Archive of SID

سومین همایش ملی کوهشناسی و بلورشناسی انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران
دانشگاه شهید بهشتی
۲۲-۲۳ آبان ۱۳۹۵
3rd National Symposium of Gemology and Crystallography of Iranian Society of Crystallography and Mineralogy

نقش دگرشکلی و دگرسانی در کانه زایی طلای قبغلوجه جنوبی، جنوب غرب سقز، استان کردستان

مینا نعمتی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، nematimina@ut.ac.ir

شجاع‌الدین نیرومند، استاد دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تهران، niroomand@ut.ac.ir

حسینعلی تاج‌الدین، استاد دانشکده زمین‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، hoseintajeddin@yahoo.com

چکیده

کانسار طلای قبغلوجه جنوبی، در ۲۸ کیلومتری جنوب غرب سقز و در شمال غرب زون دگرگونی- ماگمایی سنندج – سیرجان واقع‌شده است. رخنمون‌های سنگی منطقه، متعلق به واحدهای آتش‌فشانی – رسوبی پرکامبرین و کرتاسه هستند که در درجات متفاوتی دگرگون‌شده‌اند و توسط گامه های مختلفی از نفوذی‌های مربوط به بعد از کرتاسه قطع‌شده‌اند. توده‌های گرانیتوئیدی که به‌صورت همزمان با تکتونیک در راستای پهنه بُرشی قبغلوجه تزریق‌شده‌اند، میزبان بخش قابل‌توجهی از کانه زایی طلا می‌باشند. به‌طوری‌که بیش‌ترین عیار طلا براساس مطالعات ریزساختاری و پتروگرافی در بخش‌های داخلی پهنه بُرشی، که بیش‌ترین شدت دگرسانی سیلیسی و سولفیدی و دگرشکلی شکل‌پذیر(میلونیتی و اولترامیلونیتی) و دگرشکلی شکنا (ریزشکستگی، ریز رگه و رگچه)را دارند، تا ۴/۳۳ گرم در تن اندازه‌گیری شده است. با دور شدن از کانون دگرشکلی ها به تدریج از شدت دگرشکلی و دگرسانی کاسته شده و همروند با آن، عیار طلا نیز کاهش می یابد.

کلیدواژه: طلای کوهزایی، دگرشکلی، دگرسانی، قبغلوجه، کردستان، ایران

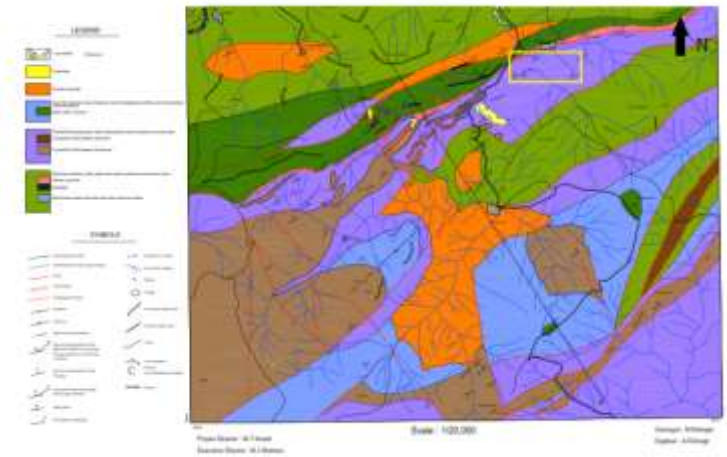
مقدمه

کانسار طلای قبغلوجه جنوبی در ۲۸ کیلومتری جنوب غرب سقز و در مختصات '۰۶ °۴۶ طول شرقی و '۰۸ °۳۶عرض شمالی و در داخل پهنه بُرشی قلقه-کسنزان با روند شمال شرق- جنوب غرب (N55-75E) و شیب عمومی ۳۰-۷۰ به‌سوی NW قرار دارد. با توجه به تقسیمات زمین‌شناسی ایران، این منطقه در شمال غرب پهنه سنندج – سیرجان (آقا نباتی، ۱۳۸۳) و ازنظر محجل و همکاران(۲۰۰۳)، جزو زیر پهنه دگرشکلی پیچیده قرار دارد. پهنه سنندج – سیرجان به‌عنوان خاستگاه بسیاری از کانسارهای طلای کوهزایی، منطبق بر حاشیه فعال قاره‌ای هستند(Azizi & Moeinevaziri,2009). بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سقز(حریری، ۱۳۸۲)، عمده لیتولوژی های رخنمون یافته در محدوده قبغلوجه مربوط به‌تناوب شیل، سنگ‌آهک شیلی و سنگ‌آهک باسن کرتاسه است که در حال حاضر به شیست، فیلیت و مرمر دگرگون‌شده‌اند. علاوه بر آن، رخنمون‌هایی منسوب به پرکامبرین شامل کوارتز فلدسپار گنایس و گرانیت

www.SID.ir

Archive of SID

گنایس در بخش‌های شمالی محدوده رخنمون دارند. بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰(محجل، ۱۳۸۲)، عمده واحدهای رخنمون یافته در محدوده قبغلوجه شامل واحدهای ۱) فیلیت، فیلونیت بامیان لایه‌هایی از آهک و دولومیت دگرگون‌شده ۲) متاولکانیک های مافیک و ۳) گرانیت میلونیت می‌باشد(شکل۱). واحدهای ولکانوسدیمنتر دگرگون‌شده مذکور در این محدوده به کرتاسه نسبت داده‌شده‌اند. بر اساس مطالعات صورت گرفته، ترکیب عمده کانی‌شناسی سنگ‌ها کوارتز، فلدسپار آلکالن، پلاژیوکلاز و به مقدار فرعی موسکویت، اسفن و بیوتیت می‌باشد. بافت اولیه سنگ گرانولار است که در اثر عملکرد نیروهای تکتونیکی، بافت کاتاکلاستیک و فابریک پروتومیلونیتی تا میلونیتی و به‌ندرت اولترامیلونیتی را نشان می‌دهد. در اغلب کانسنگ‌ها، کانه‌های سولفیدی به همراه کوارتز، کربنات، فلدسپار و به‌ندرت موسکویت و بیوتیت در فضای رگچه ها و ساختارهای شکننده کاتاکلاستیک تمرکزیافته‌اند. این کانه‌ها شامل پیریت و مقادیر کم کالکوپیریت، پیروتیت، بورنیت، گالن، اسفالریت و مقادیر نادر مولیبدنیت و طلا(الکتروم) است. از ویژگی‌های بارز مشاهده‌شده در گرانیتوئیدهای میزبان، پدیده‌های سیلیسی شدن، سولفیدی شدن و سریسیتی شدن می‌باشد. کانه زایی طلا در محدوده قبغلوجه، در یک پهنه بُرشی با دگرشکلی شکل‌پذیر شدید در سنگ میزبان‌های گرانیتوئیدی رخ‌داده است. بر اساس مطالعات میکروسکوپی و ماکروسکوپی، انواع دگرسانی‌ها و نوع دگرشکلی کنترل‌کننده کانه زایی طلا در کانسار قبغلوجه توسط ماهیت و رئولوژی سنگ میزبان کنترل‌شده است. مقادیر بالاتر طلا (بیش از ۰/۱ گرم در تن) با بخش‌های دگرشکل و دگرسان شده از پهنه برشی، که به‌طورمعمول با مقادیر قابل‌توجهی از کانه‌های سولفیدی همراه‌اند، در ارتباط می‌باشد(تاج‌الدین، ۱۳۹۰). ازاین‌رو، در این مطالعه بر اساس شواهد صحرایی و مطالعات میکروسکوپی، به بررسی نقش دگرشکلی و دگرسانی در رخداد کانه زایی طلای کانسار قبغلوجه جنوبی پرداخته می‌شود.



شکل۱- نقشه زمین‌شناسی و موقعیت محدوده اکتشافی قبغلوجه جنوبی (کادر زردرنگ)،(محجل، ۱۳۸۲).

روش مطالعه

پس از مطالعات دقیق صحرایی۲۳ نمونه سنگی برداشت شد. ۱۸ مقطع نازک صیقلی جهت مطالعه کانه‌ها و کانی‌های کدر، و ۵ مقطع نازک برای مطالعات پتروگرافی با توجه به توزیع مکانی نمونه‌ها تهیه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه‌گیری

ساختارهای حاصل از دگرشکلی، به جهت آنکه فضاهای مناسبی را برای حرکت سیال و نیز نهشت طلا فراهم می‌آورند، نقش اساسی و مهمی را در شکل‌گیری ذخایر طلای تیپ کوهزایی ایفا می‌کنند(Kreuzer ,2006). این ساختارها که انواع دگرشکلی از شکل‌پذیر در اعماق زیاد تا شکنا در سطوح فوقانی پوسته را شامل می‌شوند، اغلب در پهنه‌های بُرشی قطع کننده سنگ‌های دگرگونی تشکیل می‌شوند(Sibson,2004). یکی از ویژگی‌های پهنه بُرشی قبغلوجه، پدیده دگرشکلی شکل‌پذیر و شکنا است که سنگ‌های منطقه را تحت تأثیر قرار داده است.کانه زایی طلا در منطقه موردمطالعه، در یک پهنه بُرشی با دگرشکلی شدید رخ‌داده است. عیار طلای کانی سازی شده در بخش‌های مختلف پهنه بُرشی از ۰/۱ تا ۴ گرم در تن متغیر می‌باشد. بر اساس مطالعات انجام‌شده، بیش‌ترین عیار طلا با بخش‌های داخلی پهنه بُرشی که دگرشکلی شدید میلونیتی و اولترامیلونیتی و دگرسانی شدید سیلیسی و سولفیدی را نشان می‌دهند، به‌طور کامل منطبق می‌باشد. بخش‌هایی که در حاشیه پهنه بُرشی واقع می‌باشند، با شدت کمتری از دگرشکلی و دگرسانی (سیلیسی و سولفیدی ضعیف)، همراه هستند و عیار طلای پایینی را دارند. دگرشکلی در پهنه بُرشی هم به‌عنوان افزایش‌دهنده نفوذپذیری و هم به‌عنوان توسعه‌دهنده نیروهای رانشی در جریان سیالات کانه دار از میان سنگ‌های دگرشکل شده عمل می‌کند و به این صورت مکانی مناسب برای نفوذ سیالات کانه دار و کانه زایی طلا فراهم می‌شود. حضور رگه‌های سیلیسی- سولفیدی در مقیاس رخنمون تا میکروسکوپی، به‌صورت هم‌روند با پهنه بُرشی و برگوارگی میلونیتی در پهنه کانه دار، می‌تواند نشانی از کنترل کانه زایی توسط سیستم‌های دگرشکلی شکل‌پذیر و نیز همزمانی تأثیر سیالات کانه دار در حین دگرشکلی با فابریک میلونیتی می‌باشد. عامل اصلی در افزایش کانه زایی و عیار طلا در منطقه موردمطالعه را می‌توان عملکرد فاز دگرشکلی شکنای بعدی دانست. با توجه به مطالعات میکروسکوپی، دگرشکلی شکنا و فابریک‌های کششی(ریزشکستگی، درزه) در پهنه بُرشی، فضاهای مناسبی را جهت هجوم سیالات غنی از سولفید و سیلیس کانه دار و درنتیجه نهشت این سیالات فراهم کرده و درنهایت منجر به افزایش کانه زایی طلا خواهد شد(شکل۲).

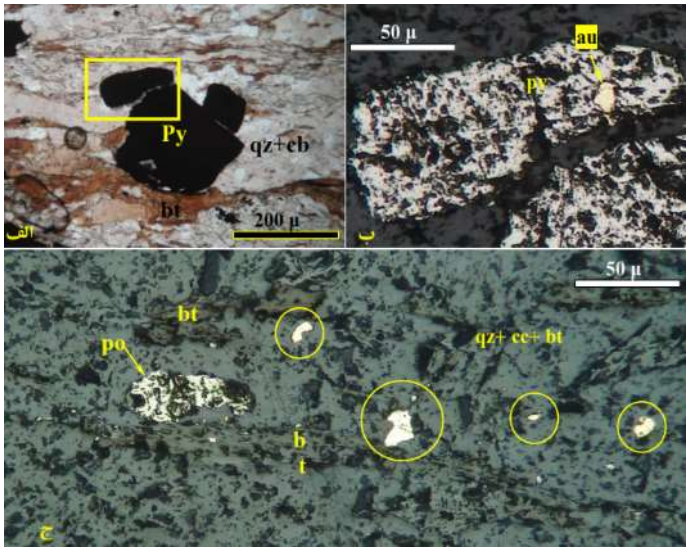
شکل۲ – عملکرد پهنه بُرشی بر گرانیتوئیدهای میزبان کانه زایی طلا در کانسار قبغلوجه جنوبی، به تشکیل و توسعه فابریک‌های دگرشکلی شکنا در سنگ منجر شده است. الف) خردشدگی شدید سنگ به‌صورت دسته شکستگی های موازی با روند پهنه بُرشی. ب و ج) کانه‌های سولفیدی (و طلا) در فضای رگچه های تشکیل‌شده در اثر دگرشکلی.

دگرشکلی مرحله اول در منطقه معدنی قبغلوجه جنوبی، به‌صورت یک‌فاز ترمودینامیک بر سنگ‌های آذرین، رسوبی صورت گرفته و موجب دگرگونی و دگرشکلی واحدهای سنگی منطقه شده است. درنتیجه فعالیت زون بُرشی و افزایش دما سنگ‌های منطقه در حد رخساره شیست سبز بالایی دگرگون‌شده‌اند. این مرحله از دگرشکلی به‌صورت همزمان با دگرگونی می‌باشد. از علائم رخداد این مرحله در

www.SID.ir

Archive of SID

سنگ‌های منطقه می‌توان به تبلور مجدد کوارتز و فلدسپارها، خمیدگی ماکل پلاژیوکلازها، کشیدگی بلورهای کوارتز و میکا در جهت برگوارگی و تفکیک کانی‌ها به‌صورت نوارهای تیره و روشن اشاره کرد. دگرشکلی مرحله دوم، مهم‌ترین و واضح‌ترین مرحله دگرشکلی در منطقه قبغلوجه جنوبی است که در طی آن شدیدترین تغییرات ساختاری از قبیل توسعه ساختارهای میلونیتی و گسترش برگوارگی‌ها رخ‌داده است. بررسی ارتباط مکانی و زمانی ساختارهای کنترل‌کننده کانه زایی های طلا نشان می‌دهد که تمامی کانه زایی های طلای منطقه قبغلوجه جنوبی در راستای ساختارهای حاصل از دگرشکلی مرحله دوم، که ساختارها و برگوارگی‌های تشکیل‌شده در دگرشکلی مرحله اول را قطع کرده‌اند، تمرکزیافته‌اند(شکل۳). دگرشکلی مرحله دوم به‌صورت تشکیل و توسعه برگوارگی‌های میلونیتی در توالی‌های آتش‌فشانی – رسوبی دگرگون‌شده و جایگیری گرانیتوئید های میزبان کانه زایی نمود دارند. در موقعیت کانسار قبغلوجه جنوبی، شواهد ساختاری و جهت یافتگی رگه‌های عدسی شکل کوارتزی در امتداد برگوارگی‌های میلونیتی نشان می‌دهد که این رگه‌ها به‌صورت رگه‌های بُرشی در طی دگرشکلی مرحله دوم تشکیل‌شده‌اند. این دگرشکلی پیشرونده بوده و در ادامه با تشکیل تیغک‌های سریسیتی و گسترش چین‌ها و کلیواژهای شکنجی ادامه یافته است. فابریک‌های S/C، تبلور مجدد، ریز چین‌خوردگی، میکا فیش، سایه فشاری و ماکل های دوقلوی تغییر شکل در این مرحله ایجادشده‌اند.مرحله سوم از دگرشکلی سنگ‌های منطقه موردمطالعه، با کاهش عمق، میزان استرس و دما همراه می‌باشد.تغییر شکل این مرحله در زمان گذر از حالت شکل‌پذیر به شکننده صورت گرفته است. با فعالیت فاز دگرشکلی شکنا، بافت‌های برشی در سنگ‌ها ایجادشده و سیالات هیدروترمال فضای مناسب‌تری جهت عبور پیدا می‌کنند. این مرحله از دگرشکلی که همزمان با دگرگونی پسرونده(تا حد رخساره شیست سبز پایینی) می‌باشد، همراه با فراوانی کانی‌های کلریت و سریسیت نمود یافته است.

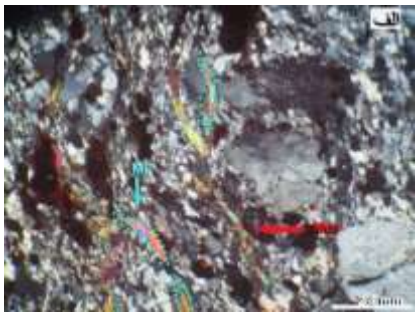


شکل۳- شکل‌های مختلف قرارگرفتن طلا(الکتروم) در کانسنگ شیستی کانسار قبغلوجه جنوبی. الف) پیریت های طلا دار در همراهی باکانی های دگرسانی کوارتز(qz) ، کربنات(cb) و بیوتیت(bt). ب) تصویر بزرگ‌شده از کادر زردرنگ در شکل الف که در آن طلا به‌صورت ادخال در پیریت وجود دارد. ج) ذرات طلا به‌صورت آزاد در گانگ کوارتز، کربنات و بیوتیت. ذرات طلا که با دوایر زردرنگ مشخص‌شده‌اند، به‌موازات برگوارگی کانسنگ ردیف شده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

در موقعیت کانسار مزوزونال قبغلوجه جنوبی و بسته به سنگ میزبان، مجموعه کانی‌های دگرسانی در سنگ میزبان کلریت شیستی از کوارتز، کربنات، بیوتیت و سولفید و در سنگ میزبان گرانیتوئیدی از کوارتز، کربنات، فلدسپار پتاسیم، آلبیت، سولفید و مقادیر کم موسکویت و بیوتیت تشکیل‌شده‌اند. مطالعات پتروفابریکی انجام‌شده بر روی کانسنگ طلا دار کانسار قبغلوجه جنوبی نشان می‌دهد که دگرسانی سریسیتی در ارتباط با سیالات گرمابی کانه ساز نبوده و بعد از کانه زایی طلا رخداده است. با توجه به افزایش میزان سولفیدها و کوارتز در طی دگرسانی سریسیت ایجادشده در منطقه می‌توان فرآیند دگرسانی را از عوامل اصلی کانه زایی طلا دانست. زیرا سیال هیدروترمال که در زمان دگرشکلی با افزایش برخی لیگاندهای سازنده کمپلکس‌های حمل‌کننده طلا (از قبیل کلر و گوگرد) تقویت‌شده است، طی عبور از محیط دگرشکل شده و پُر از درز و شکاف پهنه بُرشی، مکان مناسبی جهت ته‌نشست پیریت و طلا می‌یابد و طلا را در هم رشدی با پیریت و کوارتز ته‌نشین می‌کند(تاج الدین، ۱۳۹۰). وسعت و شدت دگرسانی گرمابی و هم‌روند با آن، عیار کانسنگ طلا، مستقیماً با شدت دگرشکلی رخداده در سنگ میزبان کانه زایی در ارتباط است.



شکل۴- کانه زایی سولفیدی(همراه با طلا)، دگرسانی کوارتز- موسکویت-کربنات. کانه‌های سولفیدی همراه با میکافیش های موسکویت در جهت برگوارگی گرانیتوئیدهای به‌شدت میلونیتی تمرکزیافته‌اند.(MF: میکافیش، Mus: موسکویت)

افزایش درجه دگرشکلی، نفوذپذیری سنگ را افزایش داده و متعاقباً حجم بیش‌تری از سیالات گرمابی ضمن عبور از ریزکانال های ایجادشده در اثر دگرشکلی با سنگ میزبان واکنش کرده و توسعه دگرسانی گرمابی را موجب می‌شوند(Beaudoin et al.,2006). در موقعیت کانسار قبغلوجه جنوبی، حجم کانی‌های دگرسانی مرتبط با کانه زایی طلا(کوارتز، کربنات، بیوتیت و سولفیدها) در بخش‌های مرکزی پهنه بُرشی، که به‌واسطه ظهور فابریک‌های میلونیتی و اولترامیلونیتی از بخش‌های حاشیه‌ای متمایزند، بیش‌تر بوده و بالاترین مقادیر طلا را دارا می‌باشند(شکل۴). درحالی‌که با دور شدن از بخش‌های میانی به‌سوی حاشیه‌های پهنه بُرشی، به‌تدریج از شدت دگرشکلی و دگرسانی و هم‌روند با آن از مقدار طلا و عناصر همراه کاسته می‌شود.

بر اساس مطالعات صحرایی، مطالعه الگوهای دگرسانی و انواع آن، ساخت و بافت نمونه‌ها و تغییر عیار طلا در نمونه‌های برداشت‌شده از نمونه‌های رخنمون واحدهای سنگی در پهنه بُرشی قبغلوجه، نتایج زیر به‌دست‌آمده است:

- کانه زایی طلا در کانسار قبغلوجه جنوبی را می‌توان محصول دگرسانی سیلیسی – سولفیدی هیدروترمال، در بخش‌های داخلی پهنه بُرشی با درجه دگرشکلی و دگرسانی بالا دانست. بدین‌صورت، ارتباط مشخص کانه زایی طلا با واحدهای سنگی شدیداً

www.SID.ir

Archive of SID

دگرسان شده(سیلیسی و سولفیدی) حاکی از ته‌نشست طلا و سولفیدهای همراه، به‌طور همزمان از یک سیال هیدروترمالی هست.

- در پهنه بُرشی شکنا بیش‌ترین تمرکز طلا در امتداد ریز گسله‌ها، رگچه ها و ریزشکستگی‌ها بوده و در پهنه بُرشی شکل‌پذیر، به‌صورت هم‌روند با برگوارگی میلونیتی و راستای بُرش می‌باشد. این امر نشان‌دهنده ارتباط مکانی و زمانی کانه زایی طلا با دگرشکلی می‌باشد. الگوی دگرسانی‌ها و انواع آن‌ها و نیز کانه زایی همراه آن‌ها، توسط دگرشکلی، خصوصیات سیال و لیتولوژی سنگ‌های میزبان و دربرگیرنده در طی فرآیندهای کوهزایی کنترل می‌شود.
- مطالعات ریزساختاری و پتروگرافی نمونه‌های کانسنگی در بخش‌های مختلف زون‌های کانه دار نشان می‌دهد که بالاترین عیار طلا با ظهور فابریک‌های میلونیت – اولترامیلونیتی که به‌شدت دگرسان شده و حاوی مقادیر قابل‌توجهی کانه‌های سولفیدی (پیریت) هستند، منطبق است. با دور شدن از کانون دگرشکلی‌ها به‌تدریج از شدت دگرشکلی و دگرسانی کاسته شده و هم‌روند با آن، عیار طلا نیز کاهش می‌یابد.

منابع فارسی

۱- آقا نباتی، ع.، ۱۳۸۳- *زمین‌شناسی ایران*، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور،۶۰۸ص.

۲- تاج‌الدین، ح.، ع.، ۱۳۹۰- *عوامل کنترل‌کننده کانه زایی طلا در سنگ‌های دگرگونه منطقه سقز – سردشت(شمال باختر پهنه دگرگونه سنندج – سیرجان*، رساله دکترا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- محجل، م.، ۱۳۸۲، *نقشه زمین‌شناسی ۲۰۰۰۰:۱ سقز*، ۱۳۸۲، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

1- *- Azizi, H., Moinevaziri, H., 2009. Review of the tectonic setting of Cretaceous to Quaternary volcanism in northwestern Iran. J. Geodyn. 47, 167–179*

2- *- Beaudoin, G., Therrien, R., and Savard, C., 2006. 3D numerical modelling of fluid flow in the Val-d'ororogenic gold district: major crustal shear zones drain fluids from overpressured vein fields. Min. Dep. 41, 82-98.*

3- *- Kreuzer, O.P., 2006. Textures, paragenesis and wall-rock alteration of lode-gold deposits in the Charters Towers district, north Queensland: implications for the conditions of ore formation, Min. Dep. 40, 639–663.*

4- *Sibson, R.H., 2004. Controls on maximum fluid overpressure defining conditions for mesozonal mineralization. Journal of Structural Geology. 26, 1127–1136.*

www.SID.ir