نشریه علمی پژوهشی مهندسی فناوری اطلاعات مکانی

سال ششم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۷

Vol.6, No.3, Autumn 2018

۱۱۵-۱۳۷

استخراج سایه ساختمان از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا با تلفیق اطلاعات لبه و جهت عوارض نقطه‌ای

فرزانه یوسفیان[1*]، حمید عبادی[2]، امین صداقت[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد فتوگرامتری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

۲- دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی

۳- استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه تبریز

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۲۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۹/۰۳

چکیده

در بسیاری از کاربردهای سنجش از دور، خصوصا در پردازش تصاویر با قدرت تفکیک بالا، شناسایی سایه یک مرحله پیش پردازشی مهم است. سایه بیانگر اطلاعاتی در مورد شکل، موقعیت نسبی و جهت شیئ است که در محیط‌های شهری بخش قابل توجهی از تصویر را اشغال می‌کند و می‌تواند در تفسیر عوارض اثرات مثبت و منفی به دنبال داشته باشد. به‌عنوان نمونه برآورد ارتفاع عوارض مرتفع و شناسایی موقعیت ساختمان به کمک سایه صورت می‌گیرد. محققان روش‌های متنوعی برای شناسایی سایه ارائه کرده‌اند که براساس ویژگی، مدل و شاخص‌ها هستند. در این تحقیق، به کمک عوارض موضعی به شناسایی سایه ساختمان‌ها پرداخته می‌شود تا بتوان از این اطلاعات در شناسایی موقعیت و برآورد ارتفاع ساختمان و غیره بهره برد. پس از استخراج عوارض موضعی نقطه‌ای، برآورد جهت آنها انجام شده و هیستوگرام جهت ترسیم می‌شود و با توجه به لبه‌های عمودی ساختمان، جهات آنها استخراج می‌گردد. لبه‌ها در جهات اصلی به‌دست‌آمده و به کمک عملگرهای مورفولوژی در جهات حاصل از مرحله قبل، پخش می‌شوند تا با سایه‌های اولیه تلفیق گردد. لازم به ذکر است که از لبه‌ها برای شناسایی سایه ساختمان و حذف سایه‌هایی که متعلق به ساختمان نیستند، استفاده می‌شود. روش پیشنهادی بر روی چهار تصویر با قدرت تفکیک بالا اجرا شد. همچنین داده‌های مرجع زمینی به‌صورت دستی به‌دست آمده و معیار Recall، دقت و شاخص F در بهترین حالت به ترتیب برابر با ۹۰/۱، ۸۸/۸۶ و ۸۹/۴۸ نشان از کارایی و عملکرد مناسب روش پیشنهادی دارد.

کلیدواژه‌ها: جهات اصلی، لبه‌یابی، شناسایی سایه، تلفیق.

*نویسنده مکاتبه کننده: تهران، خیابان ولیعصر، تقاطع میرداماد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری

تلفن: ۸۸۸۸۴۴۵

Email: fyousefian@mail.kntu.ac.ir

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

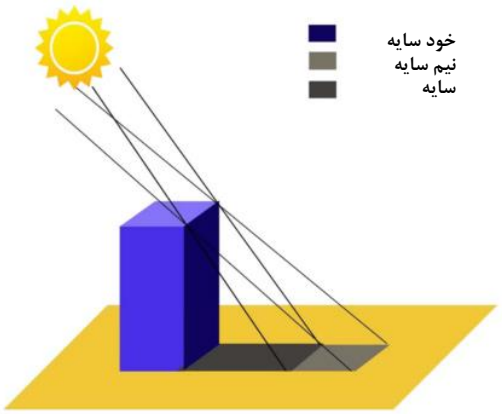
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر تصاویر هوایی و ماهواره‌ای با کیفیت بالا در دسترس قرار گرفته‌اند که برای کاربردهای متفاوت نیاز به آنالیز این تصاویر است. با توجه به زمان اخذ اطلاعات و وجود عوارض شهری مرتفع مانند ساختمان، درخت و غیره با سایه مواجه هستیم که اثرات مثبت و منفی در تفسیر عوارض به دنبال خواهد داشت [۱]. به‌عنوان نمونه، برآورد ارتفاع عوارض مرتفع می‌تواند به کمک سایه‌ها صورت گیرد [۲ و ۳]. همچنین در بازسازی سه‌بعدی و شناسایی موقعیت ساختمان به‌عنوان اطلاعات مفید شناخته می‌شود. از سوی دیگر، سایه ممکن است موجب از دست رفتن اطلاعات رادیومتریک شود که منجر به نتایج اشتباه و تشخیص نادرست در برخی کاربردها می‌گردد، در نتیجه شناسایی و حذف سایه گام مهمی در شناسایی اهداف، تشخیص تغییرات، تلفیق تصویر و تناظریابی تصویر است [۴ و ۵].

زمانیکه منبع نور توسط جسمی مسدود شود، سایه ایجاد می‌شود. به سایه‌ای که روی خود شی تشکیل شده و به طور مستقیم در مواجه با منبع نور نیست، خود سایه[1] گفته می‌شود. بخشی از پس‌زمینه که نور مستقیم منبع در رسیدن به آن بطور کامل مسدود می‌شود، سایه[2] و بخش بیرونی آن نیم‌سایه[3] است. در این مقاله، تمرکز بر روی مجموع سایه و نیم‌سایه[4] است [۵] (شکل (۱)).

زاویه دید سنجنده، فاصله کانونی آن، آزیموت خورشید و ارتفاع ساختمان‌های موجود در منطقه در تشکیل سایه و طول آن بر روی تصویر حائز اهمیت است. هرچه آزیموت خورشید و زاویه دید سنجنده بیشتر شود طول سایه در تصویر کاهش می‌یابد [۶].



شکل ۱: اساس تشکیل سایه [۵]

زمانیکه فاصله کانونی سنجنده‌ای کم و زاویه دید آن زیاد باشد، جابه‌جایی ناشی از اختلاف ارتفاع افزایش یافته و سایه ساختمان‌ها توسط خود ساختمان پوشانده شده و پنهان‌شدگی‌ها بیشتر است، در این صورت شناسایی سایه و طول آن بر روی تصویر و به‌خصوص تعیین ارتفاع ساختمان پیچیده‌تر خواهدبود. در تحقیق انجام‌شده در سال ۲۰۱۶ [۷]، یک رابطه هندسی میان ساختمان و سایه آن تعریف شده و براساس زاویه ارتفاعی خورشید، ماهواره و طول سایه است که با توجه به موقعیت خورشید و ماهواره، تمام یا بخشی از سایه ساختمان در تصویر دیده می‌شود. طول سایه اولیه از ماسک سایه حاصل از منحنی فعال بهینه‌شده به‌دست آمده‌است. با این روش مرز نواحی سایه نامنظم بوده و تعیین طول سایه پیچیده است لذا در هر قطعه سایه براساس جهت سایه، مجموعه‌ای از خطوط موازی با فاصله نسبتاً کوچک طراحی شده و طول میانگین این خطوط برابر با طول سایه است. اما بخشی از سایه ساختمان به خصوص در مناطق شهری با ساختمان‌های بلند توسط خود ساختمان پوشانده می‌شود در نتیجه از ارتفاع ساختمان و زاویه ارتفاعی ماهواره (از اطلاعات جانبی تصویر

[1] Self Shadow
[2] Umbra
[3] Penumbra
[4] Cast Shadow

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

ماهواره‌ای) طول سایه دیگری به‌دست آمده و مجموع آن با طول سایه اولیه مورد استفاده قرار گرفته است.

رویکردهای متفاوتی برای شناسایی سایه وجود دارد از جمله روش‌های مدل مبنا که نیاز به اطلاعات اولیه در مورد جهت‌گیری خورشید دارند و روش‌های ویژگی مبنا که از خصوصیت‌های سایه مانند روشنایی، ویژگی‌های طیفی و هندسی استفاده می‌کنند [۸ و ۹]. استفاده از شاخص‌های شناسایی سایه نیز در بسیاری از تحقیقات مطرح شده‌است [۹، ۱۰ و ۱۱]. آدلاین و همکاران در سال ۲۰۱۳ [۱۲]، الگوریتم‌های شناسایی سایه را در چهار گروه تقسیم‌بندی کرده است که در بخش بعد به تفصیل مطرح خواهدشد.

در این تحقیق روشی جدید برای استخراج سایه‌ها در تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس با ترکیب عوارض نقطه‌ای و لبه‌های تصویر ارائه شده‌است. همچنین برای اولین بار از عوارض موضعی و جهت آنها به منظور استخراج سایه استفاده شده‌است. ابتدا عوارض نقطه‌ای استخراج و جهت آنها برآورد می‌شود. با نمودار جهتی روبرو خواهیم بود که به‌علت لبه‌های عمودی ساختمان، چندقله‌ای است و بیانگر جهت ساختمان‌ها است که بر اساس این جهات، لبه‌ها به‌دست می‌آید. در واقع در این تحقیق، به علت عدم توانایی شناسایی سایه نسبت به پوشش گیاهی و نواحی با شدت کم (جاده)، از قابلیت لبه‌ها بهره‌برداری شده است. پوشش گیاهی به میزان زیاد بدون استفاده از باند مادون قرمز و شاخص تفاوت نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI[1]) حذف می‌شود. بنابراین با تلفیق اطلاعات لبه، جهت عوارض نقطه‌ای و سایه‌های اولیه، سایه‌های نهایی به‌دست می‌آید.

این مقاله در ۵ بخش تنظیم‌شده است. در بخش اول مقدمه و ساختار مقاله ارائه شده است، در بخش دوم انواع الگوریتم‌های شناسایی سایه تشریح شده و طبقه‌بندی دیگری از روش‌های شناسایی سایه مطرح می‌شود. در ادامه روش پیشنهادی بیان شده و جزئیات روش پیشنهادی و ارزیابی کمی آن در بخش چهارم بیان می‌شود. در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادها آمده است.

۲- طبقه‌بندی الگوریتم‌های شناسایی سایه

رویکردهای متفاوتی برای شناسایی سایه وجود دارد که معمولاً در دو گروه مدل مبنا و ویژگی مبنا قرار گرفته و به طور مستقیم از داده‌های رادیانس[2] استفاده می‌کنند. می‌توان روش‌های مبتنی بر فیزیک تشکیل سایه که نیازمند اطلاعاتی در مورد شرایط اتمسفری و بازتاب مواد است و روش‌های یادگیری ماشین را به الگوریتم‌های شناسایی سایه افزود [۱۲] (شکل (۲)).

روش‌های مبتنی بر مدل: این روش نیازمند اطلاعات اولیه می‌باشد. از لحاظ تئوری، موقعیت سایه‌ها با استفاده از مدل سه‌بعدی دقیق و اطلاعات کامل از جهت‌گیری خورشید صورت می‌گیرد. در واقعیت، کیفیت نتایج به کیفیت مدل رقومی سطح (DSM[3]) و دقت روش مورداستفاده وابسته است. مدل سه‌بعدی از طریق لیزر اسکنرهای زمینی و هوایی، فتوگرامتری هوایی یا ماهواره‌ای (زوج تصویر)، روش اینترفرومتری در رادار با روزنه مصنوعی (SAR[4]) یا حتی داده‌های توپوگرافی به‌دست می‌آید [۱۲]. در نتیجه، دقت روش هندسی محدود به دقت مدل سه‌بعدی است. به دلیل اینکه، این روش‌ها نسبت به بازتاب مواد غیرحساس هستند، بسیاری از مشکلات سایر گروه‌ها را رفع می‌کنند [۱۲]. اگر مدل سه‌بعدی منطقه فراهم باشد و مرتبط‌سازی میان داده‌های ارتفاعی و تصویر صحیح باشد، سایه‌ها از طریق محاسبات هندسی به‌دست می‌آید اما معمولاً کیفیت داده ارتفاعی دقیق نیست یا جزئیات مانع از

[1] Normalized Difference Vegetation Index

[2] Radiance
[3] Digital Surface Model
[4] Synthetic Aperture Radar

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

استفاده صرف از محاسبات هندسی می‌شود. به‌علاوه اغلب میان داده ارتفاعی و تصویر عدم تطابق[1] وجود دارد. با این حال مدل رقومی سطح اطلاعات ارزشمندی را فراهم کرده و برای پردازش‌های بعدی به کار گرفته می‌شود. تولت و همکاران [۱۳] از طریق DSM منطقه و برآورد موقعیت خورشید در زمان اخذ تصویر، سایه‌های اولیه را شناسایی کرده‌اند به این صورت که اگر خط مستقیمی از پیکسل مورد نظر در DSM تا خورشید، با DSM تقاطعی نداشته باشد، غیرسایه است. ماسک سایه اولیه برای انتخاب نواحی آموزشی سایه و غیرسایه استفاده شده تا طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان (SVM[2]) را آموزش دهد. در نهایت حفره‌های کوچک با روش مورفولوژی پر شده‌اند.

روش‌های مبتنی بر فیزیک تشکیل سایه: در این روش روشنایی و شرایط جوی در نظر گرفته می‌شود و معنای فیزیکی تشکیل سایه مدنظر است. داده‌های اخذ شده به صورت رادیانس می‌باشد و باید به داده بازتاب[3] تبدیل شود که این عمل مستلزم انجام تصحیح اتمسفری است. بدین جهت، اطلاعات اخذ داده مانند موقعیت صحنه، خورشید، زوایای دید و فراوانی ذرات معلق در هوا موردنیاز است. این روش نتایج دقیقی به دنبال دارد اما به علت فقدان اطلاعات فیزیکی، تحقیقات کمی بر پایه این روش انجام شده‌است [۱۲]. آدلر و همکاران [۱۴] با تصحیح اتمسفری، داده رادیانس را به داده بازتاب تبدیل کرده و با اعمال فیلتر تطبیق‌یافته[4] به سطح تاریک داده بازتاب، سهم سایه را برای هر پیکسل به‌دست آورده‌است.

روش‌های یادگیری ماشین: این روش‌ها به دو گروه نظارت‌شده و نظارت‌نشده تقسیم می‌شوند. روش‌های نظارت‌نشده نیاز به داده‌های آموزشی ندارند و بیشتر از خوشه‌بندی‌ها مانند K-means استفاده می‌کنند که مهمترین محدودیت آن، انتخاب تعداد خوشه‌ها است که یک راه‌حل بررسی چشمی تصویر است با این حال تنوع طیفی و هندسی عوارض موجود در صحنه‌های شهری، انتخاب تعداد کلاس‌ها را پیچیده می‌کند. در مقابل روش‌های نظارت‌شده به داده‌های آموزشی نیاز دارند که ممکن است به راحتی در دسترس نباشد. علاوه‌بر این، ممکن است طبقه‌بندی کننده آموزش‌دیده برای صحنه‌های دیگر مناسب نباشد. همچنین از لحاظ محاسباتی گران است [۱۲]. لوزنری و همکاران [۱۵] ماسک سایه باینری را با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده SVM با فضای ویژگی متشکل از باندهای تصویر و میانگین‌هایی از تبدیل ویولت ایجاد کرده‌اند. نویزهای موجود در ماسک سایه با استفاده از عملگرهای گشایش[5] و انسداد[6] حذف شده‌است. از آنجایی‌که در مرز دو کلاس سایه و غیرسایه ابهام، بی‌ثباتی رنگ و تنوع روشنایی (ناشی از حضور نیم‌سایه) وجود دارد مرز میان این دو کلاس نیز مشخص شده‌است.

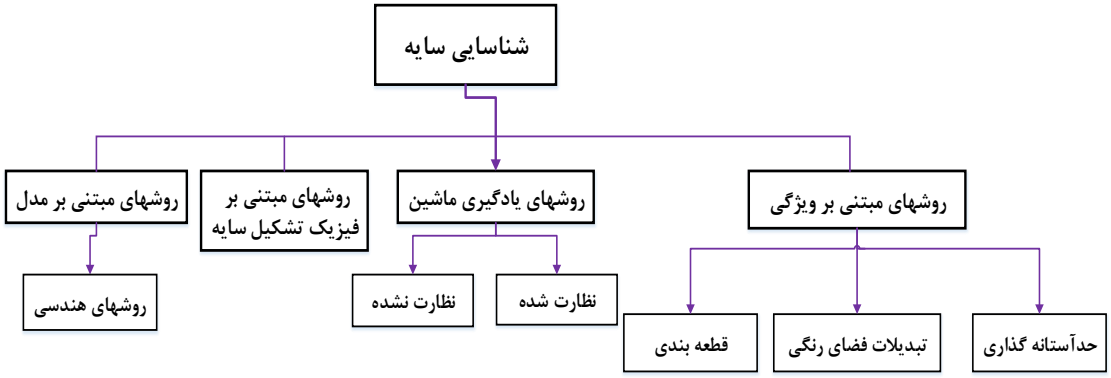
روش‌های مبتنی بر ویژگی: نیاز به داده‌های اولیه ندارند زیرا به طور مستقیم بر روی داده‌های رادیانس یا داده‌های خام براساس برخی فرضیات مکانی و طیفی بکار می‌روند [۱۲]. در این روش شناسایی نواحی سایه-دار براساس اطلاعاتی مانند درجه خاکستری، اشباع، روشنایی و بافت صورت می‌گیرد [۵] و به سه دسته تقسیم می‌شود:

روش حدآستانه‌گذاری هیستوگرام: ساده‌ترین ابزار برای شناسایی سایه و در عین حال محبوبترین روش در تحقیقات است. فرض بر این است که یک جدایی آشکار بین سایه و روشنایی وجود دارد. این رویکرد با وجود سادگی با چالش‌هایی مواجه است: اولین مورد انتخاب

[1] Mismatch
[2] Support Vector Machine
[3] Reflectance
[4] Matched Filter
[5] Opening
[6] Closing

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

فضای داده مناسب است. دوم، تنوع کلاس‌ها منجر به هیستوگرام با توزیع متفاوت دوقله‌ای و چندقله‌ای می‌شود که انتخاب حدآستانه بهینه را دشوار می‌کند که بهبود حدآستانه‌گذاری با افزودن اطلاعات مکانی و طیفی صورت می‌پذیرد [۱۲].



شکل ۲: الگوریتم‌های شناسایی سایه [۱۲]

در هیستوگرام تصویر با قدرت تفکیک رادیومتریکی ۸ بیت در مقایسه با ۱۱ بیت، یک دره وجود دارد که منجر به تمایز نواحی سایه و غیرسایه می‌شود [۱۶]. به همین دلیل ابتدا تصویر پانکروماتیک ۱۱ بیتی به ۸ بیتی (مقادیر بالاتر از ۲۵۵ به ۲۵۵ تبدیل شده و مقادیر پایین‌تر از ۲۵۵ به همان صورت باقی مانده‌است) تبدیل شده و بسیاری از ساختارهای غیرسایه حذف شده‌است. به منظور انتخاب حدآستانه مناسب، از میانگین دو قله هیستوگرام استفاده شده و نواحی سایه و غیرسایه به‌دست آمده‌است اما این روش توانایی تفکیک سایه از نواحی آب را ندارد. از آنجایی‌که واریانس نواحی سایه بالاتر از واریانس نواحی آب است، از این ویژگی برای تمایز سایه و آب استفاده شده‌است. همچنین نواحی سایه کوچک برای جلوگیری از تصویر نویزی حذف شده‌است [۱۶].

مویا و همکاران [۹]، برای شناسایی سایه در تصاویر رنگی (RGB[1]) با قدرت تفکیک بالا، از سه شاخص استفاده کرده‌است. نخست سایه‌های اولیه به‌وسیله شاخص WBI[2] و حدآستانه‌گذاری استخراج شده سپس میانگین و انحراف معیار این نواحی محاسبه و با یک شرط میان شاخص‌های PC1[3] و C_3 (بر مبنای باندهای مرئی)، سایه‌های نهایی استخراج شده‌است. در مطالعه دیگری که توسط هوانگ و ژانگ [۱۱] صورت گرفته‌است، حدآستانه‌گذاری بر روی شاخص مورفولوژیکی، شاخص NDVI و تصویر روشنایی مطرح شده‌است. شاخص مورفولوژیکی به تفصیل در بخش (۳-۴) مطرح خواهد شد.

روش مبتنی بر تبدیلات فضای رنگی: ابتدا فضای رنگی استاندارد، یعنی RGB، به فضای رنگی دیگری مانند HSV[4]، HSI[5]، مدل‌های YCbCr[6] و غیره تبدیل می‌شود سپس تصویری جدید براساس خصوصیات طیفی از سایه‌ها به‌دست می‌آید مانند نواحی سایه که شدت[7] پایین‌تر، رنگ[8] بالاتر و اشباع[9] بالاتر دارند؛ در نهایت سایه‌ها از طریق آستانه‌گذاری بر روی تصویر جدید

[1] Red-Green-Blue
[2] Water Body Index

[3] First Principal Component
[4] Hue-Saturation-Value
[5] Hue-Saturation-Intensity
[6] luminance-Blue Difference Chroma-Red Difference Chroma
[7] Intensity
[8] Hue
[9] Saturation

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

شناسایی می‌شوند [۸]. برای مثال سینگ و همکاران [۱]، تصویر هوایی RGB را به فضای رنگی HSV منتقل و با ایجاد تصویر نسبت[1] (براساس S و V) و حدآستانه‌گذاری بر روی آن، نواحی سایه و غیرسایه را مشخص کرده‌است. در مرحله بعد، سایه‌ها طبقه‌بندی شده و اطراف هر سایه با عملگرهای مورفولوژی انتخاب و از میانگین و واریانس این نواحی برای حذف نواحی سایه‌دار استفاده شده‌است. در مطالعه انجام شده توسط بهاسکاران و همکاران در سال ۲۰۱۳ [۱۷]، تبدیل تصویر به فضای رنگی HSV مطرح شده و با آنالیز هیستوگرام و واریانس داده‌ها، حدآستانه انتخاب شده‌است اما به علت عدم توانایی در شناسایی سایه نسبت به نواحی با شدت کم (آب و جاده)، از قابلیت لبه‌ها و مجاورت سایه و لبه بهره‌برداری شده‌است.

در رویکرد فوق از فضاهای مختلف رنگی استفاده می‌شود مانند تبدیل سه باند طیفی NIR[2]، قرمز و سبز به فضای HSI و ایجاد تصویر نسبت به وسیله باندهای نرمال شده اشباع و شدت و سپس حدآستانه‌گذاری آن که از تفاضل میان تصویر سایه و پوشش گیاهی حاصل از شاخص NDVI، تصویر سایه نهایی به‌دست آمده‌است [۱۸ و ۱۹]. در تحقیق دیگری [۲۰]، تصویر به فضای YIQ[3] تبدیل و پس از تشکیل تصویر نسبت و از طریق برخی پس‌پردازش‌ها مانند تعدیل هیستوگرام[4]، حدآستانه‌گذاری و عملگر مورفولوژی انسداد، سایه‌ها شناسایی شده‌است.

روش قطعه‌بندی: در این روش هر پیکسل براساس ویژگی‌های رادیومتریکی و طیفی، به عنوان سایه و غیر سایه طبقه‌بندی می‌شود. در صورت وجود اطلاعات اضافی بافتی و معنایی، روش قطعه‌بندی عملکرد طبقه‌بندی را بهبود می‌بخشد. این روش مستلزم تنظیم پارامترهایی است که به‌صورت دستی و وقت‌گیر انتخاب می‌گردند [۱۲].

در برخی تحقیقات، استفاده از شاخص‌ها برای شناسایی سایه مطرح شده‌است. شاخص شناسایی سایه (SDI[5]) توسط شاهی و همکاران [۱۰] معرفی شده‌است که قابلیت استخراج سایه از تصاویر WorldView-2 را با دقت ۹۴ درصد دارد. تتر و همکاران [۲۱] به‌منظور رفع مشکل راه‌ها با سایه‌ها و استخراج راه و مناطق آبی به عنوان سایه، شاخصی جدید براساس ترکیب خطی شاخص‌های C_3 بهبودیافته (بر مبنای باند آبی و پانکروماتیک) و نسبتی از باندهای مادون قرمز و آبی معرفی کرده و بر روی تصویر قطعه‌بندی‌شده اجرا و با آستانه‌گذاری، نواحی سایه اولیه شناسایی شده‌است. آن دسته از قطعه‌ها که دارای سطح معنی‌داری پیکسل سایه‌دار هستند به عنوان سایه انتخاب شده و در پایان قطعه‌های گیاهی از سایه‌ها حذف شده‌است. شاخص‌های C_3 و نسبت باندهای مادون قرمز و آبی توسط گوآنگیو و همکاران [۲۲] مورد استفاده قرار گرفته‌است. آنها علاوه بر شاخص‌های فوق از شاخص روشنایی و PC1 نیز استفاده کرده و با قطعه‌بندی چندمقیاسه و تعریف قواعد، اقدام به شناسایی سایه کرده‌است.

وی و همکاران [۲۳] به کمک سایه، موقعیت ساختمان را به‌دست آورده‌است. به این صورت که ابتدا کلاس سایه از طریق روش نظارت‌نشده تعیین شده و سپس به کمک سایه و زاویه خورشید، کاندیدهای ساختمان شناسایی شده‌است. همچنین در مطالعات دیگری [۲۴ و ۲۵]، سایه از تصویر RGB و با ایجاد تصویری براساس باندهای آبی و سبز شناسایی شده و ساختمان‌ها با توجه به جهت نور و به کمک سایه‌ها به‌دست آمده‌است.

[1] Ratio Map
[2] Near Infrared
[3] Luma-Inphase-Quadrature
[4] Histogram Equalization
[5] Shadow Detection Index

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

در این بخش روش‌های مختلفی جهت شناسایی سایه مطرح شد که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف مربوط به خود هستند. در روش‌های مبتنی بر مدل موقعیت سایه به دقت تعیین می‌شود اما هندسه صحنه و منبع نور ناشناخته است [۲۶]. روش حدآستانه‌گذاری با وجود اینکه سریع و آسان است اما نیاز به پس‌پردازش دارد زیرا ممکن است با نویز و حفره برخورد کنیم [۲۷]. علاوه بر این، در برخی موارد، به خوبی سایه را از اشیاء تیره تفکیک نمی‌کند. روش مبتنی بر تبدیلات فضای رنگی برای تصاویر رنگی مناسب است و قادر است سایه را از اشیاء تیره تشخیص دهد [۲۶]، اما زمانیکه شدت سایه مشابه پس‌زمینه است، موفق عمل نمی‌کند. همچنین انتخاب فضای رنگی در این روش اهمیت دارد. در روش قطعه‌بندی، سایه اشیاء کوچک از دست می‌رود و احتمال طبقه‌بندی اشتباه وجود دارد [۲۷].

اکثر تحقیقات بررسی شده، توانایی تفکیک سایه از اشیاء تیره همچون پوشش گیاهی و مناطق با شدت کم (جاده) را ندارد، به همین دلیل به منظور تفکیک سایه از پوشش گیاهی از شاخص NDVI استفاده شده که نیازمند وجود تصویر چندطیفی با باند مادون قرمز است. در این تحقیق، به منظور رفع ضعف فوق، از اطلاعات هندسی مانند لبه و مجاورت آن با سایه استفاده می‌شود و تلاش بر آن است که لبه‌ها در جهات ساختمان‌ها به‌دست آید زیرا هدف این تحقیق شناسایی سایه ساختمان‌ها است. به منظور استخراج لبه‌ها، از عوارض موضعی نقطه‌ای استفاده می‌شود. موقعیت‌های متمایزی از تصویر که تغییرات درجه خاکستری در همسایگی آنها شدید است، عوارض موضعی نقطه‌ای هستند. این عوارض برای آشکارسازی نواحی شهری و ساختمان در تصاویر بزرگ مقیاس مناسب است. برای استخراج عوارض نقطه‌ای در روش پیشنهادی از ترکیب گوشه‌ها و لبه‌ها استفاده می‌شود. با وجود اینکه سایه ممکن است در شناسایی و استخراج دقیق عوارض نقطه‌ای ایجاد اشکال نماید اما با استفاده از اطلاعات جهت می‌توان این ضعف را پوشش داد. پس از استخراج عوارض نقطه‌ای و تخصیص جهت به آنها با بهره‌برداری از اطلاعات همسایگی نقاط، از اطلاعات لبه برای تلفیق با سایه‌های اولیه و بهبود آنها استفاده می‌شود تا تنها سایه ساختمان‌ها به‌دست آید. ضمن این‌که، به‌منظور بهره‌برداری از سایه‌ها در برخی کاربردها مانند شناسایی موقعیت و ارتفاع ساختمان، به شناسایی سایه ساختمان پرداخته شده‌است. در واقع در روش پیشنهادی، از عوارض موضعی نقطه‌ای برای به‌دست آوردن نقاط متمایز که در استخراج جهات و لبه موردنیاز است، استفاده کرده و به حذف مناطق غیرسایه پرداخته می‌شود.

۳- روش پیشنهادی این تحقیق جهت استخراج سایه ساختمان

الگوریتم پیشنهادی مطابق با شکل (۳)، از چهار مرحله تشکیل شده‌است. در مرحله نخست، عوارض نقطه‌ای در لبه‌ها و گوشه‌های ساختمان به طور همزمان استخراج می‌شود و پس از آن در مرحله دوم برآورد جهت اصلی برای عوارض نقطه‌ای صورت می‌گیرد و به واسطه عمود بودن لبه‌های ساختمان و جهت‌گیری مشابه آنها در یک منطقه، جهات اصلی برای آنها به‌دست می‌آید تا در مرحله بعد لبه‌یابی بر مبنای آنها صورت گیرد. در مرحله نهایی لبه‌های بهبود داده شده با سایه‌های استخراج‌شده در فاز اول، تلفیق خواهد شد و در صورت نیاز پس‌پردازش صورت می‌گیرد. در ادامه جزئیات روش پیشنهادی تشریح می‌گردد. لازم به ذکر است که روش پیشنهادی ارزیابی و با دو روش دیگر مقایسه خواهد شد.

۳-۱- استخراج عوارض نقطه‌ای

الگوریتم‌های استخراج عوارض نقطه‌ای برای شناسایی عوارض ساخت بشر کارآمد هستند. به همین منظور برای استخراج سایه ساختمان‌ها، گوشه‌ها و لبه‌های ساختمان بررسی می‌شود. گوشه‌ها نقاطی از تصویر هستند که در آن نقاط مقدار شدت در جهات مختلف

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

تغییرات بزرگی دارد. یکی از معروفترین الگوریتم‌ها جهت استخراج عوارض نقطه‌ای، الگوریتم هریس[1] است که براساس ماتریس گشتاور مرتبه دوم می‌باشد. نقاط استخراج‌شده توسط این الگوریتم، نسبت به دوران، انتقال و تغییرات شرایط روشنایی پایدار بوده و در موقعیت‌ها با محتوای اطلاعاتی بالا یافت می‌شوند [۲۸].

کوواک و همکاران [۱۸ و ۲۹] برای آشکارسازی نواحی شهری از روش MHEC[2] استفاده کرده‌است. این روش برای شناسایی هم‌زمان گوشه‌ها و لبه استفاده‌شده و بر اساس آشکارساز هریس است اما می‌تواند علاوه بر گوشه‌ها، لبه‌ها را به صورت نقطه‌ای نیز شناسایی کند. روند استخراج عوارض به این صورت است که در پنجره $b_i = [x_i - 1, x_i + 1] \times [y_i - 1, y_i + 1]$ اطراف پیکسل $p_i = (x_i, y_i)$، در صورتی که $R_{\text{mod}}(p_i)$ رابطه (۲) در همسایگی خود بیشینه باشد و معیار زیر را برآورده کند، جزء عوارض موضعی نقطه‌ای است:

رابطه (۱)

$$p = [p_i : R_{\text{mod}}(p_i) > T_H \; AND \; p_i = \arg\max_{r \in b_i} R_{\text{mod}}(r)]$$

لازم به ذکر است که R_{mod} از رابطه (۲) به‌دست می‌آید:

رابطه (۲)

$$R_{\text{mod}} = \max(\lambda_1, \lambda_2)$$

در رابطه (۲) ، λ_1, λ_2 مقادیر ویژه ماتریس گشتاور مرتبه دوم و T_H حدآستانه‌ای است که از روش اتسو[3] [۳۰] به‌دست می‌آید. این الگوریتم به‌صورت خودکار اجرا می‌شود و نیاز به تنظیم پارامتر ندارد، علاوه بر این به پارامتر مقیاس نرم‌سازی گوسین غیرحساس است. در این تحقیق روند استخراج عوارض نقطه‌ای همانند MHEC است و عوارض نقطه‌ای گوشه و لبه به‌طور همزمان استخراج می‌شوند. عوارض شناسایی شده در شکل (۴) نمایش داده شده‌است.

[1] Harris
[2] Modified Harris for Edges and Corners
[3] Otsu

۳-۲- برآورد جهت

یک منطقه کوچک شهری، ساختمان‌هایی با جهت‌گیری مشابه دارد و در بسیاری از موارد، جهت‌گیری ساختمان‌ها با توجه به برخی از ساختارهای بزرگتر (به عنوان مثال شبکه جاده) تعریف می‌شود. در این تحقیق مشابه تحقیق کوواک و توماس [۳۱]، از جهت عوارض نقطه‌ای برای شناسایی موقعیت ساختمان‌ها استفاده می‌شود. عوارض نقطه‌ای MHEC به خوبی در نواحی شهری و ساختمان‌ها استخراج شده‌اند، به همین دلیل در همسایه‌های کوچکی از این عوارض به برآورد جهات اصلی ساختمان‌ها می‌پردازیم.

به این منظور، بردار گرادیان ∇g_i با اندازه $\|\nabla g_i\|$ و جهت φ_i^{∇} برای نقطه iام به‌دست آمده و با تعریف همسایه $n \times n$ اطراف نقاط در تصویر با $w_n(i)$ (ناحیه اطراف هر عارضه)، توزیع وزندار φ_i^{∇} به صورت رابطه (۳) است:

$$\lambda_i(\varphi) = \frac{1}{N_i} \sum_{r \in w_n^{(i)}} \frac{1}{h} . \|\nabla g_r\| . k\left(\frac{\varphi - \varphi_r^{\nabla}}{h} \right)$$

رابطه (۳)

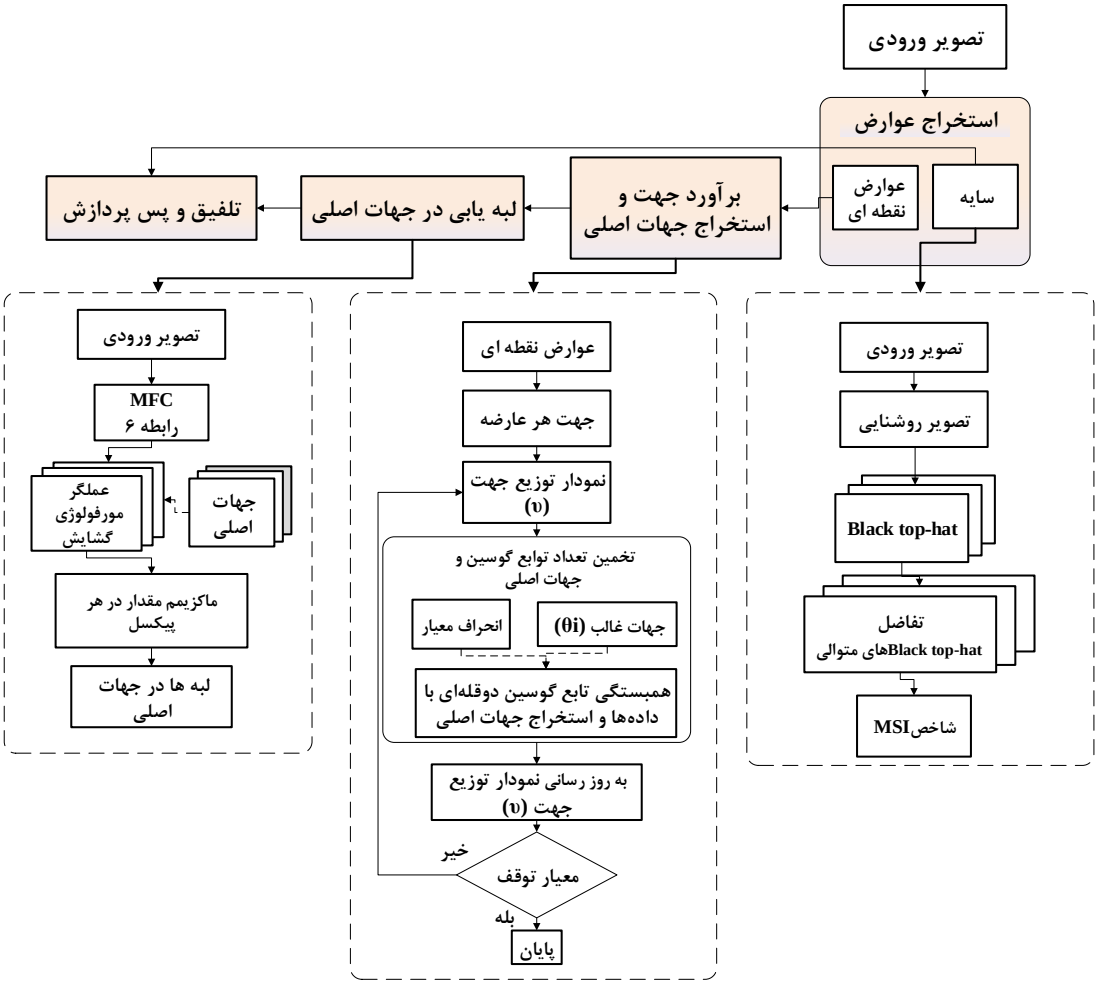
با $N_i = \sum_{r \in w_n^{(i)}} \|\nabla g_r\|$ و $K(.)$ تابع کرنل مانند توزیع گوسین یا مثلثی با پارامتر پهنای باند h است.

در نتیجه جهت اصلی برای عارضه نقطه‌ای iام (شکل (۵)- الف) برابر با ماکزیمم مقدار رابطه (۳) است. (شکل (۵)- ب). پس از محاسبه جهت برای تمام عوارض نقطه‌ای، نمودار توزیع جهت $\vartheta(\varphi)$ (شکل (۵)-ج) به‌علت لبه‌های عمودی ساختمان، حداقل دو پیک اصلی دارد که اولین جهت غالب $\theta_{i1} = \arg\max_{\varphi \in [0,180]} \{\vartheta(\varphi)\}$ و جهت عمود متناظر با آن برابر است با:

$$\theta_{i2}(\varphi) = \begin{cases} \theta_{i1} + 90, & if\ \theta_{i1} < 90 \\ \theta_{i1} - 90, & otherwise \end{cases}$$

رابطه (۴)

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



شکل ۳: مراحل روش پیشنهادی جهت استخراج سایه ساختمان



(الف)



(ب)

شکل ۴: استخراج عوارض نقطه‌ای، الف) تصویر اصلی و ب) عوارض نقطه‌ای لبه و گوشه حاصل از الگوریتم MHEC

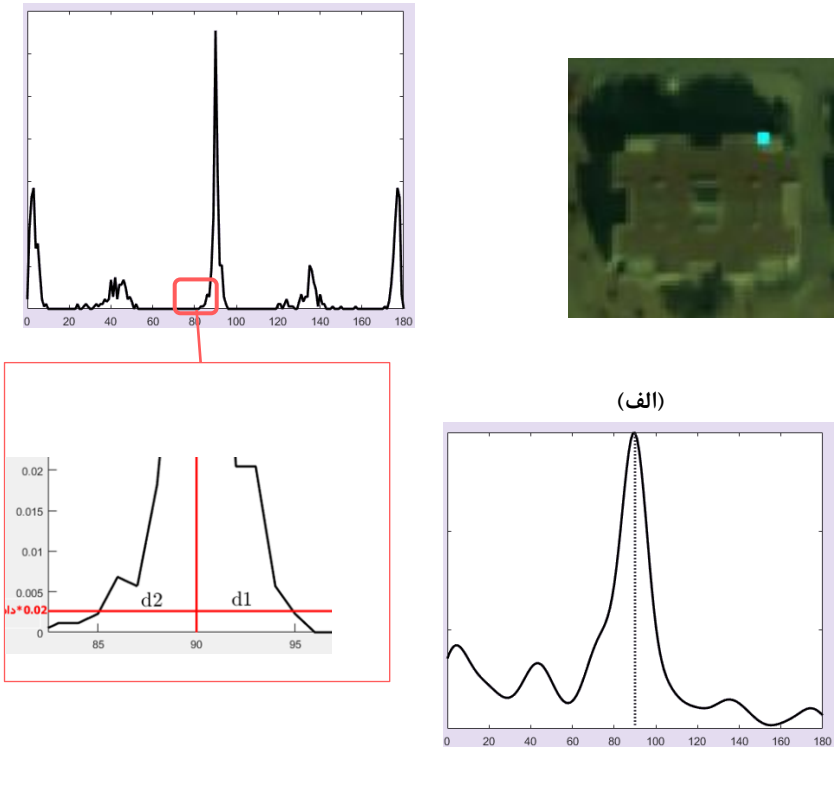
همانطور که در شکل ((۵)-ج) مشاهده می‌شود، نمودار ترسیم‌شده چندین قله دارد. از این ویژگی استفاده شده و به برآورد جهات اصلی در منطقه شهری و تخمین تعداد توابع گوسین پرداخته می‌شود. تخمین

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

تعداد توابع گوسین با هدف یافتن جهات اصلی برای ساختمان‌ها با جهات متنوع صورت می‌گیرد زیرا هر گروهی از ساختمان‌های هم‌جهت، با یک تابع گوسین مرتبط است. در یک فرآیند تکراری یک تابع گوسین دوقله‌ای با میانگین θ_{i1} و θ_{i2} و انحراف معیار $\frac{d_1+d_2}{3}$ با داده‌ها مرتبط می‌شود (d_1 و d_2 انحراف از میانگین θ_{i1} در ۰/۰۲ دامنه در جهت مثبت و منفی است (شکل (۵)-ج)) و جهات اصلی به صورت $[\theta_{i1}-d_1, \theta_{i1}+d_2]$ و $[\theta_{i2}-d_1\ \theta_{i2}+\ d_2]$ استخراج و مقادیر هیستوگرام $\vartheta(\varphi)$ مطابق رابطه (۵) تغییر کرده (شکل (۶)) و عوارض نقطه‌ای براساس جهات دسته‌بندی می‌شوند (شکل (۷)). تخمین تعداد توابع گوسین تا جایی ادامه می‌یابد که نتوان یک تابع گوسین دوقله‌ای به داده‌های هیستوگرام مرتبط نمود.

$$\vartheta(\theta_{i1}-d_1, \theta_{i1}+d_2)=0$$
$$\vartheta(\theta_{i2}-d_1, \theta_{i2}+d_2)=0$$

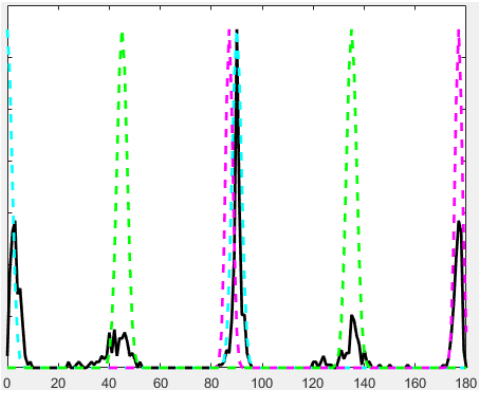
رابطه (۵)



شکل ۵: برآورد جهت، الف) یک عارضه نقطه‌ای روی ساختمان، ب) هیستوگرام جهت برای عارضه نقطه‌ای نمونه و جهت غالب آن (۹۰°)، ج) هیستوگرام جهت برای تمام عوارض نقطه‌ای موجود در تصویر.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



شکل ۶: همبستگی توابع گوسین دوقله‌ای با داده‌ها و استخراج جهات اصلی



شکل ۷: نمایش جهات مختلف عوارض با رنگ‌های متفاوت مرتبط با شکل (۶)

۳-۳- شناسایی لبه‌ها در جهات اصلی

پس از به‌دست‌آوردن جهات اصلی از مرحله برآورد جهت، این اطلاعات برای ایجاد نقشه لبه بهبودیافته که تنها شامل لبه‌ها در جهات اصلی است بکار می‌رود و در مراحل بعد با اطلاعات سایه ادغام می‌شود. الگوریتم MFC[1] [۳۲] معمولا به منظور استخراج عوارض مجزا به‌کار برده می‌شود در حالیکه جزئیات بافت را از پس‌زمینه حذف می‌کند. این الگوریتم در مناطقی که تراکم کم‌تری از عوارض در آنها وجود دارد کارایی بیشتری دارد. بدین منظور، مطابق با روابط تعریف شده توسط زینگمن و همکاران [۳۲]، رابطه (۶) برای عوارض تیره و روشن به‌کار می‌رود:

رابطه (۶)
$$\psi^{+}_{MFC}(f) = \left| f - \gamma_{r_2}\delta_{r_1}(f) \right|^{+}$$
$$\psi^{-}_{MFC}(f) = \left| \delta_{r_2}\gamma_{r_1}(f) - f \right|^{+}$$

در رابطه (۶)، γ و δ به ترتیب عملگر مورفولوژی گشایش و انسداد، r_1 و r_2 ابعاد المان ساختاری مربعی، f تصویر درجه خاکستری دوبعدی و $|\cdot|^{+}$ مطابق رابطه (۷) است:

رابطه (۷)
$$|v|^{+} = \begin{cases} 1, & v > 0 \\ 0, & otherwise \end{cases}$$

برای استخراج هر دو نوع عوارض تیره و روشن از مجموع دو رابطه (۶) بر روی تصویر ورودی استفاده می‌شود. ابعاد المان‌های ساختاری براساس ابعاد عوارض موجود در تصویر و قدرت تفکیک تصویر انتخاب می‌شود. ابعاد r_1 برای حذف جزئیات بافت‌دار باید بزرگتر از حداکثر فاصله بین آنها و r_2 برای استخراج عوارض باید بزرگتر از ابعاد ساختمان باشد.

انگیزه استفاده از MFC، توانایی استخراج مرز اشیاء از پس‌زمینه بافت‌دار با دقت بالا است. پس از بکاربردن الگوریتم MFC، عملگر گشایش با المان ساختاری خطی، L، در جهات اصلی (از بخش ۳-۲ به‌دست آمده‌است) به صورت پی‌درپی اعمال و ماکزیمم مقدار برای هر پیکسل انتخاب و ساختارهای خطی باریک استخراج می‌گردد (شکل (۸)- الف).

[1] Morphological Feature Contrast

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

۳-۴- شناسایی اولیه سایه‌ها

در این تحقیق، شاخص مورفولوژیکی سایه (MSI[1])، برای استخراج سایه‌های اولیه استفاده می‌شود. سایه از نظر مکانی در نزدیکی ساختمان قرار دارد و از لحاظ طیفی در تضاد با ساختمان است. در نتیجه، MSI براساس ارتباط میان ویژگی‌های ساختاری-طیفی سایه و مرتبط با عملگرهای مورفولوژی تعریف شده‌است [۱۱]:

- تصویر روشنایی: ماکزیمم مقدار پیکسل در میان باندهای تصویر، روشنایی هر پیکسل را مشخص می‌کند.
- کنتراست محلی: سایه متفاوت از ساختمان، کنتراست محلی بالایی دارد و عمدتاً تیره‌تر از ساختارهای همسایه خود است. برای نمایش کنتراست محلی از پروفیل مورفولوژیکی تفاضلی (DMP[2]) Black top-hat (B-TH) استفاده می‌شود.
- ابعاد و جهت: ابعاد سایه‌ها متأثر از مواردی مانند ابعاد ساختمان، ارتفاع خورشید و فاصله میان ساختمان‌ها است درحالیکه جهت سایه با موقعیت خورشید مرتبط است. شاخص MSI (رابطه (۹)) با مجموعه‌ای از المان‌های ساختاری خطی در جهات مختلف پیاده‌سازی می‌شود.

با توجه به توضیحات فوق، تمام سایه‌ها در تصویر در سه مرحله استخراج می‌گردد:

مرحله اول: محاسبه تصویر روشنایی (رابطه (۸)):

$$b(x) = \max_{1\le k\le K} (band_k(x))$$

رابطه (۸)

که $band_k(x)$ نشان‌دهنده مقدار طیفی پیکسل x در باند kام و K تعداد باندهای تصویر چندطیفی است.

مرحله دوم: محاسبه MSI براساس رابطه (۹)

$$MSI = \frac{\sum_{d,s} DMP_{B-TH}(d,s)}{D \times S}$$

رابطه (۹)

که در آن D تعداد کل جهات و $S = (\frac{s_{max} - s_{min}}{\Delta s}) + 1$ تعداد کل مقیاس‌ها، s_{max} و s_{min} بزرگترین و کوچکترین مقیاس برای ابعاد المان ساختاری خطی و Δs فاصله میان مقیاس‌ها است. به همین ترتیب d_{max} و d_{min} بزرگترین و کوچکترین زاویه برای جهت المان ساختاری و Δd فاصله میان جهت‌ها است. DMP برابر با تفاضل دو Black top-hat متوالی با اختلاف Δs است. Black top-hat از تصویر روشنایی برابر است با:

$$B-TH(d,s) = \varphi_b^{re}(d,s) - b$$

رابطه (۱۰)

در رابطه (۱۰) ، φ_b^{re}، انسداد از تصویر روشنایی است و DMP برابر است با:

رابطه (۱۱)

$$DMP_{B-TH}(d,s) = \left|(B-TH(d,s+\Delta s)) - (B-TH(d,s))\right|$$

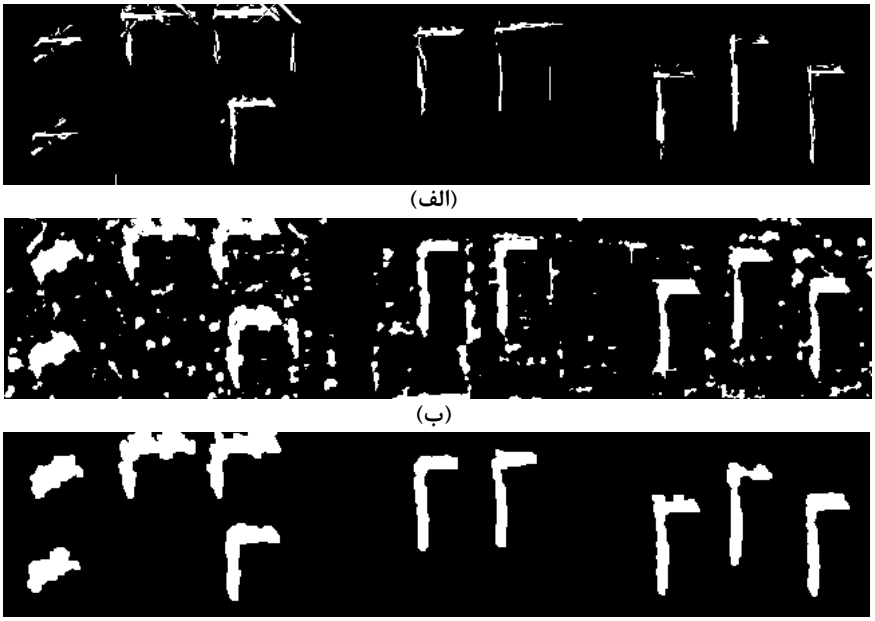
مرحله سوم: پیکسل‌ها با MSI بزرگ، بیشترین شباهت را به سایه‌ها دارند بنابراین با حدآستانه‌گذاری روی تصویر MSI (رابطه (۱۲)) سایه‌ها استخراج می‌شود (شکل (۸)-ب).

$$MSI(x) \ge T_s$$

رابطه (۱۲)

[1] Morphological Shadow Index
[2] Differential Morphological Profiles

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



(الف)

(ب)

(ج)

شکل ۸: الف) لبه‌های شناسایی شده به روش MFC، ب) سایه‌های شناسایی شده با شاخص MSI و ج) سایه‌های شناسایی شده ساختمان (نتیجه تلفیق)

۳-۵- تلفیق اطلاعات سایه و لبه

پس از مراحل ذکر شده در بخش‌های قبل، اطلاعات لبه در جهات اصلی و سایه‌های اولیه موجود است. در بخش برآورد جهت (بخش (۳-۲))، به علت وجود لبه‌های عمودی ساختمان توابع گوسین دو قله‌ای با داده‌ها مرتبط شده و جهات اصلی که نشان‌دهنده ساختمان‌ها می باشد، استخراج می‌گردد. بنابراین در مرحله شناسایی لبه اکثر لبه‌هایی که متعلق به ساختمان‌ها هستند به‌دست آمده و در این مرحله سایر لبه‌ها به علت نبود سایه حذف می‌شوند. در این مرحله برای شناسایی سایه‌های ساختمان و حذف سایر سایه‌های موجود در تصویر از تلفیق سایه و لبه استفاده می‌شود. لبه‌های شناسایی‌شده با توجه به ابعاد المان‌های ساختاری انتخاب‌شده در بخش ۳-۳ ساختارهای باریکی هستند لذا نیاز است تا ابتدا این لبه‌ها با المان ساختاری خطی در جهات اصلی پخش و بزرگ شوند. پس از به‌کارگیری عملگر مورفولوژی گسترش[1] برای لبه‌ها، اشتراک میان آنها و سایه به‌دست‌آمده و سایه ساختمان‌ها حاصل می‌شود. همانطور که در شکل (۸)-ج مشاهده می‌شود، سایه‌هایی که متعلق به درختان هستند و مرتبط با ساختمان‌ها نیستند به خوبی حذف شده‌است.

۴- پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج

جهت پیاده‌سازی روش پیشنهادی از نرم‌افزار MATLAB R2015b استفاده شد و کد هریس موجود در این نرم‌افزار تغییر و کد MFC[2] [۳۲] توسعه داده شده‌است. دیگر قسمت‌های پیشنهادی مطابق با جزئیات بیان شده در بخش قبل کدنویسی شده‌است. در این بخش داده‌های مورد استفاده، جزئیات پیاده‌سازی و نتایج بیان شده و ارزیابی می‌گردد.

[1] Dilation

[2] https://www.informatik.uni-konstanz.de/saupe/research/finished-projects/detection-of-archaeological- sites-in-high-resolution-remotely-sensed-imagery/

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

۴-۱- منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق از ۴ تصویر با بافت گوناگون استفاده شده‌است. تصویر اول (شکل (۹-الف) به صورت پن‌شارپن[1] (تلفیق تصویر پانکروماتیک و طیفی) و ارتوفتو[2] می‌باشد و شامل ۴ باند طیفی (R، G، B و NIR) با قدرت تفکیک رادیومتریکی ۱۱ بیت از منطقه‌ای با ساختمان‌های منظم است که در تحقیق کوواک و اوزگان [۱۸]، به منظور شناسایی ساختمان مورد استفاده قرار گرفته است.

تصویر دوم تا چهارم مربوط به قسمت‌هایی از منطقه ۲۱ تهران از سنجنده QuickBird با ابعاد پیکسل زمینی ۰٫۶۱ متر است که به‌صورت پن‌شارپن و با قدرت تفکیک رادیومتریکی ۸ بیت در هر پیکسل مورد استفاده قرارگرفته‌است (جدول (۱)). تصویر دوم در شکل (۱۰-الف) از ساختمان‌هایی منظم با جهات یکسان تشکیل شده، تصویر سوم در شکل (۱۱-الف) شامل دو گروه ساختمان با جهات و بافت متفاوت است و تصویر چهارم در شکل (۱۲-الف) یک منطقه شهری با بافت متراکم است که ساختمان‌ها نیز جهات متفاوت دارند.

۴-۲- معیارهای ارزیابی کمی

جهت ارزیابی کمی استخراج از Recall رابطه (۱۳)، دقت[3] رابطه (۱۴) و شاخص F[4] رابطه (۱۵) استفاده می‌شود [۱۲ و ۳۱]:

$$Recall = \frac{TD}{TD + MD}$$ رابطه (۱۳)

$$Precision = \frac{TD}{TD + FD}$$ رابطه (۱۴)

$$F - score = 2.\frac{Precision.Recall}{Precision + Recall}$$ رابطه (۱۵)

در رابطه (۱۳)، TD[5] نشان‌دهنده عوارضی است که به‌عنوان سایه طبقه‌بندی شده‌است و در داده‌های مرجع نیز سایه هستند، MD[6] عوارضی که در داده‌های مرجع به عنوان سایه مشخص شده اما به وسیله روش پیشنهادی به عنوان سایه شناسایی نشده‌است. در رابطه (۱۴)، FD[7] بیانگر عوارضی است که با هیچکدام از عوارض سایه در داده‌های مرجع مرتبط نیست.

هرچه میزان Recall یک الگوریتم بالاتر باشد بیانگر این است که قابلیت آن در شناسایی سایه ساختمان بیشتر است. در مقابل هرچه میزان دقت یک الگوریتم بیشتر باشد، بیانگر این است که الگوریتم اشتباه‌های کمتری در شناسایی سایه ساختمان دارد.

جهت محاسبه معیارهای فوق، تصاویر ورودی به دقت بررسی و این نواحی به‌صورت دستی به‌عنوان داده مرجع تعیین می‌شوند (شکل (۹-ب) تا شکل (۱۲-ب).

۴-۳- ارزیابی روش پیشنهادی این تحقیق

در روش پیشنهادی از الگوریتم‌های مختلفی استفاده می‌شود که در هر کدام از آنها به معرفی پارامترهای ورودی نیاز است. بحث استخراج عوارض نقطه‌ای با الگوریتم بهبود یافته هریس، کاملاً خودکار صورت می‌گیرد و نیاز به تنظیم پارامتر نیست.

[1] Pansharpen
[2] Orthorectify
[3] Precision
[4] F-score

[5] True Detections (True Positives)
[6] Missed Detections (False Negatives)
[7] False Detections (False Positives)

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



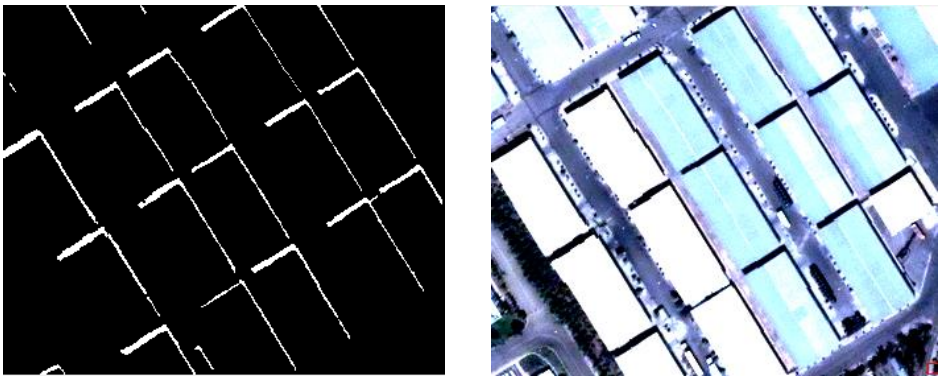
(الف)

(ب)

شکل ۹: منطقه مورد مطالعه، الف) تصویر نمونه اول و ب) داده مرجع که به صورت دستی انتخاب شده‌است.

جدول ۲: مشخصات تصاویر مورداستفاده

تصویر	سنجنده و باند طیفی	زاویه دید سنجنده	فاصله کانونی سنجنده (متر)	اندازه پیکسل زمینی (متر)	حد تشخیص رادیومتریکی (تعداد بیت در هر پیکسل)	تاریخ اخذ	منطقه
۱	QuickBird ۴باند (R,G,B,Nir)	۲.۱۲°	۸٫۸	۰٫۶	۱۱		
۳،۲ و ۴	QuickBird ۳ باند (R,G,B)	۲.۱۲°	۸٫۸	۰٫۶	۸	۲۰۰۶	۲۱ تهران



(ب) (الف)

شکل ۱۰: منطقه مورد مطالعه، الف) تصویر نمونه دوم و ب) داده مرجع که به صورت دستی انتخاب شده‌است.

لازم به ذکر است که تصویر ۱۱ بیتی مورد استفاده نیاز به پیش‌پردازش دارد لذا قبل از استخراج عوارض نیاز است تا تعدیل هیستوگرام و نرم‌سازی تصویر انجام گردد زیرا منجر به استخراج عوارض بیشتری از تصویر می‌شود. هیستوگرام تصویر ورودی یکنواخت نیست و تصویری با کنتراست پایین داریم، هدف از تعدیل هیستوگرام به‌دست آوردن تصویری است که در آن درجات خاکستری به طور برابر توزیع شده باشد لذا تصویر نهایی از وضوح بهتر برخوردار خواهد بود. سپس از فیلتر دوجانبه[1] [۳۳] برای نرم‌سازی و حفظ لبه‌ها به طور همزمان استفاده می‌شود. برای این فیلتر ابعاد پنجره، انحراف معیار مکانی و شدت، به‌صورت تجربی، به ترتیب ۳، ۰٫۵ و ۲ انتخاب شد.

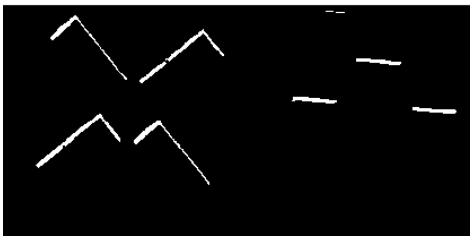
[1] Bilateral Filter

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



(الف)

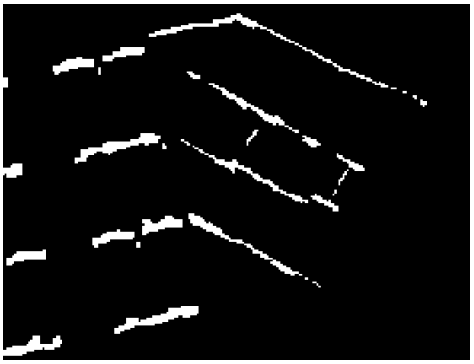


(ب)

شکل ۱۱: منطقه مورد مطالعه، الف) تصویر نمونه سوم و ب) داده مرجع که به صورت دستی انتخاب شده‌است.



(الف)



(ب)

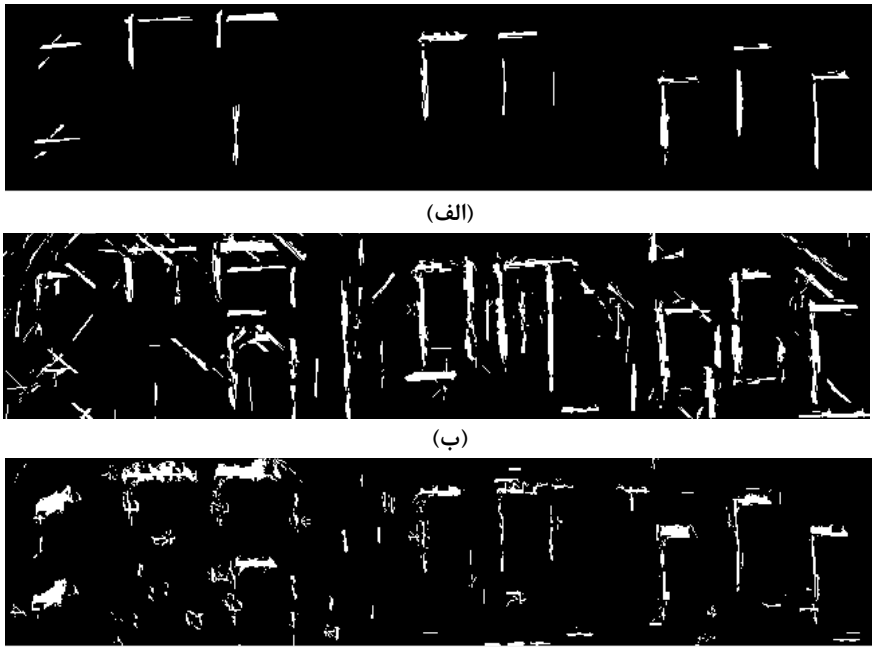
شکل ۱۲: منطقه مورد مطالعه، الف) تصویر نمونه چهارم و ب) داده مرجع که به صورت دستی انتخاب شده‌است.

پس از استخراج عوارض نقطه‌ای به استخراج جهات غالب عوارض پرداخته می‌شود. ابعاد پنجره مختلف امتحان شد و با ابعاد پنجره ۱۵×۱۵ جهت هر یک از عوارض به‌دست آمد. هرچه ابعاد پنجره بزرگتر باشد نمودار جهت نرم‌تر خواهد بود البته پهنای باند تابع کرنل نیز مؤثر است و کرنل گوسین با پهنای باند ۰/۱ برای برآورد جهت انتخاب شد. مجموعاً از ۸۸۰ عارضه نقطه‌ای مستخرج، ۴۸۸ عارضه هم‌جهت و با تابع گوسین دوقله‌ای به رنگ فیروزه‌ای نمایش داده شده است. به همین ترتیب ۱۷۵ و ۲۰۳ عارضه به‌ترتیب با تابع گوسین قرمز و سبز در شکل (۶) و شکل (۷) مشخص شده است.

به منظور استخراج لبه‌ها در جهات اصلی مستخرج از مرحله قبل، در الگوریتم MFC، باید ابعاد المان‌های ساختاری مربعی تنظیم گردد. ابعاد المان‌های ساختاری براساس ابعاد عوارض موجود در تصویر و قدرت تفکیک تصویر انتخاب می‌شود. مطابق با شکل (۱۳)، ابعاد مختلف برای r_1 و r_2 و L امتحان شد، مقدار بزرگ برای r_1، به از دست رفتن اطلاعات منجر شده (شکل (۱۳- الف) و در مقابل برای r_1 کوچک، بسیاری از ساختارهای پس‌زمینه در نقشه لبه باقی مانده‌است (شکل (۱۳)- ب). اگر ابعاد L کوچک باشد، لبه‌ها با طول کوچک استخراج می‌شود (شکل (۱۳-ج). به‌علت اینکه در این مرحله، شناسایی لبه‌های ساختمان اهمیت دارد، ابعاد المان‌های ساختاری را بزرگ انتخاب می‌کنیم تا جزئیات حذف شود زیرا منجر به شناسایی سایه‌های اشتباه می‌شود. در نهایت مقادیر r_1 و r_2 برابر با ۲۰ و المان ساختاری خطی L به طول ۲۵ استفاده شد (شکل (۸- الف).

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



(الف)

(ب)

(ج)

شکل ۱۳: ارزیابی لبه‌یابی بر مبنای الگوریتم MFC با ابعاد مختلف المان‌های ساختاری، الف) $r_1=20$، $r_2=10$ و $L=25$، ب) $r_1=5$، $r_2=10$ و $L=25$ و ج) $r_1=20$، $r_2=20$ و $L=10$

برای شناسایی سایه‌های اولیه، به‌صورت تجربی و با توجه به قدرت تفکیک تصویر و ابعاد ساختمان، المان‌های ساختاری برابر با $\Delta s=5$ ، $s_{max}=32$ و $s_{min}=2$ و ۷ جهت از ۰° تا ۱۸۰° با فاصله ۳۰° درنظرگرفته شد. البته حدآستانه T_s به‌صورت دستی و برابر با ۰/۰۲ انتخاب شد.

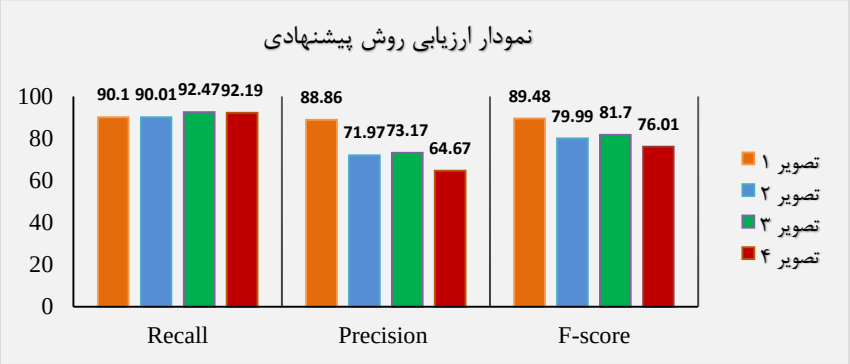
پس از استخراج لبه‌ها در جهات اصلی و استخراج سایه‌ها، به علت باریک بودن لبه‌ها و به‌منظور تلفیق آنها، لبه‌ها با عملگر مورفولوژی گسترش بزرگ می‌شوند. در این مرحله، المان ساختاری خطی با ابعاد ۳ انتخاب شده‌است و جهت این المان‌ها بر مبنای θ_{i1} متعلق به هر تابع گوسین دوقله‌ای است (عملگر مورفولوژی گسترش در جهات ۹۰°، ۱۷۷° و ۱۳۵°). به‌منظور از بین بردن حفره‌های کوچک، از عملگر مورفولوژی انسداد با المان ساختاری مربعی به ابعاد ۵ استفاده شد. همچنین می‌توان به‌حذف نواحی کوچک (در صورت وجود) که مرتبط با ساختمان نیستند، پرداخت. با استفاده از مؤلفه متصل[1]، سایه‌های حاصل از تلفیق به نواحی مستقل تبدیل شده و آن نواحی که از حدآستانه‌ای کوچک‌تر هستند حذف می‌گردند. در سایر تصاویر مورداستفاده پس از گسترش لبه‌ها و تلفیق، نیاز به انجام مرحله پس‌پردازش نبود.

در نهایت برای ۴ تصویر، مقادیر Recall، دقت و شاخص F بر حسب درصد مطابق با شکل (۱۴) است. با توجه به نتایج شناسایی سایه ساختمان در تصویر اول، سایه ساختمان‌های خیلی کوچک از دست می‌رود و احتمال طبقه‌بندی اشتباه وجود دارد (شکل (۱۵-الف) مگر آنکه تمام ساختمان‌های موجود در تصویر ابعاد مشابهی داشته باشند.

[1] Connected Component

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



شکل ۱۴: نمودار ارزیابی روش پیشنهادی برای تصویر اول و دوم با سه معیار Recall، دقت و شاخص F بر حسب درصد

در تصویر دوم به‌علت وجود پوشش گیاهی تیره، سایه‌های MSI همراه با پوشش گیاهی استخراج می‌گردد که برآورد جهات اصلی و استخراج لبه‌ها منجر به حذف پوشش گیاهی شده‌است (شکل (۱۶-الف). اما اگر در قسمت درخت و پوشش گیاهی عوارض نقطه‌ای هم‌جهت با جهات اصلی داشته باشیم، آنها نیز در مرحله لبه‌یابی شناسایی شده و در مرحله تلفیق تا حدی قادر به حذف آنها نخواهیم بود (شکل (۱۸-الف).

به‌منظور ارزیابی‌های بیشتر، روش پیشنهادی با دو روش دیگر مقایسه شده‌است. هوانگ و ژانگ [۱۱] شاخص MSI در بخش ۳-۴ را به‌دست‌آورده و با آستانه‌گذاری بر روی آن و تصویر روشنایی و شاخص NDVI، سایه‌ها را شناسایی کرده‌است. در روش دیگر سه باند طیفی NIR، R و G به فضای HSI منتقل و تصویر نسبت به وسیله باندهای اشباع و شدت به‌دست آمده و با حدآستانه‌گذاری آن و تفاضل میان تصویر سایه و NDVI، سایه‌های نهایی به‌دست آمده‌است [۱۸ و ۱۹]. لازم به ذکر است که تصاویر ۲ تا ۴ از سه باند B، G و R تشکیل شده و فاقد باند NIR می‌باشند لذا به ناچار از باندهای موجود استفاده شده‌است همچنین شاخص NDVI به‌صورت $\frac{G-R}{G+R}$ [۳۱] دست آمده و به‌صورت دستی آستانه‌گذاری شده‌است اما به‌صورت مطلوب منجر به شناسایی پوشش گیاهی نشده‌است. نتایج معیارهای ارزیابی برای روش پیشنهادی و دو روش فوق در جدول (۲) بیان شده است.

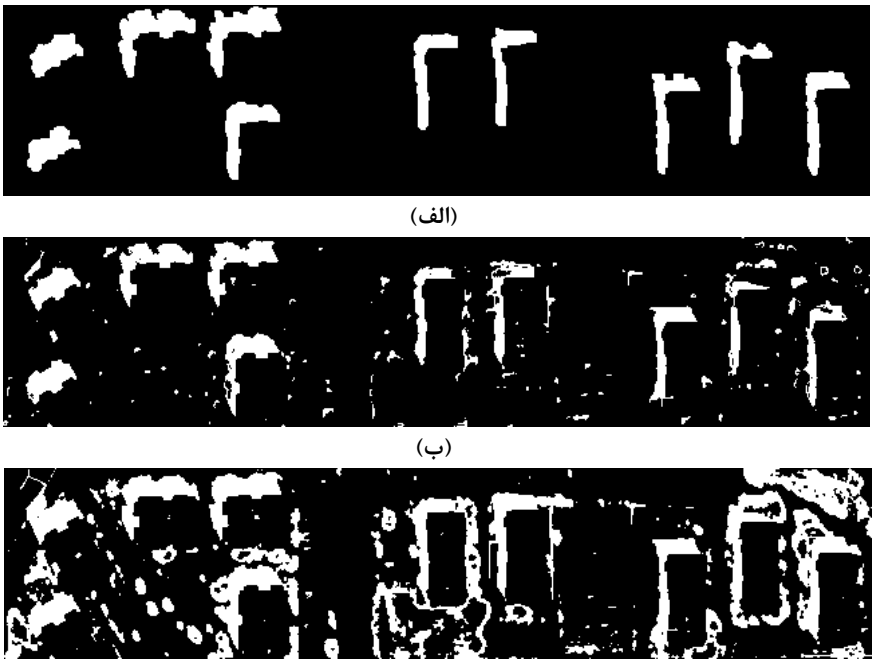
جدول ۳: ارزیابی نتایج روش پیشنهادی، روش هوانگ و ژانگ [۱۱] و روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹] بر حسب درصد

تصویر	روش پیشنهادی			شاخص تعریف شده توسط هوانگ و ژانگ [۱۱]			روش تبدیل فضای رنگی [۱۸, ۱۹]		
	Recall	Precision	F-score	Recall	Precision	F-score	Recall	Precision	F-score
۱	۹۰٫۱۰	۸۸٫۸۶	**۸۹٫۴۸**	۸۰٫۶۳	۷۹٫۸۸	۸۰٫۲۵	۹۱٫۰۶	۳۸٫۴۳	۵۴٫۰۵
۲	۹۰٫۰۱	۷۱٫۹۷	**۷۹٫۹۹**	۹۸٫۸۴	۳۳٫۱۳	۴۹٫۶۲	۸۶٫۲۶	۴۰٫۶۲	۵۵٫۲۴
۳	۹۲٫۴۷	۷۳٫۱۷	**۸۱٫۷۰**	۹۱٫۹۴	۱۷٫۸۱	۲۹٫۸۵	۷۷٫۸۱	۳۲٫۳۰	۴۵٫۶۵
۴	۹۲٫۱۹	۶۴٫۶۷	**۷۶٫۰۱**	۹۸٫۷۸	۴۰٫۶۶	۵۷٫۶۰	۹۵٫۳۰	۴۳٫۴۴	۵۹٫۶۸

منطقه شهری با بافت متراکمی از ساختمان‌ها به همراه پوشش گیاهی در تصویر چهارم وجود دارد. عدم شناسایی برخی سایه‌های کوچک منجر به Recall برابر با ۹۲٫۱۹ درصد در مقابل ۹۸٫۷۸ و ۹۵٫۳۰ دو روش

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

دیگر است اما روش پیشنهادی اشتباه‌های کمتری در شناسایی سایه ساختمان داشته و F-score بیشتری حاصل شده‌است. برخی از پوشش‌های گیاهی کوچک به علت هم جهتی با لبه ساختمان‌ها و همچنین وجود سایه‌های کوچک، قابل حذف نبوده‌است (شکل (۱۸-الف). دو روش MSI و تبدیل فضای رنگی قابلیت بالایی در شناسایی سایه‌های کوچک دارد اما منجر به اشتباه‌های بیشتری در شناسایی سایه ساختمان شده‌است (شکل (۱۸-ب و ج).

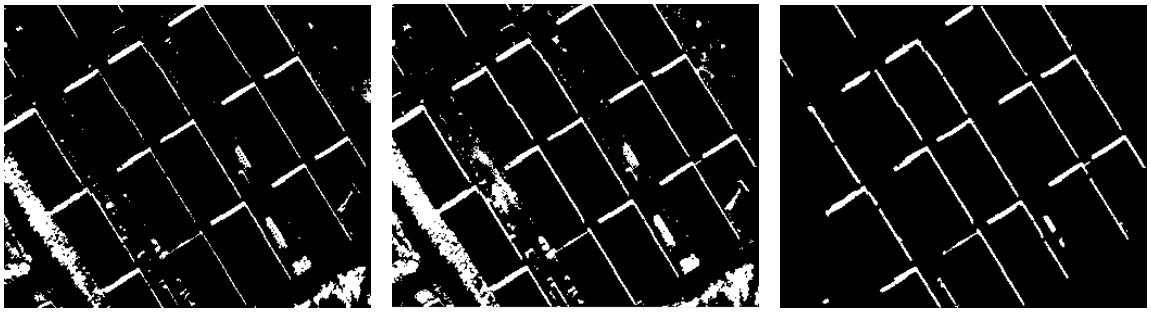


(الف)

(ب)

(ج)

شکل ۱۵: نتیجه شناسایی سایه ساختمان برای تصویر اول با الف) روش پیشنهادی، ب) شاخص تعریف شده توسط هوانگ و ژانگ [۱۱] و ج) روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹]

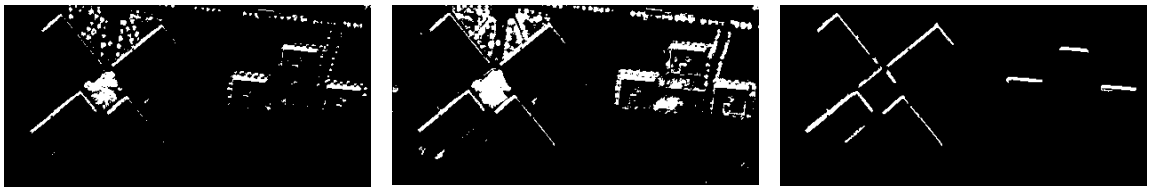


(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۶: نتیجه شناسایی سایه ساختمان برای تصویر دوم با الف) روش پیشنهادی، ب) شاخص تعریف شده توسط هوانگ و ژانگ [۱۱] و ج) روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹]

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۷: نتیجه شناسایی سایه ساختمان برای تصویر سوم با الف) روش پیشنهادی، ب) شاخص تعریف شده توسط هوانگ و ژانگ [۱۱] و ج) روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹]



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۸: نتیجه شناسایی سایه ساختمان برای تصویر چهارم با الف) روش پیشنهادی، ب) شاخص تعریف شده توسط هوانگ و ژانگ [۱۱] و ج) روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹]

در مجموع برای تصاویر با تراکم کمتری از ساختمان‌ها حتی با وجود جهات متنوع، به نتایج به مراتب بهتری دست خواهیم یافت در غیر این صورت نیاز به پس‌پردازش وجود دارد. برای تصاویر مورداستفاده به خصوص تصاویر RGB نیاز چندانی به محاسبه شاخص NDVI نخواهیم داشت زیرا روش پیشنهادی به‌میزان زیاد پوشش گیاهی را حذف نموده و سایه ساختمان‌ها را شناسایی می‌کند. لازم به ذکر است که، در این تحقیق، باید پارامترهای بسیاری به‌صورت دستی و بر مبنای تصویر مورد استفاده تنظیم شود که زمانبر خواهد بود. برای هر ۴ تصویر، معیار F-score که ترکیبی از دو معیار Recall و Precision است مقادیر مناسبتری نسبت به دو روش دیگر دارد که نشان‌دهنده کارایی و عملکرد مناسب روش پیشنهادی در تعیین سایه ساختمان است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این تحقیق شناسایی سایه ساختمان با استفاده از عوارض موضعی، لبه‌یابی و شاخص MSI بر مبنای تعیین جهت صورت گرفته‌است. سایه می‌تواند اطلاعات مفیدی در جهت شناسایی ساختمان باشد. روش پیشنهادی نیاز به تصویر چند طیفی حداقل با سه باند R، G و B دارد زیرا شناسایی سایه‌های اولیه با شاخص MSI، بر مبنای باندهای طیفی تصویر به‌دست آمده‌است. در ادامه، از این خصوصیت که ساختمان‌ها لبه‌های عمودی دارند استفاده کرده و جهات عوارض موضعی استخراج شده‌است. جهات اصلی وارد الگوریتم MFC شده و تنها لبه‌هایی که در جهات اصلی هستند به‌دست آمده و با سایه‌های استخراج شده تلفیق شده‌است و پس از برخی پس پردازش‌ها، سایه‌های نهایی که متعلق به ساختمان‌ها هستند استخراج شدند.

روش پیشنهادی بر روی ۴ تصویر با قدرت تفکیک بالا ارزیابی شده و نتایج با مناطق حاصل از تشخیص یک

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

عامل انسانی مقایسه گردید. همچنین به‌منظور ارزیابی بیشتر، سایه‌ها با دو روش MSI و تبدیل فضای رنگی به‌دست آمده‌است. برای هر ۴ تصویر معیار F-score روش پیشنهادی بیشترین مقدار را نسبت به دو روش دیگر دارد. معیار F-score برابر با ۸۹٫۴۸ در مقابل ۸۰٫۲۵ برای روش هوانگ و ژانگ [۱۱] و ۵۴٫۰۵ برای روش تبدیل فضای رنگی [۱۸ و ۱۹] نشان از عملکرد مناسب روش پیشنهادی است. ضمن اینکه الگوریتم پیشنهادی برای هر ۴ تصویر، مقدار Precision بالاتری نسبت به دو روش دیگر دارد. همچنین قابلیت بالایی در حذف پوشش گیاهی بدون استفاده از باند مادون قرمز و شاخص NDVI دارد. این امر به‌علت تلفیق سایه با لبه‌ها در جهات اصلی است. لازم به ذکر است که سایه‌های اولیه می‌تواند با سایر روش‌ها همچون تبدیل فضای رنگی استخراج و سپس با لبه‌ها در جهات اصلی تلفیق گردد، در این صورت سایه‌های اولیه بدون تنظیم پارامتر و به صورت خودکار استخراج خواهدشد.

مزیت این تحقیق عدم نیاز به برآورد جهت نور است و می‌تواند به منظور استخراج ساختمان در تحقیقات آتی به‌کار گرفته شود. در پایان پیشنهاد می‌شود که از روش ارائه شده در این تحقیق جهت شناسایی موقعیت ساختمان‌ها استفاده شود زیرا سایه‌های حاصل بیانگر ساختمان‌های مرتفع هستند. علاوه بر این در مرز دو کلاس سایه و غیرسایه، ابهام، بی‌ثباتی رنگ و تنوع روشنایی (ناشی از حضور نیم‌سایه) وجود دارد، پیشنهاد می‌شود که مرز میان این دو کلاس به دقت مشخص شود. همچنین بررسی ارزیابی کیفیت الگوریتم پیشنهادی بر روی مناطق با ساختمان‌های بسیار مرتفع و طول سایه بیشتر به تحقیقات آتی موکول می‌شود.

مراجع

[1] K. K. Singh, K. Pal, and M. Nigam, "Shadow detection and removal from remote sensing images using NDI and morphological operators," International Journal of Computer Applications, vol. 42, pp. 37-40, 2012.

[2] T. Kim, T. Javzandulam, and T.-Y. Lee, "Semiautomatic reconstruction of building height and footprints from single satellite images," in 2007 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2007, pp. 4737-4740.

[3] S. Ji and X. Yuan, "A method for shadow detection and change detection of man-made objects," JOURNAL OF REMOTE SENSING-BEIJING-, vol. 11, p. 323, 2007.

[4] C. Lin and R. Nevatia, "Building detection and description from a single intensity image," Computer vision and image understanding, vol. 72, pp. 101-121, 1998.

[5] H. Zhang, K. Sun, and W. Li, "Object-oriented shadow detection and removal from urban high-resolution remote sensing images," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 52, pp. 6972-6982, 2014.

[6] P. Raju, H. Chaudhary, and A. Jha, "Shadow analysis technique for extraction of building height using high resolution satellite single image and accuracy assessment," The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. 40, p. 1185, 2014.

[7] G. Liasis and S. Stavrou, "Satellite images analysis for shadow detection and building height estimation," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 119, pp. 437-450, 2016.

[8] H. Song, B. Huang, and K. Zhang, "Shadow detection and reconstruction in high-resolution satellite images via morphological filtering and example-based learning," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 52, pp. 2545-2554, 2014.

[9] A. Movia, A. Beinat, and F. Crosilla,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

"Shadow detection and removal in RGB VHR images for land use unsupervised classification," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2016.

[10] K. Shahi, H. Z. Shafri, and E. Taherzadeh, "A novel spectral index for automatic shadow detection in urban mapping based on worldview-2 satellite imagery," International Journal of Computer, Control, Quantum and Information Engineering, vol. 8, pp. 27-33, 2014.

[11] X. Huang and L. Zhang, "Morphological building/shadow index for building extraction from high-resolution imagery over urban areas," Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of, vol. 5, pp. 161-172, 2012.

[12] K. Adeline, M. Chen, X. Briottet, S. Pang, and N. Paparoditis, "Shadow detection in very high spatial resolution aerial images: A comparative study," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 80, pp. 21-38, 2013.

[13] G. Tolt, M. Shimoni, and J. Ahlberg, "A shadow detection method for remote sensing images using VHR hyperspectral and LIDAR data," in Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), 2011 IEEE International, 2011, pp. 4423-4426.

[14] S. M. Adler-Golden, M. W. Matthew, G. P. Anderson, G. W. Felde, and J. A. Gardner, "Algorithm for de-shadowing spectral imagery," in International Symposium on Optical Science and Technology, 2002, pp. 203-210.

[15] L. Lorenzi, F. Melgani, and G. Mercier, "A complete processing chain for shadow detection and reconstruction in VHR images," IEEE transactions on geoscience and remote sensing, vol. 50, pp. 3440-3452, 2012.

[16] P. M. Dare, "Shadow analysis in high-resolution satellite imagery of urban areas," Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 71, pp. 169-177, 2005.

[17] S. Bhaskaran, S. Devi, S. Bhatia, A. Samal, and L. Brown, "Mapping shadows in very high-resolution satellite data using HSV and edge detection techniques," Applied Geomatics, vol. 5, pp. 299-310, 2013.

[18] A. Manno-Kovacs and A. O. Ok, "Building detection from monocular VHR images by integrated urban area knowledge," Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE, vol. 12, pp. 2140-2144, 2015.

[19] [19] A. O. Ok, C. Senaras, and B. Yuksel, "Automated detection of arbitrarily shaped buildings in complex environments from monocular VHR optical satellite imagery," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 51, pp. 1701-1717, 2013.

[20] A. Khekade and K. Bhoyar, "Shadow detection based on RGB and YIQ color models in color aerial images," in Futuristic Trends on Computational Analysis and Knowledge Management (ABLAZE), 2015 International Conference on, 2015, pp. 144-147.

[21] N. Tatar, M. Saadatseresht, H. Arefi, and A. Hadavand, "A new object-based framework to detect shadow in high-resolution satellite imagery over urban areas," Geomatics Science And Technology, vol. 5, pp. 11-21, 2016.

[22] G. DUAN, H. GONG, W. ZHAO, X. TANG, and B. CHEN, "An index-based shadow extraction approach on high-resolution images," in International Symposium on Satellite Mapping Technology and Application, 2013, pp. 19-26.

[23] Y. Wei, Z. Zhao, and J. Song, "Urban building extraction from high-resolution satellite panchromatic image using clustering and edge detection," in Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2004. IGARSS'04. Proceedings. 2004 IEEE International, 2004, pp. 2008-2010.

[24] O. Benarchid, N. Raissouni, S. El Adib, A. Abbous, A. Azyat, N. B. Achhab, et al.,

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

"Building extraction using object-based classification and shadow information in very high resolution multispectral images, a case study: Tetuan, Morocco," Canadian Journal on Image Processing and Computer Vision, vol. 4, pp. 1-8, 2013.

[25] B. Sirmacek and C. Unsalan, "Building detection from aerial images using invariant color features and shadow information," in Computer and Information Sciences, 2008. ISCIS'08. 23rd International Symposium on, 2008, pp. 1-5.

[26] A. Shahtahmassebi, N. Yang, K. Wang, N. Moore, and Z. Shen, "Review of shadow detection and de-shadowing methods in remote sensing," Chinese Geographical Science, vol. 23, pp. 403-420, 2013.

[27] V. Chondagar, H. Pandya, M. Panchal, R. Patel, D. Sevak, and K. Jani, "A Review: Shadow Detection and Removal," International Journal of Computer Science and Information Technologies, vol. 6, pp. 5536-5541, 2015.

[28] C. Harris and M. Stephens, "A combined corner and edge detector," in Alvey vision conference, 1988, p. 50.

[29] A. Kovacs and T. Szirányi, "Improved harris feature point set for orientation-sensitive urban-area detection in aerial images," Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE, vol. 10, pp. 796-800, 2013.

[30] N. Otsu, "A threshold selection method from gray-level histograms," Automatica, vol. 11, pp. 23-27, 1975.

[31] A. Manno-Kovacs and T. Sziranyi, "Orientation-selective building detection in aerial images," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 108, pp. 94-112, 2015.

[32] I. Zingman, D. Saupe, and K. Lambers, "A morphological approach for distinguishing texture and individual features in images," Pattern Recognition Letters, vol. 47, pp. 129-138, 2014.

[33] W. G. Zhang, F. Liu, and L. Jiao, "SAR image despeckling via bilateral filtering," Electronics letters, vol. 45, pp. 781-783, 2009.

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

K. N. TOOSI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY
FACULTY OF GEODESY AND GEOMATICS ENGINEERING

Journal of Geospatial Information Technology
Vol.6, No.3, Autumn 2018

Shadow extraction of building using fusion of edge and point feature orientation from high resolution satellite imagery

Farzane Yousefiyan.*[1], Hamin Ebadi [2], Amin Sedaghat [3]

1- MS.c student, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University of Technology
2- Associate professor, Department of Photogrammetry and Remote Sensing, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, K.N. Toosi University of Technology
3- Assistant Professor, Department of Surveying and Geomatics Engineering, University of Tabriz

Abstract

Shadow detection is an important preprocessing step in many applications of remote sensing, particularly in high resolution images. Shadow represents information about the shape, relative position and direction of the object and in urban environments occupy a significant portion of the image. Shadow can have positive and negative effects in objects interpretation. Shadows can be regarded as a type of useful information in building position recognition and height estimation. Researchers have presented model-based methods, property-based methods and based on index to shadow detection. In this research, we use local feature to identify the shadow of buildings in order to detect building position recognition. After point local feature extraction, we estimate their orientation. Orientation histogram calculate and due to the perpendicular edges of different buildings can extract main orientations. Edge map definition, which emphasizes edges only in the main orientations and dilate in the main orientations. This improved edge map is fused with initial shadow features. Edges are used to detect shadow of building and remove shadows that are not for the building. The proposed method was performed on four high-resolution image. Ground reference data obtained manually and Recall, precision and F-score, in best situation, respectively 90.1, 88.86 and 89.48 indicate the efficiency and proper performance of the proposed method.

Key words: Main Orientation, Edge Detection, Shadow Detection, Fusion, Point Local Feature

[Downloaded from jgit.kntu.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jgit.6.3.123]

Correspondence Address: Department of Photogrammetry and Remote Sensing, Faculty of Geodesy and Geomatics Engineering, Khajeh Nasir Toosi University of Technology, Tehran, Iran
Tel:. +98 21 88888445..
Email: fyousefian@mail.kntu.ac.ir