دانشکده فنی و مهندسی

گروه معدن–استخراج

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته معدن

موضوع:

طراحی استخراج و ارزیابی فنی و اقتصادی معدن تیتانیوم قره‌آغاج ارومیه

استاد راهنما:

دکتر جعفر عبدالهی شریف

اساتید داور:

دکتر حسن مومیوند **دکتر فرنوش حاجی زاده**

تنظیم و نگارش:

رضا شکری حبشی

۸۹۲۰۴۱۰۰۳

بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

تشکر و قدردانی

خداوند مهربان را شاکرم که به این بنده ناتوان خویش توانایی اتمام پژوهش حاضر را بخشید. پژوهش حاضر، طرحی است که در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در دانشگاه ارومیه انجام پذیرفت. در انجام این مهم از هدایت و رهنمودهای فاضلانه استاد دانشمند و بی‌همتا برخوردار بودم. اگر توجه ایشان نبود، این توفیق نگارنده را حاصل نمی‌شد و طرح حاضر سرانجام نمی‌یافت.

در اینجا بر خود می‌دانم از استاد عالی قدر جناب آقای دکتر جعفر عبدالهی شریف که از چشمه دانش و قلم شیوا و الطاف بی‌کران ایشان بهره‌ها جسته‌ام، تشکر و قدردانی نمایم و آرزوی موفقیت و سلامتی در تمامی عرصه‌های زندگی برای ایشان دارم و همچنین از حمایت‌های بی‌دریغ استاد مشاور جناب آقای مهندس طاهری معاونت معدنی سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان‌غربی تشکر و قدردانی نموده و آرزوی حمایت ایشان از قشر تحصیلکرده استان را می‌نمایم.

از تمامی اساتید، عزیزان و دوستان گرامی نیز که در خلال این پایان‌نامه مرا یاری دادند کمال تشکر و احترام را دارم.

سرانجام از بردباری خانواده گرانقدرم که در این مدت کج خلقی‌های بنده را تحمل کردند متشکرم.

چکیده

در عصر حاضر با ورود کامپیوتر به تمامی عرصه‌های مهندسی استفاده از این ابزار در طراحی و برنامه ریزی تولید ذخایر معدنی اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در حال حاضر بدون استفاده از کامپیوتر و توانایی‌های آن در روشن ساختن ویژگی‌های ناپیدای ذخایر معدنی، طراحی دقیق این ذخایر امکان‌پذیر نخواهد بود. با آگاهی از این ضرورت قبل از طراحی و برنامه‌ریزی تولید کانسار تیتان قره‌آغاج، مدل سه بعدی این ذخیره را بر مبنای تمامی داده‌های اکتشافی موجود تهیه و با مبنا قرار دادن مدل تهیه شده و با لحاظ نمودن محدودیت‌های کاری، طرح واقع بینانه‌ای برای این ذخیره تهیه شده است. برای تهیه این مدل تمامی داده های اکتشافی موجود در مراحل مختلف مطالعاتی جمع‌آوری و در ساختار مدل کامپیوتری مورد استفاده قرار گرفت. مدل تهیه شده ویژگی‌های کمی و کیفی ذخیره را با وضوح بسیار بیشتری نشان داده و واقعیت‌های جالبی از توزیع عیار در بخش‌های مختلف را نشان می‌دهد.

یافته‌های حاصل از مطالعات نشان می‌دهد پتانسیل‌های ریزش متعددی در دیواره یال غربی معدن وجود دارد که از این بین ریزش گوه‌ای محتمل‌ترین ریزش در این دیواره از معدن خواهد بود. پس از تحلیل پایداری دیواره و تعیین c و φ و نیز شیب پایدار دیواره محدوده نهایی معدن با اتکا به مدلسازی کامپیوتری و استفاده از الگوریتم‌های مختلف ارائه شده برای تعیین این محدوده تعداد هفت کاواک با دیدگاه‌های مهندسی مختلف طراحی و از بین آنها کاواک شماره ۳ به علت دارا بودن کمترین نسبت باطله‌برداری بعنوان کاواک بهینه تعیین شد.

محاسبات اقتصادی در گستره طرح نشان می‌دهد که می‌توان با انجام سرمایه‌گذاری ثابت به میزان ۲۴۵۲۰ میلیون ریال و با سرمایه در گردش ۲۷۳۴ میلیون ریال نسبت به استخراج این کاواک اقدام نمود. بررسی‌های اقتصادی نشان داد نقطه سر به سر تولید این معدن ۱۸۱۲۰۱/۵ تن در سال و نرخ بازگشت داخلی سرمایه‌گذاری آن ۲۹ درصد است. بر اساس نتایج حاصل از مطالعات انجام گرفته بهره‌برداری از این ذخیره امید بخش خواهد بود.

کلمات کلیدی: معدن تیتان قره‌آغاج، کاواک بهینه، ارزیابی فنی و اقتصادی

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی ۳

۱-۳ ذخایر تیتانیوم در ایران و جهان ۵

۱-۴ اهمیت تیتانیوم و کاربردهای آن ۶

۱-۵ بررسی عرضه و تقاضا و قیمت تیتانیوم در بازار جهانی و ایران ۷

۱-۶ مروری بر تاریخچه کانسار تیتانیوم قره‌آغاج و کارهای اکتشافی صورت گرفته ۱۰

۱-۶-۱ خلاصه‌ای از کارهای صورت گرفته ۱۰

۱-۶-۲ اکتشاف تفصیلی(فاز یک) ۱۲

۱-۶-۳ اکتشاف تفصیلی(فاز دوم) ۱۳

۱-۶-۴ زمین‌شناسی گستره کانسار ۱۵

۱-۶-۵ زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک ۱۵

۱-۶-۶ تعیین حجم ذخیره در مرحله اکتشاف ۱۷

۱-۷ مروری بر کارهای مشابه صورت گرفته قبلی ۱۸

۱-۸ کارهایی که در جهت پیشبرد پایان‌نامه صورت خواهد گرفت ۱۸

فصل دوم: طراحی استخراج معدن تیتانیوم قره‌آغاج

۲-۱ انواع روش‌های استخراج معادن سطحی و نحوه انتخاب روش طراحی در کانسار قره‌آغاج ۲۱

۲-۱-۱ روش استخراج کانسار تیتانیوم قره‌آغاج ۲۲

۲-۲ برآورد شیب پایدار دیواه‌های معدن تیتانیوم قره‌آغاج با تکیه بر ویژگی‌های ژئومکانیکی آن ۲۳

۲-۲-۱ انواع ریزش ۲۳

۲-۲-۲ انواع ریزش‌های محتمل در دیواره‌های معدن تیتانیوم قره‌آغاج ارومیه ۲۵
۲-۲-۳ درزه‌نگاری و استریونت ۲۶
۲-۳ نسبت باطله‌برداری OSR در کانسار تیتانیوم قره‌آغاج ۳۳
۲-۴ عیار حد کانسار تیتانیوم قره‌آغاج (BESR) ۳۵
۲-۴-۱ برآورد عیار حد سربه‌سری کانسار تیتان قره‌آغاج ۳۶
۲-۵ مدل‌سازی ذخیره کانسار تیتانیوم قره‌آغاج ۳۷
۲-۵-۱ مدل کامپیوتری سطح زمین ۳۷
۲-۵-۲ مدل زمین‌شناسی گستره کانسار تیتان قره‌آغاج ۳۹
۲-۵-۳ شبیه‌سازی کانسار تیتانیوم قره‌آغاج برای تهیه مدل بلوکی زمین‌شناسی ۴۰
۲-۵-۴ مدل بلوکی معدن تیتان قره‌آغاج ۴۳
۲-۶ تهیه مدل بلوکی اقتصادی از مدل بلوکی زمین‌شناسی ۴۵
۲-۷ محدوده نهایی کاواک کانسار تیتانیوم قره‌آغاج و روش‌های تعیین آن ۴۵
۲-۸ طراحی کاواک‌های مختلف از کانسار قره‌آغاج ۴۸
۲-۹ تعیین مشخصات عمومی کاواک‌های طراحی شده ۵۹
۲-۱۰ معرفی کاواک بهینه ۶۳
۲-۱۱ عمر معدن تیتانیوم قره‌آغاج و میزان استخراج سالیانه آن ۶۹
۲-۱۲ محل جانمایی تاسیسات ۶۹
۲-۱۳ محل دپوی باطله(برنامه باطله‌برداری) در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۷۰
۲-۱۴ کلیاتی در مورد بحث برنامه‌ریزی تولید در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۷۱

فصل سوم: مروری بر آحاد عملیاتی در معدن تیتانیوم قره‌آغاج

۳-۱مشخصات هندسی معدن ۷۴
۳-۲ چالزنی ۷۴

۳-۲-۱ آرایش چال‌های انفجار و تعداد آن در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۷۵
۳-۲-۲ روش انتخاب ماشین حفاری ۷۶
۳-۲-۳ محاسبه هزینه‌های حفاری و تعداد ماشین حفاری مورد نیاز ۷۷
۳-۳ آتشباری ۷۸
۳-۳-۱ انتخاب مواد منفجره ۷۸
۳-۳-۱-۱ نکاتی مهم در انفجار چال‌های انفجاری ۷۹
۳-۳-۱-۲ نکاتی در رابطه با مسائل عمومی طرح آتشباری ۸۲
۳-۳-۲ محاسبات آتشباری در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۸۳
۳-۳-۲-۱ روش‌های مختلف برآورد خرج ویژه و طراحی الگوی چال‌های انفجار ۸۳
۳-۳-۳ محاسبه هزینه انفجار ۸۸
۳-۴ بارگیری و باربری ۸۸
۳-۴-۱ انواع سیستم‌های بارگیری و باربری ۸۸
۳-۴-۲ عوامل موثر بر عملیات بارگیری ۸۹
۳-۴-۳ سیستم بارگیری در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۸۹
۳-۴-۴ عوامل موثر بر انتخاب ظرفیت ماشین‌آلات باربری ۸۹
۳-۴-۵ تولید سیستم لودر-کامیون ۹۰

فصل چهارم: ارزیابی فنی و اقتصادی معدن تیتانیوم قره‌آغاج

۴-۱ ریسک‌های پیش روی طرح ۹۴
۴-۲ روش‌های برآورد هزینه‌ها ۹۴
۴-۳ تهیه جدول سرمایه‌گذاری ۹۶
۴-۳-۱ هزینه سرمایه‌گذاری ماشین‌آلات ۹۷
۴-۳-۲ هزینه سرمایه‌گذاری ساختمان‌ها و تاسیسات ۹۷

۴-۳-۳ تجهیزات تعمیرگاه ۹۸
۴-۳-۴ راه دسترسی به معدن ۹۸
۴-۳-۵ اکتشاف معدن ۹۸
۴-۳-۶ هزینه آماده‌سازی معدن ۹۸
۴-۳-۷ هزینه‌های تامین انرژی الکتریکی ۹۸
۴-۳-۸ هزینه تهیه لوازم اداری و خدماتی ۹۸
۴-۳-۹ کل هزینه‌های سرمایه‌ای مورد نیاز معدن ۹۸
۴-۴ تهیه جداول هزینه‌های عملیاتی و اجرایی ۹۹
۴-۴-۱ تهیه جدول هزینه‌های جاری ۱۰۰
۴-۴-۱-۱ هزینه‌های پرسنلی ۱۰۱
۴-۴-۱-۲ برآورد هزینه سالیانه قطعات یدکی و لوازم مصرفی ماشین‌آلات ۱۰۲
۴-۴-۱-۳ برآورد هزینه سالیانه تعمیر و نگهداری ۱۰۲
۴-۴-۱-۴ قرارداد حفاری ۱۰۲
۴-۴-۱-۵ برآورد مصرف سالیانه مواد منفجره ۱۰۲
۴-۴-۱-۶ برآورد سوخت مصرفی ماشین‌آلات ۱۰۳
۴-۴-۱-۷ برآورد مواد مصرفی کامیون‌ها ۱۰۴
۴-۴-۱-۸ هزینه سالیانه وسایل ایمنی و کار ۱۰۵
۴-۴-۱-۹ هزینه‌های پیش بینی نشده ۱۰۵
۴-۴-۱-۱۰ مجموع هزینه‌های جاری سالیانه معدن ۱۰۶
۴-۵ سرمایه در گردش ۱۰۷
۴-۶ هزینه پرداخت حقوق دولتی (قیمت پایه) سالیانه ۱۰۷
۴-۷ هزینه استهلاک متوسط سالیانه ۱۰۷

۴-۸ هزینه پرداخت مالیات متوسط سالیانه ۱۰۷
۴-۹ قیمت تمام شده هر تن سنگ استخراج شده ۱۰۷
۴-۱۰ قیمت فروش هر تن ماده معدنی ۱۰۸
۴-۱۱ تهیه جدول جریان نقدینگی و استهلاک ۱۰۸
۴-۱۲ روش‌های ارزیابی اقتصادی ۱۰۹
۴-۱۲-۱ روش‌های دینامیک ۱۰۹
۴-۱۳ نرخ بازگشت داخلی سرمایه ۱۱۱
۴-۱۴ تحلیل نقطه سربه‌سری ۱۱۱
۴-۱۵ توجیه اقتصادی طرح با توجه به IRR محاسبه شده و در نظر گرفتن ریسک‌های موجود ۱۱۳

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهاد

۵-۱ نتایج حاصل از اجرای پژوهش ۱۱۵
۵-۲ پیشنهادات ۱۱۶

فصل ششم: منابع

منابع فارسی ۱۱۷
منابع لاتین ۱۱۷
چکیده انگلیسی ۱۱۹

فهرست جداول

فصل اول

جدول ۱-۱ قیمت دی‌اکسید تیتانیوم و نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم ۸
جدول ۱-۲ مشخصات هندسی ترانشه‌های حفر شده در گستره طرح ۱۱
جدول ۱-۳ موقعیت گمانه‌های اکتشافی حفر شده در مرحله مطالعات اکتشاف تفصیلی ۱۳

فصل دوم

جدول ۲-۱ نمونه‌ای از فرم مخصوص برداشت درزه‌ها ۲۷
جدول ۲-۲ اطلاعات مربوط به نسبت باطله‌برداری کاواک بهینه ۳۵
جدول ۲-۳ مقادیر پارامترهای اقتصادی جهت تعیین BESR ۳۷
جدول ۲-۴ اطلاعات مربوط به خروجی کاواک‌های تشکیل شده ۵۰
جدول ۲-۵ مشخصات عمومی کاواک شماره ۱ ..... ۵۹
جدول ۲-۶ مشخصات عمومی کاواک شماره ۲ ..... ۵۹
جدول ۲-۷ مشخصات عمومی کاواک شماره ۳ ..... ۶۰
جدول ۲-۸ مشخصات عمومی کاواک شماره ۴ ..... ۶۱
جدول ۲-۹ مشخصات عمومی کاواک شماره ۵ ..... ۶۱
جدول ۲-۱۰ مشخصات عمومی کاواک شماره ۶ ..... ۶۲
جدول ۲-۱۱ مشخصات عمومی کاواک شماره ۷ ..... ۶۲

فصل سوم

جدول ۳-۱ ارتباط بین ارتفاع پله و ظرفیت جام سیستم بارگیری ۷۶
جدول ۳-۲ ارتباط بین خرج ویژه و قطر چال‌ها ۷۷
جدول ۳-۳ انواع مواد منفجره مورد استفاده در چال‌های انفجاری ۷۹

جدول ۳-۴ پارامترهای شاخص قابلیت انفجار و امتیاز آنها ۸۵
جدول ۳-۵ پارامترهای شاخص قابلیت انفجار و امتیاز آنها در معدن تیتانیوم قره‌آغاج ۸۵
جدول ۳-۶ برآورد مصرف سالیانه مواد ناریه در معدن قره‌آغاج ۸۷

فصل چهارم

جدول ۴-۱ برآورد هزینه سرمایه‌گذاری سالیانه ماشین‌آلات ۹۷
جدول ۴-۲ برآورد سرمایه‌گذاری ساختمان‌ها و تاسیسات ۹۷
جدول ۴-۳ برآورد کل هزینه‌های سرمایه‌ای ثابت مورد نیاز معدن ۹۹
جدول ۴-۴ پیش‌بینی هزینه سالیانه نیروی انسانی معدن ۱۰۱
جدول ۴-۵ پیش‌بینی هزینه سالیانه تعمیر و نگهداری معدن ۱۰۲
جدول ۴-۶ پیش‌بینی هزینه سالیانه مواد منفجره ۱۰۳
جدول ۴-۷ برآورد سوخت مصرفی ماشین‌آلات ۱۰۳
جدول ۴-۸ پیش‌بینی هزینه سالیانه سوخت و روغن ماشین‌آلات ۱۰۴
جدول ۴-۹ پیش‌بینی هزینه سالیانه لاستیک ماشین‌آلات ۱۰۴
جدول ۴-۱۰ تعداد و نوع وسایل ایمنی مصرفی معدن ۱۰۵
جدول ۴-۱۱ پیش‌بینی هزینه سالیانه وسایل ایمنی و کار ۱۰۵
جدول ۴-۱۲ هزینه‌های پیش بینی نشده ۱۰۶
جدول ۴-۱۳ هزینه جاری سالیانه معدن ۱۰۶
جدول ۴-۱۴ هزینه‌های تعیین قیمت تمام شده ۱۰۸
جدول ۴-۱۵ هزینه‌های مربوط به نقطه سربه‌سری تولید ۱۱۲

فهرست اشکال

فصل اول

شکل ۱-۱ کروکی راه‌های دسترسی به محدوده طرح بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ ..... ۴
شکل ۱-۲ تصویری از گستره کانسار ۵
شکل ۱-۳ نمودار واردات دی‌اکسید تیتانیوم کشور ایران در سال ۱۳۹۱ ..... ۹
شکل ۱-۴ نمودار واردات دی‌اکسید تیتانیوم کشور ایران در سال ۱۳۹۰ ..... ۹
شکل ۱-۵ نمودار صادرات دی‌اکسید تیتانیوم کشور ایران طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۱ ..... ۱۰
شکل ۱-۶ موقعیت عمومی گمانه‌های حفر شده در مرحله اکتشاف تفصیلی ۱۴
شکل ۱-۷ رزدیاگرام تهیه شده بر اساس امتداد درزه‌های سنگ‌های مافیک ۱۷

فصل دوم

شکل ۲-۱ انواع اصلی شکست شیروانی‌ها و طرح‌های استریوپلات شرایط زمین‌ساختی ۲۴
شکل ۲-۲ سه نوع شکست محتمل در دیواره‌های معدن تیتان قره‌آغاج ۲۶
شکل ۲-۳ تصویری از عملیات درزه‌نگاری در بلوک F کانسار ۲۸
شکل ۲-۴ تصویری از عملیات درزه‌نگاری در ترانشه شماره T۵ واقع در بلوک F کانسار ۲۸
شکل ۲-۵ نمودار خطوط هم‌تراکم ناپیوستگی بانضمام دوایر عظیمه ۲۹
شکل ۲-۶ تصویری از داده‌های ورودی و خروجی در نرم افزار Roclab ۳۱
شکل ۲-۷ تصویری از مدل سطح شیب‌دار ایجاد شده در نرم افزار slide ۳۲
شکل ۲-۸ تصویری از مدل سطح شیب‌دار ایجاد شده در نرم افزار slide با لحاظ ۳۲
شکل ۲-۹ کاواک مخروط ناقص معکوس با ذخیره سیلندری شکل ۳۴
شکل ۲-۱۰ کاواک مخروطی شکل کامل معکوس با ذخیره سیلندری شکل ۳۴
شکل ۲-۱۱ ذخیره رگه‌ای شکل W معرف باطله و O معرف کانسنگ..... ۳۶

شکل ۲-۱۲ تصویری از stringهای تشکیل یافته سطح زمین در حالت دو بعدی ۳۸
شکل ۲-۱۳ سطح زمین به صورت سه بعدی ۳۹
شکل ۲-۱۴ فایل‌های ورودی اولیه در نرم‌افزار ۴۰
شکل ۲-۱۵ موقعیت گمانه‌ها و ترانشه‌های اکتشافی موجود در گستره کانسار ۴۱
شکل ۲-۱۶ تصویری از مغزه‌ها روی سطح زمین و پلیگون تشکیل یافته از ۴۲
شکل ۲-۱۷ تصویری از stringهای تشکیل یافته در ماده معدنی ۴۲
شکل ۲-۱۸ تصویری از wireframe ماده معدنی ۴۳
شکل ۲-۱۹ تصویری از مدل بلوکی بدون در نظر گرفتن عیار ۴۴
شکل ۲-۲۰ تصویری از مدل بلوکی زمین‌شناسی با در نظر گرفتن عیارهای ماده معدنی ۴۴
شکل ۲-۲۱ تصویری از جاده طراحی شده در داخل کاواک شماره ۳ ..... ۵۱
شکل ۲-۲۲ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۱ ..... ۵۲
شکل ۲-۲۳ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۲ ..... ۵۲
شکل ۲-۲۴ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۳ ..... ۵۳
شکل ۲-۲۵ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۴ ..... ۵۳
شکل ۲-۲۶ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۵ ..... ۵۴
شکل ۲-۲۷ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۶ ..... ۵۴
شکل ۲-۲۸ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۷ ..... ۵۵
شکل ۲-۲۹ تصویری از شکل سه بعدی مدل‌های بلوکی تشکیل یافته از ۵۵
شکل ۲-۳۰ تصویری از شکل سه بعدی مدل‌های بلوکی تشکیل یافته از کاواک‌های مختلف ۵۶
شکل ۲-۳۱ تصویری از شکل سه بعدی مدل‌های بلوکی تشکیل یافته از کاواک‌های ۵۶
شکل ۲-۳۲ تصویری از شکل سه بعدی مدل بلوکی تشکیل یافته از کاواک شماره ۳ ..... ۵۷

شکل ۲-۳۳ تصویری از شکل سه بعدی مدل بلوکی تشکیل یافته از کاواک شماره ۱ .....۵۷

شکل ۲-۳۴ تصویری از شکل سه بعدی مدل بلوکی تشکیل یافته از کاواک شماره ۲ .....۵۸

شکل ۲-۳۵ تصویری از شکل سه بعدی مدل بلوکی تشکیل یافته از کاواک شماره ۶ .....۵۸

شکل ۲-۳۶ تصویری از شکل سه بعدی کاواک شماره ۳(کاواک بهینه طراحی شده) ۶۴

شکل ۲-۳۷ تصویری از شکل دو بعدی کاواک بهینه(کاواک شماره ۳) ۶۵

شکل ۲-۳۸ تصویری از شکل دو بعدی کاواک بهینه(کاواک شماره ۳) با پوش دادن با سطح زمین ۶۶

شکل ۲-۳۹ تصویری از شکل سه بعدی کاواک بهینه(کاواک شماره ۳) با قطع دادن با سطح زمین ۶۶

شکل ۲-۴۰ تصویری از شکل سه بعدی wireframe ماده معدنی کاواک بهینه(کاواک شماره ۳) ۶۷

شکل ۲-۴۱ تصویری از شکل سه بعدی مدل بلوکی عیاردار تشکیل یافته ۶۷

شکل ۲-۴۲ تصویری از شکل سه بعدی wireframe کاواک بهینه(کاواک شماره ۳) ۶۸

شکل شماره ۲-۴۳ تصویر موقعیت محل دپوی باطله در کنار کاواک شماره ۳ .....۷۰

فصل سوم

شکل ۳-۱ تاثیر زمان تاخیر بین چال‌های انفجاری در متوسط اندازه سنگ‌های انفجاری ۸۰

شکل ۳-۲ مقایسه بین دو سیستم تاخیر در آرایش چال‌های اچیلون را نشان می‌دهد ۸۰

شکل ۳-۳ آرایش چال‌ها به گونه مربعی ۸۱

شکل ۳-۴ آرایش چال‌ها به گونه مربع مستطیلی ۸۱

شکل ۳-۵ آرایش چال‌ها به گونه‌ای که یک ردیف در میان در فواصل چال‌ها، چال ۸۲

فصل اول: کلیات

۱-۱ مقدمه

مهمترین ذخایر اقتصادی تیتان در کانسارهای پلاسری، دریایی و نیز کانسارهای اولیه در سنگ‌های آذرین بازیک تا اولترابازیک است. مهمترین ذخایر تیتان پلاسری در استرالیا، آفریقای جنوبی، ایالات متحده آمریکا، هندوستان و سری‌لانکا قرار دارد، در حالیکه مهمترین ذخایر تیتان اولیه در نروژ، کانادا و آفریقای جنوبی است.

آلیاژهای تیتانیوم بعنوان فلز ساختمانی در ساخت هواپیما و ساختمان کشتی، در ساختمان ماشین‌های قدرت، هیدرولیز، فرآورده‌های دارویی و متالورژی غیر آهنی بکار برده می‌شود. آلیاژهای تیتانیوم بصورت مؤثر و کارا در بسیاری از رساناهای پیشرونده شیمیایی در فاصله تغییر حرارتی از برودت بالای ۶۰۰- تا ۵۰۰+ درجه سانتیگراد و بالاتر بهره‌برداری شده است. آلیاژهای تیتانیوم-وانادیوم بسیار مهم هستند و دارای مقاومت، خاصیت چکش‌خواری و جوشکاری بالایی هستند.

قیمت تیتانیوم در بازارهای جهانی بین ۱۴هزار تا ۲۵ هزار دلار است مطالعات صورت گرفته بر روی بازار تیتانیوم نشان می دهد که از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۱ تقاضای مصرف کنندگان به تیتانیوم رو به افزایش بوده است. همچنین پیش‌بینی می شود که تولید و قیمت این فلز حداقل طی ۵ سال آینده روند صعودی داشته باشد. بنابراین هرگونه سرمایه‌گذاری در معادن تیتانیوم کاملا اقتصادی و توجیه‌پذیر است. هم اکنون در ایران دو معدن تیتانیوم کهنوج در استان کرمان و قره‌آغاج در ارومیه از ذخایر عظیم سنگ تیتانیوم برخوردار هستند.

در کانسار تیتان قره‌آغاج و در راستای مطالعات زمین شناسی و اکتشافی در مرحله اکتشاف نیمه تفضیلی، تعداد ۱۱ ترانشه اکتشافی بطول ۱۵۹۰ متر حفر گردید و از آنها نمونه‌گیری سیستماتیک لیتوژئوشیمایی بعمل آمد. به طور کلی در خلال این مطالعات مجموعا ۳۲۱ نمونه لیتوژئوشیمی از ترانشه‌ها و واحدهای سنگی مختلف، ۱۲ نمونه برای مطالعه کانی شناسی به روش پرتو مجهول، ۱۲ نمونه جهت مطالعات مقطع صیقلی و ۳۰ نمونه جهت مطالعات پتروگرافی برداشت گردید.

مرحله فاز دوم اکتشاف تفصیلی از مطالعات توسط مهندسین مشاور ایتوک ایران و در سال ۱۳۸۷ به مرحله اجرا در آمد. اهم فعالیت‌های اکتشافی انجام گرفته در این مرحله شامل اکتشاف عمقی و حفر ۲۵ حلقه گمانه اکتشافی بود.

حفاری در شبکه ۱۰۰×۱۰۰ متری اجرا شد. طول کلی گمانه‌های حفر شده ۲۱۶۵/۴۵ متر و تعداد نمونه های برداشت شده ۱۲۲۰ متر بود. از بین نمونه‌های برداشت شده، ۱۲۰۷ نمونه برای تعیین عیار V_2O_5، MnO، Fet، TiO_2 و Cr_2O_3 مورد آزمایش قرار گرفته‌اند.

در پایان‌نامه حاضر برای رسیدن به اهداف پیش‌بینی شده در آن مطالب ارائه شده در پنج فصل گنجانده شده است. در فصل اول به کلیاتی در مورد ذخیره تیتان قره‌آغاج پرداخته شده است و ویژگی‌های کمی و کیفی این ذخیره مد نظر قرار گرفته است. در فصل دوم طراحی استخراج این معدن با استفاده از الگوریتم های طراحی انجام گرفته است و آحاد عملیاتی این معدن در فصل سوم انجام گرفته است. ارزیابی فنی و اقتصادی معدن تیتان قره‌آغاج نیز در فصل چهارم گزارش مورد بررسی قرار گرفته است، و بالاخره نتایج حاصل از اجرای پژوهش در فصل پنجم ارائه شده است.

۱– ۲ موقعیت جغرافیایی و راه دسترسی

محدوده مورد مطالعه در گستره‌ای به وسعت ۴ کیلومتر مربع در استان آذربایجان غربی و در ۳۶ کیلومتری شمال‌غرب شهرستان ارومیه واقع شده است. دسترسی به محدوده مورد نظر از طریق جاده آسفالته ارومیه-سرو بطول ۲۶ کیلومتر و راه شوسه فرعی منشعب از آن، پس از گذر از آبادی‌های پست، اشگه‌سو و قره‌آغاج به طول ۷ کیلومتر و راه خاکی شمال روستای قره‌آغاج بطول ۳ کیلومتر امکان‌پذیر است[۱]. شکل ۱-۱ کروکی راه‌های دسترسی به محدوده مورد بررسی را نشان می‌دهد.

آب و هوای منطقه به تبع از وضعیت توپوگرافی آن، کوهستانی نیمه معتدل بوده و دارای زمستان‌های سرد و پوشیده از برف و تابستان‌های ملایم است.

پوشش گیاهی منطقه عمدتا شامل گون و گیاهان پهن برگ نظیر ریواس می‌باشد. کشاورزی و دامپروری محورهای عمده فعالیت اقتصادی ساکنان این منطقه را تشکیل می‌دهد. روستای قره‌آغاج با جمعیتی حدود ۵۰ خانوار، نزدیکترین آبادی به محدوده معدن است. ساکنان این منطقه عمدتا از هموطنان کرد هستند که به زبان کردی تکلم می‌نمایند.

تصویری از محل گستره کانسار تیتانیوم قره‌آغاج در شکل ۱-۲ مشاهده می‌شود.

شکل ۱-۱ کروکی راه‌های دسترسی به محدوده طرح بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰

شکل ۱-۲ تصویری از گستره کانسار

۱– ۳ ذخایر تیتانیوم در ایران و جهان

مهمترین ذخایر اقتصادی تیتان در کانسارهای پلاسری، دریایی و نیز کانسارهای اولیه در سنگ‌های آذرین بازیک تا اولترابازیک است. مهمترین ذخایر تیتان پلاسری در استرالیا، آفریقای جنوبی، ایالات متحده آمریکا، هندوستان و سری‌لانکا قرار دارد، در حالیکه مهمترین ذخایر تیتان اولیه در نروژ، کانادا و آفریقای جنوبی است[۱].

کانسارهای اولیه بی‌نظیر تیتانیوم دارای ذخایری در حدود دهها میلیون تن هستند. نهشته‌های بزرگ دارای چندین میلیون تن و نهشته‌های کوچک دارای ذخایری از صدها تا هزاران تن دی اکسید تیتانیوم هستند. مقدار این ذخایر برای نهشته‌های پلاسر رقمی معادل نصف این ارقام است.

کانسارهای اقتصادی نهشته‌هایی هستند که شامل بیش از ۱۰ درصد TiO_2 در ماده معدنی نهشته اولیه و ۱۰ درصد ایلمنیت یا ۱/۵ درصد روتیل در نهشته‌های پلاسر هستند. ترکیبات مزاحم(همراه) شامل