



تحول سیالات هیدروترمال در زونهای مختلف دگرسانی - کانی سازی در سیستم پورفیری دهسلم، بلوک لوت، شرق ایران

رضا ارجمندزاده، محمد حسن کریمپور، ژوزه فرانسیسکو سانتوز،
سید احمد مظاهری، جرج مدینا،
سید مسعود همام

۱: گروه زمین شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲: گروه زمین شناسی، دانشگاه آویرو، پرتغال

چکیده:

منطقه اکتشافی دهسلم در خراسان جنوبی و در کمربند آتشفشانی - نفوذی بلوک لوت قرار گرفته است. توده های نیمه عمیق حد واسط تا اسیدی مربوط به الیگوسن، درون توالیهای آتشفشانی، ماسه سنگ و سیلتستون اتوسن نفوذ کرده اند. زونهای دگرسانی شامل انواع پتاسیک، پروپلیتیک، سریسیت- رسی، اپیدوتی، سریسیت - کلسیت - سیلیس و سیلیسی می باشند. کانی سازی بصورت رگه - رگچه ای و پراکنده شامل مگنتیت، پیریت، مولیبدنیت، کالکوپیریت، بورنیت، طلا، آرسنوپیریت، اسفالریت، گالن، کولیت، دیژنیت و کانیهایی سولفوسالت می باشد. مطالعه سیالات درگیر تاثیر فرایندهای جوش، ناآمیختگی، سرد شدن و رقیق شدگی توسط آبهای جوی را طی تحول سیالات کانه ساز نشان داده است. میزان دما و شوری سیالات درگیر از زون دگرسانی پتاسیک به سمت زون دگرسانی سریسیتی - رسی در حال کاهش است که احتمالاً نشان دهنده افزایش دخالت آبهای جوی می باشد. شواهد زمین شناسی، دگرسانی، کانی سازی و تحول سیالات هیدروترمال نشان دهنده کانی سازی سیستم پورفیری در منطقه می باشد.

ϕ θ . ⚡ ↑ H ↑ ϕ ⚡ θ h - ù ↑ - ⚡ - ⚡

Hydrothermal fluids evolution from various alteration – mineralization zones of Dehsalm porphyry type system, Lut block, Eastern Iran

, M.H. Karimpour¹, J.F. Santos², S.A. Mazaheri¹, J.M. Medina², *R. Arjmandzadeh¹
S.M. Homam¹

1: Department of Geology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

2: Department of Geosciences, Geobiotec Research Unit, University of Aveiro, Portugal

E-mail: Arjmand176@gmail.com

Abstract:

Dehsalm exploration area is located in the Southern Khorasan and belongs to the Lut Block volcanic-plutonic belt. Oligocene intermediate to acidic subvolcanic rocks intruded in Eocene volcanic, sandstone and siltstone sequences. Alteration zones include potassic, propylitic, sericite – calcite – silica, sericite – argillic, epidote and silicification. Vein – veinlet and disseminated mineralization comprise magnetite, pyrite, molybdenite, chalcopyrite, bornite, arsenopyrite, sphalerite, galena, covellite, digenite and sulfosalts. Fluid inclusion studies have shown the affect of boiling, fluid immiscibility, cooling and dilution processes by meteoric fluids during the evolution of mineralizing fluids. Temperature – salinity of Fluid inclusions decrease from potassic through sericite – argillic alteration witch indicate the increase of the role of meteoric fluids. Geological, alteration, mineralization and hydrothermal fluids evolution evidences indicate porphyry type mineralization system in the area.

Keywords: Lut block, fluid inclusion, boiling, porphyry system.



مقدمه :

با توجه به حجم عظیم فعالیت‌های ماگماتیسم و شرایط تکتونیکی خاصی که در زمان‌های مختلف در بلوک لوت برقرار بوده است، می‌توان انتظار ذخایر متنوعی فلزی و غیر فلزی را در آن داشت (ارجمندزاده و همکاران، ۲۰۱۱). تیپ‌های مختلف کانی‌سازی مانند مس-طلا - مولیبدن پورفیری - اپی‌ترمال، نهشته‌های فلزات پایه و گرانبهای لیستونی، تیپ IOCG مس-طلا-نقره، رگه‌های مس-طلا-آنتیموان-سرب-روی، نهشته‌های سولفید توده‌ای مس - طلا، نهشته‌های قلع - تنگستن همراه گرانیتوئیدهای احیایی و قلع ماگمایی - اسکارن طی فازهای ماگمایی ژوراسیک تا ترشیاری در بلوک لوت تشکیل شده‌اند. سیالات کانی‌ساز در نهشته‌های پورفیری بسیار داغ و شور هستند و معمولاً در زونهای کانی‌سازی دچار جوش می‌شوند، در حالیکه در بخش‌های خارجی، رقیق بوده و دمایی پایین‌تری دارند.

منطقه اکتشافی دهسلم در جنوب نقشه ۱:۲۵۰.۰۰۰ دهسلم - چاهوک و در کمر بند آتشفشانی - نفوذی بلوک لوت قرار گرفته است. هدف از این مطالعات بررسی تحول سیالات هیدروترمال در زونهای مختلف دگرسانی - کانی‌سازی منطقه اکتشافی دهسلم با استفاده از مطالعه سیالات درگیر و در نهایت تعیین نوع و رخداد کانی‌سازی می‌باشد.

روش مطالعه :

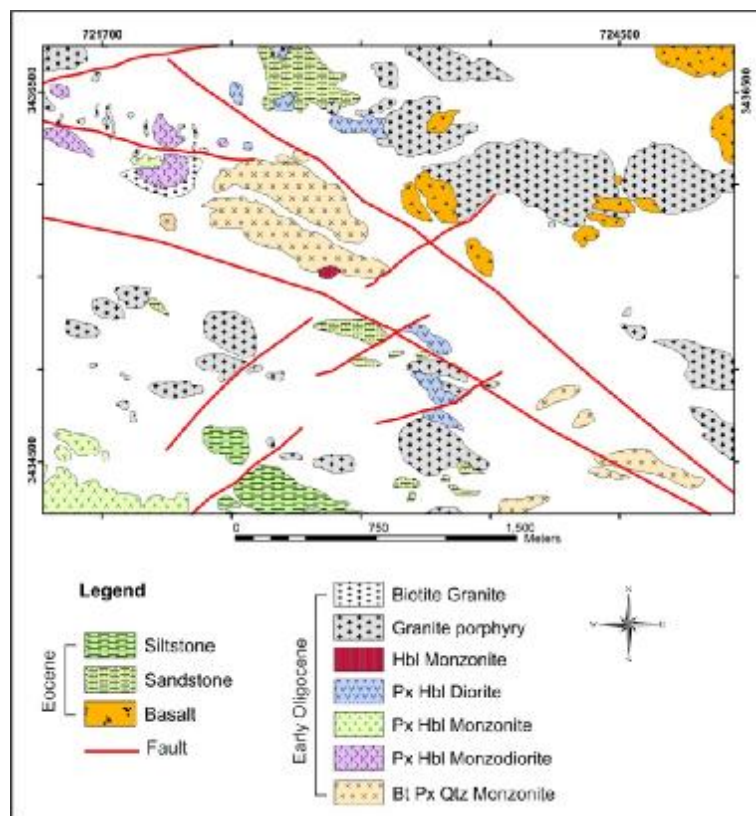
بنظور کاهش هزینه‌ها، صرفه جویی در وقت و گرفتن بهترین نتایج از مطالعه سیالات درگیر ابتدا می‌بایست مطالعات جامعی از زمین‌شناسی، دگرسانی، رخدادهای کانی‌سازی، آنومالی‌های ژئوشیمیایی، پتروگرافی و توالی پاراژنتیکی منطقه مورد مطالعه انجام داد. پس از این مراحل می‌توان نمونه‌هایی را که بهترین معرف برای شرایط کانی‌سازی هستند و بهترین نتایج را تولید می‌کنند انتخاب نمود. تغییرات فازی در سیالات درگیر طی آزمایش گرمایش و سرمایش در دستگاه میکروسکوپی مجهز به پلاتین گرمایی- سرمایی در دانشگاه فردوسی مشهد اندازه‌گیری شد. دستگاه دارای صفحه نمایشگر بوده و قابلیت انجام آزمایش گرمایش و سرمایش را در یک مرحله دارد. میکروسکوپ دارای لنزی با بزرگنمایی $100\times$ است. حداکثر دمایی قابل اندازه‌گیری با این دستگاه 90°C درجه است. در مجموع ۴۰ عدد سیال درگیر به روش گرمایش و ۸ عدد سیال درگیر نیز به روش سرمایش اندازه‌گیری شدند.

بحث :

بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۵۰.۰۰۰ (ارجمندزاده، پایان‌نامه دکتری)، کمپلکس نفوذی دهسلم مربوط به الیگوسن، درون توالی‌های آتشفشانی، ماسه‌سنگ و سیلتستون ائوسن نفوذ کرده است (شکل ۱). سنگ‌های نفوذی شامل پیروکسن هورنبلند مونزودیوریت، پیروکسن بیوتیت مونزونیت، بیوتیت پیروکسن کوارتز مونزونیت، هورنبلند مونزونیت، پیروکسن هورنبلند مونزونیت، پیروکسن دیوریت، بیوتیت گرانیت و پورفیری گرانیت هستند. زونهای دگرسانی شامل انواع پتاسیک، پروپلیتیک، سریسیت-رسی، اپیدوتی، سریسیت - کلسیت - سیلیس و سیلیسی می‌باشند. کانی‌سازی در زون دگرسانی پتاسیک شامل مگنتیت، پیریت، مولیبدنیت، کالکوپیریت، بورنیت و آرسنوپیریت می‌باشد که بصورت افشان، رگچه‌ای و استوک‌ورک رخ داده است. کانی‌سازی در دگرسانی سریسیت - کلسیت - سیلیس نیز بیشتر شامل پیریت کالکوپیریت، اسفالریت و گالن و در زون دگرسانی



سریسیتی - رسی شامل پیریت، مولیبدنیت، گالن، کولیت، آرسنوپیریت، کالکوپیریت و احتمالاً کانیهایی سولفوسالت مانند کالکواستیپیت؟ (بر اساس شواهد ژئوشیمیایی) می‌باشد که بصورت رگه - رگچه‌ای تشکیل شده‌اند. رخداد کانه‌های پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن و انارژیت از ویژگی‌های زون دگرسانی اپیدوتی است. پتروگرافی سیالات درگیر در منطقه اکتشافی دهسلم جمعاً بر روی ۶ نمونه از زونهای دگرسانی متاسوماتیک، پتاسیک، سریسیت- رسی و سریسیت- کلسیت- سیلیس انجام شده است. نتایج پتروگرافی سیالات درگیر منطقه اکتشافی دهسلم نشان می‌دهند که:



نقشه زمین-
۱:۵۰,۰۰۰

اساس نوع
فازهای

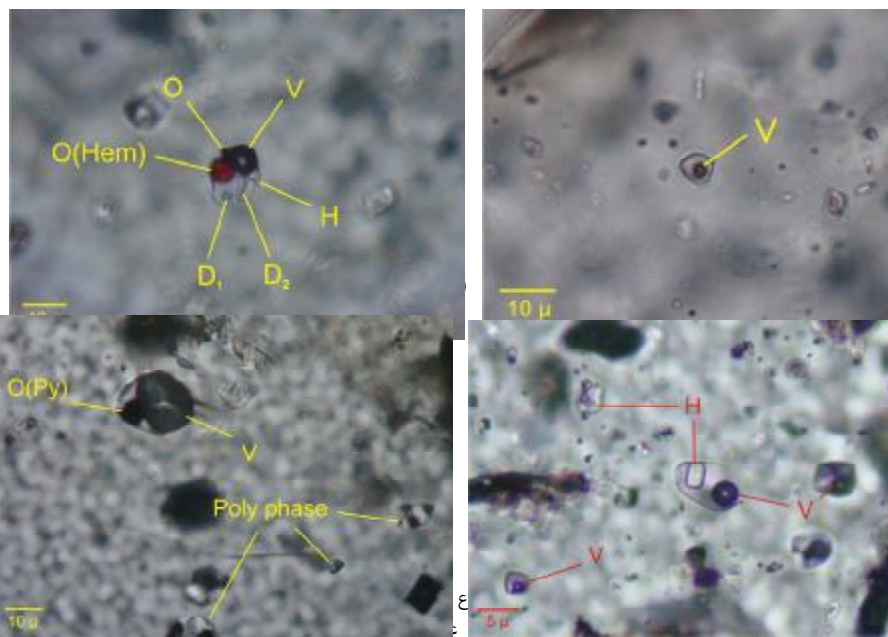
شکل ۱:
شناسی
دهسلم
- بر
و نسبت

شناخته شده، سیالات درگیر را می‌توان به سه گروه اصلی غنی از سیال (نوع I)، غنی از بخار (نوع II) و چند فازي (نوع III) تقسیم نمود که هر کدام دارای زیر مجموعه خاص خود هستند (شکل ۲).
- سیالات درگیر در اغلب زونهای دگرسانی دارای تنوع بالایی هستند.
- کانیهایی اوپک بیشتر پیریت، هماتیت و احتمالاً کالکوپیریت می‌باشند که در سیالات درگیر نوع Ic، Ic و IIIb شناسایی شده‌اند. سیالات درگیر حاوی کانیهایی اوپک در زون دگرسانی پتاسیک نسبت به سایر زونهای دگرسانی فراوانتر می‌باشد.
- چندین نوع کانی دختر شفاف شناسایی شده‌اند که مهمترین آنها هالیت است. کانی دختر شفاف منشوری شکل نیز احتمالاً انیدریت می‌باشد که در سیالات درگیر نوع IIIb وجود دارد (شکل ۲).
- حضور سیالات درگیر نوع II و III در کنار هم در نتیجه رخداد جوشش می‌باشد (شکل ۳). طی فرایند جوشش، نمک سیال بطور ترجیحی در فاز



مايع قرار مي‌گيرد و در نتيجه سيالات درگير غني از فاز بخار شوري پاييني خواهند داشت (هدنکويست و هنلي، ۱۹۸۵).
 - معمولا هميافتي زماني- مکاني سيالات درگير نوع I، II و III يا بعبارتي سيالات درگير دو فازي غني از بخار، دو فازي غني از سيال و انواع هاليت‌دار در کنار هم که دمائي همگن شدن يکساني دارند نشان دهنده فرايند جوشش مي‌باشد. از آنجا که اينگونه سيالات در امتداد منحنی جوشش به دام مي‌افتند تصحيح فشار لازم نخواهد بود (رامبوز و همکاران، ۱۹۸۲).

دماسنجي و تعيين شوري سيالات درگير: زون دگرساني پتاسيک:



بیشتر دمائي درگير در زون دگرساني پتاسيک قرار مي‌گيرند. در ۵۹۰ °C و فاز نمک نيز از ۳۷۰ °C تا بيشتر از ۵۹۰ °C مي‌باشد (شکل ۴). همگن شدن در برخي از نمونه‌ها با انحلال هاليت و در برخي ديگر با انحلال گاز رخ مي‌دهد. در سيال درگير نوع IIIb، کاني دختر d₁ در ۱۲۵ °C و کاني دختر d₂ در ۱۵۰ °C همگن شد. کاني دختر d₁ احتمالا سيلويت است که سيستم مکعي با حاشيه‌هاي گرد شده دارد. (شکل ۳). کاني دختر d₂ نيز احتمالا اريتروسيدريت است که نوعي کلريد آهن و پتاسيم مي‌باشد و معمولا در دمائي ۹۳ °C تا ۲۸۳ °C حل مي‌شود. شوري سيالات درگير نوع III بسيار بالا و از ۴۴/۳ تا ۷۳/۹ درصد وزني در تغيير است. دمائي همگن شدن سيالات درگير نوع IIIb نيز بيشتر از ۵۹۰ °C است. دمائي همگن شدن سيالات درگير نوع Ib بين ۳۷۵ °C تا ۴۴۵ °C با مقدار ميانگين ۴۱۴ °C مي‌باشد. داده‌هاي سرمايشي نشان دهنده مقدار $T_{fm} = -۳۷$ °C تا -۴۵ °C و $T_m = -۱۴$ °C تا -۱۶ °C است که منطبق با حضور فازهاي نمک NaCl و FeCl₂ به مقدار ۲۳/۸ تا ۲۶/۱ درصد وزني مي‌باشد. دمائي $T_{fm} = -۳۷$ °C مي‌تواند نشان دهنده سيستم H₂O - NaCl - FeCl₂ باشد. دمائي يوتکتیک -۴۵ °C نيز ممکن است نشان دهنده حضور يونهاي Fe, Mg, Ca و / يا اجزاي ديگر، علاوه بر Na و K در سيال باشد (استرنر و همکاران، ۱۹۸۸). بيشترين دمائي همگن شدن و شوري اندازه‌گيري شده در منطقه دهسلم مربوط به نمونه D7 از زون

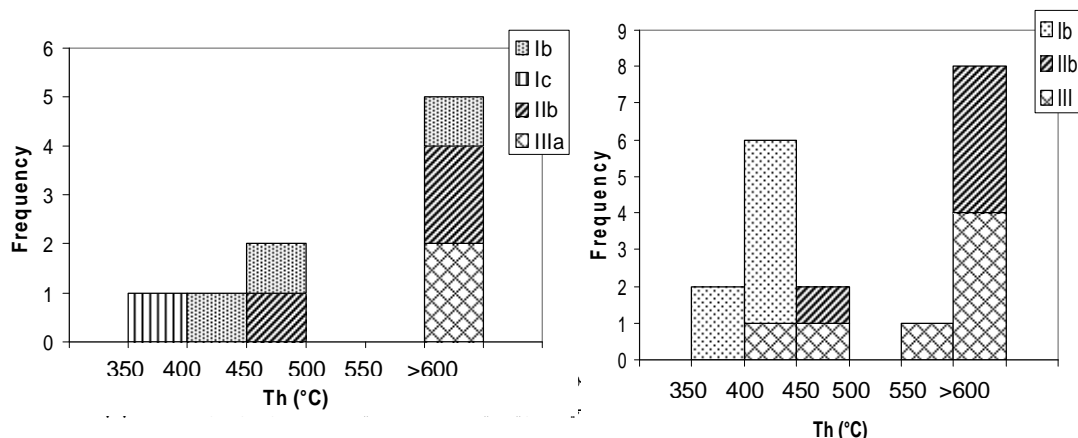


دگرسانی پتاسیک است و بنظر می‌رسد که موقعیت آن، مرکز سیستم کانی‌سازی را نشان می‌دهد.

زون دگرسانی سریسیت- کلسیت- سیلیس:

دمای همگن شدن فاز بخار سیالات درگیر نوع IIIa در این زون 560°C تا بیشتر از 590°C و فاز نمک 400°C تا بیشتر از 590°C می‌باشد (شکل ۴). شوری سیالات درگیر نوع IIIa، بالا بوده و از $47/4$ تا $73/9$ درصد وزنی در تغییر است و مقدار $T_{h(L-V)}$ در یک مورد بیشتر از $T_m(\text{NaCl})$ و در مورد دیگر کمتر از $T_m(\text{NaCl})$ می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع IIIb نیز تقریباً مشابه با نوع III بوده و از 460°C تا بیش از 590°C در تغییر است.

دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib و Ic در یک نمونه بیشتر از 590°C و در بقیه نمونه‌ها بین 380°C تا 480°C با مقدار میانگین 426°C در تغییر می‌باشند. داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار $T_m = -70^{\circ}\text{C}$ و $T_{fm} = -60^{\circ}\text{C}$ و $T_m = -15^{\circ}\text{C}$ و -14°C است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl ، FeCl_3 و KCl به مقدار $23/8$ تا 25 درصد وزنی می‌باشد. دمای یوتکتیک بین 71°C و 51°C نشان می‌دهد که نمک‌های KCl و FeCl_3 نیز علاوه بر NaCl در سیال حضور دارند (رودر، ۱۹۸۴).



- رگچه پیریت - کالکوپیریت - ارسنوپیریت - طلا:

دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ia در این زون بیشتر در گستره 230°C تا 270°C می‌باشد و یک نمونه هم در دمای 415°C همگن شد (شکل ۵). داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار $T_{fm} = -27^{\circ}\text{C}$ و $T_m = -8^{\circ}\text{C}$ است که منطبق با حضور فازهای نمک FeCl_2 و NaCl به مقدار $15/5$ درصد وزنی می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع IIIb، در یک نمونه اندازه‌گیری شده 420°C است. عدم حضور سیالات درگیر نوع III (دارای فاز نمک)، فراوانی بیشتر سیالات درگیر نوع I (غنی از مایع) و مقادیر پایین دمای همگن شدن و شوری در این زون دگرسانی نسبت به دگرسانی پتاسیک و سریسیت- کلسیت- سیلیس، احتمالاً نقش آب‌های جوی را در تشکیل آن نشان می‌دهد.

- رگچه پیریت - گالن - سولفوسالت:

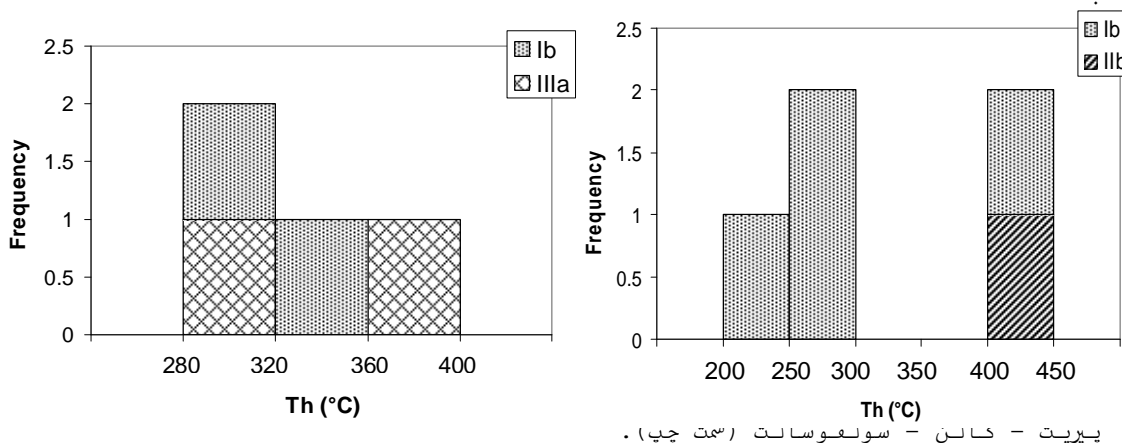
دمای همگن شدن فاز بخار سیالات درگیر نوع IIIa در این زون 280°C تا 380°C و فاز نمک 220°C تا 290°C می‌باشد (شکل ۵). شوری سیالات درگیر نوع IIIa، از $32/9$ تا $37/4$ درصد وزنی در تغییر است. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib در یک نمونه اندازه‌گیری شده 325°C می‌باشد و داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار $T_{fm} = -61^{\circ}\text{C}$



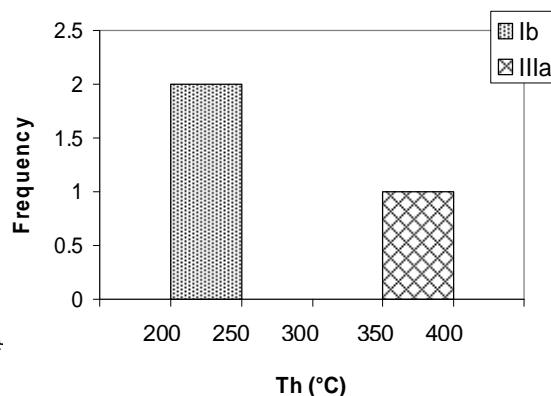
و $T_m = -16^\circ\text{C}$ است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl ، FeCl_3 و KCl به مقدار ۲۲/۵ درصد وزنی می‌باشد.

زون دگرسانی متاسوماتیک:

دمای همگن شدن فاز بخار در یک مورد سیال درگیر نوع IIIa در این زون 170°C ، دمای همگن شدن فاز نمک 380°C و شوری آن ۴۵/۳ می‌باشد (شکل ۶). مقدار $T_{h(L-V)}$ در این سیال درگیر کمتر از $T_{m(\text{NaCl})}$ می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib 220°C می‌باشند. داده‌های سرمایشی سیالات درگیر نوع Ia (تک فاز مایع) نشان دهنده مقدار 27°C و $T_{fm} = -37^\circ\text{C}$ است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl و FeCl_2 به مقدار ۱۵/۵ درصد وزنی می‌باشد. دمای همگن شدن و شوری در این زون دگرسانی تقریباً مشابه با زون دگرسانی سریسیت-رسی می‌باشد.



پیریت - کالن - سولفوسالت (سمت چپ).



یر در زون دگرسانی

شکل ۶: هیستوگرام

نتیجه:

دماها و شوری‌های بسیار بالای سیالات درگیر در مرکز سیستم کانی‌سازی که در منطقه اکتشافی دهسلم اندازه‌گیری شده‌اند با مقادیر بدست آمده از سایر نهشته‌های پورفیری مطابقت دارند. فرایندهای مختلفی مانند جوشش، ناآمیختگی، سرد شدن و رقیق شدگی توسط آب‌های جوی طی تحول سیالات موثر بوده‌اند. شواهد زمین‌شناسی، دگرسانی، کانی‌سازی و تحول سیالات هیدروترمال نشان دهنده کانی‌سازی سیستم پورفیری در منطقه می‌باشد.

References:



- Arjmandzadeh, R., Karimpour, M.H., Mazaheri, S.A., Santos, J.F., Medina, J., Homam, S.M., 2011. Sr–Nd isotope geochemistry and petrogenesis of the Chah-Shaljami granitoids (Lut Block, Eastern Iran). *Journal of Asian Earth Sciences* 41: 283–296.
- Hedenquist, J.W., and Henley, R.W., 1985, Effect of CO₂ on freezing point depression measurements of fluid inclusions: Evidence from active systems and application to epithermal studies: *Econ. Geol.*, v. 80, p. 1379–1406.
- Ramboz, C., Pichavant, M., and Weisbrod, A., 1982. Fluid immiscibility in natural processes Use and misuse of fluid inclusion data. II–Interpretation of fluid inclusions data in terms of immiscibility: *Chem. Geology*, v. 37, p. 29-48.
- Roedder, E., 1984. Fluid inclusions: *Reviews in Mineralogy* v, 12, 644 p.
- Sterner, S.M., Hall, D.L., and Bodnar, R.J., 1988. Synthetic fluid inclusions. V: Solubility relations in the system NaCl-KCl-H₂O under vapor-saturated conditions: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 52, p. 989–1005.