

شناسایی ساختمان‌ها از داده‌های لایدار و نوری با استفاده از ماشین بردار پشتیبان در آنالیزهای پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا

ندا منصوری فر^۱، علی محمدزاده^{۲*}، مهدی مختارزاده^۲، محمدجواد ولدان زوج^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
nedamansourifar@gmail.com

^۲ استادیار گروه سنجش از دور و فتوگرامتری - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
almoh2@gmail.com
m_mokhtarzade@kntu.ac.ir

^۳ دانشیار گروه سنجش از دور و فتوگرامتری - دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
valadanzouj@kntu.ac.ir

(تاریخ دریافت بهمن ۱۳۹۲، تاریخ تصویب مرداد ۱۳۹۳)

چکیده

شناسایی ساختمان‌ها از تصاویر هوایی و ماهواره‌ای یک بحث تحقیقاتی فعال در حوزه‌ی سنجش از دور و ماشین بینایی در طی سال‌های اخیر است. الگوریتم‌های طبقه‌بندی عوارض، در مناطق پیچیده شهری مانند منطقه مورد مطالعه که ساختمان‌ها در میان تراکم درختان و دارای سقف شیروانی و قسمت‌هایی از شیشه هستند، با مشکلات بسیاری مواجه می‌باشند. در این مقاله برای مقابله با مشکلات ذکر شده، ویژگی‌های شی‌مبنا، ارتفاعی و... جهت طبقه‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان در دو آنالیز شی‌مبنا و پیکسل‌مبنا بررسی شده‌اند. لازم به ذکر است که آنالیز پیکسل‌مبنا در دو حالت با ویژگی‌های استخراج شده از تصویر هوایی و داده لایدار انجام می‌شود. روش پیشنهادی شامل سه مرحله کلی می‌باشد، در مرحله اول آماده‌سازی داده‌ها و استخراج ویژگی‌ها انجام می‌شود، مرحله دوم شامل طبقه‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان است که در دو آنالیز شی‌مبنا و پیکسل‌مبنا صورت می‌گیرد، در مرحله سوم پس از پردازش، نتایج حاصل از هر آنالیز با داده مرجع، مقایسه شده و ارزیابی می‌شوند. در این تحقیق هدف نهایی دستیابی به الگوریتمی بهینه با استفاده از ویژگی‌های مختلف می‌باشد. با مقایسه سه ضریب کاپای طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان که در آنالیز شی‌مبنا ۰/۹۷ و در حالت اول آنالیز پیکسل‌مبنا ۰/۸۸ و در حالت دوم ۰/۹۵ می‌باشند، این نتیجه حاصل می‌شود که در آنالیز شی‌مبنا به دلیل استفاده از ویژگی‌هایی شامل شکل و ساختار، در مقایسه با دو حالت آنالیز پیکسل‌مبنا، شناسایی کلاس ساختمان مطلوب‌تر انجام گرفته است. از طرفی با مقایسه دو حالت پیاده شده در آنالیز پیکسل‌مبنا، مشخص می‌شود که اضافه شدن ویژگی‌های ارتفاعی لایدار در حالت دوم، باعث بهبود نتایج شده است.

واژگان کلیدی: شناسایی ساختمان، داده لایدار، شی‌مبنا، پیکسل‌مبنا، ماشین بردار پشتیبان

۱- مقدمه

شناسایی ساختمان‌ها از تصاویر هوایی و ماهواره‌ای دارای کاربردهای مفید و گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف از جمله اتوماسیون فرآیند شناسایی و استخراج اطلاعات از تصاویر و به‌روز رسانی پایگاه‌های داده سیستم اطلاعات مکانی است. جهت شناسایی ساختمان استفاده از تصاویر در کنار داده لایدار با توجه به اطلاعات طیفی و بافت تصویر از اشیاء سبب افزایش دقت ناحیه‌بندی، طبقه‌بندی، شناسایی و تفکیک درخت و ساختمان می‌شود [۱].

روش‌های شناسایی ساختمان از لحاظ تئوری روش، به دو دسته کلی پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا تقسیم‌بندی می‌شوند [۲]. همچنین روش‌های پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا در دو حالت نظارت‌شده و نظارت نشده طبقه‌بندی ساختمان را انجام می‌دهند. در روش پیکسل‌مبنا، واحدهای مبنایی برای پردازش تصویر پیکسل می‌باشد [۳]. همچنین، یکی از مهم‌ترین مزایای بکارگیری الگوریتم‌های شی‌مبنا، استفاده از پارامترهایی چون شکل، بافت و... علاوه بر طیف رادیومتریکی آن می‌باشد.

یکی از روش‌های کارآمد و نوین طبقه‌بندی جهت شناسایی ساختمان، ماشین بردار پشتیبان^۱ است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. و در دسته نظارت شده قرار می‌گیرد.

روش‌های مختلفی در حوزه شناسایی عوارض بکار برده شده است. در سال ۲۰۰۸، Mumtaz و همکارانش با استفاده همزمان از داده‌های لایدار و تصاویر هوایی به شناسایی عوارض ساختمان‌ها پرداختند [۴]. در این روش جهت جداسازی عوارض مرتفع شامل کلاس‌های ساختمان و درختان، حدآستانه‌گذاری بر روی مدل رقومی نرمالایز شده سطح زمین، انجام شده است. سپس با استفاده از روش بیشترین شباهت طبقه‌بندی انجام می‌شود، استخراج ناموفق ساختمان‌هایی که دارای بام شیشه‌ای هستند، از معایب این روش می‌باشد. البته در روش پیشنهادی با استفاده از ویژگی‌های ساختاری و شکل شی-مبنا با طبقه‌بندی کننده SVM این مشکل برطرف شده است.

در سال ۲۰۱۰، Awrangjeb و همکارانش یک روش جهت شناسایی ساختمان‌ها با استفاده از داده‌های لایدار و

تصاویر چندطیفی توسعه دادند [۵]. از معایب این روش عدم شناسایی صحیح ساختمان‌ها در مناطق متراکم با شیب زیاد می‌باشد. با اضافه شدن ویژگی شیب و جهت شیب در روش مورد بحث در این تحقیق، مشکل ذکر شده تا حدودی برطرف شده است.

Turlapty و همکارانش جهت شناسایی ساختمان از تصاویر ماهواره‌ای با زوایای دید مختلف استفاده کردند [۶]. در این روش بر اساس طبقه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان، عارضه ساختمان شناسایی شده است. به دلیل وجود ساختمان‌های کوچک در منطقه، طبقه‌بندی ساختمان‌های کوچک با افزایش و سنگینی محاسبات روبرو می‌شود، و عدم تغییرات طیفی و مکانی کافی برای طبقه‌بندی بهینه، از مشکلات روش مذکور می‌باشد. اشاره می‌شود که روش ارائه شده در این مقاله دارای حجم محاسباتی کم است، و علیرغم پیچیدگی منطقه مورد مطالعه روشی ساده و در عین حال با نتایج مناسب ارائه می‌شود.

انصاری، در سال ۲۰۱۲ با استخراج ویژگی از تلفیق داده‌های لایدار و تصویر اورتو، طبقه‌بندی عارضه ساختمان را در دو آنالیز پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا انجام داد، تا روش بهینه جهت شناسایی اولیه از عارضه ساختمان را بدست آورد [۷]. عدم شناسایی مناسب ساختمان‌هایی که در میان درختان انبوه قرار داشتند، از معایب این روش می‌باشد. از طرفی نتیجه نهایی نامناسب در روش طبقه‌بندی با آنالیز شی‌مبنا نسبت به روش طبقه‌بندی در آنالیز پیکسل‌مبنا از دیگر معایب روش بکار برده می‌باشد.

در روش پیشنهادی طبقه‌بندی کلاس ساختمان با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان با دو آنالیز شی‌مبنا و پیکسل‌مبنا انجام شده است، همچنین اضافه شدن داده فاصله لایدار که خاصیت نفوذ به شاخه‌های پایین درختان را در مناطقی که ساختمان‌ها در میان تراکم درختان قرار دارند، مشکل شناسایی را برطرف کرده است، جهت بررسی این موضوع، آنالیز پیکسل‌مبنا در دو حالت که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد، انجام می‌شود. به طور کلی محوریت این تحقیق بر مبنای تاثیر ویژگی‌های مختلف از داده لایدار بر طبقه‌بندی می‌باشد. در نهایت ساختمان‌های شناسایی شده با استفاده از روش‌های اشاره شده، با داده مرجع موجود مقایسه شده و نتایج ارزیابی می‌شوند.

¹Support Vector Machine(SVM)

۲- مبانی نظری تحقیق

۲-۱- ویژگی‌های مورد استفاده در تحقیق

مجموعه داده مورد استفاده، تصویر هوایی و داده لایدار می‌باشد. ویژگی‌های به کار رفته در تحقیق را می‌توان به سه بخش کلی دسته‌بندی کرد.

• ویژگی‌های استخراج شده از لایدار

این ویژگی‌ها که جزو شاخص‌های ارتفاعی محسوب می‌شوند شامل اولین و آخرین بازگشت فاصله لایدار می‌باشند که جهت مقابله با مشکل سایه مناسب می‌باشند. مدل رقومی نرمالایز شده سطح زمین، از شاخص‌های مناسب است که در برخی از تحقیقات با یک حد‌آستانه گذاری مناسب به تنهایی می‌تواند ساختمان‌های با ارتفاع بلند را شناسایی کند [۱]. ویژگی شیب و جهت شیب در مناطقی که دارای ساختمان‌های با سقف شیروانی می‌باشند، مناسب می‌باشد.

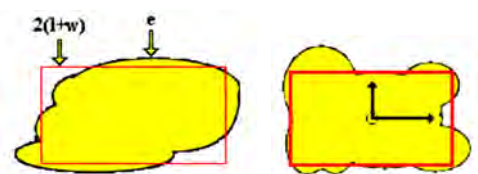
• ویژگی‌های استخراج شده از تصویر هوایی

شاخص تفاضلی نرمالایز گیاه (NDVI) از ترکیب باندهای قرمز و مادون قرمز تشکیل شده است، و جهت تفکیک گیاه از سایر عوارض از جمله ساختمان، مناسب می‌باشد.

• ویژگی‌های شی‌مبنا

در مناطق پیچیده از نقطه ساختاری و طیف رادیو متریکی، سبب کاهش بازدهی روش‌های معمول طبقه‌بندی تصویر می‌شود، و لزوم استفاده از تمامی ویژگی‌های یک شی تصویری اعم از خصوصیات طیفی، مکانی، ساختاری، بافت و... را ضروری می‌کند. در تحقیق حاضر، از ویژگی‌های زیر استفاده شده است [۸]:

تناسب مستطیلی؛ مساحت شی تصویری بیرون مستطیل با مساحت قسمتی از مستطیل که توسط شی تصویری در بر گرفته نشده است مقایسه می‌گردد. شکل ۱-الف نشان‌دهنده مفهوم تناسب مستطیلی می‌باشد.



شکل ۱- الف (سمت راست) نحوه محاسبه تناسب مستطیلی
ب (سمت چپ) محاسبه شاخص مرز با استفاده از مستطیل

شاخص مرز؛ مطابق رابطه ۱ و شکل ۱-ب این شاخص بیان می‌شود.

$$Border Index = \frac{e}{2 \cdot (l + w)} \quad (1)$$

که در رابطه فوق، l و w به ترتیب طول و عرض مستطیل و e طول طول مرز شی تصویری می‌باشند. میانگین طیفی؛ این ویژگی مطابق با رابطه ۲ بیان می‌شود.

$$\bar{C}_L = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{Li} \quad (2)$$

که در رابطه فوق، n تعداد پیکسل‌های واقع در شی تصویری مورد نظر، و C_{Li} درجه خاکستری پیکسل i واقع در باند طیفی L تصویر می‌باشد. انحراف معیار؛ که مطابق با رابطه ۳ بیان می‌شود.

$$\sigma_L = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_{Li} - \bar{C}_L)^2} \quad (3)$$

میانگین اختلاف طیفی نسبت به همسایه‌ها؛ مطابق با رابطه ۴ بیان شده است.

$$\Delta C_L = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^n |I_{si} \bar{C}_L - C_{Li}| \quad (4)$$

که در این رابطه، I_{si} به ترتیب محیط شی تصویری مد نظر و طول مرز مشترک آن با همسایگی i ، و C_{Li} میانگین طیفی همسایگی مد نظر در لایه L و n تعداد شی‌های همسایه شی تصویری مورد نظر می‌باشد.

۲-۲- آنالیز شی‌مبنا

آنالیز شی‌مبنای تصویری به روشی اطلاق می‌شود که به تقسیم بندی تصاویر سنجش از دوری به اشیای تصویری معنادار می‌پردازد و خصوصیات مکانی، طیفی و زمانی آن‌ها را مورد ارزیابی قرار می‌دهد [۹].

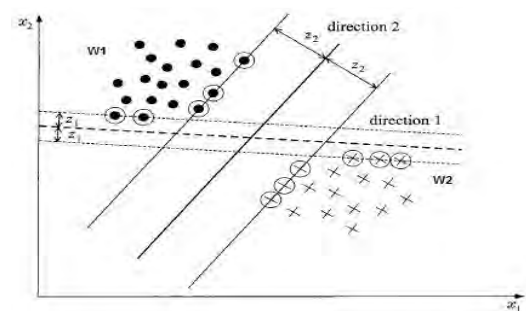
در آنالیز شی‌مبنا، قسمت‌بندی تصویر از مهم‌ترین مراحل اجرا می‌باشد. روش‌های مختلفی به منظور قسمت بندی تصویر بکار برده شده است. در این تحقیق از روش چند مقیاسه جهت قسمت بندی استفاده شده است. در این روش، بکارگیری بهترین گروه پارامترهای قسمت‌بندی که شامل عدد مقیاس، وزن ناهمگنی طیفی و شکلی، وزن پارامتر فشردگی و نرمی می‌باشند و بر اساس شرایط منطقه مورد مطالعه هستند، از اهمیت بالایی برخوردار است.

۳-۲- آنالیز پیکسل مبنا

در روش پردازش پیکسل مبنا، پیکسل به عنوان واحد اصلی محسوب شده و ارزش‌های عددی تصاویر، مبنای طبقه‌بندی را تشکیل می‌دهد. این روش طبقه‌بندی بر اساس روش‌های آماری به صورت نظارت شده و نظارت نشده انجام می‌شود و در آن یک پیکسل تنها در یک کلاس قرار می‌گیرد. به عبارتی دیگر در حالت پیکسل مبنا بر اساس مشخصه که برای هر پیکسل استخراج می‌شود و بر مبنای روش‌های طبقه‌بندی، پیکسل‌ها را در کلاس‌های مرتبط طبقه‌بندی می‌کند [۷].

۴-۲- طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان

در مرحله دوم از روش پیشنهادی، طبقه‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان در دو حالت شی‌مبنا و پیکسل‌مبنا انجام می‌پذیرد. این روش همانطور که ذکر شد، از کارایی مناسبی برخوردار است. ، مبنای کاری دسته‌بندی کننده SVM دسته‌بندی خطی داده‌ها است و مطابق با شکل ۲ در تقسیم خطی داده‌ها سعی می‌شود خطی را انتخاب گردد که حاشیه اطمینان بیشتری داشته باشد. از توابع هسته مختلفی از جمله هسته‌های نمایی، چندجمله‌ای و سیگموئید می‌توان استفاده نمود [۱۰].



شکل ۲- حاشیه‌های دو فوق صفحه از داده‌های آموزشی در فضای دوبعدی برای دو کلاس w_1 و w_2

۳- پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج

۳-۱- فلوجارت کلی تحقیق

الگوریتم پیشنهاد شده مطابق با شکل ۳ و از سه مرحله اصلی تشکیل شده است. در مرحله اول آماده سازی داده‌های لایدار و تصویر هوایی و تولید لایه‌های ورودی

شامل شاخص تفاضلی نرمالایز شده گیاه^۱، مدل رقومی نرمالایز شده سطح زمین^۲، شیب و جهت شیب برای ورود به مرحله طبقه‌بندی انجام می‌شود، در ادامه در مرحله دوم، طبقه‌بندی به روش ماشین بردار پشتیبان با استفاده از دو آنالیز شی‌مبنا و پیکسل‌مبنا صورت می‌گیرد، آنالیز پیکسل-مبنا در دو حالت به صورت جداگانه جهت شناسایی کلاس ساختمان انجام می‌شود. دو حالت ذکر شده در واقع تاثیر اضافه شدن ویژگی‌های ارتفاعی استخراج شده از داده لایدار را بر روی نتایج مورد بررسی قرار می‌دهد، در نهایت خروجی روش‌های ذکر شده با داده مرجع مقایسه و ارزیابی می‌شوند.

۲-۳- آماده‌سازی داده‌ها

در این تحقیق جهت انجام تحقیقات در زمینه شناسایی و استخراج عارضه و بازسازی سه بعدی ساختمان‌ها، از داده‌های لایدار و تصویر اورتو مربوط به منطقه Vaihingen از کشور آلمان استفاده شده است، که توسط کمیسیون III و گروه کاری ۴ از جامعه بین المللی فتوگرامتری و سنجش از دور^۳ آماده شده و در اختیار محققان قرار گرفته است.

• پیش پردازش داده لایدار

در این تحقیق بخشی از نویزهای موجود در داده‌های نقطه‌ای لایدار در مرحله پیش‌پردازش حذف شده‌اند. در داده‌های نقطه‌ای لایدار، بازگشت اول فاصله باید بزرگتر یا مساوی بازگشت آخر باشد اما بدلیل خطای ارتفاعی داده‌های لایدار، بازگشت اول می‌تواند به اندازه خطای ارتفاعی تفاضل دو بازگشت از بازگشت آخر کوچکتر باشد، در نتیجه جهت تشخیص نویز در داده‌های نقطه‌ای لایدار از معادله ۵ استفاده شده است. نقاطی که در این معادله صدق کنند بعنوان نویز تشخیص داده می‌شوند [۱۱، ۱۲].

$$LastRange - FirstRang > th1 \quad (5)$$

در رابطه فوق $First Range$ بازگشت اول فاصله و $LastRange$ بازگشت آخر فاصله می‌باشد و $th1$ مقدار ثابتی می‌باشد که به دقت ارتفاعی تفاضل دو بازگشت اول و آخر بستگی دارد.

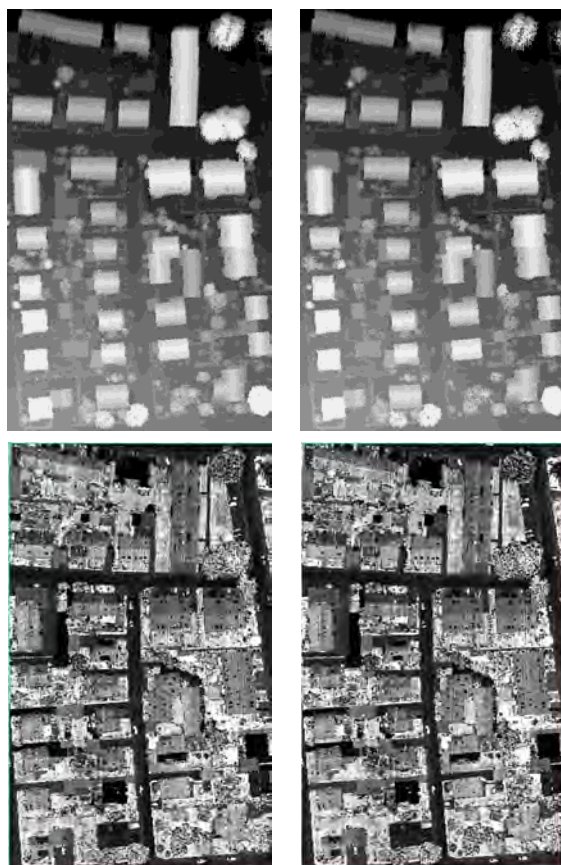
^۱ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

^۲ Normalized Digital Surface Model (nDSM)

^۳ International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) – Commision III – Working Group 4

با توجه به این که متوسط دقت ارتفاعی داده‌های نقطه‌ای لایدار برابر ۱۵ سانتی‌متر می‌باشد. مقدار دقت ارتفاعی برای هر دو بازگشت اول و آخر فاصله ۱۵ سانتی-متر در نظر گرفته شده است در نتیجه با توجه به قانون انتشار خطاها^۲، مقدار خطای ارتفاعی کل برای تفاضل این دو بازگشت بصورت رابطه ۶ قابل محاسبه است [۱۲].

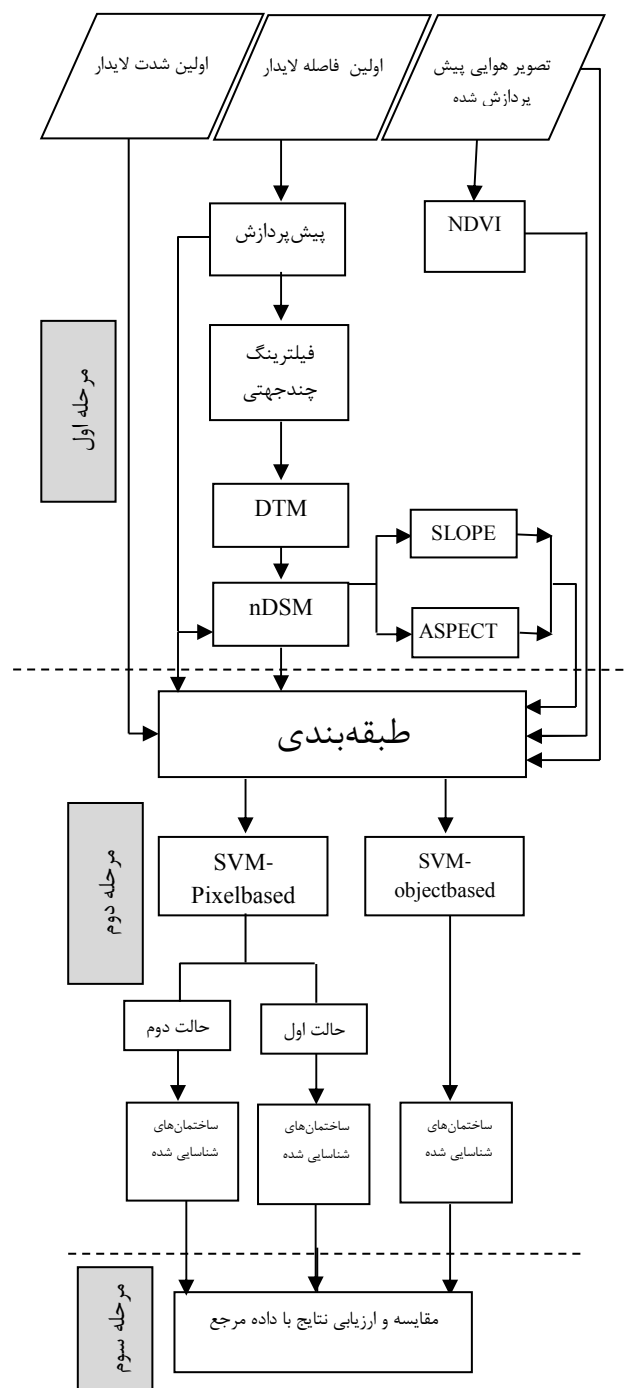
$$\sigma_{\text{total}} = \sqrt{\sigma_{\text{FR}}^2 + \sigma_{\text{LR}}^2} = \sqrt{15^2 + 15^2} = 21\text{cm} \quad (6)$$



شکل ۴ - الف (بالا راست) فاصله بازگشت اول؛ - ب (بالا چپ) فاصله بازگشت آخر؛ - ج (پایین راست) شدت بازگشت اول؛ - د (پایین چپ) شدت بازگشت آخر

مقدار نهایی برای حدآستانه $th1$ باید بزرگتر از خطای کل در نظر گرفته شود که برای این حدآستانه ۳۰ سانتی-متر در نظر گرفته شده است. با اعمال رابطه ۱ بر روی داده-های نقطه‌ای لایدار تعداد ۸۱۸ نویز کشف شد که تقریباً ۲/۰٪ از کل داده‌های نقطه‌ای لایدار مربوط به منطقه ۳ می‌باشد. بعد از تشخیص و حذف نویزها مقادیر جدید این نقاط از طریق روش درون‌یابی نزدیک‌ترین همسایگی برای

از داده‌های نقطه‌ای لایدار، تصاویر رستری در قالب تصاویر فاصله‌ای^۴ و شدت^۵ بازگشت اول و آخر (قسمت-های الف و ب و ج و د در شکل ۴) منطقه مورد نظر استفاده شده است. قدرت تفکیک مکانی پیکسل‌های این تصاویر ۲۵ سانتی متر می‌باشد.



شکل ۳- مراحل الگوریتم پیشنهادی

^۱ Range Images
^۲ Intensity

^۳ Errors Propagation Law

هر دو بازگشت تعیین می‌شود. دلیل استفاده از روش درونیایی نزدیک‌ترین همسایگی عدم تغییر مقادیر ارتفاعی یا به عبارت بهتر حفظ پرش‌های ارتفاعی است [۱۲].

• تصویر اورتوفتو قائم

تصاویر هوایی، دارای قدرت تفکیک مکانی ۸ سانتی‌متر و در سه باند مادون قرمز IR، قرمز R و سبز G می‌باشند که در تاریخ ۶ آگوست سال ۲۰۰۸ میلادی توسط دوربین دیجیتالی با فاصله کانونی ۱۲۰ میلی‌متر اخذ شده‌اند و به صورت تصویر اورتوفتو قائم که به عبارتی دیگر توجیهات خارجی و داخلی آن انجام شده است، در اختیار مولفان قرار گرفته است، لازم به ذکر است که تصحیحات هندسی و رادیومتریکی این تصاویر توسط کمپسیون III صورت گرفته است و به صورت پیش پردازش شده استفاده می‌شود.

• هم مرجع نمودن

جهت هم مرجع نمودن داده لایدار با تصویر هوایی از ۳۷ نقطه در گوشه ساختمان‌های منطقه که در تصویر و لایدار به خوبی مشخص می‌باشند، با پراکندگی و توزیع مناسب استفاده شده است و در نهایت دقتی در حدود ۰/۲ پیکسل تصویر حاصل شده است که این میزان، دقت مناسبی برای این مرحله می‌باشد. شکل ۵ نشان‌دهنده تصویر هوایی هم‌مرجع شده با داده‌های لایدار است.



شکل ۵- تصویر هوایی هم مرجع شده با داده‌های لایدار

• تولید مدل رقومی زمین (DTM)

در این تحقیق از روش چند جهتی فیلترینگ زمین^۱ که بر اساس شیب و ارتفاع منطقه است جهت فیلتر کردن داده‌های دومین بازگشت لایدار استفاده شده است [۱۳].

^۱ Multi directional Ground Filtering (MGF)

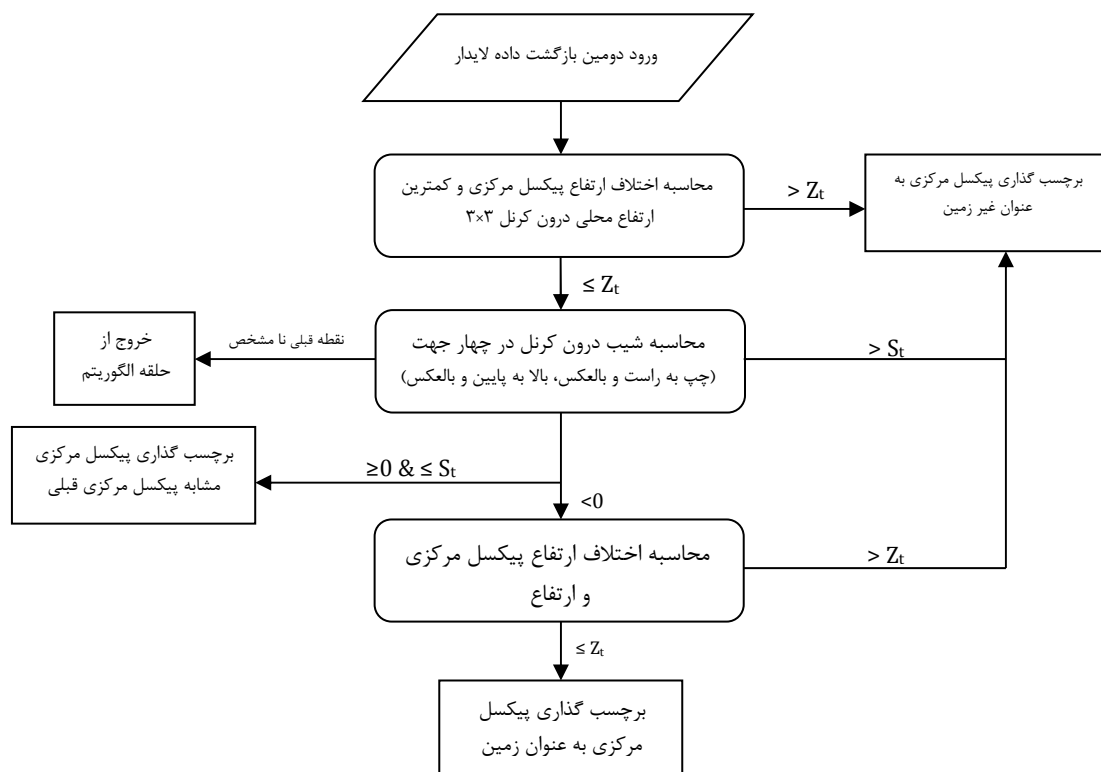
پیاده‌سازی روش در محیط نرم افزار MATLAB 7.0 انجام شده است، روش کار به این صورت است که حد آستانه-های شیب و ارتفاع منطقه که به ترتیب ۰/۱ و ۰/۲ هستند، به عنوان ورودی به الگوریتم داده می‌شود و با تعریف یک پنجره با ابعاد ۳×۳ ابتدا اختلاف ارتفاع پیکسل مرکزی و کمترین ارتفاع محلی داخل پنجره تعریف شده محاسبه می‌شود. سپس قدر مطلق آن را با حد آستانه ارتفاع، مقایسه، و در صورتی که این اختلاف کمتر از حد آستانه ورودی باشد پیکسل مرکزی، غیر زمین محسوب می‌شود. همچنین در صورتی که از حد آستانه بزرگتر باشد، الگوریتم وارد مرحله بعدی می‌گردد.

در این مرحله، شیب درون پنجره در ۴ جهت که ۲ جهت آن در راستای اسکن فیلترینگ (چپ به راست و راست به چپ) و ۲ جهت آن در راستای عمود بر اسکن (بالا به پایین و پایین به بالا) می‌باشد محاسبه می‌شود. سپس بر اساس شروط زیر برچسب گذاری صورت می‌گیرد:

- در صورتی که هر ۴ شیب بدست آمده از حد آستانه شیب ورودی منطقه بزرگتر باشد، پیکسل مرکزی به عنوان غیرزمین برچسب گذاری می‌شود.
- در صورتی که هر ۴ شیب حاصل، دو شرط کوچکتر یا مساوی حد آستانه و بزرگتر یا مساوی صفر بودن را دارا باشد، بر چسب نقطه قبلی اعم از زمین یا غیر زمین را به خود اختصاص می‌دهد. در این حالت اگر پیکسل قبلی موجود نبود برنامه از حلقه خارج می‌شود.
- در حالتی که شیب محاسباتی منفی باشد الگوریتم به مرحله بعد وارد می‌شود.

ابتدا اختلاف ارتفاع پیکسل مرکزی و نزدیکترین نقطه-ای که برچسب زمین دارد محاسبه می‌شود، در صورتی که این اختلاف محاسبه شده بزرگتر از حد آستانه ارتفاع باشد، پیکسل مرکزی غیر زمین برچسب گذاری می‌شود. اما در صورتی که کوچکتر یا مساوی حد آستانه ارتفاع ورودی باشد به عنوان پیکسل زمین در نظر گرفته می‌شود.

به همین ترتیب فرآیند فیلترینگ طبق مراحل ذکر شده تکرار می‌شود تا کل عکس توسط پنجره معرفی شده اسکن شده و سرانجام همه پیکسل‌ها برچسب گذاری شوند. در نهایت با روش درونیایی Cubic پیکسل‌هایی که برچسب زمین را دارند، DTM منطقه را تولید می‌کنند. مراحل انجام این الگوریتم مطابق با نمودار ارائه شده در شکل ۶ است.



شکل ۶- مراحل انجام الگوریتم فیلترینگ MGF؛ Z_t حد آستانه ارتفاع؛ و S_t حد آستانه شیب [۱۳]



شکل ۷- nDSM منطقه مطالعاتی

• تهیه مدل رقومی سطح نرمالایز شده nDSM

در مرحله فیلترینگ مدل رقومی سطح زمین تولید می‌شود، پس از آن سطح نرمالایز شده طبق رابطه ۷ بدست می‌آید [۱۲].

$$nDSM(i, j) = DSM(i, j) - DTM(i, j) \quad (7)$$

که در آن، i و j به ترتیب معرف سطر و ستون گرید مربوطه می‌باشند.

پس از تولید DTM، با تولید کردن nDSM یک ماسک اولیه از عوارض موجود بر روی زمین بدست می‌آید. در رابطه ۲، از تصویر فاصله بازگشت اول به جای DSM استفاده شده است، چرا که هدف از تولید nDSM شناسایی عوارض غیرزمینی می‌باشد و بازگشت اول فاصله دارای نقاط غیرزمینی (نقاط مربوط به عوارض) بیشتری نسبت به بازگشت آخر فاصله می‌باشد. بنابراین تفاضل از تصویر فاصله بازگشت اول می‌تواند جامعیت عوارض غیرزمینی را حفظ کند [۱۲]. nDSM بدست آمده از رابطه ۷ در شکل ۷ نشان داده شده است.

۳-۳- ویژگی‌های مورد استفاده در تحقیق

• ویژگی‌های استخراج شده از لایدار

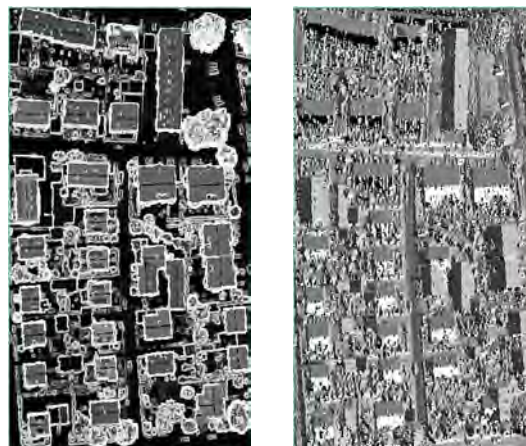
ویژگی‌های ارتفاعی در مناطق پیچیده شهری که دارای ساختمان‌های با سقف شیب‌دار و درختان بلند می‌باشند، جهت شناسایی بهتر عارضه ساختمان، مناسب است.

با انگیزه دسترسی به داده لایدار و پیچیدگی منطقه مورد مطالعه، لایه شیب و جهت شیب در نرم افزار Arc GIS ساخته می‌شود.

لایه رستری شیب مطابق با شکل ۸-الف ارائه شده است و در این لایه در مناطق مسطح، کمترین مقدار شیب

و در مناطق شیب‌دار بیشترین مقدار مشاهده می‌شود، در واقع بیشترین مقدار با مقایسه نرخ تغییرات ارتفاعی بین هر پیکسل و هشت پیکسل همسایه خود در نظر گرفته می‌شود.

لایه جهت شیب مطابق با شکل ۸-ب مشاهده می‌شود، در این لایه هر پیکسل دارای مقداری در بازه صفر تا ۳۶۰ درجه می‌باشد. و در شناسایی عوارضی مانند راه، که دارای جهت یکسان در شیب می‌باشند، مناسب است.



شکل ۸- الف (راست) لایه شیب، ب (چپ) جهت شیب

• ویژگی‌های استخراج شده از تصویر هوایی

شاخص تفاضلی نرمالایز گیاه، شاخص سنتی مناسب جهت تفکیک گیاه از دیگر عوارض می‌باشد و با توجه به اینکه بخش وسیعی از منطقه مورد مطالعه از درختان، چمن و پوشش گیاهی پوشیده شده است، استفاده از این ویژگی در مرحله طبقه‌بندی و پس‌پردازش مناسب می‌باشد.

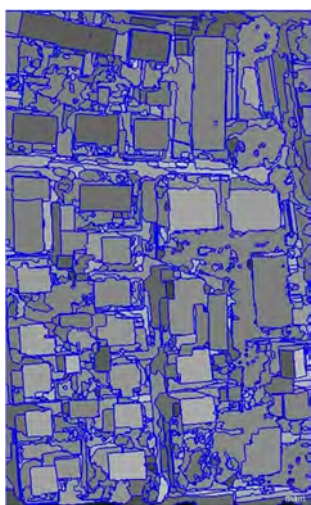
۳-۴- قسمت‌بندی تصویر

در این تحقیق از روش چند مقیاسه جهت قسمت‌بندی استفاده شده است. به عنوان ورودی در این مرحله، یک تصویر ۱۰ بانندی شامل لایه‌های رستری که توضیح داده خواهد شد، استفاده می‌شود. جدول ۱ پارامترهای انتخاب شده در قسمت‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- پارامترهای قسمت‌بندی

شماره سطح	مقیاس	ناهمگنی طیفی	ناهمگنی ساختاری	نرمی	فشرده‌گی
۱	۸۰	۰/۶	۰/۴	۰/۹	۰/۳

لایه‌های ورودی به ترتیبی وزن دهی شده‌اند که باند-های مادون قرمز، سبز و قرمز تصویر هوایی به دلیل اینکه از تاثیر سایه‌ها در تشکیل قطعات شی تصویر کاسته شود، کمترین وزن را به خود اختصاص دهند. در عین حال بیشترین وزن را لایه شیب به خود اختصاص می‌دهد زیرا این ویژگی، همانگونه که در شکل ۸-الف مشاهده گردید، قطعات ساختمان را به خوبی از اشیا دیگر تفکیک می‌کند. همچنین از لایه‌های اولین و آخرین بازگشت شدت و فاصله لایدار، nDSM به منظور حذف تاثیر منفی سایه‌ها در ایجاد قطعات تصویری، استفاده شده‌اند. نتیجه حاصل از قسمت‌بندی در شکل ۹ ارائه شده است.

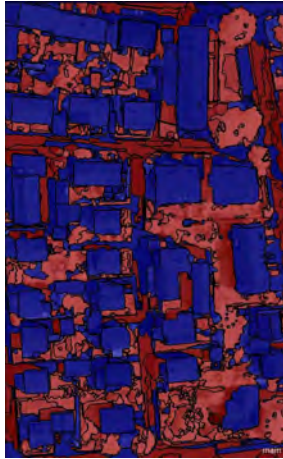


شکل ۹- خروجی حاصل از قسمت‌بندی چند مقیاسه

۳-۵- تولید داده آموزشی

این مرحله برای هرکدام از آنالیزهای شی مبنا و پیکسل مبنا به ترتیب مطابق با شکل ۱۰-الف و ۱۰-ب به صورت جداگانه انجام می‌شود. سعی بر آن است که نمونه‌های انتخاب شده دارای توزیع و پراکندگی مناسب باشند و در دو کلاس ساختمان و غیر ساختمان انتخاب شوند. بنابراین نمونه‌های انتخاب شده در کلاس غیر ساختمان باید از همه عوارض شامل درخت، بوته، چمن و راه و... انتخاب شوند.

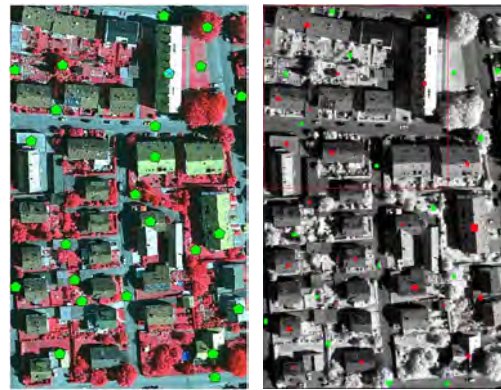
گوناگون منطقه می‌باشند و به خوبی از یکدیگر تفکیک شده- اند، به گونه‌ای که میانگین ویژگی یک قطعه تصویری مانند لایه nDSM وجه تمایز مناسبی با دیگر قطعات ایجاد می‌کند. خروجی این مرحله در شکل ۱۱ ارائه شده است.



شکل ۱۱- خروجی روش ماشین بردار پشتیبان قبل از پردازش

• پس پردازش

همانگونه که در شکل ۱۱ مشاهده گردید، بسیاری از عوارض کلاس پوشش گیاهی شامل درختان و چمن و ... به اشتباه درون کلاس ساختمان قرار گرفته‌اند، بنابراین نیاز به پس پردازش با روش قانون مینا است، به عبارتی دیگر از NDVI با یک حد آستانه مناسب در مرحله پس پردازش استفاده می‌شود. زیرا در حین فرآیند طبقه‌بندی، ورود ویژگی - NDVI باعث بدتر شدن نتایج شد که یکی از دلایل آن نزدیک بودن مقادیر این ویژگی در نمونه‌های آموزشی تعریف شده است، که سبب ایجاد اختلاط در فضای بهینه‌سازی ماشین بردار پشتیبان می‌شود، در صورتیکه در مرحله پس پردازش، با تعریف یک حد آستانه مناسب برای این ویژگی قطعات باقیمانده که طبقه‌بندی نشده‌اند، به طور مناسب در دو کلاس ساختمان و غیرساختمان قرار می‌گیرند. از دیگر مشکلاتی که مشاهده می‌شود، ساختمان‌های با ارتفاع کم نیز به اشتباه در کلاس غیرساختمان قرار گرفته‌اند که از دلایل آن می‌توان به هم ارتفاع بودن این ساختمان‌های کوچک با درختچه‌های موجود در منطقه اشاره کرد، از طرفی علی‌رغم استفاده از ویژگی‌های ارتفاعی، تعدادی از قطعات کلاس راه به اشتباه در کلاس ساختمان قرار گرفته‌اند، بنابراین در مرحله پس پردازش از ویژگی لایه ارتفاعی nDSM با یک حد آستانه مناسب استفاده می‌شود. نتایج نهایی طبقه‌بندی پس از پردازش در شکل ۱۲ و جدول ۲ مشاهده می‌شود.

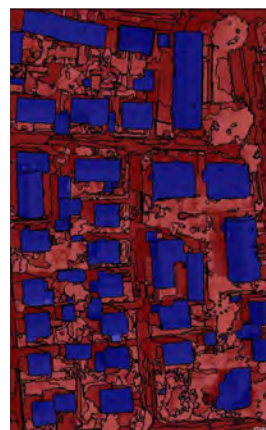


شکل ۱۰- الف) نمونه‌های آموزشی شی مینا؛ و ب) (چپ) نمونه‌های آموزشی پیکسل مینا

تفاوت اصلی در انتخاب نمونه‌های آموزشی به اینصورت می‌باشد که در آنالیز شی مینا ابتدا در نرم‌افزار GIS ARC یک Shape file نقطه‌ای از نمونه‌ها ساخته می‌شود و پس از قسمت‌بندی هر نمونه یک قطعه محسوب می‌شود، در صورتیکه در روش پیکسل مینا نمونه‌ها از تعداد زیادی پیکسل تشکیل شده‌اند. بنابراین استفاده از نمونه‌های آموزشی کمتر از مزیت‌های روش شی مینا در مقایسه با پیکسل مینا می‌باشد.

۳-۶- طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با استفاده از آنالیز شی مینا

جهت طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان از نرم افزار eCognition استفاده شده است. ابتدا مرحله قسمت‌بندی انجام شده و پس از آن در روش ماشین بردار پشتیبان تابع کرنل پایه شعاعی بکار رفته است، زیرا این تابع نتایج بهتری را در کارهای سنجش از دوری و پردازش تصاویر فراهم می‌کند [۱۴]. ویژگی‌های مورد استفاده در این مرحله شامل میانگین لایه‌های ورودی شیب و nDSM، انحراف معیار لایه-های شیب و nDSM، شاخص مرز، شاخص تناسب مستطیلی و Mean diff to scene nDSM می‌باشند. ویژگی‌های ذکر شده متناسب با شرایط هندسی و طیفی منطقه انتخاب شده‌اند با توجه به تنوع ارتفاعی ساختمان‌های منطقه و عدم استفاده از شاخص تفاضلی گیاه در این روش، جهت جداسازی درختان بلند از ساختمان‌ها ناگزیر به استفاده از شاخص ارتفاعی می‌باشد. بنابراین علاوه بر میانگین لایه nDSM از ویژگی Mean diff to scene nDSM استفاده شده است. دلیل مناسب بودن این ویژگی این است که قطعات ایجاد شده در مرحله قسمت‌بندی شامل عوارض



شکل ۱۲ - خروجی روش ماشین بردار پشتیبان پس از پردازش

جدول ۲ - نتایج روش ماشین بردار پشتیبان با آنالیز شی مینا

ضریب کاپا	دقت نهایی	کیفیت	صحیح بودن	جامع بودن	شی مینا
۰/۹۷	٪۹۸/۵۸	٪۹۷/۱۹	٪۹۸/۹۴	٪۹۸/۳۱	

۳-۷- طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با استفاده از آنالیز پیکسل مینا

طبقه‌بندی در این آنالیز با ویژگی‌های مختلف شامل دو حالت بررسی شده‌اند و نتایج حاصل از آن‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

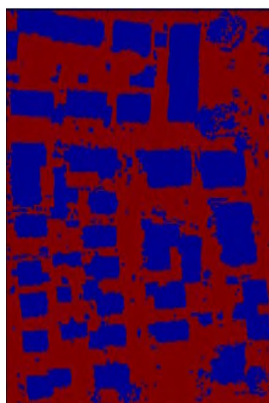
• حالت اول

جهت انجام طبقه‌بندی ماشین‌های بردار پشتیبان از جعبه ابزار libSVM در محیط نرم افزار MATLAB 7.0 استفاده شده است. ابتدا لایه‌های ورودی شامل NDVI، nDSM، شیب، ویژگی‌های طیفی سه باند قرمز، مادون قرمز و سبز تصویر هوایی که در واقع ویژگی‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی می‌باشند، نرمالیزه شده است. در طبقه‌بندی از تابع کرنل پایه شعاعی استفاده می‌شود. مقدار پارامتر گاما در تابع کرنلی گوسین برابر ۰/۰۷ در نظر گرفته شده است. تابع کرنلی گوسین مطابق رابطه ۸ است.

$$k(x, x_i) = \exp(-g \times |x - x_i|) \quad (8)$$

که در رابطه فوق g بیانگر مقدار گاما در تابع کرنل می‌باشد. مقدار پارامتر جریمه C^1 ، که بی‌نظمی نمونه‌های آموزشی را در نظر می‌گیرد، برابر با ۱۰۰ می‌باشد. در

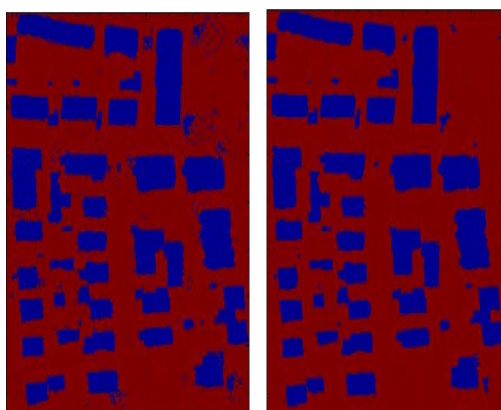
بسیاری از موارد با وارد کردن ویژگی‌های ساخته شده از تصویر و داده لایدار سعی بر کم کردن تاثیر بردارهای داده آموزشی می‌باشد. در این تحقیق، طبقه‌بندی، بیشتر با تکیه بر شاخص‌های ارتفاعی لایدار مورد آزمون قرار گرفته که نتایج مناسبی را به همراه داشته است. نتایج بدست آمده در حالت اول، یعنی تنها با تکیه بر ویژگی ارتفاعی nDSM و بدون استفاده از شدت، فاصله بازگشت اول و لایه جهت شیب، مطابق شکل ۱۳ می‌باشد.



شکل ۱۳- نتایج طبقه‌بندی ساختمان‌ها به روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان با آنالیز پیکسل مینا، حالت اول

• پس پردازش

پس از طبقه‌بندی جهت پس پردازش نتیجه، از عملگر مورفولوژی فرسایش^۲ با المان‌های ساختاری ۵×۵ و ۵×۶ مطابق شکل ۱۴ استفاده شده است. با توجه به خاصیت این عملگر به صورت بصری می‌توان تاثیر مثبت آن را بر روی نتایج مشاهده نمود.



شکل ۱۴- آشکارسازی ساختمان پس از پردازش توسط عملگر مورفولوژی فرسایش؛ الف (راست) المان ساختاری ۵×۵؛ ب (چپ) المان ساختاری ۵×۶

^۲ erosion

^۱ Penalty parameter

جدول ۳ - نتایج حاصل از روش طبقه‌بندی کننده ماشین‌های بردار

پشتیبان در حالت اول و دوم

ضرب کاپا	دقت نهایی	کیفیت	صحیح بودن	جامع بودن	
۰,۸۸	٪۸۹/۷۲	٪۸۶/۶۰	٪۸۹/۶۸	٪۸۹/۶۱	حالت اول
۰,۹۵	٪۹۷/۸۰	٪۹۵/۶۹	٪۹۷/۶۹	٪۹۷/۹۰	حالت دوم

۴- نتیجه گیری و پیشنهادات

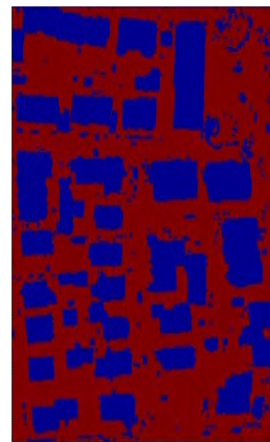
۴-۱- بحث و بررسی نتایج

ابتدا بطور کلی به ضعف روش‌های پیکسل‌مبنا که بر اساس تئوری باینری استوار است، می‌توان اشاره کرد. به عبارتی دیگر، بر اساس تئوری باینری، پیکسل‌ها در محدوده‌های همپوشان عوارض تنها در یک کلاس طبقه‌بندی می‌شود، در حالیکه دارای همبستگی هستند و این همبستگی از عوامل مهم کاهش دقت طبقه‌بندی پیکسل مبنا است [۱۵ و ۱۶]. از دلایل مطلوب‌تر بودن روش شی-مبنا نسبت به پیکسل‌مبنا می‌توان به قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالای داده مورد استفاده اشاره کرد، زیرا که دستیابی به نتایج رضایت بخش در روش‌های پیکسل مبنا، در شرایطی که داده منطقه مورد مطالعه دارای قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالایی می‌باشد، دشوار است [۱۷].

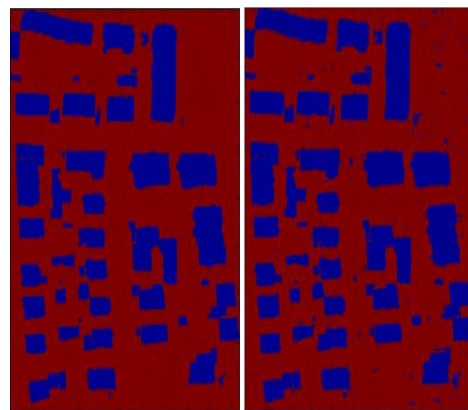
روش‌های شی‌مبنا، نیازمند نمونه‌های آموزشی کمتری می‌باشد [۱۸]، و این از مزایای این آنالیزها می‌باشد. به عبارتی دیگر یکی از تفاوت‌های مهم دو آنالیز پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا، مرحله قسمت‌بندی است که در واقع طبقه‌بندی نهایی پس از این مرحله انجام می‌پذیرد. دلیل بهینه بودن قسمت‌بندی، همین لایه‌های مناسب ورودی است که خود به تنهایی در روش ماشین بردار با آنالیز پیکسل-مبنا توانسته‌اند کلاس ساختمان را به خوبی شناسایی کنند. بنابراین قطعات ایجاد شده شامل ساختمان نیز به خوبی از دیگر قطعات تفکیک شده‌اند. مطابق با شکل ۱۳، با وجود لایه ارتفاعی nDSM و تکیه بر لایه شیب در حالت اول طبقه‌بندی، برخی از درختان با ارتفاع بلند، بعضی از پیکسل‌های کلاس راه، و اتومبیل‌ها به اشتباه در کلاس ساختمان قرار گرفته‌اند. در صورتیکه در شکل ۱۵ مشاهده می‌شود که اضافه شدن لایه جهت شیب مشکل پیکسل‌های راه را حل کرده است زیرا در مورد این

• حالت دوم

در این مرحله از تحقیق علاوه بر ویژگی‌های حالت اول، اضافه شدن شاخص‌های ارتفاعی شامل داده شدت، فاصله اولین بازگشت لایدار و جهت شیب بر روی طبقه‌بندی بررسی شده است. به عبارتی دیگر جهت حذف پیکسل‌های اشتباه در حالت دوم، اضافه شدن ویژگی‌های ارتفاعی ذکر شده به ویژگی‌های قبلی مورد بررسی قرار گرفته است که نتیجه حاصل در شکل ۱۵ مشاهده می‌شود. در نهایت شکل ۱۶ نشان‌دهنده نتایج حاصل از پس پردازش صورت گرفته با عملگر مورفولوژی فرسایش با دو المان ساختاری ۵×۵ و ۵×۶ می‌باشد.



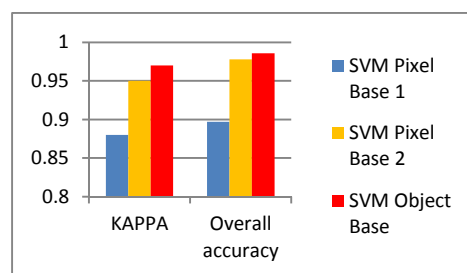
شکل ۱۵- نتایج طبقه‌بندی ساختمان‌ها به روش طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان با آنالیز پیکسل مبنا، حالت دوم



شکل ۱۶ - آشکارسازی ساختمان پس از پردازش توسط عملگر مورفولوژی فرسایش؛ الف (راست) المان ساختاری ۵×۵؛ ب (چپ) المان ساختاری ۵×۶

در جدول ۳ نتایج پس پردازش شده حاصل از روش طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان در دو حالت انجام شده ارائه گردیده است.

پیکسل‌ها دارای مقدار مشخصی می‌باشد. از طرفی اضافه شدن ویژگی‌های ارتفاعی اولین بازگشت شدت و فاصله لایدار جهت حذف مشکل سایه و درختان بلند، نتایج مناسبی را مطابق با نمودار شکل ۱۷ به همراه داشته است. مقایسه ضرایب کاپا و دقت نهایی روش‌های پیاده سازی شده در شکل ۱۷ ارائه شده است.



شکل ۱۷ - مقایسه ضرایب کاپا، و دقت نهایی روش‌های پیاده‌سازی شده

۲-۴- نتیجه گیری

مطابق با نمودار ارائه شده در شکل ۱۷، در این تحقیق روش شی‌مبنا، نتایج بهتری نسبت به دو روش پیکسل‌مبنا داشته است. مقدار ضریب کاپا در شی‌مبنا ۰/۹۷ است، که در مقایسه با دو ضریب کاپای روش‌های دیگر بیشتر می‌باشد. همانطور که گفته شد یکی از دلایل مهم آن، بهینه بودن قسمت‌بندی است. اضافه شدن ویژگی‌های لایدار در

حالت دوم پیکسل‌مبنا، باعث بهبود نتایج نسبت به حالت اول و افزایش مقدار ضریب کاپا از ۰/۸۸ به ۰/۹۵ شده است. بنابراین ویژگی‌های ارتفاعی لایدار در شناسایی عارضه ساختمان نقش مهمی را ایفا می‌کنند. از طرفی در این تحقیق، روش شی‌مبنا به دلیل مرحله قسمت‌بندی مناسب، از روش‌های پیکسل‌مبنا موفق‌تر عمل کرده است.

۳-۴- پیشنهادات

در انتها پیشنهاد می‌شود در مرحله تولید نمونه‌های آموزشی از روش‌های دسته‌بندی نظارت نشده مانند k-means، جهت ایجاد اتوماسیون بالاتر استفاده شود. همچنین می‌توان به منظور انتخاب ویژگی‌های بهینه جهت ورود به طبقه‌بندی از الگوریتم ژنتیک استفاده شود. تاثیر دیگر ویژگی‌های شی‌مبنا از جمله بافت نیز قابل بررسی است.

سپاسگزاری

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق توسط جامعه فتوگرامتری، سنجش از دور و ژئوافورماتیک کشور آلمان در اختیار مولفین قرار گرفته است.

مراجع

- [1] Ekhtari, N., Valadan Zoej, M.J., Sahebi, M.R. and Mohammadzadeh, A., 2009, "Automatic building extraction from LIDAR digital elevation models and WorldView imagery", Journal of Applied Remote Sensing, Vol.3, No.1.
- [2] Kourosh Khoshelham, Carla Nardinocchi, Performance evaluation of automated approaches to building detection in multi-source aerial data, 2010, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 65 (2010) 123-133
- [3] Das, T., "Land Use / Land Cover Change Detection: an Object Oriented Approach, Munster", Germany in Geospatial Technologies 2009, Munster
- [4] Mumtaz, S.A., Mooney, K., 2008, "Fusion of High Resolution Lidar and Aerial Images for Object Extraction", 2nd International Conference on Advances in Space Technologies, Islamabad, Pakistan.
- [5] Awrangjeb, M., Ravanbakhsh, M., Fraser, C., 2010, "Automatic detection of residential buildings using LIDAR data and multispectral imagery", ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol.65, No.5, pp.457-467.
- [6] Turlapaty, A., Gokaraju, B., Du, Q., Younan, N., and Aanstoots, J., 2012, "A Hybrid Approach for Building Extraction From Spaceborne Multi-Angular Optical Imagery", IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol.5, no.1, pp.89-100

- [7] Ansari, Y., 2012, Comparison and analysis of the building detection and extraction algorithms from LiDAR data, M.Sc Thesis, K.N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran.
- [8] Definiens Developer 7's Reference Book, Document Version 7.0.0.843, 2007.
- [9] S.Nussbaum, G.Menz, "Object-Based Image Analysis and Treaty Verification", Springer Science & Business Media B.V., 2008.
- [10] Theodoridis, S. and Koutroumbas, K., 2006, Pattern Recognition, 3th Edition, Academic Press, pp. 93-98.
- [11] Jahromi, A.B. Zoj, M.J.V Mohammadzadeh, A Sadeghian, S. A Novel Filtering Algorithm for Bare-Earth Extraction From Airborne Laser Scanning Data Using an Artificial Neural Network, IEEE 2011, pp836 - 843
- [12] Zarea, A. Mohammadzadeh, A. Valadan zouj. M.J "Building Extraction and 3D Building Reconstruction by Fusion of Optic and LiDAR Data", KNTU, Geomatic department, 2013. [12]
- [13] Xuelian Meng, Nate Currit, Le Wang, "Object-Oriented Residential Building Land-use Mapping Using LIDAR and Aerial Photographs", Department of Geography, Texas A&M University, 2010.
- [14] Van der Linden, S., Rabe, A., Okujeni, A., Hostert, P., 2009, Image SVM Classification, Application Manual: imageSVM version 2.0, Humboldt- Universität zu Berlin, Germany.
- [15] Blaschke. T , 2009, Object based image analysis for remote sensing, ISPRS journal of Photogrammetry and Remote Sensing, pp10-21
- [16] Yan G., 2003, Pixel Based and Object Oriented image for Coal Fire Research, july 2008, pp.3-99
- [17] Das, T., "Land Use / Land Cover Change Detection: an Object Oriented Approach, Munster", Germany in Geospatial Technologies 2009, Munster
- [18] Clode, S. And Rottensteiner, F .and Kootsookos, P. 2005 Improving city model by using road from Lidar data IAPRS. Vol. XXVI, part3/W24-Vienna, Austria, August 29-30.