بسم الله الرحمن الرحيم

٧٠٨١٦

۸۷/۱/۱۰۱۲۰۳
۸۷/۱۰/۹

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زمین‌شناسی گرایش مهندسی

بررسی ویژگیهای زمین شناسی مهندسی توده سنگ های مسیر تونل انحراف سد سازبن (ایلام)

استاد راهنما:

دکتر اکبر قاضی فرد

استاد مشاور:

دکتر محمود هاشمی اصفهانیان

پژوهشگر:

مهدی زرقانی

مهر ماه ۱۳۸۷

۱۳۸۷ /۹/ ۲۳

۱۰۸۱۱۵

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.

شیوه نگارش پایان نامه
رعایت شده است.
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه زمین‌شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زمین‌شناسی گرایش مهندسی تحت عنوان

بررسی ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی توده‌سنگ‌های مسیر تونل انحراف سد سازبن (ایلام)

در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۲۹ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه ...عالی..... به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه، دکتر اکبر قاضی فرد با مرتبه ی علمی دانشیار امضاء

۲- استاد مشاور پایان نامه، دکتر محمود هاشمی اصفهانیان با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

۳- استاد داور داخل گروه، دکتر رسول اجل‌لوئیان با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

۱۳۸۷/۱۰/۲۴

۴- استاد داور خارج از گروه، دکتر محمدعلی رهگذر با مرتبه ی علمی استادیار امضاء

امضای مدیر گروه

چکیده:

تونل انحراف سازبن در موقعیت ۳۳/۵۷۱ درجه عرض شمالی و ۶۴/۸۶۴ درجه طول خاوری قرار دارد. طول این تونل ۵۰۰ متر و قطر آن ۱۲/۲ متر می‌باشد. جنس سنگ‌های منطقه که تونل از آن می‌گذرد آهک آسماری می‌باشد. مسیر تونل به پنج قسمت تقسیم شده که هر قسمت شامل یک گمانه است. برای هر قسمت ارزیابی خصوصیات زمین‌شناسی مهندسی توده‌سنگ‌ها در چهار قسمت اصلی ۱- زمین‌شناسی ۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ‌ها ۳- تحلیل پایداری و پیش‌بینی حائل‌های موقت ۴- مدل سه‌بعدی برای هر یک از مقاطع صورت گرفته است. نمودار گمانه‌های حفاری شده، خصوصیات ناپیوستگی‌ها و نتایج آزمایشات نفوذپذیری در بخش اکتشافات ژئوتکنیکی مورد بررسی قرار گرفته است. خصوصیات مقاومتی و مهندسی سنگ بکر با انجام آزمایشات آزمایشگاهی بدست آمده است. طبقه‌بندی مهندسی توده‌سنگ‌ها بوسیله نتایج بدست آمده از اکتشافات ژئوتکنیکی و آزمایشگاهی به چهار روش RMR, Q, GSI و RMi انجام گرفته است. مدول تغییر شکل بر جا، حداکثر اندازه خودپایدار و سیستم‌های نگهدارنده موقت مورد نیاز با استفاده از نتایج طبقه‌بندی‌های بدست آمده است. خواص مهندسی و تحلیل پایداری توده‌سنگ‌های مسیر تونل با روش‌های تجربی (نتایج طبقه‌بندی‌ها و روش باسین- گریمشتاد) و تحلیلی با کمک نرم‌افزارهای RocLab v. 1.0 و RocSupport v. 2.0 مورد ارزیابی قرار گرفت. مدل سه‌بعدی تونل بوسیله نرم‌افزار 3DEC v. 4.0 انجام شده است. نقشه زمین‌شناسی به مقیاس ۱/۵۰۰۰ و مقطع طولی ژئوتکنیکی همراه با خصوصیات مربوطه ترسیم شده است.

کلیدواژه: طبقه‌بندی توده‌سنگ، خواص مهندسی سنگ‌ها، تونل انحراف

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی ۲

۱-۳- آب و هوای منطقه ۳

۱-۴- اهداف تحقیق ۴

۱-۵- روش تحقیق ۴

فصل دوم: مروری بر مطالعات پیشین

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۲- طبقه‌بندی ماده‌سنگ ۶

۲-۳- طبقه‌بندی مهندسی توده‌سنگ ۷

۲-۳-۱- شاخص کیفیت سنگ ۸

۲-۳-۲- طبقه‌بندی ژئومکانیکی ۱۰

۲-۳-۳- سیستم طبقه‌بندی کیفیت توده‌سنگ (Q) ۱۱

۲-۳-۴- شاخص مقاومت زمین‌شناسی ۱۳

۲-۳-۴-۱- تعیین GSI براساس طبقه‌بندی‌های RMR و Q ۱۳

۲-۳-۴-۲- تخمین GSI براساس مشاهدات صحرایی (روش کیفی) ۱۴

۲-۳-۴-۳- تعیین شاخص GSI برپایه حجم بلوک و فاکتور شرایط سطح درزه (روش کمی) ۱۴

۲-۳-۵- شاخص توده‌سنگ ۱۹

۲-۴- کاربرد سیستم‌های طبقه‌بندی توده‌سنگ ۲۶

۲-۴-۱- تخمین حداکثر عرض دهانه بدون حائل ۲۶

۲-۴-۲- استفاده از طبقه‌بندی توده‌سنگ برای تخمین حائل ۲۹

۲-۴-۲-۱- پیش بینی حائل براساس سیستم طبقه‌بندی ژئومکانیکی RMR ۲۹

۲-۴-۲-۲- پیش بینی حائل به روش سیستم Q ۳۰

۲-۴-۲-۳- پایداری و تخمین حائل در توده‌سنگ‌های ناپیوسته (درزه دار) به روش سیستم RMI ۳۱

۲-۴-۳- تخمین مدول تغییر شکل برجا با استفاده از طبقه‌بندی توده‌سنگ ۳۵

عنوان | صفحه

۲-۴-۴- اندازه‌گیری تنش در سنگ ۳۷
۲-۴-۴-۱- رابطه تنش برجا با مقاومت توده‌سنگ ۳۷
۲-۴-۴-۲- محاسبه تنش‌ها در زمین ۳۸
۲-۴-۴-۳- محاسبه تنش افقی درمحل گسل نرمال ۳۹
۲-۴-۴-۴- محاسبه تنش افقی درمحل گسل معکوس ۴۰
۲-۵- مقاومت توده‌سنگ‌های درزه دار ۴۰
۲-۵-۱- معیار شکست هوک ـ براون ..... ۴۰ Error! Bookmark not defined.
۲-۵-۲- پارامترهای مقاومتی مور ـ کولمب ۴۲
۲-۶- تحلیل پایداری سازه‌های زیرزمینی در سنگ ۴۵
۲-۶-۱- روش‌های تجربی ۴۵
۲-۶-۲- تحلیل اندرکنش سنگ ـ حائل ۴۷
۲-۷- استفاده از روش‌های عددی در محاسبات پایداری ۵۰
۲-۷-۲- مراحل کلی مدل‌سازی با نرم‌افزار3DEC ۵۱
فصل سوم: زمین شناسی
۳-۱- مقدمه ۵۳
۳-۲- زمین‌شناسی عمومی ۵۳
۳-۳- زمین‌ریخت‌شناسی ۵۴
۳-۴- چینه‌شناسی ۵۵
۳-۴-۱- آسماری بالایی : ۵۶
۳-۴-۲- آسماری تحتانی: ۵۶
۳-۴-۳- سازند پابده ۵۶
۳-۵- زمین‌شناسی ساختمانی ۵۷
۳-۵-۱- گسل‌ها ۵۷
فصل چهارم: روش تحقیق و چگونگی انجام پژوهش
۴-۱- مقدمه ۶۱
۴-۲- مطالعات دفتری ۶۱
۴-۲-۱- تهیه نقشه زمین‌شناسی ۶۱

عنوان صفحه

۴-۳- مطالعات صحرایی ۶۱
۴-۳-۱- حفاری گمانه‌ها ۶۲
۴-۳-۲- آزمایش‌های برجا ۶۲
۴-۴- مطالعات آزمایشگاهی ۶۲
۴-۴-۱- اندازه‌گیری خواص فیزیکی ۶۲
۴-۴-۲- اندازه‌گیری خواص مکانیکی ۶۲
۴-۵- تحلیل‌های آماری ۶۳
۴-۶- طبقه‌بندی مهندسی سنگ ۶۳
۴-۷- تخمین مدول تغییر شکل (E_m) برای مقاطع طولی تونل ۶۳
۴-۸- تحلیل پایداری ۶۴
۴-۹- استفاده از روش‌های عددی در محاسبات پایداری ۶۴

فصل پنجم: نتایج و بحث

۵-۱- مقدمه ۶۵
۵- ۲- مشخصات و محل گمانه‌ها ۶۷
۵-۳- مشخصات درزه‌ها ۶۹
۵-۴- ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی گمانه S – 12 ..... ۷۰
۵-۴-۱ زمین‌شناسی ۷۰
۵-۴-۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ ۷۲
۵-۴-۳- تحلیل پایداری و پیش بینی حائل‌های موقت ۷۴
۵-۴-۴- مدل سازی سه بعدی ۷۶
۵-۴-۴-۱- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DEC ۷۷
۵-۵- ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی گمانه S – 3 ..... ۸۲
۵-۵-۱- زمین‌شناسی ۸۲
۵-۵-۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ ۸۲
۵-۵-۳- تحلیل پایداری و پیش بینی حائل‌های موقت ۸۵
۵-۵-۴- مدل سازی سه بعدی ۸۷
۵-۵-۴-۱- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DEC ۸۸

عنوان | صفحه

۵-۶- ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی گمانه S – 2 ..... ۹۲
۵-۶-۱ زمین‌شناسی ۹۲
۵-۶-۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ ۹۲
۵-۶-۳- تحلیل پایداری و پیش بینی حائل‌های موقت ۹۵
۵-۶-۴- مدل سازی سه بعدی ۹۷
۵-۶-۴-۱- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DEC ۹۷
۵-۷- ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی گمانه SA – 3 ..... ۱۰۱
۵-۷-۱ زمین‌شناسی ۱۰۱
۵-۷-۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ ۱۰۱
۵-۷-۳- تحلیل پایداری و پیش بینی حائل‌های موقت ۱۰۴
۵-۷-۴- مدل سازی سه بعدی ۱۰۶
۵-۷-۴-۱- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DEC ۱۰۶
۵-۸- ویژگی‌های زمین‌شناسی مهندسی گمانه S – 15 ..... ۱۱۰
۵-۸-۱- زمین‌شناسی ۱۱۰
۵-۸-۲- طبقه‌بندی و خواص مهندسی توده‌سنگ ۱۱۰
۵-۸-۳- تحلیل پایداری و پیش بینی حائل‌های موقت ۱۱۳
۵-۸-۴- مدل سازی سه بعدی ۱۱۵
۵-۸-۴-۱- نتایج بدست آمده از نرم‌افزار 3DEC ۱۱۵

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری ۱۲۱
۶-۲- پیشنهادات ۱۲۲
منابع و مآخذ ۱۲۳

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

فصل اول

شکل ۱-۱- موقعیت کلی طرح بند سازین ۳

فصل دوم

شکل ۲-۱- نحوه‌ی محاسبه‌ی RQD و مثالی از آن ۵

شکل ۲-۲ تخمین GSI بر اساس توصیفات زمین‌شناسی ۱۵

شکل ۲-۳ نمودار عددی GSI ۱۶

شکل ۲-۴ تعیین حدود بلوک یا وجود ۳ سیستم درزه ۱۶

شکل ۲-۵ ترکیب پارامترهای اساسی توده‌سنگ به کار رفته در طبقه‌بندی RMi ۲۰

شکل ۲-۶ پارامتر درزه‌داری (JP) که با استفاده از فاکتور شرایط درزه (jC) و اندازه‌گیری تغییرات شدت درزه‌داری (RQD, J_v, Vb) بدست می‌آید ۲۴

شکل ۲-۷ معادلات تجربی اثر مقیاس بر مقاومت تراکمی تک محوری ۲۵

شکل ۲-۸ RMi برای درزه‌های معمولی با jc= 1 – 2 ..... ۲۵

شکل ۲-۹ رابطه بین RMR و زمان خود پایداری دهانه بدون حائل فضای زیرزمینی ۲۷

شکل ۲-۱۰ حداکثر دهانه‌های بدون حائل برای توده‌های سنگی با کیفیت مختلف ۲۸

شکل ۲-۱۱ رابطه بین Q، RMR و سیستم جدید تونل زنی اتریشی ۲۸

شکل ۲-۱۲ پیش‌بینی حائل بر اساس سیستم اصلاح شده Q ۳۱

شکل ۲-۱۳ پیش‌بینی حائل برای توده‌سنگ‌های ناپیوسته یا درزه‌دار ۳۴

شکل ۲-۱۴ تخمین مدول تغییرشکل با استفاده از سیستم‌های طبقه‌بندی Q وRMR ۳۷

شکل ۲-۱۵ تغییرات K با عمق ۳۹

شکل ۲-۱۶ وضعیت تنش برای گسل‌های نرمال و معکوس بر روی دایره موهر ۴۰

شکل ۲-۱۷ محاسبه بیشینه مقدار تنش کمینه ($\sigma'_{3\,max}$) برای تونل‌ها با استفاده از پارامترهای مور-کولمب و هوک-براون ۴۳

شکل ۲-۱۸ رابطه بین تنش‌های اصلی بزرگتر و کوچکتر برای معیار شکست هوک - براون و موهر – کولمب ۴۴

شکل ۲-۱۹ نمودار پیش‌بینی پایداری تونل ۴۶

شکل ۲-۲۰ هندسه فرضی برای تونل ۴۸

عنوان | صفحه

شکل ۲-۲۱ نمایش ترسیمی رابطه بین فشار و جابجایی شعاعی دیواره‌های تونل که توسط رابطه‌های ۲-۷۳ و ۲-۷۵ بدست آمده است ۴۹
شکل ۲-۲۲ واکنش سیستم نگهدارنده برای برآورد پایداری در نتیجه جابجائی در دیوار تونل ۴۹
شکل ۲-۲۳ روش‌های عددی ۵۰
شکل ۲-۲۴ مراحل مدل سازی با 3DEC ۵۲

فصل سوم

شکل ۳-۱ تصویر ماهواره‌ای از تنگه سازبن ۵۸
شکل ۳-۲ عکس ماهواره‌ای از تنگه سازبن ۵۹
شکل ۳-۳ محل محور تونل در عکس ماهواره‌ای ۵۹
شکل ۳-۴ نقشه زمین‌شناسی منطقه ۶۰

فصل پنجم

شکل ۵-۱ پلان محل گمانه‌ها ۶۸
شکل ۵-۲ نیمرخ محل گمانه‌ها ۶۸
شکل ۵-۳ صفحات دسته‌درزه‌های شناخته‌شده در مسیر تونل ۶۹
شکل ۵-۴ کنتور دیاگرام دسته‌درزه‌های شناخته‌شده در مسیر تونل ۶۹
شکل ۵-۵ توزیع آماری ویژگیهای ناپیوستگی‌های گمانه S-12 ..... ۷۱
شکل ۵-۶ تحلیل معیار گسیختگی گمانه s-12 ..... ۷۴
شکل ۵-۷ تحلیل اندرکنش سنگ-حائل گمانه s-12 ..... ۷۵
شکل ۵-۸ مدل ساخته شده با 3DEC گمانه s-12 ..... ۷۷
شکل ۵-۹ مقدار جابجایی نقاط در تاج و کف تونل گمانه s-12 ..... ۷۸
شکل ۵-۱۰ مقدار جابجایی نقاط در کنارههای تونل گمانه s-12 ..... ۷۸
شکل ۵-۱۱ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-12 ..... ۸۰
شکل ۵-۱۲ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای x گمانه s-12 ..... ۸۰
شکل ۵-۱۳ وضعیت تنش‌ها در صفحه xy گمانه s-12 ..... ۸۱
شکل ۵-۱۴ نیمرخ تونل همراه بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-12 ..... ۸۱
شکل ۵-۱۵ توزیع آماری ویژگی‌های ناپیوستگی‌های گمانه S - 3 ..... ۸۴
شکل ۵-۱۶ تحلیل معیار گسیختگی گمانه s-3 ..... ۸۵
نمودار ۵-۱۷ تحلیل اندرکنش سنگ – حائل برای توده‌سنگ گمانه s-3 ..... ۸۶

عنوان | صفحه

شکل ۵-۱۸ شکل مدل ساخته شده با 3DEC گمانه s-3 ..... ۸۸
شکل ۵-۱۹ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-3 ..... ۹۰
شکل ۵-۲۰ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای x گمانه s-3 ..... ۹۰
شکل ۵-۲۱ وضعیت تنش‌ها در صفحه xy گمانه s-3 ..... ۹۱
شکل ۵-۲۲ نیمرخ تونل همراه بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-3 ..... ۹۱
شکل ۵-۲۳ توزیع آماری ویژگی‌های ناپیوستگی‌های گمانه S - 2 ..... ۹۴
شکل ۵-۲۴ تحلیل معیار گسیختگی گمانه s-2 ..... ۹۵
شکل ۵-۲۵ تحلیل اندرکنش سنگ-حائل گمانه s-2 ..... ۹۶
شکل ۵-۲۶ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-2 ..... ۹۹
شکل ۵-۲۷ وضعیت تنش‌ها در صفحه xy گمانه s-2 ..... ۹۹
شکل ۵-۲۸ نیمرخ تونل همراه بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-2 ..... ۱۰۰
شکل ۵-۲۹ توزیع آماری ویژگی‌های ناپیوستگی‌های گمانه sa-3 ..... ۱۰۳
شکل ۵-۳۰ تحلیل معیار گسیختگی گمانه sa-3 ..... ۱۰۴
نمودار ۵-۳۱ تحلیل اندرکنش سنگ-حائل گمانه sa-3 ..... ۱۰۵
شکل ۵-۳۲ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه sa-3 ..... ۱۰۸
شکل ۵-۳۳ وضعیت تنش‌ها در صفحه xy گمانه sa-3 ..... ۱۰۸
شکل ۵-۳۴ نیمرخ تونل همراه بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y sa-3 ..... ۱۰۹
شکل ۵-۳۵ توزیع آماری ویژگی‌های ناپیوستگی‌های گمانه S – 15 ..... ۱۱۲
شکل ۵-۳۶ تحلیل معیار گسیختگی گمانه s-15 ..... ۱۱۳
نمودار ۵-۳۷ تحلیل اندکنش سنگ-حائل گمانه s-15 ..... ۱۱۴
شکل ۵-۳۸ بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-15 ..... ۱۱۷
شکل ۵-۳۹ وضعیت تنش‌ها در صفحه xy گمانه s-15 ..... ۱۱۷
شکل ۵-۴۰ نیمرخ تونل همراه بردارها و کانتورهای جابجایی در راستای y گمانه s-15 ..... ۱۱۸
شکل ۵-۴۱ نقشه زمین‌شناسی منطقه بصورت سه‌بعدی ۱۱۹
شکل ۵-۴۲ نیمرخ تونل به همراه داده‌های ژئوتکنیکی تودەسنگهای مسیر تونل ۱۲۰

فهرست جدول‌ها

عنوان | صفحه

فصل دوم

جدول ۲-۱ طبقه‌بندی مقاومت سنگ بکر ۷

جدول ۲-۲ طبقه‌بندی شمارش حجمی درزه ۱۰

جدول ۲-۳ مقادیر ESR برای انواع رده‌های حفاری و سازه‌های زیرزمینی ۱۲

جدول ۲-۴ توصیف و امتیازبندی درجه موج داری درزه در مقیاس بزرگ (J_W) ۱۷

جدول ۲-۵ توصیف و امتیازبندی درجه دگرسانی درزه (j_A) ۱۸

جدول ۲-۶ توصیف و امتیازبندی درجه هموار‌ی در مقیاس کوچک (J_S) ۱۹

جدول ۲-۷ امتیازات فاکتور زبری سطح درزه (jR) در مقیاس بزرگ و کوچک ۲۱

جدول ۲-۸ مشخصات و امتیازبندی فاکتور دگرگونی درزه (jA) ۲۲

جدول ۲-۹ اندازه درزه و فاکتور تداوم،JL ۲۳

جدول ۲-۱۰ طبقه‌بندی RMi ۲۶

جدول ۲ – ۱۱ امتیازات فاکتور سطح تنش(SL) ۳۲

جدول ۲ – ۱۲ امتیازات فاکتور تعدیل جاذبه(C) ۳۳

جدول ۲ – ۱۳ امتیازات فاکتور تعداد دسته درزه‌ها(Nj) ۳۳

جدول ۲-۱۴ فاکتور جهت‌یابی درزه و زون‌های ضعیف ۳۴

جدول ۲-۱۵ تقسیم بندی مدل‌های عددی ۵۰

جدول ۲-۱۶ روش‌های مناسب تحلیل پایداری با توجه به وضعیت سنگ‌ها ۵۱

فصل پنجم

جدول۵-۱ مشخصات دسته درزه‌های اصلی مسیر تونل ۷۰

جدول ۵-۲ نتایج آزمایشگاهی گمانه s-12 ..... ۷۲

جدول ۵-۳ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMR ۷۲

جدول ۵-۴ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی Q ۷۲

جدول ۵-۵ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی GSI ۷۲

جدول ۵-۶ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMi ۷۳

جدول ۵-۷ نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی‌ها گمانه s-12 ..... ۷۳

جدول ۵-۸ پارامترهای مقاومتی توده‌سنگ‌های گمانه s-12 ..... ۷۴

جدول ۵-۹ نتایج تحلیل اندرکنش سنگ – حائل گمانه s-12 ..... ۷۶

عنوان | صفحه

جدول ۵-۱۰ اطلاعات ورودي به نرم‌افزار گمانه s-12 ..... ۷۶
جدول ۵-۱۱ جابجايي در تاج تونل گمانه s-12 ..... ۷۹
جدول ۵-۱۲ جابجايي در كف تونل گمانه s-12 ..... ۷۹
جدول ۵-۱۳ جابجايي در كناره راست تونل گمانه s-12 ..... ۷۹
جدول ۵-۱۴ جابجايي در كناره چپ تونل گمانه s-12 ..... ۷۹
جدول ۵-۱۵ نتايج آزمايشگاهي گمانه s-3 ..... ۸۲
جدول ۵-۱۶ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي RMR ۸۲
جدول ۵-۱۷ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي Q ۸۲
جدول ۵-۱۸ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي GSI ۸۳
جدول ۵-۱۹ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي RMi ۸۳
جدول ۵-۲۰ نتايج بدست آمده از طبقه‌بندي‌ها گمانه s-3 ..... ۸۳
جدول ۵-۲۱ پارامترهاي مقاومتي توده‌سنگ‌هاي گمانه s-3 ..... ۸۵
جدول ۵-۲۲ نتايج تحليل اندركنش سنگ – حائل گمانه s-3 ..... ۸۷
جدول ۵-۲۳ اطلاعات ورودي به نرم‌افزار گمانه s-3 ..... ۸۷
جدول ۵-۲۴ جابجايي در تاج تونل گمانه s-3 ..... ۸۹
جدول ۵-۲۵ جابجايي در كف تونل گمانه s-3 ..... ۸۹
جدول ۵-۲۶ جابجايي در كناره راست تونل گمانه s-3 ..... ۸۹
جدول ۵-۲۷ جابجايي در كناره چپ تونل گمانه s-3 ..... ۸۹
جدول ۵-۲۸ نتايج آزمايشگاهي گمانه s-2 ..... ۹۲
جدول ۵-۲۹ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي RMR ۹۲
جدول ۵-۳۰ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي Q ۹۲
جدول ۵-۳۱ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي GSI ۹۳
جدول ۵-۳۲ امتيازهاي بدست آمده براي طبقه‌بندي RMi ۹۳
جدول ۵-۳۳ نتايج بدست آمده از طبقه‌بندي‌ها گمانه s-2 ..... ۹۳
جدول ۵-۳۴ پارامترهاي مقاومتي توده‌سنگ‌هاي گمانه s-2 ..... ۹۵
جدول ۵-۳۵ نتايج تحليل اندركنش سنگ-حائل گمانه s-2 ..... ۹۷
جدول ۵-۳۶ اطلاعات ورودي به نرم‌افزار گمانه s-2 ..... ۹۷
جدول ۵-۳۷ جابجايي در تاج تونل گمانه s-2 ..... ۹۸

عنوان | صفحه

جدول ۵-۳۸ جابجایی در کف تونل گمانه s-2 ..... ۹۸
جدول ۵-۳۹ جابجایی در کناره راست تونل گمانه s-2 ..... ۹۸
جدول ۵-۴۰ جابجایی در کناره چپ تونل گمانه s-2 ..... ۹۸
جدول ۵-۴۱ نتایج آزمایشگاهی گمانه sa-3 ..... ۱۰۱
جدول ۵-۴۲ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMR ۱۰۱
جدول ۵-۴۳ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی Q ۱۰۱
جدول ۵-۴۴ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی GSI ۱۰۲
جدول ۵-۴۵ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMi ۱۰۲
جدول ۵-۴۶ نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی‌ها گمانه sa-3 ..... ۱۰۲
جدول ۵-۴۷ پارامترهای مقاومتی توده‌سنگ‌های گمانه sa-3 ..... ۱۰۴
جدول ۵-۴۸ نتایج تحلیل اندرکنش سنگ-حائل گمانه sa-3 ..... ۱۰۶
جدول ۵-۴۹ اطلاعات ورودی به نرم‌افزار گمانه sa-3 ..... ۱۰۶
جدول ۵-۵۰ جابجایی در تاج تونل sa-3 ..... ۱۰۷
جدول ۵-۵۱ جابجایی در کف تونل sa-3 ..... ۱۰۷
جدول ۵-۵۲ جابجایی در کناره راست تونل sa-3 ..... ۱۰۷
جدول ۵-۵۳ جابجایی در کناره چپ تونل sa-3 ..... ۱۰۷
جدول ۵-۵۴ نتایج آزمایشگاهی گمانه s-15 ..... ۱۱۰
جدول ۵-۵۵ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMR ۱۱۰
جدول ۵-۵۶ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی Q ۱۱۰
جدول ۵-۵۷ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی GSI ۱۱۱
جدول ۵-۵۸ امتیازهای بدست آمده برای طبقه‌بندی RMi ۱۱۱
جدول ۵-۵۹ نتایج بدست آمده از طبقه‌بندی‌ها گمانه s-15 ..... ۱۱۱
جدول ۵-۶۰ پارامترهای مقاومتی توده‌سنگ‌های گمانه s-15 ..... ۱۱۳
جدول ۵-۶۱ نتایج تحلیل اندکنش سنگ-حائل گمانه s-15 ..... ۱۱۵
جدول ۵-۶۲ اطلاعات ورودی به نرم‌افزار گمانه s-15 ..... ۱۱۵
جدول ۵-۶۳ جابجایی در تاج تونل گمانه s-15 ..... ۱۱۶
جدول ۵-۶۴ جابجایی در کف تونل گمانه s-15 ..... ۱۱۶
جدول ۵-۶۵ جابجایی در کناره راست تونل گمانه s-15 ..... ۱۱۶

جدول ۵-۶۶ جابجایی در کناره چپ تونل گمانه s-15 ..... ۱۱۶

فصل اول
کلیات

۱-۱- مقدمه

در سال‌های اخیر و به دنبال افزایش نیاز به ایجاد فضاهای زیرزمینی با ابعاد بزرگتر و در اعماق بیشتر یا حفر آنها در زمین‌های نامناسب، از جمله در زیر آب، ضرورت شناسایی هر چه کامل‌تر شرایط زمین آشکار شده است.

تجربه نشان داده است که هرجا این بررسی‌ها نادیده گرفته شده، یا بدرستی انجام نشده است پیامدهای ناگوار، یا حداقل طولانی‌تر شدن زمان اجرای پروژه و افزایش هزینه را بدنبال داشته است.

ارزیابی‌ها و بررسی‌های زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی فضاهای زیرزمینی با استفاده از اکتشافات صحرایی و ژئوفیزیکی، مطالعات دفتری، گمانه‌های اکتشافی و آزمون‌های صحرایی و آزمایشگاهی بدست می‌آید. اهمیت این مطالعات و ارزیابی‌ها با توجه به نوع و اهمیت سازه زیرزمینی مشخص می‌شود. در یک طبقه‌بندی حفریات زیرزمینی به سه گروه تونل‌ها، مغارها و معادن تقسیم می‌شوند.

الف) تونل‌ها: در خاک و سنگ احداث می‌شوند و به منظور حمل و نقل، انتقال آب یا دفع فاضلاب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

ب) مغارها: فضاهای زیر زمینی برزگی هستند که معمولاً در سنگ و برای ایجاد نیروگاه یا ذخیره نفت، گاز و یا مواد دیگر احداث می‌شوند.

ج) معادن: در سنگ‌ها احداث می‌شوند و می‌توانند شامل قسمت‌های مختلفی چون تونل، چاه قائم[1] یا لایه‌ها و بخش‌های استخراج شده باشند.

از نقطه نظر ژئوتکنیکی، مهمترین مسئله توجه به پایداری سازه ایجاد شده است. در بین فضاهای زیرزمینی، گروهی مثل معادن استخراج بطور موقت احداث می‌شوند اما گروهی دیگر مانند تونل‌های انتقال آب برای مدت زمان بیشتری حداقل به مدت ۲۰ سال طراحی می‌شوند.

مطالعات مربوط به احداث یک فضای زیرزمینی باید بتواند پاسخگوی موارد زیر باشد:

الف) حفاری: انتخاب روش مناسب برای کندن و خارج کردن مواد از فضای زیرزمینی که عمدتاً وابسته به سختی و مقاوت مصالح است.

ب) ماندگاری (پایداری): طراحی حائل‌های مناسب برای باز نگهداشتن و جلوگیری از ریزش فضای ایجاد شده در حین عملیات و در طول بهره‌برداری

ج) بهسازی زمین: به منظور بهبود شرایط نامطلوب یا مخاطره آمیزی که ممکن است کارگران را تهدید نمایید، باعث تاخیر در کار شود، هزینه‌ها را افزایش دهد، بر عملکرد سازه تاثیر گذارد یا اینکه باعث نشست زمین شود.

د) تاثیر بر سازه‌های دیگر: در نظر گرفتن تاثیر عملیات احداث فضای زیرزمینی بر ساختمانه‌های موجود در سطح زمین به دلیل نشست سطح زمین یا لرزشهای ناشی از انفجار[معماریان، ۱۳۷۷ و والت‌هم، ۱۳۸۰].

۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

ساختگاه سد و نیروگاه سازبن بر روی رودخانه سیمره از سرشاخه‌های کرخه در مختصات جغرافیائی ۳۳/۵۷۱ درجه عرض شمالی و ٤٦/٨٦٤ درجه طول خاوری درحدود ۱۳۰ کیلومتری جنوب خاوری شهرستان ایلام و در فاصله ٤٠ کیلومتری جنوب شهرستان سرآبله واقع شده‌است. در شکل ۱-۱ موقعیت کلی طرح نمایش داده‌شده‌است.

راه دسترسی به محل ساختگاه از طریق جاده آسفالته اسلام‌آباد به بابازید می‌باشد که از محل پل سیمره با تغییر مسیر به سمت جنوب - جنوب شرقی در سمت راست رودخانه سیمره در جاده آسفالته چهار محله تا روستای بلاوه تره راه را طی کرده و از این محل تا کمپ موجود حدود ۱۸ کیلومتر راه ایجاد شده که این راه تا ورودی تنگه ادامه دارد.

---

[1] Shaft

بلاوه تره راه را طی کرده و از این محل تا کمپ موجود حدود ۱۸ کیلومتر راه ایجاد شده که این راه تا ورودی تنگه ادامه دارد.

شکل ۱-۱- موقعیت کلی طرح سد سازبن

۱-۳- آب و هوای منطقه

۱- آب و هوای سرد کوهستانی در ارتفاعات بیش از ۲ هزار متر در ناحیه ی شمال و شمال شرقی استان ایلام.

۲ - آب و هوای معتدل کوهستانی در نواحی کوهستانی و دامنه ی شرق و شمال شرقی.

۳ – آب وهوای بیابانی و نیمه بیابانی در حاشیه ی غربی وجنوبی استان .

۴- بدست آوردن یک مقطع طولی از مسیر تونل که ساختار سنگ شناسی و خواص مهندسی سنگ‌ها و امکان وقوع پدیده‌های خطرساز در آن مشخص باشد و همچنین حاوی طبقه‌بندی و دیگر مشخصات مهندسی توده‌سنگ‌های مسیر باشد.

۵- بررسی پایداری توده‌سنگهای اطراف تونل (در صورت امکان با استفاده از نرم افزار کامپیوتری) و پیشنهاد حائل‌های مورد نیاز

۱-۷- روش تحقیق

۱- گردآوری و بررسی اطلاعات موجود، نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، عکس‌های هوایی و تهیه نقشه زمین‌شناسی منطقه در مقیاس ۱/۵۰۰

۲- بررسی کمی ویژگی‌های ناپیوستگی‌ها در مسیر تونل پیشنهادی براساس پیمایش‌های صحرایی و مغزه‌های حفاری

۳- بررسی داده‌های گمانه‌ها و آزمایش‌های برجا

۴- بررسی داده‌های آزمایشگاهی به منظور تعیین خواص فیزیکی و مهندسی سنگ بکر

۵- تجزیه و تحلیل و تطابق اطلاعات حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و برجا، جهت طبقه‌بندی توده‌سنگ‌های مسیر تونل با روش‌های مرسوم و تحلیل پایداری آن

۶- جمع بندی، تفسیر داده‌ها و نهایتاً ارائه پهنه بندی کیفی مسیر تونل

۷- تهیه و تدوین پایان نامه