

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

٢٤٧٤١



دانشگاه تهران

دانشکده فنی

پایان نامه کارشناسی ارشد

# طراحی و پیاده سازی روابط توپولوژیک در

## GIS سه بعدی

استاد راهنما: دکتر علی اصغر روشن نژاد

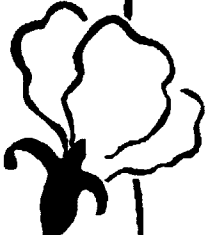
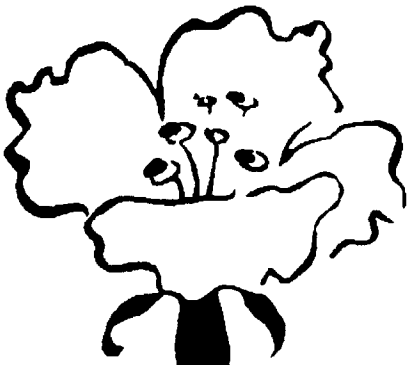
استاد مشاور: دکتر محمود رضا دلاور

دانشجو: عبدالرضا صفری هجوم آبادی

اسفند ماه ۱۳۷۷

۲۴۷۴۱

1715/2

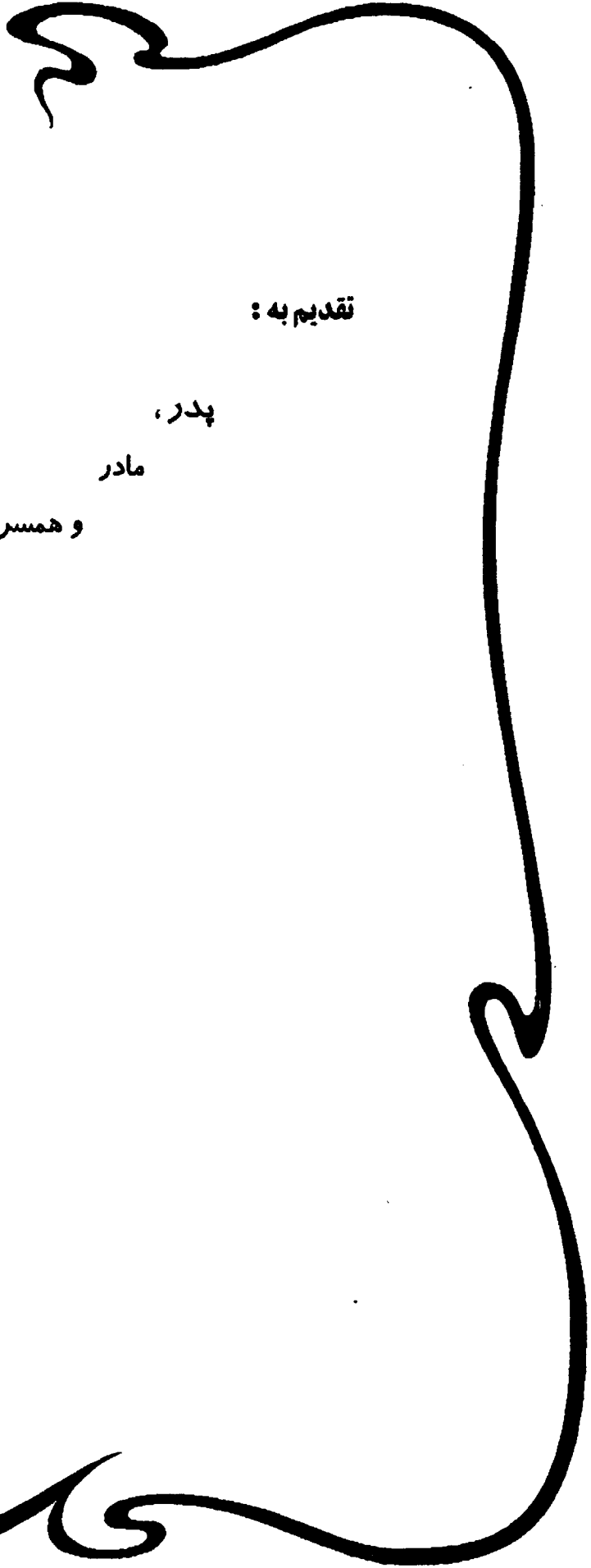


تقدیم به :

پدر،

مادر

و همسر عزیزم .



## خلاصه

در حال حاضر بصورت عمده ای از مدل‌های داده 2D برای خیلی از کاربردهای GIS استفاده می‌شود، اما تقاضا برای 3D GIS در حال افزایش است. حرکت بسمت 3D GIS نیازمند یک مدل داده مناسب می‌باشد. یک روش دستیابی به مدل سه بعدی، گسترش مدل‌های دو بعدی است. برای گسترش مدل داده از 2D به 3D پیشنهاد‌های مختلفی ارائه گردیده است اما هیچکدام از آنها را نمیتوان واقعاً بعنوان یک مدل داده برداری 3D در نظر گرفت. این مدل‌ها، دنیای واقعی را بصورت شبه سه بعدی نمایش میدهند که به آنها مدل‌های داده 2.5 D اطلاق می‌گردد. برای درک محدودیت این جواب‌ها بایستی توجه داشت که یک مدل مناسب باید دارای سه جنبه باشد که عبارتند از:

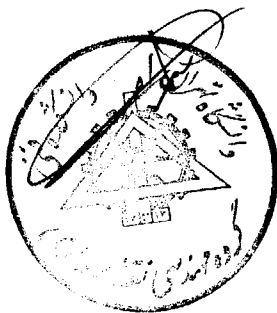
- توپولوژی

- شکل و اندازه

- موقعیت

پیشنهاد‌های ارائه شده فوق‌الذکر، این سه جنبه را بصورت مستقلی در نظر نمی‌گیرند. اینها از ترکیب توپولوژی 2D با اطلاعات موقعیتی (و شکل و اندازه) 3D استفاده می‌کنند. ولی در بعضی از کاربردها ما نیاز به یک GIS کاملاً سه بعدی داریم.

در این پایان‌نامه ابتدا انواع روابط مکانی در GIS بررسی و توپولوژی بعنوان مناسب‌ترین رابطه مکانی در GIS پیشنهاد گردیده است. سپس مدل 3D FDS بعنوان مدلی که کاملاً سه بعدی می‌باشد مورد مطالعه قرار گرفته است. در این مدل جنبه‌های هندسی مختلف که عبارتند از: شکل و اندازه، توپولوژی و موقعیت بصورت واضحی بیان گردیده است روابط توپولوژیک برای این مدل گسترش یافته و سپس با استفاده از ساختار داده رابطه‌ای پیاده‌سازی گردیده است. این مدل داده برای اشیایی که دارای ویژگی‌ها و مرزهای تعریف شده هستند، پیشنهاد می‌گردد.



## اختصارات

ATKIS = Authoritative Topographic-Cartographic Information System

CAD = Computer Aided Design

CAD/CAM = Computer Aided Design / Computer Aided Mapping

DMMVM = Data Model Multi Valued Map

DKM = Digital Cartographic Model

DLM = Digital Landscape Model

DTD = Digital Terrain Data

FDS = Formal Data Structure

GBF/DIME = Geographic Base File/ Dual Independent Map Encoding

GIS = Geographical Information Systems

GPS = Global Positioning Systems

MVVM = Multi Valued Vector Map

Polyvrt = Polygon Converter

SVVM = Single Valued Vector Map

TIGER = Topographically Integrated Geographic Encoding and Referencing

TIN = Triangular Irregular Network

## تقدیر و تشکر

مطالعه حاضر تحت عنوان "طراحی و پیاده سازی روابط توپولوژیک در GIS سه بعدی" به انجام نمی رسید، مگر با راهنمایی های استاد محترم جناب آقای دکتر روشن نژاد، که لازم است از زحمات ایشان تشکر نمایم. هم چنین از استاد محترم جناب آقای دکتر دلاور که همواره در طی طریق، با مساعدت ها و نظراتشان به یاری ام شتافتند کمال امتنان را دارم. از کلیه اساتید محترم گروه نقشه برداری دانشکده فنی دانشگاه تهران که در راستای تحکیم مبانی نظری تحقیق و همچنین ازارگانها و سازمانهایی که شرایط لازم تحقیق را فراهم نمودند، تشکر می نمایم. لازم است از آقای مهندس سیاوش زرین فر به جهت مساعدت هایشان در امر ویراستاری پایان نامه و از آقای مهندس منوچهر محمدی که در امور کامپیوتری صمیمانه یاری ام نمودند، و همچنین از همسرم که با حوصله زیاد زحمت تایپ مجموعه را کشیدند سپاسگزاری بعمل آورم.

## لیست اشکال

صفحه	اشکال
۱۰	شکل ۱- ساختار شبکه در مجموعه های مرتب جزئی
۱۱	شکل ۲- یک گراف برای نشان دادن همسایگی
۱۲	شکل ۳- یک مولتی گراف و یک شبه گراف
۱۲	شکل ۴- دی گراف های با سه نقطه و سه آرک
۱۳	شکل ۵- گراف های کامل
۱۳	شکل ۶- گراف های بر چسب دار و بدون برچسب
۱۴	شکل ۷- یک دوگراف
۱۴	شکل ۸- گراف های همبند و غیر همبند
۱۶	شکل ۹- گراف های ایزومورفیک و همومورفیک
۱۶	شکل ۱۰- خم های ژوردان
۱۷	شکل ۱۱- خم های بسته ژوردان
۱۷	شکل ۱۲- نشانیدن گراف ها
۱۸	شکل ۱۳- گراف مسطح
۱۸	شکل ۱۴- یک گراف سطح
۱۹	شکل ۱۵- یک گراف و ماتریس همسایگی آن
۲۶	شکل ۱۶- مراحل مدل سازی
۲۶	شکل ۱۷- مدل سازی بصورت مورفیسیم
۲۷	شکل ۱۸- مدل سازی Geo - Spatial
۲۸	شکل ۱۹- مراحل مدل سازی Geo - Spatial
۲۹	شکل ۲۰- فازهای طراحی و ساخت برای یک مدل Geo - Spatial
۳۳	شکل ۲۱- شامل و مشمول بودن دو شیء
۳۴	شکل ۲۲- حالات مماس، پوشش و جدا بودن دو شیء
۳۷	شکل ۲۳- تخصیص در مدل EER

- شکل ۲۴- ساختار پایه یک شیء زمینی در GIS ..... ۳۹
- شکل ۲۵- مؤلفه ای اشیاء زمینی در GIS ..... ۳۹
- شکل ۲۶- مدل داده اسپاگتی ..... ۴۱
- شکل ۲۷- مدل توپولوژیک ..... ۴۳
- شکل ۲۸- ساختار داده سلسله مراتبی ..... ۴۷
- شکل ۲۹- ساختار داده شبکه ای ..... ۴۸
- شکل ۳۰- ساختار داده سلسله مراتبی ..... ۴۹
- شکل ۳۱- جدولهای نرمالیزاسیون ..... ۵۴
- شکل ۳۲- مکانیزم گروه بندی ..... ۵۷
- شکل ۳۳- مکانیزم تعمیم ..... ۵۸
- شکل ۳۴- مثالی از مکانیزم اجتماع ..... ۵۹
- شکل ۳۵- مکانیزم اتحاد ..... ۶۰
- شکل ۳۶- وراثت منفرد و وراثت چند گانه ..... ۶۱
- شکل ۳۷- ساختار کلاس و ابر کلاس اشیاء ..... ۶۷
- شکل ۳۸- نمایش FDS برای نقشه های برداری ..... ۷۰
- شکل ۳۹- تجزیه رابطه بین آرک ها و اشیاء خطی ..... ۷۵
- شکل ۴۰- نمایش Primitive ها ، m-container ، ..... ۷۶
- اشیاء و کلاس ها در DMMVM ..... ۷۶
- شکل ۴۱- مدل داده برای نقشه های برداری چند مقداری (DMMVM) ..... ۷۸
- شکل ۴۲- دو موقعیت مشکل برای تشخیص دادن در مدل چهار اشتراک ..... ۸۱
- شکل ۴۳- پیکر بندی ۹- اشتراکی ..... ۸۲
- شکل ۴۴- رابطه بین یک آرک روی وجه و مرز آن ..... ۸۵
- شکل ۴۵- ارتباطات هندسی دو وجه ..... ۸۵
- شکل ۴۶- اشیاء سطحی غیر مقدماتی ..... ۱۰۰
- شکل ۴۷- توجیه فضایی یک وجه ..... ۱۰۲
- شکل ۴۸- امتداد یالها و آرک ها ..... ۱۰۲
- شکل ۴۹- اتصالات وجوه ..... ۱۰۴
- شکل ۵۰- عناصر هندسی یک نقشه برداری ..... ۱۰۵



۱۰۶	شکل ۵۱- ارتباط وجه - شیئی
۱۰۶	شکل ۵۲- ارتباط آرک و وجه
۱۰۷	شکل ۵۳- ارتباط های آرک - وجه
۱۰۸	شکل ۵۴- ارتباطات آرک - شیئی
۱۰۹	شکل ۵۵- اتصالات گره - شیئی
۱۱۰	شکل ۵۶- ارتباطات گره - شیئی
۱۱۱	شکل ۵۷- نمایش ساده شده
۱۱۳	شکل ۵۸- FDS برای نقشه های برداری 3D
۱۱۸	شکل ۵۹- رابطه میان دو نقطه
۱۲۰	شکل ۶۰- مثالهایی از رابطه میان دو خط
۱۲۲	شکل ۶۱- رابطه میان دو شیئی سطحی
۱۲۴	شکل ۶۲- مثالهایی از رابطه میان دو جسم
۱۲۵	شکل ۶۳- رابطه نقطه با سایر اشیاء
۱۲۷	شکل ۶۴- مثالهایی از روابط میان یک خط و یک سطح
۱۲۹	شکل ۶۵- مثالهایی از روابط میان یک خط و یک جسم
۱۳۱	شکل ۶۶- مثالهایی از روابط میان یک سطح و یک جسم
۱۳۳	شکل ۶۷- جدولهای رابطه ای 3D FDS
۱۳۸	شکل ۶۸- صفحه اول ( منوی اصلی) برنامه Faculty
۱۳۹	شکل ۶۹- مختصات یک گره
۱۴۰	شکل ۷۰- گره های یک آرک
۱۴۱	شکل ۷۱- آرک های یک وجه
۱۴۲	شکل ۷۲- آرک های یک شیئی حجمی
۱۴۳	شکل ۷۳- گره ای یک شیئی حجمی
۱۴۴	شکل ۷۴- فاصله میان دو گره
۱۴۵	شکل ۷۵- فاصله میان دو شیئی حجمی
۱۴۶	شکل ۷۶- وجوه مشترک میان دو شیئی حجمی
۱۴۷	شکل ۷۷- اجسام مجاور به یک شیئی حجمی مورد نظر

- شکل ۷۸- محل یک حجم با داشتن نام آن ..... ۱۴۸
- شکل ۷۹- محل یک شیء حجمی مورد نظر و مشخصه توصیفی آن ..... ۱۴۹
- شکل ۸۰- مدل دور بین Synthetic ..... ۱۵۰
- شکل ۸۱- پلان طبقه اول گروه نقشه برداری دانشکده فنی ..... ۱۶۸
- شکل ۸۲- پلان طبقه دوم گروه نقشه برداری دانشکده فنی ..... ۱۶۹

## لیست جداول

صفحه	عنوان
۳۵	جداول ۱- مقایسه روابط ترتیبی و متریک
۸۸	جداول ۲- مرز، درون و بیرون اشیاء مقدماتی
۱۳۶	جداول ۳- تعداد Entity ها در پایگاه داده دانشکده

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
الف	خلاصه
ب	اختصارات
ج	تقدیر و تشکر
د	لیست اشکال
ح	لیست جداول
ط	فهرست مطالب
۱	فصل اول: مقدمه
۱	۱-۱) مقدمه
۱	۱-۲) نیاز به 3D GIS
۵	فصل دوم: مفاهیم ریاضی
۵	۲-۱) توابع
۵	۲-۱-۱) تعریف یک تابع
۵	۲-۱-۲) تعریف یک به یک
۶	۲-۱-۳) توابع پوشا
۶	۲-۱-۴) معکوس یک تابع
۶	۲-۱-۵) تابع معکوس
۷	۲-۲) رابطه ها
۷	۲-۲-۱) تابعهای گزاره ای، گزاره نماها
۷	۲-۲-۲) رابطه ها (نسبت ها)
۷	۲-۲-۲-۱) رابطه های انعکاسی (بازتابی)
۸	۲-۲-۲-۲) رابطه های تقارنی (یا متقارن)
۸	۲-۲-۲-۳) رابطه های پادتقارنی

۹	۴-۲-۲ (رابطه های متعددی (انتقال)
۹	۵-۲-۲ (رابطه های هم ارزی
۹	۶-۲-۲ (رابطه های ترتیب
۹	۷-۲-۲ (مجموعه های مرتب جزئی
۹	- شبکه
۱۰	۳-۲ (تئوری گراف
۱۰	۱-۳-۲ (تعریف یک گراف
۱۱	۲-۳-۲ (انواع گراف ها
۱۵	۳-۳-۲ (تشابه گراف ها
۱۵	- مفاهیم Contraction , Subdivision
۱۶	۴-۳-۲ (نشاندن گراف ها
۱۶	- خم زوردان
۱۸	۵-۳-۲ (گراف های مسطح
۱۸	- گراف های مسطح شده
۱۹	۶-۳-۲ (نمایش ماتریسی گراف ها
۱۹	۱-۳-۶-۲ (ماتریس همسایگی
۲۰	۲-۳-۶-۲ (ماتریس تلافی
۲۰	۴-۲ (توپولوژی
۲۰	۱-۴-۲ (موضوع توپولوژی
۲۱	۲-۴-۲ (فضاهای توپولوژیک
۲۱	- نقاط انباشتگی
۲۲	- فضاهای همانریخت
۲۲	- قضیه اوپلر
۲۳	- فضای متریک
۲۴	فصل سوم: اصول و مبانی GIS
۲۴	۱-۳ (تعریف GIS
۲۴	- CAD

۲۴	..... GIS -
۲۵	..... (۳-۲) تعریف مدل و مدلسازی
۲۵	..... (۳-۲-۱) مدلسازی Geo - Spatial
۲۵	..... (۳-۲-۱-۱) مؤلفه های مدل Geo - Spatial
۲۷	..... (۳-۲-۲) فازها در مدلسازی Geo - Spatial
۳۰	..... (۳-۲) طراحی مفهومی یک مدل Geo - Spatial
۳۰	..... (۳-۳-۱) تعریف فضا
۳۱	..... (۳-۳-۲) روابط مکانی
۳۳	..... - متریک
۳۳	..... - ترتیب
۳۳	..... - توپولوژی
۳۳	..... - مقایسه روابط متریک، ترتیب و توپولوژی
۳۶	..... (۳-۳-۳) روش Entity - Relation
۳۶	..... روش EER
۳۸	..... (۳-۳-۴) مدل‌های هندسی داده های مکانی
۴۰	..... (۳-۳-۴-۱) مدل‌های داده Tessellation
۴۰	..... (۳-۳-۴-۲) مدل‌های داده برداری
۴۰	..... - مدل اسپاگتی
۴۳	..... - مدل داده توپولوژی
۴۴	..... GBF/DIME -
۴۴	..... Polyvrt -
۴۵	..... ATKIS -
۴۶	..... FDS -
۴۶	..... (۳-۴) مدل منطقی
۴۶	..... (۳-۴-۱) ساختار داده سلسله مراتبی
۴۸	..... (۳-۴-۲) ساختار داده شبکه ای
۴۹	..... (۳-۴-۳) ساختار داده رابطه ای
۵۰	..... - نرمالیزاسیون

۵۵	..... ساختار داده شیء گرا (۳-۴-۴)
۵۵	..... (۳-۴-۴-۱) مفاهیم مبنایی در روش شیء گرا
۵۶	..... (۳-۴-۴-۲) کپسوله سازی
۵۷	..... (۳-۴-۴-۳) مکانیزم های طراحی مدل به روش شیء گرا
۵۷	..... - گروه بندی
۵۸	..... - تعمیم
۵۹	..... - اجتماع
۵۹	..... - اتحاد
۶۰	..... - وراثت و ترویج
۶۳	..... (۳-۵) ابعاد در GIS
۶۳	..... (۳-۵-۱) مدل های دو نیم بعدی (2.5D)
۶۴	..... (۳-۵-۲) مدل های 2.75D
۶۴	..... (۳-۵-۳) مدل 3D
۶۴	..... (۳-۵-۴) مدل 4D
۶۵	..... (۳-۶) نقشه های برداری تک مقداری و نقشه های برداری چند مقداری
۶۵	..... (۳-۶-۱) نقشه های برداری تک مقداری
۶۵	..... (۳-۶-۲) نقشه های برداری چند مقداری
۶۵	..... جمع بندی
۶۶	..... <b>فصل چهارم: روابط توپولوژیک در GIS</b>
۶۶	..... (۴-۱) ساختار داده FDS
۶۹	..... (۴-۱-۱) اتصالات مقدماتی میان اشیاء، مؤلفه های هندسی و تماتیک
۶۹	..... - اتصالات شیء - کلاس (oc-links)
۶۹	..... - اتصالات شیء - شیء (oo-links)
۷۱	..... - اتصالات شیء - هندسی
۷۱	..... - اتصالات هندسی - هندسی
۷۲	..... (۴-۱-۲) قراردادهای در FDS
۷۲	..... (۴-۲) مدل داده برای نقشه های برداری چند مقداری