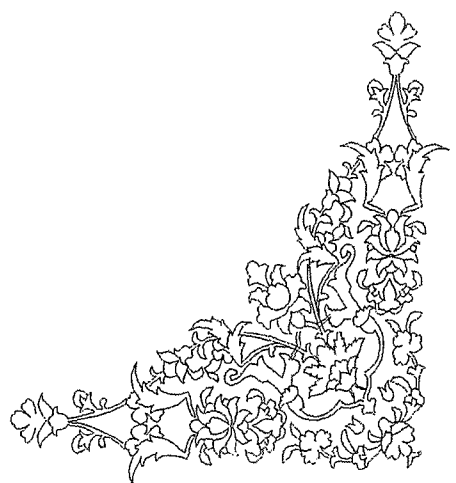
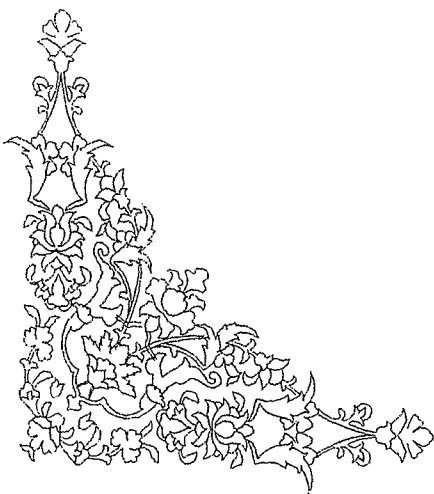


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



۱۴۱۵/۱



دانشگاه گیلان
دانشکده علوم
گروه زمین شناسی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی مهندسی

عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی مسیر راه آهن اراک - ملایر

استاد راهنما:

دکتر غلامرضا خانلری

استاد مشاور:

دکتر مجتبی حیدری

۱۳۸۸/۱۱/۱۵

پژوهشگر:

طیبه نظری

مجموعه اطلاعات مرکز علمی اراک
شنبه ۱۳۸۸

پائیز ۱۳۸۷

۱۳۱۵۱۱

توجه

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت پیگرد قانونی خواهد داشت.



دانشگاه بوعلی سینا

دانشکده علوم

گروه زمین شناسی

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

ارائه دهنده:

طیبه نظری

تحت عنوان:

بررسی زمین شناسی مهندسی مسیر راه آهن اراک - ملایر

به ارزش ۸ واحد در روز سه شنبه مورخ ۸۷/۷/۳۰ ساعت ۱۴ در محل آمفی تئاتر ۱ و با حضور اعضای هیأت

داوران زیر برگزار گردید و با نمره ۱۹.۵... درجه عالی..... ارزیابی شد.

توکیب اعضای هیأت داوران:

ردیف	سمت در هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی - گروه / دانشکده / دانشگاه	محل امضاء
۱	استاد راهنما	دکتر غلامرضا خانلری	دانشیار - زمین شناسی / علوم / بوعلی سینا	
۲	استاد مشاور	دکتر مجتبی حیدری	استادیار - زمین شناسی / علوم / بوعلی سینا	
۳	استاد مدعو	دکتر محمد حسین قبادی	دانشیار - زمین شناسی / علوم / بوعلی سینا	
۴	استاد مدعو	دکتر فرهاد آلیانی	استادیار - زمین شناسی / علوم / بوعلی سینا	
۵	داور دانشکده	دکتر بهروز رفیعی	استادیار - زمین شناسی / علوم / بوعلی سینا	

۱۳۸۸/۱۱/۱۵

الهی امروزینا تر از من کیست، که تو را می بینم
و شواتر از من کیست که سخن تو را می شنوم

و کویا تر از من کیست که سخن از تو می گویم
و دارا تر از من کیست که تو دارایی منی

اگر روزی به اندازه سرمویی، سرسوزنی، سرکاهی، باورم شود، که پیشه ام به درگاه تو مورد قبول
واقع شده، چون سروی که از وزش صبا به چپ و راست می چرخد چنان دست کوبی و پای افشانی
کنم، چنان شوری برانگیزم، که هر چه گل و سنگ و خاک و آب را از شورم بشورانم و کوه را از
سازم برقصانم.

تقدیم به

پدر عزیزم:

تکیه گاه همیشگی ام که نگاهش محبت را، دستهای سخاوت را و اندرزهایش تلاش، استقامت و صلابت را به

من آموخت.

مادر عزیزم:

که زبان ناتوان است از توصیف آن همه مهر، معنای کامل، فداکاری، گذشت، صبر و صداقت، هم

او که گذر از مرحله به مرحله زندگی ام را دیدی و دلواپسی ها و دعاهای همیشگی اش هستم.

و

یاران صمیمی و همراهان همیشگی من در تمامی مراحل زندگی،

برادران عزیزم

تشکر و قدردانی

قلم داده‌ای تا ستایش کنم

زبان داده‌ای تا نیایش کنم

شکر و سپاس خداوندی را سزاست که علم و دانش را چراغ زندگی آدمیان قرار داد و حکمت را گمشده مومنان، خدایی که در ذات و صفات بی‌همتاست، در هر زمان و مکان روشنگر راهست و امید تلاش، او که در پهنه گسترده تاریکی جهل، چراغ پر فروغ دانش را افروخت. نامش گشاینده اسرار و یادش برافروزنده امید در دل‌های مشتاقان. خداوندا در هر مرحله از زندگی‌ام عنایت و لطف تو یاورم شد، راه را برایم روشن کرد و هدایت‌م نمود. هر زمان که تنگناهای زندگی عرصه را بر من سخت کرد، یاد تو آرامش بخش قلبم گشت و لطف تو دستم را گرفت. اکنون که با عنایت تو برگ دیگری از زندگیم ورق می‌خورد تو را با تمام وجود سپاس می‌گویم که هدایت‌م کردی و لطفت را شامل حالم ساختی جز شکر به درگاه لایزال از این بنده چه برآید که هیچ ندارد و همین شکر و سپاس را نیز از تو دارد. خداوندا کمکم کن که مبدا اندک دانشم رهزنم و کتابم حجابم شود.

اینک که توفیق تهیه و تدوین این رساله را یافته‌ام بر خود واجب می‌دانم که از تمامی بزرگواری که از محضرشان کسب فیض و علم نموده‌ام و مرا در این راه یاری نموده‌اند تشکر و قدر دانی کنم.

از استاد محترم آقای دکتر غلامرضا خانلری، استاد راهنمای این رساله که از راهنمایی‌ها و نظرات ارزنده ایشان در طول دوره بهرمنند گشته‌ام کمال تشکر را دارم. از آقای دکتر مجتبی حیدری استاد مشاور این رساله به خاطر راهنمایی‌های ارزشمند و کمک‌های فراوان در طول دوره سپاسگذارم.

از آقای دکتر فرهاد آلیانی مدیر گروه محترم و داور این رساله جهت راهنمایی‌های ارزنده شان تشکر می‌کنم. از آقای دکتر بهروز رفیعی، داور این رساله به جهت مطالعات مربوط به آزمایش XRD و تقبل حضور در جلسه دفاعیه قدردانی می‌کنم. از آقای دکتر محمد حسین قبادی داور رساله به جهت تقبل حضور در جلسه دفاعیه و مطالعه دقیق پایانامه تشکر می‌کنم.

از کلیه اساتید گروه زمین‌شناسی دانشگاه بوعلی‌آقایان دکتر براتی، دکتر حسینی دوست، دکتر خدابخش

دکتر ساداتی، دکتر سپاهی، خانم دکتر ترکیان، مهندس صدر، دکتر محسنی، دکتر معانیجو، مهندس نمازی که افتخار شاگردی آنها را داشته‌ام سپاسگذارم.

از پدر و مادر عزیزم بخاطر حمایت‌های بیدریغشان در کلیه مراحل زندگی کمال تشکر را دارم. از برادران عزیزم آقایان مصطفی نظری و مهدی نظری بخاطر کمک‌های فراوانشان در کلیه مراحل تدوین پایان‌نامه سپاسگذارم.

از آقای مهندس سیدحافظ سادات‌نژاد، رئیس حوزه نظارت راه‌آهن غرب کشور (نمایندگان کارفرما) به خاطر کمک‌ها و حمایت‌های فراوانشان در طول کار کمال تشکر را دارم. از آقایان مهندس رامین‌رضا قهرمانی و مهندس حمیدرضا آژیر در شرکت رهاب، به خاطر مساعدت‌های فراوانشان تشکر می‌کنم. از آقای رسولی، مسئول محترم آزمایشگاه زمین‌شناسی دانشگاه بوعلی سینا به خاطر کمک‌های فراوان در بخش آزمایشها تشکر می‌کنم. از خانم تهرانی مسئول محترم دفتر گروه زمین‌شناسی به جهت مساعدت‌های لازم در جهت امور اداری تشکر می‌کنم.

از تمامی دوستانی که در طول دوره از همراهی و دلگرمی آنان بهره برده‌ام خانمها، کاپله‌ای، احمدی، حیدریان، خسروی، جعفری، صحرارو، فانی، فتحیان، فلاحی، مانی‌کاشانی، مرادیان، ملوندی، وزیری، هادی‌مصلح، و همکلاسیهای محترم آقایان رسولی، روحانی، منصوری و خانمها آقایی و مهرفر تشکر می‌کنم.

از آقایان اکبری، ذوالفقاری و صمدی به سبب همکاری صمیمانه‌شان متشکرم. و در پایان از کلیه کسانی که به نحوی در انجام این پژوهش از محبت و همراهی شان بهره برده‌ام و فراموشی مانع از یادآوری نام این عزیزان بوده تشکر می‌کنم.

نام خانوادگی: نظری	نام: طیبه
عنوان پایان نامه: بررسی زمین‌شناسی مهندسی مسیر راه‌آهن اراک- ملایر	
استاد راهنما: دکتر غلامرضا خانلری، استاد مشاور: دکتر مجتبی حیدری	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین‌شناسی
دانشگاه: بوعلی سینا	دانشکده: علوم
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۷۸/۷/۳۰	تعداد صفحه: ۱۸۰
کلید واژه‌ها: راه‌آهن غرب کشور، پایداری شیب، ترانشه، منابع قرضه، بالاست، خاکریز، بستر خطوط راه‌آهن	
<p>چکیده:</p> <p>به طور کلی گسترش راه‌آهن را می‌توان بعنوان یکی از نشانه‌های انقلاب صنعتی دانست، زیرا نقش تعیین کننده‌ای در اقتصاد هر کشور ایفا می‌کند و از طرفی به عنوان منبع درآمد مهمی برای کشورهای مختلف جهان محسوب می‌شود. منطقه مورد مطالعه بخشی از مسیر راه‌آهن غرب کشور است که مهمترین اهداف آن برقراری ارتباط ریلی بین کشورهای ایران و عراق برای دستیابی به اماکن متبرکه مذهبی و همچنین برقراری ارتباط ریلی بین خطوط راه‌آهن داخل کشور و کشورهای آسیای میانه با دریای مدیترانه، از طریق ایران، عراق و سوریه می‌باشد. با توجه به اهمیت پروژه و اینکه زمین‌شناسی مهندسی به عنوان یک رشته کاربردی در کجای این مهم واقع شده، همچنین با توجه به بروز پدیده‌ها و مشکلاتی که در اثر بی‌توجهی به اصول اولیه این رشته در مسیرهای مختلف راه‌آهن در کشور ایران و نقاط دیگر دنیا ایجاد شده است، انجام مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در کلیه مراحل انتخاب مسیر، طراحی، اجراء و نگهداری راه‌آهن امری الزامی می‌باشد.</p> <p>در این پروژه، پس از معرفی و مروری برمنطقه، مطالعات زمین‌شناسی مهندسی در چهار بخش مطالعات لرزه‌خیزی، بررسی پایداری شیروانی‌ها، بررسی منابع قرضه و مطالعات ژئوتکنیکی بستر خطوط راه‌آهن انجام شده است.</p> <p>در بخش لرزه‌خیزی مهمترین گسل‌های موجود در گستره طرح مشخص و تا شعاع ۱۵۰ کیلومتر نسبت به مسیر مورد مطالعه شناسایی گردیده و توان لرزه‌زایی آنها محاسبه شده است.</p> <p>در بخش بررسی پایداری شیروانی‌ها، عوامل و مکانیسم‌های موثر در ایجاد ناپایداری در ۷ ترانشه مورد بررسی قرار گرفته است. این ۷ ترانشه شامل ۴ ترانشه خاکی و ۳ ترانشه سنگی می‌باشند که در اکثر این ترانشه‌ها لغزش بوقوع پیوسته و بعضی از آنها دارای پتانسیل لغزش در آینده می‌باشند. در کلیه این ترانشه‌ها بعد از انجام مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی، عوامل موثر در ناپایداری ترانشه‌ها مشخص شده و سپس راهکارهای مناسب برای جلوگیری و کاهش این ناپایداری‌ها توصیه شده است.</p> <p>در بخش بررسی منابع قرضه، مصالح مورد استفاده به عنوان بالاست و منابع قرضه سنگی مورد استفاده در خاکریزها مورد بررسی واقع شده و آزمایش‌هایی از قبیل تعیین درصد سایش، سلامت سنگ، ضربه سنگ دانه و سایر آزمایشات فیزیکی و مکانیکی برای تعیین خواص مهندسی سنگها بر روی آنها انجام شده است. در پایان نتایج آزمایش‌ها با استانداردهای لازم مطابقت داده شده و استاندارد یا غیر استاندارد بودن مصالح استفاده شده، مورد بررسی قرار گرفته و اثرات استفاده از این مصالح بر رفتار مهندسی مسیر بیان شده است.</p> <p>در بخش مطالعات ژئوتکنیکی بستر زیر خطوط راه‌آهن، آزمایش‌هایی از قبیل دانه‌بندی، کلسیمتری، تعیین درصد مواد آلی و سایر آزمایشات لازم بر روی خاکهای منطقه مورد مطالعه انجام شده و بروز پدیده‌هایی از قبیل انحلال، تورم، روانگرایی و نشست تحکیمی دراز مدت در خاک بستر مسیر، مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از آزمایشها و مطالعات صحرایی، طبقه‌بندی بستر مسیر راه‌آهن انجام شده و از مسیر فوق‌الذکر نیمرخ ژئوتکنیکی تهیه و راهکارهای مناسب برای جلوگیری از مشکلات احتمالی در آینده ارائه شده است.</p>	

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱	۱-۱- مقدمه.....
۶	۲-۱ - موقعیت جغرافیایی منطقه.....
۷	۳-۱ - اقلیم شناسی و آب و هوای منطقه.....
۹	۴-۱ - راههای دسترسی به منطقه.....
۱۱	۵-۱ - ضرورت انجام پژوهش.....
۱۱	۶-۱ - هدف از انجام پژوهش.....
۱۲	۷-۱ - مراحل انجام پژوهش.....

فصل دوم: زمین شناسی و لرزه زمین ساخت

۱۵	۱-۲ - مقدمه.....
۱۵	۲-۲ - بررسی زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه.....
۱۹	۳-۲ - چینه شناسی.....
۱۹	۱-۳-۲ - ژوراسیک زیرین- میانی.....
۲۱	۱-۱-۳-۲ - واحد J ₁
۲۲	۲-۳-۲ - کرتاسه.....
۲۳	۱-۲-۳-۲ - واحد K ₁
۲۳	۳-۳-۲ - رسوبات عهد حاضر (کواترنری).....
۲۴	۱-۳-۳-۲ - پادگانه های آبرفتی بلند یا قدیمی (Qt1).....
۲۴	۲-۳-۳-۲ - واریزه های دامنه ای (Qc).....
۲۴	۳-۳-۳-۲ - نهشته های عهد حاضر (Qal).....
۲۴	۴-۲ - ژئومورفولوژی منطقه.....
۲۵	۵-۲ - لرزه خیزی و لرزه زمین ساخت منطقه.....
۲۵	۱-۵-۲ - لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه.....
۲۶	۲-۵-۲ - ایالت لرزه زمین ساختی منطقه مورد مطالعه.....
۲۶	۳-۵-۲ - معرفی گسل های اصلی منطقه مورد مطالعه.....
۲۸	۱-۳-۵-۲ - گسل دورود.....
۲۹	۲-۳-۵-۲ - گسل نهاوند.....
۲۹	۳-۳-۵-۲ - گسل گارون.....
۲۹	۴-۳-۵-۲ - گسل گاومیر.....
۲۹	۵-۳-۵-۲ - گسل آوج.....
۳۰	۶-۳-۵-۲ - گسل سیاه دره.....
۳۰	۷-۳-۵-۲ - گسل صحنه.....
۳۰	۸-۳-۵-۲ - گسل داربند.....
۳۰	۹-۳-۵-۲ - گسل روانسر.....
۳۱	۱۰-۳-۵-۲ - گسل سفید.....

۳۱	..... ۱۱-۳-۵-۲- گسل قلعه حاتم
۳۱	..... ۱۲-۳-۵-۲- گسل‌های جنوب خاوری ملایر
۳۳	..... ۶-۲- جمع‌بندی

فصل سوم: بررسی پایداری شیروانی‌ها در مسیر راه‌آهن

۳۵	..... ۱-۳- مقدمه
۳۶	..... ۲-۳- عوامل موثر در پایداری شیروانی‌ها
۳۷	..... ۱-۲-۳- آب زیر زمینی
۳۷	..... ۲-۲-۳- ساختمانهای زمین شناسی
۳۷	..... ۳-۲-۳- شیب وار تفاع شیروانی
۳۷	..... ۴-۲-۳- بارگذاری
۳۸	..... ۵-۲-۳- زمین لرزه
۳۸	..... ۶-۲-۳- وضعیت تنش
۳۸	..... ۷-۲-۳- پوشش گیاهی
۳۹	..... ۳-۳- انواع حرکت دامنه‌ای در شیبهای سنگی و خاکی
۳۹	..... ۱-۳-۳- ریزش
۳۹	..... ۲-۳-۳- لغزش
۳۹	..... ۳-۳-۳- جریان
۳۹	..... ۴-۳-۳- خزش
۴۰	..... ۵-۳-۳- بهمن
۴۰	..... ۶-۳-۳- خاک سره
۴۰	..... ۷-۳-۳- پیچیده
۴۱	..... ۴-۳- معرفی ایستگاههای بررسی پایداری شیب در منطقه مورد مطالعه
۴۶	..... ۵-۳- مشخصات مهندسی خاکها و سنگهای تشکیل‌دهنده ترانشه‌های مورد مطالعه
۴۶	..... ۱-۵-۳- خواص مهندسی خاکها
۴۶	..... ۱-۱-۵-۳- تعیین وزن مخصوص ویژه خاک
۴۷	..... ۲-۱-۵-۳- آزمایش دانه‌بندی خاک
۴۹	..... ۳-۱-۵-۳- آزمایش تعیین حدود آتربرگ خاک
۵۰	..... ۴-۱-۵-۳- آزمایش پراش اشعه X
۵۱	..... ۵-۱-۵-۳- آزمایش برش مستقیم خاک
۵۲	..... ۲-۵-۳- خواص مهندسی سنگها
۵۲	..... ۱-۲-۵-۳- مطالعات مقاطع نازک سنگها
۵۳	..... ۲-۲-۵-۳- تعیین خصوصیات فیزیکی نمونه‌ها
۵۵	..... ۳-۲-۵-۳- مقاومت بار نقطه‌ای
۵۷	..... ۴-۲-۵-۳- دوام وشکفتگی
۶۲	..... ۵-۲-۵-۳- آزمایش پراش اشعه X
۶۲	..... ۶-۲-۵-۳- مقاومت فشاری تک محوری سنگ
۶۳	..... ۶-۳- مطالعه ناپیوستگی‌ها
۶۷	..... ۱-۶-۳- بررسی مقاومت برشی ناپیوستگی‌ها

۶۸.....	۷-۳- رده بندی مهندسی سنگ.....
۶۹.....	۱-۷-۳- رده بندی مهندسی سنگ بکر.....
۶۹.....	۱-۱-۷-۳- رده بندی متحد (دیر و میلر).....
۷۰.....	۲-۱-۷-۳- رده بندی پروتودیاکونوف.....
۷۱.....	۲-۷-۳- رده بندی مهندسی توده سنگ.....
۷۲.....	۱-۲-۷-۳- رده بندی RQD.....
۷۲.....	۲-۲-۷-۳- رده بندی RMR.....
۷۳.....	۳-۲-۷-۳- رده بندی SMR.....
۷۵.....	۴-۲-۷-۳- رده بندی BGD.....
۷۵.....	۵-۲-۷-۳- رده بندی RMS.....
۷۶.....	۶-۲-۷-۳- رده بندی GSI.....
۷۷.....	۸-۳- تعیین پارامترهای توده سنگ.....
۷۹.....	۹-۳- هیدرولوژی و هیدروژئولوژی.....
۸۰.....	۱۰-۳- تحلیل پایداری.....
۸۰.....	۱-۱۰-۳- روش های بررسی پایداری شیروانی ها.....
۸۰.....	۱-۱-۱۰-۳- روش استفاده از نرم افزارهای رایانه ای.....
۸۰.....	۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری شیروانی های موجود در مسیر مورد مطالعه.....
۸۰.....	۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری ترانشه های خاکی.....
۸۱.....	۱-۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه های شماره ۱.....
۸۳.....	۲-۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه شماره ۲.....
۸۵.....	۳-۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه شماره ۴.....
۸۷.....	۴-۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه شماره ۶.....
۸۹.....	۵-۱-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه شماره ۷.....
۹۵.....	۲-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری شیروانی های سنگی.....
۹۶.....	۱-۲-۲-۱۰-۳- تحلیل پایداری در ایستگاه شماره ۵ و ۳.....
۹۸.....	۱۱-۳- جمع بندی.....

فصل چهارم: بررسی منابع قرضه مورد استفاده در مسیر راه آهن

۱۰۱.....	۱-۴- مقدمه.....
۱۰۱.....	۲-۴- ویژگیهای ژئوتکنیکی مصالح مورد استفاده بالاست.....
۱۰۳.....	۳-۴- مصالح مناسب خاکریزها.....
۱۰۴.....	۴-۴- بررسی و ارزیابی معادن مورد استفاده بعنوان منابع قرضه.....
۱۰۴.....	۵-۴- مشخصات مهندسی مصالح سنگی استفاده شده در مسیر مورد مطالعه.....
۱۰۵.....	۱-۵-۴- مطالعات مقاطع نازک سنگها.....
۱۰۶.....	۲-۵-۴- آزمایش تعیین وزن مخصوص و آزمایش جذب آب.....
۱۰۷.....	۳-۵-۴- آزمایش تعیین درصد سایش.....
۱۰۸.....	۴-۵-۴- آزمایش سلامت سنگ.....
۱۱۰.....	۵-۵-۴- آزمایش تعیین ارزش ضربه ای.....
۱۱۰.....	۶-۵-۴- آزمایش تورق.....

- ۱۱۱.....۴-۵-۷ آزمایش یخ زدن و ذوب شدن مکرر.....
- ۱۱۱.....۴-۵-۸ آزمایش مقاومت فشاری تک محوری.....
- ۱۱۲.....۴-۸-۸ مقایسه خواص مهندسی مصالح سنگی مورد استفاده در مسیر مورد مطالعه.....
- ۱۱۳.....۴-۹-۹ جمع بندی.....

فصل پنجم: تحلیل زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی بستر خطوط راه آهن

- ۱۱۷.....۵-۱-۱ مقدمه.....
- ۱۲۰.....۵-۲-۲ معرفی ایستگاههای انتخاب شده برای انجام مطالعات ژئوتکنیکی بستر راه آهن.....
- ۱۲۱.....۵-۳-۳ مطالعات آزمایشگاهی.....
- ۱۲۱.....۵-۳-۱-۳ تعیین خصوصیات فیزیکی خاک.....
- ۱۲۲.....۵-۳-۲-۲ آزمایش دانه بندی خاک.....
- ۱۲۴.....۵-۳-۳-۳ تعیین حدود آتربرگ.....
- ۱۲۵.....۵-۳-۴-۴ آزمایش پراش اشعه ایکس.....
- ۱۲۶.....۵-۳-۵-۵ تعیین بار مواد آلی (LOI).....
- ۱۲۷.....۵-۳-۶-۶ تعیین درصد کربنات کلسیم (آزمایش کلسیمتری).....
- ۱۲۷.....۵-۳-۷-۷ آزمایش برش خاک.....
- ۱۲۹.....۵-۴-۴-۴ نشست تحکیمی.....
- ۱۲۹.....۵-۵-۵-۵ بررسی قابلیت تورم خاک.....
- ۱۳۰.....۵-۶-۶-۶ بررسی خطر روانگرایی.....
- ۱۳۱.....۵-۷-۷-۷ اثرقنات بر مسیر راه آهن.....
- ۱۳۴.....۵-۸-۸-۸ شرایط هیدرولوژیکی.....
- ۱۳۷.....۵-۹-۹-۹ طبقه بندی بستر راه آهن.....
- ۱۴۱.....۵-۱۰-۱۰-۱۰ جمع بندی.....

فصل ششم: نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

- ۱۴۴.....۶-۱-۱ مقدمه.....
- ۱۴۴.....۶-۲-۲ مطالعات لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه.....
- ۱۴۴.....۶-۳-۳ بررسی پایداری شیروانی ها در مسیر راه آهن.....
- ۱۴۶.....۶-۴-۴ بررسی منابع قرصه سنگی مورد استفاده در مسیر راه آهن.....
- ۱۴۷.....۶-۵-۵ بررسی زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی بستر خطوط راه آهن.....
- ۱۵۰.....منابع.....

- نقشه ها.....
- پیوست الف.....
- نمودارها.....
- پیوست ب.....
- نتایج آزمایش ها.....
- پیوست ج.....
- جزئیات و مشخصات سیستمهای رده بندی.....
- پیوست د.....

فهرست اشکال

- شکل شماره (۱-۱) موقعیت جغرافیایی مسیر مورد مطالعه..... ۶
- شکل شماره (۲-۱) درصد بارش فصلی در ایستگاه ملایر (۱۳۸۴-۱۳۷۱)..... ۷
- شکل شماره (۳-۱) تغییرات مربوط به خصوصیات مختلف آب وهوایی در منطقه مورد مطالعه..... ۸
- شکل شماره (۴-۱) راه دسترسی به منطقه مورد مطالعه..... ۱۰
- شکل شماره (۵-۱) پلان مسیر مقیاس (۱:۲۵۰۰۰۰)..... ۱۰
- شکل شماره (۱-۲) موقعیت تکتونیکی منطقه مورد مطالعه..... ۱۶
- شکل شماره (۲-۲) نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه..... ۲۰
- شکل شماره (۳-۲) گسترش درزه‌ها و شکستگی‌ها و خرد شدگی اسلیت‌های موجود در منطقه..... ۲۲
- شکل شماره (۴-۲) رخنمون آهک‌های موجود در منطقه مورد مطالعه..... ۲۳
- شکل شماره (۵-۲) نمونه‌ای از تاثیر زلزله در مسیر راه آهن جینگ شان در کشور چین (کیلومتر ۱۹۲-۱۹۱)..... ۲۵
- شکل شماره (۶-۲) نقشه پهنه‌بندی خطر نسبی زمین لرزه در منطقه مورد مطالعه..... ۲۶
- شکل شماره (۷-۲) نقشه گسل های مهم گستره طرح با مقیاس ۱:۷۰۰۰۰۰..... ۲۷
- شکل شماره (۸-۲) گسله احتمالی موجود در دیواره ترانشه کیلومتر ۶۳..... ۳۲
- شکل شماره (۱-۳) مهمترین انواع حرکات دامنه‌ای رانشان می‌دهد..... ۴۰
- شکل شماره (۲-۳) نمایی از ایستگاه ۱ (کیلومتر ۳۴+۳۰۰ نگاه به سمت شرق)..... ۴۱
- شکل شماره (۳-۳) نمایی از ایستگاه ۲ (کیلومتر ۴۸+۸۵۰ نگاه به سمت شمال)..... ۴۲
- شکل شماره (۴-۳) نمایی از ایستگاه ۳ (کیلومتر ۴۹+۵۰۰ نگاه به سمت شمال)..... ۴۲
- شکل شماره (۵-۳) نمایی از ایستگاه ۴ (کیلومتر ۵۰)..... ۴۲
- شکل شماره (۶-۳) نمایی از ایستگاه ۵ (کیلومتر ۵۱+۹۰۰ نگاه به سمت غرب)..... ۴۳
- شکل شماره (۷-۳) نمایی از ایستگاه ۶ (کیلومتر ۶۲+۷۰۰ نگاه به سمت جنوب)..... ۴۳
- شکل شماره (۸-۳) نمایی از ایستگاه ۷ (ترانشه ۶۳+۱۰۰ نگاه به سمت شمال)..... ۴۳
- شکل شماره (۹-۳) نمایی از ایستگاه ۷ (کیلومتر ۶۳+۱۰۰ نگاه به سمت جنوب)..... ۴۴
- شکل شماره (۱۰-۳) نمودار دانه بندی ایستگاه ۱..... ۴۸
- شکل شماره (۱۱-۳) نمودار دانه بندی خاک ایستگاه ۲..... ۴۸
- شکل شماره (۱۲-۳) نمودار دانه بندی خاک ایستگاه ۴..... ۴۸
- شکل شماره (۱۳-۳) نمودار دانه بندی خاک ایستگاه ۶..... ۴۹
- شکل شماره (۱۴-۳) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۱..... ۵۲
- شکل شماره (۱۵-۳) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۲..... ۵۲
- شکل شماره (۱۶-۳) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۶..... ۵۲
- شکل شماره (۱۷-۳) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۴..... ۵۲
- شکل شماره (۱۸-۳) تصویر میکروسکوپی اسلیت متشکل از بیوتیت، مسکویت، فلدسپار و کوارتز درشت نمایی ۴۰x..... ۵۳
- شکل شماره (۱۹-۳) نمودار ارتباط بین شاخص بار نقطه‌ای ومقاومت فشاری تک محوری..... ۵۷
- شکل شماره (۲۰-۴) قرار گیری سنگها در بشرحای آب جهت انجام آزمایش دوام استاتیکی..... ۵۹
- شکل شماره (۲۱-۳) نمودار شاخص دوام وارفتگی برای ۵ سیکل متوالی در اسلیت (آزمایش دوام دینامیکی)..... ۶۱
- شکل شماره (۲۲-۳) نمودار شاخص وارفتگی برای ۵ سیکل متوالی در اسلیت (آزمایش دوام استاتیکی)..... ۶۱
- شکل شماره (۲۳-۳) امتداد درزه‌های غالب در ایستگاه ۳..... ۶۴
- شکل شماره (۲۴-۳) نمودار کنتوری درزه‌های غالب در ایستگاه ۳..... ۶۴

- شکل شماره (۲۵-۳) امتداد درزه‌های غالب در ایستگاه ۵..... ۶۴
- شکل شماره (۲۶-۳) نمودار کنتوری درزه‌های غالب در ایستگاه ۵..... ۶۵
- شکل شماره (۲۷-۳) امتداد درزه‌های غالب در ایستگاه ۷..... ۶۵
- شکل شماره (۲۸-۳) نمودار کنتوری درزه‌های غالب در ایستگاه ۷..... ۶۵
- شکل شماره (۲۹-۳) وضعیت ناپیوستگی‌های موجود در ایستگاه شماره ۷..... ۶۶
- شکل شماره (۳۰-۳) نمونه‌هایی از قالب‌های تهیه شده جهت انجام برش سنگ..... ۶۷
- شکل شماره (۳۱-۳) نمونه سنگ برش خورده در دستگاه برش سنگ بعد از انجام آزمایش..... ۶۸
- شکل شماره (۳۲-۳) نمودار تنش‌برشی - تنش قائم نمونه اسلیت‌های موجود در منطقه..... ۶۸
- شکل شماره (۳۳-۳) منحنی مقاومت برشی توده سنگ بر حسب تنش عمودی (منحنی مور-کولمب) ایستگاه ۷..... ۷۸
- شکل شماره (۳۴-۳) منحنی مقاومت برشی توده سنگ بر حسب تنش عمودی (منحنی مور-کولمب) ایستگاه ۳ و ۵..... ۷۸
- شکل شماره (۳۵-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۱ (بدون بار زلزله)..... ۸۲
- شکل شماره (۳۶-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۱ (با در نظر گرفتن بار زلزله)..... ۸۳
- شکل شماره (۳۷-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۲ (بدون بار زلزله)..... ۸۴
- شکل شماره (۳۸-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۲ (با در نظر گرفتن بار زلزله)..... ۸۴
- شکل شماره (۳۹-۳) جریان شدید آب از دیواره ترانشه در ایستگاه شماره ۲..... ۸۵
- شکل شماره (۴۰-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۴ (بدون بار زلزله)..... ۸۶
- شکل شماره (۴۱-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۴ (با در نظر گرفتن بار زلزله)..... ۸۶
- شکل شماره (۴۲-۳) آب گرفتگی ترانشه در اثر تراوش آب از دیواره..... ۸۷
- شکل شماره (۴۳-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۶ (بدون بار زلزله)..... ۸۸
- شکل شماره (۴۴-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۶ (با در نظر گرفتن بار زلزله)..... ۸۸
- شکل شماره (۴۵-۳) مسیر عبور لوله گاز غرب کشور..... ۸۹
- شکل شماره (۴۶-۳) ترک‌های کششی قرار گرفته در تاج را نشان می‌دهد..... ۹۰
- شکل شماره (۴۷-۳) فاصله بین ترک کششی ولوله گاز (فلش قرمز رنگ مسیر لوله گاز و فلش زرد رنگ ترک کششی ایجاد شده و فلش آبی رنگ مهارهای استفاده شده برای جلوگیری از حرکت لوله گاز. فاصله تقریبی بین ترک ولوله حدود ۲ متر می‌باشد)..... ۹۰
- شکل شماره (۴۸-۳) چشمه آب در بالادست ایستگاه شماره ۷ را نشان می‌دهد..... ۹۱
- شکل شماره (۴۹-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۷ (بدون بار زلزله)..... ۹۱
- شکل شماره (۵۰-۳) دایره بحرانی گسیختگی به روش بیشاب در ایستگاه ۷ (با در نظر گرفتن بار زلزله)..... ۹۲
- شکل شماره (۵۱-۳) مدل سه بعدی از لغزش به وقوع پیوسته در ایستگاه ۷..... ۹۲
- شکل شماره (۵۲-۳) گالری احداث شده جهت پایدار سازی ترانشه در ایستگاه ۷..... ۹۳
- شکل شماره (۵۳-۳) درزه سنج‌های قرار گرفته در تاج شیروانی در ایستگاه ۷..... ۹۴
- شکل شماره (۵۴-۳) نمودار رفتار رنگاری توسط درزه سنج ۱-۲ T-JO..... ۹۴
- شکل شماره (۵۵-۳) نمودار رفتار رنگاری توسط درزه سنج ۲-T-JO..... ۹۴
- شکل شماره (۵۶-۴) گالری پوشیده شده از خاک و سنگ در ایستگاه ۷ را نشان می‌دهد..... ۹۵
- شکل شماره (۵۷-۳) نمایی از گوه ایجاد شده از کنار در ترانشه ایستگاه ۵..... ۹۶
- شکل شماره (۵۸-۳) نمایی از گوه تشکیل شده از روبرو ایستگاه ۵..... ۹۶
- شکل شماره (۵۹-۳) نمایی از گوه ایجاد شده از کنار در ترانشه ایستگاه ۳..... ۹۷
- شکل شماره (۶۰-۴) نمایی از گوه تشکیل شده از روبرو ایستگاه ۳..... ۹۷

- شکل شماره (۱-۴) تغییر شکل و کج شدن ریل‌های راه آهن در اثر نشست خاکریز به دلیل استفاده از مصالح نامناسب در خطوط راه آهن تونگتو..... ۱۰۴
- شکل شماره (۲-۴) تصویر میکروسکوپی از کوارتز دیوریت ۱۰۵
- شکل شماره (۳-۴) تصویر میکروسکوپی از گرانو دیوریت..... ۱۰۶
- شکل شماره (۴-۴) اسلیت‌های حاصل از برش ترانسه‌های سنگی استفاده شده در سطح رویه (الف) و بدنه خاکریز (ب، لایه های A و B و C)..... ۱۰۶
- شکل شماره (۵-۴) مقایسه خواص مهندسی مصالح سنگی مورد استفاده در مسیر مورد مطالعه ۱۱۳
- شکل شماره (۶-۴) نشست خاکریز راه آهن، خطوط راه آهن تونگتو (۲+۶۰۰) ۱۱۴
- شکل شماره (۱-۵) زیر سازی محور راه آهن..... ۱۱۸
- شکل شماره (۲-۵) گسترش تنش‌های قائم وارده به ریل از طرف قطار در حال حرکت ۱۱۸
- شکل شماره (۳-۵) پلان تنش‌های وارده به ریل در طول مسیر..... ۱۱۹
- شکل شماره (۴-۵) ترک برداشتن و نشست راه آهن و خمیدگی ریلها در اثر نشست ایجاد شده در خطوط راه آهن جینگشان در کشور چین (۳۰۸+۴۵۰)..... ۱۱۹
- شکل شماره (۵-۵) نشست راه آهن و تغییر شکل خطر ساز خطوط راه آهن..... ۱۱۹
- شکل شماره (۶-۵) انحنا و خمیدگی افقی خطوط راه آهن به دلیل قرار گیری ریلها در بستر ضعیف (خطوط راه آهن نانباؤ کیلومتر ۱۱+۰۲۰)..... ۱۲۰
- شکل شماره (۷-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۱..... ۱۲۲
- شکل شماره (۸-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۲..... ۱۲۲
- شکل شماره (۹-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۶..... ۱۲۳
- شکل شماره (۱۰-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۷..... ۱۲۳
- شکل شماره (۱۱-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۸..... ۱۲۳
- شکل شماره (۱۲-۵) نمودار دانه بندی ایستگاه ۹..... ۱۲۴
- شکل شماره (۱۳-۶) محدوده کانی‌ها در نمودار کاساگرانده..... ۱۲۵
- شکل شماره (۱۴-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۱..... ۱۲۸
- شکل شماره (۱۵-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۲..... ۱۲۸
- شکل شماره (۱۶-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۶..... ۱۲۸
- شکل شماره (۱۷-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۷..... ۱۲۸
- شکل شماره (۱۸-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۸..... ۱۲۸
- شکل شماره (۱۹-۵) نمودار تنش برشی - تنش قائم نمونه خاک در ایستگاه ۹..... ۱۲۸
- شکل شماره (۲۰-۵) انحنا و خمیدگی افقی خطوط راه آهن در اثر روانگرایی خاک و جوشش ماسه در خطوط راه آهن جینگ شان (کیلومتر ۲۱۹+۷۰۰)..... ۱۳۰
- شکل شماره (۲۱-۵) نقشه قابلیت روانگرایی خاک در منطقه..... ۱۳۱
- شکل شماره (۲۲-۵) رشته قنات موجود در کیلومتر (۵۷+۶۰۰) در نزدیک خاکریز..... ۱۳۳
- شکل شماره (۲۳-۵) گودال ایجاد شده در دهانه چاه در کنار خاکریز، کیلومتر (۵۷+۶۰۰)..... ۱۳۳
- شکل شماره (۲۴-۵) گودال های ایجاد شده در محل چاههای قنات در نزدیکی روستای جلاپیر کیلومتر (۴۷)..... ۱۳۴
- شکل شماره (۲۵-۵) حداقل فاصله تراز آب زیرزمینی از یک تراز مینا (بستر زیر بالاست)..... ۱۳۵
- شکل شماره (۲۶-۵) شرایط هیدرولوژیکی نامساعد در ایستگاه شماره ۱۰ (نگاه به سمت شمال)..... ۱۳۶
- شکل شماره (۲۷-۵) شرایط هیدرولوژیکی نامساعد در ایستگاه شماره ۵ (نگاه به سمت شمال)..... ۱۳۶

شکل شماره (۲۸-۵) شرایط هیدرولوژیکی نامساعد در ایستگاه شماره ۴ (نگاه به سمت شمال).....۱۳۷

شکل شماره (۲۹-۵) شرایط هیدرولوژیکی نامساعد در ورودی گالری احداث شده در کیلومتر (۶۳+۱۰۰).....۱۳۷

فهرست جداول

جدول (۱-۲)	مشخصات مهمترین گسل‌های گستره طرح	۲۸
جدول (۱-۳)	مشخصات ایستگاههای مطالعه پایداری شیب در مسیر مورد مطالعه	۴۴
جدول (۲-۳)	توصیه هایی برای طراحی شیروانیهای سنگی	۴۵
جدول (۳-۳)	توصیه هایی برای طراحی بعضی از شیروانی های خاکی	۴۵
جدول (۴-۳)	خصوصیات فیزیکی خاکهای موجود در منطقه	۴۷
جدول (۵-۳)	مشخصات نمونه خاک در آزمایش دانه بندی	۴۹
جدول (۶-۳)	نتایج آزمایش تعیین حدود آتربرگ بر روی خاکهای منطقه مورد مطالعه	۵۰
جدول (۷-۳)	نتایج حاصل از آنالیز پراش اشعه X	۵۱
جدول (۸-۳)	نتایج حاصل از آزمایش برش مستقیم نمونه خاکهای برداشت شده از هر ایستگاه	۵۱
جدول (۹-۳)	خصوصیات فیزیکی اسلیت‌های موجود در منطقه	۵۴
جدول (۱۰-۳)	رده بندی سنگها بر اساس تخلخل و وزن واحد حجم سنگ	۵۴
جدول (۱۱-۳)	طبقه بندی سنگها بر اساس شاخص بار نقطه ای (براش و فرانکلین ۱۹۷۲)	۵۶
جدول (۱۲-۳)	طبقه بندی سنگ بکر بر اساس شاخص مقاومت بار نقطه ای	۵۶
جدول (۱۳-۳)	طبقه بندی سنگهای موجود در مسیر بر اساس شاخص بار نقطه ای	۵۶
جدول (۱۴-۳)	طبقه بندی سنگها بر اساس شاخص دوام و ارتنگی اولین مرحله	۵۸
جدول (۱۵-۳)	رده بندی سنگها بر اساس شاخص دوام و آبدیدگی دومین مرحله	۵۸
جدول (۱۶-۳)	رده بندی سنگها بر اساس شاخص دوام استاتیکی	۶۰
جدول (۱۷-۳)	نتایج آزمایش دوام دینامیکی برای ۵ سیکل متوالی، همراه رده بندی‌های موجود	۶۰
جدول (۱۸-۳)	نتایج آزمایش دوام دینامیکی برای ۵ سیکل متوالی، همراه رده بندی‌های موجود	۶۰
جدول (۱۹-۳)	طبقه بندی سنگ بکر بر مبنای مقاومت فشاری تک محوری استاپلدون ^۱ (۱۹۷۱) و ISRM	۶۳
جدول (۲۰-۳)	خصوصیات ناپیوستگی‌های موجود در توده‌های سنگی مسیر مورد مطالعه	۶۶
جدول (۲۱-۳)	مشخصات مهم در رده بندی متحد برای خاک و سنگ	۷۰
جدول (۲۲-۴)	رده‌بندی اسلیت‌های موجود در منطقه بر اساس رده بندی دیر ومیلر	۷۰
جدول (۲۳-۳)	رده‌بندی و توصیف مقاومتی نمونه سنگ بکر به روش پروتودیاکونوک	۷۱
جدول (۲۴-۳)	رده‌بندی اسلیت‌های موجود در منطقه بر اساس رده بندی پروتودیاکونوف	۷۱
جدول (۲۵-۳)	رده‌بندی توده‌های سنگی موجود در منطقه بر مبنای RQD	۷۲
جدول (۲۶-۳)	نتایج رده‌بندی RMR برای توده‌های سنگی موجود در مسیر مورد مطالعه	۷۳
جدول (۲۷-۳)	نتایج رده‌بندی SMR برای توده‌های سنگی موجود در مسیر مورد مطالعه	۷۴
جدول (۲۸-۳)	نتایج رده‌بندی BGD برای توده‌های سنگی موجود در مسیر مورد مطالعه	۷۵
جدول (۲۹-۳)	نتایج رده‌بندی RMS برای توده‌های سنگی موجود در مسیر مورد مطالعه	۷۶
جدول (۳۰-۳)	نتایج رده‌بندی GSI برای توده‌های سنگی موجود در مسیر مورد مطالعه	۷۷
جدول (۳۱-۳)	پارامترهای توده سنگ بدست آمده از نرم افزار RocLab	۷۸
جدول (۳۲-۳)	مقادیر پیشنهادی ضریب زلزله و فاکتور اطمینان استفاده شده در اجرا	۸۲
جدول (۳۳-۳)	حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در روشهای مختلف	۸۳
جدول (۳۴-۳)	پارامترهای مورد استفاده و حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در روشهای مختلف	۸۵
جدول (۳۵-۳)	حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در روشهای مختلف	۸۷
جدول (۳۶-۳)	حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در روشهای مختلف	۸۹

- جدول (۳-۳۷) حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در روشهای مختلف ۹۲
- جدول (۳-۳۸) حداقل ضرایب اطمینان بدست آمده در ایستگاههای ۳ و ۵ ۹۷
- جدول (۴-۱) خصوصیات فیزیکی مصالح خرده سنگی مورد استفاده در مسیر ۱۰۷
- جدول (۴-۲) نتایج حاصل از آزمایش لس آنجلس ۱۰۸
- جدول (۴-۳) نتایج آزمون افت وزنی سدیم برای منابع قرضه سنگی مورد استفاده در مسیر ۱۰۹
- جدول (۴-۴) نتایج آزمون افت وزنی سولفات منیزم برای اسلیت‌های مورد استفاده در خاکریز ۱۰۹
- جدول (۴-۵) نتایج آزمایش ارزش ضربه‌ای برای منابع قرضه سنگی مورد استفاده در مسیر ۱۱۰
- جدول (۴-۶) نتایج حاصل از آزمایش ذوب وانجماد بر روی منابع قرضه سنگی مورد استفاده ۱۱۱
- جدول (۵-۱) مشخصات ایستگاههای مطالعاتی ۱۲۱
- جدول (۵-۲) خصوصیات فیزیکی خاکهای موجود در منطقه ۱۲۱
- جدول (۵-۳) مشخصات نمونه خاک در آزمایش دانه بندی ۱۲۴
- جدول (۵-۴) نتایج آزمایش تعیین حدود آتربرگ بر روی خاکهای منطقه مورد مطالعه ۱۲۵
- جدول (۵-۵) نتایج حاصل از آنالیز پراش اشعه X ۱۲۵
- جدول (۵-۶) نتایج حاصل از آزمایش تعیین مواد آلی ۱۲۶
- جدول (۵-۷) نتایج حاصل از آزمایش کلسیمتری ۱۲۷
- جدول (۵-۸) نتایج حاصل از آزمایش برش مستقیم نمونه خاکهای برداشت شده از هر ایستگاه ۱۲۷
- جدول (۵-۹) ارتباط بین پلاستیسیته و پتانسیل تورم خاک ۱۲۹
- جدول (۵-۱۰) حداکثر تراز آب زیر زمینی در ایستگاههای مطالعاتی ۱۳۶
- جدول (۵-۱۱) طبقه‌بندی کیفیت بستر، تابعی از خصوصیات زمین‌شناسی و شرایط هیدرولوژیکی (UIC) ۱۳۸
- جدول (۵-۱۲) طبقه‌بندی کیفی خاک بستر طبق مشخصات اتحادیه بین‌المللی راه آهن (UIC) ۱۳۹
- جدول (۵-۱۳) طبقه بندی بستر راه آهن طبق استانداردهای کاربردی UIC ۱۴۰



فصل اول
کلیات