



دانشگاه آزاد اسلامی  
واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد " M.Sc "

مهندسی معدن - استخراج

عنوان:

بهینه سازی الگوی آتشیاری معدن کوارتزیت زفره جهت کاهش  
خرج ویژه

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

## فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	چکیده
۲	مقدمه

### فصل اول : کلیات

۵	۱-۱- هدف
۵	۲-۱- پیشینه تحقیق
۶	۳-۱- روش کار و تحقیق

### فصل دوم : پارامترهای مؤثر در طراحی الگوی آتشباری

۸	۱-۲- پارامترهای قابل کنترل
۸	۱-۱-۲- قطر چال
۹	۲-۱-۲- ارتفاع پله
۱۱	۳-۱-۲- بارسنگ
۱۱	۴-۱-۲- فاصله ردیفی چالها
۱۳	۵-۱-۲- اضافه حفر چال
۱۴	۶-۱-۲- گل گذاری
۱۵	۷-۱-۲- زاویه شیب چال
۱۷	۸-۱-۲- آرایش چالها
۱۸	۹-۱-۲- زمان تأخیر
۲۱	۱۰-۱-۲- ابعاد و شکل سایت انفجاری
۲۱	۱۱-۱-۲- نوع ماده منفجره
۲۴	۱۲-۱-۲- چگونگی خرج گذاری
۲۵	۲-۲- پارامترهای غیر قابل کنترل
۲۶	۱-۲-۲- خصوصیات سنگ
۲۶	۱-۱-۲-۲- وزن مخصوص
۲۶	۲-۱-۲-۲- مقاومت دینامیکی سنگها
۲۷	۳-۱-۲-۲- خصوصیات الاستیکی سنگها
۲۷	۴-۱-۲-۲- تخلخل
۲۹	۵-۱-۲-۲- اصطکاک داخلی

۲۹-۱-۲-۲-۶- خاصیت هدایت حرارتی و الکتریکی سنگها .....

**عنوان** .....  
**صفحه** .....

۲۹-۲-۲-۲- ساختارهای زمین شناسی .....

۲۹-۱-۲-۲-۲- لایه بندی .....

۳۱-۲-۲-۲- سیستم درزه ها .....

۳۳-۳-۲-۲-۲- ناحیه تنش .....

۳۴-۴-۲-۲-۲- آب محتوی .....

۳۵-۵-۲-۲-۲- درجه حرارت توده سنگ .....

### فصل سوم : روابط ارائه شده مرتبط با الگوی آتشفباری

۳۷-۱-۳- محاسبه پارامترهای هندسی .....

۳۷-۱-۱-۳- بارسنگ .....

۳۷-۱-۱-۱-۳- محاسبه بارسنگ از طریق خرج ویژه .....

۳۹-۲-۱-۱-۳- محاسبه بارسنگ با استفاده از قطر چال .....

۴۳-۲-۱-۳- فاصله ردیفی چالها .....

۴۵-۳-۱-۳- مقادیر پارامترهای هندسی در انواع انفجارهای سطحی .....

۴۵-۱-۳-۱-۳- تقسیم بندی بر حسب قطر چالهای انفجاری .....

۴۷-۲-۳-۱-۳- تقسیم بندی انفجارها بر حسب مورد استفاده .....

۴۹-۲-۳- ارزیابی انفجار .....

۴۹-۱-۲-۳- خردایش .....

۵۴-۲-۲-۳- پرتاب سنگ .....

۵۵-۳-۲-۳- لرزش هوا .....

۵۷-۴-۲-۳- لرزش زمین .....

۶۰-۳-۳- خرج ویژه .....

۶۰-۱-۳-۳- پیش بینی خرج ویژه .....

۶۱-۱-۱-۳-۳- پیش بینی خرج ویژه بر اساس سیستم طبقه بندی ژئومکانیکی توده سنگ .....

۶۳-۲-۱-۳-۳- پیش بینی خرج ویژه بر اساس اندیس قابلیت انفجار .....

۶۴-۲-۳-۳- عوامل افزایش خرج ویژه .....

۶۶-۴-۳- حفاری ویژه .....

### فصل چهارم : بهینه سازی الگوی آتشفباری معدن کوارتز زفره

۶۹-۱-۴- معرفی معدن کوارتز زفره .....

۶۹-۱-۱-۴- موقعیت جغرافیایی معدن .....

۷۱-۲-۱-۴- کانی شناسی، زمین شناسی و میزان ذخیره معدن .....

**عنوان** ..... **صفحه**

۷۴-۲-۴- طرح فنی و الگوی آتشیباری معدن.....

۷۴-۱-۲-۴- طرح فنی استخراج .....

۷۵-۲-۲-۴- الگوی آتشیباری .....

۷۶-۳-۲-۴- نتیجه الگوی موجود .....

۷۸-۳-۴- بهینه سازی الگوی آتشیباری معدن .....

۸۳-۴-۴- ارزیابی نتایج حاصل از بهینه سازی الگو .....

۸۳-۱-۴-۴- خرج ویژه و حفاری ویژه .....

۸۳-۲-۴-۴- خردایش .....

### فصل پنجم : نتیجه گیری و پیشنهادات

۹۸-۱-۵- نتیجه گیری .....

۹۹-۲-۵- پیشنهادات .....

۱۰۱- پیوست .....

### منابع و مأخذ

۱۰۸- فهرست منابع فارسی .....

۱۰۹- فهرست منابع لاتین .....

۱۱۱- سایت‌های اطلاع رسانی .....

۱۱۲- چکیده انگلیسی .....

## فهرست جدولها

<u>عنوان</u>	<u>صفحه</u>
۱-۲ : رابطه ارتفاع پله با ضخامت بارسنگ و تاثیرات مختلف آنها .....	۱۰
۲-۲ : رابطه قطر چال و ارتفاع مناسب پله .....	۱۰
۳-۲ : مقدار اضافه حفاری بر حسب شرایط سنگ .....	۱۳
۴-۲ : مقدار ثابت تاخیر بر حسب نوع سنگ .....	۱۹
۵-۲ : ثابتهای تأخیر متفاوت بین ردیفها و نتیج حاصل از آن .....	۲۰
۶-۲ : ترکیبهای مختلف فاصله ردیفی چالها-درزه ها و وضعیت خردایش .....	۳۲
۱-۳ : مقادیر مختلف Kb بر حسب جنس سنگ و نوع ماده منفجره .....	۴۱
۲-۳ : الگوی آتشیاری در چالهایی با قطر کم .....	۴۶
۳-۳ : الگوی آتشیاری در چالهایی با قطر زیاد .....	۴۶
۴-۳ : ثابت قابلیت انفجارپذیری برای سنگهای مختلف .....	۵۱
۵-۳ : مقادیر فاکتور سنگ .....	۵۲
۶-۳ : پیش بینی تأثیر لرزش بر اساس فاصله مقیاس دار .....	۵۹
۷-۳ : رابطه سرعت ذرات و درجه خسارت وارده .....	۵۹
۸-۳ : معیارهای ایمنی بر اساس مقیاس فاصله دار و سرعت ذرات .....	۵۹
۹-۳ : محدوده خرج ویژه برای سنگهای مختلف .....	۶۰
۱۰-۳ : پیش بینی خرج ویژه بر اساس خواص فیزیکی و ژئومکانیکی توده سنگ در عملیات انفجار سطحی .....	۶۱
۱۱-۳ : پارامترها، محدوده مقادیر و امتیازهای مربوط به آنها برای پیش بینی خرج ویژه .....	۶۲
۱۲-۳ : تصحیح و تعدیل امتیاز بدست آمده برای تعیین اندیس قابلیت انفجار .....	۶۳
۱۳-۳ : پیش بینی خرج ویژه برای عملیات انفجار معادن سطحی بر اساس اندیس قابلیت انفجار .....	۶۳
۱۴-۳ : امتیازهای مربوط به هر یک از پارامترهای فیزیکی و ژئومکانیکی توده سنگ برای تعیین BI .....	۶۴

## فهرست نمودارها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱۶.....	۱-۲ : رابطه زاویه شیب چال و طول اضافه حفاری
۹۲.....	۱-۴ : وضعیت توزیع ابعاد سنگهای خرد شده تصویر ۴-۴
۹۳.....	۲-۴ : توزیع ابعادی سنگهای خرد شده بلوک ۱
۹۳.....	۳-۴ : منحنی توزیع ابعادی سنگهای خرد شده بلوک ۱ همراه با مدل کاز-رام
۹۴.....	۴-۴ : منحنی توزیع تجمعی سایز سنگهای خرد شده بلوک ۱
۹۵.....	۵-۴ : منحنی توزیع ابعادی سنگهای خرد شده بلوک ۲ همراه با مدل کاز-رام
۹۵.....	۶-۴ : منحنی توزیع تجمعی سایز سنگهای خرد شده بلوک ۲

## فهرست شکلها

صفحه	عنوان
۹	۱-۲ : تأثیر قطر چال و ناپیوستگیها در تولید سنگهای درشت
۱۲	۲-۲ : تأثیر فاصله ردیفی چالها در میزان خردایش سنگ
۱۴	۳-۲ : تأثیر طول گل گذاری در نتیجه انفجار
۱۵	۴-۲ : ایجاد سکو در چالهای قائم و مایل
۱۶	۵-۲ : مقایسه عقب زدگی در چالهای قائم و مایل
۱۷	۶-۲ : انواع انحراف چالها
۱۸	۷-۲ : تصویر آرایش مربعی و لوزی
۱۹	۸-۲ : تأثیر زمان تاخیر در جهت جابجایی ردیفها
۲۰	۹-۲ : انواع آرایش چالهای انفجاری با زمانهای تأخیر متفاوت
۲۸	۱۰-۲ : تاثیر وجود حفره در مسیر چال و راه حل آن
۳۰	۱۱-۲ : چگونگی استفاده از گل گذاری هنگام برخورد با لایه های ضعیف
۳۱	۱۲-۲ : نحوه برخورد با لایه های سختی که در سطح زمین قرار دارند
۳۳	۱۳-۲ : آرایش چالهایی با قطر زیاد و کم در توده سنگ درزه دار
۳۹	۱-۳ : ارتباط قطر چال با ضخامت بارسنگ برحسب جنس سنگ
۴۴	۲-۳ : آرایش چالها در حالتی که لایه بندی موازی سطح آزاد است
۴۵	۳-۳ : آرایش چالها در حالتی که لایه بندی عمود بر سطح آزاد است
۶۵	۴-۳ : منحنی ارتباط بین خرج ویژه با هزینه کل
۶۷	۵-۳ : ارتباط قطر چال و حفاری ویژه برحسب جنس سنگ
۷۳	۱-۴ : تصویر لایه بندی در معدن کوارتز زفره
۷۷	۲-۴ : به وجود آمدن قطعات ریز سنگ در نتیجه انفجار
۷۸	۳-۴ : تشکیل قطعات بزرگ سنگ در نتیجه انفجار
۹۱	۴-۴ : تصویر قطعات سنگ معدن در جبهه کار پس از انفجار
۹۱	۵-۴ : مشخص کردن مرز قطعات سنگ با کمک ماوس
۹۲	۶-۴ : نمایی از طرز تشخیص ابعاد قطعات سنگ توسط نرم افزار
۹۴	۷-۴ : تصویر اطلاعات کلی مربوط به ابعاد سنگهای خرد شده بلوک ۱
۹۶	۸-۴ : تصویر اطلاعات کلی مربوط به ابعاد سنگهای خرد شده بلوک ۲

## فهرست نقشه ها

صفحه

عنوان

۴-۱ : موقعیت جغرافیایی معدن کوارتزیت و دولومیت زفره ..... ۷۰



## چکیده:

عملیات حفاری و انفجار در فرآیندهای استخراج معادن روباز بسیار مهم می‌باشند. بطوریکه طراحی الگوی بهینه انفجار در اینگونه معادن باعث می‌شود که ماده معدنی با کمترین قیمت تمام شده استخراج گردد.

یکی از شاخصهای مهم عملیات انفجار سطحی، خرج ویژه می‌باشد. از آنجا که این شاخص بر روی هزینه های آتشیاری تأثیر زیادی دارد؛ بهینه سازی آن می تواند در کاهش هزینه واحد عملیات انفجار و بهبود وضعیت اقتصادی عملیات استخراج در معادن مفید واقع شود.

در این پروژه ابتدا عوامل مؤثر در طراحی الگوی آتشیاری (پارامترهای قابل کنترل و غیر قابل کنترل) مورد بررسی قرار گرفت. پس از آن چگونگی محاسبه پارامترهای هندسی الگوی آتشیاری (ضخامت بارسنگ و فاصله ردیفی چالها) به تفصیل توضیح داده شد و در ادامه نتایج حاصل از انفجار و روابط مرتبط با آن شرح داده شد. سپس خرج ویژه تعریف و روشهای پیش بینی آن آورده شده است. در نهایت چگونگی بهینه سازی الگوی آتشیاری در معدن کوارتزیت زفره توضیح داده شده است که در آن پس از بیان موقعیت جغرافیایی معدن، طرح فعلی و نتایج حاصل از اجرای آن، الگوی آتشیاری بهینه با توجه به فرمولهای موجود و تجربیات مشابه پیشنهاد و سپس نتایج حاصل از اجرای آن از جهت خرج ویژه و میزان خردایش سنگ مورد بررسی قرار گرفت.