



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد تهران جنوب
دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “*M.Sc*”
مهندسی معدن – استخراج

عنوان :

طراحی الگوی آتشیباری معدن نمک سرخه با هدف کاهش سنگ های درشت

استاد راهنما :

استاد مشاور :

نگارش:

((فهرست مطالب))

شماره صفحه	عنوان
۱۷	چکیده
۱۸	مقدمه
فصل اول : ((مطالعه موردی معدن نمک سرخه))	
۲۰	۱-۱- موقعیت جغرافیایی معدن نمک سرخه
۲۰	۱-۲- راه های ارتباطی معدن نمک سرخه
۲۱	۱-۳- زمین شناسی معدن نمک سرخه
۲۳	۱-۴- زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک معدن نمک سرخه
۲۵	۱-۵- میزان ذخیره و عمر معدن
۲۵	۱-۶- بهره بردار معدن نمک سرخه
فصل دوم: ((خواص مهندسی و ژئو مکانیکی سنگ ها و تأثیر آنها بر درجه خردایش حاصل از انفجار))	
۲۸	مقدمه
۲۸	۲-۱- خواص و شرایط فیزیکی سنگ ها
۲۸	۲-۱-۱- چسبندگی
۳۰	۲-۱-۲- تخلخل سنگ ها
۳۰	۲-۱-۳- چگالی سنگ ها
۳۲	۲-۲- خواص مکانیکی سنگ ها
۳۲	۲-۲-۱- مقاومت
۳۴	۲-۲-۲- مقاومت بار نقطه ای
۳۵	۲-۲-۳- خواص الاستیک

۳۷	۲-۲-۴- عوامل زمین شناسی ، تکتونیکی و ژئومکانیکی
۳۹	۲-۲-۴-۱- چین خوردگی ها
۳۹	۲-۲-۴-۲- گسل ها
۳۹	۲-۲-۴-۳- لایه بندی
۴۰	۲-۲-۴-۴- هوازدگی
۴۱	۲-۲-۴-۵- درزه و شکاف ها
۴۱	۲-۲-۴-۶- ناپیوستگی ها
۴۷	۲-۲-۴-۷- ناپیوستگی ها و تأثیر آنها بر درجه خردایش سنگ

فصل سوم : ((خردایش و اجزای طراحی آتشیاری))

۵۲	مقدمه
۵۵	۳-۱- اجزای طراحی آتشیاری
۵۶	۳-۱-۱- قطر چال
۵۷	۳-۱-۲- بارسنگ
۵۸	۳-۱-۳- فاصله ردیفی چال ها
۵۹	۳-۱-۴- ارتفاع پله
۶۰	۳-۱-۵- طول گل گذاری
۶۲	۳-۲-۶- نوبت انفجار و تأخیر
۶۳	۳-۱-۷- آرایش چال ها

فصل چهارم : ((توجیه اقتصادی بهینه سازی خردایش حاصل از آتشیاری))

۶۵	مقدمه
۶۸	۴-۱- خردایش بهینه حاصل از انفجار
۶۹	۴-۲- بهینه سازی خردایش از لحاظ توزیع انرژی
۷۱	۴-۳- ایتیم کردن هزینه های خردایش با حفاری و آتشیاری

۷۱	۴-۳-۱- مدل برای تعیین اپتیمم هزینه ها
۷۱	۴-۳-۲- هزینه های حفاری و آتشباری
۷۵	۴-۳-۳- هزینه های بار گیری
۷۶	۴-۳-۴- هزینه های حمل و نقل
۷۶	۴-۳-۵- هزینه های انفجار ثانویه
۷۷	۴-۳-۶- هزینه ها و خسارت های مربوط به پیامد های منفی آتشباری
	فصل پنجم : ((روشهای ارزیابی خردایش و برخی از روابط موجود طراحی الگوی آتشباری))
۸۰	مقدمه
	۵-۱- روش های تخمین اندازه متوسط قطعات سنگ ، قبل از انجام عملیات انفجار بوسیله مدل های ریاضی و
۸۰	بر اساس پارامترهای طراحی آتشباری و خصوصیات توده سنگ
۸۱	۵-۱-۱- مدل دنیس و گاما
۸۱	۵-۱-۲- مدل لارسون
۸۲	۵-۱-۳- مدل کوز - رام
۸۳	۵-۱-۴- مدل رزین - راملر
۸۵	۵-۱-۵- مدل اصلاح شده کوز - رام
۸۹	۵-۲- روش های تعیین توزیع ابعاد خرد شده با مطالعه بر روی توده سنگ
۹۱	۵-۲-۱- تجزیه و تحلیل مشاهده ای
۹۲	۵-۲-۲- استفاده از روش عکاسی
۹۳	۵-۲-۳- روش های فتوگرامتری
۹۴	۵-۲-۴- عکس برداری سریع
۹۵	۵-۲-۴-۱- پروسه عمل آوری و مطالعه عددی عکس ها
۹۶	۵-۲-۵- مطالعه راندمان تجهیزات بارگیری
۹۸	۵-۲-۶- تعداد سنگ های درشت و آتشباری ثانویه

۵-۲-۷- تأخیرهایی که به سبب پل زدگی قطعات در دهانه سنگ شکن ایجاد می شود	۹۹
۵-۲-۸- غربال کردن	۹۹
۵-۲-۹- مطالعه زاویه قرار توده پس از انفجار و حین بارگیری شاول	۱۰۰
۵-۳-۳- روابط و فرمول های ارائه شده برای طراحی الگوی آتشیاری معادن روباز	۱۰۳
۵-۳-۱- فرمول لانگ فورس	۱۰۳
۵-۳-۲- فرمول آندرسون	۱۰۵
۵-۳-۳- فرمول یوکر	۱۰۵
۵-۳-۴- فرمول اش ۱	۱۰۵
۵-۳-۵- فرمول کونیا	۱۰۷
۵-۳-۶- فرمول فولدسی	۱۰۷
۵-۳-۷- فرمول اش ۲	۱۰۷
۵-۳-۸- فرمول برتا	۱۰۸
۵-۳-۹- رابطه ارائه شده برای فاصله ردیفی چال ها	۱۰۸
۵-۳-۱۰- رابطه اضافه حفر چال	۱۰۸
۵-۳-۱۱- گل گذاری	۱۰۹
۵-۳-۱۲- خرج ته چال	۱۰۹
۵-۳-۱۳- خرج میان چال	۱۱۰
۵-۳-۱۴- کل خرج مصرفی یک چال	۱۱۰
۵-۳-۱۵- خرج ویژه	۱۱۰
۵-۳-۱۶- حفاری ویژه	۱۱۲
۵-۳-۱۷- شیب چال	۱۱۲
۵-۳-۱۸- اندازه بلوک انفجاری	۱۱۴

فصل ششم : ((مطالعات انجام گرفته در معدن نمک سرخه در راستای تحقیق))

۱-۶-۱- روش تحقیق	۱۱۶
۲-۶-۲- نگاهی به عملیات آماده سازی و استخراج معدن نمک سرخه	۱۱۷
۳-۶-۳- نتایج برخی از آتشباری های صورت گرفته در معدن نمک سرخه	۱۱۸
۴-۶-۱- مطالعات درزه داری معدن نمک سرخه	۱۲۱
۴-۶-۲- تهیه نمونه سنگ نمک برای تعیین مقاومت تک محوری فشاری و کششی	۱۲۳
۴-۶-۳- تعیین خصوصیات فیزیکی معدن نمک سرخه	۱۲۵
۴-۶-۴- تعیین قطر چال معدن نمک سرخه	۱۲۶
۴-۶-۵- تعیین ارتفاع پله معدن نمک سرخه	۱۲۶
۴-۶-۶- تعیین شیب چال	۱۲۸
۴-۶-۷- تعیین ضخامت بار سنگ و فاصله ردیفی چال ها و سایر پارامترهای الگوی آتشباری معدن نمک سرخه	۱۲۸
۴-۶-۸- تعیین آرایش چال ها در معدن نمک سرخه	۱۳۰
۴-۶-۹- تعیین نوبت انفجار و تأخیر چال ها در معدن نمک سرخه	۱۳۰
۵-۶-۱- مقایسه ضخامت بار سنگ (B) و فاصله ردیفی چال ها (S) بدست آمده از روابط با خواص ژئو مکانیکی سنگ نمک معدن سرخه	۱۳۱
۵-۶-۲- مقایسه خرج ویژه بدست آمده از روابط با خواص ژئو مکانیکی معدن نمک سرخه	۱۳۳
۵-۶-۱-۲- رابطه خرج ویژه با نوع سنگ	۱۳۳
۵-۶-۲-۲- رابطه خرج ویژه با شاخص قابلیت انفجارپذیری (BI)	۱۳۴
۵-۶-۳- مقایسه اضافه حفاری و ضخامت گل گذاری بدست آمده از روابط با نتایج مربوط به خواص ژئو مکانیکی معدن نمک سرخه	۱۳۵
۶-۶-۶- ارائه الگوی نهایی آتشباری معدن نمک سرخه برای دو بخش شمال شرقی و غربی	۱۳۷

فصل هفتم : ((نتیجه گیری و پیشنهادات))

۱۴۲.....	۷-۱- بحث
۱۴۲.....	۷-۲- نتیجه گیری
۱۴۳.....	۷-۳- پیشنهادات
۱۴۵.....	پیوست
۱۵۲.....	منابع و مأخذ
۱۵۲.....	فهرست منابع فارسی
۱۵۳.....	فهرست منابع لاتین
۱۵۵.....	چکیده انگلیسی
۱۵۶.....	واژه نامه

((فهرست جداول))

عنوان	شماره صفحه
۱-۱- شرایط کاربردی مواد از دیدگاه تکنولوژیکی	۲۶
۲-۱- مشخصات کیفیت مواد خارج از طرح استخراج و مواد متقل شده بع عنوان خوراک کارخانه	۲۶
۱-۲- برخی از مشخصات انفجاری سنگ ها	۳۲
۲-۲- رده بندی سنگ بکر توسط دیر ومیلر بر اساس مقاومت فشاری	۳۷
۳-۲- طبقه بندی پیشنهادی فواصل ناپیوستگی توسط ISRM	۴۴
۴-۲- طبقه بندی پیشنهادی ناپیوستگی ها	۴۵
۵-۲- رابطه اندازه بلوک ها و تعداد درزه ها در واحد حجم توده سنگ (بارتن 1978)	۴۷
۳-۱- تأثیر مقادیر مقادیر مختلف ضریب سفتی بر میزان خردشدگی و سایر پارامترهای انفجار	۶۰
۳-۲- فاصله زمانی تأثیر تأخیر برای انفجار یک به یک چال ها	۶۲
۴-۱- نوع و هزینه انرژی مصرفی در مراحل مختلف معدنکاری	۶۸
۴-۲- توزیع انرژی یک انفجار به همراه عوامل مؤثر در آن	۷۰
۴-۳- فاکتور پرشوندگی بر اساس اندازه نسبی قطعات	۷۵
۵-۱- تعیین قابلیت انفجارپذیری با توجه به توده سنگ	۸۲
۵-۲- تعیین فاکتورسنگ مربوط به ساختار توده سنگ	۸۲
۵-۳- تأثیر پارامترهای مختلف آتشباری بر روی مقدار n	۸۴
۵-۴- پارامترهای مؤثر در قابلیت انفجارپذیری	۸۶
۵-۵- مدل های پیش بینی شده ابعاد خردشده حاصل از انفجار	۸۷
۵-۶- مزایا و معایب مدل های ارائه شده جهت پیش بینی ابعاد قطعات خردشده حاصل از انفجار	۸۸
۵-۷- ثابت سنگ برای تعدادی از سنگ ها با شرایط خاص	۱۰۴
۵-۸- ضریب مربوط به نوع ماده منفجره و سنگ	۱۰۶
۵-۹- خرج ویژه برخی از سنگ ها با مشخصات ذکر شده	۱۱۱
۶-۱- اطلاعات برخی از آتشباری های انجام گرفته در معدن نمک سرخه	۱۱۹

-
- ۶-۲- مشخصات درزه های برداشت شده معدن نمک سرخه ۱۲۱
- ۶-۳- نتایج حاصل از آزمایش بار نقطه ای سنگ معدن نمک سرخه ۱۲۴
- ۶-۴- تعیین برخی از مشخصات فیزیکی سنگ نمک سرخه ۱۲۶
- ۶-۵- رابطه بین قطر چال و ارتفاع پله مناسب پله ۱۲۷
- ۶-۶- نتایج بدست آمده از طراحی الگوی آتشفباری معدن نمک سرخه در قسمت شمال شرقی با قطر 76
میلیمتر ۱۲۹
- ۶-۷- نتایج بدست آمده از طراحی الگوی آتشفباری معدن نمک سرخه در قسمت شمال غربی با قطر 64
میلیمتر ۱۲۹
- ۶-۸- تعیین میزان ضخامت بار سنگ و فاصله ردیفی چال ها با استفاده از مقاومت فشاری سنگ ۱۳۲
- ۶-۹- رابطه بین نوع سنگ و خرج ویژه ۱۳۳
- ۶-۱۰- امتیاز پارامترهای شاخص انفجارپذیری سنگ نمک سرخه ۱۳۴
- ۶-۱۱- تعیین میزان ضخامت گل گذاری و اضافه حفاری بر اساس مقدار مقاومت فشاری تک محوره ۱۳۶

((فهرست اشکال))

عنوان	شماره صفحه
۱-۱- راه های دسترسی به معدن نمک سرخه	۲۰
۲-۱- نقشه زمین شناسی معدن نمک سرخه	۲۲
۳-۱- نقشه ساختاری معدن نمک سرخه	۲۴
۱-۲- آزمایش قطری ، طولی ، بلوکی ، کلوخه نامنظم	۳۶
۲-۲- چگونی مسدود نمودن نقاط ضعیف سنگ در چال	۴۰
۳-۲- نمایش امتداد شیب و جهت شیب در صفحات با سه جهت مختلف	۴۳
۴-۲- اشکال مختلف قطعات سازنده توده سنگ	۴۶
۵-۲- مقایسه منحنی توزیع اندازه قطعات پس از انفجار و منحنی توزیع اندازه بلوک های در جا قبل از انفجار	۴۷
۶-۲- چگونگی وضعیت سیستم درزه ها در آزمایشات انجام گرفته توسط Bhandan	۴۹
۷-۲- آرایش چال های با قطر زیاد در توده سنگ درزه دار که باعث تشکیل قطعات بزرگ سنگ در اثر انفجار می گردد	۵۰
۸-۲- آرایش چال های کم قطر در توده سنگ درزه دار که باعث تشکیل قطعات کوچک سنگ در اثر انفجار می گردد	۵۰
۱-۳- ازدیاد سطح دانه ها در اثر شکسته شدن سنگ	۵۳
۲-۳- اجزای آتشیاری در معادن روباز	۵۵
۳-۳- تأثیر قطر چال بر روی هزینه های استخراجی	۵۶
۴-۳- با افزایش قطر چال ، اندازه قطعات بزرگتر می شود	۵۷
۵-۳- آرایش چال ها در حالتی که لایه بندی موازی سطح آزاد است	۵۹
۶-۳- آرایش چال ها در حالتی که لایه بندی عمود سطح آزاد است	۵۹
۷-۳- ارتباط بین میزان خردشدگی و آرایش چال ها در تأخیرات مختلف	۶۳
۱-۴- سیکل عملیات استخراج معدن	۶۶

۲-۴- متوسط هزینه های تولید برای سنگ های سخت در معادن روباز	۶۶
۳-۴- مقایسه هزینه خردشدگی در سه حالت انفجار	۶۷
۴-۴- مقایسه هزینه تولید از حفاری تا آسیا برای سه حالت انفجار	۶۷
۵-۴- یک الگوریتم ساده جهت اپتیمم کردن خردایش توسط انفجار	۷۳
۶-۴- تأثیر مقاومت سنگ در هزینه های حفاری و آتشباری	۷۴
۷-۴- توزیع هزینه های حفاری و آتشباری برای یک معدن روباز	۷۴
۸-۴- کاهش همزمان هزینه ها و اثرات جانبی انفجار در معادن	۷۷
۱-۵- متوسط اندازه قطعات بر اساس مدل کوز - رام	۸۳
۲-۵- انحراف چال های انفجاری در اثر خطاهای حفاری	۹۰
۳-۵- دیاگرام حفاری و آتشباری	۹۱
۴-۵- نواحی مختلف یک توده انفجار شده	۹۲
۵-۵- وجود قطعات درشت در قسمت روئی توده	۹۲
۶-۵- قسمت های مختلف یک توده و امتداد عکس برداری صحیح	۹۴
۷-۵- روند توزیع خردایش قطعات حاصل از انفجار	۹۶
۸-۵- قسمتی از توده که به علت کم بودن ارتفاع ، ارتفاع بارگیری در آن قسمت پایین است	۹۸
۹-۵- چگونگی جابجایی بلوک انفجاری ، ب - شکل توده پس از انفجار	۱۰۱
۱۰-۵- حالت های مختلف ایستایی توده سنگ خرد شده پس از انفجار	۱۰۲
۱۱-۵- مقایسه ضخامت بار سنگ در دو وضعیت چال قائم و چال مایل	۱۱۳
۱۲-۵- مزایای چال مایل	۱۱۳
۱۳-۵- نسبت طول به عرض بلوک انفجاری ، در بلوک هایی با یک سطح آزاد	۱۱۴
۱۴-۵- نسبت طول به عرض بلوک انفجاری در بلوک هایی با دو سطح آزاد	۱۱۴
۱-۶- الگوریتم عملیات انجام شده برای رسیدن به الگوی آتشباری نهایی معدن نمک سرخه	۱۱۷
۲-۶- جداکردن قطعات درشت توسط بولدوزر	۱۱۸
۳-۶- قطعه درشت حاصل از انفجار در قسمت شمال غربی معدن -تراز ۱۱۹۰ متر	۱۲۰

- ۴-۶- قطعه درشت حاصل از انفجار در قسمت شمال شرقی معدن -تراز ۱۱۹۰ متر ۱۲۰
- ۵-۶- نمودار کنج نگار درزه های برداشت شده معدن نمک سرخه تهیه شده با نرم افزار Dips v 5 ۱۲۲
- ۶-۶- نمودار قطبی درزه های برداشت شده معدن نمک سرخه تهیه شده با نرم افزار Dips v 5 ۱۲۲
- ۷-۶- نمودار آماری درزه های برداشت شده معدن نمک سرخه ۱۲۳
- ۸-۶- مقاومت فشاری بدست آمده سنگ نمک معدن سرخه ۱۲۴
- ۹-۶- مقاومت فشاری بدست آمده سنگ نمک معدن سرخه ۱۲۵
- ۱۰-۶- حداقل ارتفاع پله بر حسب قطر چال ۱۲۷
- ۱۱-۶- نمودار ضخامت بار سنگ بر حسب نوع سنگ ۱۳۱
- ۱۲-۶- رابطه بین خرج ویژه و قابلیت انفجار ۱۳۵
- ۱۳-۶- الگوی آتشفشانی بخش شمال شرقی معدن نمک سرخه Pattern / NE ۱۳۸
- ۱۴-۶- الگوی آتشفشانی بخش شمال غربی معدن نمک سرخه Pattern / NW ۱۳۸
- ۱۵-۶- پروفیل چال آتشفشانی در بخش شمال شرقی معدن Profile / NE ۱۳۹
- ۱۶-۶- پروفیل چال آتشفشانی در بخش شمال شرقی معدن Profile / NW ۱۳۹
- ۱۷-۶- دو نوع تأخیر پیشنهادی برای الگوی آتشفشانی با چند ردیف چال ۱۴۰

چکیده

در معادن روباز خردایش سنگ معمولاً با عملیات آتشباری صورت می‌پذیرد. خردایش مناسب سنگ می‌تواند بطور مؤثری باعث کاهش هزینه‌های کلی معدن شود. برای طراحی عملیات آتشباری و رسیدن به خردایش مطلوب، پارامترهای متعددی مانند خصوصیات توده سنگ، نوع ماده منفجره و سایر پارامترهای آتشباری باید در نظر گرفته شود. در معدن سنگ نمک سرخه عملیات آتشباری بدون در نظر گرفتن عوامل فوق صورت می‌گیرد، که نتیجه آن تولید سنگ‌های درشت می‌باشد. در این تحقیق با در نظر گرفتن برخی از پارامترهای فوق، یک الگوی آتشباری با هدف کاهش سنگ‌های درشت ارائه شده است. بر این اساس، دو نوع الگوی آتشباری برای قسمت‌های مختلف مناسب تشخیص داده شد؛ در بخش شمال غربی معدن که سنگ درزه دار می‌باشد قطر چال کمتر (شبکه متراکمتر) و در سایر بخش‌ها قطر چال بیشتر (شبکه با تراکم کمتر). بر اساس مطالعات انجام شده، سنگ نمک دارای رفتار الاستو پلاستیک بوده و این خصیصه باید بعنوان مهمترین فاکتور در طراحی الگوی آتشباری در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی : آتشباری - خردایش - الگوی آتشباری (انفجار)