چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علـوم زمیـــن
The 42nd National
Geosciences Congress
www.geoconf.ir

بررسی ارتباط کانی شناسی با کانه زایی طلا در معدن سیلیس قید و مزائن خمین در استان مرکزی

امیدکیانی [۱]، بهزاد سعیدی رضوی [۲]، احسان کیانی ابری [۳]

[۱] مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی کیان فلزات ثمین، اصفهان-ایران، geologists.iran@gmail.com

[۲] گروه پژوهشی ساختمانی و معدنی پژوهشکده مهندسی و فناوری پژوهشگاه استاندارد، کرج-ایران ، bsaidi@standard.ac.ir

[۳] مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی کیان فلزات ثمین، اصفهان-ایران، Mineehsan20@gmail.com

چکیده

محدوده ی اکتشافی طلای رباط مراد در ۳۰ کیلومتری شرق خمین و شمال گلپایگان (در نزدیکی روستای رباط مراد) قرار گرفته و از دیدگاه تقسیمات زمین ساختی ایران ، جزئی از پهنه ی سنندج _سیرجان محسوب می گردد.زمین شناسی این محدوده شامل سنگ های دگرگونی پرکامبرین از جمله ، فیلیت ،انواع شیست،کوارتزیت،مرمر، گنیس و توده های نفوذی نیمه عمیق در رخساره ی شیست سبز تشکیل شده است که این واحد ها توسط واحد های کربناته و عمدتا دولومیت با روند شمالی جنوبی احاطه گردیده است .با توجه به مطالعات انجام گرفته در KFS شاهد دگرگونی درجه پایین تا متوسط در انواع شیست ها همراه با گنیس در محدوده مورد مطالعه هستیم. مشاهدات کانی شناسی_بافتی نشان می دهد که مراحل مختلف فولیاسیون و دگر شکلی و دگرگونی پیشرونده اتفاق افتاده است.این دگرگونی از محدوده ی دما پایین تا متوسط در رخساره ی شیست سبز تا ابتدای آمفیبولیت شکل گرفته است . ارتباط بافتی پورفیروبلاست ها با فولیاسیون و برخی شواهد ریز بافتی دیگر نشان دهنده تاثیر دگرشکلی در حین دگرگونی ناحیه ای پیشرونده بوده است . شواهد پتروگرافی _دگرشکلی عملکرد یک پهنه ی برشی (shaer zone) با تحمل دگرگونی دینامیکی را نیز نشان می دهد .در نهایت تاثیر فاز کانی سازی سولفیدی طلا دار همزمان و متعاقب با این فاز دکر شکلی کاملا مشهود است که همگی حکایت از تشکیل کانسار طلای نوع کوهزایی می نماید.

واژه‌های کلیدی

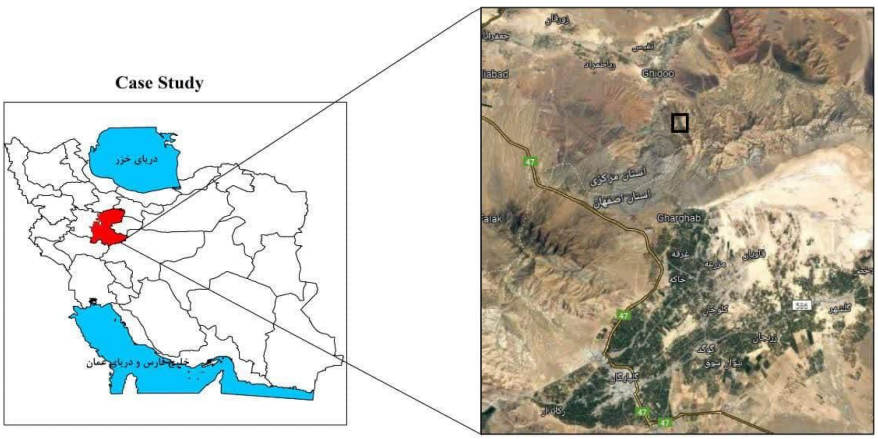
سیلیس، طلا، کانه زایی، قید و مزائن خمین، KFS

۱- مقدمه

با توجه به اینکه بیش از ۹۵ درصد از تعداد معادن کشور در دسته ی معادن کوچک مقیاس قرار دارند و اکتشاف این معادن عمدتا به بخش خصوصی واگذار گردیده است و نیز به دلیل ریسک عملیات اکتشاف و افزایش هزینه های مطالعات اکتشافی در سنوات اخیر و بویژه وابستگی شدید نتایج آنالیز ،فرآوری و نیز استحصال فلزات گرانبها به ژنز کانسار و نظر به اینکه ترکیب کانی شناسی از یک طرف در ارتباط مستقیم با ژنز و مدل کانسار و از سوی دیگر تعیین کننده ی ترکیب ژئوشیمیایی کانسار می باشد بنابراین در این مقاله سعی گردید تا با استفاده از انجام مطالعات کانی شناسی_بافتی که با منتج شدن به تعیین ژنز کانسار و اثبات تشکیل کانسار و تفکیک واحد های کانه دار از باطله و کمک به فرایند فرآوری ،از ریسک عملیات اکتشاف تا حد قابل قبولی کاسته شود.

۲- موقعیت جغرافیایی

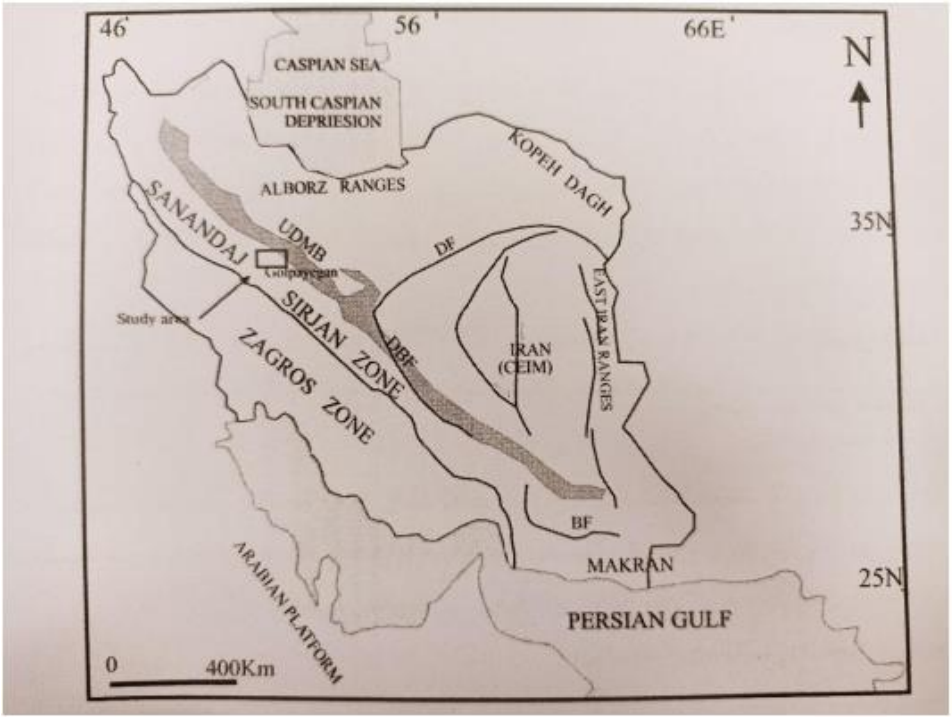
اندیس طلای قید و مزائن در ۳۰ کیلومتری شرق خمین و شمال گلپایگان در نزدیکی روستای رباط مراد قرار دارد .موقعیت این محدوده بین عرض شمالی ً ۸۷/۳۰ ´۳۷ ˚۳۳ _ ً ۵/۱۱ ´۳۸ ˚۳۳ و طول ً ۶۱/۴۰ ´۱۹ ˚۵۰ _ ً ۹/۴۰ ´۱۹ ˚۵۰ قرار دارد . موقعیت محدوده ی مورد مطالعه به صورت یک چهار گوش در شکل شماره ۱ به تصویر کشیده شده است.



شکل۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

۲-۱- زمین شناسی عمومی منطقه

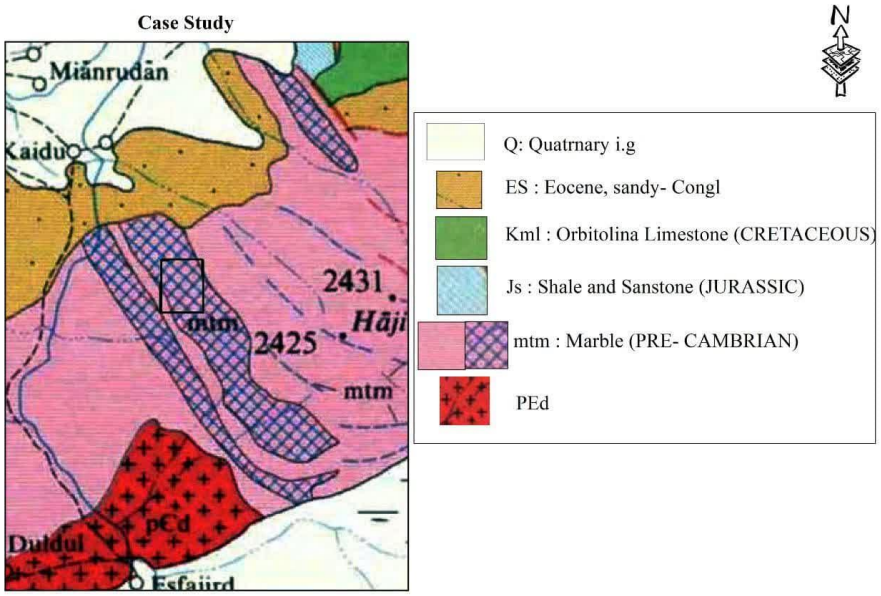
محدوده ی اکتشافی طلای رباط مراد در ۳۰ کیلومتری شرق خمین (و شمال گلپایگان) در نزدیکی روستای رباط مراد قرار گرفته و از دیدگاه تقسیمات زمین ساختی ایران , جزئی از پهنه سنندج _سیرجان محسوب می‌گردد. این زون با توجه به اینکه بخشی از کمربند کوهزایی زاگرس محسوب میشود که در نتیجه ی بسته شدن اقیانوس تتیس ایجاد گردیده بنابر این زون ساختاری سنندج سیرجان یک کمپلکس دکرگونی- ماگمایی می باشد که در نتیجه برخورد صفحات و بالا آمدگی سنگ بستر ایجاد گردیده است و بر همین اساس ، پهنه ی سنندج - سیرجان که میزبان کانی سازی طلای در این محدوده اکتشافی می باشد و نیز چندین کانسار طلا را در خود جای داده است با طول تقریبی ۱۵۰۰ کیلومتر و عرض ۱۰۰ تا ۱۵۰ کیلومتر از سنندج در شمال غرب ایران به سیرجان در جنوب شرق ایران گسترش یافته است.



نقشه۱: نقشه ایران و موقعیت محدوده اکتشافی در پهنه سنندج –سیرجان اقتباس از کتاب زمین شناسی ایران-آقانباتی

۲-۲- زمین شناسی محدوده اکتشافی طلای رباط مراد خمین

بر پایه ی نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰گلپایگان و مطالعات انجام گرفته توسط مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی کیان فلزات ثمین (*KFS*)به طور کلی محدوده ی اکتشافی مورد مطالعه بخشی از مجموعه دگرگونی پرکامبرین شامل سنگ های فیلیت,انواع شیست, کوارتزیت، گنیس، مرمر و توده های نفوذی نیمه عمیق در رخساره شیست سبز تشکیل شده است که این واحد ها توسط واحد های کربناتها و عمدتا دولومیت با روند شمالی جنوبی احاطه گردیده است. با توجه به مطالعات انجام گرفته در *KFS* شاهد دگرگونی درجه پایین انواع شیست ها در محدوده ی اکتشافی هستیم. شایان توجه است که تراکم گسل ها ،درزه ها و شکستگی های حاصل از فعالیت های تکتونیکی، معبر مناسبی را برای عملکرد موثر نفوذ محلول های گرمابی کانه دار مهیا ساخته است بر اساس مطالعات کانی شناسی نمونه های کانساری در (*KFS*)دگر سانی های سیلیسی، کربناتی،کلریتی، آرژیلیک و سریسیتی و اپیدوتی در ارتباط با سیستم کانیزایی در محدوده اکتشافی شناسایی شدند که شرایط تشکیل کانسار را در ذهن متبادر می سازد.



شکل۲: برشی از نقشه زمین شناسی منطقه- نقشه زمین شناسی ۱/۲۵۰۰۰۰گلپایگان

۳- سنگ شناسی

واحد های سنگ شناسی مشاهده شده در این محدوده عمدتا شامل سنگ های دگرگونی ، رسوبی و آذرین درونی می باشند سنگ های آذرین درونی از نوع گابرو می باشد که به نظر می‌رسد در ارتباط با یک توده نفوذی نیمه عمیق و عموما به صورت دایک در چندین نقطه از محدوده برونزد دارند. در این گابرو ها ، کلینو پیروکسن ها کانی شاخص و فراوان در زمینه همراه با پلاژیوکلاز ها هستند.پلاژیوکلاز ها گاها توسط اپیدوت جانشین شده اند و همچنین دگرسانی ضعیف از نوع آرژیلیک در آنها دیده می شود.چندین دانه پیریت به همراه گوتیت حاصل از اکسیداسیون نیز در برش این گابرو ها به چشم می خورد.سنگ های دگرگونی محدوده ی مورد مطالعه را انواعی از شیست و مرمر و کوارتزیت تشکیل می‌دهند.

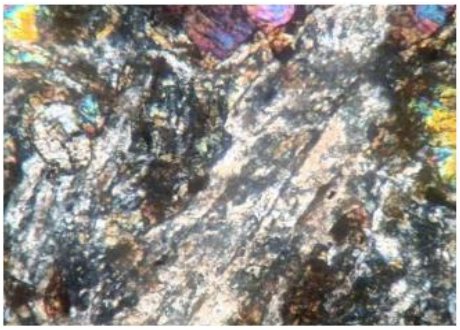
نام سنگ: گابرو

فابریک: گرانولر اینتر گرانولر

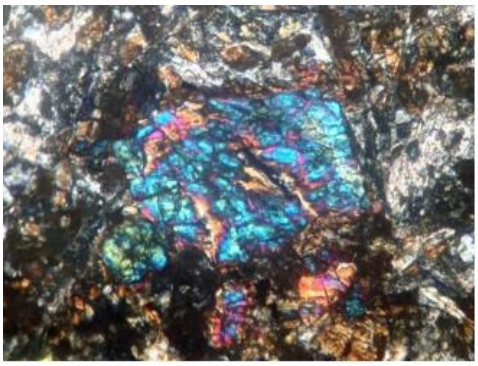
Clinopyroxene+ plagioclase+ epidote+ opaque+ hornblende+ quartz+ chlorite

کلینوپیروکسنها کانی شاخص و فراوان در زمینه همراه با پلاژیوکلاز .هستند در مواردی هورنبلند ثانویه به شکل پوشش (overgrowth ناشی از دگرسانی برروی آنها دیده می شود.

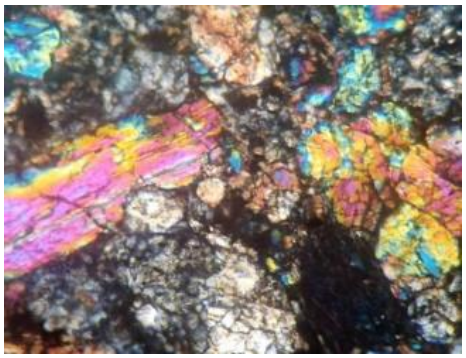
پلاژیوکلازها نیز گهگایی توسط اپیدوت بطور بخشی جانشین شده.اند همچنین دگرسانی ضعیف از نوع آرژیلیک در آنها دیده می شود. کوارتز به مقدار خیلی کم (۱٪) دیده میشود و فاز مینرالی روزنه ای (interstitial) را تشکیل داده است. در مطالعه مینرالوگرافی برش پولیش پیریتهای دانه ریز و پراکنده همراه با محصولات اکسیداسیون آنها گوئتیت دیده می شود.



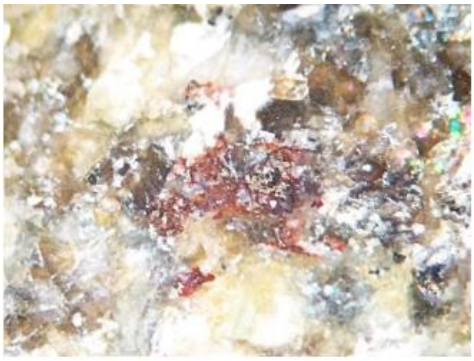
شکل۳:یک پلاژیوکلاز درشت که کم وبیش تجزیه شده است(XPL x 100)



شکل۴:یک کلینوپیروکسن درشت در زمینه پلاژیوکلاز ها کم وبیش دگرسان و کلینوپیروکسنهای دانه ریزتر. (XPL x 100)



شکل۵ : تجمع کلینوپیروکسنها در زمینه(XPL x 100)



شکل۶: چند دانه پیریت دانه ریز و بی شکل در زمینه همراه با گوئتیت حاصل از اکسیداسیون(PPL×100) (نورانعکاسی)

شکل ۷: چند دانه پیریت دانه ریز و بی شکل در زمینه (PPL×100) (نورانعکاسی)

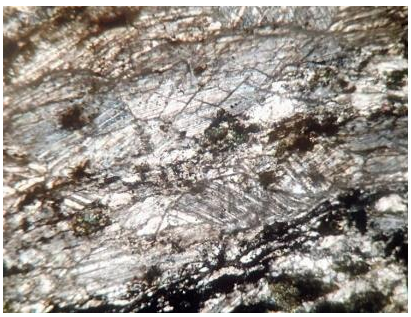
نام سنگ: کوارتز اکتینولیت مرمر

فابریک: نماتو بلاستیک

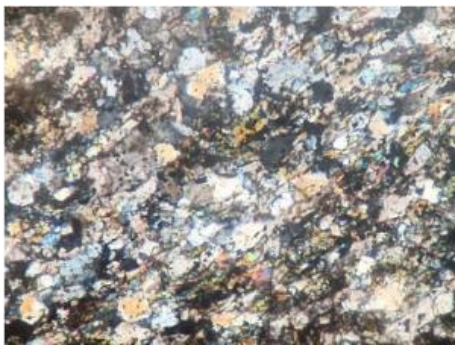
Calcite+ quartz+ zoisite+ amphibole+ opaque

جهت یافتگی در بلورهای کشیده کلسیت به وضوح دیده می شود. ماکل‌های دگرشکلی و ادخال‌های اُپاک در کلسیت ها نیز عادی است. جانشینی و آغشتگی اُکسی– هیدرواکسیدهای آهن نیز در کلسیتها بوفوردیده می شود.

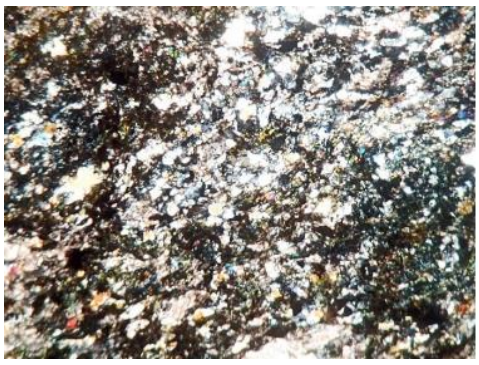
دانه های کوارتز به شکل مجتمع تا مستقل در زمینه حضور دارند و تا حدودی با جهت گیری کلسیتها هم ساز هستند. کوارتزها در برخی موارد فابریک پلی گونال نیز نشان می دهند. بلورهای آمفیبول که از سوی ترمولیت – اکتینولیت هستند نیز تا حدودی از جهت یافتگی غالب پیروی می کنند و در مواردی با داشتن ادخال های کوارتز فابریک پوئی کیلوبلاستیک را نشان می دهند. زوئیزیتها نیز در زمینه حضور دارند و عمدتا پوئی کیلیتیک وار - ترمولیت اکتینولیت و کوارتزها را در برگرفته اند و نمادی از بافت پوئی کیلوبلاست هستند. کانه ها متشکل از دانه های ریز پیریت بی شکل (anhedral)پراکنده تا عمدتا مجتمع به شکل پینه ای (patchy)هستند که در راستای جهت یافتگی غالب سنگ شکل گرفته اند. گوئتیت های دانه درشت نیز در همین راستا شکل گرفته اند و سویدومرف پیریت می باشند.



شکل۸: جهت گیری بلورهای کلسیت همراه با جانشینی پیریت و اکسیدهای آهن در امتداد فولیاسیون (XPL x 100)

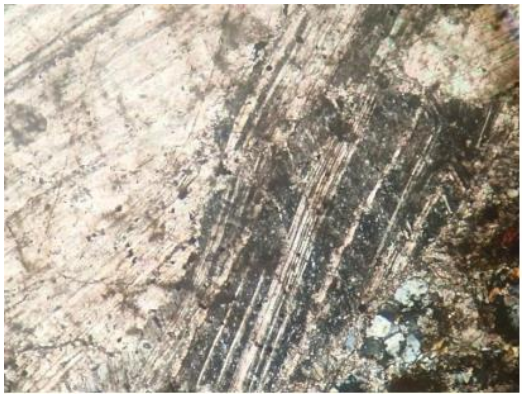


الف

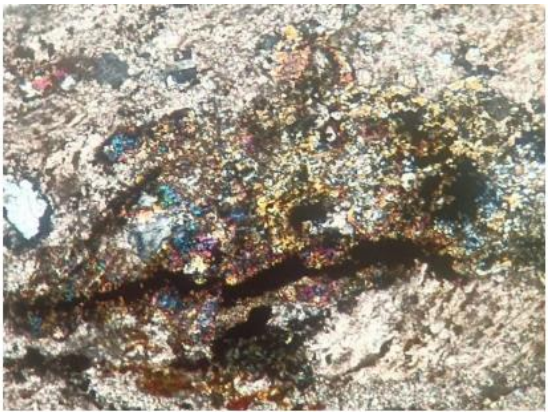


ب

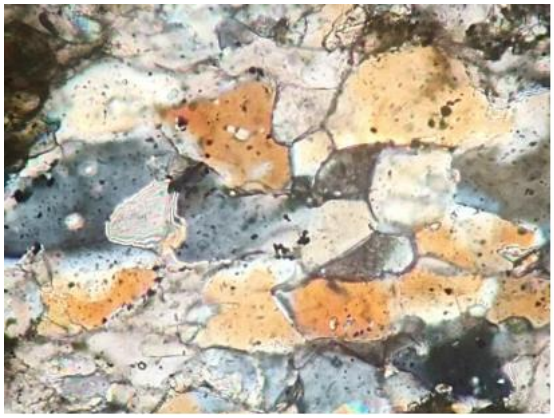
شکل ۹: جهت یافتگی ضعیف که توسط کوارتز، ترمولیت –اکتینولیت مشخص است، الف: (XPL x50) ب: (XPL x 100)



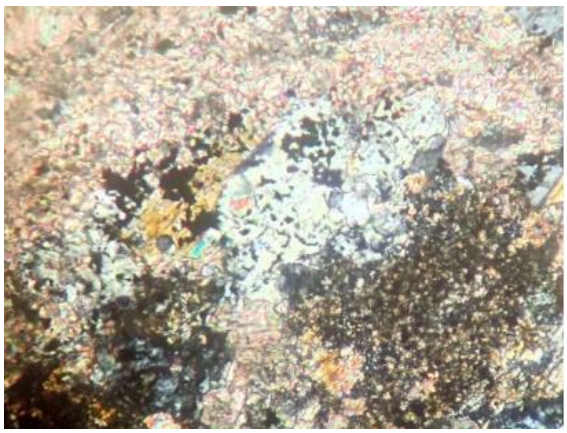
شکل ۱۰: کلسیتها با ماکلهای تیغه ای و بی رفرنژانس بالا، خم شدگی ضعیف در برخی از سطوح ماکل مشهود است.



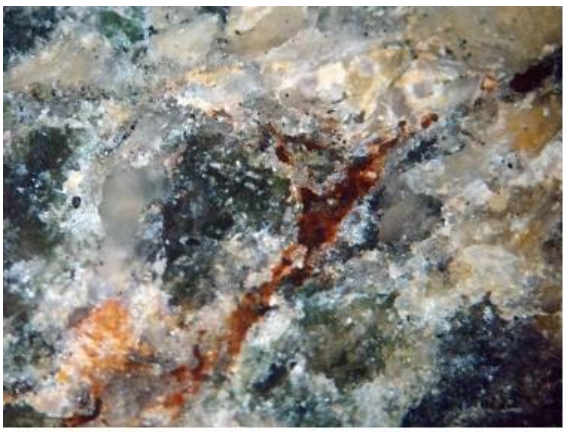
شکل۱۱ : تجمع بلورهای ریز ترمولیت –اکتینولیت و جانشینی گوئتیت(XPL x 100)



شکل ۱۲: بلورهای کوارتز با فابریک پلی گونال(XPL×200)



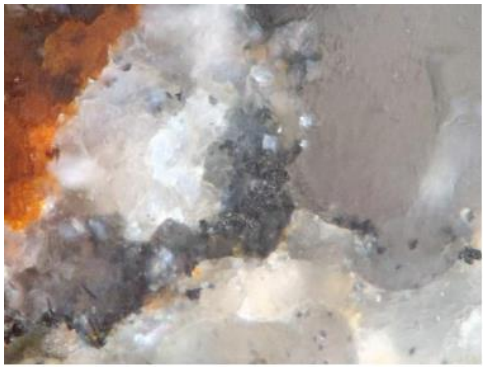
شکل۱۳: ادخالهای پیریت در ترمولیت –اکتینولیت(XPL×100)



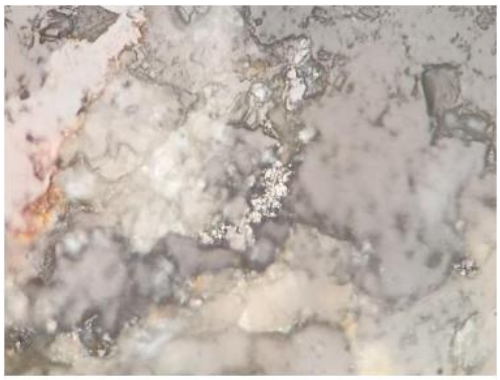
الف

ب

شکل ۱۴: جانشینی کانه در امتداد جهت یافتگی غالب سنگ، الف:(XPL×500) ، ب:(PPL×200)



الف



ب

شکل۱۵: پیریتهای دانه ریز و مجتمع در امتداد جهت یافتگی، الف: (XPL×500) ، ب:(PPL×500)

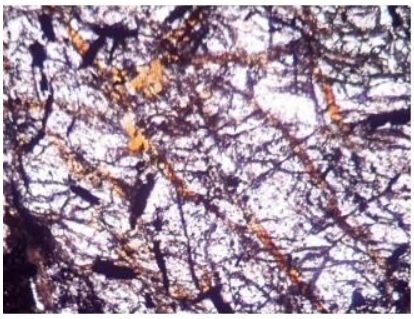
نام سنگ: گارنت میکا شیست

فابریک: پورفیروبلاستیک گرانوبلاستیک، لپیدوبلاستیک

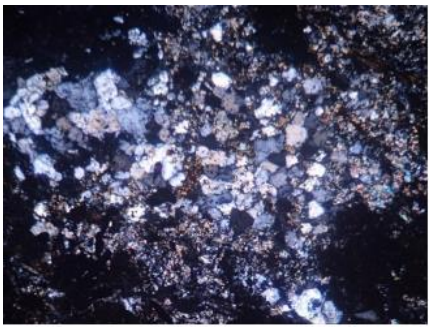
مجموعه کانی ها

Garnet+ zoisite+ chlorite+ moscovite+ chlorite+ opaque

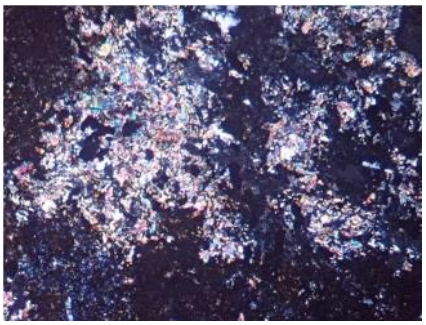
پورفیروبلاستهای گارنت با ادخالهای کم کوارتز و اُپاک در زمینه شاخص هستند که بافت پوئی کیلوبلاستیک را نشان . مـی دهنـد. فولیاسـیون بـه طـور ضعیفی توسط کلریتهای درشت دانه حفظ شده است. گردهمایی دانه های کوارتز با بافت گرانوبلاسـتیک تـا پلـی گونـال در برخـی نقـاط بطـور محلـی فابریک چشمی را بوجود آورده اند کانه ها در نورانعکاسی (پیریت مگنتیت و گوئتیت) تشخیص داده شده اند.



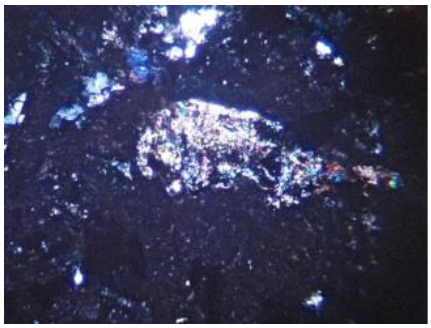
شکل۱۶: یک فنوبلاست گارنت با شکستگیهای فراوان، ادخال های کانه در امتداد برخی از شکستگیها و آثار تجزیه (PPL×100)



شکل ۱۷: بافت گرانوبلاستیک از تجمع بلورهای کوارتز همراه با سریسیت و کانی اُپاک(XPL×100)



شکل۱۸: تجمع سریسیت ها همراه با زوئیزیتهای دانه ریز(XPL×100)



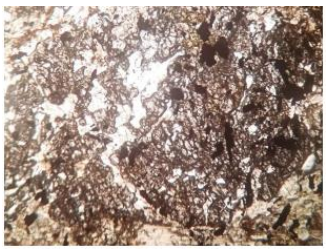
شکل ۱۹: ادخال های سریسیت و کوارتز در فنوبلاست گارنت (XPL×100)

۴- دگرسانی

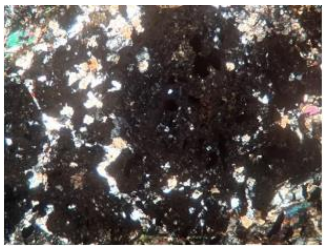
آثار دگرسانی بخش گسترده ای از محدوده ی مورد مطالعه را تحت تاثیر قرار داده و حجم نسبتا زیادی از سنگ های این محدوده دچار دگرسانی شده اند.از نتایج بدست آمده حین مطالعات صحرایی و میکروسکپی به نظر می رسد که دگرسانی در این محدوده تابع عملکرد توده ی نفوذی و سیستم گسلی حاصل از آن است به طوری که بیشترین شدت دگرسانی در محل تجمع دایک های گابرویی و رگه های سیاسی زون برشی(shaer zone) دیده می شود و با فاصله از مرز گسل‌ها و به سمت توده های کربناتها ی در بر گیرنده از شدت دگرسانی کاسته می گردد.

به احتمال بسیار زیاد این توده ی نفوذی نیمه عمیق ، نقش موتور حرارتی را در تشکیل این کانسار ایفا نموده است. بر اساس مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی شش نوع آلتراسیون مشاهده می گردد:

۴- ۱.سیلیسی



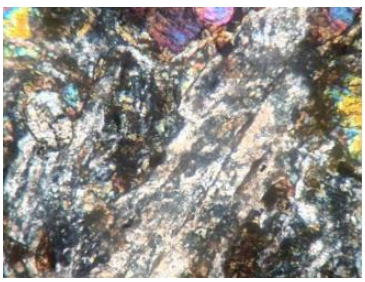
الف



ب

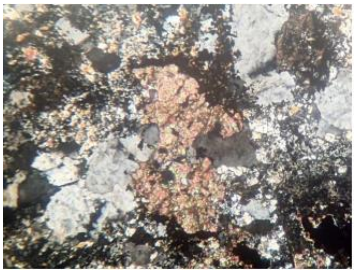
شکل ۲۰: پورفیروبلاست گارنت با ادخالهای کوارتز و کانی اُپاک در زمینه، الف: (XPL×100)، (PPL×100)

۴- ۲. آرژیلیکی



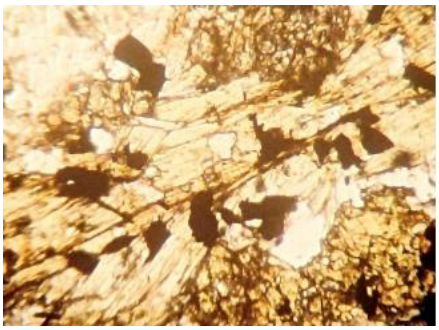
شکل۲۱: پلاژیوکلاز ها گهگاه جانشین شده توسط اپیدوت(XPL×100)

۴- ۳. سریسیتی



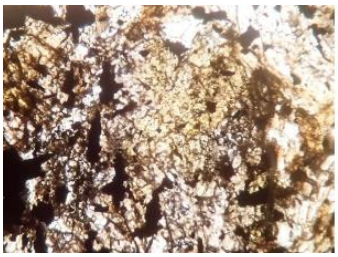
شکل ۲۲:اسفن در همراهی با کوارتز و سریسیت :(XPL×100)

۴-۴. کلریتی

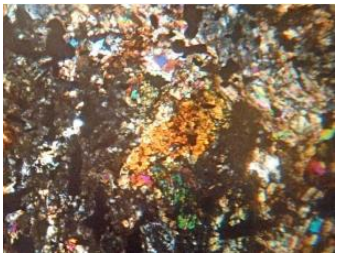


شکل۲۳ : بیوتیت های کلریتی شده در یک امتداد همراه با اپیدوت و کوارتز
(PPL×100)

۴-۵. اپیدوتی شدن



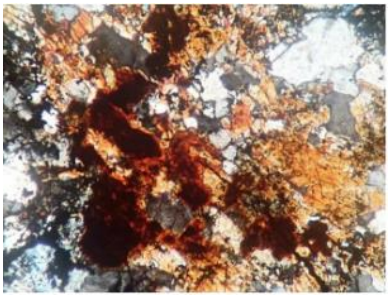
الف



ب

شکل۲۴ : اپیدوتی شدن بخشی فنوکرسیت گارنت با ادخالهای اکسید آهن، الف:(XPL×100) ،ب:(PPL×100)

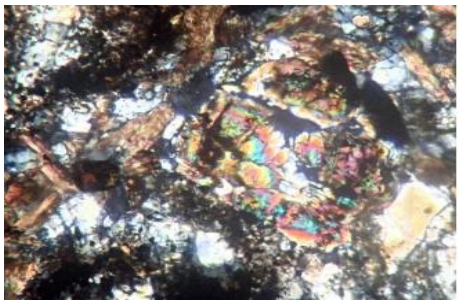
۴-۶. اکسید آهنی



شکل۲۵: کانی سازی اکسید واکسی هیدروکسید آهن در همراهی باهورنبلند (XPL×100)

۶- کانی زایی

شناسایی کانی تورمالین حکایت از وقوع متاسوماتیسم عنصر بُر از توده ی نفوذی عمیق و دلیل بر رخداد کانیزایی طلا در محدوده ی اکتشافی مورد مطالعه می باشد.



شکل۲۶: یک بلور درشت تورمالین در همراهی با بیوتیت و کوارتز زمینه(XPL×100)

شناسایی دو نسل کوارتز در نمونه های کانساری نشان دهنده تزریق محلول های گرمابی حین دگرگونی پیشرونده در حین تشکیل کانسار نوع کوهزایی و رشد دانه های جدید کوارتز ریز دانه در کوارتزیت های میلونیتی زون برشی(shaer zone) می باشد.

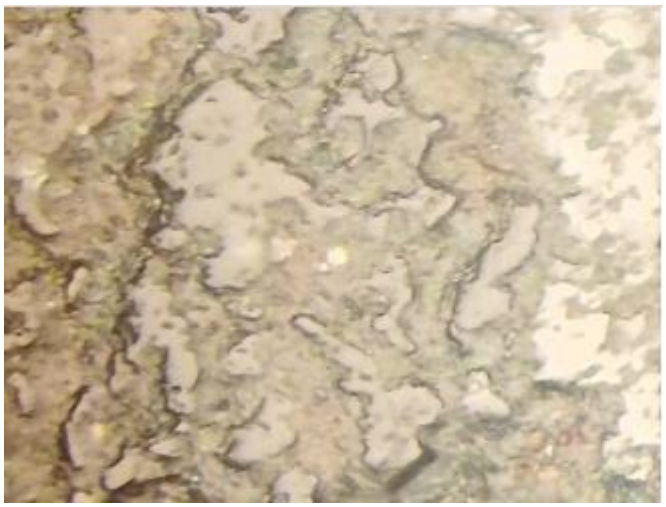
شکل ۲۷: کوارتزهای درشت با خاموشی موجی در زمینه، کوارتزهای دانه ریز در حاشیه جدیدتر می باشند و تداعی کننده آغاز میلونیتی شدن هستند. بلورهای نیمه شعاعی کلریت با همراهی اُپاک نیز دیده می شوند(XPL×100)

مطالعه برخی نمونه های کانساری از نوع کوارزیت که به وضوح نمایشگر ذرات طلای آزاد در بستر کوارتز های گرمابی در هر دو واحد کوارتزیتی و شیستی می باشد هر گونه شائبه ای را در خصوص تشکیل کانسار طلا برطرف می نمایند.

الف

ب

شکل۲۸: دانه ریز مشکوک به طلا در نمونه کوارتزیتی (زوم 6.1،) الف:(XPL×200) ، ب:(PPL×200) (نور انعکاسی)



شکل ۲۹: یک دانه بی شکل مشکوک به طلا در نمونه اپیدوت آمفیبول شیست (PPL×200)(زوم ۵)

مشاهدات کانی شناسی-بافتی نشان میدهد که مراحل مختلف فولیاسیون و دگر شکلی در دگرگونی پیشرونده اتفاق افتاده است. این دگرگونی از محدوده دما پایین تا متوسط در رخساره شیست سبز تا ابتدای آمفیبولیت شکل گرفته است. ارتباط بافتی پورفیروبالست ها با فولیاسیون و برخی شواهد ریز بافتی دیگر نشان دهنده تاثیر دگرشکلی در حین دگرگونی ناحیه ای پیشرونده بوده است. شواهد پتروگرافی- دگرشکلی عملکرد یک پهنه برشی با تحمل دگرگونی دینامیکی را نیز نشان می دهد. در نهایت تاثیر فاز کانی سازی فلزی سولفیدی (طلا دار) همزمان و متعاقب با این فاز دگر شکلی کاملا مشهود است که همگی حکایت از تشکیل کانسار طلایی نوع کوهزایی می نمایند.

۷ -نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

۱. مطالعات سنگ شناسی شامل کانی شناسی و کانه نگاری یکی از دقیق ترین و ارزانترین روش شناسایی نحوه تشکیل(منشأ) کانسار ها یا کانی سازی در منطقه مورد مطالعه می باشد.

۲. تفسیر نتایج مطالعات کانی شناسی و کانه نگاری می تواند با تفکیک و تعیین واحد های کانه داراز واحد های باطله در ابتدای مراحل اکتشافی ریسک و هزینه های عملیات اکتشاف را تا اندازه قابل توجهی کاهش دهد.

۳. مطالعات کانی شناسی بافتی بخش عمده ای از نیاز واحد فراوری و استحصال را تامین و در تحلیل اقتصادی کانسار کمک شایانی می نماید.

۴. کانیزایی طلا در محدوده مورد مطالعه ارتباط نزدیکی با رگه های سیلیسی و دگرسانی سیلیسی دارد. آنومالی طلا در بعضی از این مناطق به بیش از 7 ppm در روش فایراسی نیز میرسد

۵. بر مبنای برداشت های صحرایی در حین نمونه برداری و بررسی های پتروگرافی _مینرالوگرافی برای مدلسازی کانیزایی طلا در محدوده اکتشافی چنین نتیجه گیری میشود که فرورانش، موجب برخورد صفحات و به دنبال آن سبب بالا آمدگی سنگ بستر و ایجاد گسلش و شکستگی در آن گردیده که این برخورد سبب ایجاد فشار و دمای لازم برای آب زدایی حین دگرگونی پیشرونده در ژرفای زون برشی (shaer zone) توانسته است ضمن تشکیل سیالات گرمابی آنها را از مناطق پر فشار و عمقی به نواحی کم فشار و سطحی داخل سنگ های دگرگونی هدایت کند که در این حین، سیالات گرمابی شروع به حل کردن سیلیس و عناصر دیگر مانند طلا ، آهن و ... نموده است. بر اساس مطالعات کانی شناسی و کانه نگاری در KFS ، زمانی که شرایط ژئوشیمیایی مانند افزایش فوگاسیته اکسیژن، کاهش دما وph مهیا گردیده تمامی عناصر از جمله سیلیس و طلا بر اساس خواص یونی درون فضا های خالی شکستگی ها و درزه و گسل های واحدهای دگرگونی شروع به ته نشست نموده و رگه ها و رگچه های سیلیسی طلا دار و دگرسانی های گرمابی وابسته به کانی سازی همراه را تشکیل داده است. **بنابراین مدل کانی سازی در محدوده اکتشافی را می‌توان به مدل کوهزایی منتسب نمود.**

منابع

[1] کتاب زمین شناسی ایران،آقانباتی

[2] گزارش پتانسیل یابی فلزات گرانبها در معدن سیلیس قید و مزائن خمین _مرکز پژوهش های صنعتی و معدنی کیان فلزات ثمین _۱۴۰۲

[3] نقشه ۱:۲۵۰۰۰۰ زمین شناسی گلپایگان