



دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم پایه

گروه علوم زمین

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی  
(گرایش اقتصادی)

عنوان:

**بررسی ژئوشیمی ، دگرسانی و منشاء کانی سازی طلا در منطقه سیه رود استان  
آذربایجان شرقی**

استاد راهنما

دکتر علی امامعلی پور

استاد مشاور

دکتر بهزاد حاج علیلو

پژوهشگر

حسین عبدلی اسلاملو

خرداد ماه ۱۳۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
الحمد لله الذي جعل العلم نوراً  
والعلماء أئمةً يهتدون  
والعلم مناراً يضيء  
الظلمات  
والعلم مناراً يضيء  
الظلمات  
والعلم مناراً يضيء  
الظلمات  
والعلم مناراً يضيء  
الظلمات



دانشگاه پیام نور

دانشکده علوم پایه

گروه علوم زمین

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته زمین شناسی  
(گرایش اقتصادی)

عنوان:

**بررسی ژئوشیمی ، دگرسانی و منشاء کانی سازی طلا در منطقه سیه رود استان  
آذربایجان شرقی**

استاد راهنما

دکتر علی امامعلی پور

استاد مشاور

دکتر بهزاد حاج علیلو

پژوهشگر

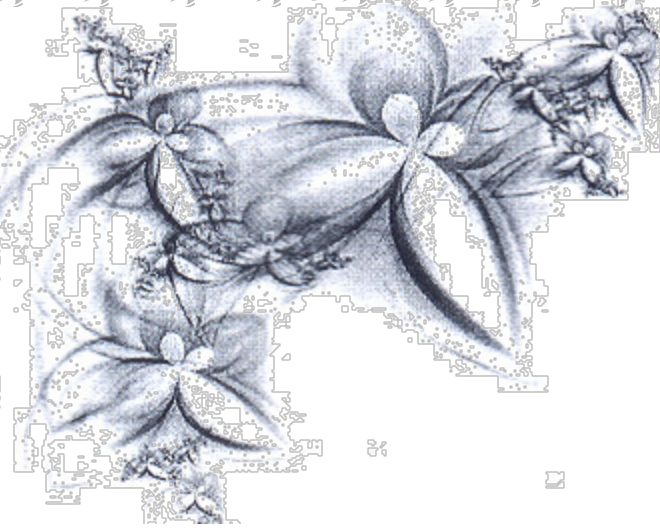
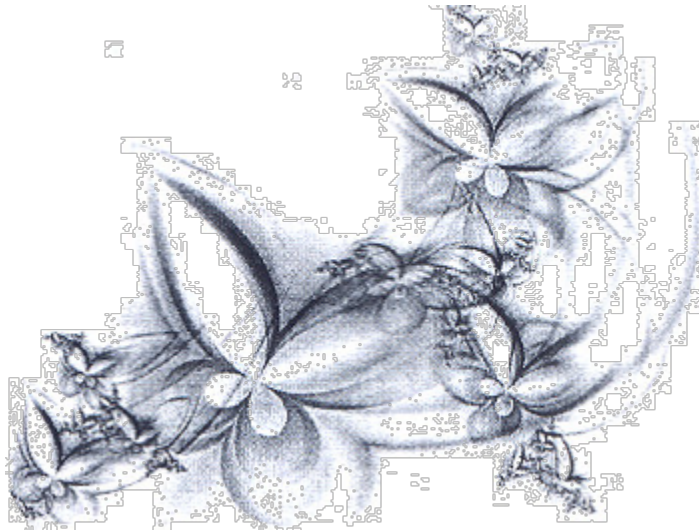
حسین عبدلی اسلاملو

خرداد ماه ۱۳۸۸

تقدیم بہ پدر مہربان

مادر عزیز

و ہمسر فداکارم



## شکر و قدردانی

سپاس و ستایش خداوندی را سزااست که از اسرار نهان ناآگاه است. عقل با بر حقیقت ذات خود آگاه نساخته اما از معرفت و شناسایی خود باز نذاشته است.

اکنون که به فضل و یاری ایزدمنان، تحقیق و نجارش این پایان نامه به اتمام رسیده است، طبق فرمایش امام علی (ع) که می فرمایند: بیج ثروتی چون عقل، و بیج فقری چون نادانی نیست. حرکس جمله ای به من بیاموزد مراننده خود نموده. بر خود وظیفه می دانم که از تمامی عزیزانی که در انجام این مهم مراری داده اند شکر و قدردانی نمایم.

صمیمانه ترین سپاس خود را از مساعدت، زحمات و راهنمایی های فکری و علمی استاد علم و اخلاق جناب آقای دکتر علی امامعلی پور، استاد راهنمای این پایان نامه که در تمام مراحل مطالعاتی، صحرایی و آزمایشگاهی، مرابراهی کردند و در طی این راه، بهرمان درس علم و زندگی از ایشان آموختم ابراز داشته و کمال شکر و قدردانی را دارم.

در این راستا از بذل توجه و عنایت استاد مشاور که تقدیرم جناب آقای دکتر بهزاد حاج علیلو که در اجرای این پروژه با صبر و حوصله تمام، راهنمایی اینجانب بودند صمیمانه سپاسگذارم.

از استاد داور ارجمند جناب آقای دکتر قادر حسین زاده که قبول زحمت نموده و پایان نامه اینجانب را با دقت تمام مطالعه فرمودند، نهایت سپاسگذاری را دارم.

از اعضای هیئت علمی محترم گروه زمین شناسی دانشگاه پیام نور تبریز، آقایان دکتر شعبانیان و دکتر شیرینی و از جناب آقای دکتر علی علیدینی که در طول مدت تحصیل، بهواره مرامورد لطف خود قرار داده اند، کمال شکر را دارم.

از تمام بهکلاسی ها و دوستان عزیزم آقایان: حمیدرضا حسینی، امیر حسین پور خواجه، بهرام وثوق، یوسف ایوان، حسین علیرزاده، که در مراحل مختلف پایان نامه صمیمانه من را بهراهی کردند، نهایت قدردانی را دارم.

حسین عبدلی اسلاطو



## چکیده:

منطقه مطالعاتی با وسعتی حدود ۸ کیلومتر مربع در ۳۵ کیلومتری شرق شهرستان جلفا و در استان آذربایجان شرقی واقع است. منطقه آذربایجان، طبق جدیدترین تقسیم بندی ساختاری ایران (آقنابتی، ۱۳۸۳) جزء پهنه میانی محسوب می شود.

واحدهای زمین شناسی منطقه، شامل سنگ های آذرین و آذرآواری با ترکیب آندزیت، تراکی آندزیت و توده نیمه عمیق دیوریت پورفیری می باشد. توده دیوریت به درون سنگ های آتشفشانی به شکل استوک تزریق شده است. سن واحدهای آتشفشانی - نفوذی یاد شده الیگوسن است. سرشت ماگمایی به وجود آورنده این سنگ ها از نوع کالکوالکالن پتاسیم متوسط تا بالا بوده و در محیط های تکتونیکی مربوط به قوسهای آتشفشانی پس بر خوردی تشکیل شده است.

کانی سازی هیپوژن(درونزاد) شامل کانی سازی های مس پورفیری و طلای اپی ترمالی است که نوع دوم در یک فاز تاخیری روی داده و سیستم پورفیری را دستخوش تغییر کرده است. کانیهای مگنتیت، پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، اسفالریت، گالن، کالکوسیت، انیدریت، طلا، باریت، ژاروسیت در این مرحله تشکیل شده است. کانیهای اصلی و مهمی که در طی فرایند سوپرژن در منطقه تشکیل شده اند، شامل سیلیکات ها (عمدتاً کائولینیت)، اکسیدهای آهن (گوتیت، لیمونیت و هماتیت)، اکسیدهای منگنز (پسیلوملان)، سولفات ها(عمدتاً جاروسیت)، کربنات های مس (مالاکیت، آزوریت) و سولفیدها (کولیت، کالکوسیت) هستند.

کانی سازی مس پورفیری- طلای اپی ترمالی در یک مجموعه آذرین آتشفشانی- نفوذی حدواسط روی داده است. رگه های اپی ترمالی، واحد آندزیتی را در تمام رخنمون ها قطع نموده اند. انواع دگرسانی های سیلیسی، آرژیلیک پیشرفته، آرژیلیک حدواسط، سربیسیتیک و پروپلیتیک در ارتباط با کانی سازی اپی ترمالی قابل تشخیص اند. بر پایه بررسی های ژئوشیمیایی، شاخص های دگرسانی CIA و MIA در سنگهای آندزیتی دگرسان شده نشانگر وجود تغییرات شدت دگرسانی هاست. بررسی تغییرات جرمی عناصر اصلی و فرعی با استفاده از عنصر Zr به عنوان عنصر بی تحرک گویای غنی شدگی اکسیدهای  $SiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$  و تهی شدگی  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$  در زون دگرسانی سیلیسی است. همچنین عناصر  $Cu, Sr, Rb, Ba$  و  $V$  دارای غنی شدگی هستند. در زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته، اکسیدهای اصلی  $SiO_2$ ,  $K_2O$ ,  $Al_2O_3$ ,  $SO_3$ , و  $MgO$  دارای غنی شدگی و  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Na_2O$ ,  $MnO$  و  $P_2O_5$  دارای تهی شدگی هستند. برخلاف زون سیلیسی، عناصر  $Sr, Rb, Ba$  در زون آرژیلیک پیشرفته کاهش یافته اند. بررسی های ژئوشیمیایی و کانی شناسی زونهای دگرسانی نشان می دهد که تغییرات جرمی عناصر در این زونها عمدتاً ناشی از آبشویی شدید فلدسپارها (و آمفیبول) در سنگهای میزبان توسط محلول های به شدت اسیدی است، فرآیندی که نتیجه آن افزایش سیلیس و برخی عناصر

قلیایی با شعاع یونی بزرگ و کاهش اکسیدهای سدیم، منیزیوم و کلسیم بوده است. زونهای دگرسانی سریسیتیک و پروپلیتیک نیز دارای تغییرات جرمی ویژه ای هستند.

برای بررسی منطقه بندی فلزی و خصلت ژئوشیمیایی کانی سازی از شاخص های عنصری، نسبت های معرف ضربی و نیز قدرت تولید خطی عناصر استفاده گردید. همبستگی خاصی بین نسبتهای (Pb.Ag/Cu.Zn)، (Ag.Au.As/Cu.Mo.Zn) (Ag/Au) با یکدیگر و نیز با زون های دگرسانی در ترازهای عمقی مختلف وجود دارد. نسبت معرف Ag/Au از ترازهای سطحی تا اعماق بررسی شده بین ۲ تا ۲۰ تغییر می کند. نسبت Ag/Au در بخش اصلی کانه دار (عمق ۲۵-۴۳ متری) که در آن عیار میانگین طلا ۶۳/۱ ppm است، ۷ تا ۸ می باشد. ارتباط زایشی عناصر و همبستگی آن با زون های دگرسانی شاخص ذخایر اپی ترمال دال بر آن است که کانی سازی طلا از نوع سولفیداسیون بالا می باشد.

منحنی تغییرات قدرت تولید خطی عناصر Cu,Mo دارای رفتار معنی داری است، به گونه ای که مقدار آنها در محل رگه کاهش یافته ولی در ترازهای پایین تر بتدریج سیر افزایشی دارد. از آنجا که ماهیت کانی سازی از اپی ترمالی در ترازهای بالاتر به پورفیری در ترازهای پایین تر (در عمق) تغییر می کند، تغییرات موجود در منحنی قدرت تولید خطی این دو عنصر می تواند نشانگر کانی سازی پورفیری در ترازهای پایین تر باشد. با مقایسه منحنی ها می توان نتیجه گرفت که شاخص ژئوشیمیایی Au.Ag/Cu.Mo همراه قدرت تولید خطی عناصر Cu,Mo بهترین الگو را برای شناسایی مکانی رگه کانه دار در هاله ژئوشیمیایی آن فراهم می کنند.

مطالعات حرارت سنجی میانبار های سیال بر روی رگه های کوارتزی مرتبط با کانی سازی نشان دهنده درجه حرارت ۲۴۰ - ۲۸۰ درجه سانتیگراد برای کانی سازی اپی ترمالی منطقه می باشد. با توجه به فقدان فاز دختر هالیت در درون میانبارهای سیال، شوری سیالات عامل کانی سازی در منطقه متوسط کمتر از ۱۰ درصد وزنی معادل کلرور سدیم تخمین زده می شود.

با توجه به کلیه شواهد بدست آمده از مطالعات صحرائی، پتروگرافی، پترولوژی، دگرسانی، زون بندی ژئوشیمیایی عناصر، کانه نگاری و مطالعه میانبارهای سیال با اطمینان زیادی می توان بیان داشت که کانسار طلای مسجداغی یک کانی سازی اپی ترمال سولفیداسیون بالا در ارتباط با کانی سازی مس پورفیری در عمق می باشد.

شماره صفحه	عنوان
۱	مقدمه
<b>فصل اول : کلیات</b>	
۳	۱- مقدمه
۳	۱-۱ ژئوشیمی و کانی شناسی طلا
۵	۲-۱ طبقه‌بندی کانسارهای طلا
۸	۳-۱ کانسارهای طلای اپی‌ترمال
۱۰	۱-۳-۱ رده بندی ذخایر اپی ترمال و ارتباط آن با ذخایر (Cu-Au) پورفیری
۱۳	۱-۴-۱ طلا در ایران
۱۳	۱-۴-۱ نوار ولکانیکی _ رسوبی ترشیاری سراسر ایران
۱۴	۲-۴-۱ مجموعه سنگهای دگرگونی قدیمی و توده های آذرین درون آنها
۱۶	۵-۱ ویژگیهای منطقه فلززائی ارسباران (اهر)
۱۶	۶-۱ مشخصات و موقعیت جغرافیائی منطقه
۱۷	۷-۱ راههای دسترسی
۱۸	۸-۱ آب و هوا و وضعیت اجتماعی منطقه
۱۹	۹-۱ زمین ریخت شناسی منطقه
۲۱	۱۰-۱ پیشینه پژوهش و هدف از مطالعه
۲۱	۱۱-۱ روش کار و سیر مطالعاتی
۲۱	۱-۱۱-۱ مطالعات کتابخانه ای
۲۵	۲-۱۱-۱ مطالعات صحرایی
۲۷	۳-۱۱-۱ مطالعات آزمایشگاهی و دفتری
<b>فصل دوم : زمین شناسی ناحیه ای و منطقه ای</b>	
۲۹	۲- مقدمه
۲۹	۱-۲ جایگاه زمین ساختاری و تحولات پوسته قاره ای آذربایجان
۳۳	۲-۲ زمین شناسی عمومی و منطقه ای محدوده
۳۳	۱-۲-۲ واحدهای چینه ای



شماره صفحه	عنوان
۳۳	۱-۱-۲-۲ واحد فلیش کرتاسه ( $K_u^f$ )
۳۴	۲-۱-۲-۲ واحد کنگلومرای کرتاسه ( $K_u^c$ )
۳۴	۳-۱-۲-۲ واحد فلیشی ائوسن ( $E^f$ )
۳۵	۴-۱-۲-۲ واحد $E^{c,m}$
۳۵	۵-۱-۲-۲ سنگ های آتشفشانی الیگوسن (Old)
۳۶	۶-۱-۲-۲ واحد (Qth)
۳۶	۷-۱-۲-۲ واحد ( $Q^{tr}$ )
۳۶	۸-۱-۲-۲ واحدهای آبرفتی کواترنری
۳۶	۲-۲-۲ واحدهای سنگی منطقه کانه دار مسجدداغی
۳۷	۱-۲-۲-۲ سنگ های آذرآواری (Pyroclastic)
۳۸	۲-۲-۲-۲ آندزیت - تراکی آندزیت
۳۹	۳-۲-۲-۲ دایک های منطقه معدنی
۳۹	۴-۲-۲-۲ توده های نفوذی (دیوریتی پورفیری)
۴۰	۵-۲-۲-۲ نهشته های کواترنر
<b>فصل سوم : پتروگرافی و پتروولوژی</b>	
۴۲	۳- مقدمه
۴۲	۱-۳ پتروگرافی
۴۲	۱-۱-۳ آندزیت
۴۳	۲-۱-۳ هورنبلند تراکی آندزیت
۴۶	۳-۱-۳ دیوریت پورفیری
۴۸	۲-۳ نامگذاری سنگ های محدوده مورد مطالعه
۴۸	۱-۲-۳ رده بندی کانی شناسی کمی
۴۹	۲-۲-۳ طبقه بندی بر اساس تجزیه شیمیایی
۵۲	۳-۳ تعیین سری ماگمایی
۵۴	۴-۳ تعیین جایگاه تکتونیکی منطقه با استفاده از داده های ژئوشیمیایی

شماره صفحه	عنوان
	<b>فصل چهارم : دگرسانی (کانی شناسی، ژئوشیمی)</b>
۵۸	۴- مقدمه
۵۸	۴-۱ رده بندی مناطق دگرسانی براساس شواهد کانی شناسی
۶۰	۴-۱-۱ دگرسانی سیلیسی
۶۳	۴-۱-۲ دگرسانی آرژیلیک پیشرفته (Advanced Argillic Alteration)
۶۴	۴-۱-۳ دگرسانی آرژیلیک حدواسط (Intermediate Argillic Alteration)
۶۶	۴-۱-۴ دگرسانی سربستیک
۶۹	۴-۱-۵ دگرسانی پروپلیتیک
۷۱	۴-۲ بررسی ژئوشیمی زون‌های دگرسان
۷۱	۴-۲-۱ بررسی ژئوشیمیایی مجموعه های دگرسانی و غیردگرسانی
۷۵	۴-۲-۲ تغییرات جرمی عناصر طی دگرسانی های گرمایی
۷۸	۴-۲-۲-۱ زون دگرسانی سیلیسی
۸۰	۴-۲-۲-۲ زون دگرسانی آرژیلیک (پیشرفته - حدواسط)
۸۲	۴-۲-۲-۳ زون دگرسانی سربستیک
۸۴	۴-۲-۲-۴ زون دگرسانی پروپلیتیک
۸۷	۴-۲-۳ شدت دگرسانی
۸۸	۴-۳ مدل دگرسانی های محدوده مورد مطالعه
	<b>فصل پنجم : کانه نگاری</b>
۹۵	۵- مقدمه
۹۵	۵-۱ کانی زایی اولیه (Hypogene Mineralization)
۹۸	۵-۲ کانی زایی ثانویه (Supergene Mineralization)
۱۰۰	۵-۳ پارازنز و توالی پارازنزی (Paragenetic Sequence)
	<b>فصل ششم : زون بندی ژئوشیمیایی عناصر</b>
۱۱۰	۶- مقدمه
۱۱۰	۶-۱ هدف و روش مطالعه از زون بندی ژئوشیمیایی عناصر در محدوده

شماره صفحه	عنوان
۱۱۴	۲-۶ زون بندی ژئوشیمیایی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی
۱۳۰	۳-۶ تغییرات نسبت (Ag/Au)
۱۳۱	۴-۶ بررسی منطقه بندی بر اساس قدرت تولید خطی
	<b>فصل هفتم : مطالعات میانبارهای سیال</b>
۱۴۰	۷ - مقدمه
۱۴۰	۱-۷ هدف و روش مطالعه
۱۴۲	۲-۷ پتروگرافی میانبارهای سیال
۱۴۲	۱-۲-۷ شکل، ابعاد و نوع میانبارهای سیال از نظر فضای تشکیل
۱۴۳	۲-۲-۷ درجه پرشدگی (Degree of Filling)
۱۴۴	۳-۲-۷ زمان تشکیل میانبارهای سیال
۱۴۵	۴-۲-۷ فازهای درون میانبارهای سیال
۱۴۷	۱-۴-۲-۷ میانبارهای سیال غنی از گاز
۱۴۸	۲-۴-۲-۷ میانبارهای سیال غنی از مایع با درجه پرشدگی آنها بین ۵۵ تا ۸۵
۱۴۸	۳-۴-۲-۷ میانبارهای سیال غنی از فاز جامد فلزی
۱۴۸	۴-۴-۲-۷ میانبارهای سیال غنی از فاز جامد غیر فلزی
۱۴۸	۵-۲-۷ تغییرات میانبارهای سیال هم زمان و پس از تشکیل آنها
۱۵۰	۶-۲-۷ نتیجه گیری از مطالعات پتروگرافی میانبارهای سیال
۱۵۵	۳-۷ حرارت سنجی میانبارهای سیال
۱۵۶	۱-۳-۷ مرحله انجماد ( Freezing )
۱۵۷	۲-۳-۷ مرحله گرمایش ( Heating )
۱۵۹	۳-۳-۷ تصحیح فشار
	<b>فصل هشتم : نتیجه گیری و پیشنهادات</b>
۱۶۱	۸ - مقدمه
۱۶۱	۱-۸ جایگاه زمین شناسی ناحیه ای
۱۶۱	۲-۸ ویژگیهای سنگ میزبان

شماره صفحه	عنوان
۱۶۲	۳-۸ فاکتورهای ساختاری کنترل کننده کانی زایی
۱۶۳	۴-۸ دگرسانی سنگ میزبان
۱۶۴	۵-۸ ترکیب کانسنگ
۱۶۵	۶-۸ منطقه بندی ژئوشیمیایی
۱۶۷	۷-۸ دمای کانی سازی
۱۶۷	۸-۸ مدل فلز زایی
۱۷۲	۹-۸ پیشنهادات
<b>فهرست منابع</b>	
۱۷۵	فهرست منابع فارسی
۱۷۶	فهرست منابع لاتین
<b>پیوست مطالب</b>	

شماره صفحه	عنوان
۱۸	۱-۱ موقعیت و راههای دسترسی به محدوده
۲۰	۲-۱ نمایی از وضعیت ارتفاعی در محدوده
۲۳	۳-۱ نمایی از گسترش گسل ها در محدوده
۲۴	۴-۱ نمایی از مسیرهای پیمایش در منطقه
۲۵	۵-۱ نقشه توزیع عیار طلا در منطقه
۲۶	۶-۱ حریم بندی گسل ها در منطقه مورد مطالعه و محل نمونه برداری ها
۲۷	۷-۱ انطباق زونهای گسلش با زونهای کانه زایی و رگه های سیلیسی
۳۴	۱-۲ نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جلفا
۳۷	۲-۲ نقشه زمین شناسی محدوده، ۱:۳۰۰۰
۵۹	۱-۴ نقشه دگرسانی سطحی منطقه مورد مطالعه
۱۱۱	۱-۶ موقعیت گمانه های حفر شده در محدوده
۱۱۲	۲-۶ آرایش فضایی گمانه های حفر شده در محدوده
۱۲۹	۳-۶ منطقه بندی قائم عناصر در مقطع عرضی از رگه اصلی کانی سازی

- ۱۱ ۱-۱ مدل فرضی برای انواع کانی سازی Au و Cu پورفیری (Corbett, Leach, 2002)
- ۱۱ ۲-۱ سرچشمه سیالات کم و پر سولفیدی (Corbett, Leach, 2002)
- ۱۵ ۳-۱ تقسیم‌بندی زون‌های طلادار ایران (مقصودی، ۱۳۸۳)
- ۱۷ ۴-۱ موقعیت جغرافیایی محدوده مسجدداغی
- ۲۰ ۵-۱ نمایی از زمین ریخت شناسی محدوده
- ۲۳ ۶-۱ مشخصات جهت یابی گسل ها در منطقه
- ۳۰ ۱-۲ تقسیم‌بندی زون‌های ساختاری ایران
- ۴۸ ۱-۳ رده بندی IUGS برای سنگ های آذرین خروجی
- ۴۹ ۲-۳ رده بندی IUGS برای سنگ های آذرین نفوذی
- ۷۷ ۱-۴ ارتباط ترکیب بازسازی شده، سنگ مادر و سنگ دگرسان (MacLean, 1990)
- ۸۹ ۲-۴ سیستم های کانی زایی و دگرسانی اقتباس از (Corbett , Leach 2002)
- ۱۰۱ ۱-۵ توالی پاراژنتیکی کانی زایی های محدوده
- ۱۱۳ ۱-۶ راهنمای سنگ شناختی و دگرسانی در گمانه های حفاری شده محدوده
- ۱۱۵ ۲-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH01)
- ۱۱۶ ۳-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH02)
- ۱۱۷ ۴-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH03)
- ۱۱۸ ۵-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH04)
- ۱۱۹ ۶-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH05)
- ۱۱۹ ۷-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH06)
- ۱۲۰ ۸-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH07)
- ۱۲۱ ۹-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH08)
- ۱۲۲ ۱۰-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH09)
- ۱۲۳ ۱۱-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH10)
- ۱۲۴ ۱۲-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH11)
- ۱۲۵ ۱۳-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH12)
- ۱۲۵ ۱۴-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH13)

## شماره صفحه

## عنوان

- ۱۲۶ ۱۵-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH14)
- ۱۲۷ ۱۶-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH15)
- ۱۲۸ ۱۷-۶ منطقه بندی عناصر و همبستگی آن با کانی شناسی و دگرسانی در گمانه (BH16)
- ۱۳۲ ۱۸-۶ موقعیت و فاصله گمانه ها از رگه کانه دار
- ۱۴۵ ۱-۷ تقسیم بندی میانبارهای سیال (Nash & Teodor, 1971) (Ahmad & Rose, 1980)
- ۱۴۶ ۲-۷ تقسیم بندی میانبارهای سیال (Nash, 1976)
- ۱۴۷ ۳-۷ طبقه بندی شماتیک میانبارها (Shepherd et al, 1985)
- ۱۴۹ ۴-۷ اشکال منفی بلورین، پدیده باریک شدگی در میانبار سیال (Shepherd et al, 1985)
- ۱۷۱ ۱-۸ مدل شکست کمپلکس های تیو سولفیدی حاوی طلا در اثر جوشش و اکسیداسیون
- ۱۷۳ ۲-۸ مقطعی از مکانیسم کانی سازی مس پورفیری و طلای اپی ترمالی در ارتباط با آن



شماره صفحه	عنوان
۱۹	۱-۱ کشاورزی محدود به حواشی رودخانه ارس و پوشش گیاهی منطقه
۳۸	۱-۲ واحد های محدوده مورد مطالعه برگرفته از (Google Earth)
۳۸	۲-۲ رخنمون واحد آذرآواری در محدوده
۳۹	۳-۲ رخنمون واحد آندزیتی در محدوده
۴۰	۴-۲ نمایی از دایک های نفوذی با ترکیب اغلب آندزیتی
۴۰	۵-۲ نمایی از دیوریت های نفوذی
۴۴	۱-۳ تصاویری از سنگ های ولکانیکی منطقه
۴۷	۲-۳ تصاویری از سنگ های نفوذی ساب ولکانیک (دیوریتی) منطقه
۶۲	۱-۴ نگاره های زون دگرسانی سیلیسی در محدوده
۶۵	۲-۴ نگاره های زون دگرسانی آرژیلیک (پیشرفته و حد واسط) در محدوده
۶۸	۳-۴ نگاره های زون دگرسانی سرسیستیک
۷۰	۴-۴ نگاره های زون دگرسانی پروپلیتیک
۱۰۲	۱-۵ نگاره های میکروسکوپی و دستی مربوط به مطالعات کانه نگاری
۱۴۱	۱-۷ رگچه های سیلیسی و سیلیس های شیری رنگ همراه با کانی سازی در آندزیت
۱۴۲	۲-۷ همبری بین رگه های کانی سازی با واحدهای آندزیت پورفیری
۱۵۱	۳-۷ نگاره های برخی از میانبارهای سیال مورد مطالعه
۱۵۶	۴-۷ دستگاه استیج لینکام متصل به میکروسکوپ الپوس و سیستم مانیتورینگ

- ۴ ۱-۱ دیاگرام Eh-pH محدوده پایداری کمپلکس‌های کلرایدی طلا (Brookins, 1988)
- ۵۰ ۱-۳ موقعیت سنگ‌های ولکانیکی در نمودار (Cox & Bell & Pankhurst 1979)
- ۵۰ ۲-۳ موقعیت سنگ‌های ولکانیکی منطقه در نمودار (Winchester and Floyed, 1977)
- ۵۱ ۳-۳ موقعیت سنگ‌های نفوذی منطقه در نمودار (Cox & Bell & Pankhurst 1979)
- ۵۱ ۴-۳ موقعیت سنگ‌های نفوذی منطقه در نمودار (Middlemost 1985)
- ۵۲ ۵-۳ نمودار تفکیک سری ماگمایی آلکالن و ساب آلکالن (Irvin and Bargar, 1971)
- ۵۳ ۶-۳ نمودار تعیین سری ماگمایی (Peccerillo and Taylor, 1976)
- ۵۳ ۷-۳ نمودار تعیین سری ماگمایی (Gill, 1981)
- ۵۴ ۸-۳ نمودار تعیین موقعیت تکتونیکی (Pearce, 1996)
- ۵۵ ۹-۳ نمودار تعیین موقعیت تکتونیکی (Muller et al , 1993)
- ۵۶ ۱۰-۳ نمودار تعیین موقعیت تکتونیکی (Muller et al , 1993)
- ۵۶ ۱۱-۳ تفکیک قوس‌های قاره‌ای از قوس‌های بعد از تصادم (Muller et al , 1992)
- ۷۲ ۱-۴ نمودار نسبت اندیس سرسیتی شدن مقابل (CaO) (Maclean, Hoy 1991)
- ۷۳ ۲-۴ نمودار نسبت اندیس سرسیتی شدن مقابل (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) (Maclean, Hoy 1991)
- ۷۳ ۳-۴ نمودار نسبت اندیس سرسیتی شدن مقابل (Rb) (Maclean, Hoy 1991)
- ۷۴ ۴-۴ نمودار نسبت اندیس سرسیتی شدن مقابل (Sr) (Maclean, Hoy 1991)
- ۷۵ ۵-۴ نمودار AKF تفکیک زون‌های دگرسانی (Rose 1970)
- ۷۹ ۶-۴ تغییرات جرم اکسیدهای اصلی در زون دگرسانی سیلیسی
- ۸۰ ۷-۴ تغییرات جرم برخی عناصر کمیاب در زون دگرسانی سیلیسی
- ۸۱ ۸-۴ تغییرات جرم اکسیدهای اصلی در زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته
- ۸۲ ۹-۴ تغییرات جرم برخی از عناصر کمیاب در زون دگرسانی آرژیلیک پیشرفته
- ۸۲ ۱۰-۴ نمودار دو متغیره SiO<sub>2</sub> در مقابل V در زون‌های دگرسانی منطقه
- ۸۳ ۱۱-۴ تغییرات جرم اکسیدهای اصلی در زون دگرسانی سرسیتیک
- ۸۴ ۱۲-۴ تغییرات جرم برخی از عناصر کمیاب در زون دگرسانی سرسیتیک
- ۸۵ ۱۳-۴ تغییرات جرم اکسیدهای اصلی در زون دگرسانی پروپلیتیک
- ۸۵ ۱۴-۴ تغییرات جرم برخی از عناصر کمیاب در زون دگرسانی پروپلیتیک

شماره صفحه	عنوان
۸۶	۴-۱۵ مقایسه تغییرات جرم اکسیدهای اصلی و برخی از عناصر کمیاب در دگرسانی ها
۱۳۶	۶-۱ تغییرات شاخص های ژئوشیمیایی و قدرت تولید خطی
۱۴۴	۷-۱ رابطه بین درجه پرشدگی، مقداری شوری و چگالی کلی میانبار (Roedder, 1984)
۱۵۸	۷-۲ نمودار درجه حرارت همگن شدن میانبارهای سیال نسبت به فراوانی آنها

شماره صفحه	عنوان
۶	۱-۱ طبقه بندی ذخایر طلا (Botros,2003)
۷	۲-۱ رده بندی ذخایر طلا (Cox and Singer,1986)
۱۰	۳-۱ تقسیم بندی انواع ذخایر اپی ترمال (Ag ، ±Cu)، (Corbett, Leach, 2002)
۱۲	۴-۱ مشخصات کانسارهای اپی ترمال (White and Hedenquist, 1990, Corbett 2002)
۷۷	۱-۴ تغییرات جرم محاسبه شده برای عناصر اصلی، فرعی و جزئی در زونهای دگرسان
۸۷	۲-۴ مقادیر CIA و MIA در زونهای دگرسانی منطقه
۱۱۳	۱-۶ تفکیک شدت فرآیند های کانی سازی (حسینی پاک، ۱۳۸۳)
۱۳۳	۲-۶ تغییرات شاخص های ژئوشیمیایی عناصر معرف در گمانه ها
۱۳۴	۳-۶ تغییرات قدرت تولید خطی عناصر معرف در گمانه ها
۱۳۵	۴-۶ تغییرات شاخص های ژئوشیمیایی و قدرت تولید خطی در کانسار مسجدداغی

## مقدمه

با گذشت بیش از نیم قرن از اکتشافات معدنی در کشور و تلاش‌های داخلی و خارجی، یافتن ذخایر بزرگ طلا بعید به نظر می‌رسد، در حالیکه به دلیل شرایط ویژه زمین‌شناسی ایران، احتمال یافتن ذخایر کوچک و متوسط از نوع کوارتز رگه‌ای زیاد است، بنابراین افزایش ذخایر طلای کشور طی سال‌های آینده قطعی است (مقصودی و همکاران، ۱۳۸۳).

منطقه البرز غربی و آذربایجان از دیر باز به علت وفورکانی‌سازیهایی فلزی و غیرفلزی مورد توجه خاص زمین‌شناسان قرار گرفته است. مطالعات اکتشافی پیشین در منطقه مسجد داغی سیه رود حاکی از کانی‌سازی مس و مس ۶ طلا در این منطقه می‌باشد. کانی‌سازی ذخایر طلای اپی‌ترمال ( $\pm\text{Cu-Ag}$ ) در قسمت فوقانی سیستم‌های (Cu-Au) پورفیری و اساساً به صورت دو تیپ سولفیداسیون بالا و پایین با باطله و کانی‌شناسی کانسنگ متفاوت نسبت به هم مشخص می‌شوند. این ذخایر توسط واکنش سیالات کانسنگی مختلف با سنگ‌های میزبان و آب‌های زیرزمینی ته‌نشست حاصل می‌کنند. (Corbett, Leach, 2002). با وجود اینکه تاکنون چند مطالعه در قالب طرح‌های اکتشافی و رساله دانشجویی در ناحیه مسجدداغی (سیه رود) انجام گرفته است، ولی برخی موضوعات مرتبط با سیستم کانی‌سازی طلای اپی‌ترمالی هنوز مورد بررسی قرار نگرفته و یا کمتر بدان توجه شده است، مسایلی از قبیل: توزیع ژئوشیمیایی و شاخص‌های منطقه بندی عناصر در رابطه با هاله‌های دگرسانی اولیه، دمای کانی‌سازی و ماهیت محلولهای کانه دار و نوع دگرسانی‌های در سنگ‌های درونگیر مرتبط با فاز تاخیری کانی‌سازی طلا، ارتباط سنگ درونگیر با سیستم کانی‌سازی، منشاء کانی‌سازی طلا و ارتباط آن با سیستم مس پورفیری و در نهایت مدل فلززایی سیستم کانی‌سازی. اجرای این تحقیق می‌تواند منجر به ارائه یک مدل فلززایی و اکتشافی شود و ماهیت کانی‌سازی را در جهت جانبی و عمقی مشخص نماید. مدل فلززایی بدست آمده می‌تواند به عنوان الگویی برای اکتشاف سیستم‌های کانی‌سازی مشابه در زون متالورژی ارسباران بکار رود. هدف از انجام این پژوهش این بوده که در جهت پاسخ به پرسش‌های بالا، خصوصیات کانی‌سازی فلزی منطقه به ویژه عنصر طلا را روشن سازد. به دلیل اینکه در زون ارسباران زونهای دگرسانی گسترده‌ای وجود دارند که فاقد کانی‌سازی اند، مقایسه داده‌های حاصل از این تحقیق در منطقه کانه دار سیه رود با مناطق بی‌کانه می‌تواند منجر به ارائه مدلی برای تفکیک سیستم‌های گرمابی کانه دار و عقیم در این ناحیه (ودیگر نواحی) بشود.