۱۳۰۷
دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین‌طوسی
دانشکده مهندسی نقشه برداری (ژئودزی و ژئوماتیک)

پایان‌نامه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی عمران- نقشه‌برداری
گرایش سنجش از دور

تهیه نقشه تغییرات در مناطق شهری با استفاده از تلفیق تصاویر ابر طیفی و اپتیکی با حد تشخیص مکانی بالا

اساتید راهنما:
دکتر محمدجواد ولدان زوج
دکتر مهدی مختار زاده

نگارش:
رقیه زلیکانی

زمستان ۱۳۹۲

بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

چشمه های جوشان محبت

جلوه های مهر و عطوفت الهی

لبخندهای پر مهر زندگیم

پدر و مادر عزیزم

که در تمام مراحل زندگی، به من راه و رسم درست زیستن را آموختند.

فرم حق طبع و نشر مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن است. هر گونه کپی‌برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی مجاز می‌باشد. ضمناً متن این صفحه نیز باید در چند نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشد و بدون اجازه کتبی دانشگاه به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

سپاس

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان ساخت.

به مصداق «من لم یشکر المخلوق لم یشکر الخالق» بسی شایسته است از استادان فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر محمدجواد ولدان زوج و آقای دکتر مهدی مختار زاده که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و گلشن سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کار ساز و سازنده بارور ساختند تقدیر و تشکر نمایم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از سازمان جغرافیایی کشور و همچنین سازمان نقشه-برداری کشور که اینجانب را در تأمین داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز یاری نموده‌اند، تقدیر و تشکر کنم.

با تشکر و سپاس

رقیه زلیکانی

چکیده

پایش و نظارت رشد شهری دقیق و سریع، با توجه به تغییرات وسیع این مناطق در سراسر جهان، نیازمند روش‌ها و تکنیک‌های قدرتمندی است. این در حالی است که روش‌های سنتی نقشه‌برداری توانایی لازم برای ارائه اطلاعات مقرون به صرفه و به هنگام را ندارند. این امر متخصصین را به سمت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و فناوری سنجش از دور سوق داده است. بزرگ‌ترین چالش در آشکارسازی و ارزیابی تغییرات با استفاده از فناوری سنجش از دور به خصوص برای مناطق شهری، شناسایی دقیق سهم نسبی بازتابش مواد مختلف است. دستیابی به این مهم نیازمند توان تفکیک بالای تصاویر اخذ شده از منطقهٔ مورد مطالعه، به منظور تمایز بهتر میان انواع مختلف کلاس‌های کاربری و پوشش زمینی، می‌باشد.

این پایان‌نامه پتانسیل استفاده از سنجنده‌های ابرطیفی و بزرگ مقیاس اپتیکی را برای آشکارسازی تغییرات مناطق شهری، از طریق تلفیق آنها مورد ارزیابی قرار می‌دهد.

در این راستا داده‌های پانکروماتیک با حد تفکیک مکانی بالا (تصاویر پانکروماتیک IRS-PAN مربوط به سنجنده CARTOSAT_1 و عکس هوایی) با تصاویر ابرطیفی Hyperion مربوط به نسیم‌شهر با استفاده از الگوریتم‌های مختلف تلفیق مثل روش‌های تبدیل ویولت، آنالیز مؤلفه اصلی ، Gram-Schmidt ترکیب شدند. . نتایج حاصل از تلفیق، با داده‌های اولیه Hyperion از نظر کیفیت طیفی و با داده‌های IRS-PAN و عکس هوایی از نظر کیفیت مکانی مقایسه شدند. نتایج حاصل از ارزیابی طیفی تصاویر تلفیق شده نشان می‌دهد روش Haar-wavelet در حفظ خصوصیات طیفی در تصویر نهایی بهتر عمل کرده است. ارزیابی کیفی تصاویر بدست آمده حاکی از آنست که افزایش قابل توجهی در کیفیت مکانی هر یک از تصاویر تلفیقی در مقایسه با داده ابرطیفی Hyperion حاصل شده است.

تصویر تلفیقی حاصل در مرحله آشکارسازی تغییرات مورد استفاده قرار گرفته است. روش‌های زیادی جهت آشکارسازی تغییرات با استفاده از داده‌های منابع مختلف سنجش از دور توسعه یافته است. در این پایان‌نامه تکنیک‌هایی نظیر روش تفاضل باندها ، شناسایی تغییرات چندمتغیری برمبنای

پس‌پردازش Kernel-PCA و مقایسه بعد از طبقه‌بندی شیءگرای تصاویر جهت کشف تغییرات تصویر تلفیق شده حاصل از داده‌های ابرطیفی Hyperion و بزرگ مقیاس اپتیکی (تصاویر پانکروماتیک و عکس هوایی) مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بطورکلی دقت روش‌های آشکارسازی بهبود یافته است. با مقایسه عملکرد روش‌های مختلف با استفاده از روش ماتریس خطا و داده رفرانس می‌توان گفت، روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی شیءگرا بدلیل دقت بالای طبقه‌بندی از بین تکنیک‌های بکار رفته دارای دقت بهتری در آشکارسازی تغییرات شهری منطقه مورد مطالعه داشته است.

نتایج حاصل نمایانگر پتانسیل استفاده از داده‌های ابرطیفی به همراه داده بزرگ مقیاس اپتیکی بصورت ترکیبی با استفاده از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی شیءگرا جهت کشف تغییرات می‌باشد. بطوریکه دقت کلی حاصل از آشکارسازی تغییرات با استفاده از این روش ۸۲٪ و ضریب کاپای بدست آمده ۰/۸ می‌باشد.

واژگان کلیدی: آشکارسازی تغییرات، مناطق شهری، طبقه‌بندی شیءگرا، داده‌های ابر طیفی، داده بزرگ مقیاس اپتیکی.

فهرست مطالب

فصل اول-مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۱-۱- تصاویر چند طیفی و ابرطیفی در آشکارسازی تغییرات ۴

۱-۲-طرح مسئله و ضرورت انجام تحقیق ۷

۱-۳- اهداف تحقیق و سؤالات تحقیق ۹

۱-۴- روش انجام تحقیق ۱۱

۱-۴- ساختار پایان‌نامه ۱۳

فصل دوم-پیشینه تحقیق ۱۷

۲-۱-مقدمه ۱۸

۲-۲- کشف تغییرات شهری با استفاده از سنجش از دور ابر طیفی ۱۹

۲-۳-مروری بر تحقیقات انجام‌شده در زمینه تلفیق تصاویر ۲۰

۲-۴-مروری بر مدل جداسازی طیفی ۲۵

۲-۵-مروری بر تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات ۲۸

۲-۵-۱-روش‌های نظارت نشده کشف تغییرات ۲۹

۲-۵-۱-۲-روش شناسایی تغییرات چند متغیره (MAD) ۳۰

۲-۵-۲-روش‌های نظارت شده کشف تغییرات ۳۱

۲-۶-نقشه تغییرات ۳۶

۲-۷-خلاصه ۳۶

فصل سوم-نمای کلی روش‌های مورد استفاده ۳۶

۳-۱-مقدمه ۳۷
۳-۲-تلفیق تصاویر ۳۸
۳-۲-۱-روش PC Spectral Sharpening ۳۹
۳-۲-۲-روش Gram-Schmidth Sharpening ۴۰
۳-۲-۳-تبدیل Wavelet ۴۱
۳-۲-۳-۱- روش Wavelet-Haar ۴۲
۳-۲-۳-۲- روش Á Trous Wavelet ۴۲
۳-۳-شاخص‌های ارزیابی نتایج تلفیق ۴۴
۳-۴-آنالیز اختلاط طیفی و آنالیز اختلاط طیفی چند مؤلفه‌ای ۴۷
۳-۵-آشکارسازی تغییرات ۵۲
۳-۵-۱-روش تفاضلی باندها ۵۲
۳-۵-۲-روش شناسایی تغییرات چند متغیری (MAD) ۵۲
۳-۵-۳-روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی ۵۴
۳-۶-خلاصه ۵۷
فصل چهارم- منطقه مورد مطالعه و داده‌های مورد استفاده ۵۸
۴-۱-مقدمه ۵۹
۴-۲-مجموعه داده‌ها ۵۹
۴-۲-۱-محدودیت داده ۶۱
۴-۳-منطقه مورد مطالعه ۶۲
۴-۴-مراحل آماده‌سازی داده‌ها ۶۴

۴-۴-۱-تصحیح اتمسفری تصاویر Hyperion ۶۷
۴-۴-۲-انتخاب زیرمجموعه طیفی مناسب ۶۷
۴-۴-۳-تصحیح هندسی ۶۸
۴-۵- خلاصه ۶۹
فصل پنجم-پیاده‌سازی روش و تحلیل نتایج ۶۹
۵-۱-مقدمه ۷۰
۵-۲-تلفیق تصاویر ۷۱
۵-۳-بررسی نتایج حاصل از تلفیق ۷۲
۵-۴-آشکارسازی تغییرات ۷۷
۵-۴-۱-تفاضل تصاویر ۷۸
۵-۴-۲-روش شناسایی تغییرات چند متغیری (MAD) ۸۰
۵-۴-۲-۱-آنالیز کرنل مؤلفه مستقل(Kernel-PCA) ۸۳
۵-۴-۳-روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی ۸۴
۵-۴-۳-۱-جداسازی طیفی تصویر تلفیق‌شده با استفاده از آنالیز اختلاط طیفی MESMA ۸۴
۵-۴-۳-۲-طبقه‌بندی تصاویر تلفیق شده ۸۷
۵-۴-۴- ارزیابی دقت روش‌های آشکارسازی تغییرات ۱۰۸
۵-۴-تحلیل نتایج و عدم قطعیت‌ها ۱۱۲
فصل ششم- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۱۱۸
۶-۱-نتیجه‌گیری کلی ۱۲۱
۶-۲-پیشنهادات ۱۲۶

مراجع ۱۲۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱) نمای کلی روند تحقیق ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۲-۱) خلاصه پیشینه تحقیق ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۳-۱) متوازی‌السطوح مربوط به الگوریتم تبدیل موجک تجزیه 'a` trous'..... ۴۳
شکل۳-۲) روند کلی مدل MESMA..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۴-۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه نسیم شهر، تهران، ایران..... ۶۳
شکل ۴-۲) مراحل مختلف پیش‌پردازش ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۵-۱)روش کلی تحقیق ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۵-۲) نتایج حاصل از تلفیق تصاویرHyperion (۲۰۰۹) و پانکروماتیک IRS (۲۰۱۰). (الف) تصویر پانکروماتیک IRS-PAN(۲۰۱۰)، (ب) تصویر تلفیقی حاصل از روش PC، (ج) تصویر تلفیقی حاصل از روشGS ، (د) تصویر تلفیقی حاصل از روش Haar-Wavelet ، (ه) تصویر تلفیقی حاصل از روشATWT **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۳)نتایج حاصل از تلفیق تصاویرHyperion (۲۰۰۴) و عکس هوایی (۲۰۰۲)..... ۷۷
شکل ۵-۴) تفاضل ساده باند اول تصویر تلفیق‌شده در زمان ثانویه از باند اول تصویر تلفیق‌شده زمان اولیه، نواحی بسیار تیره و بسیار روشن بیانگر تغییرات رخ داده‌شده است..... ۷۸
شکل ۵-۵) نقشه تغییرات حاصل از تفاضل باند اول و حدآستانه اتوماتیک Otsu، نواحی با رنگ قرمز نمایانگر تغییرات افزوده شده و رنگ آبی نواحی کاسته شده در منطقه مورد مطالعه میباشد..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۶) نقشه تغییرات حاصل از تفاضل باند داده‌های پانکروماتیک و اعمال حدآستانه اتوماتیک Otsu، نواحی با رنگ قرمز نمایانگر تغییرات افزوده شده (که در این تصاویر شناسایی نشده است) و رنگ آبی نواحی کاسته شده در منطقه مورد مطالعه میباشد. ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۷) روش MAD بکار رفته در این تحقیق جهت آشکارسازی تغییرات... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۸) (الف) نمای دو بعدی پراکندگی طیفی MAD1 در مقابل MAD2، (ب) نمای دو بعدی پراکندگی طیفی باند اول تصویر تلفیقی اولیه در مقابل باند دوم (بدون اعمال MAD) ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۹)مؤلفه‌های MAD حاصل از کشف تغییرات تصاویر تلفیقی زمان اولیه و ثانویه، (الف) مؤلفه MAD1، (ب) مؤلفه MAD 2، (ج) مؤلفه MAD42، (د) مؤلفه MAD RGB. ..... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۵-۱۰) تغییرات شناسایی شده توسط سه مؤلفه اول KPCA/MAD با اعمال حدآستانه اتوماتیک..... ۸۴
شکل۵-۱۱) تغییرات شناسایی شده توسط MAD روی داده‌های پانکروماتیک..... ۸۵
شکل۵-۱۲) نقشه‌های درصد فراوانی بدست آمده از اعمال MESMA روی تصویر تلفیق شده با روش Haar-Wavelet. (الف) نقشه درصد فراوانی عضو خالص راه، (ب) نقشه درصد فراوانی عضو خالص ساختمان، (ج) نقشه درصد فراوانی عضو خالص پوشش گیاهی، (د) نقشه درصد فراوانی عضو خالص خاک لخت، در (الف)، (ب)، (ج)، نواحی روشن بیانگر حضور بیشتر عضو خالص مورد نظر بوده و نواحی تیره نمایانگر حضور کم عضوهای خالص میباشد. در حالیکه در (د) نواحی تیرهتر نشانگر حضور بیشتر عضو خالص خاک در آن نقاط میباشد... **Error! Bookmark not defined.**
شکل۵-۱۳) طبقه‌بندی شیءگرا تصاویر تلفیقی بدست آمده از روش Haar-Wavelet. (الف) تصویر تلفیق شده زمان اولیه (تلفیق Hyperion و عکس هوایی)، (ب) تصویر تلفیق شده زمان ثانویه (تلفیق Hyperion و IRS-PAN). توجه: رنگ زرد: ساختمان، رنگ خاکستری: راه، رنگ سبز: پوشش گیاهی و رنگ قهوه‌ای: خاک. **Error! Bookmark not defined.**

شکل۵-۱۴) (الف) طبقه‌بندی شیءگرا عکس هوایی (۲۰۰۲)، (ب) طبقه‌بندی شیءگرا تصویر پانکروماتیک (۲۰۱۰). توجه: رنگ زرد: ساختمان، رنگ خاکستری: راه، رنگ سبز: پوشش گیاهی و رنگ قهوه‌ای: خاک ۱۰۰
شکل۵-۱۵) (الف) طبقهبندی SVM تصویر حاصل از تلفیق تصویر Hyperion (۲۰۰۴) و عکس هوایی(۲۰۰۲)، (ب) طبقهبندی SVM تصویر حاصل از تلفیق تصویر Hyperion (۲۰۰۹) و تصویر IRS-PAN (۲۰۱۰). توجه: رنگ سبز: پوشش گیاهی، رنگ آبی: ساختمان، رنگ قرمز: خاک و رنگ زرد: راه. **Error! Bookmark not defined.**.....
شکل ۵-۱۶) نقشه حاصل از مقایسه بعد از طبقه‌بندی تصاویر تلفیق‌شده زمان‌های اولیه و ثانویه **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۱۷) نقشه حاصل از مقایسه بعد از طبقه‌بندی تصاویر پانکروماتیک زمان‌های اولیه و ثانویه۱۱۹۰۰۰۰۰۰۰۰۰
شکل ۵-۱۸) میزان تغییرات کلاس‌های شهری با استفاده از تصاویر تلفیق شده **Error! Bookmark not defined.**
شکل ۵-۱۹) ارزیابی دقت تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات با استفاده از تصاویر تلفیق شده **Error! Bookmark not defined.**

فهرست جدول‌ها

جدول۴-۱) خصوصیات داده‌های مورد استفاده ۶۱
جدول۴-۲) خطای RMSE نقاط کنترل حاصل از هم مرجع کردن تصاویر ۶۸
جدول ۵-۱) ارزیابی روش‌های مختلف تلفیق ۷۶
جدول ۵-۲) همبستگی بین باندهای تصویر ابرطیفی و همبستگی بین باندهای تصویر تلفیق شده ۷۶
(Band1(Red)=640/4972 , Band2(Green)= 538/7444, Band3 =701/5486) ۷۶
جدول۵-۳) مقایسه عملکرد تکنیک‌های مختلف تلفیق تصاویر ۷۷
جدول۵-۴) معیارهای قطعه‌بندی ۹۰
جدول۵-۵) روش شیءگرا در طبقه‌بندی تصاویر تلفیق شده ۹۵
جدول۵-۶) روش شیءگرا در طبقه‌بندی تصاویر تلفیق شده ۹۷
جدول۵-۷) ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصویر حاصل از تلفیق Hyperion (۲۰۰۴) و عکس هوایی (۲۰۰۲)..... ۱۰۱
جدول۵-۸) ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصویر حاصل از تلفیق تصویر Hyperion (۲۰۰۹) و تصویر IRS-PAN (۲۰۱۰) ۱۰۲
جدول۵-۹) ارزیابی دقت طبقه‌بندی عکس هوایی مربوط به سال ۲۰۰۲ ..... ۱۰۳
جدول۵-۱۰) ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصویر پانکروماتیک مربوط به سال ۲۰۱۰ ..... ۱۰۴
جدول۵-۱۱) ارزیابی دقت طبقه‌بندی پیکسل‌مبنای SVM تصویر حاصل از تلفیق شده Hyperion (۲۰۰۴) و عکس هوایی (۲۰۰۲) ۱۰۵
جدول۵-۱۲) ارزیابی دقت طبقه‌بندی پیکسل‌مبنای SVM تصویر حاصل از تلفیق شده Hyperion (۲۰۰۹) و تصویر IRS-PAN (۲۰۱۰) ۱۰۶
جدول۵-۱۳) مقایسه عملکرد تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات تصاویر تلفیق شده زمان اولیه و ثانویه بر مبنای نواحی تغییریافته/ نواحی بدون تغییر ۱۱۰
جدول۵-۱۴) دقت تولیدکننده و کاربر مربوط به کلاس‌های تغییریافته و بدون تغییر حاصل از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی تصاویر تلفیقی ۱۱۱
جدول۵-۱۵) مقایسه عملکرد تکنیک‌های آشکارسازی تغییرات داده‌های پانکروماتیک زمان اولیه و ثانویه بر مبنای نواحی تغییریافته/ نواحی بدون تغییر ۱۱۲

فصل اول-مقدمه

۱-۱- مقدمه

تغییرات کاربری و نوع پوشش زمینی اثراتی در میزان فرسایش خاک و تغییرات اقلیم برجای می-گذارد. بسیاری از مطالعات زیست محیطی حاکی از آن است که تغییرات محیط زیست بیشتر به دلیل فعالیت‌های انسانی رخ می‌دهد. توسعه‌ی شهری یکی از مهم‌ترین تغییرات کاربری و نوع پوشش زمینی است. یکی از دلایل عمده توسعه‌ی شهری رشد سریع جمعیت در نواحی شهری است. بنابراین افزایش نرخ جمعیت در شهرها منجر به پیامدهای زیست محیطی و اجتماعی مثل توسعه شهری، مسکن ناکافی، سیستم حمل‌ونقل ناکارآمد، تأمین نامنظم برق، شبکه فاضلاب نامناسب، آب آشامیدنی ناکافی و غیره می‌گردد. در این بین داده‌های سنجش از دور نقش مهمی در نمایش و کشف تغییرات شهری و همچنین فراهم آوردن اطلاعاتی ضروری جهت توسعه در آینده ایفا می‌کند.

درگذشته محققان و برنامه‌ریزان با تکیه بر تفسیر دستی عکس‌های هوایی به تولید نقشه‌های کاربری زمین می‌پرداختند. روش‌های زمینی سنتی برای نقشه‌برداری کاربری زمین کاری فشرده و زمان‌بر است بطوریکه با گذشت زمان این نقشه‌ها منسوخ می‌شوند، خصوصاً در محیط‌های شهری که سریعاً در حال تغییر هستند. در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا منجر به افزایش کاربرد سنجش از دور شده است بطوریکه باعث جایگزینی آن با روش‌های سنتی و فتوگرامتری هوایی شد. در حال حاضر با توسعه‌ی فناوری سنجش از دور و قابلیت دسترسی به تصاویر رقومی با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا، امکان تولید نقشه‌های کاربری به هنگام، ارزان‌تر و دقیق‌تر فراهم شده است. آشکارسازی دقیق تغییرات شهری جهت بصری سازی و ارزیابی رشد پراکندگی در برنامه‌ریزی و مدیریت قابل توجه است داده‌های ماهواره‌ای برای تشخیص تغییرات در برنامه‌ریزی

شهری و پوشش زمینی و کاربری زمینی به دلیل هزینه کم و پوشش تکراری، ارائه جزئیات بیشتر و امکان هم‌پوشانی تصاویر مربوط به زمان‌های مختلف، بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند.

وجود تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا منجر به افزایش کاربرد سنجش از دور در زمینه‌های مختلف از جمله کاربری زمین مثل کشاورزی، جنگل، نمایش بلایای طبیعی، زمین‌شناسی، هیدروگرافی، طبقه‌بندی کاربری و پوشش زمینی و تولید نقشه شده است. با استفاده از این داده‌ها می‌توان محصولات کشاورزی را در بازه‌ی زمانی کوتاه‌تری پایش کرد و می‌توان نواحی خاصی را مورد بررسی قرار داده و برخی عوامل مورد نیاز را پیش‌بینی کرد و در نهایت قادر به تولید نقشه‌هایی با جزئیات بیشتر و به‌روز خواهیم بود. برنامه‌ریزان شهری جهت توسعه شهری از داده‌های دقیق‌تری که دارای قدرت تفکیک مکانی-طیفی بالاتری هستند، بهره می‌برند.

در حال حاضر همچنین توسعه‌ی کاربرد این تصاویر در مناطق شهری و مدیریت و برنامه‌ریزی شهری نیز قابل توجه است و شامل مدیریت منابع طبیعی و توسعه شهری، برنامه‌ریزی شبکه حمل‌ونقل، کاداستر و توصیف بلایایی نظیر توفان، سیل و آتش‌سوزی و آشکارسازی عوارض و کشف تغییرات می‌شود.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا، تهیه نقشه و طبقه‌بندی پوشش زمین شهری است. به دلیل پیچیدگی منطقه شهری و عدم در نظر گرفتن خصوصیات مکانی تصویر در طبقه‌بندی روشاول پیکسل‌مبنا و ناسازگاری بین مقیاس (اندازه پیکسل) و خصوصیات مکانی اهدافی مثل ساختمان، استفاده این نوع طبقه‌بندی‌های طیف‌مبنا در این مناطق بی‌نتیجه خواهد بود. بنابراین نیازمند روش‌هایی هستیم که علاوه بر اطلاعات طیفی تصویر، اطلاعات مکانی از قبیل بافت و شکل را نیز در طبقه‌بندی در نظر می‌گیرد [۱]. منطقه شهری شامل انواع مختلفی از سطوح غیر قابل‌نفوذ مثل ساختمان، راه‌ها (خیابان‌های شهری و بزرگراه‌ها)، نواحی پارکینگ و پیاده‌روها و همچنین سطوح قابل‌نفوذ نظیر پوشش گیاهی (درخت و چمن)، آب و خاک می‌باشد. طبقه‌بندی

سطوح قابل‌نفوذ با استفاده از اطلاعات طیفی تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا منجر به افزایش دقت طبقه‌بندی می‌شود [۲]. درحالی‌که اگر هدف طبقه‌بندی استخراج سطوح غیر قابل‌نفوذ باشد، به دلیل تغییرات طیفی درون کلاسی و شباهت طیفی بین کلاسی، تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا با مشکلاتی همراه خواهد بود. برای غلبه بر این مشکل علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مکانی نیز استفاده می‌شود. قدرت تفکیک مکانی بالا جهت دستیابی به اطلاعات دقیق و جزئی مربوط به تغییرات رخ داده در مناطق شهری و همچنین داده‌های چند طیفی برای تمایز طیفی بهتر میان کلاس‌ها مورد نیاز می‌باشد.

تلفیق تصاویر با هدف ادغام خصوصیات داده‌هایی با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا انجام می‌گیرد. فرآیند تلفیق به کاربر امکان تفسیر تصاویر در آنالیزهای مختلف از کاربردهای متفاوت را می‌دهد. Pohl and Genderen Van [۳] اظهار داشتند که تلفیق تصاویر ابزاری برای ترکیب تصاویر منابع مختلف با استفاده از روش‌ها و روشهای پیشرفته می‌باشد. در واقع هدف اصلی تلفیق در این تحقیق، رسیدن به وضوح بیشتر و بهبود عوارض مشخصی که در یکی از دو تصویر معلوم نیست، جایگزینی داده‌های معیوب، داده مکمل جهت بهبود طبقه‌بندی و شناسایی تغییرات با استفاده از داده‌های چند زمانه می‌باشد.

در تحقیق حاضر، تلفیق داده‌های پانکروماتیک با تصاویر ابر طیفی با استفاده از برخی از الگوریتم‌های تلفیق و بارزسازی انجام می‌گیرد تا به کیفیت بهتری از داده‌های ابر طیفی در کاربردهایی نظیر طبقه‌بندی و کشف تغییرات دست یابیم.

۱-۱-۱- تصاویر چند طیفی و ابرطیفی در آشکارسازی تغییرات

نوع داده‌های سنجش از دوری مورد نیاز به موضوع مورد مطالعه و آنالیز مقیاس مکانی بستگی دارد. مثلاً آنالیز مقیاس منطقه‌ای ممکن است نیازمند داده‌های چند طیفی با وضوح متوسط باشد که

منطقه وسیعی را در یک تصویر پوشش می‌دهد [۴]. با این حال، این مجموعه داده برای تجزیه و تحلیل دقیق از یک ساختمان و یا بلوک‌های ساختمانی که ناهمگونی طیفی و پیچیدگی‌های مورفولوژی بیشتری دارد، کافی نیست.

در مقایسه با روش‌های مورد استفاده برای تصاویر با وضوح کم یا متوسط، آشکارسازی تغییرات نواحی شهری به دلیل پیچیدگی ذاتی برخی داده‌ها بسیار چالش‌برانگیز است. بهبود قدرت تفکیک مکانی، مسئله پیکسل‌های مختلط ارائه‌شده در تصاویر چند طیفی را تا حدی حل می‌کند ولی همزمان با افزایش تغییرپذیری طیف درون کلاسی (تنوع درون کلاسی)، تغییرپذیری طیفی بین کلاس‌های مختلف (تنوع بین کلاسی) کاهش می‌یابد. تنوع زیاد درون کلاسی و تنوع کم بین کلاسی باعث کاهش تفکیک‌پذیری آماری بین کلاس‌های تغییریافته و بدون تغییر می‌گردد و در نهایت منجر به افزایش خطا در آشکارسازی تغییرات می‌گردد [۵]. باید گفت، کشف تغییرات مناطق شهری در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا به دلیل پیچیدگی مورفولوژی شهرها و مواد تغییریافته در ساختارهای شهری سخت به نظر می‌رسد. به منظور آشکارسازی دقیق تغییرات پیچیده، ویژگی‌های متمایزی بایستی استخراج گردند. متأسفانه به دلیل تغییرپذیری درونی زیاد و تفکیک‌پذیری طیفی کم و همچنین قدرت تفکیک طیفی نسبتاً ضعیف سنسورهای با حد تشخیص مکانی بالا، استخراج ویژگی با چالش‌هایی همراه شده است. همچنین وجود سایه و انسداد باعث مشکل‌تر شدنش می‌گردد. چرا که سایه و انسداد نیز باعث کاهش و یا حتی از بین رفتن کامل اطلاعات تصویر می‌گردد.

روش‌ها و تکنیک‌های سنتی آشکارسازی تغییرات برای تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا مناسب نیستند. به منظور غلبه بر محدودیت‌های روش‌های پیکسل‌مبنا در کشف تغییرات و همچنین مشکلات آشکارسازی تغییرات روی تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا، روش‌های شیءگرا با تلفیق چند ویژگی و چند مقیاس، راهکاری مناسب خواهد بود. روشهای پیکسل‌مبنا تنها یک پیکسل را بدون تأثیر پیکسل‌های مجاور در نظر می‌گیرند و حساسیت زیادی نیز به نویز دارند. در نتیجه، در

عمل چنین روش‌هایی برای تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و طیفی بالا مناسب نیستند. درحالی‌که روش‌های شیءگرا از مزایای بیشتری برخوردار هستند. ویژگی اصلی روش شیءگرا قطعه‌بندی تصویر و در نظر گرفتن عارضه بجای یک پیکسل (روش‌های پیکسل مبنا) به عنوان واحد پایه می‌باشد.

امروزه تصویربرداری ابر طیفی، مؤلفه طیفی صحنه را مورد توجه قرار داده است که قابلیت ارائه اطلاعاتی از خصوصیات سطح مواد و همچنین اطلاعاتی ارزشمند از مشخصات و شرایط زمین، پوشش گیاهی و عوارض دارد. این تکنولوژی به ما امکان استفاده از طیف را ماورای مکان از تصاویر پانکروماتیک خواهد داد. با این حال تلاش‌های کمی برای تشخیص تغییرات شهری بر روی تصاویر ابر طیفی صورت گرفته است.

داده‌های ابر طیفی نسبت به داده‌های چند طیفی در تشخیص و افتراق خصوصیات سطح دارای مزایای بیشتری هستند چرا که طیف پیوسته‌ای در سراسر محدوده طول موج فراهم می‌کنند. داده-های ابر طیفی حاصل ترکیب طیف و مکان می‌باشد که مجموعه‌ای سه بعدی است. در واقع یک مکعب ابر طیفی مجموعه‌ای از تصاویری است که روی هم قرار گرفتند و هر یک از تصاویر میدان دید لحظه‌ای[۱] را در یک باند از طول موج ارائه می‌دهد. بنابراین یک تصویر دو بعدی با استفاده از یک مکعب سه بعدی نمایش داده می‌شود که بعد سومش طول موج است. این داده‌ها شامل اطلاعاتی راجع به خصوصیات مواد تشکیل‌دهنده سطح می‌باشند. استخراج ویژگی‌های مرتبط با محتوای مواد در سطح پیکسل از خصوصیات منحصربه‌فرد سنجنده‌های ابر طیفی می‌باشد که منجر به کاربرد وسیعش در زمینه‌های مختلف سنجش از دور می‌شود.

---

[۱] IFOV