دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه برداری
گروه فتوگرامتری و سنجش از دور

رساله دکتری

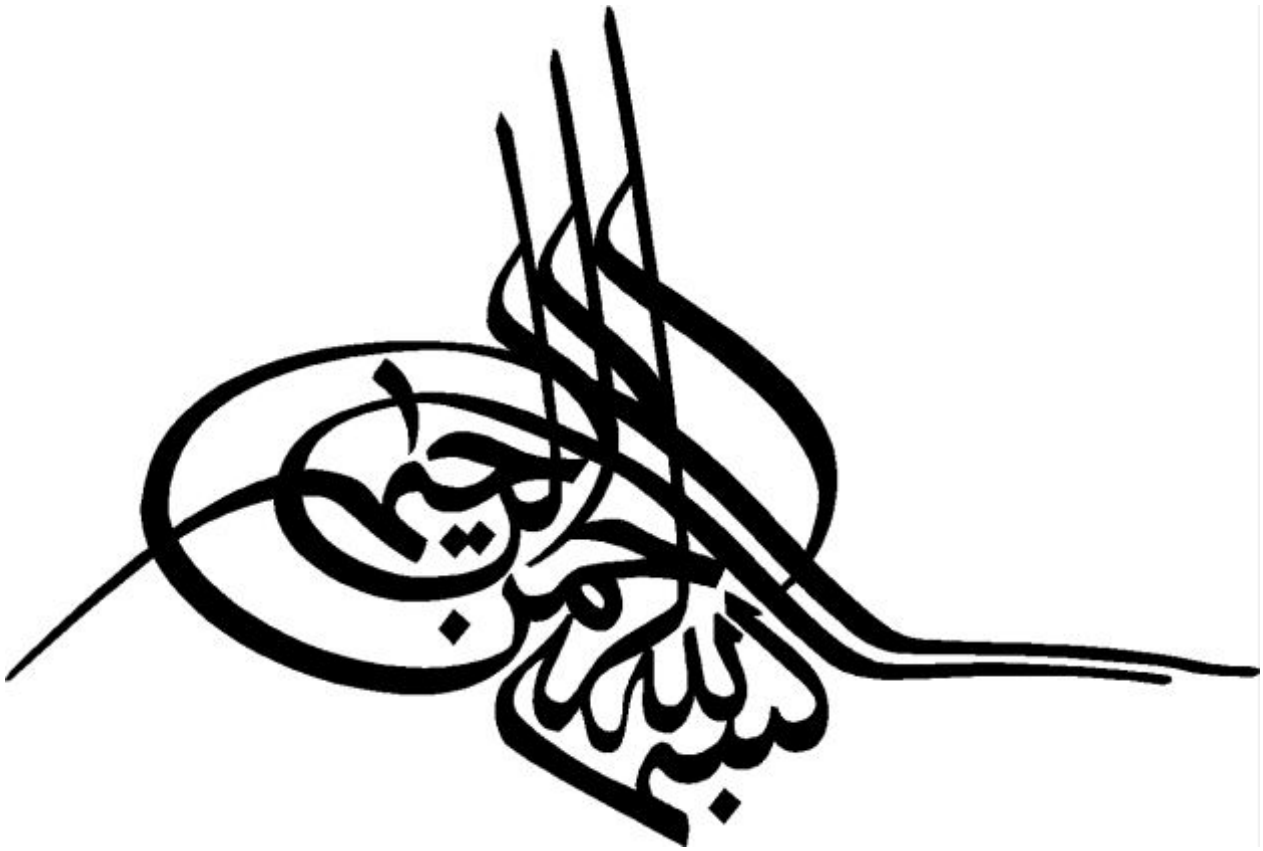
موضوع پایان‌نامه:

تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و GIS با تاکید بر ساختاردهی هوشمند داده‌های مکانی همزمان با عملیات رقومی‌سازی عوارض با استفاده از سیستمهای خبره

استاد راهنما:
دکتر حمید عبادی

دانشجو: فرشید فرنود احمدی

شهریور ماه ۱۳۸۹


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیم به

مادربزرگ عزیزم

مادر فداکارم پدر بزرگوارم

و

همسر مهربانم

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تأئید هیأت داوران

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

<< **تلفیق مستقیم سیستم‌های فتوگرامتری و GIS با تأکید بر ساختاردهی هوشمند داده‌های مکانی همزمان با عملیات رقومی سازی عوارض با استفاده از سیستم‌های خبره**>>

توسط آقای **فرشید فرنود احمدی** صحت و کفایت تحقیق انجام شده را برای اخذ درجه دکتری مهندسی عمران- نقشه‌برداری مورد تأئید قرار می‌دهند.

۱- استاد راهنمای اول	آقای دکتر **حمید عبادی**	امضاء.....
۲- استاد راهنمای دوم	آقای دکتر	امضاء.....
۳- استاد مشاور	آقای دکتر	امضاء.....
۴- ممتحن خارجی	آقای دکتر **علی اکبر پرهیزگار**	امضاء.....
۵- ممتحن خارجی	آقای دکتر **سعید صادقیان**	امضاء.....
۶- ممتحن داخلی	آقای دکتر **محمدجواد ولدان‌زوج**	امضاء.....
۷- ممتحن داخلی	آقای دکتر **محمدسعدی مسگری**	امضاء.....
۸- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده	آقای دکتر **محمدرضا ملک**	امضاء.....
۹- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه	آقای دکتر **جمال زمانی**	امضاء.....

دانشکده نقشه برداری

تاریخ: ۸۷/۶/۲۴

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

تایید پایان‌نامه دکترا توسط دانشجو

موضوع پایان‌نامه:
تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و GIS با تاکید بر ساختاردهی هوشمند داده‌های مکانی همزمان با عملیات رقومی‌سازی عوارض با استفاده از سیستمهای خبره

استاد راهنما: دکتر حمید عبادی
نام دانشجو: فرشید فرنود احمدی
شماره دانشجویی: ۸۳۰۹۸۳۶

اینجانب فرشید فرنود احمدی دانشجوی دوره دکترای مهندسی عمران- نقشه‌برداری دانشکده نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی گواهی می‌نمایم که تحقیقات ارائه شده در این پایان‌نامه توسط شخص اینجانب انجام شده و صحت و اصالت مطالب نگارش شده مورد تایید می‌باشد و در مورد استفاده از کار دیگر محققان به مرجع مورد استفاده اشاره شده است. بعلاوه گواهی می‌نمایم که مطالب مندرج در پایان‌نامه تاکنون برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی توسط اینجانب یا فرد دیگری در هیچ جا ارائه نشده است و در تدوین متن پایان‌نامه چارچوب مصوب دانشگاه را به طور کامل رعایت کرده‌ام

امضاء دانشجو

فرم حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی-برداری به صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.

۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی می‌باشدو 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 قدردانی :

هر نفسی که فرو می رود ممد حیات است و چون بر می آید مفرح ذات . پس در هر نفس دو نعمت است و بر هر نعمت شکری واجب .

از دست و زبان که برآید کز عهده شکرش به در آید

خداوند متعال را شاکر و سپاسگذارم که در تمام مراحل زندگی همواره همراه و پشتیبان من بود و هیچگاه لحظه‌ای مرا تنها نگذاشت. به درگاهش شکرگذارم که به من توفیق علم آموزی عطا کرد و مرا یاری کرد تا این پایان نامه را با موفقیت به اتمام رسانم .

در اینجا لازم می‌دانم مراتب تشکر و قدردانی خالصانه و صمیمانه خود را نسبت به جناب آقای دکتر عبادی که با راهنمایی‌های ارزنده ، پیگیریهای مستمر و تلاشهای بی وقفه خود ، مرا در انجام این پایان-نامه یاری نمودند و حضورشان در کنار بنده به عنوان یک راهنمای فعال کاملا محسوس و مشهود بود، ابراز نمایم .

همچنین از تمامی دوستانی که به نحوی بنده را در تهیه این پایان نامه کمک و یاری نمودند تشکر و قدردانی می نمایم .

چکیده

امروزه اهمیت تصویربرداری به عنوان یک منبع برای استخراج داده‌های مکانی روز به روز در حال افزایش است به طوری که در چند سال آینده بخش اعظم داده‌های مورد نیاز سازمانهای مدیریت اطلاعات مکانی از این طریق به دست خواهند آمد. سیستمهای فتوگرامتری ابزارهای بسیار قدرتمندی برای استخراج داده‌های مکانی هستند که مدیریت این نوع داده‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در مقابل سیستمهای اطلاعات مکانی قادر به مدیریت حجم زیادی از داده‌های مکانی هستند، ولی خود قادر به تولید چنین داده‌هایی نمی‌باشند و نیازمند داده‌های ورودی هستند. علیرغم وابستگی این دو سیستم، تا به امروز این سیستمها به طور کاملا مستقل توسعه یافته‌اند. با تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی داده‌های مکانی به طور مستقیم و همزمان با عملیات رقومی‌سازی عوارض از روی مدل سه بعدی وارد سیستم اطلاعات مکانی می‌شوند و مراحل مورد نیاز جهت آماده-سازی داده‌های مکانی برای استفاده در این سیستم، به طور چشمگیری کاهش و حتی در اغلب موارد حذف می-گردد. بدین ترتیب ضمن آنکه بخش عمده‌ای از مشکلات مربوط به استفاده مجزا و مستقل از این دو سیستم از قبیل: مسائل و مشکلات موجود در فرآیند تبدیل فرمت داده‌های مکانی، کاهش صحت داده‌های مکانی در فرآیند ویرایش داده‌ها، افزایش زمان و هزینه تولید و آماده‌سازی داده‌های مکانی برای استفاده در سیستمهای اطلاعات مکانی و ...رفع می‌گردد، قابلیتها و توانمندیهای جدیدی به شرح ذیل در اختیار کاربران قرار می‌گیرد:

- امکان استفاده از ابزارهای سیستم اطلاعات مکانی برای آنالیز داده‌های جمع‌آوری شده به منظور تولید داده-های جدید
- امکان استفاده از یک پایگاه داده مرکزی به جای نقشه رقومی مبتنی بر فایل
- افزایش کارایی روند بهنگام‌رسانی داده‌های مکانی
- استخراج داده‌های مکانی با جزئیات متفاوت بر حسب نیاز در مناطق مختلف
- امکان استفاده از تصاویر استریو برای دید سه بعدی در GISهای شهری
- امکان کنترل و ارزیابی اعتبار داده‌ها همزمان با عملیات تولید و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی در پایگاه داده سیستم اطلاعات مکانی

به منظور تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی، عملیات تلفیق بایستی هم در سطح سیستم و هم در سطح داده انجام گیرد. برای تلفیق در سطح سیستم، بایستی ارتباط مستقیم و دوطرفه‌ای میان سخت‌افزار یا نرم‌افزار مورد استفاده برای هر یک از دو سیستم به منظور برقراری امکان تبادل داده و دستورات به صورت آنی، برقرار گردد تلفیق این دو سیستم در سطح داده به معنای ذخیره‌سازی داده مطابق با واقعیت و با

ساختار مورد نظر در سیستم اطلاعات مکانی، همزمان با عملیات رقومی‌سازی عوارض از روی مدل تشکیل شده در سیستم فتوگرامتری می‌باشد. در این تحقیق روش جدیدی جهت تلفیق دو سیستم مذکور هم در سطح سیستم و هم در سطح داده ارائه شده و مراحل پیاده‌سازی سیستم رابط خبره طراحی شده بر اساس این روش، تشریح شده است. آزمون سیستم رابط پیاده شده نشان داد:

- استفاده از معماری سیستمهای خبره برای پیاده‌سازی واحد تصمیم‌گیری سیستم تلفیقی سبب تفکیک بخش استدلال و استنتاج از بخشهای عملیاتی سیستم می‌گردد. بر همین اساس امکان توسعه دامنه دانش سیستم و یا تغییر آن متناسب با شرایط به راحتی و بدون نیاز به تغییرات پایه‌ای در واحدهای عملیاتی سیستم، در مدت زمان نسبتا کوتاهی امکان‌پذیر می‌باشد.
- در تمامی مواردی که دانش مربوط به خصوصیات عارضه در حال رقومی‌سازی یا روابط آن با عوارض مرتبط به طور صریح یا ضمنی در پایگاه دانش سیستم خبره موجود باشد و یا امکان شناسایی خطاها از طریق کنترلهای مبتنی بر حدآستانه امکان‌پذیر باشد، خطاهای به وجود آمده، از طریق سیستم رابط خبره قابل شناسایی می‌باشند.
- در مواردی که امکان اصلاح خطا به دلیل پیچیدگی ویرایشهای مورد نیاز، موجود نباشد، حذف آخرین نقطه ورودی به عنوان عامل ایجاد کننده خطا می‌تواند راهکار مؤثری برای رفع خطا باشد.
- در مورد بخشی از خطاها که جلوگیری از بروز آنها با حذف آخرین نقطه ورودی امکان‌پذیر نمی‌باشد و روشهای مختلفی برای اصلاح آنها موجود است، بایستی بر اساس شرایط موجود، روش مناسب انتخاب گردد. در چنین مواردی یا امکان اصلاح خطا به صورت اتوماتیک موجود نمی‌باشد و یا اصلاح اتوماتیک آن مستلزم اطلاعات زیادی در رابطه با شرایط محلی خطا می‌باشد. ارائه روشهای قابل استفاده برای رفع یا اصلاح خطا به عنوان مجموعه پیشنهادات سیستم و انتخاب روش مناسب از سوی کاربر، یکی از راهکارهای مناسب در این زمینه می‌باشد که در سیستم رابط طراحی و پیاده شده در این تحقیق بکار گرفته شده است.
- در مواردی که دانش تعریف شده در پایگاه دانش بخش تصمیم‌گیری، در جهان واقعی نقض گردد، شناسایی خطا توسط سیستم رابط فاقد اعتبار خواهد بود.

کلمات کلیدی: آماده‌سازی و ساختاردهی داده‌های مکانی، تلفیق، خطاهای ساختاری، خطاهای معنایی، سیستم اطلاعات مکانی، سیستم خبره، فتوگرامتری.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول: کلیات	
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- لزوم و اهمیت تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و GIS	۵
۱-۲-۱-ورود مستقیم داده‌های مکانی به محیط GIS و عدم نیاز به تغییر فرمت	۵
۱-۲-۲- افزایش قابلیت اعتمادپذیری داده‌های مکانی ورودی به GIS	۶
۱-۲-۳- صرفه‌جویی در زمان و هزینه تولید داده‌های مکانی برای ورود به سیستم اطلاعات مکانی	۶
۱-۲-۴- امکان استفاده از ابزارهای GIS برای آنالیز داده‌های جمع‌آوری شده به منظور تولید داده‌های جدید	۷
۱-۲-۵-امکان استفاده از یک پایگاه داده مرکزی به جای نقشه رقومی مبتنی بر فایل	۷
۱-۲-۶- افزایش کارایی روند بهنگام‌رسانی داده‌های مکانی	۸
۱-۲-۷- استخراج داده‌های مکانی با جزئیات متفاوت بر حسب نیاز در مناطق مختلف	۸
۱-۲-۸-امکان استفاده از تصاویر استریو برای دید سه بعدی در GISهای شهری	۹
۱-۲-۹-امکان کنترل و ارزیابی اعتبار داده‌ها همزمان با عملیات تولید و ذخیره‌سازی داده‌های مکانی در پایگاه داده GIS	۹
۱-۳- طرح مسئله	۱۰
۱-۴- اهداف تحقیق	۱۲
۱-۵- ساختار پایان نامه	۱۳
فصل دوم: تحقیقات و مطالعات انجام شده در زمینه تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و GIS	
۲-۱- مقدمه	۱۴
۲-۲- تحقیقات و مطالعات انجام شده	۱۴
فصل سوم: بررسی سطوح تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی	
۳-۱- مقدمه	۲۳
۳-۲- سطوح تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی	۲۳

عنوان **شماره صفحه**

۳-۲-۱- تلفیق غیر مستقیم یا تبادل داده های مکانی مبتنی بر فایل ۲۳

۳-۲-۲- تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی ۲۴

۳-۳- آماده‌سازی و ساختاردهی داده‌های مکانی برای ورود به سیستم اطلاعات مکانی ۲۸

فصل چهارم: استدلال کیفی و منطق مکانی مطلوب

۴-۱- مقدمه ۳۱

۴-۲- منطق مکانی ۳۳

۴-۳- انتخاب مولفه‌های پایه برای طراحی منطق مکانی مورد نیاز ۳۵

۴-۳-۱- موجودیتهای هندسی ۳۵

۴-۳-۲- مدلسازی روابط میان موجودیتهای مکانی به عنوان مولفه غیرمنطقی منطق مکانی ۳۵

۴-۳-۳- مولفه منطقی برای انجام استدلال کیفی در زمینه موجودیتهای مکانی ۳۸

۴-۳-۴- منطق مکانی طراحی شده بر اساس مولفه‌های منتخب ۴۳

فصل پنجم: مبانی سیستمهای خبره

۵-۱- مقدمه ۴۷

۵-۲- نمایش دانش در پایگاه دانش سیستمهای خبره ۵۰

۵-۳- موتور استنتاج ۵۳

۵-۴- مراحل طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم خبره (چرخه حیات یک سیستم خبره) ۵۵

۵-۴-۱- طراحی ۵۶

۵-۴-۲- تعریف دانش ۵۶

۵-۴-۳- طراحی دانش ۵۶

۵-۴-۴- تصدیق دانش ۵۷

۵-۴-۵- پیاده‌سازی اولیه سیستم ۵۷

۵-۴-۶- ارزیابی سیستم خبره ۵۷

۵-۵- ابزارهای پیاده‌سازی فیزیکی سیستمهای خبره ۵۷

۵-۵-۱- زبانهای برنامه‌نویسی متداول ۵۸

عنوان **شماره صفحه**

۵-۵-۲- پوسته‌ها ۵۸

۵-۵-۳- زبانهای برنامه نویسی هوش مصنوعی ۵۹

فصل ششم: طراحی و پیاده‌سازی یک سیستم رابط خبره برای تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی

۶-۱- مقدمه ۶۲

۶-۲- تعامل داخلی (Interoperability) و نقش آن در انتخاب اجزاء سیستم تلفیقی ۶۴

۶-۲-۱- انتخاب سیستم فتوگرامتری ۶۵

۶-۲-۲- انتخاب سیستم اطلاعات مکانی ۶۸

۶-۲-۳- انتخاب زبان برنامه‌نویسی ۶۹

۶-۳- انتخاب ابزار مناسب برای پیاده‌سازی واحد استنتاج و استدلال سیستم رابط ۷۰

۶-۴- معماری کلی سیستم تلفیقی و رابطه میان اجزاء آن ۷۳

۶-۴-۱- سیستم فتوگرامتری ۷۴

۶-۴-۲- بخش متصل کننده سیستم فتوگرامتری و سیستم رابط ۷۵

۶-۴-۳- بخش اجرای تحلیلها و ویرایشهای مکانی ۷۵

۶-۴-۴- واحد مدیریت ۷۹

۶-۴-۵- پایگاه داده مکانی ۸۰

۶-۴-۶- واسط کاربر ۸۰

۶-۴-۷- سیستم خبره ۸۰

۶-۵- عملکرد سیستم تلفیقی ۸۶

۶-۶- ارزیابی عملکرد سیستم ۸۹

۶-۷- نوآوری‌های تحقیق ۹۴

فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۷-۱- مقدمه ۹۷

۷-۲- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۹۸

۷-۳- پیشنهادات ۱۰۳

عنوان	شماره صفحه
لیست مقالات ارائه شده	۱۰۵
فهرست منابع	۱۰۶

فهرست اشکال

عنوان شکل **شماره صفحه**

شکل۱-۱: مراحل آماده سازی داده های مکانی برای ورود به سیستم GIS بر اساس روش متداول ۲
شکل ۳-۱: سطوح تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و سیستمهای اطلاعات مکانی ۲۷
شکل ۳-۲: نمونه‌ای از خطاهای ساختاری عمومی ۲۹
شکل ۴-۱: هشت رابطه توپولوژیکی معتبر میان نواحی تعریف شده در فضای دو بعدی ۳۸
شکل ۴-۲: اجزاء و ساختار زبان منطق مرتبه اول ۴۲
شکل ۴-۳- ساختار منطق مکانی طراحی شده بر اساس این مولفه‌های منتخب ۴۴
شکل ۵-۱: ساختار داخلی سیستمهای خبره ۵۰
شکل ۵-۲: ساختار شبکه معانی ۵۲
شکل ۶-۱: امکانات قابل دسترس با استفاده از Arcobjects و یک زبان برنامه نویسی با قابلیت پشتیبانی از COM ۶۹
شکل ۶-۲: معماری سیستم تلفیقی ۷۴
شکل ۶-۳: معماری بخش متصل کننده سیستم فتوگرامتری و سیستم رابط ۷۶
شکل ۶-۴: الگوریتم طراحی شده برای واحد کنترل مبتنی بر حد آستانه ۷۸
شکل۶-۵: نمونه‌ای از فرمهای مورد استفاده برای مصاحبه حضوری با افراد خبره جهت کسب دانش ۸۲
شکل ۶-۶: نمونه‌ای از مراحل آماده‌سازی دانش کسب شده برای نمایش در Prolog ۸۴
شکل ۶-۷: استفاده از محیط SICStus Prolog برای ارزیابی و تصدیق دانش ۸۵
شکل ۶-۸: آزمون برقراری درست ارتباط میان Visual Basic و Prolog و ارزیابی عملکرد برنامه کاربردی در این زمینه ۸۶
شکل ۶-۹: نمای کلی واسط کاربر سیستم رابط ۸۷
شکل۶-۱۰: عملکرد کلی سیستم تلفیقی ۸۸
شکل ۶-۱۱: فاصله میان نقطه شروع و پایان خط ترسیم شده برای نمایش مرز ساختمان، توسط سیستم رابط خبره به عنوان خطا شناسایی و پس از اعلام به کاربر رفع شده است. ۹۰
شکل ۶-۱۲: در شکل (الف) تقاطع عارضه راه با ساختمان، توسط سیستم رابط خبره به عنوان خطا شناسایی شده و در شکل (ب) سیستم با حذف آخرین نقطه، این خطا را رفع نموده است. ۹۰
شکل ۶-۱۳: در شکل (الف) تقاطع مستقیم راه با رودخانه، توسط رابط خبره به عنوان خطا شناسایی شده و در شکل (ب) این خطا با اضافه شدن یک پل در محل تقاطع این دو عارضه اصلاح شده است. ۹۱

فهرست جداول

عنوان جدول **شماره صفحه**

جدول۴-۱: مبانی هستی‌شناسی و حقیقت شناسی منطق گزاره‌ای و منطق مرتبه اول ۴۱

جدول ۶-۱: سیستمهای فتوگرامتری موجود در ایران با قابلیت استفاده از Microstation به عنوان محیط رقومی‌سازی خارجی ۶۷

جدول ۶-۲: مقایسه زبانهای برنامه‌نویسی Prolog و Lisp ۷۱

جدول ۶-۳: نتایج بررسی پاسخ سیستم خبره به سئوالات مطرح شده ۸۵

جدول ۶-۴: نمونه‌ای از خطاهای معنایی و ساختاری ایجاد شده در روند رقومی سازی عوارض و واکنش سیستم رابط خبره در مقابل آنها ۹۱

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

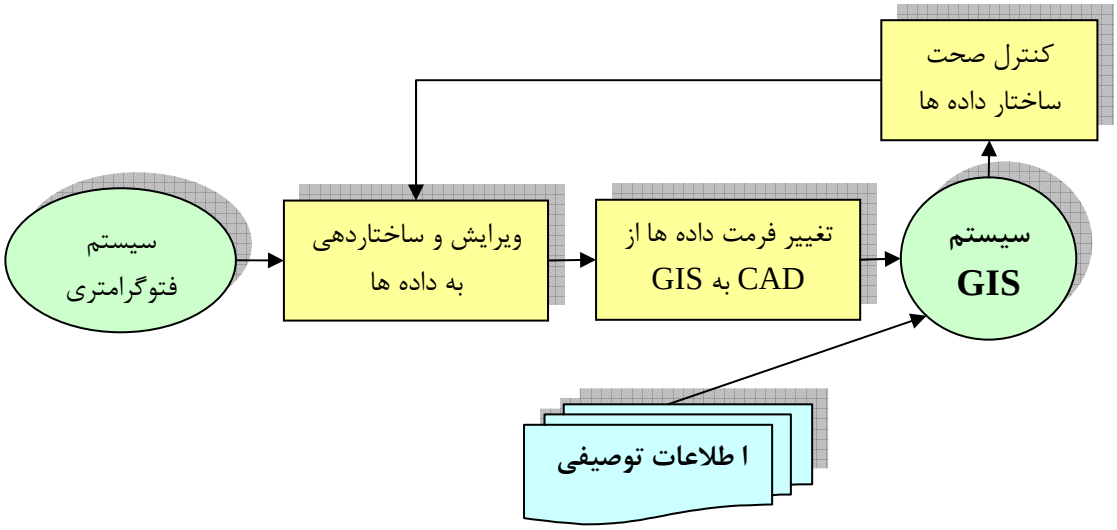
در جوامع امروزی، با توجه به رشد روزافزون جمعیت و منابع آن، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع زمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح زمین و منابع آن در تمام سطوح، اعم از بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت، مستلزم آن است که اطلاعات دقیق و بهنگام از شرایط فعلی زمین و عوارض موجود برروی آن جهت شناخت پتانسیلهای توسعه و ظرفیت‌های بالقوه هر منطقه در اختیار باشد.

پیشرفتهای قابل ملاحظه در زمینه سیستم‌های اطلاعات مکانی(GIS) در چند دهه اخیر بعنوان ابزاری قدرتمند در ذخیره، بازیابی، پردازش، تجزیه تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی، افق‌های تازه‌ای در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی نوین گشوده است.

یکی از مراحل مهم در پیاده‌سازی یک سیستم GIS آماده‌سازی داده برای ورود به این سیستم می‌باشد، به طوری که می‌توان گفت مهمترین عامل در موفقیت یک پروژه GIS کیفیت داده‌هایی است که وارد آن سیستم می‌گردد. اطلاعات مکانی به دست آمده از عکسهای هوایی به روش فتوگرامتری، یکی از مهمترین منابع تولید داده‌های مکانی مورد استفاده در GIS محسوب می‌شوند [۱] . امروزه اهمیت تصویربرداری به عنوان یک منبع برای استخراج داده های مکانی روز به روز در حال افزایش است به طوری که در چند سال آینده حدود ٪۵۰ داده‌های موجود در سازمانهای مدیریت اطلاعات مکانی از این طریق به دست خواهند آمد[۲]، [۳]. سیستمهای فتوگرامتری ابزارهای بسیار قدرتمندی برای استخراج داده‌های مکانی هستند که مدیریت این نوع داده‌ها از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. در مقابل سیستم GIS قادر به مدیریت حجم زیادی از داده‌های مکانی است، ولی خود قادر به تولید چنین داده‌هایی نمی‌باشد و نیازمند داده‌های ورودی

است. علیرغم وابستگی این دو سیستم، تا به امروز این سیستمها به طور کاملا مستقل توسعه یافته‌اند[۴]،[۵].

در حال حاضر به منظور تهیه داده‌های مکانی برای ورود به GIS به کمک تکنیک فتوگرامتری، روش متداول و معمول این است که ابتدا داده‌های مکانی به صورت نقشه‌های رقومی و بدون توجه به نیازمندیها و مشخصات سیستمهای GIS، در محیط CAD تولید می‌شوند و سپس آماده سازی و ویرایش داده‌های مکانی بر روی آنها صورت گرفته و ساختار لازم برای ورود داده‌ها به سیستم GIS ایجاد می‌گردد. پس از این مرحله برای وارد کردن داده‌های مکانی آماده شده به سیستم GIS عملیاتی جهت تغییر فرمت داده‌ها از فرمت سیستمهای CAD به فرمت قابل پردازش برای سیستمهای GIS انجام می‌گیرد. بعد از ورود داده‌های مکانی به سیستم GIS لازم است اطلاعات توصیفی نیز در یک فرآیند جداگانه به این داده‌های مکانی منتسب گردد. در صورتی که پس از ورود این داده‌ها به سیستم GIS معلوم گردد که داده‌ها فاقد ساختار مناسب و مورد نیاز می‌باشند عملیات ویرایش و ساختاردهی بر روی این داده‌ها تا زمان رسیدن به وضعیت مطلوب تکرار می‌گردد (شکل ۱)



شکل۱-۱: مراحل آماده سازی داده های مکانی برای ورود به سیستم GIS بر اساس روش متداول

آماده‌سازی داده های مکانی بر اساس روش عنوان شده، مشکلات فراوانی را به کل فرآیند تحمیل می‌نماید که مهمترین آنها به شرح ذیل می باشند:

- **مسائل و مشکلات موجود در فرآیند تبدیل داده‌های مکانی**

اغلب نرم‌افزارهای مورد استفاده در سیستمهایGIS دارای بخشی جهت تبدیل فرمت داده‌های مکانی از فرمت محیط CAD به فرمت قابل پردازش توسط سیستمهای GIS می‌باشند. در صورتی که مستندسازی داده‌های مکانی در محیط CAD با توجه به قیود و شرایط لازم برای انجام عملیات تبدیل صورت گیرد، تبدیل فرمت داده‌ها کار ساده‌ای بوده و بدون بروز مشکلات خاصی انجام می‌گیرد. اما لازم به ذکر است که در اغلب موارد مستندسازی داده‌های مکانی در محیط CAD بدون در نظر گرفتن این شرایط انجام می‌شود و بنابراین در روند انجام عملیات تبدیل فرمت، مسائل و مشکلات فراوانی به وجود می‌آید که ماهیت و نوع آنها بر اساس ساختار فایل ورودی از محیط CAD تغییر می‌یابد. بروز این مشکلات به این دلیل است که سیستمهای CAD و سیستمهای GIS برای اهداف متفاوتی ایجاد شده اند و در نتیجه تفاوتهای قابل ملاحظه‌ای میان ساختار داده این دو سیستم و همچنین ساختار فایلهای خروجی آنها موجود می‌باشد[۶]. تفاوتهای اساسی میان این دو سیستم که می توانند در روند عملیات تبدیل تاثیرگذار باشند، عبارتند از [۶]:

- تفاوت در ساختار پایگاه داده مکانی
- تفاوت مفهوم لایه (در سیستمهای CAD) با Theme (در سیستمهای GIS)
- تفاوت احتمالی موجود میان سیستمهای مختصات مورد استفاده در دو سیستم

بر همین اساس لازم است قبل از انجام عملیات تبدیل فرمت، ویرایشهایی جهت آماده‌سازی خروجی سیستمهای CAD برای ورود به محیط GIS انجام گیرد تا از بروز مشکلات احتمالی تا حد امکان جلوگیری شود.

- **کاهش صحت داده های مکانی در فرآیند ویرایش داده ها**

کلیه آنالیزهای تعریف شده در سیستمهای GIS مبتنی بر آنالیزها و پردازشهای رقومی داده-های مکانی و توصیفی می‌باشند. آنالیز داده‌ها به صورت رقومی اگرچه مزایای فراوانی از نظر دقت، سرعت و هزینه در بر دارد ولی بایستی توجه داشت که به دلیل دقت بالای سیستمهای کامپیوتری وجود خطاهای بسیار جزئی بر روی داده‌های مکانی که وجود آنها در سیستمهای CAD کم اهمیت می‌باشد، ممکن است باعث ایجاد مشکلات جدی در روند آنالیزهای GIS گردد. به عنوان مثال در صورتی که فاصله میان سر آزاد چند تکه خط که نشان دهنده یک عارضه خطی پیوسته می‌باشند در حد دقت تعریف شده برای مقیاس نقشه باشد، عدم یکپارچگی تکه خطوط در سیستمهای CAD مشکل ساز نخواهد بود ولی برای سیستمهای GIS به عنوان یک مشکل جدی تلقی می‌گردد.

بنابراین لازم است علاوه بر ویرایشهای مطرح شده در بخش قبل، ویرایشهایی به منظور آماده-سازی داده های مکانی جهت استفاده در آنالیزهای GIS انجام گیرد.

از آنجایی که ویرایش داده‌ها در یک مرحله مجزا و مستقل(off line) بدون در اختیار داشتن مدل سه بعدی ایجاد شده در سیستم فتوگرامتری که عملیات استخراج داده‌ها از آن صورت گرفته است انجام می‌گیرد، لذا در بسیاری از موارد انجام چنین ویرایشهایی باعث کاهش صحت داده های مکانی می‌گردد [۷].

- **افزایش زمان و هزینه تولید و آماده سازی داده های مکانی برای ورود به سیستم GIS**

انجام هریک از مراحل مربوط به تولید و آماده‌سازی داده‌های مکانی شامل: رقومی‌سازی عوارض از روی مدل ایجاد شده در سیستمهای فتوگرامتری، ویرایش داده‌های مکانی به منظور ایجاد ساختار لازم برای ورود به سیستم GIS، انجام عملیات تبدیل فرمت داده‌ها و در نهایت افزودن اطلاعات توصیفی در مراحل جداگانه و مستقل نیازمند راه‌اندازی بخشها و گروههای کاری مختلف و تجهیز هر کدام با امکانات لازم و نیروهای متخصص در هریک از زمینه‌های

مذکور می‌باشد. این امر سبب می‌گردد تا هزینه تولید و آماده‌سازی داده‌های مکانی به طور چشمگیری افزایش یابد. از سوی دیگر استقلال کاری و عدم هماهنگی میان بخشهای فوق الذکر باعث افزایش زمان انجام مراحل کار می‌گردد [۷].

تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و GIS به عنوان دو ابزار مکمل، ضمن کاهش چشمگیر مشکلات فوق الذکر می‌تواند قابلیتها و توانمندیهای جدیدی را برای هر یک از سیستمها فراهم نماید که در بخش بعد مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۱-۲- لزوم و اهمیت تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و GIS

به طور کلی می توان گفت هدف از تلفیق دو یا چند سیستم در قالب یک سیستم تلفیقی واحد، امکان دسترسی همزمان به تمام یا بخشی از قابلیتهای هر یک از سیستمها و تحت پوشش قرار دادن نقاط ضعف هر یک به کمک توانمندیهای سیستمهای دیگر می‌باشد. تلفیق سیستمهای فتوگرامتری و GIS از دیدگاههای مختلف دارای اهمیت فراوانی می‌باشد که بررسی آنها لزوم تلفیق این دو سیستم را به عنوان دو سیستم مکمل مشخص می‌نماید. بر همین اساس در ادامه به بیان این موارد پرداخته شده است:

۱-۲-۱- ورود مستقیم داده‌های مکانی به محیط GIS و عدم نیاز به تغییر فرمت

با تلفیق مستقیم سیستمهای فتوگرامتری و GIS، عوارضی که از روی مدل فتوگرامتری رقومی می‌شوند، مستقیما در محیط GIS (پایگاه داده مکانی مربوط به سیستم GIS) و با فرمت تعریف شده برای این سیستمها ذخیره شده و نیازی به تبدیل داده‌های مکانی از فرمت محیط CAD به فرمت قابل پردازش در سیستمهای GIS نخواهد بود. همچنین ذخیره مستقیم داده‌ها در پایگاه داده به عنوان محل ذخیره نهایی داده‌ها، احتمال از دست دادن بخشی از داده‌ها را در طول عملیات