

الله أكبر

۱۴۲۱۴

دانشگاه یزد

دانشکده مهندسی معدن و متالورژی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
مهندسی معدن - گرایش اکتشاف

تخمین ذخیره دپوهای کانسنگ کم‌عیار و پرعیار معدن
سنگ آهن چغارت

اساتید راهنما

دکتر علیرضا یاراحمدی
دکتر جواد غلام نژاد

استاد مشاور

دکتر سیدحسین مجتهدزاده

پژوهش و نگارش

سارا کسمایی

استاد راهنما
دکتر علیرضا یاراحمدی
دکتر جواد غلام نژاد

۱ / ۷ / ۱۳۸۸

اسفند ۱۳۸۷

۱۲۶۸۱۶

تقدیم به پدر

یگانه مبارز راه زندگی

و

مادر

عاشقانه ترین ترانه زندگی

تشکر و قدردانی

با حمد و سپاس بیکران به درگاه خداوند متعال که سرمنشأ علم و دانش است و با کنکاش این جهان هستی است که هرچه بیشتر به وحدانیت او پی می‌بریم. در اینجا لازم می‌دانم از افرادی که در تهیه این پایان نامه، مرا یاری دادند، تشکر و قدردانی به عمل آورم :

- جناب آقای دکتر علیرضا یاراحمدی (استاد راهنما)

- جناب آقای دکتر جواد غلام نژاد (استاد راهنما)

- جناب آقای دکتر سید حسین مجتهدزاده (استاد مشاور)

- جناب آقای دکتر عبدالحمید انصاری (صاحب نظر و داور داخلی)

- آقای مهندس عبدالحسین دهقانی کارشناس محترم دفتر طراحی معدن چغارت

- آقای مهندس ابوطالبی کارشناس محترم دفتر طراحی معدن چغارت

- آقای مهندس رنجبر کارشناس محترم دفتر طراحی معدن چغارت

و اساتید گرامی دانشکده مهندسی معدن : جناب آقایان دکتر دهقانی، دکتر کوهساری، دکتر فاتحی، دکتر قربانی، دکتر تراب، دکتر غریبی، دکتر مشرفی‌فر، مهندس دباغ، مهندس رضائیان، مهندس آزاد شده، مهندس پورقاسمی،

در پایان از دوستان گرامی آقای مهندس مصطفی دهقانی، مهندس نظام الحسینی، مهندس تقی -

زاده و مهندس محسن کریمی که همکاریهای صمیمانه‌ای با این پژوهش داشته‌اند تشکر و قدردانی

می‌نمایم.



مدیریت تحصیلات تکمیلی

بسمه تعالی

صور تجلسه دفاعیه پایان نامه دانشجویی
دوره کارشناسی ارشد

شناسه: ب / ک / ۳

جلسه دفاعیه پایان نامه تحصیلی خانم سارا کسمایی دانشجوی کارشناسی ارشد

رشته / گرایش مهندسی معدن - اکتشاف معدن

به شماره دانشجویی: ۸۵۰۱۴۰۴

تحت عنوان: تخمین ذخیره دپوهای کانسنگ کم عیار و پرعیار معدن سنگ آهن چغارت

و تعداد واحد: ۶ در تاریخ: ۱۳۸۷/۱۲/۱۰ با حضور اعضای هیات داوران (به شرح ذیل) تشکیل گردید.

پس از ارزیابی توسط هیات داوران، پایان نامه با نمره به عدد ۲۰ به حروف بیست و ۴

و درجه عالی مورد تصویب قرار گرفت

امضاء

نام و نام خانوادگی

عنوان

دکتر علیرضا یار احمدی

استاد / استادان راهنما:

دکتر جواد غلام نژاد

دکتر سید حسین مجتهدزاده

استاد / استادان مشاور:

دکتر عبدالحمید انصاری

متخصص و صاحب نظر داخلی:

دکتر احمد رضا مختاری

متخصص و صاحب نظر خارجی:

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه (ناظر)

نام و نام خانوادگی: دکتر عباسعلی حیدری

امضاء

چکیده:

معادن چغارت با ذخیره‌ای حدود ۱۰۷ میلیون تن سنگ آهن بونکری (کانسنگ کم‌فسفر و پرعیار برای کارخانه سنگ‌شکنی) و ۷۰/۲ میلیون تن سنگ آهن پرفسفر (عیار آهن بالاتر از ۵۰٪ و عیار فسفر بیش از ۰/۰۶٪) و کم‌عیار (عیار آهن کمتر از ۵۰٪)، از شهریور ۱۳۵۰ مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. هر ساله کانسنگ پرفسفر و کم‌عیار استخراج شده از معدن، در انبارهایی نزدیک به محل پیت معدن انباشت شده است. پس از گذشت سال‌ها، با توجه به تقلیل ذخیره موجود در پیت، کانسنگ موجود در این انبارها به عنوان یک ذخیره قابل استحصال مطرح شد که این خود نیازمند تعیین ویژگی‌های کمی و کیفی این انبارها است. هدف از این پژوهش تعیین عیار آهن و فسفر و همچنین تناژ دو انبار کم‌عیار و پرفسفر معدن چغارت با توجه به داده‌های موجود در بخش دفتر طراحی معدن است. در اولین مرحله با توجه به اطلاعات بلوک‌های استخراج شده و چال‌های آتشیاری داده‌های مورد نیاز برای انبارها آماده و در مرحله بعد، مطالعات زمین‌آماری روی این داده‌ها انجام شد. واریوگرام داده‌ها دال بر بالا بودن اثر قطعه‌ای در کانسار بود که این امر ناشی از ناهمگنی عیار در انبارها است. برای کاهش اثر قطعه‌ای، هر انبار به ترازهایی با ارتفاع مختلف تقسیم و برای هر کدام واریوگرام به صورت جداگانه ترسیم شد. با استفاده از این راهکار اثر قطعه‌ای کاهش یافت و روش کریجینگ به عنوان روشی مناسب برای تخمین پارامترهای عیاری آهن و فسفر در نظر گرفته شد. بدین منظور بلوک‌هایی با ابعاد $12/5 \times 12/5$ متر و ارتفاع متناسب با ارتفاع هر تراز برای تخمین در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از تخمین زمین‌آماری نشان داد که انبار پرفسفر با عیار متوسط آهن ۵۵٪ و فسفر ۰/۱۰۳٪ و ذخیره ۴/۵ میلیون تن و انبار کم‌عیار با عیار متوسط آهن ۴۰٪ و فسفر ۰/۰۵۲٪ و ذخیره حدود ۱/۴ میلیون تن می‌توانند به عنوان ذخایر ارزشمندی برای استحصال کنستانتره در سالهای آتی مد نظر قرار گیرند.

« فهرست مطالب »

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: روشهای تخمین ذخیره دیپوهای معدنی	۳
۱-۱- روشهای ارزیابی ذخیره	۴
۲-۱- روشهای کلاسیک	۴
۳-۱- روشهای زمین آمار	۵
۱-۳-۱- متغیر ناحیه ای	۶
۲-۳-۱- فرضیات پایایی	۷
۳-۳-۱- تعیین مناطق هموزن آماری	۸
۴-۱- مراحل تخمین ذخیره به روش زمین آمار	۸
۱-۴-۱- واریوگرام و نحوه محاسبه آن	۹
۲-۴-۱- اثرقطعه‌ای	۱۱
۳-۴-۱- روش کریجینگ	۱۵
۱-۳-۴-۱- معادلات کریجینگ	۱۵
۲-۳-۴-۱- ویژگی‌های کریجینگ	۱۶
۵-۱- انتخاب بهترین روش تخمین با توجه به هندسه کانسار	۱۸
۱-۵-۱- تاثیر عوامل زایشی در تخمین ذخیره کانسارها	۱۸
۲-۵-۱- تاثیر عوامل ثانویه در تخمین ذخیره کانسارها	۲۰
۶-۱- دیپوهای معدنی	۲۱
۷-۱- ویژگی‌های آماری دیپوهای معدنی	۲۲
۸-۱- کاربرد روش‌های مختلف برای کانسارهای با اثرقطعه‌ای بالا	۲۳
۹-۱- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای	۲۷
۱-۹-۱- روش‌های مختلف آنالیز خوشه‌بندی	۲۸
۲-۹-۱- الگوریتم‌های خوشه‌بندی	۲۹

- ۲۹-۱-۲-۹-۱- روش اتصال نزدیکترین همسایگی.....
- ۲۹-۲-۲-۹-۱- روش دورترین همسایگی.....
- ۳۰-۳-۲-۹-۱- روش اتصال میانگین.....
- ۳۰-۴-۲-۹-۱- روش وارد.....
- ۳۱-۵-۲-۹-۱- روش تقسیم.....
- ۳۲-۳-۹-۱- مشکلات تجزیه و تحلیل خوشه‌ای.....
- ۳۲-۱۰-۱- منطق فازی.....
- ۳۴-۱-۱۰-۱- مفاهیم و تعاریف مقدماتی.....
- ۳۵-۲-۱۰-۱- تحلیل خوشه‌ای فازی.....
- ۳۶-۳-۱۰-۱- الگوریتم خوشه‌ای میان مرکز.....
- ۳۹-۴-۱۰-۱- کاربرد منطق فازی در تخمین ذخیره.....
- ۴۵- فصل دوم: معدن سنگ آهن چغارت و آماده‌سازی داده‌های انبارها.....
- ۴۶-۱-۲- تاریخچه معدن.....
- ۴۶-۲-۲- موقعیت جغرافیایی، آب و هوایی و راههای ارتباطی.....
- ۴۸-۳-۲- زمین شناسی منطقه.....
- ۴۸-۱-۳-۲- آشنایی.....
- ۴۸-۲-۳-۲- سنگ شناسی.....
- ۴۹-۳-۳-۲- کانی شناسی.....
- ۵۰-۴-۲- خصوصیات تکنولوژیکی سنگ آهن چغارت.....
- ۵۲-۵-۲- زمین شناسی ساختمانی منطقه چغارت.....
- ۵۲-۶-۲- بلوک بندی محدوده معدن.....
- ۵۳-۷-۲- روش استخراج.....
- ۵۵-۸-۲- ذخیره و تناژ معدن.....
- ۵۶-۹-۲- انبارهای معدن چغارت.....
- ۵۸-۱۰-۲- ویژگی انبارهای معدن چغارت.....

۵۸.....	۱۱-۲- داده‌های اولیه انبارها.....
۶۱.....	۱۲-۲- آماده‌سازی داده‌ها.....
۶۱.....	۱-۱۲-۲- چال‌های آتشیاری.....
۶۲.....	۲-۱۲-۲- تهیه فایل چال‌های آتشیاری.....
۶۳.....	۳-۱۲-۲- طبقه‌بندی افق‌های استخراجی.....
۶۳.....	۴-۱۲-۲- بررسی زمان تخلیه پشته‌ها در انبارها.....
۶۴.....	۵-۱۲-۲- تعیین عیار انبارها.....
۶۶.....	۶-۱۲-۲- تخصیص عیار ماهیانه به پشته‌ها.....
۶۸.....	فصل سوم: مطالعات زمین‌آماري انبارهای معدن چغارت.....
۶۹.....	۱-۳- بررسی پارامترهای آماری.....
۶۹.....	۱-۱-۳- رسم هیستوگرام برای انبار پرفسفر.....
۷۱.....	۲-۱-۳- رسم هیستوگرام برای انبار کم‌عیار.....
۷۳.....	۲-۳- تحلیل روند.....
۷۳.....	۱-۲-۳- بررسی روند برای عنصر آهن.....
۷۶.....	۲-۲-۳- بررسی روند برای عنصر فسفر.....
۷۸.....	۳-۳- واریوگرافی.....
۷۹.....	۱-۳-۳- رسم واریوگرام برای انبار پرفسفر.....
۸۲.....	۲-۳-۳- رسم واریوگرام برای انبار کم‌عیار.....
۸۵.....	۴-۳- تفکیک منطق هموزن آماری.....
۹۱.....	۱-۴-۳- واریوگرافی ترازهای انبار پرفسفر.....
۹۱.....	۱-۱-۴-۳- تراز ۱۱۵۸ انبار پرفسفر.....
۹۳.....	۲-۱-۴-۳- تراز ۱۱۶۳ انبار پرفسفر.....
۹۶.....	۳-۱-۴-۳- تراز ۱۱۶۵ انبار پرفسفر.....
۹۹.....	۲-۴-۳- واریوگرافی ترازهای انبار کم‌عیار.....
۹۹.....	۱-۲-۴-۳- تراز ۱۱۵۰ انبار کم‌عیار.....

۱۰۲	..... تراز ۱۱۵۵ انبار کم عیار
۱۰۴	..... تراز ۱۱۶۰ انبار کم عیار
۱۰۸	..... فصل چهارم: ارزیابی ذخیره و مدلسازی انبارهای معدن چغارت
۱۰۹	..... ۱-۴- مقدمه
۱۰۹	..... ۲-۴- روشهای تخمین زمین‌آماری
۱۱۰	..... ۱-۲-۴- تعیین ابعاد بهینه بلوک‌ها
۱۱۱	..... ۳-۴- مدل‌سازی انبارها
۱۱۱	..... ۱-۳-۴- مدل‌سازی آهن و فسفر با استفاده از داده‌های انبار پرفسفر
۱۱۱	..... ۱-۱-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار پرفسفر (تراز ۱۱۵۸)
۱۱۸	..... ۲-۱-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار پرفسفر (تراز ۱۱۶۳)
۱۲۱	..... ۳-۱-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار پرفسفر (تراز ۱۱۶۵)
۱۲۴	..... ۲-۳-۴- مدل‌سازی آهن و فسفر با استفاده از داده‌های انبار کم‌عیار
۱۲۴	..... ۱-۲-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار کم‌عیار (تراز ۱۱۵۰)
۱۲۷	..... ۲-۲-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار کم‌عیار (تراز ۱۱۵۵)
۱۳۰	..... ۳-۲-۳-۴- ساخت مدل بلوکی انبار کم‌عیار (تراز ۱۱۶۰)
۱۳۳	..... ۴-۴- بررسی توزیع خطاها
۱۳۷	..... فصل پنجم: جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۱۴۱	..... منابع و مأخذ

«فهرست جدول‌ها»

- جدول ۱-۱- مقایسه تخمین مربع با روش‌های مختلف تخمین..... ۲۴
- جدول ۲-۱- مقادیر پراش تخمین..... ۲۶
- جدول ۲-۱- توزیع آهن و فسفر در بخش‌های مختلف معدن چغارت..... ۵۱
- جدول ۱-۳- پارامترهای آماری آهن برای انبار پرفسفر..... ۷۰
- جدول ۲-۳- پارامترهای آماری فسفر برای انبار پرفسفر..... ۷۱
- جدول ۳-۳- پارامترهای آماری آهن برای انبار کم‌عیار..... ۷۲
- جدول ۴-۳- پارامترهای آماری فسفر برای انبار کم‌عیار..... ۷۲
- جدول ۵-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن (HP)..... ۷۹
- جدول ۶-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن (HP)..... ۸۰
- جدول ۷-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر (HP)..... ۸۱
- جدول ۸-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر (HP)..... ۸۱
- جدول ۹-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن (LG)..... ۸۳
- جدول ۱۰-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن (LG)..... ۸۳
- جدول ۱۱-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر (LG)..... ۸۴
- جدول ۱۲-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر (LG)..... ۸۴
- جدول ۱۳-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۸ (HP)..... ۹۱
- جدول ۱۴-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۸ (HP)..... ۹۲
- جدول ۱۵-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۸ (HP)..... ۹۳
- جدول ۱۶-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۸ (HP)..... ۹۳
- جدول ۱۷-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۳ (HP)..... ۹۴
- جدول ۱۸-۳- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۳ (HP)..... ۹۴
- جدول ۱۹-۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۳ (HP)..... ۹۵

- جدول ۳-۲۰- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۳ (HP) ۹۶
- جدول ۳-۲۱- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۵ (HP) ۹۷
- جدول ۳-۲۲- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۵ (HP) ۹۷
- جدول ۳-۲۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۵ (HP) ۹۸
- جدول ۳-۲۴- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۵ (HP) ۹۸
- جدول ۳-۲۵- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۰ (LG) ۱۰۰
- جدول ۳-۲۶- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۰ (LG) ۱۰۰
- جدول ۳-۲۷- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۰ (LG) ۱۰۱
- جدول ۳-۲۸- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۰ (LG) ۱۰۱
- جدول ۳-۲۹- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۵ (LG) ۱۰۲
- جدول ۳-۳۰- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۵ (LG) ۱۰۳
- جدول ۳-۳۱- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۵ (LG) ۱۰۴
- جدول ۳-۳۲- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۵ (LG) ۱۰۴
- جدول ۳-۳۳- پارامترهای واریوگرام برازش شده برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۰ (LG) ۱۰۵
- جدول ۳-۳۴- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۰ (LG) ۱۰۵
- جدول ۳-۳۵- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۰ (LG) ۱۰۶
- جدول ۳-۳۶- گزارش اعتبارسنجی واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۰ (LG) ۱۰۷
- جدول ۴-۱- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۵۸ ۱۱۲
- جدول ۴-۲- گزارش نهایی ذخیره انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۵۸ ۱۱۷
- جدول ۴-۳- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۶۳ ۱۱۸
- جدول ۴-۴- گزارش نهایی ذخیره انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۶۳ ۱۲۰
- جدول ۴-۵- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۶۵ ۱۲۱
- جدول ۴-۶- گزارش نهایی ذخیره انبار پرفسفر معدن چغارت تراز ۱۱۶۵ ۱۲۴

- جدول ۴-۷- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۵۰.....۱۲۵
- جدول ۴-۸- گزارش نهایی ذخیره انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۵۰..... ۱۲۷
- جدول ۴-۹- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۵۵.....۱۲۷
- جدول ۴-۱۰- گزارش نهایی ذخیره انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۵۵..... ۱۳۰
- جدول ۴-۱۱- مشخصات هندسی مدل بلوکی انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۶۰.....۱۳۰
- جدول ۴-۱۲- گزارش نهایی ذخیره انبار کم‌عیار معدن چغارت تراز ۱۱۶۰..... ۱۳۳
- جدول ۵-۱- گزارش نهایی ذخیره انبار پرفسفر معدن چغارت..... ۱۳۹
- جدول ۵-۲- گزارش نهایی ذخیره انبار کم‌عیار معدن چغارت..... ۱۳۹

«فهرست شکل‌ها»

- شکل ۱-۱- نمودار واریوگرام ۱۰
- شکل ۲-۱- افزایش اثرقطعه‌ای ۱۳
- شکل ۳-۱- مدل اثرقطعه‌ای تام ۱۴
- شکل ۴-۱- محاسبه خطای تخمین ۲۵
- شکل ۵-۱- تعیین شعاع جستجو برای تخمین فازی ۴۲
- شکل ۶-۱- درونیابی و برون‌یابی فازی ۴۳
- شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی معدن چغارت ۴۷
- شکل ۲-۲- مقطعی از کانسار چغارت ۵۰
- شکل ۳-۲- محدوده بلوک‌بندی معدن چغارت ۵۳
- شکل ۴-۲- محدوده نهایی پیت معدن سنگ آهن چغارت ۵۴
- شکل ۵-۲- موقعیت انبارهای معدن چغارت نسبت به پیت ۵۷
- شکل ۶-۲- انبارهای کم‌عیار و پرفسفر و انبارهای جدید معدن چغارت ۵۹
- شکل ۷-۲- فایل اولیه انبارهای پرفسفر و کم‌عیار معدن چغارت ۶۰
- شکل ۸-۲- طبقه‌بندی افق ۱۱۷۰ بر اساس عیار آهن و فسفر ۶۵
- شکل ۹-۲- فایل نهایی پشته‌ها به صورت استرینگ‌های بسته ۶۷
- شکل ۱-۳- هیستوگرام فراوانی آهن برای انبار پرفسفر ۷۰
- شکل ۲-۳- هیستوگرام فراوانی فسفر برای انبار پرفسفر ۷۰
- شکل ۳-۳- هیستوگرام فراوانی آهن برای انبار کم‌عیار ۷۱
- شکل ۴-۳- هیستوگرام فراوانی فسفر برای انبار کم‌عیار ۷۲
- شکل ۵-۳- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (HP) در جهت X ۷۴
- شکل ۶-۳- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (HP) در جهت Y ۷۴
- شکل ۷-۳- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (HP) در جهت Z ۷۴

- شکل ۳-۸- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (LG) در جهت X ۷۵
- شکل ۳-۹- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (LG) در جهت Y ۷۵
- شکل ۳-۱۰- نمودار تحلیل روند برای داده‌های آهن (LG) در جهت Z ۷۵
- شکل ۳-۱۱- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (HP) در جهت X ۷۶
- شکل ۳-۱۲- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (HP) در جهت Y ۷۶
- شکل ۳-۱۳- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (HP) در جهت Z ۷۷
- شکل ۳-۱۴- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (LG) در جهت X ۷۷
- شکل ۳-۱۵- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (LG) در جهت Y ۷۷
- شکل ۳-۱۶- نمودار تحلیل روند برای داده‌های فسفر (LG) در جهت Z ۷۸
- شکل ۳-۱۷- واریوگرام در راستای جهت اصلی برای آهن (HP) ۷۹
- شکل ۳-۱۸- واریوگرام در راستای جهت اصلی برای فسفر (HP) ۸۱
- شکل ۳-۱۹- واریوگرام در راستای جهت اصلی برای آهن (LG) ۸۲
- شکل ۳-۲۰- واریوگرام در راستای جهت اصلی برای فسفر (LG) ۸۴
- شکل ۳-۲۱- خطوط برداشت در تراز ۱۱۵۸ از انبار پرفسفر ۸۶
- شکل ۳-۲۲- خطوط برداشت در تراز ۱۱۶۳ از انبار پرفسفر ۸۷
- شکل ۳-۲۳- خطوط برداشت در تراز ۱۱۶۵ از انبار پرفسفر ۸۷
- شکل ۳-۲۴- خطوط برداشت در تراز ۱۱۵۰ از انبار کم‌عیار ۸۸
- شکل ۳-۲۵- خطوط برداشت در تراز ۱۱۵۵ از انبار کم‌عیار ۸۸
- شکل ۳-۲۶- خطوط برداشت در تراز ۱۱۶۰ از انبار کم‌عیار ۸۹
- شکل ۳-۲۷- نمونه‌ای از فایل مرکزی داده‌ها برای انبار پرفسفر تراز ۱۱۵۸ ۹۰
- شکل ۳-۲۸- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۸ (HP) ۹۱
- شکل ۳-۲۹- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۸ (HP) ۹۲
- شکل ۳-۳۰- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۳ (HP) ۹۴

- شکل ۳-۳۱- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۳ (HP)..... ۹۵
- شکل ۳-۳۲- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۵ (HP)..... ۹۶
- شکل ۳-۳۳- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۵ (HP)..... ۹۸
- شکل ۳-۳۴- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۰ (LG)..... ۹۹
- شکل ۳-۳۵- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۰ (LG)..... ۱۰۱
- شکل ۳-۳۶- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۵۵ (LG)..... ۱۰۲
- شکل ۳-۳۷- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۵۵ (LG)..... ۱۰۳
- شکل ۳-۳۸- واریوگرام برای داده‌های آهن تراز ۱۱۶۰ (LG)..... ۱۰۵
- شکل ۳-۳۹- واریوگرام برای داده‌های فسفر تراز ۱۱۶۰ (LG)..... ۱۰۶
- شکل ۴-۱- مدل بلوکی اولیه انبار پرفسفر معدن چغارت (تراز ۱۱۵۸)..... ۱۱۲
- شکل ۴-۲- محدوده مشخص شده انبار پرفسفر توسط فایل DTM (تراز ۱۱۵۸)..... ۱۱۳
- شکل ۴-۳- مدل بلوکی محدود شده توسط مرزهای انبار پرفسفر (تراز ۱۱۵۸)..... ۱۱۳
- شکل ۴-۴- نمونه ای از فایل استرینگی ساخته شده به وسیله عملیات کریجینگ..... ۱۱۵
- شکل ۴-۵- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۸ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۱۶
- شکل ۴-۶- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۸ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۱۶
- شکل ۴-۷- محدوده مشخص شده انبار پرفسفر توسط فایل DTM (تراز ۱۱۶۳)..... ۱۱۸
- شکل ۴-۸- مدل بلوکی محدود شده توسط مرزهای انبار پرفسفر (تراز ۱۱۶۳)..... ۱۱۹
- شکل ۴-۹- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۳ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۱۹
- شکل ۴-۱۰- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۳ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۲۰
- شکل ۴-۱۱- محدوده مشخص شده انبار پرفسفر توسط فایل DTM (تراز ۱۱۶۵)..... ۱۲۲
- شکل ۴-۱۲- مدل بلوکی محدود شده توسط مرزهای انبار پرفسفر (تراز ۱۱۶۵)..... ۱۲۲
- شکل ۴-۱۳- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۵ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۲۳
- شکل ۴-۱۴- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۵ انبار پرفسفر بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۲۳

- شکل ۴-۱۵- محدوده مشخص شده انبار کم‌عیار توسط فایل DTM (تراز ۱۱۵۰)..... ۱۲۵
- شکل ۴-۱۶- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۰ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۲۶
- شکل ۴-۱۷- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۰ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۲۶
- شکل ۴-۱۸- محدوده مشخص شده انبار کم‌عیار توسط فایل DTM (تراز ۱۱۵۵)..... ۱۲۸
- شکل ۴-۱۹- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۵ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۲۸
- شکل ۴-۲۰- طبقه‌بندی تراز ۱۱۵۵ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۲۹
- شکل ۴-۲۱- محدوده مشخص شده انبار کم‌عیار توسط فایل DTM (تراز ۱۱۶۰)..... ۱۲۹
- شکل ۴-۲۲- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۰ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری آهن..... ۱۳۱
- شکل ۴-۲۳- طبقه‌بندی تراز ۱۱۶۰ انبار کم‌عیار بر حسب مناطق عیاری فسفر..... ۱۳۲
- شکل ۴-۲۴- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۵۸ انبار پرفسفر)..... ۱۳۲
- شکل ۴-۲۵- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۶۳ انبار پرفسفر)..... ۱۳۴
- شکل ۴-۲۶- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۶۵ انبار پرفسفر)..... ۱۳۵
- شکل ۴-۲۷- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۵۰ انبار کم‌عیار)..... ۱۳۵
- شکل ۴-۲۸- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۵۵ انبار کم‌عیار)..... ۱۳۶
- شکل ۴-۲۹- توزیع خطاهای کریجینگ برای عنصر آهن (تراز ۱۱۶۰ انبار کم‌عیار)..... ۱۳۶

مقدمه:

انبارهای معدن چغارت شامل دو بخش پرفسفر و کمعیار هستند. این انبارها از سال ۱۳۷۲ طراحی شده و بخش زیادی از ماده معدنی در این دو انبار دپو شده است. به طور کلی بر اساس برنامه ریزی تولید این معدن، کانسنگ کمعیار (عیار آهن کمتر از ۵۰٪) و پرفسفر (عیار آهن بالاتر از ۵۰٪) و عیار فسفر بیش از ۰/۱۶٪) در این انبارها ذخیره شده و این انباشت تا سال ۱۳۸۲ ادامه داشته است. تقلیل ذخیره معدن و بالا بودن حجم کانسنگ انباشت شده در این دپوها و احداث خط فرآوری معدن چغارت باعث شده تا این دپوها به عنوان ذخایری برای بهره‌برداری در سال‌های آتی مورد توجه مسئولین معدن قرار گیرد. اما بهره‌برداری مناسب از این دپوها به عنوان یک ذخیره مستلزم داشتن عیار آهن و فسفر در نقاط مختلف دپو است. همزمان با دپو شدن کانسنگ توسط کامیون نمونه‌هایی از آنها برداشت شده و مشخصات مکانی آنها در فایل اولیه داده‌های انبار ثبت شده است. در بررسی اولیه این داده‌ها مشاهده شد که در برخی ماه‌هایی که سنگ آهن به انبار منتقل شده هیچگونه نمونه‌برداری از آن انجام نشده و اطلاعاتی از سنگ‌های انباری در تاریخ مورد نظر وجود ندارد. از طرفی اطلاعات دقیقی از میزان تناژ حمل شده به انبارها در ماه‌های مختلف یک سال وجود نداشت، همچنین به علت مشکلاتی که در نمونه‌برداری نقطه‌ای از این دپوها وجود داشته عیار ثبت شده نماینده عیار کل کانسنگ در یک ماه نبوده است. همه این مشکلات و نواقص باعث شد تا داده‌های این انبارها از ابتدا مورد بازبینی قرار گرفته و کلیه اطلاعات عیار و تناژ بلوک‌های حمل شده به انبارها مورد بررسی مجدد قرار بگیرند تا بتوانند برای تخمین ذخیره دپوها مورد استفاده قرار گیرد. در این پروژه ویژگی‌های کمی و کیفی انبارها بررسی شده و خصوصیات عیاری و تناژ دو انبار کمعیار و پرفسفر تعیین می‌شود. بدین صورت که ابتدا روش‌های تخمین ذخیره برای کانسارهایی که اثر قطعه‌ای بالا دارند بررسی می‌شود. این روش‌ها برای تخمین پارامترهای انبارها نیز که به خاطر ناهمگنی عیار در آنها اثر قطعه‌ای بزرگی مشاهده می‌شود، موثر خواهد بود. در فصل دوم با ارائه مختصری از تاریخچه معدن و انبارها نحوه آماده‌سازی داده‌های انبارها شرح داده می‌شود. در فصل سوم مطالعات آماری روی داده‌های آماده‌سازی شده و اصلاح شده در مراحل

قبل انجام گرفته و مدل واریوگرام در مورد آهن و فسفر ترسیم می‌گردد. در فصل چهارم مدل-سازی و تخمین دو انبار کم‌عیار و پرفسفر با روش کریجینگ انجام گرفته سپس گزارشی از تناژ و عیار میانگین بدست آمده از مدل‌سازی انبارها ذکر می‌شود. در فصل پنجم، نتایج به دست آمده و پیشنهادهایی برای بهبود عملیات مدل‌سازی ارائه می‌شود.

فصل اول

روش‌های تخمین ذخیره دیوهای معدنی