١٤٢٧/١٥

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده علوم زمین
گروه آموزشی سنجش از دور و GIS

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
رشته سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی - منابع آب و خاک

عنوان:

استخراج جاده ها از داده های لیدار

اساتید راهنما:

دکتر علی اکبر متکان

دکتر سعید صادقیان

استاد مشاور:

دکتر علی محمدزاده

۱۳۸۹/۷/۲۴

نگارنده:

محمد حاجب

نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۸ – ۸۷

۱۴۲۷۱۵

بسمه تعالی

وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

گروه سنجش از دور GIS

تأییدیه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

این پایان نامه توسط آقای محمد حاجب دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته : سنجش از دور و GIS گرایش : منابع آب و خاک در تاریخ ۱۳۸۸/ ۶ /۲۳ مورد دفاع قرار گرفت و براساس رأی هیأت داوران با نمره بیست و درجه عالی پذیرفته شد .

استاد راهنما آقای دکتر علی اکبر متکان

استاد راهنما آقای دکتر سعید صادقیان

استاد مشاور آقای دکتر علی محمد زاده

استاد داور آقای دکتر محمد رضا صاحبی

استاد داور خانم دکتر روشنک درویش زاده

۱۳۸۹/۷/۲۴

تقدیم به همه انسان ها؛

به خوب ها، با شرمساری، از اینکه آنقدر خوب نیستم که چیزی درخور خوبی شان به راه شان پیشکش نمایم. و به بدها، با محبت، چراکه شاید اگر شاهد تقدیم تنها نگاهی از روی محبت بودند، راه خوبی‌ها را برای پیمودن برمی‌گزیدند. و البته با شرمساری، از اینکه آنقدر خوب نیستم که چیزی خوب‌تر از یک نگاه محبت آمیز پیشکش نمایم.

تقدیم به بشریت

تقدیر و تشکر

سپاس از خدائی که هرچه دارم از لطف اوست و آنچه ندارم از حکمتش.

قدردانی می کنم از خانواده عزیزم بخاطر زحماتی که برای من متحمل شده اند.

از تمام معلمان و اساتید بزرگواری که در مراحل مختلف زندگی و تحصیل، برای بنده حقیر زحمت کشیده‌اند تشکر می‌نمایم.

بر خود لازم می دانم از استاد گرانقدرم آقای دکتر علی اکبر متکان که در طول دوره با سعه صدر زحمت پروررش، آموزش و تشویق اینجانب و در انجام این پایان‌نامه زحمت راهنمائی بنده را برعهده داشتند، قدرشناسی نمایم. همچنین از استاد محترم آقای دکتر سعید صادقیان که حق بزرگ استادی برگردن بنده دارند، بخاطر راهنمائی های مؤثرشان در مراحل مختلف انجام این پایان‌نامه تشکر فراوان به عمل می آورم.

تشکر ویژه دارم از استاد مشاور ارجمندم آقای دکتر علی محمدزاده که انجام این پایان‌نامه جز با مشاوره‌های بی دریغ و ارزشمند ایشان امکان پذیر نبود.

از کلیه دوستان عزیزی که مرا در انجام مراحل مختلف این پایان نامه یاری نموده اند بویژه از آقایان مهندس علی بلیغ، مهندس محمد اسلامی، مهندس وحید بابازاده، مهندس بابک میرباقری و سرکار خانم پویان مهر سپاسگذاری می کنم.

اقرار وتعدنامه

اینجانب محمد حاجب دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه سنجش از دور و GIS، رشته سنجش از دور و GIS، گرایش منابع آب وخاک؛ پایان نامه حاضر را براساس مطالعات وتحقیقات شخصی خود انجام داده ودر صورت استفاده از داده ها، مآخذ، منابع ونقشه ها به طور کامل به آن ارجاع داده ام، ضمناً داده ها و نقشه های موجود را با توجه به مطالعات میدانی - صحرائی خود تدوین نموده ام. این پایان‌نامه پیش از این به هیچ وجه در مرجع رسمی یا غیر رسمی دیگری به عنوان گزارش یا طرح تحقیقاتی عرضه نشده است. در صورتی که خلاف آن ثابت شود، درجه ی دریافتی اینجانب از اعتبار ساقط شده،عواقب و نتایج حقوقی حاصله را می‌پذیرم.

۱۳۸۸/۶/۲۳

امضاء

چکیده:

لیدار تکنولوژی جمع آوری اطلاعات از سطح زمین بر مبنای اندازه گیری فاصله بوسیله لیزر است. دقت ارتفاعی بالا (۱۰ cm) و پتانسیل بالا در استخراج خودکار عوارض، آنرا به یک منبع اصلی تهیه اطلاعات ارتفاعی تبدیل کرده است. تا کنون مطالعات زیادی روی استخراج عوارض ارتفاعی، نظیر ساختمان ها از داده های لیدار صورت گرفته، ولی روی استخراج عوارض خطی از این داده ها کمتر کار شده است. جاده ها مهمترین گروه عوارض خطی هستند که بعنوان زیرساخت توسعه در هر کشور از اهمیت ویژه ای برخوردارند. هدف این تحقیق ارائه روشی برای استخراج جاده ها است که در آن منحصراً از داده های تولید شده توسط سیستم لیدار (فاصله و شدت)، استفاده شود. الگوریتم استخراج شامل دو مرحله" آشکار سازی" و " برداری کردن" است. در مرحله آشکار سازی ابتدا داده‌های شدت و فاصله لیدار با استفاده از ماشین بردار پشتیبان (SVM) و تابع پایه شعاعی(RBF) طبقه بندی شدند. نتایج حاکی از عملکرد بهتر ماشین بردار پشتیبان است. سپس با بهره گیری از لایه های اطلاعاتی، مدل رقومی عوارض غیر زمینی (DNTM)، و تصویر نرمال شده اختلافات (NDI) نتایج مرحله قبل بهبود داده شدند. بمنظور تهیه لایه DNTM نیاز به DTM بود. برای تهیه DTM، الگوریتم فیلتر کردن شیب مبنا در محیط نرم افزار MATLAB پیاده سازی شد. در ادامه با انجام عملیات پس پردازش شامل۵ مرحلهٔ پاکسازی مورفولوژی، حذف عناصر کوچک، اتصال قطع شدگی های جاده ها، حذف عناصر ناپیوسته و انسداد مورفولوژی نتایج نهایی مرحله آشکار سازی حاصل شد. جاده های آشکار شده به خوبی با شبکه جاده های منطقه مطابقت دارند. بمنظور انجام ارزیابی کمی، داده های مرجع بوسیله رقومی کردن دستی جاده ها از تصویر دیجیتالی رنگی منطقه، تولید شدند. نتایج ارزیابی حاکی از ۸۴/۳۵٪ "کامل بودن"،۷۱/۶۱٪"صحیح بودن"و ۶۳/۲۲٪ "کیفیت" است. در مرحله برداری کردن، برای استخراج خط مرکزی جاده ها از نازک سازی مورفولوژی استفاده شد. در نهایت خط مرکزی حاصل به لایه برداری خطی تبدیل شد.

کلمات کلیدی: لیدار، استخراج جاده، SVM، RBF، فیلترکردن، عملگرهای مورفولوژی

" فهرست مطالب"

فصل اول: کلیات وچارچوب تحقیق ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ضرورت تحقیق ۳

۱-۳- انگیزه تحقیق ۴

۱-۴- اهداف تحقیق ۴

۱-۵ - سؤالات تحقیق ۵

۱-۶- فرضیات تحقیق ۵

۱-۷ - روش تحقیق ۵

۱-۸ - ساختار پایان نامه ۷

فصل دوم: مقدمه ای بر سیستم لیدار ۸

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- سیستم لیدار ۸

۲-۳- مبانی اولیه ۱۰

۲-۴- ساختار تشکیل دهنده سیستم های لیدار ۱۰

۲-۴-۱- قسمت GPS ۱۱

۲-۴-۲- قسمت IMU ۱۲

۲-۴-۳- سیستم اسکن لیزری ۱۳

۲-۴-۳-۱- فرستنده لیزر ۱۳

۲-۴-۳-۲- سیستم نوری- مکانیکی دریافت امواج لیزری ۱۵

۲-۴-۳-۲-۱- آینه دوران کننده با سرعت ثابت ۱۶

۲-۴-۳-۲-۲- آینه نوسان کننده ۱۶
۲-۴-۳-۲-۳- آرایه فیبر نوری ۱۷
۲-۴-۳-۲-۴- اسکنر بیضوی (روش Palmer)..... ۱۸
۲-۵- خصوصیات بنیادی داده های لیدار ۱۹
۲-۵-۱- امکان ثبت چندین انعکاس برای هر سیگنال توسط لیدار..... ۲۰
۲-۵-۲- ثبت اطلاعات رادیومتریک توسط لیدار ۲۰
۲-۵-۳- مدل مشاهدات ۲۱
۲-۵-۴- خطاهای اندازه گیری (پارامتر های دقت)..... ۲۲
۲-۵-۴-۱-دقت اندازه گیری طول ۲۲
۲-۵-۴-۲- دقت تعیین موقعیت ۲۴
۲-۵-۴-۳- دقت تعیین پارامترهای دورانی ۲۴
۲-۵-۴-۴- همزمانی اجزاء (Temporal registration)..... ۲۵
۲-۶- انواع سیستم لیدار..... ۲۵
۲-۷- کاربرد های سیستم لیزر اسکن هوایی ۲۶
فصل سوم: مروری بر روش های موجود و تحقیقات صورت گرفته ۲۸
۳-۱- مقدمه ۲۸
۳-۲- خصوصیات جاده ۲۸
۳-۳- مروری بر روش های استخراج عوارض خطی ۳۰
۳-۳-۱- دسته بندی تکنیک های استخراج عوارض خطی ۳۱
۳-۳-۱-۱- سطح واحد اطلاعات ۳۱
۳-۳-۱-۲- خودکار یا نیمه خودکار بودن..... ۳۲
۳-۳-۱-۳- منبع داده مورد استفاده ۳۳

۳-۳-۲- مروری بر روش های موجود استخراج جاده از داده های دور سنجی ۳۳
۳-۳-۲-۱- روش ادغام تصاویر ۳۳
۳-۳-۲-۲- روش مبتنی بر قوانین فازی ۳۳
۳-۳-۲-۳- روش مبتنی بر مورفولوژی ریاضی ۳۴
۳-۳-۲-۴- روش مدل پایه ۳۵
۳-۳-۲-۵- روش برنامه ریزی پویا ۳۵
۳-۳-۲-۶- روشMulti – scale grouping and context ۳۶
۳-۳-۲-۷- روش فیلتر کردن کالمن (Kalman Filtering) ۳۶
۳-۳-۲-۸- روش تشخیص لبه ۳۶
۳-۳-۲-۹- روش مارپیچ (Snake) ۳۷
۳-۳-۲-۱۰- روش مکاشفه ای ۳۷
۳-۳-۲-۱۱- روش انطباق نقشه ۳۸
۳-۳-۳- استفاده از داده های لیدار برای استخراج عوارض ۳۸
۳-۳-۳-۱- الگوریتم های موجود برای استخراج عوارض خطی از داده های لیدار ۳۹
۳-۳-۳-۱-۱- روش(Rieger etal., 1999) ۳۹
۳-۳-۳-۱-۲- روش(Hu.Y, 2003) ۳۹
۳-۳-۳-۱-۳- روش(Alharthy & Bethel, 2003) ۴۲
۳-۳-۳-۱-۴- روش(Hatger & Brener, 2003) ۴۳
۳-۳-۳-۱-۵- روش(Hu.x et al., 2004) ۴۵
۳-۳-۳-۱-۶- روش(Zhu etal., 2004) ۴۷
۳-۳-۳-۱-۷- روش(Clode etal., 2004b) ۴۷

۳-۳-۳-۱-۸- روش(Clode etal., 2004a) ۴۹
۳-۳-۳-۱-۹- روش(Hatger, 2005) ۵۱
۳-۳-۳-۱-۱۰- روش(Clode etal., 2005) ۵۲
۳-۳-۳-۱-۱۱- روش(Akel etal., 2005) ۵۵
۳-۳-۳-۱-۱۲- روش(Fardi etal., 2007) ۵۵
۳-۳-۳-۱-۱۳- روش(Li etal., 2008) ۵۵
۳-۳-۳-۱-۱۴- روش(Lin etal., 2008) ۶۰
۳-۳-۳-۱-۱۵- روش(Harvey etal., 2008) ۶۲
۳-۳-۳-۲- دسته بندی روش های استخراج عوارض خطی از داده های لیدار..... ۶۴
فصل چهارم: مواد و روش ها ۶۶
۴-۱- مقدمه ۶۶
۴-۲- انتخاب منطقه مورد مطالعه و خصوصیات آن ۶۶
۴-۳- تهیه داده های مرجع..... ۶۸
۴-۴- پیش پردازش و حذف اشتباهات ۷۰
۴-۴-۱- قید حداقل مقدار تفاضل مؤلفه Z بازگشت اول از بازگشت آخر ۷۱
۴-۴-۲- محدوده ارتفاعی نقاط..... ۷۲
۴-۵- تکنیک های مورد استفاده در الگوریتم ۷۲
۴-۵-۱- فیلتر کردن داده های لیدار..... ۷۲
۴-۵-۱-۱- الگوریتم شیب مبنا ۷۳
۴-۵-۲- روش وزن دهی عکس فاصله (IDW) ۷۳
۴-۵-۳- عملگرهای مورفولوژی ریاضی ۷۵

۴-۵-۳-۱- عملگر اروژن ۷۵
۴-۵-۳-۲- عملگر دلیشین ۷۶
۴-۵-۳-۳- عملگر گشایش ۷۶
۴-۵-۳-۴- عملگر انسداد ۷۷
۴-۵-۳-۵- عملگر پاکسازی مورفولوژیک ۷۷
۴-۵-۴-شبکه های عصبی مصنوعی ۷۸
۴-۵-۴-۱- تابع پایه شعاعی(RBF) ۷۸
۴-۵-۴-۲- ماشین بردار پشتیبان (SVM) ۷۹
۴-۵-۴-۲- ۱- ماشین بردار پشتیبان در حالت جدایی پذیر ۸۰
۴-۵-۴-۲-۲- ماشین بردار پشتیبان غیرخطی ۸۲
۴-۵-۴-۲-۳- ماشین بردار پشتیبان در حالت چندکلاسه ۸۳
۴-۶- طراحی الگوریتم ۸۴
۴-۶-۱- پیش فرض های مورد استفاده برای شناسائی جاده ها ۸۴
۴-۶-۲- تهیه لایه های ورودی ۸۶
۴-۶-۲-۱- تهیه اطلاعات ارتفاعی ۸۶
۴-۶-۲-۱-۱- فیلتر کردن داده های فاصله (تهیه Bare Earth) ۸۶
۴-۶-۲-۱-۲- تهیه DTM ۸۷
۴-۶-۲-۱-۳- تهیهDNTM ۸۷
۴-۶-۲-۱-۳-۱- علت استفاده از DNTM به جای داده های فاصله ۸۷
۴-۶-۲-۲- تهیه تصویر نرمال شده اختلافات (NDI) ۸۹
۴-۷-پارامتر های ارزیابی کمی نتایج ۸۹

۴-۷-۱- پارامتر های ارزیابی کمی الگوریتم فیلترکردن شیب مبنا ۸۹

۴-۷-۲-پارامتر های ارزیابی کمی الگوریتم استخراج جاده ۹۱

فصل پنجم: پیاده سازی الگوریتم و ارائه نتایج..... ۹۳

۵-۱- مقدمه..... ۹۳

۵-۲- نتایج پیش پردازش داده ها..... ۹۳

۵-۲-۱- نتایج اعمال قید حداقل مقدار تفاضل مؤلفه Z بازگشت اول از بازگشت آخر..... ۹۳

۵-۲-۲- نتایج اعمال قید محدوده ارتفاعی نقاط..... ۹۴

۵-۳- نتایج تهیه اطلاعات ارتفاعی..... ۹۵

۵-۳-۱- نتایج فیلتر کردن داده ها..... ۹۵

۵-۳-۲- نتایج تهیه DTM ۹۹

۵-۴- نتایج تهیه تصویر نرمال شده اختلافات (NDI) ۱۰۰

۵-۵- پیاده سازی الگوریتم استخراج جاده..... ۱۰۰

۵-۵-۱- آشکار سازی جاده ها..... ۱۰۱

۵-۵-۱-۱- طبقه بندی داده های شدت لیدار..... ۱۰۱

۵-۵-۱-۲- طبقه بندی داده های شدت و فاصله لیدار..... ۱۰۴

۵-۵-۱-۳- استفاده از لایه اطلاعاتی DNTM..... ۱۰۶

۵-۵-۱-۴- استفاده از تصویر نرمال شده اختلافات (NDI) ۱۰۷

۵-۵-۱-۵- پس پردازش جاده های آشکار شده..... ۱۰۹

۵-۵-۱-۵-۱- پاکسازی مورفولوژی..... ۱۰۹

۵-۵-۱-۵-۲- برچسب گذاری قطعه ها و حذف عناصر بسیار کوچک..... ۱۱۰

۵-۵-۱-۵-۳- اتصال قطع شدگی های جاده های آشکار شده..... ۱۱۱

۵-۵-۱-۵-۴- حذف اجزای ناپیوسته..... ۱۱۲

۵-۵-۱-۵-۵- انسداد مورفولوژی..... ۱۱۳
۵-۵-۲- برداری کردن جاده های استخراج شده..... ۱۱۶
۵-۶- تحلیل نتایج الگوریتم های فیلتر کردن و استخراج جاده..... ۱۱۷
۵-۶-۱- تحلیل نتایج الگوریتم فیلتر کردن شیب مبنا..... ۱۱۷
۵-۶-۱-۱- عوامل مؤثر بر میزان خطاهای نوع اول و دوم..... ۱۱۷
۵-۶-۱-۲- ارزیابی کیفی الگوریتم فیلتر کردن شیب مبنا..... ۱۱۸
۵-۶-۲- تحلیل نتایج الگوریتم استخراج جاده..... ۱۲۱
۵-۶-۲-۱- عوامل مؤثر بر پارامتر های کامل بودن، صحیح بودن و کیفیت..... ۱۲۱
۵-۶-۲-۲- ارزیابی کیفی الگوریتم استخراج جاده..... ۱۲۲
فصل ششم: نتیجه گیری، بحث و پیشنهادات ۱۲۷
۶-۱- مقدمه..... ۱۲۷
۶-۲- نتیجه گیری و بحث..... ۱۲۷
۶-۳- آزمون فرضیات..... ۱۳۱
۶-۳-۱- فرضیه اول..... ۱۳۱
۶-۳-۲- فرضیه دوم..... ۱۳۱
۶-۴- محدودیت های تحقیق..... ۱۳۲
۶-۵- پیشنهادات..... ۱۳۲
منابع و مآخذ..... ۱۳۴

" فهرست اشکال "

شکل۱-۱: فلوچارت الگوریتم استخراج جاده پیشنهاد شده..... ۶

شکل۲-۱: مؤلفه های تشکیل دهنده سیستم لایدار ۱۱

شکل ۲-۲: اجزای مختلف سیستم های هدایت لیزر که از آرایه فیبر نوری استفاده می کنند..... ۱۷

شکل۲-۳: امکان ثبت چندین انعکاس برای هر سیگنال توسط لیدار..... ۲۰

شکل۲-۴: نمای سه بعدی توده نقاط جمع آوری شده در محدوده خطوط انتقال برق..... ۲۶

شکل۳-۱: نتایج نهایی روش Hu.Y (2003) ۴۱

شکل۳-۲: شبکه جاده ها استخراج شده توسط Hu.x و همکاران (2004) ۴۷

شکل۳-۳: نتایج روش Clode و همکاران (2004b) ۴۹

شکل۳-۴: نتایج روش Clode و همکاران (2004a)..... ۵۱

شکل ۳-۵: نتایج الگوریتم Clode و همکاران (2005) ۵۴

شکل۳-۶: نتایج الگوریتم موازی در روش Li و همکاران (2008) با ۴ کارگر ۵۹

شکل۳-۷: نتایج الگوریتم Lin و همکاران (2008)..... ۶۲

شکل۳-۸: نتایج روش Harvey و همکاران (2008)..... ۶۳

شکل ۳-۹: نقشه مناطق قابل عبور در روش Harvey و همکاران (2008)..... ۶۴

شکل ۴-۱: تصویر هوائی منطقه مورد مطالعه ۶۷

شکل۴-۲: پراکندگی نقاط کنترل..... ۶۸

شکل۴-۳: خطای محاسبه شده برای عملیات رجیسترکردن در نرم افزار ERDAS IMAGINE..... ۶۸

شکل۴-۴: رقومی سازی دستی جاده ها..... ۶۹

شکل۴-۵: داده های مرجع..... ۶۹

شکل۴-۶: نقاط با ارتفاع بسیار کم موجود در داده های بازگشت آخر فاصله منطقه مورد مطالعه..... ۷۰

شکل۴-۷: روش درونیابیIDW..... ۷۵
شکل۴-۸: عملگر اروژن..... ۷۵
شکل۴-۹: عملگر دیلیشن..... ۷۶
شکل۴-۱۰: عملگر گشایش..... ۷۶
شکل۴-۱۱: عملگر انسداد..... ۷۷
شکل۴-۱۲: عملگر پاکسازی مورفولوژیک..... ۷۷
شکل۴-۱۳: نمودار تابع گوسی..... ۷۸
شکل۴-۱۴: شبکهٔ توابع پایه شعاعی..... ۷۹
شکل۴-۱۵: ماشین بردار پشتیبان در حال جدائی پذیر..... ۸۱
شکل۴-۱۶: DSM، DTM و DNTM فرضی ۸۸
شکل۴-۱۷: فلوچارت تعیین خطاهای نوع اول و دوم..... ۹۰
شکل۵-۱: نمودار نقاط اشتباه بر حسب حدود آستانه متغیر بیشتر از ۱۰cm..... ۹۴
شکل۵-۲: نقاط اشتباه..... ۹۵
شکل۵-۳: نتایج فیلترینگ داده ها ۹۶
شکل۵-۴: داده های فیلتر شده پس از پردازش Hole Fill..... ۹۷
شکل۵-۵: نمودار خطای مجموع الگوریتم شیب مبنا، قبل و بعد از پردازش Hole Fill..... ۹۸
شکل۵-۶: نمودار خطاهای الگوریتم شیب مبنا، قبل و بعد از پردازش Hole Fill..... ۹۸
شکل۵-۷: DTM و DSM منطقه ۹۹
شکل۵-۸: تصویر نرمال شده اختلافات NDI..... ۱۰۰
شکل۵-۹: نتایج طبقه بندی داده های شدت..... ۱۰۲
شکل۵-۱۰: مقایسه کیفیت نتایج دو روش SVM و RBF در طبقه بندی داده های شدت..... ۱۰۳
شکل۵-۱۱: نتایج طبقه بندی داده های شدت و فاصله..... ۱۰۴
شکل۵-۱۲: مقایسه کیفیت نتایج دو روش SVM وRBF در طبقه بندی داده های شدت وفاصله..... ۱۰۶

شکل۵-۱۳: جاده های آشکار شده تا مرحله اضافه شدن لایه DNTM ۱۰۸
شکل۵-۱۴: اتصال قطع شدگی های جاده های آشکار شده ۱۱۲
شکل۵-۱۵: نتایج نهائی مرحله آشکارسازی جاده (همپوشانی با داده مرجع)..... ۱۱۴
شکل۵-۱۶: منحنی ارزیابی دقت در مراحل مختلف الگوریتم در حالت فقط جاده های اصلی..... ۱۱۵
شکل۵-۱۷: منحنی ارزیابی دقت در مراحل مختلف الگوریتم در حالت جاده های اصلی و فرعی..... ۱۱۵
شکل۵-۱۸: نتایج برداری کردن..... ۱۱۶
شکل۵-۱۹: حضور ساختمان های بزرگ..... ۱۱۹
شکل۵-۲۰: قطعه زمین محصور..... ۱۱۹
شکل۵-۲۱: اختلافات بین خروجی الگوریتم شیب مبنا با داده های مرجع..... ۱۲۰
شکل۵-۲۲: چاله در DTM براثر حضور نقطه اشتباه..... ۱۲۱
شکل ۵-۲۳: حضور پارکینگ ها..... ۱۲۳
شکل۵-۲۴: حضور پیاده رو ها و راه های اختصاصی منازل..... ۱۲۴
شکل۵-۲۵: حضور ماشین ها روی جاده..... ۱۲۴
شکل۵-۲۶: حضور درختان کنار جاده..... ۱۲۵
شکل۵-۲۷: حضور خط کشی عابر پیاده روی جاده..... ۱۲۶
شکل۶-۱: مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهاد شده در تحقیق حاضر با روشهای های ارائه شده توسط Clode و همکاران (2004a) و Clode و همکاران (2005) ۱۳۰

" فهرست جداول"

جدول۲-۱: مشخصات کلی سیستم های لایدار..... ۱۹

جدول۳-۱: ارزیابی کمی نتایج الگوریتم Hu.Y (2003)..... ۴۱

جدول۳-۲: ارزیابی کمی نتایج الگوریتم طبقه بندی سلسله مراتبی Clode و همکاران (2004a) ۵۱

جدول۳-۳: ارزیابی کمی نتایج الگوریتم Clode و همکاران (2005) ۵۴

جدول۳-۴: برخی مشخصات الگوریتم های استخراج عوارض خطی از داده های لایدار..... ۶۵

جدول۴-۱: اطلاعات مربوط به داده های مرجع..... ۷۰

جدول۴-۲: محاسبه میزان خطاهای نوع اول و دوم..... ۸۹

جدول۵-۱: تعداد نقاط اشتباه برحسب مقادیر مختلف حد آستانه(T)..... ۹۳

جدول۵-۲: نتایج الگوریتم فیلتر کردن شیب مبنا با آستانه های مختلف..... ۹۷

جدول ۵-۳: نتایج طبقه بندی داده های شدت..... ۱۰۳

جدول ۵-۴: نتایج طبقه بندی داده های شدت و فاصله..... ۱۰۵

جدول۵-۵: نتایج آشکار سازی جاده ها تا مرحله استفاده از لایه DNTM..... ۱۰۷

جدول۵-۶: نتایج آشکار سازی جاده ها تا مرحله استفاده از لایه های DNTM و NDI..... ۱۰۸

جدول ۵-۷: نتایج آشکارسازی جاده ها پس از پاکسازی مورفولوژی..... ۱۰۹

جدول۵-۸: نتایج آشکارسازی جاده ها پس از حذف عناصر بسیار کوچک..... ۱۱۰

جدول۵-۹: نتایج آشکار سازی جاده ها پس از اتصال قطع شدگی ها..... ۱۱۱

جدول۵-۱۰: نتایج آشکارسازی جاده ها پس از حذف عناصر ناپیوسته..... ۱۱۳

جدول۵-۱۱: نتایج نهائی آشکارسازی جاده ها..... ۱۱۴

فصل اول

کلیات و چارچوب تحقیق

۱-۱-مقدمه

جامعه ژئوماتیک به عنوان اصلی ترین مرجع در زمینه برداشت و ارائه اطلاعات مکانی از پیشرفت های علوم مختلف استفاده کرده و در این راستا به سمت روش هایی سوق پیدا می کند که اطلاعات مورد نیاز را دقیق‌تر، سریع تر و ارزان تر فراهم کند. فرآیند تولید اطلاعات مکانی در چهار دهه اخیر شاهد حرکت از نقشه برداری سنتی و زمینی به سمت روش های غیر فعال اخذ داده مانند سنجش از دور و فتوگرامتری و اخیراً به سمت روش های فعال نظیر InSAR[1]، و لیدار[2](LiDAR) بوده است.

با پرتاب اولین ماهواره هواشناسی در سال ۱۹۶۰، و نیز اولین ماهواره منابع زمینی با نام لندست۱ در سال ۱۹۷۲و بدنبال آن پرتاب ده ها ماهواره با قدرت تفکیک های مکانی بسیار بالا (زیر۱متر) و نیز ماهواره های چند طیفی و ابر طیفی (از۴ تا۲۰۰ باند طیفی)، سنجش از دور از حالت آنالوگ خارج و بصورت رقومی درآمد و کاربرد همه جانبه ای در علوم محیطی نظیر بوم شناسی، زمین شناسی، هیدرولوژی، اقیانوس‌نگاری، هواشناسی و غیره، پیدا کرد.

در زمان های دور، نقشه ها بوسیله روش های گرافیکی تهیه می شدند ولی با پیدایش فتوگرامتری در اواسط قرن نوزدهم، تحولی بزرگ در این امر ایجاد شد و با گذار از فتوگرامتری آنالوگ به فتوگرامتری تحلیلی و نهایتاً فتوگرامتری رقومی، امکانات زیادی در زمینه تهیه نقشه ارائه گردید.

اگرچه فتوگرامتری سال ها در زمینه تولید نقشه مورد استفاده قرار گرفته است اما این روش مشکلات خاص خود را دارد. از جمله محدودیت های فتوگرامتری می توان به استفاده از تصاویر اپتیکی، وجود جابجایی ناشی از اختلاف ارتفاع در تصاویر، محدودیت در زمان برداشت (فقط در روز)، نیاز به تناظریابی بین تصاویر و نیاز به نقاط کنترل زمینی همراه با صرف هزینه و زمان زیاد اشاره کرد.

---

[1] Interferametry Synthetic Aperture Radar
[2] Light Detection and Ranging