View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Repositório Institucional da Universidade de Aveiro

تحول سیالات هیدروترمال در زونهای مختلف دگرسانی - کانی‌سازی 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 زمین‌شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد

۲: گروه زمین‌شناسی، دانشگاه آویرو، پرتغال

چکیده:

منطقه اکتشافی دهسلم در خراسان جنوبی و در کمربند آتشفشانی – نفوذی بلوک لوت قرار گرفته است. توده‌های نیمه عمیق حدواسط تا اسیدی مربوط به الیگوسن، درون توالیهای آتشفشانی، ماسه‌سنگ و سیلتستون ائوسن نفوذ کرده‌اند. زونهای دگرسانی شامل انواع پتاسیک، پروپلیتیک، سریسیت- رسی، اپیدوتی، سریسیت - کلسیت - سیلیس و سیلیسی می‌باشند. کانی‌سازی بصورت رگه – رگچه‌ای و پراکنده شامل مگنتیت، پیریت، مولیبدنیت، کالکوپیریت، بورنیت، طلا، آرسنوپیریت، اسفالریت، گالن، کولیت، دیژنیت و کانیهای سولفوسالت می‌باشد. مطالعه سیالات درگیر تاثیر فرایندهای جوشش، ناآمیختگی، سرد شدن و رقیق شدگی توسط آبهای جوی را طی تحول سیالات کانه‌ساز نشان داده است. میزان دما و شوری سیالات درگیر از زون دگرسانی پتاسیک به سمت زون دگرسانی سریسیتی - رسی در حال کاهش است که احتمالا نشان دهنده افزایش دخالت آبهای جوی می‌باشد. شواهد زمین‌شناسی، دگرسانی، کانی-سازی و تحول سیالات هیدروترمال نشان دهنده کانی‌سازی سیستم پورفیری در منطقه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: بلوک لوت، سیالات درگیر، جوشش، سیستم پورفیری

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

R. Arjmandzadeh[1*], M.H. Karimpour[1], J.F. Santos[2], S.A. Mazaheri[1], J.M. Medina[2], S.M. Homam[1]

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 into 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 which indicate the increase of the role of meteoric fluids. The gathered data on alteration, mineralization and hydrothermal fluids together with field evidence indicate that a porphyry type mineralization system occurs 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، می توان 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 لیستونیتی، تیپ IOCG مس- طلا- نقره، رگه‌های مس- طلا- آنتیموان- سرب- روی، نهشته‌های سولفید توده‌ای مس - طلا، نهشته-های 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 معمولا در زونهای کانی‌سازی دچار جوشش می‌شوند، در حالیکه در بخشهای خارجی، رقیق بوده و دمای پایینتری دارند.

منطقه اکتشافی دهسلم در جنوب نقشه ۱:۲۵۰،۰۰۰ دهسلم - چاه‌وک و در کمربند 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.

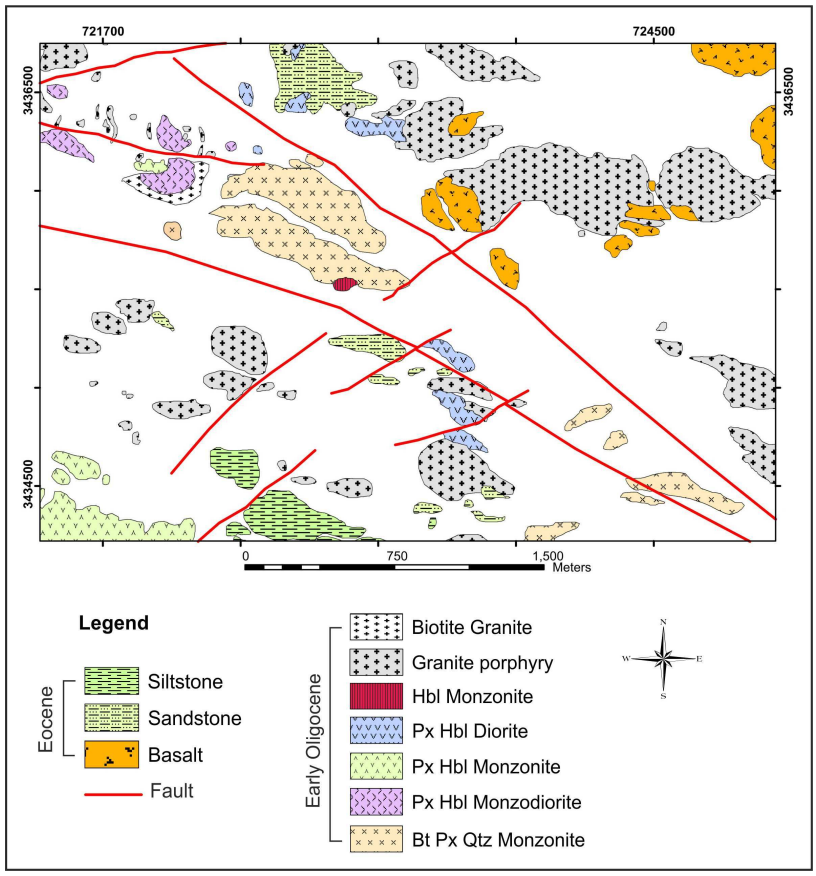
روش مطالعه:

بمنظور 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 ۱۰۰x است. حداکثر دمای قابل اندازه‌گیری با این دستگاه ۵۹۰ °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 ۱:۵،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 هورنبلند 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 احتمالا کانیهای سولفوسالت مانند کالکواستیبیت؟ (بر اساس شواهد ژئوشیمیایی) می‌باشد که بصورت رگه - رگچه‌ای تشکیل شده‌اند. رخداد کانه‌های پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن و انارژیت از ویژگی-های زون دگرسانی اپیدوتی است.

پتروگرافی سیالات درگیر در منطقه اکتشافی دهسلم جمعا 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:



شکل ۱: نقشه زمین‌شناسی ۱:۵،۰۰۰ دهسلم

- بر اساس نوع و نسبت فازهای شناخته شده، سیالات درگیر را می‌توان به سه گروه اصلی غنی از سیال (نوع I)، غنی از بخار (نوع II) و چند فازی (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.

- کانیهای اوپک بیشتر پیریت، هماتیت و احتمالا کالکوپیریت می‌باشند که در سیالات درگیر نوع Ic، IIc و IIIb شناسایی شده‌اند. سیالات درگیر حاوی کانیهای اوپک در زون دگرسانی پتاسیک نسبت به سایر زونهای دگرسانی فراوانتر می‌باشد.

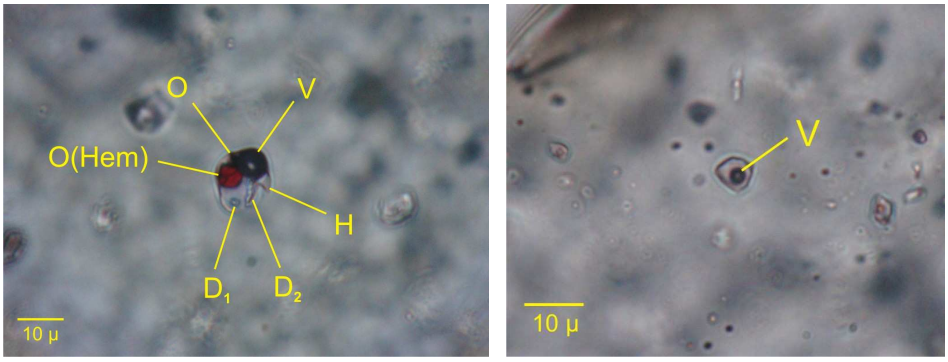
- چندین نوع کانی دختر شفاف شناسایی شده‌اند که مهمترین آنها هالیت است. کانی دختر شفاف منشوری شکل نیز احتمالا انیدریت می‌باشد که در سیالات درگیر نوع IIIb وجود دارد (شکل ۲).

- 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 مایع قرار می‌گیرد و در نتیجه سیالات درگیر غنی از فاز بخار شوری پایینی خواهند داشت (هدنکویست و هنلی، ۱۹۸۵).

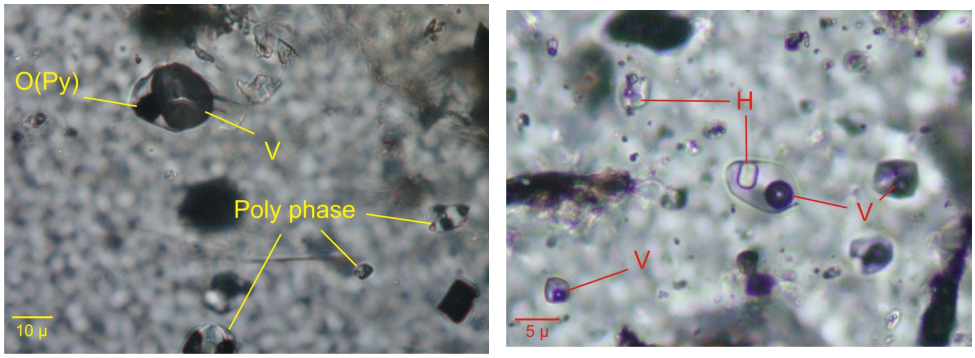
- معمولا همیافتی زمانی- مکانی سیالات درگیر نوع I، II و III یا بعبارتی سیالات درگیر دو فازی غنی از بخار، دو فازی غنی از سیال و انواع هالیت‌دار در کنار هم که دمای همگن شدن یکسانی دارند نشان دهنده فرایند جوشش می‌باشد. از آنجا که اینگونه سیالات در امتداد منحنی جوشش به دام می‌افتند تصحیح فشار لازم نخواهد بود (رامبوز و همکاران، ۱۹۸۲).

دماسنجی و تعیین شوری سیالات درگیر:

زون دگرسانی پتاسیک:



شکل ۲: سیالات درگیر نوع I (سمت راست) و نوع IIIb (سمت چپ)



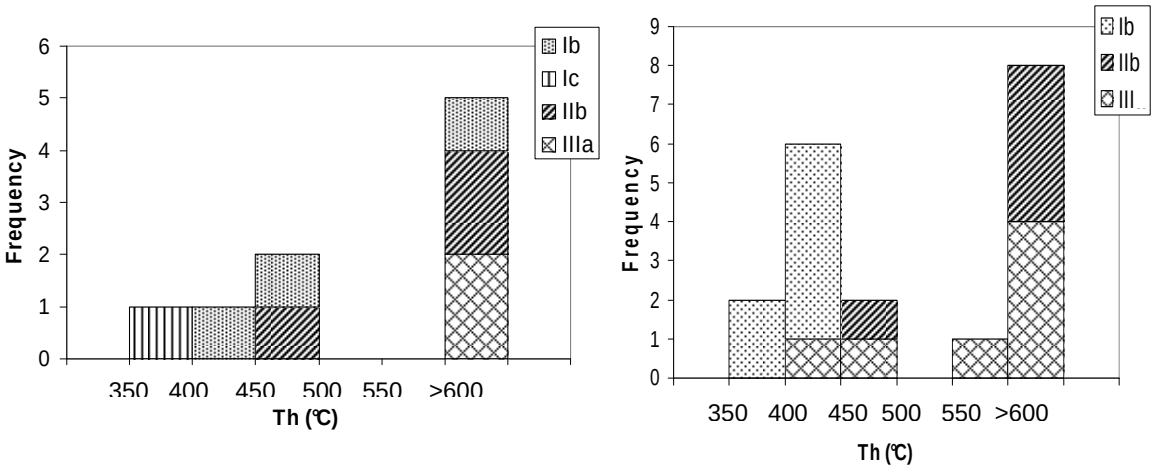
شکل ۳: همزیستی سیالات درگیر نوع III (سمت راست) و نوع II (سمت چپ)

دمای همگن شدن فاز بخار سیال نوع III در این زون ۴۱۰ °C تا بیشتر از ۵۹۰ °C و فاز نمک نیز ۳۷۰ °C تا بیشتر از ۵۹۰ °C می‌باشد (شکل ۴). همگن شدن در برخی از نمونه‌ها با انحلال هالیت و در برخی دیگر با انحلال گاز رخ می‌دهد. در سیال درگیر نوع IIIb ، کانی دختر d_1 در ۱۲۵ °C و کانی دختر d_2 در ۱۵۰ °C همگن شد. کانی دختر d_1 احتمالا سیلویت است که سیستم مکعبی با حاشیه‌های گرد شده دارد. (شکل ۳). کانی دختر d_2 نیز احتمالا اریتروسیدریت است که نوعی کلرید آهن و پتاسیم می‌باشد و معمولا در دمای ۹۳ °C تا ۲۸۳ °C حل می‌شود. شوری سیالات درگیر نوع III بسیار بالا و از ۴۴/۳ تا ۷۳/۹ درصد وزنی در تغییر است. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع IIb نیز بیشتر از ۵۹۰ °C است. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib بین ۳۷۵ °C تا ۴۴۵ °C با مقدار میانگین ۴۱۴ °C می‌باشد. داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار T_{fm} = -۳۷ °C تا ۴۵- و T_m = -۱۴ °C تا ۱۶- °C است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl و $FeCl_2$ به مقدار ۲۳/۸ تا ۲۶/۱ درصد وزنی می‌باشد. دمای T_{fm} = -۳۷ °C می‌تواند نشان دهنده سیستم H_2O - NaCl - $FeCl_2$ باشد. دمای یوتکتیک ۴۵- °C نیز ممکن است نشان دهنده حضور یونهای Fe, Mg, Ca و / یا اجزای دیگر، علاوه بر Na و K در سیال باشد (استرنر و همکاران، ۱۹۸۸). بیشترین دمای همگن شدن و شوری اندازه‌گیری 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 ۵۶۰ °C تا بیشتر از ۵۹۰ °C و فاز نمک ۴۰۰ °C تا بیشتر از ۵۹۰ °C می‌باشد (شکل ۴). شوری سیالات درگیر نوع IIIa، بالا بوده و از ۴۷/۴ تا ۷۳/۹ درصد وزنی در تغییر است و مقدار $T_{h(L-V)}$ در یک مورد بیشتر از $T_{m(NaCl)}$ و در مورد دیگر کمتر از $T_{m(NaCl)}$ می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع IIb نیز تقریبا مشابه با نوع III بوده و از ۴۶۰ °C تا بیش از ۵۹۰ °C در تغییر است.

دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib و Ic در یک نمونه بیشتر از ۵۹۰ °C و در بقیه نمونه‌ها بین ۳۸۰ °C تا ۴۸۰ با مقدار میانگین ۴۲۶ °C در تغییر می‌باشند. داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار T_{fm} = -۷۰ °C و -۶۰ °C و T_m = -۱۵ °C و -۱۴ °C است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl ، $FeCl_3$ و KCl به مقدار ۲۳/۸ تا ۲۵ درصد وزنی می‌باشد. دمای یوتکتیک بین -۷۱ °C و -۵۱ °C نشان می‌دهد که نمکهای KCl و $FeCl_3$ نیز علاوه بر NaCl در سیال حضور دارند (رودر، ۱۹۸۴).



شکل ۴: هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن انواع سیالات درگیر در زون دگرسانی پتاسیک (سمت راست) و زون دگرسانی سریسیت – کلسیت – کوارتز (سمت چپ).

زون دگرسانی سریسیت- رسی:

- رگچه پیریت – کالکوپیریت – آرسنوپیریت – طلا:

دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ia در این زون بیشتر در گستره ۲۳۰ °C تا ۲۷۰ °C می‌باشد و یک نمونه هم در دمای ۴۱۵ °C همگن شد (شکل ۵). داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار T_{fm} = -۳۷ °C و T_m = -۸ °C است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl و $FeCl_2$ به مقدار ۱۵/۵ درصد وزنی می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع IIb، در یک نمونه اندازه‌گیری شده ۴۲۰°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، احتمالا نقش آبهای جوی را در تشکیل آن نشان می‌دهد.

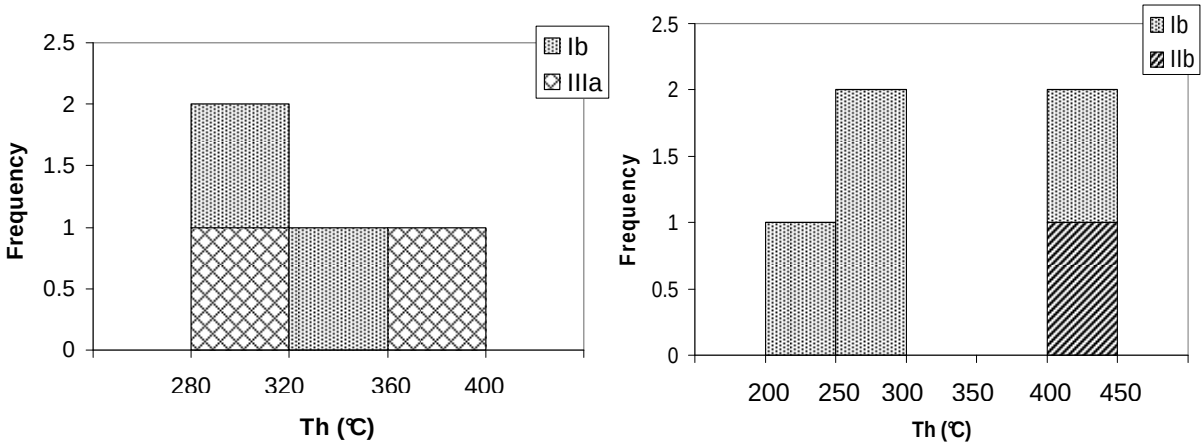
- رگچه پیریت – گالن – سولفوسالت:

دمای همگن شدن فاز بخار سیالات درگیر نوع IIIa در این زون ۲۸۰ °C تا ۳۸۰ °C و فاز نمک ۲۲۰ °C تا ۲۹۰ °C می‌باشد (شکل ۵). شوری سیالات درگیر نوع IIIa، از ۳۲/۹ تا ۳۷/۴ درصد وزنی در تغییر است. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib در یک نمونه اندازه‌گیری شده ۳۳۵ °C می‌باشد و داده‌های سرمایشی نشان دهنده مقدار T_{fm} = -۶۱ °C و T_m = -۱۶ °C است که منطبق با حضور فازهای نمک NaCl ، $FeCl_3$ و KCl به مقدار ۲۲/۵ درصد وزنی می‌باشد.

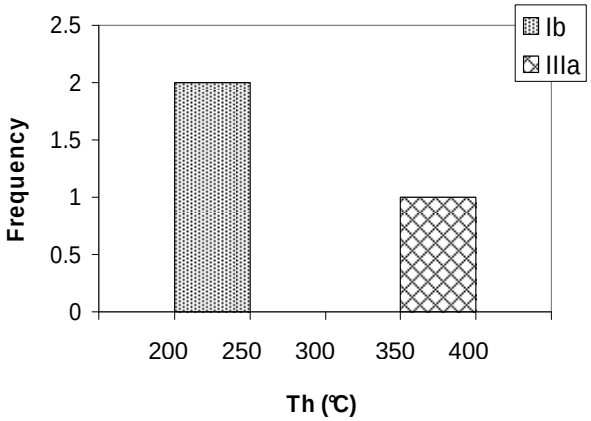
زون دگرسانی متاسوماتیک:

دمای همگن شدن فاز بخار در یک مورد سیال درگیر نوع IIIa در این زون ۱۷۰ °C، دمای همگن شدن فاز نمک ۳۸۰ °C و شوری آن ۴۵/۳ می‌باشد (شکل ۶). مقدار $T_{h(L-V)}$ در این سیال درگیر کمتر از $T_{m(NaCl)}$ می‌باشد. دمای همگن شدن سیالات درگیر نوع Ib ۲۲۰ °C می‌باشند. داده‌های سرمایشی سیالات درگیر نوع Ia (تک فاز مایع) نشان دهنده مقدار T_{fm} = -۳۷ °C و T_m = -۸ °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 تقریبا مشابه با زون دگرسانی سریسیت- رسی می-باشد.



شکل ۵: هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن انواع سیالات درگیر در زون دگرسانی سریسیت- رسی: رگچه پیریت – کالکوپیریت – آرسنوپیریت – طلا (سمت راست) و رگچه پیریت – گالن – سولفوسالت (سمت چپ).



شکل ۶: هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن انواع سیالات درگیر در زون دگرسانی متاسوماتیک

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.