



برستای



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

اعضای هیأت داوران نسخه نهایی پایان نامه خانم/ آقای مجید اسماعیلی رشته زمین شناسی مهندسی تحت عنوان: ارزیابی قابلیت حفر پذیری زمین در ساختگاه سد و نیروگاه سردشت را از نظر فرم و محتوا بررسی نموده و آن را برای اخذ درجه کارشناسی ارشد مورد تأیید قرار دادند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیأت داوران
	دانشیار	دکتر ماهشاهه خامه چیان	۱- استاد راهنما
	مربی	مهندس مرتضی رحیمی دیبجی	۲- استاد مشاور
	استادیار	دکتر محمد رضا نیکودل	۳- استاد ناظر داخلی
	استادیار	دکتر حسین سالاری	۴- استاد ناظر خارجی
	استادیار	دکتر محمد رضا نیکودل	۵- نماینده تحصیلات تکمیلی

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 با 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 می باشد 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 می باشد. 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 دانشکده ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و براساس آئین نامه های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته ها 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 در 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.

«ینجانب **مجید اسماعیلی** دانشجوی رشته **زمین‌شناسی مهندسی** ورودی سال تحصیلی **۱۳۸۸** مقطع **کارشناسی ارشد** دانشکده **علوم پایه** متعهد می شوم کلیه نکات مندرج در آئین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته های علمی مستخرج از پایان نامه / رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین نامه فوق الاشعار به دانشگاه وکالت و نمایندگی می دهم 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: ۱۳۹۰/۰۷/۲۶

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 نگارنده در رشته **زمین شناسی مهندسی** است که در سال **۱۳۹۰** در دانشکده **علوم پایه** دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای **دکتر ماشاءاله خامه چیان** و مشاوره جناب آقای **مهندس مرتضی رحیمی دیزجی** 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 ۳، 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 **مجید اسماعیلی** دانشجوی رشته **زمین شناسی مهندسی** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی: **مجید اسماعیلی**

تاریخ و امضا: **۱۳۹۰/۰۷/۲۶**



دانشگاه تربیت مدرس
دانشکده علوم پایه

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی (مهندسی)

ارزیابی قابلیت حفرپذیری زمین در ساختگاه سد و نیروگاه

سردشت

مجید اسماعیلی

استاد راهنما:

دکتر ماشاله خامه چیان

استاد مشاور:

مهندس مرتضی رحیمی دیزجی

پاییز ۱۳۹۰

“ انما يخشى الله من عباده العلماء ” (فاطر ۲۸)

و از میان بندگان خدا، فقط دانشمندان خدا ترس هستند.

تقدیم به

پدرم (روحش شاد)

و

مادر عزیز و دلسوزم

که دعایش همیشه تکیه گاه تلاش مایم است

و

برادران و خواهران بزرگوارم

تشکر و قدردانی

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

از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر ماشاله خامه‌چیان، که در مقام استاد راهنما، با راهنمایی‌های خردمندانه و مستمر خویش مرا در انجام این تحقیق یاری نموده و در این راه از هیچ مساعدتی دریغ نفرمودند، کمال قدردانی و سپاس را دارم.

از جناب آقای مهندس مرتضی رحیمی که زحمت مشاوره این تحقیق را متقبل شده‌اند و بدون شک اگر مساعدت و همفکری‌های ایشان نبود، این تحقیق به ثمر نمی‌نشست، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از استاد بزرگوار جناب آقای دکتر ارومیه‌ای نیز به سبب انتقال دانش و تجربه در طول مدت تحصیل، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر نیکودل که در طول مدت تحصیل مرا از علم خویش مستفید نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از شرکت مهندسی سپاسد و شرکت مهندسین مشاور توسعه که با ارائه اطلاعات، مشاوره و مهیا نمودن بازدید صحرائی، در انجام این تحقیق کمال همکاری را با اینجانب داشته‌اند، بسیار سپاسگزارم. همچنین بر خود لازم می‌دانم از زحمات آقایان دکتر روحانی (مدیر عامل محترم شرکت مهندسین مشاور توسعه)، مهندس پیروی نسب، مهندس رستمی، مهندس فردی‌پور، مهندس رئیسی و مهندس ظهیری تشکر و قدردانی نمایم.

چکیده

پیش بینی سهولت حفاری سطحی زمین در کارهای خاکی^۱ برای کارهای عمرانی مانند راهسازی، سد سازی، پی سازی و معادن سطحی از اهمیت زیادی برخوردار است. حفرپذیری^۲ توانایی انتخاب یک روش مناسب برای سست نمودن زمین و شکستن سنگها به قطعات قابل کنترل می‌باشد. عدم توافق برای انتخاب یک روش مناسب حفاری ممکن است اختلافاتی را بین کارفرما و پیمانکاران برای برآورد هزینه‌های حفاری در پروژه‌های حفاری سطحی توده‌های متشکل از خاک و سنگ به وجود آورد. برای توصیف حفرپذیری سنگها از اصطلاحات مختلفی مثل برش دادن^۳، ریپرزدن^۴، حفاری^۵، کندن^۶، چالزنی^۷ استفاده می‌شود، که با اصول حفاری و مکانیک شکستگی‌ها مرتبط می‌باشد. در این مطالعه واژه حفاری به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است، که به قابلیت حفاری سنگ و توده‌ی سنگ اشاره دارد و شامل روشهای ۱- کندن: در زمانیکه شرایط آسان/ بسیار آسان حفاری وجود داشته باشد، ۲- ریپرزنی برای شرایط حفاری متوسط تا سخت و ۳- آتسکاری^۸ که برای شرایط بسیار سخت حفاری به کار می‌رود. آگاهی از خصوصیات فیزیکی مصالح و همچنین رفتار مصالح زمین، در جایی که قرار است حفاری شود، برای انتخاب روش حفاری موثر، ضروری می‌باشد. انتخاب یک روش مفید و کاربردی برای برآورد قابلیت حفرپذیری، برای ارزیابی اقتصادی و فنی پروژه‌ها در طول مراحل مطالعات اولیه ضروری می‌باشد. در این تحقیق با توجه به پارامترهای زمین‌شناسی مهندسی مصالح و با استفاده از روش‌های متداول قابلیت حفرپذیری زمین در سد خاکی سردشت در استان اذربایجان غربی مورد ارزیابی قرار گرفته است، که با توجه به نتایج انواع روش‌ها استفاده از ماشین ریپر D8-D9 و یا ماشین با توان مشابه برای حفاری پیش بینی می‌شود. همچنین احجام حفاری با استفاده از نرم افزار Rockworks به صورت ۸۴٪ حفاری سنگی و ۱۶٪ حفاری سنگی پیش بینی می‌شود. همچنین روشی جدید برای پیش بینی قابلیت حفرپذیری زمین بر اساس رده بندی شاخص توده سنگ (RMi) ارائه شده است.

کلید واژه: قابلیت حفرپذیری، سد سردشت، حجم بلوک، رده‌بندی توده سنگ R.Mi، نرم افزار Rockworks

¹ Earth works

² Excavatability

³ Cutting

⁴ Ripping

⁵ Excavation

⁶ Digging

⁷ Drilling

⁸ Blasting

فهرست مطالب

د	فهرست جدول‌ها
ه	فهرست شکل‌ها
۱	فصل ۱- کلیات
۲	۱-۱- مقدمه
۴	۲-۱- اهداف تحقیق
۵	۳-۱- ضرورت انجام تحقیق
۵	۴-۱- مراحل انجام تحقیق
۵	۵-۱- محتویات تحقیق
۷	فصل ۲- فاکتورهای ژئومکانیکی و فیزیکی توده سنگ موثر بر قابلیت حفرپذیری سنگها
۸	۱-۲- مقدمه
۹	۲-۲- بررسی فاکتورهای موثر توده سنگ و ماده سنگ در ارزیابی قابلیت ریپرزنی در سنگها
۱۰	۱-۲-۲- نوع سنگ
۱۲	۲-۲-۲- مقاومت
۱۳	۳-۲-۲- ساینده‌گی
۱۵	۴-۲-۲- درجه هوازدگی
۱۷	۵-۲-۲- ساختار سنگ
۲۰	۶-۲-۲- چگالی مصالح
۲۰	۷-۲-۲- بافت سنگ
۲۱	۸-۲-۲- سرعت امواج لرزه‌ای
۲۲	۹-۲-۲- توپوگرافی
۲۲	۳-۲- رده‌بندی‌های توده سنگ برای حفاری
۲۳	۱-۳-۲- رده بندی قابلیت ریپرزنی سنگ
۲۳	۲-۳-۲- رده بندی شاخص ریپرزنی سینگ و همکاران
۲۳	۴-۲- خصوصیات ماشین
۲۶	فصل ۳- روش‌های ارزیابی قابلیت حفرپذیری در سنگ
۲۷	۱-۳- مقدمه
۲۸	۲-۳- روش کاترپیلا و کوماتسو
۳۰	۳-۳- ارزیابی قابلیت حفرپذیری با استفاده از روش‌های گرافیکی
۳۱	۱-۳-۳- روش پتيفر و فوکس
۳۲	۲-۳-۳- روش تسامبو و ساراقلو
۳۳	۴-۳- روش‌های ارزیابی قابلیت حفرپذیری با استفاده از امتیاز دهی پارامترها
۳۶	۱-۴-۳- سیستم ویور
۳۶	۱-۴-۳- سیستم عبدالطیف و کرودن
۴۰	۲-۴-۳- سیستم سینگ و همکاران

سیستم کارپوز.....	۳-۴-۳	۴۱
فصل ۴- زمین شناسی منطقه.....		۴۴
مقدمه.....	۱-۴	۴۵
چینه شناسی.....	۲-۴	۴۷
واحدهای سنگ چینه ای مزوزوئیک.....	۱-۲-۴	۴۷
واحدهای سنگ چینه ای سنوزوئیک.....	۲-۲-۴	۴۹
تکتونیک و زمین ساخت.....	۳-۴	۵۰
هیدروژئولوژی.....	۴-۴	۵۶
بررسی پارامترهای زمین شناسی مهندسی ساختگاه.....	۵-۴	۵۶
نتایج آزمون های فیزیکی سنگ بکر.....	۱-۵-۴	۵۶
نتایج آزمون های دینامیکی سنگ بکر.....	۲-۵-۴	۵۷
تعیین مقاومت فشاری سنگهای ساختگاه.....	۳-۵-۴	۵۸
شاخص کیفیت سنگ (RQD).....	۱-۵-۴	۵۹
طبقه بندی مهندسی توده سنگ در ساختگاه سد و نیروگاه سد سردشت.....	۲-۵-۴	۶۰
فصل ۵- ارزیابی قابلیت حفرپذیری.....		۶۲
مقدمه.....	۱-۵	۶۳
بررسی خصوصیات ناپیوستگی ها.....	۲-۵	۶۴
مدل سازی شاخص مقاومت زمین شناسی.....	۱-۲-۵	۶۵
بررسی تغییرات سرعت موج در ساختگاه سد.....	۳-۵	۶۹
برآورد میزان فاصله داری درزه ها در طول گمانه ها.....	۴-۵	۷۰
برآورد قابلیت حفرپذیری توده سنگ در سرریز سد سردشت.....	۵-۵	۷۰
روش کاترپیلار و کوماتسو.....	۱-۵-۵	۷۰
روش قابلیت ریپرزنی سنگ (TRR).....	۲-۵-۵	۷۱
روش سینگ و همکاران.....	۳-۵-۵	۷۱
روش پتیفر و فوکس.....	۴-۵-۵	۷۲
روش تسامبو و ساراقلو.....	۵-۵-۵	۷۳
روش عبدالطیف و کرودن.....	۶-۵-۵	۷۴
روش کارپوز.....	۷-۵-۵	۷۵
انجام حفاری با استفاده از روش حفاری پیشنهادی براساس رده بندی توده سنگ RMi.....	۸-۵-۵	۸۲
جهت یابی ناپیوستگی ها و تاثیر آنها بر ریپرزنی.....	۶-۵	۹۲
سایندگی.....	۷-۵	۹۳
فصل ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات.....		۹۷
نتیجه گیری.....	۱-۶	۹۸
پیشنهادات.....	۲-۶	۱۰۰
فهرست مراجع.....		۱۰۳
پیوست (الف) نقشه زمین شناسی.....		۱۰۷
پیوست (ب) داده های مورد استفاده در روش کارپوز.....		۱۰۹

- پیوست (ج) داده‌های مورد استفاده در روش ویور..... ۱۱۸
- پیوست (د) داده‌های مورد استفاده در ارائه روش جدید برای ارزیابی قابلیت حفرپذیری..... ۱۲۷

فهرست جدول‌ها

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- پارامترهای موثر در ارزیابی حفرپذیری سنگ از نگاه محققین مختلف،.....	۱۱
جدول ۲-۲- رده‌بندی سنگ براساس شاخص ساینده‌گی.....	۱۴
جدول ۳-۲- طبقه بندی درجه ساینده‌گی سنگها و مقیاس سرشار و شیمازاک،.....	۱۴
جدول ۴-۲- توصیف درجات هوازدگی (ISRM1975).....	۱۷
جدول ۵-۲- رده بندی اندازه دانه.....	۲۱
جدول ۶-۲- انواع مختلف ماشین‌های ریپر تولیدی بوسیله‌ی کارخانه‌های کوماتسو و کاترپیلار.....	۲۵
جدول ۱-۳- روش‌های ارزیابی قابلیت حفرپذیری در سنگ.....	۲۸
جدول ۲-۳- خصوصیات تاثیر گذار سنگ در طراحی و حفاری معادن سطحی.....	۳۷
جدول ۳-۳- سیستم ارزیابی حفاری ویور.....	۳۸
جدول ۴-۳- انتخاب روش حفاری بر اساس RMR.....	۴۰
جدول ۵-۳- رده بندی توده‌های سنگی بر اساس سهولت ریپرزنی، سینگ و همکاران.....	۴۲
جدول ۶-۳- پارامترهای مورداستفاده بوسیله‌ی کارپوز.....	۴۳
جدول ۷-۳- سیستم قابلیت حفرپذیری پیشنهاد شده به وسیله‌ی کارپوز.....	۴۳
جدول ۱-۴- ویژگی سیستم ناپیوستگی در تکیه‌گاه چپ سد سردشت.....	۵۵
جدول ۲-۴- ویژگی سیستم ناپیوستگی در تکیه‌گاه راست سد سردشت.....	۵۵
جدول ۳-۴- نتیجه آزمایشات برای تعیین جهت تعیین خواص فیزیکی.....	۵۷
جدول ۴-۴- مقادیر میانگین سرعت امواج فشاری و برشی در نقاط مختلف ساختگاه.....	۵۷
جدول ۵-۴- پارامترهای مقاومتی در نقاط مختلف در ساختگاه.....	۵۸
جدول ۶-۴- نتایج آزمایشات چکش اشمیت بر روی گمانه‌های سرریز.....	۵۸
جدول ۷-۴- نتایج آزمایشات بار نقطه‌ای.....	۵۹
جدول ۸-۴- طبقه بندی مهندسی توده سنگ در سد سردشت.....	۶۱
جدول ۱-۵- طبقه بندی شمارش حجمی درزه.....	۶۵
جدول ۲-۵- رابطه ی SR و میزان بلوکی بودن.....	۶۸
جدول ۳-۵- امتیاز دهی به پارامترهای ژئومکانیکی به روش ویور(۱۹۷۵).....	۷۱
جدول ۴-۵- ارزیابی به روش سینگ وهمکاران(۱۹۸۷).....	۷۲
جدول ۵-۵- احجام متفاوت حفاری در سرریز به روش کارپوز(۱۹۹۰).....	۸۱
جدول ۶-۵- تعیین پارامترهای ورودی برای تعیین C_j در طبقه بندی RM_i	۸۵
جدول ۷-۵- کارکرد انواع روش حفاری برای منطقه مورد مطالعه.....	۹۱
جدول ۸-۵- روش‌های پیش‌بینی و توان لازم ماشین حفاری.....	۹۲
جدول ۹-۵- تعیین محتوای کانیها بر حسب کوارتز معادل در مقاطع نازک ماسه سنگی.....	۹۴

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲	شکل ۱-۱ نمایی از یک بیل مکانیکی
۳	شکل ۲-۱- نمای از یک ریپر زنی در معدن روباز سنگ اهک، کن سیتی، امریکا
۱۲	شکل ۱-۲- خرد شدگی ماسه سنگ کاملاً هوازده و مرطوب
۱۵	شکل ۲-۲- ناهماهنگی در عملیات ریپرنی، ماسه سنگ غیرقابل ریپرنی بین شیل‌های قابل ریپرنی
۱۷	شکل ۳-۲- میان لایه ماسه‌سنگ و شیل با درجه متفاوت هوازدهی
۱۹	شکل ۴-۲- نمایی شماتیک از جهت‌یابی ساختارها نسبت به ریپرنی
۲۲	شکل ۵-۲- تاثیرگذاری فاکتور توپوگرافی در ریپرنی مصالح
۲۹	شکل ۱-۳- نمودار ارزیابی ریپرنی برای بولدزورهای نوع D9 پیشنهاد شده به وسیله کاتریپلار
۳۰	شکل ۲-۳- نمودار ارزیابی قابلیت ریپرنی برای ریپرهای D355A توصیه شده وسیله کوماتسو
۳۲	شکل ۳-۳- نمودار حفریذیری بازبینی شده به وسیله پتیفر و فوکس
۳۴	شکل ۴-۳- ارزیابی قابلیت ریپرنی برای سنگهایی با اندیس بار نقطه‌ای کمتر از ۳ مگاپاسکال
۳۵	شکل ۵-۳- ارزیابی قابلیت ریپرنی برای سنگهایی با اندیس بار نقطه‌ای بزرگتر، مساوی ۳ مگاپاسکال
۳۹	شکل ۶-۳- رابطه بین سیستم RMR و سیستم Q را برای روشهای متفاوت حفاری
۴۶	شکل ۱-۴- جاده های دسترسی به ساختگاه سردشت
۴۷	شکل ۲-۴- سرریز سد سردشت
۴۸	شکل ۳-۴- برزندهای سنگی میان نوارهای سنگریزه ای در تکیه گاه چپ
۵۲	شکل ۴-۴- زون برشی F1
۵۲	شکل ۵-۴- غسل زیر مرگ در پایین دست محور سد
۵۴	شکل ۶-۴- مشخصات هندسی سیستم کلیواژ و دسته درزه‌های تکیه‌گاه راست
۵۴	شکل ۷-۴- مشخصات هندسی سیستم کلیواژ و دسته درزه‌های تکیه‌گاه چپ
۶۷	شکل ۱-۵- سیستم اصلاح شده GSI به وسیله سونمز و الواسی
۶۸	شکل ۲-۵- مدل امتیاز ساختاری در نرم افزار Rock works
۶۸	شکل ۳-۵- مدل سه‌بعدی امتیاز ساختاری
۶۹	شکل ۴-۵- مدل سه بعدی امتیاز ساختاری از نمایی دیگر
۷۰	شکل ۵-۵- رابطه فاصله داری درزه و ROD
۷۴	شکل ۶-۵- نمایش محدوده استفاده از ماشین آلات مناسب حفاری با روش پتیفر و فوکس (۱۹۹۴)
۷۶	شکل ۷-۵- ارزیابی قابلیت حفریذیری برای سنگهایی با شاخص بار نقطه‌ای کمتر از ۳ مگاپاسکال با روش تسامبو و ساراقلو (۲۰۱۰)
۷۷	شکل ۸-۵- ارزیابی قابلیت حفریذیری برای سنگهایی با شاخص بار نقطه‌ای بزرگتر، مساوی ۳ مگاپاسکال با روش تسامبو و ساراقلو (۲۰۱۰)
۸۰	شکل ۹-۵- مدل سه بعدی گرید سرریز سد سردشت
۸۰	شکل ۱۰-۵- مدل سه بعدی گرید سطح زمین
۸۱	شکل ۱۱-۵- مدل سه بعدی احجام متفاوت حفاری در سرریز به روش کارپوز (۱۹۹۰)
۸۲	شکل ۱۲-۵- مدل سه بعدی احجام متفاوت حفاری در سرریز به روش ویور (۱۹۷۵)
۸۳	شکل ۱۳-۵- نمودار جریان‌ی تعیین شاخص توده سنگ

شکل ۱۴-۵ تعیین پارامتر درزه داری (JP) با استفاده از فاکتور شرایط درزه Jc و اندازه‌گیری تغییرات شدت درزه‌داری (RQD, J_v, v_b)	۸۴
شکل ۱۵-۵ ارتباط بین حجم بلوک و روش حفاری	۸۷
شکل ۱۶-۵ ارتباط بین حجم بلوک و فاکتور شرایط درزه	۸۸
شکل ۱۷-۵ پراکندگی روش های حفاری	۸۹
شکل ۱۸-۵ ارزیابی قابلیت حفرپذیری با استفاده از روش پیشنهادی	۸۹
شکل ۱۹-۵ پلات داده‌های منطقه مورد مطالعه و پیش‌بینی قابلیت حفرپذیری بر اساس روش پیشنهادی	۹۰
شکل ۲۰-۵ بررسی جهت مناسب ریپرزنی	۹۳
شکل ۲۱-۵ مقاطع میکروسکوپی تعیین حجم هر کانی در نمونه های ماسه سنگی	۹۶

فصل ۱ – کلیات

۱-۱- مقدمه

ریپرزنی^۱، کندن^۲ و آتشکاری^۳ از روش‌های مهمی می‌باشند که برای شکستن و یا سست نمودن سنگها در حفاری‌های سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرند. روش‌های ارزیابی حفرپذیری براساس نوع مکانیسم شامل دو نوع مکانیسم مکانیکی و آتشکاری می‌باشند. کندن مستقیم^۴ و ریپرزنی از روش‌های مکانیکی به شمار می‌روند. کندن، در زمانیکه شرایط آسان/ بسیار آسان حفاری وجود داشته باشد، اطلاق می‌شود، که معمولاً به وسیله‌ی بیل مکانیکی^۵ در زمین‌های نرم‌تر انجام می‌شود. در شکل ۱-۱ نمایی از یک بیل مکانیکی مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۱ نمایی از یک بیل مکانیکی

¹ Ripping
² Digging
³ Blasting
⁴ Direct Digging
⁵ Excavator

ریپرزنی فرایند مکانیکی است که در آن کشیدن تیغه‌های متصل به بولدزور بر روی زمین، موجب سست شدن توده سنگ می‌شود. روش ریپرزنی نسبت به روش آتشکاری برای سست نمودن توده سنگهایی با ناپیوستگی‌های ضعیف، ارزانتر می‌باشد [۱]. هنگامیکه تیغه‌ی ریپر در توده‌سنگ کشیده می‌شود، مجموعه‌ای از تنش‌ها را ایجاد می‌کند و موجب شکستن سنگ به قطعات کوچکتر در امتداد خط ریپر می‌شود. برای سست نمودن بیشتر، در سنگ، شیارهایی به موازات هم ایجاد می‌شود. به علت روش انجام کار، ریپرزنی روشی مناسب برای حفاری‌های سطحی (خاکبرداری) در نواحی وسیع، مثل آماده سازی سایت ابنیه فنی بزرگ و راهسازی می‌باشد. ریپرزنی حد بالای روش مکانیکی حفاری زمین می‌باشد و بعد از آن به آتشکاری تبدیل می‌شود [۲]. در شکل ۱-۲ نمای از یک ریپرزنی مشاهده می‌شود.



شکل ۱-۲- نمای از یک ریپر زنی در معدن روباز سنگ اهک، کن سیتی، امریکا [۱]

در حفاری از نوع مکانیسم مکانیکی، انرژی ذخیره شده در ماشین بوسیله‌ی تیغه‌هایی به زمین منتقل می‌شود و موجب متلاشی شدن سنگها می‌شود. در روش آتشکاری انرژی انفجاری به صورت گرما و گاز به سنگهای اطراف منتقل می‌شود و باعث خرد شدن سنگها می‌شود. مکانیسم آتشکاری، مهمترین روش برای سست کردن زمین می‌باشد. برای انتخاب یک روش حفاری سطحی مناسب برای انجام حفاری باید چندین فاکتور را در نظر گرفت. این فاکتورها شامل نوع پروژه، خصوصیات توده‌سنگ، خصوصیات ماده-

سنگ، روش استخراج^۱ و استحکام سنگهای سطحی رخنمون یافته برای انجام کار می‌باشد. همچنین نرخ تولید^۲، هزینه و محدودیت‌های زیست محیطی قبل از شروع کار باید بررسی شوند [۳].

در کارهای ساختمانی^۳ مهمترین هدف از انجام حفاری، شکستن سنگها به قطعاتی می‌باشد که از نظر اقتصادی قابل برداشت^۴ باشند [۴]. عقیده بر این است که ریپرزنی از لحاظ اقتصادی نسبت به آتشکاری مقرون به صرفه تر می‌باشد. اما استفاده از موادی با قیمت نازل مثل انفجار با موادی مثل نیترات آمونیوم (آنفو)^۵ و (محلولهای متالیزه)^۶ نیز می‌تواند موجب کاهش هزینه‌ها شود.

مسئله‌ای که قبل از شروع حفاری برای مهندسين مطرح می‌شود، تصمیم گیری در مورد انتخاب نوع روش حفاری می‌باشد. زیرا خصوصیات توده سنگ‌ها در ساختگاه تغییر می‌کنند و امکان استفاده از یک روش خاص حفاری بدون مطالعات ساختگاه ممکن نمی‌باشد. در اغلب اوقات در ساختگاه‌ها با مصالحی مواجه می‌شویم طبیعت آنها ترکیبی از سنگ + خاک می‌باشد و استفاده از یک روش خاص حفاری به لحاظ اقتصادی امکان پذیر نمی‌باشد.

۱-۲- اهداف تحقیق

مساله ارزیابی قابلیت حفرپذیری در سرریز سد سردشت با حجم حفاری در حدود سه میلیون و چهار صد هزار متر مکعب یکی از مسائل مهم و اساسی در برنامه‌ریزی پروژه می‌باشد. بررسی و انتخاب روش مناسب حفاری برای ارزیابی حفرپذیری سرریز این سد در اقتصاد پروژه نقش اساسی دارد. در این تحقیق سعی شده است تا با استفاده پارامترهای کمی و کیفی توده سنگ مثل مقاومت، هوازگی، خصوصیات ناپیوستگیها و فاصله‌داری درزه‌ها که از مغزه‌های گمانه‌های حفاری شده در طول مراحل اکتشافی پروژه سد سردشت به دست آمده‌اند، به ارزیابی قابلیت حفرپذیری در سرریز پرداخته شود.

¹ Extraction methods

² Production rates

³ Construction

⁴ Remove

⁵ Anfo

⁶ Metallised slurries

۳-۱- ضرورت انجام تحقیق

موضوع تعیین درصد سنگ و ارزیابی قابلیت حفرپذیری یکی از مباحث مهم در ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه‌ها محسوب می‌شود. هزینه‌های کلان حفاری‌های سطحی و عدم توافق دوجانبه طرفین پروژه در مورد توافق در مورد هزینه‌های حفاری بعضی از مواقع موجب بروز اختلافاتی می‌شود که به زمان بندی اجرای پروژه آسیب می‌رساند. در هر پروژه با توجه به شرایط خاص زمین شناسی استفاده از مناسب‌ترین روش برای پیش بینی روش حفاری از اهمیت زیادی برخوردار است. در این تحقیق سعی شده است تا با روش‌های مختلف قابلیت حفرپذیری سرریز سد سردشت بررسی شود.

۴-۱- مراحل انجام تحقیق

مراحل انجام مطالعات در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

۱. مطالعات دفتری و جمع آوری انواع اطلاعات مربوط به روش‌های متفاوت حفاری از منابع مختلف
۲. بررسی خصوصیات زمین‌شناسی ساختگاه سد سردشت
۳. بازدید از ساختگاه سد و کنترل اطلاعات و برداشت اطلاعات لازم
۴. تحلیل داده‌ها
۵. ارزیابی حفاری با روش‌های متفاوت
۶. ارائه روشی جدید برای پیش بینی روش حفاری سطحی مورد نیاز بر اساس روش RMI

۵-۱- محتویات تحقیق

محتویات این تحقیق به شرح ذیل می‌باشد:

فصل اول شامل کلیات و تعریف اهمیت تحقیق و اهداف و ضرورت انجام آن می‌باشد.

فصل دوم به بررسی فاکتورهای ژئومکانیکی و فیزیکی توده سنگ که بر حفاری تاثیرگذار می‌باشند، و همچنین خصوصیات ماشین پرداخته است.

فصل سوم به بررسی انواع روشهای ارزیابی حفاری پرداخته است.

فصل چهارم در برگیرنده مشخصات عمومی طرح شامل سیمای کلی طرح، موقیعت، راههای دسترسی و همچنین زمین شناسی منطقه می‌باشد.

در فصل پنجم به بررسی روشهای حفاری پرداخته شده است، و از روشهای متفاوت برای ارزیابی حفاری استفاده شده است.

در فصل ششم با ارائه خلاصه‌ای از نتایج و بررسی های انجام شده، پیشنهاداتی برای ارزیابی‌های دقیق‌تر در حین حفاری ارائه گردیده است.