

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته معدن گرایش استخراج

تأثیر خصوصیات توده سنگ در عملکرد آتشیاری کنترل شده

مطالعه موردی معدن سنگ آهن گل گهر

نگارنده

مرتضی باغستانی

استاد راهنما

دکتر مسعود منجزی

استاد مشاور

مهندس مهدی پورقاسمی ساغند

بهمن ۱۳۹۱



بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای مرتضی باغستانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان **تاثیر خصوصیات توده سنگ در عملکرد آتشیاری کنترل شده**

مطالعه موردی: معدن سنگ آهن گل گهر در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۸ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی معدن - استخراج پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر مسعود منجزی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر مهدی پورقاسمی ساغند		
استاد ناظر	دکتر احمد رضا صیادی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر محمد فاروق حسینی	دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر احمد رضا صیادی	استادیار	

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

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی 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 هیات علمی، دانشجویان، دانش آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهشهای علمی که تحت عناوین پایان‌نامه، رساله و طرحهای تحقیقاتی که با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد ذیل را رعایت نمایند:

ماده ۱- حقوق مادی و معنوی پایان‌نامه‌ها / رساله‌های مصوب دانشگاه متعلق به دانشگاه است و هرگونه بهره‌برداری از آن باید با ذکر نام دانشگاه و رعایت آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های مصوب دانشگاه باشد.

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 استاد راهنما مسئول مکاتبات مقاله باشد.

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

ماده ۳- انتشار کتاب حاصل از نتایج پایان‌نامه / رساله و تمامی طرحهای تحقیقاتی دانشگاه باید با مجوز کتبی صادره از طریق حوزه پژوهشی دانشگاه و بر اساس آیین‌نامه‌های مصوب انجام می‌شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه 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 حوزه پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این دستورالعمل در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۱۳۸۴/۴/۲۵ در شورای پژوهشی دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب لازم‌الاجرا است و هرگونه تخلف از مفاد این دستورالعمل، از طریق مراجع قانونی قابل پیگیری می‌شود.



مرتضی باغستانی

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 مهندسی معدن گرایش استخراج است که در سال ۱۳۹۱ در دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر مسعود منجزی و مشاوره جناب آقای مهندس مهدی پورقاسمی ساغند 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 رابه 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 مرتضی باغستانی دانشجوی رشته مهندسی معدن- استخراج، مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.



مرتضی باغستانی

تاریخ: ۱۳۹۱/۱۲/۸

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربانم

آن دو فرشته‌ای که از خواسته‌هایشان گذشتند، سختی‌ها را به جان خریدند و خود را سپر بلای مشکلات و ناملایمات کردند تا من به جایگاهی که اکنون در آن ایستاده‌ام، برسم.

تشکر و قدردانی

پس از حمد و سپاس به درگاه خداوند متعال، بر خود لازم می‌دانم بدینوسیله از زحمات گرانقدر جناب آقای دکتر مسعود منجزی و جناب آقای مهندس مهدی پورقاسمی که بنده را با راهنمایی‌ها و مشاوره‌های ارزنده‌شان، در انجام پایان نامه یاری نموده و این راه دشوار را بر بنده سهل نموده‌اند، کمال تشکر را داشته باشم.

از جناب آقای مهندس یآوری، مهندس شرفی صفا، دکتر نجاتی، که در انجام مراحل پروژه اینجانب را یاری نموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم. از جناب آقای مهندس ایران نژاد که در واحد مشاور کوشا معدن و همچنین مدیریت امور معادن سنگ آهن گل گهر سیرجان جناب آقای مهندس سعدلو که کمال همکاری را در انجام این پروژه با بنده داشته‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در پایان از کلیه اساتید و دوستان که در این دوره از تحصیل، همواره در یاری اینجانب از هیچ

کوششی دریغ ننموده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

چکیده

عملیات آتشباری علاوه بر منطقه انفجاری، محدوده اطراف را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنابراین کنترل آسیب دیدگی و کاهش مقدار خسارات وارد به مناطق برجا، باعث کاهش هزینه‌ها و بهبود شرایط ایمنی می‌شود. برای جلوگیری از آسیب به دیواره‌های نهایی معادن روباز از آتشباری کنترل شده استفاده می‌شود. روش پیش‌شکافی یکی از روش‌های مرسوم و پرکاربرد آتشباری کنترل شده در معادن روباز می‌باشد.

در معدن شماره یک گل گهر سیرجان از روش آتشباری پیش‌شکافی در آتشباری دیواره‌های نهایی استفاده می‌شود. عوامل متعددی بر روی نتایج آتشباری پیش‌شکافی تاثیرگذار هستند. این عوامل برخی قابل کنترل و برخی غیر قابل کنترل می‌باشند. دوازده بلوک آتشباری کنترل شده در معدن شماره یک گل گهر، مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسی‌ها شامل الگوهای آتشباری، خصوصیات مواد منفجره، خصوصیات توده سنگ می‌باشد. همگام با کارهای تجربی، کار مدلسازی نیز با نرم افزار UDEC صورت گرفته است.

در بررسی‌های صورت گرفته مشاهده گردید که پارامترهای قابل کنترل نظیر فشار چال انفجاری، فاصله بین چال‌های پیش‌شکافی، الگوی چال‌های تولیدی و ضربه‌گیر بر روی نتایج آتشباری کنترل شده تاثیرگذار می‌باشند. نتایج مدلسازی نیز موید همین مطلب می‌باشد که فاصله اندک دو چال پیش‌شکافی، افزایش فشار چال انفجاری، باعث افزایش منطقه پلاستیک در اطراف چال‌ها می‌شود.

خصوصیات توده سنگ شامل تراکم درزه‌ها، امتداد درزه‌ها، جنس مواد پرکننده تاثیر زیادی را بر نتایج آتشباری کنترل شده دارند. مدل‌های عددی نشان می‌دهند که تراکم بالای درزه‌ها، امتداد بین ۳۰ تا ۶۰ درجه درزه‌ها بر نحوه انتشار امواج در محیط سنگی موثر بوده و نقش بارزی را در عقب زدگی ایفا می‌کنند. امتداد ۳۰ درجه درزه‌ها باعث افزایش ۱۶ درصدی شکست شده در حالی که محیطی با درزه‌هایی با امتداد ۴۵ درجه میزان شکست ۳۳ درصد افزایش می‌یابد. کاهش ۲۰ درصدی زاویه اصطکاک داخلی و چسبندگی سنگ به ترتیب باعث افزایش ۱۲ و ۱۸ درصدی ناحیه شکست در اطراف منطقه پیش‌شکافی می‌شود.

کلید واژه: آتشباری کنترل شده، روش پیش‌شکافی، گل گهر، خصوصیات توده سنگ، مدلسازی

فهرست مطالب

فهرست جداول ۹

فهرست شکل‌ها ۱۰

فصل اول: کلیات

مقدمه ۲

فصل دوم: تئوری انفجار

۱-۲ مقدمه ۷

۱-۱-۲ تئوری انعکاس ۸

۲-۱-۲ تئوری انبساط گاز ۹

۳-۱-۲ شکست خمشی ۱۰

۴-۱-۲ تئوری موج ضربه و انبساط گاز ۱۱

۵-۱-۲ تئوری موج ضربه، انبساط گاز و انعکاس موج ۱۲

۶-۱-۲ تئوری موج ضربه و هسته مرکزی ۱۲

۷-۱-۲ شکست ناشی از موج ضربه ۱۴

۸-۱-۲ شکست ناشی از گاز ۱۵

۲-۲ مناطق تحت تاثیر انفجار ۱۶

- ۱۹..... ۱-۲-۲ مدل آیلاشن
- ۲۰..... ۲-۲-۲ مدل سوزالزینسکی
- ۲۱..... ۳-۲-۲ مدل جوردویک
- ۲۱..... ۴-۲-۲ مدل کنچیتال
- ۲۳..... ۳-۲ نتیجه گیری

فصل سوم: روش‌های آتشباری کنترل شده

- ۲۶..... ۱-۳ مقدمه
- ۲۷..... ۲-۳ انواع روش‌های آتشباری کنترل شده
- ۲۷..... ۱-۲-۳ روش حفاری خطی
- ۲۹..... ۲-۲-۳ روش پیش‌شکافی
- ۴۱..... ۳-۲-۳ روش آتشباری ملایم
- ۴۳..... ۴-۲-۳ روش اصلاحی
- ۴۶..... ۵-۲-۳ روش کنترل شکاف
- ۴۹..... ۶-۲-۳ روش آتشباری ضربه‌گیر
- ۵۰..... ۳-۳ روش‌های ارزیابی خسارات انفجار
- ۵۵..... ۴-۳ نتیجه گیری

فصل چهارم: عوامل موثر بر نتایج آتشباری کنترل شده

۵۷.....	۱-۴ مقدمه
۵۸.....	۲-۴ پارامترهای غیر قابل کنترل
۵۸.....	۱-۲-۴ خصوصیات سنگ بکر
۵۸.....	۱-۱-۲-۴ مقاومت
۶۰.....	۲-۲-۴ مدول الاستیسیته
۶۱.....	۳-۲-۴ درزه‌ها
۶۵.....	۴-۲-۴ آب محتوی
۶۵.....	۳-۴ پارامترهای قابل کنترل
۶۵.....	۱-۳-۴ فشار چال انفجاری
۶۹.....	۲-۳-۴ فاصله‌داری چال‌های پیش‌شکافی
۶۹.....	۳-۳-۴ فاصله چال‌های پیش‌شکافی و ضربه‌گیر
۷۲.....	۴-۳-۴ دقت حفاری
۷۲.....	۴-۴ نتیجه‌گیری

فصل پنجم: آشنایی با معدن گل‌گهر سیرجان

۷۴.....	۱-۵ موقعیت جغرافیایی
۷۵.....	۲-۵ تاریخچه اکتشافات ماده معدنی
۷۶.....	۳-۵ چینه‌شناسی و کانی‌شناسی

۷۶.....	۱-۳-۵ پالئوزوئیک
۷۶.....	۲-۳-۵ مزوزوئیک
۷۶.....	۳-۳-۵ کانه‌های فلزی
۷۷.....	۴-۳-۵ کانه‌های غیر فلزی
۷۷.....	۴-۵ آتشیاری

فصل ششم: تجزیه و تحلیل آتشیاری پیش‌شکافی در معدن گل‌گهر سیرجان

۷۹.....	۱-۶ مقدمه
۸۱.....	۲-۶ آتشیاری‌های کنترل شده در معدن گل‌گهر سیرجان
۸۱.....	۱-۲-۶ بلوک ۹-۲۸۰
۸۳.....	۲-۲-۶ بلوک ۹-۲۸۱
۸۶.....	۳-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۲۷
۸۸.....	۴-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۳۸
۹۱.....	۵-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۸۱
۹۵.....	۶-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۸۴
۹۶.....	۷-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۸۵
۹۸.....	۸-۲-۶ بلوک ۱۰-۲۹۳
۹۹.....	۹-۲-۶ بلوک ۱۰-۳۰۵

۱۰۱..... ۱۰-۲-۶ بلوک ۱۱-۱۳۵

۱۰۲..... ۱۱-۲-۶ بلوک ۱۱-۱۷۸

۱۰۵..... ۱۲-۲-۶ بلوک ۱۲-۱۲۵

فصل هفتم: بحث و نتیجه گیری

۱۰۹..... ۱-۷ بحث

۱۰۹..... ۱-۱-۷ نتایج تجربی

۱۱۰..... ۲-۱-۷ نتایج عددی

۱۱۱..... ۲-۷ پیشنهادات

۱۱۳..... منابع

فهرست جداول

- جدول ۱-۱: مقدار انرژی صرف شده برای انجام هر یک از پیامدهای انفجار در توده سنگ..... ۳
- جدول ۱-۲: میزان گسترش مناطق و سرعت ذرات در نواحی اطراف چال..... ۱۹
- جدول ۱-۳: پیشنهاداتی در مورد پارامترهای آتشباری پیش شکافی..... ۳۵
- جدول ۲-۳: پیشنهاداتی در مورد قطر، فاصله داری، بار سنگ و چگالی خرج در روش آتشباری
ملایم..... ۴۳
- جدول ۳-۳: پیشنهاداتی در مورد پارامترهای آتشباری اصلاحی..... ۴۴
- جدول ۱-۴: تأثیر چگالی و سرعت انفجاری ماده منفجره بر فشار تولیدی..... ۶۶
- جدول ۲-۴: فاصله داری چالها در آتشباری پیش شکافی..... ۶۹
- جدول ۳-۴: فاصله چال های ردیف ضربه گیر با ردیف پیش شکافی در لبه و پاشنه پله با توجه
به زاویه چال های پیش شکافی..... ۷۱
- جدول ۱-۵: الگوی چالهای انفجاری در معدن گل گهر شماره یک سیرجان..... ۷۷
- جدول ۱-۶: خصوصیات سنگ بکر در معدن گل گهر شماره یک سیرجان..... ۷۹
- جدول ۲-۶: مشخصات هندسه بلوک انفجاری ۹-۲۸۰..... ۸۲
- جدول ۳-۶: پارامترهای درزه های موجود در بلوک ۹-۲۸۱..... ۸۴
- جدول ۴-۶: مشخصات پارامترهای چال های تولید، ضربه گیر و پیش شکافی بلوک انفجاری
۹-۲۸۱..... ۸۴
- جدول ۵-۶: مشخصات هندسه انفجاری بلوک ۱۰-۲۲۷..... ۸۶
- جدول ۶-۶: شاخص کیفی توده سنگ در سنگ های مختلف بلوک ۱۰-۲۲۷..... ۸۷
- جدول ۷-۶: هندسه بلوک انفجاری ۱۰-۲۳۸..... ۸۸
- جدول ۸-۶: خصوصیات ژئومکانیکی بلوک ۱۰-۲۳۸..... ۸۹

- جدول ۹-۶: الگوی چال‌های انفجاری در بلوک ۲۸۱-۱۰ ۹۱
- جدول ۱۰-۶: خصوصیات درزه‌داری بلوک ۲۸۴-۱۰ ۹۵
- جدول ۱۱-۶: خصوصیات درزه‌های بلوک ۲۸۵-۱۰ ۹۶
- جدول ۱۲-۶: ویژگی‌های چال‌های انفجاری بلوک ۲۸۵-۱۰ ۹۶
- جدول ۱۳-۶: خصوصیات ژئومکانیکی توده سنگ بلوک ۳۰۵-۱۰ ۱۰۰
- جدول ۱۴-۶: مشخصات چال‌های تولیدی، ضربه گیر، پیش شکافی بلوک ۱۳۵-۱۱ ۱۰۱
- جدول ۱۵-۶: خصوصیات درزه‌ها در بلوک ۱۳۵-۱۱ ۱۰۲
- جدول ۱۶-۶: الگوی چالزنی بلوک انفجاری ۱۷۸-۱۱ ۱۰۳

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۲: شکست سنگ بر اثر انعکاس موج از سطح آزاد و پوسته پوسته شدن سنگ..... ۹
- شکل ۲-۲: شکست سنگ بر اثر خمش..... ۱۱
- شکل ۳-۲: رفتار موج در برخورد به سطح مشترک دو محیط..... ۱۳
- شکل ۴-۲: انتشار موج ضربه ناشی از چال انفجاری به سنگ‌های اطراف..... ۱۴
- شکل ۵-۲: نواحی اطراف یک چال انفجاری..... ۱۷
- شکل ۶-۲: شعاع شکستگی در مقابل قطر چال..... ۱۸
- شکل ۷-۲: ناحیه پودر شده و طول ترک‌ها در مقابل فرکانس و فشار دیواره چال انفجاری..... ۲۳
- شکل ۱-۳: نمایی از محل قرارگیری ردیف چال‌های خالی در برابر الگوی آتشباری..... ۲۸
- شکل ۲-۳: جانمایی چال‌های پیش شکافی در برابر چال‌های تولیدی و چال‌های ضربه گیر..... ۲۹
- شکل ۳-۳: نمایی از برخورد جبهه موج حاصل از چال‌های پیش شکافی،..... ۳۱
- شکل ۴-۳: توزیع تنش در یک چال..... ۳۲
- شکل ۵-۳: تأثیر عدم جفت شدگی خرج با دیواره چال بر روی میزان تنش حاصله..... ۳۴
- شکل ۶-۳: نحوه خرج گذاری چال‌ها در یک بلوک پیش شکافی..... ۳۶
- شکل ۷-۳: تأثیر تأخیر بر الگوی ایجاد ترک در اطراف دوچال پیش شکافی، الف): وجود چال
راهنما..... ۳۸
- شکل ۸-۳: تمرکز تنش در اطراف چال‌های راهنمای مختلف در بازه‌های زمانی متفاوت..... ۳۹
- شکل ۹-۳: تأثیر ساختارهای مختلف بر میزان میرایی امواج در بازه‌های زمانی مختلف
- الف) محیط بدون درزه، ب) وجود یک ساختار ضعیف، ج) وجود یک شکاف..... ۴۰
- شکل ۱۰-۳: تعیین موقعیت چالهای آتشباری ملایم بر اساس حوزه تأثیر سایر چالها..... ۴۱
- شکل ۱۱-۳: نمایی از یک چال انفجاری اصلاحی..... ۴۴

- شکل ۳-۱۲: نمایی از قرارگیری چال‌های اصلاحی در پشت چال‌های تولیدی..... ۴۶
- شکل ۳-۱۳: نمایی از یک چال انفجاری با دو شکاف در اطراف آن..... ۴۷
- شکل ۳-۱۴: ابزار ایجاد شکاف در چال..... ۴۷
- شکل ۳-۱۵: استفاده از خرج شکل دار برای ایجاد شکاف در جهت دلخواه..... ۴۸
- شکل ۳-۱۶: کنترل ایجاد ترک در اطراف چال انفجاری، الف): ترک ایجاد شده با استفاده از تیوب فلزی ب): تیوب فلزی شکاف دار ۴۸
- شکل ۳-۱۷: طول ترک‌های ایجاد شده در برابر ضریب جفت شدگی و چگالی خرج..... ۵۲
- شکل ۳-۱۸: طول ترک در برابر ضریب جفت شدگی و حجم گاز تولیدی به ازای واحد طول ۵۲
- شکل ۳-۱۹: نمایی شماتیک از اندازه گیری و پایش فشار در پشت منطقه انفجار..... ۵۳
- شکل ۳-۲۰: تصویری شماتیک از داغ چال‌های به جامانده بر سطح پله..... ۵۴
- شکل ۳-۲۱: سطح سنج..... ۵۵
- شکل ۴-۱: مقایسه تنش- کرنش در حالت‌های بارگذاری متفاوت الف) استاتیکی
ب) دینامیکی..... ۵۹
- شکل ۴-۲: به وجود آمدن واریزه‌ها با توجه به زاویه ناپیوستگی‌ها..... ۶۲
- شکل ۴-۳: تأثیر فاصله داری و زاویه درزه‌ها در انتقال موج‌های ناشی از آتشباری
و نتایج حاصله..... ۶۳
- شکل ۴-۴: تأثیر ضخامت مواد پرکننده درزه‌ها بر روابط تنش- کرنش الف) مواد پرکننده درزه خشک، ب) مواد پرکننده حاوی ۵٪ آب محتوی ج) مواد پرکننده حاوی ۱۰٪ آب محتوی..... ۶۴
- شکل ۴-۵: تأثیر متفاوت مواد پرکننده بین خرج و دیواره چال بر تنش ایجاد شده..... ۶۵
- شکل ۴-۶: ارتباط ثابت N نسبت به چگالی ماده منفجره..... ۶۷
- شکل ۴-۷: تأثیر اختلاف قطر خرج با قطر چال بر فشار چال انفجاری..... ۶۸
- شکل ۴-۸: ارتباط بین تنش ایجاد شده و فاصله از چال‌های ضربه گیر ۷۰

- شکل ۵-۱: موقعیت ناحیه معدنی گل گهر سیرجان..... ۷۴
- شکل ۵-۲: موقعیت نسبی ذخایر ماده معدنی گل گهر..... ۷۵
- شکل ۶-۱: ریزش در دیواره‌های شمالی معدن گل گهر سیرجان..... ۸۱
- شکل ۶-۲: موقعیت قرار گیری چال‌های تولید، ضربه گیر و پیش شکافی نسبت به یکدیگر... ۸۲
- شکل ۶-۳: نتایج حاصل از آتشیاری پیش شکافی بلوک ۲۸۰-۹..... ۸۳
- شکل ۶-۴: نحوه قرار گیری چال‌ها در بلوک ۲۸۱-۹..... ۸۵
- شکل ۶-۵: ایجاد آسیب‌های اولیه یا آسیب‌های اصلی در توده سنگ با توجه به شاخص RMR و حداکثر سرعت ذرات..... ۸۸
- شکل ۶-۶: نمایی از خرج گذاری و گل گذاری چال‌های بلوک ۲۳۸-۱۰..... ۸۹
- شکل ۶-۷: نتایج حاصل از آتش باری کنترل شده در بلوک ۲۳۸-۱۰ و داغ چال‌های برجای مانده در سطح دیواره..... ۹۰
- شکل ۶-۸: موقعیت قرارگیری چال‌ها نسبت به یکدیگر و نحوه گل گذاری چال ضربه‌گیر..... ۹۲
- شکل ۶-۹: نمایی از شیستوزیته در قسمت کلریت-شیست بلوک ۲۸۱-۱۰..... ۹۲
- شکل ۶-۱۰: نتایج حاصل از آتشیاری کنترل شده در بلوک ۲۸۱-۱۰ الف) اثر داغ چال‌های مانده در سطح سینه کار در سنگ هماتیت ب) سینه کار بدست آمده در قسمت شرق بلوک در سنگ کلریت-شیست..... ۹۴
- شکل ۶-۱۱: ریزش روباره خاکی بر سطح پله ۲۸۴-۱۰..... ۹۵
- شکل ۶-۱۲: دیواره بدست آمده از آتشیاری پیش شکافی بلوک ۲۸۵-۱۰..... ۹۷
- شکل ۶-۱۳: نتایج مدلسازی برای بلوک ۲۸۵-۱۰..... ۹۸
- شکل ۶-۱۴: الگوی چال‌های تولیدی، ضربه گیر و پیش شکافی..... ۹۹
- شکل ۶-۱۵: نتایج مدلسازی بدست آمده از بلوک ۲۹۳-۱۰..... ۱۰۰
- شکل ۶-۱۶: نحوه خرج گذاری چال پیش شکافی بلوک ۳۰۵-۱۰..... ۱۰۰

- شکل ۱۷-۶: موقعیت بلوک ۱۱-۱۳۵ و گسل‌های نرمال موجود در معدن..... ۱۰۲
- شکل ۱۸-۶: نتایج آتشباری پیش شکافی بلوک ۱۱-۱۳۵..... ۱۰۳
- شکل ۱۹-۶: موقعیت و گسل موجود در بلوک ۱۱-۱۷۸..... ۱۰۴
- شکل ۲۰-۶: نتایج بدست آمده از آتشباری پیش شکافی، بعد از حرکت مواد بر سطح گسل در بلوک ۱۱-۱۷۸..... ۱۰۵
- شکل ۲۱-۶: نحوه آتشباری در بلوک ۱۲-۱۲۵..... ۱۰۵
- شکل ۲۲-۶: نحوه قرار دادن مواد منفجره ضد آب در داخل چال‌های پیش شکافی..... ۱۰۶
- شکل ۲۳-۶: نتایج حاصل از آتشباری پیش شکافی و داغ چال‌های به وجود آمده در سطح سینه کار بلوک ۱۲-۱۲۵ و ریزش بخشی از دیواره از سطح گسل..... ۱۰۷

فصل اول:

کلیات