

۸۷/۱/۸۵۸۰  
-----  
۸۷/۱/۱۶

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۰۸۶۴.

دانشکده فنی  
گروه عمران  
(گرایش خاک و پی)

ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیکی جنوب تهران  
در سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)

از:  
مهدی بدخشان

استادان راهنما:

دکتر میرعبدالحمید مهرداد

دکتر ایرج برگ گل

استادان مشاور:

دکتر فرزین کلانتری

دکتر سیامک هاشمی

شهریور ۱۳۸۷

۱۰۸۶۴۰

انوار اطلاعات مدرن علمی  
نشریه تخصصی

۱۳۸۷ / ۱۱ / ۱۴



تقدیم بہ:

پدر و مادر عزیزم

### تقدیر و تشکر:

در ابتدای سخن خداوند متعال را شکرگزارم که با عنایت او توانسته‌ام مرحله دیگری از مراحل تحصیلی خود را به اتمام برسانم.

بر خود لازم می‌دانم مراتب سپاس خود را نسبت به استادان راهنما آقایان دکتر عبدالحمید مهرداد و دکتر ایرج برگ‌گل و استادان مشاور آقایان دکتر فرزین کلانتری و دکتر سیامک هاشمی که در مراحل مختلف پایان‌نامه از همکاری‌ها و راهنمایی‌های آنها بهره‌مند بوده‌ام، صمیمانه ابراز داشته و موفقیت و پیشرفت روز افزونشان را آرزومندم.

همچنین از کلیه اساتید دوره تحصیل خصوصاً آقایان دکتر اسلامی، دکتر عربانی، دکتر لشته‌نشایی و دکتر قربانی که در طول مدت تحصیل، از هیچگونه کوششی در ارتقاء سطح علمی دانشجویان دریغ نورزیده‌اند، قدردانی و آرزوی توفیق روزافزون می‌نمایم.

در نهایت از همکاری بی‌دریغ دوستان عزیزم آقایان ظهوری، مددزاده، بابایی، قانع، حیدری و خانمها محمدی، ملک‌دوست، رضازاده و ابراهیمی که راهنمایی‌ها و کمک‌های خود را دریغ نداشته‌اند کمال تشکر را دارم.

## فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه	۱
۲-۱- هدف از تحقیق	۱
۳-۱- حدود تحقیق	۲
۴-۱- اهمیت بررسی منطقه جنوب تهران	۲
۵-۱- لزوم انجام تحقیق	۳
۶-۱- مروری بر تحقیقات گذشته	۴
۷-۱- روش و مراحل تحقیق	۸

## فصل دوم: مروری بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

۱-۲- مقدمه	۱۱
۲-۲- تاریخچه	۱۱
۳-۲- تعریف سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)	۱۲
۴-۲- زیرسیستم‌ها و مراحل بکارگیری GIS در قالب پروژه	۱۳
۵-۲- طبقه‌بندی انواع سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی	۱۵
۱-۵-۲- براساس ساختار داده‌ها	۱۵
۲-۵-۲- براساس عملیات اصلی سیستم	۱۵
۳-۵-۲- براساس زمینه کاربرد	۱۶
۶-۲- داده‌ها در سیستم اطلاعات جغرافیایی	۱۶
۱-۶-۲- داده‌های مکانی	۱۶
۲-۶-۲- داده‌های غیر مکانی (توصیفی)	۱۷
۳-۶-۲- عوامل مؤثر در بدست آوردن داده‌های مناسب	۱۸
۱-۳-۶-۲- دقت	۱۷
۲-۳-۶-۲- به روز بودن	۱۸
۳-۳-۶-۲- کامل بودن	۱۹
۷-۲- قابلیت‌های تحلیلی یک سیستم اطلاعات جغرافیایی	۱۹
۱-۷-۲- سازماندهی	۱۹
۲-۷-۲- تجسم (به تصویر در آوردن)	۱۹
۳-۷-۲- جستجو، محاسبات و اندازه‌گیری	۲۰
۴-۷-۲- تغییر شکل داده‌های مکانی	۲۰
۵-۷-۲- بکارگیری انواع سیستم‌های تصویری	۲۰
۶-۷-۲- میزان قدرت تفکیک	۲۱
۷-۷-۲- آمارگیری	۲۱
۸-۷-۲- مدل‌سازی	۲۱
۹-۷-۲- شبیه‌سازی و پیش‌بینی	۲۲
۸-۲- نمونه کاربردهای GIS در مهندسی ژئوتکنیک و سایر علوم زمین	۲۲

۲۳	۹-۲-۹- توابع ایجاد و تحلیل سطوح در GIS
۲۳	۱-۹-۲- توابع ایجاد سطح
۲۴	۱-۱-۹-۲- روش اسپلاین (Spline)
۲۴	۲-۱-۹-۲- روش مثلث‌بندی
۲۴	۳-۱-۹-۲- روش عکس فاصله (IDW)
۲۵	۴-۱-۹-۲- روش کریجینگ (Kriging)
۲۶	۵-۱-۹-۲- روش چندجمله‌ای سطح روندی
۲۷	۶-۱-۹-۲- روش شبکه‌بندی نزدیکترین نقطه
۲۷	۷-۱-۹-۲- روش اختصاص دادن نقاط به پلی‌گون‌های دایره‌ای
۲۷	۸-۱-۹-۲- روش بکارگیری سریهای فوریه
۲۸	۲-۹-۲- توابع تحلیل سطح
۲۸	۱-۲-۹-۲- تابع شیب
۲۸	۲-۲-۹-۲- تابع جهت شیب
۲۸	۳-۲-۹-۲- تابع خطوط تراز
۲۸	۴-۲-۹-۲- تابع سایه‌زنی
۲۹	۵-۲-۹-۲- تابع میدان دید

### فصل سوم: بانک اطلاعات ژئوتکنیک

۳۴	۱-۳- مقدمه
۳۴	۲-۳- مزایا و معایب سیستم بانک اطلاعاتی
۳۶	۳-۳- معرفی برخی از بانک‌های اطلاعات ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی
۳۷	۴-۳- تاریخچه تشکیل بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۳۷	۵-۳- اهداف تشکیل بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۳۸	۶-۳- ساختار بانک اطلاعات
۳۹	۱-۶-۳- نرم افزار
۴۰	۱-۱-۶-۳- مدل‌های داده‌ای در بانک‌های اطلاعات
۴۱	۲-۱-۶-۳- مشخصات نرم افزاری بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۴۲	۲-۶-۳- سخت افزار
۴۲	۳-۶-۳- کاربر
۴۳	۴-۶-۳- داده‌ها
۴۳	۱-۴-۶-۳- نحوه تدوین و گردآوری داده‌ها در بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۴۵	۲-۴-۶-۳- انواع داده‌های موجود در بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۴۵	۱-۲-۴-۶-۳- مشخصات پروژه
۴۵	۲-۲-۴-۶-۳- مشخصات گمانه
۴۵	۳-۲-۴-۶-۳- مشخصات نمونه
۴۶	۴-۲-۴-۶-۳- توصیف خاک در اعماق مختلف
۴۶	۶-۲-۴-۶-۳- نتایج آزمایشات فیزیکی در اعماق مختلف
۴۶	۷-۲-۴-۶-۳- نتایج آزمایشات درجا در اعماق مختلف
۴۶	۸-۲-۴-۶-۳- نتایج تست‌های آزمایشگاهی در اعماق مختلف
۴۷	۹-۲-۴-۶-۳- نتایج تست‌های شیمیایی در اعماق مختلف

۴۷	..... ۳-۴-۶-۳ جستجوی داده‌ها در بانک اطلاعات ژئوتکنیکی ایران
۴۷	..... ۱-۳-۴-۶-۳ جستجو بر اساس مشخصات جغرافیایی
۴۸	..... ۲-۳-۴-۶-۳ جستجو بر اساس عنوان پروژه
۴۸	..... ۳-۳-۴-۶-۳ جستجو بر اساس نواحی و استان‌ها
۴۹	..... ۴-۳-۴-۶-۳ جستجو بر اساس ساختار Log
۴۹	..... ۵-۳-۴-۶-۳ جستجو بر اساس مشخصات پروژه‌ها
۴۹	..... ۴-۴-۶-۳ منابع خطا و اصلاح داده‌ها در بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران
۵۰	..... ۷-۳ استفاده‌های کاربردی مختلف از داده‌های بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران

### فصل چهارم: مشخصات جغرافیایی و زمین‌شناسی مهندسی گستره تهران

۵۲	..... ۱-۴ موقعیت جغرافیایی محدوده شهر تهران
۵۵	..... ۲-۴ شرایط اقلیمی و آب و هوایی گستره تهران
۵۶	..... ۳-۴ توپوگرافی منطقه تهران
۵۶	..... ۱-۳-۴ واحد مرتفع کوهستانی شمالی
۵۶	..... ۲-۳-۴ واحد کوهپایه‌ای
۵۶	..... ۳-۳-۴ ارتفاعات شرقی و جنوب‌شرقی
۵۶	..... ۴-۳-۴ واحد دشت تهران
۵۸	..... ۴-۴ ژئومورفولوژی گستره تهران
۵۸	..... ۱-۴-۴ ژئومورفولوژی ارتفاعات
۵۸	..... ۲-۴-۴ ژئومورفولوژی کوهپایه شمالی
۵۸	..... ۳-۴-۴ ژئومورفولوژی دشت تهران
۵۹	..... ۵-۴ زمین‌شناسی عمومی تهران
۶۱	..... ۶-۴ چینه‌شناسی و سنگ‌شناسی تهران
۶۲	..... ۷-۴ نهشته‌های آبرفتی گستره تهران
۶۴	..... ۱-۷-۴ آبرفتهای سری A یا سازند هزاردره
۶۶	..... ۲-۷-۴ سازند آبرفتی B
۶۶	..... ۱-۲-۷-۴ سازند آبرفتی ناهمگن شمال تهران (سازند Bn)
۶۷	..... ۲-۲-۷-۴ سیلتهای رسی جنوب تهران (سازند کهریزک یا Bs)
۶۸	..... ۳-۷-۴ سازند آبرفتی تهران (آبرفتهای C)
۶۹	..... ۴-۷-۴ آبرفتهای کنونی (سازند D)
۶۹	..... ۱-۴-۷-۴ واحد D <sub>۱</sub> (سازند آبرفتی خرم‌آباد)
۶۹	..... ۲-۴-۷-۴ واحد D <sub>۲</sub>
۷۰	..... ۸-۴ تکنیک گستره تهران
۷۰	..... ۹-۴ گسله‌های کواترنر گستره تهران
۷۱	..... ۱۰-۴ لرزه‌خیزی گستره تهران
۷۴	..... ۱۱-۴ وضعیت آبهای زیرزمینی گستره تهران

فصل پنجم: تهیه نقشه‌های ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیکی منطقه جنوب تهران

- ۱-۵- انجام مطالعات آماری بر روی داده‌ها، پالایش و پردازش آنها ..... ۷۷
- ۱-۱-۵- کلیاتی از آمار کلاسیک ..... ۷۷
- ۱-۱-۱-۵- متغیر تصادفی ..... ۷۷
- ۲-۱-۱-۵- توابع توزیع احتمال ..... ۷۸
- ۱-۲-۱-۱-۵- میانگین ..... ۷۸
- ۲-۲-۱-۱-۵- پراش (واریانس) ..... ۷۸
- ۳-۲-۱-۱-۵- هم‌پراشی (کوواریانس) ..... ۷۹
- ۴-۲-۱-۱-۵- چولگی و کشیدگی ..... ۷۹
- ۳-۱-۱-۵- نرمال‌سازی توابع توزیع ..... ۸۰
- ۱-۳-۱-۱-۵- روش تبدیل لگاریتمی ..... ۸۰
- ۲-۳-۱-۱-۵- روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری ..... ۸۱
- ۴-۱-۱-۵- حدود اطمینان مقادیر داده‌ها و میانگین آنها در سطح اعتماد معلوم ..... ۸۱
- ۲-۱-۵- پالایش و پردازش داده‌ها ..... ۸۲
- ۱-۲-۱-۵- شناسایی خطاها و اصلاح داده‌ها ..... ۸۲
- ۲-۲-۱-۵- داده سازی ..... ۸۳
- ۳-۲-۱-۵- بررسی مقادیر خارج از رده ..... ۸۳
- ۴-۲-۱-۵- حذف داده‌های خارج از حدود اطمینان با سطح اعتماد مورد نظر (۰/۹۹) ..... ۸۴
- ۲-۵- ریز پهنه‌بندی نوع خاک‌های جنوب تهران ..... ۸۴
- ۳-۵- ریز پهنه‌بندی خاک‌های چسبنده و غیرچسبنده نهشته‌های کواترنری جنوب تهران ..... ۸۵
- ۴-۵- ریز پهنه‌بندی پارامترهای وزنی و حجمی خاک‌های جنوب تهران ..... ۸۹
- ۵-۵- ریز پهنه‌بندی ویژگی‌های خمیری خاک‌های ریزدانه جنوب تهران ..... ۹۷
- ۶-۵- ریز پهنه‌بندی پارامترهای مقاومت برشی زهکشی شده خاک‌های جنوب تهران ..... ۱۰۲
- ۷-۵- ریز پهنه‌بندی عدد نفوذ استاندارد در نهشته‌های جنوب تهران ..... ۱۰۸
- ۱-۷-۵- ابزار و روش آزمون نفوذ استاندارد و مزایای آن ..... ۱۰۸
- ۲-۷-۵- عوامل موثر در عدد نفوذ استاندارد ..... ۱۰۹
- ۳-۷-۵- نحوه اصلاح عدد نفوذ استاندارد ..... ۱۱۰
- ۴-۷-۵- تهیه نقشه‌های ریز پهنه‌بندی SPT تهران ..... ۱۱۱
- ۸-۵- معیارهای دیگر برای شناسایی و طبقه‌بندی خاک‌ها ..... ۱۱۵
- ۱-۸-۵- شاخص روانی ..... ۱۱۵
- ۲-۸-۵- شاخص دانسیته نسبی ..... ۱۱۶
- ۹-۵- ریز پهنه‌بندی روانگرایی نهشته‌های جنوب تهران ..... ۱۲۱
- ۱-۹-۵- مقدمه‌ای بر پدیده روانگرایی ..... ۱۲۱
- ۲-۹-۵- تاریخچه مطالعات روانگرایی ..... ۱۲۱
- ۳-۹-۵- مکانیسم روانگرایی ..... ۱۲۲
- ۴-۹-۵- خرابی‌های ناشی از روانگرایی خاکها و پایدارسازی آنها ..... ۱۲۴
- ۵-۹-۵- تخمین پتانسیل روانگرایی برحسب عدد نفوذ استاندارد ..... ۱۲۵
- ۶-۹-۵- نقشه پهنه‌بندی استعداد روانگرایی نهشته‌های تهران ..... ۱۲۹
- ۱۰-۵- ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای جنوب تهران ..... ۱۳۱
- ۱-۱۰-۵- تأثیر ساختگاهی بر حرکات لرزه‌ای سطح زمین ..... ۱۳۱



- ۱۳۳ ..... ۲-۱۰-۵ روابط تجربی بین سرعت موج برشی و مقدار عدد نفوذ استاندارد (SPT)
- ۱۳۵ ..... ۳-۱۰-۵ ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیک لرزه‌ای جنوب تهران از دیدگاه ساختگاهی
- ۱۴۷ ..... ۱۱-۵ ریز پهنه‌بندی نشست نهشته‌های کوتاه‌تری جنوب تهران
- ۱۴۸ ..... ۱-۱۱-۵ نشست تحکیم اولیه یک بعدی
- ۱۴۹ ..... ۱-۱-۱۱-۵ محاسبات نشست تحکیم اولیه یک بعدی
- ۱۵۰ ..... ۲-۱-۱۱-۵ فرضیات
- ۱۵۲ ..... ۳-۱-۱۱-۵ محاسبه افزایش تنش قائم در توده خاک به علت اعمال بار پی نواری
- ۱۵۳ ..... ۴-۱-۱۱-۵ محاسبه نشانه فشردگی (Cc) و نشانه تورم (Cr) خاکهای ریزدانه جنوب تهران
- ۱۵۵ ..... ۵-۱-۱۱-۵ محاسبه نسبت پیش تحکیمی (OCR) خاکهای ریزدانه جنوب تهران
- ۱۵۵ ..... ۶-۱-۱۱-۵ ریز پهنه‌بندی نشست تحکیم (Sc) خاکهای ریزدانه جنوب تهران
- ۱۵۹ ..... ۲-۱۱-۵ نشست آبی بر پایه تئوری الاستیسیته
- ۱۵۹ ..... ۱-۲-۱۱-۵ محاسبه نشست آبی بر پایه تئوری الاستیسیته
- ۱۵۹ ..... ۱-۱-۲-۱۱-۵ رابطه پایه
- ۱۶۰ ..... ۲-۱-۲-۱۱-۵ رابطه پایه اصلاح شده
- ۱۶۰ ..... ۳-۱-۲-۱۱-۵ رابطه جانبی و بیروم
- ۱۶۲ ..... ۲-۲-۱۱-۵ محاسبه پارامترهای الاستیک ( $E_s, \nu$ ) خاکهای جنوب تهران
- ۱۶۵ ..... ۳-۲-۱۱-۵ محاسبه نشست آبی با استفاده از نتایج آزمایش نفوذ استاندارد (SPT)
- ۱۶۵ ..... ۴-۲-۱۱-۵ ریز پهنه‌بندی نشست آبی خاک‌های جنوب تهران
- ۱۷۰ ..... ۱۲-۵ ریز پهنه‌بندی ظرفیت باربری جنوب تهران
- ۱۷۰ ..... ۱-۱۲-۵ طبقه‌بندی پی‌ها
- ۱۷۱ ..... ۲-۱۲-۵ ظرفیت باربری پی‌های سطحی
- ۱۷۲ ..... ۳-۱۲-۵ روشهای تعیین ظرفیت باربری خاک زیر پی
- ۱۷۲ ..... ۱-۳-۱۲-۵ رابطه عمومی ظرفیت باربری
- ۱۷۵ ..... ۲-۳-۱۲-۵ محاسبه ظرفیت باربری با استفاده از نتایج آزمایش نفوذ استاندارد
- ۱۷۸ ..... ۴-۱۲-۵ ریز پهنه‌بندی ظرفیت باربری برای پی‌های استاندارد نواری
- ۱۷۹ ..... ۱-۴-۱۲-۵ ریز پهنه‌بندی ظرفیت باربری به روش آنالیز استاتیکی
- ۱۷۹ ..... ۲-۴-۱۲-۵ ریز پهنه‌بندی ظرفیت باربری به روش مستقیم از آزمایش نفوذ استاندارد

### فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۷۸ ..... ۱-۶ نتیجه‌گیری
- ۱۹۲ ..... ۲-۶ پیشنهادات
- ۱۹۵ ..... منابع
- ۲۰۱ ..... ضمائم

## فهرست جدولها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۷۳	۱-۴- تعداد زلزله‌ها در شعاع ۱۰۰ کیلومتری تهران بر اساس بزرگا.....
۷۳	۲-۴- فهرست زلزله‌های رویداده در نزدیکی تهران.....
۷۴	۳-۴- سطح آب زیرزمینی برای هر واحد توپوگرافی تهران.....
۸۰	۱-۵- فرمول محاسبه میانگین و واریانس توزیع لاگ نرمال.....
۸۶	۲-۵- بررسی‌های آماری انجام شده بر روی نوع خاک منطقه.....
۹۰	۳-۵- تعاریف و محدوده تغییرات پارامترهای وزنی و حجمی خاک‌ها.....
۹۱	۴-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های درصد رطوبت خاک‌ها.....
۹۲	۵-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های چگالی ویژه خاک‌ها.....
۹۳	۶-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های وزن مخصوص مرطوب خاک‌ها.....
۹۹	۷-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های حد روانی و حد خمیری خاک‌ها.....
۱۰۴	۸-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های چسبندگی زهکشی شده.....
۱۰۵	۹-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های زاویه اصطکاک داخلی زهکشی شده خاک‌ها.....
۱۱۳	۱۰-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های ضربات نفوذ استاندارد خاک‌ها.....
۱۱۷	۱۱-۵- تشریح خاک‌های ریزدانه بر اساس شاخص روانی.....
۱۱۷	۱۲-۵- برخی ویژگی‌های تفسیر شده خاک به کمک نتایج SPT.....
۱۲۶	۱۳-۵- فاکتور اصلاح مقادیر تنش برشی متوسط تحمیلی (MSF) برای انواع بزرگی زلزله.....
۱۳۵	۱۴-۵- روابط پیشنهاد شده بین سرعت موج برشی و عدد نفوذ استاندارد.....
۱۳۵	۱۵-۵- رابطه ایشیهارا (۱۹۸۲) در مورد سرعت موج برشی و عدد نفوذ استاندارد.....
۱۳۵	۱۶-۵- روابط موحدی (۱۳۸۰) در مورد سرعت موج برشی و عدد نفوذ استاندارد در مرکز و جنوب شرق تهران.....
۱۴۰	۱۷-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های سرعت موج برشی خاک‌ها.....
۱۴۸	۱۸-۵- طبقه‌بندی لادیرا (۱۹۹۴) در مورد قابلیت نشست نهشته‌های آبرفتی و سنگها.....
۱۵۴	۱۹-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های شاخص فشردگی خاک‌ها.....
۱۵۶	۲۰-۵- مقادیر ضریب اصلاح $\mu_{SB}$ برای تبدیل تحکیم یک‌بعدی به مقادیر عملی.....
۱۵۹	۲۱-۵- مقادیر $I_s$ برای اشکال مختلف پی جهت محاسبه نشست آنی.....
۱۶۱	۲۲-۵- مقادیر $I_1, I_2$ برای تعیین نشست آنی در گوشه پی.....
۱۶۳	۲۳-۵- محدوده مقادیر پارامترهای الاستیسیته و پواسون در انواع خاک‌ها.....
۱۶۳	۲۴-۵- روابط بین ضریب الاستیسیته خاک و عدد نفوذ استاندارد (مایکل و گراندل ۱۹۷۵).....
۱۶۴	۲۵-۵- نتایج حاصل از مطالعات آماری بر روی داده‌های مدول الاستیسیته خاک‌ها.....
۱۷۵	۲۶-۵- مقادیر ضرایب باربری بر اساس مدل ارائه شده توسط ترزاقی.....
۱۷۶	۲۷-۵- ضرائب پیشنهادی متدهای متداول در تعیین توان باربری.....
۱۷۷	۲۸-۵- معادلات پیشنهادی ظرفیت باربری مجاز بر مبنای عدد SPT.....
۱۷۸	۲۹-۵- طبقه‌بندی لادیرا (۱۹۹۴) برای ظرفیت باربری مجاز خاکها و توصیف آنها.....

## فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۱۴	۲-۱- نمایش کلی زیرسیستم‌های یک GIS .....
۱۷	۲-۲- نمایش مدل‌های رستری و برداری از جهان واقعی .....
۳۰	۲-۳- نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM) برای منطقه جنوب تهران .....
۳۱	۲-۴- نقشه درصد شیب در منطقه جنوب تهران .....
۳۲	۲-۵- نقشه جهت شیب در منطقه جنوب تهران .....
۳۹	۳-۱- رابطه بین برنامه‌های کاربردی، سیستم مدیریت بانک اطلاعات و بانک اطلاعات .....
۴۰	۳-۲- طرح مدل‌های داده‌ای سلسله مراتبی، شبکه‌ای و رابطه‌ای .....
۴۴	۳-۳- فرم جمع‌آوری اطلاعات موجود در گزارشات ژئوتکنیک .....
۴۸	۳-۴- نمایش روش‌های مختلف جستجوی داده‌ها در بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران .....
۵۳	۴-۱- نقشه موقعیت جغرافیایی شهر تهران (محدوده مورد مطالعه با کادرقمرز مشخص شده است) .....
۵۴	۴-۲- نقشه موقعیت گمانه‌ها در محدوده مطالعاتی جنوب تهران .....
۵۷	۴-۳- نقشه توپوگرافی شهر تهران .....
۶۰	۴-۴- نقشه زمین شناسی منطقه تهران .....
۶۳	۴-۵- ستون چینه‌شناسی کلی نهشته‌های آبرفتی تهران .....
۷۲	۴-۶- محدوده گسل‌ها و پراکندگی مراکز سطحی زلزله‌های اطراف شهر تهران .....
۷۵	۴-۷- نقشه سطح آب زیرزمینی در گسترده تهران .....
۸۷	۵-۱- نقشه ریزپهنه‌بندی نوع خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۸۸	۵-۲- نقشه ریزپهنه‌بندی خاک‌های چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۹۰	۵-۳- فازهای مختلف یک توده خاک با مقادیر وزنی و حجمی .....
۹۱	۵-۴- هیستوگرام داده‌های درصد رطوبت خاک‌ها (W) و نمودار رابطه آن با عمق .....
۹۲	۵-۵- هیستوگرام داده‌های چگالی ویژه خاک‌ها ( $G_s$ ) و نمودار رابطه آن با عمق .....
۹۳	۵-۶- هیستوگرام داده‌های وزن مخصوص مرطوب خاک‌ها و نمودار رابطه آن با عمق .....
۹۴	۵-۷- نقشه ریز پهنه‌بندی درصد رطوبت خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۹۵	۵-۸- نقشه ریز پهنه‌بندی چگالی ویژه خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۹۶	۵-۹- نقشه ریز پهنه‌بندی وزن مخصوص مرطوب خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۹۸	۵-۱۰- نمودار خمیری کاساگرانده .....
۹۹	۵-۱۱- هیستوگرام داده‌های حد روانی (LL) و حد خمیری (PL) خاک‌ها و نمودار رابطه آن با عمق .....
۱۰۰	۵-۱۲- نقشه ریز پهنه‌بندی حد روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۱۰۱	۵-۱۳- نقشه ریزپهنه بندی حد خمیری خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۱۰۳	۵-۱۴- نمودار پوش گسیختگی موهر- کولمب برای خاک‌ها .....
۱۰۴	۵-۱۵- هیستوگرام داده‌های چسبندگی زهکشی شده خاک و نمودار رابطه آن با عمق .....
۱۰۵	۵-۱۶- هیستوگرام داده‌های زاویه اصطکاک داخلی زهکشی شده خاک‌ها ( $\phi'$ ) و نمودار رابطه آن با عمق .....
۱۰۶	۵-۱۷- نقشه ریزپهنه‌بندی $C'$ خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۱۰۷	۵-۱۸- نقشه ریز پهنه‌بندی $\phi'$ خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری .....
۱۱۳	۵-۱۹- هیستوگرام داده‌های ضریب نفوذ استاندارد خاک‌ها (N) و نمودار رابطه آن با عمق .....

- ۱۱۴-۵-۲- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری.....
- ۱۱۸-۵-۲۱- نقشه ریز پهنبندی شاخص روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری.....
- ۱۱۹-۵-۲۲- نقشه ریز پهنبندی قوام خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری.....
- ۱۲۰-۵-۲۳- نقشه ریز پهنبندی درجه تراکم خاک‌های درشت‌دانه جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری.....
- ۱۲۳-۵-۲۴- استعداد روانگرایی در تهران بر مبنای گسل ری.....
- ۱۲۸-۵-۲۵- منحنی CRR جهت ارزیابی پتانسیل روانگرایی.....
- ۱۲۸-۵-۲۶- نمودار بدست آمده بین ضریب اطمینان در مقابل روانگرایی با عدد نفوذ استاندارد برای منطقه.....
- ۱۳۰-۵-۲۷- نقشه ریز پهنبندی پتانسیل روانگرایی خاک‌های مستعد در جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری.....
- ۱۴۰-۵-۲۸- هیستوگرام داده‌های سرعت موج برشی خاک‌ها.....
- ۱۴۱-۵-۲۹- نقشه ریز پهنبندی سرعت موج برشی خاک‌های جنوب تهران در عمق ۰-۲ متری.....
- ۱۴۲-۵-۳۰- نقشه ریز پهنبندی متوسط سرعت موج برشی خاک‌های بالای سنگ بستر لرزه‌ای جنوب تهران.....
- ۱۴۳-۵-۳۱- نقشه عمق سنگ بستر لرزه‌ای در نهشته‌های جنوب شهر تهران.....
- ۱۴۴-۵-۳۲- نقشه ریز پهنبندی پریرود طبیعی خاک‌های سطحی جنوب تهران.....
- ۱۴۵-۵-۳۳- نقشه ریز پهنبندی فرکانس طبیعی خاک‌های سطحی جنوب تهران.....
- ۱۴۶-۵-۳۴- نقشه ریز پهنبندی تخمینی تشدید ساختمان‌ها در جنوب تهران بر حسب طبقات ساختمان.....
- ۱۵۱-۵-۳۵- نمودار تغییر شکل خاک در مقابل زمان، برای هر افزایش بار.....
- ۱۵۱-۵-۳۶- منحنی تحکیم برای خاک‌های عادی تحکیم یافته و پیش تحکیم یافته.....
- ۱۵۲-۵-۳۷- نقاط هم تنش در عمق و در زیر پی‌های مربعی و نواری بر اساس روابط بوسینسک.....
- ۱۵۳-۵-۳۸- افزایش تنش قائم در زیر بار یکنواخت نواری.....
- ۱۵۴-۵-۳۹- هیستوگرام داده‌های شاخص فشردگی خاک‌های ریزدانه (Cc).....
- ۱۵۷-۵-۴۰- نقشه ریز پهنبندی شاخص فشردگی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۱/۵-۳/۵ متری.....
- ۱۵۸-۵-۴۱- نقشه ریز پهنبندی نشست تحکیمی خاک‌های رسی جنوب تهران.....
- ۱۶۱-۵-۴۲- فاکتور عمق بر حسب ابعاد و عمق مدفون پی‌های مختلف.....
- ۱۶۲-۵-۴۳- ضرایب تصحیح  $\mu_0$  و  $\mu_1$  در رابطه نشست آبی جانبی و بیروم (۱۹۵۶).....
- ۱۶۴-۵-۴۴- هیستوگرام داده‌های مدول الاستیسیته خاک‌ها ( $E_s$ ).....
- ۱۶۶-۵-۴۵- نقشه ریز پهنبندی مدول الاستیسیته خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱/۵-۳/۵ متری.....
- ۱۶۷-۵-۴۶- نقشه ریز پهنبندی نشست آبی خاک‌های جنوب تهران بر اساس رابطه پایه.....
- ۱۶۸-۵-۴۷- نقشه ریز پهنبندی نشست آبی خاک‌های جنوب تهران بر اساس رابطه پایه اصلاح شده.....
- ۱۶۹-۵-۴۸- نقشه ریز پهنبندی نشست آبی خاک‌های جنوب تهران بر اساس رابطه جانبی.....
- ۱۷۳-۵-۴۹- طبیعت گسیختگی برشی در خاک، الف) گسیختگی برشی کلی، ب) موضعی، ج) سوراخ کننده.....
- ۱۷۳-۵-۵۰- گسیختگی برشی در باربری نهایی یک شالوده نواری صلب (ترزاقی ۱۹۴۳).....
- ۱۷۶-۵-۵۱- نمودارهای ظرفیت باربری مجاز بر حسب عدد نفوذ استاندارد.....
- ۱۸۰-۵-۵۲- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران به روش ترزاقی.....
- ۱۸۱-۵-۵۳- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران به روش مایرهورف.....
- ۱۸۲-۵-۵۴- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران به روش وسیک.....
- ۱۸۳-۵-۵۵- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران به روش هانسن.....
- ۱۸۴-۵-۵۶- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران بر مبنای عدد SPT به روش مایرهورف.....
- ۱۸۵-۵-۵۷- نقشه ریز پهنبندی ظرفیت باربری مجاز خاک‌های جنوب تهران بر مبنای عدد SPT به روش باولز.....

## فهرست ضmannم

صفحه	عنوان
۲۰۲	۱- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۰۳	۲- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۰۴	۳- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۰۵	۴- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۰۶	۵- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۱۰-۱۲ متری
۲۰۷	۶- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۱۲-۱۵ متری
۲۰۸	۷- نقشه ریز پهنبندی نوع خاکهای جنوب تهران در عمق ۱۵-۱۸ متری
۲۰۹	۸- نقشه ریز پهنبندی خاکهای چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۱۰	۹- نقشه ریز پهنبندی خاکهای چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۱۱	۱۰- نقشه ریز پهنبندی خاکهای چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۱۲	۱۱- نقشه ریز پهنبندی خاکهای چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۱۳	۱۲- نقشه ریز پهنبندی خاکهای چسبنده و غیرچسبنده جنوب تهران در عمق ۱۰-۱۲ متری
۲۱۴	۱۳- نقشه ریز پهنبندی چگالی ویژه خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۱۵	۱۴- نقشه ریز پهنبندی چگالی ویژه خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۱۶	۱۵- نقشه ریز پهنبندی چگالی ویژه خاکهای جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۱۷	۱۶- نقشه ریز پهنبندی چگالی ویژه خاکهای جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۱۸	۱۷- نقشه ریز پهنبندی درصد رطوبت خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۱۹	۱۸- نقشه ریز پهنبندی درصد رطوبت خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۲۰	۱۹- نقشه ریز پهنبندی درصد رطوبت خاکهای جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۲۱	۲۰- نقشه ریز پهنبندی درصد رطوبت خاکهای جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۲۲	۲۱- نقشه ریز پهنبندی وزن مخصوص مرطوب خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۲۳	۲۲- نقشه ریز پهنبندی وزن مخصوص مرطوب خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۲۴	۲۳- نقشه ریز پهنبندی وزن مخصوص مرطوب خاکهای جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۲۵	۲۴- نقشه ریز پهنبندی وزن مخصوص مرطوب خاکهای جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۲۶	۲۵- نقشه ریز پهنبندی حدروانی خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۲۷	۲۶- نقشه ریز پهنبندی حدروانی خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۲۸	۲۷- نقشه ریز پهنبندی حدروانی خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۲۹	۲۸- نقشه ریز پهنبندی حدروانی خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۳۰	۲۹- نقشه ریز پهنبندی حدخمیری خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۳۱	۳۰- نقشه ریز پهنبندی حدخمیری خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۳۲	۳۱- نقشه ریز پهنبندی حدخمیری خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۳۳	۳۲- نقشه ریز پهنبندی حدخمیری خاکهای ریزدانه جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۳۴	۳۳- نقشه ریز پهنبندی $C'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۳۵	۳۴- نقشه ریز پهنبندی $C'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری
۲۳۶	۳۵- نقشه ریز پهنبندی $C'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۶-۸ متری
۲۳۷	۳۶- نقشه ریز پهنبندی $C'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۸-۱۰ متری
۲۳۸	۳۷- نقشه ریز پهنبندی $\phi'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۲-۴ متری
۲۳۹	۳۸- نقشه ریز پهنبندی $\phi'$ خاکهای جنوب تهران در عمق ۴-۶ متری

- ۳۹- نقشه ریز پهنبندی  $\phi'$  خاک‌های جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۴۰
- ۴۰- نقشه ریز پهنبندی  $\phi'$  خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۴۱
- ۴۱- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۴-۲ متری..... ۲۴۲
- ۴۲- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۴۳
- ۴۳- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۴۴
- ۴۴- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۴۵
- ۴۵- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۲-۱۰ متری..... ۲۴۶
- ۴۶- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۵-۱۲ متری..... ۲۴۷
- ۴۷- نقشه ریز پهنبندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۸-۱۵ متری..... ۲۴۸
- ۴۸- نقشه ریز پهنبندی شاخص روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۴-۲ متری..... ۲۴۹
- ۴۹- نقشه ریز پهنبندی شاخص روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۵۰
- ۵۰- نقشه ریز پهنبندی شاخص روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۵۱
- ۵۱- نقشه ریز پهنبندی شاخص روانی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۵۲
- ۵۲- نقشه ریز پهنبندی قوام خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۴-۲ متری..... ۲۵۳
- ۵۳- نقشه ریز پهنبندی قوام خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۵۴
- ۵۴- نقشه ریز پهنبندی قوام خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۵۵
- ۵۵- نقشه ریز پهنبندی قوام خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۵۶
- ۵۶- نقشه ریز پهنبندی درجه تراکم خاک‌های درشت‌دانه جنوب تهران در عمق ۴-۲ متری..... ۲۵۷
- ۵۷- نقشه ریز پهنبندی درجه تراکم خاک‌های درشت‌دانه جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۵۸
- ۵۸- نقشه ریز پهنبندی درجه تراکم خاک‌های درشت‌دانه جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۵۹
- ۵۹- نقشه ریز پهنبندی درجه تراکم خاک‌های درشت‌دانه جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۶۰
- ۶۰- نقشه ریز پهنبندی پتانسیل روانگرایی خاک‌های مستعد در جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۶۱
- ۶۱- نقشه ریز پهنبندی پتانسیل روانگرایی خاک‌های مستعد در جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۶۲
- ۶۲- نقشه ریز پهنبندی پتانسیل روانگرایی خاک‌های مستعد در جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۶۳
- ۶۳- نقشه ریز پهنبندی سرعت موج برشی خاک‌های جنوب تهران در عمق ۴-۲ متری..... ۲۶۴
- ۶۴- نقشه ریز پهنبندی سرعت موج برشی خاک‌های جنوب تهران در عمق ۶-۴ متری..... ۲۶۵
- ۶۵- نقشه ریز پهنبندی سرعت موج برشی خاک‌های جنوب تهران در عمق ۸-۶ متری..... ۲۶۶
- ۶۶- نقشه ریز پهنبندی سرعت موج برشی خاک‌های جنوب تهران در عمق ۱۰-۸ متری..... ۲۶۷
- ۶۷- نقشه ریز پهنبندی شاخص فشردگی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۳/۵-۵/۵ متری..... ۲۶۸
- ۶۸- نقشه ریز پهنبندی شاخص فشردگی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۷/۵-۵/۵ متری..... ۲۶۹
- ۶۹- نقشه ریز پهنبندی شاخص فشردگی خاک‌های ریزدانه جنوب تهران در عمق ۹/۵-۷/۵ متری..... ۲۷۰
- ۷۰- نقشه ریز پهنبندی مدول الاستیسیته خاک‌های جنوب تهران در عمق ۳/۵-۵/۵ متری..... ۲۷۱
- ۷۱- نقشه ریز پهنبندی مدول الاستیسیته خاک‌های جنوب تهران در عمق ۷/۵-۵/۵ متری..... ۲۷۲
- ۷۲- نقشه ریز پهنبندی مدول الاستیسیته خاک‌های جنوب تهران در عمق ۹/۵-۷/۵ متری..... ۲۷۳

ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیکی جنوب تهران در محیط سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مهدی بدخشان

شهر بزرگ تهران با تمرکز زیاد ساختمان‌ها، جمعیت و مراکز مهم دولتی بر روی نهشته‌های آبرفتی جوان بنا شده است که مطابق طرح آمایش سرزمین و طرح جامع تهران، توسعه شهر تهران می‌بایست به سمت غرب و جنوب صورت گیرد. لذا با توجه به اینکه توسعه تهران به سمت غرب روزبه‌روز محدودتر می‌شود، شناخت ویژگی‌های زمین‌شناسی و تهیه نقشه‌های مختلف ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیکی برای منطقه جنوب تهران از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این نقشه‌ها می‌تواند با سودمند کردن داده‌های بایگانی شده، هزینه‌های مطالعات ژئوتکنیکی آینده را کاهش دهد و باعث افزایش دقت محاسبات مهندسی برای مطالعات اولیه پروژه‌های عمرانی گردد و همچنین بستر مناسبی جهت تصمیم‌گیری‌های کلان مدیریت شهری فراهم نماید. بدین منظور در ابتدا سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و قابلیت‌های آن، بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران و انواع داده‌های موجود در آن و نیز مشخصات جغرافیایی و زمین‌شناسی منطقه جنوب تهران شامل موقعیت جغرافیایی، موقعیت گمانه‌های حفاری شده در شهر تهران، توپوگرافی، ژئومورفولوژی، زمین‌شناسی عمومی، چینه‌شناسی، نهشته‌های آبرفتی، تکتونیک، گسله-ها، لرزه‌خیزی و وضعیت آب‌های زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است. سپس داده‌های ژئوتکنیکی موجود در منطقه (۶۷۰ گمانه)، مورد مطالعات آماری و پالایش و پردازش شامل شناسایی خطاها و اصلاح آنها، داده‌سازی به کمک روابط موجود بین پارامترها، بررسی مقادیر خارج از رده و حذف داده‌های خارج از حدود اطمینان با سطح اعتماد مورد نظر، قرار گرفته است. در نهایت، با استفاده از روش آماری درونیایی مرتبه چهارم عکس فاصله که با توجه به نوع داده‌ها و پراکندگی داده‌ها، روش معقول و مناسبی تشخیص داده شده و به کمک نرم افزارهای مختلف سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، نقشه‌های مختلف ریزپهنه‌بندی ژئوتکنیکی شامل نوع خاک، پارامترهای وزنی و حجمی، پارامترهای مقاومت‌برشی زهکشی‌شده، ویژگی‌های خمیری، وضعیت قوام و دانسیته نسبی، عدد SPT، وضعیت روانگرایی، میزان نشست تحکیمی و آبی، ظرفیت باربری، پریرود طبیعی زمین و پارامترهای لرزه‌ای نهشته‌های کواترنری جنوب شهر تهران در اعماق مختلف تهیه شده و مورد بررسی و تفسیر قرار گرفته‌اند.

کلید واژه: ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیکی، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، جنوب تهران، بانک اطلاعات ژئوتکنیک ایران

## Abstract

### Geotechnical Microzonation of Tehran South in Geographical Information System (GIS)

Mehdi Badakhshan

Great Tehran along with much concentration of buildings, population and important governmental centers has been constructed on young alluvial Sediments, as per land logistics design and Tehran comprehensive design, improvement of Tehran city must be performed west and south side. With reference to Tehran Improvement is daily limited in side of west, recognition of geology specifications and providing different maps of Geotechnical Microzonation has been enjoyed special important for South of Tehran. These maps with making useful archive data can decline exchanges of Geotechnical studies in future and also cause to increase accuracy of engineering calculations for preliminary studies of civil projects and it provides suitable field for macro-decisions making in urban management.

First, Geographical Information System (GIS) and its abilities, Iran's Geotechnical Information Database and type of existent data in it and also Geography and Geology specifications of Tehran's south region including Geography situation, excavated borehole situation in Tehran city, Topography, Geomorphology, general Geology, Stratigraphy, Alluvium Sediments, Tectonic, Faults, Seismic and Ground Water Table have been evaluated in this purpose.

Then Geotechnical existent data in region (670 Boreholes) have been set under statistic studies, filtration and process including errors recognition and their correction, making data through existent relation between parameters, evaluation amounts outside rank and elimination data outside confidence limitation along with desired confidence level.

Finally, with using statistics method of interpolation of 4th rank of Inverse Distance Weighted (IDW) which with reference to data type and data distribution has been recognized a desirable and suitable method and with contribution of various software of Geographical Information System (GIS), different maps of Geotechnical Microzonation including soil type, Volume and weight capacity parameters, drained shear strength parameters, plasticity specifications, consistency & relative density situation, SPT number, Liquefaction situation, Immediate & Consolidation Settlement, bearing capacity, land natural period and seismic parameters of Quaternary Sediments of south of Tehran city has been provided and evaluated in various deeps.

**Key words:** Geotechnical Microzonation, Geographical Information System(GIS), south Tehran, Iran Geotechnical Information Database.



فصل اول:

کلیات

شهر بزرگ تهران بر روی نهشته‌های آبرفتی جوان بنا شده است. گسترش سریع شهرنشینی سبب پوشیده شدن نهشته‌های کواترنری است. تعیین ویژگی‌های زمین‌شناسی این نهشته‌ها و تهیه نقشه‌های ژئوتکنیکی در گستره تهران ابزار مناسبی برای مطالعات اولیه پروژه‌های عمرانی خواهد بود و به مهندسين دید کلی از وضعیت ژئوتکنیکی شهر تهران می‌دهد. تاکنون بررسی‌های ژئوتکنیکی بصورت دقیق در مورد هیچ یک از شهرهای ایران انجام نشده است، اما امروزه در برخی از شهرهای دنیا، نقشه‌های ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی شهری ارائه شده است که از جنبه‌های مدیریتی، اقتصادی، زیست محیطی، سامان‌دهی، طراحی و توسعه شهری بسیار مفید بوده‌اند. نقشه‌های ریزپهنه‌بندی نوع خاک، پارامترهای وزنی و حجمی، ظرفیت باربری، نشست، روانگرایی، ویژگیهای مقاومتی نهشته‌ها با استفاده از داده‌های گمانه‌ای موجود هر ساله در مناطق مختلف جهان برای مقاصد شهرسازی، توسعه شهری، راه‌سازی و غیره تهیه می‌شوند که علاوه بر بهره‌گیری از داده‌های گمانه‌ای بایگانی شده، اطلاعات ژئوتکنیکی مناسبی ارائه می‌دهد.

سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، بر خلاف روشهای سنتی، داده‌های جمع‌آوری شده را به شکل رقمی ذخیره‌سازی و بهنگام‌سازی می‌کند و با استفاده از روشهای متنوع، داده‌های حاصل از منابع متفاوت را ترکیب می‌نماید و کاربر را قادر به نمایش و تحلیل نقشه و داده‌های جدولی به طور همزمان می‌کند. همچنین می‌تواند به کمک توابع تحلیلی خود اطلاعات بی‌شماری را از داده‌های موجود استخراج کند و به مدل‌سازی و پیش‌بینی بپردازد.

بنابراین تحقیق نیز با عنوان «ریز پهنه‌بندی ژئوتکنیکی جنوب تهران در سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (GIS)» بررسی خواهد شد.

## ۱-۲- هدف از تحقیق

در این تحقیق با جمع‌آوری داده‌های گمانه‌ای موجود در بانک اطلاعات ژئوتکنیکی ایران برای جنوب تهران و سازمان‌دهی آنها، ویژگی‌های ژئوتکنیکی جنوب تهران بزرگ بررسی شده است. بطور خلاصه تحقیق حاضر دارای اهداف زیر بوده است:

۱- مروری بر سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و بررسی قابلیت‌های آن

۲- بررسی بانک اطلاعات ژئوتکنیکی ایران و تهیه داده‌های ژئوتکنیکی منطقه جنوب تهران

۳- بررسی مشخصات جغرافیایی و زمین‌شناسی جنوب تهران

۴- انجام مطالعات آماری بر روی داده‌ها، پالایش و پردازش داده‌ها

۵- ریز پهنه‌بندی نوع خاک‌های جنوب تهران

۶- ریز پهنه‌بندی پارامترهای وزنی و حجمی خاک‌های جنوب تهران

۷- ریز پهنه‌بندی پارامترهای مقاومت برشی خاک‌های جنوب تهران

۸- ریز پهنه‌بندی ویژگی‌های خمیری خاک‌های جنوب تهران

۹- ریز پهنه‌بندی عدد نفوذ استاندارد خاک‌های جنوب تهران

۱۰- ارزیابی پتانسیل مخاطرات زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی شامل روانگرایی، نشست، لرزه‌خیزی و بررسی پارامترهای مقاومتی.

۱۱- تهیه نقشه‌های مختلف ژئوتکنیکی از جمله نقشه پهنه‌بندی ظرفیت باربری مجاز برای شالوده‌های استاندارد.

### ۳-۱- حدود تحقیق

این تحقیق با استفاده از داده‌های ۶۷۰ گمانه در جنوب شهر تهران بررسی شده است. این داده‌ها، پس از جمع‌آوری از شرکتها و موسسات دولتی و خصوصی وارد بانک اطلاعات ژئوتکنیکی ایران شده و مورد استفاده قرار گرفته است. منابع اطلاعاتی زمین‌شناسی، تکتونیک، توپوگرافی، لرزه‌خیزی، ژئومورفولوژی و آبهای زیرزمینی از منابع موجود تهیه شده‌اند. محدوده مورد تحقیق با توجه به پراکندگی گمانه‌ها، قسمت جنوب شهر تهران می‌باشد که توزیع و تمرکز داده‌ها در همه جای منطقه یکسان نیست.

### ۴-۱- اهمیت بررسی منطقه جنوب تهران

طبق مطالعات صورت گرفته بیشتر خاک‌های منطقه جنوب تهران از نوع خاک‌های ریزدانه می‌باشند. نوع خاک‌ها در قسمت مرکزی تهران بصورت سنگ و شن گرد گوشه و در جنوب تهران بصورت ریزدانه (سیلت و رس) می‌باشد. اصولاً مطالعات ژئوتکنیکی در خاک‌های ریزدانه به دلیل خصوصیتی که این نوع خاک‌ها از جمله مقاومت برشی پایین و معطلاتی که در نشست بخصوص نشست‌های تحکیمی به همراه دارند از حساسیت ویژه برخوردارند و همواره به دلیل رفتاری پیچیده، طراحان را وادار به در نظر گرفتن ضریب اطمینان بالا در محاسبات می‌نمایند. بطوری که هر چه نوع خاک ریزدانه‌تر باشد ضریب اطمینان بیشتری را باید در محاسبات لحاظ نمود. لذا با ایجاد شناخت دقیق از خاک‌های ریزدانه منطقه، می‌توان بدون کاهش ایمنی، تا حد زیادی ضریب اطمینان را کاهش داد که خود صرفه‌جویی‌های اقتصادی زیادی را به دنبال دارد. از سوی دیگر، عامل تاثیرگذار دیگری که در ضریب اطمینان طراحی پروژه‌ها تاثیرگذار است، میزان مطالعات صورت گرفته جهت شناسایی منطقه می‌باشد. بنابراین وجود داده‌های موجود در بانک اطلاعات ژئوتکنیک و تحلیل دقیق اطلاعات بدست آمده می‌تواند باعث افزایش آگاهی و اطمینان طراحان از مطالعات منطقه گردد که کاهش منطقی ضریب اطمینان را در پی دارد.

مطابق طرح آمایش سرزمین تهران و طرح جامع تهران، توسعه شهر تهران می‌بایست به سمت غرب و جنوب باشد. از طرفی جلوگیری از توسعه شهر به سمت غرب و عدم اتصال به مجموعه شهرک‌های کرج نیز بسیار تاکید گردیده است. لذا با توجه به اینکه توسعه تهران به سمت غرب روز به روز محدودتر می‌شود، اهمیت توسعه تهران به سمت جنوب مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین با توجه به اهمیت فراوان منطقه جنوب تهران، این منطقه مورد بررسی‌های ژئوتکنیکی قرار گرفته است.

#### ۱-۵- لزوم انجام تحقیق

امروزه با افزایش جمعیت و آلودگی در محیط زیست بشری، اهمیت تعیین ویژگی‌های زمین‌شناسی و تهیه نقشه‌های ژئوتکنیک شهری مشخص شده است. اما همچنان چالش بزرگی بین زمین‌شناسان مهندس و مهندسين ژئوتکنیک وجود دارد. از یک طرف عدم وجود استاندارد لازم برای تهیه نقشه‌های ژئوتکنیکی و از طرفی متفاوت بودن شرایط زمین‌شناسی و محیط زیست سبب این چالش گردیده است. با این حال در سالهای اخیر کتابها، مقاله‌ها و نقشه‌هایی در این زمینه به چاپ رسیده‌اند. افزایش سریع شهرنشینی در جنوب تهران بدون رعایت مسائل زمین‌شناسی و ژئوتکنیکی مشکلات فنی و مهندسی، اقتصادی، اجتماعی و قانونی به همراه داشته است. ریزش یا ترک‌خوردگی برخی ساختمانها در اثر نشست ناهمگون زمین، پر کردن نامناسب گودی‌ها با خاکهای دستی، ساختمان‌سازی بر روی گسل، روانگرایی در حین وقوع زلزله، بالا آمدن سطح آب زیرزمینی، عدم نفوذ فاضلاب در برخی سازندها، هجوم سیلاب در برخی مناطق، احداث مسیرهای نامناسب برخی کانالهای فاضلاب، لوله‌کشی آب و گاز، دکلهای برق، جاده‌ها، خطوط راه‌آهن و مترو و تخریب آنها در زمینهای سست و مستعد نشست، تخلیه بیش از اندازه چاهها و قنوات، ریزش قنوات و فرونشست سطح زمین، نفوذ فاضلاب شهری به چاهها و قنوات و آلوده کردن آبهای زیرزمینی همگی از جمله مشکلات مذکور هستند. بنابراین شناخت ویژگی‌های ژئوتکنیکی جنوب کلان شهری چون تهران که تمرکز ساختمانها، جمعیت و مراکز مهم دولتی در آن زیاد است، مورد نیاز می‌باشد.

مهندسين ژئوتکنیک هنگام احداث یک سازه مهم، زمین زیر سازه (پی) را مورد بررسی قرار می‌دهند. حتی زمانی که سازه دیگری مجاور سازه قبلی ساخته می‌شود، باز هم آزمایشات ژئوتکنیکی انجام می‌شود. از آنجائیکه آزمایشات ژئوتکنیکی پرهزینه و وقتگیر هستند، لذا با داشتن نقشه‌های ژئوتکنیک می‌توان قضاوت مهندسی سریع و مناسبی جهت پیش‌بینی معضلات بررسی توسعه شهری داشت و یا با استفاده از گمانه‌های موجود با حفر حداقل گمانه، ویژگی‌های زیرسطحی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. به خصوص در پروژه‌های خطی مانند مسیر خطوط راه‌آهن شهری، پل‌ها، تعیین مسیر بزرگراه‌ها، کانالهای آبرسانی و فاضلاب استفاده از نقشه‌های ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی امری اجتناب‌ناپذیر است.

روشهای ژئوفیزیکی مانند ژئوالکتریک و لرزه‌شناسی جهت شناسایی ویژگی‌های ژئوتکنیکی لایه‌های مختلف زمین از جمله نهشته‌های کواترنری استفاده می‌شوند. اما این روشها در مناطق شهری با اغتشاشات زیادی روبرو هستند و انجام آنها در مراکز شهری تقریباً غیرممکن است. همچنین روشهای ژئوفیزیکی به تنهایی قادر به ارائه اطلاعات جامعی از وضعیت