



دانشگاه آزاد اسلامی

واحد تهران جنوب

دانشکده تحصیلات تکمیلی

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

رشته: مهندسی معدن - استخراج معدن

عنوان:

تعیین محدوده نهایی معدن سنگ آهن سه چاهون

به روش مخروط شناور

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

## فهرست مطالب

### فصل اول : کلیاتی درباره کانسار سنگ آهن سه چاهون ( توده

شمالی )

- ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای ارتباط به کانسار ۶
- ۱-۲- زمین شناسی ۹
- ۱-۲-۱- زمین شناسی ناحیه ای ۹
- ۱-۲-۲- زمین شناسی کانسار ۱۰
- ۱-۲-۳- زمین ساختار منطقه ۱۲
- ۱-۲-۳-۱- گسلهای موجود ۱۲
- ۱-۳- مورفولوژی کانسار ۱۴
- ۱-۴- آب های زیرزمینی ۱۶
- ۱-۵- مشخصات کمی و کیفی کانسنگ ۱۶

### فصل دوم: تاریخچه اکتشافات و مدل زمین شناسی کانسار سه چاهون

- ۱-۲- مقدمه ۱۹

- ۲۰-۲ - اکتشافات تکمیلی ۲۰
- ۲۰-۳ - مقاطع زمین شناسی ۲۰
- ۲۱-۴ - تهیه پلانهای زمین شناسی ۲۱
- ۲۱-۵ - محاسبه ذخیره ۲۱
- ۲۲-۱-۵ - کریجینگ معمولی ۲۲
- ۲۲-۲-۵ - وزن مخصوص ۲۲
- ۲۷-۴-۵ - کاتاگوری ذخیره ۲۷
- ۳۱-۶ - مقایسه نتایج بدست آمده قبل و بعد از اکتشافات تکمیلی ۳۱

## فصل سوم: محدوده نهایی معادن روباز

- ۳۳-۱ - مقدمه ۳۳
- ۳۳-۲ - محدوده نهایی معادن روباز ۳۳
- ۳۳-۱-۲-۳ - مفهوم کلی ۳۳
- ۳۵-۲-۲-۳ - روشهای تعیین محدوده نهایی بهینه معادن روباز ۳۵
- ۳۶-۳-۲-۳ - مدل بلوکی و ابعاد مناسب بلوکها ۳۶

۴۰-۳-۲-۴- تعیین ارزش اقتصادی بلوکها

۴۳-۳-۳- بکارگیری نرم افزارهای بهینه سازی

## فصل چهارم : معرفی و مقایسه برخی از الگوریتم های بهینه سازی

### محدوده نهایی معادن روباز

۴۴-۱-۴- الگوریتمهای بهینه سازی محدوده نهایی معادن روباز

۴۶-۱-۱-۴- تقسیم بندی کلی الگوریتمها

۴۶-۲-۴- مروری کلی بر الگوریتمهای بهینه سازی کاواک

۵۲-۳-۴- مقایسه سه الگوریتم مشهور و ضرورت ارائه روشهای جدید

### فصل پنجم : بررسی الگوریتم مخروط شناور

۶۳-۱-۵- مقدمه

۶۷-۲-۵- روش مخروط شناور

۸۰-۳-۵- طراحی کاواک سه بعدی به روش مخروط متحرک و «صاف کردن» ۸۰

۸۰-۱-۳-۵- مقدمه

۸۰-۲-۳-۵- برنامه مخروط متحرک سه بعدی

### فصل ششم: تحلیل پایداری شیب دیواره های معدن

۱-۶- نتایج بدست آمده تحلیل پایداری شیب دیواره های معدن سه چاهون در دو

بخش سنگی و خاکی ۸۷

۱-۱-۶- تحلیل پایداری شیروانی های خاکی بخش آبرفتی روباره ۸۷

۲-۱-۶- تحلیل پایداری شیروانی های سنگی ۹۰

### فصل هفتم: برآورد هزینه و در آمد حامل از فروش

۱-۷- هزینه های معدنکاری ۹۴

۱-۱-۷- هزینه های جاری ۹۴

۲-۱-۷- هزینه های سرمایه ای ۹۴

۳-۱-۷- هزینه پایه معدنکاری ۹۵

۴-۱-۷- هزینه های استخراج یک تن باطله ۹۷

۵-۱-۷- هزینه های استخراج یک تن کانسنگ ۹۷

۶-۱-۷- ضریب تصحیح هزینه های معدنکاری ۹۷

۹۹ ۲-۷- هزینه های فراوری

۹۹ ۱-۲-۷- هزینه های جاری فراوری

۹۹ ۲-۲-۷- هزینه های سرمایه ای فراوری

۱۰۱ ۳-۲-۷- هزینه های فرآوری یک تن کانسنگ

۱۰۲ ۳-۷- قیمت فروش

## فصل هشتم : روش کار با نرم افزار و تعیین محدوده نهایی سنگ آهن

### سه چاهون توده شمالی

۱۰۴ ۱-۸- کلیات

۱۰۵ ۲-۸- قالب داده های برنامه

۱۰۵ ۱-۲-۸- داده های اکتشافی

۱۰۷ ۳-۸- چگونگی ایجاد مقطع در برنامه CSMINE

۱۱۲ ۴-۸- مدل سازی کمپوزیت داده های اکتشافی

۱۱۳ ۵-۸- منو کمپوزیت

۱۱۳ ۱-۵-۸- کمپوزیت پله ای یا کولار

۱۱۳	۲-۵-۸- ارتفاع مرتفع ترین پله
۱۱۴	۳-۵-۸- فاصله بین کمپوزیت‌ها
۱۱۴	۴-۵-۸- تعداد فواصل
۱۱۲	۶-۸- مدل سازی بلوک
۱۱۷	۷-۸- فایل توپوگرافی سطح
۱۱۸	۸-۸- تعیین ارزش بلوک‌ها
۱۱۹	۱-۸-۸- بیضی جستجو
۱۲۰	۹-۸- ساخت مدل در دو و سه بعد
۱۲۰	۱۰-۸- تعیین ارزش بلوک به روش مربعات معکوس فاصله
۱۲۱	۱۱-۸- تعیین ارزش بلوک بوسیله روش کریجینگ
۱۲۲	۱۲-۸- محاسبه مقادیر اقتصادی
۱۲۴	۱-۱۲-۸- فرمول های ارزیابی
۱۲۸	۱۳-۸- مدل سازی پیت
۱۳۱	۱۴-۸- ایجاد یک مدل بلوک

۱۳۱	۱۵-۸ تعیین مقادیر منو بلوک
۱۳۲	۱۶-۸ پارامترهای واریوگرام
۱۳۴	۱۷-۸ پارامترهای بلوک
۱۳۴	۱-۱۸-۸- شیب نهایی معدن
۱۳۶	۱۹-۸- تعیین پیت بهینه
۱۳۶	۱-۱۹-۸ ایجاد مدل بلوکی اولیه کانسار
۱۳۶	۲-۱۹-۸- ایجاد مدل اقتصادی
۱۳۸	۳-۱۹-۸- نسبت های باطله برداری
۱۳۸	۲۰-۸- تعیین محدوده نهایی
۱۴۳	جمع بندی و نتیجه گیری
۱۴۵	<b>پیوست</b>
۱۸۴	<b>منابع و مأخذ</b>

## فهرست اشکال

- ۴ 1: کمان جهت دار از بلوک **A** به **B**
- ۸ ۱-۱: موقعیت معدن سه چاهون
- ۳۷ ۱-۳: تشریح یک مدل سه بعدی
- ۵۶ ۱-۴: نتایج مقایسه اولیه سال ۱۹۹۰
- ۵۷ ۲-۴: نتایج مقایسه تکمیلی سال ۱۹۹۰
- ۵۸ ۳-۴: نتایج مقایسه اولیه سال ۱۹۹۱
- ۶۴ ۱-۵: مقطع پیت شناور
- ۶۵ ۲-۵: منحنی ارزش خالص - عیار نشان دهنده حد جدایش باطله از خوراک کارخانه
- ۶۶ ۳-۵: مدل بلوکی عیاری برای حدود پیت مثال
- ۶۶ ۴-۵: حدود نهایی پیت بررسی شده به روش دستی
- ۶۷ ۵-۵: مدل بلوکی اقتصادی تهیه شده بر مبنای مدل بلوکی عیاری شکل ۳-۵
- ۶۷ ۶-۵: حدود نهایی مورد بررسی قرار گرفته پیت
- ۶۸-۷۱ ۷-۵ الی ۱۳-۵ روش مخروط شناور
- ۷۳-۷۹ ۱۴-۵ الی ۲۵-۵ معایب روش مخروط شناور
- ۸۱ ۲۶-۵ مخروط مینیمم باطله برداری قطعه ( ۳,۵,۴ )
- ۸۲ ۲۷-۵ ارزش اقتصادی قطعات  $M_{ijk}$  در پنج مقطع از مدل قطعه ای مخروط متحرک

- ۸۳ ۲۸-۵ توپوگرافی پیت در پایان تکمیل شدن طبقات اول و دوم مخروط متحرک
- ۱۱۱ ۱-۸: پلان موقعیت گمانه های اکتشافی
- ۱۱۵ ۲-۸: مثالی از کمپوزیت پله ای
- ۱۱۶ ۳-۸: مدل بلوکی اولیه با تعداد و ابعاد خاص بلوکها
- ۱۱۸ ۴-۸: پلات عمودی (قائم) از بلوکها به همراه داده های عیاری
- ۱۳۵ ۵-۸: پلات بلوکی با محدودیت توپوگرافی
- ۱۳۵ ۶-۸: پلات بلوکی با محدودیت شیب دیواره ها
- ۱۳۹ ۷-۸: توپوگرافی محدوده کانساربه همراه موقعیت گمانه ها خروجی نرم افزار surfer
- ۱۴۰ ۸-۸: پلات بلوکی با محدودیت باند اقتصادی
- ۱۴۰ ۹-۸: پلات بلوکی با محدودیت الگوریتم مخروط شناور
- ۱۴۱ ۱۰-۸: پلات کنتوری استاندارد پیت
- ۱۴۱ ۱۱-۸: پلات کنتوری استاندارد پیت با تفکیک عیار
- ۱۴۲ ۱۲-۸: نمای ایزومتریک از محدوده نهایی پیت

## فهرست جداول

- ۲۴ ۱-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کلاس بندی بخش کم عیار در ترازهای استخراجی
- ۲۵ ۲-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کلاس بندی بخش پر عیار در ترازهای استخراجی
- ۲۶ ۳-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کلاس بندی بخش کم عیار و پر عیار در ترازهای استخراجی
- ۲۸ ۴-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کاتاگوری بندی بخش کم عیار در ترازهای استخراجی
- ۲۹ ۵-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کاتاگوری بندی بخش پر عیار در ترازهای استخراجی
- ۳۰ ۶-۲: نتایج محاسبه ذخیره و کاتاگوری بندی بخش کم عیار و پرعیارد در ترازهای استخراجی
- ۳۱ ۷-۲: مقایسه نتایج محاسبه ذخیره توده شمالی آنومالی XI قبل و بعد از اکتشافات تکمیلی
- ۵۵ ۱-۴: خلاصه ای از مقایسه های انجام شده
- ۵۹ ۲-۴: خلاصه نتایج حاصل از مقایسه های بین ارزش اقتصادی نهایی پیت ها
- ۵۹ ۳-۴: خلاصه نتایج مقایسه الگوریتم مخروط دینامیکی سه بعدی و الگوریتم لرج-گروسمن
- ۸۴ ۱-۵: ترتیب بررسی قطعه ها با روش مخروط شناور سه بعدی
- ۸۹ ۱-۶: مقدار حداقل ضریب ایمنی پایداری برای تپه های A و B و C و D
- ۲-۶: مقایسه نتایج بدست آمده از روش Fellinius&Bishop و روش Bishop در
- ۸۹ نرم افزار SLIDE
- ۹۰ ۳-۶: حداقل عرض پله ایمنی برای زوایای استقرار ۲۵ و ۳۰
- ۹۵ ۱-۷: میانگین هزینه های سالیانه معدنکاری در معدن



## چکیده :

محدوده نهایی معدن روباز نشانگر موقعیت، حجم و شکل معدن در پایان عمر آن است، این محدوده میزان مواد معدنی و باطله ای که بایستی استخراج شود را نشان می دهد، داخل این محدوده تاسیسات و تجهیزات سطحی معدن مانند کارخانه، دفاتر اداری، انبارها، تعمیرگاه و غیره نباید احداث شوند. محدوده نهایی معدن باید از لحاظ اقتصادی بهینه باشد.

معدن سنگ آهن سه چاهون توده شمالی در مقایسه با توده جنوبی دارای عیار نسبتاً پایین، پراکنندگی کانسارو عمق بیشتر است. این شرایط نا مساعد نسبت باطله برداری در این توده را افزایش میدهد از این رو تعیین پیت بهینه این توده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است .

این تحقیق شامل هشت فصل به انضمام پیوست می باشد که تعیین محدوده نهایی معدن سنگ آهن سه چاهون توده شمالی به روش مخروط شناور را توضیح میدهد. در ابتدا مقدمه ای درباره کانسار از قبیل موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی آورده شده است. فصل بعدی شامل نتایج اکتشافات انجام شده و مدل زمین شناسی می باشد. در فصل سوم مفهوم محدوده نهایی معادن روباز و فصل چهارم الگوریتم های بهینه سازی معادن روباز را معرفی و مقایسه می کند. در فصل پنجم الگوریتم مخروط شناور بررسی می شود. فصل ششم شامل تحلیل پایداری شیب دیواره های معدن می باشد.

در فصل هفتم تخمین هزینه ها و درآمد حاصله از فروش و نهایتاً در فصل آخر تعیین محدوده نهایی این معدن با نرم افزار Cs mine و نتیجه گیری آمده است. در بخش پیوست نیز روش کار با نرم افزار Cs mine به همراه مقاطع قائم و پلانهای خروجی نرم افزار آورده شده است.