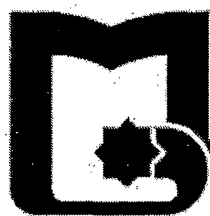


1.2.2017

۱۷۱۱۱۰۴۱۸۵
۱۷ / ۱۶۴۸



دانشگاه سیستان و بلوچستان

تحصیلات تکمیلی

پایان نامه کارشناسی ارشد در زمین شناسی اقتصادی

عنوان:

مطالعه ترکیب شیمیایی کانیهای کانسار مس

پورفیری سونگون (شمال غرب ایران،

آذربایجان)

اساتید راهنما:

دکتر محمد بومری

دکتر علی احمدی

استاد مشاور:

دکتر علی اصغر مریدی فریمانی

تحقیق و نگارش:

مهری محمدیان

(این پایان نامه از حمایت مالی دانشگاه سیستان و بلوچستان برخوردار شده است)

مهر ماه، ۱۳۸۷

۱۳۸۷ / ۱۰ / ۲۱

اداره اطلاعات مرکز علمی و پژوهشی
سیستان و بلوچستان

۱۰۶۷۳۸



بسمه تعالی

این پایان نامه با عنوان، مطالعه ترکیب شیمیایی کانیه‌های کانسار مس پورفیری سونگون (شمال غرب ایران، آذربایجان) قسمتی از برنامه آموزشی دوره کارشناسی ارشد زمین شناسی اقتصادی، توسط دانشجو، مه‌ری محمدیان، تحت راهنمایی اساتید پایان نامه، دکتر محمد بومری و دکتر علی احمدی و استاد مشاور دکتر مریدی تهیه شده است. استفاده از مطالب آن به منظور اهداف آموزشی با ذکر مرجع و اطلاع کتبی به حوزه تحصیلات تکمیلی دانشگاه سیستان و بلوچستان مجاز می باشد.

(نام و امضاء دانشجو) مه‌ری محمدیان

این پایان نامه ۸ واحد درسی شناخته می شود و در تاریخ ۱۳۸۷/۷/۲۵ توسط هیئت داوران بررسی و درجه به آن تعلق گرفت.

تاریخ	امضاء	نام و نام خانوادگی	
۱۳۸۷/۷/۲۵		محمد بومری	استاد راهنما:
۱۳۸۷/۷/۲۵		علی احمدی	استاد راهنما:
۱۳۸۷/۷/۲۵		علی اصغر مریدی فریمانی	استاد مشاور:
۱۳۸۷/۷/۲۵		محمدنبی گرگیج	داور ۱:
۱۳۸۷/۷/۲۵		بهزاد مهربابی	داور ۲:
۱۳۸۷/۷/۲۵		محمد مهران	نماینده تحصیلات تکمیلی:



دانشگاه سیستان و بلوچستان

تعهدنامه اصالت اثر

اینجانب مهري محمدیان تأیید می کنم که مطالب مندرج در این پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب است و به دستاوردهای پژوهشی دیگران که در این نوشته از آن استفاده شده است مطابق مقررات ارجاع گردیده است. این پایان نامه پیش از این برای احراز هیچ مدرک هم سطح یا بالاتر ارائه نشده است. کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به دانشگاه سیستان و بلوچستان می باشد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهري محمدیان

امضاء

شکرالله

تقدیم به او که مرا در این مسیر مقدس قرار داد

و در به پایان رساندنش معجزه آسا یاریم کرد.

تقدیم به پدر بزرگوار و مادر مهربونم

که از این به بعد می تونن به من بگن

مهری دختر مهندسمون.

تقدیم به همسفر دنیا و آخرتم، همسرم.

مهری

سپاسگذاری

خداوند بلند مرتبه می فرماید ((هر که از بنده ام تشکر کند گویی که از من تشکر کرده است)) و نیز می فرماید ((اول از بنده ام تشکر کنید سپس از من)).

سپاس پیامبر اکرم را که از هر کس به مسلمانان مهربانتر است. سپاس امامان مقرب درگاه خدا را که اگر محبت ایشان نبود اکنون من هم نبودم.

از طراحان این پروژه آقایان دکتر بومری، دکتر احمدی و دکتر مریدی به خاطر الطاف بی دریغ ایشان، دکتر بیابانگرد بخاطر تصحیح نگارشی و علمی پایانامه، مهندس مهران به خاطر حمایت طرح، همسر عزیزم مهندس جمالی به خاطر حمایت همه جانبه از طرح، مدیر محترم معدن، مهندس جوان به خاطر نهایت لطف و مساعدت در بازدید از معدن، مهندس باقریان به خاطر مساعدت در جمع آوری اطلاعات، دکتر کلاگری و دکتر اردشیر هزارخانی به خاطر ارائه منابع مورد نیاز، دکتر حاج علیلو به خاطر مساعدت در استفاده از آزمایشگاه مقاطع نازک دانشگاه پیام نور تبریز، از خواهران و برادر عزیزم محمدرضا به خاطر تهیه نرم افزارهای مورد نیاز، کمال تشکر و قدردانی را دارم. امید است که با نتایج ارائه شده به وسیله این پایان نامه، خدمتی به ایران عزیزم کرده و قدمی در راه قرب خداوند برداشته باشم.

سپاس خدای را که مرا در راه علم قرار داد و در هر قدم آن، معجزه آسا یاریم کرد.

چکیده

کانسار مس پورفیری سونگون در ۱۳۰ کیلومتری شمال شرق تبریز، شمال غرب ایران واقع شده است. این کانسار حاوی ۷۹۶ میلیون تن کانسنگ با عیار متوسط ۰/۶۱ درصد وزنی مس، ۰/۰۱ درصد مولیبدن، ۰/۰۱۶ گرم در تن طلا، ۲/۲۱ گرم در تن نقره، ۹/۵۷ گرم در تن بیسموت و رنیم (۰/۰۹ درصد وزنی مولیبدنیت) می باشد. این پژوهش برای مطالعه ترکیب شیمیایی کانیهای این کانسار انجام شده است. تشکیل این کانسار به فعالیت های هیدروترمال مرتبط با یک استوک گرانودیوریتی و چندین دایک دیوریتی-گرانودیوریتی نسبت داده می شود که در گستره زمانی الیگوسن تا میوسن در سنگهای رسوبی و ولکانیک کرتاسه و ائوسن نفوذ کرده اند. دگرسانیهای عمده مشاهده شده در این توده ها از طرف توده به سمت خارج، پتاسیک، فیلیک، آرژیلیک و پروپیلیتیک بوده اند که شاخص کانسارهای مس پورفیری نوع حاشیه قاره ای می باشند. زون آرژیلیک و پروپیلیتیک فاقد کانی سازی قابل توجه می باشند. کانسارزایی در فصل مشترک دو زون پتاسیک و فیلیک متمرکز شده است. زون پتاسیک عمدتاً از پلاژیوکلاز، اورتوکلاز، بیوتیت، کوارتز، کالکوپیریت و پیریت تشکیل شده است. مولیبدنیت، بورنیت، شلیت، روتیل، آپاتیت، کلسیت، آنکریت و مونازیت از کانیهای فرعی این زون می باشند. کانیهای عمده زون پروپیلیتیک عبارتند از پلاژیوکلاز، کوارتز، آمفیبول، کلریت، اپیدوت و پیریت. زون فیلیک با سریسیت، کوارتز، پیریت، کالکوپیریت، کالکوسیت، کولیت و انارژیت مشخص می شود. کانی های غالب در زون آرژیلیک، سلیکاتهای آبدار آلومینیوم و کانیهای رسی می باشند. مولیبدنیت اولین سولفید تشکیل شده در توالی پاراژنزی کانسار سونگون می باشد. به دنبال مولیبدنیت، کالکوپیریت و بوزنیت تشکیل شده اند. پیریت در تمام مراحل کانی سازی حضوری چشمگیر دارد. کانیهای مراحل آخر کانسارزایی، کالکوسیت، دیژنیت، کولیت و انارژیت می باشند که عمدتاً به وسیله فرآیندهای سوپرزن در زون فیلیک متمرکز شده اند. در همین مرحله یک کلاهد آهنی متشکل از اکسیدها و هیدرواکسیدهای آهن، اکسید مس، مس خالص، سولفات ها، کربنات ها و فسفات های مس در بالاترین بخش کانسار و در امتداد شکستگی ها تشکیل شده است. با توجه به نتایج کانی شناسی، در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد و فشار ۰/۵ کیلوبار (شرایط فشار و دمای تشکیل کانسنگ در زون پتاسیک)، $\log fS_2$ از ۱۸- تا ۲۴- و pH بین ۲/۵ تا ۷/۵ می باشد. در دمای ۳۶۰ درجه سانتیگراد و ۰/۵ کیلوبار (شرایط فشار و دمای تشکیل کانسنگ در زون فیلیک)، $\log fO_2$ بین ۲۰- تا ۳۳- و $\log fS_2$ بین ۶- تا ۱۵- می باشد.

کلمات کلیدی: سونگون، ایران، پورفیری، مس.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول کلیات	
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- موقعیت جغرافیایی کانسار.....
۵	۳-۱- ژئومورفولوژی کانسار.....
۶	۴-۱- آب و هوای منطقه.....
۷	۵-۱- مطالعات صورت گرفته.....
۸	۶-۱- اهداف مطالعه.....
۹	۷-۱- روش کار.....
فصل دوم: زمین شناسی	
۱۲	۱-۲- مقدمه.....
۱۲	۲-۲- جایگاه زمین شناسی.....
۱۴	۳-۲- زمین شناسی ناحیه ای.....
۱۵	۴-۲- زمین شناسی ساختمانی.....
۱۷	۵-۲- گسلهای مهم منطقه.....
۱۸	۶-۲- زمین شناسی منطقه کانسار.....
فصل سوم: سنگهای آذرین منطقه کانسار سونگون	
۲۱	۱-۳- مقدمه.....
۲۱	۲-۳- طبقه بندی سنگهای مشاهده شده در کانسار سونگون.....
۲۱	۱-۲-۳- گرانودیوریت.....
۲۲	۲-۲-۳- دیوریت-کوارتز دیوریت پورفیری.....

۲۵	..... ۳-۲-۳- کابرو- دیوریت
۲۶	..... ۳-۲-۴- میکروگرانودیوریت- میکرودیوریت
۲۶	..... ۳-۲-۵- تراکیت- ریوداسیت
۲۷	..... ۳-۲-۶- ولکانیکها و ساب ولکانیکهای پلیو کواترنر
۲۸	..... ۳-۳- مطالعه توده نفوذی کانسار سونگون

فصل چهارم زمین شناسی اقتصادی

۳۶	..... ۴-۱- مقدمه
۳۷	..... ۴-۲- انواع کانی زایی در منطقه سونگون
۳۷	..... ۴-۲-۱- کانسار مس پورفیری سونگون
۳۷	..... ۴-۲-۱-۱- توده نفوذی
۳۸	..... ۴-۳- دگرسانیها
۳۹	..... ۴-۳-۱- دگرسانی اولیه
۳۹	..... ۴-۳-۱-۱- دگرسانی پتاسیک
۵۱	..... ۴-۳-۱-۲- دگرسانی پروپیلیتیک
۵۴	..... ۴-۳-۲- دگرسانی حد واسط
۵۴	..... ۴-۳-۱-۲- دگرسانی فلیک
۵۸	..... ۴-۳-۲-۲- دگرسانی آرژیلیکی
۶۰	..... ۴-۳-۳- دگرسانی پایانی
۶۱	..... ۴-۳-۱- دگرسانی سولفیدی
۶۱	..... ۴-۳-۲- دگرسانی اکسیدی
۶۷	..... ۴-۴- کانی سازی
۶۷	..... ۴-۴-۱- کانی سازی هیپوزن
۶۹	..... ۴-۴-۱-۱- کانی سازی در زون دگرسانی پتاسیک
۷۶	..... ۴-۴-۱-۲- کانی سازی در زون فلیک
۷۸	..... ۴-۴-۲- کانی سازی سوپرژن

۷۸	..... ۴-۲-۱-کانی سازی اکسیدی
۸۱	..... ۴-۲-۲-کانی سازی سولفیدی
۸۴	..... ۴-۵-مراحل ژنز کانیها در کانسار مس سونگون
۸۷	..... ۴-۶-دایک DK2
۹۳	..... ۴-۶-۱-کانی سازی در دایک DK2
۹۵	..... ۴-۷-کانسار اسکارن سونگون
۹۵	..... ۴-۷-۱-سنگ میزبان بخش اسکارن
۹۶	..... ۴-۷-۱-۱-سنگهای آهکی
۹۶	..... ۴-۷-۱-۲-آهکهای کریستالیزه و مرمهرهای ریز بلور (RL)
۹۷	..... ۴-۷-۲-اگزواسکارن
۹۸	..... ۴-۷-۳-اندواسکارن
۹۸	..... ۴-۷-۴-دگرسانیهای اسکارن
۹۸	..... ۴-۷-۴-۱-مرحله پیشرونده
۱۰۰	..... ۴-۷-۴-۲-مرحله دگرسانی پسرونده
۱۰۰	..... ۴-۷-۵-کانی شناسی بخش اسکارن سونگون
۱۰۸	..... ۴-۷-۶-کانی سازی بخش اسکارن
۱۱۳	..... ۴-۸-مقایسه کانسار سونگون با دیگر کانسارهای مس پورفیری مهم ایران و جهان

فصل پنجم محیطهای فیزیکوشیمیایی

۱۱۵	..... ۵-۱-مقدمه
۱۱۵	..... ۵-۲-محیط فیزیکوشیمیایی کانسار مس پورفیری سونگون
۱۱۵	..... ۵-۳-دما و فشار حاکم
۱۲۴	..... ۵-۴-محیط فیزیکوشیمیایی و کانه زایی در اسکارن کانسار سونگون

فصل ششم: نتیجه گیری

۱۳۱	..... ۶-۱-نتیجه گیری از مطالعه
۱۳۵	..... مراجع

پیوستها

- پیوست الف) جدول مربوط به موقعیت جغرافیایی نمونه های دایک DK1 در کانسار مس سونگون می باشد. ۱۴۲
- پیوست ب) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از دایک DK1 در کانسار مس سونگون می باشد. ۱۴۲
- پیوست پ) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های دایک DK2 می باشد. ۱۴۳
- پیوست ت) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از دایک DK2 می باشد. ۱۴۴
- پیوست ث) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های برداشته شده از اسکارن می باشد. ۱۴۵
- پیوست ج) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از اسکارن می باشد. ۱۴۶
- پیوست خ) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های برداشته شده از ناحیه اکسیده کانسار می باشد. ۱۴۷
- پیوست د) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از ناحیه اکسیده کانسار می باشد. سنگ دگرسان شده، گرانودیوریت تشخیص داده شده است. ۱۴۸
- پیوست ذ) جدول مربوط به موقعیت مکانی نمونه های برداشته شده از زون دگرسانی پتاسیک می باشد. سنگ دگرسان شده گرانودیوریت تشخیص داده شده است. ۱۴۹
- پیوست ر) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های برداشته شده از زون دگرسانی فیلیک می باشد. ۱۴۹
- پیوست ز) جدول مربوط به مشخصات نمونه های زون دگرسانی فیلیک می باشد. سنگ دگرسان شده گرانودیوریت تشخیص داده شده است. ۱۵۰
- پیوست س) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های زون آرژیلیک می باشد. ۱۵۱
- پیوست ش) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از زون دگرسانی آرژیلیک کانسار مس سونگون می باشد. سنگ دگرسان شده گرانودیوریت تشخیص داده شده است. ۱۵۱
- پیوست ص) جدول مربوط به طول و عرض جغرافیایی نمونه های برداشته شده از زون دگرسانی

پروپیلیتیک کانسار مس سونگون می باشد..... ۱۵۲

پیوست (ض) جدول مربوط به مشخصات نمونه های برداشته شده از زون دگرسانی پروپیلیتیک

کانسار مس سونگون می باشد. سنگ دگرسان شده گرانودیوریت تشخیص داده شده است..... ۱۵۲

فهرست جداول

صفحه	عنوان جدول
۶	جدول ۱-۱- داده های هوا شناسی ده ساله اداره کل هواشناسی استان آذربایجان شرقی، برای منطقه مورد مطالعه.....
۳۰	جدول ۱-۳- داده های تجزیه سنگی روی کانسار مس سونگون [۲۱].....
۴۲	جدول ۱-۴- ترکیب شیمیایی پلاژیوکلاز از مقطع شماره ۹، تهیه شده از زون دگرسانی پتاسیک، توسط میکروسکوپ الکترونی. در انتهای جدول اعضای انتهایی این کانی مشخص شده اند.....
۵۵	جدول ۲-۴- ترکیب شیمیایی سربسیت از مقطع شماره ۹، از زون دگرسانی فیلیک کانسار مس سونگون توسط میکروسکوپ الکترونی.....
۶۳	جدول ۳-۴- ترکیب شیمیایی سربسیت از مقطع شماره ۳، تهیه شده از زون اکسیده کانسار مس سونگون، توسط میکروسکوپ الکترونی.....
۶۹	جدول ۴-۴- ترکیب شیمیایی کانیهای موجود در مقطع شماره ۱ زون هیپوژن، با استفاده از میکروپروپ.....
۸۵	جدول ۵-۴- جدول نشان دهنده ترتیب پاراژنز در منطقه پورفیری کانسار مس سونگون اقتباس از [۴۹] با تغییرات.....
۸۶	جدول ۶-۴- ترکیب شیمیایی کلینوپیروکسن از مقطع شماره ۴، تهیه شده از دایک DK2 در کانسار مس پورفیری سونگون، توسط میکروسکوپ الکترونی. در انتهای جدول اعضای انتهایی این کانی مشخص شده اند.....
۸۹	جدول ۷-۴- ترکیب شیمیایی پلاژیوکلاز در مقطع شماره ۷، از دایک DK2 با میکروپروپ.....
۹۱	جدول ۸-۴- ترکیب شیمیایی آمفیبول از مقطع شماره ۱، تهیه شده از دایک DK2 با میکروپروپ.....
	جدول ۹-۴- ترکیب شیمیایی پیروکسن از مقطع شماره ۲، تهیه شده از بخش اسکارن کانسار

- ۱۰۱ مس پورفیبری سونگون، توسط میکروسکوپ الکترونی
- جدول ۴-۱۰- ترکیب شیمیایی اپیدوت از مقطع شماره ۵، از بخش اسکارن کانسار مس پورفیبری
- ۱۰۴ سونگون توسط میکروسکوپ الکترونی
- جدول ۴-۱۱- پاراژنز پیدایش کانی ها در قسمت اسکارن کانسار
- جدول ۴-۱۲- مقایسه عیار و میزان ذخیره کانسار سونگون با کانسارهای مس پورفیبری مهم
- ۱۱۲ ایران و دیگر کشورها [۴]
- جدول ۴-۱۳- مقایسه کانسار مس پورفیبری سونگون با کانسارهای مس پورفیبری سرچشمه و
- ۱۱۳ میدوک [۴]

فهرست اشکال

صفحه	عنوان شکل
۴	شکل ۱-۱- جایگاه کانسار سونگون در ایران و نقشه راههای منتهی به معدن سونگون [۸].....
۵	شکل ۱-۲- نقشه توپوگرافی منطقه کانسار مس پورفیری سونگون، اقتباس از [۹].....
۷	شکل ۱-۳- دیاگرام آمبرزه، برای تعیین نوع اقلیم منطقه، که نقطه به دست آمده از جایگیری داده ها در فرمول آمبرزه روی این دیاگرام مشخص شده است. اقتباس از [۱۱] با تغییرات.....
۱۲	شکل ۱-۲- موقعیت کانسار سونگون در مقیاس جهانی فلز زایی [۲۶].....
۱۴	شکل ۲-۲- تقسیم بندی زونهای ساختاری و زمین شناسی ایران و موقعیت کانسار مس سونگون، اقتباس از [۲۵].....
۱۵	شکل ۲-۳- نقشه زمین شناسی منطقه کانسار سونگون، اقتباس از [۲۴] با تغییرات.....
۱۶	شکل ۲-۴- ترک خوردگی های شدید در توده پورفیری سونگون.....
۱۷	شکل ۲-۵- پراکندگی گسلها در محدوده کانسار سونگون. اقتباس از [۲۳] با تغییرات.....
۱۹	شکل ۲-۶- لیتولوژی های محدوده کانسار. تغییر اقتباس از [۶] با تغییرات اساسی.....
۲۲	شکل ۳-۱- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از سنگ گرانودیوریت محتوی آمفیبول، بیوتیت و پلاژیوکلاز می باشد.....
۲۳	شکل ۳-۲- تصویر در نور پلاریزه نشان دهنده کانی پلاژیوکلاز با حاشیه سریسیتیزه شده در دایک DK1-b است.....
۲۴	شکل ۳-۳- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از کانی پلاژیوکلاز با حاشیه سریسیتیزه شده در دایک DK1-b می باشد.....
۲۴	شکل ۳-۴- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از پلاژیوکلاز سالم در کنار آمفیبول کلریتی می باشد.....
۲۵	شکل ۳-۵- تصویر در نور بازتابی از کانیهای پیریت و کالکوپیریت در دایک DK2 می باشد.....
۲۶	شکل ۳-۶- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از زونینگ جالب پلاژیوکلاز در دایک DK2 می باشد.....
۲۸	شکل ۳-۷- تصویر در نور پلاریزه از سنگ تراکیت-ریوداسیت می باشد.....

- شکل ۳-۸- موقعیت گرانودیوریت در نمودار QAP [۲۹]..... ۲۸
- شکل ۳-۹- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار $Rb/30-Hf-Nb^*$ 0.25 [۳۳]..... ۳۰
- شکل ۳-۱۰- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار Y نسبت به Nb نشان داده شده است [۳۴]..... ۳۱
- شکل ۳-۱۱- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ در مقابل $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ [۳۵]..... ۳۱
- شکل ۳-۱۲- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار $Al_2O_3/CaO+Na_2O+SiO_2$ در مقابل [۳۶]..... ۳۲
- شکل ۳-۱۳- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار دو تایی تعیین سری ماگمایی [۳۷]..... ۳۲
- شکل ۳-۱۴- موقعیت نمونه های برداشت شده از توده گرانودیوریتی در نمودار مشخص کردن مقدار پتاسیم [۳۸]..... ۳۳
- شکل ۳-۱۵- نمودار های هارکر اکسیدهای عناصر اصلی نسبت به اکسید سیلیسیم نمونه های سنگی سونگون [۳۰]..... ۳۴
- شکل ۳-۱۶- در نمودار مشخص کردن عناصر کمیاب در توده نفوذی کانسار مس سونگون، همانطور که مشخص می باشد غنی شدگی بیشتر روی عناصر $LREE (La/Yb_{(N)})$ متمرکز می باشد. [۳۲]. عناصر فرعی نسبت به کندریت نرمالیزه شده اند [۳۱]..... ۳۴
- شکل ۴-۱- نمایی از زونهای آلتراسیون و دایکهای موجود در کانسار سونگون، اقتباس از [۳۹] با تغییرات اساسی..... ۳۸
- شکل ۴-۲- پروفیلی از زونهای آلتراسیونی در مقطع A-B از شکل ۴-۱، اقتباس از [۳۹] با تغییرات اساسی..... ۳۹
- شکل ۴-۳- تصویر در نور پلاریزه از بیوتیتها و پلاژیوکلازهای زونه موجود در زون دگرسانی پتاسیک می باشد..... ۴۰
- شکل ۴-۴- نمودار مربوط به مشخص کردن نوع پلاژیو کلازهای مطالعه شده از کانسار مس

- سونگون در زون دگرسانی پتاسیک. همانطور که از نقاط قرار گرفته در نمودار مشخص می‌شود، اغلب پلاژیوکلازهای زون پتاسیک در محدوده پلاژیوکلاز آندزین و الیگوکلاز قرار می‌گیرد. درصد کمتری از تجزیه‌های انجام شده در محدوده پلاژیوکلاز الیگوکلاز قرار می‌گیرند [۴۰]..... ۴۱
- شکل ۴-۵- تصویر BSE از کانی ارتوز در کنار آمفیبول و سیدریت در زون پتاسیک..... ۴۳
- شکل ۴-۶- تصویر BSE از کانی بیوتیت در کنار بورنیت و کلسیت و کالکوپیریت در زون پتاسیک می‌باشد..... ۴۴
- شکل ۴-۷- تصویر BSE از کانی پتاسیم فلدسپار با ادخالهای روتیل، باریت، و کوارتز می‌باشد..... ۴۵
- شکل ۴-۸- تصویر BSE پیریت توده‌ای با رگچه آنکريت و مقدار کمی کالکوپیریت از مقطع تهیه شده از زون پتاسیک می‌باشد..... ۴۶
- شکل ۴-۹- تصویر BSE از کانی کلسیت در کنار پیریت توده‌ای با رگچه‌های کالکوپیریت از زون پتاسیک می‌باشد..... ۴۷
- شکل ۴-۱۰- تصویر BSE از کانی مونازیت همراه با بیوتیت در زون دگرسانی پتاسیک می‌باشد..... ۴۸
- شکل ۴-۱۱- تصویر BSE از کانی شغلیت در کنار تیتانیت در زون آلتراسیونی پتاسیک کانسار مس سونگون می‌باشد..... ۵۱
- شکل ۴-۱۲- تصویر BSE از کانی آپاتیت شکلدار با ادخالهای مونازیت و سلسیت در زون دگرسانی پتاسیک می‌باشد..... ۵۲
- شکل ۴-۱۳- تصویر BSE از کانی کلریت و کلسیت به صورت جانشین کانیهای نامعلوم در زون پروپیلیتیک می‌باشد..... ۵۴
- شکل ۴-۱۴- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از کوارتز خلیجی در زون فیلیک می‌باشد..... ۵۷
- شکل ۴-۱۵- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از کانی کوارتز در رگچه از زون دگرسانی فیلیک کانسار مس سونگون می‌باشد. همانطور که مشخص می‌باشد از مرکز به سمت دیواره‌ها اندازه کوارتزها ریزتر می‌شود..... ۵۸
- شکل ۴-۱۶- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از کانی کوارتز در رگچه‌ای در زون فیلیک می‌باشد..... ۵۸
- شکل ۴-۱۷- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از کانی کائولینیت موجود در زون آرژیلیک می‌باشد..... ۶۰
- شکل ۴-۱۸- تصویر در نور پلاریزه از کانی فلدسپار که به صورت کاذب به وسیله مونتوریلونیت

- ۶۱ جانشین شده در زون دگرسانی آرژیلیک می باشد.
- شکل ۱۹-۴- تصویر BSE از کانی پلاژیوکلاز تبدیل به سریسیت شده در زون اکسیده می
 ۶۳ باشد.
- شکل ۲۰-۴- تصویر BSE از کانی کلریت به صورت رگچه هایی متقاطع درون هماتیت از زون
 ۶۴ اکسیده می باشد.
- شکل ۲۱-۴- تصویر BSE از کانی فلدسپات تبدیل شده به سریسیت با انکلوزیونهای هماتیت و
 ۶۵ تیتانیت در زون اکسیده می باشد.
- شکل ۲۲-۴- تصاویر BSE از هماتیت، به صورت پرکننده فضای خالی در زون اکسیده کانسار می باشد.
 ۶۵
- شکل ۲۳-۴- تصویر در نور بازتابی از کانی مگنتیت و گوتیت در زون اکسیده می باشد.....
 ۶۶
- شکل ۲۴-۴- تصاویر در نور بازتابی از مقاطع زون پتاسیک می باشند. تصویر الف، کانی نخودی
 رنگ در مرکز تصویر مقطعی از مولیبدنیت با شش وجه مشخص است. ب، کانی کالکوپیریت که
 توسط کانی پیریت محصور شده است. ج، پیریت‌های رشد کرده در رخهای موسکویت.....
 ۶۸
- شکل ۲۵-۴- تصویر در نور بازتابی از کانی کالکوپیریت و اسفالریت روی آن در زون پتاسیک می
 ۷۰ باشد.
- شکل ۲۶-۴- تصویر BSE از کالکوپیریت و پیریت با انکلوزیون تیتانیت می باشد.....
 ۷۱
- شکل ۲۷-۴- تصویر در نور بازتابی، از کانی کالکوپیریت که به طور بخشی به کولیت تبدیل شده
 ۷۲ است.
- شکل ۲۸-۴- تصویر در نور بازتابی از کانی پیریت که توسط کانیهای ثانویه جانشین شده است. در
 گوشه سمت چپ تصویر میتوان احاطه شدن کانی پیریت توسط کالکوپیریت را مشاهده کرد.....
 ۷۴
- شکل ۲۹-۴- تصویر BSE از مولیبدنیت هزاگونال و کالکوپیریت در زون پتاسیک می باشد.....
 ۷۵
- شکل ۳۰-۴- تصویر در نور بازتابی از پیریت با انکلوزیونهای سیلیکاته در زون پتاسیک می باشد.....
 ۷۷
- شکل ۳۱-۴- تصویر در نور بازتابی از مگنتیت مارتیتی شده در زون فیلیک می باشد.....
 ۷۸
- شکل ۳۲-۴- تصویر BSE از رشد درهم مالاکیتهای ریزدانه، موسکویت و کوارتز با کمی موناژیت
 در زون اکسیده کانسار می باشد.....
 ۷۱
- شکل ۳۳-۴- تصویر در نور بازتابی از پیریتی که توسط کالکوپیریت احاطه شده است.....
 ۸۳

- شکل ۴-۳۴- تصویر در نور بازتابی از کانیهای کالکوپیریت که در شکستگیها رسوب کرده اند..... ۸۳
- شکل ۴-۳۵- تصویر BSE از فنوکریست پلاژیوکلاز با حاشیه غنی از سدیم در دایک DK2 می باشد..... ۸۷
- شکل ۴-۳۶- تصویر با نور پلاریزه از مقطع حاوی پلاژیوکلازها با ماکل مرکب پلی سنتتیک- کارلسباد از دایک DK2 گرفته شده است..... ۸۸
- شکل ۴-۳۷- دیاگرام مربوط به مشخص کردن نوع درشت بلورهای پلاژیوکلاز [۴۰] در مقطع شماره ۷، آنالیز شده از دایک کانسار سونگون. همانطور که مشخص می باشد پلاژیوکلازهای تجزیه شده، همه در محدوده پلاژیوکلاز آندزین قرار می گیرند..... ۸۸
- شکل ۴-۳۸- تصویر BSE از مقطع تهیه شده از دایک DK2 در محدوده کانسار تهیه شده است. فنوکریست آمفیبول در ماتریکس ریزدانه با انکلوزیونهای آپاتیت و تیتانیت. دانه های تیره مگنتیت هستند..... ۹۰
- شکل ۴-۳۹- نمودارهای دوتایی، برای نشان دادن نوع آمفیبولهای مطالعه شده از دایک DK2 [۵۰]..... ۹۱
- شکل ۴-۴۰- نمودارهای دوتایی، برای نشان دادن نوع آمفیبولهای مطالعه شده از دایک DK2 [۵۰]..... ۹۲
- شکل ۴-۴۱- تصویر با نور بازتابی از مقطع تهیه شده از بخش کانه دار دایک DK2..... ۹۳
- شکل ۴-۴۲- تصویر BSE از مقاطع تهیه شده از دایک DK2 گرفته شده است. دانه های مگنتیت با انکلوزیونهای تیتانیت در تصویر قابل مشاهده می باشد..... ۹۴
- شکل ۴-۴۳- تصویر در نور پلاریزه متقاطع از بافت گرانوبلاستیک در مرمهرهای ریز بلور..... ۹۶
- شکل ۴-۴۴- تصویر با نور پلاریزه از کانی کلسیت در زون اپیدوت اسکارن..... ۹۹
- شکل ۴-۴۵- تصویر BSE از کانیهای گروسولار و آندرادیت زونه در عدسی های غنی از آندرادیت در بخش گارنتی اسکارن می باشد..... ۱۰۰
- شکل ۴-۴۶- تصویر BSE از کلینوپروکستهای نوع دیوپسید که در حاشیه به کلسیت آلتره شده اند در زمینه گارنتهای گروسولار و آندرادیت، از مقطع بخش گارنتی اسکارن می باشد..... ۱۰۰
- شکل ۴-۴۷- تصویر BSE از بلور درشت آمفیبول با انکلوزیونهای آپاتیت، تیتانیت، مگنتیت و

- زنجیره ای از کلریت و سیدریت در ماتریکس کوارتز، کلریت، سیلیکات آلومینیوم و پتاسیم،
- ۱۰۲ باشد. آمفیبول و تیتانومگنتیت اسکارن می باشد.
- شکل ۴-۴۸- تصویر BSE از انکلوژیونهای آپاتیت و باریت در بلورهای درشت پتاسیم فلدسپار در
- ۱۰۲ مقطع تهیه شده از بخش اسکارن، گرفته شده است.
- شکل ۴-۴۹- تصویر BSE از کانی زیرکن در کنار گارنت در اسکارن گارنت دار می باشد.
- ۱۰۳ شکل ۴-۵۰- تصویر BSE از کانی اپیدوت در کنار کلینوپیروکسن و گارنت در مقطع تهیه شده از
- ۱۰۴ بخش اسکارن گارنت دار کانسار سونگون گرفته شده است.
- شکل ۴-۵۱- تصویر با نور بازتابی، از کانی کالکوپیریت در دو موقعیت متفاوت در کنار هم گرفته
- شده است که فلش رو به پایین کالکوپیریت موجود در رگچه ها را نشان می دهد و فلشهای رو به
- ۱۰۵ بالا کالکوپیریت‌های دانه ای و با حالت افشان را نشان می دهند.
- شکل ۴-۵۲- تصویر با نور بازتابی از کانی کالکوپیریت در کنار مگنتیت در مقطع تهیه شده از
- ۱۰۶ بخش اسکارن کانسار سونگون.
- شکل ۴-۵۳- تصویر BSE از ژیریت در کنار کالکوپیریت و کلسیت در اسکارن سونگون.
- ۱۰۷ شکل ۴-۵۴- در تصویر BSE کالکوپیریت و کلسیت در زردار در کنار بورنیت دیده می شود.
- ۱۰۸ شکل ۴-۵۵- تصویر BSE از کانی کوولیت همراه با بورنیت، کوارتز و کلسیت در زمینه گروسولار
- و آندرادیت.
- ۱۰۹ شکل ۵-۱- نمودار روند تشکیل کانیهای مختلف سولفیدی با نزول دما و $\log fS_2$ را نشان می دهد
- ۱۱۶ شکل ۵-۲- موقعیت اسفالریت‌های آنالیز شده در نمودار $\log aS_2$ و دما، اقتباس از [۶۶] با تغییرات
- ۱۱۷ شکل ۵-۳- موقعیت اسفالریت‌های آنالیز شده در نمودار $\log \text{mol \% FeS}$ ، دما و فشار، اقتباس از
- ۱۱۸ [۶۶] با تغییرات اساسی.
- شکل ۵-۴- نمودار هم دمای pH و $\log fO_2$ در دمای ۴۵۰ درجه سانتیگراد و فشار ۵۰۰ بار
- (شرایط تخمینی برای اکثر کانه زایی مولیبدنیت و آلتراسیون پتاسیک همراه با آن در سونگون)
- ۱۱۹ رسم شده است. اقتباس از [۶۷] با تغییرات اساسی.
- شکل ۵-۵- نمودار با متغیرهای فعالیت $\log fO_2$ و $\log fS_2$ ، میدان پایداری کانیهای مثل
- پیریت، پیروتیت، مگنتیت، بورنیت، هماتیت و کانیهای دگرسانی مثل پتاسیم فلدسپار و بیوتیت