



10/1401

۸۷/۱/۱۰۵۷۰۷
۸۷/۱/۳۰



دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی و مهندسی
بخش مهندسی معدن

پایان نامه برای تکمیل دوره کارشناسی ارشد مهندسی معدن (گرایش اکتشاف)

**اکتشافات تفصیلی، مطالعات فنی و اقتصادی و تعیین ذخیره کانسار
گرومیت معدن شش آبدشت، اسفندقه**

اطلاعات دران محمدی
تعمیرات

استاد راهنما:

دکتر محمد رضا شایسته فر

۲۲ / ۹ / ۱۳۸۷

مؤلف:

محمد محمدی

فروردین ماه ۱۳۸۷

۱۰۸۴۵۱



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی معدن

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته

نمی‌شود.

دانشجو: محمد محمدی

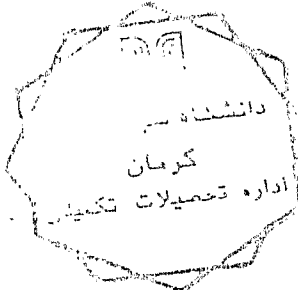
استاد راهنما: دکتر محمد رضا شایسته فر

داور ۱: دکتر غلامرضا کمالی

داور ۲: دکتر حجت ا. رنجبر

معاونت پژوهشی و نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده: : دکتر حسن حاجی امین شیرازی

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه است



(ج)

این پایان نامه با حمایت مالی طرح مطالعات کاربردی صنعتی و معدن وزارت صنایع و معادن موضوع قرارداد شماره ۴۵۰/۱۰۱۵۶۱۳ مورخ ۸۴/۱۲/۲۷ در راستای رفع نیازهای پژوهشی واحدهای صنعتی و معدن در دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شده است.

تقدیم به پدر و مادر بزرگوارم

که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر،

توانشان رفت تا به توانی برسم.

آنان که راستی قائم در شگفتی قاتلان تجلی یافت،

آنان که فروغ نگاهشان، گرمی کلامشان و روشنی رویشان سرمایه‌های جاودانی زندگی من است.

در برابر وجود گرانشان زانوی ادب بر زمین می‌نهم و با قلبی مملو از عشق، محبت و خضوع بر دست ایشان بوسه می‌زنم.

سرو وجودشان همیشه سرسبز و استوار باد.

و تقدیم به خواهران و برادر بزرگوارم که همواره مشوق و پشتیبانم بوده‌اند.

تقدیر و تشکر

سپاس خدای متعال را که همیشه یاری‌رسان این بنده حقیر بوده و بی‌مدد او هیچ کاری را سرانجام نخواهد بود. سپاس او را که علمش را به من آموخت و سیاهی ندانستن را از من زدود. هر چند زبان را توان جبران زحمات نیست، اما بر خود لازم می‌دانم از تمام کسانی که مرا در انجام این پایان‌نامه یاری داده‌اند صمیمانه سپاسگذاری نمایم.

از پدر و مادر مهربان و صبورم، خواهران و برادر بزرگوارم که همیشه مشوق و پشتیبانم بوده‌اند و در تمام مراحل زندگی از هیچ لطفی در حقم دریغ نکرده‌اند، از صمیم دل سپاسگذارم.

از استاد محترم و گرانقدر، جناب آقای دکتر شایسته‌فر، کمال تشکر دارم که مرا در انجام این پایان‌نامه یاری و راهنمایی کردند و از خداوند منان برای این استاد گرامی آرزوی سربلندی و موفقیت را خواستارم.

از استاد گرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر حجت‌الله رنجبر که بی‌دریغ و در هر شرایطی مرا از راهنمایی‌های خود بهره‌مند ساختند، کمال تشکر را دارم برای ایشان آرزوی سلامتی و موفقیت در همه مراحل زندگی را دارم.

از مدیریت محترم بخش مهندسی معدن، آقای دکتر کمالی، و همچنین سایر استادان گرامی گروه اکتشاف که مرا در گذراندن این دوره یاری رساندند، کمال تشکر و برای همه این عزیزان آرزوی توفیق روز افزون را دارم.

همچنین از مدیریت و کارمندان محترم شرکت مشاوره بهسام و شرکت معادن کرومیت اسفندقه به خاطر کمک‌های فنی در انجام عملیات‌های صحرائی کمال تقدیر و تشکر را دارم.

محمد محمدی

بهار ۱۳۸۷

چکیده

منطقه مورد مطالعه در جنوب استان کرمان و در زون اسفندقه-دولت آباد واقع شده است. در این منطقه معادن فروانی از کرومیت یافت می‌شود که همگی توسط رخنمون‌های سطحی کشف شده‌اند. در این پایان‌نامه تلاش گردید تا با نگرشی جدید و با روش‌های اصولی و علمی به اکتشاف این ماده معدنی با ارزش پرداخته شود. در این راستا به بررسی روش‌های مختلف اکتشاف کرومیت از مطالعات مقدماتی تا تفصیلی در منطقه مورد نظر پرداخته شد. در ابتدا برای درک وضعیت منطقه و تعیین مناطق مستعد برای تشکیل کرومیت، به بررسی زمین‌شناسی ناحیه‌ای و معدنی با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره‌ای و پردازش آنها با روش‌های نسبت‌های بانندی و ترکیبات رنگی کاذب و سرانجام پیمایش‌های صحرایی پرداخته شد. همچنین برای مطالعه ساختارهای پنهان و یافتن آنومالی‌های مغناطیسی، از داده‌های مغناطیس‌سنجی هوایی استفاده گردید. برای نیل به این هدف و آشکار سازی آنومالی‌ها، فیلترهای برگردان به قطب، مشتق اول، مشتق دوم، سیگنال تحلیلی و آنالیز روند سطحی بر روی این داده‌ها اعمال شد. پس از انطباق موقعیت معادن کرومیت بر روی این نقشه‌ها و بررسی‌های زمینی آنومالی‌ها، معادن و اندیس‌های کرومیت بیشترین تطابق را با آنومالی‌های مشتق اول داشتند؛ که معدن شش نیز بر روی بزرگ‌ترین آنومالی توده اولترامافیک آبدشت قرار داشت. برای اکتشاف تفصیلی و ارزیابی ذخیره، پس از برداشت‌های اکتشافی، زمین‌شناسی و نمونه برداری اولیه، پروفیل‌ها و گمانه‌های اکتشافی طراحی شدند. برای بررسی‌های ژئوشیمیایی از نمونه‌های جمع آوری شده سطحی و همچنین گمانه‌های حفر شده تعداد ۲۶ نمونه برای آنالیز شیمیایی فرستاده شد و بر روی نتایج آنها آنالیزهای آماری چند متغیره و سنگ‌شناسی صورت گرفت. بر اساس نتایج حفاری و با توجه به ماهیت زمین‌شناسی منطقه و سایر عوامل موثر، طرح استخراج آن در دو بخش روباز و زیرزمینی تهیه و ارائه گردید و بررسی‌های فنی و اقتصادی مربوط به آنها انجام گرفت و براساس آن این کانسار دارای ارزش اقتصادی بالایی است.

فصل اول: آشنایی با کرومیت و ذخائر ایران

- ۱-۱. آشنایی با کرومیت ۲
- ۱-۱-۱. تاریخچه ۲
- ۱-۱-۲. مشخصات بلورشناسی کرومیت ۲
- ۱-۱-۳. مشخصات شیمیایی کرومیت ۳
- ۱-۱-۴. مشخصات فیزیکی و مکانیکی کرومیت ۴
- ۱-۱-۵. کانی‌های کرومیت ۶
- ۱-۱-۶. شرایط تشکیل و ژنز کرومیت ۷
- ۱-۱-۷. موارد استفاده و کاربرد کرومیت ۱۰
- ۱-۱-۸. انواع کانسارهای کرومیت ۱۳
- ۱-۱-۸-۱. کانسارهای کرومیت نوع بوشولد (تیپ لایه ای یا چین سان) ۱۳
- ۱-۱-۸-۲. کانسارهای کرومیت نوع آلپی (تیپ نیامی یا انیانی) ۱۵
- ۲-۱. زمین شناسی و پراکندگی کانه در ایران ۱۹
- ۱-۲-۱. گسترش و پراکندگی افیولیت ۱۹
- ۱-۲-۱-۱. تقسیم بندی افیولیت‌های ایران از نظر جغرافیایی ۱۹
- ۱-۲-۱-۲. تقسیم بندی افیولیت‌های ایران از لحاظ ساختاری ۲۰
- ۲-۲-۱. گسترش معادن کرومیت در ایران ۳۳

فصل دوم: زمین شناسی ناحیه‌ای و معدنی

- ۱-۱. موقعیت جغرافیایی معدن شش ۲۵
- ۲-۲. سوابق مطالعاتی و گزارشات تهیه شده قبلی ۲۷
- ۳-۲. زمین شناسی عمومی منطقه اسفندقه ۲۸
- ۴-۲. زمین شناسی کانسارهای کرومیت ناحیه اسفندقه ۳۴
- ۱-۴-۲. کرومیت‌های واقع در دونیت تحتانی ۳۴
- ۲-۴-۲. کرومیت‌های همراه تناوب دونیت، هارزبورژیت و پیروکسنیت ۳۵

۳۵	۳-۴-۲. کرومیت‌های همراه تناوب دونیت و هارزبورژیت فوقانی
۳۶	۴-۴-۲. کرومیت‌های نزدیک سطح تماس گابرو با پیروکسنیت‌ها و دونیت‌ها
۳۶	۵-۴-۲. کرومیت‌های همراه با توده‌های سرپانتینی آمیزه رنگین
۳۷	۵-۲. توده پریدوتیتی آبدشت
۴۳	۶-۲. ذخایر کرومیت در توده پریدوتیتی آبدشت
۴۵	۷-۲. ناحیه معدن شش

فصل سوم: ژئوفیزیک و سنجش از دور

۵۲	۱-۳. مقدمه
۵۲	۲-۳. مغناطیس‌سنجی
۵۳	۱-۲-۳. پردازش داده‌های ژئوفیزیک هوایی
۵۳	۱-۲-۳-۱. فیلتر برگردان به قطب
۵۵	۲-۳-۱-۲. فیلتر مشتق قائم و افقی شدت میدان کل
۵۶	۳-۲-۱-۳. فیلتر سیگنال تحلیلی
۵۷	۴-۳-۱-۲. فیلتر گسترش به سمت بالا و پائین
۵۹	۵-۳-۱-۲. آنالیز روند سطحی
۶۰	۲-۳-۲. نحوه تعبیر و تفسیر
۶۱	۳-۲-۳. اکتشاف کرومیت به روش مغناطیس‌سنجی
۶۴	۴-۲-۳. داده‌های مورد مطالعه
۶۴	۵-۲-۳. بررسی نقشه‌های مغناطیسی منطقه
۶۴	۱-۵-۲-۳. بررسی نقشه شدت کل میدان مغناطیسی
۶۷	۲-۵-۲-۳. بررسی نقشه برگردان به قطب
۶۹	۳-۵-۲-۳. بررسی نقشه مشتق اول
۷۳	۴-۵-۲-۳. بررسی نقشه مشتق دوم
۷۳	۵-۵-۲-۳. بررسی نقشه سیگنال تحلیلی

۷۴	۳-۲-۵-۶. بررسی نقشه گسترش به سمت بالا
۷۶	۳-۲-۵-۷. بررسی نقشه‌های آنالیز روند
۷۷	۳-۳. سایر روش‌های ژئوفیزیکی اکتشاف کرومیت
۷۸	۳-۳-۱. روش ثقل سنجی
۷۹	۳-۳-۲. روش‌های الکتریکی
۸۰	۳-۳-۳. روش VLF (الکترومغناطیس)
۸۲	۳-۴. سنجش از دور
۸۳	۳-۴-۱. نسبت بانندی
۸۳	۳-۴-۲. تصاویر رنگی کاذب
۸۳	۳-۴-۳. اکتشاف دورسنجی کرومیت

فصل چهارم: مطالعات کانی شناسی و سنگ شناسی

۸۸	۴-۱. مقدمه
۸۸	۴-۲. مطالعات کانی شناسی
۸۸	۴-۲-۱. اولیوین
۹۱	۴-۲-۲. ارتوپیروکسن
۹۲	۴-۲-۳. کلینوپیروکسن
۹۳	۴-۲-۴. پلاژیوکلاز
۹۳	۴-۲-۵. سرپانتین و فرایند سرپانتینی شدن
۹۷	۴-۲-۶. آزبست
۹۸	۴-۲-۷. منیزیت
۱۰۲	۴-۲-۸. کانی‌های فلزی و عناصر کمیاب
۱۰۴	۴-۳. سنگ‌های سازنده توده پریدوتیتی معدن شش و آبدشت
۱۰۴	۴-۳-۱. پریدوتیت‌ها
۱۰۴	۴-۳-۲. دونیت

۱۰۵	۳-۳-۴. هارزبورژیت
۱۰۷	۴-۳-۴. لرزولیت
۱۰۷	۵-۳-۴. ورلیت
۱۰۸	۶-۳-۴. کرومیتیت
۱۰۸	۷-۳-۴. سرپانتینیت

فصل پنجم: بافت‌ها و ساخت‌های کرومیت

۱۱۰	۱-۵. مقدمه
۱۱۲	۲-۵. بافت‌ها و ساخت‌های اولیه ماگمایی
۱۱۲	۱-۲-۵. بافت توده‌ای و متراکم
۱۱۳	۲-۲-۵. بافت انتشاری
۱۱۵	۳-۲-۵. بافت واکنشی
۱۱۶	۴-۲-۵. بافت نودولار هم‌رشدی
۱۱۷	۵-۲-۵. بافت نودولار
۱۱۹	۳-۵. بافت‌ها و ساخت‌های ثانویه
۱۱۹	۱-۳-۵. بافت کاتاکلاستیکی
۱۱۹	۲-۳-۵. بافت شیلرن
۱۲۰	۳-۳-۵. بافت میلونیتی
۱۲۲	۴-۳-۵. بافت و ساخت کششی
۱۲۳	۵-۳-۵. بافت سوپرژن (غنی شدگی)

فصل ششم: ژئوشیمی

۱۲۶	۱-۶. مقدمه
۱۲۶	۲-۶. ژئوشیمی ناحیه‌ای
۱۲۷	۳-۶. ژئوشیمی محیط سنگی معدن شش
۱۲۹	۱-۳-۶. بررسی نمودارهای زمین‌شناسی

۱۳۲	۲-۳-۶. آنالیزهای آماری و چند متغیره
۱۳۴	۱-۲-۳-۶. آنالیز مؤلفه اصلی
۱۴۰	۲-۲-۳-۶. آنالیز خوشه‌ای

فصل هفتم: حفاری، مدل سازی و تعیین ذخیره

۱۴۶	۱-۷. مقدمه
۱۴۷	۲-۷. طراحی پروفیل‌های اکتشافی
۱۴۷	۱-۲-۷. حفر ترانشه
۱۴۷	۲-۲-۷. حفر اکلن
۱۴۷	۳-۲-۷. حفر چاه
۱۴۸	۴-۲-۷. حفر گمانه
۱۴۹	۳-۷. طراحی گمانه‌های اکتشافی
۱۴۹	۱-۳-۷. گمانه‌های ترانشه دو
۱۵۳	۲-۳-۷. گمانه‌های ترانشه یک
۱۵۴	۳-۳-۷. گمانه‌های اکتشافی خارج معدن
۱۵۴	۴-۷. حفاری و تعیین ذخیره
۱۵۷	۵-۷. تعیین روش استخراج و طراحی معدن
۱۵۷	۱-۵-۷. قسمت روباز معدن
۱۶۰	۲-۵-۷. قسمت زیرزمینی معدن

فصل هشتم: مطالعات فنی و اقتصادی

۱۶۳	۱-۸. مقدمه
۱۶۳	۲-۸. محاسبات اقتصادی
۱۶۴	۱-۲-۸. هزینه‌های سرمایه گذاری ثابت
۱۶۴	۱-۱-۲-۸. سرمایه گذاری ثابت بخش روباز (سال اول)
۱۶۵	۲-۱-۲-۸. سرمایه گذاری ثابت بخش زیرزمینی

۱۶۶	۲-۲-۸. هزینه‌های سرمایه گذاری جاری
۱۶۶	۱-۲-۲-۸. سرمایه گذاری جاری بخش روباز
۱۶۹	۲-۲-۲-۸. سرمایه گذاری جاری بخش زیرزمینی
۱۷۳	فصل نهم: نتیجه گیری
۱۷۷	منابع و مأخذ
	پیوست‌ها
۱۸۴	نتایج آنالیز XRF نمونه‌های سنگی
۱۸۵	نمودارهای PC
۱۸۷	ماتریس همبستگی و مقادیر ویژه PC رسوبات آبراهه‌ای
۱۸۸	نتایج گمانه‌ها

- شکل ۱-۱. روند تغییرات کرومیت از کانسنگ تا مصارف ۱۱
- شکل ۲-۱. نحوه تشکیل کانسارهای کرومیت نیامی ۱۶
- شکل ۳-۱. موقعیت انواع کانسارهای کرومیت در مجموعه‌های افیولیتی ۱۸
- شکل ۴-۱. نمایش موقعیت افیولیت‌های ایران و برخی کانسارهای کرومیت مهم آنها ۲۱
- شکل ۱-۲. موقعیت منطقه اسفندقه در نقشه افیولیت‌های ایران زمین ۲۶
- شکل ۲-۲. راه‌های دسترسی به منطقه آبدشت ۲۶
- شکل ۳-۲. موقعیت معدن شش و راه‌های دسترسی به آن از آبدشت ۲۶
- شکل ۴-۲. نقشه زمین شناسی محدوده آبدشت ۳۰
- شکل ۵-۲. کنگلومرا همراه با سیمان منیزیتی رسوبات تخریبی تشکیلات نئوژن ۳۲
- شکل ۶-۲. رنگ زرد سطح زمین به علت آزاد شدن اکسیدهای آهن، جنوب معدن شش ۴۰
- شکل ۷-۲. توده‌های برجسته هارپورژیت که مقاومت بیشتر نسبت به دونیت دارند ۴۰
- شکل ۸-۲. نمونه‌ای از لایه بندی در (a) کرومیت‌ها (معدن شباهنگ) و (b) سنگ‌های منطقه ۴۱
- شکل ۹-۲. رزدی‌گرام امتداد گسل‌های توده آبدشت ۴۲
- شکل ۱۰-۲. رزدی‌گرام امتداد درزه‌های توده آبدشت ۴۲
- شکل ۱۱-۲. رزدی‌گرام امتداد درزه‌های معدن شش ۴۲
- شکل ۱۲-۲. تصویر ماهواره‌ای توده پریدوتیتی آبدشت و موقعیت معادن کرومیت فعال آن ۴۴
- شکل ۱۳-۲. تشکیل کانی‌های کلریت و گرونا‌ی کروم‌دار بر روی سطوح گسله ۴۶
- شکل ۱۴-۲. نقشه توپوگرافی معدن شش و موقعیت ترانشه‌های یک و دو، گسل‌های F1 و F2 در آن و مقطع AB در آن ۴۷
- شکل ۱۵-۲. مقطع زمین شناسی AB در ترانشه دو ۴۸
- شکل ۱۶-۲. حالت متورق سنگ دربرگیرنده کانسار معدن شش در حاشیه لایه کرومیت ۴۸
- شکل ۱۷-۲. ترانشه شماره یک در کمر بالای گسل میانی ۴۹
- شکل ۱۸-۲. ترانشه شماره دو در کمر پایین گسل میانی ۵۰
- شکل ۱۹-۲. مقطع عرضی و پلان تونل‌های حفر شده قدیمی و موقعیت آن نسبت به ترانشه یک ۵۰
- شکل ۱-۳. مؤلفه‌های میدان مغناطیس اصلی ۵۴

- شکل ۲-۳. مقادیر مغناطیس در سطح A با ارتفاع h و فواصل R استفاده شده برای محاسبه
 ۵۸ مغناطیس در محل P با روش گسترش به بالا با استفاده از رابطه ۳-۳
- شکل ۳-۳. نقشه مغناطیس سنجی هوایی منطقه آبدشت
 ۶۳
- شکل ۴-۳. نقشه شدت کل میدان مغناطیسی و زون‌های برگه ۱:۵۰۰۰۰ آبدشت
 ۶۶
- شکل ۵-۳. نقشه برگردان به قطب برگه آبدشت
 ۶۸
- شکل ۶-۳. نقشه مشتق اول داده‌های برگردان به قطب برگه آبدشت
 ۷۰
- شکل ۷-۳. موقعیت زون‌های شدت کل میدان و بی‌هنجاری‌های برگردان به قطب و
 مشتق اول بر روی نقشه زمین‌شناسی آبدشت
 ۷۱
- شکل ۸-۳. موقعیت بی‌هنجاری‌های مشتق اول و انطباق آنها با معادن و اندیس‌های
 توده‌های آبدشت و صوغان
 ۷۲
- شکل ۹-۳. موقعیت دو رگه کرومیت کشف شده در زیر رسوبات جنوب توده‌های
 آبدشت و صوغان
 ۷۲
- شکل ۱۰-۳. نقشه مشتق دوم داده‌های برگردان به قطب برگه آبدشت
 ۷۳
- شکل ۱۱-۳. نقشه سیگنال تحلیلی منطقه آبدشت و موقعیت بی‌هنجاری‌های نیمه عمیق
 ۷۴
- شکل ۱۲-۳. نقشه گسترش به سمت بالا در ارتفاع ۵۰۰ متر
 ۷۵
- شکل ۱۳-۳. نقشه گسترش به سمت بالا در ارتفاع ۲۰۰۰ متر
 ۷۵
- شکل ۱۴-۳. نقشه‌های آنالیز روند درجه‌های ۱ تا ۳ (بترتیب a تا c) داده‌های مغناطیس سنجی
 هوایی برگه آبدشت
 ۷۷
- شکل ۱۵-۳. امواج VLF-EM و مؤلفه‌های آن بر روی زمین ناهمگن
 ۸۱
- شکل ۱۶-۳. منحنی طیفی کرومیت
 ۸۲
- شکل ۱۷-۳. بارزسازی توده‌های افیولیتی آبدشت و صوغان توسط نسبت بانندی
 $5/7-5/1-5/4*3/4$
 ۸۵
- شکل ۱۸-۳. تصویر نسبت بانندی $5/3-5/1-7/5$ توده آبدشت و واحدهای زمین‌شناسی
 قابل تفکیک آن
 ۸۶
- شکل ۱-۴. نمودار آنالیز XRD یک نمونه سنگ همبر معدن شش
 ۸۹
- شکل ۲-۴. بلورهای اولیوین با رنگ‌های پلاریزه بالا
 ۹۰
- شکل ۳-۴. ماکل مکانیکی بلورهای ارتوپروکسن
 ۹۱

- شکل ۴-۴. کانی‌های سرپانتینی نشده ارتو و کلینو پیروکسن ۹۲
- شکل ۴-۵. کانی رشته‌ای و لوله‌مانند کریزوتیل ۹۴
- شکل ۴-۶. تنوع رنگ سطح زمین بر اثر تجزیه سطحی توده سرپانتینی شده ۹۶
- شکل ۴-۷. رگه‌های سبز رنگ با الیاف‌های جداگانه کریزوتیل ۹۸
- شکل ۴-۸. منیزیت بی‌شکل، بصورت پرکننده در بین بلورهای کرومیت ۱۰۰
- شکل ۴-۹. تشکیل منیزیت در درز و شکاف سنگ‌ها ۱۰۰
- شکل ۴-۱۰. انواع بافت‌های منیزیت موجود در معدن شش ۱۰۱
- شکل ۴-۱۱. نمونه‌ای از سولفیدهای نیکل در مغزه‌های گمانه SCOBH1 ۱۰۲
- شکل ۴-۱۲. اسپینل‌های نیمه شکل‌دار کروم در داخل هارزبورژیت ۱۰۶
- شکل ۵-۱. نمونه‌ای از بافت متراکم معدن شش که سیلیکات‌ها به صورت رگچه‌ای و خیلی جزئی قسمتی از سنگ را پر کرده‌اند. ۱۱۳
- شکل ۵-۲. بافت پراکنده کرومیت در دونیت سرپانتینی که دانه‌های کرومیت حجم بسیار کمی را اشغال کرده‌اند. ۱۱۴
- شکل ۵-۳. بافت پراکنده کرومیت با درصد بیشتری از بلورهای کرومیت ۱۱۵
- شکل ۵-۴. بافت واکنشی بلورهای کرومیت ۱۱۶
- شکل ۵-۵. بافت نودولار هم‌رشدی بلورهای کرومیت ۱۱۷
- شکل ۵-۶. بافت نودولار، دانه‌های کرومیت نسبت به بافت نودولار هم‌رشدی بزرگ‌ترند ۱۱۸
- شکل ۵-۷. تبدیل بافت انتشاری به نودولار هم‌رشدی و سپس تشکیل بافت نودولار کامل و نهایتاً بافت متراکم ۱۱۹
- شکل ۵-۸. بافت کاتاکلاستیکی بلورهای کرومیت - مقطع صیقلی ۱۲۰
- شکل ۵-۹. جهت یافتگی دانه‌های کرومیت و ایجاد بافت شیلرن - نور انعکاسی ۱۲۰
- شکل ۵-۱۰. بافت میلوئیتی با خردشدگی دانه‌های کرومیت - نور انعکاسی ۱۲۱
- شکل ۵-۱۱. بافت میکروبرشی و خردشدگی کرومیت در زون گسل - نور انعکاسی ۱۲۱
- شکل ۵-۱۲. بافت کششی حاصل از سرپانتینی شدن سیلیکات‌ها - نور انعکاسی ۱۲۲
- شکل ۵-۱۳. بافت کششی حاصل از سرپانتینی شدن سیلیکات‌ها در مقطع نازک ۱۲۳
- شکل ۵-۱۴. بافت سوپرژن بلورهای کرومیت - نور انعکاسی ۱۲۴

- شکل ۶-۱. نقشه بی‌هنجاری‌های آبراهه‌ای عناصر Ni، Co و Cr و موقعیت آنها نسبت به معادن کرومیت منطقه
- ۱۲۷
- شکل ۶-۲. محل نمونه‌های برداشته شده در محدوده معدن شش
- ۱۲۸
- شکل ۶-۳. نمودار سه‌تایی کاتیون‌های سه ظرفیتی مبین غنی بودن کرومیت‌ها از کروم
- ۱۳۰
- شکل ۶-۴. ارتباط بین عناصر و ترکیبات اصلی در نمونه‌های معدن شش
- ۱۳۰
- شکل ۶-۵. نمودار Cr_2O_3 نسبت به TiO_2 و قرارگیری معدن شش در محدوده کرومیت‌های افیولیتی
- ۱۳۱
- شکل ۶-۶. نمودار AFM برای تعیین نوع ماگما و محدوده نمونه‌های معدن شش
- ۱۳۱
- شکل ۶-۷. نمودار سه‌تایی MgO ، Al_2O_3 و CaO نمایانگر غنی بودن افیولیت منطقه از Mg
- ۱۳۱
- شکل ۶-۸. فلوشیت آنالیز آماری داده‌ها
- ۱۳۲
- شکل ۶-۹. نمودار مؤلفه اول داده‌های
- ۱۳۹
- شکل ۶-۱۰. نمودار مؤلفه دوم
- ۱۳۹
- شکل ۶-۱۱. نمودار خوشه‌بندی متغیرها با روش Ward
- ۱۴۳
- شکل ۷-۱. نقشه توپوگرافی ترانسه دو و محل پروفیل‌ها و گمانه‌های حفاری آن
- ۱۵۰
- شکل ۷-۲. مقطع پروفیل یک و گمانه‌های BH1 و BH2 بر روی ترانسه دو
- ۱۵۰
- شکل ۷-۳. حفر دو گمانه از یک استقرار دستگاه حفاری
- ۱۵۱
- شکل ۷-۴. طرح شماتیکی پروفیل‌ها و گمانه‌های طراحی شده ترانسه دو
- ۱۵۲
- شکل ۷-۵. پروفیل‌های حفاری طراحی شده بر روی ترانسه یک
- ۱۵۳
- شکل ۷-۶. موقعیت گمانه‌های SC0BH1 و SC1BH1 نسبت به ترانسه یک
- ۱۵۴
- شکل ۷-۷. حفاری گمانه‌های عمودی پروفیل‌های ۲ و ۶
- ۱۵۵
- شکل ۷-۸. نمای کلی از دیواره ترانسه دو و دستگاه‌های حفاری
- ۱۵۵
- شکل ۷-۹. نمونه‌ای از مغزه گرفته شده و تابلو مشخصات آن
- ۱۵۵
- شکل ۷-۱۰. نحوه قرار دادن نمونه‌ها در داخل جعبه نمونه
- ۱۵۵
- شکل ۷-۱۱. مدل ساخته شده رگه کرومیت ترانسه یک
- ۱۵۶
- شکل ۷-۱۲. گمانه‌ها و لایه کرومیت مدل سازی شده ترانسه دو
- ۱۵۶
- شکل ۷-۱۳. پلان طرح فاز یک استخراج ترانسه یک
- ۱۵۷

- ۱۵۸ شکل ۷-۱۴. طرح فاز یک و رگه کرومیت ترانشه یک در آن
- ۱۵۹ شکل ۷-۱۵. پلان نهایی استخراجی معدن روباز شش
- ۱۶۰ شکل ۷-۱۶. طرح نهایی قسمت روباز معدن شش و رگه‌ها و گمانه‌های اکتشافی آن

۳	جدول ۱-۱. درصد تغییرات اکسیدها در فرمول عمومی کرومیت
۵	جدول ۱-۲. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی فلز کروم (Cr)
۶	جدول ۱-۳. مشخصات فیزیکی مربوط به دو نوع کرومیت
۱۹	جدول ۱-۴. مقایسه خصوصیات انواع کانسارهای کرومیت
۶۰	جدول ۱-۳. نمایش جمله‌های سطوح روند تا درجه ۳
۶۲	جدول ۲-۳. ویژگی‌های فیزیکی کانسنگ و سنگ همبر کرومیت انبانی
۷۶	جدول ۳-۳. ضرایب معادلات درجه ۲ و ۳ سطوح روند
۷۹	جدول ۳-۴. تاثیر سرپانتینیزاسیون بر خصوصیات فیزیکی سنگ‌های اولترابازیک
۸۴	جدول ۳-۵. نسبت‌های باندی شناسایی افیولیت‌ها در تصاویر ماهواره ASTER
۸۴	جدول ۳-۶. نسبت‌های باندی شناسایی افیولیت‌ها در تصاویر ماهواره Landsat TM
۹۶	جدول ۴-۱. تجزیه شیمیایی چند نمونه سنگ سرپانتینی شده توده آبدشت
۱۰۲	جدول ۴-۲. تجزیه شیمیایی دو نمونه منیزیت توده آبدشت
۱۲۹	جدول ۶-۱. اطلاعات آماری ترکیبات و عناصر در نمونه
۱۳۳	جدول ۶-۲. ماتریس همبستگی داده‌های آنالیز ژئوشیمیایی معدن شش
۱۳۶	جدول ۶-۳. مقادیر ویژه مؤلفه‌های بردار اصلی و درصد واریانس و درصد تجمعی آنها
۱۳۷	جدول ۶-۴. بردارهای PC
۱۵۱	جدول ۷-۱. مشخصات گمانه‌های اکتشافی ترانشه دو
۱۶۴	جدول ۸-۱. ماشین آلات و تجهیزات تولید روباز
۱۶۴	جدول ۸-۲. تجهیزات کارگاهی روباز (خودرو)
۱۶۴	جدول ۸-۳. تاسیسات روباز
۱۶۵	جدول ۸-۴. ماشین آلات و تجهیزات زیرزمینی
۱۶۵	جدول ۸-۵. تجهیزات کارگاهی روباز
۱۶۵	جدول ۸-۶. تاسیسات زیرزمینی
۱۶۶	جدول ۸-۷. مشخصات حفاری و مواد ناریه مصرفی سالیانه روباز

۱۶۷	جدول ۸-۸ هزینه لوازم و مواد مصرفی روباز
۱۶۷	جدول ۹-۸ هزینه سالیانه سوخت مصرفی ماشین آلات و تاسیسات روباز
۱۶۷	جدول ۱۰-۸ هزینه تعمیرات و نگهداری ماشین آلات و تاسیسات روباز
۱۶۸	جدول ۱۱-۸ حقوق پرسنلی روباز
۱۶۸	جدول ۱۲-۸ استهلاک دارایی‌های روباز
۱۶۹	جدول ۱۳-۸ مشخصات حفاری و مواد ناریه مصرفی سالیانه زیرزمینی
۱۶۹	جدول ۱۴-۸ هزینه لوازم و مواد مصرفی زیرزمینی
۱۷۰	جدول ۱۵-۸ هزینه سالیانه سوخت مصرفی ماشین آلات و تاسیسات زیرزمینی
۱۷۰	جدول ۱۶-۸ هزینه تعمیرات و نگهداری ماشین آلات و تاسیسات زیرزمینی
۱۷۰	جدول ۱۷-۸ حقوق پرسنلی زیرزمینی
۱۷۱	جدول ۱۸-۸ استهلاک دارایی‌های زیرزمینی
۱۷۱	جدول ۱۹-۸ ادامه جدول تاسیسات زیرزمینی
۱۷۲	جدول ۲۰-۸ جدول DCF
۱۷۲	جدول ۲۱-۸ ادامه جدول DCF