

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده علوم زمین

گروه آموزشی زمین شناسی

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد M.Sc

رشته زمین شناسی - اقتصادی

عنوان

ژئوشیمی و نحوه تشکیل ذخایر معدنی در محدوده اکتشافی صاحب دیوان

(شمال غرب مشکین شهر)

اساتید راهنما

دکتر ایرج رساء

دکتر مهرداد بهزادی

استاد مشاور

مهندس شهره حسن پور

نگارنده

مصطفی نادی

نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۸ - ۸۷

۱۳۸۸/۱۰/۲۷

مهندس نادر محمدی
تست دراز

بسمه تعالی
وزارت علوم ، تحقیقات و فناوری
دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده علوم زمین
گروه زمین‌شناسی
تأییدیه دفاع از پایان نامه
کارشناسی ارشد

این پایان نامه توسط آقای: مصطفی نادى دانشجوی دوره کارشناسی ارشد ناپیوسته رشته:

زمین‌شناسی گرایش: اقتصادی در تاریخ ۱۳۸۸/۴/۱ مورد دفاع قرار گرفت و براساس رأی

هیأت داوران با نمره ' ۱۹۱۵ نوزده و پنج صص و درجه عالی پذیرفته شد .

اساتید راهنما: آقای دکتر ایرج رساء

آقای دکتر مهرداد بهزادى

استاد مشاور خانم : دکتر شهره حسن پور

استاد داور آقای : دکتر سعید علیرضایی

استاد داور آقای : دکتر محمد یزدی

تقدیم بہ:

آنان کہ وجودشان بہانہ ہستی

روشنی بخش زندگی

و دستاویز تلاش ہم است.

شکر و قدردانی:

حرد پاس می گویم خداوند بزرگ را که در تمامی مراحل انجام این رساله یار و یاورم بود.

با شکر از اساتید راهنا جناب آقای دکتر ایرج رساء و آقای دکتر مراد بهزادی و همچنین استاد مشاور عزیزم خانم حمندس شهه حسن پور که در مدت تدوین این رساله نهایت کمک و لطف را نسبت به من داشتند. از اساتید محترم آقای دکتر علیرضایی و آقای دکتر زودی که نظرات ارزشمند خود را در جهت رفع نواقص این رساله ارائه نمودند، کمال شکر را دارم. از زحمات فراوان دوست بسیار عزیزم آقای مهندس نظام پور که بارها بهمانی های خود مرا در امر تدوین این پژوهش یاری کردند، شکر می نمایم. از شرکت مصلحی صنایع مس ایران به خاطر داده های مربوط به بخش ژئوشیمی و همچنین از شرکت حمندسین مشاور زرناب اکتشاف به دلیل مساعدت های مالی در بخش صحرائی به اینجا، کمال شکر را دارم. از همراهی تمامی دوستان عزیزم بالاخص دو دوست همیشگی ام آقایان سحرابی و حسنی در امر تدوین این پایان نامه، نیز شکر می نمایم. در نهایت از خانواده بسیار عزیزم و بالاخص برادر محبوم مهدی که در طول مدت تدوین این رساله همیشه یار و یاور من بوده اند، سپاسگزارم.

اقرار و تعهدنامه

اینجانب مصطفی نادی دانشجوی مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه زمین‌شناسی، رشته زمین‌شناسی- گرایش اقتصادی پایان نامه حاضر را بر اساس مطالعات و تحقیقات شخصی خود انجام داده و در صورت استفاده از داده‌ها، مآخذ، منابع و نقشه‌ها به‌طور کامل به آن ارجاع داده‌ام، ضمناً داده‌ها و نقشه‌های موجود را با توجه به مطالعات میداقی- صحرائی خود تدوین نموده‌ام. این پایان‌نامه پیش از این به‌هیچ وجه در مرجع رسمی یا غیر رسمی دیگری به‌عنوان گزارش یا طرح تحقیقاتی عرضه نشده است. در صورتی که خلاف آن ثابت شود، درجه‌ی دریافتی اینجانب از اعتبار ساقط شده، عواقب و نتایج حقوقی حاصله را می‌پذیرم.

تاریخ ۱۳۸۸/ ۲ / ۲۷

امضاء



مصطفی نادی

چکیده

محدوده اکتشافی صاحب‌دیوان به مساحت حدود ۱۲ کیلومتر مربع، در فاصله ۲۷ کیلومتری شمال غرب شهرستان مشکین‌شهر و بین طول‌های جغرافیایی ۴۷ درجه، ۳۲ دقیقه و ۵۰ ثانیه تا ۴۷ درجه، ۳۵ دقیقه و ۴۸ ثانیه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۸ درجه، ۳۲ دقیقه و ۵۴ ثانیه تا ۳۸ درجه، ۳۴ دقیقه و ۳۴ ثانیه شمالی قرار گرفته است. کارهای انجام‌شده در این محدوده شامل بررسی‌های صحرایی، مطالعات پتروگرافی، مینرالوگرافی و لیتوژئوشیمیایی می‌باشند. بر این اساس سنگ‌های رخنمون یافته در این محدوده شامل سنگ‌های آتشفشانی به سن آئوسن و با ترکیب داسیت تا ریوداسیت جورفیری، توف‌های بلوری و شیشه‌ای، تناوب توف و گدازه‌های آندزیتی و آندزیت‌های پورفیری هستند. همچنین سنگ‌های نفوذی با ترکیب میکرو کوارتز مونزونیت و میکروگرانودیوریت پورفیری به سن الیگوسن می‌باشند. نفوذ توده‌های نفوذی محدوده به داخل سنگ‌های آتشفشانی مذکور، باعث رخداد زون‌های دگرسانی وسیع در محدوده شده که شدت این زون‌ها با تأثیر سیالات جوی در مراحل بعدی افزایش پیدا کرده است. زون‌های دگرسانی تشکیل‌شده شامل آرژیلیک پیشرفته، سیلیسی، فیلیک، آرژیلیک متوسط، پروپلی تیک ضعیف و به طور محدود پتاسیک می‌باشند. مطالعه ژئوشیمی توده نفوذی میکروکوارتز مونزونیت که عامل اصلی تشکیل زون‌های دگرسانی در محدوده است، نشان می‌دهد که این توده متعلق به گرانیتوئیدهای کمان آتشفشانی می‌باشد و ماگمای تشکیل‌دهنده مربوط به سری آلکان است. بر اساس مطالعات مینرالوگرافی انجام شده بر روی مقاطع صیقلی، توالی پاراژنزی را می‌توان به صورت تشکیل مگنتیت، روتیل، پیریت افشان، کالکوپیریت افشان، پیریت و کالکوپیریت رگه‌ای - هماتیت، هیدروکسیدهای آهن و منگنز، کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت نشان داد. با توجه به مطالعات لیتوژئوشیمیایی انجام گرفته در این محدوده، ناهنجاری عنصر مس از نوع کانی‌سازی پراکنده بوده که با گسترش کم منطبق بر رخنمون استوک میکروگرانودیوریت پورفیری می‌باشد. همچنین ناهنجاری عناصر طلا، مولیبدن و سرب همپوشانی‌های زیادی را با همدیگر نشان می‌دهند که منطبق بر زون‌های دگرسانی آرژیلیک پیشرفته و پوش سنگ‌های سیلیسی محدوده هستند. مشاهدات صحرایی به همراه مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی نشان از وجود دو زون کانی‌سازی در این محدوده دارد که شامل: زون ۱ با گسترش کم و کانی‌سازی مس با حضور کانی‌های سولفیدی و اکسیدی و بافت پراکنده دانه - رگچه‌ای که منطبق بر دگرسانی پتاسیک در سنگ میزبان میکروگرانودیوریت پورفیری می‌باشد. این زون از نوع کانسارهای مس پورفیری بوده که فرسایش شدید در محدوده، باعث حذف زون‌های دگرسانی فوقانی آن شده است. زون ۲ که در کل محدوده حاکم می‌باشد، دارای کانی‌سازی خیلی کم، پراکنده و غیر اقتصادی می‌باشد. بخش‌های غنی شده این زون از عناصر طلا، مولیبدن و سرب، منطبق بر پوش سنگ‌های سیلیسی در محدوده هستند و منطقه‌بندی دگرسانی در آن نشان می‌دهد که این زون از نوع کانسارهای اپی‌ترمال با سولفیداسیون بالا می‌باشد.

کلمات کلیدی: منطقه بندی دگرسانی، مطالعات لیتوژئوشیمیایی، کانی‌سازی پراکنده، مس پورفیری،

اپی‌ترمال با سولفیداسیون بالا

فهرست مطالب

فصل اول

کلیات و زمین‌شناسی عمومی ----- ۱ -

- ۱-۱- کلیات ----- ۲ -
- ۱-۱-۱- مقدمه ----- ۲ -
- ۲-۱-۱- موقعیت جغرافیایی ----- ۲ -
- ۳-۱-۱- راه‌های دسترسی ----- ۳ -
- ۴-۱-۱- جغرافیای انسانی ----- ۴ -
- ۵-۱-۱- وضعیت آب و هوایی ----- ۵ -
- ۶-۱-۱- توپوگرافی و مورفولوژی محدوده مورد مطالعه ----- ۵ -
- ۱-۷-۱- اهداف و روش‌های مطالعاتی ----- ۸ -
- ۲-۱- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه ----- ۹ -
- ۲-۱- زمین‌شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه ----- ۹ -
- ۱-۲-۱- مقدمه ----- ۹ -
- ۲-۲-۱- تاریخچه زمین‌شناسی آذربایجان ----- ۱۰ -
- ۳-۲-۱- چینه‌شناسی منطقه مورد مطالعه ----- ۱۰ -
- ۲-۳-۱- رسوبات قبل از کرتاسه (آمیزه های رنگی) ----- ۱۱ -
- ۲-۳-۲- واحدهای کرتاسه ----- ۱۱ -
- ۲-۳-۳- رسوبات دوران سوم ----- ۱۱ -
- ۵-۲-۱- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه مورد مطالعه ----- ۱۲ -
- ۶-۲-۱- ماگماتیسم در منطقه مورد مطالعه ----- ۱۲ -
- ۷-۲-۱- زمین‌شناسی اقتصادی منطقه مورد مطالعه ----- ۱۳ -

فصل دوم

مطالعات گذشته ----- ۱۵ -

- ۱-۲- مقدمه ----- ۱۶ -
- ۲-۲- پی‌جویی و آثار بایستی مقدماتی مواد معدنی در پهنه برکه ۱:۵۰۰۰۰ مشیران ----- ۱۶ -
- ۳-۲- ماگماتیسم، مناطق دگرسان شده و کانی‌های سنگین مشکین‌شهر ----- ۱۷ -
- ۴-۲- اکتشافات ژئوشیمیایی و زمین‌ساخت محدوده‌های انزان، دیبکلو، خانباز، کرملو و شمال قره‌سو ----- ۱۹ -
- ۵-۲- مطالعه زمین‌شناسی و ژئوشیمی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ طرح پلی‌متال مشکین‌شهر - محدوده دوست‌بیگلو ----- ۱۹ -
- ۶-۲- اکتشافات تفصیلی در محدوده پلی‌متال مشکین‌شهر ----- ۲۰ -

- ۷-۲- اکتشافات ژئوشیمیایی به روش رسوب آبراهه‌ای در منطقه صاحب‌دیوان- شمال مشکین‌شهر ----- ۲۱ -
- ۸-۲- گزارش مطالعات ژئوفیزیک در محدوده دوست‌بیگلو، شمال مشکین‌شهر ----- ۲۲ -
- ۹-۲- اکتشافات ژئوشیمیایی خاک در منطقه اکتشافی دوست‌بیگلو- شمال غرب مشکین‌شهر ----- ۲۳ -
- ۱۰-۲- اکتشافات لیتوژئوشیمیایی در منطقه صاحب‌دیوان، مقیاس ۱:۵۰۰۰ ----- ۲۴ -
- ۱۱-۲- گزارش مطالعات زمین‌شناسی و آلتراسیون محدوده صاحب‌دیوان در مقیاس ۱:۵۰۰۰ ----- ۲۴ -
- ۱۲-۲- جمع‌بندی گزارش‌ها و مطالعات انجام‌شده ----- ۲۵ -

فصل سوم

زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه ----- ۲۹ -

- ۱-۳- مقدمه ----- ۳۰ -
- ۲-۳- واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه ----- ۳۰ -
- ۱-۲-۳- گدازه‌های لاتیت پورفیری (Epl) ----- ۳۰ -
- ۲-۲-۳- سنگ‌های آندزیتی و لاتیت‌آندزیتی (Eva) ----- ۳۰ -
- ۳-۲-۳- توده‌های نفوذی گرانودیوریت- کوارتزیدیوریت (Od) ----- ۳۱ -
- ۴-۲-۳- رسوبات آبرفتی کواترنر ----- ۳۱ -
- ۳-۳- شرح واحدهای سنگی ----- ۳۱ -
- ۱-۳-۳- سنگ‌های آذرین خروجی ----- ۳۳ -
- ۱-۱-۳-۳- داسیت تا ریوداسیت پورفیری (واحد Eda) ----- ۳۳ -
- ۲-۱-۳-۳- توف بلوری و شیشه‌ای در برخی نقاط توفیت (واحد Ecv) ----- ۳۷ -
- ۳-۱-۳-۳- تواب توف و گدازه‌های آندزیتی- بازالتی (واحد Eta) ----- **Error! Bookmark not defined.**
- ۴-۱-۳-۳- آندزیت‌های پورفیری (واحد Eanp) ----- **Error! Bookmark not defined.**
- ۵-۱-۳-۳- گدازه‌های تراکیتی تا تراکی‌آندزیتی (واحد PIQt) ----- **Error! Bookmark not defined.**
- ۲-۳-۳- سنگ‌های آذرین نفوذی: ----- ۴۷ -
- ۱-۲-۳-۳- میکروکوارتز مونزونیت تا میکرو مونزودیوریت (واحد Omz) ----- **Error! Bookmark not defined.**
- ۲-۲-۳-۳- میکروگرانودیوریت تا دیوریت پوفیری (واحد Ogd) ----- **Error! Bookmark not defined.**
- ۳-۳-۳- رسوبات آبرفتی کواترنر ----- ۵۳ -
- ۱-۳-۳-۳- پلگ‌دگانه‌های آبرفتی قدیمی (Qt1) ----- ۵۳ -
- ۲-۳-۳-۳- پلگ‌دگانه‌های آبرفتی جوان (Qt2) ----- ۵۴ -
- ۳-۳-۳-۳- آبرفت‌های عهد حاضر (Qal) ----- ۵۵ -
- ۴-۳- زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک ----- ۵۵ -
- ۵-۳- ژئوشیمی سنگ‌های آذرین ----- ۵۸ -

- ۳-۵-۱- ژئوشیمی عناصر اصلی توده نفوذی در محدوده مورد مطالعه ----- ۵۹ -
- ۳-۵-۲- تغییرات عناصر کمیاب بر اساس نمودارهای عنکبوتی ----- ۶۲ -
- شکل ۳-۲۳. نمودار مقایسه میانگین عناصر توده Omz با عناصر تشکیل دهنده پوسته فوقانی. ----- ۶۵ -
- ۳-۵-۳- تعیین سری ماگمایی و جایگاه تکنونیکي محدوده صاحب‌دیوان ----- ۶۵ -

فصل چهارم

دگرسانی در محدوده ----- ۶۹ -

- ۴- دگرسانی ----- ۷۰ -
- ۴-۱- مقدمه ----- ۷۰ -
- ۴-۲- دگرسانی در محدوده صاحب‌دیوان ----- ۷۰ -
- ۴-۲-۱- دگرسانی پروپلی‌تیک ضعیف ----- ۷۳ -
- ۴-۲-۲- دگرسانی آرزیلیک متوسط ----- ۷۴ -
- ۴-۲-۳- دگرسانی فلیک ----- ۷۶ -
- ۴-۲-۴- دگرسانی آرزیلیک پیچشرفته ----- ۷۸ -
- ۴-۲-۵- دگرسانی پتاسیک ----- ۸۰ -
- ۴-۲-۶- دگرسانی سیلیسی ----- ۸۱ -

فصل پنجم

مطالعات لیتوژئوشیمیایی ----- ۸۳ -

- ۵-۱- مقدمه ----- ۸۴ -
- ۵-۲- طراحی شبکه نمونه‌برداری ----- ۸۵ -
- ۵-۳- نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها ----- ۸۶ -
- ۵-۴- پردازش‌های آماری ----- ۸۶ -
- ۵-۴-۱- مقدمه ----- ۸۶ -
- ۵-۴-۲- فایل بندی داده های خام ----- ۸۷ -
- ۵-۴-۳- پردازش داده‌های خارج از حدود آشکارسازی ----- ۸۷ -
- ۵-۴-۴- نرمال سازی داده‌ها ----- ۹۰ -
- ۵-۴-۵- محاسبات و پردازش‌های تک متغیره ----- ۹۳ -
- ۵-۴-۶- محاسبات و پردازش‌های چند متغیره ----- ۹۸ -
- ۵-۴-۶-۱- ماتریس‌های همبستگی ----- ۹۹ -
- ۵-۴-۶-۱-۱- ضریب همبستگی داده‌ها با توزیع نرمال ----- ۹۹ -
- ۵-۴-۶-۱-۲- ضریب همبستگی داده‌ها به روش ناپارامتری ----- ۱۰۰ -

- ۵-۴-۶-۲- آنالیز خوشه‌های ----- ۱۰۴-
- ۵-۴-۶-۳- آزمون تحلیل مؤلفه‌های اصلی ----- ۱۰۶-
- ۵-۵- تکنیک‌های رسم نقشه و جداسازی مناطق آنومال در محدوده ----- ۱۲۰-
- ۵-۵-۱- مقدمه ----- ۱۲۰-
- ۵-۵-۲- نقشه‌های نمادین عنصری ----- ۱۲۰-
- ۵-۵-۱-۲- نقشه آنومالی عنصر Au: ----- ۱۲۱-
- ۵-۵-۲-۲- نقشه آنومالی عنصر As: ----- ۱۲۲-
- ۵-۵-۳-۲- نقشه آنومالی عنصر Ag: ----- ۱۲۲-
- ۵-۵-۴-۲- نقشه آنومالی عنصر Cu: ----- ۱۲۲-
- ۵-۵-۵-۲- نقشه آنومالی عنصر Mo: ----- ۱۲۳-
- ۵-۵-۶-۲- نقشه آنومالی عنصر Pb: ----- ۱۲۳-
- ۵-۵-۷-۲- نقشه آنومالی عنصر Zn: ----- ۱۲۳-
- ۵-۵-۸-۲- نقشه آنومالی عنصر W: ----- ۱۲۴-
- ۵-۵-۹-۲- نقشه آنومالی عنصر Sn: ----- ۱۲۴-
- ۵-۵-۱۰-۲- نقشه آنومالی عنصر Sb: ----- ۱۲۴-
- ۵-۵-۱۱-۲- نقشه آنومالی عنصر Te: ----- ۱۲۵-
- ۵-۵-۱۲-۲- نقشه آنومالی عنصر S: ----- ۱۲۵-
- ۵-۷- نتیجه‌گیری از مطالعات ژئوشیمیایی ----- ۱۲۵-

فصل ششم

زمین‌شناسی اقتصادی ----- ۱۳۹ -

- ۶-۱- مقدمه ----- ۱۴۰-
- ۶-۲- زمین‌شناسی اقتصادی در محدوده صاحب‌دیوان ----- ۱۴۰-
- ۶-۲-۱- کانی‌سازی در حره قالا دره‌سی ----- ۱۴۰-
- ۶-۲-۱-۱- کانی‌سازی در بخش جنوبی دره قالا دره‌سی ----- ۱۴۰-
- ۶-۲-۱-۲- کانی‌سازی در بخش شرقی دره قالا دره‌سی ----- ۱۴۳-
- ۶-۲-۲- کانی‌سازی در شمال کوه قلعه‌ارشق ----- ۱۴۴-
- ۶-۲-۳- کانی‌سازی‌های پیراکنده در محدوده مورد مطالعه ----- ۱۴۶-
- ۶-۲-۳-۱- غنی‌شدگی در مرکز محدوده واقع شمال دره قالا دره‌سی ----- ۱۴۷-
- ۶-۲-۳-۲- غنی‌شدگی در بخش‌های شمال و شرق محدوده ----- ۱۴۸-
- ۶-۲-۴- توالی پارازنری در محدوده مورد مطالعه ----- ۱۴۹-

- ۳-۶- انطباق زون‌های قاهنجاری ژئوشیمی با زون‌های کان‌سازی در محدوده ----- ۱۵۰ -
- ۴-۶- مدل‌های کان‌سازی در محدوده مورد مطالعه ----- ۱۵۱ -
- ۱-۴-۶- مدل کان‌سازی مس پورفیری ----- ۱۵۲ -
- ۲-۴-۶- مدل کان‌سازی اپی‌ترمال ----- ۱۵۵ -

فصل هفتم

- نتیجه‌گیری و پیشنهادات ----- ۱۶۰ -
- ۱-۷- نتیجه‌گیری ----- ۱۶۱ -
- ۲-۷- پیشنهادات ----- ۱۶۴ -
- منابع و مأخذ ----- ۱۶۶ -
- Abstract ----- ۱۷۱ -

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. موقعیت راه‌های دسترس به محدوده صاحب دیوان ----- ۴
- شکل ۱-۲. وضعیت توپوگرافی محدوده صاحب دیوان بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ توبنق ----- ۷
- شکل ۱-۳. نمایی از توپوگرافی و پوشش گیاهی در جنوب محدوده صاحب دیوان ----- ۷
- شکل ۱-۴. موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی بخشی از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی لاهرود ----- ۱۴
- شکل ۱-۳. نقشه ۱:۵۰۰۰ زمین‌شناسی صاحب دیوان ----- ۳۲
- شکل ۲-۳. نمایی از رخنمون واحد داسیت پورفیری در شمال محدوده ----- ۳۵
- شکل ۳-۳. نمونه‌های میکروسکوپی از واحد داسیت تا ریوداسیت پورفیری در محدوده ----- ۳۶
- شکل ۳-۴. نمایی از رخنمون برش‌های رسوبی در شرق کوه قلعه‌ارشق ----- ۳۸
- شکل ۳-۵. نمونه‌های میکروسکوپی از واحد توف بلوری و شیشه‌ای ----- ۴۰
- شکل ۳-۶. دگرسانی واحد تناوب توف و گدازه‌های آندزیتی بازالتی و مقطع میکروسکوپی از گدازه‌ها ----- ۴۲
- شکل ۳-۷. نمایی از رخنمون و نمونه دستی واحد آندزیت پورفیری در غرب محدوده مورد مطالعه ----- ۴۴
- شکل ۳-۸. نمونه‌های میکروسکوپی از واحد آندزیت پورفیری در محدوده ----- ۴۵
- شکل ۳-۹. رخنمون گدازه‌های تراکی آندزیتی در شمال شرق محدوده و بافت میکروسکوپی از آن ----- ۴۷
- شکل ۳-۱۰. رخنمون توده نفوذی میکروکوآرتز مونزونیت و نمونه دستی از این واحد ----- ۴۸
- شکل ۳-۱۱. نمونه‌های میکروسکوپی از توده نفوذی میکرو کوآرتز مونزونیت در محدوده ----- ۵۱
- شکل ۳-۱۲. نمایی از رخنمون صیکروگرانودیوریت در مرکز محدوده و نمونه دستی از این واحد ----- ۵۳
- شکل ۳-۱۳. نمایی از تراس‌های آهن دار در کنار زون پیریتی در جنوب شرق محدوده ----- ۵۴
- شکل ۳-۱۴. نمودار گل سرخی فراوانی گسل‌های برداشت‌شده از محدوده صاحب دیوان ----- ۵۵
- شکل ۳-۱۵. نمودارهای گسل سرخی از سه ایستگاه برداشت درزه در محدوده مورد مطالعه ----- ۵۷
- شکل ۳-۱۶. نمودار گل سرخی روند رگه‌های سیلیسی برداشت‌شده از محدوده صاحب دیوان ----- ۵۸
- شکل ۳-۱۷. نام‌گذاری نمونه‌های برداشت شده از توده نفوذی Omz در محدوده بر اساس نمودار TAS ----- ۶۰
- شکل ۳-۱۸. تغییرات هر یک از عناصر اصلی نسبت به افزایش مقدار SiO₂ ----- ۶۱
- شکل ۳-۱۹. تغییرات چند عنصر فرعی نسبت به افزایش مقدار SiO₂ ----- ۶۲
- شکل ۳-۲۰. تغییرات عناصر جزئی و کمیاب در نمودار عنکبوتی Sun & McDonough, 1989 ----- ۶۳
- شکل ۳-۲۱. تغییرات عناصر نادر خاکی در نمودار عنکبوتی Sun & McDonough, 1989 ----- ۶۴
- شکل ۳-۲۲. نمودار مقایسه میانگین عناصر توده Omz با عناصر تشکیل‌دهنده پوسته زیرین ----- ۶۴
- شکل ۳-۲۳. نمودار مقایسه میانگین عناصر توده Omz با عناصر تشکیل‌دهنده پوسته فوقانی. ----- ۶۵

- شکل ۳-۲۴. نمودار مجموع آلکالی ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) در مقابل سیلیس (Irvine and Baragar, 1971) ----- ۶۶
- شکل ۳-۲۵. نمودار SiO_2 در مقابل K_2O (Peccerillo & Titors, 1976) از توده نفوذی Omz ----- ۶۶
- شکل ۳-۲۶. نمودار A/CNK در مقابل A/NK (Shand, 1943)، بر اساس شاخص اشباع از آلومین ----- ۶۷
- شکل ۳-۲۷. نمودار (Yb+Ta) در مقابل Rb (Pears et al, 1984) ----- ۶۷
- شکل ۳-۲۸: موقعیت نمونه‌های مختلف سنگی محدوده در نمودارهای مولر و گراوز (۱۹۹۳ و ۲۰۰۰) ----- ۶۸
- شکل ۴-۱. تصویر ماهواره‌ای از منطقه‌ای دگرسانی به وسعت حدود ۵۰ کیلومتر مربع ----- ۷۱
- شکل ۴-۲. نقشه دگرسانی محدوده صاحب‌دیوان در مقیاس ۱:۵۰۰۰ ----- ۷۲
- شکل ۴-۳. نتیجه آنالیز آزمایش XRD در گدازه‌های دگرسان شده بخش‌های جنوب‌غربی محدوده ----- ۷۴
- شکل ۴-۴. تصویر میکروسکوپی اپیدوت‌های رگچه‌ای و کلریت‌های زمینه در دگرسانی پروپلی‌تیک ----- ۷۴
- شکل ۴-۵. دگرسانی انتخابی در واحد Eta واقع در شمال غرب محدوده صاحب‌دیوان ----- ۷۶
- شکل ۴-۶. نمایی از رخنمون‌های سیلیسی به صورت رگه و استوک‌ورک در زون دگرسانی فیلیک ----- ۷۷
- شکل ۴-۷. مقطع میکروسکوپی از تشکیل آلونیت‌های ثانویه و نتیجه آزمایش XRD از این نمونه ----- ۷۹
- شکل ۴-۸. نمونه‌ای از رگه سیلیسی نوع A در نمونه SKST-13. دارای حواشی آلکالی فلدسپار ثانویه ----- ۸۰
- شکل ۴-۹. نمایی از قله قلعه‌ارشق. بافت سیلیس حفره‌ای در نمونه دستی از آن دیده می‌شود ----- ۸۲
- شکل ۵-۱. نقشه شبکه طراحی شده برای نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی از محدوده صاحب‌دیوان. ----- ۸۵
- شکل ۵-۲. نمودار مقادیر میانه ۱۰ عنصر مهم در گروه‌های سنگی و مقایسه آن‌ها با میانگین جهانی ----- ۹۵
- شکل ۵-۳. غنی‌شدگی و تهی‌شدگی پنج عنصر مهم در گروه‌های مختلف سنگی محدوده ----- ۹۷
- شکل ۵-۴. نمودار مقادیر میانگین عناصر مهم در زون‌های مختلف دگرسانی محدوده ----- ۹۸
- شکل ۵-۵. دندروگرام همبستگی آنالیز خوشه‌ای مربوط به ۲۵ عنصر مهم کانی‌ساز و سنگ‌ساز ----- ۱۰۶
- شکل ۵-۶. پارامترهای آماری مربوط به عناصر گروه اول در آزمون تحلیل مؤلفه‌های اصلی ----- ۱۱۰
- شکل ۵-۷. نقشه‌های توزیع هر یک از مولفه‌های گروه اول ----- ۱۱۱
- شکل ۵-۸. پارامترهای آماری مربوط به عناصر گروه دوم در آزمون تحلیل مؤلفه‌های اصلی ----- ۱۱۴
- شکل ۵-۹. نقشه‌های توزیع هر یک از مولفه‌های گروه دوم ----- ۱۱۵
- شکل ۵-۱۰. پارامترهای آماری مربوط به عناصر گروه سوم در آزمون تحلیل مؤلفه‌های اصلی ----- ۱۱۸
- شکل ۵-۱۱. نقشه‌های توزیع هر یک از مولفه‌های گروه سوم ----- ۱۱۹
- شکل ۵-۱۲. نقشه آنومالی عنصر Au ----- ۱۲۷
- شکل ۵-۱۳. نقشه آنومالی عنصر As ----- ۱۲۸
- شکل ۵-۱۴. نقشه آنومالی عنصر Ag ----- ۱۲۹
- شکل ۵-۱۵. نقشه آنومالی عنصر Cu ----- ۱۳۰

- شکل ۵-۱۶ نقشه آنومالی عنصر Mo ----- ۱۳۱
- شکل ۵-۱۷ نقشه آنومالی عنصر Pb ----- ۱۳۲
- شکل ۵-۱۸ نقشه آنومالی عنصر Zn ----- ۱۳۳
- شکل ۵-۱۹ نقشه آنومالی عنصر W ----- ۱۳۴
- شکل ۵-۲۰ نقشه آنومالی عنصر Sn ----- ۱۳۵
- شکل ۵-۲۱ نقشه آنومالی عنصر Sb ----- ۱۳۶
- شکل ۵-۲۲ نقشه آنومالی عنصر Te ----- ۱۳۷
- شکل ۵-۲۳ نقشه آنومالی عنصر S ----- ۱۳۸
- شکل ۶-۱. کانی‌سازی در حاشیه و داخل رگچه‌های سیلیسی نوع A در نمونه SKST-13. ----- ۱۴۲
- شکل ۶-۲. تبدیل‌شدگی کالکوپیریت به هیدروکسیدهای آهن و کولیت ----- ۱۴۲
- شکل ۶-۳. نمونه SKSP-28 مگنتیت و کالکوپیریت به صورت پرکننده‌دانه و پیریت به صورت رگچه‌ای --- ۱۴۴
- شکل ۶-۴. کانی‌سازی اکسیدهای مس، منگنز و آهن در سنگ میزبان کوارتز مونوزودیوریتی ----- ۱۴۵
- شکل ۶-۵. پیریت‌های نسل اول و نسل دوم- قطع‌شدگی رگچه‌های سیلیسی توسط مالاکیت ----- ۱۴۶
- شکل ۶-۶. نمایی از دگرسانی فیلیک همراه با ساخت استوک‌ورکی در مرکز محدوده ----- ۱۴۷
- شکل ۶-۷. کانی‌سازی پیریت همراه با کانی‌های تیتانیوم‌دار در نمونه شماره SSRP-12 ----- ۱۴۹
- شکل ۶-۸. نمایی از مرکز دره قلا دره سی و رخنمون توده میکروگرانودیوریت پورفیری در مرکز آن ----- ۱۵۴
- شکل ۶-۹. نمایی از قله کوه قلعه‌ارشق که دارای بافت حفره‌ای و برشی از سیلیس می‌باشد ----- ۱۵۶
- شکل ۶-۱۰. منطقه‌بندی دگرسانی در اطراف کوه قلعه‌ارشق از مرکز به سمت حواشی ----- ۱۵۷
- شکل ۶-۱۱. نمونه میکروسکوپی از بافت پیریت افشان در نمونه SKSP-18 با سنگ میزبان آتش‌فشانی - ۱۵۸
- شکل ۷-۱. مدل شماتیک از منطقه بندی دگرسانی و توده‌های نفوذی در محدوده مورد مطالعه ----- ۱۶۵

فهرست جداول

- جدول ۱-۱. موقعیت جغرافیایی شش گوش محدوده صاحب دیوان ----- ۳
- جدول ۱-۳. مشخصات نمونه‌های برداشت شده از گمانه‌های ۱، ۲ و ۴ از توده Omz ----- ۵۹
- جدول ۱-۵. تعداد، درصد و مقادیر نمونه‌های سنسورد در نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی محدوده ----- ۸۹
- جدول ۲-۵. تقسیم بندی عناصر تجزیه شده در محدوده صاحب دیوان از نظر تابع توزیع ----- ۹۲
- جدول ۳-۵. پارامترهای آماری پردازش‌های تک متغیره مربوط به مقادیر ۴۴ عنصر آنالیز شده ----- ۹۴
- جدول ۴-۵. ضرایب همبستگی پیرسون برای ۲۵ عنصر که توزیع نرمال نشان می‌دهند. ----- ۱۰۲
- جدول ۵-۵. ضرایب همبستگی اسپیرمن برای داده‌های خام ۲۵ عنصر در محدوده مورد مطالعه ----- ۱۰۳
- جدول ۱-۶. نتایج آنالیز عنصری بعضی از عناصر مهم در بخش شرقی دره قالا دره سی ----- ۱۴۴
- جدول ۲-۶. نتایج آنالیز عنصری بعضی از عناصر مهم در شمال کوه قلعه‌ارشق ----- ۱۴۶
- جدول ۳-۶. نتایج آنالیز عنصری بعضی از عناصر مهم نمونه‌ها در مرکز محدوده، شمال دره قالا دره سی ----- ۱۴۸
- جدول ۴-۶. نتایج آنالیز عنصری بعضی از عناصر مهم در شمال شرق کوه قلعه‌ارشق ----- ۱۴۸
- جدول ۵-۶. توالی پار ژئوزی در نمونه‌های کانی‌سازی محدوده صاحب دیوان ----- ۱۵۰

فصل اول

کلیات و زمین شناسی عمومی

۱-۱- کلیات

۱-۱-۱- مقدمه

عنصر مس قدمتی به طول عمر کره زمین دارد و همواره یکی از مهمترین مواد مورد استفاده در زندگی بوده است. این فلز امروزه یکی از پرکاربردترین فلزات غیرآهنی سنگین محسوب می‌شود. به دلیل افزایش مصرف مس در زندگی روزمره، قیمت مس در بازارهای جهانی رو به افزایش بوده و مس موجود، جوابگوی نیاز در بازار مصرف آن نمی‌باشد. به همین دلیل اکتشاف برای مس نیز در چند ساله اخیر اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در بین تیپ‌های مختلف ذخایر مس در جهان، کانسارهای مس پورفیری به دلیل ذخیره زیاد و کاهش هزینه‌های استخراج و بهره‌برداری (به دلیل استخراج روباز)، مورد توجه بیشتری قرار گرفته‌اند. حضور عناصر با ارزشی چون طلا، نقره و فلزات پایه بعنوان محصول فرعی نیز می‌تواند ارزش اقتصادی این کانسارها را بالا ببرد. مطالعه حاضر با هدف دستیابی به پتانسیل‌های بیشتری از این نوع کانسارها در منطقه آذربایجان می‌باشد.

۱-۱-۲- موقعیت جغرافیایی

محدوده اکتشافی صاحب‌دیوان از لحاظ تقسیمات کشوری در استان اردبیل و شمال غرب شهرستان مشکین‌شهر واقع شده است. با توجه به نزدیکی روستای صاحب‌دیوان به آن، این محدوده با این نام معرفی شده است. نزدیک‌ترین شهر به محدوده مورد مطالعه، مشکین‌شهر در سمت جنوب شرقی آن می‌باشد که در فاصله زمینی ۲۷ کیلومتری آن قرار دارد. فاصله این محدوده تا مرکز استان در حدود ۱۲۰ کیلومتر بوده که از این مقدار حدود ۹۰ کیلومتر آن راه آسفالت اصلی و ۳۰ کیلومتر باقی‌مانده راه خاکی می‌باشد. محدوده مطالعاتی صاحب‌دیوان به صورت شش گوش نامنظم می‌باشد که مختصات رئوس آن در جدول ۱-۱ آمده است.

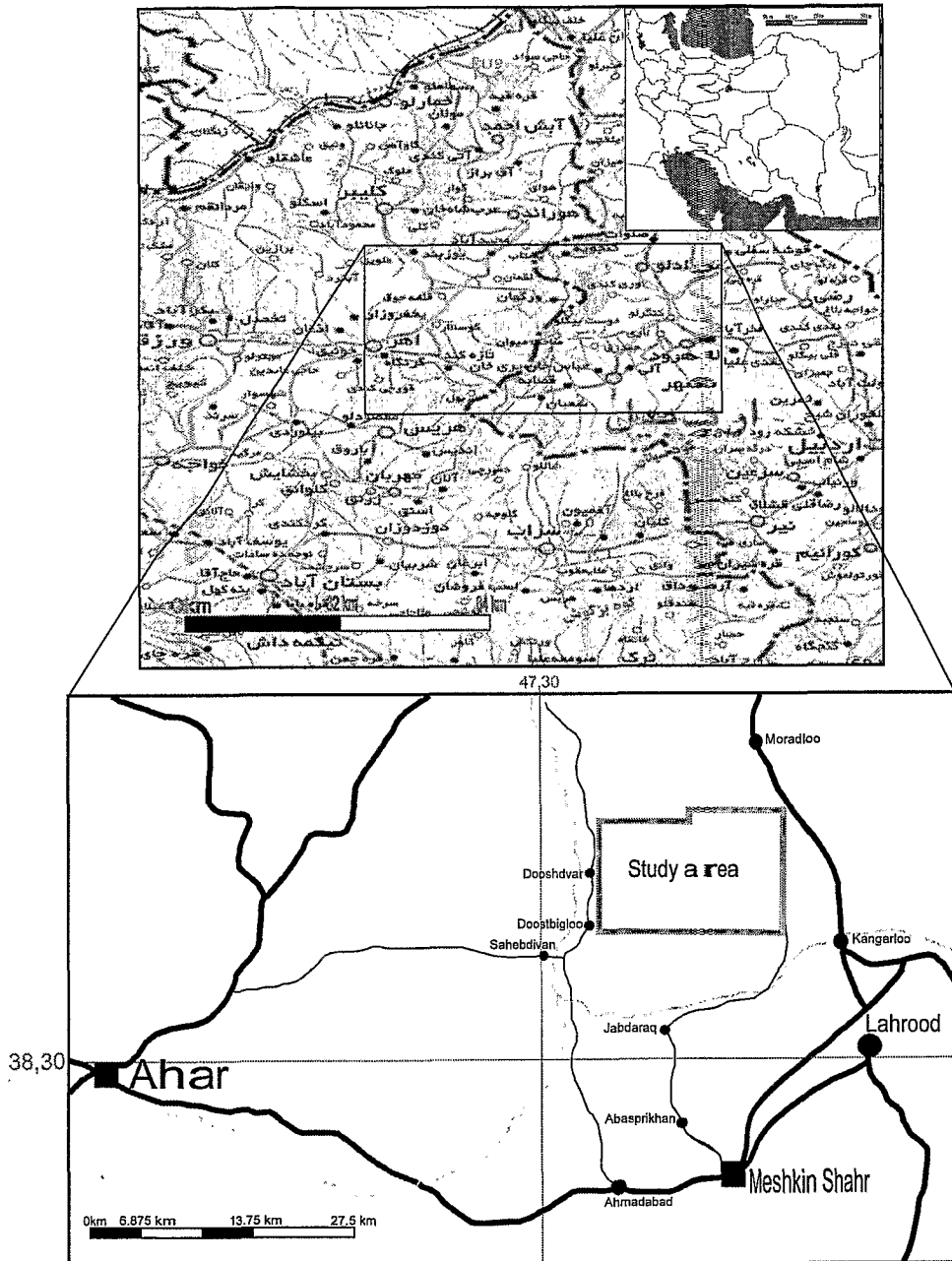
این محدوده در منطقه‌ای کوهستانی تا تپه‌ماهوری و در شمال شرق روستاهای صاحب‌دیوان و دوست‌بیگلو قرار گرفته است. کوه آتشفشانی سبلان نیز در فاصله ۵۰ کیلومتری جنوب شرق این محدوده واقع می‌باشد.

جدول ۱-۱. موقعیت جغرافیایی شش گوش محدوده صاحب‌دیوان

زوایای محدوده	مختصات به UTM		مختصات جغرافیایی	
	X	Y	طول شرقی	عرض شمالی
A	۷۲۱۹۷۸	۴۲۷۲۶۲۴	۴۷° ۳۲' ۵۳.۲"	۳۸° ۳۴' ۲۷.۷"
B	۷۲۴۲۲۰	۴۲۷۲۶۲۴	۴۷° ۳۴' ۲۵.۸"	۳۸° ۳۴' ۲۵.۷"
C	۷۲۴۲۲۰	۴۲۷۲۹۰۵	۴۷° ۳۴' ۲۶.۱"	۳۸° ۳۴' ۳۴.۸"
D	۷۲۶۲۰۹	۴۲۷۲۹۰۵	۴۷° ۳۵' ۴۸.۲"	۳۸° ۳۴' ۳۳.۰"
E	۷۲۶۲۰۹	۴۲۶۹۸۶۰	۴۷° ۳۵' ۴۴.۷"	۳۸° ۳۲' ۵۴.۳"
F	۷۲۱۹۷۸	۴۲۶۹۸۶۰	۴۷° ۳۲' ۵۰.۰"	۳۸° ۳۲' ۵۸.۱"

۱-۱-۳- راص‌های دسترسی

راه‌های ارتباطی محدوده صاحب‌دیوان، به دلیل قرارگیری در موقعیت کوهستانی تقریباً خشن و مرتفع، محدود است. مشکلاتی نظیر سیلابی شدن رودخانه قره‌سو واقع در غرب و جنوب‌غرب محدوده، طی فصول پرباران نیز باعث آب‌گرفتگی و تخریب جاده‌ها و ایجاد مشکل در دسترسی به محدوده فوق می‌گردد. برای دسترسی به محدوده صاحب‌دیوان، دو راه ممکن وجود دارد. اولین مسیر جاده مشکین‌شهر می‌باشد که پس از پشت‌سر گذاشتن این شهر و روستاهای احمدآباد و صاحب‌دیوان و نهایتاً عبور از رودخانه قره‌سو، به روستای دوست‌بیگلو می‌رسیم که ابتدای جنوب‌غربی محدوده می‌باشد. طول این مسیر از مشکین‌شهر تا محدوده صاحب‌دیوان حدود ۲۷ کیلومتر بوده که از این مقدار حدود ۱۱ کیلومتر آن جاده آسفالت فرعی و ۱۶ کیلومتر باقی‌مانده را جاده خاکی تشکیل می‌دهد. راه فرعی دیگری نیز برای رسیدن به این محدوده وجود دارد که پس از گذشتن از مشکین‌شهر به روستای عباس‌پری‌خان و پس از آن به روستای جیدرق منتهی می‌شود. سپس جاده در امتداد رودخانه قره‌سو به سمت شرق ادامه یافته و بعد از طی حدود ۱۲ کیلومتر به نزدیکی روستای کوچک قیوجوخ‌قشلاقی می‌رسد. این روستا در نیمه‌ی شرقی محدوده مورد مطالعه قرار گرفته است. طول این مسیر هم حدود ۲۵ کیلومتر بوده که از این مقدار حدود ۱۵ کیلومتر آن راه شوسه و بقیه راه خاکی می‌باشد. با توجه به اینکه در بیشتر اوقات سال مسیر اخیر تحت تأثیر سیلاب‌های رودخانه قره‌سو قرار می‌گیرد، نسبت به مسیر شماره ۱ (مسیر اصلی) در درجه دوم اهمیت قرار داشته و تنها در فصول معتدل و گرم سال باید از این مسیر استفاده کرد. موقعیت راه‌های دسترسی به محدوده صاحب‌دیوان در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ - موقعیت راه‌های دسترس به محدوده صاحب دیوان

۱-۱-۴- جغرافیای انسانی

همان‌گونه که ذکر شد محدوده صاحب‌دیوان در بخش غربی شهرستان مشکین‌شهر قرار گرفته‌است. این شهرستان از لحاظ امکانات رفاهی و موقعیت صنعتی، جزو مناطق محروم کشور به حساب می‌آید. جمعیت این شهرستان در سال ۱۳۷۵ حدود ۵۰ هزار نفر بوده که از این میان حدود ۳۷ درصد بیکار و یا فاقد شغل مناسب می‌باشند. مشاغل عمده و مهم در این