

الله اعلم
الله اعلم
الله اعلم

برتالی



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/آقای محرم مجدی سقین سرا رشته زمین شناسی مهندسی تحت عنوان: «انتخاب روش مناسب حفاری مسیر تونل با استفاده از خصوصیات زمین شناسی مهندسی خاکها (مطالعه موردی تونل شهید صیاد شیرازی)» از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

اعضای هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنما	دکتر علی ارومیه ای	دانشیار	
۲- استاد مشاور	مهندس مسعود مرسلی	مربی	
۳- استاد ناظر داخلی	دکتر ماشاءاله خامه چیان	دانشیار	
۴- استاد ناظر خارجی	دکتر اکبر چشمی	استادیار	
۵- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر ماشاءاله خامه چیان	دانشیار	

آیین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسانها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیأت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی یا هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آنها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدید آورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تایید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجو مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی بصورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب، نرم افزار و یا آثار ویژه (اثری هنری مانند فیلم، عکس، نقاشی و نمایشنامه) حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین‌نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیأت رئیسه دانشگاه به تایید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

«اینجانب...
مقطع... دانشکده...
و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع بنام بنده و یا هر گونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدینوسیله حق هر گونه اعتراض را از خود سلب نمودم»

امضا: 
تاریخ: ۸۷/۷/۹

آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته رئیس شناسی معنوس است که در سال ۱۳۹۰ در دانشکده علوم پایه دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر علی ابروی، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر سورج سرسل و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۲، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب محمد مجدی دانشجوی رشته رئیس شناسی معنوس مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: محمد مجدی

تاریخ و امضا: ۹۰/۷/۹



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی مهندسی

انتخاب روش مناسب حفاری مسیرتونل با استفاده از خصوصیات زمین شناسی مهندسی خاکها (مطالعه

موردی تونل شهید صیاد شیرازی)

محرم مجدی

استاد راهنما:

دکتر علی ارومیه ای

استاد مشاور:

مهندس مسعود مرسلی

تابستان ۹۰

تقديم به

همه علم آموزان

تقدیر و تشکر

پس از حمد و ستایش خداوند منان وظیفه خویش می‌دانم از زحمات تمامی عزیزانی که در انجام این پایان‌نامه بنده را مساعدت و راهنمایی نموده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

- از استاد عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر ارومیه ای، که علاوه بر راهنمایی و مساعدت در امور پایان‌نامه، به عنوان الگوی تمام عیار اخلاق و انسانیت در زندگی سرمشق من بوده‌اند، کمال قدردانی و سپاس را دارم.
- از جناب آقای مهندس مرسلی به خاطر مشاوره‌ی این پایان‌نامه و زحمات بی‌دریغی که در طی انجام آن تقبل نمودند، نهایت تشکر را دارم.
- از استاد بزرگوار، جناب آقای دکتر خامه‌چیان، به خاطر بهره‌گیری از دانش ایشان در طول دوران تحصیل، کمال تشکر و قدردانی را دارم.
- از استاد عزیزم، جناب آقای دکتر نیکودل نیز به سبب انتقال دانش و تجربه در طول مدت تحصیل، تشکر و قدردانی می‌نمایم.
- از تمامی دوستان عزیز و بزرگوارم به خصوص آقایان مهندس احسان مختاری، مهندس رئوف هادئی، مهندس محمد فتح‌اللهی، مهندس فرزاد کارگر و دکتر ایرج رنجبر به خاطر کمک و راهنمایی در انجام این پژوهش کمال تشکر و قدردانی را دارم.
- در پایان بر خود لازم می‌دانم از موسسه مهندسين مشاور ساحل به خاطر در اختیار گذاشتن اطلاعات نهایت تشکر و قدردانی را بنمایم.

چکیده

شهر تهران به عنوان پرجمعیت ترین شهر کشور، برای رفع مشکلات رفت و آمد مردم و برای جلوگیری از بروز ترافیک های سنگین نیازمند احداث راه های سطحی و زیرزمینی متعددی است تا نیازهای آنها را از لحاظ صرفه جویی در وقت و هزینه برآورده سازد. یکی از راهکارهای اصلی رفع این مشکل احداث تونل است که می تواند تعداد بسیار زیادی از مسافران و وسایل نقلیه را در واحد زمان جابجا نماید. مطالعات ژئوتکنیک از عوامل مهم در تعیین نوع و شکل و هزینه ساخت تونل و حفاری های زیرزمینی می باشد و این در حالی است که مسیر، نوع، طراحی و ساخت تونل کاملاً به شرایط زمین شناسی و ژئوتکنیکی وابسته است. از آنجایی که برای حفر تونل اولین اقدام بررسی زمین شناسی و وضعیت تحت الارضی منطقه- ای است که تونل در آن حفر خواهد شد و همچنین انتخاب روش حفاری نیز به این موضوع وابسته است، در این تحقیق سعی بر ارتباط مطالعات زمین شناسی مهندسی و روشهای حفر تونل در شرایط مختلف شده و علاوه بر زمین شناسی عمومی، زمین شناسی مهندسی آبرفت شهر تهران که تونل شهید صیاد شیرازی در آن حفر خواهد شد، بررسی شده است. بر اساس این مطالعات مسیر تونل مورد نظر بر روی رسوبات آبرفتی کواترنری بنا شده است. رسوبات آبرفتی مذکور در ابتدای مسیر (بزرگراه آزادگان) ریزدانه بوده و در رده CL قرار می گیرند و در میانه های مسیر به صورت بین انگشتی به رسوبات SM, SC و GW- GM تبدیل می شوند تا اینکه در انتهای مسیر (میدان سپاه) رسوبات کاملاً به صورت درشت دانه GW- GM هستند. این آبرفت ها توسط سیلاب هایی که در اواخر دوران سوم و همزمان با برپایی ارتفاعات البرز از این ارتفاعات سرچشمه گرفته اند. رسوبات آبرفتی جنوب البرز حالت تشکی را دارد که در راستای شمال غرب به جنوب شرق کشیده شده و پوشیده شده از رسوبات آبرفتی غیر یکنواخت است که اغلب بر روی بستر غیر قابل نفوذی از رسوبات مارنی میو - پلیوسن قرار گرفته اند. رسوبات مذکور دارای نفوذپذیری 2.7×10^{-6} تا کمتر از 10^{-8} متر بر ثانیه هستند. از نظر مقاومتی در رده متوسط تا خیلی متراکم قرار دارند. سطح آب زیرزمینی در مسیر تونل متغیر بوده و از ابتدای مسیر تا میانه های مسیر (حوالی میدان بهارستان) حفر تونل با آن درگیر است.

در رسوبات آبرفتی مسیر مورد مطالعه، روشهای حفاری اتریشی و مکانیزه بررسی شده و با توجه به خصوصیات زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی مسیر تونل، روش مناسب برای حفاری تونل مورد نظر، روش حفاری مکانیزه با سپر EPB پیشنهاد شده است.

کلمات کلیدی: زمین شناسی مهندسی، رسوبات آبرفتی، تهران، حفاری اتریشی و مکانیزه

فهرست مطالب

۱	فصل اول : کلیات
۱-۱	مقدمه
۴	۲-۱- اهداف تحقیق
۵	۳-۱- مواد و روش انجام تحقیق
۵	۴-۱- سوالات تحقیق
۶	۵-۱- سابقه تحقیق
۶	۶-۱- خلاصه تحقیق
۷	فصل دوم : روش ها و مشکلات حفاری در زمین های خاص
۸	۱-۲- اهمیت مطالعات زمین شناسی در تونل سازی
۸	۲-۲- مطالعات و بررسی های همزمان با احداث
۸	۳-۲- مشکلات ناشی از زمین شناسی و شرایط خاص خاک
۹	۱-۳-۲- تاثیرات آب زیرزمینی
۹	۲-۳-۲- زمین های آماسی و مچاله شونده
۱۰	۳-۳-۲- زمین های جریانی یا روان شونده
۱۰	۴-۳-۲- مشکلات زمین های نرم
۱۰	۴-۲- شرایط تونل سازی در رسوبات آبرفتی
۱۱	۱-۴-۲- کلیات روش حفاری اتریشی (NATM)
۱۱	۱-۴-۲-۱- اصول کلی روش اتریشی
۱۲	۲-۴-۲-۱- روش اجرای NATM
۱۲	۳-۴-۲-۱- مزایا و معایب روش NATM
۱۴	۲-۶-۲- کلیات حفاری مکانیزه

- ۱۶-۲-۶-۳- تقسیم بندی سپرها: ۱۶
- ۱۸-۲-۶-۳-۱- سپر دوغابی ۱۸
- ۲۱-۲-۶-۳-۲- سپر تعادلی با فشار زمین (EPB) ۲۱
- ۲۵-۲-۶-۳-۳- سپرهای ترکیبی ۲۵
- ۲۷-۲-۶-۵- اقدامات خاص در تونل سازی سپری ۲۷
- ۲۷-۲-۷- ملاحظات لازم برای انتخاب دستگاه TBM مناسب ۲۷
- ۲۹-۲-۸- مقایسه روش حفاری ماشینی (TBM) با روش معمول تونل زنی (NATM) ۲۹
- ۳۲- سوم : زمین شناسی تهران و محدوده مورد مطالعه ۳۲
- ۳۳-۳-۱- آبرفت های تهران ۳۳
- ۳۳-۳-۲- طبقه بندی آبرفت های تهران ۳۳
- ۳۳-۳-۲-۱- سازند A (هزار دره) ۳۳
- ۳۵-۳-۲-۲- سازند B (سازند ناهمگن شمال تهران) ۳۵
- ۳۶-۳-۲-۳- سازند C ، سازند تهران ۳۶
- ۳۶-۳-۲-۴- سازند D (آبرفتهای کنونی) ۳۶
- ۳۶-۳-۳- ریخت شناسی تهران ۳۶
- ۳۸-۳-۴- نقشه زمین شناسی موجود برای تفکیک آبرفت های تهران ۳۸
- ۳۸-۳-۵- زمین ساخت ۳۸
- ۴۱-۳-۶- هیدروژئولوژی منطقه ۴۱
- ۴۱-۳-۶-۱- مقدمه ۴۱
- ۴۱-۳-۶-۲- هیدروژئولوژی محدوده مطالعاتی تهران-کرج ۴۱
- ۴۲-۳-۷- آبخوان تهران و وضعیت آن در محدوده پروژه ۴۲
- ۴۳-۳-۷-۱- آبخوان دشت تهران ۴۳
- ۴۳-۳-۷-۱-۱- آبخوان شمالی ۴۳

۴۳	..... ۲-۱-۷-۳- آبخوان اصلی
۴۴	..... ۳-۱-۷-۳- آبخوان های محلی
۴۴	..... ۲-۷-۳- خصوصیات هیدرودینامیکی آبخوان در محدوده مسیر پروژه
۴۵	..... ۸-۳- منابع بهره برداری آبهای زیرزمینی
۴۸	..... ۱-۸-۳- چاه های موجود در محدوده
۴۹	..... ۹-۳- آب ورودی به تونل
۴۹	..... ۱-۹-۳- هدایت هیدرولیکی
۵۴	..... ۱-۱-۹-۳- تخمین ورود آب به تونل
۵۸	..... فصل چهارم : زمین شناسی مهندسی محدوده مورد مطالعه
۵۹	..... ۱-۴- مطالعات ژئوتکنیکی و زمین شناسی مهندسی
۵۹	..... ۲-۴- هدف از انجام مطالعات ژئوتکنیک
۵۹	..... ۳-۴- عملیات حفاری گمانه ها و چاهک ها
۵۹	..... ۱-۳-۴- مشخصات گمانه ها و چاهک ها
۶۱	..... ۲-۳-۴- روش انجام عملیات حفاری گمانه ها و نمونه برداری
۶۲	..... ۳-۳-۴- حفاری چاهک های دستی و نمونه برداری
۶۲	..... ۴-۴- تعیین ویژگیهای ژئوتکنیکی و مکانیکی خاکهای مسیر تونل
۶۲	..... ۱-۴-۴- آزمایش های صحرائی
۶۲	..... ۱-۱-۴-۴- آزمایش نفوذ استاندارد
۶۸	..... ۲-۱-۴-۴- آزمایش پرسيومتری
۷۰	..... ۲-۱-۴-۴- الف- مراحل تحلیل نتایج آزمایش پرسيومتری
۷۱	..... ۲-۱-۴-۴- ب- بررسی نتایج آزمایش های پرسيومتری
۷۴	..... ۲-۱-۴-۴- ج- ارتباط بین پارامترهای تغییر شکل با عمق
۷۶	..... ۲-۴-۴- آزمایش های آزمایشگاهی

- ۷۶-۴-۲-۱- آزمایش دانه بندی.....
- ۷۹-۴-۲-۲- آزمایش هیدرومتری.....
- ۷۹-۴-۲-۳- تعیین درصد رطوبت طبیعی.....
- ۸۰-۴-۲-۴- آزمایش تعیین حدود اتربرگ.....
- ۸۱-۴-۲-۵- تحکیم.....
- ۸۱-۴-۲-۶- آزمایش تک محوری.....
- ۸۲-۴-۲-۷- آزمایش برش مستقیم خاک.....
- ۸۳-۴-۲-۸- تعیین خواص شیمیایی خاک.....
- ۸۳-۵-۳- تعیین ضرایب فشار جانبی خاک.....
- ۸۵-۴-۵- بررسی وضعیت تحت الارضی مسیر.....
- ۸۸- فصل پنجم : انتخاب دستگاه مناسب حفاری برای تونل.....
- ۸۹-۵-۱- روشهای انتخاب دستگاه مناسب.....
- ۸۹-۵-۱-۱- انتخاب دستگاه مناسب با استفاده از منحنی های دانه بندی.....
- ۹۱-۵-۱-۲- انتخاب براساس وزن واحد حجم مواد در طول مسیر.....
- ۹۲-۵-۱-۳- انتخاب نوع سپر بر اساس نفوذپذیری خاک.....
- ۹۳-۵-۱-۴- انتخاب با توجه به پروژه های مشابه و دستورالعمل های تجربی.....
- ۹۵-۵-۲- انتخاب دستگاه مناسب برای مسیر تونل شهید صیاد شیرازی.....
- ۹۶-۵-۲-۱- عوامل موثر در انتخاب دستگاه مناسب.....
- ۹۶-۵-۱-۱- ویژگیهای زمین شناسی و ژئوتکنیکی.....
- ۹۶-۵-۲-۱- عمق روباره.....
- ۹۷-۵-۱-۲-۳- هندسه مسیر.....
- ۹۷-۵-۱-۲-۴- شرایط محیطی.....
- ۹۷-۵-۱-۲-۵- سایر عوامل.....

۱۰۱	فصل ششم : نتیجه گیری و پیشنهادها.....
۱۰۲	۱-۶- نتیجه گیری
۱۰۳	۲-۷- پیشنهادها.....
۱۰۵	مراجع
۱۰۸	پیوست

فهرست جدول ها

۲۹	جدول ۲-۱- اقدامات خاص در تونل سازی سپری
۳۰	جدول ۲-۲- مزایا و معایب استفاده از TBM برای حفر تونل.....
۳۰	جدول ۲-۳- مقایسه کلی تونل زنی به روش مرسوم دستی (NATM) با روش ماشینی (TBM)
۳۱	جدول ۲-۴- مقایسه معیارهای اصلی برای روش NATM و استفاده از TBM.....
۵۳	جدول ۳-۱- خلاصه نتایج آزمایش های لوفران صورت گرفته در طول مسیر تونل صیاد شیرازی
۵۷	جدول ۳-۲- تخمین آب ورودی به تونل در زون های آبدار مختلف بر حسب لیتر بر ثانیه بر متر.....
۶۰	جدول ۴-۱- مشخصات گمانه های حفاری شده در طول مسیر
۶۱	جدول ۴-۲- مشخصات آزمایش های آزمایشگاهی انجام شده در طول مسیر
۶۸	جدول ۴-۳- تقسیم بندی تراکم خاکهای درشت دانه بر اساس عدد SPT
۷۲	جدول ۴-۴- نتایج حاصل از آزمایش های پرسیومتری در خاکهای مختلف مسیر تونل.....
۸۰	جدول ۴-۵- میزان درصد رطوبت طبیعی میانگین برای خاکهای مختلف مسیر تونل.....
۸۰	جدول ۴-۶- مقادیر میانگین حدود اتربرگ برای خاکهای مختلف مسیر تونل.....

- جدول ۴-۷- مقادیر میانگین پارامترهای تحکیمی لایه های رسی ۸۱
- جدول ۴-۸- ارتباط بین سفتی و مقاومت فشاری محدود نشده ۸۲
- جدول ۴-۹- مقادیر میانگین C و ϕ به دست آمده از آزمایش برش مستقیم تند برای خاک های مختلف مسیر ۸۲
- جدول ۴-۱۰- نتایج آزمایش های شیمیایی خاک ۸۳
- جدول ۴-۱۱- مقادیر ضریب فشار جانبی خاک در حالت های مختلف برای خاک های موجود در مسیر تونل ۸۴
- جدول ۵-۱- انتخاب روش تونل سازی با سپر با توجه به شرایط زمین [۲۳] ۹۳
- جدول ۵-۲- قابلیت TBM در زمینهای نرم [۲۳] ۹۴
- جدول ۵-۳- دامنه کاربرد دستگاه ها و روشهای حفاری تونل در شرایط زمین شناسی متفاوت [۲۳] ۹۵
- جدول ۵-۴- امکان پذیری استفاده از روشهای مختلف برای حفاری بخش های مختلف تونل صیاد شیرازی ۱۰۰

فهرست شکلها

- شکل ۱-۱- موقعیت تونل شهید صیاد شیرازی در حد فاصل بزرگراه آزادگان (A) تا میدان سپاه (B) و موقعیت گمانه ها و چاهک های حفر شده در این مسیر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ۴
- شکل ۲-۱- نمایی از مقاطع اجرایی در روش NATM ۱۴
- شکل ۲-۲- تقسیم بندی سپرها بر اساس نگهداری سینه کار و دیواره ها ۱۶
- شکل ۲-۳- سپر دوغابی ۱۸
- شکل ۲-۴- تصویری از سپر دوغابی ۱۹
- شکل ۲-۵- نگهداری سینه کار در سپر دوغاب ۱۹
- شکل ۲-۶- تاسیسات جداسازی در سطح زمین ۲۰
- شکل ۲-۷- نمایی از سپر تعادلی به همراه اجزا ۲۲

- شکل ۲-۸- تصویری از دستگاه EPB ۲۳
- شکل ۲-۹- شرایط حفاری EPB TBM با توجه به شرایط دانه بندی خاک و تزریق مواد افزودنی ۲۴
- شکل ۲-۱۰- محدوده کاربرد ماشین EPB و Mix shield با توجه به دانه بندی ۲۴
- شکل ۲-۱۱- محدوده کاری سپر تعادلی با فشار زمین ۲۵
- شکل ۲-۱۲- سپر ترکیبی Mix shield ۲۶
- شکل ۳-۱- ستون چینه شناسی آبرفت های تهران ۳۴
- شکل ۳-۲- نقشه مورفولوژی تهران ۳۷
- شکل ۳-۳- نقشه زمین شناسی تهران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) ۴۰
- شکل ۳-۴- وضعیت شماتیک برخی از عوامل تغذیه و تخلیه محدوده مطالعاتی تهران - کرج ۴۲
- شکل ۳-۵- ضریب انتقال در دشت تهران و محدوده مورد مطالعه ۴۵
- شکل ۳-۶- قنات های واقع در محدوده مطالعات پروژه و در مجاورت مسیر تونل از میدان شوش تا میدان سپاه ۴۷
- شکل ۳-۷- تمامی چاه های موجود در محدوده مسیر تونل ۵۰
- شکل ۳-۸- تراز ارتفاعی گمانه ها و سطح تراز آب در آنها در مسیر تونل صیاد شیرازی ۵۴
- شکل ۳-۹- نمودار تخمین جریان آب ورودی به تونل بر اساس روش Heuer ۵۶
- شکل ۳-۱۰- حالت تعادل و واقعی در فرمول هاگوت ۵۷
- شکل ۴-۱- نتایج آزمایش SPT در گمانه های حفر شده در طول مسیر [۱۹] ۶۵
- شکل ۴-۲- نمایی از دستگاه پرسیومتر منارد همراه با سوند مورد استفاده ۶۹
- شکل ۴-۳- منحنی حجم بر حسب فشار در آزمایش پرسیومتری [۱۵] ۷۰
- شکل ۴-۴- نمودار تغییرات E_p نسبت به عمق در خاک های (الف) درشت دانه و (ب) ریز دانه ۷۴

- شکل ۴-۵- نمودار تغییرات PL نسبت به عمق در خاک های (الف) درشت دانه و (ب) ریز دانه ۷۵
- شکل ۴-۶- نمودار تغییرات G نسبت به عمق در خاک های (الف) درشت دانه و (ب) ریزدانه ۷۵
- شکل ۴-۷- منحنی دانه بندی برای خاک (الف) SC و SM، (ب) GW-GM و (پ) CL، در طول مسیر تونل (با عمق ۳۰ - ۷ متر)..... ۷۷
- شکل ۴-۸- نمونه های به دست آمده از رسوبات آبرفتی (الف) درشت دانه (BH-4، عمق ۵ تا ۹ متری، (ب) درشت دانه (BH-10، ۳۹ تا ۴۵ متری)، (پ) ریزدانه (BH-31، ۱۶ تا ۲۰ متری) و (ت) ریز دانه (BH-37، ۴۰ تا ۴۵ متری) [۱۹] ۷۸
- شکل ۴-۹- درصد مواد ریزدانه تشکیل دهنده خاک در طول مسیر تونل..... ۷۹
- شکل ۴-۱۰- وضعیت تحت الارضی بخش اول..... ۸۶
- شکل ۴-۱۱- وضعیت تحت الارضی بخش دوم ۸۷
- شکل ۴-۱۲- وضعیت تحت الارضی بخش سوم ۸۷
- شکل ۵-۱- محدوده به کارگیری سپرهای EPB با توجه به منحنی دانه بندی خاک [۴۰]..... ۹۰
- شکل ۵-۲- محدوده به کارگیری سپرهای دوغابی [۴۰]..... ۹۱
- شکل ۵-۳- محدوده کاربری سپرها بر اساس نفوذپذیری [۴۱]..... ۹۲

فصل اول



کلیات

۱-۱- مقدمه

امروزه با توجه به رشد و نیاز به حمل و نقل مدرن در شهرهای بزرگ و گسترش مشکلاتی از قبیل ترافیک‌های شهری، شبکه‌های فاضلاب و غیره، کارشناسان شهرسازی را به این موضوع رهنمود می‌سازد که برای حل این قبیل مشکلات علاوه بر استفاده از امکانات و ساختارهای روی زمین به مسائل و ایجاد سازه‌هایی در زیر زمین نیز توجه خاصی داشته باشند. از جمله این ساختارها، ایجاد تونلها در زیر مناطق شهری برای مصارفی مانند: مترو^۱ی شهری، شبکه فاضلاب، تونل های بزرگراه‌ها و غیره می باشد شهر تهران به عنوان پرجمعیت ترین شهر کشور، برای رفع مشکلات رفت و آمد مردم و برای جلوگیری از بروز ترافیک‌های سنگین نیازمند احداث راه‌های سطحی و زیرزمینی متعددی است تا نیازهای آنها را از لحاظ صرفه جویی در وقت و هزینه برآورده سازد. از آنجائیکه محدودیتهایی در ساختن این سازه‌ها در محیط- های شهری وجود دارد، بحث در مورد انتخاب نوع روش حفاری تونل در این محیط ها بسیار متنوع بوده و بستگی به پارامتر های مختلفی دارد. بسیاری از این قبیل ساختار های زیر زمینی شهری باید در شرایط بد زمین شناسی ساخته شوند (مانند مناطقی که از رس های نرم، ماسه های آبدار و یا سنگ های نرم که مشخصات رفتاری خاصی مانند خزش، هوازدگی و تورم را دارا می باشند). این مشکلات و برخی از مسائل همچون هتروژن بودن شرایط زمین و زیر سطح ایستابی بودن تونل ممکن است خطراتی را برای ساخت سازه‌های زیر زمینی ایجاد کند. یکی از مهم ترین بخش‌های هر پروژه تونل سازی بررسی‌های ژئوتکنیکی زمین و بر اساس آن انتخاب روش حفاری و تکنیک‌های ساخت تونل است.

¹ Metro

حفاری تونل در پروژه های مختلف شهری، بین شهری، آبرسانی و... از طریق روش های مختلفی صورت می گیرد که با توجه به نوع و محل پروژه، هزینه های اجرایی و محدودیتهای احتمالی و ویژگی های زمین سعی می گردد که بهترین و مناسب ترین روش انتخاب شود. با پیشرفت تکنولوژی در ساخت و بکارگیری دستگاههای حفاری تمام مقطع تونل (TBM)¹، این روش برای ساخت تونلهای طویل خصوصاً در مناطق شهری با ایمنی بالاتری متداول گردیده است.

در این تحقیق سعی شده است علاوه بر بررسی ویژگی های زمین شناسی مهندسی مسیر تونل شهید صیاد شیرازی، مناسبترین روش برای حفاری تونل انتخاب گردد. پروژه تونل شهید صیاد شیرازی در حد فاصل میدان سپاه تا بزرگراه آزادگان در مسیری به طول بیش از ۷ کیلومتر قرار گرفته است که با محاسبه طول رمپها نزدیک به ۱۰ کیلومتر می شود.

هدف از انجام مطالعات ژئوتکنیک دستیابی به پارامترهای مهندسی مصالح زیر سطحی با انجام حفاری های اکتشافی، آزمایش های برجا و آزمایشگاهی به منظور احداث تونل شهری در حد فاصل میدان سپاه تا بزرگراه آزادگان می باشد. انجام مطالعات فوق در دو مرحله ۱ و ۲ تعریف شده است. در مرحله اول این مطالعات تعداد ۱۴ گمانه به عمق های ۵۰ تا ۵۵ متر و ۱۳ چاهک دستی تا عمق ۳۵ متر حفر شده است. با وجود روشهای مختلف برای ارائه اطلاعات و بررسی برخی از آنها با توجه به امکانات و هم چنین با توجه به هدف ارائه اطلاعات که در این تحقیق ارائه یک نمای کامل زمین شناسی و پارامترهای زمین شناسی مهندسی برای درک صحیح از مسیر و قابل استفاده بودن در ساخت تونل می باشد، اطلاعات به صورت یک مقطع زمین شناسی مهندسی حاوی پارامترها و پهنه بندیهای مربوطه ارائه شده است. این مقطع به صورت فایل کامپیوتری در محیط اتوکد^۲ تهیه شده و خصوصیات زمین شناسی مهندسی به صورت لایه های اطلاعاتی در آن آورده شده است. با توجه به قابلیت های فایل مذکور و امکان روشن یا خاموش بودن لایه ها، امکان مشاهده و بررسی اطلاعات در کنار یکدیگر یا به تنهایی وجود دارد. هم چنین در این حالت یک مقطع کامل نمایاننده مسیر در دسترس است که در طی زمان نیز با توجه به انجام آزمونهای جدیدتر یا دریافت هرگونه اطلاعات جدید در هر مرحله از طراحی، اجرا یا نگهداری قابلیت تغییر و به روز شدن برای آن وجود دارد. با توجه به اینکه تونل صیاد شیرازی در زمینهای نرم حفر می شود و ساخت تونل در

¹ Tunnel Boring Machin

² Auto CAD

زمین‌های نرم چالش‌های خاصی دارد که حضور آب و عوامل محیطی این شرایط را به وجود می‌آورد. در دسترس بودن چنین مقطعی در تمام طول طراحی و ساخت وحتى بعد از آن ضروری می‌نماید. مقطع زمین‌شناسی مهندسی که در متن تحقیق با نام پیوست از آن یاد شده است به صورت لوح فشرده (CD) پیوست پایان‌نامه می‌باشد.

۲-۱- اهداف تحقیق

هدف کلی از این تحقیق، بررسی و انتخاب روش مناسب اجرای تونل در مسیر بزرگراه شهید صیاد شیرازی پس از بررسی کامل شرایط ژئوتکنیکی و زمین‌شناسی مهندسی مسیر و شرایط انتخاب روش حفاری از لحاظ مسائل ژئوتکنیکی در طول مسیر با استفاده از ماشین‌های حفاری تمام مقطع تونل TBM است.



شکل ۱-۱- موقعیت تونل شهید صیاد شیرازی در حد فاصل بزرگراه آزادگان (A) تا میدان سپاه (B) و موقعیت

گمانه‌ها و چاهک‌های حفر شده در این مسیر با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰