

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۱۵۶۶



دانشگاه بوعلی سینا

دانشکده علوم پایه

گروه زمین شناسی

پایان نامه برای دریافت کارشناسی ارشد زمین شناسی

گرایش پترولوژی

عنوان:

ژئوشیمی سنگ های گرانیتوئیدی معدن مس میدوک و  
رابطه آن با کانسارسازی مس

استاد راهنما:

دکتر فرهاد آلیانی

۱۳۸۸/۱۱/۱

استاد مشاور:

دکتر علی اصغر سپاهی

استاد مشاور  
دکتر علی اصغر سپاهی

پژوهشگر:

علی علیرضایی

بهار ۱۳۸۸

۱۳۱۴۷۷

همه امتیازهای این پایان نامه به دانشگاه بوعلی سینا همدان تعلق دارد. در صورت استفاده از تمام یا بخشی از مطالب پایان نامه در مجلات، کنفرانس ها و یا سخنرانی ها، باید نام دانشگاه بوعلی سینا (یا استاد یا اساتید راهنمای پایان نامه) و نام دانشجو با ذکر مأخذ و ضمن کسب مجوز کتبی از دفتر تحصیلات تکمیلی دانشگاه ثبت شود. در غیر این صورت مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.



دانشکده علوم  
گروه زمین شناسی

جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد  
علی علیرضایی در رشته زمین شناسی  
گرایش پترولوژی

تحت عنوان:

ژئوشیمی سنگ‌های گرانیتوئیدی معدن مس میدوک و رابطه آن با کانسازسازی مس

به ارزش ۸ واحد در روز شنبه مورخ ۱۳۸۸/۳/۳۰ ساعت ۱۰ الی ۱۲ در محل آمفی تئاتر ۱ و با حضور  
اعضای هیأت داوران زیر برگزار گردید و با نمره ۱۹/۸۸ درجه <sup>۱</sup>..... ارزیابی شد.

هیأت داوران:

ردیف	سمت در هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی - گروه / دانشکده / دانشگاه	محل امضاء
۱.	استاد راهنما:	دکتر فرهاد آلیانی	استادیار زمین شناسی	
۲.	استاد مشاور:	دکتر علی اصغر سپاهی	دانشیار زمین شناسی	
۳.	استاد مدعو:	دکتر محمد معانی جو	استادیار زمین شناسی	
۴.	استاد مدعو:	دکتر سعید خدابخش	دانشیار زمین شناسی	

توسط هیأت داوران  
تایید گردید

## تقدیر و تشکر

بی شک انجام این پروژه بدون حمایت های مالی و علمی امور تحقیقات مجتمع مس سرچشمه و بخش زمین شناسی مجتمع معدنی مس میدوک امکان پذیر نبود.

بنابراین وظیفه خود می دانم از جناب آقای مهندس قاسمی مدیریت محترم امور تحقیقات مجتمع مس سرچشمه کمال سپاسگزاری را داشته باشم. از جناب آقای مهندس آتش بنیاد، پژوهشگر ارشد بخش تحقیقات معدنی مجتمع مس سرچشمه که بیشترین زحمات را در انجام این پروژه متحمل شدند و با حمایت های بی دریغ و راهنمایی های ارزنده خود در تمامی مراحل این پروژه، نهایت همکاری را با اینجانب داشتند، صمیمانه سپاسگزارم. از آقای مهندس خسرو جردی پژوهشگر اکتشاف بخش تحقیقات معدنی نیز که بازرگوارانه تمام زحمات من را در طول این مدت قبول کرده اند تشکر می کنم. از سرکار خانم مهندس حسینی، پژوهشگر زمین شناسی، بخش تحقیقات معدنی که از راهنمایی ها و کمک های خود بنده را بی نصیب نگذاشته اند ممنونم. از جناب آقای دکتر مرتضوی سرپرست محترم آزمایشگاه میکروآنالیز مجتمع مس سرچشمه که در انجام این پروژه نهایت لطف را به اینجانب مبذول داشته اند نیز قدردانی می نمایم. همچنین جادار و که از همکاری های صمیمانه مجتمع معدنی مس میدوک، مدیر این مجتمع جناب آقای مهندس شریفیان، رئیس بخش زمین شناسی این مجتمع جناب آقای مهندس رمضانلی که تمامی امکانات لازم برای انجام این پروژه در طول کارهای صحرایی و بازدید از منطقه را برای بنده فراهم آوردند و از اطلاعات علمی خود نیز من را بی نصیب نگذاشتند، صمیمانه سپاسگزار می کنم. از سرکار خانم مهندس عباسلو مشاور صنعتی محترم نیز به خاطر کمک های علمی و پیشنهادات ارزشمند خود که در هر چه بهتر انجام شدن این پروژه اراده دادند، قدردانی می کنم. اما نوشتن این پایان نامه را همون زحمات و حمایت های اساتیدم، همگامی که در طول

دوران تحصیل از محضر آن مابره بروم. بنابراین وظیفه خود می دانم که، از استاد راهنمای عزیز و بزرگوارم جناب آقای دکتر آیدانی، که بارها به منی های ارزشمند و کمک های دلسوزانه و بی دریغ خود، باعث دلگرمی من در رسیدن به هدفم و همچنین هر چه بهتر انجام شدن این پایان نامه شدند، کمال قدر دانی و سپاسگزاری را داشته باشم. از جناب آقای دکتر سپاهی به عنوان استاد مشاور خود تشکر می کنم. از جناب آقای دکتر عباس مرادیان که در تمامی مراحل این پایان نامه از راهنمایی های ارزشمند ایشان بهره جستم و از پیچ و خم گلی در هر چه بهتر انجام شدن این پایان نامه دریغ نکردند، سپاسگزارم. همچنین جا دارد از دیگر اساتیدم آقایان دکتر اسمعیلی نژاد، دکتر خلیلی، و دکتر نخب زاده که همیشه مشوق بنده بوده اند و از جناب آقای دکتر تارگر نیز تشکر کنم. از دوست عزیزم و استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر حشمت بنزادی نیز به خاطر کمک های ارزشمند علمی شان قدر دانی می کنم. از استاد گرامیم، خانم دکتر سارا دگهای که با ایده ها و راهنمایی های ارزشمند خود، کمک زیادی به بنده در هر چه بهتر شدن این پایان نامه داشتند، صمیمانه سپاسگزارم. از جناب آقای دکتر معانی جو که هم در طول این دوره بنده را از راهنمایی های خود بی نصیب نگذاشتند و هم زحمات داورانی این پایان نامه بر دوشان بود تشکر می کنم. از جناب آقای دکتر خدا بخش که داورانی این پایان نامه را قبول کردند نیز ممنونم. از دیگر اساتیدم آقایان دکتر آسیانها و دکتر حسینی نیز کمال سپاسگزاری را دارم. همچنین از مدیر محترم شرکت زمین کاوشگران آریه ورز کرمان، سرکار خانم مهندس مهدوی و مینت مدیره محترم این شرکت که آنالیزهای ایزوتوپی این پایان نامه را در کمترین فرصت ممکن انجام دادند، قدر دانی می کنم. از هم دوستان و همکلاسی هایم که در طول این دوره بنده را مورد لطف و محبت خود قرار دادند تشکر می کنم. در پایان از خانواده ام که مثل همیشه یار و یاور بنده بودند نهایت تشکر و سپاسگزاری را دارم.

نام خانوادگی: علیرضایی	نام: علی
عنوان پایان نامه: ژئوشیمی سنگ‌های گرانیتوئیدی معدن مس میدوک و رابطه آن با کانسارسازی مس	
استاد راهنما: دکتر فرهاد آلیانی	اساتید مشاور: دکتر علی اصغر سپاهی گرو دکتر عباس مرادیان
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: زمین‌شناسی
گرایش: پترولوژی	
دانشگاه: بوعلی سینا همدان	دانشکده: علوم پایه
تاریخ دفاعیه: ۱۳۸۸/۳/۳۰	تعداد صفحه: ۱۷۹
واژه‌های کلیدی: میدوک، کمر بند ولکانو- پلوتونیک ارومیه- دختر، نوار دهج- ساردوئیه، محیط تکتونیک بعد از کوهزایی، آداکیت.	
چکیده:	
<p>کانسار مس میدوک در کمر بند ولکانو- پلوتونیک ارومیه- دختر، نوار دهج- ساردوئیه و در ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب کانسار مس سرچشمه در استان کرمان واقع شده است. استوک میدوک پورفیری با سن ۱۲/۵ میلیون سال، در سنگ‌های آتشفشانی و آذرآواری ائوسن با ترکیب آندزیت، آندزیت بازالت و داسیت پورفیری (کمپلکس رازک) تزریق و جایگزین شده است. این توده از نظر سنگ‌شناسی از گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و دیوریت تشکیل شده است. کانسار مس میدوک از نظر کانسارسازی به سه منطقه هیپوژن، سوپرژن و زون فروشست (اکسیدی) تقسیم می‌شود. منطقه هیپوژن از کانی‌هایی مانند کالکوپیریت، پیریت و بورنیت تشکیل شده است. منطقه سوپرژن توسط مجموعه کانی‌سازی کالکوسیت، کولیت و کالکوپیریت شناخته می‌شود. مهم‌ترین کانیهای منطقه فروشست (اکسیدی) مالاکیت، آزوریت، هماتیت، گوتیت و ژاروسیت می‌باشند. کانسار مس میدوک از نظر ژئوشیمی، کالکوالکالن، متا تا پرآلومین و از تیپ I (سری مگنتیتی) می‌باشد. مطالعات صحرایی، پتروگرافی و ژئوشیمیایی انجام شده بر روی کانسار مس میدوک و مقایسه این مطالعات با کانسارهای مس پورفیری در سایر نقاط دنیا مانند شیلی نشان می‌دهد که کانسار مس میدوک، مانند کانسارهای</p>	

فوق در یک محیط تکتونیکی حاشیه قاره‌ای فعال و رژیم تکتونیکی پس از کوهزایی تشکیل شده است. تشکیل این توده در ارتباط با فروانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر صفحه ایران مرکزی می‌باشد. همچنین مطالعات ژئوشیمیایی نشان می‌دهد که توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری با داشتن میزان  $Al_2O_3$  بین ۱۲ تا ۱۸ درصدوزنی و متوسط ۱۴/۴۸ درصد وزنی، مقادیر بالای Sr بین ۳۸۴ تا ۸۳۴ ppm و متوسط ۵۸۳ ppm، مقادیر پایین Yb (متوسط ۱/۰۳ ppm) و Y (متوسط ppm ۱۰/۳۷)، و نسبت  $^{87}Sr/^{86}Sr$  بین ۰/۷۰۴۴-۰/۷۰۴۶ با ویژگی‌های سنگ‌های آداکیتی منتج شده از ذوب بخش‌های زیرین پوسته قاره‌ای واجد آمفیبول و گارنت در منشأ و در یک محیط تکتونیکی برخوردی و فشارشی تطابق دارد.



صفحه	عنوان
۲	۱-۱- مقدمه
۲	۲-۱- موقعیت جغرافیایی کانسار مس میدوک
۳	۳-۱- تاریخچه و کارهای قبلی
۴	۴-۱- هدف از پژوهش
۴	۵-۱- روش پژوهش
۶	۶-۱- کلیاتی در مورد کانسارهای مس پورفیری
۷	۱-۶-۱- ذخیره و عیار در کانسارهای مس پورفیری
۸	۱-۶-۲- روابط سنگ شناختی در کانسارهای مس پورفیری
۹	۳-۶-۱- دگرسانی هیدروترمال و کانی سازی در کانسارهای مس پورفیری
۱۰	۴-۶-۱- محیط تکتونیکی کانسارهای مس پورفیری
۱۱	۵-۶-۱- روابط سنی مربوط به کانسارهای مس پورفیری

### فصل دوم- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

۱۴	۱-۲- مقدمه
۱۴	۱-۱-۲- کمر بند کوهزایی زاگرس
۱۵	۲-۱-۲- زون چین خورده زاگرس
۱۵	۳-۱-۲- مجموعه ماگمایی ارومیه- دختر
۱۸	۲-۲- زمین شناسی ناحیه کرمان
۱۹	۱-۲-۲- نوار دهج- ساردوئیه
۲۱	۳-۲- زمین شناسی عمومی کانسار مس میدوک

### فصل سوم- مطالعات صحرایی

۲۷	۱-۳- مقدمه
۲۷	۲-۳- محدوده در بر گیرنده کانسار مس میدوک
۲۹	۱-۲-۳- مواد آذرآواری
۳۵	۲-۲-۳- سنگهای آتشفشانی

۳۵.....	۱-۲-۲-۳- آندزی بازالت
۳۵.....	۲-۲-۲-۳- آندزیت پورفیری
۳۵.....	۳-۲-۲-۳- داسیت پورفیری
۳۸.....	۳-۲-۳- دایک‌ها
۳۸.....	۳-۳- مطالعات صحرایی بر روی کانسار مس میدوک
۴۱.....	۱-۳-۳- توده نفوذی میدوک پورفیری
۴۷.....	۲-۳-۳- دایک‌های پورفیری تأخیری

### فصل چهارم - مطالعات پتروگرافی

۴۹.....	۱-۴- مقدمه
۴۹.....	۲-۴- پتروگرافی سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک
۴۹.....	۱-۲-۴- کوارتز آندزیت و آندزیت پورفیری
۵۲.....	۲-۲-۴- داسیت پورفیری
۵۴.....	۳-۴- پتروگرافی توده نفوذی میدوک پورفیری
۵۵.....	۱-۳-۴- دیوریت و کوارتز دیوریت پورفیری
۵۸.....	۲-۳-۴- گرانودیوریت پورفیری
۶۵.....	۴-۴- پتروگرافی دایک‌ها
۶۶.....	۱-۴-۴- پتروگرافی دایک‌های با ترکیب تراکی آندزیت و آندزی بازالت
۶۸.....	۲-۴-۴- دایک‌های پورفیری تأخیری

### فصل پنجم - مطالعات زمین‌شناسی اقتصادی

۷۱.....	۱-۵- مقدمه
۷۱.....	۲-۵- بررسی هاله‌های دگرسانی موجود در کانسار مس میدوک
۷۱.....	۱-۲-۵- دگرسانی پتاسیک
۷۳.....	۲-۲-۵- دگرسانی فیلیک
۷۴.....	۳-۲-۵- دگرسانی آرژیلیک
۷۵.....	۴-۲-۵- دگرسانی آرژیلیک پیشرفته
۷۶.....	۵-۲-۵- دگرسانی پروپلیتیک

۷۶.....	۳-۵- کانه‌زایی در کانسار مس میدوک.....
۷۷.....	۱-۳-۵- منطقه کانی سازی هیپوزن.....
۷۹.....	۲-۳-۵- منطقه کانی سازی شده سوپرزن.....
۷۹.....	۳-۳-۵- منطقه کانی سازی شده هوازده و اکسیدی.....
	۴-۵- استفاده از ویژگی‌های پتروگرافی توده میدوک پورفیری به عنوان کلیدی برای پی‌جویی و
۸۳.....	اکتشاف مقدماتی کانسارهای مس پورفیری.....
۸۶.....	۵-۵- پراکندگی ژئوشیمیایی مس و مولیبدن در لاگ‌های مورد مطالعه در کانسار مس میدوک.....
۸۶.....	۱-۵-۵- بررسی میزان تغییرات عیار مس و مولیبدن در لاگ شماره ۴۴.....
۸۶.....	۲-۵-۵- بررسی میزان تغییرات عیار مس و مولیبدن در لاگ شماره ۳۸.....
۸۸.....	۳-۵-۵- بررسی میزان تغییرات عیار مس و مولیبدن در لاگ شماره ۵۵.....
۹۰.....	۴-۵-۵- بررسی میزان تغییرات عیار مس و مولیبدن در لاگ شماره ۵۶.....
۹۰.....	۵-۵-۵- بررسی میزان تغییرات عیار مس و مولیبدن در مجموع چهار لاگ.....

### فصل ششم- مطالعات ژئوشیمیایی و ایزوتوپی $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ در کانسار مس میدوک

۹۴.....	۱-۶- مقدمه.....
۹۵.....	۲-۶- ژئوشیمی توده گرانیوتئیدی میزان کانسار مس میدوک.....
۹۵.....	۱-۲-۶- تعیین میزان دگرسانی توده نفوذی میدوک پورفیری.....
۹۷.....	۲-۲-۶- نامگذاری توده گرانیوتئیدی میدوک پورفیری بر اساس درصد اکسیدهای اصلی.....
۹۷.....	۲-۲-۲-۶- نمودار $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ .....
۹۸.....	۳-۲-۶- نامگذاری نمونه های کانسار مس میدوک بر اساس نسبت های کاتیونی.....
۹۸.....	۱-۳-۲-۶- نمودار R2-R1.....
	۴-۲-۶- بررسی فراوانی و دامنه تغییرات اکسیدهای اصلی در برابر $\text{SiO}_2$ (نمودارهای هارکر) در کانسار
۹۹.....	مس میدوک.....
۱۰۱.....	۵-۲-۶- بررسی تغییرات عناصر کمیاب در مقابل $\text{SiO}_2$ در نمودارهای هارکر.....
۱۰۵.....	۶-۲-۶- بررسی روند تفریق در سنگ‌های منطقه.....
۱۰۹.....	۷-۲-۶- تعیین سری ماگمایی توده گرانیوتئیدی میدوک پورفیری.....
۱۰۹.....	۱-۷-۲-۶- نمودار $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})-\text{SiO}_2$ .....
۱۱۰.....	۲-۷-۲-۶- نمودار AFM.....

- ۱۱۰.....Ni-SiO<sub>2</sub> نمودار ۳-۷-۲-۶
- ۱۱۱.....Frost et al., 2001 تعیین سری ماگمایی سنگ‌های منطقه در نمودارهای ۸-۲-۶
- ۱۱۳..... بررسی میزان غنی شدگی نمونه‌های گرانیتوئیدی میدوک پورفیری از آلومین ۹-۲-۶
- ۱۱۵..... بررسی ویژگی‌های ایزوتوپی <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr در کانسار مس میدوک ۳-۶

### فصل هشتم - تعیین منشأ و محیط تکتونوگابی کانسار مس میدوک

- ۱۱۹..... ۱-۷ مقدمه
- ۱۲۰..... ۲-۷ محیط تکتونیکی سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک
- ۱۲۳..... ۱-۲-۷ نمودارهای عنکبوتی سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک
- ۱۲۵..... ۲-۲-۷ منشأ احتمالی ماگمای تشکیل دهنده سنگ‌های آتشفشانی منطقه
- ۱۲۶..... ۳-۷ تعیین منشأ استوک گرانیتوئیدی میدوک پورفیری
- ۱۳۳..... ۴-۷ تعیین محیط تکتونیکی کانسار مس میدوک
- ۱۳۳..... ۱-۴-۷ نمودارهای Zr/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Y-Zr
- ۱۳۴..... ۲-۴-۷ نمودارهای Maniar and Piccoli, 1989
- ۱۳۵..... ۳-۴-۷ نمودارهای Pearce, 1996 و Pearce et al., 1984
- ۱۳۶..... ۴-۴-۷ نمودار Bachelor and Bowden, 1985
- ۱۳۸..... ۵-۴-۷ نمودار Thieblemont and Cabanis, 1990
- ۱۳۹..... ۵-۷ رفتار عناصر نادر خاکی و کمیاب کانسار مس میدوک در نمودارهای عنکبوتی
- ۱۴۳..... ۶-۷ ماهیت شبه آداکیتی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری
- ۱۴۷..... ۷-۷ استفاده از ویژگی‌های ژئوشیمیایی عناصر اصلی و کمیاب کانسار مس میدوک به عنوان کلیدی برای پی‌جویی و اکتشاف مقدماتی کانسارهای مس پورفیری
- ۱۵۱..... ۸-۷ مکانیسم جایگزینی، سن و عمق تشکیل کانسار مس میدوک

### فصل نهم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات

- ۱۵۸..... ۱-۸ نتیجه‌گیری
- ۱۶۲..... ۲-۸ پیشنهادات
- ۱۶۳..... ۳-۸ منابع
- ۱۷۷..... پیوست

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- نقشه راه‌های دسترسی به کانسار مس میدوک.....	۳
شکل ۱-۲- مقایسه ذخیره و عیار مربوط به ۲۷ کانسار مس پورفیری بزرگ دنیا.....	۸
شکل ۱-۳- نمایشی ترسیمی از یک سیستم پورفیری.....	۹
شکل ۱-۴- نحوه تشکیل ذخایر مس پورفیری در چارچوب تکتونیک صفحه‌ای.....	۱۲
شکل ۱-۵- محدوده سنی مربوط به بزرگ‌ترین ذخایر مس پورفیری دنیا.....	۱۲
شکل ۲-۱- نقشه زمین‌شناسی ایران و موقعیت زون‌های مختلف بر روی آن.....	۱۶
شکل ۲-۲- موقعیت نوار دهج-ساردوئیه در کمربند ولکانو-پلوتونیک ارومیه-دختر.....	۲۱
شکل ۲-۳- نقشه زمین‌شناسی منطقه شهرباک و موقعیت کانسار مس میدوک بر روی آن.....	۲۴
شکل ۲-۴- عکس هوایی از منطقه مورد مطالعه.....	۲۵
عکس ۳-۱- نمای کلی از سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک.....	۲۸
شکل ۳-۱- مقطع عرضی زمین‌شناسی-سنگ‌شناسی از سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک.....	۲۸
عکس ۳-۲- سکاسی از مواد آذر آواری شامل توف‌های خاکستری رنگ- ماسه سنگ توفی و توف قرمز رنگ.....	۲۹
عکس ۳-۳- وجود انکلاوهای داسیتی و آندزیتی در داخل آگلومرا.....	۳۰
عکس ۳-۴- لایه بندی موجود در ماسه سنگ توفی.....	۳۰
عکس ۳-۵- نمایی از شکستگی با پر شدگی از سیلیس.....	۳۱
عکس ۳-۶- نمایی از یک دایک با روند شمالی-جنوبی.....	۳۲
عکس ۳-۷- رگچه‌های موجود در یک گسان رگچه‌ای.....	۳۳
عکس ۳-۸- ترانسه حفر شده در داخل مواد آذر آواری و سنگ‌های آتشفشانی همبر آنها.....	۳۴
عکس ۳-۹- آثار کانی‌سازی به صورت مالاکیت در سنگ‌های داسیتی منطقه.....	۳۴
عکس ۳-۱۰- محل تماس سنگ‌های آتشفشانی از جنس آندزیت پورفیری با توف‌های قرمز رنگ.....	۳۶
عکس ۳-۱۱- نمونه دستی از آندزیت پورفیری به عنوان سنگ درونگیر کانسار مس میدوک.....	۳۶
عکس ۳-۱۲- تماس سنگ‌های آتشفشانی از جنس داسیت پورفیری با مواد آذر آواری.....	۳۷
عکس ۳-۱۳- نمونه دستی مربوط به داسیت پورفیری.....	۳۸
عکس ۳-۱۴- نمایی از جایگزینی دایک با ترکیب تراکی آندزیت و روند شمالی- جنوبی.....	۴۰
عکس ۳-۱۵- نمایی از جایگزینی دایک با روند شمال شرق- جنوب غرب در مواد آذر آواری.....	۴۰
عکس ۳-۱۶- نمایی از محل تماس دایک مذکور با توف‌های قرمز رنگ و خاکستری رنگ.....	۴۱
عکس ۳-۱۷- نمونه دستی از دایک فوق.....	۴۱
شکل ۳-۲- نقشه سنگ‌شناسی کانسار مس میدوک.....	۴۲

- عکس ۳-۱۸- تصاویر ماهواره‌ای مربوط به کانسار مس میدوک..... ۴۴
- عکس ۳-۱۹- نمای کلی از کانسار مس میدوک..... ۴۵
- عکس ۳-۲۰- نمونه‌های تقریباً غیر دگرسان از استوک گرانیوتئیدی میدوک پورفیری ..... ۴۵
- عکس ۳-۲۱- تصاویری از دگرسانی پتاسیک..... ۴۵
- عکس ۳-۲۲- تصاویری از دگرسانی فلیک..... ۴۶
- عکس ۳-۲۳- نمونه‌های مربوط به دایک‌های پورفیری تأخیری..... ۴۸
- شکل ۴-۱- تصاویر میکروسکوپی مربوط به سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک..... ۵۳
- شکل ۴-۲- دگرسانی کانی بیوتیت به کلریت، اپیدوت و کانی‌های آپک..... ۵۴
- شکل ۴-۳- تصاویری از فنوکریست‌های پلاژیوکلاز متعلق به توده نفوذی میدوک پورفیری ..... ۶۲
- شکل ۴-۴- فنوکریست‌های پلاژیوکلاز نسل اول، متعلق به توده نفوذی میدوک پورفیری..... ۶۳
- شکل ۴-۵- فنوکریست‌های کوچک پلاژیوکلاز مربوط به نسل دوم و همراه با ماکل کارلسباد..... ۶۳
- شکل ۴-۶- فنوکریست‌های آلکالی فلدسپار در نمونه‌های گراندیوریتی کانسار مس میدوک..... ۶۴
- شکل ۴-۷- فنوکریست‌های کوارتز با حواشی انحلالی و خلیجی..... ۶۴
- شکل ۴-۸- انواع بیوتیت‌های موجود در کانسار مس میدوک..... ۶۴
- شکل ۴-۹- فنوکریست‌های هورنبلند موجود در توده نفوذی میدوک پورفیری..... ۶۵
- شکل ۴-۱۰- فنوکریست‌های هورنبلند و پلاژیوکلاز مربوط به دایک با ترکیب تراکی آندزیت..... ۶۷
- شکل ۴-۱۱- فنوکریست‌های پیروکسن که دگرسانی سریسیتی حاصل کرده‌اند..... ۶۷
- شکل ۴-۱۲- تصاویر میکروسکوپی مربوط به دایک پورفیری تأخیری..... ۶۸
- شکل ۵-۱- تصاویری میکروسکوپی از دگرسانی پتاسیک در کانسار مس میدوک..... ۷۲
- شکل ۵-۲- قطع شدن نمونه‌های مربوط به توده گرانیوتئیدی میدوک پورفیری توسط رگه‌های کوارتز و مگنتیت در زون پتاسیک..... ۷۳
- شکل ۵-۳- تصاویری از دگرسانی فلیک در کانسار مس میدوک..... ۷۴
- شکل ۵-۴- تصاویری از الف) دگرسانی آرژیلیک ب) دگرسانی آرژیلیک پیشرفته در کانسار مس میدوک..... ۷۶
- شکل ۵-۵- تصاویر مقطع صیقلی مربوط به کانی‌سازی مگنتیت، ایلمنیت، کالکوپیریت و پیریت در زون هیپوژن کانسار مس میدوک..... ۷۸
- شکل ۵-۶- تصاویر مقطع صیقلی از رخدادهای مختلف کانه‌زایی در زون غنی شده ثانویه (سوپرژن)، مربوط به کانسار مس میدوک..... ۸۰
- شکل ۵-۷- تصویری از وضعیت قرارگیری زون فروشت-اکسیدی نسبت به زون سوپرژن..... ۸۲
- شکل ۵-۸- تصویری از زون غنی‌شده سوپرژن که در آن رگچه‌های پرشده توسط کالکوسیت و سیلیس..... ۸۲
- شکل ۵-۹- تصویری از اکسیداسیون رگچه‌ها و رگه‌های سولفیدی در زون فروشت-اکسیدی..... ۸۳
- شکل ۵-۱۰- بررسی تغییرات عیار الف- مس و ب- مولیبدن در اعماق مختلف لاگ شماره ۴۴..... ۸۷
- شکل ۵-۱۱- بررسی تغییرات عیار الف- مس و ب- مولیبدن در اعماق مختلف لاگ شماره ۳۸..... ۸۸

- شکل ۵-۱۲- بررسی تغییرات عیار الف- مس و ب- مولیبدن در اعماق مختلف لاگ شماره ۵۵..... ۸۹
- شکل ۵-۱۳- بررسی تغییرات عیار الف- مس و ب- مولیبدن در اعماق مختلف لاگ شماره ۵۶..... ۹۱
- شکل ۵-۱۴- هیستوگرام فراوانی مربوط به عیار مس و مولیبدن در لاگ‌های مورد مطالعه..... ۹۲
- شکل ۶-۱- تعیین دگرسانی نمونه‌های مربوط به توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری..... ۹۵
- شکل ۶-۲- موقعیت نمونه‌های مربوط به توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری در تقسیم‌بندی Cox et al., 1979..... ۹۷
- شکل ۶-۳- نمودار نامگذاری توده نفوذی میدوک پورفیری در تقسیم‌بندی De La Roch et al., 1980..... ۹۸
- شکل ۶-۴- بررسی روند تفریق با استفاده از نمودارهای هارکر برای اکسیدهای اصلی کانسار مس میدوک..... ۱۰۰
- شکل ۶-۵- بررسی روند تفریق با استفاده از نمودارهای هارکر برای عناصر کمیاب کانسار مس میدوک..... ۱۰۳
- شکل ۶-۶- بررسی روند تفریق در نمونه‌های گرانیتوئیدی مربوط به کانسار مس میدوک بر اساس نمودار Soesoo, 2000..... ۱۰۶
- شکل ۶-۷- نمودار Y در برابر Zr برای نمایش روندهای تبلور تفریقی و ذوب بخشی..... ۱۰۶
- شکل ۶-۸- بررسی روند تفریق در الف- نمودار V-TiO<sub>2</sub> و ب- نمودارهای SiO<sub>2</sub>-TiO<sub>2</sub>..... ۱۰۷
- شکل ۶-۹- نمودارهای بررسی روند تفریق در نمونه‌های گرانیتوئیدی کانسار مس میدوک..... ۱۰۸
- شکل ۶-۱۰- نمودار K<sub>2</sub>O/Rb در برابر Rb برای توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری..... ۱۰۹
- شکل ۶-۱۱- نمودار تعیین سری ماگمایی نمونه‌های گرانیتوئیدی کانسار مس میدوک..... ۱۰۹
- شکل ۶-۱۲- تعیین سری ماگمایی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری با استفاده از نمودار AFM..... ۱۱۰
- شکل ۶-۱۳- تعیین سری ماگمایی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری با استفاده از نمودار SiO<sub>2</sub>-Ni..... ۱۱۱
- شکل ۶-۱۴- نمودار تغییرات FeO<sup>۲</sup>/(FeO<sup>۲</sup>+MgO) در مقابل SiO<sub>2</sub>..... ۱۱۳
- شکل ۶-۱۵- نمودار (Shand, 1943)..... ۱۱۴
- شکل ۶-۱۶- موقعیت نمونه‌های مورد مطالعه در نمودار A/CNK-SiO<sub>2</sub>..... ۱۱۴
- شکل ۶-۱۷- نمودار <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr در مقابل Rb/Sr و Th..... ۱۱۷
- شکل ۷-۱- تعیین محیط تکتونیکی سنگ‌های منطقه..... ۱۲۰
- شکل ۷-۲- تعیین محیط تکتونیکی سنگ‌های آتشفشانی منطقه..... ۱۲۱
- شکل ۷-۳- نمودارهای تعیین محیط تکتونیکی سنگ‌های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه..... ۱۲۱
- شکل ۷-۴- نمودار عنکبوتی سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک..... ۱۲۴
- شکل ۷-۵- الگوی نرمالیزه شده عناصر نادر خاکی سنگ‌های منطقه نسبت به کندریت..... ۱۲۵
- شکل ۷-۶- نمودارهای الف- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-SiO<sub>2</sub> و Pb-SiO<sub>2</sub> و ب- Zr-SiO<sub>2</sub> و Zn-SiO<sub>2</sub>..... ۱۲۸
- شکل ۷-۷- نمودار Ce-SiO<sub>2</sub> جهت تفکیک گرانیت‌های نوع I و A..... ۱۲۹
- شکل ۷-۸- نمودار Zr-10<sup>4</sup>Ga/Al جهت تفکیک گرانیت‌های نوع I و S از گرانیت‌های نوع A..... ۱۲۹
- شکل ۷-۹- مقایسه رفتار عناصر Y و Zr در برابر SiO<sub>2</sub> در گرانیت‌های نوع I دمای پایین و بالا..... ۱۳۳

- شکل ۷-۱۰- نمودار الف-  $Y-Zr$ ، ب-  $Zr/Al_2O_3-TiO_2/Al_2O_3$  جهت تفکیک گرانیت‌های درون صفحه‌ای از گرانیت‌های مرتبط با قوس آتشفشانی ..... ۱۳۴
- شکل ۷-۱۱- موقعیت نمونه‌های گرانیتوئیدی کانسار مس میدوک بر روی نمودارهای تکتونیکی ..... ۱۳۵
- شکل ۷-۱۲- موقعیت تکتونیکی نمونه‌های گرانیتوئیدی میدوک پورفیری در نمودارهای Pearce, 1996 ..... ۱۳۶
- شکل ۷-۱۳- نمودار R1-R2 جهت تعیین موقعیت تکتونیکی کانسار مس میدوک ..... ۱۳۷
- شکل ۷-۱۴- موقعیت تکتونیکی کانسار مس میدوک بر روی نمودار مثلثی  $Rb/100-Tb-Ta$  ..... ۱۳۸
- شکل ۷-۱۵- نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری ..... ۱۴۰
- شکل ۷-۱۶- نمودار عنکبوتی عناصر نادر خاکی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری ..... ۱۴۰
- شکل ۷-۱۷- مقایسه رفتار عناصر نادر خاکی مربوط به توده‌های نفوذی مرتبط با کانه‌زایی در کانسارهای مس پورفیری Escandida و Chimborazo شیلی ..... ۱۴۲
- شکل ۷-۱۸- نمودار عنکبوتی عناصر فرعی دگرسانی‌های مختلف هنجار شده ..... ۱۴۲
- شکل ۷-۱۹- الف- نمودار  $Sr/Y-Y$ ، ب- نمودار  $La_n/Yb_n-Yb_n$  ..... ۱۴۵
- شکل ۷-۲۰- نمودار  $Rb-^{87}Sr/^{86}Sr$  جهت تعیین ماهیت شبه آداکیتی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری ..... ۱۴۶
- شکل ۷-۲۱- نمودار  $La/Yb-Yb$  جهت نشان دادن ماهیت شبه آداکیتی توده گرانیتوئیدی میدوک پورفیری ..... ۱۵۰
- شکل ۷-۲۲- نقشه ساده شده ضخامت پوسته در سراسر ایران ..... ۱۵۱
- شکل ۷-۲۳- نمودارهای تفکیک کننده توده‌های کانه‌زا از توده‌های غیر کانه‌زا ..... ۱۵۴
- شکل ۷-۲۴- تصویری شماتیک از گسل‌های واقع در منطقه شهر بابک ..... ۱۵۶



## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۲- فعالیت‌های ماگمایی ناحیه کرمان.....	۲۲
جدول ۱-۴- خلاصه ویژگی‌های پتروگرافی و پترولوژی گونه‌های سنگی واقع در ناحیه کانسار مس میدوک.....	۶۹
جدول ۱-۵- زون‌های دگرسانی و ویژگی‌های کانی‌شناسی و کانه‌زایی گروه‌های سنگی مختلف.....	۸۵
جدول ۲-۵- پراکندگی ژئوشیمیایی مس، مولیبدن و نقره در لاگ‌های مورد مطالعه.....	۹۲
جدول ۱-۶- مشخصات ایزوتوپی $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ کانسار مس میدوک و مقایسه آنها با سنگ‌های دیگر.....	۱۱۶
جدول ۲-۶- مقایسه مقادیر عناصر مربوط به ماگماهای اولیه و ماگماهای آرایش یافته با کانسار مس میدوک.....	۱۱۷
جدول ۱-۷- مقایسه میانگین ترکیب شیمیایی عناصر کمیاب آندزیت‌های جزایر قوسی و حواشی قاره‌ای فعال.....	۱۲۲
جدول ۲-۷- نسبت بعضی از عناصر کمیاب در سنگ‌های آتشفشانی درونگیر کانسار مس میدوک.....	۱۲۳
جدول ۳-۷- ویژگی‌های ژئوشیمیایی و کانی‌شناسی گرانیت‌های I و S.....	۱۳۱
جدول ۴-۷- مقایسه ویژگی ژئوشیمیایی آداکیت‌ها با توده گرانیتوئیدی میزبان کانسار مس میدوک.....	۱۴۴
جدول ۵-۷- نسبت بعضی از عناصر کمیاب و مجموع عناصر نادر خاکی در لاگ‌های مورد مطالعه.....	۱۴۶

فصل اول

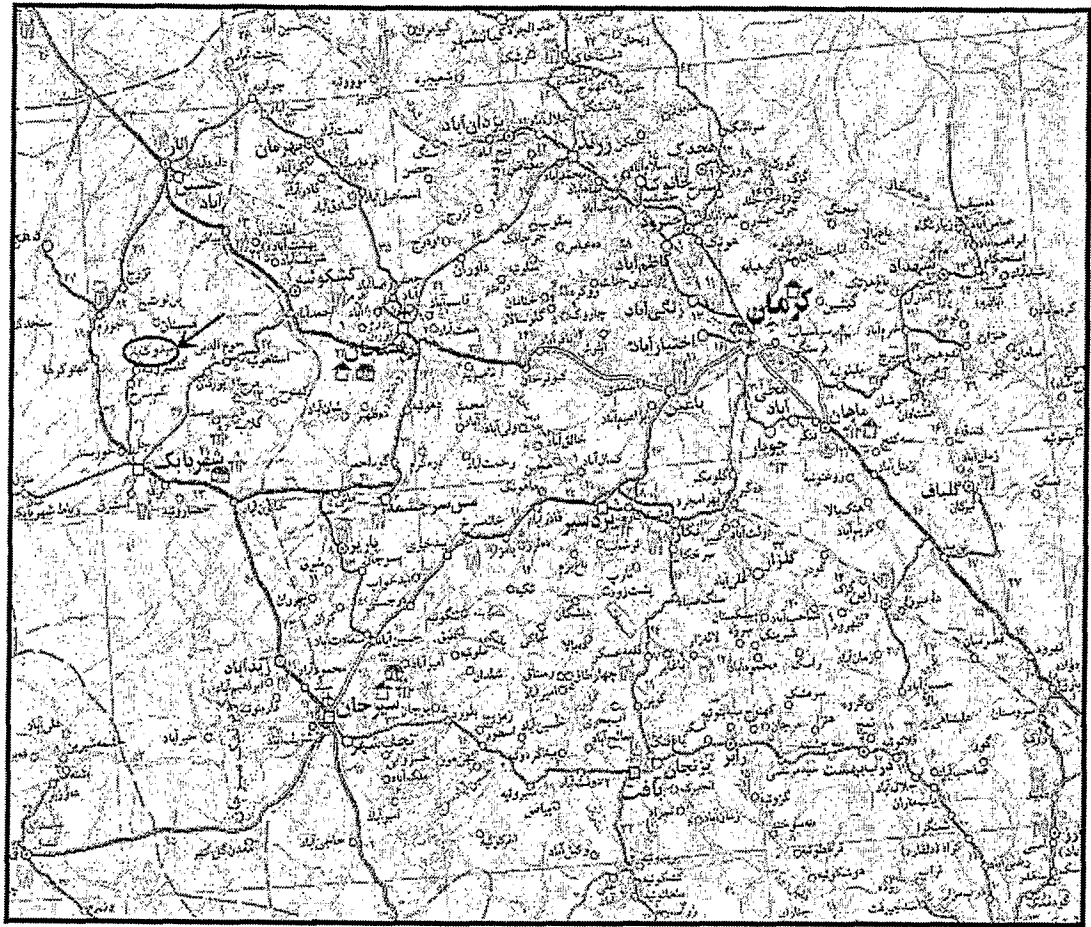
کلیات

## ۱-۱- مقدمه

در این فصل ابتدا به کلیاتی در مورد کانسار مس پورفیری میدوک از قبیل موقعیت جغرافیایی، آب و هوای منطقه مورد مطالعه، کارهای قبلی انجام شده در منطقه، روش نمونه برداری و طریقه انجام آزمایشات ژئوشیمیایی و ایزوتوپی و همچنین هدف از انجام این پروژه پرداخته خواهد شد. در پایان نیز به منظور آشنایی بیشتر در مورد کانسارهای مس پورفیری، خلاصه‌ای از ویژگی‌های کلی این کانسارها از قبیل روابط سنگ‌شناختی، محیط تشکیل و ویژگی‌های تکتونیکی، دگرسانی، ذخیره و عیار در کانسارهای مس پورفیری مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

## ۱-۲- موقعیت جغرافیایی کانسار مس میدوک

منطقه مورد مطالعه در استان کرمان، ۴۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان شهر بابک و در ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب کانسار مس سرچشمه قرار گرفته است (شکل ۱-۱). نزدیک‌ترین آبادی، به منطقه روستای میدوک می‌باشد که در ۳ کیلومتری جنوب غرب کانسار مس میدوک واقع شده است. به علت نزدیکی روستای مزبور به کانسار مس میدوک، نام این کانسار که نخست لاجاه بوده است به نام میدوک تغییر کرده است. بلندترین نقطه ارتفاعی این منطقه در تراز ۲۸۴۲ متری از سطح دریا است. سیمای ظاهری این منطقه در اغلب نقاط شامل تپه ماهورهای نسبتاً مدوری است که با شیب ملایم به دره‌های کم عمق منتهی می‌گردد. آبراهه‌های منطقه به صورت شعاعی در جهات گوناگون توسعه یافته‌اند، اما آبراهه‌های اصلی محدوده کانسار روند تقریباً شمال غرب جنوب شرق و حتی شمالی جنوبی دارند. آبراهه‌ها معمولاً خشک بوده به جزئی در اوایل بهار هنگامی که برف‌ها ذوب می‌شوند، مقداری آب فراهم می‌آورند. پوشش گیاهی منطقه پراکنده و تنک می‌باشد. حداکثر دمای این منطقه ۳۵ و حداقل آن به ۱۵ درجه سانتیگراد زیر صفر می‌رسد.



شکل ۱-۱- نقشه راههای دسترسی به کانسار مس میدوک.

### ۱-۳- تاریخچه و کارهای قبلی

کارهای قدیمی انجام شده در منطقه، حکایت از بهره‌برداری فیروزه و مس در این محل دارد. در گزارش اکتشافی قبل از سال ۱۳۴۸ با عنوان کانسارهای مس در ایران نوشته بازن و هویتر شرح این معدن آمده است. در سال ۱۹۶۹ گزارش زمین‌شناسی منطقه میدوک توسط زمین‌شناسان یوگسلاو ارائه شده است. همچنین در سال ۱۹۷۰ گزارش تفصیلی گسترش مواد فلزی در توده‌های نفوذی در منطقه شهر بابک از جمله میدوک و سارا توسط سازمان مطالعات معدنی آلمان (Fur) ارائه شد. شرکت ملی صنایع مس ایران نیز، در چهارچوب طرح اکتشاف میدوک، فعالیت‌های اکتشافی خود را از سال ۱۳۵۸ آغاز و برپایه یک قرارداد با شرکت لهستانی کبار اقدام به گمانه‌زنی سیستماتیک در سطحی به ابعاد  $۶۰۰ \times ۶۰۰$  متر بر روی بخش پرعیار توده مس پورفیری میدوک نمود. تراکم شبکه