



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وزارت صنایع و معادن

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

معاونت اکتشافات معدنی

مدیریت امور اکتشاف

طرح تلفیق لایه‌های اطلاعات پایه و معرفی نقاط امیدبخش معدنی

گزارش پیجوئی ذخیره پلی‌متال

منطقه انیق - قره‌چیلر (شمال باختر خاروانا)

تهیه کننده: میر علی اصغر مختاری

با همکاری: علی یار محمدی

مجری طرح: ناصر عابدیان

مجری فنی: بهروز برنا

ناظر علمی: مرتضی عشق آبادی

زمستان ۱۳۸۶

تشکر و قدردانی

بی تردید انجام این مهم بدون مساعدت و همکاری افراد صاحب نظر، علاقمند و دلسوز به این مرز و بوم، بویژه کسانی که در امر احیاء و شکوفایی بخش اکتشافات معدنی بی وقفه تلاش می کنند، نمی توانست به اجرا درآید. بنابراین بر خود لازم می دانم از تمامی افرادی که به هر نحو ممکن اینجانب را در انجام این طرح یاری دادند، سپاسگذاری نمایم.

- از جناب آقای مهندس کره‌ای ریاست محترم سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور بدلیل توجه فوق‌العاده ایشان به امر اکتشافات معدنی.
- از جناب آقایان مهندس عابدیان معاونت محترم اکتشاف و مهندس برنا مدیریت محترم خدمات اکتشاف بدلیل همکاری‌های صمیمانه و راهنمایی‌های ارزشمندشان.
- از آقای مهندس عشق آبادی ناظر علمی بخاطر راهنمایی‌های علمی و همکاری در جهت اجرای هر چه بهتر این طرح.
- از مدیریت محترم آزمایشگاه‌ها و تمامی پرسنل زحمتکش این بخش که بر روی نمونه‌های ارسالی، آزمایش‌های لازم را انجام داده‌اند.
- از بخشداران محترم خاروانا (مهندس طالب پور و آقای نصیری) و پرسنل زحمتکش این بخش‌داری که در تمام مدت اجرای این طرح با در اختیار قرار دادن تمامی امکانات ممکن در این منطقه، زمینه را برای اجرای هر چه بهتر این طرح فراهم نمودند.
- از همکاران محترم سایت اکتشاف بخاطر مشاوره‌ها و راهنمایی‌های علمی آنها.
- از اهالی روستای انیق که کمال همکاری را در طی اجرای این طرح داشته‌اند.

چکیده

پتانسیل طلا- مس- مولیبدن انیق- قره چیلر، در فاصله هوایی حدود ۸۵ کیلومتری شمال- شمال خاور شهر تبریز و حدود ۲۵ کیلومتری شمال خاور بخش خاروانا، در انتهای شمالی زون طلا دار ارسباران در داخل باتولیت قره داغ واقع شده است.

در تقسیم بندی زونهای زمین ساختی- رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)، منطقه مورد مطالعه در زون البرز- آذربایجان واقع می شود. واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این منطقه تماماً متعلق به سنوزوئیک بوده و تماماً از نوع آذرین نفوذی هستند. این منطقه، دربرگیرنده چهار فاز نفوذی قابل تفکیک به قرار زیر می باشد: ۱- توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت- کوارتز مونزودیوریت ۲- توده نفوذی با ترکیب دیوریت و کوارتز دیوریت ۳- استوکهای کوارتز مونزونیتی ۴- دایکهای اسیدی و حدواسط.

مهمترین سیمای کانی سازی در منطقه اکتشافی انیق- قره چیلر عبارت از رگه های کوارتزی و زونهای سیلیسی مینرالیزه در داخل گرانودیوریت می باشد. بر پایه مطالعات صحرایی می توان چهار نوع و منطقه کانی سازی شده را در منطقه مطالعاتی شناسایی و تفکیک نمود:

- ۱- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی در منطقه قره چیلر (دو رگه اصلی)
- ۲- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی، زونهای سیلیسی مینرالیزه و برشهای هیدروترمالی در منطقه زرلی دره (هشت رگه و زون مینرالیزه)
- ۳- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی حاوی مولیبدن در منطقه قره دره و دره گوهران
- ۴- استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده حاوی کانی سازی در جنوب روستای انیق.

دگرسانی بسیار مشخص در این منطقه عبارت از سرسیتی شدن و سیلیسی شدن می باشد که بر روی استوک کوارتز مونزونیتی جنوب روستای انیق عمل کرده است. علاوه بر این، در

حاشیه تعدادی از رگه‌های کوارتزی در منطقه قره‌چیلر و زرلی دره (رگه‌های GV1، ZV3 و ZV4) نیز می‌توان دگرسانی سریستی و سیلیسی را مشاهده نمود. دگرسانی سیلیسی بدو حالت سیلیسی شدن گرانودیوریت حاشیه رگه‌های کوارتزی و رگچه‌های کوارتزی متعدد در حاشیه رگه‌های اصلی در داخل گرانودیوریت سیلیسی و سریستی شده مشاهده می‌شود. کانه‌های تشکیل دهنده رگه‌ها و زون‌های کانی‌سازی عبارتند از: پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت، مولیبدنیت، بورنیت، گالن، اسفالریت، استی‌نیت، کولیت، کالکوسیت، دیژنیت، آزوریت، مالاکیت، روتیل و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن. همچنین کانیهای باطله عبارتند از: کوارتز، کربنات و کلسدون.

مطالعات ژئوشیمیایی و عیار سنجی طلا و عناصر همراه (نظیر Cu، Ag، Mo، As، Sb، Pb، Zn، Bi و W)، گویای تمرکز بالای طلا در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی منطقه مطالعاتی می‌باشد و حتی در نمونه‌هایی که تمرکز طلا پایین می‌باشد (نمونه‌های مربوط به زونهای دگرسانی)، باز هم می‌توان غنی‌شدگی طلا را مشاهده نمود. بیشترین عیار طلای اندازه‌گیری شده در منطقه مطالعاتی، حدود ۳۵۹ گرم در تن است که مربوط به کوارتزهای با بافت لانه زنبوری و حفره‌ای از رگه ZV1 است. عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به رگه‌های GV1، GV2، ZV1، ZV2، ZV3، ZV4، ZV5، ZV6، ZV7 و ZV8، بترتیب ۶/۱۶، ۵/۰۷، ۵/۵۱، ۴/۲۵، ۲/۷۳، ۰/۴۹، ۱/۲۶، ۱/۳۲، ۱/۴۸ و ۰/۳ گرم در تن بدست آمده است. لازم بذکر است که در محاسبه عیار متوسط طلا برای رگه ZV1، نمونه حاوی عیار ۳۵۹ ppm در محاسبات شرکت داده نشده است. بطور کلی، بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی منطقه زرلی دره و قره‌چیلر (۱۷۹ نمونه) و شواهد صحرائی مربوط به این رگه‌ها، در مجموع می‌توان یک رگه کوارتزی به

ضخامت ۰/۶ متر و طول حدود ۴ km را در نظر گرفت که عیار متوسط طلا در آن حدود ۲/۸۸ ppm می باشد. لازم بذکر است که حاشیه های رگه های کوارتزی نیز حاوی طلا می باشند که در این محاسبات وارد نشده اند.

ارزیابی مقدماتی ذخیره طلا در رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی در دو منطقه زرلی دره و قره چیلر بیانگر وجود یک ذخیره حدود ۲ تن طلا در این دو منطقه می باشد. همچنین، بر پایه بررسیهای یاد شده ذخیره نقره در این دو منطقه حدود ۶/۱ تن، ذخیره مس در دو رگه کوارتزی منطقه قره چیلر (GV1 و GV2) و رگه کوارتزی ZV5 در منطقه زرلی دره حدود ۲۲۷۵ تن و ذخیره مولیبدن در دو رگه کوارتزی منطقه قره چیلر به همراه رگه های کوارتزی منطقه قره دره حدود ۴۵۰ تن برآورد شده است.

ضرایب همبستگی بین عناصر گویای اینست که طلا در رگه های منطقه قره چیلر و اکثر رگه های منطقه زرلی دره، همبستگی مثبت بالایی با نقره نشان می دهد. بیسموت، مولیبدن و تنگستن در تعداد زیادی از رگه ها دارای همبستگی مثبت نسبتاً بالایی با طلا هستند. نکته جالب، عدم همبستگی مس با طلا در منطقه مطالعاتی است (به غیر از رگه کوارتزی ZV5 در منطقه زرلی دره). آرسنیک و آنتیموان در برخی رگه ها دارای همبستگی مثبت با طلا بوده و در برخی رگه ها دارای همبستگی منفی است.

وجود کانی سازی طلا همراه با کانی سازی مولیبدن و تمرکزهای بالایی از بیسموت و تنگستن همراه با همبستگی نسبتاً بالای طلا با عناصر یاد شده، میزبانی توسط توده نفوذی، محیط تکتونوماگمایی منطقه مطالعاتی (حاشیه فعال قاره ای) و نیز شواهد سیالات درگیر (دمای ۳۵۰-۶۰۰°C)، همگی نشانگر این هستند که کانی سازی در منطقه اکتشافی انیق-قره چیلر نمونه بارزی از ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها می باشد.

مقدمه

طلا از روزگاران قدیم بخاطر زیبایی و مقاومت در برابر تأثیر مواد شیمیایی و قابلیت ساخت اشیاء گوناگون، فلزی گرانبها بوده است. طلا به سبب ویژگیهایی چون کمیابی، زیبایی، درخشندگی، مقاومت زیاد، چکش خواری و... در طول تمدن بشر همواره دارای اهمیت بالایی بوده است. باستان شناسان بر این باورند که طلا از هزاره سوم پیش از میلاد در ایران استفاده می شده است.

طلا بعنوان یکی از استانداردهای پولی جهان مطرح بوده و بیشترین مصرف آن در ساخت سکه و شمش طلا به عنوان ذخایر پول بین المللی است. تصور می شود در آینده، طلا در گاو صندوق بانکها و در دسترس سرمایه داران نخواهد بود بلکه در اختیار فن آوری و کاربردهای ظریف گسترده در رشته های صنعتی قرار خواهد گرفت.

هم اکنون در ایران، حدود ۱۵۰ کانسار و نشانه معدنی طلا شناسایی شده است. اما از آنجا که اکتشافات نوین در مورد طلا در گامهای نخستین است، اطلاعات چندانی از میزان ذخایر طلای کشور در دست نیست. با توجه به کانسارهای طلای شناخته شده و دیگر شواهد زمین شناختی طلا در ایران و اندک کانسارهایی که اکتشافات بر روی آنها صورت گرفته و یا در حال انجام است، می توان گفت که پتانسیل احتمالی طلای ایران به بیش از ۱۰۰۰ تن می رسد.

فلززایی طلا را در ایران می توان از پروتروزوئیک پسین تا کواترنر با خاستگاههای گوناگون از جمله پلوتون زاد، آتشفشان زاد، گرمابی، دگرگون زاد، افیولیتی، لیستونیتی، پلاسری و... ردیابی نمود. با توجه به کانسارها و نشانه های معدنی طلا در ایران، می توان ذخایر معدنی طلای ایران را از نظر موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی به صورت زیر تقسیم بندی نمود. شایان توجه است که این تقسیم بندی، یک تقسیم بندی استاندارد شده و یا بواقع یک تقسیم بندی رسمی شده

نیست. این بدان معنی است که هنوز آثار و نشانه‌های معدنی طلا در ایران کاملاً شناسایی نشده است و تقریباً در تمامی زونهای ساختاری ایران، کم و بیش آثار و نشانه‌های طلا دار شناخته شده است.

۱- زون طلا دار ارسباران

۲- زون طلا دار میانه

۳- زون طلا دار تکاب- داشکسن

۴- زون طلا دار سقز- پیرانشهر

۵- زون طلا دار طارم

۶- زون طلا دار موته- آستانه

۷- زون طلا دار ایران مرکزی

۸- کمربند مس پورفیری طلا دار کرمان

۹- زون طلا دار مشهد

۱۰- زون طلا دار کاشمر

۱۱- زون مس طلا دار تفتان

۱۲- زون مس طلا دار قلعه زری

پتانسیل طلا- مس- مولیبدن انیق- قره‌چیلر، در انتهای شمالی زون طلا دار ارسباران، در داخل باتولیت قره‌داغ واقع شده است. بخشی از منطقه مطالعاتی واقع در مجاورت روستای قره‌چیلر و روستای قره‌دره از دیرباز شناخته شده بوده است و فعالیتهای قدیمی معدنی بصورت تونلهای استخراجی در این منطقه صورت گرفته است. این منطقه تحت عنوان کانسار مس قره‌چیلر

معروف است. لیکن عدم وجود راه دسترسی مناسب به این منطقه، موجب شده بود تا هیچگونه مطالعه اکتشافی یا فعالیت استخراجی جدیدی بر روی این کانی سازی انجام نشود. انتخاب این منطقه بعنوان یک منطقه امیدبخش معدنی برای پیجویی طلا، پس از انجام پروژه " کنترل و معرفی نواحی امیدبخش معدنی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی سیه رود " توسط اینجانب در سال ۸۴-۱۳۸۳ صورت گرفت. بدین صورت که در طی کنترل نواحی امیدبخش در این منطقه، علاوه بر منطقه کانی سازی شده قره چیلر و قره دره، تعدادی رگه کوارتزی در حد فاصل روستای انیق و منطقه کانی سازی شده قره چیلر، تحت عنوان منطقه زلزلی دره، شناسایی شد که باعث افزایش قابل توجه گسترش محدوده کانی سازی در این منطقه گردید. همچنین احداث راه دسترسی به روستای انیق از سمت روستای آوان (جنوب)، دسترسی به مناطق کانی سازی را آسان تر کرده و اهمیت این منطقه کانی سازی شده را چندین برابر نمود. گزارش حاضر، دربرگیرنده نتایج مطالعات انجام شده صحرایی و آزمایشگاهی در قالب اکتشاف مقدماتی پتانسیل طلا- مس - مولیبدن در منطقه انیق - قره چیلر می باشد.

عنوان	صفحه
چکیده	I
مقدمه	۱
فصل اول	۴
کلیات	۴
۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی	۵
۲-۱- ریخت شناسی و آب و هوا	۶
۳-۱- پیشینه پژوهشی	۸
۴-۱- اهداف و روشهای مطالعه	۱۰
فصل دوم	۱۳
زمین شناسی	۱۳
۱-۲- مقدمه	۱۴
۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه	۱۴
- سنگهای کرتاسه	۱۷
- سنگهای پالئوسن	۱۸
- سنگهای اولیگوسن	۱۸
- سنگهای نئوژن	۲۰
- واحدهای کواترنر	۲۰
- سنگهای دگرگونه	۲۱
۳-۲- زمین ساخت و تکتونیک کلی منطقه	۲۱
۴-۲- زمین شناسی منطقه مطالعاتی	۲۴
۱-۴-۲- واحد gd	۲۵
۲-۴-۲- واحد qd	۲۷
۳-۴-۲- واحد qmz	۲۸
۴-۴-۲- دایکهای حدواسط و اسیدی	۳۱
فصل سوم	۳۶
کانی سازی و دگرسانی	۳۶
۱-۳- کانی سازی در منطقه مطالعاتی	۳۷
۱-۱-۳- منطقه قره چیلر	۳۸

- ۴۱ - فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر
- ۴۷ - ۲-۲-۳ منطقه زرلی دره
- ۵۰ - فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی منطقه زرلی دره
- ۶۹ - فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی خاور رودخانه انیق- قره‌چیلر
- ۷۰ - ۳-۲-۳ منطقه قره‌دره و دره گوهران
- ۷۰ - ۱-۳-۲-۳ منطقه قره‌دره
- ۷۱ - فراوانی مولیدن، طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی قره‌دره
- ۷۲ - ۲-۳-۲-۳ دره گوهران
- ۷۳ - ۴-۲-۳ منطقه جنوب روستای انیق
- ۷۶ - فراوانی طلا و عناصر همراه در استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق
- ۷۸ - ۵-۲-۳ رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی فرعی
- ۸۰ - ۳-۳-۳ دگرسانی در منطقه مطالعاتی
- ۸۱ - ۱-۳-۳-۳ دگرسانی در حاشیه رگه‌های کوارتزی
- ۸۳ - ۲-۳-۳ دگرسانی استوک کوارتز مونزونیتی
- ۸۴ - ۳-۳-۳ دگرسانی در کنتاکت توده کوارتزدیوریتی و گرانودیوریت

۸۵..... فصل چهارم

۸۵..... کانی‌شناسی و پاراژنز

- ۸۶ - ۱-۴ - مقدمه
- ۸۶ - ۲-۴ - کانی‌شناسی زونهای کانی‌سازی
- ۸۷ - ۱-۲-۴ - کانه‌های سولفیدی
- ۸۷ - پیریت (FeS₂)
- ۸۸ - کالکوپیریت (CuFeS₂)
- ۸۹ - مولیدنیت (MoS₂)
- ۹۰ - اسفالریت (ZnS)
- ۹۱ - ۲-۲-۴ - کانه‌های اکسیدی
- ۹۱ - هماتیت (Fe₂O₃)
- ۹۱ - روتیل (TiO₂)
- ۹۲ - ۳-۲-۴ - کانیهای سوپرژن
- ۹۲ - کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت
- ۹۲ - اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن
- ۹۳ - ۴-۲-۴ - کانیهای غیر فلزی
- ۹۳ - کوارتز
- ۹۳ - کربنات
- ۹۳ - ۵-۲-۴ - کانیهای دیگر
- ۹۴ - ۳-۴ - توالی تشکیل کانیها

فصل پنجم..... ۹۶

ژئوشیمی ۹۶

۱-۵- مقدمه ۹۷

۲-۵- ژئوشیمی طلا ۹۸

۳-۵- توزیع و فراوانی طلا در پوسته زمین ۱۰۱

۴-۵- ارتباط و همبستگی طلا و دیگر عناصر ۱۰۳

۱-۴-۵- همبستگی طلا با دیگر عناصر در منطقه قره‌چیلر ۱۰۴

۲-۴-۵- همبستگی طلا با دیگر عناصر در منطقه زرلی دره ۱۰۶

۴-۵- توزیع طلا در رگه‌های کوارتزی ۱۱۰

فصل ششم..... ۱۱۲

خاستگاه و نحوه تشکیل کانی‌سازی..... ۱۱۲

۱-۶- مقدمه ۱۱۳

۲-۶- ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها ۱۱۳

۱-۲-۶- ویژگیهای توده‌های نفوذی ۱۱۷

۲-۲-۶- دگرسانی، کانی‌سازی و مجموعه فلزی ۱۱۸

۳-۲-۶- ترکیب شیمیایی و منشأ سیالات ۱۲۳

۴-۲-۶- کنترل‌کننده‌های ساختاری ۱۲۸

۵-۲-۶- مدل اکتشافی ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها ۱۲۹

۳-۶- مقایسه کانی‌سازی منطقه مطالعاتی با انواع ذخایر مرتبط با نفوذیها ۱۳۱

۱-۳-۶- مقایسه بر اساس مجموعه پلوتونیک‌های همراه ۱۳۱

۲-۳-۶- مقایسه بر اساس محیط تکنونیک‌ها و تشکیل ماگما ۱۳۲

۳-۳-۶- مقایسه بر اساس ساختارهای تکنونیک‌های کنترل‌کننده ۱۳۲

۴-۳-۶- مقایسه بر اساس سیالات هیدروترمال ۱۳۳

۵-۳-۶- مقایسه بر اساس ژئوشیمی ۱۳۳

فصل هفتم..... ۱۳۴

ارزیابی مقدماتی ذخیره..... ۱۳۴

۱-۷- مقدمه ۱۳۵

۲-۷- ارزیابی ذخیره مقدماتی طلا ۱۳۶

۱-۲-۷- برآورد ذخیره طلای منطقه قره‌چیلر ۱۳۶

۲-۲-۷- برآورد ذخیره طلای منطقه زرلی دره ۱۳۷

۳-۷- ارزیابی ذخیره مقدماتی نقره، مس و مولیبدن ۱۳۶

۱۳۹..... ۱-۳-۷- برآورد ذخیره نقره

۱۳۹..... ۱-۱-۳-۷- برآورد ذخیره نقره در منطقه قره‌چیلر

۱۳۹..... ۲-۱-۳-۷- برآورد ذخیره نقره در منطقه زرلی‌دره

۱۴۰..... ۲-۳-۷- برآورد ذخیره مس

۱۴۱..... ۳-۳-۷- برآورد ذخیره مولیبدن

۱۴۲..... فصل هشتم

۱۴۲..... بررسی ترانسه‌های اکتشافی

۱۴۳..... ۱-۸- مقدمه

۱۴۴..... ۲-۸- نمونه برداری از ترانسه‌ها

۱۴۴..... ۳-۸- برداشت ترانسه‌ها

۱۴۵..... ۴-۸- بررسی ترانسه‌ها

۱۷۷..... فصل هفتم

۱۷۷..... نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱۷۸..... ۱-۷- نتیجه‌گیری

۱۸۲..... ۲-۷- پیشنهادات

۱۸۴..... منابع

۱۹۰..... پیوست‌ها

فصل اول

کلیات

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

۱-۲- ژئومورفولوژی منطقه مطالعاتی

۱-۳- آب و هوا و شرایط اجتماعی منطقه مطالعاتی

۱-۴- پیشینه پژوهشی

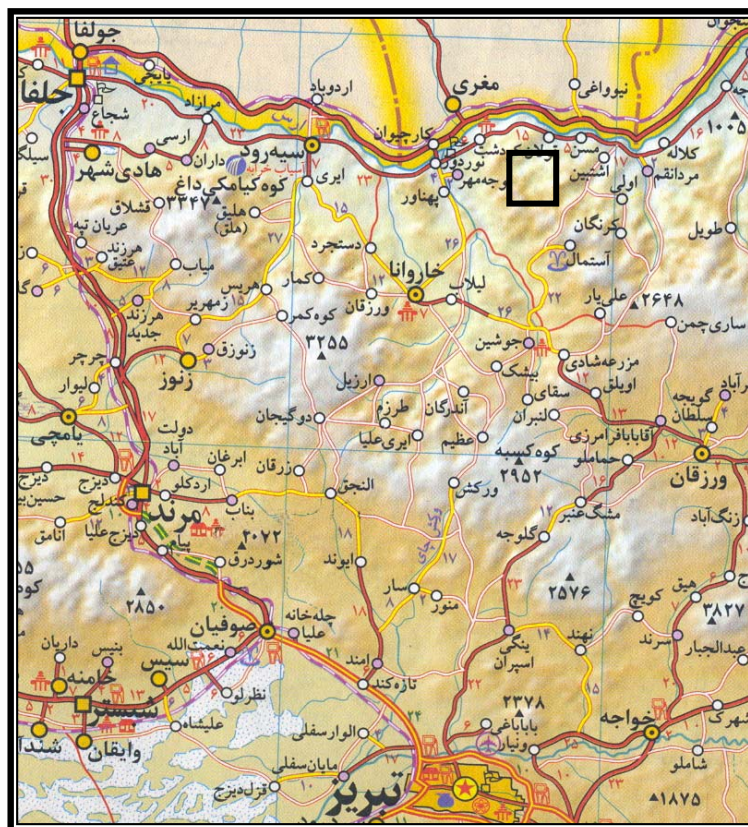
۱-۵- اهداف و روشهای مطالعاتی

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

منطقه مورد مطالعه در استان آذربایجان خاوری، در فاصله هوایی حدود ۸۵ کیلومتری شمال-شمال خاور شهر تبریز و حدود ۲۵ کیلومتری شمال خاور بخش خاروانا و در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین شناسی سیه رود واقع شده است.

منطقه مطالعاتی انیق- قره چیلر از لحاظ تقسیمات کشوری در استان آذربایجان خاوری، شهرستان جلفا و بخش سیه رود واقع شده است. روستاهای انیق، قره چیلر، قره دره و اغان در داخل منطقه مورد مطالعه واقع شده‌اند که روستای انیق با حدود ۴۰ خانوار بزرگترین روستا بوده و روستای قره چیلر با ۶ خانوار در جایگاه بعدی قرار دارد.

مسیر دستیابی به این منطقه، از طریق جاده تبریز- ورزقان- خاروانا امکان پذیر است که از محل روستای جوشین، بعد از پیمایش حدود ۳۷ کیلومتر به سمت شمال در امتداد یک جاده خاکی به روستای آوان رسیده و پس از عبور از گردنه کوهستانی به مسافت حدود ۱۳ کیلومتر به روستای انیق می‌رسیم. علاوه بر این، با استفاده از مسیر تبریز- جلفا و طی مسیر در امتداد جاده مرزی جلفا- خداآفرین تا روستای قولان، پس از طی ۸ کیلومتر مسیر پیاده در امتداد رودخانه قولان به سمت جنوب به روستای قره چیلر می‌رسیم. شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی و راههای دسترسی به آن را نشان می‌دهد.



۱-۲- ریخت‌شناسی و آب و هوا

منطقه مورد مطالعه از لحاظ شرایط اقلیمی، کوهستانی بوده و دربرگیرنده کوه‌های سر به فلک کشیده قره‌داغ می‌باشد. این منطقه از جمله مناطق سرسبز و دارای کوه‌های مرتفع و برفگیر با زمستانهای سرد و تابستانهای معتدل می‌باشد و از آب و هوای خنک و دلپذیری برخوردار است. وجود پوشش جنگلی بسیار زیبا در دامنه‌های شمالی کوهستانها باعث هوای ملایم و مطبوع می‌گردد. البته جریان هوا و وزش بادهای نیز موجب تغییرات آب و هوایی این منطقه گردیده است. در شکل ۱-۲ نمایی از بارش برف در اواسط اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۵ در منطقه مطالعاتی به نمایش گذاشته شده است.

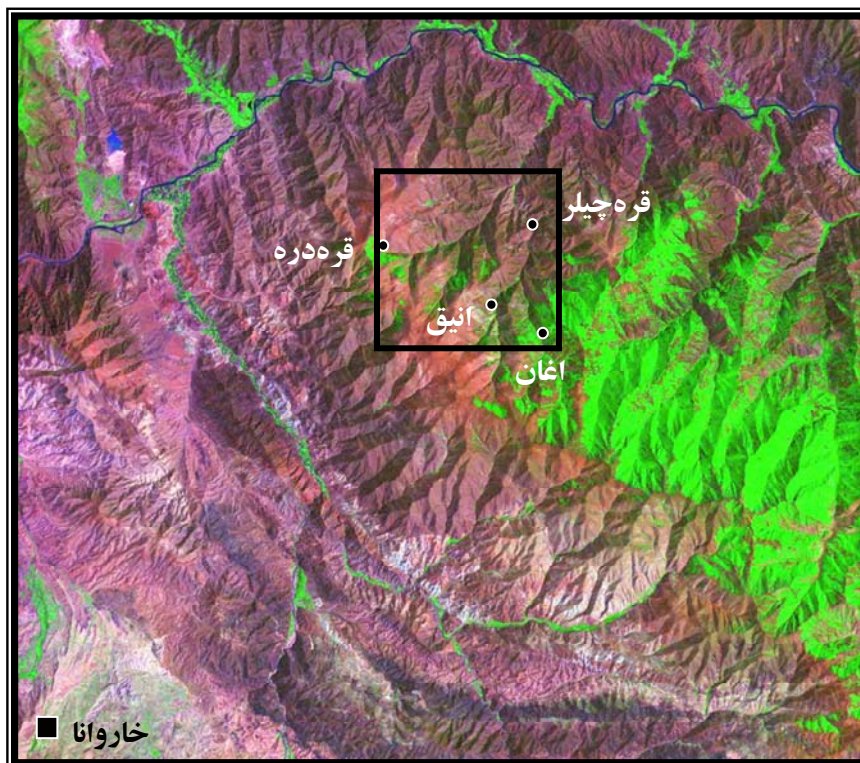


() .

--

منطقه قره داغ به خاطر کوههای سرسبز و جنگلهای زیبا و مراتع غنی، از زیبایی و جلوه خاصی برخوردار بوده و در مجموع این منطقه کانون زیبایی و شکوه و عظمت طبیعت، قدمت تاریخی و تنوع گیاهی و جانوری است. این منطقه با برخورداری از اشکال متنوعی از صخره‌ها، جنگلها، مراتع، رودخانه‌ها، کشتزارها و ...، طیف وسیعی از زیستگاهها را در بر می‌گیرد که هر یک محل زیست انواع خاصی از گونه‌های حیات وحش هستند. این منطقه از مهمترین و مناسب‌ترین زیستگاههای پستانداران بزرگی نظیر کل و بز، گراز، خرس قهوه‌ای، گرگ، سیاه‌گوش، روباه، خرگوش و پلنگ بشمار می‌رود.

مرتفع‌ترین نقطه منطقه مطالعاتی با ارتفاع حدود ۱۷۹۰ متر در حاشیه جنوب خاوری منطقه، در حد فاصل روستهای انیق- اغان و پست‌ترین نقطه با ارتفاع حدود ۷۴۳ متر در حاشیه شمال خاوری محدوده و در داخل رودخانه قولان واقع شده است. شکل ۱-۳، تصویر ماهواره‌ای محدوده اکتشافی و مورفولوژی آن را نشان می‌دهد.



۱-۳- پیشینه پژوهشی

در این ناحیه مطالعات علمی انجام شده قبلی چندان زیاد نمی باشد. لیکن وجود فعالیت‌های قدیمی معدنی بصورت تونل‌های استخراجی، نشان از شناخته شدن این منطقه از حیث وجود کانی‌سازی در زمانهای دور می‌باشد. شاید بتوان گفت که قدیمی‌ترین مطالعه علمی صورت گرفته در این منطقه مربوط به مطالعات اکتشافی قبل از انقلاب باشد که توسط ملاکپور (۱۳۵۲) و با حضور کارشناسان آمریکایی صورت گرفته است.

مهمترین پژوهش‌های انجام شده در این ناحیه به قرار زیر می‌باشد:

۱- ملاکپور (۱۳۵۲) در راستای پروژه مطالعات مقدماتی حفاری و زمین‌شناسی ناحیه معدنی

قره‌چیلر، این منطقه را مورد مطالعه قرار داده است.

۲- قریشی و همکاران (۱۳۶۷) در قالب تهیه نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین‌شناسی تبریز- پلدشت، این منطقه را نیز مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند.

۳- مهرپرتو و همکاران (۱۳۷۶) در قالب تهیه نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی وره سیه‌رود، این منطقه را نیز مورد مطالعه قرار داده‌اند.

۴- برنا (۱۳۷۰) در راستای طرح پیجویی مقدماتی طلا در مناطق قره‌چیلر و قره‌دره، کانی‌سازیه‌های اطراف روستاهای قره‌چیلر و قره‌دره (بخشهایی از منطقه اکتشافی انیق- قره‌چیلر) را مورد بررسی قرار داده است.

۵- برنا و جان‌نثاری (۱۳۷۲) در راستای طرح اکتشاف سراسری طلا در مناطق قره‌چیلر و قره‌دره و بررسی طلا در زونهای آرسنیک‌دار سیه‌رود- دستجرد، مطالعات نسبتاً مفصلی را در این منطقه انجام داده‌اند.

۶- امینی فضل (۱۳۷۳) در چهارچوب رساله دکتری خویش با عنوان "مطالعه پترولوژی، مینرالوژی و ژئوشیمی (مناطق دارای اندیسهای فلزی) توده نفوذی قره‌داغ (گرانیت اردوباد) واقع در شمال غربی ایران (قولان، دوزال، آستامال)" به مطالعه منطقه مطالعاتی پرداخته است.

۷- علوی و همکارانش (۱۳۷۴) در چارچوب مطالعات ژئوشیمیایی وره ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود، منطقه مطالعاتی را مورد بررسی قرار داده‌اند.

۸- سهرابی (۱۳۸۲) در راستای پایاننامه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی اقتصادی با عنوان "بررسی کانی‌سازی مس و مولیبدن و آهن در توده گرانیتی قولان، شرق سیه‌رود"، کانی‌سازیه‌های موجود در اطراف روستای قره‌چیلر را مورد مطالعه قرار داده است.

- ۹- یزدانیان (۱۳۸۲) در طی پایاننامه کارشناسی ارشد پترولوژی خویش با عنوان " بررسی پترولوژی سنگهای آذرین منطقه قولان، شرق جلغا"، به مطالعه توده‌های نفوذی میزبان کانی‌سازی که در خارج از محدوده مطالعاتی نیز گسترش اساسی دارند، پرداخته است.
- ۱۰- نگارنده در سال ۱۳۸۴ در راستای پروژه " کنترل و معرفی نواحی امیدبخش معدنی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود" این منطقه را نیز مورد بررسی قرار داده است. در حقیقت انتخاب این منطقه به عنوان یکی از مناطق امیدبخش معدنی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود، ماحصل این مطالعات بوده است.
- ۱۱- نگارنده در راستای رساله دوره دکتری پترولوژی خویش، مطالعه پتروگرافی و پترولوژی و ژئوشیمی باتولیت قولان (قره‌داغ) را که میزبان کانی‌سازی انیق- قره‌چیلر می‌باشد، در حال حاضر در دست اجرا دارد.

۱-۴- اهداف و روشهای مطالعه

اهداف کلی مورد نظر در انجام مطالعات حاضر به قرار زیر می باشد:

- ۱- شناسایی رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی در منطقه مطالعاتی و نمونه‌گیری از آنها به منظور آنالیز Au و عناصر دیگری همچون Ag، Cu، Mo، As، Pb، Zn، Sb، Bi، W و Sn جهت بررسی و اطلاع از میزان فراوانی عناصر مذکور و نحوه توزیع آنها در بخشهای مختلف رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی.
- ۲- تهیه نقشه زمین شناسی محدوده مورد مطالعه در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و به وسعت تقریبی ۴۰ کیلومتر مربع .
- ۳- نمونه برداری از رخنمون‌های مختلف سنگی جهت مطالعات سنگ شناسی و کانه نگاری.

- ۴- شناسایی و تفکیک زونهای دگرسانی مختلف و همچنین مناطق برشی شده.
- ۵- تعبیر و تفسیر نتایج آزمایشگاهی و تدوین گزارش نهایی.
- مراحل مختلف انجام مطالعات در منطقه مطالعاتی بر اساس شرح خدمات و اهداف ترسیم شده مذکور را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:
- ۱- گردآوری منابع و اطلاعات در ارتباط با محدوده مورد مطالعه از طریق گزارشها، نقشهها و عکسهای هوایی و تصاویر ماهواره ای منطقه.
 - ۲- پیمایشهای صحرائی به منظور شناسایی کلی محدوده و رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی و دگرسانی.
 - ۳- مطالعات زمین شناسی منطقه و تهیه نقشه زمین شناسی درمقیاس تقریبی ۱:۲۰۰۰۰ در وسعتی حدود ۴۰ کیلومتر مربع بر اساس عکسهای هوایی ۱:۲۰۰۰۰.
 - ۴- نمونه برداری پراکنده از رگه های کوارتزی، زونهای کانی سازی و زونهای دگرسانی جهت آنالیز به عناصر مورد نظر (۱۷۸ نمونه) و مطالعات کانه نگاری (۳۲ نمونه).
 - ۵- حفر ترانشه بر روی رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی در منطقه قره چیلر و زرلی دره.
 - ۶- نمونه برداری از ترانشه های حفر شده بر روی رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی و نیز پروفیلهایی در عرض رگه های داخل سنگهای سخت جهت آنالیز به عناصر مورد نظر (۲۱۶ نمونه).
 - ۷- نمونه برداری پراکنده از واحدهای سنگی دگرسان نشده میزبان رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی و نیز دایکهای موجود برای مطالعات سنگ شناسی (۲۰ نمونه).
 - ۸- تجزیه و تحلیل نتایج آزمایشگاهی نمونه های لیتوژئوشیمیایی و مقاطع نازک و صیقلی.

۹- تعبیر و تفسیر نتایج آزمایشگاهی و تهیه و تدوین گزارش نهایی و ارائه راهکارهایی برای اکتشافات آینده.

فصل دوم

زمین شناسی

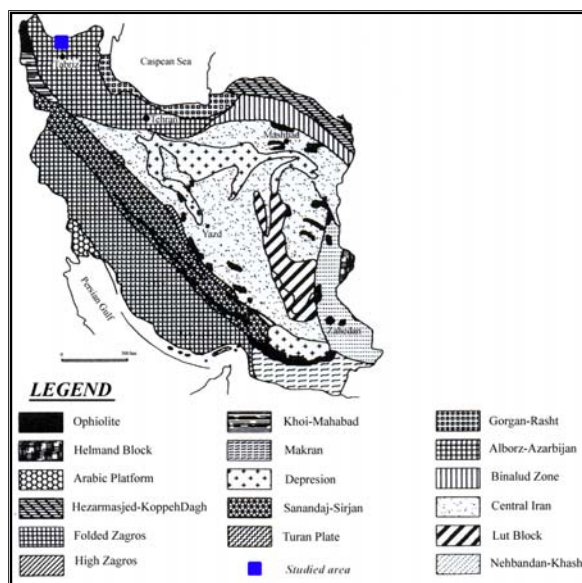
۲-۱- مقدمه

۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه

۲-۳- زمین ساخت و تکتونیک کلی منطقه

۲-۴- زمین شناسی منطقه مطالعاتی

در تقسیم‌بندی زونهای زمین ساختی - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)، منطقه مور مطالعه در زون البرز- آذربایجان واقع می‌شود (شکل ۱-۲). زون البرز- آذربایجان از زونهای پویا از لحاظ ماگماتیسم بویژه در طی دوران سنوزوئیک بوده است. در این دوران، ماگماتیسم شدت داشته که اوج آن در ائوسن و اولیگوسن بوده و باتولیت قره‌داغ یکی از مهم‌ترین توده‌های نفوذی مربوط به اولیگوسن - میوسن است.



شکل ۱-۲- زونهای زمین ساختاری و رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵). موقعیت منطقه مطالعاتی با مربع آبی رنگ مشخص شده است.

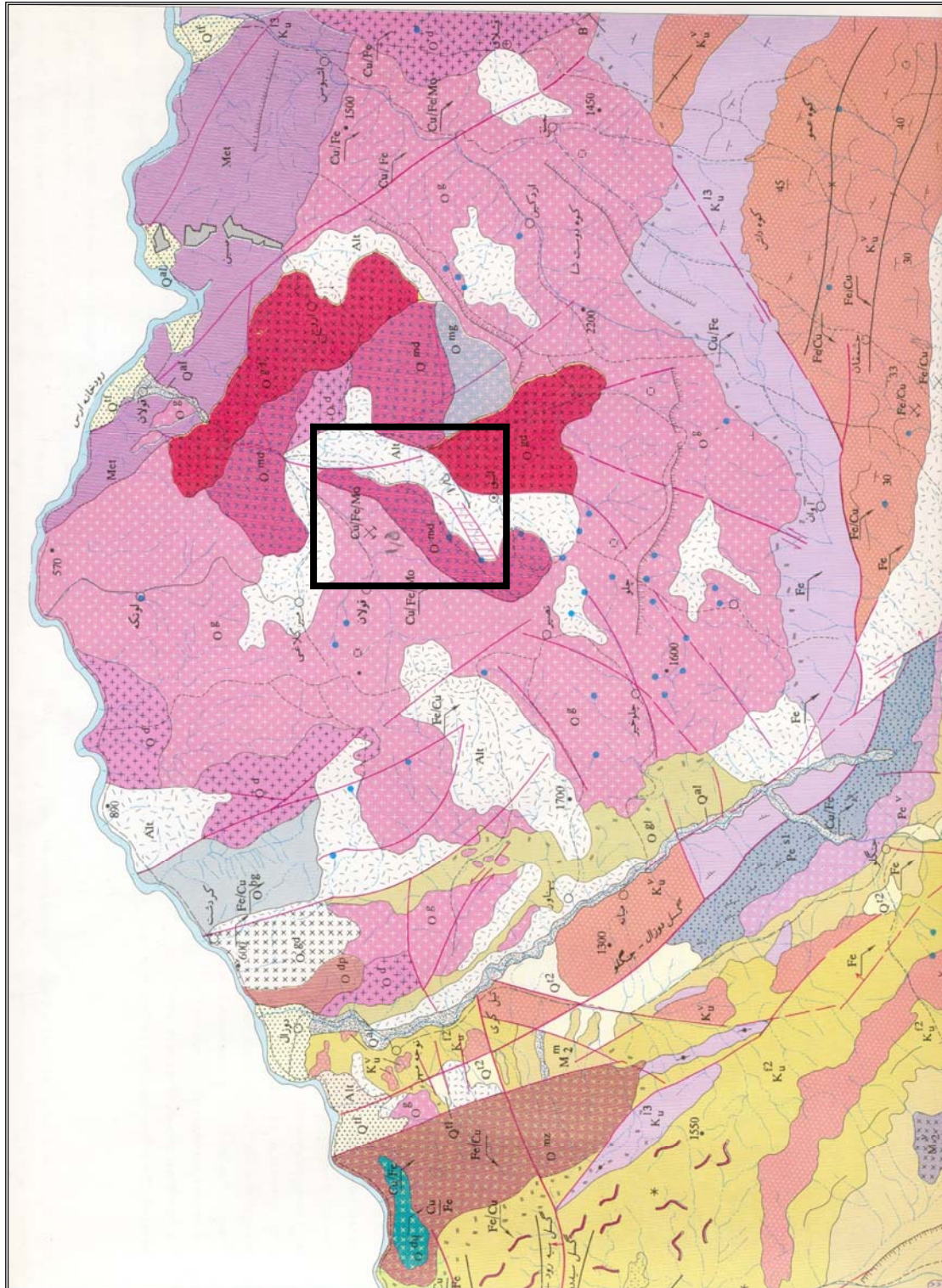
۲-۲- زمین شناسی عمومی منطقه

در شکل ۲-۲ نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ منطقه مطالعاتی نشان داده شده است. با توجه به نقشه، واحدهای لیتولوژیکی تشکیل دهنده این منطقه را می‌توان بصورت زیر خلاصه کرد :

- سنگهای قبل از کرتاسه

کهن ترین واحد سنگی منطقه مطالعاتی و حتی ورقه سیه رود و منطقه ارسباران، مجموعه سنگهای دگرگونه‌ای هستند که منحصراً در شمال خاور منطقه رخنمون دارند. بخش عمده این سنگها در کشور همسایه شمالی (جمهوری ارمنستان) برونزد دارد. سنگهای دگرگونه مذکور شامل لایه‌های متناوب میکا شیست، متاتوف، متا آندزیت، کالک شیست و آمفیبولیت می باشد. این سنگها، تحت تأثیر نفوذ توده‌های گرانیتوئیدی متحمل دگرگونی مجدد گشته‌اند. با اینحال، بافت اولیه در اغلب آنها هنوز قابل تشخیص است. رخساره دگرگونی در همبری بلافضل توده‌های نفوذی از نوع آمفیبولیت بوده و دارای کانیهایی مانند آمفیبول (هورنبلند) و پلاژیوکلاز از نوع آندزین-اولیگوکلاز به همراه اپیدوت و کانیهایی اوپاک می باشد. بافت اولیه این سنگها از نماتوبلاستیک تا گرانوبلاستیک متغیر است. با دور شدن از توده نفوذی، رخساره آمفیبولیت به رخساره شیست سبز تبدیل می گردد. رخساره شیست سبز از آمفیبولهای سری ترمولیت-اکتینولیت، اپیدوت و پلاژیوکلاز با ترکیب اولیگوکلاز-آلبیت تشکیل شده است.

در نقشه زمین شناسی در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ منتشر شده توسط سازمان زمین شناسی جمهوری آذربایجان، سن این سنگهای دگرگونه، دونین در نظر گرفته شده است. شباهت رخساره‌ای نزدیکی میان این مجموعه دگرگونه با مجموعه رخساره‌های دگرگونی موجود در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ (لاهرود (الله یارلو) و ورقه های ۱:۱۰۰۰۰۰ کلیبر و ورزقان وجود دارد. لازم بذکر است که مجموعه‌های دگرگونی فوق‌الذکر، بترتیب به زمانهای قبل از کرتاسه آغازین و قبل از ژوراسیک نسبت داده شده‌اند. با توجه به مدل زمین شناسی ارائه شده توسط Zonen Shain و همکاران (۱۹۸۶)، به نظر نویسنده این سنگها به تریاس بالایی تعلق دارند.



شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ منطقه مطالعاتی. قره چپار بر روی تصویر توسط مربع مشخص شده است.

• سنگهای کرتاسه

واحد‌های سنگی متعلق به کرتاسه، دربرگیرنده واحد‌های آهکی و ولکانیکی می‌باشد. واحد K_u^{f2} که بخش گسترده‌ای را در باختر و جنوب باختر منطقه بخود اختصاص می‌دهد، متشکل از سنگ آهک میکرایتی، سیلتستون، شیل و مادستون است. وجود سنگواره‌هایی مانند *Globotruncana Sp.*، *Heterohelcid* و *Globotruncana stuartiformis*، بیانگر سن کرتاسه بالایی (سانتوین - ماستریشین) برای این واحد می‌باشد. بعلاوه وجود شرایط ویژه در حوضه رسوبی این ناحیه، رخساره فلیش بصورت بین‌انگشتی به دیگر رخساره‌های رسوبی تبدیل می‌گردد، بطوریکه در حاشیه جنوبی رودخانه ارس (کوه کمتال)، می‌توان تبدیل جانبی رخساره‌های آتشفشانی، آهکی، مارنی و شیلی را مشاهده کرد. واحد فلیش K_u^{f2} بصورت جانبی به سنگهای آهکی K_u^{f3} تبدیل می‌گردد. واحد K_u^{f3} که در حاشیه جنوبی توده‌های نفوذی گسترش قابل توجهی دارد شامل رخساره‌های سنگ آهک مارنی خاکستری لایه لایه تا سبتر لایه است. سنگواره‌هایی چون *Globotruncana cf. stuartiformis*، *Globotruncana*، *Hedbergella cf. trochoidea* و *Globotruncana stuarti* بیانگر سن کامپانین تا ماستریشین برای این واحد می‌باشد.

در بخش جنوبی توده‌های نفوذی، این واحد آهکی توسط سنگهای آتشفشانی کرتاسه بالایی (K_u^v) دربر گرفته شده است. سنگهای آتشفشانی مذکور از نوع زیر دریایی بوده و دارای ترکیب حدواسط می‌باشند. این سنگها دارای بافت پورفیریتیک و حفره‌دار بوده و فنو کریستهای آنها پلاژیو کلاز (اولیگو کلاز - آندزین) می‌باشد. فنو کریستهای مافیک غالباً به کلریت و کلسیت تبدیل شده‌اند. زمینه این سنگها متشکل از کانیهای پلاژیو کلاز سریسیتی شده، آلکالی فلدسپار و کوارتز می‌باشد. این واحد

ولکانیکی متحمل دگرسانی سریسیتی، آرژیلی، آلونیتی، سیلیسی و پروپلیتی شده و کانی‌سازی سولفیدی در آنها صورت گرفته است (Fe و Cu).

• سنگهای پالتوسن

رخساره‌های ماسه سنگی قرمز رنگ و کنگلومرایی بخش قاعده‌ای پالتوسن در قسمت جنوب باختری منطقه مطالعاتی واقع گشته‌اند که دارای مرز گسله با واحدهای کرتاسه بالایی هستند. وجود سنگواره‌های *Planorbulina crela* و *Mississipina sp. Eleila alba* در این سنگها، آنها را به پالتوسن منتسب می‌کند. واحدهای رسوبی اخیر توسط سنگهای آتشفشانی زیردریایی و توفهای اسیدی و سنگهای آتشفشانی برشی با ترکیب آندزیت پوشیده می‌گردد. این سنگها دارای بافت میکروسکوپی پورفیریتیک، پورفیریتیک با زمینه اینترسرتال و گاه پورفیرو کلاستیک هستند. فنو کریستهای پلاژیو کلاز عموماً از نوع آندزین و اولیگو کلاز بوده که به سریسیت و در مواردی به اپیدوت و کلریت دگرسان شده‌اند.

• سنگهای اولیگوسن

فعالیت‌های ماگمایی بعد از ائوسن نقش عمده‌ای در منطقه ایفا نموده است. بازتاب این فعالیت ماگمایی به شکل سنگهای نفوذی و گاه آتشفشانی است. سنگهای نفوذی مذکور مهمترین واحد سنگی منطقه مطالعاتی بوده و میزبان کانی‌سازی منطقه انیق- قره‌چیلر می‌باشند. این توده‌های نفوذی دارای وسعتی بیشتر از ۴۰۰ کیلومتر مربع هستند. بخش عمده این توده‌های نفوذی با وسعتی حدود ۹۰۰ کیلومتر مربع در دو کشور همسایه شمالی (جمهوری آذربایجان و ارمنستان) گسترش دارند که به توده نفوذی اردوباد- مقری معروف است. این توده‌های نفوذی در حاشیه شمالی با رخساره‌های دگرگونی پالتوزوئیک (دونین)؟ و در خاور و باختر و جنوب با رخساره‌های رسوبی و آتشفشانی کرتاسه همجبری داشته و بداخل

آنها نفوذ کرده‌اند. تحت تأثیر توده‌های نفوذی، واحدهای سنگی مذکور متحمل دگرگونی همبری و دگرسانی گشته و نوار اسکارنی گسترده‌ای در داخل واحدهای آهکی کرتاسه تشکیل گشته است.

از نظر سنگ شناسی، ترکیب توده‌های نفوذی شامل دیوریت، مونزونیت، کوارتز دیوریت، کوارتز مونزونیت، گرانودیوریت و گرانیت می‌باشد. در داخل توده‌های دیوریتی، بخشهای گابرویی نیز دیده می‌شود. بافت گابروها هیپایدیومورفیک گرانولار بوده و ترکیب کانی شناسی آنها شامل پلاژیوکلاز (بیتونیت- لابرادوریت)، کلینوپيروکسن (غالباً به آمفیبول اورالیتی و همچنین کلریت تبدیل شده‌اند) و کانیهای اوپاک می‌باشد. توده‌های دیوریتی دارای بافت هیپایدیومورفیک گرانولار بوده و ترکیب کانی شناسی آنها شامل پلاژیوکلاز (آندزین- اولیگوکلاز)، آمفیبول، بیوتیت، کمی کوارتز و کانیهای اوپاک می‌باشد. در برخی موارد آلکالی فلدسپار و آپاتیت نیز در آنها مشاهده می‌شود. آمفیبولها به بیوتیت و کلریت دگرسان گشته‌اند.

بر پایه نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود، توده‌های گرانیتی بخش وسیعی از سیستم نفوذی را بخود اختصاص داده‌اند. لیکن ترکیب آنها عمدتاً از نوع گرانودیوریت و کوارتز مونزودیوریت می‌باشد. بافت این سنگها گرانولار است. ترکیب کانی شناسی این سنگها شامل پلاژیوکلاز از نوع اولیگوکلاز- آلپیت، فلدسپات آلکالن، کوارتز، آمفیبول و بیوتیت است. فلدسپاتهای آلکالن و پلاژیوکلازها به درجات مختلفی متحمل دگرسانی به سریسیت، کانیهای رسی و کلسیت گشته‌اند. در درون این توده‌های گرانودیوریتی می‌توان بخشهایی را با افزایش نسبتاً قابل توجه بیوتیت بصورت بیوتیت گرانیت تفکیک نمود. همچنین استوکهای مونزوگرانیتی کوچکی با بافت میکروگرانولار در برخی نقاط در داخل گرانودیوریتها قابل شناسایی هستند.

بخشی از توده نفوذی که در باختر روستای نوجه مهر و کوه کمتال واقع گشته است دارای ترکیب مونزونیتی بوده و تحت عنوان مونزونیت کمتال معروف است. ترکیب سنگ شناسی این توده شامل مونزونیت، کوارتز مونزونیت، مونزودیوریت و کوارتز مونزودیوریت است. ترکیب کانی شناسی آنها متشکل از پلاژیوکلاز (لابرادور-آندزین)، هورنبلند، فلدسپات آلکالن، کلینوپیروکسن و بیوتیت می باشد. کانیهای کوارتز، اسفن و اوپاک نیز در مقادیر اندک دیده می شوند. برخی از هورنبلندها به بیوتیت و کلریت دگرسان گشته اند. پلاژیوکلازها و فلدسپاتهای آلکالن نیز متحمل دگرسانی به سریسیت و کانیهای رسی شده اند. در داخل این بخش، عدسیهای کوچک گابرویی نیز وجود دارد. همچنین استوک کوچکی با ترکیب مونزوگرانیته بداخل بخش مونزونیتی نفوذ کرده است.

- سنگهای نئوژن

نهشته های مارنی و کنگلومرای نئوژن، بخشهایی را در باختر روستاهای پهناور و میانه بخود اختصاص داده است. مارنهای مزبور برنگ سبز و خاکستری بوده و دارای میان لایه های ماسه سنگی و شیل می باشد. بطور محلی، بخشهایی از این رخساره بصورت مارنهای الوان همراه با رگچه ها و لایه های گچ مشاهده می شود.

- واحدهای کواترنر

کواترنر در منطقه مطالعاتی بصورت نهشته های دشتهای آبرفتی جوان (Q^{t2})، نهشته های دشتهای آبرفتی قدیمی (Q^{t1}) و آبرفتهای رودخانه ای (Q^{al}) می باشد.

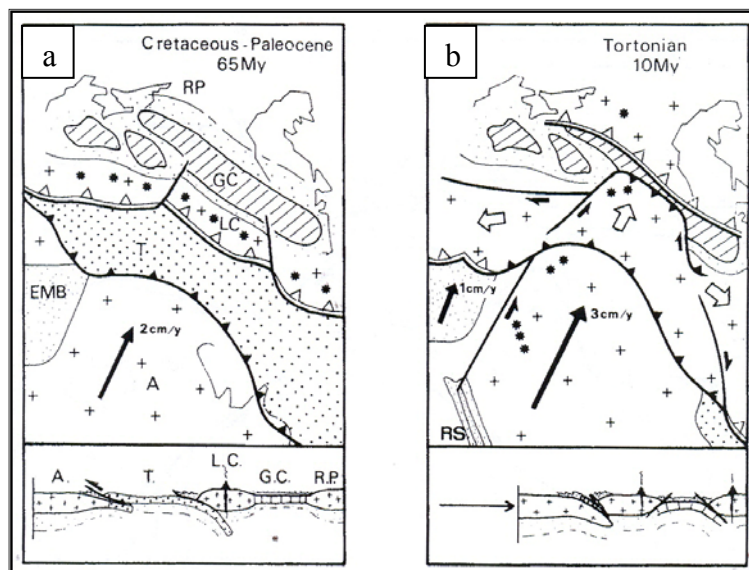
• سنگهای دگرگونه

رخساره‌های دگرگونی منطقه مطالعاتی از دو نوع همبری و ناحیه‌ای می باشد. مجاورت توده‌های نفوذی با رخساره کربناته کرتاسه بالایی موجب تشکیل اسکارن و کانی سازی Cu و Fe در حاشیه باختری تا جنوب و جنوب خاور توده‌های نفوذی شده است. عرض زون اسکارنی کمتر از ۳۰۰ متر می باشد. از کانیهای شاخص اسکارنها می توان گارنت، پیروکسن و اپیدوت را نام برد. علاوه بر این همچنانکه قبلاً نیز اشاره شد، در حاشیه شمال- شمال خاوری منطقه مطالعاتی، سنگهای دگرگونه‌ای با روند شمال باختری- جنوب خاوری واقع شده‌اند که دگرگونی آنها در حد فیلیت تا شیست سبز می باشد. نفوذ توده‌های گرانیتوئیدی به داخل این مجموعه دگرگونه، موجب دگرگونی مجاورتی مجدد این سنگها و تبدیل آنها به آمفیبولیت شده است.

۲-۳- زمین ساخت و تکتونیک کلی منطقه

همچنانکه گفته شد، منطقه مورد مطالعه در زون البرز- آذربایجان و در مجاورت مرز ایران و ارمنستان واقع شده است. این منطقه بخشی از زون اکتشافی ارسباران را در داخل باتولیت قره‌داغ تشکیل می دهد. علاوه بر این، منطقه مطالعاتی در حاشیه جنوبی قفقاز کوچک واقع شده است بنابراین دارای تاریخچه زمین شناسی مشترک می باشند. تاریخچه زمین شناسی قفقاز به تفصیل توسط تعدادی از محققین (Zonenshain and Le Pichon، ۱۹۸۶؛ Philip و همکاران، ۱۹۸۹؛ Dercourt و همکاران، ۱۹۸۶) توصیف شده است. این محققین اعتقاد دارند که فرورانش پوسته اقیانوسی به زیر قفقاز در کرتاسه پسین- پالئوسن خاتمه نیافته بلکه فرورانش تا حدود ۲۰ میلیون سال پیش (اولیگوسن پسین- میوسن زیرین) ادامه داشته است. به اعتقاد Philip و همکاران (۱۹۸۹)، در طی

ژوراسیک، کرتاسه و پالئوژن، فرورانش اقیانوس نئوتتیس به زیر جنوب ترکیه، قفقاز کوچک و بلوکهای قاره‌ای ایران صورت می‌گرفته است. یک کمان آتشفشانی با ماهیت کالک آلکالن در نتیجه این فرورانش در محل قفقاز کوچک امروزی بوجود آمده و یک حوضه پشت قوس نیز در حد فاصل کمان مزبور و پلاتفرم روسیه تشکیل شده است. دریای سرخ در طی میوسن میانی تا پایانی باز شده و صفحه عربی شروع به حرکت و جابجایی به سمت شمال کرده و در نتیجه عرض نئوتتیس کمتر شده است (شکل ۲-۳). با بسته شدن نئوتتیس در حدود ۲۰ میلیون سال قبل و برخورد صفحه عربی با کمان آتشفشانی قفقاز کوچک، فرورانش دیگری در حوضه پشت قوس شروع شده و در نتیجه ولکانیسم کالک آلکالن در شمال زون فرورانش جدید (قفقاز بزرگ) بوقوع پیوسته است. با پیشرفت فرورانش و حرکت صفحه عربی به سمت شمال، حوضه پشت قوس سریعاً باریکتر شده تا اینکه در پلیوسن میانی (حدود ۳/۵ میلیون سال قبل) بسته شده است. پس از بسته شدن این حوضه، برخورد دو صفحه عربی و روسیه اتفاق افتاده است. پوسته اقیانوسی دریای سیاه و خزر جنوبی در دو سمت منطقه برخورد، از بقایای حوضه پشت قوسی مورد بحث هستند. برخورد قاره‌ای، همچنانکه امروزه هم مشاهده می‌شود، بوسیله جابجایی آهسته صفحه عربی به سمت شمال و کنار رانده شدن صفحه آناتولی به سمت باختر و صفحه ایران به سمت خاور مشخص می‌شود. همچنانکه قفقاز کوچک توسط صفحه عربی به سمت شمال فشار داده می‌شده در مقابل، پوسته قاره‌ای موجود در شمال فرورانش میوسن نقش بسته و خیزش قفقاز بزرگ آغاز گردیده است (پلیوسن میانی). بقایای قوس ولکانیکی ممکن است در غرب منطقه برخورد، از Kazbeg تا Elbruz قابل مشاهده باشد. برخورد قاره‌ای در قفقاز نسبتاً جوان بوده و مراحل ابتدایی برخورد قاره‌ای را طی می‌کند. این موضوع می‌تواند نشانه‌هایی را برای درک فازهای پیشرفته‌تر دگرشکلی قاره‌ای در اختیار ما قرار دهد.



شکل ۲-۳- (a) مدل ژئودینامیکی منطقه قفقاز در ۶۵ میلیون سال قبل (Philip و همکاران، ۱۹۸۹). منطقه نشان داده شده با نقطه‌های بزرگ عبارت از اقیانوس نئوتیس، منطقه هاشور خورده عبارت از پوسته اقیانوسی حوضه پشت قوسی و نقطه‌های ریزتر بیانگر بخش قاره‌ای حوضه پشت قوسی است. فلش‌های بزرگ جابجایی نسبی را نسبت به اورازیا نشان می‌دهند. مثلث‌های توخالی نشانگر فروانش بوده در حالیکه مثلث‌های توپر نشانگر فرارانش و تراست شدگی هستند. ستاره‌ها نشانگر آتشفشانها هستند. خطوط ساحلی امروزی دریای سیاه و دریای خزر برای توجیه منطقه نشان داده شده‌اند. A: صفحه عربی، LC: قفقاز کوچک، GC: قفقاز بزرگ، T: نئوتیس، RP: پلاتفرم روسیه، EMB: حوضه مدیترانه شرقی، RS: دریای سرخ. (b) مدل ژئودینامیکی قفقاز برای ۱۰ میلیون سال قبل (Philip و همکاران، ۱۹۸۹). باز شدن دریای سرخ باعث جابجایی صفحه عربی به سمت شمال و بسته شدن نئوتیس شده و بلوکهای ایران و ترکیه به اطراف رانده می‌شوند. فروانش نیز به مرز شمالی حوضه پشت قوسی منتقل شده است.

روند عمومی محور ناودیس‌ها و طاقدیس‌ها و راستای گسله‌های اصلی مبین تحمیل نیروی فشاری در راستای تقریباً شمال و شمال خاوری- جنوب و جنوب باختری به واحدهای رسوبی و آذرین است. رخساره‌های تیپ فلیش و سنگواره‌های مربوط به مناطق ژرف دریا به همراه سنگهای آتشفشانی با ترکیب شیمیایی متفاوت حکایت از ناآرامی و تلاطم در حوضه‌های رسوبی مربوطه است. وجود دو رخساره رسوبی تیپ فلیش کرتاسه با تنوع فعالیت‌های آتشفشانی نیز مبین این مطلب است. تغییر رژیم رسوبی ژرف کرتاسه بالایی به ماسه‌سنگ، میکروکنگلوмера و سنگهای آتشفشانی پالئوسن نیز دلیلی بر تأثیر جنبشهای فاز لارامید در منطقه می‌باشد. همچنین، در پی نهشته‌های ائوسن، کنگلومرای قاعده‌ای ائوسن قابل ذکر هستند. وجود نهشته‌های شبه فلیش و رخساره‌های آتشفشانی حاکی از شرایط گوناگون در حوضه رسوبی ائوسن است. در اواخر ائوسن، فعالیت‌های آذرین در قالب رخساره‌های آتشفشانی و آذرآواری تظاهر می‌یابند. جنبشهای زمین ساختی آلپین میانی در منطقه، مترادف با تظاهر توده‌های آذرین

نفوذی اولیگوسن می‌باشد. بنظر می‌رسد اینگونه فعالیت‌های آذرین در اواخر اولیگوسن به حد اعلای خود رسیده باشد، چونکه در میوسن فعالیت‌های آذرین کاهش می‌یابد. وجود شیب‌های بسیار ملایم در نهشته‌های آذرآواری پلیوسن حکایت از تأثیر نسبتاً آرام فازهای نهایی آلپین در منطقه است. تأثیر و عملکرد نیروها بر نهشته‌های رسوبی و آذرین منطقه به شکل چین خوردگی و گسل خوردگی تظاهر دارد. روند گسل‌های اصلی منطقه منطبق بر روند محوری طاق‌دیس‌ها و ناودیس‌های منطقه است. عمده گسل‌های اصلی دارای روند شمال باختر- جنوب خاور می‌باشند. پاره‌ای از گسل‌ها دارای عملکرد امتداد لغز بوده و جابجایی‌های راست‌گرد یا چپ‌گرد نشان می‌دهند. گسله‌های عرضی که ساختمان‌های منطقه را قطع کرده‌اند، دارای روند شمالی- جنوبی و خاوری- باختری هستند.

۲-۴- زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی

به منظور بررسی چگونگی ارتباط آثار و رخداد‌های کانی‌سازی با پدیده‌های زمین‌شناسی (سنگ‌شناسی، تکتونیک و دگرسانی)، نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی با مقیاس تقریبی ۱:۲۰۰۰۰ و در وسعت حدود ۴۰ کیلومتر مربع تهیه گردید (پیوست). در این مرحله از عکس‌های هوایی در مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ و تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده است. بطور کلی، واحدهای لیتولوژیک تشکیل دهنده این منطقه تماماً متعلق به سنوزوئیک بوده و تماماً از نوع آذرین نفوذی هستند. این منطقه، دربرگیرنده چهار فاز نفوذی قابل تفکیک می‌باشد که بترتیب از قدیم به جدید عبارتند از: ۱- توده نفوذی با ترکیب گرانودیوریت- کوارتز مونزودیوریت ۲- توده نفوذی با ترکیب دیوریت و کوارتز دیوریت ۳- استوک‌های کوارتز مونزونیتی ۴- دایک‌های اسیدی و حدواسط.

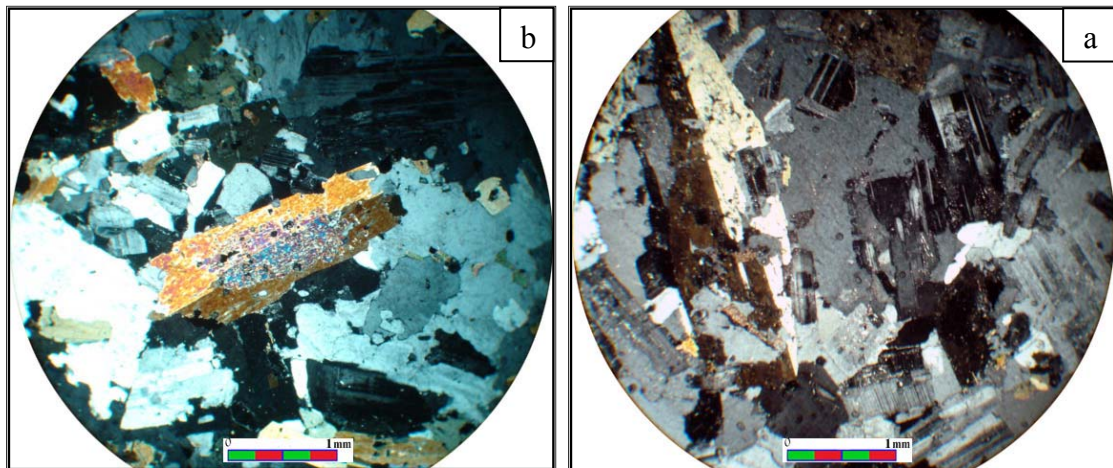
بخش عمده منطقه مطالعاتی (حدود ۸۰٪) توسط این فاز نفوذی که دارای ترکیب گرانودیوریت- کوارتز مونوزودیوریت می‌باشد، پوشیده شده است. این سنگها، میزبان کانی‌سازی و رگه‌های کوارتزی منطقه اکتشافی انیق- قره‌چیلر می‌باشند. این سنگها دارای بافت هتروگرانولار و مونزونیتی بوده و کانیهای اصلی متشکله آنها شامل پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار، کوارتز، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد. کانیهای اوپاک، اسفن، پیروکسن، آپاتیت و زیرکن نیز بعنوان کانیهای فرعی حضور دارند.

پلاژیوکلاز فراوان‌ترین کانی اصلی بوده و ترکیب آنها در آندزین- اولیگوکلاز است. حاوی ماگل پلی سنتتیک، کارلسباد و توأم ایندو بوده، تعدادی از آنها منطقه‌بندی دارند. در بخشهای مختلف، بدرجات متغیری سریسیتی شده‌اند. در برخی نقاط، دگرسانی به اپیدوت نیز دیده می‌شود. آلکالی فلدسپار فراوانی کمتری از پلاژیوکلاز دارد. از نوع ارتوز بوده و بصورت بلورهای نیمه شکلدار تا بی‌شکل مشاهده می‌شوند. بافت مونزونیتی (ادخالهای پلاژیوکلاز در داخل آلکالی فلدسپار) شایع است (شکل ۲-۴).

کوارتز بصورت بلورهای بی‌شکل در فضای بین دیگر کانیها حضور دارد. هورنبلند فراوانترین کانی مافیک در اکثر نمونه‌ها بوده و فقط در برخی قسمتها، محتوای بیوتیت بیشتر از هورنبلند است. تعدادی از بلورها حاوی ماگل رگه‌ای و کارلسباد هستند. در داخل برخی از آنها، بقایای پیروکسن در حال فروپاشی قابل مشاهده است. تعدادی از هورنبلندها حاوی ادخالهایی از دیگر کانیها نظیر پلاژیوکلاز، پیروکسن و اوپاک می‌باشند که بیانگر ترتیب تبلور کانیهای مهمان و میزبان است. آمفیبولهای ثانویه عبارت از هورنبلندهای برگشتی، اکتینولیت حاصل از دگرسانی پسرونده هورنبلند و اورالیت حاصل از پیروکسن هستند. بیوتیت در برخی نقاط از فراوانی بالایی برخوردار بوده و بدرجات متفاوتی متحمل کلریتی شدن و اپیدوتی شدن شده است. در برخی نقاط، رخهای بلورهای بیوتیت انحنا پیدا کرده‌اند. در برخی نمونه‌ها،

بیوتیت‌های کوچک شکلدار در مقادیر زیاد حضور دارد که ثانویه بوده و حاصل عملکرد سیالات گرمایی در امتداد شکستگیها هستند. در صحرا نیز تمرکز خطی بیوتیت‌ها بصورت امتدادهای خطی باریک تیره رنگ کاملاً مشخص است. بلورهای درشت و شکلدار اسفن در تمامی نمونه‌ها قابل مشاهده است. همچنین، اسفنه‌های ریزی از فروپاشی بیوتیت‌ها و هورنبلندها حاصل شده است. پیروکسن در برخی از نمونه‌ها وجود دارد که عموماً در داخل آمفیبولها قابل مشاهده است (شکل ۲-۴). در برخی نقاط، بلورهای مجزای پیروکسن نیز قابل مشاهده هستند. پیروکسها بدرجات نسبتاً شدیدی اورالیتیزه شده‌اند. تعدادی از آنها کاملاً دگرسان شده و اکسیدهای آهن در قالب آنها بجا مانده است. برخی از آنها حاوی ماکل رگه‌ای و پلی سنتتیک هستند. کانیهای اوپاک هم بصورت اولیه ماگمایی و هم حاصل از فروپاشی کانیهای مافیک می‌باشند. کانیهای اوپاک اولیه همراهی نزدیکی با اسفن دارند. اپیدوت عموماً از دگرسانی بیوتیت‌ها حاصل شده است. از دگرسانی پلاژیوکلازها و آمفیبول نیز مقادیر محدودی اپیدوت در برخی نقاط تشکیل شده است. میرمکیت‌های ظریف در برخی نمونه‌ها جالب توجه هستند. در برخی از نمونه‌ها، مقدار آلکالی فلدسپار با پلاژیوکلاز برابری می‌کند و ترکیب آنها به سمت کوارتز مونزونیت میل می‌کند.

برای سهولت در شناسایی واحدهای نفوذی منطقه، ما این سنگها را تحت عنوان کلی گرانودیوریت نامگذاری کرده‌ایم.



شکل ۲-۴-۲ (a) بافت مونوزونیتی به همراه بلور هورنبلند با ماکل کارلسباد. (b) بقایای پیروکسن در داخل آمفیبول در مجاورت با کوارتز، آلکالی فلدسپار و پلاژیوکلاز.

۲-۴-۲- واحد *qd*

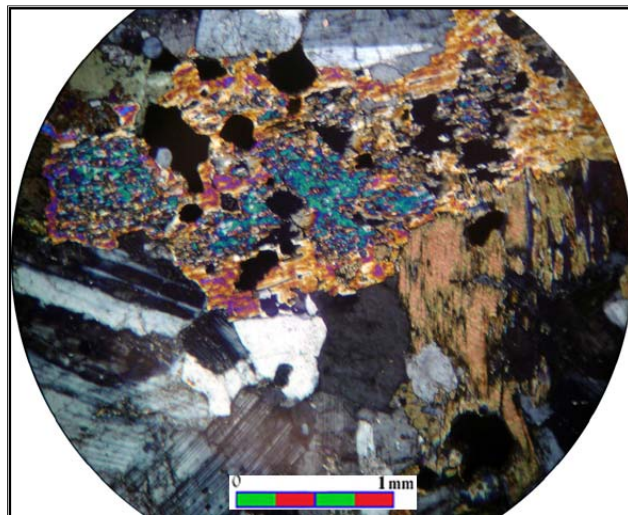
این واحد به صورت استوکهایی با ترکیب دیوریت- کوارتز دیوریت در جنوب منطقه مطالعاتی (جنوب روستای انیق) بداخل فاز گرانودیوریتی نفوذ کرده است (شکل ۲-۵). این سنگها دارای بافت هتروگرانولار بوده و کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن، کوارتز، بیوتیت و آلکالی فلدسپار می باشد (شکل ۲-۶). کانیهای اوپاک، اسفن و آپاتیت نیز کانیهای فرعی هستند.

پلاژیوکلاز فراوان ترین کانی اصلی بوده و ترکیب آنها در آندزین- اولیگوکلاز است. بدرجات متفاوتی سریستی و اپیدوتی شده اند. آمفیبولها شامل هورنبلندهای سبز اولیه و ترمولیت- اکتینولیت و اورالیت ثانویه حاصل از دگرسانی پیروکسن ها می باشند. ماکل رگه ای و کارلسباد در هورنبلندها شایع است. تعدادی از هورنبلندها حاوی ادخالهایی از دیگر کانیها (نظیر اوپاک، پلاژیوکلاز، پیروکسن، اپیدوت و کلریت) هستند. پیروکسن ها هم بصورت بلورهای مجزا و هم در داخل آمفیبولها حضور دارند. این کانیها، درجات متفاوتی از اورالیتی شدن را متحمل شده اند. بیوتیت ها شدیداً کلریتیزه و اپیدوتیزه

شده‌اند. مقادیری کوارتز و آلکالی فلدسپار در فضای بین دیگر کانیها حضور دارند. اپیدوتها حاصل دگرسانی بیوتیت، هورنبلند و پلاژیوکلاز هستند.



شکل ۲-۵- نمایی از استوک کوارتز دیوریتی واقع در جنوب روستای انیق که بداخل توده گرانودیوریتی نفوذ کرده است (دید به سمت شمال باختر).



شکل ۲-۶- پیروکسن در داخل آمفیبول، بیوتیت کلریتی شده به همراه پلاژیوکلاز و بلورهای کوچک و بی‌شکل کوارتز و آلکالی فلدسپار.

این واحد بصورت دو استوک کوچک با ترکیب کوارتز مونزونیتی یکی در جنوب روستای انیق و دیگری در جنوب خاور روستای قره‌چیلر می‌باشد.

استوک کوارتز مونزونیتی واقع در جنوب روستای انیق (شکل ۲-۷)، به شدت متحمل دگرسانی سریسیتی شده و حاوی کانی‌سازی سولفیدی بصورت پراکنده در متن سنگ می‌باشد. رگه و رگچه‌های متعدد کوارتزی استوک را در جهات مختلف قطع کرده‌اند. این توده دارای بافت میکروگرانولار بوده و کانیهای اصلی متشکله آن عبارتند از: آلکالی فلدسپار، کوارتز و پلاژیوکلاز. کانیهای اوپاک، زیرکن، اسفن و آپاتیت بعنوان کانیهای فرعی حضور داشته و بر اثر دگرسانی و متاسوماتیسم شدید، کانیهای آلپیت و کوارتز ثانویه، سریسیت، کلسیت و اوپاک در مقادیر فراوان در این استوک تشکیل شده است.

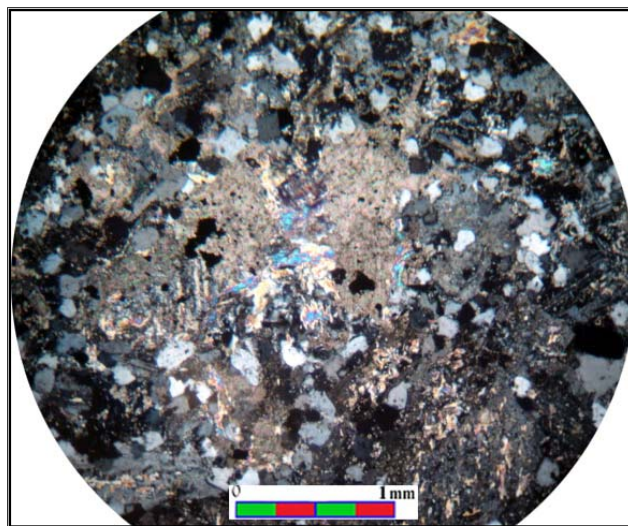
پلاژیوکلازها شدیداً سریسیتی شده و ورقه‌های ریز تا درشت سریسیت حاصل شده‌اند. بر اثر دگرسانی پلاژیوکلازها، بلورهای درشت کلسیت نیز حاصل شده‌اند. آلکالی فلدسپارها نیز درجات شدیدی از دگرسانی را متحمل شده‌اند. بخش عمده آلکالی فلدسپارها عبارت از آلپیت‌های ثانویه می‌باشند.

کوارتز هم بصورت اولیه و هم بصورت ثانویه همراه با آلپیت ثانویه حضور دارد. اثری از کانیهای مافیک در سنگ دیده نمی‌شود و تماماً دگرسان شده و توسط محلولهای اسیدی شسته شده‌اند و فقط اکسیدهای آهن در قالب آنها بجا مانده است. از روی شکل بلوری آنها می‌توان گفت که آنها عمدتاً آمفیبول و مقدار کمی بیوتیت بوده‌اند. بخش عمده کانیهای اوپاک، با توجه به اطلاعات صحرایی و شکل کوبیک آنها، از نوع کانیهای سولفیدی (کوبیک) هستند.

بطور کلی، این توده متحمل دگرسانی نسبتاً شدیدی شده و در آن کانیهای کوارتز و آلbit نشو فرمه، سربست، کلسیت و کانیهای رسی به همراه پیریت در مقادیر زیاد تشکیل شده اند (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۷- نمایی از استوک دیوریتی و کوارتز مونزونیتی واقع در جنوب روستای انیق (دید به سمت جنوب).



شکل ۲-۸- کوارتز و آلbit نشو فرمه همراه با ورقه های درشت سربست و کلسیت های ثانویه و کانیهای اوپاک.

استوک کوارتز مونزونیتی واقع در جنوب خاور روستای قره‌چیلر دارای بافت میکروگرانولار و مونزونیتی بوده و آلکالی فلدسپار، پلاژیوکلاز، کوارتز، بیوتیت و هورنبلند کانیهای اصلی آنرا تشکیل می‌دهند. کانیهای فرعی نیز عبارت از اوپاک، زیرکن، اسفن و آپاتیت هستند.

آلکالی فلدسپار کانی اصلی بوده، ادخالهایی از پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، آپاتیت و اوپاک را در خود دارند که عموماً شکلدار هستند. پلاژیوکلاز دیگر کانی اصلی است که ترکیب آنها در حد اولیگوکلاز- آندزین بوده و به مقدار محدودی سریستی شده‌اند. کوارتزهای نسبتاً درشت و بی‌شکل، فضای بین دیگر کانیها را پر کرده‌اند. تعدادی از هورنبلندها، در طی دگرسانی پسرونده به اکتینولیت تبدیل گشته‌اند. بیوتیت‌ها عموماً سالم بوده و تعداد محدودی از آنها کلریتی شده‌اند.

۲-۴-۴- دایکهای حدواسط و اسیدی

۲-۴-۱- دایکهای اسیدی

دایکهای اسیدی عمدتاً در منطقه قره‌چیلر و در مجاورت با رگه‌های کوارتزی حضور دارند. بخش عمده این دایکها دارای ترکیب ریولیتی- ریوداسیتی بوده و عموماً دارای امتداد شمال باختر- جنوب خاوری هستند. بافت این سنگها، پورفیری و میکرولیتیک پورفیری می‌باشد.

فنو کریست‌های دگرسان شده پلاژیوکلاز و کانیهای مافیک کاملاً دگرسان شده در یک زمینه دانه‌ریز و میکرولیتی پراکنده هستند. پلاژیوکلازها شدیداً سریستی شده‌اند. زمینه عمدتاً متشکل از پلاژیوکلازهای میکرولیتی، آلکالی فلدسپار، کوارتز و کانیهای مافیک دگرسان شده می‌باشد.

فنو کریست‌های مافیک، کاملاً اوپاسیته شده و اکسیدهای آهن در قالب آنها بجا مانده است. تعدادی کانی اوپاک درشت در این سنگها وجود دارد که شواهد صحرایی بیانگر اینست که این کانیها از نوع

سولفیدی (پیریت و کالکوپیریت) هستند. بیوتیت بدو صورت اولیه و ثانویه حضور دارد. بیوتیت‌های اولیه ورقه‌های درشت‌تری را تشکیل می‌دهند در حالیکه بیوتیت‌های ثانویه بصورت ورقه‌های ریز می‌باشند که در حاشیه حفرات و نیز در مجاورت با کانیهای سولفیدی متمرکز شده‌اند. بیوتیت‌های اولیه بدرجات کمی کلریتی شده‌اند.

علاوه بر دایکهای ریولیتی- ریوداسیتی یاد شده، دایکهای گرانیتی در ضخامتهای کم (حداکثر نیم متر) در برخی مناطق منطقه قره‌چیلر حضور دارند (شکل ۲-۹). این سنگها دارای بافت پورفیری بوده کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت است. کانیهای اوپاک و زیرکن نیز بعنوان کانیهای فرعی حضور دارند. فنو کریست‌های پلاژیوکلاز، کوارتز و آلکالی فلدسپار در یک زمینه دانه ریز کوارتز- فلدسپاتی قرار گرفته‌اند. تعدادی فنو کریست بیوتیت اولیه نیز حضور دارد. ورقه‌های کوچک بیوتیت ثانویه بوفور مشاهده می‌شوند. رگچه‌های متعدد کوارتز و کوارتز- آلبیت این سنگ‌ها را قطع کرده‌اند. بیوتیت‌ها بدرجاتی کلریتی شده و پلاژیوکلازها و آلکالی فلدسپارها بدرجات نسبتاً کمی متحمل دگرسانی آرژیلی شده‌اند. بلورهای شکلدار زیرکن در داخل بیوتیت‌های اولیه وجود دارند. کانیهای اوپاک عمدتاً مربوط به اکسیدهای آهن حاصل از فروپاشی سولفیدها است.



شکل ۲-۹- دایک گرانیتی که توده گرانودیوریت را قطع کرده است.

همچنین دایکهای آپلیتی در ضخامتهای باریک در منطقه قره‌چیلر قابل مشاهده هستند (شکل ۲-۱۰). این سنگها دارای بافت گرانولار بوده و آلکالی فلدسپار، کوارتز و پلاژیوکلاز کانیهای اصلی آنها می‌باشند. کانیهای اوپاک، بیوتیت، آپاتیت و زیرکن بعنوان کانیهای فرعی حضور دارند. آلکالی فلدسپار کانی اصلی این سنگها بوده و از نوع ارتوز هستند. تعدادی از آنها حاوی پرتیت می‌باشند. کوارتز بصورت بلورهای هم اندازه با آلکالی فلدسپارها در مقادیر زیاد حضور دارد. مشابه بودن ابعاد کوارتز و آلکالی فلدسپار بیانگر تبلور آنها در نقطه مینیمم دمایی (نقطه انوتکتیک) است. پلاژیوکلازها دارای ترکیب در حد اولیگوکلاز بوده و تعدادی از آنها متحمل دگرسانی سریستی شده‌اند. از دگرسانی بیوتیت‌ها، کلریت و اسفنه‌های ثانویه ریز حاصل شده است.



شکل ۲-۱۰- دایک آپلیتی که توده گرانودیوریتی را در منطقه قره چیلر قطع کرده است.

۲-۴-۲- دایکهای حدواسط

دایکهای با ترکیب تراکی آندزیتی در مقادیر نسبتاً زیاد در منطقه زرلی دره (حدواسط روستهای انیق و قره چیلر) و شمال منطقه مطالعاتی گسترش دارند. این سنگها دارای بافت پورفیری هستند. فنو کریستها شامل بلورهای شکلدار تا نیمه شکلدار پلاژیوکلاز، آلکالی فلدسپار و مقداری کوارتز هستند. فنو کریستهای پلاژیوکلاز، شکلدار بوده و ترکیب در حد آندزین دارند که متحمل دگرسانی سریستی و آرژیلی شده‌اند. کانیهای اوپاک بصورت بلورهای نسبتاً درشت وجود دارند که با توجه به شواهد صحرایی احتمالاً از نوع سولفیدی (پیریت) و سولفیدهای اکسیده هستند. تمامی کانیهای مافیک اولیه دگرسان شده‌اند. کلریتیزاسیون زمینه بسیار فراگیر می‌باشد.

تعدادی دایک آندزیتی در ضلع خاوری رودخانه قولان (حاشیه خاوری منطقه مطالعاتی) وجود دارد (شکل ۲-۱۱). این سنگها دارای بافت میکرولیتیک پورفیری بوده و کانیهای اصلی آنها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت می‌باشد. کانیهای فرعی نیز عبارت از کوارتز، پیروکسن، اوپاک و آپاتیت هستند. پلاژیوکلازها مهم‌ترین کانی این سنگها بوده به مقادیر بسیار جزئی سریستی شده‌اند. آمفیبول

دیگر کانی اصلی است که عمدتاً از نوع اکتینولیت و به مقدار کمی از نوع هورنبلند هستند. بیوتیت بصورت ورقه‌های ریز و درشت حضور دارد که بدرجات متفاوتی کلریتی شده‌اند. مقدار زیادی کلسیت درشت در این سنگها حضور دارند که داخل حفرات را پر کرده‌اند. تعدادی پیروکسن بصورت بلورهای کوچک در حال فروپاشی قابل مشاهده است. مقادیری کوارتز نیز در زمینه وجود دارد.



شکل ۲-۱۱- نمایی از دو دایک آندزیتی در داخل گرانودیوریت در حاشیه خاوری منطقه مطالعاتی (دید به سمت شمال خاور).

فصل سوم

کانی سازی و دگرسانی

۳-۱- کانی سازی در منطقه مطالعاتی

۳-۲- دگرسانی در منطقه مطالعاتی

۳-۱- کانی سازی در منطقه مطالعاتی

مهمترین سیمای کانی سازی در منطقه اکتشافی انیق- قره چیلر عبارت از رگه های کوارتزی و زونهای سیلیسی مینرالیزه در داخل گرانودیوریت می باشد. علاوه بر این، یک استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده در جنوب روستای انیق وجود دارد که حاوی کانی سازی سولفیدی و رگه و رگچه های کوارتزی می باشد. بطور کلی بر پایه مطالعات صحرایی می توان چهار نوع و منطقه کانی سازی شده را در منطقه مطالعاتی شناسایی و تفکیک نمود (مختاری و همکاران، ۱۳۸۶): ۱- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی در منطقه قره چیلر (بخش شمالی منطقه مطالعاتی) ۲- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی، زونهای سیلیسی مینرالیزه و برشهای هیدروترمالی در منطقه زرلی دره (بخش مرکزی منطقه مطالعاتی) ۳- کانی سازی بصورت رگه های کوارتزی حاوی مولیبدن در منطقه قره دره و دره گوهران به ترتیب در حاشیه باختری و خاوری منطقه کانی سازی اصلی قره چیلر و زرلی دره (۴- استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده حاوی کانی سازی در جنوب روستای انیق (بخش جنوبی منطقه مطالعاتی)).

به منظور مطالعات ژئوشیمیایی و عیارسنجی طلا و عناصر همراه (نظیر Cu، Ag، Mo، As، Sb، Zn، Bi و W)، حدود ۳۹۰ نمونه از رگه های کوارتزی، زونهای کانی سازی و نیز زونهای دگرسانی مختلف موجود در منطقه مطالعاتی در طی سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ برداشته شد. نمونه های یاد شده، در آزمایشگاههای سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، شرکت زرکان و مرکز تحقیقات و فرآوری مواد معدنی ایران، آماده سازی و آنالیز گردید. نتایج بدست آمده، گویای تمرکز بالای طلا در رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه

مطالعاتی می‌باشد و حتی در نمونه‌هایی که تمرکز طلا پایین می‌باشد (نمونه‌های مربوط به زونهای دگرسانی)، باز هم می‌توان غنی‌شدگی طلا را مشاهده نمود.

در این بخش ابتدا ویژگیهای صحرایی و گسترش رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی در چهار منطقه یاد شده، بصورت تک تک و جداگانه بررسی می‌شود. در ادامه، ابتدا نمونه‌های مربوط به هر یک از رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و سپس نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه‌ها که عمدتاً عیارهای پایین‌تری از طلا را نشان می‌دهند، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

۳-۱-۱- منطقه قره‌چیلر

کانی‌سازی در منطقه قره‌چیلر عبارت از دو رگه کوارتزی اصلی (GV1 و GV2) در داخل توده گرانودیوریتی می‌باشد که در جنوب، جنوب باختر، باختر و شمال باختر روستای قره‌چیلر واقع شده‌اند (شکل ۱-۳). فعالیت‌های معدنی قدیمی بصورت تونلهای استخراجی متعدد بر روی این رگه‌ها در سطوح مختلف قابل مشاهده هستند (شکل ۲-۳). علاوه بر رگه‌های کوارتزی یاد شده، چندین رگه کوارتزی کوتاه دیگر در این منطقه وجود دارد. مشخصات کلی دو رگه کوارتزی یاد شده در جدول ۱-۳ نشان داده شده است. بطور کلی این رگه‌ها دارای امتداد کلی شمال باختر- جنوب خاور و شیب حدود ۸۰ درجه به سمت شمال خاور می‌باشند. رگه‌های کوارتزی دارای بافت متراکم و توده‌ای بوده و کانی‌سازی سولفیدی (کالکوپیریت، مولیبدنیت، پیریت و ...) در داخل آنها وجود دارد (شکل ۳-۳). محتوای کانیهای سولفیدی در این رگه‌ها حداکثر به ۱۰ درصد می‌رسد. هاله‌های دگرسانی در اطراف این رگه‌ها عموماً

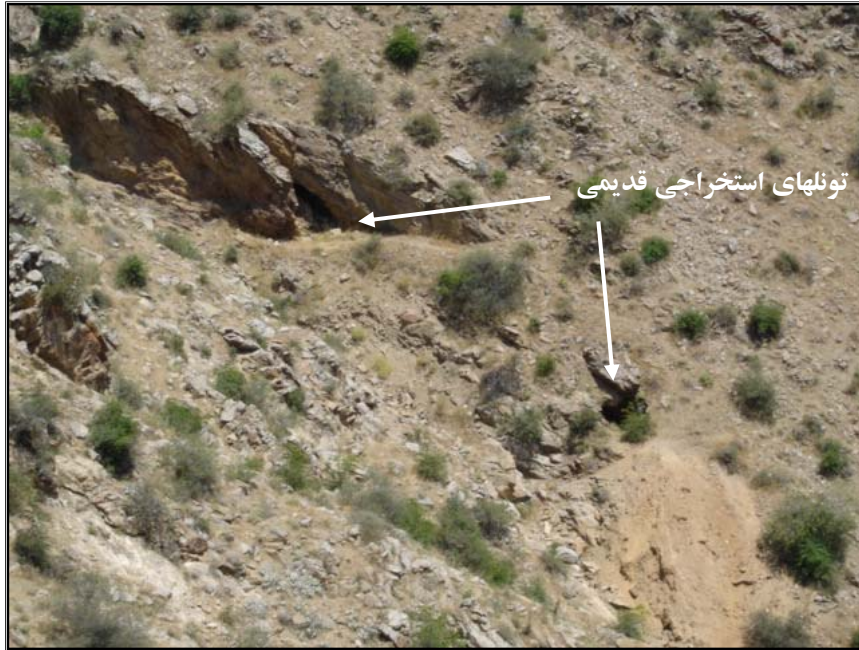
محدود بوده و حداکثر به یک متر می‌رسد. در برخی نقاط، رگه‌های باریک کوارتزی حاوی کانی‌سازی سولفیدی و نیز رگه‌های آنکریتی در داخل این زونهای دگرسانی وجود دارد (شکل ۳-۴). همچنین، رگه‌های کوارتزی باریک (حداکثر ۲ cm) متعددی بموازات هم در داخل گرانودیوریت دگرسان شده (سیلیسی و سریستی) وجود دارد (شکل ۳-۴ و ۳-۵) که حاوی کانی‌سازی سولفیدی و آغشتگیهای مالاکیتی بوده و در مجموع ضخامت حدود ۲-۵ متر را تشکیل می‌دهند. بدلیل عملکرد شدید تکتونیک در این منطقه، امتداد رگه‌ها جابجائیهای نسبتاً زیادی را نشان می‌دهد.

نام منطقه	شماره رگه کوارتزی	ضخامت رگه کوارتزی	طول رگه کوارتزی	امتداد کلی رگه کوارتزی
قره‌چیلر	GV2	۰/۵ - ۲ متر	حدود ۳۰۰ متر	N 135-145 E
	GV1	۰/۵ - ۲ متر	حدود ۷۰۰ متر	N 140 E

جدول ۳-۱- مشخصات کلی رگه‌های کوارتزی موجود در منطقه قره‌چیلر.



شکل ۳-۱- نمای کلی از منطقه مینرالیزه قره‌چیلر و موقعیت نسبی رگه‌های کوارتزی اصلی (دید به سمت شمال).



شکل ۳-۲- نمایی از فعالیتهای معدنی قدیمی (دید به سمت شمال خاور).



شکل ۳-۳- نمایی از رگه کوارتز GV2 در منطقه قره‌چیلر (دید به سمت شمال)



شکل ۳-۴- نمایی از رگه‌های آنکریتی و اکسیدهای آهن در هاله دگرسانی اطراف رگه کوارتزی GV1.



شکل ۳-۵- نمایی از رگه‌های کوارتزی باریک و موازی هم در داخل گرانودیوریت.

علاوه بر رگه‌های کوارتزی، تعداد زیادی دایک با ترکیب ریولیتی- ریوداسیتی در منطقه قره‌چیلر وجود دارد. امتداد کلی این دایکها تقریباً با رگه‌های کوارتزی هم راستا می‌باشد (شمال باختر- جنوب خاور). در داخل این دایکها، کانی‌سازی سولفیدی پیریت و کالکوپیریت در مقادیر جزئی بصورت پراکنده در متن و در داخل حفرات و شکستگیها تشکیل شده است.

❖ فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر

همچنانکه قبلاً گفته شد، کانی‌سازی در منطقه قره‌چیلر عبارت از دو رگه کوارتزی اصلی بنامهای GV1 و GV2 و چند رگه کوارتزی فرعی و کوچک حاوی کانی‌سازی سولفیدی پیریت، کالکوپیریت و مولیدنیت می‌باشد. لازم بذکر است که دایکهایی با ترکیب ریولیتی تا ریوداسیتی در همراهی نزدیک با رگه‌های کوارتزی در این منطقه وجود دارد که حاوی کانی‌سازی نسبتاً خوبی هستند. در این بخش بترتیب نمونه‌های مربوط به هر یک از رگه‌ها (ابتدا نمونه‌های مربوط به خود رگه و سپس نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه) بصورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند.

• رگه GV1

بطور کلی تعداد ۱۸ نمونه از بخشهای مختلف رگه GV1 برداشته شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تمرکز طلا در این رگه بسیار بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۲۳۰ تا ۲۸۸۰۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۲-۳). نمونه 85.M.An.45 که کمترین عیار طلا را داراست (۲۳۰ ppb)، مربوط به زون دگرسانی سریسیتی حاوی رگه و رگچه‌های کوارتزی و آنکریتی باریک در حاشیه رگه کوارتزی اصلی می‌باشد. بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۶۱۶۱ میلی‌گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag، Cu و Mo عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند. عیار متوسط مس، نقره و مولیبدن در نمونه‌های این رگه بترتیب حدود یک درصد، ۲۲ گرم در تن و ۰/۳ درصد می‌باشد (جدول ۲-۳). تمرکز عناصری چون As، Sb و Pb در این نمونه‌ها چندان قابل توجه نمی‌باشد (جدول ۲-۳). تعدادی از نمونه‌ها حاوی تمرکزهای بالایی از Bi می‌باشند بنحویکه نمونه 86.M.An.336، بیشترین عیار بیسموت را در بین کل نمونه‌های برداشته شده نشان داده است (۷۰۲ ppm). تنگستن نیز غنی شدگی نسبتاً بالایی را نشان می‌دهد.

GVI												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.70	0.35	28.8	37.4	3900	100	132	3130	368	76	*	*
2	85.M.An.69	1	0.41	3.1	11000	14	100	6240	26	3.9	*	*
3	85.M.An.68	0.5	24.8	99.8	3220	3845	260	10400	1022	1117	*	*
4	85.M.An.145	1	1.90	15	2098	11300	320	4900	599.3	66.2	36.6	*
5	85.M.An.147	0.5	1.70	9.6	1678	4781	72	770	78.4	12.3	24.7	*
6	85.M.An.44	1	3.05	3.7	*	*	*	*	*	*	*	*
7	85.M.An.45	0.5	0.23	1.8	6160	*	*	*	*	*	*	*
8	85.M.An.148	1	18.8	37.2	6006	98	84	7800	753.3	210.5	114.6	*
9	83.M.SI.20	0.6	0.93	16	34400	*	*	1600	*	*	*	*
10	83.M.SI.24	0.5	1.35	*	363	*	*	*	*	*	*	*
11	85.M.An.38	1	3.31	65.2	8650	*	*	8.2	*	*	*	*
12	86.M.An.334	0.25	1.78	11.5	76800	0.5	248.9	172.9	1209.5	142.5	142.3	248.9
13	86.M.An.335	0.5	1.2	4.7	7875.5	173.4	97.5	386.5	153.6	44.2	240.3	97.5
14	86.M.An.336	0.5	6.27	37.7	5171.5	510.8	82.2	1036	122.2	52.8	702.1	82.2
15	86.M.An.337	0.25	0.46	4.8	4047	24.6	65.8	347.9	53.9	5.1	13.6	65.8
17	86.M.An.339	0.2	1.4	3	1395.2	219.2	23.8	2642	154	0.1	24.3	23.8
18	86.M.An.341	0.2	4.02	21	9975.5	242.9	148.6	4313	1169.5	18.9	115.3	148.6
19	86.M.An.343	0.3	10.5	4.7	955.7	1421	11.7	2397	125.5	0.1	136.2	11.7
Average		0.5638889	6.161667	22.12941	10805.61	1748.5	126.7	3076.23	448.862	134.585	155	96.93

جدول ۳-۲- نتایج آنالیز نمونه‌های رگه کوارتزی GVI و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریستی حاشیه رگه کوارتزی GVI، تعداد ۱۵ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۷۲ تا ۱۳۵۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۳). نمونه 86.M.An.326 که بیشترین عیار طلا را نشان داده است (۳۴۰۰ ppb)، مربوط به یک رگه کوارتزی به ضخامت ۵ cm در امتداد یک شکستگی و تقریباً عمود بر راستای رگه کوارتزی GVI می‌باشد. بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۵۶۶ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag، Cu و Mo نیز عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهند. عیار متوسط مس، نقره و مولیبدن بترتیب حدود ۱/۳ درصد، ۴ گرم در تن و ۰/۰۸ درصد می‌باشد (جدول ۳-۳).

Alteration Zone around GVI												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.146	0.6	0.078	0.8	440	43	129	210	46.4	8.1	4.8	*
2	86.M.An.324	2	0.072	2.8	981.5	20.1	35.9	86.8	<0.5	3.8	<0.1	14.3
3	86.M.An.325	2	0.6	10.8	12255	58.9	43.8	217.2	33.8	11.7	10.8	15.8
4	86.M.An.326	0.05	3.4	5.5	135250	<0.5	51.2	856.8	23.1	<0.1	82	22.1
5	86.M.An.327	1	0.32	2.7	3448	16.1	25.3	2229	5	<0.1	6.7	13.8
6	86.M.An.328	0.6	0.21	5.1	5638.5	29.6	31.2	587.7	22.1	<0.1	5.1	12.2
7	86.M.An.329	1	0.09	2	1165.5	18.5	32.1	300.1	<0.5	<0.1	<0.1	6.1
8	86.M.An.330	0.3	0.06	2.5	525	18.2	46.4	387.9	5.2	<0.1	<0.1	15.4
9	86.M.An.331	0.3	0.39	2.8	3136.5	33.7	71.8	329	64.8	0.2	12.3	12.8
10	86.M.An.332	0.2	0.14	1.9	2243	25.1	105.3	348.6	57.2	2.9	0.8	20.4
11	86.M.An.333	0.5	0.23	5.9	3086.5	69.7	39.3	1035	123.6	<0.1	9.1	13.6
12	86.M.An.338	0.5	1.35	6.4	16410	76.4	65.1	455.5	177	3.4	18.5	19
13	86.M.An.340	0.5	0.09	1.1	2964.5	15.5	63.8	756.4	279.4	9.2	6	8.3
14	86.M.An.342	0.7	0.49	6.3	4613	46.7	35.1	3723	58.4	<0.1	7.8	21.6
15	86.M.An.344	0.6	0.98	3	4594.5	35.1	43.1	507.3	59.5	3.2	4.1	18.2
Average		0.723333	0.56667	3.9733	13116.77	36.18571	54.56	802.02	73.5	5.3125	14	15.25714

جدول ۳-۳- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه کوارتزی GVI و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه GV2

بطور کلی تعداد ۲۰ نمونه از بخش‌های مختلف رگه GV2 انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تمرکز طلا در این رگه نیز بسیار بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۱۲۰ تا ۳۷۲۰۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۴). نمونه 85.M.An.127 که کمترین عیار طلا را داراست (۱۲۰ ppb)، عبارت از زون سیلیسی و سریستی حاوی رگه‌های کوارتزی باریک و کانی سازی سولفیدی در حاشیه رگه کوارتزی اصلی می‌باشد. بطور کلی، عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۵۰۷۰ میلی گرم در تن است (جدول ۳-۴).

عناصر Ag، Cu و Mo نیز عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند (جدول ۳-۴). عیار متوسط مس، نقره و مولیبدن بترتیب حدود ۱/۶ درصد، ۲۰ گرم در تن و ۰/۱۷ درصد می‌باشد.

عناصر As، Sb و Pb نیز در برخی از نمونه‌ها از تمرکز بالایی برخوردار هستند (جدول ۳-۴).

تعدادی از نمونه‌ها حاوی تمرکزهای بالایی از Bi می‌باشند تنگستن نیز غنی شدگی نسبتاً بالایی

را نشان می‌دهد.

GV2												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.42	0.6	1.53	7.4	15000	*	*	3670	*	*	*	*
2	85.M.An.127	0.4	0.12	5.8	6957	36	99	7800	173.7	8.7	58	*
3	85.M.An.43	0.5	28.5	71	4500	*	*	*	*	*	*	*
4	85.M.An.144	2	0.95	5.8	15900	12	35	160	53.2	3.8	32.8	*
5	85.M.An.129	0.5	3.79	15.4	2532	160	200	880	348.8	205.4	25.9	*
6	85.M.An.130	0.4	37.2	73.4	3517	1300	230	900	913.3	1039	172.4	*
7	85.M.An.131	0.4	1.46	5.8	4972	210	80	300	391.1	81.2	29.6	*
8	85.M.An.55	0.45	6.11	52	2390	2760	1730	4140	1195	5380	*	*
9	85.M.An.56	0.3	0.23	2.4	3360	76	620	3985	500	177	*	*
10	85.M.An.132	1	0.62	16.4	21600	6.5	130	40	94.6	6.7	23.5	*
11	85.M.An.133	0.7	0.40	15	14400	210	92	280	468.8	357.3	90.2	*
12	85.M.An.134	0.5	3.55	33.1	2798	2788	105	2300	2004	3989	74.7	*
13	85.M.An.67	0.6	0.85	15.6	22000	40	94	1825	245	20	*	*
14	85.M.An.39	1	1.08	9	82000	*	*	*	*	*	*	*
15	86.M.An.289	0.3	1.72	5.2	2587	29	32.4	598.8	65	0.1	19.6	32.4
16	86.M.An.291	0.2	4.07	8.2	58635	31	50.7	561.6	95	0.1	75.7	50.7
17	86.M.An.292	0.2	1.74	9.2	3536	39	29.9	116.9	47	2.4	206.3	29.9
18	86.M.An.294	0.2	6.77	27.9	50675	109.9	220.3	483.9	1061.5	675.3	257.4	220.3
19	86.M.An.297	0.7	0.27	19.6	13905	57.4	124	2179	125.9	0.1	32.6	124
24	86.M.An.301	0.5	0.45	11	3827.5	52.2	71.3	948	53.7	0.1	100.8	71.3
Average		0.5725	5.0705	20.46	16754.58	465.71	232	1731.57	460.918	702.718	85.6786	88.1

جدول ۳-۴- نتایج آنالیز نمونه‌های رگه کوارتزی GV2 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریستی حاشیه رگه کوارتزی GV2، تعداد ۱۵ نمونه انتخاب

شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۱۱۰ تا

۷۱۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۵). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های

مذکور حدود ۲۷۰ میلی‌گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag و Cu نیز عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهند. عیار متوسط مس و نقره بترتیب حدود ۰/۸ درصد و ۳/۷ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۵).

Alteration Zone around GV2												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.128	0.3	0.11	5.5	3100	22	94	920	294.1	64.2	25.9	*
2	86.M.An.288	0.2	0.15	2.4	7022.5	80.3	68.2	19.8	<0.5	3.9	2.7	4.3
3	86.M.An.290	0.25	0.33	0.3	2784	20.3	32.5	53.7	10.2	1.6	<0.1	5
4	86.M.An.293	0.3	0.16	1.8	6878	32.4	33.4	149.8	32.2	1.1	4.9	5.4
5	86.M.An.295	4	0.33	4.6	7355	38.1	52.9	94.2	76.3	21.4	2.6	6.1
6	86.M.An.296	3	0.71	10.3	8056.5	152.9	72.1	107.1	115.6	51.3	60.2	15.1
7	86.M.An.298	1	0.24	3.5	6488	38.8	38.8	84.3	9.1	2.9	7.3	4.5
8	86.M.An.299	2	0.29	4.9	26925	12.9	51	52.9	1.9	2	2	11.5
9	86.M.An.300	0.6	0.15	2.7	4978	32.4	43.7	130.5	<0.5	4.1	0.2	13.6
10	86.M.An.345	0.35	0.17	1.4	4475	28.2	30.6	103.4	100.7	2.1	2.4	1.2
11	86.M.An.347	2	0.33	4.3	13728	103	74.7	24.5	640.5	16.1	<0.1	100.5
Average		1.272727	0.27	3.7909	8344.545	51.02727	53.80909	158.2	142.2889	15.51818	12.02222	16.72

جدول ۳-۵- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه کوارتزی GV2 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• نمونه‌های متفرقه

همچنانکه قبلاً نیز گفته شد، در منطقه قره‌چیلر به غیر از دو رگه اصلی، تعدادی رگه فرعی نیز وجود دارد. تعداد ۴ نمونه از این رگه‌ها انتخاب گردید. دامنه تغییرات طلا در این نمونه‌ها بین ۹۰ تا ۸۳۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۶). عناصر Ag و Cu عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهند (جدول ۳-۶). بقیه عناصر از تمرکز بالایی برخوردار نبوده و تنها Mo در یکی از نمونه‌ها قابل توجه است (جدول ۳-۶).

مصرفه قره چیلر										
No	sample code	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi
1	85.M.An.26	0.09	5	*	*	*	415	*	*	*
2	85.M.An.40	0.83	3.95	16500	*	*	45.8	*	*	*
3	85.M.An.41	0.56	65	22000	*	*	*	*	*	*
4	85.M.An.54	0.2	3.5	8150	26	40	61.8	58	6	*
Average		0.42	19.3625	15550	26	40	174.2	58	6	

جدول ۳-۶- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه‌های فرعی قره چیلر و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

همچنین تعداد دو نمونه از دایکهای ریولیتی- ریوداسیتی موجود در منطقه قره چیلر که همراهی نزدیکی با رگه‌های کوارتزی دارند، انتخاب گردید. این دو نمونه حاوی عیار ۳۹ و ۱۴۰ میلی گرم در تن طلا می‌باشند. عیار نقره در این نمونه‌ها بترتیب ۰/۲ و ۰/۵ گرم در تن می‌باشد. بقیه عناصر تمرکز بالایی را نشان نمی‌دهند. با توجه به غنی‌شدگی طلا در این دایکها، می‌توان گفت که ارتباط کانی‌سازی طلا در منطقه قره چیلر با این دایکها محتمل است.

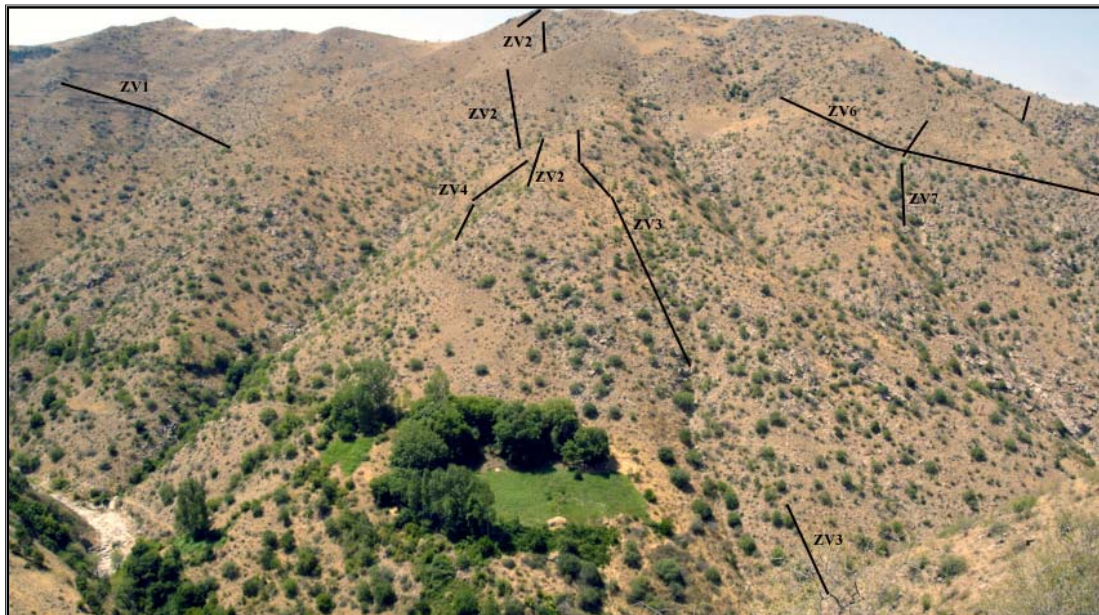
۳-۲-۲- منطقه زرلی دره

زرلی دره نام منطقه‌ای در حد فاصل روستاهای انیق و قره چیلر واقع در ضلع باختری رودخانه انیق می‌باشد. کانی‌سازی در منطقه زرلی دره عبارت از ۸ رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی سیلیسی در داخل توده گرانودیوریتی می‌باشد (شکل ۳-۶). مشخصات کلی رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه یاد شده در جدول ۳-۷ نشان داده شده است. فعالیت‌های معدنی قدیمی در این منطقه مشاهده نمی‌شود. علاوه بر رگه‌های کوارتزی یاد شده، چندین رگه کوارتزی در ضخامت‌های باریکتر و طولهای کوتاه‌تر در این منطقه وجود دارد. بخش عمده این رگه‌ها دارای امتداد کلی خاوری- باختری و شیب حدود ۷۰-۳۰ درجه به سمت شمال می‌باشند. رگه‌های کوارتزی دارای بافت‌های متراکم و توده‌ای، لانه زنبوری (شکل ۳-۷) و

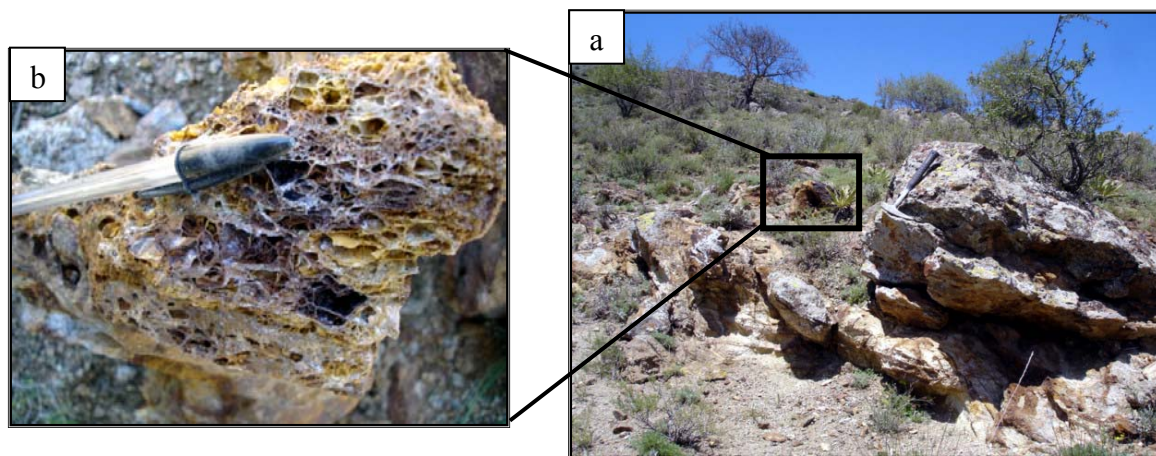
برشی بوده و کانی‌سازی سولفیدی (عمدتاً پیریت و مقادیری کالکوپیریت) در داخل آنها وجود دارد. رگه کوارتزی ZV5 دارای تشابهات زیادی با رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر می‌باشد (از نظر بافت رگه کوارتزی، محتوای بالای کانی‌سازی مس و امتداد رگه کوارتزی). در برخی نقاط بویژه رگه ZV1، برشهای هیدروترمالی عمومیت دارند (شکل ۳-۸). هاله‌های دگرسانی در اطراف این رگه‌ها عموماً محدود بوده و کمتر از یک متر می‌باشد. امتداد برخی از رگه‌های کوارتزی منطقه زرلی دره در سمت خاوری رودخانه انیق قابل پیگیری است. عملکرد گسل‌های مختلف در این منطقه نیز باعث جابجایی رگه‌های کوارتزی گشته است.

نام منطقه	شماره رگه کوارتزی و زون مینرالیزه	ضخامت زون مینرالیزه و رگه کوارتزی	طول زون مینرالیزه و رگه کوارتزی	امتداد کلی زون مینرالیزه و رگه کوارتزی
زرلی دره	ZV1	۲-۳ متر	حدود ۴۰۰ متر	N 50-70 E
	ZV2	۱/۵-۵ متر	حدود ۶۰۰ متر	N 90 E
	ZV3	حدود یک متر	حدود ۳۰۰ متر	N 80-110 E
	ZV4	۲-۴ متر	حدود ۲۰۰ متر	N 120-140 E
	ZV5	۱/۵-۰/۵ متر	حدود ۶۵۰ متر	N 120-150 E
	ZV6	۱-۰/۵ متر	حدود ۳۰۰ متر	N 60 E
	ZV7	حدود یک متر	حدود ۳۰۰ متر	N 140-160 E
	ZV8	حدود ۲ متر	حدود ۲۰۰ متر	N 150-160 E

جدول ۳-۷- مشخصات کلی رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه موجود در منطقه زرلی دره.



شکل ۳-۶- نمایشی از منطقه زرلی دره و موقعیت رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه در این منطقه (دید به سمت خاور).



شکل ۳-۷- (a) نمایشی از رگه کوارتزی ZV3 در منطقه زرلی دره (دید به سمت شمال باختر). (b) نمایشی نزدیک از بافت لانه زنبوری در بخش مرکزی رگه کوارتزی ZV3



شکل ۳-۸- نمایی نزدیک از برشهای هیدروترمالی حاوی کانی سازی سولفیدی فراوان در رگه ZV1

❖ فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه زرلی دره

همچنانکه گفته شد، کانی سازی در منطقه زرلی دره عبارت از ۸ رگه کوارتزی و زون مینرالیزه اصلی بنامهای ZV1، ZV2، ZV3، ZV4، ZV5، ZV6، ZV7 و ZV8 و چند رگه کوارتزی فرعی و کوچک حاوی کانی سازی سولفیدی پیریت و کالکوپیریت می باشد. لازم بذکر است که دایکهای با ترکیب ترکی آندزیتی در همراهی نزدیک با رگه های کوارتزی و زونهای مینرالیزه در این منطقه وجود دارد که در برخی نقاط مشکوک به کانی سازی هستند. در این بخش نیز بترتیب نمونه های مربوط به هر یک از رگه ها و زونهای مینرالیزه بصورت جداگانه (ابتدا نمونه های مربوط به خود رگه و سپس نمونه های مربوط به حاشیه های سیلیسی و سریسیتی رگه) مورد بررسی قرار می گیرند.

• رگه کوارتزی، زون کانی سازی و برشی ZV1

بطور کلی تعداد ۲۶ نمونه از بخشهای مختلف رگه ZV1 برداشته شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تمرکز طلا در این رگه بسیار بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۱۸۰ تا ۳۵۹۰۰۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۸). نمونه 85.M.An.86 که کمترین عیار طلا را دارد (۱۸۰ ppb)، عبارت از گرانودیوریت سیلیسی شده حاوی رگچه‌های کوارتزی فراوان در حاشیه رگه کوارتزی اصلی می‌باشد. نمونه 86.M.An.242 بیشترین عیار طلا را در کل منطقه مطالعاتی دارا بوده است (۳۵۹ ppm). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور (بدون احتساب نمونه 86.M.An.242)، حدود ۵۵۱۴ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag، As، Sb و Bi عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند (جدول ۳-۸). عیار متوسط نقره در نمونه‌های این رگه، حدود ۱۸/۷ گرم در تن می‌باشد. عیار مس چندان قابل توجه نبوده و تنها در دو نمونه عیارهای بالا (۲/۷ و ۰/۳۷ درصد)، مشاهده می‌شود. مولیبدن نیز عیارهای نسبتاً در خور توجهی را نشان داده است. عیار بالای عنصر دما بالای بیسموت (۴۰۲ ppm، ۳۸۶ ppm، ۳۵۰ ppm، ۲۷۹ ppm، ۲۳۲ ppm و ۲۰۰ ppm) همراه با عیار بالای عناصر دما پایین As و Sb در این رگه جالب توجه است. با توجه به اینکه در مقاطع صیقلی نمونه‌های این رگه کانیهای نظیر آرسنوپیریت یا استینیت شناسایی نشده است، احتمال می‌رود که عیار بالای عناصر مذکور در ارتباط با کانیهای سولفوسالت بوده باشد. همچنین تمرکز بالای As در این نمونه‌ها را می‌توان اینگونه توضیح داد که احتمالاً پیریت‌های موجود از نوع پیریت‌های آرسنیک‌دار باشند.

ZVI												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.25	0.6	0.4	16.5	60	*	*	*	*	*	*	*
2	84.M.SI.114	2	0.2	*	322	*	*	*	*	*	*	*
3	85.M.An.8	1	2.1	9	27000	*	*	*	*	*	*	*
4	85.M.An.9	0.5	52	93	*	*	*	*	*	*	*	*
5	85.M.An.76	0.5	4.83	8.6	210	370	65	180	988.5	82.8	13.8	*
6	85.M.An.77	1	3.60	13.7	3783	280	390	64	6714	3212	232.8	*
7	85.M.An.78	0.5	10.7	114.4	170	1417	46	1450	3002	17600	92.7	*
8	85.M.An.79	0.5	27.3	17.1	300	240	86	230	2458	3606	75.5	*
9	85.M.An.10	0.5	0.6	8	0.36	*	*	*	*	*	*	*
10	85.M.An.80	0.5	3.38	5.8	47	170	56	29	214.4	55.8	12.3	*
11	85.M.An.81	0.5	0.56	1.7	78	120	50	30	432.9	80.4	151	*
12	85.M.An.84	0.2	1.86	12.6	50	680	96	270	5208	283.7	402.6	*
13	85.M.An.86	0.5	0.18	2.8	33	111	47	19	1125	18.9	78.3	*
14	85.M.An.87	0.3	0.40	8.6	23	42	41	15	261.4	21.6	279.9	*
15	85.M.An.88	0.4	0.20	1.1	36	32	30	13	193.1	67.9	43.5	*
16	85.M.An.89	0.25	0.26	5.1	30	69	41	16	416.2	154.6	386.9	*
17	85.M.An.49	0.5	0.45	2.8	40	28	30	6.66	131	19	*	*
18	85.M.An.236	0.7	6.54	19	150	290	90	350	1020	1620	200	*
19	85.M.An.237	1	3.35	18	520	220	150	225	1385	1400	72	*
20	85.M.An.238	1.1	3.11	25	370	270	75	615	2350	2100	120	*
21	85.M.An.239	1	1.52	11	630	280	135	352	1535	1300	25	*
22	85.M.An.240	1.1	2.26	24	1250	260	240	415	3130	1080	8	*
23	85.M.An.241	1.4	4.72	11	110	590	60	487	2000	890	62	*
24	85.M.An.243	1	6.58	20	450	1000	80	990	3100	850	200	*
25	86.M.An.375	0.7	0.75	1.7	239.6	35.7	51.6	15.9	166.3	142.3	99.8	51.6
	Average	0.73	5.514	18.770833	1495.915	325.235	92.98	288.628	1791.54	1729.25	134.5316	51.6
	85.M.An.242	0.8	359	142	200	1600	100	2480	5000	3200	350	*

جدول ۳-۸- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZVI و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی حاشیه رگه کوارتزی ZVI، تعداد ۱۷ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۴۸ تا ۷۵۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۹). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۱۵۸ میلی‌گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag و As نیز عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهند. عیار متوسط نقره حدود ۲/۲۶ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۹).

Alteration Zone around ZV1												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.82	0.2	0.17	0.8	40	150	80	42	336.7	41.9	25.2	*
2	85.M.An.83	0.3	0.12	0.9	180	190	130	49	365.9	68.5	28.6	*
3	85.M.An.90	0.5	0.088	0.5	110	88	290	9.8	55.0	18.7	4.1	*
5	86.M.An.276	0.5	0.084	2.2	171	20.2	50.9	10.4	389.7	62.4	7.4	7.4
6	86.M.An.277	0.5	0.09	2.8	137.1	18.2	56.9	11.5	80.8	49.3	7.8	10.7
7	86.M.An.278	3	0.053	1.8	301.9	21.8	76.8	5.6	81.1	29.7	3	7.7
8	86.M.An.279	2	0.25	4.2	194.6	393.5	169.2	35.2	7718.5	99.2	19.1	10.1
9	86.M.An.368	1.3	0.044	2.6	264.1	16.3	83.3	7.5	3	18.1	2.1	9.7
10	86.M.An.369	0.3	0.16	3.3	264.2	10.1	28.4	15.2	85.5	89.5	109.4	20.1
11	86.M.An.370	1.9	0.15	2.8	187.2	15.2	79.7	8.8	<0.5	35.8	<0.1	35.6
12	86.M.An.371	1.7	0.058	<0.1	316.8	30.6	60.2	3	73.4	40.5	<0.1	7.8
13	86.M.An.372	0.7	0.048	0.8	128.6	34.1	45	15.3	50.4	87.5	33.3	5.9
14	86.M.An.373	0.7	0.13	2.5	54.8	29.2	50.9	7.4	402.2	76.8	72.9	11.3
15	86.M.An.374	1	0.19	4.1	80.5	33.5	32.5	8.1	269.5	74.4	<0.1	13.4
16	86.M.An.375	0.7	0.75	1.7	239.6	35.7	51.6	15.9	166.3	142.3	99.8	8
17	86.M.An.376	0.7	0.15	2.9	335.2	23.8	151.1	3.4	328.9	8	<0.1	10.1
	Average	1	0.158438	2.26	187.85	69.3875	89.78125	15.50625	693.79333	58.9125	34.391667	12.138462

جدول ۳-۹- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه کوارتزی ZV1 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی ZV2

بطور کلی تعداد ۲۳ نمونه از بخش‌های مختلف رگه ZV2 انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تمرکز طلا در این رگه نیز بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۱۹۰ تا ۴۵۹۰۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۰). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه حدود ۴۲۵۶ میلی‌گرم در تن بدست آمده است. عنصر Ag تمرکز بالایی داشته و عیار متوسط آن حدود ۸ گرم در تن می‌باشد. عناصر As و Bi عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند (جدول ۵-۱۰). در نمونه‌های این رگه نیز تمرکز بالای عنصر دما بالای بیسموت (۴۴۹ ppm، ۲۹۸ ppm، ۲۴۸ ppm و ۱۹۹ ppm) همراه با عیار بالای عنصر دما پایین As قابل توجه است. مس عمدتاً عیار پایینی داشته و تنها در چند نمونه عیار آن

حداکثر به ۰/۲ درصد می‌رسد. تنگستن تنها در ۶ نمونه اندازه‌گیری شده است که از بین آنها، عیار دو نمونه نسبتاً قابل توجه می‌باشد (۳۱۲ ppm و ۱۶۷ ppm).

نکته قابل توجه در ارتباط با کانی‌سازی در این رگه اینست که در بالاترین نقطه و انتهای باختری آن، کانی‌سازی بصورت زون مینرالیزه سیلیسی (کالسدونی) و کربناتی در ضخامت قابل توجه (بیشتر از ۱۵ متر) می‌باشد که به سمت خاور و ارتفاعات پایین‌تر، به رگه کوارتزی حاوی کانی‌سازی سولفیدی تبدیل می‌شود. نتایج آنالیز نمونه‌ها نشانگر اینست که در بخش‌های بالایی رگه (بخش کربناتی)، عیار طلا در حدود ۰/۵ ppm بوده که به سمت ارتفاعات پایین‌تر عیار نمونه‌ها بالاتر می‌رود.

ZV2												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.99	1.5	0.62	2.5	160	210	80	42	239.5	223.6	91.2	*
2	84.M.SI.115	0.5	0.4	3	48	*	*	*	*	*	*	*
3	85.M.An.47	0.5	1.52	13.3	60	123	45	14.4	3255	22	*	*
4	85.M.An.100	0.4	2.49	1.9	38	31	53	4.5	82.1	2.5	11	*
5	85.M.An.102	0.3	3.34	13.7	1485	220	78	320	391.1	407.7	169.9	*
6	85.M.An.103	1	0.32	0.9	1993	28	115	4.2	345.1	156.1	35.9	*
7	85.M.An.106	0.5	0.19	1.1	66	270	30	310	632.5	36.4	100.7	*
8	85.M.An.107	0.5	0.21	1.1	200	120	60	480	478.9	133.6	95.9	*
9	85.M.An.108	0.2	0.34	5.8	285	190	66	44	2940	282.5	173	*
10	85.M.An.109	1.5	0.46	6.9	420	68	76	83.5	2897	287.3	248.8	*
11	85.M.An.110	0.25	22.3	56.4	220	8	50	29	210.2	86.4	94.4	*
12	85.M.An.111	0.4	45.9	31	345	83	55	21	252.8	6.1	298.4	*
13	85.M.An.48	1	0.81	2.3	85	195	30	170	5725	107	*	*
14	85.M.An.52	0.4	1	2.7	170	230	314	33.8	3970	28	*	*
15	85.M.An.228	0.3	1.42	4.5	155	80	65	41.4	268	14	19.5	*
16	85.M.An.232	0.3	0.32	1.5	84	20	50	3.96	84	12	5	*
17	85.M.An.235	0.2	1.31	0.87	60	30	55	17.2	147	105	7	*
18	86.M.An.270	0.5	3.26	4.5	270.2	49.6	18	41.9	75.3	35	597	18
19	86.M.An.385	1.1	7.02	11.6	988	39.2	312.4	11.8	295.4	199.9	61.3	312.4
20	86.M.An.387	0.6	3.42	10	283.6	928.1	48.2	40.7	234	173	199.9	48.2
21	86.M.An.389	0.4	0.46	5.5	1737	255.2	167.3	130.6	497.3	134.8	449.2	167.3
22	86.M.An.396	0.8	0.37	1.9	126.9	216.4	10.4	483.6	473.2	65.7	64.1	10.5
23	86.M.An.398	0.7	0.42	2.3	291.1	61.3	27.1	64.7	578.9	22.1	69.7	27.1
	Average	0.60217391	4.2565217	8.0552174	416.12174	157.082	82.064	108.7391	1094.195	115.4864	146.9421	97.25

جدول ۳-۱۰- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV2 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی حاشیه رگه کوارتزی $ZV2$ ، تعداد ۳۴ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۳۶ تا ۴۹۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۱). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۱۵۴ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عنصر Ag نیز عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود ۱/۸۳ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۱۱). تعدادی از نمونه‌ها، عیارهای نسبتاً بالایی از مس را نشان می‌دهند.

Alteration Zone around ZV2												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.96	1	0.088	0.3	160	25	870	5.6	188	52.2	10	*
2	85.M.An.97	1.2	0.036	0.4	420	22	360	8.3	159.9	21.9	4.1	*
3	85.M.An.98	2	0.084	0.4	320	46	1373	9.6	38.7	17.4	2.5	*
4	85.M.An.101	1	0.096	6.9	1583	58	185	36	520.8	488.5	33.8	*
5	85.M.An.103	1	0.32	0.9	1993	28	115	4.2	345.1	156.1	35.9	*
6	85.M.An.105	0.5	0.12	5.1	102	500	80	950	646.3	87.1	63.7	*
7	85.M.An.123	0.5	0.18	3.8	360	23	43	21	1360	65.9	68.2	*
8	85.M.An.124	1	0.056	1.1	280	26	46	34	4664	31.3	45.4	*
9	86.M.An.222	1.2	0.15	0.9	175	40	80	2.91	197	20	5.5	*
10	86.M.An.223	0.5	0.053	0.26	80	20	60	2.73	205	13	3	*
11	86.M.An.225	0.6	0.17	0.21	350	20	270	17.1	180	10	0.65	*
12	86.M.An.226	1	0.22	0.74	88	45	140	19.5	650	42	20	*
13	86.M.An.227	0.6	0.057	0.3	150	20	60	5.63	32	2.5	0.95	*
14	86.M.An.229	0.3	0.49	2.9	65	110	44	28.3	340	18	25	*
15	86.M.An.230	0.6	0.13	0.41	80	72	120	14.6	75	17.5	5.5	*
16	86.M.An.231	0.6	0.039	0.14	100	20	60	3.84	30	7	1.1	*
17	85.M.An.233	0.6	0.16	1.1	150	30	65	36.2	410	35	17	*
18	85.M.An.269	0.4	0.18	3.1	805.7	27.6	21.4	21.5	714.2	13.1	24.8	124.8
19	85.M.An.271	1	0.26	3.5	1077	18	34.5	17.5	54.3	4	9.7	15.8
20	85.M.An.272	1.4	0.18	2	2940.5	34.5	80	20	233.1	29.8	39.6	21.8
21	85.M.An.379	1.2	0.11	3.1	529.8	53	104	2.7	119.9	36.4	34.5	12
22	85.M.An.380	0.5	0.22	3.4	940.9	252.5	295.9	16.8	2253	250.3	46.9	25.5
23	85.M.An.381	2	0.14	3	116.6	141.2	231.5	5.1	461.6	75.9	58.5	18.2
24	85.M.An.382	1.4	0.14	0.7	330.1	42.3	184.4	10.5	51.8	59.4	34.1	17.8
25	85.M.An.383	2	0.11	1.3	1038	32	124.5	3.4	29.2	23.5	35.3	18.2
26	85.M.An.384	1.7	0.15	1.5	552.3	22.7	400.7	0.4	59.7	59.9	41.7	30.2
27	85.M.An.386	2	0.09	1.9	76.1	162.5	14	21.9	88.7	135.3	96.6	43.8
28	85.M.An.388	0.9	0.14	2.8	1350	98.1	218.8	6.4	114.6	53.8	52.1	42.9
29	85.M.An.390	1.8	0.14	1.2	642.4	17.3	34.6	5.8	38.5	20.9	11.2	10.7
30	85.M.An.391	1.4	0.1	0.7	523.2	25.5	63.3	12.1	481.2	9.5	<0.1	14.7
31	85.M.An.392	0.8	0.11	2.1	469.1	43.2	53	12.5	1354	18.4	76.1	15.3
32	85.M.An.394	2	0.14	1.3	116.5	81.9	15	248.7	785	32.7	3.6	34.8
33	85.M.An.395	0.6	0.25	1.8	42.5	227.7	9.7	216.9	228.6	45.4	70.1	20.3
34	85.M.An.397	1.3	0.35	3	629.9	141.1	35.5	40.2	2395	105.9	75.3	10.8
Average		1.0764706	0.154676	1.83118	548.13529	74.297059	173.28824	54.76206	573.65294	60.576471	31.890909	28.094118

جدول ۳-۱۱- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سرسیتی رگه کوارتزی ZV2 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی ZV3

بطور کلی تعداد ۱۸ نمونه از بخش‌های مختلف رگه ZV3 برداشته شده است. بر اساس نتایج

بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، عیار طلا در این رگه نیز بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۱۸۰

تا ۲۳۹۰۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۲). نمونه 85.M.An.137 که کمترین عیار طلا را دارد (۱۸۰ ppb)، عبارت از برشهای هیدروترمالی غنی از کانی‌سازی سولفیدی پیریت در داخل رگه کوارتزی اصلی می‌باشد. بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه در حدود ۲۷۳۰ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عیار مس در برخی نمونه‌ها قابل توجه است، بویژه عیار این عنصر به سمت خاور (ارتفاعات پایین تر) بالا می‌رود. مولیبدن و آنتیموان عیارهای در خور توجهی را نشان نداده‌اند. عناصر Ag، As و Bi عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند (جدول ۳-۱۲). عیار بالای عنصر دما بالای بیسموت (۶۰۰ ppm، ۵۰۰ ppm، ۳۲۴ ppm، ۲۳۶ ppm و ۲۳۰ ppm و ۱۷۴) همراه با عیار بالای عناصر دما پایین As در این رگه نیز جالب توجه است. بیشترین عیار بدست آمده برای بیسموت (۶۰۰ ppm) در منطقه مطالعاتی مربوط به این رگه می‌باشد. با توجه به اینکه عیار فلزات پایه‌ای نظیر سرب و روی در این نمونه‌ها پایین است، احتمال می‌رود که عیار بالای عناصر آرسنیک و بیسموت در ارتباط با کانیهای سولفوسالت نبوده باشد و احتمالاً پیریت‌های موجود از نوع پیریت‌های آرسنیک‌دار باشند.

ZV3												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.14	0.3	1.7	5	*	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.114	0.35	1.03	2.8	38	40	46	27.5	12400	6.7	324.8	*
3	85.M.An.125	0.4	23.9	7.5	93	34	30	13	231.1	2.8	30.8	*
4	85.M.An.126	0.3	0.56	1	150	22	66	50	1276	8.9	500.1	*
5	85.M.An.137	0.4	0.18	8.9	89	185	64	58	341.8	18.7	174.1	*
6	85.M.An.140	0.35	0.21	2.7	120	190	43	34	996.1	125.8	28.4	*
7	85.M.An.34	0.4	0.18	4.8	*	*	*	*	*	*	*	*
8	85.M.An.141	0.3	1.88	2.9	86	49	63	34	279.4	3.6	62.1	*
9	85.M.An.32	0.35	1.96	35.3	*	*	*	*	*	*	*	*
10	85.M.An.33	0.4	0.32	2.2	5061	*	*	*	*	*	*	*
11	86.M.An.202	0.2	2.85	4.3	300	10	45	6	108	4.5	16	*
12	86.M.An.204	0.4	4.85	7.2	200	33	50	10.9	106	6.5	170	*
13	86.M.An.208	0.3	3.6	3.1	500	50	90	10.6	3500	15	59	*
14	86.M.An.215	0.5	1.79	2.4	305	55	55	77.9	9800	32	230	*
15	86.M.An.218	0.5	1.55	1.3	550	25	80	30.1	730	4.7	41	*
16	86.M.An.220	0.4	0.99	2.7	55	30	45	38.4	1110	4.5	600	*
17	86.M.An.280	0.6	1.32	2.1	222.5	105.7	44.4	58.7	713.9	8	236.1	44.4
18	86.M.An.284	0.7	0.33	6.2	1655.5	184	58.2	23.2	838	35.4	1361	58.2
	Average	0.39722222	2.7333333	5.6888889	628.33333	72.3357	55.686	33.73571	2316.45	19.79286	273.8143	51.3

جدول ۳-۱۲- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV3 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریستی حاشیه رگه کوارتزی ZV3، تعداد ۳۵ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۶۱ تا ۷۵۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۳). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۲۶۰ میلی‌گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Pb, Zn, Mo و Sb فاقد عیارهای قابل توجهی را نشان نمی‌دهند. عنصر Ag عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود ۲/۴۳ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۱۳). تعدادی از نمونه‌ها، حاوی عیارهای بالایی از Bi و W می‌باشند. عیار As نیز در برخی از نمونه‌ها بالا است که احتمالاً حاکی از حضور این عنصر در ارتباط با پیریت باشد (پیریت آرسنیک‌دار).

Alteration Zone around ZV3												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.112	0.3	0.17	1.7	110	11	32	32	4931	7.6	215	*
2	85.M.An.113	0.3	0.18	1.1	94	25	40	18	4785	7.7	304.5	*
3	85.M.An.138	0.5	0.11	0.9	80	120	36	38	471.2	4.9	44.2	*
4	85.M.An.139	0.3	0.068	0.7	120	120	64	48	777.4	9.7	42.6	*
5	85.M.An.63	0.6	0.26	2	3160	14	58	79.9	587	10	*	*
6	85.M.An.64	1	0.45	12.7	6190	90	171	6.52	5290	385	*	*
7	86.M.An.200	2.4	0.3	0.5	370	10	45	3	19	15	40	*
8	86.M.An.201	0.13	0.86	2.1	400	20	68	2.85	60	0.76	2	*
9	86.M.An.203	0.2	0.49	0.87	350	10	68	3	17.5	1.2	3	*
10	86.M.An.205	0.2	0.27	1.8	250	20	45	8.5	218	5.1	11.5	*
11	86.M.An.206	2	0.14	0.45	250	10	60	1.35	8	1.4	1	*
12	86.M.An.207	0.3	0.32	0.33	300	45	85	2.35	18.5	1	0.95	*
13	86.M.An.209	0.3	0.57	0.55	300	15	82	6.5	287	6.5	2.1	*
14	86.M.An.210	0.3	0.97	0.53	27	15	55	2.65	350	13	3	*
15	86.M.An.211	0.7	0.079	0.51	500	15	77	5.25	1110	6.5	10.5	*
16	86.M.An.212	0.3	0.061	0.53	600	20	90	28.6	4100	10	1.5	*
17	86.M.An.213	2.2	0.073	0.18	140	18	70	4.5	1820	3.8	1.4	*
18	86.M.An.214	0.7	0.75	0.39	200	18	68	10.3	1935	1	18	*
19	86.M.An.216	0.3	0.068	0.64	160	18	105	17.8	3520	14	20	*
20	86.M.An.217	5	0.19	0.4	250	15	60	4.33	45	11	2.6	*
21	86.M.An.219	0.4	0.079	0.26	300	10	60	7.78	195	6.3	4	*
22	86.M.An.221	0.5	0.48	4.3	100	15	65	20	47	16	65	*
23	86.M.An.281	0.6	0.2	1.2	135.3	56.2	38.3	10.9	96	5.8	151.7	197
24	86.M.An.282	0.5	0.15	1.8	160.4	50.1	36.2	6.6	995.5	8.4	<0.1	140.7
25	86.M.An.283	0.2	0.09	3	19.2	15.6	30.1	33.5	1079	10.9	36.2	9.4
26	86.M.An.285	0.4	0.23	18.2	849.5	40.7	18	42.1	369	9.6	366.7	28.2
27	86.M.An.286	0.5	0.2	8.5	2475	20.8	46.8	27	766.1	10.6	41.3	30.5
28	86.M.An.287	1	0.11	2.9	4328	95.9	56.7	98.2	1316	100.9	386.2	60.1
29	86.M.An.404	1.3	0.15	0.4	1894.5	37.4	94.2	18.1	96.5	38.3	57.3	35.7
30	86.M.An.405	0.4	0.09	0.5	1077.1	10.5	58.4	12.8	77.5	1.7	<0.1	28.2
31	86.M.An.406	0.7	0.18	1.6	1565	91.8	42.1	48.7	181.1	0.8	<0.1	759.8
32	86.M.An.407	0.4	0.35	3.7	608	33.2	18.5	209.9	80.6	9.2	86.5	132.2
33	86.M.An.408	1	0.15	2.2	2178	31.4	50.9	17.8	171.8	23.7	3.6	145.1
34	86.M.An.409	1.3	0.28	6.1	743.8	47	31.6	12.4	35.1	2	13.2	647
35	86.M.An.410	0.3	0.072	1.4	523.7	21.2	25.4	2.8	17.9	4.2	12.2	45.1
Average		0.79	0.26	2.43	880.24	34.45	58.61	25.49	1024.96	21.82	64.93	173.77

جدول ۳-۱۳- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سربستی رگه کوارتزی ZV3 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی ZV4

تعداد ۲۰ نمونه از بخش‌های مختلف رگه ZV4 برداشته شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تمامی نمونه‌ها عیار تقریباً مشابهی را در حدود ppm ۵/۰ نشان می‌دهند. دامنه

تغییرات طلا بین ۲۰۰ تا ۱۶۰۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۴). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه در حدود ۴۹۴ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Ag و As عیارهای بالایی را در این رگه نشان می‌دهند (جدول ۳-۱۴). عیار متوسط نقره در حدود ۸/۶۴ گرم در تن می‌باشد. نکته جالب توجه در خصوص نمونه‌های این رگه، عیارهای قابل توجه AS در تمامی نمونه‌ها می‌باشد (برخی نمونه‌های حاوی بیشتر از یک درصد AS هستند). با در نظر گرفتن عیار پایین فلزات پایه‌ای نظیر مس و سرب و روی در این نمونه‌ها، احتمال می‌رود که عیار بالای این عنصر در ارتباط با پیریت باشد. بدین مفهوم که پیریت‌های موجود در این رگه، از نوع پیریت‌های آرسنیک‌دار باشند. مشابه با رگه ZV3، تعدادی از نمونه‌های این رگه نیز از تمرکز بالای بیسموت برخوردار هستند (۶۷۰ ppm، ۶۰۰ ppm و ۳۳۲ ppm و ۲۱۳ ppm). بیشترین عیار بیسموت در کل منطقه مطالعاتی مربوط به این رگه می‌باشد (۶۷۰ ppm). بطور کلی عناصر Cu، Sb، Mo، Zn، Pb از عیارهای بالایی برخوردار نبوده و تنها در تعداد معدودی از نمونه‌ها، عیار آنها قابل توجه است.

ZV4												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.12	0.5	0.3	4	647	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.13	0.5	0.4	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	85.M.An.115	0.5	0.38	16.1	120	130	40	109.5	2698	72.3	105.3	*
4	85.M.An.116	0.4	0.32	3.8	49	110	130	120	1701	63.2	26.7	*
5	85.M.An.117	0.7	0.58	1.3	1638	28	150	220	2356	76	104.4	*
6	85.M.An.118	1.4	0.42	1.6	260	230	62	120	935.4	43.2	60.1	*
7	85.M.An.119	0.7	0.24	2.8	1360	107	90	150	2104	141.7	135	*
8	85.M.An.120	1	0.58	4.5	100	75	30	29	2951	12.2	50.3	*
9	85.M.An.121	0.3	0.25	47.1	240	145	30	190	14100	800.9	7.6	*
10	85.M.An.122	1	0.22	64.9	1575	440	30	290	11600	1646	332.5	*
11	85.M.An.53	0.5	0.66	1.4	25	95	30	79.3	384	17	*	*
12	86.M.An.245	0.3	0.49	0.53	400	10	70	3.49	175	4.1	3.7	*
13	86.M.An.246	0.5	0.26	1.4	670	38	40	12.5	3245	66	40	*
14	86.M.An.250	0.25	0.41	3.9	150	150	55	775	455	75	600	*
15	86.M.An.254	1.7	0.47	1.5	50	30	50	82	980	70	80	*
16	86.M.An.255	0.35	0.2	4.7	56	28	35	37.7	120	14	44	*
17	86.M.An.256	0.5	0.58	2.9	45	125	30	160	1000	7	670	*
18	86.M.An.257	0.3	0.95	1.2	62	70	30	46	3472	38	213	*
19	86.M.An.258	1.6	0.59	0.35	280	20	40	33.1	2115	22	7.1	*
20	86.M.An.263	0.1	1.59	0.33	1970	15	135	37.7	440	9.5	45	*
Average		0.655	0.4945	8.647895	510.3684	102.56	59.83	138.627	2823.97	176.561	148.512	*

جدول ۳-۱۴- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV4 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی حاشیه رگه کوارتزی ZV4، تعداد ۱۲ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۶۱ تا ۴۹۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۵). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۲۴۰ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عناصر Pb, Zn, Mo, Bi و Sb عیارهای قابل توجهی را نشان نمی‌دهند. عنصر Ag عیارهای نسبتاً بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود یک گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۱۵). عیار As نیز در اکثر نمونه‌ها بالا است که احتمالاً حاکی از حضور این عنصر در ارتباط با پیریت باشد (پیریت آرسنیک‌دار). مس نیز عیارهای نسبتاً بالایی را نشان داده است.

Alteration Zone around ZV4												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	86.M.An.244	0.4	0.4	0.66	945	20	110	6.95	97	3.2	12.5	*
2	86.M.An.245	0.3	0.49	0.53	400	10	70	3.49	175	4.1	3.7	*
3	86.M.An.246	0.5	0.26	1.4	670	38	40	12.5	3245	66	40	*
4	86.M.An.248	2	0.039	0.24	350	14	25	5.81	120	6	6.5	*
5	86.M.An.249	1.2	0.17	2.1	550	70	60	103	3750	20	77	*
6	86.M.An.251	1.4	0.1	2.5	200	27	30	64	800	75	50	*
7	86.M.An.252	0.35	0.19	1.5	1200	100	100	225	4305	110	40	*
8	86.M.An.253	1.5	0.4	1.4	550	65	120	143	3000	32	20	*
9	86.M.An.259	1.4	0.061	0.014	910	41	85	17.1	3600	8.5	16	*
10	86.M.An.260	1.3	0.21	1.3	730	40	80	24.2	3400	30	20	*
11	86.M.An.261	0.4	0.2	0.33	550	10	65	3.13	200	1.5	6.1	*
12	86.M.An.262	0.3	0.37	0.47	1210	25	80	16.8	960	18	27	*
Average		0.9208333	0.24083	1.037	688.75	38.33333	72.08333	52.0817	1971	31.19167	26.56667	*

جدول ۳-۱۵- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سربستی رگه کوارتزی ZV4 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی ZV5

تعداد ۱۷ نمونه از بخش‌های مختلف رگه ZV6 انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، عیار طلا در این رگه نیز نسبتاً بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۴۲۰ تا ۳۶۱۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۶). عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه در حدود ۱۲۶۴ میلی گرم در تن بدست آمده است.

این رگه از نظر کانی‌سازی مس شباهت زیادی به رگه‌های منطقه قره‌چیلر دارد. تمرکز مس در نمونه‌ها بسیار بالا بوده و عیار میانگین آن در کل نمونه‌ها در حدود ۱/۶۵ درصد می‌باشد (جدول ۳-۱۶). نقره نیز عیارهای بالایی را نشان می‌دهد. عیار متوسط آن ۶/۱۴ گرم در تن بدست آمده است. عیارهای As نیز نسبتاً بالا می‌باشد. عناصر Zn، Pb، Mo، Sb و Bi فافد عیارهای قابل توجه می‌باشند. نکته جالب توجه در مورد نمونه‌های این رگه، تمرکز بسیار بالای تنگستن در دو نمونه 86.M.An.320 و 86.M.An.322 است. دو نمونه یاد شده، حاوی

بیشترین تمرکز تنگستن در بین کل نمونه‌های منطقه مطالعاتی هستند (ppm ۱۱۵۸ و

ppm ۱۱۰۶) (جدول ۳-۱۶).

ZV5												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.149	1	0.91	3.4	23700	9.3	30	350	391.1	8.9	3.2	*
2	85.M.An.150	0.5	1.31	7.5	36000	74	99	200	2199	164.1	17.5	*
3	85.M.An.16	0.3	2.67	4	86000	*	*	*	*	*	*	*
4	85.M.An.152	0.7	0.42	2.4	21000	5.7	30	32	35.1	13.8	21.4	*
5	85.M.An.36	0.5	1.78	1.4	*	*	*	*	*	*	*	*
6	85.M.An.153	0.5	0.74	3.4	4103	7.2	36	68	2789	14.3	5.7	*
7	85.M.An.154	1	1.51	6.2	3095	450	99	68	1459	130.6	123.9	*
8	85.M.An.156	0.3	0.44	14	915	870	150	85	2965	123.8	9.9	*
9	85.M.An.71	0.7	0.72	9.2	15400	12.5	35	9.6	87.3	8.2	10.7	*
10	85.M.An.65	0.6	0.7	11.6	15000	13	21	80.2	354	6	*	*
11	86.M.An.305	0.3	0.35	0.8	477.3	11.7	12.7	17.3	1109	17.8	3.1	12.7
12	86.M.An.307	0.1	3.61	4.8	2295.5	24.3	47.7	11.1	7798	68.9	10	47.7
13	86.M.An.317	0.2	0.96	7	11857	45.9	41.3	14.5	6.2	7.3	5.4	41.3
14	86.M.An.320	0.3	1.64	6.7	2018.5	151	19.4	141.2	86.7	3.9	<0.1	1106
15	86.M.An.322	0.15	2.06	3.7	3455	150.1	26.5	107.9	385.9	2.4	<0.1	1158
16	86.M.An.349	0.5	1	2.9	31970	134.1	33.3	50.9	242.4	13.9	1	33.3
17	86.M.An.353	0.2	0.67	15.4	7863	105.3	280.3	16.5	867	474.6	14.1	280.3
Average		0.4617647	1.264118	6.141176	16571.83	137.61	64.08	83.48	1384.98	70.5667	18.825	382.8

جدول ۳-۱۶- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV5 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی حاشیه رگه کوارتزی ZV5، تعداد ۲۴ نمونه انتخاب

شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۴۶ تا

۹۶۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۷). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های

مذکور حدود ۳۴۷ میلی گرم در تن بدست آمده است.

مس عیارهای بالایی را در نمونه‌ها نشان داده و عیار متوسط آن حدود ۱/۰۴ درصد بدست آمده

است (جدول ۳-۱۷). عناصر Pb، Zn، Mo، Bi و Sb عیارهای قابل توجهی را نشان

نمی‌دهند. عنصر Ag عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود

۳/۲۲ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۱۷). عیار As نیز در تعدادی از نمونه‌ها نسبتاً

بالا است که احتمالاً حاکی از حضور این عنصر در ارتباط با پیریت باشد (پیریت

آرسنیک دار). نمونه 86.M.An.321 که از گرانودیوریت سیلیسی شده موجود در بین دو

رگه کوارتزی مربوط به نمونه‌های 86.M.An.320 و 86.M.An.322 برداشته شده است،

مشابه با دو نمونه یاد شده، بیشترین عیار تنگستن را در منطقه مطالعاتی نشان داده است

(۱۱۴۸ ppm) .

Alteration Zone around ZV5												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.155	0.4	0.17	14.4	15900	14	800	12	228.6	4.4	5.7	*
2	85.M.An.157	0.3	0.14	2.1	14100	790	1100	120	1707	75.9	1.8	*
3	86.M.An.303	0.3	0.29	3	9133.5	40.4	57.8	7.1	374.5	7	3	10
4	86.M.An.304	0.3	0.59	1.7	496.9	19.3	16	7.7	2709	36	<0.1	27.1
5	86.M.An.306	0.3	0.3	2.2	2852	26.6	56.4	18.4	2154.5	12.6	<0.1	33.2
6	86.M.An.308	2.75	0.96	1.9	1735	28.8	52.8	605	8010	39.7	1.5	36.5
7	86.M.An.309	1.5	0.046	1.1	4278	26.2	330.7	3.1	18.5	4.6	3.6	7.5
8	86.M.An.310	0.3	0.17	3.3	8097.5	88.1	563.5	10.9	718.2	8.8	<0.1	30.7
9	86.M.An.312	0.3	0.15	2.3	33195	9.5	785.4	12.2	885	4.7	2.8	<0.1
10	86.M.An.313	2.5	0.11	<0.1	1477	23.3	43.7	6.6	15.87	6.6	3.8	2.5
11	86.M.An.314	0.4	0.28	2	903.2	48.3	48.8	11.8	4305.5	6.7	0.5	23.5
12	86.M.An.315	0.4	0.11	3.7	13605	76.3	563.1	57.1	2008	44.6	<0.1	21.4
13	86.M.An.316	0.4	0.2	4.1	7812	28.2	15.8	24.9	18.1	4.8	4.8	3
14	86.M.An.317	0.3	0.96	7	11875	45.9	41.3	14.5	6.2	7.3	5.4	10.8
15	86.M.An.318	1.5	0.16	1.4	2283	15.6	32	10.8	1.7	6	6.2	3
16	86.M.An.319	0.2	0.49	2.6	12020	53.2	21.4	46	9.1	2.5	<0.1	35
17	86.M.An.321	0.3	0.29	3.1	776.8	114.6	13.5	33.8	71.5	7.1	<0.1	1143
18	86.M.An.323	0.2	0.38	1	32240	<0.5	36.3	23.1	225.7	4.6	3.1	30.3
19	86.M.An.348	0.4	0.25	1.4	11310	48.4	31.5	47.6	4.7	3.2	2.9	3
20	86.M.An.350	0.4	0.31	1.5	24220	113.6	30	6.2	<0.5	28.9	5.5	1.8
21	86.M.An.351	0.35	0.31	4.2	16270	72.6	30	12.9	38.9	5.2	1	8
22	86.M.An.352	0.6	0.83	6.3	9507	636.8	4138	6.6	1525.5	229.8	9.5	<0.1
23	86.M.An.354	0.7	0.28	1.5	101.6	81.4	13.6	214.9	1132.5	53.2	10.9	23.4
24	86.M.An.355	0.25	0.56	2.4	15740	84.2	342	10.8	917.3	195.2	4.9	10.4
Average		0.639583	0.34733	3.2261	10413.69	108.0565	381.8167	55.1667	1177.647	33.30833	4.272222	73.205

جدول ۳-۱۷- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه کوارتزی ZV5 و عیار متوسط

نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm) .

• رگه کوارتزی ZV6

تعداد ۶ نمونه از بخشهای مختلف رگه ZV6 انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، طلا در این رگه نیز از عیارهای بالایی برخوردار است. دامنه تغییرات طلا بین ۳۰۰ تا ۲۳۰۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۸). عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه در حدود ۱۳۲۰ میلی گرم در تن بدست آمده است. عیار نقره نیز در این نمونه‌ها بین ۱/۶ - ۱۵/۹ ppm بوده و متوسط آن حدود ۶/۲ گرم در تن می‌باشد (جدول ۳-۱۸). عیار عناصر Pb, Zn, Mo, Sb قابل توجه نیست. مس حاوی تمرکزهای نسبتاً بالایی است. بیسموت، تمرکز بالایی در این رگه نشان می‌دهد (۱۸۸ ppm و ۲۵۷ ppm). عیار تنگستن نیز در نمونه‌های این رگه قابل توجه است (جدول ۳-۱۸).

ZV6												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.18	0.6	1.45	3	*	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.158	0.5	2.30	2.6	230	33	41	42	172.4	23.5	188.5	*
3	85.M.An.35	0.5	2	3.8	*	*	*	*	*	*	*	*
4	86.M.An.265	0.1	1.3	15.9	1163	273.3	207.9	26.8	1141.5	197.4	257.2	207.9
5	86.M.An.266	1.1	0.57	10.4	668.2	685.5	482.9	13.4	950	161	9.5	482.9
6	86.M.An.415	0.7	0.3	1.6	716.6	44.9	33.1	13.2	309.6	<0.1	<0.1	14.2
Average		0.5833333	1.32	6.216667	694.45	259.18	191.2	23.85	643.375	127.3	151.733	235

جدول ۳-۱۸- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV6 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی حاشیه رگه کوارتزی ZV6، تعداد ۸ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۴۶ تا ۵۷۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۱۹). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۲۱۸ میلی گرم در تن بدست آمده است.

مس عیارهای نسبتاً بالایی را در نمونه‌ها نشان می‌دهد. عناصر Sb و W ، Bi ، Mo ، Zn ، Pb عیارهای قابل توجهی را نشان نمی‌دهند. عنصر Ag عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود ۴ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۱۹). عیار As نیز در تعدادی از نمونه‌ها نسبتاً بالا است.

Alteration Zone around ZV6												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	86.M.An.264	0.7	0.059	2.2	651.3	21.7	95.3	6.1	199.4	11	2.3	8.1
2	86.M.An.266	1.1	0.57	10.9	668.2	685.5	482.9	13.4	950	161	9.5	13.2
3	86.M.An.267	1.3	0.3	12.2	1041.5	1519	578.7	8.1	1185.5	479.5	16.8	8.3
4	86.M.An.411	1	0.046	0.5	374.2	15.2	25	0.3	22	10.4	27.2	4.6
5	86.M.An.412	0.7	0.2	1.4	434.2	33.4	21.8	5.4	153.4	20.1	83.7	29.1
6	86.M.An.413	0.7	0.2	2.4	428.8	15.3	28.8	3.5	2.1	9.9	81.3	7.6
7	86.M.An.414	0.85	0.07	0.8	376.8	19.6	26.5	1.5	33	<0.1	24	9.8
8	86.M.An.415	0.7	0.3	1.6	716.6	44.9	33.1	13.2	309.6	<0.1	<0.1	14.2
Average		0.88125	0.21813	4	586.45	294.325	161.5125	6.4375	356.875	115.3167	34.97143	11.8625

جدول ۳-۱۹- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریسیتی رگه کوارتزی $ZV6$ و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی $ZV7$

تعداد ۴ نمونه از بخشهای مختلف رگه $ZV7$ برداشته شده است. نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، عیارها بالای طلا در این رگه نشان داده است. دامنه تغییرات طلا بین ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۲۰). عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به این رگه در حدود ۱۴۸۵ میلی‌گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۲۰). نقره نیز از تمرکز بالایی برخوردار است. عیار متوسط این عنصر در حدود ۵/۸ گرم در تن بدست آمده است. یکی از نمونه‌های آنالیز شده به بیسموت نیز، عیار بالای این عنصر را نشان داده است (۲۵۰ ppm). عیارهای بدست آمده برای دیگر عناصر، قابل توجه نمی‌باشد.

ZV7												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.15	1.2	1.09	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.159	0.4	3.79	7.5	330	17	56	44	379.5	21.7	250.3	*
3	85.M.An.17	1	0.43	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	86.M.An.357	0.5	0.63	4.1	439.1	3.7	17	8.4	60.9	42.7	30.5	17
Average		0.775	1.485	5.8	384.55	10.35	36.5	26.2	220.2	32.2	140.4	17

جدول ۳-۲۰- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه ZV7 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

از زونهای دگرسانی سیلیسی و سریستی حاشیه رگه کوارتزی ZV7، تعداد ۳ نمونه انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های یاد شده، دامنه تغییرات طلا بین ۸۰ تا ۲۸۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۲۱). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مذکور حدود ۱۶۶ میلی گرم در تن بدست آمده است.

عنصر Ag نیز عیارهای بالایی را در این نمونه‌ها نشان می‌دهد. عیار متوسط نقره حدود ۱/۶ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۲۰). عیارهای بدست آمده برای دیگر عناصر، قابل توجه نمی‌باشد.

Alteration Zone around ZV7												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	86.M.An.356	0.2	0.14	2.2	346.1	10.8	27.7	11.2	1.1	8.3	7.2	4.9
2	86.M.An.358	0.2	0.08	1.5	394.9	9.8	16.8	4.3	2.6	3.2	3.7	1.7
3	86.M.An.401	1	0.28	1.1	164.2	19.5	12.6	25.4	15.8	37.6	17.2	9
Average		0.466667	0.16667	1.6	301.7333	13.36667	19.03333	13.6333	6.5	16.36667	9.366667	5.2

جدول ۳-۲۱- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به حاشیه‌های سیلیسی و سریستی رگه کوارتزی ZV7 و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

• رگه کوارتزی و زون کانی سازی ZV8

این رگه و زون کانی سازی عمدتاً بصورت زون کانی سازی سیلیسی و برشی عنی از اکسیدهای آهن و کانیهای سولفیدی می باشد. تعداد ۱۵ نمونه از بخشهای مختلف زون کانی سازی ZV8 انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه ها، طلا در این زون کانی سازی نیز از عیارهای نسبتاً بالایی برخوردار است. دامنه تغییرات طلا بین ۳۶ تا ۱۲۹۰ میلی گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۲۲). عیار متوسط نمونه ها در حدود ۳۰۰ میلی گرم در تن می باشد. نقره از تمرکز نسبتاً بالایی برخوردار بوده و عیار متوسط آن ۳/۷ گرم در تن است. نمونه 85.M.An.93 که حاوی بیشترین عیار طلا در بین نمونه های مربوط به این رگه است، تمرکز بالایی از بیسموت (۱۸۲/۵ ppm)، آرسنیک (۴۱۶۲ ppm) و آنتیموان (۳۳۲/۹ ppm) دارد (جدول ۳-۲۲). عناصری مانند Cu، As، Zn و Mo در تعدادی از نمونه های غنی شدگی نسبتاً بالایی را نشان می دهند.

ZV8												
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
1	85.M.An.46	0.5	0.68	5.5	66	60	94	16	1220	25	*	*
2	85.M.An.50	1	0.82	5.7	60	680	116	960	2945	138	*	*
3	85.M.An.51	0.5	0.2	1	342	14	33	43.4	217	58	*	*
4	85.M.An.93	0.5	1.29	11.9	95	420	60	18	4162	332.9	182.5	*
5	85.M.An.94	3	0.036	0.5	195	340	140	1.7	324.1	101.5	15.1	
6	85.M.An.95	1	0.15	0.9	795	57	170	19	453.8	151.4	27.1	*
7	86.M.An.360	0.6	0.09	1.5	161.2	31.8	108.6	7.9	134.7	34.2	2.3	17.6
8	86.M.An.361	0.25	0.09	3.1	121.9	86.9	285.3	9.2	751.3	36.8	48.9	11.9
9	86.M.An.362	0.5	0.23	2.8	72.8	128.6	94.6	5.7	409.2	55.7	129.7	5.9
10	86.M.An.363	1.6	0.09	4.8	65.3	44.5	103.5	6.6	758.1	34.7	114.7	5.6
11	86.M.An.364	0.6	0.07	4.2	276.6	127.2	269.6	6.4	3761	115.7	7.7	10
12	86.M.An.365	2	0.23	3.4	78	79.5	222.5	5	1810.5	60.4	18.5	7.8
13	86.M.An.366	0.3	0.047	2.8	195.2	12.7	229.7	15.6	1964.5	69.9	6.2	18.6
14	86.M.An.377	1.2	0.31	4.8	397.1	83.7	136.5	8.5	1756.5	95.2	14.8	26.5
15	86.M.An.378	2	0.11	1	524.2	37.9	63.1	2.3	12.1	32.7	46.1	9.5
	Average	1.0366667	0.309462	3.7	194.1538	160.17	148.2	85.7308	1454.71	93.4	55.27	11.06

جدول ۳-۲۲- نتایج آنالیز نمونه های مربوط به زون کانی سازی ZV8 و عیار متوسط نمونه ها (عیار بر حسب ppm).

همچنانکه در مبحث کانی‌سازی اشاره گردید، تعدادی دایک با ترکیب تراکی آندزیتی در منطقه زرلی دره وجود دارد که متحمل دگرسانی سربستی ضعیفی شده‌اند. یک نمونه از این دایکهای تراکی آندزیتی انتخاب گردید. این نمونه دارای عیار ۸۵ میلی‌گرم در تن طلا بوده و عیار نقره نیز ۰/۲ گرم در تن می‌باشد. بقیه عناصر تمرکز بالایی را نشان نمی‌دهند. با توجه به تمرکز طلا در این دایکها، احتمال کانی‌سازی طلا با این دایکها وجود دارد.

- فراوانی طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی خاور رودخانه انیق - قره‌چیلر

در سمت خاوری رودخانه انیق - قره‌چیلر تعدادی رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی بصورت برشهای هیدروترمالی، زونهای گسلی سیلیسی شده حاوی کانی‌سازی وجود دارد که برخی از آنها ضخامتهای قابل توجهی دارند. بطور کلی تعداد ۶ نمونه از رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی شده این منطقه انتخاب گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، عیار طلا در این رگه‌ها و زونها بالا می‌باشد. دامنه تغییرات طلا بین ۱۸۰ تا ۳۰۵۰ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۲۳). بطور کلی عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی این منطقه در حدود ۱۳۸۸ میلی‌گرم در تن بدست آمده است.

عنصر Ag عیارهای نسبتاً بالایی را در این رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی نشان می‌دهد. عیار متوسط این عنصر، ۳/۵۲ گرم در تن بدست آمده است (جدول ۳-۲۳). بقیه عناصر، فاقد عیارهای در خور توجه می‌باشند. فقط در نمونه 85.M.An.75، مولیبدن و بیسموت حاوی عیارهای نسبتاً بالایی هستند.

خاور دره انیق- قرهچیلر											
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi
1	85.M.An.31	0.4	2.73	1.82	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.58	0.25	3.05	5.2	250	45	47	66	82	6.2	*
3	85.M.An.59	0.5	0.18	1.3	530	15	58	6.01	36	2.1	*
4	85.M.An.61	0.75	0.74	2	50	80	30	41.7	337	3.1	*
5	85.M.An.66	1.2	1.07	9.1	68	150	30	13.4	502	122	*
6	85.M.An.75	0.5	0.56	1.7	42	110	50	500	119.7	3.3	106.9
Average			1.388333	3.52	188	80	43	125.422	215.34	27.34	106.9

جدول ۳-۲۳- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی شده خاور رودخانه انیق- قرهچیلر و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

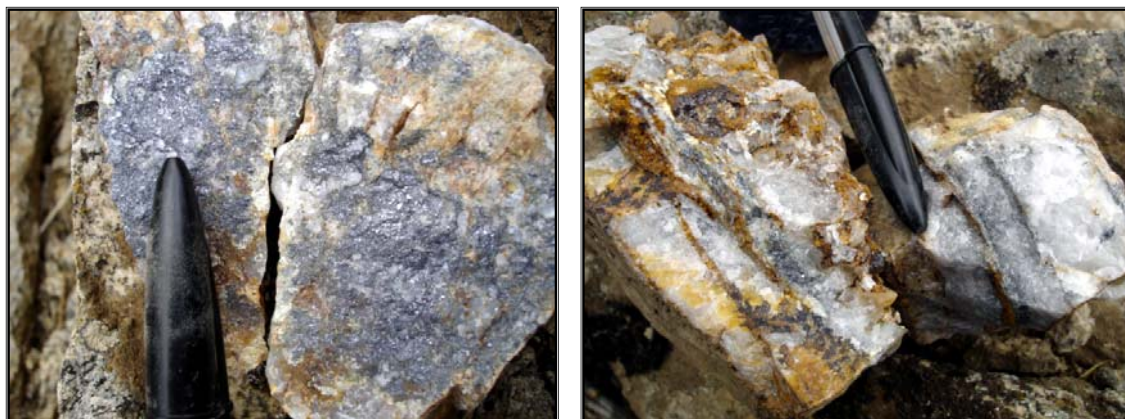
۳-۲-۳- منطقه قره‌دره و دره گوهران

۳-۲-۳-۱- منطقه قره‌دره

در حاشیه باختری منطقه مطالعاتی و در خاور روستای قره‌دره، رگه‌های کوارتزی حاوی کانی سازی مولیبدن (مولیبدنیت) وجود دارد (شکل ۳-۹). این رگه‌های کوارتزی عموماً دارای ضخامت کمی بوده (حدود ۵۰-۳۰ cm) و منحصراً حاوی کانی سازی مولیبدن می‌باشند. طول رخنمون این رگه‌ها حداکثر به ۱۰۰ متر می‌رسد. مقادیر محدودی پیریت، کانی سازی مولیبدنیت را همراهی می‌کند. محتوای کانی سازی سولفیدی در این رگه‌ها حداکثر به ۵٪ می‌رسد. کانی سازی مولیبدن عمدتاً بصورت رگچه‌ای و در امتداد شکستگیها متمرکز شده است (شکل ۳-۱۰). رگه‌های کوارتزی دارای بافتهای متراکم و توده‌ای هستند. هاله‌های دگرسانی در اطراف این رگه‌ها در حد چند سانتی متر می‌باشد.



شکل ۳-۹- نمای نزدیک از یکی از رگه‌های کوارتزی حاوی کانی‌سازی مولیبدن در منطقه قره‌دره.



شکل ۳-۱۰- دو نمای نزدیک از کانی‌سازی مولیبدن بصورت رگچه‌ای در داخل شکستگیهای رگه‌های کوارتزی.

• فراوانی مولیبدن، طلا و عناصر همراه در رگه‌های کوارتزی قره‌دره

بطور کلی تعداد ۴ نمونه از رگه‌های کوارتزی حاوی کانی‌سازی مولیبدن در منطقه قره‌دره انتخاب گردید. نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، عیارهای بالای مولیبدن در این رگه‌ها نشان

داده است (جدول ۳-۲۴). عیار مولیبدن در این نمونه‌ها بین ۱/۱۵-۰/۱۴ درصد متغیر بوده و عیار متوسط مولیبدن در حدود ۰/۴۳ درصد می‌باشد.

طلا در این رگه‌ها عیار پایینی داشته و دامنه تغییرات طلا در آنها بین ۷۱-۳۳ میلی‌گرم در تن متغیر است (جدول ۳-۲۴). عیارهای نقره نیز بین ۴-۱ گرم در تن می‌باشد.

قره دره											
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi
1	85.M.An.27	0.3	0.07	0.96	*	*	*	11500	*	*	*
2	85.M.An.28	0.5	0.071	1.7	*	*	*	2150	*	*	*
3	83.M.Sl.14	0.35	0.042	4	*	*	*	1400	*	*	*
4	83.M.Sl.15	0.5	0.033	*	*	*	*	2300	*	*	*
Average			0.054	2.22				4337.5			

جدول ۳-۲۴- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط رگه‌های کوارتزی قره دره و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

۳-۲-۲-۳- دره گوهران

در حاشیه خاوری منطقه مطالعاتی و در خاور رودخانه انیق، در داخل دره گوهران، رگه کوارتزی حاوی کانی سازی مولیبدن (مولیبدنیت) وجود دارد (شکل ۳-۱۱). این رگه کوارتزی دارای ضخامت کمی بوده (حدود ۳۰ cm) و منحصراً حاوی کانی سازی مولیبدن می‌باشند. این رگه در طول حدود ۵۰ متر قابل پیگیری است. مقادیر بسیار جزئی پیریت، کانی سازی مولیبدنیت را همراهی می‌کند. کانی سازی مولیبدن در این رگه نیز بصورت رگچه‌ای و در امتداد شکستگیها متمرکز شده است (شکل ۳-۱۲). رگه کوارتزی دارای بافت متراکم و توده‌ای است. هاله‌های دگرسانی در اطراف این رگه‌ها در حدود چند سانتی متر می‌باشد.



شکل ۳-۱۱- نمایی نزدیک از رگه کوارتزی حاوی کانسی سازی مولیبدن در دره گوهران. شکل ۳-۱۲- نمایی نزدیک از کانسی سازی مولیبدن بصورت رگچه‌ای در داخل شکستگیهای رگه کوارتزی.

از تنها رگه کوارتزی حاوی کانسی سازی مولیبدن در دره گوهران، یک نمونه برای آنالیز انتخاب شده است. این نمونه حاوی ۰/۵۳ درصد مولیبدن و ۶۳ میلی گرم در تن طلا بوده است. عیار نقره نیز در حدود ۰/۴ ppm می باشد.

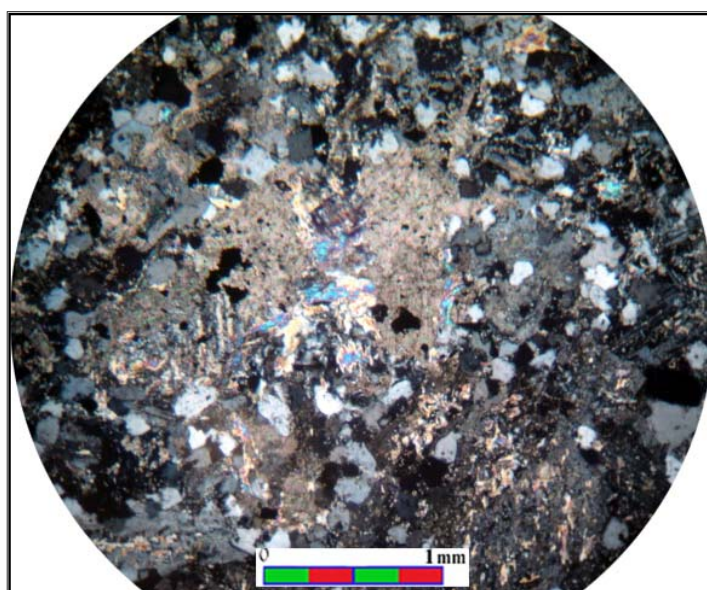
۳-۲-۴- منطقه جنوب روستای انیق

در جنوبی روستای انیق، استوک کوارتز مونزونیتی کوچکی بداخل گرانودیوریت و کوارتز دیوریت نفوذ کرده است (شکل ۳-۱۳). استوک یاد شده شدیداً متحمل دگرسانی سریسیتی شده (شکل ۳-۱۴) و کانسی سازی سولفیدی (عمدتاً پیریت) بصورت پراکنده در متن سنگ صورت گرفته است (حدود ۲-۵٪). همچنین در برخی نقاط، رگچه‌هایی از پیریت در داخل شکستگیها مشاهده می شود. تعدادی رگه کوارتزی این استوک کوارتز مونزونیتی را قطع کرده است (شکل ۳-۱۵). ضخامت این رگه‌ها حداکثر به ۳۰ cm می رسد و حاوی مقادیر جزئی کانسی سازی پیریت و هماتیت (کمتر از ۲٪) می باشند. علاوه بر این، رگچه‌های کوارتزی

متعددی، استوک یاد شده را مورد تاخت و تاز قرار داده‌اند. بواسطه احداث جاده روستای انیق، رخنمون زیبایی از یک پایپ برشی (شکل ۳-۱۶) در کناره جاده قابل مشاهده است.



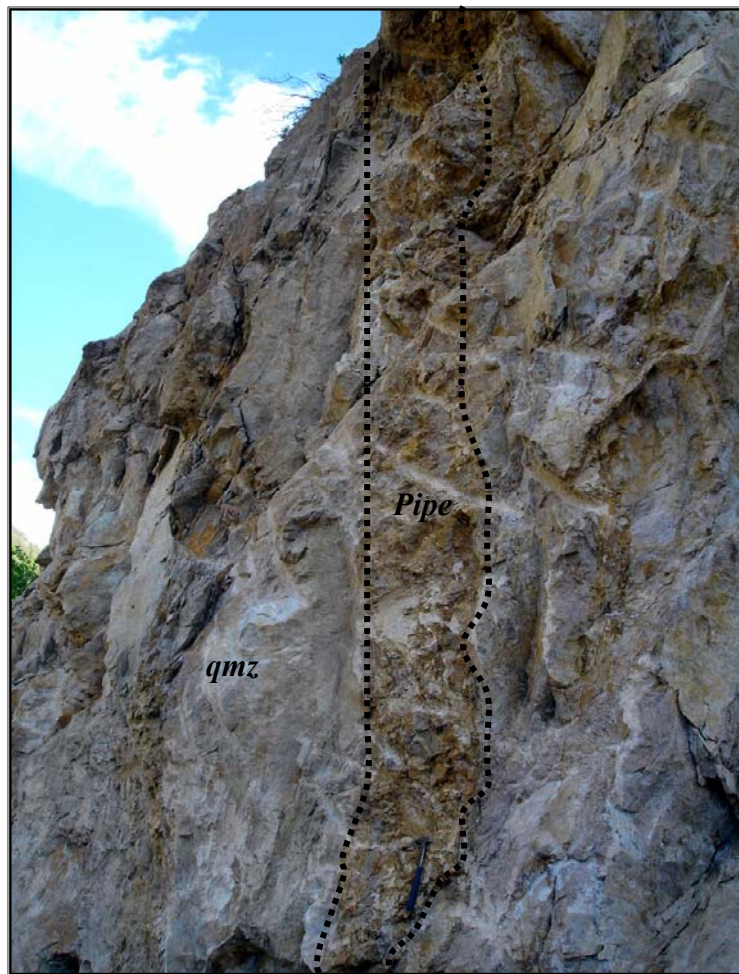
شکل ۳-۱۳- دورنمایی از استوک کوارتز مونزونیتی در جنوب روستای انیق (دید به سمت جنوب).



شکل ۳-۱۴- تصویر مقطع نازک از دگرسانی سریستی استوک کوارتز مونزونیتی.



شکل ۳-۱۵- نمایشی از رگه کوارتزی در داخل استوک کوارتز مونزونیتی انیق.



شکل ۳-۱۶- نمایشی از پایپ برشی در داخل استوک کوارتز مونزونیتی انیق (دید به سمت جنوب).

- فراوانی طلا و عناصر همراه در استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق

بطور کلی تعداد ۱۲ نمونه از بخشهای مختلف استوک کوارتز مونزونیتی و رگه‌های کوارتزی داخل آن انتخاب گردید. بر اساس نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌ها، تنها دو نمونه عیار نسبتاً قابل توجه (۱۲۰ ppb و ۱۵۰ ppb) نشان داده‌اند (جدول ۳-۲۵). در مابقی نمونه‌ها، غنی شدگی ضعیف طلا وجود دارد و عیار طلا عمدتاً حدود ۲۰-۳۵ ppb می‌باشد. عیار متوسط طلا در نمونه‌های انتخاب شده در حدود ۳۹ میلی گرم در تن بدست آمده است.

تمرکز عنصر Ag بیشتر از ۱ ppm بوده و نمونه 85.M.An.7 با عیار ۲۶ ppm، بیشترین عیار نقره را داشته است (جدول ۳-۲۵). در دو نمونه، عنصر قلع دارای عیار نسبتاً قابل توجهی است (۱۵۰ ppm و ۱۹۰ ppm). در تنها نمونه آنالیز شده به آرسنیک و آنتیموان (85.Li.2)، عیارهای نسبتاً بالایی از این دو عنصر ثبت شده است (جدول ۳-۲۵).

استوک کوارتز مونزونیتی											
No	sample code	length (m)	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Sn
1	85.M.An.1	1	0.03	1.2	134	*	*	*	*	*	23
2	85.M.An.2	0.6	0.025	1.2	235	*	*	*	*	*	17
3	85.M.An.3	0.5	0.008	1	131	*	*	*	*	*	150
4	85.M.An.5	1	0.018	1	61	*	*	*	*	*	15
5	85.M.An.6	0.5	0.022	1	*	*	*	*	*	*	*
6	85.M.An.7	0.4	0.032	26	152	*	*	*	*	*	*
7	85.M.An.19	0.35	0.034	1	127	*	*	*	*	*	*
8	85.M.An.20	1	0.018	1	108	*	*	*	*	*	42
9	85.M.An.21	0.4	0.015	*	*	*	*	*	*	*	*
10	85.M.An.22	0.5	0.003	1.8	55	*	*	*	*	*	190
11	85. Li. 2	0.35	0.12	0.9	230	74	98	16	3469	245.9	4.6
12	84.M.SI.113	1	0.15	1	25	*	*	16	*	*	*
Average			0.039583	3.372727	125.8	74	98	16	3469	245.9	63.0857

جدول ۳-۲۵- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به استوک کوارتز مونزونیتی واقع جنوب روستای انیق و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

علاوه بر مواد یاد شده، در کنتاکت توده گرانودیوریتی با توده کوارتز دیوریتی در جنوب روستای انیق، بر اثر عملکرد سیالات گرمابی حاصل از نفوذ توده کوارتز دیوریتی، زون دگرسانی سریسیتی، سیلیسی و آرژیلی گسترده‌ای تشکیل شده است (شکل ۳-۱۷). بخش سیلیسی که متشکل از کوارتز با بافت متراکم می‌باشد، دارای ضخامت قابل توجهی (حدود ۳ متر) است. کانی‌سازی بسیار محدودی در داخل آن صورت گرفته است که شامل پیریت و مقدار بسیار جزئی هماتیت می‌باشد.



شکل ۳-۱۷- نمایی از زون دگرسانی سریسیتی، سیلیسی و آرژیلی در کنتاکت توده کوارتز دیوریتی با گرانودیوریت در جنوب روستای انیق (دید به سمت جنوب خاور).

تنها نمونه انتخاب شده از زون دگرسانی یاد شده، فقط برای طلا مورد آنالیز قرار گرفته است. این نمونه عیار ۲۵ میلی گرم در تن طلا را نشان داده است.

۳-۲-۵- رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی فرعی

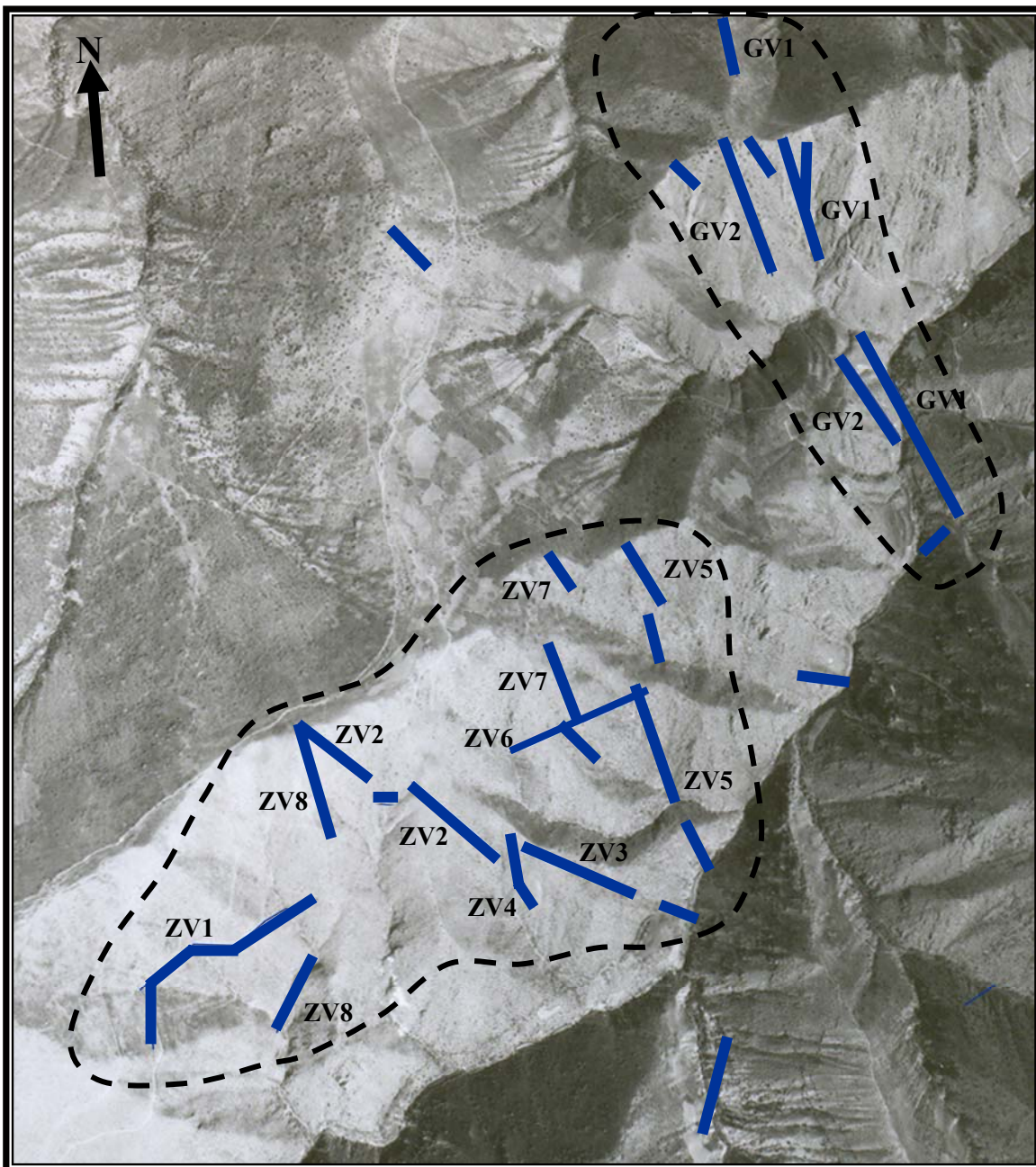
علاوه بر رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی موجود در دو منطقه قره‌چیلر و زرلی دره و نیز رگه‌های کوارتز مولیبدن‌دار قره‌دره و دره گوهران، تعدادی رگه کوارتزی و زون کانی‌سازی باریک در حدفاصل مناطق یاد شده، در منطقه اکتشافی انیق- قره‌چیلر پراکنده هستند. تعداد ۱۰ نمونه از رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی یاد شده، در طی مطالعات صحرایی انتخاب شده است. نتایج آنالیز این نمونه‌ها، عیارهای نسبتاً بالای طلا را در آنها نشان داده است. دامنه تغییرات طلا در این نمونه‌ها بین ۳۳ تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در تن متغیر است. به غیر از نمونه 84.M.SI.112 که عبارت از یک رگه کوارتزی حاوی کانی‌سازی سولفیدی پیریت و کالکوپیریت بوده و عیار ۵ ppm را نشان داده است، در مابقی نمونه‌ها عیار طلا کمتر از ۱ ppm می‌باشد (جدول ۳-۲۶). تعدادی از این نمونه‌ها عیارهای بالای مس را نشان داده‌اند (جدول ۳-۲۶). عیارهای نقره نیز بین ۲/۷۵ - ۰/۵ ppm متغیر بوده و عیار متوسط آن حدود ۱/۹ گرم در تن بدست آمده است. در یک نمونه نیز، عیار مولیبدن در حدود ۰/۲۳ درصد می‌باشد.

متفرقه										
No	sample code	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi
1	85.M.An.11	0.15	*	*	*	*	*	*	*	*
2	85.M.An.24	0.033	2.75	30	*	*	*	*	*	*
3	85.M.An.29	0.15	*	*	*	*	*	*	*	*
4	85.M.An.57	0.037	0.5	74	26	45	4.09	743	7	*
5	84.M.SI.111	0.08	1	213	*	*	128	*	*	*
6	84.M.SI.112	5	*	5000	*	*	*	*	*	*
7	83.M.SI.8	0.04	2	891	*	*	2300	*	*	*
8	83.M.SI.9	0.97	*	24600	*	*	*	*	*	*
9	83.M.SI.10	0.18	3	9800	*	*	*	*	*	*
10	85. Li. 5	0.15	2.2	14800	88	96	23	45.1	183	6.5
	Average	0.6793	1.908333	6926	57	70.5	613.773	394.05	95	6.5

جدول ۳-۲۶- نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی خارج از مناطق کانی‌سازی اصلی منطقه مطالعاتی و عیار متوسط نمونه‌ها (عیار بر حسب ppm).

همچنانکه مشاهده می‌شود، حتی رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی باریک واقع در خارج از مناطق کانی‌سازی اصلی (قره‌چیلر و زرلی دره)، حاوی تمرکزهای نسبتاً بالایی از طلا و دیگر عناصر هستند. این موضوع می‌تواند تأییدی بر اهمیت کانی‌سازی در منطقه اکتشافی انیق-قره‌چیلر باشد.

با توجه به اینکه کانی‌سازی اصلی در منطقه اکتشافی انیق-قره‌چیلر عبارت از رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی موجود در مناطق قره‌چیلر و زرلی دره می‌باشد، در شکل ۳-۱۸ موقعیت نسبی آنها بر روی عکس هوایی منطقه مطالعاتی مشخص شده است.



شکل ۳-۱۸- موقعیت تقریبی رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه مناطق قره‌چیلر و زرلی‌دره بر روی عکس هوایی.

۳-۳- دگرسانی در منطقه مطالعاتی

در محدوده مطالعاتی، دگرسانیهای بسیار مشخص عبارت از سریسیتی شدن و سیلیسی شدن می‌باشد که بر روی استوک کوارتز مونزونیتی جنوب روستای انیق عمل کرده است. علاوه بر

این، در حاشیه تعدادی از رگه‌های کوارتزی در منطقه قره‌چیلر و زرلی دره (بوئزه رگه‌های GV1، ZV3 و ZV4) نیز می‌توان دگرسانی سریسیتی و سیلیسی را مشاهده نمود. دگرسانی سیلیسی بدو حالت سیلیسی شدن گرانودیوریت حاشیه رگه‌های کوارتزی و رگچه‌های کوارتزی متعدد در حاشیه رگه‌های اصلی در داخل گرانودیوریت سیلیسی و سریسیتی شده مشاهده می‌شود. دگرسانی کلریتی و سریسیتی بصورت بسیار محدود در توده گرانودیوریتی میزبان رگه‌های کوارتزی قابل مشاهده است که مرتبط با مرحله کانی‌سازی منطقه مطالعاتی نبوده و در تمام باتولیت گرانودیوریتی قره‌داغ قابل مشاهده است. همچنین در کنتاکت توده کوارتز دیوریتی و توده گرانودیوریتی در جنوب روستای انیق، بر اثر عملکرد سیالات گرمابی حاصل از نفوذ توده کوارتز دیوریتی، زون دگرسانی سریسیتی، آرژیلی و سیلیسی نسبتاً گسترده‌ای تشکیل شده است.

۳-۱- دگرسانی در حاشیه رگه‌های کوارتزی

دگرسانی گرمابی و ترکیب کانی شناسی کانه‌ها، معرف خوبی برای تشخیص شیمی سیالات کانه‌ساز و دمای کانی‌سازی است مشروط به اینکه هر دو در ارتباط با کانی‌سازی باشند. اگر چه تحمیل دو نوع دگرسانی به یک سنگ معین و مخلوط شدن محصولات آنها و ایجاد یک مجموعه ناسازگار از کانیهای دگرسانی در سیستمهای ژئوترمال فعال نادر است، ولی در سیستمهای اپی‌ترمال و کانسارهای وابسته به آنها چنین پدیده‌ای دیده می‌شود. عامل اصلی چنین اختلاطی، میعان سیالات اسیدی مختلف در شرایط مختلف از عمق می‌باشد. اگر بخواهیم

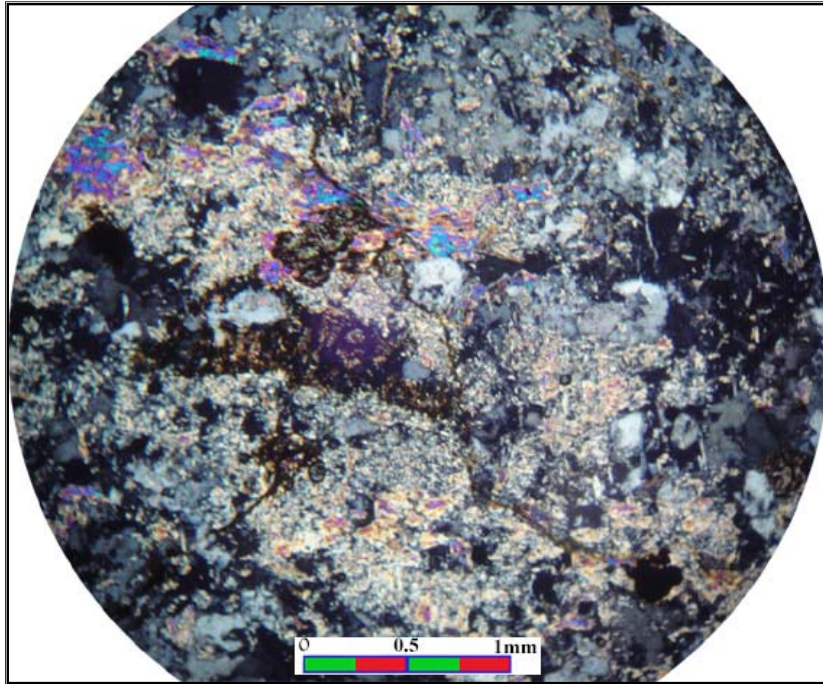
مجموعه کانیهای موجود در هر فاز کانی‌سازی را درست تشخیص دهیم، لازم است به امکان اختلاط این مجموعه‌ها توجه کافی کنیم و در صورت امکان آنها را از یکدیگر تفکیک نماییم.

همچنانکه گفته شد در حاشیه تعدادی از رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره، زونهای دگرسانی در ضخامتهای نسبتاً قابل توجه (۳-۱ متر) گسترش یافته‌اند (شکل ۳-۴ و ۳a-۷).

در حاشیه بقیه رگه‌ها، زونهای دگرسانی چندان قابل توجه نبوده و عمدتاً کمتر از ۰/۵ متر می‌باشند. بهر حال، مطالعات صحرایی و میکروسکوپی نمونه‌های برداشته شده از این زونهای دگرسانی بیانگر اینست که سنگ اولیه آنها عبارت از توده گرانودیوریتی میزبان رگه‌های کوارتزی بوده است که به شدت متحمل دگرسانی سریسیتی و سیلیسی شده و اثری از کانیهای اولیه در آنها مشاهده نمی‌شود (شکل ۳-۱۹). همچنین، رگچه‌های متعدد آنکریت، کوارتز و اکسیدهای آهن این زونهای دگرسانی را قطع کرده‌اند. مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی عبارتند از سریسیت، کوارتز، آلپیت، کلسیت، آنکریت و اکسیدهای آهن.

با توجه به نمونه‌های برداشته شده از زونهای دگرسانی حاشیه رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره، می‌توان نتیجه گرفت که زونهای دگرسانی سیلیسی و سریسیتی یاد شده، حاوی تمرکزهای نسبتاً بالایی از طلا و دیگر عناصر همراه هستند که می‌توانند به بالا رفتن ذخیره در این منطقه کمک کنند.

بدین مفهوم که در اکتشاف این منطقه، می‌بایستی زونهای دگرسانی حاشیه رگه‌های کوارتزی (حتی در ضخامتهای باریک) نیز مد نظر قرار گیرند.



شکل ۳-۱۹- تصویر مقطع نازک از دگرسانی سریسیتی حاشیه رگه‌های کوارتز منطقه قره‌چیلر و زرلی دره.

۳-۲- دگرسانی استوک کوارتز مونزونیتی

مطالعات صحرایی و میکروسکوپی مربوط به استوک کوارتز مونزونیتی جنوب روستای انیق نشان می‌دهد که این سنگها کاملاً متحمل دگرسانی شده و بخش عمده کانیهای اولیه از بین رفته و در قالب آنها کانیهای جدید حاصل از دگرسانی رشد کرده‌اند. تمامی کانیهای مافیک اولیه که فراوانی کمتری نیز داشته‌اند، از بین رفته و در قالب آنها اکسیدهای آهن بجای مانده است. از کانیهای اولیه می‌توان به پلاژیوکلاز نیز اشاره کرد که بدرجات شدیدی متحمل دگرسانی سریسیتی شده‌اند. مجموعه کانیهای حاصل از دگرسانی عبارتند از سریسیت، کلسیت، کوارتز، آلبیت و پیریت. (شکل ۳-۱۴). علاوه بر این، تعدادی رگه کوارتزی به ضخامت حدود ۵۰-۳۰ cm این استوک را قطع کرده‌اند (شکل ۳-۱۵) که حاوی مقادیر جزئی

کانی سازی سولفیدی (پیریت) هستند. در برخی نقاط، رگچه های کوارتزی نیز دیده می شوند
(شکل ۳-۲۰) که استوک کوارتز مونزونیتی را در جهات مختلف قطع کرده اند.



شکل ۳-۲۰- نمایی از زون دگرسانی سریسیتی و رگچه های کوارتزی در داخل استوک کوارتز مونزونیتی.

۳-۳-۳- دگرسانی در کنتاکت توده کوارتز دیوریتی و گرانودیوریت

همچنانکه گفته شد، در کنتاکت توده گرانودیوریتی با توده کوارتز دیوریتی در جنوب روستای انیق، بر اثر عملکرد سیالات گرمابی حاصل از نفوذ توده کوارتز دیوریتی، زون دگرسانی گسترده ای تشکیل شده است (شکل ۳-۱۷). این دگرسانی از نوع سریسیتی، سیلیسی و به مقدار کمتری آرژیلی می باشد. آغشتگیهای مربوط به اکسیدهای آهن نیز در شکستگیهای سنگ متمرکز شده اند.

فصل چهارم

کانی شناسی و پاراژنز

۴-۱- مقدمه

۴-۲- کانی شناسی زونهای کانی سازی

۴-۳- توالی تشکیل کانیها

کانی شناسی، تشخیص پاراژنز کانه‌ها و نیز مطابقت ساخت و بافت کانیها، یکی از مهمترین پارامترهای شناسائی ویژگیهای محیط تشکیل هر کانسار بوده و اطلاعات ارزشمندی در مورد محیط و فرایندهای تشکیل آن در اختیار می‌گذارد. کانی شناسی کانه‌های طلا دار و غیر طلا دار، کانیهای باطله تشکیل دهنده سنگها و نیز نوع دگرسانی در انواع مختلف کانسارهای طلا متفاوت می‌باشد.

مهمترین کانی‌های طلا دار شامل طلای طبیعی، آلیاژهای طلا- نقره، الکتروم، تلوریدهای طلا شامل کالاوریت و تلوریدهای طلا - نقره شامل کرنریت، سیلوانیت و پتزیت می‌باشند. کانیهای سولفیدی مانند پیریت، پیروتیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و گالن مهمترین کانه‌های همراه با کانیهای طلا دار هستند. مولیبدنیت، استینیت، تتراندریت - تنانتیت، شلتیت، سینابر، رآلگار و کانیهای تلوریم و سلنیم دار نیز ممکن است با کانیهای طلا دار همراه شوند. کانیهای باطله اغلب شامل کوارتز، کربنات، میکای سفید، تورمالین، فلوتوریت و باریت می‌باشند.

۴-۲- کانی شناسی زونهای کانی سازی

به منظور مطالعات کانی شناسی، بافت و توالی پاراژنز کانیهای تشکیل دهنده ماده معدنی در منطقه مطالعاتی انیق- قره چیلر، از بخشهای مختلف رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه نمونه گیری شده است. از نمونه‌های مذکور، تعداد ۳۲ مقطع صیقلی تهیه شده و مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

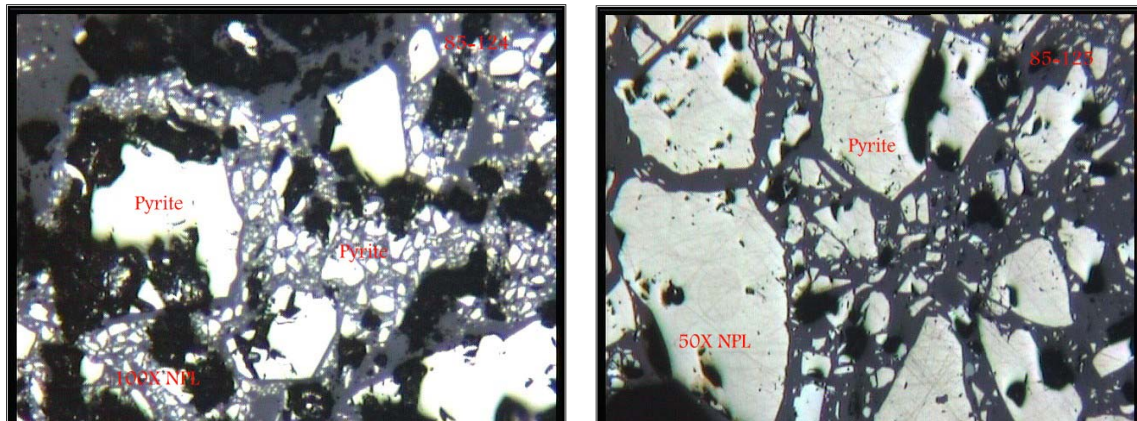
به طور کلی در منطقه مطالعاتی، کانه‌های موجود در رگه‌ها و زون‌های کانی‌سازی عبارتند از: پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت، مولیبدنیت، بورنیت، گالن، اسفالریت، استی‌نیت، کولیت، کالکوسیت، دیژنیت، آزوریت، مالاکیت، روتیل و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن. همچنین کانیهای باطله عبارتند از: کوارتز، کربنات و کلسدون. تعدادی از کانیهای مهم متشکله رگه‌های کوارتزی و زونهای مینرالیزه در زیر توضیح داده شده است.

۴-۲-۱- کانه‌های سولفیدی

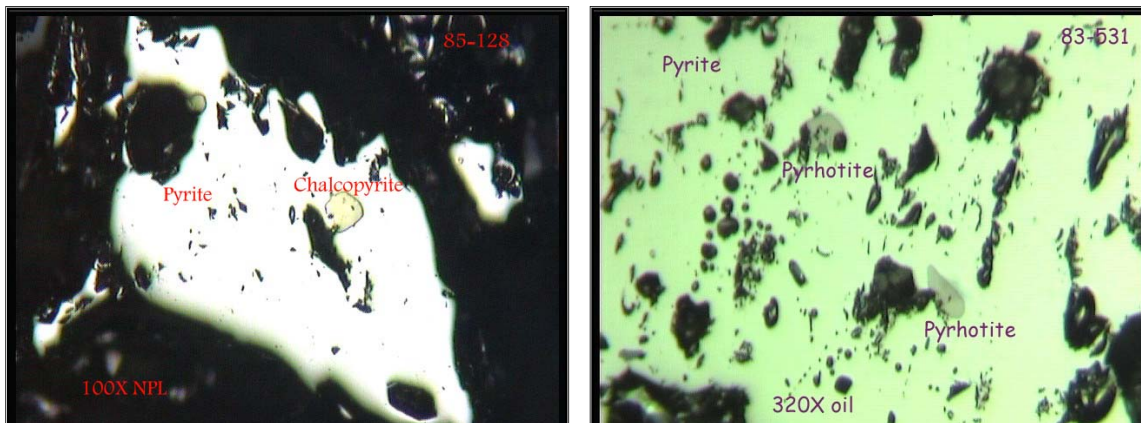
- پیریت (FeS₂)

براساس مطالعات کانه‌نگاری، پیریت اغلب به شکل بلورهای شکل‌دار، نیمه شکل‌دار، خرد شده و زاویه‌دار و ذرات غیر هندسی تشکیل شده است. دانه‌های پیریت در اکثر نمونه‌ها دارای بافت افشان با پراکندگی غیریکنواخت می‌باشد. در تعدادی از نمونه‌ها، بلورهای پیریت به شدت متحمل شکستگی و خردشدگی شده‌اند (شکل ۴-۱). بافت کانی‌سازی پیریت از نوع پراکنده در متن گانگ و پرکننده فضاهای خالی می‌باشد و همانطوریکه با چشم غیر مسلح نیز قابل رؤیت است، در برخی نقاط بصورت رگچه‌های ظریفی در درزها و شکافهای سنگ میزبان استقرار یافته‌اند. به طور کلی در نمونه‌های مطالعه شده، ابعاد دانه‌های پیریت بین ۷۰۰ - ۳ میکرون متغیر است، که بلورهای درشت دارای شکستگی هستند. در برخی نمونه‌ها، از اجتماع بلورهای کوچک پیریت لکه‌هایی به درشتی ۴ mm را تشکیل داده‌اند. در تعدادی از نمونه‌های مطالعه شده، بلورهای پیریت از حاشیه و نقاط ضعف به اکسیدها و هیدروکسیدهای ثانویه آهن دگرسان شده‌اند. در داخل برخی از آنها ادخالهایی از پیروتیت، اسفالریت، کالکوپیریت و گالن وجود دارد (شکل ۴-۲). در اطراف برخی از بلورهای

پیریت، کالکوپیریت وجود دارد. پیریت فراوانترین کانی در اکثر نمونه‌های صیقلی مطالعه شده می‌باشد.



شکل ۴-۱- دو نمای مختلف از بلورهای پیریت که متحمل شکستگی و خردشدگی شدیدی شده‌اند.

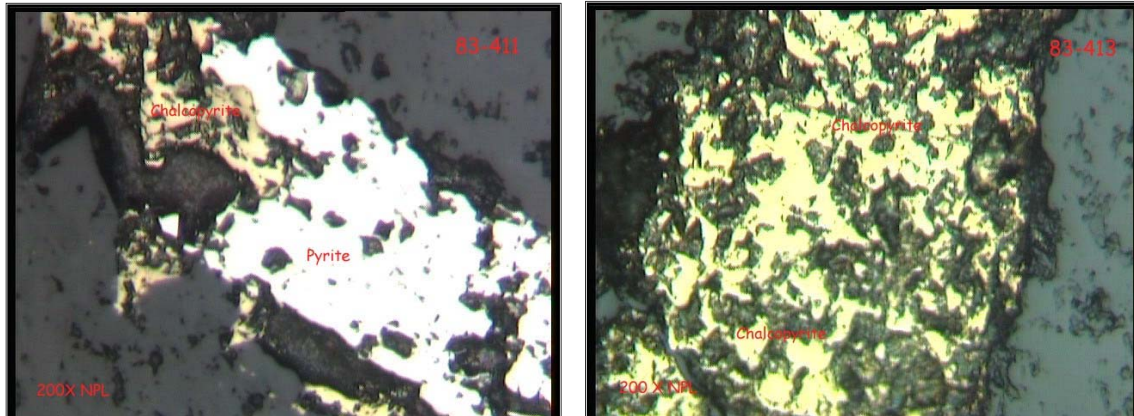


شکل ۴-۲- دو نمای مختلف از بلورهای کالکوپیریت و پیروتیت در داخل پیریت.

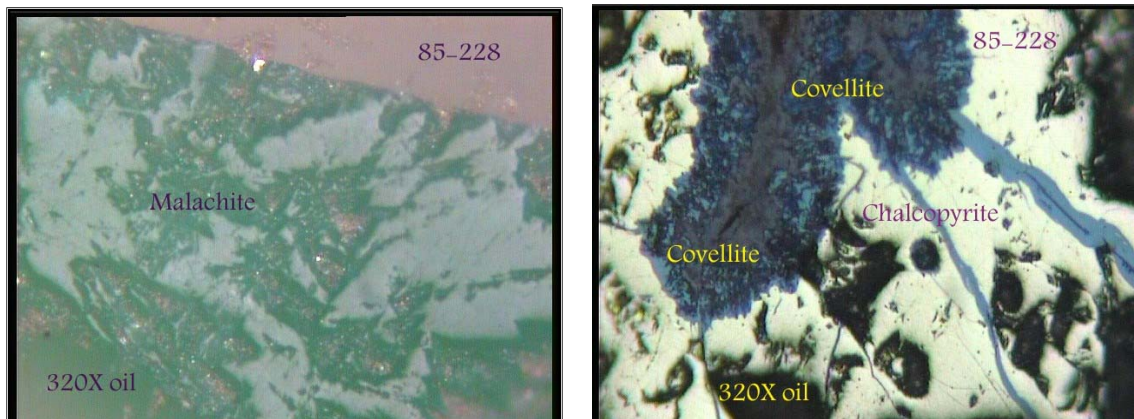
- کالکوپیریت (CuFeS_2)

بر اساس مطالعات کان‌نگاری، کالکوپیریت به صورت بلورهای نیمه اتومورف تا گزنومورف و ذرات غیر هندسی قابل مشاهده است (شکل ۴-۳). در برخی نمونه‌ها، این کانی با بافت پرکننده فضاهاى خالی دیده می‌شود. ابعاد بلورهای کالکوپیریت در حدود ۵-۱۰۰۰ میکرون می‌باشد. در برخی نقاط با پیریت و بورنیت هم‌رشدی دارد. در برخی نقاط، بلورهای کالکوپیریت در اثر دگرسانی سوپرژن از حواشی و نقاط ضعف بلور به کولیت، کالکوسیت،

دیژنیت، آزوریت، مالاکیت و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن تبدیل شده‌اند (شکل ۴-۴). بلورهای کوچک این کانی در برخی نمونه‌ها بصورت ادخالهایی در حفرات موجود در متن بلورهای پیریت تشکیل شده است. بطور کلی، کالکوپیریت از فراوانی قابل توجهی برخوردار بوده و یکی از کانه‌های اصلی متشکله رگه‌های کوارتزی می‌باشد.



شکل ۴-۳- نماهایی از بلورهای کالکوپیریت و کالکوپیریت به همراه پیریت.

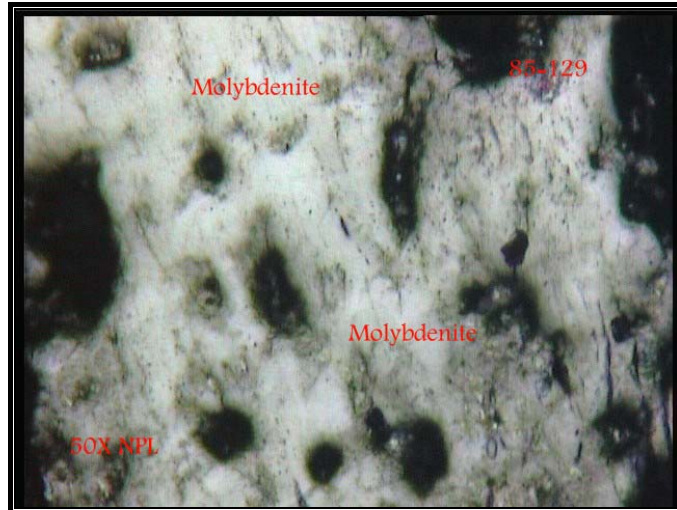


شکل ۴-۴- نماهایی از تبدیل کالکوپیریت به کانیهای ثانویه کولیت و مالاکیت.

• مولیبدنیت (MoS_2)

تعدادی از رگه‌های کوارتزی فقط حاوی کانی‌سازی مولیبدنیت می‌باشند (شکل ۴-۵). همچنین برخی از رگه‌های کوارتزی، حاوی کانی‌سازی مولیبدنیت به همراه کالکوپیریت و پیریت هستند. بر اساس مطالعات کانه‌نگاری، مولیبدنیت به شکل بلورهای نیمه اتومورف تا گزنومورف در ابعاد تقریبی ۱۰-۵۰۰ میکرون تشکیل شده است. اجتماع ذرات مولیبدنیت،

لکه‌هائی بدرشتی چند میلی‌متر را پدید آورده است. کانی‌سازی بیشتر بصورت رگچه‌هایی در داخل گانگ می‌باشد. در برخی نقاط، بصورت بلورهای مجزایی در داخل گانگ پراکنده هستند.

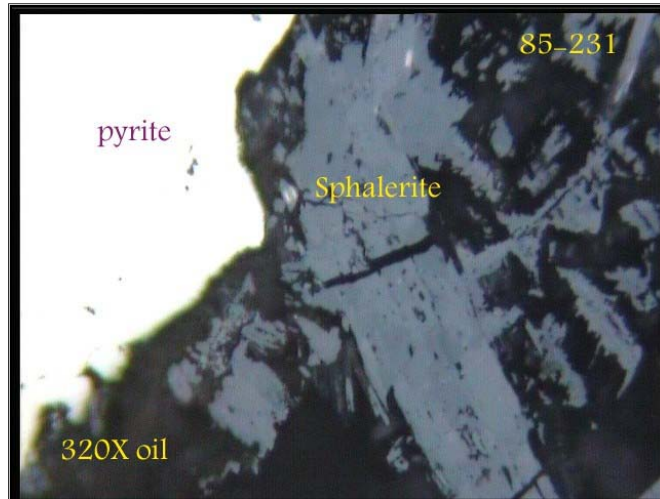


شکل ۴-۵- نمایی از بلورهای درشت مولیبدنیت

- اسفالریت (ZnS)

اسفالریت در برخی از رگه‌های کوارتزی در همراهی با دیگر کانه‌ها قابل مشاهده است (شکل ۴-۶). این کانی بصورت بلورهای نیمه اتومورف و گزنومورف در ابعاد تقریبی ۳۰-۴۰۰ میکرون قابل مشاهده است. اکثراً همراهی نزدیکی با کالکوپیریت و پیریت دارند. بافت این کانه‌ها بیشتر از نوع پرکننده فضاهاى خالی است.

گالن و استینیت در مقادیر بسیار جزئی در داخل دیگر کانه‌ها و یا در همراهی با آنها قابل مشاهده هستند. بورنیت نیز در مقادیر جزئی در برخی نمونه‌ها وجود دارند. در تعدادی از نمونه‌ها، مارکاسیت نیز مشاهده می‌شود.



شکل ۴-۶- نمای از بلور اسفالریت در کنار پیریت در داخل گانگ سیلیسی.

۴-۲-۲- کانه‌های اکسیدی

- هماتیت (Fe_2O_3)

این کانی بصورت بلورهای تیغه‌ای، سوزنی و کشیده، موزائیکی و عموماً اجتماع یافته همراه با اکسیدهای ثانویه آهن در نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی داخل استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق و تعداد محدودی از رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر و زرلی دره کانی‌سازی دارد. بافت کانی‌سازی از نوع پراکنده در متن رگه و پرکننده فضاهای خالی می‌باشد. ابعاد آنها بین ۳۰-۳۰۰ میکرون می‌باشد.

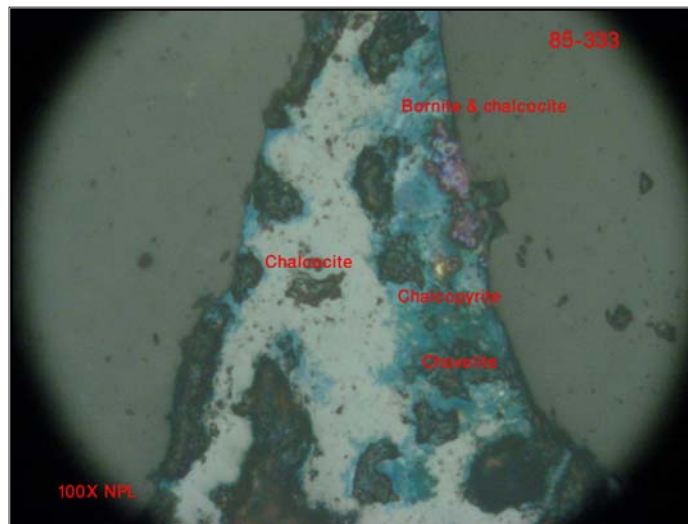
- روتیل (TiO_2)

روتیل بصورت بلورهای نیمه شکلدار تا بی‌شکل با ابعاد ۵-۱۰۰ میکرون تشکیل شده است. در برخی نقاط، لکه‌های درشت‌تری از تجمع آنها حاصل شده است. بافت کانی‌سازی از نوع پراکنده در متن کانسنگ می‌باشد.

۴-۲-۳- کانیهای سوپرژن

- کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت

کولیت، کالکوسیت، مالاکیت و آزوریت بصورت بلورهای درشت و کوچک و نیز آغشتگیهایی در حفرات گانگ و در اطراف کانیهای سولفیدی اولیه تشکیل شده‌اند (شکل ۴-۷). این کانیها از دگرسانی سوپرژن کانیهای سولفیدی مس نظیر کالکوپیریت و بورنیت حاصل شده‌اند.



شکل ۴-۷- نمایی از تبدیل کانیهای بورنیت و کالکوپیریت به کولیت و کالکوسیت.

- اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن

اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن که بخش عمده آن گوتیت است، درون فضاهای باز و مناسب گانگ غیر فلزی استقرار یافته‌اند. همچنین، این کانیها حاصل دگرسانی کانیهای سولفیدی پیریت و کالکوپیریت می‌باشند، که بصورت ذرات و لکه‌های غیر هندسی و نیز در حاشیه و قالب بلورهای پیریت و کالکوپیریت دیده می‌شوند. فرم کانی‌سازی بصورت آغشتگی یا پرکردگی فضاهای خالی است.

کولیت و کالکوسیت در مقادیر جزئی از دگرسانی سوپرژن کانیهای سولفیدی اولیه نظیر کالکوپیریت و بورنیت حاصل شده‌اند.

۴-۲-۴- کانیهای غیر فلزی

- کوارتز

بر اساس مطالعات سنگ نگاری، کوارتز کانی اصلی رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی است. این کانی در نمونه‌های مورد مطالعه، اغلب به سه شکل بلورین، ریزبلور و نهان بلورین مشاهده میشود. از انواع ریز بلور تا نهان بلور آن میتوان به کالسدون، که دارای ناخالصیهایی از ذرات اکسید آهن بوده و به رنگ قرمز دیده میشود، اشاره نمود. بافت غالب رگه‌های کوارتزی بصورت سیلیس متراکم و توده‌ای می‌باشد. در برخی از رگه‌ها، بافتهای لانه زنبوری، شانهای و برشی نیز وجود دارد.

- کربنات

در تعداد اندکی از نمونه‌ها، کربنات بصورت رگچه‌ای سایر کانیهای تشکیل دهنده زون کانی‌سازی را قطع می‌کند. ترکیب آنها شامل کلسیت و آنکریت می‌باشد.

۴-۲-۵- کانیهای دیگر

علاوه بر کانیهای ذکر شده، مجموعه‌ای از کانیهای سریسیت و کلریت در مقادیر جزئی معمولاً با کوارتز همراه هستند. در نمونه‌های مربوط به کانسنگهای سیلیسی و مناطق دگرسان شده مجاور رگه‌های کوارتزی و نیز استوک کوارتز مونزونیتی دگرسان شده جنوب روستای انیق، سریسیت به همراه کوارتز و آلپیت کانیهای همراه با کانی‌سازی می‌باشند.

۳-۴- توالی تشکیل کانیاها

توالی تشکیل کانیاها در یک سیستم گرمابی به عوامل متعددی از قبیل دما، فشار، ترکیب شیمیایی و مقدار هر یک از اجزای سازنده سیال گرمابی و البته زمان بستگی دارد. در یک توالی ایده آل، کانیهایی که در دمای بالاتری شکل می گیرند، به ترتیب مقدم بر کانی‌هایی که در دمای پایین نهشته می شوند، تشکیل می گردند. ولی در عمل، در بیشتر سیستمهای گرمابی به علت ماهیت دوره‌ای و نبض مانند سیالات گرمابی و نیز با توجه به تغییرات شرایط فیزیکوشیمیایی در نقاط مختلف سیستم گرمابی، توالی با همپوشانی و پیچیدگی‌هایی همراه می گردد (Guilbert and Park، ۱۹۸۶).

هدف از بیان این مقدمه، یادآوری این نکته است که هر چند با گذشت زمان درجه حرارت سیستم به تدریج کاهش می یابد ولی توالی تشکیل کانیهای گرمابی بیانگر ترتیب تبلور کانیاها با تغییر شرایط فیزیکوشیمیایی است و الزاماً به معنای ترتیب زمانی تبلور کانیاها نمی باشد. به طور کلی، بر مبنای شواهد صحرائی و مطالعات میکروسکوپی می توان توالی زیر را برای تشکیل کانیهای موجود در زونهای کانی سازی منطقه اکتشافی انیق- قره چیلر در نظر گرفت (جدول ۱-۴).

	مرحله پیش از کانی سازی	مرحله کانی سازی		مرحله سوپرژن
		فاز یک	فاز دو	
کوارتز	—————	—————	—————	—————
کالسدون		 —————	
پیریت	 —————		
کالکوپیریت		—————	
مولیبدنیت		—————	
طلا	 —————		
بورنیت			
گالن			
اسفالریت			—————	
کولیت و کالکوسیت				—————
مالاکیت و آزوریت				—————
اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن				—————
کلسیت			—————

جدول ۴-۱- توالی تشکیل کانیهای رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه انیق - قره‌چیلر.

فصل پنجم

ژئوشیمی

1-5- مقدمه

2-5- ژئوشیمی طلا

3-5- توزیع و فراوانی طلا در پوسته زمین

4-5- ارتباط و همبستگی طلا و دیگر عناصر

5-5- نحوه توزیع طلا در رگه‌های کوارتزی

چگونگی توزیع و پراکندگی عناصر مختلف در واحدهای سنگی هر منطقه و ارتباط و وابستگی این عناصر با یکدیگر، یکی از مهمترین جنبه‌هایی است که معمولاً همیشه در مطالعات ژئوشیمیایی مدنظر می‌باشد و با استفاده از این روابط تا حدودی می‌توان به محیط و فرآیندهای مؤثر در تشکیل کانسار پی برد.

از آنجا که عناصر Sb، As و Hg هم ظرفیت با Au هستند، می‌توانند بعنوان ردیاب Au مورد استفاده قرار گیرند. همچنین فلزات پایه و Cu نیز می‌توانند بعنوان عناصر راهنما در رابطه با شناسایی برخی از کانسارهای Au مفید باشند. Te و Tl نیز عناصر مفیدی در اکتشاف طلا به حساب می‌آیند لیکن بعلت مشکلات خاص و هزینه بالای آنالیز شیمیایی، این عناصر کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

به منظور آگاهی از چگونگی توزیع و فراوانی طلا در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی و زونهای دگرسانی، چگونگی توزیع و رفتار ژئوشیمیایی طلا و عناصر همراه در این سنگها و همچنین شناسایی عوامل کنترل کننده ساختاری و لیتولوژیک در تمرکز طلا، اقدام به نمونه‌گیری لیتوژئوشیمیایی از رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی و زونهای دگرسانی مختلف گردیده است. لازم به توضیح است که نمونه‌برداری در مرحله اول بصورت پراکنده و بدون نظم خاصی بوده است تا تمرکز کلی طلا و دیگر عناصر (Cu، Ag، Mo و ...) در این سنگها مشخص شود. در مرحله بعدی با بدست آمدن نتایج آزمایشگاهی و عیار درخور توجه برای طلا و دیگر عناصر، نمونه‌برداری از رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی بصورت سیستماتیک و با فواصل مشخص در امتداد پروفیلهایی در عرضه رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی یا

در امتداد ترانشه‌های حفر شده به روش دستی و توسط کارگر بر روی رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی صورت گرفت.

با توجه به اینکه هدف اصلی مطالعات انجام شده در منطقه مطالعاتی عنصر طلا بوده است، لذا در این بخش ابتدا مطالبی در ارتباط با ژئوشیمی طلا و فراوانی آن در سنگهای پوسته آورده می‌شود. سپس همبستگی طلا و دیگر عناصر در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی منطقه مطالعاتی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

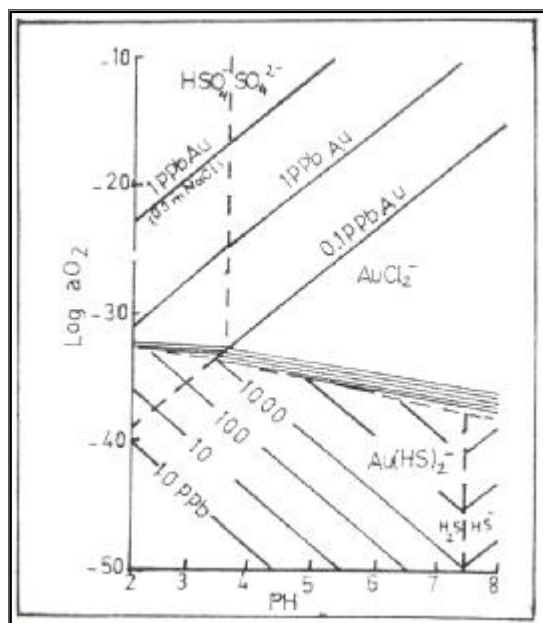
2-5 - ژئوشیمی طلا

طلا با عدد اتمی 79 در جدول تناوبی عناصر در گروه مس - نقره - طلا و بین پلاتین و جیوه قرار دارد. طلا دارای 14 ایزوتوپ با عدد جرمی 192 تا 206 است که تنها ایزوتوپ پایدار آن ^{197}Au می‌باشد. این فلز یک عنصر سیدروفیل و تا اندازه‌ای کالکوفیل است. تاکنون 43 کانی طلا دار شناسایی شده است که از میان آنها کانیهای اصلی طلا شامل طلای طبیعی، الکتروم، اروستینیت و تلوریدهای متعدد طلا (بخصوص سیلوانیت، کالاوریت، پتريت، کرنیت و ناگیاگیت) می‌باشند.

ژئوشیمی طلا در کانسارهای هیدروترمال توسط منشأ محلولهای مهاجر، طبیعت فلز، مکانیزم مهاجرت و مکانیزم نهشت آن کنترل می‌شود. در سیستمهای هیدروترمال، کلرید طلا و ترکیبات بی‌سولفیدی آن محتمل‌ترین نوع کمپلکسهای حمل‌کننده این عنصر بوده و در غلظت‌های قابل توجه در سیالات هیدروترمال کانه‌دار یافت می‌شوند (Foster, 1993). در اغلب کانسارهایی که در دماهای بین 200-300 درجه سانتی‌گراد تشکیل شده‌اند، طلا بیشترین انتقال را در فاز

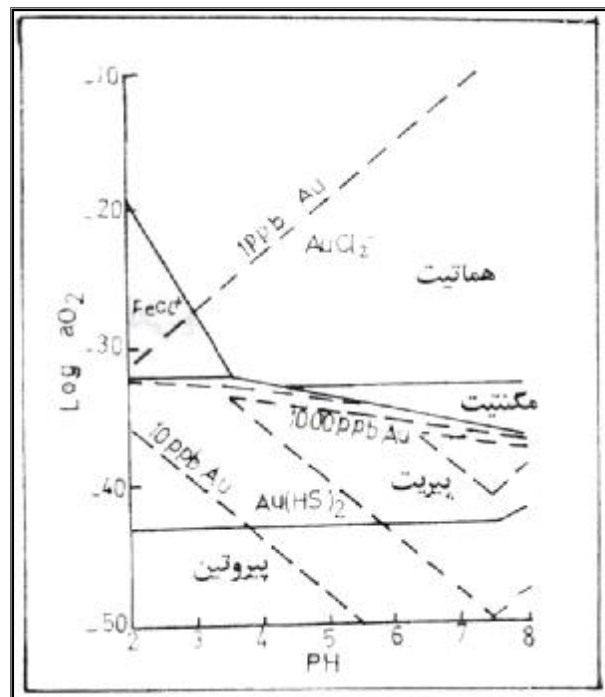
بی سولفید داشته است ولی در دماهای بالاتر، طلا بصورت کمپلکسهای کلریدی حمل می گردد. وجود کمپلکسهای تیوآرسنیدی طلا و حمل آن در این فاز نیز محتمل می باشد (Romberger, 1990).

شکل 5-1 قابلیت انحلال نسبی کمپلکسهای کلریدی و بی سولفید را با توجه به فعالیت اکسیژن و PH، در دمای 250 درجه سانتی گراد نشان می دهد. با توجه به این شکل، مشخص می گردد که چنانچه طلا بصورت کمپلکسهای کلریدی حمل گردد، افزایش PH و EH و یا کاهش دما می تواند منجر به نهشت طلا از محلول اشباع گشته و تمرکز کانساری را نتیجه دهد. در این رابطه، فرایند اکسیداسیون بعنوان مکانیزم برتر در نهشت و تمرکز کانسارهای طلا شناخته می شود (Romberger, 1990). اکسیداسیون محلولهای هیدروترمال ممکن است بععل جوشش سیالات هیدروترمال، اختلاط با آبهای زیرزمینی اکسیژن دار و یا برخورد آنها با سنگ میزبان حاوی مجموعه ای از کانیهای اکسیدی صورت پذیرد (Romberger, 1990؛ Foster, 1993).



شکل 5-1 - نمودار PH در مقابل فعالیت اکسیژن برای سیستم Au-NaCl-H₂O در دمای ۲۵۰ درجه سانتی گراد یا نمایش قابلیت نسبی کمپلکسهای کلریدی و بی سولفیدی طلا در محلول حاوی یک مول NaCl (Romberger, ۱۹۹۰).

شکل 5-2 روابط فازهای سولفید آهن و اکسیدهای آهن را به همراه روابط پایداری موجود در شکل 5-1، با فرض اینکه غلظت آهن حل شده 10 ppm است، نشان می‌دهد. این نمودار بوضوح بیانگر اینست که مناسب‌ترین مکانیسم حمل طلا برای این کانسارها، تشکیل کمپلکسهای سولفیدی و مناسب‌ترین مکانیسم برای نهشت طلا عبارت از اکسیداسیون و کاهش فعالیت سولفور حل شده است. در مقابل، در سیستمهای طبیعی که با اجزای اکسیدکننده‌ای همانند هماتیت مشخص می‌شوند، طلا بصورت کمپلکسهای کلریدی حمل شده و سپس در محیط PH خنثی و شرایط احیائی نهشت می‌یابد.



شکل 5-2 - نمودار PH در مقابل فعالیت اکسیژن برای سیستم Au-Fe-Cl-S-H₂O در دمای ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و PH معادل ۵، با نمایش پایداری نسبی کانیهای مختلف آهن (خطوط پیوسته) به همراه قابلیت انحلال طلا (خط چین) در محلول حاوی یک مول NaCl، ۱٪ مول S و ۱۰ ppm آهن (Romberger, ۱۹۹۰).

مطالعات نشان می‌دهد که قابلیت انحلال طلا بصورت کمپلکس‌های کلریدی و بی‌سولفیدی، با افزایش دما بیشتر می‌گردد و سرد شدن مکانیسم مناسبی برای نهشت طلا از یک محلول اشباع شده آن است.

3-5- توزیع و فراوانی طلا در پوسته زمین

فراوانی طلا در پوسته زمین بطور متوسط در حدود 5 ppb است و ضریب پرعیارسازی آن بطور متوسط 2000 می‌باشد (Foster, 1993). مقدار طلا در گوشته بالایی و پوسته متفاوت بوده و معمولاً مقدار طلا در سنگهای مافیک بیشتر از سنگهای فلسیک است. اگر چه این اختلاف می‌تواند به دلیل تفریق بلوری باشد، لیکن دلیل اصلی این اختلاف، منشأهای مختلف برای ماگماها است. در اغلب موارد، ماگماهای مادر سنگهای مافیک، از منشأ گوشته‌ای هستند در حالیکه سنگهای فلسیک در نتیجه طیفی از فرایندهای ذوب بخشی حاصل می‌شوند که عمدتاً در رژیم پوسته‌ای رخ می‌دهند (Foster, 1993).

توزیع طلا در لیتوسفر، نقش حیاتی در مدل‌سازی کانسارهای طلا دارد. واکنشهای فعال بین سیالات و سنگ درونگیر آنها می‌تواند موجب توزیع دوباره طلا و در نتیجه تمرکز آن در محیط شود. شواهدی هم دلالت بر اهمیت پتروژنتیکی گروه نسبتاً محدودی از سنگها بعنوان تمرکز دهنده دارد. بنابراین در اکتشاف ذخایر طلا، دانستن اینکه چه مقدار طلا می‌تواند در سنگ عادی تلقی شود و چه مقدار طلا دلالت بر کانی‌سازی دارد، مهم می‌باشد.

در جدول 5-1 اطلاعات مربوط به فراوانی طلا در سنگهای آذرین و رسوبی و تعدادی از سنگهای دگرگونی خلاصه شده است. با توجه به جدول، یک روند کاهشی ضعیفی در مقدار

طلا از سنگهای مافیک به فلسیک دیده می شود که بعلت وجود مقدار بالاتر طلا در سیلیکاتهای مافیک و اکسیدهای Fe-Ti متبلور شده در مقایسه با مقدار طلای موجود در فلدسپاتها و کوارتزهای مرحله تأخیری تبلور می باشد.

نمونه ها و نواحی	میانگین X نمونه ها و نواحی	دامنه R	گروه سنگی	سنگهای آذرین	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی
۲۱۰	۱/۲	۰/۰۴-۱۰	MORB (بازالت پشته های میان اقیانوسی)	سنگهای آذرین	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی
۶۹	۲/۰	۰/۲۴-۶/۶	بازالت های درون صفحه ای			
۴۹	۳/۵	۰/۱۵-۱۱	بازالت های طبقاتی			
۴	۴/۶	۲/۸-۸/۰	ماسه های اولیه، کمپلکس گابرو لایه ای			
۵۵	۲/۱	۰/۸-۵/۱	کوبیریت ها			
۴۷	۲/۷	۰/۶-۸/۱	گارنت پریدولیت			
۱۰	۰/۸۵	۰/۰۸-۲/۷	گارنت پریدولیت			
۲۵	۳/۴	۰/۸-۵/۱	اکلوژیت			
۳۷	۰/۵	۰/۱-۱/۱	کریستال ترولیت ها			
۲۹۱	۲/۸	۰/۶۴-۴/۵	پلوتون های آتکالی			
۱۲۸	۲/۸	۰/۲۳-۵/۴	هارزبورژیت فیولیتی	سنگهای مرتبط با محیط کوهزایی	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی
۳۱۵/۱۰	۲/۲	۰/۵-۵/۶	رنگینکده های ماتیکه احاطه قرمزی در سدمات منگرا			
۳۰۵	۱/۵۵	۰/۱۶-۴/۲	رنگینکده های فلسیک احاطه قرمزی در سدمات منگرا			
۹۶۶	۲/۶	۰/۵-۶/۶	پلوتون های گرانیتی			
۱۵۶	۴/۲	۰/۱۴۹-۱۲/۵	کوهانه ای پریدولیتی	سنگهای آذرین مرتبط با کمر بندهای سنگ سبز پرگامبرین	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی
۴۴	۱۲/۴	۱-۳/۶	بازالت کوهانه ای			
۲۲۲	۵/۷	۱/۲-۳/۷	بازالت نولیتی			
۲۲۲	۱/۵	۱/۱-۲/۳	پلوتون های گرانیتی			
۵۰ و ۷	۳ و ۳/۶	-	رسوبات دریای عمیق فنی از رس	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی	سنگهای گرانیتی
۳ و ۳۲	۱/۵ و ۱/۴	-	اوولهای گلوکزین دار و سیلیسی			
۶ و ۷۵	۳/۵ و ۳/۲	-	رسوبات از منشاء خشکی (عمق آب کمتر از ۵۰۰)	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی	سنگهای گرانیتی
۱۲ و ۱۴۱۲	۷/۵ و ۸/۱	-	کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلتستون			
۹ و ۲۸۸	۲/۴ و ۲/۲	-	شیل			
۹ و ۵۵۳	۷/۴ و ۶/۷	-	شیل کربنی			
۲۵۱	۱/۹	-	سنگ های کربناتی همراه با تخیری ها	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی	سنگهای گرانیتی
۲۱	۲/۸	-	آرکتین، سیر کاتال			
۷	۱/۹	-	پروتروولیکت، سیر کاتال			
۲۸۴	۷/۱	۱/۸-۹/۶	شست سبز	سنگهای رسوبی	سنگهای گرانیتی	سنگهای گرانیتی
۳۷۶	۵/۹	۱/۹-۱-۱/۴	آپتیولیت			
۵۳۱	۲/۲	۱/۵-۷/۴	مگناتولیت			

جدول ۵-۱- میانگین مقادیر طلا در انواع سنگهای آذرین، رسوبی و دگرگونی بر حسب ppm (Foster, ۱۹۹۳).

در گروه های اصلی سنگهای رسوبی (گنگلومرا، ماسه سنگ، شیل و سنگ آهک)، بیشترین مقدار متوسط طلا در سنگهای تخریبی دانه درشت تا دانه متوسط وجود دارد. مقدار فراوانی طلا در رسوبات و سنگهای رسوبی 1/4-8/1 ppb برآورد شده است (Foster, 1993).

مقدار فراوانی طلا در کانیهای مختلف تشکیل دهنده سنگها متفاوت است که این موضوع نیز بنوبه خود اختلاف میزان فراوانی طلا در انواع سنگها را هدایت می کند. یک روند کاهش عمومی در مقدار فراوانی طلا از کانیهای فرعی (مگنتیت، اسفن و زیرکن) بطرف کانیهای فرومینزین (بیوتیت و هورنبلند) تا کانیهای فلسیک (کوارتز و فلدسپات) موجود در سنگ میزبان مشاهده می شود.

4-5- ارتباط و همبستگی طلا و دیگر عناصر

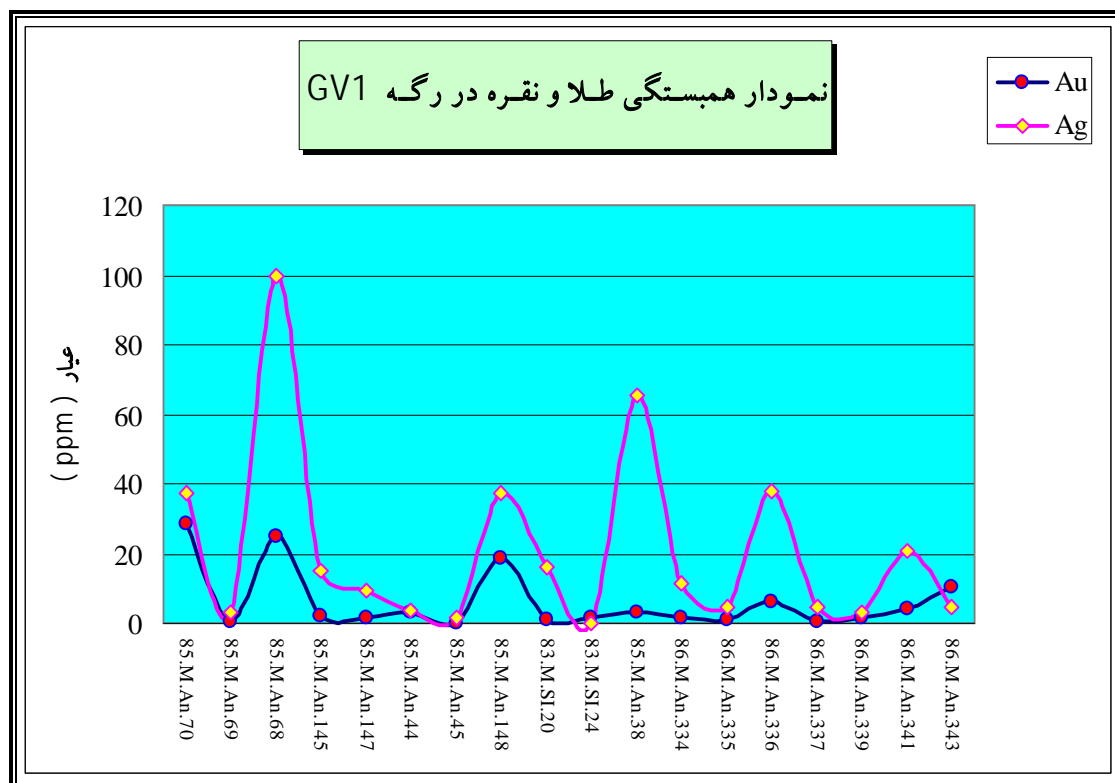
در یک بررسی ژئوشیمیایی، غالباً غلظت تعدادی از عناصر در یک سری نمونه ژئوشیمیایی اندازه گیری می شود. چون هر گروه معینی از عناصر نسبت به یکسری از شرایط محیطی کم و بیش بطور مشابه حساسیت نشان می دهند، شناخت ارتباط و همبستگی های ژنتیکی بین عناصر مختلف می تواند در شناخت دقیق تر تغییرات موجود در محیط های ژئوشیمیایی بکار گرفته شود. در ضمن، تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است بعنوان راهنمای مستقیمی در تفسیر نوع نهشته ای که احتمالاً در ناحیه وجود دارد، بکار رود.

بطور کلی تعیین ضرایب همبستگی برای دو هدف عمده انجام می شود: 1- کشف همبستگی بین متغیرها. 2- تخمین مقدار یک متغیر از روی یک یا چند متغیر دیگر.

همچنانکه قبلاً گفته شد، در کل منطقه مطالعاتی انیق - قره چیلر، می توان دو منطقه اصلی و مجزای کانی سازی را شناسایی کرد (مناطق قره چیلر و زرلی دره). از اینرو به منظور بررسی دقیق تر ارتباط و همبستگی طلا با دیگر عناصر را در هر کدام از مناطق یاد شده بصورت جداگانه مورد مطالعه و بررسی قرار می دهیم.

• رگه GV1

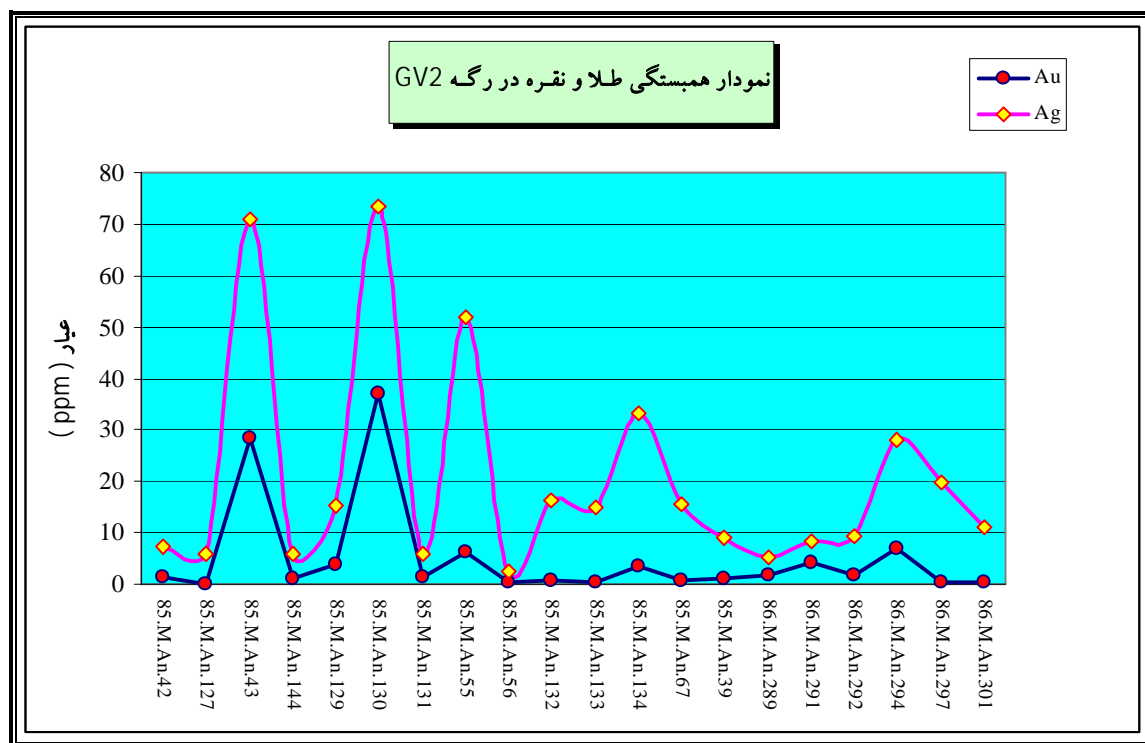
مطالعات انجام شده در ارتباط با همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، بیسموت و تنگستن در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی GV1 بیانگر اینست که طلا دارای یک همبستگی مثبت با نقره (65%)، مولیبدن (57%)، آنتیموان (58%)، آرسنیک (28%)، بیسموت (16%) و روی (13%) می‌باشد. مس، سرب و تنگستن دارای همبستگی منفی با طلا هستند. در شکل 5-1 نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه GV1 بعنوان نمونه نشان داده شده است.



شکل 5-1- نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه کوارتزی GV1 در منطقه قره چیلر (ضریب همبستگی 65%).

• رگه GV2

بررسیهای انجام شده در مورد همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، بسیموت و تنگستن در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی GV2 بیانگر اینست که طلا دارای یک همبستگی مثبت بسیار بالایی با نقره (88%) می‌باشد. همبستگی مثبت بین طلا و عناصر بیسموت (42%)، تنگستن (60%)، آرسنیک (34%)، آنتیموان (19%)، سرب (34%) و روی (11%) وجود دارد. مس و مولیبدن دارای همبستگی منفی با طلا هستند. در شکل 2-5 نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه GV2 بعنوان نمونه نشان داده شده است.

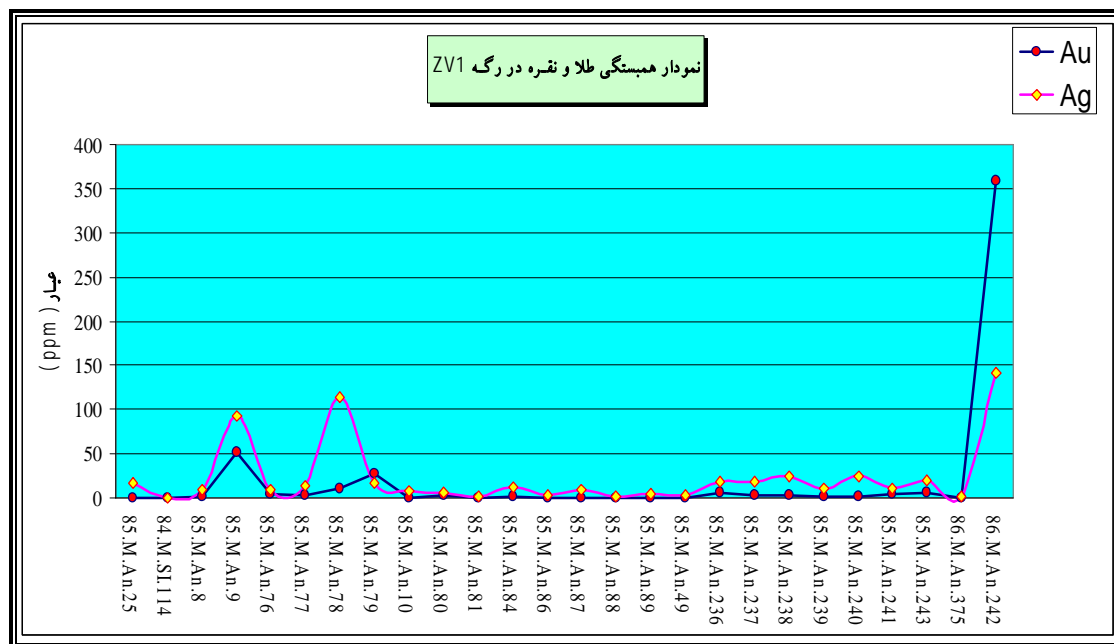


شکل 2-5- نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه کوارتزی GV2 در منطقه قره چیلر (ضریب همبستگی 88%).

5-4-2- همبستگی طلا با دیگر عناصر در منطقه زرلی دره

• رگه ZV1

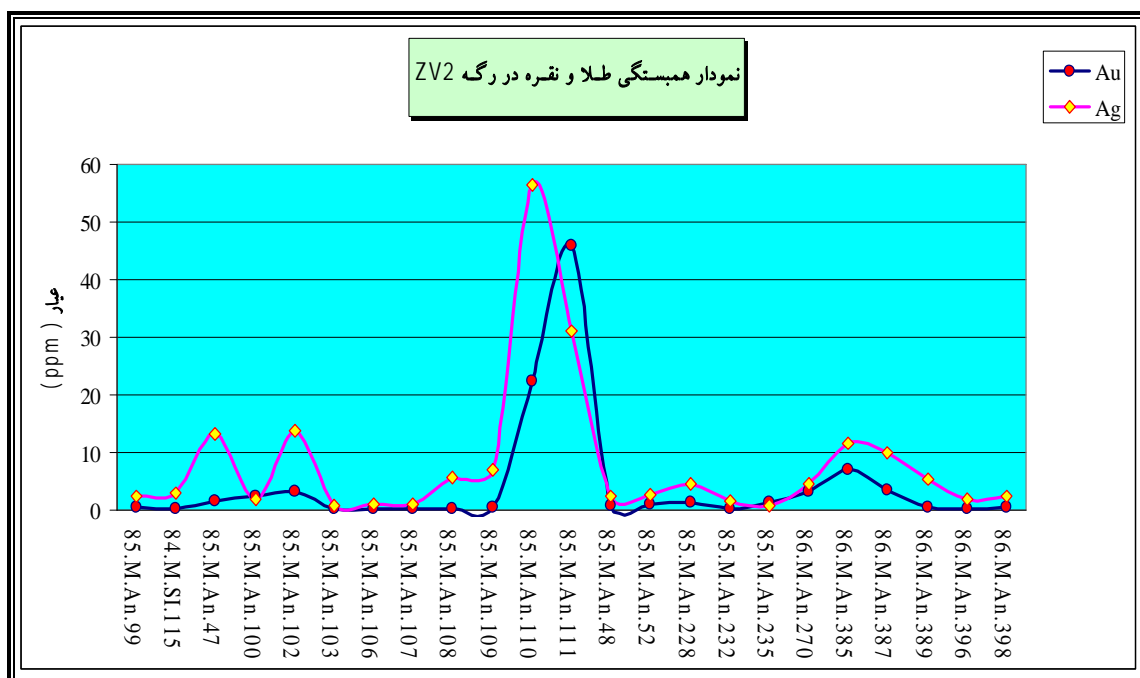
بررسیهای انجام شده در ارتباط با همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن و بیسموت در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV1 بیانگر اینست که طلا دارای یک همبستگی مثبت بسیار بالایی با مولیبدن (80%)، نقره (74%) و سرب (64%) و همبستگی مثبت بالایی با آرسنیک (39%)، بیسموت (36%) و آنتیموان (11%) است. روی دارای همبستگی مثبت بسیار ضعیفی (2%) با طلا بوده و مس دارای همبستگی منفی با طلا می‌باشد. در شکل 3-5 نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه ZV1 بعنوان نمونه نشان داده شده است.



شکل 3-5- نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه کوارتزی ZV1 در منطقه زرلی دره (ضریب همبستگی 74%).

• رگه ZV2

مطالعات انجام شده در ارتباط با همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، بیسموت و تنگستن در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV2 بیانگر اینست که طلا دارای یک همبستگی مثبت بالا با نقره (75%) و تنگستن (66%) می‌باشد. لازم بذکر است که تعداد نمونه آنالیز شده برای تنگستن فقط 6 نمونه بوده و در نتیجه به احتمال زیاد همبستگی یاد شده پایین‌تر خواهد بود. بیسموت نیز دارای همبستگی مثبت بالا (20%) با طلا می‌باشد. مابقی عناصر شامل مولیبدن، آرسنیک، آنتیموان، سرب و روی دارای همبستگی منفی با طلا هستند. مس نیز دارای همبستگی مثبت بسیار ضعیفی با طلا می‌باشد (1%). در شکل 4-5 نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه ZV2 بعنوان نمونه نشان داده شده است.



شکل 4-5- نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه کوارتزی ZV2 در منطقه زرلی دره (ضریب همبستگی 75%).

• رگه ZV3

بررسی همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن و بسیموت در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV3 بیانگر اینست که طلا یک همبستگی مثبت ضعیفی با نقره (8%) دارد. مابقی عناصر شامل مس، مولیبدن، آرسنیک، آنتیموان، سرب، روی و بسیموت همگی دارای همبستگی منفی با طلا هستند.

• رگه ZV4

بررسی همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن و بسیموت در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV4 بیانگر اینست که طلا یک همبستگی مثبت نسبتاً بالایی با مس (30%) و روی (33%) داشته و با بقیه عناصر، همبستگی منفی نشان می‌دهد.

• رگه ZV5

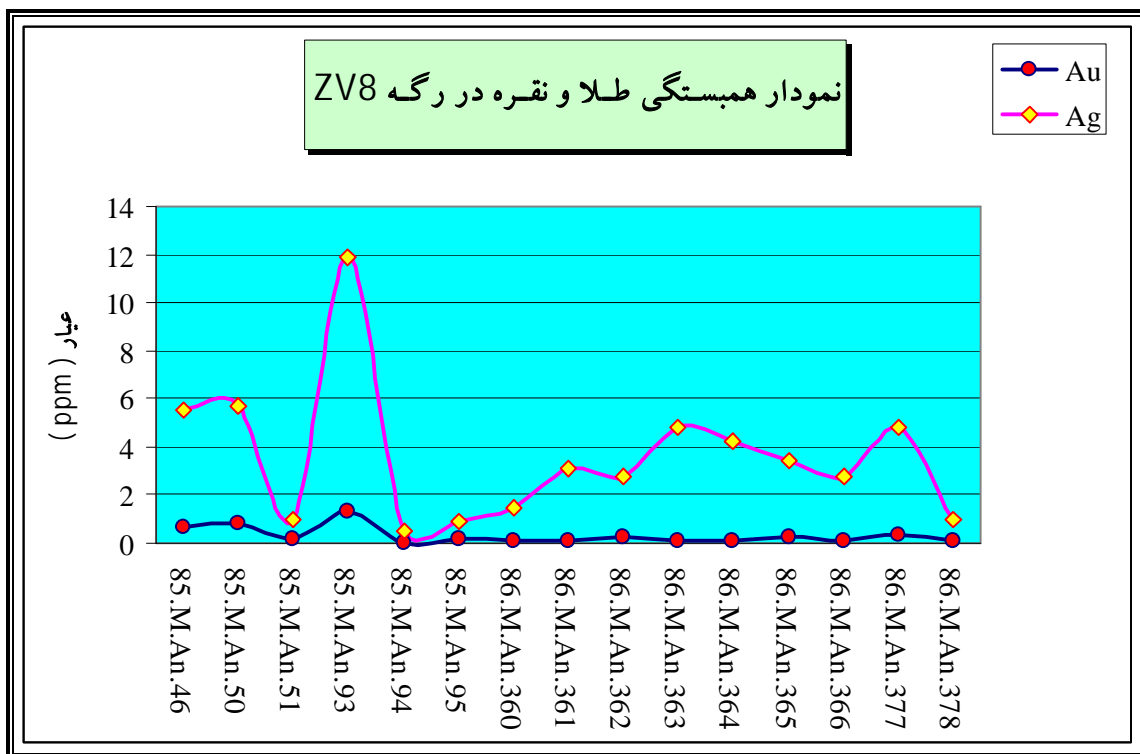
بررسی همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، بسیموت و تنگستن در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV5 نشانگر همبستگی بسیار بالای طلا با آرسنیک می‌باشد (66%). همبستگی مثبت نسبتاً بالایی بین طلا با مس (26%)، بسیموت (16%) و تنگستن (20%) وجود دارد. همبستگی مثبت بسیار خفیفی بین مولیبدن و طلا مشاهده می‌شود. نقره، سرب، روی و آنتیموان دارای همبستگی منفی با طلا می‌باشند.

• رگه‌های ZV6 و ZV7

با توجه به اینکه تعداد نمونه‌های برداشته شده از رگه‌های ZV6 و ZV7 خیلی کم می‌باشد، از اینرو بررسی همبستگی طلا با دیگر عناصر عملاً در این مرحله امکان‌پذیر نمی‌باشد.

• رگه ZV8

بررسی همبستگی بین طلا و عناصر نقره، سرب، روی، مس، آرسنیک، آنتیموان، مولیبدن، بیسموت و تنگستن در نمونه‌های مربوط به رگه کوارتزی ZV8 نشانگر همبستگی بسیار بالای طلا با نقره (86%)، آنتیموان (71%)، بیسموت (71%)، سرب (65%)، آرسنیک (62%) و مولیبدن (41%) می‌باشد. همبستگی مثبت نسبتاً بالایی بین طلا و تنگستن (23%) وجود دارد. مس و روی دارای همبستگی منفی با طلا می‌باشند. در شکل 5-5، نمودار همبستگی طلا و نقره برای رگه ZV8 نشان داده شده است.



شکل 5-5- نمودار همبستگی طلا و نقره در رگه کوارتزی ZV8 در منطقه زرلی دره (ضریب همبستگی 86%).

بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که طلا در اکثر رگه‌های و زونهای کانی‌سازی منطقه مطالعاتی (به استثناء رگه‌های ZV4 و ZV5) دارای همبستگی مثبت بالایی با نقره می‌باشد. این در حالی است که بغیر از دو رگه یاد شده، همبستگی منفی بین طلا و مس در تمامی رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی مشاهده می‌شود. نکته مهم دیگر عبارت از همبستگی مثبت طلا و مولیبدن در برخی از رگه‌ها (GV1، ZV1 و ZV8) می‌باشد. همچنین، همبستگی مثبت نسبتاً بالای طلا با بیسموت و تنگستن در برخی از رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی، می‌تواند نشانه‌ای از کانی‌سازی از نوع ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها در این منطقه باشد.

بطور کلی، ضرایب همبستگی بین طلا و دیگر عناصر در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی دو منطقه زرلی دره و قره‌چیلر در جدول 2-5 نشان داده شده است.

	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	As	Sb	Bi	W
ZV1	0.74	-0.05	0.64	0.02	0.81	0.39	0.11	0.36	*
ZV2	0.75	0.01	-0.13	-0.04	-0.2	-0.19	0.19	0.66	*
ZV3	0.08	-0.17	-0.28	-0.41	-0.38	-0.16	-0.23	-0.27	*
ZV4	-0.34	0.3	-0.36	0.33	-0.21	-0.3	-0.32	-0.02	*
ZV5	-0.26	0.26	-0.09	-0.14	0	0.66	-0.06	0.16	0.2
ZV8	0.86	-0.31	0.65	-0.41	0.41	0.62	0.71	0.71	0.23
GV1	0.65	-0.2	-0.07	0.13	0.57	0.28	0.58	0.16	-0.35
GV2	0.88	-0.15	0.34	0.11	-0.12	0.34	0.19	0.42	0.59

2-5- همبستگی طلا با دیگر عناصر در رگه‌های کوارتزی مختلف

4-5- توزیع طلا در رگه‌های کوارتزی

مطالعات آماری بر روی نتایج بدست آمده از آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی در دو منطقه قره‌چیلر و زرلی دره (179 نمونه)، نشانگر اینست که دامنه تغییرات طلا بین

359 ppm و 110 ppb متغیر بوده و عیار متوسط طلا (بدون در نظر گرفتن نمونه حاوی عیار 359 ppm)، حدود 2/88 ppm بدست آمده است. همچنانکه گفته شد، کمترین عیار طلا در رگه‌های کوارتزی یاد شده 110 ppb می‌باشد. این مطالعات همچنین بیانگر اینست که حدود 11/2% نمونه‌ها (20 نمونه) حاوی عیار بالاتر از 5 ppm، حدود 16/2% نمونه‌ها (29 نمونه) حاوی عیار بین 5-2 ppm، حدود 19/5% نمونه‌ها (35 نمونه) دارای عیار بین 2-1 ppm، حدود 17/9% نمونه‌ها (32 نمونه) حاوی عیار بین 1 ppm - 0/5، حدود 21/2% نمونه‌ها (38 نمونه) دارای عیار بین 0/5 ppm - 0/25 و حدود 13/9% نمونه‌ها (25 نمونه) حاوی عیار بین 0/25 ppm - 0/11 می‌باشند (جدول 3-5).

No	sample code	Au (ppm)	No	sample code	Au (ppm)	No	sample code	Au (ppm)	No	sample code	Au (ppm)	No	sample code	Au (ppm)	No	sample code	Au (ppm)
1	85.M.An.242	359	1	86.M.An.204	4.85	1	85.M.An.32	1.96	1	86.M.An.220	0.99	1	86.M.An.245	0.49	1	85.M.An.119	0.24
2	85.M.An.9	52	2	85.M.An.76	4.83	2	85.M.An.145	1.90	2	83.M.SI.9	0.97	2	86.M.An.254	0.47	2	85.M.An.56	0.23
3	85.M.An.111	45.9	3	85.M.An.241	4.72	3	85.M.An.141	1.88	3	86.M.An.317	0.96	3	86.M.An.337	0.46	3	85.M.An.45	0.23
4	85.M.An.136	37.2	4	86.M.An.291	4.07	4	85.M.An.84	1.86	4	86.M.An.257	0.95	4	85.M.An.109	0.46	4	86.M.An.352	0.23
5	85.M.An.70	28.8	5	86.M.An.341	4.02	5	86.M.An.215	1.79	5	85.M.An.144	0.95	5	86.M.An.389	0.46	5	86.M.An.395	0.23
6	85.M.An.43	28.5	6	85.M.An.159	3.79	6	85.M.An.36	1.78	6	83.M.SI.20	0.93	6	85.M.An.49	0.45	6	85.M.An.122	0.22
7	85.M.An.79	27.3	7	85.M.An.129	3.79	7	86.M.An.234	1.78	7	85.M.An.149	0.91	7	86.M.An.301	0.45	7	83.M.SI.21	0.22
8	85.M.An.68	24.8	8	86.M.An.307	3.61	8	86.M.An.247	1.74	8	85.M.An.67	0.85	8	85.M.An.64	0.45	8	85.M.An.140	0.21
9	85.M.An.125	23.9	9	85.M.An.77	3.60	9	86.M.An.289	1.72	9	85.M.An.40	0.83	9	85.M.An.156	0.44	9	85.M.An.197	0.21
10	85.M.An.116	22.3	10	86.M.An.208	3.6	10	85.M.An.14	1.7	10	85.M.An.50	0.82	10	85.M.An.17	0.43	10	84.M.SI.114	0.2
11	85.M.An.148	18.8	11	83.M.An.134	3.55	11	85.M.An.147	1.7	11	85.M.An.48	0.81	11	85.M.An.118	0.42	11	85.M.An.88	0.2
12	85.M.An.78	10.7	12	86.M.An.387	3.42	12	86.M.An.320	1.64	12	86.M.An.375	0.75	12	85.M.An.152	0.42	12	86.M.An.255	0.2
13	86.M.An.342	10.5	13	85.M.An.80	3.38	13	86.M.An.263	1.59	13	85.M.An.153	0.74	13	86.M.An.398	0.42	13	85.M.An.54	0.2
14	86.M.An.385	7.02	14	85.M.An.237	3.35	14	86.M.An.218	1.55	14	85.M.An.61	0.74	14	86.M.An.250	0.41	14	85.M.An.51	0.2
15	86.M.An.294	6.77	15	85.M.An.107	3.34	15	85.M.An.42	1.53	15	85.M.An.71	0.72	15	85.M.An.69	0.41	15	85.M.An.196	0.19
16	85.M.An.243	6.58	16	85.M.An.18	3.31	16	85.M.An.239	1.52	16	85.M.An.65	0.7	16	85.M.An.25	0.4	16	85.M.An.86	0.18
17	85.M.An.236	6.54	17	86.M.An.270	3.26	17	85.M.An.47	1.52	17	85.M.An.46	0.68	17	85.M.An.87	0.4	17	85.M.An.113	0.18
18	86.M.An.336	6.27	18	85.M.An.238	3.11	18	85.M.An.154	1.51	18	86.M.An.353	0.67	18	85.M.An.13	0.4	18	85.M.An.123	0.18
19	85.M.An.55	6.11	19	85.M.An.44	3.05	19	85.M.An.131	1.46	19	85.M.An.53	0.66	19	85.M.An.25	0.4	19	85.M.An.137	0.18
20	84.M.SI.112	5	20	85.M.An.58	3.05	20	85.M.An.18	1.45	20	86.M.An.357	0.63	20	85.M.An.133	0.4	20	85.M.An.34	0.18
			21	86.M.An.202	2.85	21	85.M.An.228	1.42	21	85.M.An.132	0.62	21	84.M.SI.115	0.4	21	85.M.An.59	0.18
			22	85.M.An.31	2.73	22	86.M.An.339	1.4	22	85.M.An.99	0.62	22	85.M.An.115	0.38	22	85.M.An.194	0.16
			23	85.M.An.16	2.67	23	83.M.SI.34	1.35	23	85.M.An.10	0.6	23	86.M.An.596	0.37	23	85.M.An.95	0.15
			24	85.M.An.100	2.49	24	86.M.An.280	1.32	24	86.M.An.258	0.59	24	86.M.An.305	0.35	24	85.M.An.127	0.12
			25	85.M.An.158	2.30	25	85.M.An.150	1.31	25	85.M.An.117	0.58	25	85.M.An.108	0.34	25	86.M.An.378	0.11
			26	85.M.An.240	2.26	26	85.M.An.235	1.31	26	85.M.An.130	0.58	26	86.M.An.284	0.33			
			27	85.M.An.8	2.1	27	86.M.An.265	1.3	27	86.M.An.256	0.58	27	85.M.An.33	0.32			
			28	86.M.An.322	2.06	28	85.M.An.93	1.29	28	86.M.An.286	0.57	28	85.M.An.116	0.32			
			29	85.M.An.15	2	29	86.M.An.335	1.2	29	85.M.An.81	0.56	29	85.M.An.103	0.32			
						30	85.M.An.15	1.09	30	85.M.An.126	0.56	30	85.M.An.232	0.32			
						31	85.M.An.39	1.08	31	85.M.An.75	0.56	31	86.M.An.377	0.31			
						32	85.M.An.66	1.07	32	85.M.An.41	0.56	32	85.M.An.12	0.3			
						33	85.M.An.114	1.03				33	86.M.An.415	0.3			
						34	86.M.An.349	1				34	86.M.An.297	0.27			
						35	85.M.An.52	1				35	85.M.An.89	0.26			
											36	86.M.An.246	0.26				
											37	85.M.An.65	0.26				
											38	85.M.An.121	0.25				

3-5- نحوه توزیع عیارهای طلا در رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر و زرلی دره.

فصل ششم

خاستگاه و نحوه تشکیل

کانی سازی

۶-۱- مقدمه

۶-۲- ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها

۶-۳- مقایسه کانی سازی منطقه مطالعاتی با ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها

یکی از نکات مهم در مطالعه یک کانسار، توجه به عوامل کنترل کننده تشکیل و تمرکز ماده معدنی در آن کانسار است. برای شناسایی فرآیندهای مؤثر در کانی‌سازی، لازم است تمامی پدیده‌هایی که به طریقی به تشکیل و تمرکز کانه مرتبط می‌شوند، مورد بررسی قرار گیرند. در این راستا، نوع و ماهیت سنگ درونگیر کانسار، ماهیت فیزیکوشیمیایی سیالات کانه‌ساز، تأثیرات متقابل سیالات کانه‌ساز و سنگ درونگیر، نقش ساختارهای تکتونیکی، نقش ماگماتیسم و همچنین نحوه پراکندگی و توزیع ژئوشیمیایی عناصر اصلی کانساری و مسائلی از این قبیل از جمله موارد با اهمیتی هستند که در مطالعه هر کانسار بایستی مورد توجه قرار گیرند. ولی واضح است که در هر کانسار با توجه به نمودهای زمین شناسی محدوده کانساری، برخی از پدیده‌های زمین شناسی از اهمیت قابل توجه تری برخوردار هستند.

در این بخش ابتدا توضیحاتی در ارتباط با کانی‌سازی طلای مرتبط با نفوذیه‌ارائه می‌گردد و سپس بر مبنای اطلاعات موجود و شواهد و مدارک ارائه شده، به بحث و بررسی عوامل کنترل کننده تشکیل و تمرکز کانه و ژنز کانی‌سازی در منطقه انیق- قره‌چیلر خواهیم پرداخت.

۶-۲- ذخایر طلای مرتبط با نفوذیه‌ها

گروهی از ذخایر طلا که بصورت اولیه در داخل یا در مرز بلافضل توده‌های نفوذی قرار می‌گیرند تحت عنوان ذخایر پورفیری طلا (Hollister, ۱۹۹۲؛ Bakke, ۱۹۹۵)، ذخایر استوک‌ورکی و پراکنده در متن مرتبط با توده‌های نفوذی (Sillitoe, ۱۹۹۱)، ذخایر طلای مرتبط با پلوتون‌ها (Newberry و همکاران، ۱۹۸۸؛ McCoy و همکاران، ۱۹۹۷) و ذخایر طلای مرتبط با توده‌های نفوذی

(Thompson و همکاران، ۱۹۹۹) معرفی شده‌اند. Lang و همکاران (۲۰۰۰) اصطلاح سیستمهای مرتبط با توده‌های نفوذی را برای این کانی‌سازی‌ها ترجیح داده‌اند. نمونه‌هایی از ذخایر مهم این گروه کانسارها عبارتند از: Fort Knox (حدود ۲۱۰ تن طلا)، Donlin Creek (حدود ۳۱۵ تن طلا)، Pogo (حدود ۱۶۰ تن طلا)، Mokrosko واقع در جمهوری چک (حدود ۱۲۰ تن طلا) و Kidston (حدود ۱۴۰ تن طلا).

نوشتجات مهم (Sillitoe، ۱۹۹۱؛ Hollister، ۱۹۹۲؛ Newberry و همکاران، ۱۹۸۸ و ۱۹۹۵؛ Lang و همکاران، ۱۹۹۷؛ McCoy و همکاران، ۱۹۹۷؛ Thompson و همکاران، ۱۹۹۹؛ Goldfarb و همکاران، ۲۰۰۰؛ Lang و همکاران، ۲۰۰۰ و Newberry، ۲۰۰۰) چندین ویژگی کلی را برای اکثر ذخایر طلای مرتبط با توده‌های نفوذی ارائه کرده‌اند:

- توده‌های نفوذی از نوع متاآلمینوس و ساب آلکالن با ترکیب حدواسط تا فلسیک بوده و در مرز بین سریهای ایلمنیت و مگنتیت قرار می‌گیرند.
- سیالات گرمابی آنها از نوع کربن دار می‌باشند.
- این کانسارها شامل مقادیر متغیر طلا همراه با تمرکز بالای Bi، W، As، Mo، Te و/ یا Sb و محتوای پایین فلزات پایه بوده و عموماً همبستگی بسیار خوبی بین طلا و بیسموت وجود دارد.
- محتوای پایین کانیهای سولفیدی که عموماً کمتر از ۰.۵٪ بوده و شامل مجموعه کانه‌های احیایی آرسنوپیریت، پیروتیت و پیریت می‌باشد. مگنتیت و هماتیت حضور ندارند.
- دگرسانی گرمابی عمدتاً ضعیف و محدود می‌باشد. به استثناء سیستم‌هایی که در اعماق کم تشکیل شده‌اند.

- موقعیت تکتونیکی مرز صفحات همگرا، جائیکه ماگماتیسیم قاره‌ای عموماً حاوی توده‌های نفوذی آلکالن، کالک آلکالن متاآلومینوس و ترکیبات پرآلومینوس بصورت همزمان می‌باشد.

- نقاطی در ایالت‌های ماگمایی که برای کانی‌سازی تنگستن و/یا قلع مناسب بوده و یا این کانی‌سازی‌ها در آن شناخته شده‌اند.

- بنظر می‌رسد که این ذخایر در گستره بزرگی از اعماق (کمتر از ۱ km تا شاید بیشتر از ۱۰ km) تشکیل شده باشند. در عین حال، بنظر می‌رسد که بسیای از ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها در محیط‌های عمیق‌تر (بیشتر از ۵ km) تشکیل شده باشند در حالیکه اکثریت ذخایر مس پورفیری در موقعیت‌های کم عمق‌تر (کمتر از ۵ km) تشکیل می‌شوند. ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها در موقعیت‌های کم عمق با استوکها، دایکها، سیلها و گنبد‌های ولکانیکی همراه بوده و دربرگیرنده سیستم‌هایی با رگه‌های مشابه ذخایر اپی‌ترمال تا برش و رگه‌های استوک‌ورکی مشابه سیستم‌های پورفیری هستند (جدول ۶-۱). محیط‌های عمیق‌تر، دربرگیرنده خصوصیات محیط‌های مزوترمال بوده و بوسیله پلوتونهای حاوی رگه‌های صفحه‌ای، گرایزن و کانی‌سازی پراکنده در متن پلوتون، میزبانی می‌شوند.

حالت بخصوص این نوع ذخایر عبارت از میزبانی توسط توده نفوذی و آرایش صفحه‌ای رگه‌های

کوارتزی کم سولفید با هاله آلتراسیونی باریک می‌باشد.

TABLE 1. Characteristics of Intrusion-Related Gold Deposits With Resources >0.5 M oz

Deposit	Size (Mt)	Grade (g/t Au)	Host Intrusion	Deposit style	Metal suite	Au/Bi r^2	Ore minerals	Alteration	Fluids (T = °C, S = wt % NaCl equiv)	Pressure (kb) /Depth (km)	References
Kori Kollo, Bolivia	64	2.3	Dacite domes, I?	Sheeted, veinlets	Ag, As, Sb, Sn, Bi, Cu, Zn, Pb, W	?	Py, Apy, Cep, Gal, Bim, Sbn, Sph	Argillic	Early H ₂ O-NaCl brine S = 8-15, T > 300; later H ₂ O-NaCl S = 5-15, T = 200-350	<0.5/ 0.4-0.8	Petersen and Fitzmeyer (1998)
Brewery Creek, Yukon	13.3	1.4	Monzonite sills, I > M	Disseminated and veinlets	As, Sb, (Hg)	Abs	Py, Po, Apy, Sbn	Qtz, Ser, Carb, Clay	Immiscible H ₂ O-NaCl brine S > 40, vapor (CO ₂) S < 3, T > 450; later H ₂ O-CO ₂ -NaCl, S < 10, T < 250	-0.5/-2.0	Diment (1996); Drumie (1995)
Donlin Creek, Alaska	323	2.9	Rhyolite sills/dikes, I	Veins, veinlets	Ag, As, Sb, Hg	Abs	Py, Apy, Sbn	Qtz, Ser, Carb, Clay	Immiscible H ₂ O-NaCl brine and vapor (CO ₂) T > 550; later H ₂ O-CO ₂ -NaCl, T = 150-260	-0.5/-2.0	Ebert et al. (2000)
Shotgun, Alaska	-1 M oz		Granite stock, I	Stockwork and breccia	Bi, Te, Mo, As, Cu	0.73	Apy, Po, Lo, Py, Cep, Sch	Ab, Ser, Qtz, Carb	Immiscible H ₂ O-NaCl brine S > 40, vapor (CO ₂) T = 350-650	-0.5/-2.0	Rombach and Newberry (2001)
Kidston, Australia	94	1.48	Rhyolite porphyry stock, I > M	Breccia and sheeted veins	Bi, Mo, W, As, Te, Zn, Cu, Pb, Sn	?	Py, Po, Apy, Bim, Cep, Sph, Mol, Gal	Qtz, Ser, Carb	Immiscible H ₂ O-NaCl brine and vapor (CO ₂) T = -400-540; late H ₂ O-NaCl S < 10, T = 170-350	-0.8/-3.0	Baker and Andrew (1991)
Vasilkovskoe, Kazakstan	80	3.7	Granodiorite pluton, I	Sheeted	As, Sb, W, Pb, Cu, Bi, Te	?	Py, Po, Bim, Cep, Sph, Gal, Mol, Sbn, Sch	Ab, Qtz, Ser, Carb	CO ₂ -H ₂ O-NaCl, S = <11, T = 250-370	>1.0/ >3.0	Spiridonov (1996)
Dublin Gulch, Yukon	50.3	0.93	Granodiorite pluton, I	Sheeted	Bi, Te, Mo, As, Sb, W, Pb, Cu	0.89	Py, Po, Apy, Bim, Sch, Gal, Pb-Bi-Te-S	Ksp > Ab, Qtz, Ser, Carb	Early CO ₂ -H ₂ O-NaCl-CH ₄ , T = 250-350, late low XCO ₂ , H ₂ O-NaCl S = 5-15, T = 150-250	>1.1/ >3.5	Maloof et al. (2001)
Mokrsko, Czech Rep.	66	1.5	Granodiorite pluton, I	Sheeted	As, Bi, Te, Mo, W, Sb	?	Py, Po, Apy, Mol, Sch, Bim	Ab, Amp, Bt, Qtz	CO ₂ -H ₂ O-NaCl, S = <10, T = 330 ± 20	-1.5/-5.0	Boiron et al. (1995)
Fort Knox, Alaska	158	0.83	Porphyritic granite pluton, I	Sheeted	Bi, Te, Mo, As, Sb, W	0.86	Apy, Py, Sbn, Sch, Po, Lo, Mol, Bim	Ab, Qtz, Ser, Carb	CO ₂ -H ₂ O-NaCl-CH ₄ , S = 2-8, T = 300-480	>1.5/ >5.0	McCoy et al. (1997)
Pogo, Alaska	10	-15	Granite, aplites, I	Flat lenses	Bi, Te, As, Ag, Cu, Pb	0.89	Apy, Py, Po, Lo, Bim	Bt, Qtz, Ser, Carb	CO ₂ -H ₂ O-CH ₄ , S < 10, T = 300-600	>1.7/ >5.0	Smith et al. (1999)
Salave, Spain	-15	-2	Granodiorite pluton, I	Disseminated (greison)	As, Sb, Mo, W, Zn, Cu	?	Py, Po, Apy, Bim, Mol, Sph, Gal, Cep	Ab, Ser, Carb	CO ₂ -H ₂ O-NaCl	?	Harris (1990)
Timbarra, Australia	13	0.95	Granite pluton I > M	Disseminated	Bi, Mo, Sb, As, Ag	0.69	Py, Apy, Mol, Bim	Ab, Qtz, Ser, Carb	CO ₂ -H ₂ O-NaCl, S < 10, T = 200-400	-2.0/ -7.0	Mustard (2001a, b)
Jilau, Tajikistan	54.0	1.1	Granodiorite pluton, I	Sheeted	Bi, Te, W, As, Cu	?	Bim, Sch, Cpy, Py, Apy	Qtz, Esp, Carb, Ser	Early CO ₂ -H ₂ O-NaCl-CH ₄ , T = 300-450, late H ₂ O-NaCl S = 2-14, T = 130-300	-2.2/ -8.0	Cole et al. (2000)

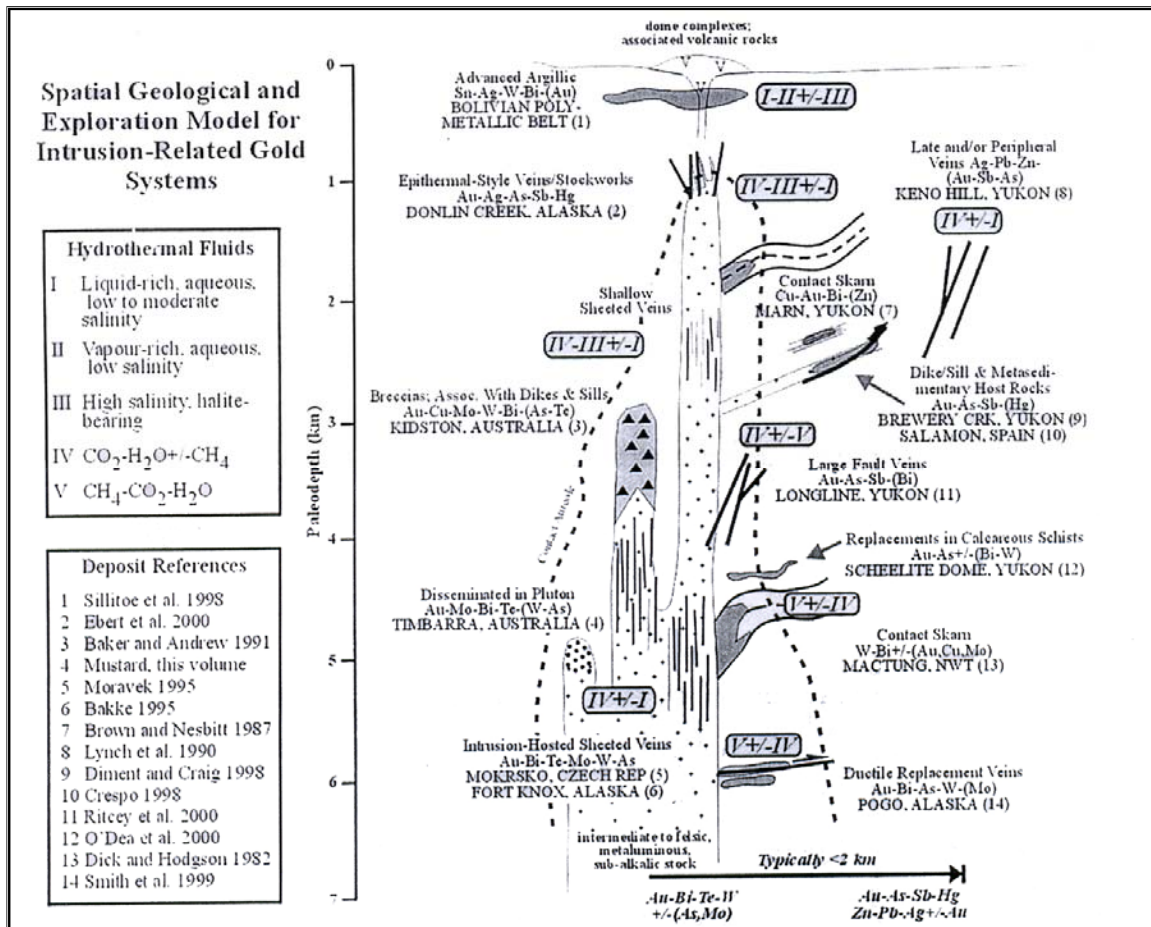
Abbreviations: Ab = albite, abs = no bismuth reported, Apy = arsenopyrite, Bim = bismuthinite, Bt = biotite, Carb = carbonate, Cep = calcopyrite, Esp = epidote, Gal = galeena, I = ilmenite series, I > M = ilmenite series more abundant than magnetite series, Ksp = K feldspar, Lo = loellingite, Mo = molybdenite, M = magnetite series, Mol = molybdenite, Po = pyrrhotite, Py = pyrite, Qtz = quartz, S = salinity, Sbn = stibnite, Sch = scheelite, Ser = sericite, Sph = sphalerite, T = temperature, ? = Au/Bi not reported

مراکز آذرین همراه با سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها بطور معمول مجموعه‌های چند فازي را تشکیل می‌دهند که سریعاً جایگزین گشته و به سرعت سرد شده‌اند (Coulson و همکاران، ۲۰۰۱). این مجموعه‌های آذرین می‌توانند شامل باتولیت‌ها، پلوتونهای بزرگ یا کوچک، پلاگهای نامنظم، مجموعه‌های گنبدی یا دسته دایک‌ها و سیل‌ها باشند (Thompson و همکاران، ۱۹۹۹؛ Lang و همکاران، ۲۰۰۰؛ Newberry، ۲۰۰۰). توده‌های نفوذی توسط هاله‌های دگرگونی مجاورتی احاطه شده است که از نظر ابعاد بسیار متغیر هستند. سنگهای ولکانیکی همزمان با توده‌های نفوذی در سیستم‌هایی حفظ شده‌اند که سریعاً فرسایش نیافته‌اند (Thompson و همکاران، ۱۹۹۹؛ Lang و همکاران، ۲۰۰۰؛ Goldfarb و همکاران، ۲۰۰۰). ترکیب سنگ‌های آذرین در این مراکز ماگمایی بسیار متغیر است (McCoy و همکاران، ۱۹۹۷؛ Lang و همکاران، ۲۰۰۰؛ Newberry، ۲۰۰۰). بخش عمده سنگ‌ها از نوع متاآلومینوس و ساب آلكالن بوده و دارای ترکیب حدواسط تا فلسیک هستند. Newberry (۲۰۰۰) نشان داد که ترکیب این توده‌های نفوذی در کمربند طلای Tintina تغییرات زمانی و مکانی زیادی را نشان می‌دهند و شامل توده‌های داخل صفحه‌ای، برخوردی و کمان ولکانیکی بر روی نمودارهای تعیین محیط تکتونیکي هستند. همچنین، بیشتر ایالت‌ها حاوی تعداد محدودی توده‌های آلكالن فوق اشباع از سیلیس تا تحت اشباع از سیلیس هستند. بطور کلی، مشاهده همپوشانی زمانی و مکانی توده‌های آذرین آلكالن، متاآلومینوس و پراآلومینوس در داخل این ایالت‌های آذرین معمول است. حالت اکسیداسیون نسبی توده‌های نفوذی این سیستم‌ها توسط محققین مختلفی بحث شده است. هر چند که این پارامتر بطور قابل توجهی در بین سیستمها تغییر می‌کند، بیشتر توده‌های نفوذی هم بر اساس ترکیب ژئوشیمیایی و هم بر اساس حضور مقادیر اندک تا قابل توجه ایلمنیت بدون همراهی مگنتیت یا

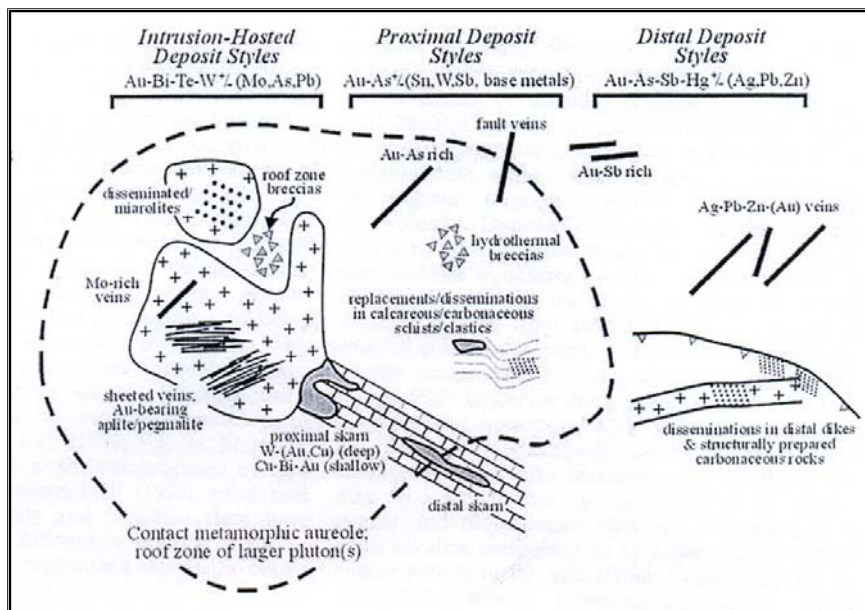
همراهی مقادیر اندک مگنتیت، بعنوان توده‌های نفوذی احیائی، ساب آلکالن، متاآلومینوس و نوع I تقسیم‌بندی می‌شوند (Thompson و همکاران، ۱۹۹۹). تعداد اندکی از توده‌های نفوذی حاوی مقادیر قابل توجهی مگنتیت و ایلمنیت بوده و نشانگر شرایط نسبتاً اکسیدان هستند. وجود چنین توده‌های اکسیدان در Timbarra ممکن است بیانگر جایگزینی ماگماها بداخل باتولیت موجود قبلی باشد تا نفوذ ماگما بداخل سنگهای رسوبی دگرگون شده احیائی (Mustard، ۲۰۰۱). توده‌های آلکالن در سیستمهای طلای مرتبط با توده‌های نفوذی، حاوی مجموعه مگنتیت-اسفن و اکسیده بوده در حالیکه، توده‌های پرآلومینوس به مقدار متغیری غنی از ایلمنیت و احیائی هستند. بیشتر توده‌های نفوذی حالت اکسیداسیون حدواسط دارند.

۶-۲-۲- دگرسانی، کانی‌سازی و مجموعه فلزی

کانی‌سازی در سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها محدوده بزرگی را از نظر حالت کانی‌سازی و موقعیت نسبی آن نسبت به مرکز توده نفوذی در بر می‌گیرند. McCoy و همکاران (۱۹۹۷)، Thompson و همکاران (۱۹۹۹)، Hart و همکاران (۲۰۰۰)، Lang و همکاران (۲۰۰۰) و Newberry (۲۰۰۰) الگوهای بسیار عمومی منطقه‌بندی در این کانی‌سازیها را توصیف کرده‌اند (اشکال ۶-۲ و ۶-۳).



شکل ۱-۶ مدل زمین شناسی و اکتشافی شماتیک برای سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها با تأکید بر تغییرات عمودی و جانبی در حالت کانسار، ویژگیهای سیالات و مجموعه فلزی (Lang و همکاران، ۲۰۰۰).



شکل ۲-۶ مدل زمین شناسی و اکتشافی شماتیک برای ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها که نشاندهنده تغییرات از ذخایر با میزبان نفوذی به ذخایر پروکسیمال و دیستال می باشد (Hart و همکاران، ۲۰۰۰؛ Lang و همکاران، ۲۰۰۰).

Hart و همکاران (۲۰۰۰) این کانسارها را بر اساس موقعیت نسبی آنها نسبت به نفوذی‌ها به سه دسته تقسیم کرده‌اند. **ذخایر با میزبان نفوذی** دربرگیرنده ذخایر رگه‌ای عموماً صفحه‌ای شکل و به مقدار کمتر استوک‌ور کی غنی از طلا می‌باشند که بوسیله مجموعه فلزی $Au-Bi \pm Te \pm As \pm Mo \pm W$ مشخص می‌شوند. همچنین می‌توان طلا را در داخل حفره‌های میارولیتی داخل پلوتون‌ها و در پگماتیت‌ها و/یا آپلیت‌هایی که توده نفوذی را قطع کرده‌اند، مشاهده نمود. **ذخایر پروکسیمال** در سنگهای میزبان مجاور توده‌های نفوذی یا با کمی فاصله از آنها ولی در داخل هاله دگرگونی قرار می‌گیرند. اسکارنهای $W \pm Cu \pm Te$ و $Cu-Bi-Au \pm w$ ، جانشینی، سولفیدیزاسیون پایین و سولفیدیزاسیون بالا در سنگهای کربناته، برشها و پایپ‌های غنی از مس و حاوی قلع و ذخایر رگه‌ای و پراکنده در متن در داخل سنگ‌های رسوبی دگرگون شده در این گروه قرار می‌گیرند. **ذخایر دیستال** در خارج از حاشیه خارجی هورنفلس‌ها قرار می‌گیرند. این نوع کانی‌سازی‌ها شامل رگه‌های کوارتز-سولفید مزوترمال تا اپی‌ترمال طلا دار در امتداد گسل‌های با شیب تند (Ebert و همکاران، ۲۰۰۰)، برشهای هیدروترمال و رگه‌های فلزات پایه غنی از $Ag \pm Au$ و کانی‌سازی طلا بصورت پراکنده در متن سنگ‌های کربناته و آهکی میزبان که بطور قابل توجهی قابل مقایسه با ذخایر نوع کارلین می‌باشد (Poulsen، ۱۹۹۶)، هستند. این ذخایر حاوی مجموعه فلزی $Au-As-Sb \pm Hg$ هستند. تغییرات عمودی در ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها کمتر مشخص شده است اما دربرگیرنده تفاوت‌هایی در اهمیت نسبی ساختارهای شکننده و شکل‌پذیر، مقدار انتشار جانبی یا تمرکز سیالات گرمایی، تمرکز فلزات و ترکیب سیالات هیدروترمال می‌باشد (Lang و همکاران، ۲۰۰۰؛ Newberry، ۲۰۰۰). ذخایر پلاسری طلا و پلاسرهای تنگستن و به مقدار بسیار کمتر قلع، عموماً از سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها حاصل می‌شوند و یک نشانه تاریخی مهم برای پتانسیل طلای رگه‌ای در بسیاری از ایالت‌ها هستند (Goldfarb و همکاران، ۲۰۰۰).

ذخایر با میزبان نفوذی و ذخایر پروکسیمال دربر گیرنده ذخایری هستند که مشخصه سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها می باشند. این ذخایر دربر گیرنده کانی سازی های کنترل شده توسط شکستگی ها و دگرسانی های بسیار ناچیز شامل مجموعه فلدسپاتی، سریستی، سیلیسی، گرایزن، کالک سیلیکات و/یا آرژیلی پیشرفته می باشد. دگرسانی فلدسپاتی که شامل کانیهای آلپیت و/یا فلدسپات آلکالن می باشد، تقریباً شایع بوده و بطور ثابتی اولین دگرسانی می باشد. این دگرسانی عموماً با کانی سازی تنگستن-مولیبدن همراه هستند و در بسیاری از حالات، ارتباط آن با کانی سازی طلا نسبتاً ضعیف است یا کمتر شناخته شده است. طلا و فلزاتی که همبستگی نزدیکی با آن دارند، عموماً با دگرسانی سریستی مرحله بعدی همراه بوده (Malooof و همکاران، ۲۰۰۱؛ Mustard، ۲۰۰۱)، یا در برخی موارد، با مجموعه های گرایزنی که بطور معمول شامل کلریت، کربنات و آلپیت می باشد، همراه هستند (Yao و همکاران، ۱۹۹۹). دگرسانی سیلیسی بصورت موضعی شناسایی شده است. دگرسانی کالک سیلیکات به اسکارن های متاسوماتیک یا دگرگونی مجاورتی واحدهای کربناته مجاور کنتاکت نفوذی محدود است. دگرسانی آرژیلیک پیشرفته فقط در ذخایر ساب ولکانیک کمربند پلی متال بولیوی شناخته شده است (Sillitoe و همکاران، ۱۹۹۸). دگرسانی در داخل توده های نفوذی عموماً محدود به هاله های دگرسانی باریکی در اطراف رگه ها می باشد که بیانگر سیلان بسیار محدود سیال می باشد. در برخی مناطق و در مقادیر محدود، هاله های دگرسانی اطراف رگه ها می توانند به زونهای گسترده تر دگرسانی پیوندند. گسترش دگرسانی در موقعیت های پروکسیمال و دیستال بوسیله ساختارهای قبل و همزمان با نفوذ ماگما کنترل می شود.

یک ویژگی مهم تعدادی از ذخایر با میزبان نفوذی آن است که طلا در دمای نزدیک به سولیدوس شرایط هیدروترمال ته نشست می شود. سیستمهایی نظیر Emerald Lake واقع در Yukon یا بخش

Penedond واقع در پرتغال، حاوی طلا در داخل حفره‌های میارولیتیکی پگماتیت‌ها و آپلیت‌های تأخیری هستند و رگه‌های هیدروترمال متنوع از نظر کانی شناسی در دمای بیشتر از ۵۰۰ تا کمتر از ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد تشکیل شده‌اند (Duncan, ۱۹۹۹؛ Baker and Lang, ۲۰۰۱؛ Zacharias و همکاران، ۲۰۰۱).

کانسارهای با میزبان نفوذی معمولاً فقط حاوی ۱-۳ درصد حجمی کانه هستند (کانسار Fort Knox؛ Bakke, ۱۹۹۵). تعدادی محدودی از این ذخایر می‌توانند حاوی بیشتر از ۲۰ درصد حجمی کانه باشند (مانند کانسار Salave واقع در اسپانیا؛ Fernandes-Catuxo, ۱۹۹۸). تمرکز کانیهای سولفیدی در ذخایر نوع پروکسیمال و دیستال، عموماً بیشتر است بویژه در رگه‌های تأخیری با فلزات پایه (Lynch و همکاران، ۱۹۹۰) و ذخایر جانشینی در سنگ‌های میزبان کربناته (Lilly, ۱۹۹۹؛ Mair و همکاران، ۲۰۰۰). مینرالوژی این ذخایر دربرگیرنده مجموعه پیچیده‌ای از کانیهای تلور و بیسموت‌دار، طلای طبیعی، آلیاژهای طلا، سولفوسالت‌ها و سولفیدها می‌باشد. مینرالوژی بیشتر ذخایر با شرایط احیائی شدید تا متوسط سازگار است (McCoy و همکاران، ۱۹۹۷). در بسیاری از ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها، طلا همبستگی شدیدی را با بیسموت، در مقادیر کمتر ولی قابل توجه با تلور و همبستگی متغیری را با As، Mo، Ag و Pb نشان می‌دهد. تنگستن عموماً با طلا همراه است اما این دو عنصر همبستگی خوبی با یکدیگر ندارند. Maloof و همکاران (۲۰۰۱) دلیل این ناهمبستگی را به ته‌نشست اولیه شلیت در رگه‌های کوارتز-فلدسپاتی و ته‌نشینی مجموعه $Au-Bi-As \pm Te$ در مرحله بعد همراه با دگرسانی سریسیت-کلریت-کربنات که شکستگی‌ها را پر کرده و رگه‌های اولیه را جایگزین کرده است، مرتبط می‌دانند.

یک ویژگی مهم ذخایر طلای با میزان نفوذی اینست که طلا در شرایط اولیه دما بالای نزدیک به سولیدوس تا سیالات هیدروترمال بعدی دما پایین تر نهشته می شود. اولین کانی سازی طلا در داخل حفرات میارولیتی، پگماتیت ها و آپلیت ها مشاهده می شود. در پگماتیت ها، طلا از نظر فضایی با مولیدنیت، پیروتیت، پیریت و مقدار کمی کالکوپیریت همراه است اما از نظر بافتی و زمانی، طلا همبستگی نزدیکی با بیسموتینیت، بیسموت ناتئو و تلورید بیسموت دارد. در آپلیت ها، طلا همراهی نزدیکی با همان مجموعه مینرالوژیکی پگماتیت ها دارد اما فراوانی آن کمتر است. هم پگماتیت ها و هم آپلیت ها عموماً به رگه های کوارتزی طلا دار تبدیل می شوند. اعتقاد بر اینست که حفره های میارولیتی قبل از تبلور کامل مذاب تشکیل می شوند (Duncan و همکاران، ۱۹۹۷). حفره های میارولیتی حاوی کانی سازی Au-Bi-Te بوده و طلا و تلوریدها با مجموعه مینرالوژیکی پیروتیت، کالکوپیریت، پیریت، بیسموتینیت، مولیدنیت و آرسنوپیریت همراه هستند که معمولاً به صورت انکلوزیونهایی در داخل کوارتز یافت می شوند (Duncan و همکاران، ۱۹۹۷).

رگه های کوارتزی و پگماتیت های حاوی مولیدنیت که ارتباط مشخصی با کانی سازی طلا ندارند، در بسیاری از سیستم های ماگمایی قابل مشاهده است.

۶-۲-۳- ترکیب شیمیایی و منشأ سیالات

سیالات غنی از CO₂ در سیستم های رگه ای صفحه ای واقع در داخل توده های نفوذی در همه فشارها شایع هستند و بطور ثابتی شواهدی را برای جدایش فازهای غیر قابل امتزاج به سیالات غنی از CO₂ و سیالات فقیر از CO₂ نشان می دهند. بقیه سیالات (سیالات حاوی CH₄، N₂ و غنی از نمک) با مقدار فشار مرتبط هستند. سیالات با شوری متوسط تا بالا تنها در سیستم های تشکیل شده در فشار ۱/۵ kb - ۰/۵

مشاهده می‌شوند. N_2 و CH_4 در مقادیر بسیار جزئی در داخل سیالات کربنی بدام افتاده در فشار بیشتر از 1/5 kb مشاهده شده‌اند. سیالات شور در سیستم‌های دارای فشار نسبتاً بالا وجود ندارند. سیالات با شوری پایین که فاز بخار در آنها فراوان است، معمولاً در سیستم‌های کم عمق یا عمیق مشاهده نشده است. سیالات در گیر همه انواع سیالات عمدتاً در دمای بین ۲۰۰-۴۰۰ درجه سانتی‌گراد هموزن می‌شوند (Baker and Lang, ۱۹۹۹).

منشأ و تحول سیالات هیدروترمال در سیستم‌های طلای مرتبط با نفوذیها بطور گسترده‌ای بحث شده است. تعدادی از پژوهشگران یک منشأ دگرگونی را برای سیالات $\text{CO}_2 \pm \text{CH}_4$ مطرح کرده‌اند (Moravek, ۱۹۹۵؛ Spiridinov, ۱۹۹۶)، در حالیکه McCoy و همکاران (۱۹۹۷)، Thompson و همکاران (۱۹۹۹) و Baker and Lang (۱۹۹۹) یک منشأ اساساً ماگمایی را برای سیالات شور و سیالات کربنی مطرح نموده‌اند. همراهی سیالات در گیر با شوری بالا با سیالات در گیر کربنی در سیستم‌های تشکیل شده در فشارهای کمتر از 1/5 kb با جدایش فازهای غیر قابل امتزاج از یک سیال هموزن سازگار بوده و با اختلاط دو سیال مجزا با یکدیگر ناسازگار است. منشأ ماگمایی سیالات، با ترکیب ایزوتوپی بدست آمده برای سیالات هیدروترمال سازگار بوده (McCoy و همکاران، ۱۹۹۷) و با ترکیب ایزوتوپی سرب کانسنگها و توده‌های نفوذی همپوشانی دارد (McCoy و همکاران، ۱۹۹۷). با بررسی ویژگیهای سیالات در گیر ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها مشخص می‌شود که یک تغییر سیستماتیک در نوع سیال هیدروترمال با عمق وجود دارد (شکل ۶-۱). سیستم‌های کم عمق، دربرگیرنده سیالهای در گیر اولیه متشکل از شورابه و بخار حاوی دی‌اکسید کربن غیرقابل امتزاج هستند که با منشأ ماگمایی در نظر گرفته می‌شوند. سیالات آبی با شوری پایین تأخیری ممکن است وجود داشته باشند و با منشأ جوی در نظر گرفته شوند. در محیط‌های عمیق‌تر، دی‌اکسید کربن فراوانتر است در حالیکه

شورابه‌ها کمتر معمول بوده و در جائیکه موجود هستند، معمولاً تأخیری می‌باشند. منشأ ماگمایی برای سیالات آبی غنی از دی‌اکسید کربن و با شوری پایین، به چند دلیل در مدل‌های ذخایر معدنی پذیرفته نشده است: ۱- بسیاری از توده‌های نفوذی فلسیک، فاقد کانیهای کربن‌دار ماگمایی هستند و از اینرو عموماً تصور می‌شود که این ماگماها نمی‌توانند دی‌اکسید کربن تولید کنند (Phillip and Zhou, ۱۹۹۹). ۲- بسیاری از پژوهش‌های اخیر در ارتباط با ذخایر مرتبط با توده‌های نفوذی، بر روی ذخایر مس پورفیری متمرکز شده‌اند که عموماً حاوی شورابه‌های با شوری بالا و بخار آبی با شوری پایین بدون دی‌اکسید کربن هستند. در نتیجه، اغلب در نظر گرفته می‌شود که این نوع سیالات شاخص سیالات هیدروترمال حاصل از ماگما باشند. ۳- سیالات غنی از دی‌اکسید کربن با شوری پایین همراه با ذخایر منحصراً طلا، عموماً تصور می‌شود که دارای منشأ دگرگونی باشند (Phillip and Powell, ۱۹۹۳).

نکته مهمی که بایستی در ارتباط با انواع سیالات مختلف مشخص شود این سؤال است که غنی‌شدگی طلا چگونه صورت می‌گیرد و طلا چگونه در ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها حمل می‌شود؟ Seward and Barnes (۱۹۹۷) دریافتند که کمپلکسهای فلز- کربنات معمولاً ناپایدار هستند. در ذخایر عمیق‌تر، بدلیل شرایط احیائی و شوری پایین سیالات، احتمالاً طلا بصورت کمپلکسهای بی‌سولفیدی حمل می‌شود (Seward, ۱۹۹۱). بخاطر همبستگی قوی بین طلا و بیسموت در ذخایر عمیق‌تر، احتمالاً بیسموت در حالتی مشابه، حمل و نهشته می‌شود. در سیستمهای کم‌عمق، احتمالاً کمپلکسهای کلریدی مهم هستند اما همبستگی قوی بین طلا و بیسموت در این ذخایر بدون توجه به نوع سیال، بیانگر مکانیسم انتقال مشابه با سیستمهای عمیق‌تر می‌باشد. داده‌های اخیر حاصل از نتایج آنالیزهای انجام یافته بر روی سیالات درگیر غنی از بخار در ذخایر مس- طلای پورفیری نشان می‌دهد که احتمالاً

طلا در فاز بخار بصورت کمپلکسهای بی سولفیدی حمل می شود (Ulrich و همکاران، ۱۹۹۹).

مکانیسم انتقال مشابهی ممکن است برای ذخایر کم عمق طلای مرتبط با نفوذیها استنباط شود.

بطور کلی، داده های سیالات درگیر و ایزوتوپی موجود از سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها نشانگر

چندین ویژگی می باشد:

۱- سیالات غنی از CO_2 تقریباً متداول هستند بغیر از تعدادی از سیستمهای کم عمق نظیر کمربند

پلی متال بولیوی.

۲- سیالات فوق اشباع از NaCl تا تحت اشباع از NaCl در سیستمهای تشکیل شده در اعماق

نسبتاً کم عمق در فشار زیر ۱/۵ کیلوبار بسیار معمول هستند.

۳- یک الگوی کلی مبنی بر اینکه سیالات اولیه کربنی به شورابه های مراحل بعدی تحول پیدا

می کنند، وجود دارد.

۴- مؤلفه های دیگری نظیر CH_4 ، N_2 و H_2S ، توسط اسپکتروسکوپی Roman شناسایی شده

است اما در ذخایر با میزبان نفوذی تشکیل شده در فشارهای بالاتر و ذخایر نوع پروکسیمال و

دیستال بسیار معمول هستند.

۵- فشار و دمای ته نشینی طلا و فلزات وابسته در گستره دمایی کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی گراد تا

بیشتر از ۶۰۰ درجه سانتی گراد و فشار کمتر از ۰/۵ تا بیشتر از ۳ کیلوبار می باشد.

۶- ارتباط بین ترکیب سیالات، ترکیب سنگ میزبان و فشار واضح است.

ذخایر رگه ای دارای فرم صفحه ای در سیستم های طلای مرتبط با نفوذیهای عمیق بسیار معمول هستند.

بزرگترین ذخیره مربوط به این نوع ذخیره عبارت از Fort Knox (آلاسکا) می باشد که بوسیله

پگماتیت ها و رگه های صفحه ای مینرالیزه واقع در داخل گرانیت و گرانودیوریت کرتاسه میانی مشخص

می‌شود (Bakke، ۱۹۹۵؛ McCoy و همکاران، ۱۹۹۷). بررسی سیالات درگیر نشان داده که پگماتیت‌ها و رگه‌های کوارتزی در این منطقه حاوی سیالات غنی از دی‌اکسید کربن با شوری پایین (۲-۸٪ معادل وزنی NaCl) هستند که در فشار حدود ۱/۵ kb و دمای 270°C - 330°C بدام افتاده‌اند. تعداد زیادی ذخایر کوچک در داخل Yukon وجود دارند که چنین ویژگی‌هایی دارند. سیالات درگیر موجود در رگه‌های طلادار، حاوی مقدار زیادی سیالات درگیر اولیه غنی از دی‌اکسید کربن ($\text{XCO}_2 = 0.18 - 0.75$) و سیالات درگیر تأخیری با شوری متوسط (کمتر از ۱۵٪ معادل وزنی NaCl) تا شوری بالا (در مقادیر جزئی؛ حاوی فاز هالیت) هستند. دمای هموژنیزاسیون سیالات درگیر، 355°C - 141 بوده و در فشار بیشتر از ۱/۱ kb بدام افتاده‌اند (Bakke and Lang، ۲۰۰۱). ذخیره طلای Mokrsko واقع در جمهوری چک، یکی دیگر از ذخایر رگه‌ای صفحه‌ای است که حاوی سیالات درگیر رقیق غنی از دی‌اکسید کربن می‌باشد که در حداقل دمای $20^{\circ}\text{C} \pm 330^{\circ}\text{C}$ و فشار kb ۱-۱/۵ بدام افتاده‌اند (Boiron و همکاران، ۱۹۹۵). ذخیره طلای Vasilovskoe (قزاقستان) در داخل گرانودیوریت واقع شده و دربرگیرنده رگه‌ها و رگچه‌های کوارتزی صفحه‌ای با هاله دگرسانی سریسیتی واقع در داخل دگرسانی فلدسپاتی گسترده می‌باشد. کانی‌سازی در دمای 370°C - 280 و در فشار بیشتر از kb ۱ از یک سیال آبی رقیق (کمتر از ۱۱٪ معادل وزنی NaCl) حاوی دی‌اکسید کربن نهشته شده است (Spiridonov، ۱۹۹۶). ذخیره طلای Jilau (تاجیکستان) متشکل از رگه‌های صفحه‌ای در داخل توده نفوذی گرانودیوریتی تا کوارتز-مونزونیتی است (Cole و همکاران، ۲۰۰۰). مطالعه سیالات درگیر بیانگر اینست که سیالات اولیه کربنی حاوی متان و با شوری پایین در دو فاز غیر قابل امتزاج در فشار حدود kb ۲/۲ و دمای 450°C - 300 بدام افتاده‌اند. سیالات آبی تأخیری شور (۲-۱۴٪ معادل وزنی NaCl)، در دماهای کمتر بین 130°C تا 300°C هموژن شده‌اند.

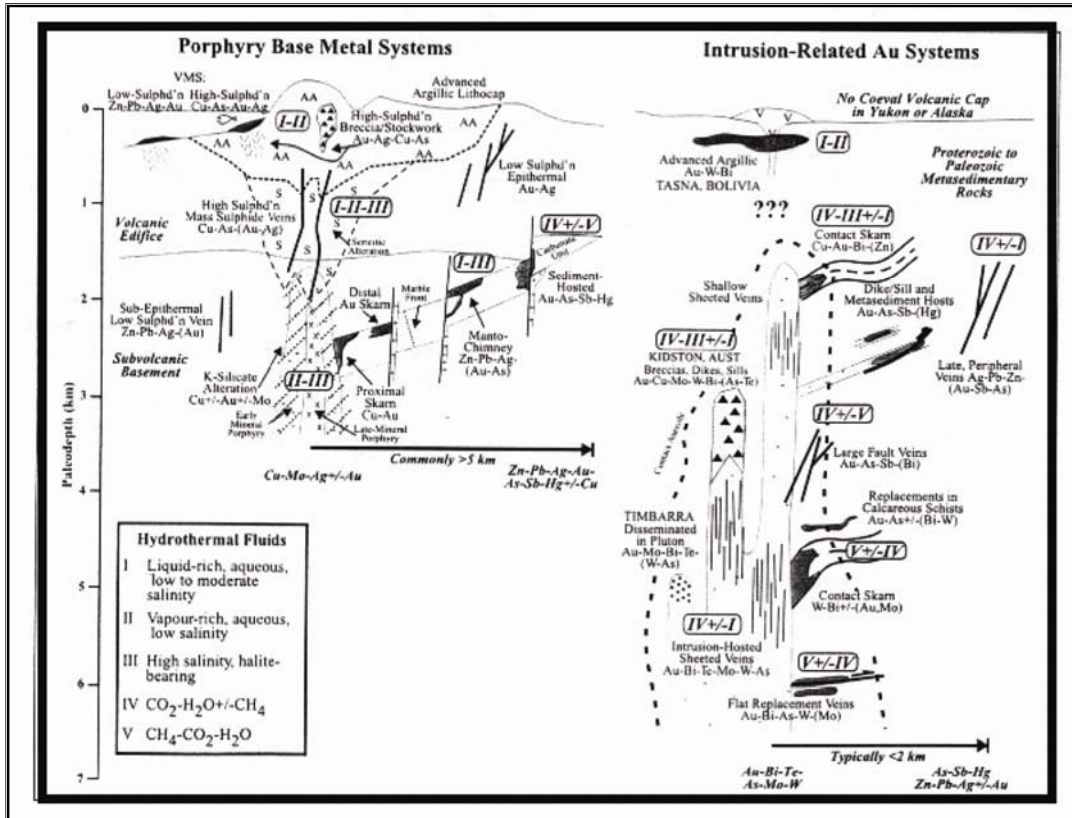
تشکیل سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیها، مشابه با دیگر کانسارها دربرگیرنده مؤلفه کنترل کننده‌های ساختاری است. در این سیستمها، ساختارها موقعیت و ژئومتری کانسار را در تمامی مقیاس‌ها تحت تأثیر قرار می‌دهند. کارهای انجام شده بر روی کمربند طلای Tintina نشانگر اهمیت کنترل کننده‌های ساختاری بر روی جایگیری توده‌های نفوذی و موقعیت دگرسانی‌ها و کانی‌سازی‌ها می‌باشد (Mair و همکاران، ۲۰۰۰؛ Miller و همکاران، ۲۰۰۰). داده‌ها نشان می‌دهند که ساختارهای مرتبط با رژیم‌های تنش ناحیه‌ای و محلی برای جریان سیال و مشخص کردن موقعیت کانی‌سازی مهم هستند (Mair و همکاران، ۲۰۰۰).

ذخایر رگه‌ای صفحه‌ای واقع در داخل توده‌های نفوذی، تنها دربرگیرنده رگه‌های کوارتزی با عیارهای بسیار بالای طلا هستند که توسط سنگهای نفوذی غیر مینرالیزه سالم تا به مقدار کمی دگرسان شده از هم جدا شده‌اند. گسترش محدود دگرسانی و پراکندگی آن و عدم وجود شکستگیهای استوک‌ورکی و برش بیانگر اینست که سیالات در یک حالت غیر فعال از سیستم عبور کرده‌اند. بنظر می‌رسد که سیالات به مجاری ساختاری بخصوصی در یک محیط جریان پایین سیال محدود بوده‌اند حداقل زمانی که با ذخایر فلزات پایه تپیک مقایسه می‌شوند. جریان پایین سیال، همراه با مشاهده نکردن شواهدی برای درگیر بودن سیالات خارجی (McCoy و همکاران، ۱۹۹۷؛ Baker and Lang، ۱۹۹۹)، ممکن است عامل کلیدی در جلوگیری از رقیق شدن سیالات کانه‌دار شده و عیارهای بالای طلا را در داخل رگه‌های منفرد فراهم آورد.

۵-۲-۶ مدل اکتشافی ذخایر طلا مرتبط با نفوذیها

یک مدل فضایی برای سیستم‌های طلای مرتبط با نفوذیها همراه با مدل فضایی سیستمهای پورفیری در

شکل ۶-۳ نشان داده شده است. تعدادی از ویژگیهای اساسی این مدل نیز به قرار زیر می‌باشد.



شکل ۶-۳- مدل ژنتیکی شماتیک برای ذخایر طلا مرتبط با نفوذیها و مقایسه آن با سیستمهای پورفیری (Lang و همکاران، ۲۰۰۰).

۱- بسیاری از سیستمهای تشکیل شده در فشارهای بالاتر از حدود ۱/۵ kb گسترش جانبی زیادی

نداشته و بوسیله سیالات کربنی و تمرکز پایین فلزات پایه مشخص می‌شوند.

۲- سیستمهای تشکیل شده در فشارهای پایین‌تر، از نظر جانبی گسترده‌تر بوده و عموماً دربرگیرنده

سیالات با شوری متوسط تا بالا بوده و تمرکز فلزات پایه در آنها نسبتاً بالاست و بصورت بسیار

قابل توجهی با اسکارن‌های Au-Cu-Bi همراه هستند.

۳- سیالات حاوی CH_4 در ذخایر تشکیل شده در سنگهای متاسدیمنتی کربناته، در همه اعماق بسیار متداول هستند ولی در تعدادی از سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیه‌های تشکیل شده در عمق زیاد به حداقل می‌رسند.

۴- ذخایر موجود در داخل یا مجاورت نزدیک پلوتونها، دربرگیرنده مجموعه فلزی $Au-Bi-W \pm Te \pm Mo \pm As$ هستند، ذخایر پیرامون توده نفوذی بوسیله مجموعه فلزی $Au-As-Sb \pm Hg$ مشخص می‌شوند و رگه‌های تأخیری و/یا رگه‌های پیرامون توده نفوذی دربرگیرنده مجموعه $Ag-Zn-Pb \pm Cu \pm Au$ هستند.

۵- در اعماق کمتر (فشار کمتر از $1/5 \text{ kb}$)، گسترش جانبی در هر دو محیط سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیه‌ها و سیستمهای پورفیری، بزرگتر از اعماق است اما بیشترین مقدار گسترش جانبی در سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیه‌ها (حدود 3 km) معمولاً کمتر از سیستمهای پورفیری (عمدتاً بیشتر از 5 km) است.

۶- سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیه‌ها در مقایسه با سیستمهای پورفیری تا اعماق بیشتری ادامه دارند (عمق در زمان تشکیل بیشتر از 6 km در سیستمهای مرتبط با نفوذیه‌ها و کمتر از 3 km در سیستمهای پورفیری).

۷- در سیستمهای طلای مرتبط با نفوذیه‌ها، کاهش در گسترش جانبی ذخایر با افزایش عمق، مشابه تغییرات موجود در سیستمهای غنی از Sn ، W و Mo است.

۶-۳- مقایسه کانی سازی منطقه مطالعاتی با انواع ذخایر مرتبط با نفوذیها

اگر چه ترکیب کانی شناسی و درصد آنها در ذخیره متغیر است ولی ترکیب کانی شناسی هر ذخیره همواره منعکس کننده شیمی سیالات زاینده آنهاست و از اینرو شاید بتوان مناسبترین ملاک طبقه بندی را شیمی سیالات مربوطه دانست که تصویر آن در ترکیب کانی شناسی کانسنگ، باطله و محصولات دگرسانی گرمابی منعکس می‌باشد.

پس از مقایسه کانی سازی منطقه مطالعاتی با ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها، مشخص گردید که این کانی سازی شباهتهای بسیار زیادی را با ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها دارد. بطور خلاصه، مهمترین شباهتهای کانی سازی منطقه مطالعاتی با ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها عبارت است از:

۶-۳-۱- مقایسه بر اساس مجموعه پلوتونیکي همراه

توده نفوذی میزبان رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی سازی در منطقه مطالعاتی عبارت از گرانودیوریت می‌باشد که دارای ماهیت کالک آلکالن و پرآلومینوس بوده و در زمره گرانیتوئیدهای نوع I می‌باشد. این توده حالت اکسیدان داشته و تمرکز بالایی از مگنتیت دارد. لیکن همچنانکه گفته شد، تعدادی دایک ریولیتی-ریوداسیتی در مجاورت با رگه‌های کوارتزی وجود دارد که ماهیت کالک آلکالن داشته و نسبتاً پرآلومینوس می‌باشد. این دایکها حاوی مقادیر بسیار جزئی مگنتیت هستند و در حدواسط بین سری ایلمنیتی-مگنتیتی قرار می‌گیرند. بنظر می‌رسد که کانی سازی در این منطقه با یک استوک پنهان با ترکیب مشابه با این دایکها مرتبط است و این دایکها مظاهری از استوک یاد شده هستند.

مطالعات پترولوژیکی در قالب رساله دوره دکتری نویسنده (در دست تدوین) در ارتباط با محیط تکتونیکی باتولیت قره داغ که منطقه مطالعاتی بخش از آن می باشد، بیانگر اینست که بخش عمده باتولیت قره داغ در یک محیط فرورانشی قبل از برخورد تشکیل شده است (فرورانش نئوتیس به زیر سکوی قاره ای یا جزیره قوسی قفقاز کوچک). استوکه های کوارتز مونزونیتی و مونزوگرانییتی کوچکی در بخشهای مختلف این باتولیت مشاهده می شوند که جوانتر از بقیه بوده و بداخل آنها نفوذ کرده اند. این استوکه ها و دایکهای ریولیتی- ریوداسیتی موجود در منطقه قره چیلر در یک محیط همزمان با برخورد تا پس از برخورد تشکیل شده اند.

کانی سازی در منطقه مطالعاتی عمدتاً بصورت رگه های صفحه ای با شیب زیاد (منطقه قره چیلر) و شیب کم تا زیاد (در منطقه زرلی دره) می باشد. رگه های موجود در منطقه قره چیلر و تعدادی از رگه های منطقه زرلی دره هم راستا هستند (N90-120E) و بخش عمده رگه های کوارتزی منطقه زرلی دره نیز دارای امتداد مشابهی هستند (N120-140E). با توجه به مشاهدات صحرائی و امتداد کلی رگه های کوارتزی می توان گفت که کانی سازی در این منطقه عمدتاً توسط ساختارهای تکتونیکی (گسلها) کنترل شده است.

۶-۳-۴- مقایسه بر اساس سیالات هیدروترمال

مطالعات مقدماتی سیالات در گیر رگه‌های کوارتزی منطقه مطالعاتی بیانگر حضور سیالات غنی از دی اکسید کربن با شوری پایین (۸-۲٪ معادل وزنی NaCl) و شوری متوسط (کمتر از ۱۵٪ معادل وزنی NaCl) تا شوری بالا (در مقادیر جزئی؛ حاوی فاز حالت) در داخل این رگه‌ها می‌باشد.

۶-۳-۵- مقایسه بر اساس ژئوشیمی

در نمونه‌های برداشته شده از منطقه مطالعاتی (بویژه منطقه قره‌چیلر) همبستگی بسیار خوبی بین طلا و بیسموت وجود دارد که یکی از مهم‌ترین شواهد ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها می‌باشد.. همچنین، بررسی نتایج آنالیز نمونه‌ها نشان می‌دهد که عناصر مولیبدن، مس، آرسنیک، آنتیموان و نقره نیز تمرکزهای بالایی را در رگه‌ها نشان می‌دهند.

علاوه بر این، مطالعات کانی‌سنگین در قالب پایان‌نامه‌های دانشگاهی و نیز تعدادی از طرحهای اکتشافی، وجود طلا را بصورت پلاستی در رسوبات آبراه‌های تأیید کرده است.

فصل هفتم

ارزیابی مقدماتی ذخیره

۱-۷- مقدمه

۲-۷- ارزیابی مقدماتی ذخیره طلا

۳-۷- ارزیابی مقدماتی ذخیره نقره، مس و مولیبدن

یکی از اهداف مهم عملیات اکتشافی، محاسبه ذخیره کانسار است و تنها پس از این مرحله است که می‌توان در مورد کانسار قضاوت نمود و امکان استخراج اقتصادی آنرا بررسی کرد. نکته مهمی که در مورد محاسبه ذخیره بایستی در نظر گرفته شود این است که چون ذخیره ماده معدنی بر اساس اطلاعات عددی انجام می‌گردد، لذا بهر حال توأم با خطا خواهد بود. البته بسته به میزان و دقت اطلاعات موجود، ارزش ذخائر مختلف، متفاوت است. در واقع می‌توان گفت که ذخیره حقیقی ماده معدنی هنگامی بدست می‌آید که آخرین ذرات ماده معدنی استخراج شده باشد. نکته دیگر آنست که معمولاً در مراحل مختلف اکتشاف یک کانسار، ذخیره آن محاسبه می‌شود و بدیهی است که همزمان با تکمیل اکتشافات، ذخائر محاسبه شده نیز تغییر می‌کند و دقیق‌تر می‌شود.

محاسبه ذخیره به روشهای مختلفی انجام می‌شود و انتخاب روش محاسبه، تابع تعیین وضعیت ماده معدنی و مشخصات کارهای اکتشافی است. برای محاسبه ذخیره، بایستی سطح، ضخامت، وزن مخصوص و عیار متوسط ماده معدنی را در دست داشت و از ضرب کردن آنها در هم، ذخیره را بدست آورد.

بطور کلی، برای ارزیابی یک ماده معدنی پس از اتمام مطالعات پیجویی و یافتن محل کانسار، باید اطلاعات لازم برای ارزیابی آنرا فراهم ساخت. این عملیات شامل تهیه نقشه زمین‌شناسی بزرگ مقیاس، حفاریات اکتشافی، برداشت حفاریات و نمونه‌برداری از آنها، تهیه مقاطع اکتشافی و سرانجام محاسبه ذخیره است.

۲-۲- ارزیابی ذخیره مقدماتی طلا

همچنانکه گفته شد، برای محاسبه ذخیره یک کانسار می بایستی اطلاعات دقیقی از مساحت، ضخامت و عیار ماده معدنی در اختیار داشته باشیم. با توجه به اینکه پروژه پیجویی کانسار پلی متال منطقه انیق- قره چیلر، در مراحل مقدماتی و پیجویی بوده است، لذا اطلاعات دقیق و کاملی از عمق و عیار متوسط ماده معدنی در اختیار نداریم. از اینرو، برآورد ذخیره برای عناصر مختلف از جمله طلا در این مرحله بنظر صحیح نمی رسد. با اینحال، می توان یک ذخیره زمین شناسی و اولیه طلا، نقره، مس و مولیبدن در منطقه مورد مطالعه محاسبه نمود. لازم به توضیح است که هیچگونه اطلاعات عمقی از نظر عیارهای عمقی در دسترس نمی باشد و بدلیل کم بودن تعداد نمونه های برداشته شده سطحی، عیار متوسط نمونه ها بیانگر عیار میانگین عناصر یاد شده در کل کانسنگ نیست. اطلاعات دقیقی از عمق کانی سازی نیز اطلاعات در دسترس نمی باشد. لیکن با توجه به شواهد صحرایی و مورفولوژی منطقه، حداقل عمق ۱۰۰ متر را می توان برای رگه های کوارتزی و زونهای کانی سازی منطقه مطالعاتی در نظر گرفت. در حالیکه میانگین اختلاف ارتفاع رگه ها از بلندترین نقطه کانی سازی تا کف رودخانه انیق بیش از ۲۰۰ متر می باشد. علاوه بر این، شیب رگه ها نیز در نظر گرفته نشده است.

بطور کلی، ذکر این نکته ضروری است که محاسبات انجام شده در مورد ذخیره طلا و دیگر عناصر در منطقه مطالعاتی، تنها یک برآورد اولیه می باشد.

۲-۲-۱- برآورد ذخیره طلای منطقه قره چیلر

بر اساس اطلاعات موجود در مورد عیار متوسط طلا در نمونه های مربوط به رگه های کوارتزی و حاشیه های دگرسان شده رگه ها در منطقه قره چیلر، مورفولوژی و ابعاد ماده معدنی، وزن مخصوص

تقریبی و عمق در نظر گرفته شده برای هر کدام از رگه‌ها، ذخیره اولیه طلا در منطقه قره‌چیلر محاسبه شده است که در جدول ۱-۷ بطور خلاصه نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (ppm)	وزن مخصوص کانسنگ (g/cm ³)	ذخیره طلا (kg)
۱	رگه GV1	۷۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۵/۷۶	۲/۵	۵۶۴/۴
۲	حاشیه رگه GV1	۷۰۰	۰/۷۵	۱۰۰	۰/۳۷	۲/۵	۴۶/۷
۳	رگه GV2	۳۰۰	۰/۵۷	۱۰۰	۳/۹۳	۲/۵	۱۶۶/۷
۴	حاشیه رگه GV2	۳۰۰	۱/۲۷	۱۰۰	۰/۳۷۶	۲/۵	۳۵/۸
						جمع	۸۱۳/۶

جدول ۱-۷- برآورد اولیه ذخیره طلا در رگه‌های کوارتزی و زونهای دگرسانی اطراف آنها در منطقه قره‌چیلر

۲-۲-۷- برآورد ذخیره طلای منطقه زرلی‌دره

بر اساس اطلاعات موجود در مورد عیار متوسط طلا در نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی و حاشیه‌های دگرسان شده رگه‌ها در منطقه زرلی‌دره، مورفولوژی و ابعاد ماده معدنی، وزن مخصوص تقریبی و عمق در نظر گرفته شده برای هر کدام از رگه‌ها، ذخیره اولیه طلا در منطقه زرلی‌دره محاسبه شده است که در جدول ۲-۷ نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (ppm)	وزن مخصوص کانستگ (g/cm ³)	ذخیره طلا (kg)
۱	رگه ZV1	۴۰۰	۰/۷۳	۱۰۰	۴/۷	۲/۵	۳۴۳/۱
۲	حاشیه رگه ZV1	۴۰۰	۱	۱۰۰	۰/۱۴۳	۲/۵	۱۴/۳
۳	رگه ZV2	۶۰۰	۰/۶	۱۰۰	۳/۱۲	۲/۵	۲۸۰/۸
۴	حاشیه رگه ZV2	۶۰۰	۱/۰۷	۱۰۰	۰/۱۴۴	۲/۵	۲۳/۱
۵	رگه ZV2	۳۰۰	۰/۳۹	۱۰۰	۲/۶	۲/۵	۷۶
۶	حاشیه رگه ZV3	۳۰۰	۰/۷۹	۱۰۰	۰/۲۲	۲/۵	۱۳
۷	رگه ZV4	۲۰۰	۰/۶۵	۱۰۰	۰/۴۵	۲/۵	۱۴/۲
۸	حاشیه رگه ZV4	۲۰۰	۰/۹۲	۱۰۰	۰/۱۸۷	۲/۵	۸/۶۶
۹	رگه ZV5	۶۵۰	۰/۴۵	۱۰۰	۱/۰۹	۲/۵	۷۹/۷
۱۰	حاشیه رگه ZV5	۶۵۰	۰/۶۴	۱۰۰	۰/۳۷۳	۲/۵	۳۸/۸
۱۱	رگه ZV6	۳۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۱/۳۴	۲/۵	۵۶/۲
۱۲	حاشیه رگه ZV6	۳۰۰	۰/۸۸	۱۰۰	۰/۲۳۴	۲/۵	۱۵/۴
۱۳	رگه ZV7	۳۰۰	۰/۴۶	۱۰۰	۱/۱۵	۲/۵	۶۶/۴
۱۴	حاشیه رگه ZV7	۳۰۰	۰/۷۷	۱۰۰	۰/۲۳	۲/۵	۷/۹
۱۵	رگه ZV8	۲۰۰	۰/۷	۱۰۰	۰/۵۸	۲/۵	۲۰/۳
	جمع						۱۰۵۷/۸۶

جدول ۷-۲ - برآورد اولیه ذخیره طلا در رگه‌های کوارتزی و زونهای دگرسانی اطراف آنها در منطقه زرلی دره.

بطور کلی، با توجه به جداول فوق، برآورد اولیه ذخیره طلا در منطقه قره‌چیلر و زرلی دره در مجموع حدود ۱/۹ تن برآورد شده است. لازم بذکر است که ذخیره رگه‌های کوارتزی واقع در حاشیه خاوری رودخانه انیق در این محاسبه دخالت داده نشده است که می‌تواند ذخیره طلای منطقه را تا ۲ تن افزایش دهد. همچنین، ذکر این نکته ضروری است که ذخیره محاسبه شده بر اساس اطلاعات موجود بوده و مطمئناً با پیشرفت عملیات اکتشافی و افزایش اطلاعات عمقی و سطحی، دستخوش تغییر خواهد شد.

۳-۷- ارزیابی ذخیره مقدماتی نقره، مس و مولیبدن

۳-۷-۱- برآورد ذخیره نقره

در این بخش، به بررسی اولیه ذخیره نقره در دو منطقه قره‌چیلر و زرلی دره پرداخته می‌شود. لازم بذکر است که برآورد ذخیره نقره تنها برای رگه‌ها صورت گرفته و حاشیه‌های دگرسان شده اطراف رگه‌ها در نظر گرفته نشده است.

۳-۷-۱-۱- برآورد ذخیره نقره در منطقه قره‌چیلر

بر اساس اطلاعات موجود در مورد عیار متوسط نقره در نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی در منطقه قره‌چیلر، مورفولوژی و ابعاد ماده معدنی، وزن مخصوص تقریبی و عمق در نظر گرفته شده برای هر کدام از رگه‌ها، ذخیره اولیه نقره در منطقه قره‌چیلر محاسبه شده است که در جدول ۳-۷ بطور خلاصه نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (ppm)	وزن مخصوص کانستگ (g/cm ³)	ذخیره نقره (kg)
۱	رگه GV1	۷۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۲۳	۲/۵	۲۲۵۴
۲	رگه GV2	۳۰۰	۰/۵۷	۱۰۰	۱۸/۲۵	۲/۵	۷۸۰
						جمع	۳۰۳۴

جدول ۳-۷- برآورد اولیه ذخیره نقره در رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌چیلر

۳-۷-۱-۲- برآورد ذخیره نقره در منطقه زرلی دره

در منطقه زرلی دره نیز با توجه به اطلاعات موجود در مورد عیار متوسط نقره در نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی، ذخیره اولیه نقره در این منطقه محاسبه شده است که در جدول ۳-۷-۴ بطور خلاصه نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (ppm)	وزن مخصوص کانستگ (g/cm ³)	ذخیره نقره (kg)
۱	رگه ZV1	۴۰۰	۰/۷۳	۱۰۰	۱۶/۴	۲/۵	۱۱۹۷/۲
۲	رگه ZV2	۶۰۰	۰/۶	۱۰۰	۶/۳۸	۲/۵	۵۷۴
۳	رگه ZV2	۳۰۰	۰/۳۹	۱۰۰	۵/۵	۲/۵	۱۶۰/۸
۴	رگه ZV4	۲۰۰	۰/۶۵	۱۰۰	۸/۳۴	۲/۵	۲۷۱
۵	رگه ZV5	۶۵۰	۰/۴۵	۱۰۰	۵/۷۸	۲/۵	۴۲۲/۶
۶	رگه ZV6	۳۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۵/۴۷	۲/۵	۲۲۹/۷
۷	رگه ZV7	۳۰۰	۰/۴۶	۱۰۰	۱/۶۲	۲/۵	۹۳/۵
۸	رگه ZV8	۲۰۰	۰/۷	۱۰۰	۲/۹۵	۲/۵	۱۰۳
	جمع						۳۰۵۱/۸

جدول ۷-۴- برآورد اولیه ذخیره نقره در رگه‌های کوارتزی منطقه زرلی دره

بطور کلی ذخیره نقره بدست آمده برای رگه‌های کوارتزی دو منطقه قره‌چیلر و زرلی دره، در مجموع حدود ۶/۱ تن می‌باشد. بدیهی است با احتساب ذخیره نقره موجود در حاشیه‌های دگرسان شده رگه‌ها و نیز رگه‌های موجود در خاور رودخانه انیق، ذخیره یاد شده افزایش خواهد یافت.

۷-۳-۲- برآورد ذخیره مس

با توجه به اینکه کانی‌سازی قابل توجه مس تنها در دو رگه کوارتزی موجود در منطقه قره‌چیلر (GV1 و GV2) و یک رگه کوارتزی موجود در منطقه زرلی دره (ZV5) شاخص می‌باشد و در دیگر رگه‌ها کانی‌سازی قابل توجهی از مس در دیگر رگه‌ها مشاهده نمی‌شود، از اینرو ذخیره مس تنها برای سه رگه یاد شده، محاسبه گردیده است. لازم بذکر است که کانی‌سازی مس در رگه‌های کوارتزی عمدتاً بصورت فاز سولفیدی کالکوپیریت و آغشتگی‌های مالاکیتی و آزوریتی می‌باشد. بطور کلی ذخیره مس

بدست آمده برای رگه‌های یاد شده در حدود ۲۲۷۵ تن بدست آمده که در جدول ۷-۵ نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (%)	وزن مخصوص کانستگ (g/cm ³)	ذخیره مس (تن)
۱	رگه GV1	۷۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۰/۸۳۵	۲/۵	۸۱۸/۳
۲	رگه GV2	۳۰۰	۰/۵۷	۱۰۰	۱/۸۸	۲/۵	۸۰۳/۷
۳	رگه ZV5	۶۵۰	۰/۴۵	۱۰۰	۱/۶۴	۲/۵	۱۲۰۰
	جمع						۲۲۷۶/۳

جدول ۷-۵- برآورد اولیه ذخیره مس در رگه‌های کوارتزی GV1، GV2 و ZV5

۷-۳-۳- برآورد ذخیره مولیبدن

با توجه به اینکه کانی‌سازی قابل توجه مولیبدن تنها در دو رگه کوارتزی موجود در منطقه قره‌چیلر (GV1 و GV2) شاخص می‌باشد، این دو رگه همراه با رگه‌های کوارتزی موجود در منطقه قره‌دره جهت ارزیابی ذخیره مولیبدن در کل منطقه ایتق- قره‌چیلر انتخاب گردید. لازم بذکر است که کانی‌سازی مولیبدن در رگه‌های کوارتزی عمدتاً بصورت فاز سولفیدی مولیبدنیت می‌باشد. بطور کلی ذخیره مولیبدن بدست آمده برای رگه‌های یاد شده در حدود ۴۵۰ تن بدست آمده که در جدول ۷-۶ نشان داده شده است.

ردیف	شماره رگه	طول (متر)	ضخامت متوسط (متر)	عمق کانی سازی (متر)	عیار متوسط (%)	وزن مخصوص کانستگ (g/cm ³)	ذخیره مولیبدن (تن)
۱	رگه GV1	۷۰۰	۰/۵۶	۱۰۰	۰/۲۹۱	۲/۵	۲۸۵
۲	رگه GV2	۳۰۰	۰/۵۷	۱۰۰	۰/۱۲۶	۲/۵	۵۳/۸
۳	رگه قره‌دره	۳۰۰	۰/۴۰	۱۰۰	۰/۳۷۳	۲/۵	۱۱۲
	جمع						۴۵۰/۸

جدول ۷-۶- برآورد اولیه ذخیره مولیبدن در رگه‌های کوارتزی GV1 و GV2 و رگه‌های منطقه قره‌دره.

فصل هشتم

بررسی ترانسه های اکتشافی

۸-۱- مقدمه

۸-۲- نمونه برداری از ترانسه ها

۸-۳- برداشت ترانسه ها

۸-۴- بررسی ترانسه ها

پس از بررسیهای مقدماتی اولیه در سال ۱۳۸۵، بنا به اهمیت پروژه و نیز جهت نمونه برداری از بخشهای عمقی تر رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی، در سال ۱۳۸۶ ترانسه‌هایی طراحی و حفر گردید. با توجه به عدم وجود راه دسترسی ماشین‌رو به رگه‌ها و زونهای کانی‌سازی، حفر ترانسه در این مرحله به روش دستی و توسط کارگر انجام گرفت. طول ترانسه‌ها با توجه به پهنای رگه‌های کوارتزی و زونهای دگرسانی حاشیه رگه‌ها، از ۵ تا ۳۵ متر متغیر است. عرض ترانسه‌ها به اندازه‌ای تنظیم شده که کارگران به آسانی بتوانند در داخل آن حفاری کنند و همچنین نمونه برداری به سهولت انجام گردد، که معمولاً عرض حدود ۴۰-۷۰ سانتی متر برای این کار در نظر گرفته شد. عمق ترانسه‌ها نیز در نقاط مختلف، با توجه به ضخامت خاک سطحی، متفاوت بوده و از ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی متر تغییر می‌کند. در مناطقی که رگه‌های کوارتزی در داخل سنگ میزبان سفت و محکم واقع شده‌اند و امکان حفر ترانسه به روش دستی در این نقاط وجود ندارد، پروفیل‌هایی برای نمونه‌گیری انتخاب گردید.

در مجموع تعداد ۳۳ رشته ترانسه به حجم حدود ۱۳۰ متر مکعب حفر گردید. همچنین در ۴ نقطه، در امتداد پروفیل‌هایی در عرض رگه‌های کوارتزی نمونه‌گیری صورت گرفت. در جدول ۸-۱، مشخصات کلی ترانسه‌های حفر شده در دو منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره نشان داده شده است.

حجم ترانسه (متر مکعب)	عمق متوسط (متر)	عرض ترانسه (متر)	طول ترانسه (متر)	موقعیت ترانسه		شماره ترانسه	ردیف
				عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی		
10.08	0.8	0.7	18	4298898	618994	ZV1T1	1
5.075	0.5	0.7	14.5	4299062	619091	ZV1T2	2
5.2	0.5	0.8	13	4299098	619174	ZV1T3	3
6.4	0.4	0.5	32	4299448	619151	ZV2T1	4
5.25	0.6	0.5	17.5	4299433	619201	ZV2T2	5
8.64	0.8	0.6	18	4299411	619272	ZV2T3	6
3.657	0.7	0.55	9.5	4299388	619417	ZV2T4	7
4.537	0.5	0.55	16.5	4299349	619442	ZV2T5	8
5.25	0.7	0.5	15	4299339	619521	ZV2T6	9
4.887	0.5	0.85	11.5	4299303	619684	ZV3T1	10
1.3	0.4	0.5	6.5	4299298	619713	ZV3T2	11
3.6	0.6	0.6	10	4299303	619760	ZV3T3	12
1.8	0.6	0.5	6	4299280	619831	ZV3T4	13
1.47	0.8	0.7	3.5	4299284	619888	ZV3T5	14
5.04	0.4	0.7	9	4299240	619910	ZV3T6	15
1.21	0.4	0.55	5.5	4299335	619604	ZV4T1	16
3.875	0.5	0.5	15.5	4299297	619630	ZV4T2	17
5.1	0.6	0.5	17	4299269	619663	ZV4T3	18
1.5	0.5	0.6	5	4299914	619749	ZV5T1	19
1.98	0.6	0.6	5.5	4299690	619867	ZV5T2	20
4.41	0.7	0.7	9	4299428	620055	ZV5T3	21
2.5	0.5	0.5	10	4299523	619611	ZV6T1	22
3	0.8	0.5	7.5	4299570	619672	ZV6T2	23
2.058	0.7	0.7	4.2	4299832	619588	ZV7T1	24
3.185	0.7	0.7	6.5	4299699	619581	ZV7T2	25
1.08	0.2	0.6	9	4299270	619225	ZV8T1	26
3.15	0.7	0.9	5	4300734	619752	GV1T1	27
2.1	0.6	0.7	5	4300747	619768	GV1T2	28
5.1	0.5	0.6	17	4300753	619807	GV1T3	29
2.7	0.6	1	4.5	4300723	619827	GV1T4	30
5.39	0.7	0.7	11	4300862	619951	GV2T1	31
4.65	0.5	0.6	15.5	4300839	619976	GV2T2	32
4.5	0.5	0.6	15	4300785	620010	GV2T3	33
129.674	حجم کل						

جدول ۸-۱- مشخصات کلی ترانسه‌های حفر شده در دو منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره

۸-۲- نمونه برداری از ترانسه ها

یکی از اهداف اساسی در کلیه کارهای اکتشافی، کسب اطلاعاتی درباره کیفیت ماده معدنی است که این مقصود با نمونه گیری از آن در مراحل مختلف از جمله نمونه گیری از ترانسه های حفر شده حاصل می شود. بنابراین پس از حفر ترانسه، از واحدهای مختلف سنگی و زونهای کانی سازی داخل ترانسه ها نمونه برداری شد. مراحل مختلف این نمونه برداری عبارتند از:

الف- آماده سازی دیواره ترانسه: ابتدا بهترین دیواره ترانسه را (از نظر رخنمون واحد سنگی) تا حد ممکن صاف کرده تا ناهمواریهای احتمالی موجود در آن برطرف شود.

ب- شناسایی و تفکیک واحدهای سنگی: در این مرحله با شناسایی واحدهای سنگی مختلف از نظر جنس کانی سازی، ساخت، رنگ و غیره، این واحدها را از هم تفکیک می نمایم.

ج- نمونه برداری: با در نظر گرفتن ویژگیهایی نظیر ضخامت زون کانی سازی، تغییرات کیفیت زونهای کانی سازی و ...، به روش شیاری (channel) یا انتخابی (chip) نمونه های لازم از محل ترانسه ها انتخاب گردید. نمونه های انتخاب شده دارای وزن بیشتر از ۲ کیلوگرم بوده اند. در روش شیاری، در طول نمونه گیری ضخامت ۱۰ سانتی متر و عمق ۵-۳ سانتی متر برداشت می شود. در روش انتخابی که برای طولهای زیاد نمونه گیری و نیز زونهای کانی سازی شده تقریباً همگن و مشابه استفاده شده است، از فواصل مشخص (معمولاً ۳۰ سانتی متر)، تکه ای انتخاب می گردد تا در مجموع نمونه کلی بدست آید. بخش عمده نمونه های ترانسه ها به روش شیاری برداشته شده است. در مجموع تعداد ۲۱۳ نمونه از ترانسه های حفر شده جهت مطالعات آزمایشگاهی انتخاب گردیده است.

۸-۳- برداشت ترانسه ها

از آنجا که هدف نهایی از حفر ترانسه، بدست آوردن اطلاعاتی درباره مشخصات ماده معدنی و سنگهای اطراف آن می باشد، بنابراین پس از آماده شدن هر رشته ترانسه، نقشه آن با مقیاس طولی ۱:۱۰۰ و مقیاس عرضی ۱:۵۰ تهیه یا برداشت شد. مراحل مختلف این برداشت عبارتند از:

الف- ترسیم توپوگرافی دیواره های ترانسه: در این مرحله، توپوگرافی دیواره های ترانسه را اندازه گیری کرده و بر روی کاغذ میلی متری ترسیم می نماییم. ترسیم توپوگرافی و مورفولوژی ترانسه بدین صورت است که ابتدا کف ترانسه را که عبارت از عرض ترانسه می باشد، ترسیم می کنیم. سپس دیواره ترانسه در یک سمت کف، با توجه به ارتفاع دیوارها و مورفولوژی آن ترسیم می شود.

ب- ترسیم واحدهای سنگی دیواره و کف: با توجه به تفکیک واحدهای سنگی دیواره و کف ترانسه در مراحل قبلی، مرز این واحدها را با در نظر گرفتن ضخامت و شیب لایه ها با دقت به پروفیل ترسیم شده منتقل کرده و همزمان با آن ویژگیهای سنگ شناسی، کانی سازی، دگرسانی، ساخت، رنگ و غیره را در دفترچه صحرائی یادداشت می کنیم.

ج- اندازه گیری شیب و جهت شیب لایه ها: در این مرحله، شیب و جهت شیب لایه ها در مرز بین واحدها اندازه گیری و بطور دقیق در پروفیل ترسیم شده و نیز در دفترچه صحرائی ثبت می گردد.

د- مشخصات کلی ترانسه نظیر طول، عمق، عرض، امتداد و مختصات حداق نقطه ای از ترانسه را یادداشت می نماییم.

۸-۴- بررسی ترانسه ها

- ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV1

بطور کلی بر روی این رگه، ۳ رشته ترانسه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در اشکال ۸-۱، ۸-۲ و ۸-۳، مشخصات ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV1 و نمونه های انتخاب شده از هر یک از ترانسه ها همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZVIT1 Trench Stright: N100E Trench Length: 17 m Vein Stright: N175E/30NW Longitude: 618994 E Latitude: 4298898 N																					
W-NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
+ + + + + + + + + + + + + + + +		5.0																			
	An.236	0.7	silisified granodiorite with some quartz veinlets	6.54	19	1020	200	150	350	290	1620	---	90								
	An.237	1.0	silisified granodiorite with abundant quartz veinlets	3.35	18	1385	72	520	225	220	1400	---	150								
	An.238	1.1	silisified granodiorite with abundant quartz veinlets and in some place with boxwork texture	3.11	25	2350	120	370	615	220	2100	---	75								
	An.239	1.0	silisified granodiorite with abundant quartz veinlets and in some place with boxwork texture and hydrothermal breccia	1.52	11	1535	25	630	352	280	1300	---	135								
	An.240	1.1	quartz vein with boxwork and stockwork texture	2.26	24	3130	80	1250	415	260	1080	---	240								
	An.241	1.4	silisified granodiorite with abundant quartz veinlets and in some place with boxwork and stockwork texture	4.72	11	2000	62	110	487	590	890	---	60								
	An.242	0.8	silisified granodiorite with boxwork texture (5 cm) and in some place stockwork texture	359	142	5000	350	200	2480	1600	3200	---	100								
	An.243	1.0	silisified granodiorite with abundant quartz veinlets and boxwork and stockwork texture and hydrothermal breccia bearing much sulfide mineralization	6.58	20	3100	200	450	990	1000	850	---	80								
+ + + + + + + + + + + + + + +		4.0	droped blocks																		
E-SE																					

شکل ۸-۱- مشخصات کلی ترانشه ZVIT1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV1T2 Trench Stright: N150E Trench Length: 14.5 m Vein Stright: N60E/30NW Longitude: 619091 E Latitude: 4299062 N																					
NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
+		0.7	granodiorite																		
+	An.275	0.5	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and sulfide mineralization	0.15	2.6	1141.5	11.2	245.5	15.7	28.2	52.3	9.2	93.9								
	An.276	0.5	hydrothermal breccia and chalcedony with some sulfide mineralization	0.084	2.2	389.7	7.4	171	10.4	20.2	62.4	7.2	50.9								
	An.277	0.5	hydrothermal breccia and chalcedony with some sulfide mineralization (less breccia compared to the last sample)	0.09	2.8	80.8	7.8	137.1	11.5	18.2	49.3	10.7	56.9								
	An.278	0.8	silisified granodiorite bearing some hydrothermal breccia and sulfide mineralization	0.053	1.8	81.1	3	301.9	5.6	21.8	29.7	7.7	76.8								
	An.279	0.8	sericitic and silisified granodiorite	0.25	4.2	7718.5	19.1	194.6	35.2	393.5	99.2	10.1	169.2								
		7.3	granodiorite																		
SE																					

شکل ۸-۲- مشخصات کلی ترانشه ZV1T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV1T3 Trench Stright: N160E Trench Length: 13 m Vein Stright: N55E/35NW Longitude: 619169 E Latitude: 4299104 N																					
NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		0.1	arenized granodiorite																		
	Am.376	0.7	silisified granodiorite	0.15	2.9	328.9	<0.1	335.2	3.4	23.8	8	10.1	151.1								
		2.7	arenized granodiorite																		
	Am.375	0.7	brecciated quartz vein bearing pyrite	0.75	1.7	166.3	99.8	239.6	15.9	35.7	142.3	8	51.6								
	Am.374	1.0	sericitic and silisified granodiorite bearing some pyrite	0.19	4.1	269.5	<0.1	80.5	8.1	33.5	74.4	13.4	32.5								
	Am.373	0.7	quartz vein with boxwork texture bearing pyrite and iron oxide	0.13	2.5	402.2	72.9	54.8	7.4	29.4	76.8	11.3	50.9								
	Am.372	0.7	sericitic and silisified granodiorite bearing some pyrite	0.048	0.8	50.4	33.3	128.6	15.3	34.1	87.5	5.9	45								
	Am.371	1.7	sericitic and silisified granodiorite bearing some pyrite	0.058	<0.1	73.4	<0.1	316.8	3	30.6	40.5	7.8	60.2								
	Am.370	1.9	silisified granodiorite bearing some pyrite and iron oxide	0.15	2.8	<0.5	<0.1	187.2	8.8	15.2	35.8	35.6	79.7								
	369	0.7	quartz vein with boxwork texture bearing pyrite and iron oxide	0.16	3.3	85.5	109.4	264.2	15.2	10.1	89.5	20.1	28.4								
	Am.368	1.3	silisified granodiorite bearing some iron oxide	0.044	2.6	3	2.1	264.1	7.5	16.3	18.1	9.7	83.3								
		1.2	arenized granodiorite																		
SE																					

شکل ۸-۳- مشخصات کلی ترانسه ZV1T3 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV2

بطور کلی بر روی این رگه، ۶ رشته ترانسه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در اشکال ۸-۴، ۸-۵، ۸-۶، ۸-۷ و ۸-۸، مشخصات ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV2 و نمونه های انتخاب شده از هر یک از ترانسه ها همراه با طول نمونه گیری، توصیف میکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV2T1 Trench Stright: N30E Trench Length: 32 m Vein Stright: N110E/60NE Longitude: 619151 E Latitude: 4299448 N																					
Nt	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
+		1.1	granodioritic																		
+		0.4	quartz vein rich in iron oxide in some place with boxwork texture	0.46	5.5	497.3	449.2	1737	130.6	255.2	124.8	26.3	167.3								
+		6.0	granodioritic																		
+	An.388	0.9	sericitic and silicified granodiorite bearing some quartz veinlets and iron oxide in fractures	0.14	2.8	114.6	52.1	1350	6.4	98.1	53.8	42.9	218.8								
+	An.387	0.6	quartz vein with boxwork texture rich in iron oxide	3.42	10	234	199.9	283.6	40.7	628.1	173	104.5	48.2								
+	An.386	2.0	sericitic and silicified granodiorite bearing some quartz veinlets and iron oxide in fractures	0.09	1.9	88.7	96.6	76.1	21.9	162.5	135.3	43.8	14								
+	An.385	1.1	silicified granodiorite bearing some iron oxide in fractures	7.02	11.6	295.4	61.3	988	11.8	39.2	199.9	22	312.4								
+	An.384	1.7	silicified granodiorite bearing some iron oxide in fractures and rare quartz veinlets	0.15	1.5	59.7	41.7	552.3	0.4	22.7	59.9	30.2	400.7								
+	383	0.2	limonitic and sericitic granodiorite bearing some carbonate and rare quartz veinlets	0.11	1.3	29.2	35.3	1038	3.4	32	23.5	18.2	124.5								
+	An.382	1.4	silicified granodiorite bearing some chalcocopy, quartz veinlets, pyrite and iron oxide	0.14	0.7	51.8	34.1	330.1	10.5	42.3	59.4	17.8	184.4								

شکل ۸-۴- مشخصات کلی ترانشه ZV2T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها (ادامه در صفحه بعد).

Trench No.: ZV1T2 Trench Stright: N150E Trench Length: 14.5 m Vein Stright: N60E/30NW Longitude: 619091 E Latitude: 4299062 N													
NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)									
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
+		0.7	granodiorite										
+	An.275	0.5	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and sulfide mineralization	0.15	2.6	1141.5	11.2	245.5	15.7	28.2	52.3	9.2	93.9
	An.276	0.5	hydrothermal breccia and chalcedony with some sulfide mineralization	0.084	2.2	389.7	7.4	171	10.4	20.2	62.4	7.2	50.9
	An.277	0.5	hydrothermal breccia and chalcedony with some sulfide mineralization (less breccia compared to the last sample)	0.09	2.8	80.8	7.8	137.1	11.5	18.2	49.3	10.7	56.9
	An.278	0.8	silisified granodiorite bearing some hydrothermal breccia and sulfide mineralization	0.053	1.8	81.1	3	301.9	5.6	21.8	29.7	7.7	76.8
	An.279	0.8	sericitic and silisified granodiorite	0.25	4.2	7718.5	19.1	194.6	35.2	393.5	99.2	10.1	169.2
		7.3	granodiorite										
SE													

ادامه شکل ۸-۴ (ترانشه ZV2T1).

Trench No.: ZV2T2 Trench Stright: N25E Trench Length: 17.5 m Vein Stright: N90E.30N Longitude: 619203 E Latitude: 4299428 N																					
N/E	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
+		1.4	granodiorite																		
+	Am.230	0.6	silt 4.3ed and argillizide granodiorite	0.13	0.41	75	5.5	80	14.6	72	17.5	—	120								
+	Am.229	0.3	silt 4.3ed and argillizide granodiorite with some quartz veinslets	0.49	2.9	340	25	65	28.3	110	18	—	44								
+	Am.228	0.3	quartz vein with boxwork texture bearing some additional mineral	1.42	4.5	268	19.5	155	41.4	80	14	—	65								
+	Am.227	0.6	silt 4.3ed and argillizide granodiorite	0.057	0.3	32	0.95	150	5.63	20	2.5	—	60								
+		8.0	granodiorite																		
+	Am.226	1.0	silt 4.3ed and argillizide granodiorite	0.22	0.74	650	20	88	19.5	45	42	—	140								
+	Am.225	0.6	silt 4.3ed and argillizide granodiorite with some quartz veinslets	0.17	0.21	180	0.65	350	17.1	20	10	—	270								
+	Am.224	1.0	silt 4.3ed granodiorite with a lot of quartz veins and veinslets	0.29	1.6	200	4	75	56.3	90	36	—	50								
+	Am.223	0.5	silt 4.3ed and argillizide granodiorite	0.053	0.26	205	3	80	2.73	20	13	—	60								
+	Am.222	1.2	silt 4.3ed granodiorite	0.15	0.9	197	5.5	175	2.91	40	20	—	80								
+		2.0	granodiorite																		

شکل ۸-۵- مشخصات کلی ترانسه ZV2T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV2T3		Trench Strike: N5E		Trench Length: 18 m		Vein Strike: N90E:30N		Longitude: 619272 E		Latitude: 4299411 N										
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn							
		2.8	granodiorite																	
	Am 231	1.2	silt s.d.ed granodiorite	0.039	0.14	30	1.1	100	3.84	20	7	—	60							
	Am 232	0.3	quartz vein with boxwork texture bearing goethite	0.32	1.5	84	5	84	3.96	20	12	—	50							
	Am 233	0.6	silt s.d.ed and argillizide granodiorite	0.16	1.1	410	17	150	36.2	30	35	—	65							
	Am 234	2.4	arenized granodiorite	0.053	0.11	5.3	0.68	114	1.93	20	104	—	70							
	235	0.2	quartz vein with boxwork texture bearing some limonite	1.31	0.87	147	7	60	17.2	30	105	—	55							
		10.5	granodiorite																	

شکل ۸-۶- مشخصات کلی ترانسه ZV2T3 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No: ZV2T5 Trench Stright: N25E Trench Length: 16.5 m Vein Stright: N110E/55NE Longitude: 619443 E Latitude: 4299354 N													
NF	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)									
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
+				0.15	2.9	326.9	~ 0.1	335.2	3.4	23.8	8	10.1	151.1
+		3.2	granodioritic										
+	An 400	0.7	limonitic and silicified zone in granodiorite	0.07	1.1	32.4	33.7	400.4	5.7	29.3	11.6	10.4	25.2
+													
+		2.7	granodioritic										
+	An 399	0.5	silicified granodiorite bearing some iron oxide (limonite)	0.12	0.9	344.7	56.9	1210	16.5	40.1	17.9	15.2	53.4
+	An 396	0.7	quartz vein with boxwork texture bearing pyrite and some iron oxide	0.42	2.3	576.9	69.7	291.1	64.7	61.3	22.1	6.9	27.1
+	An 397	0.7	silicified granodiorite bearing some quartz vein and veils and iron oxide (limonite)	0.35	3	2395	75.3	629.9	40.2	141.1	105.9	10.8	35.5
+	An 396	0.8	quartz vein with boxwork texture rich in pyrite and some iron oxide	0.37	1.9	473.2	64.1	126.9	483.6	216.4	65.7	12.5	10.4
+	An 395	0.6	silicified granodiorite bearing some quartz vein and veils with boxwork texture and stockwork form	0.25	1.8	226.6	70.1	42.1	216.9	227.7	45.4	20.3	9.7
+	An 394	2.0	silicified granodiorite bearing rare quartz vein and veils	0.14	1.3	765	3.6	116.5	246.7	81.9	32.7	34.8	15
+													
+		4.0	granodiorite										

شکل ۸-۷- مشخصات کلی ترانشه ZV2T5 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV2T6 Trench Stright: N20E Trench Length: 15 m Vein Stright: N90E/35N Longitude: 619530 E Latitude: 4299337 N																					
N/E	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		1.4	granodioritic																		
	An 274	1.5	sericitic and silicified granodioritic	0.29	4.6	2585	67.6	1845	26.5	23.8	236.7	43.1	61.7								
	An 273	0.8	sericitic and silicified granodioritic bearing some iron oxide and quartz veins	0.095	3.5	153.4	<0.1	1775.5	13.2	31.4	11.1	75.2	68.2								
		4.0	granodioritic																		
	An 272	1.4	silicified granodioritic bearing some iron oxide and quartz veins	0.18	2	233.1	39.6	2940.5	20	34.5	29.8	21.8	80								
	An 271	1.0	sericitic and silicified granodioritic bearing some quartz veins	0.26	3.5	54.3	9.7	1077	17.5	18	4	15.8	34.5								
	An 270	0.5	quartz vein in some place with boxwork texture	3.26	4.5	75.3	597	270.2	41.9	49.6	35	143.5	18								
	269	0.4	sericitic and silicified granodioritic bearing some quartz veins	0.18	3.1	714.2	24.8	805.7	21.5	27.6	13.1	124.8	21.4								
		4.0	granodioritic																		

شکل ۸-۸- مشخصات کلی ترانسه ZV2T6 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV3

بطور کلی بر روی این رگه، ۶ رشته ترانسه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در اشکال ۸-۹، ۸-۱۰، ۸-۱۱، ۸-۱۲، ۸-۱۳ و ۸-۱۴، مشخصات ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV3 و نمونه های انتخاب شده از هر یک از ترانسه ها همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV3T2 Trench Stright: N170E Trench Length: 6.5 m Vein Stright: N80E/25NW Longitude: 619713 E Latitude: 4299297 N																				
NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn							
		3.5	granodiorite																	
	219	0.4	silicified granodiorite	0.079	0.26	195	4	300	7.78	10	6.3	---	60							
	220	0.4	quartz vein with boxwork texture bearing some limonite	0.99	2.7	1110	600	55	38.4	30	4.5	---	45							
	221	0.5	silicified and argillizide granodiorite	0.48	4.3	470	65	100	20	15	16	---	65							
		1.7	granodiorite																	
SE																				

شکل ۸-۹- مشخصات کلی ترانسه ZV3T2 همراه با موقعیت نمونه های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV3T1 Trench Stright: N5E Trench Length: 11.5 m Vein Stright: N100E/30NE Longitude: 619684 E Latitude: 4299303 N																					
N-NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	gmde (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
+		1.3	granodiorite																		
+	Am.218	0.5	quartz vein with iron oxide (limonite and goethite)	1.55	1.3	730	41	550	30.1	25	4.7	---	80								
+																					
+	Am.217	5.0	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.19	0.4	45	2.6	250	4.33	15	11	---	60								
+																					
+	Am.216	0.3	silisified and limonitized granodiorite	0.068	0.64	3520	20	160	17.8	18	14	---	105								
+	Am.215	0.5	quartz vein with some sulfide mineralization and boxwork texture	1.79	2.40	9800	230	305	77.9	55	32	---	55								
+	Am.214	0.7	silisified granodiorite bearing quartz and goethite veinlets	0.75	0.39	1935	18	200	10.3	18	1	---	68								
+																					
+	Am.213	2.2	arenized granodiorite with some argillization	0.073	0.18	1820	1.4	140	4.5	18	3.8	---	70								
+																					
+	Am.212	0.3	silisified granodiorite bearing iron oxide in fractures	0.061	0.53	4100	1.5	600	28.6	20	10	---	90								
+	Am.211	0.7	arenized granodiorite with some argillization	0.079	0.51	1110	10.5	500	5.25	15	6.5	---	77								
S-SW																					

شکل ۸-۱۰- مشخصات کلی ترانشه ZV3T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV3T6 Trench Stright: N140E Trench Length: 9 m Vein Stright: N40E/30NW Longitude: 619910 E Lotitude: 4299240N																					
NW	S. N	S. L (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		1.0																			
	283	0.2	silisified and brecciated granodiorite with abundant quartz veinlets	0.09	3	1079	36.2	1902	33.5	15.6	10.9	9.4	30.1								
	An.284	0.7	quartz vein with copper mineralization and boxwork texture	0.33	6.2	838	1361	1655.5	23.2	184	35.4	60.4	58.2								
	285	0.4	silisified granodiorite bearing some quartz veinlets	0.23	18.8	369.2	366.7	849.5	42.1	40.7	9.6	28.2	18								
	An.286	0.5	silisified granodiorite bearing some iron oxide in fractures	0.2	8.5	766.1	41.3	2475	27	20.8	10.6	30.5	46.8								
	An.287	0.7	silisified granodiorite bearing some iron oxide in fractures (less than last sample) and some copper mineralization	0.11	2.9	1316	386.2	4328	98.9	95.9	100.9	60.1	56.7								
		5.5																			
SE																					

شکل ۸-۱۴ - مشخصات کلی ترانشه ZV3T6 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانشه های حفر شده بر روی رگه ZV4

بطور کلی بر روی این رگه، ۳ رشته ترانشه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در اشکال ۸-۱۵، ۸-۱۶ و ۸-۱۷، مشخصات ترانشه های حفر شده بر روی رگه ZV4 و نمونه‌های انتخاب شده از هر یک از ترانشه‌ها همراه با طول نمونه‌گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV4T1 Trench Stright: N60E Trench Length: 5.5 m Vein Stright: N130E/40NE Longitude: 619604 E Latitude: 4299335 N													
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)									
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
+	An.206	2.0	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.14	0.45	8	1	250	1.35	10	1.4	---	60
+													
+													
+													
+													
+	205	0.2	silisified granodiorite	0.27	1.8	218	11.5	250	8.5	20	5.1	---	45
+	204	0.4	quartz vein with some sulfide mineralization and boxwork texture	4.85	7.2	106	170	200	10.9	33	6.5	---	50
+	203	0.2	silisified granodiorite	0.49	0.87	17.5	3	350	3	10	1.2	---	68
+	202	0.2	quartz vein with iron oxide (limonite)	2.85	4.3	108	16	300	6	10	4.5	---	45
+	201	0.13	silisified granodiorite	0.86	2.1	60	2	400	2.85	20	0.76	---	68
+	An.200	2.4	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.3	0.5	19	40	370	3	10	15	---	45
+													
+													
+													
+													
+	SW												

شکل ۸-۱۵- مشخصات کلی ترانشه ZV4T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV4T2		Trench Stright: N50E		Trench Length: 15.5 m		Vein Stright: N140E/40NE		Longitude: 619630 E		Latitude: 4299297 N				
N/E	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)										
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn	
		207	0.3	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.32	0.33	18.5	0.95	300	2.35	45	1	---	85
		208	0.3	quartz vein with some sulfide mineralization and boxwork texture	3.68	3.1	3500	59	500	10.6	50	15	---	90
		209	0.3	silicified granodiorite	0.57	0.55	287	2.1	300	6.5	15	6.5	---	82
		210	0.3	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.97	0.53	350	3	270	2.65	15	13	---	55
			8.0	granodiorite										
		244	0.4	arenized granodiorite with some iron oxide in fractures	0.4	0.66	97	12.5	945	6.95	20	3.2	---	110
		245	0.3	silicified granodiorite with some quartz veinlets	0.49	0.53	175	3.7	400	3.49	10	4.1	---	70
		246	0.5	argillic alteration zone bearing some quartz- goethite veins	0.26	1.4	3245	40	670	12.5	38	66	---	40
		248	2.0	argillized granodiorite	0.039	0.24	120	6.5	350	5.81	14	6	---	35
			4.0	granodiorite										

شکل ۸-۱۶- مشخصات کلی ترانشه ZV4T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV4T3		Trench Strike: N40E		Trench Length: 18 m		Vein Strike: N130E:60NE		Longitude: 619671 E		Latitude: 4299255 N											
NE	S. N.	S. L. (m.)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	V	Zn								
+		1.85	arenized granodiorite																		
	263	0.1	quartz vein bearing limonite	1.59	0.33	440	45	1970	37.7	15	9.5	—	135								
	262	0.3	limonitic altered zone	0.37	0.47	960	27	1210	16.8	25	18	—	80								
	261	0.4	arenized and silicified granodiorite	0.20	0.33	200	6.1	550	3.13	10	1.5	—	65								
+		1.0	granodiorite																		
	Ab.260	1.3	argilic and silicified granodiorite bearing some iron oxide (limonite and goethite)	0.21	1.3	3400	20	730	24.2	40	30	—	80								
	Ab.259	1.4	argilic and silicified granodiorite bearing some iron oxide (limonite and goethite)	0.061	0.14	3600	16	910	17.7	41	8.5	—	85								
	Ab.258	1.6	argilic and silicified granodiorite	0.59	0.35	2115	7.1	280	33.1	20	22	—	40								
	257	0.3	argilic and silicified granodiorite bearing some iron oxide in fractures	0.95	1.2	3472	213	62	46	70	38	—	30								
	256	0.5	argilic and silicified zone bearing some quartz vein	0.58	2.9	1000	670	45	160	125	7	—	30								
	255	0.35	quartz vein with barrenite texture bearing sulfide mineralization	0.20	4.7	120	44	56	37.7	28	14	—	35								
	Ab.254	1.7	silicified granodiorite bearing many quartz veins	0.47	1.5	980	80	50	82	30	70	—	50								
	Ab.253	1.5	argilic and silicified granodiorite bearing some iron oxide in fractures	0.40	1.4	3000	20	550	143	65	32	—	120								
	252	0.35	limonitic altered zone	0.19	1.5	4305	40	1200	225	100	110	—	100								
	Ab.251	1.4	argilic and silicified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veins	0.10	2.5	800	50	200	64	27	75	—	30								
	250	0.25	quartz vein with barrenite texture bearing sulfide mineralization	0.41	3.9	455	600	150	775	150	75	—	55								
	Ab.249	1.2	argilic and silicified granodiorite bearing some quartz veins	0.17	2.1	3750	77	550	103	70	20	—	60								
		2.5	granodiorite																		
SW																					

شکل ۸-۱۷- مشخصات کلی ترانشه ZV4T3 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV5

بطور کلی بر روی این رگه، ۳ رشته ترانسه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. همچنین، در یک منطقه که امکان حفر ترانسه به روش دستی میسر نبود، در امتداد پروفیلی نمونه برداری صورت گرفت. در اشکال ۸-۱۸، ۸-۱۹، ۸-۲۰ و ۸-۲۱، مشخصات ترانسه های حفر شده بر روی رگه ZV5 و نمونه های انتخاب شده از هر یک از ترانسه ها همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV5T3 Trench Stright: N50E Trench Length: 9 m Vein Stright: N150E/75NE Longitude: 620055 E Latitude: 4299428 N																				
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn							
+		0.7	granodiorite																	
+	319	0.2	silicified granodiorite with some iron oxide veinlets and Cu mineralization	0.49	2.6	9.1	< 0.1	12020	46	53.2	2.5	35	21.4							
+		2.6	granodiorite																	
+	320	0.3	quartz vein with boxwork texture bearing iron oxide	1.64	6.7	86.7	< 0.1	2018.5	141.2	151	3.9	1106	19.4							
+	321	0.3	silicified granodiorite with some iron oxide veinlets	0.29	3.1	71.5	< 0.1	776.8	33.8	114.6	7.1	1143	13.5							
+		1.0	granodiorite																	
+	322	0.15	quartz vein bearing much iron oxide	2.06	3.7	385.9	< 0.1	3455	107.9	150.1	2.4	1158	26.5							
+	323	0.2	silicified granodiorite with some iron oxide veinlets and Cu mineralization	0.38	1	225.7	3.1	32240	23.1	< 0.5	4.6	30.3	36.3							
+		3.5	granodiorite																	
SW																				

شکل ۸-۱۸- مشخصات کلی ترانسه ZV5T3 همراه با موقعیت نمونه های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV5T1 Trench Stright: N70E Trench Length: 5 m Vein Stright: N140E/80NE Longitude: 619749 E Latitude: 4299914 N																					
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		0.7	arenized granodiorite																		
	348	0.4	sericite and silisified granodiorite with some quartz veinlets and Cu mineralization	0.25	1.4	4.7	2.9	11310	47.6	48.4	3.2	3	31.5								
	An. 349	0.5	quartz vein bearing pyrite, iron oxide and Cu mineralization	1	2.9	242.4	1	31970	50.9	134.1	13.9	17.2	33.3								
	350	0.4	sericite and silisified granodiorite with some quartz veinlets and Cu mineralization	0.31	1.5	<0.5	5.5	24220	6.2	113.6	28.9	1.8	30								
	351	0.35	sericite and silisified granodiorite with some iron oxide in fractures and Cu mineralization	0.31	4.2	38.9	1	16270	12.9	72.6	5.2	8	30								
		2.65	arenized granodiorite																		
SW																					

شکل ۸-۱۹- مشخصات کلی ترانشه ZV5T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: ZV5T2 Trench Stright: N50E Trench Length: 5.5 m Vein Stright: N150E/70NE Longitude: 619867 E Latitude: 4299690 N																					
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		1.0	granodiorite																		
	303	0.3	arenized granodiorite with some copper mineralization	0.29	3	374.5	3	9133.5	7.1	40.4	7	10	57.8								
	304	0.3	sericite and silisified granodiorite with some iron oxide in fractures	0.59	1.7	2709	<0.1	496.9	7.7	19.3	36	27.1	16								
	305	0.25	quartz vein bearing pyrite and iron oxide	0.35	0.8	1109	3.1	477.3	17.3	11.7	17.8	1.2	12.7								
	306	0.3	sericite and silisified granodiorite with some iron oxide in fractures	0.3	2.2	2154.5	<0.1	2852	18.7	26.6	12.6	33.2	56.4								
	307	0.1	quartz vein bearing iron oxide and some Cu mineralization	3.61	4.8	7798	10	7795.5	11.1	74.3	68.9	10.3	47.7								
	An. 308	0.6	sericite and silisified granodiorite	0.96	1.9	8010	1.5	1735	6.5	28.8	39.7	36.5	52.8								
		2.75	granodiorite																		
SW																					

شکل ۸-۲۰- مشخصات کلی ترانشه ZV5T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Profile No.: ZV5P3 Profile Stright: N70E Prpfole Length: 3 m Vein Stright: N155E/65NE Longitude: 619815 E Latitude: 4299810 N														
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)										
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn	
+		0.7	granodiorite											
+	355	0.25	sericite and silisified granodiorite bearing Cu mineralization	0.56	2.4	917.3	4.9	15740	10.8	84.2	195.2	10.4	342	
+	An.354	0.7	sericite and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets	0.28	1.5	1132.5	10.9	101.6	214.9	81.4	53.2	23.4	13.6	
+	353	0.2	quartz vein bearing iron oxide and Cu mineralization	0.67	15.4	867	14.1	7863	16.5	105.3	474.6	15.9	280.3	
+	An.352	0.6	sericite and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets with Cu mineralization	0.83	6.3	1525.5	9.5	9507	6.3	636.8	229.8	< 0.1	4138	
+		0.55	granodiorite											
+														
SW														

شکل ۸-۲۱- مشخصات کلی پروفیل ZV5P3 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانشه‌های حفر شده بر روی رگه ZV6

بطور کلی بر روی این رگه، ۲ رشته ترانشه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در اشکال ۸-۱۸، ۸-۲۲ و ۸-۲۳، مشخصات ترانشه‌های حفر شده بر روی رگه ZV6 و نمونه‌های انتخاب شده از هر یک از ترانشه‌ها همراه با طول نمونه‌گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV6T2 Trench Stright: N150E Trench Length: 7.2 m Vein Stright: N95E/35N Longitude: 619672 E Latitude: 4299570 N														
NW	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)										
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn	
+		0.95	granodiorite											
	An-415	0.7	quartz vein bearing iron oxide and boxwork texture in some place	0.3	1.6	309.6	< 0.1	716.6	13.2	44.9	< 0.1	14.2	33.1	
	An-414	0.85	silisified granodiorite with some iron oxide in fractures	0.07	0.8	33	24	376.8	1.5	19.6	< 0.1	9.8	26.5	
	An-413	0.7	silisified granodiorite with some iron oxide in fractures	0.2	2.4	2.1	81.3	428.8	3.5	15.3	9.9	7.6	28.8	
	An-412	0.7	silisified granodiorite with some iron oxide in fractures and quartz veinlets	0.2	1.4	153.4	83.7	434.2	5.4	33.4	20.1	29.1	21.8	
	An-411	1.0	sericitic and silisified granodiorite	0.046	0.5	22	27.2	374.2	0.3	15.2	10.4	4.6	25	
		2.3	granodiorite											
SE														

شکل ۸-۲۳- مشخصات کلی ترانشه ZV6T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانشه های حفر شده بر روی رگه ZV7

بطور کلی بر روی این رگه، یک رشته ترانشه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. در شکل ۸-۲۴ مشخصات ترانشه حفر شده بر روی رگه ZV7 و نمونه‌های انتخاب شده از هر یک از ترانشه‌ها همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: ZV7T1 Trench Stright: N40E Trench Length: 4.5 m Vein Stright: N150E/75NE Longitude: 619588 E Latitude: 4299832 N															
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)											
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn		
+		1.2	granodiorite												
+	356	0.2	sericitic and silicified granodiorite with some iron oxide	0.14	2.2	1.1	7.2	346.1	11.2	10.8	8.3	4.9	27.7		
	An357	0.5	quartz vein bearing iron oxide (limonite and goethite)	0.63	4.1	60.9	30.5	439.1	8.4	3.7	42.7	1.9	17		
	358	0.2	sericitic and silicified granodiorite with some iron oxide	0.08	1.5	2.6	3.7	394.9	4.3	9.8	3.2	1.7	16.8		
	359	0.10	quartz vein bearing iron oxide	0.14	0.9	2.1	3.8	162.3	12.2	3.1	5.8	16.6	14.3		
+		2.3	granodiorite												
+															
+															
+															
+															
+															
+															
+															
+															
+															
+															
SW															

شکل ۸-۲۴- مشخصات کلی ترانشه ZV7T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانشه های حفر شده بر روی رگه GV1

بطور کلی بر روی این رگه، یک رشته ترانشه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. همچنین، در دو منطقه که امکان حفر ترانشه به روش دستی میسر نبود، در امتداد پروفیل‌هایی نمونه برداری صورت گرفت. در اشکال ۸-۲۵، ۸-۲۶ و ۸-۲۷ مشخصات ترانشه حفر شده بر روی رگه GV1 همراه با پروفیل‌های یاد شده و نمونه‌های انتخاب شده از ترانشه و پروفیلها، همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Trench No.: GV1T2 Trench Slight: N50E Trench Length: 16.5 m Vein Slight: N150E/80NE Longitude: 61997.6 E Latitude: 4300839 N													
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)									
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
	An 324	2.0	sericitic and silicified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets	0.072	2.6	~ 0.5	~ 0.1	961.5	66.6	20.1	3.6	14.3	35.9
	An 325	2.0	sericitic and silicified granodiorite bearing some iron oxide and quartz vein and veinlets	0.6	10.6	33.6	10.6	12255	217.2	56.9	11.7	15.6	43.6
	326	0.05	quartz vein bearing pyrite and Cu mineralization	3.4	5.5	33.1	6.2	135250	656.6	~ 0.5	~ 0.1	22.1	51.2
	An 327	1.0	sericitic and silicified granodiorite bearing some quartz vein and veinlets and Cu mineralization	0.32	2.7	5	6.7	3446	2229	16.1	~ 0.1	13.6	25.3
	An 328	0.6	sericitic and silicified granodiorite bearing some iron oxide and Cu mineralization	0.21	5.1	22.1	5.1	5636.5	567.7	29.6	~ 0.1	12.2	31.2
	An 329	1.0	sericitic and silicified granodiorite	0.09	2	~ 0.5	~ 0.1	1165.5	300.1	16.5	~ 0.1	6.1	32.1
	330	0.3	sericitic and silicified granodiorite bearing iron oxide in fractures	0.06	2.5	5.2	~ 0.1	525	367.9	16.2	~ 0.1	15.4	46.4
		1.7	sericitic granodiorite										
	331	0.3	sericitic and silicified granodiorite bearing iron oxide and Cu mineralization	0.39	2.8	64.8	12.3	3136.5	329	33.7	0.2	12.8	71.6
	332	0.25	quartz vein rich in iron oxide and brecciated in some place	0.14	1.9	57.2	0.8	2243	346.6	25.1	2.9	20.4	105.3
		0.5	arenized granodiorite										
	An 333	0.5	quartz vein bearing Cu mineralization	0.23	5.9	123.6	9.1	3066.5	1035	69.7	~ 0.1	13.6	39.3
		3.0	arenized granodiorite										
	334	0.2	quartz vein rich in iron oxide and bearing Cu mineralization	1.76	11.5	1209.5	142.3	76600	172.9	~ 0.5	142.5	12.8	246.9
		0.5	arenized granodiorite										
	An 335	0.6	quartz vein rich in iron oxide and bearing Cu mineralization	1.2	4.7	153.6	240.3	7675.5	365.5	173.4	44.2	13.9	97.5
	An 336	0.6	quartz vein rich in pyrite and Cu mineralization (5 meter south of trench)	6.27	37.7	122.2	702.1	5171.5	1036	510.6	52.6	5.2	62.2
		1.5	arenized granodiorite										
SW													

شکل ۸-۲۵- مشخصات کلی ترانشه GV1T2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Profile No.: GV1P1 Profile Stright: N50E Prpfole Length: 3 m Vein Stright: N150E/80NE Longitude: 620004 E Latitude: 4300780 N																		
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)														
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn					
+		0.5	sericitic and silisified granodiorite															
+	337	0.2	quartz vein bearing iron oxide and Cu mineralization	0.46	4.8	53.9	13.6	4047	347.9	24.6	5.1	15.2	65.8					
+	An.338	0.5	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets and some Cu mineralization	1.35	6.4	177	18.5	16410	455.5	76.4	3.4	19	65.1					
+	339	0.2	quartz vein bearing iron oxide and Cu mineralization	1.4	3	154	24.3	1395.2	2642	219.2	< 0.1	4.1	23.8					
+	An.340	0.5	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets and some Cu mineralization	0.09	1.1	279.4	6	2964.5	756.4	15.5	9.2	8.3	63.8					
+	341	0.2	quartz vein Cu mineralization	4.02	21	1169.5	115.3	9975.5	4313	242.9	18.9	4.9	148.6					
+		0.5	sericitic and silisified granodiorite															
SW																		

شکل ۸-۲۶- مشخصات کلی پروفیل GV1P1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Profile No.: GV1P2 Profile Stright: N50E Prpfole Length: 3 m Vein Stright: N150E/80NE Longitude: 620019 E Latitude: 4300791 N																		
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)														
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn					
+		0.7	sericitic granodiorite															
+	An.342	0.7	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets and some Cu mineralization	0.49	6.3	58.4	7.8	4613	3723	46.7	< 0.1	21.6	35.1					
+	343	0.3	quartz vein bearing iron oxide and some Cu mineralization	10.5	4.7	125.5	136.2	955.7	2397	1421	< 0.1	0.7	11.7					
+	An.344	0.6	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and quartz veinlets and some Cu mineralization	0.98	3	59.5	4.1	4594.5	507.3	35.1	3.2	18.7	43.1					
+		0.7	sericitic granodiorite															
SW																		

شکل ۸-۲۷- مشخصات کلی پروفیل GV1P2 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

- ترانشه‌های حفر شده بر روی رگه GV2

بطور کلی بر روی این رگه، ۴ رشته ترانشه حفر و نمونه برداری صورت گرفته است. همچنین، در یک منطقه که امکان حفر ترانشه به روش دستی میسر نبود، در امتداد پروفیلی نمونه برداری صورت گرفت. در اشکال ۸-۲۸، ۸-۲۹، ۸-۳۰، ۸-۳۱ و ۸-۳۲ مشخصات ترانشه‌های حفر شده بر روی رگه GV2 همراه با پروفیل یاد شده و نمونه‌های انتخاب شده از ترانشه‌ها و پروفیل، همراه با طول نمونه گیری، توصیف ماکروسکوپی نمونه و عیارهای بدست آمده برای عناصر مختلف نشان داده شده است.

Profile No.: GV2P1 Profile Stright: N60E Prpfole Length: 3 m Vein Stright: N140E/80NE Longitude: 619771 E Latitude: 4300699 N														
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)										
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn	
		0.4	sericitic granodiorite											
	345	0.3	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide	0.17	1.4	100.7	2.4	4475	103.4	28.2	2.1	1.2	30.6	
	346	0.3	quartz vein bearing iron oxide and Cu- Mo mineralization	0.16	4.1	39.5	7.2	2229	3030	19.1	< 0.1	13.6	22	
	AN. 347	2.0	sericitic and silisified granodiorite bearing some iron oxide and Cu mineralization	0.33	4.3	640.5	< 0.1	13728	24.5	103	16.1	100.5	74.7	
SW														

شکل ۸-۲۸- مشخصات کلی پروفیل GV2P1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: GV2T1 Trench Stright: N60E Trench Length: 5 m Vein Stright: N150E/75NE Longitude: 619752 E Latitude: 4300734 N													
NE	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)									
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
		1.5	granodiorite										
	288	0.2	sericitic granodiorite with some copper mineralization	0.15	2.4	< 0.5	2.7	7022.5	19.8	80.3	3.9	4.3	68.2
	289	0.25	quartz vein with Cu and Mo mineralization	1.72	5.2	65	19.6	2587	598.8	29	< 0.1	2.3	32.4
	290	0.25	sericitic granodiorite	0.33	0.3	10.2	< 0.1	2784	53.7	20.3	1.6	5	32.5
		1.6	arenized granodiorite										
	291	0.2	quartz vein with Cu and Mo mineralization	4.07	8.2	95	75.7	58635	561.6	31	< 0.1	14.3	50.7
		1.0	granodiorite										
SW													

شکل ۸-۲۹- مشخصات کلی ترانشه GV2T1 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

Trench No.: GV2T3		Trench Stright: N50E		Trench Length: 17 m		Veth Stright: N150E:80NE		Longitude: 619807 E		Latitude: 4300753 N											
N.E	S. N.	S. L. (m)	sample description	grade (ppm)																	
				Au	Ag	As	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn								
		3.0	granodiorite																		
	An.285	2.0	silted and sericitic granodiorite with some quartz vein and vethlets and Cu mineralization	0.33	4.6	76.3	2.6	7355	94.2	38.1	21.4	6.1	52.9								
	294	0.15	quartz vein with Cu and Mo mineralization	6.77	27.9	1061.5	357.4	5067.5	483.9	109.9	675.3	13.8	220.3								
		1.85	silted and sericitic granodiorite with some quartz vein and vethlets and Cu mineralization	0.33	4.6	76.3	2.6	7355	94.2	38.1	21.4	6.1	52.9								
	An.296	3.0	silted and sericitic granodiorite bearing some Cu mineralization	0.71	10.3	115.6	60.2	8056.5	107.1	152.9	51.3	15.1	72.1								
	An.297	0.7	quartz vein bearing some iron oxide and Cu-Mo mineralization	0.27	19.6	125.9	32.6	13905	2179	57.4	<0.1	10.8	124								
	An.298	1.0	silted and sericitic granodiorite bearing some Cu mineralization	0.24	3.5	9.1	7.3	4688	84.3	38.8	2.9	4.5	38.8								
		2.0	granodiorite																		
	An.299	0.7	silted and sericitic granodiorite bearing some Cu mineralization	0.29	4.9	1.9	2	26925	52.9	12.9	2	11.5	51								
		2.7	granodiorite																		

شکل ۸-۳۲- مشخصات کلی ترانشه GV2T3 همراه با موقعیت نمونه‌های برداشته شده و نتایج آنالیز آنها.

فصل نهم

نتیجه گیری و پیشنهادات

۹-۱- نتیجه گیری

۹-۲- پیشنهادات

۹-۱- نتیجه گیری

براساس مطالعات زمین شناسی و اکتشافی انجام شده در منطقه اکتشافی انیق- قره چیلر،

می توان چکیده‌ای از نتایج حاصله را به صورت زیر بیان نمود:

- مهمترین سیمای کانی سازی در منطقه مورد مطالعه، عبارت از رگه‌های کوارتزی و

زونهای کانی سازی به شکل رگه‌ای می باشد. ضخامت رگه‌های کوارتزی و زونهای

کانی سازی یاد شده بین ۵-۰/۵ متر متغیر است. دو منطقه اصلی کانی سازی و دو منطقه

فرعی را می توان در منطقه تفکیک نمود. مناطق اصلی عبارتند از: ۱- منطقه قره چیلر که

دربرگیرنده دو رگه کوارتزی اصلی و چند رگه کوارتزی فرعی می باشد. ۲- منطقه

زرلی دره که تعداد ۸ رگه کوارتزی و زون کانی سازی در آن شناسایی شده است. دو

منطقه فرعی نیز عبارتند از: ۳- منطقه قره دره و دره گوهران که حاوی تعدادی رگه

کوارتزی باریک حاوی کانی سازی مولیبدن می باشند. ۴- استوک کوارتز مونزونیتی

جنوب روستای انیق که به شدت متحمل دگرسانی سریستی شده و رگه و رگچه‌های

متعدد کوارتزی در داخل آن حضور دارند.

- کانه‌های موجود در رگه‌ها و زون‌های کانی سازی عبارتند از: پیریت، پیروتیت،

کالکوپیریت، مولیبدنیت، بورنیت، گالن، اسفالریت، استی بنیت، کولیت، کالکوسیت،

دیژنیت، آزوریت، مالاکیت، روتیل و اکسیدهای ثانویه و آبدار آهن. همچنین کانیهای

باطله عبارتند از: کوارتز، کربنات و کلسدون. در مطالعات مقاطع صیقلی طلا شناسایی

نگردید.

- در حاشیه تعدادی از رگه‌های کوارتزی منطقه قره چیلر و زرلی دره، زونهای دگرسانی در

ضخامتهای نسبتاً قابل توجه (۳-۱ متر) گسترش یافته‌اند که از نوع سریستی و سیلیسی

می‌باشد. در حاشیه بقیه رگه‌ها، زونهای دگرسانی چندان قابل توجه نبوده و عمدتاً کمتر از ۰/۵ متر می‌باشند. مهم‌ترین دگرسانی در منطقه مطالعاتی عبارت از استوک کوارتز مونزونیتی جنوب روستای انیق می‌باشد که متحمل دگرسانی سریسیتی و سیلیسی شده است.

- در منطقه مطالعاتی، به منظور مطالعات ژئوشیمیایی و عیار سنجی، حدود ۳۹۲ نمونه از رگه‌های کوارتزی، زونهای کانی‌سازی، و زونهای دگرسانی اطراف رگه‌های کوارتزی و استوک کوارتزمونزونیتی دگرسان شده انتخاب شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، طلا در تمامی زونهای کانی‌سازی دارای غنی‌شدگی و تمرکز بالا می‌باشد. بیشترین عیار طلای اندازه‌گیری شده در منطقه مطالعاتی، حدود ۳۵۹ گرم در تن است که مربوط به کوارتزهای با بافت لانه زنبوری و حفره‌ای است.

- نمونه‌های برداشته شده از دایکهای ریولیتی - ریوداسیتی موجود در منطقه، حاوی تمرکزهای نسبتاً بالایی از طلا هستند که این موضوع حاکی از ارتباط کانی‌سازی طلا با این دایکها می‌باشد. بدین مفهوم که عامل کانی‌سازی در این منطقه عبارت از یک توده نفوذی پنهان می‌باشد که دایکهای یاد شده، تظاهرهای کوچکی از توده نفوذی مزبور هستند.

- تعداد ۱۷۹ نمونه از رگه‌های کوارتزی دو منطقه قره‌چیلر و زرلی دره انتخاب شده است که عیار متوسط طلا در این نمونه‌ها (بدون احتساب نمونه حاوی عیار ۳۵۹ ppm)، حدود ۳/۱۷ ppm بدست آمده است. کمترین عیار بدست آمده برای نمونه‌های یاد شده، ۱۱۰ ppb می‌باشد.

- بطور کلی، بر اساس نتایج آنالیز نمونه‌های مربوط به رگه‌های کوارتزی منطقه زرلی دره و قره‌چیلر (۱۷۹ نمونه) و شواهد صحرایی مربوط به این رگه‌ها، در مجموع می‌توان یک رگه کوارتزی به ضخامت ۰/۶ متر و طول حدود ۴ km را در نظر گرفت که عیار متوسط طلا در آن حدود ۲/۸ ppm می‌باشد. لازم بذکر است که حاشیه‌های رگه‌های کوارتزی نیز حاوی طلا می‌باشند که در این محاسبات وارد نشده‌اند.

- ارزیابی مقدماتی ذخیره طلا در رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی در دو منطقه زرلی دره و قره‌چیلر بیانگر وجود یک ذخیره حدود ۲ تن طلا در این دو منطقه می‌باشد. همچنین، بر پایه بررسیهای یاد شده ذخیره نقره در این دو منطقه حدود ۶/۱ تن، ذخیره مس در دو رگه کوارتزی منطقه قره‌چیلر (GV1 و GV2) و رگه کوارتزی ZV5 در منطقه زرلی دره حدود ۲۲۷۵ تن و ذخیره مولیبدن در دو رگه کوارتزی منطقه قره‌چیلر به همراه رگه‌های کوارتزی منطقه قره‌دره حدود ۴۵۰ تن برآورد شده است.

- ضرایب همبستگی بین عناصر گویای اینست که طلا در رگه‌های منطقه قره‌چیلر و اکثر رگه‌های منطقه زرلی دره، همبستگی مثبت بالایی با نقره نشان می‌دهد. بیسموت، مولیبدن و تنگستن در تعداد زیادی از رگه‌ها دارای همبستگی مثبت نسبتاً بالایی با طلا هستند. نکته جالب، عدم همبستگی مس با طلا در منطقه مطالعاتی است (به غیر از رگه کوارتزی ZV5 در منطقه زرلی دره). آرسنیک و آنتیموان در برخی رگه‌ها دارای همبستگی مثبت با طلا بوده و در برخی رگه‌ها دارای همبستگی منفی است.

- وجود کانی‌سازی طلا همراه با کانی‌سازی مولیبدن و تمرکزهای بالایی از بیسموت و تنگستن همراه با همبستگی نسبتاً بالای طلا با عناصر یاد شده، میزبانی توسط توده نفوذی، محیط تکتونوماگمایی منطقه مطالعاتی (حاشیه فعال قاره‌ای) و نیز شواهد سیالات درگیر

(دمای $350-600^{\circ}\text{C}$)، همگی نشانگر این هستند که کانی‌سازی در منطقه اکتشافی

انیق - قره‌چیلر نمونه بارزی از ذخایر طلای مرتبط با نفوذیها می‌باشد.

- با توجه به نتایج حاصل از مطالعات اکتشافی در فاز پیلوژی، به منظور اکتشافات مقدماتی و دقیق‌تر در منطقه انیق- قره‌چیلر، برنامه‌های اکتشافی زیر پیشنهاد می‌گردد.
- به منظور دسترسی آسان به رگه‌های کوارتزی جهت مطالعات مقدماتی و انجام عملیات حفر ترانشه، عملیات ژئوفیزیکی و نمونه‌گیری از آنها، عملیات جاده‌سازی از روستای انیق به منطقه کانی‌سازی و روستای قره‌چیلر امری ضروری است.
 - تهیه نقشه توپوگرافی- زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰ به روش مستقیم زمینی با منحنی تراز ۰/۵ متری از دو منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره به مساحت کل حدود ۱۰۰ هکتار.
 - طراحی و حفر ترانشه‌های اکتشافی با فواصل تقریبی ۵۰ متر بر روی رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی منطقه قره‌چیلر و زرلی‌دره توسط کمپرسور (۵۰۰ متر مکعب).
 - برداشت مقاطع طولی ترانشه‌ها با مقیاس ۱:۱۰۰ یا ۱:۵۰.
 - نمونه‌برداری از دیواره یا کف ترانشه‌ها به روش کانالی جهت آنالیز به عناصر Mo, Ag, Au و Cu و دیگر عناصر پاراژنزی همراه به منظور بررسی توزیع عیار سطحی در امتداد طول و عرض توده معدنی و در نهایت محاسبه عیار متوسط سطحی کانی‌سازی.
 - بررسی‌های ژئوفیزیکی با دو روش IP و RS، ابتدا به صورت گریجینگ (شبکه ۱۰*۱۰) و سپس به صورت دایپل- دایپل (۱۰ دایپل با فواصل ۱۰۰ متر) جهت بررسی تداوم عمقی رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی طلا دار.
 - تهیه مقاطع صیقلی و کانه‌نگاری دقیق و تعیین محل نهشته شدن طلا در مقاطع صیقلی با استفاده از میکروپروب یا روشهای دیگر و انجام مطالعات XRD جهت شناخت دقیق‌تر زونهای دگرسانی.

- بررسی سیالات درگیر رگه‌های کوارتزی و زونهای کانی‌سازی با هدف تشخیص شرایط تشکیل کانی‌سازی از نظر حرارت، فشار، چگالی و ترکیب سیالات درگیر.
- طراحی و حفر گمانه‌های اکتشافی در مرحله شناسایی با توجه به نتایج مطالعات ژئوفیزیکی و نتایج مطالعات سطحی، جهت پی بردن به تداوم کانی‌سازی طلا، مس و مولیبدن در عمق، که در صورت داشتن جواب مثبت، افزایش تعداد گمانه‌ها ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- ۱- امینی فضل، ع. (۱۳۷۳) مطالعه پترولوژی، مینرالوژی و ژئوشیمی (مناطق دارای اندیسه‌های فلزی) توده نفوذی قره‌داغ (گرانیت اردوباد)، واقع در شمالغرب ایران (قولان، دوزال، آستمال)؛ رساله دکتری آکادمی علوم جمهوری آذربایجان، انستیتوی زمین‌شناسی، ۲۵۸ صفحه.
- ۲- برنا، ب. (۱۳۷۰) پیجویی مقدماتی طلا در مناطق قره‌چیلر، قره‌دره و دوزال؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- برنا، ب. و جان‌نثاری، م. ر. (۱۳۷۲) گزارش اکتشافی طلا در مناطق قره‌چیلر و قره‌دره و بررسی طلا در زونهای آرسنیک دار سیه رود و دستجرد؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۲۶ صفحه.
- ۴- سهرابی، م. (۱۳۸۲) بررسی کانی‌سازی مس و مولیبدن و آهن در توده گرانیتی قولان، شرق سیه‌رود؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه زمین‌شناسی اقتصادی دانشگاه تبریز، ۱۴۸ صفحه.
- ۵- علوی، م. (۱۳۷۴) اکتشافات ژئوشیمیایی - کانیهای سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۸۸ صفحه.
- ۶- قریشی، م. (۱۳۶۷) نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ تبریز- پلدشت؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۷- مختاری، م. ع. ا. (۱۳۸۴) کنترل و معرفی نواحی امیدبخش معدنی در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی سیه‌رود. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۴۲ صفحه.
- ۸- مختاری، م. ع. ا.، معین‌وزیری، ح.، قربانی، م. ر. و مهرپرتو، م. (۱۳۸۴) پتروگرافی و پترولوژی باتولیت قولان (شمال آذربایجان)؛ بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۹- مختاری، م. ع. ا.، معین‌وزیری، ح.، قربانی، م. ر. و مهرپرتو، م. (۱۳۸۶) رخداد کانه زائی طلا و پلی متال انیق- قره‌چیلر (شمال باختر خاروانا، آذربایجان خاوری)؛ یازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۱۰- ملاکپور، م. ع. (۱۳۵۲) مطالعات مقدماتی حفاری و زمین‌شناسی ناحیه معدنی قره‌چیلر؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۱۱- مهرپرتو، م. (۱۳۷۶) نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سیه‌رود؛ سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۱۲- نبوی، م. ح.، ۱۳۵۵- دیباچه‌ای بر زمین‌شناسی ایران؛ انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۰۹ صفحه.
- ۱۳- یزدانیان، ج. (۱۳۸۲) بررسی پترولوژی سنگهای آذرین منطقه قولان، شرق جلفا؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد پترولوژی دانشگاه تبریز؛ ۱۱۷ صفحه.

14- Baker, T. and Lang, J.R. (2001) Fluid inclusion characteristics of intrusion-related gold mineralization, Tombstone- Tungsten Magmatic belt, Yukon Territory, Canada. *Mineralium Deposita*, V. 36, P. 563-582.

15- Bakke, A.A. (1995) The Fort Knox porphyry gold deposit: structurally controlled stockwork and shear quartz vein, sulfide- poor mineralization hosted by a late Cretaceous pluton, east- central Alaska. In: Schroeter TG (ed) *Porphyry*

- deposits of the northwestern cordillera of North America. *Can. Inst. Min. Metall. Spec.*, V. 46, P. 795-802.
- 16- Coulson, I.M., Dipple, G.M. and Raudsepp, M. (2001) Evolution of HF and HCl activity in Magmatic volatiles of gold- mineralized Emerald Lake pluton, Yukon Territory, Canada. *Mineralium Deposita*.
 - 17- Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Ricou, L.-E., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbertshikov, I.M., Geyssant, J., Lepvrie, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.-C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauerh, J.P., and Biju-Duval, B. (1986) Geological Evolution of the Tethys Belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. *Tectonophysics*, V. 123, P. 241-315.
 - 18- Fernandez-Catuxo, J. (1998) The Salava gold prospect revisited: new ideas for and old deposit. In: Arias, D., Martin-Izard, A., Paniagua, A. (eds) *Gold exploration and mining in NW Spain. International Meeting of Gold Exploration and Mining in NW Spain, Ovido, Spain*, P. 82-85.
 - 19- Foster, R.P. (1993) *Gold metallogeny and exploration*. Blackie and Son. Ltd. Second edi.
 - 20- Goldfarb, R., Hart, C., Miller, M., Miller, L., Framer, G.L. and Groves, D. (2000) The Tintina gold belt- a global prospective. In: Tucker, T.L. and Smith, M.T. (eds) *The Tintina gold belt: concepts, exploration and discoveries*. British Columbia and Yukon Chamber of Mines, Special volume 2, P. 5-34.
 - 21- Guilbert, J.M and Park, C.F. (1986) *The geology of ore deposits*. W. H. Freeman and Company. 985 p.
 - 22- Hart, C.J.R., Baker, T. and Burke, M. (2000) New exploration concepts for country rock- hosted, intrusion- related gold systems: Tintina gold belt, in Yukon. In: Tucker, T.L. and Smith, M.T. (eds) *The Tintina gold belt: concepts, exploration and discoveries*. British Columbia and Yukon Chamber of Mines, Special volume 2, P. 145-172.
 - 23- Holister, V.F. (1992) On a proposed plutonic porphyry gold deposit model. *Nonrenewable Resource*, V. 1, P. 293-302.
 - 24- Lang, J.R., Thompson, J.F.H., Mortensen, J.K. and Baker, T. (1997) Intrusion-related Au mineralization associated with lithophile elements: an under-recognized metallogenic association. *Geol. Soc. Am. Prog. Abstr.* , V. 29, 358 P.
 - 25- Lang, J. R., Baker, T., Hart, C. J.R. and Mortensen, J. K. (2000) An Exploration Model for Intrusion- related gold systems. *SEG Newsletters*, N. 40, P. 5-15.
 - 26- Lang, J. R. and Baker, T. (2001) Intrusion- related gold systems: The present level of understanding. *Mineralium Deposita*, V. 36, P. 477-489.
 - 27- Lilly, D.R. (1999) Protolith influence on sediment- hosted gold deposition, petrography and microthermimetry of Java property, Yukon Territory, Canada. BSc. Honors Thesis, University of British Columbia.
 - 28- Lynch, G.J.V., Longstaffe, F.J. and Nesbitt, B.E. (1990) Stable isotopic and fluid inclusion indications of large-scale hydrothermal paleo-flow, boiling and fluid mixing in the Keno Hill Ag-Pb-Zn district, Yukon Territory, Canada. *Geoch. Cosmoch. Acta*, V. 54, P. 1045-1059.
 - 29- Mair, J.L., Hart, C.J.R., Goldfarb, R.J., O'Dea, M. and Harris, S. (2000) Geology and metallogenic signature of gold occurrences at Scheelite Dome, Tombstone gold belt, Yukon. *Yukon Exploration and geology 1999. Exploration and*

- Geological Services Division, Yukon, Indian and Northern Affairs Canada, P. 65-176.
- 30- Maloof, T.L., Baker, T. and Thompson, J.F.H. (2001) The Dublin Glush intrusion-hosted gold deposit, Tombstone plutonic suite, Yukon Territory, Mineralium Deposita.
 - 31- McCoy, D.T., Newberry, R.J., Layer, P.W., DiMarchi, J.J., Bakke, A., Masterman, J.S. and Minehane, D.L. (1997) Plutonic related gold deposits of interior Alaska. In: Goldfarb, R.J. and Miller, L.D. (eds) Ore deposits of Alaska. Soc. Econ. Geol. Monogr., V. 9, P.151-190.
 - 32- Moravek, P. (1995) The Mokrosko gold deposit. In: Moravek, P. (ed) Gold deposits of the central and SW part of Bohemian Massif. 3rd Biennial SAG Meeting, Prague, Excursion Guide, P. 49-58.
 - 33- Mustard, R. (2001) Granite-hosted gold mineralization at Timbarra, northern New South Wales, Australia. Mineralium Deposita.
 - 34- Newberry, R.J., Burnes, L.E., Solie, D.N. and Clautice, K.H. (1988) A revised geologic model for the North Star gold belt, interior Alaska: progress report. Alaska Division of Geological and Geophysical Surveys. Public data, File 88-23.
 - 35- Newberry, R.J., McCoy, D.T. and Brew, D.A. (1995) Plutonic- hosted gold ores in Alaska: igneous versus metamorphic origins. Resou. Geol., Special Issue, V. 18, P. 57-100.
 - 36- Newberry, R.J. (2000) Mineral deposits and associated Mesozoic and Tertiary igneous rocks within the Interior Alaska and adjacent Yukon portions of the Tintina gold belt: a progress report. In: : Tucker, T.L. and Smith, M.T. (eds) The Tintina gold belt: concepts, exploration and discoveries. British Columbia and Yukon Chamber of Mines, Special volume 2, P. 59-88.
 - 37- Philip, H., Cisternas, A., Gvishiani, A. and Gorshkov, A. (1989) The Caucasus: an actual example of the initial stages of continental collision, Tectonophysics, V. 161, P. 1-21.
 - 38- Phillips, G.N. and Powell, R. (1993) Link between gold provinces. Economic Geology, V. 88, P. 1084-1098.
 - 39- Phillips, G.N. and Zhou, T. (1999) Gold-only deposits and Archean granite. Soci. Eco. Geol. Newsletter, V. 37, 6 P.
 - 40- Poulsen, K.H. (1996) Carlian-type gold deposits and their potential occurrence in the Canadian Cordillera. Geol. Surv. Can. Curr. Res., Pap 1996-A.
 - 41- Romberger, S.B.(1990) Geochemistry of gold in hydrothermal deposits; U.S. Geological Survey Bulletin, 1857, PP. A1-A8.
 - 42- Seward, T.M. (1991) The hydrothermal geochemistry of gold. In: Foster, R.P. (ed) Gold metallogeny and exploration. Glaskow, Blackies, P. 165-209.
 - 43- Seward, T.M. and Barnes, H.L. (1997) Metal transport by hydrothermal ore fluids. In: Barnes, H.L. (ed) Geochemistry of hydrothermal ore deposits. 3rd edition, New York, Wiley, P. 435-486.
 - 44- Sillitoe, R.H. (1991) Intrusion-related gold deposits. In: Forster, R.P. (ed) Gold Metallogeny and exploration. Blackie, Glaskow, P. 165-209.
 - 45- Sillitoe, R.H. and Thompson, J.F.H. (1998) Intrusion-related vein gold deposits: types, tectono-magmatic setting and difficulties of distinction from Orogenic gold deposits. Resource Geology. V. 48, P. 237-250.

- 46- Spiridinov, E.M. (1996) Granitic rocks and gold mineralization of north Kazakhstan. In: Shatov, V., Seltman, R., Kermenetsky, A., Lehmann, B., Popov, V. and Ermolov, P. (eds) Granite- related ore deposits of central Kazakhstan and adjacent areas. Glagol Publishing House, St. Petersburg, P. 197-217.
- 47- Thompson, J.F.H., Sillitoe, R.H., Baker, T., Lang, J.R. and Mortensen, J.K. (1999) Intrusion-related gold deposits associated with tungsten- tin provinces. *Mineralium Deposita*. V. 34, P. 323-334.
- 48- Yao, Y., Morteani, G. and Trumbull, R.B. (1999) Fluid inclusion micro thermometry and the P-T evolution of gold-bearing hydrothermal fluids in the Niuxinshan gold deposit, eastern Hebei province, NE China. *Mineralium Deposita*, V. 34, P. 348-365.
- 49- Zacharias, J., Pertold, Z., Pudilova, M., Zak, K., Pertoldova, J., Stein, H. and Markey, R. (2001) Geology and genesis of Variscan porphyry-style gold mineralization, Petrackova hora deposit, Bohemian Massif, Czech Republic. *Mineralium Deposita*.
- 50- Zonenshain, L. P. and Le Pichon, X. (1986) Deep basins of the Black Sea and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back arc basins, *Tectonophysics*, V. 123, P. 181-211.
- 51- Ulrich, T., Guther, D. and Heinrich, C.A. (1999) Gold concentrations of Magmatic brines and the metal budget of porphyry copper deposits. *Nature*, V. 399, P. 676-679.