





دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی نقشه‌برداری

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته مهندسی نقشه‌برداری - سنجش از دور

**پایش تغییرات نقشه‌های شهری با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرایی
تصاویر ماهواره‌ای**

استاد راهنما:

دکتر مهدی مومنی

پژوهشگر:

ایمان خسروی

مهرماه ۱۳۹۱

کلیه‌ی حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.



دانشگاه اصفهان

دانشکده فنی مهندسی

گروه مهندسی نقشه برداری

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی عمران - مهندسی سنجش از راه دور آقای ایمان
خسروی تحت عنوان

پایش تغییرات نقشه‌های شهری با استفاده از طبقه‌بندی شی‌گرایی تصاویر ماهواره‌ای

در تاریخ ۱۳۹۱/۰۷/۲۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه‌ی عالی..... به تصویب نهایی رسید.

امضا

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر مهدی مومنی با مرتبه‌ی علمی استادیار

امضا

۲- استاد داور داخل گروه دکتر مهران ستاری با مرتبه‌ی علمی استادیار

امضا

۳- استاد داور خارج از گروه دکتر سید امیرحسین منجمی با مرتبه‌ی علمی دانشیار

امضای مدیر گروه

امضا





امام صادق (علیه السلام)

« علم و دانش ۲۷ حرف است. تمام آنچه پیامبران الهی برای مردم آوردند، دو حرف بیش نبود و مردم تاکنون (تا زمان امام صادق علیه السلام) جز آن دو حرف را نشناخته‌اند. اما هنگامی که قائم ما قیام کند، ۲۵ حرف دیگر را آشکار و در میان مردم منتشر می‌سازد و دو حرف دیگر را با آن ضمیمه می‌کند تا ۲۷ حرف انتشار یابد »

«کارتان را برای خدا نکنید، برای خدا کار کنید. تفاوتش فقط همین قدر است که ممکن

است حسین (علیه السلام) در کربلا باشد و من در حال کسب علم برای رضای خدا».

خداوند، در همه‌ی عمرم از تو خواسته‌ام تا صراط حق و مستقیم را به من نشان دهی. تو می‌دانی که من ذره‌ای برای خود و برای پیشرفت خود، قدم در این مسیر تحصیلی نگذاشته‌ام که اگر این بود لحظه‌ای نمی‌توانستم این ساینس پوزیتیویسمی را تحمل کنم. امیدوارم لااقل رضایت تو در این عمل من باشد.

تقدیر و تشکر از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر مهدی مومنی که در این یک سال، بنده را در این پژوهش راهنمایی فرمودند. یکی از عوامل توفیق اینجانب در این پژوهش، امیدواری‌های این استاد گرانقدر بود. از خداوند متعال توفیقات روزافزون برای این استاد بزرگوار خواستارم.

هم‌چنین از مادر و پدر عزیز و دلسوزم تشکر می‌کنم به‌خاطر پشتیبانی‌هاشون، دعاهاشون و دلداری‌هاشون. شرمندگی رویشان هستم که ۱۱ ماه از سال ۱۳۹۰ را دور از ایشان و به خاطر این پژوهش کم‌ارزش، در انجام وظایف خود در قبال این بزرگواران کوتاهی کردم. سلامتی و توفیقات مادی و معنوی و عاقبت بخیری ایشان را در پناه امام زمان (عج) از خداوند منان خواستارم.

از جناب آقای دکتر منجمی و آقای دکتر ستاری، داوران عزیز این پژوهش نیز سپاسگزارم که با ارائه‌ی نکات و پیشنهادات به‌جا و سازنده، بنده را راهنمایی فرمودند. هم‌چنین از دوستان بزرگوار و هم‌کلاسی‌های عزیزم بالأخص آقایان مهندس قانع، مهندس سلیمی و مهندس طهماسبی و هم‌چنین خانم مهندس مستأجران نیز ممنون هستم. خداوندا! این عزیزان را همواره در صراط مستقیم حفظ بفرما.

چکیده

الگوریتم‌های پردازش تصویر جهت شناسایی ساختمان‌ها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به دو گروه کلی تقسیم می‌شوند: روش‌های پیکسل‌مبنا و روش‌های شی‌مبنا و گاهی نیز ترکیبی از این دو گروه. در روش‌های اول مبنای تصمیم‌گیری، اختلاف درجه‌ی خاکستری پیکسل‌هاست. پژوهش‌های قبلی، این گروه را برای تصاویر ماهواره‌ای قدرت تفکیک بالا چندان مناسب ندانسته‌اند. درمقابل روش‌های شی‌مبنا که بر مبنای گروه همگنی از پیکسل‌ها تصمیم‌گیری می‌کنند و علاوه بر خصوصیات درجه‌خاکستری، قادرند تا از خصوصیات همسایگی و هندسی یک شی نیز بهره ببرند، اغلب توانسته‌اند نتایج بهتری از روش‌های پیکسل‌مبنا تولید کنند. با این حال، وجود خطاهای قطعه‌بندی و نحوه‌ی انتخاب پارامترهای اولیه‌ی قطعه‌بندی، باعث ایجاد محدودیت‌هایی در این روش‌ها شده است. در این پژوهش به‌عنوان یکی از اهداف اصلی، ضمن نشان دادن محدودیت‌های روش‌های شی‌مبنا با تعریف المان‌های دیگری غیر از قطعات حاصل از قطعه‌بندی تصویری، سعی در بهبود نتایج استخراج (مرز) ساختمان داشته‌ایم. روش پیشنهادی روی ۱۵ تصویر متنوع Pan-sharped سنجنده‌ی QuickBird از شهر اصفهان آزمایش شده است. همچنین پنج الگوریتم مطالعات قبلی شامل روش‌های پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا نیز روی این ۱۵ تصویر پیاده‌سازی شدند. ابتدا مقایسه‌ای بین نتایج استخراج مرزهای ساختمان حاصل از روش پیشنهادی با نتایج این روش‌ها صورت گرفت. جهت مقایسه‌ی بهتر نتایج، تصاویر به دو دسته‌ی کنتراست بالا و کنتراست پایین تقسیم شد. نتایج به‌دست‌آمده در دسته‌ی اول، حکم به کارایی بالای روش پیشنهادی نسبت به سایر روش‌ها می‌کند. همچنین در مقایسه با سایر روش‌ها می‌توان به اطمینان‌پذیری نتایج حاصل از این روش نیز امیدوار بود. درمقابل، روش پیشنهادی در دسته‌ی دوم کارایی کم‌تری از خود نسبت به روش‌های شی‌مبنای معمول نشان داد. این مسأله بیان‌کننده‌ی آن است که روش پیشنهادی در مناطقی که کنتراست خوبی بین نواحی ساختمانی و نواحی مجاور آن برقرار نیست، با مشکلاتی مواجه می‌شود. با این حال، باز نسبت به برخی روش‌ها کارایی این روش نیز در دسته‌ی دوم بالاتر است. بررسی نقاط ضعف و قوت روش‌های پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا و به‌طور خاص به چالش کشاندن و نقد و بررسی محدودیت‌های روش‌های شی‌مبنا از جمله هدف دیگر پیاده‌سازی این پنج روش است. به عنوان یکی دیگر از اهداف اصلی این پژوهش، موضوع کنترل کیفیت یک الگوریتم استخراج ساختمان مورد بررسی قرار گرفت. همه‌ی پژوهش‌های قبلی استخراج ساختمان از عناصر استخراج‌شده از ماتریس خطا جهت ارزیابی الگوریتمشان استفاده کرده‌اند. با این حال، عوامل مهمی که در استخراج ساختمان در یک منطقه‌ی شهری تأثیرگذار هستند در انتخاب تصاویر این پژوهش‌ها در نظر گرفته نشده‌اند. همچنین معیارهای ارزیابی فعلی، ارزیابی الگوریتم نسبت به این عوامل را نشان نمی‌دهند. بنابراین ما در این پژوهش با انتخاب عوامل مهم و متنوع بیشتر، یک چارچوب ارزیابی جامع‌تر و کامل‌تر برای کنترل کیفیت الگوریتم استخراج ساختمان ارائه داده‌ایم.

واژگان کلیدی: به‌روز رسانی نقشه، شناسایی ساختمان، تصویر ماهواره‌ای، قدرت تفکیک بالا، روش شی‌مبنا، کنترل کیفیت.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱-۱	مقدمه.....
۲-۱	طرح مسأله‌ی پژوهش.....
۳-۱	پیشینه‌ی پژوهش.....
۱-۳-۱	پژوهش‌های مرتبط با شناسایی تغییرات.....
۲-۳-۱	پژوهش‌های مرتبط با روش‌های پیکسل‌مبنا و شی‌مبنا.....
۳-۳-۱	پژوهش‌هایی که از تنوع تصویر برای کنترل کیفیت استفاده کرده‌اند.....
۳-۳-۱	پژوهش‌های مشابه با این پژوهش (استخراج ساختمان).....
۴-۱	اهداف پژوهش.....
۵-۱	سوالات اصلی پژوهش.....
۶-۱	چارچوب کلی پایان‌نامه.....

فصل دوم: روش‌ها

۱-۲	روش‌های مطالعات قبلی.....
۱-۱-۲	روش اول (ترکیبی خوشه‌بندی و قطعه‌بندی).....
۱-۱-۱-۲	باینری کردن.....
۲-۱-۱-۲	فرآیند تفکیک ناحیه‌ی نیمه‌ساختمانی.....
۳-۱-۱-۲	تولید نقاط هسته (بذر).....
۴-۱-۱-۲	قطعه‌بندی رشد ناحیه.....
۵-۱-۱-۲	عملیات پس‌پردازش.....
۲-۱-۲	روش دوم (ترکیبی قطعه‌بندی تغییرمیانگین و ناحیه‌مبنا).....
۱-۲-۱-۲	قطعه‌بندی تغییرمیانگین.....
۲-۲-۱-۲	عملیات پس‌پردازش تصویر.....
۳-۲-۱-۲	انتخاب دستی نقاط هسته‌ی ساختمان‌ها.....
۴-۲-۱-۲	قطعه‌بندی ناحیه‌مبنا.....

۳-۱-۲	روش سوم (ترکیبی طیفی و ساختاری).....	۴۰
۱-۳-۱-۲	ماسک کردن مناطق پوشش گیاهی و سایه‌ها.....	۴۱
۲-۳-۱-۲	قطعه‌بندی تغییر میانگین.....	۴۳
۳-۳-۱-۲	تشخیص جاده‌های اصلی.....	۴۳
۴-۳-۱-۲	پالایش عوارض اضافی.....	۴۴
۴-۱-۲	روش چهارم (طبقه‌بندی شی‌مینا با ENVI).....	۴۵
۱-۴-۱-۲	قطعه‌بندی تصویر.....	۴۶
۲-۴-۱-۲	محاسبه‌ی ویژگی‌های قطعات تولیدی.....	۴۸
۳-۴-۱-۲	طبقه‌بندی.....	۴۸
۱-۳-۴-۱-۲	طبقه‌بندی نظارت‌شده.....	۴۹
۲-۳-۴-۱-۲	طبقه‌بندی قانون‌مینا.....	۵۰
۵-۱-۲	روش پنجم (طبقه‌بندی شی‌مینا با eCognition).....	۵۱
۱-۵-۱-۲	قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه.....	۵۲
۱-۱-۵-۱-۲	معیار همگنی.....	۵۳
۲-۵-۱-۲	طبقه‌بندی شی‌مینا.....	۵۴
۲-۲	روش پیشنهادی.....	۵۶
۱-۲-۲	حذف نواحی غیرساختمانی.....	۵۷
۲-۲-۲	پس‌پردازش‌های ریخت‌شناسی.....	۵۸
۳-۲-۲	تعریف لبه به‌عنوان شی.....	۵۹
۴-۲-۲	تعریف قواعد برای قطعات لبه‌ای.....	۶۰
۱-۴-۲-۲	تعریف قاعده برای ویژگی گردشگی.....	۶۰
۲-۴-۲-۲	تعریف قاعده برای ویژگی مساحت.....	۶۱

فصل سوم: تصاویر و داده‌های مورد مطالعه

۱-۳	مجموعه تصاویر مطالعاتی.....	۶۲
۱-۱-۳	تنوع در تراکم مسطحاتی.....	۶۴
۲-۱-۳	تنوع در شکل و اندازه‌ی ساختمان‌ها.....	۶۴

۶۵	تنوع در رنگ سقف ساختمان‌ها..... ۳-۱-۳
۶۶	تنوع در روشنایی ساختمان‌ها..... ۴-۱-۳
۶۶	چیدمان و فاصله‌ی بین ساختمان‌ها..... ۵-۱-۳
۶۸	تنوع و درصد وجود پوشش گیاهی..... ۶-۱-۳
۶۸	مشخصات داده‌ها..... ۲-۳
۶۸	مشخصات ماهواره‌ی QuickBird..... ۳-۳

فصل چهارم: پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج

۷۱	کنترل کیفیت..... ۱-۴
۷۴	مقایسه‌ی روش پیشنهادی با روش‌های مطالعات قبلی..... ۲-۴
۷۴	نتایج درصد شناسایی ساختمان (<i>DR</i>)..... ۱-۲-۴
۷۶	نتایج درصد اعتمادپذیری نتایج شناسایی ساختمان (<i>R</i>)..... ۲-۲-۴
۷۸	نتایج خطای اضافه‌شدگی ساختمان (<i>FPR</i>)..... ۳-۲-۴
۷۹	نتایج دقت کلی (<i>OA</i>)..... ۴-۲-۴
۸۰	مقایسه‌ی روش پیشنهادی و روش طبقه‌بندی شی‌مبنای چهارم (با <i>ENVI</i>)..... ۵-۲-۴
۸۳	پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج مرحله‌به‌مرحله‌ی روش‌های مطالعات قبلی..... ۳-۴
۸۴	پیاده‌سازی روش اول (ترکیبی خوشه‌بندی و قطع‌بندی) و ارزیابی نتایج..... ۱-۳-۴
۹۲	روند بهبود روش اول..... ۱-۱-۳-۴
۹۴	پیاده‌سازی روش دوم (ترکیبی قطع‌بندی تغییرمیانگین و ناحیه‌مبنا) و ارزیابی نتایج..... ۲-۳-۴
۹۷	پیاده‌سازی روش سوم (ترکیبی طیفی و ساختاری) و ارزیابی نتایج..... ۳-۳-۴
۱۰۲	پیاده‌سازی روش چهارم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با <i>ENVI</i>) و ارزیابی نتایج..... ۴-۳-۴
۱۰۶	پیاده‌سازی روش پنجم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با <i>eCognition</i>) و ارزیابی نتایج..... ۵-۳-۴
۱۱۰	شناسایی تغییرات..... ۴-۴
۱۱۱	پیاده‌سازی و ارزیابی نتایج..... ۱-۴-۴
۱۱۲	شناسایی تغییرات با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌مبنا با <i>eCognition</i> ۱-۱-۴-۴
۱۱۳	شناسایی تغییرات با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌مبنا با <i>ENVI</i> ۲-۱-۴-۴

فصل پنجم: یک چارچوب توسعه یافته‌ی ارزیابی

۱-۵	معرفی عوامل انتخاب تصویر	۱۱۸
۱-۱-۵	چیدمان و فاصله‌ی بین ساختمان‌ها	۱۱۹
۱-۱-۱-۵	تصویر بلوکهای ساختمانی منظم (RB)	۱۱۹
۱-۱-۲-۵	تصویر ساختمان‌های منفرد منظم (RS)	۱۲۰
۱-۱-۳-۵	تصویر ساختمان‌های نامنظم (IR)	۱۲۰
۱-۱-۲-۵	تراکم بین ساختمانها	۱۲۰
۱-۲-۱-۵	تصویر متراکم مسطحاتی ساختمانی (PD)	۱۲۱
۱-۲-۲-۵	تصویر متراکم اجزای ساختمانی (CD)	۱۲۱
۱-۳-۵	شکل لبه‌های ساختمانی	۱۲۱
۱-۳-۱-۵	تصویر ساختمان با لبه‌های ناصاف و تکه‌تکه (RE)	۱۲۱
۱-۳-۲-۵	تصویر ساختمان با لبه‌های صاف و هموار (SE)	۱۲۲
۱-۴-۵	وجود عوارض مزاحم	۱۲۲
۱-۴-۱-۵	تصویر سایه‌های مزاحم (PS)	۱۲۲
۱-۴-۲-۵	تصویر پوشش گیاهان مزاحم (PV)	۱۲۳
۱-۵-۵	تصویر تغییرات ارتفاعی (AC)	۱۲۳
۱-۶-۵	تصویر با زاویه‌ی خیلی مایل (VO)	۱۲۳
۱-۷-۵	تباین تصویر	۱۲۴
۱-۷-۱-۵	تصویر تباین پایین (در حالت بلوک‌های ساختمانی) (LC_1)	۱۲۴
۱-۷-۲-۵	تصویر تباین پایین (در حالت ساختمان‌های منفرد) (LC_2)	۱۲۵
۲-۵	توسعه‌ی معیارهای ارزیابی و ارزیابی نتایج	۱۲۵
۱-۲-۵	نحوه‌ی امتیازدهی به یک الگوریتم استخراج ساختمان با استفاده از این عوامل	۱۲۵
۲-۲-۵	ارزیابی روش پیشنهادی و سایر روش‌ها با استفاده از چارچوب توسعه یافته	۱۲۹
۱-۲-۲-۵	مقایسه‌ی روش پیشنهادی و روش طبقه‌بندی شی‌مبنای چهارم با چارچوب توسعه یافته	۱۳۱
۳-۳-۵	پیاده‌سازی و ارزیابی مقایسه‌ای پنج روش مطالعات قبلی با چارچوب توسعه یافته	۱۳۳

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

صفحه	عنوان
۱۳۶	۱-۶ نتیجه‌گیری روش پیشنهادی.....
۱۳۸	۲-۶ نتیجه‌گیری پیاده‌سازی روش‌های مطالعات قبلی.....
۱۳۹	۱-۲-۶ نتیجه‌گیری روش اول.....
۱۴۱	۲-۲-۶ نتیجه‌گیری روش دوم.....
۱۴۲	۳-۲-۶ نتیجه‌گیری روش سوم.....
۱۴۴	۴-۲-۶ نتیجه‌گیری روش چهارم و پنجم.....
۱۴۶	۲-۶ نتیجه‌گیری چارچوب ارزیابی توسعه یافته.....
۱۴۷	۲-۶ نتیجه‌گیری شناسایی تغییرات.....
۱۴۸	۵-۶ ارائه‌ی پیشنهادات.....
۱۵۰	فهرست واژه‌های تخصصی.....
۱۵۳	منابع و مآخذ.....

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱. چارچوب شماتیک فصول پایان‌نامه.....	۲۳
شکل ۱-۲. چارچوب شماتیک فرآیند استخراج ساختمان (با اندکی تخلص از Jiang et al., 2008).....	۲۵
شکل ۲-۲. تصویر نمونه برای پیاده‌سازی روش‌ها با اندازه‌ی ۳۵۰ در ۳۵۰ پیکسل.....	۲۷
شکل ۳-۲. چارچوب شماتیک روش ترکیبی خوشه‌بندی و قطعه‌بندی.....	۲۹
شکل ۴-۲. (الف) تصویر باینری حاصل از خوشه‌بندی kmeans (لایه‌ی نیمه‌ساختمانی سیاه‌رنگ و لایه‌ی غیرساختمانی سفید رنگ). (ب) حذف نواحی غیرساختمانی موجود در لایه‌ی نیمه‌ساختمانی با عملگر شکل-شناسی Opening.....	۳۰
شکل ۵-۲. (الف) تفکیک نواحی نیمه‌ساختمانی با خوشه‌بندی FCM ($c = 3$). (ب) حذف نواحی کوچکتر از ۱۵۰ پیکسل (معادل ۵۴ مترمربع).....	۳۲
شکل ۶-۲. تصویر حاصل از فرآیند رشد ناحیه به کمک نقاط هسته‌ی اولیه (آستانه‌ی مساحت = ۱۵۰۰ پیکسل معادل ۵۴۰ مترمربع).....	۳۵
شکل ۷-۲. چارچوب شماتیک روش ترکیبی قطعه‌بندی تغییرمیانگین و ناحیه‌مبنا.....	۳۶
شکل ۸-۲. نحوه‌ی عمل کردن بردار تغییر میانگین در فضای ویژگی.....	۳۸
شکل ۹-۲. (الف) تصویر قطعه‌بندی‌شده با روش تغییر میانگین (با پارامترهای مکانی=۱۲، رنگ=۸ و اندازه ناحیه‌کمینه=۱۵۰). (ب) انجام فیلترینگ روی تصویر قطعه‌بندی شده جهت پالایش قطعات تولیدی.....	۳۹
شکل ۱۰-۲. تصویر باینری نهایی استخراج ساختمان توسط قطعه‌بندی ناحیه‌مبنا.....	۴۰
شکل ۱۱-۲. چارچوب شماتیک روش ترکیبی طیفی و ساختاری.....	۴۱
شکل ۱۲-۲. (الف) تصویر NDVI حاصل (گیاهان به‌صورت برجسته و سفیدرنگ). (ب) تصویر ماسک‌شده‌ی مناطق پوشش گیاهان.....	۴۲
شکل ۱۳-۲. (الف) تصویر حاصل از شاخص سایه (مناطق سایه با رنگ سیاه مشخص شده‌اند). (ب) تصویر ماسک‌شده‌ی مناطق سایه.....	۴۲
شکل ۱۴-۲. (الف) تصویر حاصل از قطعه‌بندی با روش تغییر میانگین. (ب) تصویر نواحی دست‌ساز بشری پس از حذف گیاهان و سایه‌ها (شامل نواحی ساختمان‌ها، جاده‌ها و سایر مصنوعات اضافی).....	۴۳

- شکل ۲-۱۵. تصویر ماسک‌شده‌ی جاده‌های اصلی با استفاده از عملیات نازک‌سازی (جاده‌ها با رنگ آبی مشخص شده‌اند)..... ۴۴
- شکل ۲-۱۶. (الف) حذف مصنوعات دراز به کمک تبدیل PCA. (ب) تصویر نهایی استخراج ساختمان حاصل از روش ترکیبی طیفی و ساختاری..... ۴۵
- شکل ۲-۱۷. چارچوب شماتیک روش طبقه‌بندی شی‌مبنا با ENVI (با اندکی تخلص از ENVI EX user's guide, 2009)..... ۴۶
- شکل ۲-۱۸. قطعه‌بندی مبتنی بر لبه توسط نرم‌افزار ENVI. (الف). مرحله‌ی مقیاس با پارامتر = ۳۰. (ب) مرحله‌ی ادغام قطعات با پارامتر = ۹۰..... ۴۷
- شکل ۲-۱۹. (الف) تصویر طبقه‌بندی‌شده با جداساز SVM با هسته‌ی چندجمله‌ای. (ب) تصویر نهایی استخراج ساختمان..... ۵۱
- شکل ۲-۲۰. چارچوب شماتیک روش طبقه‌بندی شی‌مبنا با eCognition..... ۵۲
- شکل ۲-۲۱. پارامترهای قطعه‌بندی قدرت‌تفکیک چندگانه در نرم‌افزار eCognition (eCognition User's Guide, 2008)..... ۵۳
- شکل ۲-۲۲. قطعه‌بندی قدرت‌تفکیک چندگانه تصویر با پارامترهای (مقیاس=۴۵، شکل=۰/۷ و تراکم=۰/۴)..... ۵۴
- شکل ۲-۲۳. (الف) تصویر طبقه‌بندی‌شده با eCognition (ب) تصویر نهایی باینری ساختمان‌های استخراج‌شده..... ۵۵
- شکل ۲-۲۴. چارچوب کلی روش پیشنهادی پایان‌نامه..... ۵۷
- شکل ۲-۲۵. (الف) باند قرمز تصویر نمونه. نواحی ساختمانی دارای سطح خاکستری روشن و نواحی غیرساختمانی دارای سطح خاکستری تیره هستند. (ب) تصویر باینری حاصل از آستانه‌گذاری Otsu. نواحی غیر ساختمانی مشکی رنگ و نواحی ساختمانی، سفید رنگ هستند..... ۵۸
- شکل ۲-۲۶. (الف) حذف نواحی غیرساختمانی نویزی‌گونه با استفاده از عملیات ریخت‌شناسی bwareaopen با آستانه‌ی ۱۰۰ پیکسل (معادل ۳۶ مترمربع) (ب) پر کردن حفره‌های موجود در نواحی ساختمانی با استفاده از عملگر ریخت‌شناسی Closing..... ۵۹
- شکل ۲-۲۷. تولید تصویر لبه با استفاده از عملگر لبه‌یاب کنی. برخی لبه‌های اضافی با دوایر مشکی رنگ در این تصویر دیده می‌شوند..... ۵۹

عنوان

صفحه

- شکل ۲-۲۸. (الف) تعریف قانون برای ویژگی گردشگری. حذف لبه‌هایی با گردشگری کمتر از ۴۰. (ب) تعریف قانون برای ویژگی مساحت. حذف لبه‌هایی با مساحت کمتر از ۲۰ پیکسل. تصویر نهایی مرزهای استخراج-شده‌ی ساختمان‌ها..... ۶۰
- شکل ۳-۱. نمونه‌ای از انواع اشکال ساختمان‌های موجود در مجموعه تصاویر این پژوهش ۶۵
- شکل ۳-۲. انواع رنگ‌آمیزی‌های مختلف در ساختمان‌های موجود در این مجموعه تصاویر ۶۵
- شکل ۳-۳. نمونه‌ای از مشکلات پاسخ طیفی یکسان بین عوارض مختلف (با رنگ سفید دیده می‌شوند) ۶۶
- شکل ۳-۴. نمونه‌ای از انواع ساختمان‌های منفرد و بلوک‌های منظم و غیرمنظم در تصاویر ۶۷
- شکل ۴-۱. روند کنترل کیفیت و ارزیابی دقت در فرآیند استخراج ساختمان ۷۲
- شکل ۴-۲. (الف، ج، ه و ز) تصاویر شماره‌ی (۱)، (۹)، (۳) و (۱۱). (ب، د، و و ح) تصاویر باینری حاصل از خوشه‌بندی kmeans ۸۵
- شکل ۴-۳. (الف، ج و ه) تصاویر شماره‌ی (۱۴)، (۱۵) و (۱۳). (ب، د و و) تصاویر باینری حاصل از خوشه‌بندی kmeans ۸۶
- شکل ۴-۴. (الف) مشاهده‌ی برخی نواحی غیرساختمانی در لایه‌ی نیمه‌ساختمانی. (ب) تصویر اصلاح‌شده با عملگر Opening ۸۶
- شکل ۴-۵. (الف، ج، ه و ز) تصویر حاصل از FCM با $c = 3$. (ب، د، و و ح) حذف نواحی شبه‌ساختمانی با آستانه‌های به‌ترتیب ۷۵، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۵۰ پیکسل معادل ۲۷، ۲۷، ۳۶ و ۵۴ مترمربع در تصویر Pan-sharped ماهواره‌ی QuickBird ۸۷
- شکل ۴-۶. (الف، ج، ه و ز) تصاویر باینری مرحله‌ی اول. (ج، د، و و ح) تصویر رشد ناحیه با آستانه‌های مساحت به‌ترتیب ۵۰۰، ۱۵۰۰، ۷۰۰۰ و ۱۵۰۰ پیکسل معادل ۱۸۰۰، ۵۴۰، ۲۵۲۰ و ۵۴۰ مترمربع در تصویر Pan-sharped ماهواره‌ی QuickBird ۸۸
- شکل ۴-۷. تصاویر ساختمان‌های استخراج‌شده در رشد ناحیه با آستانه‌های (الف) ۱۵۰۰، (ب) ۳۰۰۰، (ج) ۵۰۰۰ و (د) ۷۰۰۰ پیکسل ۸۹
- شکل ۴-۸. تصویر استخراج ساختمان تصویر شماره‌ی (۱۴) و (۱۵): (الف و ج) قبل از روند بهبود. (ب و د) بعد از روند بهبود ۹۳
- شکل ۴-۹. (الف و ج) تصویر شماره‌ی (۱) و (۳). (ب و د) تصویر قطعه‌بندی‌شده با روش تغییر میانگین ۹۵

- شکل ۴-۱۰. (الف) رابطه‌ی ۴-۷. (ب) رابطه‌ی ۴-۸. (ج) رابطه‌ی ۴-۹. (د) شاخص نسبت Q به I..... ۹۸
- شکل ۴-۱۱. (الف) باند مرئی آبی (گیاهان تیره‌تر). (ب) باند مرئی سبز (گیاهان تیره‌تر). (ج) باند مرئی قرمز (گیاهان تیره‌تر). (د) باند مادون قرمز (گیاهان روشن‌تر)..... ۹۸
- شکل ۴-۱۲. تصاویر ماسک‌شده‌ی جاده‌ها با استفاده از عملیات نازک‌سازی. خطوط قرمز رنگ برخی خطاهای اضافه‌شدگی جاده (حذف‌شدگی ساختمان) و خطوط زرد رنگ برخی خطاهای حذف‌شدگی جاده (اضافه‌شدگی ساختمان) را نشان می‌دهند..... ۹۹
- شکل ۴-۱۳. تصویر قطعه‌بندی مبتنی بر لبه در سطح مقیاس با پارامترهای: (الف) سطح مقیاس = ۶۰ (تولید قطعات بزرگ‌تر و کم‌تر). (ب) سطح مقیاس = ۲۵ (تولید قطعات کوچک‌تر و بیشتر)..... ۱۰۳
- شکل ۴-۱۴. (الف و ج) ترکیب رنگی معمول سه‌بانه. (ب و د) ترکیب رنگی بیشتر از سه‌باند استفاده‌شده در نرم‌افزار eCognition..... ۱۰۶
- شکل ۴-۱۵. (الف) تصویر شماره‌ی (۲). (ب) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۵۰، ۰/۶ و ۰/۹. (ج) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۱۰۰، ۰/۴ و ۰/۵. (د) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۴۵، ۰/۷ و ۰/۴. (ه) تصویر شماره‌ی (۱۴). (و) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۳۰، ۰/۶ و ۰/۹. (ز) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۸۰، ۰/۷ و ۰/۴ (ح) قطعه‌بندی قدرت تفکیک چندگانه با پارامترهای ۶۰، ۰/۶ و ۰/۹..... ۱۰۷
- شکل ۴-۱۶. (الف) تصویر شناسایی تغییرات بین تصویر برچسب ساختمان‌ها با نقشه‌ی رقومی. (ب) تصویر شناسایی تغییرات بین تصویر ساختمان‌های استخراج‌شده (روش پنجم) با نقشه‌ی رقومی..... ۱۱۲
- شکل ۴-۱۷. (الف) تصویر شناسایی تغییرات بین تصویر برچسب ساختمان‌ها با نقشه‌ی رقومی. (ب) تصویر شناسایی تغییرات بین تصویر ساختمان‌های استخراج‌شده (روش چهارم) با نقشه‌ی رقومی..... ۱۱۴
- نمودار ۴-۱. مقایسه‌ی مقادیر DR (نرخ استخراج ساختمان) روش پیشنهادی و روش چهارم (ENVI)..... ۸۰
- نمودار ۴-۲. مقایسه‌ی مقادیر R (نرخ اعتمادپذیری) روش پیشنهادی و روش چهارم (ENVI)..... ۸۱
- نمودار ۴-۳. مقایسه‌ی مقادیر FPR (خطای اضافه‌شدگی) روش پیشنهادی و روش چهارم (ENVI)..... ۸۲
- نمودار ۴-۴. مقایسه‌ی مقادیر OA (دقت کلی) روش پیشنهادی و روش چهارم (ENVI)..... ۸۳
- نمودار ۴-۵. (الف) نمودار دقت‌های درصد شناسایی ساختمان (DR)، درصد اعتمادپذیری روش (R) و دقت-کلی (OA) روش اول. (ب) نمودار خطای اضافه‌شدگی ساختمان (FNR) و خطای حذف‌شدگی ساختمان (FPR) روش اول..... ۹۱

- نمودار ۴-۶. (الف) نمودار خطای اضافه‌شدگی قبل و بعد از بهبود (ب) نمودار درصد اعتمادپذیری روش قبل و بعد از بهبود..... ۹۳
- نمودار ۴-۷. (الف) نمودار دقت‌های درصد شناسایی ساختمان (DR)، درصد اعتمادپذیری روش (R) و دقت-کلی (OA) روش دوم..... ۹۷
- نمودار ۴-۸. (الف) نمودار دقت‌های درصد شناسایی ساختمان (DR)، درصد اعتمادپذیری روش (R) و دقت-کلی (OA) روش سوم..... ۱۰۲
- نمودار ۴-۹. (الف) نمودار دقت‌های درصد شناسایی ساختمان (DR)، درصد اعتمادپذیری روش (R) و دقت-کلی (OA) روش چهارم..... ۱۰۵
- نمودار ۴-۱۰. (الف) نمودار دقت‌های درصد شناسایی ساختمان (DR)، درصد اعتمادپذیری روش (R) و دقت-کلی (OA) روش پنجم. (ب) نمودار خطای اضافه‌شدگی ساختمان (FNR) و خطای حذف‌شدگی ساختمان (FPR) روش پنجم..... ۱۰۹
- نمودار ۴-۱۱. (الف) نمودار نتایج کنترل کیفیت روش چهارم و پنجم در مناطق ساختمانی تغییرنکرده. (ب) نمودار نتایج کنترل کیفیت روش چهارم و پنجم در مناطق ساختمانی حذف‌شده. (ج) نمودار نتایج کنترل کیفیت روش چهارم و پنجم در مناطق ساختمانی اضافه‌شده. (د) نمودار نتایج کنترل کیفیت روش چهارم و پنجم در مناطق غیر ساختمانی تغییرنکرده..... ۱۱۵
- شکل ۵-۱. تنوع در چیدمان ساختمان‌ها (الف) تصویر بلوک‌های ساختمانی منظم. ساختمان‌ها بلوکی و پیوسته‌اند. (ب) تصویر ساختمان‌های منفرد منظم. ساختمان‌ها منفرد و جدا جدا هستند. (ج) تصویر چیدمان نامنظم. نحوه‌ی قرار گرفتن ساختمان‌ها (بلوک یا منفرد) منظم نیست..... ۱۲۰
- شکل ۵-۲. تنوع در تراکم ساختمان‌ها (الف) تصویر متراکم مسطحاتی ساختمانی. تعداد ساختمان‌ها در واحد سطح نسبت به سایر مناطق زیاد هستند. (ب) تصویر متراکم اجزای ساختمانی..... ۱۲۱
- شکل ۵-۳. تنوع در شکل لبه‌های ساختمان‌ها (الف) تصویر ساختمان با لبه‌های ناصاف و تکه‌تکه‌شده. (ب) تصویر ساختمان با لبه‌های صاف و هموار. مستقیم بودن لبه‌ها و خطوط ساختمانی مدنظر است نه صرفاً مستطیل‌شکل بودن چهارچوب ساختمان‌ها..... ۱۲۲
- شکل ۵-۴. (الف) تصویر سایه‌های مزاحم. در این تصویر، سایه‌ها از جمله عوارض بارز مزاحم در استخراج ساختمان هستند. (ب) تصویر پوشش گیاهان مزاحم. درختان کوتاه و بلند لابلائی ساختمان‌ها، از جمله عوارض مشهود مزاحم در این تصویرند..... ۱۲۳

شکل ۵-۵. (الف) تصویر تغییرات ارتفاعی در حالت زاویه نادیری. ارتفاع ساختمان‌ها در تصویر با یکدیگر متفاوت هستند. (ب) تصویر با زاویه غیرنادیری. زاویه تصویربرداری این تصویر، مایل است و همان‌طور که می‌بینیم اکثر نماهای جانبی ساختمان‌ها در این تصویر مشخص هستند ۱۲۴

شکل ۵-۶. تصویر عدم تمایز کافی (کنتراست پایین) بین ساختمان‌ها با زمین‌ها و خیابان‌های مجاورشان: (الف) در حالت بلوک‌های ساختمانی. (ب) در حالت ساختمان‌های منفرد ۱۲۵

نمودار ۵-۱. نمودار مقایسه‌ی مقادیر معیارهای فعلی و معیارهای توسعه‌یافته‌ی روش پیشنهادی و روش طبقه‌بندی شی‌مبنای چهارم (با ENVI) ۱۳۲

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲. اشتراکات بین روش اول با روش دوم و روش چهارم با روش پنجم.....	۵۶
جدول ۱-۳. مشخصات ماهواره‌ی QuickBird.....	۶۹
جدول ۱-۴. ماتریس خطا (ابهام).....	۷۲
جدول ۲-۴. مقادیر (به درصد) استخراج ساختمان (DR) پیاده‌سازی روش پیشنهادی و سایر روش‌ها روی دو گروه از تصاویر.....	۷۵
جدول ۳-۴. مقادیر (به درصد) اعتمادپذیری نتایج استخراج (R) پیاده‌سازی روش پیشنهادی و سایر روش‌ها روی دو گروه از تصاویر.....	۷۷
جدول ۴-۴. مقادیر (به درصد) خطای اضافه‌شدگی ساختمان (FPR) روش پیشنهادی و سایر روش‌ها روی دو گروه از تصاویر.....	۷۸
جدول ۵-۴. مقادیر (به درصد) دقت کلی (OA) پیاده‌سازی روش پیشنهادی و سایر روش‌ها روی دو گروه از تصاویر.....	۷۹
جدول ۶-۴. تأثیر آستانه‌های مساحت مختلف در مرحله‌ی رشد ناحیه در استخراج نهایی ساختمان‌ها.....	۸۹
جدول ۷-۴. نتایج ارزیابی دقت استخراج ساختمان حاصل از روش اول (ترکیبی خوشه‌بندی و قطعه‌بندی).....	۹۰
جدول ۸-۴. نتایج ارزیابی دقت روش اول، قبل و بعد از روند بهبود روی تصاویر شماره‌ی (۱۴) و (۱۵).....	۹۳
جدول ۹-۴. پارامترهای بهینه‌ی قطعه‌بندی تغییر میانگین در روش دوم (ترکیبی قطعه‌بندی تغییر میانگین و ناحیه‌مبنا).....	۹۴
جدول ۱۰-۴. نتایج ارزیابی دقت استخراج ساختمان حاصل از روش دوم (ترکیبی قطعه‌بندی تغییر میانگین و ناحیه‌مبنا).....	۹۶
جدول ۱۱-۴. نتایج ارزیابی دقت استخراج ساختمان حاصل از روش سوم (ترکیبی طیفی و ساختاری).....	۱۰۱
جدول ۱۲-۴. پارامترهای بهینه‌ی قطعه‌بندی مبتنی بر لبه (پارامترهای سطح مقیاس و سطح ادغام).....	۱۰۴
جدول ۱۳-۴. نتایج ارزیابی دقت استخراج ساختمان حاصل از روش چهارم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با ENVI).....	۱۰۴

عنوان

صفحه

جدول ۴-۱۴. پارامترهای بهینه‌ی قطعه‌بندی قدرت‌تفکیک چندگانه (پارامترهای مقیاس، همگنی شکل و همگنی تراکم).....	۱۰۸
جدول ۴-۱۵. نتایج ارزیابی دقت استخراج ساختمان حاصل از روش پنجم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با eCognition).....	۱۰۹
جدول ۴-۱۶. ماتریس خطای شناسایی تغییرات.....	۱۱۰
جدول ۴-۱۷. ماتریس خطای شناسایی تغییرات با استفاده از روش پنجم (eCognition).....	۱۱۳
جدول ۴-۱۸. جدول نتایج کنترل کیفیت شناسایی تغییرات ساختمان‌ها با استفاده از روش پنجم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با eCognition).....	۱۱۳
جدول ۴-۱۹. ماتریس خطای شناسایی تغییرات با استفاده از روش چهارم (ENVI).....	۱۱۴
جدول ۴-۲۰. جدول نتایج کنترل کیفیت شناسایی تغییرات ساختمان‌ها با استفاده از روش چهارم (طبقه‌بندی شی‌مبنا با ENVI).....	۱۱۶
جدول ۵-۱. ارزیابی روش پیشنهادی و روش‌های مطالعات قبلی با استفاده از چارچوب توسعه‌یافته‌ی کنترل کیفیت.....	۱۳۰
جدول ۵-۲. نتایج ارزیابی روش پیشنهادی و روش طبقه‌بندی شی‌مبنای چهارم (ENVI) با استفاده از چارچوب توسعه‌یافته.....	۱۳۲
جدول ۵-۳. ارزیابی پنج روش مطالعات قبلی (تولید پلیگون ساختمان) با استفاده از چارچوب توسعه‌یافته‌ی کنترل کیفیت.....	۱۳۴