



دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده رنودرزی و ژنومیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته سیستم‌های اطلاعات مکانی

عنوان:

مدلسازی زیرساخت داده مکانی با استفاده از
سیستم داینامیک

استاد راهنما

دکتر منصوریان

نگارنده

احسان عبدالمجیدی

۸۷۰۲۰۶۴

پائیز ۱۳۸۹

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که همیشه و همه جا

یار و یاور من

بوده و هستند....

تقدیر و تشکر

سپاس خدایی را که همه موجودات مرهون الطاف اویند و هیچ زبانی قادر به قدردانش نیست و سپاس خدایی را که نامش آرامش بخش دلها است.

پس از شکرگذاری به درگاه ایزد منان مایلم تا مراتب قدردانی خود را از استاد محترم آقای دکتر منصوریان که راهنمایی‌های ایشان در به ثمر رسیدن این پایان‌نامه بسیار مفید فایده قرار گرفت، ابراز دارم. همچنین از جناب آقای دکتر مشایخی نیز که حضور در کلاسهای ایشان به بنده در فراگیری این روش مدلسازی کمک شایانی نمود کمال تشکر را دارم. از سرکار خانم محمدی دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت دانشگاه صنعتی شریف و آقای مهندس قیلی که اینجاب را در مراحل مدلسازی با راهنمایی‌های خود در مسیر صحیح قرار داده‌اند سپاس‌گذاری می‌نمایم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر طالعی و جناب آقای دکتر فرگوزلو که زحمت داوری این تحقیق را بر عهده گرفتند و راهنمایی‌های ایشان موجب استحکام هر چه بیشتر این تحقیق گردید، نیز کمال تشکر را دارم. از سایر اساتید و مسئولان دانشکده مهندسی ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی که در این مدت برای بنده زحمات بی دریغ کشیده‌اند نیز سپاس‌گذاری می‌نمایم.

حق طبع و نشر و مالکیت نتایج

- ۱- حق چاپ و تکثیر این پایان‌نامه متعلق به نویسنده آن می‌باشد. هرگونه کپی‌برداری بصورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نویسنده یا کتابخانه دانشکده ژئودزی و ژئوماتیک دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی مجاز می‌باشد.
 - ۲- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی بوده و بدون اجازه کتبی به شخص ثالث قابل واگذاری نیست. همچنین استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در این پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.
- ضمناً متن این صفحه باید در نسخه تکثیر شده عیناً وجود داشته باشد.

چکیده

توجه به نقش زیر ساخت‌های داده‌های مکانی¹ (SDI) به عنوان ابزارهای کلیدی در حمایت از توسعه پایدار در سطح جهان روند رو به رشدی داشته است. SDI یک راه حل شبکه مبنا برای ایجاد دسترسی راحت، پایدار و موثر به داده‌ها و سرویس‌های مکانی توسط سازمان‌های عمومی و غیره می‌باشد. هدف SDI حمایت از توسعه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فردی است و شامل تکنولوژی، سیاست‌ها، استانداردها، منابع انسانی و فعالیت‌های دیگر مورد نیاز برای پشتیبانی از اهداف آن می‌گردد. همچنین SDI می‌تواند با کاهش دوباره‌کاری‌ها و تسهیل در یکپارچه‌سازی به همراه توسعه کاربردهای تجاری جدید، باعث ذخیره منابع مالی و انسانی و همچنین بازگشت آنها نیز گردد.

با توجه به نقش SDI، در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری زیادی در زمینه SDI شده است. هزینه بالای توسعه و پیاده‌سازی SDI و پیچیدگی موجود در آن مسئولان اجرایی را برآن می‌دارد تا پیش از اجراء و پیاده‌سازی آن بیشتر با این سیستم و ساختار و سیاست‌های بهینه برای عملیاتی کردن آن آشنا شوند. از این رو به ابزاری نیاز داریم تا بتوان این سیستم و فرایند پیچیده را به خوبی شناسایی و مدلسازی کرده و برای موفقیت هر چه بیشتر آن، سیاست‌های مناسبی را در پیش بگیریم. در این پایان‌نامه به معرفی مدل سیستم داینامیک و امکان استفاده آن در زمینه مدلسازی SDI پرداخته می‌شود. به همین منظور جهت بررسی امکان استفاده از این روش، ابتدا به تشریح اصول، مفاهیم و عوامل موثر بر ایجاد SDI پرداخته شده است. سپس مدل سیستم داینامیک شرح داده شده و زمینه‌های کاربرد آن را بررسی می‌کنیم. در مرحله بعد به بررسی کاربرد سیستم داینامیک برای مدلسازی SDI می‌پردازیم. برای این منظور یک مدل اولیه SDI با استفاده از سیستم داینامیک توسعه داده شده و تست و اعتبار سنجی آن با استفاده از هشت روش استاندارد انجام پذیرفته است. نتایج بدست آمده گویای آن است که مدل سیستم داینامیک با توجه به ویژگیهای خود نه تنها امکان مدلسازی SDI را دارد، بلکه برخی از مشکلات موجود در تلاش‌های قبلی را نیز مرتفع می‌نماید.

کلمات کلیدی:

SDI، سیستم داینامیک، دنیای مجازی، تفکر سیستماتیک، مدل علی معلولی، مدل حالت-جریان، موتور رشد، اعتبار سنجی، شبیه‌سازی.

¹ Spatial Data Infrastructure

فهرست مطالب

ح	چکیده
ط	فهرست مطالب
م	فهرست تصاویر
ع	فهرست جداول

فصل اول: مقدمه

۴	۱-۱ تعریف مساله
۵	۲-۱ اهداف پایان نامه
۵	۳-۱ ضرورت تحقیق برای SDI ملی ایران
۶	۴-۱ مروری بر کارهای مشابه
۱۰	۵-۱ متدولوژی
۱۱	۶-۱ ساختار پایان نامه

فصل دوم: زیرساخت داده مکانی

۱۳	۱-۲ مقدمه
۱۳	۲-۲ توسعه پایدار و SDI
۱۶	۳-۲ مفهوم و تعریف SDI
۱۹	۴-۲ فاکتورهای مشارکت در SDI
۲۱	۱-۴-۲ فاکتور محیطی
۲۲	۲-۴-۲ فاکتور ظرفیتی
۲۳	۳-۴-۲ فاکتور سازمان SDI
۲۴	۵-۲ ویژگی‌های SDI
۲۵	۶-۲ تکامل در SDI
۲۶	۷-۲ نتیجه‌گیری

فصل سوم: روش سیستم داینامیک

- ۱-۳ مقدمه ۲۸
- ۲-۳ مدل ۲۸
- ۱-۲-۳ هدف از ساخت مدل ۲۹
- ۲-۲-۳ معیارهای طبقه بندی مدل ها ۲۹
- ۳-۳ تفکر سیستماتیک ۳۰
- ۱-۳-۳ دلیل مقاومت سیستم ها در مقابل سیاست ها ۳۱
- ۲-۳-۳ بازخورد ۳۳
- ۱-۲-۳-۳ تعریف بازخورد ۳۴
- ۴-۳ یادگیری یک فرایند بازخوردی ۳۴
- ۱-۴-۳ موانع یادگیری ۳۵
- ۲-۴-۳ نیازمندی های یادگیری موفق در سیستم های پیچیده ۳۹
- ۱-۲-۴-۳ بهبود فرایند یادگیری: مزایای جهان مجازی ۴۰
- ۲-۲-۴-۳ چرا شبیه سازی ضروری است؟ ۴۱
- ۵-۳ مدل شبیه سازی سیستم داینامیک ۴۲
- ۱-۵-۳ قدم های مدل سازی ۴۴
- ۲-۵-۳ مدل سازی به عنوان یک فرایند تکراری ۴۸
- ۶-۳ ترسیم ساختار سیستم با استفاده از نمودار علت-معلولی و حالت-جریان ۴۹
- ۱-۶-۳ نمودار علت-معلولی ۴۹
- ۲-۶-۳ نمودار حالت-جریان ۵۲
- ۳-۶-۳ تاخیرات زمانی ۵۵
- ۷-۳ مدهای رفتاری مرجع سیستم ها ۵۶
- ۱-۷-۳ رفتار S شکل ۵۷
- ۸-۳ نقطه سیاست گذاری (POLICY POINT) ۵۸

فصل چهارم: توسعه مدل نمونه SDI با استفاده از سیستم دینامیک

۶۰	۱-۴ مقدمه
۶۱	۲-۴ مراحل انجام کار
۶۱	۱-۲-۴ شناخت و تبیین کامل مشکل سیستم (تعریف مساله)
۶۳	۱-۱-۲-۴ رفتار مرجع
۶۴	۲-۱-۲-۴ بازه زمانی
۶۴	۲-۲-۴ ایجاد فرضیه دینامیکی و مدل سیستم دینامیک
۶۵	۱-۲-۲-۴ تفسیر دورنزا
۶۵	۲-۲-۲-۴ ترسیم ساختار سیستم
۷۴	۳-۲-۴ ساخت مدل شبیه‌سازی (برقراری روابط ریاضی)
۷۶	۴-۲-۴ تست و ارزیابی مدل (اعتبارسنجی مدل)
۷۷	۱-۴-۲-۴ تائید غیر ممکن است
۷۹	۲-۴-۲-۴ تست مرز مدل
۸۲	۳-۴-۲-۴ تست ارزیابی ساختار:
۸۸	۴-۴-۲-۴ سازگاری ابعاد
۸۸	۵-۴-۲-۴ تست شرایط حدی
۹۱	۶-۴-۲-۴ آزمون رفتارهای غیر منتظره
۹۲	۷-۴-۲-۴ بازسازی رفتار
۹۳	۸-۴-۲-۴ آنالیز حساسیت
۹۵	۵-۲-۴ شبیه‌سازی مدل (در شرایط مختلف و بررسی رفتار سیستم)
۹۵	۱-۵-۲-۴ شاخص‌های مورد نیاز
۹۶	۲-۵-۲-۴ بررسی شرایط مختلف برای توسعه سیستم
۱۰۱	۳-۵-۲-۴ بررسی تاثیر هر یک از فاکتورها در روند رشد
۱۰۳	۴-۵-۲-۴ بررسی دو بدو فاکتورها
۱۰۸	۵-۵-۲-۴ بررسی میزان تاثیر گذاری منابع مالی بر روند رشد سیستم

۶-۵-۲-۴ بررسی بهترین تقسیم‌بندی بودجه برای بخشهای مختلف SDI ۱۱۰

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۵ نتیجه‌گیری ۱۱۴

۲-۵ پیشنهادات ۱۱۷

منابع لاتین ۱۱۹

فهرست تصاویر

- شکل ۱-۱: متدولوژی ۱۰
- شکل ۱-۲: توسعه پایدار ۱۳
- شکل ۲-۲: نقش داده‌های مکانی در توسعه پایدار ۱۴
- شکل ۲-۳: وضعیت داده مکانی ۱۵
- شکل ۲-۴: اجزاء اصلی SDI ۱۷
- شکل ۲-۵: ساختار سلسله مراتبی SDI ۱۸
- شکل ۲-۶: مدل به اشتراک‌گذاری داده مکانی ۲۰
- شکل ۲-۷: فاکتورهای مشارکت در SDI ۲۱
- شکل ۲-۸: SDI نسل اول (a)، SDI نسل دوم (b) ۲۶
- شکل ۳-۱: دید واقع‌گرا به دنیا ۳۱
- شکل ۳-۲: دیدگاه بازخوردی ۳۲
- شکل ۳-۳: لویهای بازخوردی منفی (الف) و مثبت (ب) ۳۳
- شکل ۳-۴: یادگیری یک فرایند بازخوردی است ۳۴
- شکل ۳-۵: یادگیری یک لویی (الف) و دو لویی (ب) ۳۵
- شکل ۳-۶: موانع یادگیری ۳۶
- شکل ۳-۷: فرایند ایده‌آل یادگیری ۴۰
- شکل ۳-۸: فرایند تکراری مدلسازی ۴۸
- شکل ۳-۹: فرایند مدلسازی در مدل یادگیری ۴۹
- شکل ۳-۱۰: ساختار نمودار علی معلولی (با مثال جمعیت) و اجزاء آن ۵۱
- شکل ۳-۱۱: نحوه نمایش تاخیر در نمودار علی معلولی ۵۲
- شکل ۳-۱۲: ساختار اصلی نمودار حالت-جریان و اجزاء آن ۵۴
- شکل ۳-۱۳: ساختار تاخیر (نمونه از تاخیر در مواد) ۵۶
- شکل ۳-۱۴: ساختار سیستم با رشد S شکل ۵۷

- شکل ۴-۱: فرآیند ۵ مرحله‌ای مدلسازی و تکرار آنها ۶۱
- شکل ۴-۲: نقش توسعه پایدار و SDI بر یکدیگر (نمودار علت و معلولی) ۶۶
- شکل ۴-۳: مدل حالت-جریان توسعه زیر ساخت داده مکانی در طول زمان ۶۹
- شکل ۴-۴: موتور رشد اول ۷۰
- شکل ۴-۵: موتور رشد دوم ۷۱
- شکل ۴-۶: موتور رشد سوم ۷۲
- شکل ۴-۷: موتور رشد چهارم ۷۳
- شکل ۴-۸: روابط موجود میان سازمان‌های درون و بیرون سیستم SDI ۷۵
- شکل ۴-۹: مدل علی معلولی توسعه SDI در زمان ۸۱
- شکل ۴-۱۰: شاخص مشارکت در توسعه SDI برای تست جزئی مدل ۸۴
- شکل ۴-۱۱: شاخص سطح تکنولوژیکی سازمان‌ها برای توسعه SDI در طول زمان برای تست جزئی مدل ۸۵
- شکل ۴-۱۲: شاخص فرهنگ برای توسعه SDI در طول زمان برای تست جزئی مدل ۸۶
- شکل ۴-۱۳: شاخص کلی توسعه SDI در طول زمان برای تست جزئی مدل ۸۶
- شکل ۴-۱۴: شاخص‌های مختلف برای تست جزئی مدل ۸۷
- شکل ۴-۱۵: شاخص کلی توسعه SDI در طول زمان در شرایط حدی ۸۹
- شکل ۴-۱۶: شرایط حدی با سرمایه‌گذاری خارجی و بدون سرمایه‌گذاری خارجی ۹۱
- شکل ۴-۱۷: آنالیز حساسیت با استفاده از روش بدترین و بهترین وضعیت ۹۴
- شکل ۴-۱۸: شاخص‌های متفاوت برای توسعه SDI در شرایط اولیه T1 ۹۷
- شکل ۴-۱۹: شاخص‌های متفاوت برای توسعه SDI در شرایط اولیه T2 ۹۸
- شکل ۴-۲۰: شاخص‌های متفاوت برای توسعه SDI در شرایط اولیه T3 ۹۹
- شکل ۴-۲۱: شاخص‌های متفاوت برای توسعه SDI در شرایط اولیه T4 ۱۰۰
- شکل ۴-۲۲: شاخص کلی توسعه SDI در طول زمان در شرایط اولیه مختلف بدون سرمایه‌گذاری خارجی ۱۰۱
- شکل ۴-۲۳: تاثیر شرایط اولیه متفاوت بر روند رشد سیستم به همراه سرمایه‌گذاری خارجی ۱۰۳

- شکل ۴- ۲۴: میزان تاثیر گذاري مقادير اوليه دو فاکتور فرهنگ و تکنولوژی ۱۰۴
- شکل ۴- ۲۵: میزان تاثیر گذاري مقادير اوليه دو فاکتور استاندارد و فرهنگ ۱۰۶
- شکل ۴- ۲۶: میزان تاثیر گذاري مقادير اوليه دو فاکتور استاندارد و تکنولوژی ۱۰۷
- شکل ۴- ۲۷: اختلاف میزان رشد سيستم در دو حالت؛ (T18) بدون بودجه. (T19) با بودجه کم ۱۰۹
- شکل ۴- ۲۸: بودجه‌های مختلف برای توسعه SDI در طول زمان ۱۱۰
- شکل ۴- ۲۹: تخصیص بودجه به بخشهای مختلف SDI ۱۱۱

فهرست جداول

- جدول ۴-۱: مرز مدل ۸۰
- جدول ۴-۲: شرایط اولیه T1 ۹۶
- جدول ۴-۳: شرایط اولیه T2 ۹۸
- جدول ۴-۴: شرایط اولیه T3 ۹۹
- جدول ۴-۵: شرایط اولیه T4 ۱۰۰
- جدول ۴-۶: شرایط اولیه متفاوت برای توسعه SDI به همراه سرمایه‌گذاری خارجی ۱۰۲
- جدول ۴-۷: مقادیر اولیه مختلف برای دو فاکتور فرهنگ و تکنولوژی ۱۰۴
- جدول ۴-۸: مقادیر اولیه مختلف برای دو فاکتور استاندارد و فرهنگ ۱۰۵
- جدول ۴-۹: سرمایه‌گذاری در توسعه SDI ۱۰۸
- جدول ۴-۱۰: مقادیر مختلف بودجه برای توسعه SDI در طول زمان ۱۰۹
- جدول ۴-۱۱: نسبت‌های مختلف تخصیص بودجه ۱۱۱

فصل اول

مقدمه

توسعه پایدار، توسعه‌ای فراگیر و همزمان در جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی بوسیله مصرف بهینه از منابع محدود موجود جوامع است که به عنوان اولین اولویت هر جامعه‌ای معرفی گردیده است. بنابراین هر فعالیتی که روند توسعه پایدار را سرعت ببخشد بسیار حائز اهمیت بوده و به عنوان یک اولویت در جامعه در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نقش اطلاعات بخصوص اطلاعات مکانی در دستیابی به توسعه پایدار، زیرساخت داده مکانی به عنوان یک سیستم مدیریتی در تولید ذخیره‌سازی و به اشتراک‌گذاری داده مکانی به عنوان یکی از موثرترین تلاشها برای دستیابی به توسعه پایدار محسوب می‌گردد. همچنین عوامل دیگری از قبیل جهانی‌سازی، تحولات اقتصادی، جنگ و ناآرامی‌های سیاسی، شهرنشینی، مسائل محیطی و حقوق مدنی انسان‌ها (Rajabifard et al, 2002a)، و افزایش استفاده از داده‌های مکانی توسط بخش اعظمی از جامعه امروز، نیاز به اطلاعات مکانی قابل اعتماد و دقیق در فرمت‌های مختلف را تقویت می‌نماید (Onsrud et al., 2004). SDI به عنوان راه‌کاری مفید برای تولید و به اشتراک‌گذاری آسان داده‌های مکانی بروز و قابل اعتماد از جایگاه ویژه‌ای برخوردار گردیده است.

SDI مجموعه‌ای از منابع سازمانی، تکنولوژیکی، انسانی و اقتصادی است که برای تسهیل در دسترسی، استفاده و به اشتراک‌گذاری داده‌های مکانی فعالیت می‌نمایند (Dessers et al., 2009). توسعه چنین زیرساختی متأثر از تعاملات پیوسته فاکتورهای مختلفی مانند فاکتورهای سیاسی، اقتصادی، تکنولوژیکی و فرهنگی است که توسعه هر چه موثرتر این سیستم را با پیچیدگی زیادی مواجه می‌نماید. از این رو SDI یک سیستم پیچیده به شمار می‌آید (Grus et al., 2006b).

بیش از نیمی از کشورهای دنیا بدلیل تسهیل در دسترسی به داده‌های مکانی به روز و قابل اطمینان و همینطور نقش بسزای SDI در توسعه پایدار هر جامعه‌ای، اقدام به ایجاد SDI نموده‌اند (Giff and Colman, 2005). بررسی‌ها نشان می‌دهد که در جهان سالانه حدود ۱۲۰ میلیون یورو تنها صرف مدیریت Clearinghouse‌ها می‌گردد (Crompvoets, 2006). همچنین سرمایه مورد نیاز برای زیرساخت

اطلاعات مکانی در جامعه اروپا (INSPIRE) در سطح اروپا، ملی، منطقه و محلی بین ۲۰۲ الی ۲۷۳ میلیون یورو در سال برآورد شده است (Grus et al., 2007; INSPIRE, 2003). برخی نیز چندین میلیون دلار برای توسعه SDI هزینه کرده‌اند (برای مثال به Sakong, 2009 مراجعه کنید) و اهداف مشخصی را برای بازار داده مکانی و اشتغال زائی خود تعیین نموده‌اند. به عنوان مثال کشور کره قصد دارد تا بازار خود را تا پیش از سال ۲۰۱۲ به حدود ۱۰ میلیون دلار آمریکا افزایش دهد و ۲۰۰۰۰۰ شغل نیز ایجاد نماید (MLTM, 2008). یک مطالعه در استرالیا تاثیر صنعت داده مکانی بروی تولید ناخالص ملی (GDP) در سال ۲۰۰۶-۰۷ را در حدود ۶.۴۳ الی ۱۲.۵۷ میلیون دلار استرالیا نشان داده است (Tasman, 2007). چنین سرمایه‌گذاری‌های عظیمی برای ایجاد SDI ناگزیر از طراحی دقیق SDI و سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های صحیح است، بگونه‌ای که موفقیت آن مشهود باشد. برای چنین طراحی دقیقی لازم است تا مدیران و مسئولان ایجاد SDI شناخت کافی از این سیستم پیچیده و رفتارهای آن داشته باشند (Crompvoets et al., 2008).

حرکت در این مسیر مدیران را به سوی استفاده از تکنیکها و روشهای متفاوت مدلسازی و شبیه‌سازی سوق می‌دهد تا بتوانند با استفاده از این ابزارها به شناخت دقیق‌تر سیستم و رفتار آن دست یابند. همچنین استفاده از قابلیت شبیه‌سازی برخی از روشهای مدلسازی امکان ارزیابی سیاستها و تصمیمات ممکن را برای توسعه‌دهندگان این زیرساخت در دنیای مجازی فراهم می‌نماید. این قابلیت از این رو حائز اهمیت است که ارزیابی سیاستها در دنیای واقعی منوط به اجرای این سیاستها و در نهایت ارزیابی آنها بر اساس ورودی‌ها، سودمندی‌ها، خروجی‌ها و پیامدهای آنها می‌باشد، این چنین عملکردی معایب بسیاری دارد که از جمله آنها می‌توان به: زمانبر و هزینه‌بر بودن آنها، عدم اطمینان به نتایج بدست آمده از اجرای سیاستها به دلیل امکان اشتباه و یا کوتاهی مجریان در نحوه اجرای سیاستها و دستورالعملها، مشکل در جمع‌آوری اطلاعات جهت ارزیابی سیستم برای شناسایی نقاط ضعف و قوت در سیاستها و فرآیندها اجرا شده در راستای رسیدن به هدف نهایی و غیره اشاره کرد (Sterman, 2000). بعلاوه بیشتر ارزیابی‌های صورت گرفته، SDIها را در

یک لحظه از زمان در نظر گرفته و اندازه‌گیری نموده‌اند، در حالی که چارچوب ارزیابی باید قادر به توضیح و تشریح تکامل آن در طول زمان باشد (Grus et al., 2007). حال اگر بتوان مدلی ایجاد کرد که امکان شبیه‌سازی سیستم و رفتار آن را داشته باشد، می‌توان سیاستهای مورد نظر را در دنیای مجازی مدل اجرا نموده و نتایج آنها را مشاهده کرد و بعد در مورد بکارگیری آنها در دنیا واقعی تصمیم گرفت.

اما برای مدل کردن SDI باید ابتدا هدف اصلی مدلسازی را بخوبی درک کرد. SDI را از جنبه‌های متفاوت و در مراحل گوناگونی می‌توان مدلسازی نمود. برای مثال در مرحله طراحی کلی، مدل توسعه SDI در طول زمان می‌تواند مد نظر باشد، در حالی که در مراحل بعدی پیاده‌سازی میان سازمانی، سرمایه‌گذاری و استفاده نهایی از SDI را مدل نمود. در این پایان‌نامه قصد داریم تا توسعه SDI در طول زمان را مدلسازی و شبیه‌سازی کنیم. این نوع مدلسازی روند گسترش SDI را نشان می‌دهد و رفتار سیستم را در شرایط مختلف شبیه‌سازی می‌نماید. این نوع مدلسازی می‌تواند در فرآیند تصمیم‌گیری به مدیران کمک کند.

روش سیستم دینامیک، که بر اساس تئوری سیستم‌ها می‌باشد، روشی است برای مدلسازی و مدیریت سیستم‌های بازخوردی پیچیده، پویا و غیر خطی. این پایان‌نامه قصد دارد تا نقش روش سیستم دینامیک در مدلسازی توسعه SDI در طول زمان را بررسی نماید. در این تحقیق SDI به عنوان یک سیستم پیچیده معرفی می‌گردد و یک مدل اولیه عمومی با استفاده از روش سیستم دینامیک توسعه داده می‌شود.

۱-۱ تعریف مساله

با توجه به ضرورت مدلسازی و شبیه‌سازی زیرساخت داده‌های مکانی به عنوان یک سیستم پیچیده، برای دستیابی به شناخت کافی از سیستم و رفتار آن و اتخاذ سیاستهای مناسب جهت توسعه SDI در طول زمان، نیاز به ابزاری داریم تا امکان مدلسازی و شبیه‌سازی SDI را پیش از اتخاذ تصمیم برای ما فراهم نماید. در همین راستا فعالیت‌های بسیاری برای مدلسازی SDI با استفاده از تکنیک‌های مختلف صورت پذیرفته است، اما از طرفی نیز مدل‌هایی که تا کنون ساخته شده‌اند بیشتر بر جنبه تکنیکی سیستم تمرکز داشته است

و جنبه‌های اجتماعی فرهنگی آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بعلاوه تا کنون مدلی جامع که بتواند روابط میان فاکتورهای موجود را تحلیل کند نیز و رفتار سیستم را شبیه‌سازی نماید ساخته نشده است (Omran et al., 2006). به دلیل فقدان مدلسازی مناسب (Budhathoki, 2006; Omran et al., 2006) برای توسعه هر چه موثرتر SDI نیاز به یک مدلسازی و شبیه‌سازی برای SDI احساس می‌گردد. مساله مورد بررسی در این پایان‌نامه امکان‌سنجی استفاده از روش مدلسازی سیستم دینامیک برای مدل کردن توسعه SDI در طول زمان می‌باشد.

۲-۱ اهداف پایان‌نامه

هدف اصلی این پایان‌نامه بررسی امکان استفاده از روش سیستم دینامیک برای مدلسازی و شبیه‌سازی زیر ساخت داده‌های مکانی می‌باشد. اهداف تفصیلی این پایان‌نامه به ترتیب عبارتند از:

- بررسی اجزاء و خصوصیات زیرساخت داده‌های مکانی و تعیین فاکتورهای موثر در توسعه آن
- بررسی روش مدلسازی سیستم دینامیک و قابلیت‌های آن برای مدلسازی زیر ساخت داده مکانی
- ساخت یک مدل اولیه برای توسعه زیرساخت داده مکانی در طول زمان با استفاده از روش مدلسازی سیستم دینامیک
- تست و ارزیابی مدل
- شبیه‌سازی توسعه SDI در طول زمان برای چند سناریوی نمونه

۳-۱ ضرورت تحقیق برای SDI ملی ایران

ایران نیز به عنوان یک کشور در حال توسعه به دنبال دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد. از این رو توسعه SDI ملی به عنوان یک زیر ساخت موثر می‌تواند به دولت در جهت دستیابی به توسعه پایدار و پیشرفت هر چه بیشتر کشور کمک کند (Gharagozlu and Talebzadeh, 2004). در همین راستا

دولت برای عملیاتی کردن آن، لایحه‌ای را در برنامه توسعه ۴ قرار داد تا گام موثری در جهت عملیاتی نمودن SDI سازمانی و ملی برداشته باشد. در این برنامه ۵ ساله مطالعات وسیعی انجام گرفت که نهایتاً منجر به توسعه مدل مفهومی SDI ملی ایران گردید. بعلاوه برای توسعه SDI ملی ایران، برنامه استراتژیک و عملیاتی نیز تهیه گردید. در ادامه نیز دولت برای تاکید بیشتر بر توسعه SDI ملی، در برنامه توسعه ۵ کشور ایجاد SDI را در بند قانونی قرار داد تا توسعه آن برای تمام سازمانها و ارگانها به عنوان یک وظیفه قانونی تلقی گردد.

توسعه SDI ملی در کشورهای در حال توسعه همانند ایران بدلیل کاستی‌هایی که در بخشهای مختلف مانند فرهنگ، زیرساخت‌ها، تولید داده مکانی بروز و قابل اطمینان، منابع مالی مورد نیاز و غیره وجود دارد، دارای پیچیدگی‌های فراوانی بوده و توسعه آن به زمان و بودجه زیادی نیاز دارد. لذا برای توسعه چنین سیستمی در کشور باید به نحوی تصمیم گرفت و عمل نمود تا به بهترین نتیجه دست یافت. توسعه مدلی با ویژگیها و توانمندی‌های فوق می‌تواند به مدیران در توسعه هر چه بهتر SDI ملی ایران و اتخاذ تصمیمات بهینه کمک شایانی نماید.

۴-۱ مروری بر کارهای مشابه

با توجه به اهمیت SDI و از آنجاییکه دارای طبیعت پیچیده و سلسله‌مراتبی است، تاکنون نیز برای مواجهه با پیچیدگی محیط SDI، محققان و فعالان در زمینه SDI مدل‌های زیادی توسعه داده‌اند تا فهم بهتری از طبیعت و رفتار آن داشته باشند. این مدلها هر یک بخش خاصی از SDI را مورد توجه قرار داده‌اند. رجبی‌فرد و همکارانش مدل کلی SDI را که شامل اجزاء اصلی تشکیل دهنده آن و ارتباط بین آنها می‌شود را ارائه داده‌اند (Rjabifard et al., 1999 & 2002a). همچنین مدل ساختار سلسله مراتبی SDI نیز از دیگر مدل‌های ارائه شده می‌باشد که در جهت ساده‌سازی پیچیدگی این سیستم صورت پذیرفته است (Rajabifard et al., 2000; Rajabifard, 2001). این مدلها در واقع مدل‌های پایه برای معرفی