دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه برداری (ژئودزی و ژئوماتیک)
گروه مهندسی فتوگرامتری و سنجش از دور

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی نقشه برداری گرایش فتوگرامتری

مقایسه و ارزیابی الگوریتم‌های متداول شناسایی و استخراج عارضه ساختمان از داده‌های لیدار

اساتید راهنما :

دکتر علی محمدزاده

دکتر محمود رضا صاحبی

نگارنده:

یاسر انصاری

زمستان ۹۰

بسم الله الرحمن الرحيم

بسمه تعالی

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی تاسیس ۱۳۰۷	**تأییدیه هیأت داوران**	شماره: تاریخ:

هیأت داوران پس از مطالعه پایان‌نامه و شرکت در جلسه دفاع از پایان‌نامه تهیه شده تحت عنوان :

" مقایسه و ارزیابی الگوریتم های متداول شناسایی و استخراج عارضه ساختمان از داده های لیدار "

توسط آقای **یاسر انصاری** صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته گرایش **فتوگرامتری** در تاریخ **۹۰/۱۱/۱۸** مورد تأیید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنمای اول	جناب آقای دکتر علی محمدزاده	امضاء
۲- استاد راهنمای دوم	جناب آقای دکتر محمودرضا صاحبی	امضاء
۳- استاد مشاور	-	امضاء
۴- ممتحن داخلی	جناب آقای دکتر حمید عبادی	امضاء
۵- ممتحن خارجی	جناب آقای دکتر جلال امینی	امضاء
۶- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	جناب آقای دکتر محمدرضا ملک	امضاء

۴۲۱۶-۱۳۸۷/۱۰/۲۹

تائید پایان نامه کارشناسی ارشد توسط دانشجو

عنوان پایان‌نامه:

مقایسه و ارزیابی الگوریتم‌های متداول شناسایی و استخراج عارضه ساختمان از داده‌های لیدار

استاد راهنما: دکتر علی محمدزاده، دکتر محمودرضا صاحبی

نام دانشجو: یاسر انصاری

شماره دانشجوئی:۸۸۰۶۳۷۴

اینجانب یاسر انصاری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد مهندسی نقشه برداری گرایش فتوگرامتری دانشکده نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه توسط شخص اینجانب انجام شده است و صحت مطالب نگارش شده مورد تایید می‌باشد. همچنین در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. همچنین گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیاز توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت نموده‌ام.

یاسر انصاری

تقدیم به

پدر و مادر مهربان و عزیز تر از جانم

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده می باشد. هر گونه کپی‌برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی نقشه برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می باشد.

ضمناً متن این صفحه نیز باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می باشد 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.

تشکر و قدر دانی

حمد و سپاس مخصوص خدایی مهربان که به من توفیق عطا کرده تا در راه علم و دانش گام بردارم و متناسب با توانایی های خود تلاش کنم. تشکر و قدر دانی خودم را تقدیم به پدر و مادر عزیزم می نمایم که همیشه و در همه حال پشتیبان من بودند و تشویق ها و کمک های بی‌دریغ آنها به من این توانایی داد تا در تمامی مراحل زندگی خود موفق باشم.

در ادامه نهایت تشکر و قدر دانی خود را نسبت به کسانی که در انجام مراحل پایان نامه مرا یاری نموده اند، ابراز می دارم:

جناب آقای دکتر محمدزاده بعنوان استاد راهنمای پایان نامه، که در طول دوران کارشناسی ارشد و نیز انجام و تدوین پایان نامه کمک شایانی به بنده نمودند. جناب آقای دکتر صاحبی بعنوان استاد راهنمای دوم، که با حمایت های ارزنده و معنویشان این پایان نامه تکمیل شد.

یاسر انصاری

چکیده

رشد روزافرون جمعیت و توسعه جوامع بشری باعث گردیده تا اطلاعات مکانی یکی از مهمترین ابزارها در کاربردهایی نظیر برنامه‌ریزی شهری، مدیریت بحران، ایجاد و بهنگام رسانی پایگاه داده‌های موجود، شناسایی تغییرات و . . . باشند. در پروسه تهیه‌ی نقشه از تصاویر هوایی و ماهواره‌ای، مهمترین بخش مربوط به بخش استخراج اتوماتیک عوارض می‌باشد.

با نگاهی اجمالی به مراحل پیشرفت فتوگرامتری و سنجش از راه دور، هدف کاهش زمان و هزینه تهیه نقشه، بهبود دقت، افزایش سطح اتوماسیون و کاهش نقش عامل انسانی می‌باشد تا بتوان سیستم‌های فتوگرامتری آنی را طراحی نمود بنحوی که بتوان در لحظه اخذ تصویر، تهیه نقشه امکان پذیر باشد.

در زمینه فتوگرامتری با توجه به اینکه در تصاویرهوایی و ماهواره‌ای از مناطق شهری و نیمه شهری، ساختمان‌ها و جاده‌ها دارای بیشترین تعداد در تهیه نقشه می‌باشند و این اشکال دارای هندسه ساده‌تر و منظمی می‌باشند، استخراج این عوارض در اولویت‌های تحقیقاتی قرار دارند.

تحقیق پیشرو دارای دو مرحله اصلی شناسایی و استخراج عارضه ساختمان می‌باشد. مرحله اول هدف شناسایی پیکسل‌های یا نقاط مربوط به عارضه ساختمان که برای این منظور ابتدا از داده-های لیدار مدل رقومی زمین[۱] (DTM) استخراج شده، سپس مدل رقومی نرمالیزه سطح[۲] (nDSM) که حاصل تفاضل مدل رقومی سطح[۳] (DSM) و مدل رقومی زمین می‌باشد.

در ادامه برای طبقه بندی و شناسایی عارضه ساختمان بردار ویژگی از داده‌های لیدار و تصویر هوایی، استخراج شده که با استفاده از سه الگوریتم طبقه بندی کمترین فاصله[۴]، شبکه عصبی[۵] و ماشین بردار پشتیبان[۶] همراه با مدل رقومی نرمالیزه سطح زمین مورد ارزیابی کیفی و کمی قرار گرفته است. شایان ذکر است که روش شناسایی ساختمان در این تحقیق از دو دیدگاه پیکسل مبنا و شی مبنا مورد

۱. Digital Terrain Model (DTM)
۲. Normalize Digital Terrain Model (DTM)
۳. Digital Surface Model (DSM)
۴. Minimum Distance (MD)
۵. Artifical Neural Network (ANN)
۶. Support Machine Vector (SVM)

بررسی و ارزیابی قرار گردید که نتیجه حاصله حاکی از بالا بودن دقت روش SVM که با دقت کلی ۹۴.۹۷، ضریب کاپا ۸۸.۰۱، خطای نوع اول ۸.۰۱ و خطای نوع دوم ۴.۹۳ درصد با هفت مشخصه در حالت پیکسل مبنا می‌باشد. در مرحله دوم، که هدف در این مرحله استخراج و بازسازی دقیق لبه‌های ساختمان می‌باشد. بنا به مشکلات بازسازی مرز ساختمان ناشی از پیچیدگی‌های بسیار بالا منطقه روش های متفاوتی نظیر هاف[۷] و[۸]RANSAC و مورد بررسی قرار گرفت که در نتیجه روش پیشنهادی استفاده از قطعه‌بندی[۹] بر مبنای طیفی و هندسی لبه‌های ساختمان و تشکیل معادلات سرشکنی برای هر ساختمان و برازش خط برای هر لبه تفکیکی و تقاطع خطوط برازش جهت بازسازی مرز ساختمان مورد استفاده قرار گردید که دقت کلی ۹۶.۸۱ درصد، ضریب کاپا ۹۰.۲۱ درصد، خطای نوع اول ۵.۹۱ و خطای نوع دوم ۲.۵۶ برای الگوریتم پیشنهادی استخراج می‌باشد. یکی از ویژگی‌های اصلی الگوریتم پیشنهادی قابلیت کارایی برای ساختمان با ساختارهای هندسی پیچیده که دارای اضلاع مجاور متعامد و غیرمتعامد می‌باشد. همچنین ساختمان‌ها با لبه‌های داخلی و خارجی که با استفاده از روش پیشنهادی استخراج ساختمان، مرز چنین ساختمان‌ها نیز بازسازی گردید.

واژگان کلیدی: **لیدار، ارتو فتو، شناسایی ساختمان، استخراج ساختمان، طبقه بندی، قطعه بندی، پیکسل مبنا، شی مبنا.**

۷. Hough
۸. RANdom SAmple Consensus
۹. Segmentation

فهرست مطالب

فهرست تصاویر و اشکال .....ش

فهرست جداول.....ض

فصل اول مقدمه ۱

۱-۱-مقدمه:.....۲

۱-۲-ضرورت و انگیزه تحقیق:.....۳

۱-۳-اهداف تحقیق: ۴

۱-۴-روش انجام تحقیق:.....۴

۱-۵-ساختار پایان نامه.....۴

فصل دوم مروری بر تحقیقات انجام گرفته در زمینه شناسایی و استخراج ساختمان ۶

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- استخراج ساختمان با استفاده از داده های یک سنجنده ۷

۱-۲-۲- تحقیقات صورت گرفته جهت استخراج ساختمان با استفاده از تصویر ۷

۲-۳- روش های استخراج ساختمان با استفاده از داده لیدار.....۱۲

۲-۴- روش های استخراج ساختمان با استفاده تلفیق داده لیدار و تصویر سنجش از دور ۱۶

۲-۵- جمع بندی مرور مقالات..... ۱۷

فصل سوم مبانی تئوریک روشهای شناسایی ساختمان والگوریتم پیشنهادی استخراج عارضه ساختمان ۲۱

۳-۱- مقدمه ۲۲

۳-۲- داده مورد استفاده ۲۳

۳-۳- شناسایی ساختمان ۲۵

۳-۳-۱- استخراج مشخصه ۲۵

۳-۳-۱-۱- استخراج مشخصه از لیدار ۲۵

۳-۳-۱-۱-۱- تولید DSM ۲۶

۳-۳-۱-۱-۲- تولید nDSM ۲۷

۳-۳-۱-۲- استخراج مشخصه از تصویر ۳۲

۳-۳-۲- تقسیم بندی روشهای شناسایی ساختمان بر مبنای الگوریتمهای طبقه بندی ۳۲

۳-۳-۲-۱ طبقه بندی کننده کمترین فاصله ۳۲

۳-۳-۲-۲- طبقه بندی کننده شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ۳۳

۳-۳-۲-۳- طبقه بندی کننده ماشین بردار پشتیبان: (SVM) ۳۵

۳-۳-۳- تقسیم بندی روشهای شناسایی ساختمان از دیدگاه تئوری روشها ۳۹

۳-۳-۳-۱- قطعه بندی ۴۰

۳-۳-۴- بهبود نتایج شناسایی ۴۱

۳-۳-۴-۱- عملکرد مورفولوژیکی گشایش :..... ۴۱

۳-۳-۴-۲- عملگر مورفوژیکی بازسازی ۴۲

۳-۴- استخراج ساختمان ۴۳

۳-۴-۱- تولید قطعات داخلی و خارجی لبه های ساختمان ۴۴

۳-۴-۴- قطعه بندی هندسی..... ۴۶

۳-۴-۵- تولید گوشه های ساختمان: ۴۹

۳-۴-۵-۱- ساختمان دارای لبه های موازی و متعامد..... ۴۹

۳-۴-۵-۲- ساختمان با اضلاع مجاور غیر متعامد: ۵۲

۳-۵- ۴-۲- ارزیابی کیفی و کمی نتایج شناسایی ساختمان..... ۵۳

فصل چهارم پیاده سازی الگوریتم های مورد ارزیابی برای شناسایی والگوریتم پیشنهادی استخراج ساختمان ۵۸

۴-۱ – مقدمه ۵۹
۴-۲- نتایج کمی و کیفی مرحله شناسایی ۶۰
۴-۲-۱- شناسایی ساختمان با سه بردار ویژگی..... ۶۱
۴-۲-۲- با پنج بردار ویژگی ۶۴
۴-۲-۳- با هفت بردار ویژگی..... ۶۶
۴-۲-۴- nDSM ۶۷
۴-۳- ارزیابی کمی و کیفی نتایج مرحله استخراج ساختمان ۷۰
۴-۴- نتیجه گیری ۷۳
فصل پنجم نتیجه گیری و پیشنهادات ۷۴
۵-۱- مقدمه ۷۵
۵-۲- نتیجه گیری ۷۵
۵-۳- پیشنهادات ۷۷
مراجع ۷۹

فهرست تصاویر و اشکال

شکل ۱-۱ مراحل کلی تحقیق	**۵**
شکل ۲-۱ مراحل شناسایی ساختمان از داده لیدار و تصویر هوایی	۲۳
تصویر ۳-۲ تصویر هوایی منطقه مورد مطالعه	۲۴
تصویر ۳-۳ DTM منطقه	۲۴
تصویر ۳-۴ داده شبیه سازی شده برای فیلتر کردن	۲۴
تصویر ۳-۵ اختلاف ارتفاع پالس اولیه و ثانویه	۲۶
تصویر ۳-۶ پروفیل جهت فیلتر کردن	۲۸
تصویر۳-۷ حذف لبه از پروفیل	۲۹
تصویر ۳-۸ ترتیب قرار گرفتن سطوح در یک پروفیل	۳۰
تصویر ۳-۹ DTM	۳۱
تصویر ۳-۱۰ nDSM	۳۱
تصویر ۳-۱۱ الگوریتم قطعه بندی طیفی	۳۳
تصویر۳-۱۲ساختار شبکه عصبی	۳۶
تصویر ۳-۱۳ طبقه بندی کننده SVM	۴۰
۳تصویر ۳-۱۴اعمال اپراتورهای مورفولوژی بهینه سازی	۴۲
شکل۳ -۱۵ ساختار اجرایی برای بازسازی مرز ساختمان	۴۳
تصویر ۳-۱۶ بعد استخراج شده از تصویر ارتو با اپراتورCanny	۴۵
تصویر۳-۱۷ ماسک لبه نهایی	۴۵
تصویر۳-۱۸ قطعه بندی لبه های داخلی و خارجی با الگوریتم آب پخشان	۴۶

تصویر ۳-۱۹ انتخاب نقاط برای برازش خط از لحاظ کمترین آزیموت	۴۷
تصویر ۳-۲۰ انتخاب نقاط برای برازش خط از لحاظ کمترین آزیموت و فاصله	۴۸
تصویر۳-۲۱ برازش خط برای نقاط منتخب	۴۸
تصویر۳-۲۲ تکرار مرحله برازش جهت قطعه بندی هندسی	۴۸
تصویر۳-۲۳ لبه های تفکیک شده	۴۸
تصویر۳-۲۴ تقاطع خطوط برازشی	۵۰
تصویر۳-۲۵ اجرای الگوریتم پیشنهادی	۵۰
تصویر ۳-۲۶ بازسازی لبه برای ساختمان با لبه های مجاور غیر متعامد	۵۳
تصویر ۴-۱ انتخاب داده آموزشی	۶۰
تصویر ۴-۲ شناسایی با سه ویژگی	۶۳
تصویر ۴-۳ شناسایی باپنج ویژگی	۶۵
تصویر ۴-۴ شناسایی با هفت ویژگی	۶۷
تصویر۴-۵ nDSM برای طبقه بندی	۶۸
شکل۴-۶ مقایسه دقت کلی برای دو حالت Pixel_base و Object_base	۶۸
شکل۴-۷ مقایسه خطای نوع اول و دوم برای دو حالت Pixel_base و Object_base	۶۹
شکل ۴-۸ مقایسه ضریب کاپا برای دو حالت Pixel_base و Object_base	۶۹
تصویر ۴-۹ نتیجه الگوریتم پیشنهادی استخراج	۷۰
تصویر ۴-۱۰ نتیجه الگوریتم پیشنهادی استخراج	۷۱
تصویر ۴-۱۱ نتیجه الگوریتم پیشنهادی استخراج بصورت باینری	۷۱
شکل ۴-۱۲ مقایسه پارامترهای ارزیابی برای دو مرحله شناسایی و استخراج	۷۲

فهرست جداول

جدول ۳-۱ ارزیابی عملکرد یک سیستم شناسایی و استخراج ساختمان با داده مرجع	**۵۷**
جدول ۴-۱ داده آموزشی برای طبقه بندی	۶۰
جدول ۴-۲ پارامترهای ارزیابی با سه مشخصه	۶۱
جدول ۴-۳ پارامترهای ارزیابی با پنج مشخصه	۶۴
جدول ۴-۴ پارامترهای ارزیابی با پنج مشخصه	۶۶
جدول ۴-۵ ماتریس ابهام برای nDSM	۶۶
جدول ۴-۶ پارامترهای ارزیابی برای nDSM	۶۸
جدول ۴-۷ ماتریس ابهام برای استخراج	۷۲
جدول ۴-۸ پارامترهای ارزیابی برای استخراج	۷۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه:

استفاده از مدلهای سه بعدی شهر با توجه به قابلیت‌هایشان امروزه در حال گسترش می‌باشد که شامل اطلاعات جامعی در مورد هندسه و موقعیت عوارض شهری که به این مدل، مدل عوارض شهری (ULM[۱۰]) نیز گفته می شود[۱]. اطلاعات در مورد ساختمان‌ها نقش عمده در این مدل‌ها و در بسیاری از کاربردها نظیر برنامه‌ریزی‌های شهری و منطقه‌ای، برنامه‌ریزی‌های حمل و نقل، تخمین جمعیت و آنالیز آلودگی دارد[۲].

با توجه به رشد و توسعه بالای مناطق شهری نیاز به یک روش اتوماتیک جهت به هنگام سازی اطلاعات برای مدل عوارضی شهری برای استخراج اطلاعات در مورد ساختمان‌ها نیاز می‌شود. در فتوگرامتری سنتی برای استخراج ساختمان‌ها از تصاویر استریوهوایی و به صورت دستی استفاده می‌شود که این روش نیازمند به زمان و هزینه زیاد می‌بود.

یکی از مشکلات اساسی شناسایی و استخراج ساختمان از تصاویر ناشی از اشکال پیچیده ساختمان ها می‌باشد. در این میان پیدایش تکنولوژی لیدار ($LIDAR$[۱۱]) امکان استخراج سریع و سه بعدی ساختمان‌ها را سرعت بخشید. استفاده از داده‌های لیدار در مقایسه با سایر تکنیک‌ها، دارای مزایای زیادی است که از جمله این مزایا می‌توان به برداشت مستقیم نقاط به صورت سه‌بعدی، سرعت بسیار بالای برداشت، قابلیت برداشت در کل شبانه روز و اشاره کرد.

استفاده از داده‌های لیدار در مورد مدل سازی عوارض شهری مستلزم این است که داده های لیدار باید فیلتر شوند که الگوریتم‌های زیادی در این زمینه بیان شده است[۱] مسئله و مشکل عمده در مورد داده‌های لیدار تفکیک عوارض می‌باشد. به عنوان مثال تفکیک گیاهان و ساختمان‌ها در محل‌های که این دو عارضه به هم نزدیک هستند، شناسایی ساختمان‌ها را با مشکل روبرو می کند که برای این منظور راه کارهای مختلفی ارائه شده است. بعنوان مثال ازتلفیق داده‌های لیدار با تصاویر استفاده شده است[۱].

---

۱۰. Urban Landscape Model
۱۱. LIght Detection and Ranging

۱-۲- ضرورت و انگیزه تحقیق:

همانطور که در مقدمه اشاره گردید مدل‌های سه بعدی شهری امروزه دارای کاربردهای گسترده و روز افزونی می‌باشند و به همین دلیل امروزه تولید چنین مدل‌هایی تبدیل به یکی از مباحث اصلی علوم ژئوماتیک شده است. در این راستا با توجه به اهمیت ساختمان‌ها به عنوان مهمترین عارضه شهری، تلاش بیشتری برای ارائه روش های اتوماتیک استخراج مدل‌های سه بعدی ساختمان‌ها در سالهای گذشته انجام شده است. با بوجود آمدن تکنیک‌های تناظریابی اتوماتیک گام موثری در اتوماسیون فتوگرامتری رقومی برداشته شده است. امکاناتی نظیر دید سه بعدی در صفحه نمایش های معمولی، علاوه بر سهولت بیشتر درامر تهیه نقشه‌های توپوگرافی، سبب مطرح شدن بحث تهیه مدلهای رقومی ارتفاعی از عوارض واقع بر سطح زمین شده با اتکا بر این پیشرفتها روش های مختلفی برای استخراج ساختمان از تصاویر استریو مطرح شدند. اما همچنان ضعف‌های خاص روش های فتوگرامتری از قبیل نیاز به تصاویر استریو، نیاز به نقاط کنترل زمینی و در نتیجه کار میدانی و نیاز به حجم پردازش بالا در آن وجود دارد.

در دو دهه‌ی اخیر با مطرح شدن لیزر اسکنر هوایی، روش های جدیدی برای تهیه مدلهای رقومی شهری با استفاده از داده های اسکنر مطرح شده‌اند که نوید بخش رسیدن به اتوماسیون کامل در این زمینه می‌باشد. روش هایی برای استخراج ساختمان با استفاده محض از داده لیدار و یا با ادغام آن با تصاویر سنجش از دور و نقشه‌ها مطرح است. قابلیت بالای داده لیدار سبب شد که این روشها از سطح اتوماسیون بالاتری نسبت به روش های سنتی فتوگرامتری برخوردار باشند.

با توجه به این که مساله شناسایی و استخراج ساختمان بعنوان مهمترین گام در تولید مدلهای سه بعدی شهری هنوز به صورت کامل حل نشده است، نیاز به تحقیق بیشتر در این زمینه احساس می‌شود. در این راستا تحقیق پیش رو به منظور یافتن یک الگوریتم عملی و مقایسه‌ای برای شناسایی عارضه ساختمان و الگوریتم پیشنهادی برای استخراج و بازسازی لبه‌های عارضه ساختمان شناسایی شده، با دقت بالا انجام شده است.

۱-۳- اهداف تحقیق:

در این تحقیق هدف نهایی رسیدن به الگوریتمی بهینه که از سطح اتوماسیون و دقت بالا برای شناسایی و استخراج ساختمان از داده لیدار و تصاویرهوایی برخوردار می‌باشد. در راستای رسیدن به هدف مذکور، اهداف میانی زیر مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

- ✓ پیاده سازی یک روش فیلتر کردن داده‌های لیدار
- ✓ بررسی و مقایسه روش های شناسایی موجود و انتخاب روش منتخب شناسایی ساختمان
- ✓ بررسی روش های استخراج ساختمان و پیشنهاد روش مناسب استخراج ساختمان
- ✓ ارزیابی دقت

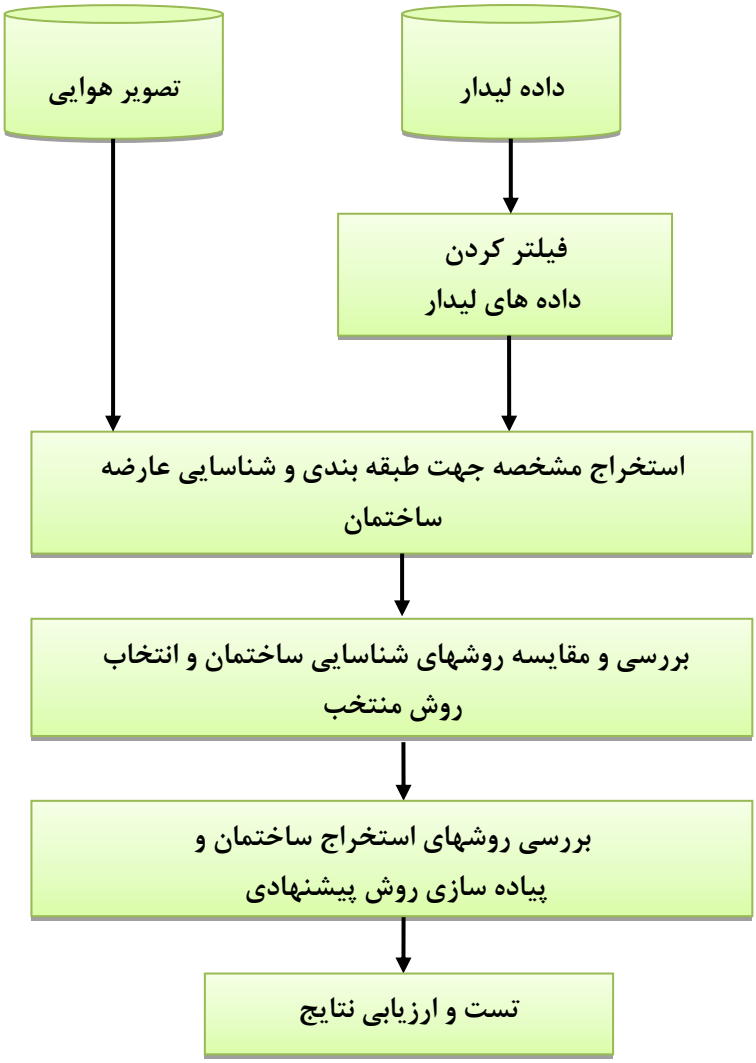
۱-۴- روش انجام تحقیق:

شکل ۱-۱ روند کلی تحقیق را نشان می دهد. همانطور که در اهداف تحقیق ذکر شده تحقیق پیش رو شامل چهار مرحله می‌باشد که مرحله اول فیلترکردن داده‌های لیدار، مرحله دوم استخراج مشخصه برای طبقه‌بندی، بررسی و مقایسه روش های شناسایی و انتخاب روش منتخب شناسایی ساختمان، مرحله سوم بررسی روش های استخراج ساختمان و پیاده سازی روش پیشنهادی استخراج ساختمان و مرحله چهارم ارزیابی نتایج هر دو مرحله شناسایی و استخراج ساختمان می-باشد.

۱-۵- ساختار پایان نامه

در فصل اول این نوشتار مقدمه‌ای برای استخراج از داده‌های سنجش از دور شده ذکر شده است. در فصل دوم مروری بر برخی از روش‌های شناسایی و استخراج ساختمان با استفاده از منابع اطلاعاتی مختلف که در دهه اخیر از سوی محققان برای ارائه شده است. روش‌های ارائه شده برای شناسایی و استخراج ساختمان در فصل سوم مورد ارزیابی قرار گرفته است. این روشها با استفاده از

مفاهیم کلی مطرح شده در تحقیقات یاد شده و با ارائه برخی نوآوری‌ها و تلفیق روشها در بخش‌های عملیات استخراج ساختمان صورت گرفته است. فصل چهارم این نوشتار نیز به نتایج حاصل از دو مرحله شناسایی و استخراج بصورت کمی و کیفی اشاره شده است و نهایتاً در فصل پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات اختصاص یافته است. شکل ۱-۱ روند کلی اجرای تحقیق را نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ روند کلی تحقیق