



واحد بین الملل

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی (اقتصادی)

ویژگیهای زمین شیمیایی زونهای دگرسانی در کانسار مس
پورفیری میدوک (شهربابک - استان کرمان)

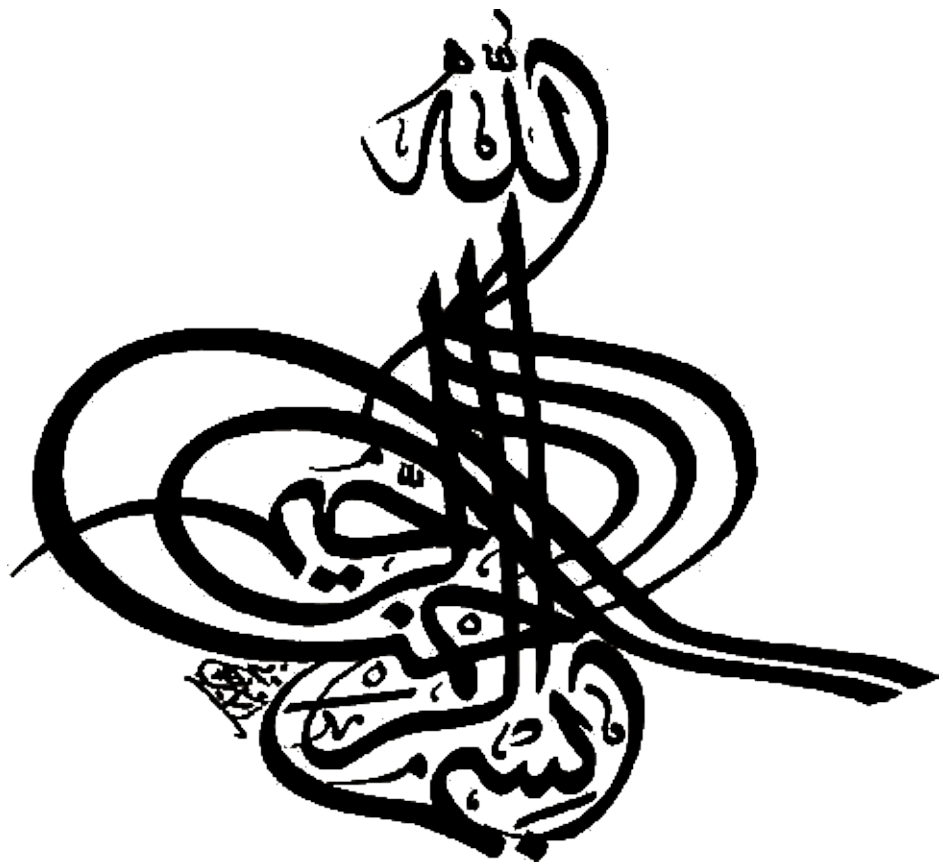
توسط:

محمد رضا رضانی میمند

استاد راهنما:

دکتر بیژن اعتمادی

اسفندماه ۱۳۹۱



به نام خدا

اظہار نامہ

اینجانب محمدرضا رضانی میمند (۸۷۵۱۷۱) دانشجوی رشته، گرایش اظہار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظہار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه، دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: محمدرضا رضانی میمند

تاریخ و امضاء:

به نام خدا

ویژگیهای زمین شیمیایی زون های دگرسانی در کانسار مس پورفیری
میدوک (شهربابک-استان کرمان)

به وسیله:

محمد رضا رضانی میمند

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی
از فعالیت‌های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته:

زمین شناسی اقتصادی

از دانشگاه شیراز (واحد بین الملل)

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر بیژن اعتمادی، دانشیار بخش علوم زمین (رئیس کمیته)

دکتر فرید مَر، استاد بخش علوم زمین

دکتر بتول تقی پور، استادیار بخش علوم زمین

اسفند ماه ۱۳۹۱

سپاسگزاری

اکنون که به یاری خداوند متعال این رساله به پایان رسیده است بر خود لازم می‌دانم تا از همه عزیزانی که در این رساله به من یاری رسانده اند تشکر و قدر دانی نمایم. در ابتدا از خانواده عزیزم به خاطر همه حمایتها و فداکاریهایشان صمیمانه سپاسگذاری می‌کنم.

از استاد راهنمای دلسوزم جناب آقای دکتر بیژن اعتمادی به دلیل کمکهای بی‌دریغشان قدردانی می‌نمایم .

از جناب آقای دکتر فرید مَر و دکتر محمد علی رجبزاده که مشاوره این رساله را بر عهده داشته اند قدر دانی می‌کنم.

از دوستان عزیزم به ویژه آقایان کشاورزی، اسدی، عبدالهی و سرکار خانم حسینی و کلیه کارکنان محترم و زحمتکش شرکت ملی صنایع مس ایران و امور تحقیق و توسعه تشکر می‌کنم. از تمام کارمندان و کارکنان محترم معدن مس میدوک به خاطر همکاریهایشان سپاسگزارم.

چکیده

ویژگیهای زمین شیمیایی زون های دگرسانی در کانسار مس پورفیری میدوک (شهر بابک - استان کرمان)

به کوشش:

محمدرضا رضانی میمند

کانسار مس میدوک در زون ایران مرکزی و در کمربند آتشفشانی-نفوذی ارومیه-دختر، نوار دهج-ساردوئیه و در ۴۲ کیلومتری شمال شهر بابک در استان کرمان قرار گرفته است. سن توده نفوذی ۱۲/۵ میلیون سال و جایگزینی آن در کمپلکس آتشفشانی رازک و در بخش شمال غرب نوار دهج-ساردوئیه می باشد. از نظر پترولوژیکی ترکیب توده از گرانودیوریت، دیوریت تا کوارتز دیوریت تغییر می کند. از نظر کانسار سازی میدوک دارای سه زون هیپوژن، سوپرژن و آبشوئیده می باشد. زون هیپوژن دارای کانی های کالکوپیریت، مولیدنیت، پیریت و بورنیت است. در حالیکه در زون آبشوئیده کانی های کربناته ماننی آزوریت و مالاکیت و همچنین اکسیدهای جاروسیت و هماتیت را شامل می شود. از نظر زمین شیمی، مجموعه سنگها از تیپ کالک آلکالن، متا تا پرآلومینیمی و سری مگنتیتی I می باشند. الگوی بی هنجاری عناصر کمیاب خاکی نرمالیز شده با کندریت ها نشان می دهد که این کانسار مانند دیگر پورفیری های مهم دنیا مانند شیلی در شرایط رژیم زمین ساختی مخرب فرورانش حاشیه قاره ای و پس از کوهزایی تشکیل شده است. تشکیل این توده در ارتباط با فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر زیرقاره ایران مرکزی می باشد. میدوک پورفیری دارای ۴ زون اصلی دگرسانی می باشد که زون پتاسیک هنوز رخنمون نیافته و بیشترین عیار مس در حال حاضر در دگرسانی فیلیک منطبق با زون سوپرژن یافت می شود.

واژه های کلیدی: کانسار مس میدوک، کمربند ارومیه-دختر، دگرسانی، کرمان.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه
۲-۱-۱	مقدمه
۳-۲-۱	زمین شیمی مس
۵-۳-۱	تاریخچه کاربرد مس
۷-۴-۱	اهمیت اقتصادی مس
۹-۵-۱	پراکندگی ذخایر مس در جهان
۱۰-۶-۱	پراکندگی ذخایر مس در ایران
۱۲-۷-۱	فازهای فلزایی مس در ایران
۱۲-۱-۷-۱	کانی سازی مس در کامبرین پسین - کامبرین
۱۲-۲-۷-۱	کانی سازی مس در پالئوزوئیک پسین
۱۲-۳-۷-۱	کانی سازی مس در کرتاسه - پالئوسن
۱۳-۴-۷-۱	کانی سازی مس در ترشیری
۱۴-۸-۱	رده بندی زایشی ذخایر مس
۱۸-۹-۱	جایگاه ژئودینامیکی کانسارهای مس پورفیری
۲۲-۱۰-۱	موقعیت تکتونیکی کانسارهای مس پورفیری
۲۳-۱۱-۱	مطالعات پیشین در محدوده شهر بابک
۲۵-۱۲-۱	هدف از انجام مطالعات جدید
۲۶-۱۳-۱	روش تحقیق

فصل دوم: زمین شناسی منطقه شهر بابک و کانسار مس میدوک

۲۹	۱-۲- مقدمه
۳۱	۲-۲- کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر
۳۳	۳-۲- ماگماتیسزم در کمر بند ارومیه- دختر
۳۴	۴-۲- فعالیت‌های آتشفشانی کمر بند ارومیه- دختر
۳۴	۲-۴-۱- فعالیت‌های آتشفشانی پالئوژن
۳۵	۲-۴-۲- فعالیت آتشفشانی ائوسن - الیگوسن
۳۵	۲-۴-۳- فعالیت آتشفشانی الیگوسن - میوسن
۳۵	۲-۴-۴- فعالیت آتشفشانی نئوژن
۳۶	۲-۴-۵- فعالیت آتشفشانی میوسن
۳۶	۲-۴-۶- فعالیت آتشفشانی پلیوسن
۳۶	۲-۵- توده‌های نفوذی کمر بند ارومیه- دختر
۳۶	۲-۵-۱- توده‌های نفوذی ائوسن - الیگوسن
۳۷	۲-۵-۲- توده‌های نفوذی الیگوسن - میوسن
۳۷	۲-۵-۳- توده‌های نفوذی پلیوسن
	۲-۶- زمین شناسی پهنه دهج- پاریز (شمال غرب کمان ماگمایی کرمان، محدوده شهر بابک)
۳۷	
۴۳	۲-۶-۱- فعالیت‌های آتشفشانی- رسوبی کرتاسه- پالئوژن در منطقه شهر بابک
۴۸	۲-۷- فعالیت توده‌های نفوذی و آتشفشانی نئوژن در منطقه شهر بابک
	۲-۸- فعالیت روانه‌های اولیوین بازالتی اواخر نئوژن - کواترنری در محدوده شهر بابک
۵۰	
۵۰	۲-۹- زمین شناسی منطقه میدوک
۵۱	۲-۱۰- ذخیره و عیار کانسار مس میدوک
۵۲	۲-۱۱- پی جویی صحرائی
۵۳	۲-۱۲- روش نمونه برداری

فصل سوم: مطالعات پتروگرافی و دگرسانی

۱-۳-۱- مقدمه	۵۵
۲-۳- ویژگی‌های ساختی و کانی شناسی انواع زون‌های دگرسانی در کانسار	
مس میدوک	۵۵
۱-۲-۳- زون پتاسیک	۵۵
۲-۲-۳- زون فیلیک	۵۷
۳-۲-۳- زون فیلیک- پتاسیک	۵۸
۴-۲-۳- زون آرژیلیک	۵۸
۵-۲-۳- زون پروپیلیتیک	۶۰
۳-۳- توده نفوذی "میدوک پورفیری"	۶۱
۴-۳- تفسیر مقاطع نازک و تعیین انواع دگرسانی‌ها	۶۳
۱-۴-۳- دگرسانی زون پتاسیک	۶۴
۲-۴-۳- دگرسانی زون فیلیک	۶۶
۳-۴-۳- دگرسانی زون پروپیلیتیک	۶۸
۴-۴-۳- زون دگرسانی آرژیلیک	۷۰
۵-۴-۳- نمونه‌های آتشفشانی سنگ میزبان مس پورفیری میدوک	۷۳
۶-۴-۳- دایک‌های تاخیری	۷۴
۷-۴-۳- نمونه‌های رسوبی و آذر آواری محدوده معدن	۷۶
۵-۳- تفسیر مقاطع صیقلی	۷۷
۱-۵-۳- زون اکسیده	۷۷
۲-۵-۳- زون غنی شدگی سوپرژن و زون گذار	۷۸
۲-۵-۳- الف- کانه زایی در زون غنی شدگی سوپرژن	۸۱
۳-۵-۳- زون عمقی هیپوژن	۸۵
۶-۳- مطالعات کانی شناسی براساس روش XRD در زون‌های مختلف دگرسانی کانسار	
مس میدوک	۸۶

۱-۶-۳-۱	دگرسانی زون پتاسیک	۸۸
۱-۶-۳-الف	نمونه M1	۸۹
۱-۶-۳-ب	نمونه M2	۹۲
۲-۶-۳-۲	دگرسانی زون فیلیک	۹۴
۲-۶-۳-الف	نمونه M3	۹۵
۲-۶-۳-ب	نمونه M4	۹۷
۳-۶-۳-۳	دگرسانی زون پروپیلیتیک	۹۹
۳-۶-۳-الف	نمونه M5	۱۰۰
۳-۶-۳-ب	نمونه M6	۱۰۳
۴-۶-۳-۴	دگرسانی زون آرژلیک	۱۰۵
۴-۶-۳-الف	نمونه M7	۱۰۵
۴-۶-۳-ب	نمونه M8	۱۰۸

فصل چهارم: ژئوشیمی سنگ میزبان و زون های دگرسانی

۱-۴-۱	مقدمه	۱۱۱
۲-۴-۲	ویژگی های ژئوشیمیایی گمانه های حفاری	۱۱۲
۳-۴-۳	ژئوشیمی توده نفوذی میدوک پورفیری	۱۱۶
۴-۴-۴	رده بندی شیمیایی و نامگذاری توده نفوذی میدوک پورفیری	۱۱۹
۵-۴-۵	تعیین سری ماگمایی توده نفوذی میدوک	۱۲۳
۶-۴-۶	محاسبه اندیس شاندر (Shand Index)	۱۲۷
۷-۴-۷	تعیین جایگاه تکتونیکی	۱۲۹
۸-۴-۸	تغییرات عناصر جزئی و کمیاب خاکی در میدوک پورفیری	۱۳۲
۹-۴-۹	نقش فرورانش و عناصر قلیایی در تولید ماگمای میدوک پورفیری	۱۴۰
۱-۹-۴-۱	رفتار ژئوشیمیایی عناصر اصلی و جزئی در زونهای دگرسانی مختلف کانسار	
	مس میدوک	۱۴۲

- ۴-۹-۱-۱- مقایسه دگرسانی پتاسیک و توده نفوذی میدوک پورفیری از عناصر اصلی و فرعی ۱۴۳
- ۴-۹-۱-۲- مقایسه دگرسانی فیلیک و توده نفوذی میدوک پورفیری از عناصر اصلی و فرعی ۱۴۵
- ۴-۹-۱-۳- مقایسه دگرسانی پروپلیتیک و توده نفوذی میدوک پورفیری از عناصر اصلی و فرعی ۱۴۷
- ۴-۹-۱-۴- مقایسه دگرسانی آرژلیک و توده نفوذی میدوک پورفیری از عناصر اصلی و فرعی ۱۴۹

فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری و پیشنهادات

- ۵-۱- مقدمه ۱۵۳
- ۵-۲- ویژگی‌های کانی شناسی، ژئوشیمیایی ۱۵۳
- ۵-۳- دگرسانی در کانسار میدوک ۱۵۵
- ۵-۳-۱- ژئوشیمی عناصر کانسنگ ساز در زونهای دگرسانی مختلف
- کانسار میدوک ۱۵۷
- ۵-۴- کانه زایی در کانسار میدوک ۱۶۱
- ۵-۵- پیشنهادات ۱۶۷
- منابع ۱۶۹

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
6.....	جدول 1-1- ویژگیهای کلی و اتمی مس (اقتباس از سیمون و همکاران، 2003)
6.....	جدول 2-1- سیماهای بلورشناختی مس (اقتباس از سیمون و همکاران، 2003)
9.....	جدول 3-1- کانیهای مهم مس، فرمول شیمیایی و درصد مس در آنها.....
17.....	جدول 4-1- مقایسه برخی خصوصیات اصلی کانسارهای مس پورفیری مدل لاول-گیلبرت با مدل دیوریتی (گیلبرت و پارک 1986).....
35.....	جدول 1-2- آتشفشانیهیهای مهم ائوسن - الیگوسن کمر بند ارومیه - دختر (آقاناتی، 1383).....
117.....	جدول 1-4- نتایج تجزیه ICP-MS از 17 گمانه‌های حفاری میدوک (نمونه‌های کم دگرسان و دگرسان شده).....
122.....	جدول 2-4- معرفی تیپ‌های مختلف گرانیته‌ها جهت مقایسه با میدوک پورفیری (Data from White and Chappell, 1983; Clarke, 1992).....
136.....	جدول 32-4- مقادیر نرمالیز شده و محاسبات درجه تفکیک الگوی عناصر خاکی کمیاب سبک و سنگین در نمونه‌های میدوک پورفیری.....
139.....	جدول 4-4- ضریب‌های توزیع کانی بر مذاب برای مایعهای حدواسط (ترکیب دیوریتی) (Rollinson, 1989).....
157.....	جدول 1-5- مقایسه برخی ویژگی‌های اصلی کانسارهای مس پورفیری مدل لوول-گیلبرت و مدل دیوریتی (Gilbert and Park, 1997) با کانسار مس میدوک (مطالعه حاضر).....
163.....	جدول 2-5- زون بندی عمودی کانسار مس میدوک.....
165.....	جدول 3-5- خصوصیات ژئوشیمیایی اصلی بعضی از گرانیته‌های مس پورفیری در کمر بند ارومیه-دختر.....

فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
7.....	شکل 1-1- مکانهایی که در حوزه خاور میانه بر اساس شواهد باستان‌شناسی، برای نخستین بار ذوب مس در آنها انجام شده است، (اقتباس از گونتر، 1999)
10.....	شکل 2-1- پراکندگی انواع ذخایر مس در نقاط مختلف جهان (اقتباس از دیکسون، 1984)
11.....	شکل 3-1- ایالت‌های اصلی کانه زایی مس در ایران، بر اساس خویی و همکاران (1378) و بازین و هوبنر (1968)
14.....	شکل 4-1- نقشه پراکندگی محیط‌های مناسب و پتانسیل دار مس ایران (اقتباس از GSI)
16.....	شکل 5-1- الگوی منطقه بندی دگرسانی- کانه زایی در مدل لاول و گیلبرت برای ذخایر مس پورفیری؛ (a) مناطق دگرسانی، (b) مناطق کانه زایی سولفیدها و (c) نحوه رخداد سولفیدها (وانز، 1987)
21.....	شکل 6-1- پراکندگی جهانی انواع کنسارهای مس پورفیری (کسلر، 1973؛ سیلیتو، 1979-1991؛ کاکس و سینگر، 1997)
23.....	شکل 7-1- آثار شدادی معدنکاری مس در نزدیکی روستای لاطلا.....
30.....	شکل 1-2- تقسیمات زمین شناسی ایران (Stocklin, 1974). (1) صفحه غربی (2) زاگرس چین خورده (3) زاگرس داخلی (4) زون سندج- سیرجان (5) زون ارومیه- دختر (6) ایران مرکزی (7) البرز (8) کپه داغ (9) بلوک لوت و (10) شرق ایران و مکران. در شکل محدوده میدوک با مربع نشان داده شده است
32.....	شکل 2-2- منطقه مورد مطالعه در تقسیمات زمین شناسی ایران (Stocklin, 1974)
39.....	شکل 3-2- موقعیت کمر بند ماگمایی سنوزوئیک کرمان همراه با فعالیت‌های آتشفشانی- نفوذی و پراکندگی کنسارهای اصلی پورفیری، پهنه‌های زمین شناسی مختلف این کمر بند و موقعیت کنسار مس میدوک در بخش 3 کمر بند دهج- ساردویه (Dimitrijevic, 1973)

- شکل 2-4- نقشه زمین شناسی پهنه دهج- پاریز در بخش شمال غرب کمان ماگمایی سنوزوئیک کرمان در مجموعه شهر بابک محصور بین دو سامانه گسل‌های فشارشی با مولفه امتداد لغز راستگرد رفسنجان در شمال و نائین- بافت در جنوب و رخدادهای فراوان سنگهای گرانیتوئیدی تیپ کوه پنج و توده‌های پورفیری تیپ دهج (محدوده میدوک) و تشکیلات ضخیم تخریبی حاصل از فرسایش نواحی بالا زده (Dimitrijevic, 1973) و (Rio Tinto Ltd, 2001, 2000). اختصارات استفاده شده در روی نقشه: SP: توده گرانودیوریتی کوه سارا، SPN: توده کوارتز دیوریت پورفیری سرنو، KDP: توده گرانودیوریتی کدر، IJP: توده کوارتز دیوریت ایجو، NP: توده دیوریت پورفیری نوچون، SKP: توده گرانودیوریت سرکوه، DZP: توده گرانودیوریت پورفیری دره زار، MP: میدوک پورفیری، SCP: سرچشمه پورفیری، GKP: توده دیوریت پورفیری گود کلواری.....40
- شکل 2-5- نقشه زمین شناسی ورقه شهر بابک و موقعیت کانسار مس میدوک (Dimitrijevic et al., 1971).....41
- شکل 2-6- توالی چینه شناختی و رخدادهای ساختاری شهر بابک (Hassanzadeh, 1993).....42
- شکل 2-7- موقعیت افیولیت‌های شهر بابک در زون سنندج- سیرجان (درانی و مرادیان، 1386).....44
- شکل 2-8- تفکیک واحد ماسه سنگ قرمز زیرین از آتشفشانی‌های ائوسن میانی در شرق حفره اصلی معدن46
- شکل 2-9- آذر آواری‌های بخش فوقانی مجموعه آتشفشانی رازک47
- شکل 2-10- کوه سارا در غرب حفره اصلی معدن (نمونه آتشفشان داسیتی پلیوسن)49
- شکل 2-11- توالی چینه‌ای واحدهای مختلف زمین شناختی در منطقه میدوک (McInnse; Hassanzadeh, 1993 et al., 2005).....51
- شکل 3-1- نمونه مغزه حفاری از دگرسانی پتاسیک با کانی سازی کالکوپیریت+ مگنتیت+ انیدریت57
- شکل 3-2- درشت بلورهای پیریت در زمینه کوارتز-سریسیت زون فیلیک58

- شکل 3-3-دگرسانی آرژیلیک: (الف): ساخت استوک ورک ناشی از رگه‌های متقاطع اکسید آهن، (ب): حضور مالاکیت، آزوریت، فیروزه و اکسیدهای آهن (گوتیت و لیمونیت) در منطقه دگرسانی آرژیلیک 60.....
- شکل 3-4-دگرسانی پروپیلیتیک (اپیدوت + کلریت + کلسیت) در بخش شمالی حفره اصلی معدن 61.....
- شکل 3-5-نمونه دستی از "میدوک پورفیری" (دگرسان شده به کلریت و آزوریت) 62.....
- شکل 3-6-دایک‌های دیابازی پسین با امتداد شمالی - جنوبی که توده میدوک پورفیری را قطع کرده اند 63.....
- شکل 3-7- (الف): بیوتیت ماگمایی اولیه در کنار یک پلاژیوکلاز در حال تخریب (XPL)، (ب): بیوتیتی شدن هورنبلندهای خود شکل اولیه ناشی از دگرسانی پتاسیک (XPL)، (ج): نمونه‌ای از یک بیوتیت ماگمایی اولیه خود شکل (PPL)، (د): بازمانده‌هایی از یک هورنبلند اولیه در حال دگرسانی به بیوتیت گرمابی (ثانویه)، اپیدوت و کوارتز در طی دگرسانی پتاسیک (XPL) 66.....
- شکل 3-8-کوارتز + سریسیت + پیریت (QSP) (XPL)، در زون فیلیک 67.....
- شکل 3-9- (الف): کوارتز + سریسیت + پیریت (QSP)، (XPL)، (ب): کوارتز + سریسیت + پیریت (PPL) (QSP) 68.....
- شکل 3-10- (الف): پلاژیوکلاز پروپیلیتیک و سوسوریتی شده و فلدسپارهای پتاسیم کائولینیتی شده (XPL)، (ب): سوسوریتی شدن درشت بلور پلاژیوکلاز (بافت پورفیری) (XPL)، (ج): اپیدوت + کلینوزوئیزیت در زمینه پلاژیوکلاز (XPL)، (د): پراکندگی اپیدوت‌های سبز رنگ در زمینه ریو آندزیت ناشی از دگرسانی پروپیلیتیک (PPL) 70.....
- شکل 3-11- (الف) و (ب): فلدسپار پتاسیم به شدت کائولینیتی شده + زیرکن (XPL) 72.....
- شکل 3-12- دگرسانی رسی شدید تراکیت کوارتز دار و بقایای بلورهای فلدسپار پتاسیم (XPL) 72.....
- شکل 3-13- (الف): بافت پورفیری و بیوتیت‌های ماگمایی اولیه همراه با پلاژیوکلاز (XPL)، (ب): پلاژیوکلازهای زون بندی شده + فلدسپارهای پتاسیم کائولینیتی شده + سانیدین + بیوتیت ماگمایی (XPL) 73.....

- شکل 3-14-الف): درشت بلور نفلین در خمیره شیشه‌ای ریز دانه (XPL)، (ب): پلاژیوکلاز سربستی و سوسوریتی شده (XPL)، (ج): نمونه‌ای از یک بلور لوسیت شناسایی شده توسط تیغه کمکی λ ، (د): یک بلور آپاتیت با برش طولی (PPL)..... 74
- شکل 3-15-الف): کوارتز درشت بلور با بافت جزیره‌ای ویژه سنگهای آتشفشانی (XPL)، (ب): درشت بلورهای پیروکسن که به شدت دگرسان شده اند (مگنتیت + کلریت + کلسیت)، بافت نیمه افیتیک بین پلاژیوکلاز و پیروکسن نیز مشاهده می‌گردد (XPL)..... 75
- شکل 3-16-الف): کوارتزهای پراکنده در زمینه آهک میکریتی (XPL)، (ب): لایه لایه‌گی ظریف آهک میکریتی (XPL)..... 76
- شکل 3-17-الف): بافت‌های زون اکسیده. (الف): گوتیت-لیمونیت (XPL)، (ب): رگچه کوارتز-هماتیت (XPL)، (ج): پیریت‌های ریز دانه و فیروزه (RL)، (د): بافت جعبه‌ای ناشی از اکسایش پیریت و دیگر کانی‌های سولفیدی و تبدیل آنها به هماتیت است (RL)..... 78
- شکل 3-18-الف): بافت‌های زون غنی شدگی سوپرژن. (الف): هم‌رشدی پیریت- کالکوپیریت (RL)، (ب): جانشینی کالکوپیریت و پیریت توسط کالکوسیت (RL)، (ج): جانشینی کوولیت بجای کالکوپیریت (RL)، (د): رگچه‌های پراکنده پیریت و کالکوپیریت در حال جانشینی به کالکوسیت (RL)، (ه): جانشینی سولفیدهای ثانویه (دیجنیت و کوولیت) بجای کالکوپیریت (RL)، (و): جانشینی کالکوپیریت توسط بورنیت در رگچه‌ها (RL)..... 80
- شکل 3-19-مقطعی از یک کانسار مس پورفیری و تفکیک زون‌های مختلف به همراه کانه‌ها و تغییرات عناصر فلزی..... 82
- شکل 3-20-A-پایداری بورنیت و کالکوپیریت در دمای 250°C و فشار 1 اتمسفر، B- نمودار Eh-PH در سیستم S-H₂O در دمای 250°C و فشار 1 اتمسفر، C- نمودار Eh-PH برای سیستم Cu-Fe-S-H₂O در دمای 250° و فشار اتمسفر (غلظت نمونه‌های حل شده Log $a_{\text{S}_2} = 10^{-3}$) (Sillitoe, 2000)..... 84
- شکل 3-21-الف): هم‌رشدی کالکوپیریت افشان و انیدریت رشته ای (RL)، (ب): مگنتیت با پیوستگاه سه گانه و کالکوپیریت (RL)..... 86
- شکل 3-22-رابطه براگ و اصل پراش پرتو ایکس..... 88

- شکل 3-23- نمونه گرانو دیوریت پورفیری میدوک. (الف) میدوک پورفیری آزریتی شده و (ب) میدوک پورفیری همراه با بیوتیت‌های ثانویه و مالاکیتی شده. (ج) نمونه مغزه حفاری زون پتاسیمی (دارای آنیدریت (Anh) و مگنتیت (Mt)) و (د) تصویر میکروسکوپی نمونه همراه با کانی‌های فلدسپار پتاسیم (Kfl) - پلاژیوکلاز (Pl) - کوارتز (Qz) - آنیدریت (Anh) -
- 90..... زیرکن (Zr).....
- شکل 3-24- نتایج XRD نمونه M1 از زون پتاسیک کانسار میدوک..... 91.....
- شکل 3-25- نتایج XRD نمونه M2 از زون پتاسیک کانسار میدوک..... 93.....
- شکل 3-26- دگرسانی سریسیتی (QSP) در کانسار میدوک (پیریت = Py و کوارتز = Qz)..... 95.....
- شکل 3-28- نتایج XRD نمونه M3 از زون فیلیک کانسار میدوک..... 96.....
- شکل 3-29- نتایج XRD نمونه M4 از زون فیلیک کانسار میدوک..... 98.....
- شکل 3-30- نمونه سنگ آتشفشانی به شدت دگرسان شده در زون پروپیلیتیک کانسار میدوک (اپیدوت = Epi و کلریت = Chl)..... 100.....
- شکل 3-31- نتایج XRD نمونه M5 از زون پروپیلیتیک کانسار میدوک..... 102.....
- شکل 3-32- نتایج XRD نمونه M6 از زون پروپیلیتیک کانسار میدوک..... 104.....
- شکل 3-33- دگرسانی آرژلیک متوسط در اطراف کانسار میدوک (کانی‌های رسی به رنگ سفید تا نخودی)..... 106.....
- شکل 3-34- نتایج XRD نمونه M7 از زون آرژلیک کانسار میدوک..... 107.....
- شکل 3-35- نتایج XRD نمونه D8 از زون آرژلیک کانسار میدوک..... 109.....
- شکل 4-1- نقشه پراکندگی گمانه‌های حفاری در محدوده کانسار میدوک و محل نیمرخ‌های انتخاب شده..... 113.....
- شکل 4-2- الف) نیمرخ انواع دگرسانی‌ها در جهت A-A' ب- تغییرات عیار مس در جهت A-A' و مکان بیشترین زون غنی شدگی..... 114.....
- شکل 4-3- الف) نیمرخ انواع دگرسانی‌ها در جهت B-B' ب- تغییرات عیار مس در جهت B-B' و مکان بیشترین زون غنی شدگی..... 115.....
- شکل 4-4- رده بندی شیمیایی نمونه‌های میدوک پورفیری. (الف): نمودار TAS (Cox et al., 1979 و Wilson, 1989) و قرار گیری سنگها در محدوده کوارتز دیوریت تا دیوریت

- (ب): نمودار $\text{Log}(\text{Zr}/\text{TiO}_2)\text{-SiO}_2$ اقتباس از (Winchester and Floyd, 1977) و قرارگیری سنگهای میدوک پورفیری در محدوده گرانودیوریت 120
- شکل 4-5- نامگذاری براساس نمودار QAP با محاسبه ترکیب نورماتيو (C. I. P.W values) از 6 نمونه‌های سنگ آذرین میدوک پورفیری و قرارگیری نمونه‌ها در محدوده مونزوگرانیت تا گرانودیوریت (Streckeisen and Le Maitre, 1979) 121
- شکل 4-6- نمودارهای تفکیک تیپ‌های S, I, و A. (الف): با استفاده از درصد وزنی $\text{FeO}/\text{FeO}+\text{MgO}$ در مقابل SiO_2 (ب): نمودار درصد وزنی $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}$ در مقابل SiO_2 (Frost et al., 2001) 123
- شکل 4-7- نمودارهای تفکیک نوع تیپ ماگمایی (Collins et al., 1982). (الف): نمودار Zn-SiO_2 و (ب): نمودار Zr-SiO_2 . در هر دو نمودار نمونه‌های توده نفوذی در محدوده ماگماهای تیپ I قرار گرفته است 124
- شکل 4-8- نمودار تغییرات $\text{SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ (Pollard, 2006) و قرارگیری تمامی نمونه‌های توده نفوذی میدوک در محدوده ماگماهای سری مگنتیت 125
- شکل 4-9- نمودار نوع سنگ مادر یا کانی‌های موجود در سنگ منشا اولیه ماگما از (Debon and Le Fort, 1983). قرارگیری تمامی نمونه‌های میدوک پورفیری در بخش آلومینیوم متوسط و با شیب منفی در قطاع IV نشانه یک ترکیب (CAFEM) در سنگ منشا می‌باشد 126
- شکل 4-10- نمودار A/NK و A/CNK (Maniar and Piccoli, 1989) معروف به اندیس شاند (Shand Index) برای تعیین درجه سیر شدگی ماگما از آلومینیوم و قرارگیری بیشتر نمونه‌های میدوک پورفیری در محدوده پر آلومینیومی 127
- شکل 4-11- نمودار تفکیک گرانیت‌های کالک آلکالن تا آلکالن نمونه‌های میدوک پورفیری (Frost et al., 2001) 128
- شکل 4-12- نمودارهای تعیین جایگاه تکتونیکی (Pearce et al., 1984). (الف): موقعیت نمونه‌های میدوک پورفیری در نمودار Nb – Y و در جایگاه گرانیت‌های کمان قاره ای + همزمان با برخورد (ب): موقعیت نمونه‌های میدوک پورفیری در نمودار Rb-(Y+Nb) و در جایگاه گرانیت‌های کمان قاره ای 129

- شکل 4-13- نمودار R_1-R_2 (De la Roche et al., 1980) جهت تفکیک محیطهای تکتونیکی مختلف بر اساس مطالعات (Batchelor and Bowden, 1985) و قرار گیری نمونه‌های توده نفوذی در محدوده ماگماهای پس از تصادم قاره ای 131
- شکل 4-14- نمودار عنکبوتی عناصر جزیی میدوک پورفیری نرمالیز شده بر اساس مقادیر N-MORB (Saunders and Tarney, 1984) نشان دهنده یک فرورانش تیپیک و آلودگی پوسته ای 133
- شکل 4-15- پیشرفت تبلور و افزایش مجموع عناصر REE در میدوک پورفیری 137
- شکل 4-16- الگوی پراکندگی عناصر خاکی کمیاب توده نفوذی میدوک نرمالیز شده با مقادیر کندریت مرکب بر اساس داده‌های (Wakita et al., 1971) 138
- شکل 4-17- نمودار تمایز سری‌های ماگمایی تولییتی تا شوشونیتی (Rickwood, 1989 and Le Maitre, 1989) نمونه‌های میدوک پورفیری در محدوده مرز کالک آلکان پتاسیم بالا تا تقریباً شوشونیتی و مقایسه آن با دیگر ذخایر مس پورفیری و گرمابی در جهان 141
- شکل 4-18- ایزوکون دیاگرام گرانت براساس غنی شدگی و تهی شدگی مقایسه‌ای بین دگرسانی پتاسیک و توده نفوذی میدوک پورفیری (Fresh) 144
- شکل 4-19- ایزوکون دیاگرام گرانت براساس غنی شدگی و تهی شدگی مقایسه‌ای بین دگرسانی فیلیک و توده نفوذی میدوک پورفیری (Fresh) 146
- شکل 4-20- ایزوکون دیاگرام گرانت براساس غنی شدگی و تهی شدگی مقایسه‌ای بین دگرسانی پروپیلیتیک و توده نفوذی میدوک پورفیری (Fresh) 148
- شکل 5-1- نقشه زمین شناسی کانسار مس میدوک و قرارگیری آن در کمپلکس آتشفشانی- رسوبی رازک (Hassanzadeh, 1993) 154