از وقوع بحران احتمالی استفاده شده است. نکته قابل توجه در کار با تصاویر با توان تفکیک مکانی بالا، این است که بیشتر محققان بر روی مناطق شهری غیر پیچیده و کم تراکم کارکرده و بر روی مناطق ناهمگن و پرتراکم کار نکرده‌اند. ارزیابی ریسک شامل تهدیدات و آسیب‌پذیری برای تعیین درجه ریسک هرکدام از دارایی‌های مهم در مقابل تهدیدات است. همان‌طور که در شکل (۱) روند اجرایی مقاله مطرح شده است؛ پس از استخراج بافت و اطلاعات طیفی و هندسی از تصویر، داده‌های آموزشی به‌صورت بصری تولید می‌شوند. در ادامه تصویر مورد نظر توسط روش رده‌بندی ماشین بردار پشتیبان رده‌بندی و ارزیابی می‌شود.

1- Zhou
2- Throy
3- Gamanya
4- Steinnocher
5- Xin
6- Zhang
7- Laurnet



شکل (۱): روند اجرایی مقاله

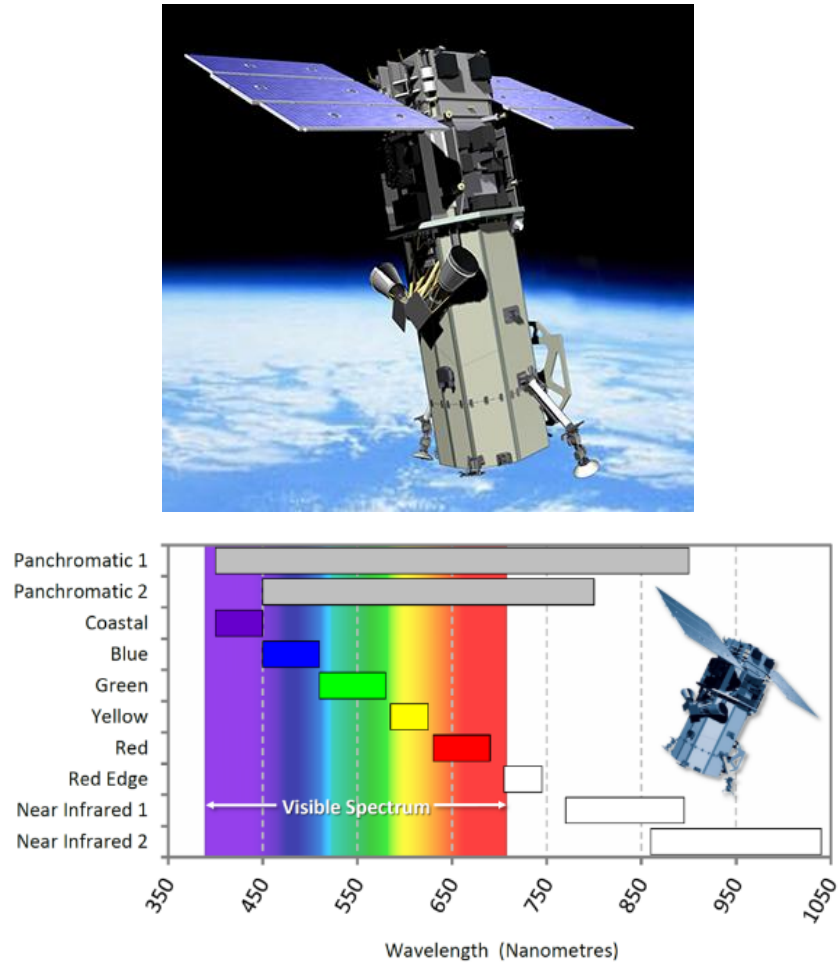
۳-۱- منطقه مورد مطالعه

در این پژوهش از داده‌های سنجش‌ازدور بزرگ‌مقیاس استفاده شد. داده استفاده‌شده در این تحقیق تصویر ماهواره‌ای WorldView 2 با توان تفکیک بسیار بالا از شهر سانفرانسیسکو واقع در ایالت کالیفرنیا آمریکا بوده که از بافت متراکم و پیچیده و تنوعی از عوارض مختلف شهری برخوردار است. منطقه مورد مطالعه بین طول جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۶ دقیقه و ۵۰ ثانیه شمالی و ۳۷ درجه و ۴۷ دقیقه و ۱۲ ثانیه شمالی و عرض‌های جغرافیایی ۱۲۲ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲ ثانیه غربی و ۱۲۲ درجه و ۲۵ دقیقه و ۲۴ ثانیه غربی قرار گرفته است. تصویر منطقه مورد مطالعه در شکل (۲) ملاحظه می‌شود. این منطقه به‌طورکلی شامل رده‌های راه، ساختمان، پوشش گیاهی و معابر هست. در جدول (۱) مشخصات هر یک از باندهای طیفی تصویر این ماهواره آمده است.

ب الف

شکل (۲): الف) تصویر ماهواره‌ای Worldview 2 منطقه موردمطالعه، ب) تصویر ماهواره‌ای از پیرامون شهر سانفرانسیسکو

یکی از سامانه‌های پیشرفته و نوین سنجش از دور، ماهواره Worldview 2 (شکل (۳)) می‌باشد که در سال ۲۰۰۹ توسط شرکت دیجیتال گلوب به منظور تصویربرداری از سطح زمین به فضا پرتاب شد. ارتفاع این ماهواره از سطح زمین ۷۷۰ کیلومتر و سنجنده‌های موجود درآن قادر به برداشت تصاویر پانکروماتیک با توان تفکیک مکانی ۴۶ سانتی‌متر و چند طیفی با توان تفکیک ۱/۸۴ متر در هشت باند مجزا می‌باشند. قدرت تفکیک طیفی بسیار بالای ماهواره Worldview 2 موجب ارتقای توان تفکیک و رده‌بندی پوشش‌های آبی، گیاهی و شهری نسبت به سایر تصاویر ماهواره‌ای می‌شود. از قابلیت‌های ویژه این تصاویر می‌توان به مواردی نظیر؛ عمق‌سنجی، تجزیه و تحلیل گیاهان و استخراج عوارض اشاره کرد. این ماهواره دارای قابلیت زمین مرجع کردن تصاویر بدون استفاده از نقاط کنترل زمینی و عملیات پس پردازش می‌باشد و این کار به کمک تجهیزات نصب شده از جمله ژیروسکوپ و آنتن موقعیت‌یاب جهانی صورت می‌پذیرد که موجب تسریع در هدف‌گیری منطقه تصویربرداری می‌گردد. بدین ترتیب تصویربرداری محدوده‌ای به وسعت ۹۷۵ هزار کیلومترمربع در هر گردش به دور زمین برای این ماهواره در فاصله زمانی ۱/۱ روز مقدور می‌باشد که در مقایسه با سایر ماهواره‌های با قدرت تفکیک بالا دارای اهمیت است [۱۶].



شکل (۳): تصویر ماهواره Worldview 2 به همراه باندهای طیفی آن

جدول (۱): مشخصات باندهای طیفی تصویر Worldview 2

باندهای تصویر	محدوده طیفی (µm)
Coastal	۰/۴۰-۰/۴۵
Blue	۰/۴۵-۰/۵۱
Green	۰/۵۱-۰/۵۸
Yellow	۰/۵۹-۰/۶۳
Red	۰/۶۳-۰/۶۹
Red Edge	۰/۷۰-۰/۷۴
NIR1	۰/۸۹-۰/۷۷
NIR2	۰/۸۶-۰/۹۵

۴- پیاده‌سازی و اجرا

در این مرحله به انجام فرآیندهای بخش‌بندی و تولید فضای ویژگی پرداخته می‌شود که بر اساس روند اجرایی که در بخش ۳، به آن اشاره شد، پس از تولید فضای ویژگی بر اساس روش رده‌بندی به شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی منجر خواهد شد.

۴-۱- بخش‌بندی[1] تصویر

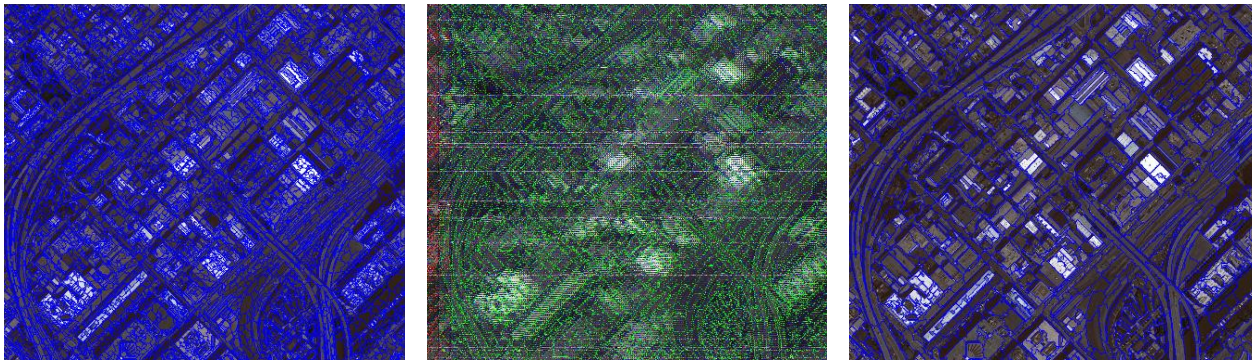
یکی از مهم‌ترین مراحل اجرای تحلیل‌های شیء مبنا فرآیند بخش‌بندی تصویر هست. در این تحقیق از روش بخش‌بندی چند تفکیکه[2] استفاده می‌شود. درروش‌های تحلیل شیء مبنا، گروه همگنی از پیکسل‌ها که اشیای تصویری نیز گفته می‌شوند در مرحله بخش‌بندی تشکیل می‌گردند. مزیت بخش‌بندی تصویر این است که بسیاری از نواحی کوچک که درواقع نشان‌دهنده عارضه قابل اهمیتی نمی‌باشند، حذف می‌شوند. در این تحقیق از روش چند تفکیکه به‌منظور بخش‌بندی استفاده شده است (جدول (۲)). پارامتر عدد مقیاس برای کنترل میزان همگنی تصویر می‌باشد که

1- Segmentation
2- Multi-Resolution

با افزایش مقدار آن، تعداد شیءهای تصویر کاهش و به‌تبع آن شاهد افزایش مساحت شیءهای تصویری و برعکس عدد مقیاس کوچک سبب کاهش مساحت شیءهای تصویر و افزایش تعداد آن‌ها می‌گردد (شکل (۴)).

جدول (۲): تعیین پارامترهای بخش‌بندی

سطوح بخش بندی	مقیاس	ناهمگنی طیفی	ناهمگنی ساختاری	نرمی	فشردگی
۱	۸۰	۰/۶	۰/۴	۰/۹	۰/۳
۲	۴۰	۰/۴	۰/۲	۰/۸	۰/۶
۳	۲۰	۰/۷	۰/۴	۰/۳	۰/۵



الف ب ج

شکل (۴): تصویر بخش‌بندی شده در سطوح مقیاس: الف) سطح ۳، ب) سطح ۲، ج) سطح ۱

۴-۲- تولید فضای ویژگی

در مناطق پیچیده شهری استفاده از ویژگی‌های طیفی، باعث کاهش بازدهی روش‌های رایج رده بندی می‌شوند، در بینایی ماشین[1] اطلاعات و مشخصه‌های به‌دست‌آمده از تصاویر در سه دسته اطلاعات ساختاری، بافتی و طیفی قابل تقسیم‌بندی است. توانایی اطلاعات بافتی در شناسایی مناطق آسیب‌دیده با دقت به‌مراتب بالاتری در تحقیقات مختلف گزارش شده است. تحلیل بافت یکی از توصیفگرهای عوارض سطحی در تصاویر است که اطلاعاتی در مورد ساختار متفاوت تصویر و همچنین ارتباط آن با سایر قسمت‌ها را در بردارد. روش‌های گوناگونی به‌منظور تحلیل بافت تصاویر وجود دارد که از مهم‌ترین آن‌ها روش‌های مبتنی بر به‌کارگیری توصیفگرهای آماری مرتبه اول و دوم هست. توصیفگرهای آماری مرتبه اول بر اساس هیستوگرام تصویر محاسبه می‌شوند. درواقع با تحلیل توزیع درجات خاکستری در سطح، اقدام به تشخیص الگوهای مختلف می‌کنند. توصیفگرهای مرتبه دوم بر اساس هیستوگرام ماتریس رخداد توأم درجات خاکستری محاسبه می‌شوند. این توصیفگرها، توزیع درجات خاکستری و موقعیت پیکسل‌های را نسبت به یکدیگر در نظر می‌گیرند. در این پژوهش از توصیفگرهای مرتبه دوم، پارامترهای کنتراست، آنتروپی، میانگین، واریانس، همگنی و عدم شباهت استخراج شد. باوجوداینکه تعریف واحدی برای بافت تاکنون ارائه نشده است، ولی می‌توان به‌صورت یک تابع از تغییرات مکانی شدت روشنایی پیکسل‌ها آن را تعریف کرد. توصیفگرهای بافتی استفاده‌شده شامل توصیفگرهای آماری مرتبه اول (میانگین و واریانس) توصیفگرهای آماری مرتبه دوم بر اساس ماتریس رخداد توأم (میانگین، واریانس، آنتروپی، کنتراست، همگنی[2]، گشتاور دوم و بی‌شباهتی) هستند. ویژگی‌های انتخاب‌شده متناسب با شرایط هندسی و طیفی منطقه بوده است.

۴-۲-۱- توصیفگرهای واریوگرام

توصیفگرهای واریوگرام با استفاده از خصوصیات آماری تصویر به استخراج بافت در تصویر می‌پردازند. اصول این روش بر محاسبه واریانس نواحی هم‌جوار استوار است. در این روش، با استفاده از یک پنجره متحرک و محاسبه پارامترهای آماری در چهار جهت مختلف، به استخراج بافت پرداخته می‌شود. این عمل با محاسبه تفاضل مقدار درجه خاکستری هر پیکسل درون پنجره از مقدار میانگین یا مقدار پیکسل مرکزی صورت می‌گیرد. الموا و

1- Machine Vision

2- Homogeneity

همکاران مجموعه‌ای از عملگرهای آماری بافت را بر مبنای استفاده از واریوگرام پیشنهاد کرده‌اند [۱۶]. ازنظر آماری، بافت تصویر با دو مؤلفه می‌تواند تعریف شود که تغییرات محلی و وابستگی مکانی است.

۴-۲-۲- توصیفگرهای نیم واریوگرام

از نظر آماری، بافت تصویر با دو مؤلفه می‌تواند تعریف شود: تغییرات محلی و دیگری وابستگی مکانی. تغییرات محلی اغلب توسط پارامتر واریانس که میزان جدایی از مقدار میانگین در یک پنجره را نشان می‌دهد، تعیین می شود. وابستگی مکانی نیز فرض می‌کند درجه خاکستری در یک تصویر به‌طور کاملاً تصادفی توزیع نشده و پیکسل‌های نزدیک به هم ازنظر مکان، وابستگی درجه خاکستری بیشتری دارند. به طور کلی تحلیل های زمین آماری سعی در کمی‌سازی با در نظر گرفتن این دو معیار را دارد. جدول (۳) فضای ویژگی های آماری ، طیفی و هندسی را نمایش می دهد.

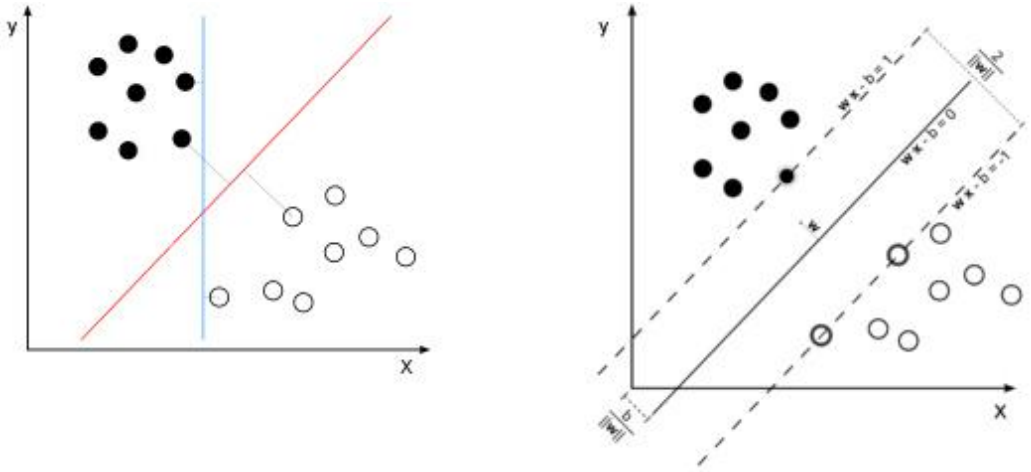
جدول (۳): تولید فضای ویژگی‌های آماری، طیفی و هندسی

ردیف	نام ویـژگی	رابـطه ریاضی	توضیـــحات
	مجموعه ویژگی‌های آماری		
۱	واریوگرام	$\gamma_k(h)=\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}[G(x_i,y_i)-G(x_i+h,y_i)]^2$	استخراج بافت از تصویر
۲	نیم واریوگرام	${S_k}^2=\frac{1}{2N}\sum_{i=1}^{N}[G(x_i)-G(x_i+h)]^2$	توصیفگر کنتراست بافت
	مجموعه ویژگی‌های هندسی		
۱	نسبت طول به عرض	$\frac{Length}{Width}$	میزان کشیدگی اشیای خطی
۲	شاخص مرز	$\frac{Primeter}{2\times(Length+width)}$	میزان تقریب به یک‌چند ضلعی
۳	فشـــردگی	$\frac{Length\times Width}{N}$	توصیف میزان فشردگی هندسی شیء تصویری
۴	عدم تقـارن	$1-\frac{Minor\ Axis}{Major\ Axis}$	تشریح کننده یک شیء در مقایسه با یک چندضلعی منتظم
	مجموعه ویژگی‌های طیفی		
۱	CCCI[1]	$\frac{\frac{NIR-rededge}{NIR+rededge}}{\frac{NIR-Red}{NIR+Red}}$	شاخص محتوای کلروفیل پوشش گیاهی
۲	EVI2[2]	$2.5\times\frac{NIR-Red}{NIR+(Red\times 2.4)+1}$	شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته
۳	GRNDVI[3]	$\frac{NIR-(Green+Red)}{NIR+(Green+Red)}$	شاخص گیاهی تفاضلی باند مادون‌قرمز و مجموع باندهای سبز و قرمز
۴	NDRE[4]	$\frac{NIR-rededge}{NIR+rededge}$	شاخص نسبت تفاضلی مادون‌قرمز و لبه قرمز

1- Canopy Chlorophyll Content Index
2- Enhanced Vegetation Index
3- Green-Red NDVI
4- Normalized Difference NIR/Rededge Normalized Difference Red-Edge

۴-۳- رده‌بندی ماشین بردار پشتیبان[1] با استفاده از تحلیل شیء مبنا

به‌منظور رده‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان از نرم‌افزار eCognition استفاده شده است. پس از مرحله بخش‌بندی در روش ماشین بردار پشتیبان تابع کرنل پایه شعاعی به‌کار رفته است، زیرا بر اساس تحقیقات انجام‌شده، این تابع نتایج بهتری را در کارهای سنجش از دوری و پردازش تصاویر فراهم می‌کند. بنابراین، در این مرحله، رده‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان در دو حالت شیء مبنا و پیکسل مبنا انجام می‌گیرد. این روش همان‌طور که ذکر شد از کارایی مناسبی برخوردار است. مبنای کاری دسته‌بندی کننده SVM دسته‌بندی خطی داده‌ها است و بر اساس شکل (۵) در تقسیم خطی داده‌ها سعی می‌شود خطی انتخاب گردد که حاشیه اطمینان بیشتری داشته باشد. همچنین از توابع هسته مختلفی ازجمله هسته‌های نمایی، چندجمله‌ای و سیگموئید نیز می‌توان استفاده کرد.



شکل (۵): نمایش دو صفحه از داده‌های آموزشی در فضای دوبعدی برای رده‌های مورد نظر

در این پژوهش با تولید کمی بافت‌های مختلف در پنجره‌ای به ابعاد ۳×۳ توصیفگرهای مختلف تولید شدند. هر توصیفگر مربوط به باندهای تصویر ماهواره‌ای است. از روش آماری مرتبه اول توصیفگرهای میانگین و واریانس تولید شدند. از روش‌های آماری مرتبه دوم، توصیفگرهای میانگین، واریانس، آنتروپی، کنتراست و گشتاور دوم تولید شدند. در این پژوهش، معیارهای ارزیابی دقت روش رده‌بندی بر اساس داده‌های آموزشی بوده است که در جدول (۴) ارائه شده است. به‌منظور تهیه این جدول از داده‌های آزمایش حاصل از تفسیر بصری و نیز اطمینان به‌وسیله تصویر ماهواره‌ای بزرگ‌مقیاس در دسترس از منطقه مورد مطالعه استفاده شد.

۴-۴- استخراج نمونه‌های آموزشی

سعی بر آن است که نمونه‌های آموزشی انتخاب‌شده دارای توزیع و پراکندگی مناسب باشند و در دو رده ساختمان و غیر ساختمان انتخاب شوند. در این مرحله تعداد نمونه‌های آموزشی به کار گرفته‌شده بر اساس رده عوارض در جدول (۴) در نظر گرفته‌شده است.

جدول (۴): نمونه‌های آموزشی

رده عارضه	تعداد نمونه آموزشی
ساختمان	۲۰ نمونه
راه	۲۵ نمونه
پوشش گیاهی	۲۵ نمونه
سایه	۲۰ نمونه
معابر	۱۵ نمونه

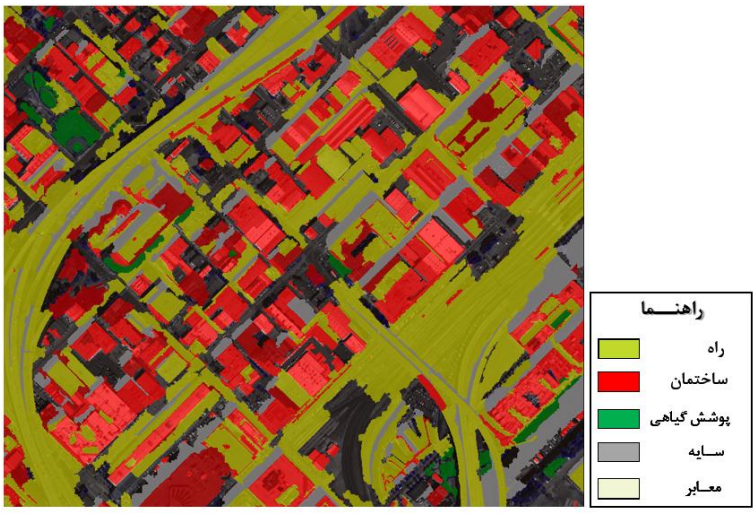
۵- رده‌بندی تصویر و ارزیابی نتایج

همان‌طور که ازنظر تفسیر بصری در شکل (۵) و نیز ارزیابی‌های کمی در جدول (۵) مشخص است، رده‌بندی تصویر با توجه به تنوع رده‌ها و پیچیدگی‌های منطقه موردمطالعه، رضایت‌بخش است. امکان اختلاط میان برخی رده‌ها وجود دارد که علت اصلی آن استفاده از حدود آستانه به‌منظور رده‌بندی هر رده بوده است. لازم به ذکر است که آستانه‌گذاری بر روی توصیفگرها تنها به‌منظور بهبود تشخیص هست.

1- Support Vector Machine (SVM)

جدول (۵): پارامترهای دقت سطوح آستانه‌گذاری برای هر یک از عوارض شهری

رده عوارض شهری	دقت تولیدکننده	دقت کاربر	ضریب کاپا	دقت کلی
راه	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۸۳	٪۸۶
ساختمان	۰/۷۸	۰/۸۸		
پوشش گیاهی	۰/۸۱	۰/۹		
سایه	۰/۸۷	۰/۸۹		
معابر	۰/۸۶	۰/۹		



شکل (۶): نتیجه رده‌بندی عوارض شهری

اعمال الگوریتم پیشنهادی در این پژوهش با توجه به فضاهای ویژگی تعریف شده منجر به ارائه نقشه رده‌بندی عوارض مطابق شکل (۶) می‌گردد. همان‌طور که در شکل مشخص شده است پنج رده عوارض مهم و مورد نظر شهری شامل راه ها، ساختمان ها، پوشش گیاهی، معابر و سایه ها در تصویر رده‌بندی شده‌اند.

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به شرایط کشور، هوشمندسازی مدیریت شهری و به تبع آن ملاحظات امنیتی و دفاعی در صدر سیاست‌های برنامه‌ریزی کشور قرار دارد و پیاده‌سازی شهر هوشمند به‌منظور مدیریت بهینه و پیشگیری و مقابله هوشمندانه با مخاطرات و بحران‌ها به‌عنوان بخشی از توسعه این امر، یک ضرورت است. امروزه سامانه‌های اطلاعات مکانی به‌عنوان یک ماشین یا فن از ابزار تصمیم‌گیری در حوزه مدیریت شهری به‌ویژه در شناسایی و رده‌بندی عوارض و تولید لایه‌های اطلاعاتی مکان مبنا به‌شدت مورداستفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق نسبت به ارائه و پیاده‌سازی روشی ساده و سریع به‌منظور آشکارسازی و رده‌بندی عوارض شهری اقدام گردید. در روش پیشنهادی، با توجه به دسترسی داده‌های ماهواره‌ای باکیفیت مکانی و طیفی مناسب، از اطلاعات بافت تصویری به همراه اطلاعات طیفی و ساختاری (یا هندسی) استفاده شد و به کمک روش رده‌بندی ماشین بردار پشتیبان، عوارض شهری با دقت کلی ٪۸۶ شناسایی و رده‌بندی شدند. با توجه به توانایی توصیفگرهای بافتی در تشخیص عوارض، پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از سایر توصیفگرهای بافت، نظیر گابور و توصیفگرهای مبتنی بر تبدیل حوزه فرکانس نیز استفاده شود. همچنین پیشنهاد می‌شود از داده‌های سایر منابع مانند داده‌های لایدار نیز در کنار تصاویر ماهواره‌ای و تلفیق آن‌ها برای افزایش دقت استفاده کرد و کارآمدی این داده‌ها در تحقیقات مورد بررسی قرار گیرند. با توجه به گسترش و افزایش مخاطرات طبیعی و غیرطبیعی، تولید لایه اطلاعاتی دقیق و به‌هنگام امری انکارناپذیر در عرصه دفاعی کشور است. بنابراین، ارائه الگوریتمی ساده و سریع با دقت مناسب برای تولید لایه‌های اطلاعاتی به‌هنگام از مناطق شهری پرتراکم به‌منظور انجام برنامه‌ریزی‌های مناسب در شرایط بحران توصیه می‌گردد. با توجه به اینکه کشور ایران یکی از حادثه‌خیزترین کشورهای جهان

ازلحاظ حوادث طبیعی است، اندیشیدن راه‌کارهایی به‌منظور مقابله و یا کاهش اثرات حوادث و بحران‌ها از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.

۷- منابع

[۱] سعیدی، علی، مکان‌یابی و طراحی پناهگاه‌های دومنظوره شهری با رویکرد پدافند غیرعامل، فصلنامه علمی ترویجی پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه امام حسین(ع)، جلد اول، ۱۳۹۶.

[2] A. Gruen, "Next generation Smart Cities - the role of Geomatics," International Workshop on "Global Geospatial Information", Russia, 2013.

[۳] فرامرزی، عباس، حقیقت نائینی، غلامرضا، مکان‌یابی پناهگاه‌های عمومی با رویکرد پدافند غیرعامل در منطقه ۱۲ شهر تهران، فصلنامه علمی ترویجی پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه امام حسین(ع)، جلد دوم،۱۳۹۲.

[۴] فرجی، امین، قرخلو، مهدی، زلزله و مدیریت بحران شهری (مطالعه موردی: شهر بابل)، فصلنامه جغرافیا، سال هشتم، شماره۱۵، تهران، ۱۳۸۹.

[۵] سعیدی، علی، یاوری، یزدان، ملاحظات پدافند غیرعامل در مکان‌یابی نمونه مطالعاتی، مصلی تهران، همایش سراسری تبیین سیستم‌های مهندسی و مدیریت پدافند غیرعامل، تهران، دانشگاه امام حسین(ع)، ۱۳۹۱.

[6] M. Nikoomanesh, A. Nazarkhah, and J. Panahyian, "Study of the Methods of Passive Defense Implementation in the Energy Field and the Relevant Industries," International Journal of Basic Sciences& Applied Research. vol. 3 (SP), no. 9, 2014.

[7] W. Zhou and A. throy, "an object-oriented approach for analyzing and characterizing urban landscape at the parcel level," international journal of Remote Sensing, vol. 29, pp. 3119-3135, 2008.

[8] C. Casey, K. Maggi, R. Faith, and M. Kearns, "Classification of the wildland–urban interface: A comparison of pixel- and object-based classifications using high-resolution aerial photography," Computers, Environment and Urban Systems, vol. 3, pp. 317–326, 2008.

[9] M. Herold, J. Scepan, A. Müller, and S. Günther, "Object-oriented mapping and analysis of urban land use/cover using IKONOS data," Proceedings of 22nd EARSEL Symposium, Geoinformation for European-wide integration, Prague, 2002.

[10] Y. Chen, P. Shi, Fung, T. Wang, and J. Li, "Object-oriented classification for urban land cover mapping with ASTER imagery," International Journal of Remote Sensing, vol. 28, no. 29, pp. 4645-4651, Definiens developer software user guide, 2007.

[11] J. Benediktsson, P. Swain, and O. K. Ersoy, "Neural network approaches versus statistical method in classification of multisource remote sensing data," IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, vol. 28, pp. 540-522, 1990.

[12] R. Gamanya, P. D. Maeyer, and M. D. Dapper "Object-oriented change detection for the city of Harare, Zimbabwe," Expert Systems with Applications, vol. 36, pp. 571–588, 2009.

[13] K. Steinnocher, J. Weichselbaum, and M. Kostl, "Linking Remote Sensing and Demographic Analysis in Urbanized Areas," In (P. Hostert, A. Damm, and S. Schiefer Eds), First Workshop of the EARSeL SIG on Urban Remote Sensing Institute, September, Melbourne, Australia, 2005.

[14] L. Zhang and H. Xin, "Object-oriented Sub Space Analysis for Airborne Hyperspectral Remote Sensing Imagery," The State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, PR China, 2009.

[15] D. Laurent, E. Lagabrielleb, and A. Nelsonc, "A Method for Monitoring Building Construction in Urban Sprawl Areas Using Object-based Analysis of Spot 5 Images and Existing GIS Data," ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 63, pp. 399 408, 2008.

[16] W. Zhou, H. Ganlin, T. Austin, and M. Cadenasso, "Object-based land cover classification of shaded areas in high spatial resolution imagery of urban areas: A comparison study," Remote Sensing of Environment, vol. 113, pp. 1769- 1777, 2009.

Journal of Shahr-e-Tabavar
Vol. 1, No. 1, 2020, Serial No. 1

Classification of Urban Objects in High Resolution Satellite Images and Produce the Information Layer in order to Facilitate the Risk Management Process in terms of Passive Defense

A. Arab Saeidi, A. Malian*

*Shahid Rajaee Teacher Training University

(Received: 08/07/2019, Accepted: 07/10/2019)

ABSTRACT

Providing information layers including the most important means of facilitating land use in urban areas are in the process of crisis management. Urban management based on their knowledge and information layers of the urban side, preclude a broader crisis. Remote sensing technology and fast as science and technology plays an important role in the production of information. Urban effects and a wide detection of satellite images have useful applications in various fields, including automating the process of identifying and extracting data from images and update database information system locations. The purpose of this research is to introduce and implement automated way to extract information congested urban land cover in the region, based on object-based methods and analysis in the context of satellite images with high spatial resolution. After the proposed procedure hierarchical segmentation process, to produce the texture descriptors for each of the events will be discussed. The method proposed in this study was 86% overall accuracy and kappa coefficient 0.83 satellite image was obtained for the detection of complications city.

Keywords: Satellite Images with High Spatial Resolution, Making the Information Layer Urban Effects, Texture Analysis and Urban Crisis Management

* Corresponding Author Email: a.malian@sru.ac.ir