

پراکندگی طلا در پهنه های دگرشکلی شکل پذیر و شکننا در کانسار طلای سنجده، موته

دکتر سیدجمال شیخ ذکریانی^۱ و مرتضی غفاری فاخر^۱

چکیده

کانسار طلای سنجده در منطقه معدنی موته و در بخش مرکزی ایران واقع شده است. سنجده به علت واقع شدن در بخش مرکزی پهنه سندج - سیرجان دچار دگرگونی و دگرریختی های متعددی شده است. بر اساس مطالعات میکروسکوپی بر روی ۱۱۲ نمونه بدست آمده از ۷۶ گمانه از منطقه مورد مطالعه، اطلاعاتی زیادی در مورد زایش ها و گونه های متفاوت کانی ها و سنگ نگاری بدست آمد. اغلب سنگ های منطقه سنجده از نوع برشی هستند. با استفاده از اطلاعات و بکارگیری نرم افزار Rock Work 2006 مدل سازی های سه بعدی سنگ شناسی زیر سطحی منطقه ترسیم گردید. با این الگوها می توان عیار طلای کوهزایی را در سنگ های منطقه مورد مطالعه مشخص نمود. بر اساس این الگوها، سنگ های میلونیت گنیسی و میلونیت شیبستی بیشترین تمرکز طلا با عیار ۱ ppm و متاریولیت ها با بیشترین تمرکز طلا با عیار ۳ ppm را به خود اختصاص داده اند.

کلید واژه ها: کانی شناسی، مدل سازی سه بعدی سنگ شناسی زیر سطحی، عیار طلا، سنجده، موته

Gold distribution in the ductile and brittle deformation zones into the Senjedeh ore deposits, Muteh

Dr.Seyed Jamal Sheikh Zakariaee, Morteza Ghaffari Fakher

Abstract

The Senjedeh ore deposits in the Muteh region is situated in the central part of Iran. Because of Senjedeh is located in the central part of the Sanandaj - Sirjan zone had been taken several metamorphisms and deformations. Based on microscopic studies on the 112 collected samples from under studied region's boreholes obtained very information about different genesis and forms of minerals and petrography. More senjedeh's rocks are shear zones. By using of obtained these information and a Rock Work 2006 software plotted subterranean Petrography tridimensional modeling of region. With these models can be determined orogenic gold distribution in senjedeh's rocks. Based on these models, schistose and gneissic mylonitic rocks are the much concentration of gold distribution 1 ppm and meta rhyolite are much concentration of gold distribution 3 ppm.

Keywords: Mineralogy, Genesis, Subterranean Petrography Tridimensional Modeling, Gold Distribution, Senjedeh, Muteh

^۱ گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران

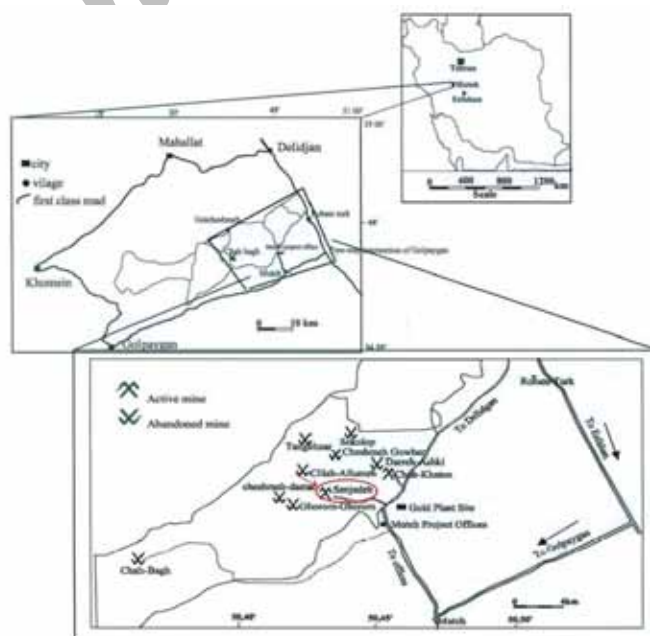
مقدمه:

دلیجان، در استان اصفهان واقع گردیده است (شکل ۱). این کانسار در منطقه معدنی موته، در نزدیکی کارخانه فرآوری و استحصال طلای موته و به فاصله ۶ کیلومتری غرب آن در بازه طول جغرافیائی $50^{\circ}43'42''$ و عرض جغرافیائی $33^{\circ}41'37''$ قرار گرفته است (شکل ۲). منطقه معدنی موته شامل مجموعه‌ای از سنگ‌های رسوبی (آوارای- ماسه سنگ، پلیتی و آرژیلیتی- شیل، شیمیائی- بیوشیمیائی)، آتشفشانی (اسیدی)-ریولیت و ولکانی کلاستیک-توف های دگرگون و دگرشکل شده است، که فازهای متعددی از دگرگونی و دگرریختی را متحمل شده اند. این مجموعه به صورت نوار باریک برآمده‌ای با روند عمومی شمال خاوری- جنوب باختری، از شمال موته تا شمال گلپایگان امتداد یافته است. توده‌های نفوذی بازیک و به خصوص اسیدی و گرانیتی به صورت سیل، دایک، استوک و باتولیت، به طور مکرر این مجموعه را تحت تاثیر قرار داده‌اند. توده‌های گرانیتی در نیمه شمال خاوری منطقه معدنی موته، حضور و گسترش چشمگیری دارند (کوهستانی و همکاران، ۱۳۸۵).

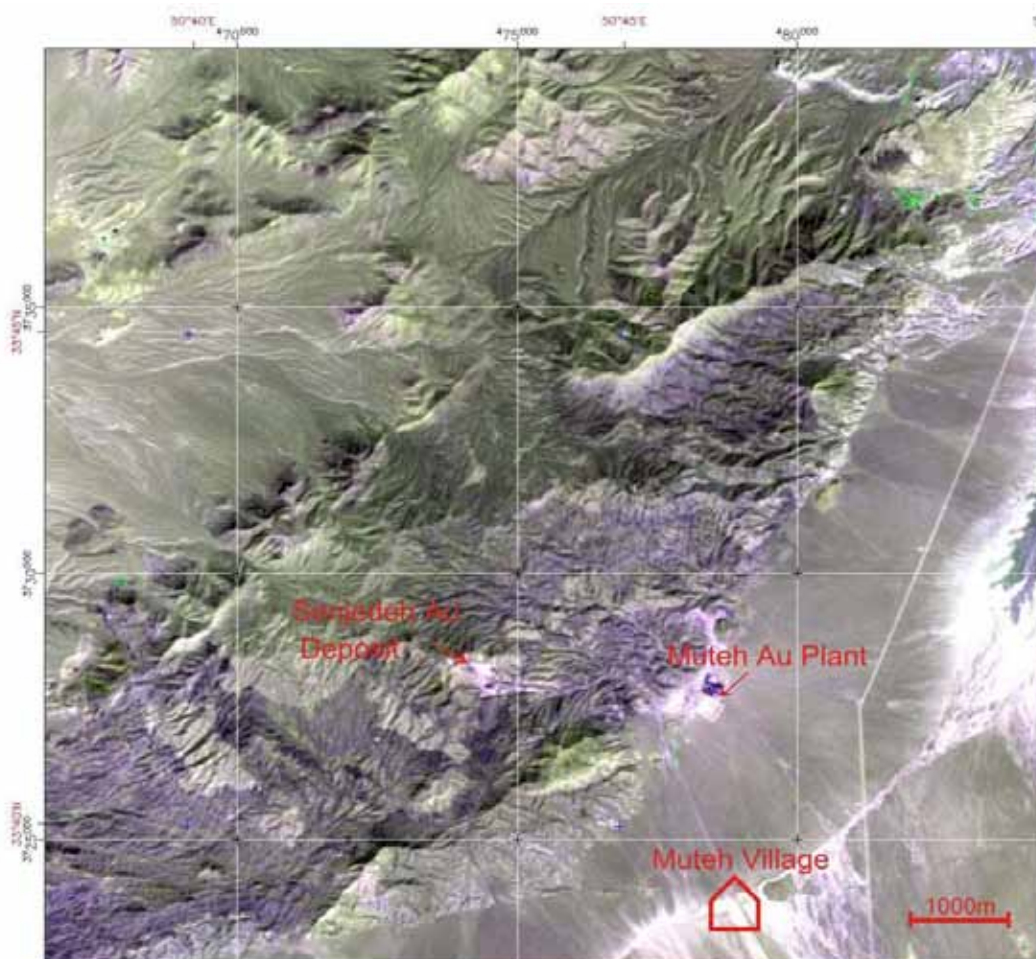
کانسار طلای سنجد در منطقه موته و در بخش شمالی استان اصفهان و در مرکز ایران واقع شده است. در منطقه موته نه معدن طلا وجود دارد، اما فقط معدن طلای سنجد و چاه خاتون فعال می باشد (کوهستانی و همکاران، ۱۳۸۵). به دلیل اهمیت اقتصادی طلا، مطالعات زیادی بر روی این منطقه انجام گرفته است. در این تحقیق سعی شده، زایش های متفاوت کانی های مختلف که تحت شرایط دگرریختی گوناگون ایجاد شده اند و همچنین ترسیم الگوی سه بعدی سنگ شناسی زیر سطحی منطقه مورد مطالعه و ارتباط آن ها با عیار طلا مورد بررسی قرار گیرد. در کانسار سنجد تاکنون چنین مطالعاتی جهت بررسی زایش های متفاوت کانی ها و نامگذاری دقیق صورت نگرفته است. با استفاده از اطلاعات بدست آمده از مطالعات میکروسکوپی کانی شناسی و با بکارگیری نرم افزار Rock Work 2006 الگوی سه بعدی سنگ شناسی زیر سطحی منطقه ترسیم گردید.

۱-زمین شناسی منطقه

کانسار طلای سنجد در حدود ۲۷۰ کیلومتری جنوب- جنوب باختری تهران و ۶۰ کیلومتری جنوب باختری



شکل ۱: نمای کلی از کانسار سنجد.



شکل ۲: تصویر ماهواره ای از معدن طلای سنجد - مته (ASTER-VNIR231, UTM Zone 39)

۲- دگرریختی ها در منطقه مورد مطالعه

کانسار طلای سنجد به علت قرارگیری در پهنه سنجد - سیرجان دچار دگرگونی و دگرریختی شده است. مطالعات میکروسکوپی ریزبافت ها و ریزساخت ها نشان دهنده فازهای دگرریختی مختلف است (شیخ ذکریایی و غفاری فاخر، ۱۳۸۶). از فاز های دگرریختی تاثیر گذار در این منطقه می توان به D3 و D2, D1 اشاره نمود. هر فاز دارای ماهیت های متفاوتی نسبت به یکدیگر می باشد. فاز دگرشکلی مرحله اول (D1) هم زمان با دگرگونی ناحیه ای (M1) بوده و نه تنها در این منطقه، بلکه در کل پهنه سنجد - سیرجان دیده می شود (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱). نتیجه تأثیر این رخداد دگرشکلی، ایجاد لایه بندی ترکیبی (یا تفریقی) متشکل از لایه های غنی از کانی های تیره شامل بیوتیت و بعضاً آمفیبول و لایه های غنی از کانی های روشن (کوارتز و فلدسپات) می باشد، که

باید آن را از لایه بندی چینه شناسی متمایز نمود. دگرشکلی مرحله دوم (D2) مهم ترین و غالب ترین مرحله دگرشکلی است که گسترش فراوانی در منطقه دارد. بر اثر توسعه این دگرشکلی، شدیدترین تغییرات ساختاری در منطقه به وقوع پیوسته است، به طوری که توسعه سنگ ها و ساختارهای میلونیتی نظیر برگوارگی (اعم از مقیاس های کوچک و بزرگ) در نتیجه این رخداد به وقوع پیوسته است. طی این مرحله دگرریختی چین های نسل دوم (S2) در سنگ های منطقه گسترش یافته اند. مطالعات انجام شده در منطقه این مرحله دگرشکلی و پیامدهای آن را حاصل از تأثیر پهنه برشی شکل پذیر در نظر می گیرد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱). دگرشکلی مرحله سوم (D3)، در واقع جوان ترین دگرریختی موجود نه تنها در کانسار سنجد، بلکه در منطقه مته می باشد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۱). این

زاویه دار تا بی شکل با ظاهری کدر که دارای خاموشی موجی شدید هستند، مشخص می باشند. حضور این گونه از کوارتزها نشان دهنده تشکیل آن ها پیش از فازهای دگرریختی است. در واقع این نسل از پورفیروکلاست ها از سازنده های پروتولیت یا سنگ پیش از دگرشکلی هستند. در نتیجه واتش می توان پدیده بلورهای فرعی و بلورهای نوظهور را در این گونه مشاهده نمود. گونه دوم بلورهایی هستند، که ریز ساخت پوشش و هسته را ایجاد نموده اند. این نسل به صورت بلورهای ریز، تجدید تبلور یافته تشکیل دهنده زمینه (پیشتر بافت ساروجی گفته می شد) و در پیرامون پورفیروکلاست ها مشاهده می شوند (شکل ۳ الف و ب). گونه سوم به صورت چند بلورین با ظاهری عدسی گون و ریونی می باشند، که در سنگ های سری میلوئیتی یافت می شوند. این گونه از کوارتز دارای رنگ تقریباً شفاف بوده که می توان خاموشی موجی ضعیفی را در آن مشاهده نمود. مرز این گونه از کوارتزها با یکدیگر تقریباً مستقیم (شروع تبلور استاتیک) است، کوارتزهای ریونی گون یا نواری که به صورت بلورهای کشیده و با خاموشی موجی دیده می شوند (شیخ ذکریایی و غفاری فاخر، ۱۳۸۶؛ Vernon, 2004). این کوارتزها هم زمان با دگرریختی و در نتیجه پدیده مهاجرت مرز دانه تشکیل شده اند (شکل ۴). گونه چهارم کوارتزهای پرکننده فضاهای خالی هستند، که در ریزرگه ها و ریز شکستگی ها تشکیل شده اند. این کوارتزها به صورت بلورین (شفاف)، ریزبلورین (چرت و نیمه شفاف) و نهان بلور (کلسدون و تیره رنگ) (شکل ۵) دیده می شوند. این گونه کوارتز به علت نداشتن شواهد دگرریختی (خاموشی موجی و کشیدگی بلور) در ساختمان بلورین نشان دهنده تشکیل آن ها بعد از آخرین دگر شکلی (D3) است.

۲-۳- بیوتیت

این کانی دارای دو زایش متفاوت است. زایش اول به صورت تیغه های بزرگ و کوچک در امتداد برگوارگی میلوئیتی تشکیل شده است. این نسل با رنگ قهوه ای قابل تشخیص است (شکل ۶). زایش دوم به صورت تیغه های کشیده بزرگ بوده که بیوتیت ها و کلریت های تشکیل

دگرشکلی، یک دگرشکلی پیشرونده بوده و ساختارهای حاصل از آن، از شرایط شکل پذیر (چین خوردگی) تا شرایط شکننده (گسلش و درزشدگی) به وجود آمده اند.

۲-۱- نحوه نمونه برداری و انتخاب آن ها

برای انجام مطالعات میکروسکوپی تعداد ۱۱۲ مقطع نازک جهت دار از نمونه سنگ های مغزه های حفاری مربوط به ۷۶ گمانه اکتشافی قدیمی و جدید (۱۹ حلقه گمانه جدید و ۵۷ گمانه های قدیمی) و برای عیار سنجی طلا از آنالیزهای که مجتمع طلای مونه بر روی مغزه های حفاری ذکر شده، انجام داده (مورد تایید سازمان های ذیربط) صورت گرفته است. لازم به ذکر است، که این تعداد مقطع جهت دار از نمونه های سنگی غیر تکراری انتخاب شده است.

۲-۲- کانی شناسی سنگ های دگرریخت شده در زون های میکروبرشی واقع در کانسار طلای سنجده

در نتیجه دگرشکلی های اعمال شده بر روی منطقه طیفی از سنگ های سری میلوئیتی و کاتاکلاستی تشکیل شده است، که بر این اساس می توان با توجه به میکروفابریک مشاهده شده به سنگهایی همچون میکروبرش گسلی، پروتوکاتاکلاست، مزوکاتاکلاست، اولتراکاتاکلاست، اولترا میلوئیت، اولترا میلوئیت، میلوئیت گنیسی، میلوئیت شیستی، پروتومیلوئیت گنیسی و پروتومیلوئیت شیستی، باتوجه به مدال (درصد حجمی کانی ها) به فلدسپات - کوارتز میلوئیت گنیسی، فلدسپات - کوارتز میلوئیت شیستی، فلدسپات - کوارتز پروتومیلوئیت گنیسی و فلدسپات - کوارتز پروتومیلوئیت شیستی و با توجه به پروتولیت به ریولیت مزومیلوئیتی اشاره نمود.

۳- زایش ها و گونه های متفاوت کانی ها

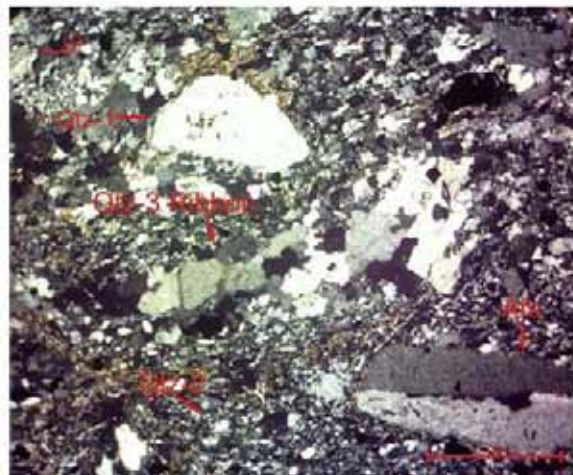
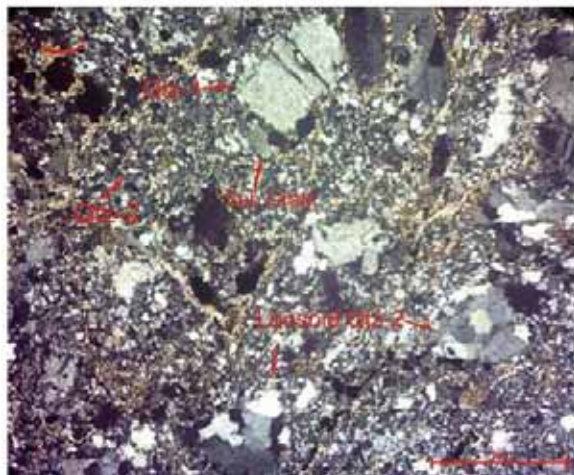
در زون های میکروبرشی در منطقه مورد مطالعه

۱-۳- کوارتز

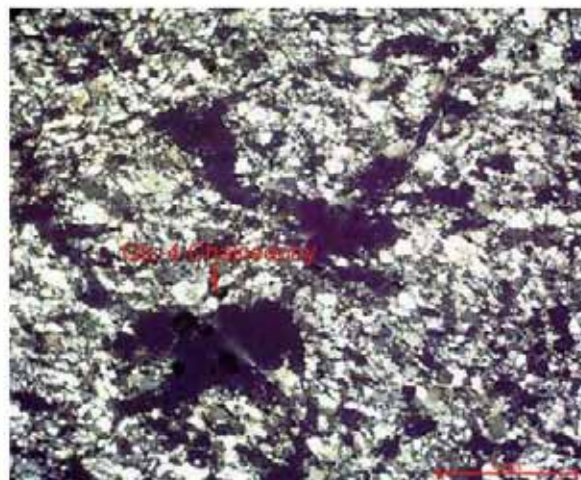
حضور این کانی در سنگ های این منطقه مورد مطالعه با چهار گونه متفاوت قابل مشاهده می باشد. گونه اول به صورت پورفیروکلاست های درشت بلور نیمه شکل دار

سبز تیره بوده که در برخی مناطق رشد زیادی یافته اند (شکل ۷).

دهنده برگوارگی را قطع نموده اند، که احتمالاً حاصل یک فاز حرارتی در منطقه می باشد. این بیوتیت ها دارای رنگ



شکل ۳ الف و ب: گونه های متفاوت کوارتز. الف: گونه سوم به صورت نوار گون. ب: به صورت عدسی گون. در وضعیت نوری XPL



شکل ۵: ریونی از جنس کوارتز که در طی فاز دگرریختی D2 تشکیل شده و در طی فاز دگرریختی D3 به صورت میکرو بودیناژ در آمده است. در وضعیت نوری XPL.

شکل ۴: گونه چهارم کوارتز به صورت نهان بلورین در وضعیت نوری XPL.

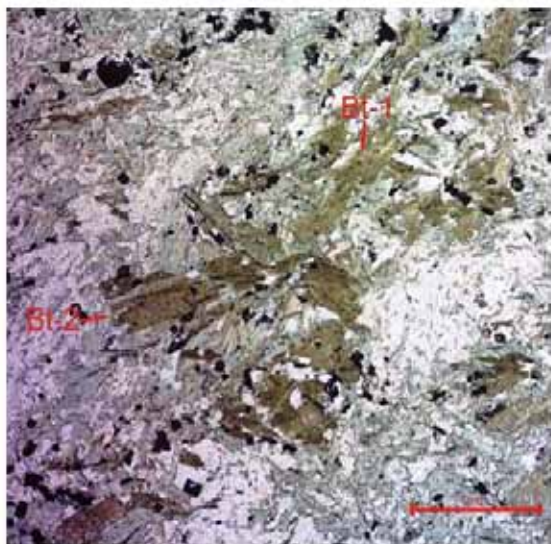
فاخر، ۱۳۸۶؛ Vernon, 2004) (شکل ۸ و ۶). زایش دوم به صورت توده ای بوده که پس از فاز های دگرریختی تشکیل شده اند (شکل ۹).

۴-۳- سریسیت

سریسیت کانی شاخص دگرگونی و دگرریختی در محدوده شیست سبز است. این کانی دارای دو زایش می باشد.

۳-۳- کلریت

این کانی دارای دو زایش متفاوت است. زایش اول یکی از عناصر میکروفابریکی تشکیل دهنده برگوارگی است. این نسل به صورت ورقه ای در امتداد سطح برگوارگی میلونیتی ایجاد شده که در نتیجه فازهای دگرگونی و دگرریختی تغییرات فابریکی را متحمل شده است، که می توان به کلیواژ کرنیولیشن و سایه واتنش اشاره نمود (شیخ ذکریایی و غفاری



شکل ۷: بیوتیت نسل دوم با رنگ سبز تیره، به زاویه این نسل از بیوتیت نسبت به برگوارگی توجه شود. در وضعیت نوری

PPL

می شود. این کانی در اندازه بزرگ پورفیروکلاست ها را تشکیل می دهند. پورفیروکلاست های آلكالی فلدسپات (ارتوز) به صورت عناصر میکرو فابریکی از قبیل پورفیروکلاست های پوششی و غیر پوششی (کلاست و سایه فشار) دیده می شوند (شیخ ذکریایی و غفاری فاخر، ۱۳۸۶؛ Vernon, 2004) (شکل ۱۲ و ۱۳).

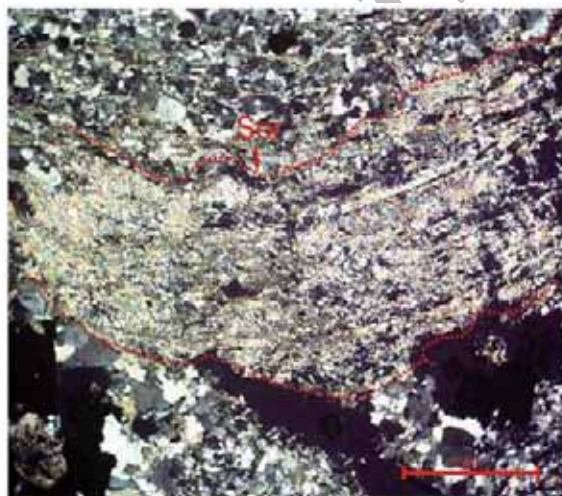


شکل ۶: بیوتیت نسل اول با رنگ قهوه ای در امتداد برگوارگی میلوئیتی. در وضعیت نوری PPL.

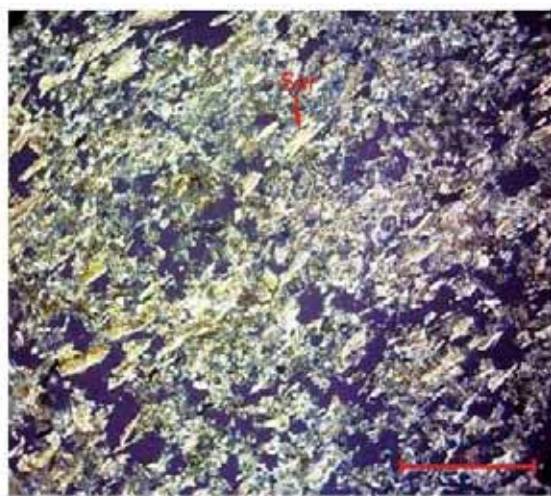
زایش اول با اندازه کوچک یکی از تشکیل دهنده های برگوارگی میلوئیتی است (شکل ۱۰). زایش دوم حاصل پدیده نرم شدگی می باشد (Passchier, C. W. and Trow, Rudolph A. J, 2005) (شکل ۱۱).

۵-۳- آلكالی فلدسپات

این کانی تنها دارای یک زایش است و به صورت شکل دار تا بی شکل و با اندازه های کوچک تا بزرگ دیده



شکل ۱۱: نسل دوم سرسیت حامل نرم شدگی. در وضعیت نوری XPL.



شکل ۱۰: سرسیت در قالب عناصر فابریکی تشکیل دهنده برگوارگی. در وضعیت نوری XPL.

برگوارگی پراکنده است. این نسل بی شکل تا شکل دار بوده و اندازه آن ها از کوچک تا بزرگ در تغییر است. زایش دوم و سوم به صورت پر کننده ریز رگه ها و رگچه ها می باشد.

۷-۳- کانی های اوپاک

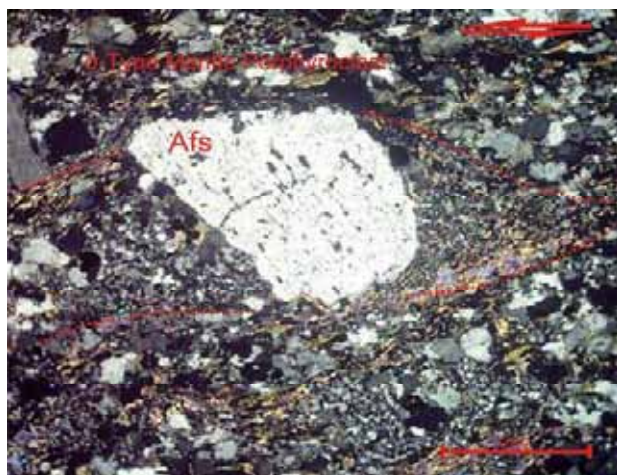
کانی های اوپاک دارای سه زایش است. زایش اول به صورت اولیه (پروتولیت اولیه) در زمینه سنگ و در امتداد

مشاهده نمود (شیخ ذکریایی و غفاری فاخر، ۱۳۸۶). شایان ذکر است، که در این نسل بعضاً می توان ریبون های کلسیتی را نیز مشاهده نمود (شکل ۱۷). زایش دوم، کلسیت نوظهور (ریزساخت پوشش و هسته) است. این نسل به علت عملکرد تنش های اعمال شده در طی فاز های دگرریختی دچار تبلور مجدد شده است (شکل ۱۸). زایش سوم به صورت بلورین تا نهان بلورین دیده می شود. این نسل پر کننده ریزرگه ها و رگچه ها و ریز گسل ها می باشد.

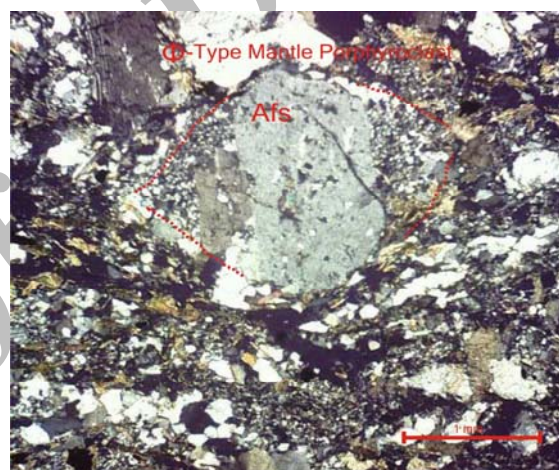
این نسل بر اثر نفوذ سیالات در فضای بین ریزدرزه ها و ریز شکستگی ها تشکیل شده است (شکل ۱۵ و ۱۶).

۳-۸- کلسیت

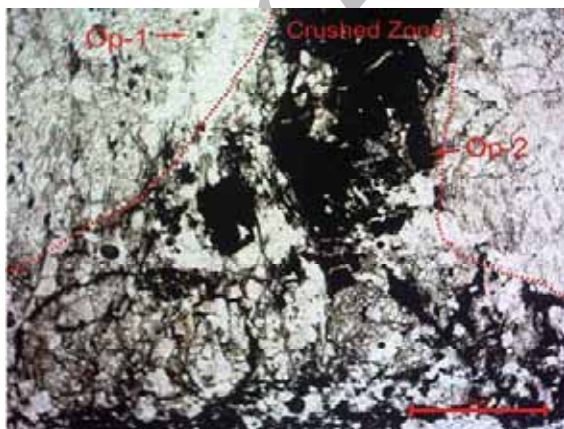
کلسیت دارای سه زایش متفاوت می باشد. زایش اول به صورت شکل دار تا نیمه شکل و با اندازه های متوسط تا بزرگ دیده می شود. این نسل در نتیجه اعمال تنش در طی فاز های دگرریختی دچار تبلور مجدد و خاموشی موجی شدید شده است، که می توان این تغییرات را در شبکه بلورین (ماکل خمیده و تغییر نوع ماکل) آن ها



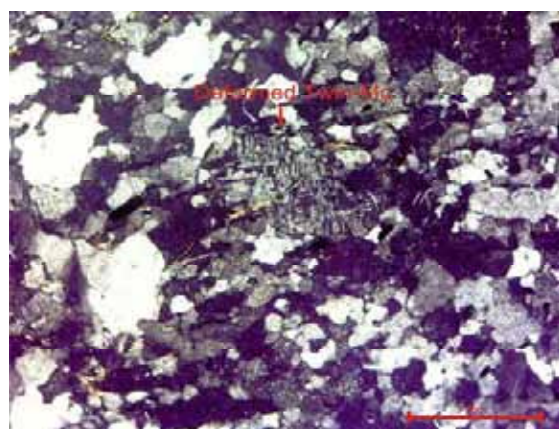
شکل ۱۳: پورفیروکلاست پوششی سیگما گون آلکالی فلدسپار با سوی برش چپ بر. در وضعیت نوری XPL.



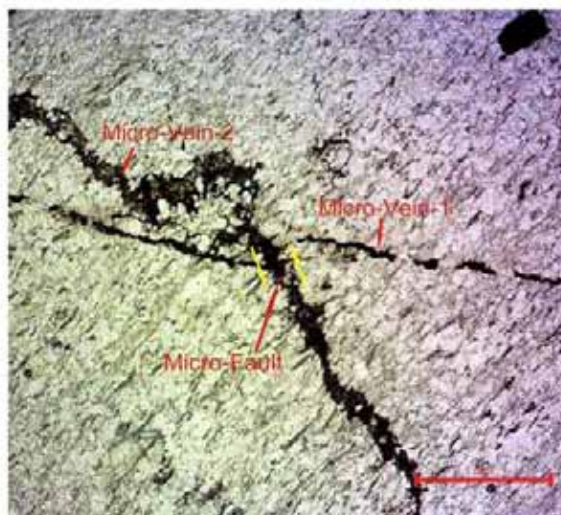
شکل ۱۲: پورفیروکلاست پوششی آلکالی فلدسپات (ارتوز) نوع Φ با دنباله های متقارن از نوع فلدسپات آلکان ریزبلور. در وضعیت نوری XPL.



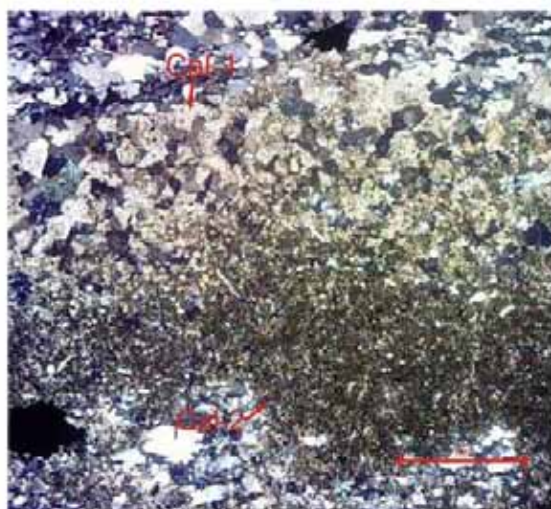
شکل ۱۵: دو زایش کانی های اوپاک. نسل اول در زمینه سنگ پراکنده است در حالیکه نسل دوم در داخل ریزشکستگی ها تشکیل شده است. در وضعیت نوری PPL.



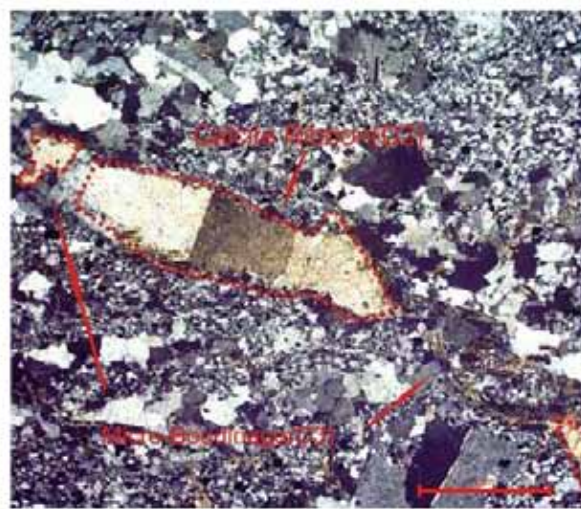
شکل ۱۴: تغییر ماکل در بلور پلاژیوکلاز در نتیجه تنش اعمال شده. در وضعیت نوری XPL.



شکل ۱۶: دو زایش متفاوت کانی ها اویاکه. در وضعیت نوری PPL.



شکل ۱۸: دو زایش متفاوت کلسیت. نسل اول به صورت درشت بلور و نسل دوم به صورت بلور نوظهور دیده می شود. در وضعیت نوری XPL.



شکل ۱۷: کلسیت نسل اول به صورت ریونی یا نوری. در وضعیت نوری XPL.

عیار طلا) می باشد. برای اندازه گیری طلا اطلاعات بدست آمده از گمانه ها مرتب و دسته بندی شده و به عبارتی در پایگاه داده های مربوطه قرار گرفته اند (Berg, R. C. and others; 2002, Berg R.C) and Keefer, D. A.; 2004, McGaughey, 2006, John; 2005). سپس این پایگاه داده ها به نرم افزار Rock works وارد شده و مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفته اند. این نرم افزار یکی از کارآمدترین و پیشرفته ترین نرم افزارهای مورد استفاده در علوم زمین، مهندسی معدن و علوم وابسته بوده و دارای توانایی های

۴ - مدل سازی سه بعدی زیرسطحی کانسار سنجد امروزه برای اکتشاف بهتر کانسارها، کاهش هزینه و زمان اکتشاف و بالابردن دقت کار زمین شناسی و اکتشاف مدل سه بعدی کانسارها از نرم افزارهای مربوطه استفاده می شود. برای مدل سازی زیرسطحی این کانسار از اطلاعات ۷۶ گمانه اکتشافی قدیمی و جدید (۱۹ حلقه گمانه جدید و ۵۷ گمانه های قدیمی) استفاده شده است. این اطلاعات شامل مختصات دهانه گمانه ها، شیب و آزمون گمانه ها، اطلاعات سنگ شناسی گمانه ها (شامل مطالعات سنگ نگاری و آنالیز شیمیایی به منظور تعیین

سنگ‌شناسی کانسار مشاهده می‌شود. بر اساس این مدل، بیشترین جنس‌های سنگ‌شناسی در این کانسار میلوئیت شیستی در مناطق نزدیک به سطح، کاتاکلاسیت در عمق‌های میانی و در عمق‌های بیشتر میلوئیت گنیسی می‌باشند. براساس این مدل در بخش شرقی کانسار تنوع سنگ‌شناسی بیشتر است و در این بخش سنگ‌هایی از قبیل متاریولیت، کلاسیت و پروتوکلاسیت نیز دیده می‌شوند. شکل ۲۰ وضعیت قرارگیری میلوئیت شیستی در کانسار را نشان می‌دهد. براساس این مدل میزان میلوئیت شیستی موجود در کانسار از شرق به غرب کاهش می‌یابد و در مرکز کانسار بخش مهمی از آن قرار می‌گیرد. همچنین در شکل ۲۱ وضعیت قرارگیری میلوئیت گنیسی در کانسار سنجده آورده شده است. با توجه به این الگوواره تنها تفاوت وضعیت قرارگیری آن با میلوئیت شیستی همان عمق قرارگیری آن است. در این الگوواره مشاهده می‌شود که میزان میلوئیت گنیسی از شرق به غرب کانسار کاهش چشمگیری می‌یابد. شکل ۲۲ وضعیت قرارگیری کاتاکلاسیت را نشان می‌دهد که بر این اساس کاتاکلاسیت‌ها بیشتر در مرز بین میلوئیت شیستی و میلوئیت گنیسی واقع شده است. همچنین این سنگ بیشتر در بخش‌های مرکزی کانسار و در عمق متوسط دیده می‌شود.

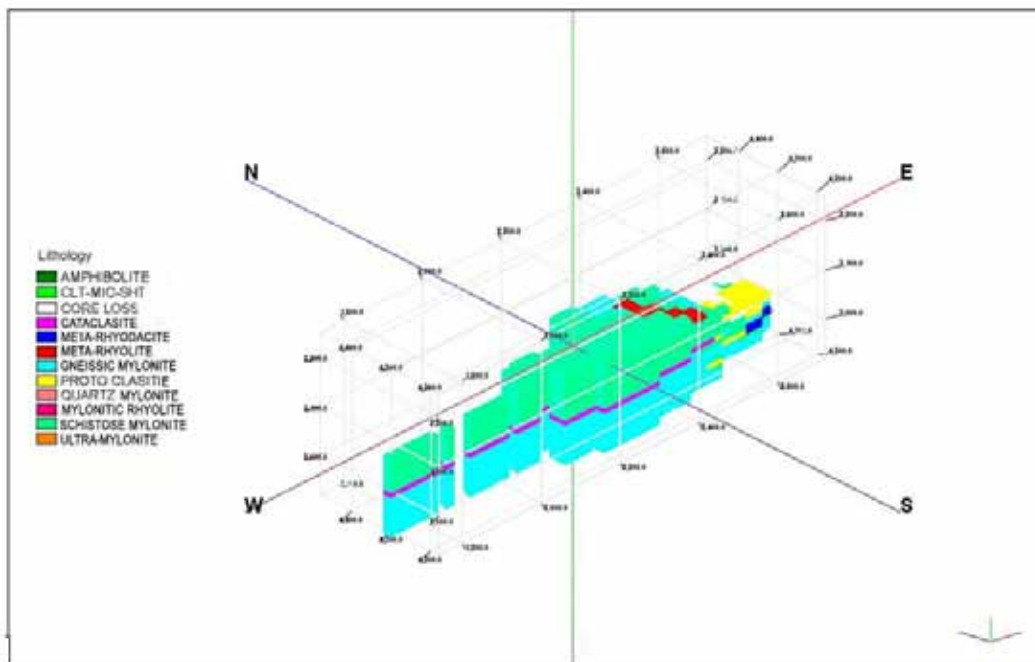
بسیاری در مدل‌سازی داده‌های زمین‌شناسی و اکتشافی در مراحل گوناگون اکتشاف می‌باشد (Berg, R. C., and Others, 2002; Rockware, 2007; Reed, J. P. and Alcott, 2002).

۴-۱- تعیین مرزهای مدل‌سازی

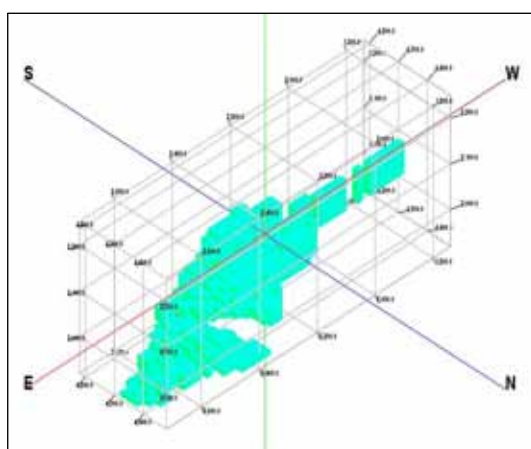
در این مرحله نخست محدوده پروژه تعیین می‌گردد. تعیین ابعاد پروژه در سه جهت Y, X, Z و با استفاده از مختصات دهانه گمانه‌ها و عمق گمانه‌های اکتشافی صورت می‌پذیرد. بر این اساس ابعاد پروژه در جهت Y, Z و X به ترتیب برابر ۳۳۰، ۳۰۰، ۹۸۰ متر می‌باشد و حدود Y, X, Z به ترتیب شامل مختصات (بر حسب درجه) $۱۷^{\circ}۴۰'$ تا $۲۰^{\circ}۲۷'$ برای X یا طول جغرافیایی، $۴۱^{\circ}۸۰'$ تا $۴۴^{\circ}۸۰'$ برای Y یا عرض جغرافیایی و $۲۲^{\circ}۵۰'$ تا $۱۹^{\circ}۲۰'$ برای Z یا ارتفاع می‌باشد. در نهایت ابعاد ریزبلوک‌ها، در جهت‌های X, Y, Z به ترتیب، ۲۰، ۲۰، ۱۰ متر در نظر گرفته می‌شود. در مرحله دوم جهت تأثیر توپوگرافی در عملیات مدل‌سازی با استفاده از داده‌های نقشه‌های توپوگرافی و همچنین مختصات دهانه گمانه‌های اکتشافی یک شبکه‌بندی توپوگرافی در نرم‌افزار مربوطه ترسیم می‌گردد (Rock ware, 2007; Reed, J.P. and Alcott, 2002). سپس مختصات منحنی بسته دربرگیرنده کانسار با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و مقاطع عرضی محاسبه شده و به صورت یک جدول به نرم‌افزار وارد گردید تا برای برش دادن مدل‌ها از آن استفاده شود (Berg, R.C., and Others, 2002; Rockware, 2007).

۴-۲- ساخت مدل سه‌بعدی سنگ‌شناسی کانسار

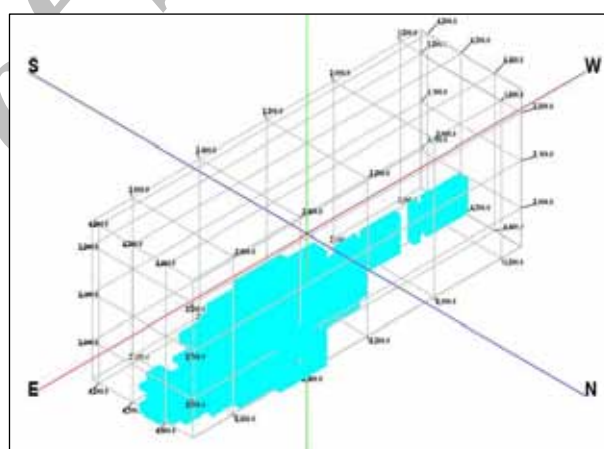
مطالعات قبلی مبین وجود ۱۱ نوع سنگ در این کانسار است، که مهمترین آن‌ها میلوئیت گنیسی، میلوئیت شیستی، آمفیبولیت، متاریولیت و کاتاکلاسیت هستند (شیخ ذکریایی و غفاری فاخر، ۱۳۸۶). در این مرحله نخست با استفاده از پایگاه داده‌های موجود در نرم‌افزار و پس از آن تعیین مرزهای مدل‌سازی، مدل سه‌بعدی سنگ‌شناسی کانسار ترسیم گردید. در شکل ۱۹ مدل سه‌بعدی



شکل ۱۹: مدل سه بعدی سنگ‌شناسی کانسار سنجد.



شکل ۲۰: وضعیت قرارگیری میلونیت شیستی در کانسار سنجد.

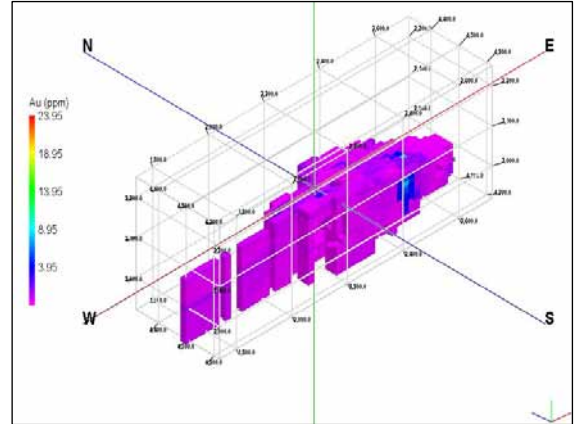
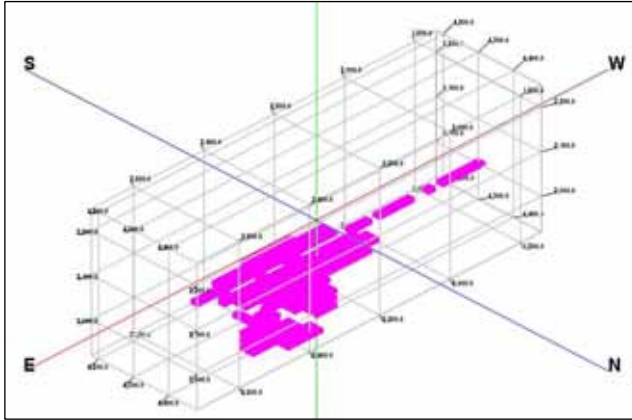


شکل ۲۱: وضعیت قرارگیری میلونیت گنیسی در کانسار سنجد.

۵- توزیع عیار طلا در کانسار سنجد

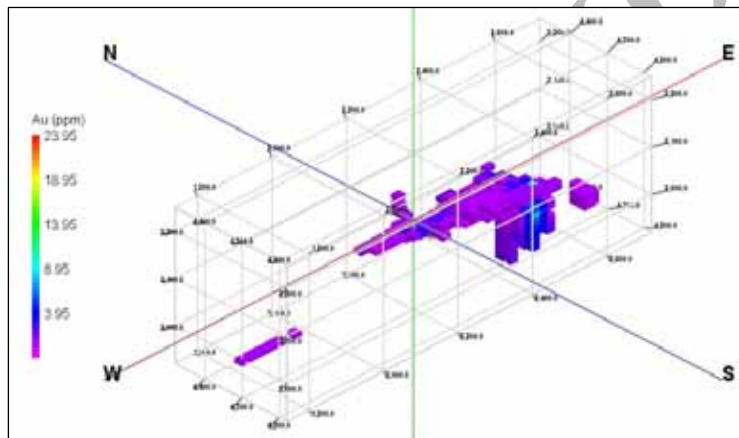
باشد، بخش های دارای عیار 2 ppm و بیشتر نیز جدا شده و مشخص شده اند (شکل ۲۵). بر این اساس تنها بخش هایی در شرق، مرکز و جنوب شرقی کانسار دارای این عیار می باشند. از سویی دیگر باتوجه به معمول ترین عیار حد اقتصادی طلا برابر 3 ppm که در دنیا مورد قبول می باشد، بخش های با عیار 3 ppm و بالاتر نیز در شکل ۲۶ آورده شده است (Robert, F., 1997). براساس این الگوواره تنها در بخش های معدودی از مرکز و شرق و جنوب شرق عیار بالاتر از 3 ppm موجود است.

پس از ترسیم مدل سنگ‌نگاری زیرسطحی کانسار، مدل سه بعدی توزیع عیار طلا ترسیم شده است، که بر اساس آن بخش قابل توجهی از کانسار دارای عیار کمتر از 1 ppm است (شکل ۲۳). در بخش های مرکزی و شرقی کانسار که بیشتر میلونیت شیستی وجود دارد، میزان عیار افزایش می یابد و به بیش از 1 ppm می رسد، که این امر در شکل ۲۴ نیز مشاهده می گردد. باتوجه به اینکه خوراک ورودی به کارخانه فرآوری مونه باید حداقل 2 ppm

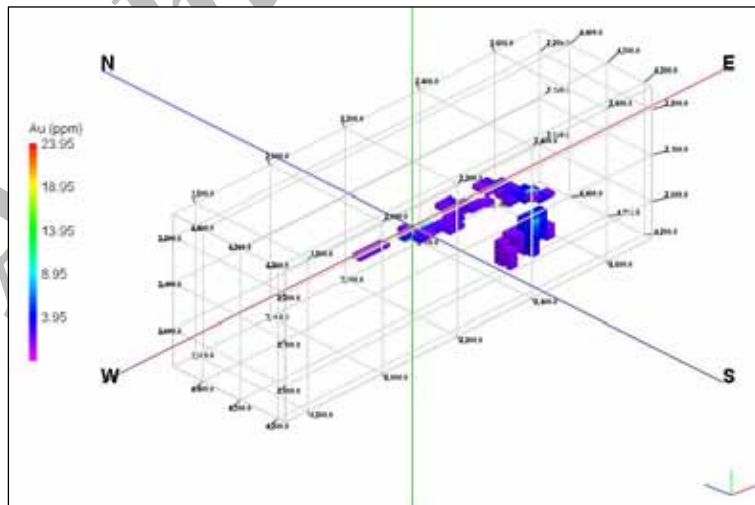


شکل ۲۲: وضعیت قرارگیری کاتاکلازیت در کانسار سنجد.

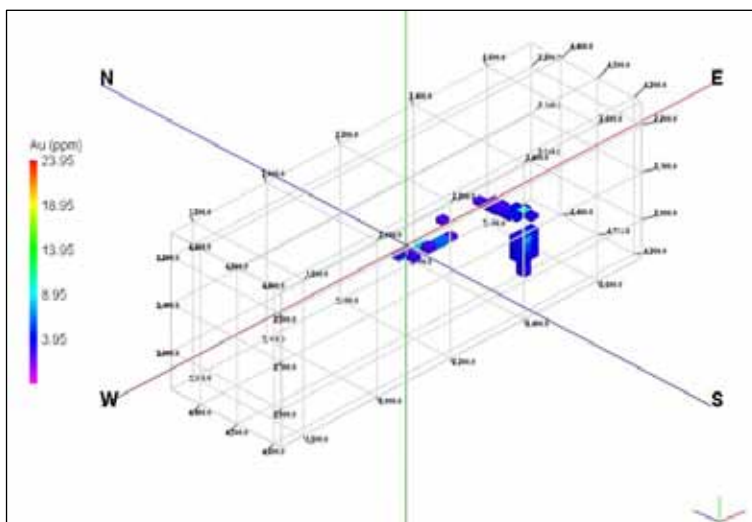
شکل ۲۳: مدل توزیع عیار طلا در کانسار سنجد.



شکل ۲۴: بخش با عیار طلای ۱ ppm و بیشتر کانسار طلای سنجد.



شکل ۲۵: بخش با عیار طلای ۲ ppm و بیشتر کانسار طلای سنجد.



شکل ۲۶: بخش با عیار طلای ۳ ppm و بیشتر کانسار طلای سنجد.

مطالعه هستند. با این اطلاعات ماهیت سنگ های منطقه تعیین گردید، که می توان به سنگ های سری میلوئیتی، سری کاتاکلاسیت، برش گسلی، شیبست ها و آمفیبولیت اشاره نمود. با تعیین نوع سنگ های منطقه، الگوی سه بعدی سنگ شناسی زیر سطحی به منظور مشخص نمودن مرز های سنگ شناسی و ارتباط آن ها با عیار طلا ترسیم گردید. بر این اساس بیشترین تمرکز طلا با عیار ۱ ppm در میلوئیت شیستی و میلوئیت گنیسی و بیشترین بیشترین تمرکز طلا با عیار ۳ ppm در متاریولیت می باشد. همچنین بخشی از طلای مورد بررسی نیز در کاتاکلاسیت موجود است. البته بخش اندکی از طلا نیز در متاریولیت ها و پروتوکلاسیت ها موجود است، ولی باید گفت که بیشترین میزان طلا در دو جنس میلوئیت شیستی و میلوئیت گنیسی تمرکز یافته است. به عبارتی در مناطق شرقی کانسار که بیشتر این نوع سنگها در آن قرار دارند، میزان عیار طلا نیز بیشتر است.

منابع:

- حسنی، ح.، محجل، م.، صدیق، م.، ۱۳۸۱، تحلیل ساختاری سنگ های دگرگونه منطقه مونه (خاور گلپایگان) و ارتباط آن با کانی سازی طلا، امیرکبیر، سال سیزدهم، (۵۰) ۲۲۵-۲۳۳.

۶- مقایسه مدل های سنگ نگاری زیرسطحی و توزیع عیار طلا با یکدیگر

مقایسه مدل های سنگ نگاری زیرسطحی بر اساس توزیع عیار طلا در کانسار سنجد نشان دهنده این است، که بیشترین طلای با عیار ۱ ppm در میلوئیت شیستی و میلوئیت گنیسی بیشتر متمرکز شده اند. همچنین بخشی از طلای مورد بررسی نیز در کاتاکلاسیت موجود است. البته بخش اندکی از طلا نیز در متاریولیت ها و پروتوکلاسیت ها موجود است، ولی باید گفت که بیشترین میزان طلا در دو جنس میلوئیت شیستی و میلوئیت گنیسی تمرکز یافته است. به عبارتی در مناطق شرقی کانسار که بیشتر این نوع سنگها در آن قرار دارند میزان عیار طلا نیز بیشتر است.

نتیجه گیری

در کانسار سنجد با استفاده از اطلاعات ۷۶ گمانه اکتشافی قدیمی و جدید (۱۹ حلقه گمانه جدید و ۵۷ گمانه های قدیمی) زایش های متفاوت کانی ها مورد مطالعه قرار گرفت. کانی کوارتز با چهار گونه متفاوت بیشترین زایش را به خود اختصاص داده است. کلسیت با سه زایش، بیوتیت، کلریت و سربیسیت با دو زایش، آلکالی فلدسپات سنگ های دگرریخت شده منطقه مورد

- Mapping for Groundwater Applications*, USA. 13.
- McGaughey, J., 2005, *Three-Dimensional Geologic Mapping for Groundwater Applications*. USA. 51.
 - Passchier .C.W. and Trouw. Rudolph A. J., 2005, *Micro- tectonics 2nd ed.* Springer. Germany.
 - Reed, J.P. and Alcott. A.E., 2002, *RockWare® Incorporated, 2th Three-Dimensional Geologic Mapping for Groundwater Applications proceeding*. USA.
 - RockWare ® Earth Science & GIS Software., 2007, *RockWare® Incorporated*.
 - Robert, F& Poulsen, K.H, and Dubé, B., 1997, *Fourth Decennial International Conference on Mineral Exploration*.
 - Vernon. R., H., 2004, *A Practical Guide to Rock Microstructure* .Cambridge University Press.UK.
 - شیخ ذکریایی، س. ج.، غفاری فاخر، م.، ۱۳۸۶، تفسیر ریز بافت و ریز ساخت در سنگ‌های دگرگونی دینامیک منطقه سنجد- موته، پهنه سنجد- سیرجان، ایران. مجله علمی و پژوهشی علوم پایه. دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات. (زیر چاپ).
 - کوهستانی، ح.، راستاد، ا.، رشیدنژاد عمران، ن.، محجل، م.، ۱۳۸۵، کانه زایی طلا در پهنه های برشی شکل پذیر و شکنای کانسار چاه باغ، منطقه معدنی موته، پهنه سنجد - سیرجان. فصلنامه علمی-پژوهشی علوم زمین، سال پانزدهم، (۶۰) ۱۶۵-۱۴۲.
 - Berg R.C and Keefer, D., A., 2004, *Illinois State Geological Survey, USA.1.*
 - -Berg, R.C.& McKay, E.D.& Keefer, D.A.& Bauer R.A.& Johnstone, P.D.& Stiff, B.J.& Pugin, A.& Weibel, C. P.& Stumpf, A.J.& Larson, T.H.& Su, W. J. and Homrighous, G., 2002, *Three-Dimensional Geologic*

Archive of SID