



دانشگاه آزاد اسلامی
دانشکده تحصیلات تکمیلی-واحد تهران جنوب

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد “M.SC”
مهندسی معدن - استخراج

عنوان:

طراحی معدن سنگ آهن زرنند کرمان

استاد راهنما:

استاد مشاور:

نگارش:

چکیده

معدن سنگ آهن جلال آباد زرند از زمره یکی از ذخایر حوزه آهن دار استان کرمان محسوب می شود. ذخیره این معدن ۲۰۰ میلیون تن با عیار متوسط ۴۵ درصد برآورد شده است. اکتشافات مقدماتی، مطالعات ژئوتکنیکی و کانه آرایی مقدماتی این منطقه در خلال سال های ۱۳۴۴ تا ۱۳۵۴ انجام شده است. اکتشافات تفصیلی این ناحیه نیز از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۱ توسط شرکت ملی فولاد ایران صورت پذیرفت. تعداد گمانه های حفر شده در این منطقه ۸۱ گمانه با متراژ کلی ۲۳۷۵۷/۱ متر و متوسط عمق ۳۰۰ متر می باشد.

در این پایان نامه محدوده نهایی پیت (کاواک) معدن جلال آباد زرند با استفاده از نرم افزار CSMine تعیین شده است این نرم افزار محدوده نهایی کاواک را با روش بهینه سازی مخروط شناور تعیین می نماید. بدین منظور آنالیز عیاری مربوط به ۷۱ گمانه بعنوان داده های ورودی به نرم افزار CSMine داده شدند. برای تهیه مدل بلوکی کانسار باید عیار میانگین هر یک از گمانه ها مشخص باشد که در نرم افزار CSMine عیار متوسط بوسیله روش میانگین وزنی محاسبه می شود. برای استفاده از این عیارها و همچنین تعیین میزان همسانگردی کانسار داده های حاصل از نرم افزار CSMine وارد نرم افزار VarioC می شوند. سپس با استفاده از اطلاعات بدست آمده از نرم افزار VarioC شامل شعاع تاثیر، اثر قطعه ای و ناهمسانگردی و همچنین داده های اقتصادی شامل هزینه ها و درآمدها با استفاده از نرم افزار CSMine مدل بلوکی کانسار ساخته می شود. محدوده نهایی کاواک با در دست داشتن مدل بلوکی و اعمال محدودیت های دیگر نظیر زاویه شیب پایدار توسط این نرم افزار تعیین می گردد.

فهرست مطالب

عنوان

صفحه

فصل اول: کلیات

۱- کلیات.....	۱
۱-۱- اطلاعات عمومی.....	۱
۱-۱-۱- جغرافیای منطقه.....	۱
۱-۱-۲- تاریخچه فعالیت‌های معدنی انجام گرفته در منطقه جلال آباد.....	۳
۲-۱- زمین‌شناسی ناحیه.....	۳
۱-۲-۱- چینه‌شناسی.....	۳
۲-۲-۱- ژنز کانسار.....	۵
۳-۲-۱- زمین‌شناسی ساختمانی ناحیه.....	۵
۳-۱- زمین‌شناسی کانسار.....	۶
۱-۳-۱- روباره.....	۶
۲-۳-۱- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه کانسار.....	۶
۴-۱- زمین‌شناسی مهندسی منطقه.....	۷

فصل دوم: سنگ آهن و مشخصات آن

۱-۲- سنگ آهن و مشخصات آن.....	۱۰
۱-۱-۲- مقدمه.....	۱۰
۲-۲- سنگ‌های معدنی آهن در طبیعت.....	۱۱
۱-۲-۲- کانسارهای رسوبی.....	۱۱
۲-۲-۲- کانسارهای آتشفشانی و هیدروترمال.....	۱۱
۳-۲-۲- کانسارهای پرعیار شده در اثر خروج ناخالصی‌ها از سنگ.....	۱۲
۴-۲-۲- کانسار با منشاء سولفور.....	۱۲
۳-۲-۲- کانی‌شناسی سنگ‌های آهن.....	۱۲

عنوان

صفحه

۱۳-۲-۳-۱- مگنتیت.....	۱۳
۱۳-۲-۳-۲- هماتیت.....	۱۳
۱۴-۲-۳-۳- لیمونیت.....	۱۴
۱۴-۲-۳-۴- سیدریت.....	۱۴
۱۶-۲-۴- ترکیب شیمیایی کانیهای آهن دار.....	۱۶
۱۶-۲-۵- بررسی ترکیب شیمیایی سنگ آهن.....	۱۶
۱۶-۲-۵-۱- عیار آهن.....	۱۶
۱۶-۲-۵-۲- سیلیس و آهک.....	۱۶
۱۶-۲-۵-۳- آلومین و اکسید منیزیم.....	۱۶
۱۷-۲-۶- خواص فیزیکی سنگ آهن.....	۱۷
۱۷-۲-۶-۱- سختی آهن.....	۱۷
۱۷-۲-۶-۲- وزن مخصوص ظاهری.....	۱۷
۱۸-۲-۷- ناخالص های سنگ آهن.....	۱۸
۱۸-الف) ناخالصی های مطلوب.....	۱۸
۱۸-۲-۷-۱- آهک.....	۱۸
۱۸-۲-۷-۲- منگنز.....	۱۸
۱۹-۲-۷-۳- برخی عناصر فلزی.....	۱۹
۲۰-ب) ناخالص های نامطلوب.....	۲۰
۲۰-۲-۷-۱- فسفر.....	۲۰
۲۰-۲-۷-۲- گوگرد.....	۲۰
۲۱-۲-۷-۳- سرب.....	۲۱
۲۱-۲-۷-۴- روی.....	۲۱
۲۲-۲-۷-۵- اکسیدهای قلیایی.....	۲۲
۲۲-۲-۷-۶- آرسنیک.....	۲۲
۲۲-۲-۷-۷- کلروفلوئور.....	۲۲
۲۳-۲-۸- ارزشیابی سنگ آهن.....	۲۳

۲-۸-۱- رطوبت و آب تبلور	۲۳
۲-۸-۲- عیار آهن	۲۳
۲-۸-۳- اندیس بازی	۲۳
۲-۸-۴- ناخالصی ها	۲۳
۲-۸-۵- ابعاد	۲۳
۲-۸-۶- قابلیت پرعیار شدن	۲۴
۲-۸-۷- قابلیت خردایش	۲۴
۲-۸-۸- عملیات های انجام شده برای آماده سازی	۲۴

فصل سوم: طراحی محدوده معادن روباز

۳-۱- طراحی محدوده معدن روباز در حالت کلی	۲۵
۳-۲- مدل قطعه ای برای طراحی کاواک	۲۵
۳-۳- ارزش اقتصادی یک قطعه	۲۷
۳-۴- طراحی محدوده کاواک	۲۸
۳-۵- روش دستی طراحی معادن روباز	۲۹
۳-۶- نسبت باطله برداری	۳۰
۳-۶-۱- نسبت باطله برداری کلی	۳۰
۳-۶-۲- نسبت باطله برداری گسترشی	۳۱
۳-۶-۳- نسبت باطله برداری دوره ای	۳۱
۳-۷- نسبت باطله برداری سربه سری	۳۲
۳-۸- منحنی های باطله برداری برای طراحی دستی معادن روباز	۳۳
۳-۹- محدوده کاواک در مقاطع مختلف	۳۴
۳-۱۰- ویژگی های روش دستی	۳۵

فصل چهارم: روش های کامپیوتری طراحی معادن

۴-۱- استفاده از کامپیوتر در طراحی معادن	۳۷
۴-۲- کامپیوتری کردن تحلیل BESR	۳۷
۴-۳- روش مخروط متحرک	۳۷
۴-۴- مبانی روش مخروط متحرک	۳۸

۴-۵- روش مخروط متحرک مثبت.....	۳۹
۴-۶- معایب استفاده از روش مخروط متحرک مثبت.....	۴۲
۴-۶-۱- ناتوانی در طراحی کاواک بهینه واقعی.....	۴۲
۴-۶-۲- ناتوانی در تشخیص کاوک با ارزش واقعی اقتصادی مثبت.....	۴۳
۴-۷- ویژگی های روش مخروط متحرک.....	۴۴
۴-۸- برنامه ریزی دینامیک در طراحی معادن روباز.....	۴۵
۴-۸-۱- فرمول طراحی معادن روباز بر اساس روش لرچ و گروسمان.....	۴۵
۴-۹- ویژگی های روش برنامه ریزی دینامیک.....	۴۷

فصل پنجم: طراحی کاواک سه بعدی به روش مخروط متحرک

۵-۱- طراحی کاواک سه بعدی به روش مخروط متحرک و روتین صاف کردن.....	۴۸
۵-۲- برنامه مخروط متحرک سه بعدی.....	۴۸
۵-۳- تشریح مثال.....	۴۹
۵-۴- صاف کردن طرح های مقاطع.....	۴۹
۵-۴-۱- الگوریتم جانسن و شارپ.....	۵۲
۵-۴-۲- روش مسیر دینامیک.....	۵۳
۵-۴-۳- ویژگی روتین های صاف کردن.....	۵۳
۵-۵- طراحی کاواک سه بعدی بهینه به روش برنامه ریزی دینامیک.....	۵۴
۵-۶- الگوریتم کونینگسبرگ برای طراحی کاواک.....	۵۴
۵-۷- الگوریتم سه بعدی ویلکه و رایت.....	۵۶
۵-۸- فرمول بازگشتی برای طراحی سه بعدی کاواک.....	۵۶
۵-۹- تشریح اساسی.....	۵۷
۵-۱۰- تشریح طراحی یک کاواک بهینه سه بعدی.....	۵۸
۵-۱۱- ویژگی های طراحی سه بعدی کاواک با استفاده از برنامه ریزی دینامیک.....	۵۸

۱۲-۵- طراحی کاواک با روش مسیر دینامیک در افق‌ها.....	۵۹
۱۳-۵- طراحی کاواک با روش مسیر دینامیک در مقاطع.....	۵۹
۱۴-۵- ویژگی‌های طراحی کاواک با روش مسیر دینامیک در افق‌ها.....	۶۰

فصل ششم: مقدمه ای بر زمین آمار

۱-۶- فراشمولی زمین آمار نسبت به آمار کلاسیک.....	۶۱
۲-۶- واریوگرام.....	۶۲
۱-۲-۶- اثر قطعه‌ای.....	۶۳
۲-۲-۶- دامنه تاثیر.....	۶۳
۳-۲-۶- سقف واریوگرام.....	۶۳
۳-۶- انواع مدل‌های سقف دار واریوگرام.....	۶۴
۱-۳-۶- مدل کروی.....	۶۴
۲-۳-۶- مدل نمایی.....	۶۴
۳-۳-۶- مدل گوسی.....	۶۵
۴-۶- کریجینگ.....	۶۶
۵-۶- ویژگی‌های کریجینگ.....	۶۶
۶-۶- انواع کریجینگ بر اساس حجم پایه.....	۶۷
۱-۶-۶- کریجینگ نقطه‌ای.....	۶۷
۲-۶-۶- کریجینگ بلوکی.....	۶۷
۳-۶-۶- لاگ کریجینگ.....	۶۷
۷-۶- واریانس تخمین.....	۶۷
۸-۶- تاثیر پارامترهای ساختار فضایی بر واریانس تخمین.....	۶۷
۱-۸-۶- دامنه تاثیر.....	۶۷
۲-۸-۶- حد آستانه‌ای.....	۶۸
۳-۸-۶- مدل واریوگرام.....	۶۸
۴-۸-۶- اثر قطعه‌ای.....	۶۸
۵-۸-۶- محاسبه واریانس تخمین.....	۶۸

فصل هفتم: بررسی اقتصادی و برآورد مالی معدن سنگ آهن جلال آباد

۱-۷- کلیات.....	۶۹
۲-۷- برآورد قیمت فروش کنسانتره.....	۶۹
۳-۷- برآورد هزینه‌های بخش معدن.....	۶۹
۱-۳-۷- هزینه‌های سرمایه‌گذاری مستقیم.....	۷۰
۲-۳-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای غیرمستقیم.....	۷۰
۱-۲-۳-۷- وسایل نقلیه سبک و پشتیبانی.....	۷۲
۲-۲-۳-۷- ماشین‌آلات جنبی.....	۷۲
۳-۲-۳-۷- تجهیزات مربوط به تعمیرگاه.....	۷۳
۴-۲-۳-۷- برآورد مساحت ساختمان‌سازی مورد نیاز معدن.....	۷۳
۵-۲-۳-۷- ساختمانهای پشتیبانی.....	۷۳
۶-۲-۳-۷- ساختمانهای اداری و خدماتی.....	۷۳
۷-۲-۳-۷- ساختمانهای مسکونی.....	۷۳
۸-۲-۳-۷- راهسازی.....	۷۵
۹-۲-۳-۷- روباره‌برداری.....	۷۶
۱۰-۲-۳-۷- محوطه‌سازی.....	۷۶
۱۱-۲-۳-۷- آماده‌سازی.....	۷۶
۱۲-۲-۳-۷- مخابرات.....	۷۶
۱۳-۲-۳-۷- برق‌رسانی.....	۷۶
۱۴-۲-۳-۷- تجهیزات آزمایشگاهی.....	۷۷
۱۵-۲-۳-۷- تجهیزات اداری.....	۷۷
۴-۷- هزینه‌های جاری مستقیم.....	۷۷
۱-۴-۷- لوازم مصرفی دستگاه حفاری.....	۷۸
۲-۴-۷- تجهیزات استخراجی.....	۷۹
۱-۲-۴-۷- هزینه‌های قطعات یدکی.....	۷۹
۲-۲-۴-۷- هزینه مصرف لاستیک.....	۷۹

عنوان

صفحه

۷-۴-۳- هزینه انرژی الکتریکی.....	۸۰
۷-۴-۴- هزینه سوخت و روغنکاری.....	۸۰
۷-۴-۵- هزینه پرسنلی.....	۸۰
۷-۵- هزینه‌های جاری غیر مستقیم.....	۸۳
۷-۵-۱- هزینه نیروی انسانی.....	۸۳
۷-۵-۲- هزینه سوخت و روغن ماشین آلات.....	۸۴
۷-۵-۳- هزینه لاستیک.....	۸۴
۷-۵-۴- هزینه‌های قطعات یدکی و لوازم مصرفی.....	۸۴
۷-۵-۵- انرژی الکتریکی مصرفی.....	۸۴
۷-۵-۶- تعمیر و نگهداری ساختمانها و تاسیسات.....	۸۴
۷-۵-۷- هزینه‌های پیش‌بینی نشده.....	۸۴
۷-۵-۸- حقوق دولتی.....	۸۴
۷-۶- هزینه‌های سرمایه‌ای کارخانه فرآوری.....	۹۰
۷-۸- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای مجموعه سنگ‌شکنی، فیلتراسیون، نوار نقاله.....	۹۰
۷-۹- برآورد هزینه‌های مجموعه همگن‌سازی، آسیای خودشکن، آسیای گلوله‌ای، جداکننده مغناطیسی.....	۹۱
۷-۱۰- برآورد هزینه‌های ساختمان‌سازی ماشین آلات دوران ساخت، مجموعه تیکنر و احداث سد باطله.....	۹۱
۷-۱۱- هزینه شبکه برق‌رسانی کارخانه.....	۹۲
۷-۱۲- هزینه شبکه تامین و انتقال آب.....	۹۲
۷-۱۳- هزینه بارگیری و حمل کنسانتره.....	۹۲
۷-۱۴- هزینه‌های جاری کارخانه فرآوری.....	۹۲
۷-۱۵- هزینه‌های جاری بارگیری و حمل و نقل.....	۹۳

فصل هشتم: تحلیل داده‌ها

۸-۱- ورود داده‌ها به نرم‌افزار CSMine.....	۱۰۰
۸-۲- ساختن فایل کمپوزیت.....	۱۰۲

عنوان

صفحه

۸-۳- واریو گرافی داده‌ها.....	۱۰۴
۸-۴- نرمال سازی داده‌ها.....	۱۰۴
۸-۶- رسم واریو گرام در امتدادهای مختلف.....	۱۰۵
۸-۷- محاسبه کریجینگ.....	۱۱۲
۸-۸- ساختن مدل اقتصادی بلوک‌ها.....	۱۱۳
۸-۹- اعمال شیب پایدار جهت برداشت بلوک‌ها.....	۱۱۴
۸-۱۰- اعمال سایر محدودیت‌ها.....	۱۱۴
۸-۱۱- ترسیم شکل سه بعدی کاواک.....	۱۱۵
۸-۱۲- رسم مقاطع و پلان عیاری از گمانه‌ها.....	۱۱۸
نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۱۹
منابع و مأخذ.....	۱۲۰

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۷.....	۱-۱- کلاس‌های مقاومتی سنگ‌های منطقه.....
۸.....	۲-۱- ستون چینه‌شناسی کانسار.....
۹.....	۳-۱- مراحل جدایش کانی‌ها در فازهای مختلف.....
۲۹	۲-۳- مشخصات روش‌های طراحی معادن روباز.....
۵۱.....	۱-۵- ترتیب بررسی قطعه‌ها با روش مخروط متحرک سه‌بعدی.....
۶۹.....	۱-۷- قیمت تمام شده کنسانتره آهن.....
۷۰.....	۲-۷- برآورد سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات و تجهیزات وارداتی.....
۷۱.....	۳-۷- هزینه ارزی استهلاک مستقیم.....
۷۱.....	۴-۷- هزینه ریالی استهلاک مستقیم معدن.....
۷۱.....	۵-۷- برآورد میزان سرمایه‌گذاری غیرمستقیم معدن.....
۷۲.....	۶-۷- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه وسایل نقلیه سبک و پشتیبانی معدن.....
۷۳.....	۷-۷- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای اولیه ماشین‌آلات جنبی و تجهیزات مورد نیاز معدن.....
۷۴.....	۸-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای انبار مواد منفجره معدن.....
۷۴.....	۹-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای ساختمانهای پشتیبانی و نیمه‌صنعتی.....
۷۵.....	۱۰-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای ساختمانهای اداری و خدماتی معدن.....
۷۵.....	۱۱-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای ساختمانهای مسکونی و رفاهی.....
۷۶.....	۱۲-۷- هزینه‌های راهسازی.....
۷۷.....	۱۳-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای تهیه و انتقال نیروی الکتریسته به معدن.....
۷۸.....	۱۴-۷- هزینه‌های جاری مستقیم معدن.....
۷۸.....	۱۵-۷- هزینه‌های حفاری.....
۷۹.....	۱۶-۷- هزینه‌های جاری مواد منفجره.....
۸۰.....	۱۷-۷- هزینه‌های جاری تجهیزات استخراجی به ازای یک دستگاه.....
۸۱.....	۱۸-۷- هزینه‌های جاری تجهیزات.....
۸۱.....	۱۹-۷- هزینه‌های پرسنلی تجهیزات برای هر دستگاه.....

۲۰-۷- برآورد نیروی انسانی تجهیزات استخراجی به ازای دستگاه.....	۸۲
۲۱-۷- جزئیات هزینه‌های جاری غیرمستقیم سالیانه معدن.....	۸۳
۲۲-۷- برآورد هزینه حقوق و دستمزد نیروی انسانی.....	۸۵
۲۳-۷- هزینه‌های سالیانه نیروی انسانی معدن.....	۸۷
۲۴-۷- هزینه‌های سالیانه سوخت مصرفی ماشین‌آلات بنزینی و گازوئیلی.....	۸۷
۲۵-۷- هزینه لاستیک مصرفی ماشین‌آلات.....	۸۸
۲۶-۷- هزینه تعمیر و نگهداری سالیانه ساختمانها و تاسیسات معدن.....	۸۹
۲۷-۷- کلیات هزینه‌های واحد کارخانه.....	۹۳
۲۸-۷- برآورد هزینه‌های سرمایه‌ای ثابت کارخانه فرآوری.....	۹۳
۲۹-۷- هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز جهت بارگیری و حمل کنسانتره.....	۹۵
۳۰-۷- برآورد هزینه‌های جاری سالیانه کارخانه فرآوری.....	۹۶
۳۱-۷- هزینه‌های جاری تعمیر و نگهداری ساختمانها و تاسیسات کارخانه فرآوری.....	۹۷
۳۲-۷- هزینه‌های جاری تعمیر و نگهداری ساختمانها و تاسیسات کارخانه فرآوری.....	۹۷
۳۳-۷- هزینه‌های جاری قطعات یدکی و مواد فرسایشی.....	۹۸
۳۴-۷- هزینه‌های واحد استخراج سنگ آهن و باطله.....	۹۹

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
۱-۱- موقعیت کانسارهای آهن بلوک ایران مرکزی.....	۲
۱-۲- نقشه زمین شناسی منطقه.....	۴
۳-۱- تشریح یک مدل قطعه‌ای سه بعدی.....	۲۶
۳-۲- وضعیت یک مدل قطعه‌ای و کاواک استخراج شده آن.....	۲۷
۳-۳- نسبت باطله برداری گسترشی.....	۳۱
۳-۴- تغییرات نسبت باطله برداری نسبت به تغییرات عیار.....	۳۴
۳-۵- تعیین محدوده کاواک با استفاده از نسبت باطله برداری سربه سری.....	۳۵
۳-۶- کاهش BESR با عمق.....	۳۶
۴-۱- منحنی های تغییرات ارزش کلی و ارزش واحد نسبت به ابعاد کاواک.....	۳۸
۴-۲- نمودار جریان کار در روش مخروط متحرک مثبت.....	۴۰
۴-۳- تشریح روش مخروط متحرک مثبت.....	۴۱
۴-۴- ناتوانی روش مخروط متحرک مثبت در یافتن کاواک بهینه.....	۴۳
۴-۵- مخروط متحرک و مساله هم پوشی باطله.....	۴۴
۴-۶- تشریح نحوه استفاده از برنامه ریزی دینامیک در طراحی معادن روباز.....	۴۷
۵-۱- مخروط مینیمم باطله برداری قطعه (۴، ۵، ۳) با شیب مجاز یک به یک.....	۴۸
۵-۲- ارزش اقتصادی قطعه m_{ijk} در ۵ مقطع از مدل قطعه‌ای مخروط متحرک.....	۵۰
۵-۳- توپوگرافی کاواک در پایان تکمیل شدن طبقات اول و دوم مخروط متحرک سه بعدی.....	۵۰
۶-۱- واریوگرام.....	۶۲
۶-۲- نمونه ای از مدل واریوگرام کروی.....	۶۴
۶-۳- نمونه ای از مدل واریوگرام نمایی.....	۶۵
۶-۴- نمونه ای از مدل واریوگرام گوسی.....	۶۵
۸-۱- منوی تنظیمات برای تهیه پلان از چاههای اکتشافی.....	۱۰۰
۸-۲- تهیه پلان از گمانه ها و ترانشه های اکتشافی منطقه.....	۱۰۱
۸-۳- منوی تنظیمات برای تهیه مقطع از گمانه های اکتشافی.....	۱۰۱

- ۸-۴- مقطعی از گمانه‌ها و ترانسه‌های حفر شده در منطقه جلال‌آباد..... ۱۰۲
- ۸-۵- نحوه ورود به مد کمپوزیت و ساختن مدل کمپوزیتی نمونه‌ها..... ۱۰۳
- ۸-۶- هیستوگرام عیاری داده‌ها قبل از نرمال کردن ۱۰۴
- ۸-۷- هیستوگرام داده‌ها بعد از اعمال ضریب B ۱۰۵
- ۸-۸- واریوگرام در جهت صفر درجه..... ۱۰۶
- ۸-۹- واریوگرام در جهت ۲۲/۵ درجه..... ۱۰۷
- ۸-۱۰- واریوگرام در جهت ۴۵ درجه..... ۱۰۷
- ۸-۱۱- واریوگرام در جهت ۶۷/۵ درجه..... ۱۰۸
- ۸-۱۲- واریوگرام در جهت ۹۰ درجه..... ۱۰۹
- ۸-۱۳- واریوگرام در جهت ۱۱۲/۵ درجه..... ۱۰۹
- ۸-۱۴- واریوگرام در جهت ۱۳۵ درجه..... ۱۱۰
- ۸-۱۵- واریوگرام در جهت ۱۵۷/۵ درجه..... ۱۱۱
- ۸-۱۶- دیاگرام واریوگرام‌های ترسیم شده در امتدادهای مختلف ۱۱۱
- ۸-۱۷- منوی کریجینگ و تنظیمات آن..... ۱۱۲
- ۸-۱۸- منوی تنظیمات اقتصادی و ساخت مدل اقتصادی بلوک‌ها..... ۱۱۳
- ۸-۱۹- شیب مجاز برای برداشت بلوک‌ها..... ۱۱۴
- ۸-۲۰- تنظیمات برای اعمال سایر محدودیت‌ها..... ۱۱۵
- ۸-۲۱- توپوگرافی معدن قبل از اعمال روش مخروط شناور سه‌بعدی..... ۱۱۶
- ۸-۲۲- مدل مربعی توپوگرافی قبل از اعمال روش مخروط شناور سه‌بعدی..... ۱۱۶
- ۸-۲۳- مدل سه‌بعدی کاواک پس از اعمال روش مخروط شناور سه‌بعدی..... ۱۱۷
- ۸-۲۴- مدل مربعی کاواک پس از اعمال روش مخروط شناور سه‌بعدی ۱۱۷