

مطالعه میانبارهای سیال کانسار سلسیت قلعہ‌بلند، جنوب شرقی ورامین، ایران

سید جواد مقدسی^{۱*}، نیکا دانیالی^۲، رضا صادقی^۲

۱- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. Email: sjmoghad@pnu.ac.ir

۲- گروه زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

کانسار سلسیت قلعہ‌بلند در فاصله ۲۴ کیلومتری جنوب شرقی ورامین در جنوب استان تهران واقع شده است. منطقه مورد مطالعه در زون ایران مرکزی قرار داشته و کانی‌سازی سلسیت در سازند قم رخ داده است. کانی‌سازی بصورت هم‌شیب و به موازات لایه‌های رسوبی سازند قم رخ داده است. مطالعات پتروگرافی وجود بافت‌های اولیه رسوبی، دیاژنزی و دیرزاد را نشان می‌دهد. این بافت‌ها شامل بافت‌های لایه‌ای، افشان، دانه‌ای، نواری، پرکننده فضای خالی، رگه‌ای و ریتمیک می‌باشند. مطالعات پتروگرافی نشان داد که بیشتر میانبارهای سیال موجود در کانی سلسیت از نوع غنی از مایع هستند. شوری این میانبارها از ۵/۷۱ تا ۲۱/۵۴ درصد وزنی معادل نمک طعام محاسبه شد و بیشترین فراوانی شوری در حدود ۵ تا ۷/۵ درصد وزنی معادل نمک طعام است. محدوده دمای همگن‌شدن میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه بین ۸۶ تا ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است. بررسی نتایج ریزدماسنجی نشان داد که مقدار CaCl_2 سیال بین ۰/۳ تا ۱۰/۹۹ درصد وزنی و نسبت $\text{NaCl}/(\text{NaCl}+\text{CaCl}_2)$ بین ۰/۰۳ تا ۰/۹۵ متغیر است، که نشان‌دهنده اهمیت سیالات کلسیم (و منیزیم) دار در تشکیل این کانسار می‌باشد. شواهد صحرایی، کانی‌شناختی، ساخت و بافت و ریزدماسنجی نشان می‌دهد که کانسار سلسیت قلعہ‌بلند با توجه به ویژگی‌های رخساره‌های سنگ‌های میزبان، در محیط‌های کم عمق تبخیری نهشته شده‌اند. احتمالاً شورابه‌های سبخایی در مرحله کانی‌سازی هم‌زاد (سین‌ژنتیک) و شورابه‌های درون‌سازندی در مرحله کانی‌سازی دیاژنتیک و دیرزاد (اپی‌ژنتیک) نقش داشته‌اند.

کلیدواژه‌ها: کانی‌سازی سلسیت، پتروگرافی، میانبار سیال، قلعہ‌بلند ورامین

Fluid Inclusion Investigation of the Ghale Boland Celestite Deposit, Southeastern Varamin, Iran.

Seyed Javad, Moghaddasi^{1*}; Nika, Daniali²; Reza, Sadeghi²

¹ Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran. Email: sjmoghad@pnu.ac.ir

² Department of Geology, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Abstract

The Ghale Boland celestite deposit is located in 24 km southeastern of Varamin. The study area is located in the Central Iran Zone and the celestite mineralization is occurred in Qom Formation. Celestite mineralization is developed as syngenetic deposit along with the layering of the sedimentary units of the Qom Formation. Petrographic investigations reveal the presence of syngenetic, diagenetic and epigenetic textures, including layered, granular, disseminated, banded, open-space filling, veins and rhythmic textures. Petrographic investigations reveal that most of the fluid inclusions are liquid-rich two-phase inclusions. The salinity of the fluid inclusions ranges from 5.71 to 21.54 wt.% NaCl equivalent, with the highest frequency occurring between 5 and 7.5 wt.% NaCl equivalent. The homogenization temperatures vary from 86 to 305°C. Microthermometric investigations display that CaCl_2 content of mineralizing fluid vary between 0.3 to 10.99 wt.% and the $\text{NaCl}/(\text{NaCl}+\text{CaCl}_2)$ ratio ranges from 0.03 to 0.95, showing the importance of Ca- (and Mg-) bearing fluids in the formation of Ghale Boland deposit. Field observations, mineralogical characteristics, structural and textural features,

and microthermometric data suggest that Ghale Boland deposit is formed in a shallow evaporate environment. Sabkha-type brines likely played a significant role in the formation of the syngenetic mineralization stage and intra-formational brines were involved in the development of the diagenetic and epigenetic mineralization stages.

Keywords: Celestite mineralization, Petrography, Fluid inclusions, Ghale Boland of Varamin

۱- مقدمه

استرانسیم یکی از اجزای رایج در بسیاری از کانی‌های کربناته (مانند کلسیت) و سولفات (مانند ژپس) است. به دلیل شباهت شعاع یونی، یون Sr^{2+} می‌تواند به جای Ca^{2+} و Ba^{2+} در گستره وسیعی از کانی‌ها جانشین شود. استرانسیم فقط در دو کانی با عیار اقتصادی وجود دارد: سلسیت ($SrSO_4$) با ۵۶/۴ درصد SrO و استرانسیانیت ($SrCO_3$) با ۷۰/۱ درصد SrO . هر دو کانی به وفور در سنگ‌های رسوبی مانند نهشته‌های نمکی، ژپس و کربنات‌ها یافت می‌شوند، اما ممکن است به صورت بخشی از رگه‌های گرمایی (همراه با باریت، فلوئوریت و سولفیدها) و نیز توده‌های متاسوماتیک در رس‌ها، سنگ‌های کربناته و توالی‌های آتشفشانی-رسوبی نیز تشکیل شوند (Dill, 2010). سلسیت و کانی‌های مشابه آن، به علت کاربردهای خاصی که در صنعت دارند، همیشه مورد توجه معدنکاران بوده و سالها است که فعالیت‌های اکتشافی برای اکتشاف منابع جدید فلز استرانسیم صورت می‌پذیرد. نتایج عملیات اکتشافی در چندین منطقه از کشورمان از جمله در جنوب شرق ورامین و استان کهگیلویه و بویراحمد و خوزستان، پتانسیل‌ها و ذخایر نسبتاً خوبی را در سازندهای رسوبی شناسایی کرده و بعضاً به بهره‌برداری رسیده‌اند (Ehya et al., 2013; Hashempour et al., 2025).

معدن سلسیت قلعه‌بلند در جنوب شرقی استان تهران و در فاصله ۲۴ کیلومتری جنوب شرقی ورامین واقع شده است. بزرگترین ذخایر سلسیت کشف شده در ایران در منطقه‌ی دشت کویر ورامین قرار دارند. نهشته سلسیت قلعه‌بلند به علت قرار گرفتن در سطح، شیب کم لایه‌ها و تناژ بالای ماده معدنی، از سال‌ها قبل مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. هدف از این پژوهش، مطالعه زمین‌شناسی، خصوصیات کانی‌سازی و مطالعه میانبارهای سیال کانسار سلسیت قلعه‌بلند است.

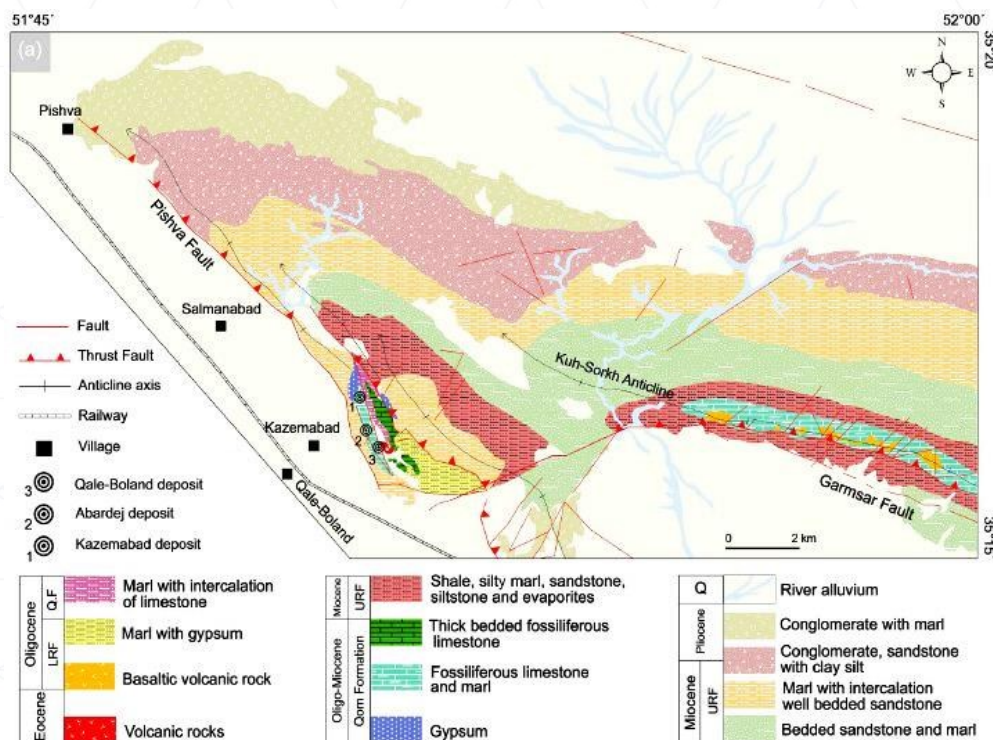
۲- مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، ضمن مطالعه کتابخانه‌ای و بازدید صحرایی، حدود ۴۰ نمونه از رخنمون‌های سنگی مختلف و کانسنگ سلسیت در امتداد نیمرخ توده‌ی معدنی به صورت تصادفی از ماده‌ی معدنی، و سنگ میزبان به روش‌های کلوخه‌ای و لب‌پری برداشت شد. از نمونه‌های برداشت شده، ۱۲ مقطع نازک تهیه و جهت تعیین کانی‌شناسی، بافت و ساخت ماده‌ی معدنی مورد مطالعه قرار گرفت. همچنین ۳ نمونه برای مطالعه میانبارهای سیال انتخاب شد. مقاطع دورو صیقلی توسط میکروسکوپ پلاریزان نور عبوری المپوس مدل BX52 بررسی گردید. پس از پتروگرافی و انتخاب نمونه‌های میانبار سیال مناسب، اندازه-گیری‌های ریزدماسنجی به وسیله صفحه منجمدکننده و گرم‌کننده Linkam مدل THMS600 با دامنه تغییرات دمایی ۱۹۶- تا ۶۰۰+ درجه سانتی‌گراد که بر روی میکروسکوپ ZEISS مدل Axioplan2 نصب شده است، در آزمایشگاه کانی‌شناسی مرکز تحقیقات فراوری مواد معدنی ایران انجام گردید. این دستگاه مجهز به دو کنترل گر گرمایش (TP94) و سرمایش (LNP)، مخزن ازت (جهت پمپ نیتروژن برای انجماد) و مخزن آب (جهت خنک کردن دستگاه در دمای بالا) است.

۳- بحث

معدن سلسیت قلعه‌بلند در جنوب شرقی استان تهران و در زون ایران مرکزی واقع شده است. این زون یکی از بزرگ‌ترین زون‌های زمین‌شناسی در منطقه خاورمیانه است و در آن از قدیمی‌ترین رسوبات دگرگون‌شده از پرکامبرین تا آتشفشان‌های فعال و نیمه‌فعال امروزی وجود دارد (آقانباتی، ۱۳۸۵). کانی‌سازی سلسیت قلعه‌بلند در سازند قم صورت پذیرفته است. این

سازند شامل ترکیبی عمدتاً مارنی همراه با نهشته‌های آهکی، انیدریت و ژپس می‌باشد که بین دو سازند قرمز پائینی و بالایی قرار دارند (آقانباتی، ۱۳۸۵) (شکل ۱). واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه در قاعده با سنگهای آتشفشانی ائوسن شروع شده، سپس با توالی سازند قرمز زیرین، سازند قم، سازند قرمز بالایی و رسوبات آبرفتی ادامه می‌یابد. سازند قرمز زیرین شامل مارن‌های رنگارنگ، شیل، ماسه‌سنگ، لایه‌های تبخیری و سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی است. سازند قم به سن الیگومیوسن شامل مارن، آهک، انیدریت و ژپس، و نهشته‌های آواری ماسه‌ای است (صادقی و همکاران، ۱۳۸۵). سازند قم شامل ۶ عضو a, b, c, d, e و f است و کانی‌سازی سلسیت در عضوهای d و e رخ داده است (Hashempour et al., 2025).

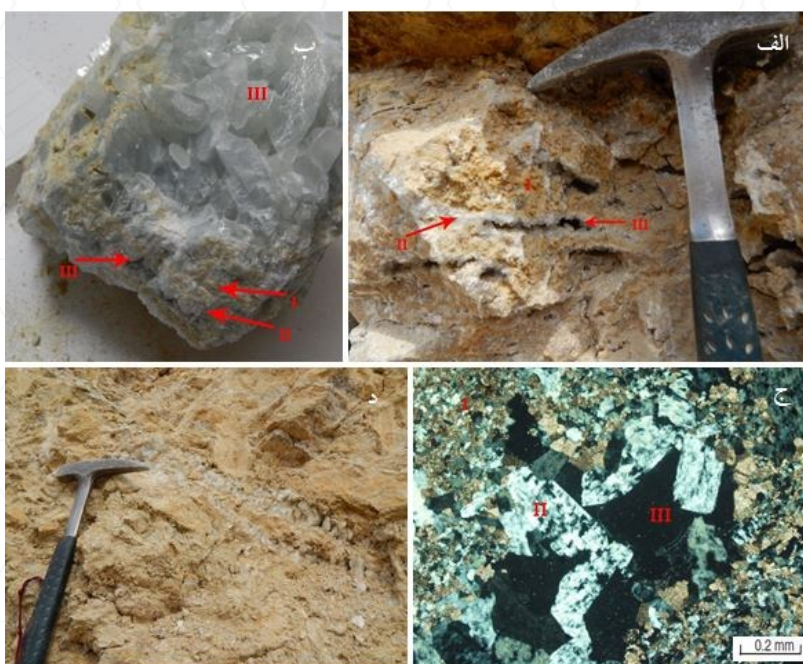


شکل ۱ قسمتی از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورامین که موقعیت معدن سلسیت قلعه‌بلند و واحدهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد (Hashempour et al., 2025).

کانی‌سازی در منطقه مورد مطالعه در سه معدن کاظم‌آباد، ابردژ و قلعه‌بلند یافت می‌شود. واحد تبخیری (عضو d) سازند قم که شامل سولفات‌های کلسیم (ژپس و انیدریت) است، کم و بیش در هر سه معدن یافت می‌شود. این واحد بصورت یک افق با ضخامت حدود ۵ متر در معدن کاظم‌آباد، دو افق با ضخامت حدود ۱/۵ متر در معدن قلعه‌بلند و یک افق با ضخامت ۲ متر در معدن ابردژ یافت می‌شود (سپهوند و همکاران، ۱۴۰۳؛ Hashempour et al., 2025). عضو e شامل ترکیب مارن خاکستری مایل به سبز و مارن ماسه‌ای با میان‌لایه‌هایی از سنگ آهک است و در هر سه معدن یافت می‌شود. افق کانی‌سازی سلسیت معدن قلعه‌بلند به ضخامت تقریبی ۲ تا ۵ متر در سنگ میزبان مارن و سنگ‌آهک مارنی سازند قم قرار دارد (Hashempour et al., 2025).

کانی‌شناسی نهشته قلعه‌بلند ساده و شامل سلسیت، ژپس، انیدریت، کلسیت و آراگونیت است. بافت‌های اصلی کانی‌سازی شامل بافت‌های لایه‌ای، نواری، افشان، دانه‌ای، حفره‌ای و تبلور دیاژنتیک ریتیمیک است (شکل ۲). تبلور دیاژنتی نقش زیادی در تعیین مراحل مختلف تشکیل سنگ‌ها و کانسارهای رسوبی دارد و دستیابی به توالی آن در تعیین ژنز مواد معدنی مهم می‌باشد. بافت ریتیمیک معمولاً در نهشته‌های چینه‌کران و همچنین در تبخیری‌ها و دیگر سیستم‌های تبلور تفریقی آهسته مشاهده

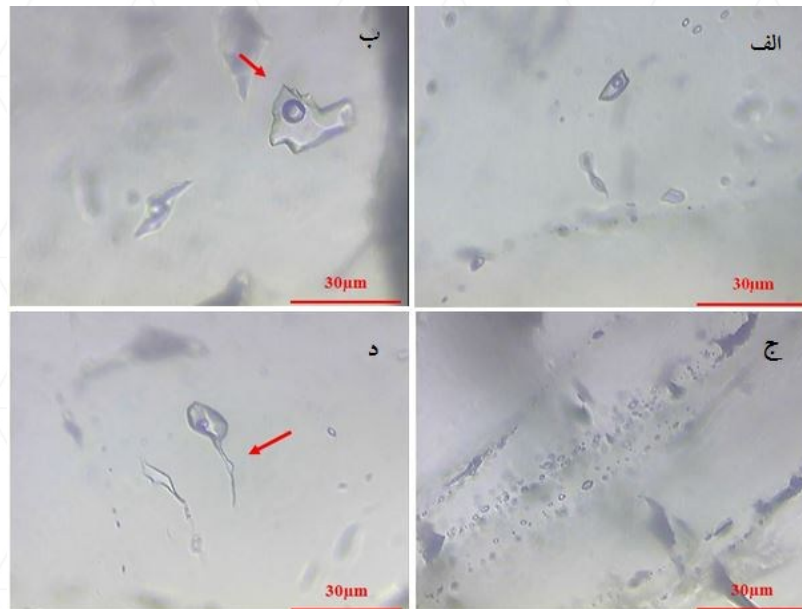
می‌شود. از نظر ژئومتری، نواربندی ریتمیک در مقیاس میلی‌متری از مشخصات بافت ریتمیک تبلوری دیاژنزی است. نواربندی ریتمیک نتیجه‌ی تکرار عناصر ژئومتری سه‌تایی است که طی دیاژنز دفنی یک شوره غنی از استرانسیم، علاوه بر محو قسمت عمده سیمای همزمان رسوبی و دیاژنز آغازین، باعث تشکیل ریتمیک‌های تبلوری دیاژنزی و جانشین شدن سلسیت به جای ژپس شده است. این بافت دارای سه نسل تبلوری در کانسار می‌باشد (دانیالی و مقدسی، ۱۴۰۳: ۱) نسل I که ترکیب کانیایی آن شامل سلسیت، ژپس، میکریت، میکرواسپاریت و اکسید آهن، با بلورهای متوسط تا ریزدانه بوده و شواهد رسوب‌گذاری اولیه در این نسل از بلورها قابل مشاهده می‌باشد، (۲) نسل II که شامل سلسیت، اسپاریت و ژپس بوده، اندازه بلورهای سلسیت درشت و عمدتاً ساب‌هدرال و تخته‌ای، با رشد دو قطبی از طرفین نسل I هستند، و (۳) نسل III که فضاهای خالی باقیمانده بین دو لایه از نسل II هستند و همیشه دیده نمی‌شود و فقط در مواردی این حفرات خالی با بلورهای درشت سلسیت پر شده است (شکل ۲).



شکل ۲ الف) تصویر بافت ریتمیک در کانسار سلسیت قلعه‌بلند در مقیاس رخنمون. ب) نمای نزدیک از بافت ریتمیک و نواربندی سلسیت در مقیاس نمونه دستی، ج) تصویر میکروسکوپی بافت ریتمیک در نور پلاریزه عبوری متقاطع، و د) کانی‌سازی اپی-ژنتیک (دیرزاد) سلسیت در سنگ آهک مارنی روی افق اصلی کانی‌سازی منطقه قلعه‌بلند. هر نسل از کانی‌سازی با حروف یونانی I، II و III نمایش داده شده‌اند.

برای مطالعه پتروگرافی و ریزدماسنجی میانبارهای سیال، از سه نمونه کانی‌سازی سلسیت منطقه مورد مطالعه، مقطع دوروصی‌لی تهیه و مطالعه گردید. از نظر منشاء، میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه بر اساس یرماکوف (Yermakov, 1965) به سه نوع اولیه، ثانویه و ثانویه کاذب تقسیم می‌شوند. میانبارهای سیال اولیه به صورت مجزا در زمینه کانی‌های سلسیت پراکنده هستند (شکل ۳ الف و ب). میانبارهای سیال ثانویه و ثانویه کاذب اکثراً بصورت میانبارهای ریز و خطی مشاهده می‌شوند (شکل ۳ ج). میانبارهای انتخاب شده جهت مطالعات ریزدماسنجی، از نوع اولیه می‌باشند. میانبارهای مطالعه شده بیشتر بی‌شکل هستند و اندازه آنها از چند میکرون تا حدود ۳۰ میکرون متغیر است. مطالعات پتروگرافی نشان داد که بیشتر میانبارهای سیال موجود در کانی سلسیت از نوع غنی از مایع بوده و حاوی دو فاز مایع و گاز (L+V) می‌باشند (شکل ۳). در این نوع میانبارها، فاز گازی تا ۳۰ درصد حجم میانبارهای سیال مطالعه شده را شامل می‌شود. میانبارهای حاوی یک فاز مایع (L) نیز مشاهده

گردید که به دلیل وجود یک فاز، برای مطالعات ریزدماسنجی مناسب نبوده و در نتیجه اندازه‌گیری انجام نشد. در برخی نمونه‌ها نیز آثار باریک‌شدگی مشاهده گردید (شکل ۳ د).

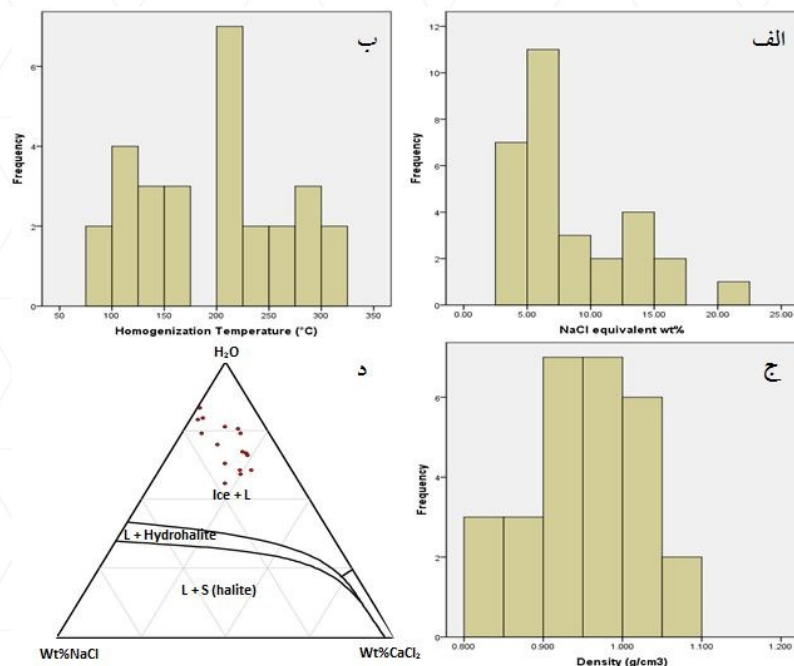


شکل ۳ انواع میانبارهای سیال کانسار سلسیت قلع‌بلند. الف و ب) میانبارهای سیال اولیه غنی از مایع (L+V)، ج) میانبارهای سیال ثانویه و د) پدیده باریک‌شدگی در میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه.

اندازه‌گیری‌های ریزدماسنجی بر روی میانبارهای سیال اولیه غنی از مایع (L+V) انجام گردید. با استفاده از روش انجماد، دمای ذوب آخرین بلور یخ (T_{m ice}) از ۱۸/۸- تا ۳/۵- درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. شوری این میانبارها از ۵/۷۱ تا ۲۱/۵۴ درصد وزنی معادل نمک طعام محاسبه شد. شکل ۴ الف، نمودار ستونی شوری میانبارهای سیال کانسار سلسیت قلع‌بلند را نشان می‌دهد. بیشترین فراوانی شوری در حدود ۵ تا ۷/۵ درصد وزنی معادل نمک طعام است. حداکثر شوری سیال کانی‌ساز معادل ۲۱/۵۴ درصد وزنی معادل نمک طعام است. نتایج مطالعات ریزدماسنجی نشان می‌دهد که محدوده دمای همگن‌شدن میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه بین ۸۶ تا ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد متغیر است. بر این اساس، دو فاز اصلی کانی‌سازی، یکی در محدوده دمای ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و دیگری ۲۰۰ تا ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد رخ داده است (شکل ۴ ب). چگالی میانبارهای سیال از ۰/۸۰۰ تا ۱/۰۸۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر است. نمودار ستونی چگالی، فراوانی مشخصی را نشان نمی‌دهد (شکل ۴ ج).

شوری میانبارهای سیال، اغلب بر حسب درصد وزنی معادل نمک طعام محاسبه می‌شود و این موضوع به‌ویژه وقتی دمای ذوب اولین بلور یخ (T_{FM}) بیشتر از ۲۰/۸- درجه سانتی‌گراد است نشان می‌دهد که سدیم کلرید تنها نمک موجود در سیال است. اضافه‌شدن نمک‌های دیگر به سیستم H₂O-NaCl می‌تواند نقطه ذوب اولین بلور یخ را کاهش دهد. نمک‌های کلسیم و منیزیم، دو ترکیب مهمی هستند که اغلب در سیالات کانی‌ساز یافت شده و خصوصیات مشابهی نیز دارند و به همین دلیل برای بررسی ترکیب شیمیایی سیال کانی‌ساز در منطقه مورد مطالعه از نمودار سه‌تایی سیستم H₂O-NaCl-CaCl₂ (Shepherd et al., 1985) و مدل عددی ارائه شده توسط استیل-مک‌اینیس و همکاران (Steele-MacInnis et al., 2010) استفاده شد (شکل ۴ د). دمای ذوب هیدروهالیت در ۱۶ میانبار سیال بین ۲۲- تا ۳۰- درجه سانتی‌گراد متغیر است که براساس محاسبات انجام شده (شکل ۴ د) مقدار CaCl₂ بین ۰/۳ تا ۱۰/۹۹ درصد وزنی متغیر است. درصد وزنی NaCl+CaCl₂ در این میانبارها بین ۶/۶۵ تا ۱۶/۳۵ و نسبت NaCl/(NaCl+CaCl₂) بین ۰/۰۳ تا ۰/۹۵ متغیر است که نشان دهنده اهمیت سیالات کلسیم (و منیزیم) دار

در تشکیل این کانسار است.



شکل ۴ نتایج ریزدماسنجی میانبارهای سیال کانسار سلسیت قله‌بلند. الف) نمودار ستونی شوری میانبارهای سیال، ب) نمودار ستونی دمای همگن شدن میانبارهای سیال، ج) نمودار ستونی چگالی میانبارهای سیال و د) نمودار سه‌تایی سیستم H₂O-NaCl-CaCl₂ (Shepherd et al., 1985) که ترکیب شیمیایی سیال کانی‌ساز در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

کانی‌سازی سلسیت منطقه قله‌بلند ورامین در سازند قم متعلق به الیگومیوسن تشکیل شده است. الیگومیوسن در شمال ایران مرکزی عمدتاً با محیط‌های کم‌عمق دریایی مشخص می‌شود و در برخی از افق‌ها کانی‌های سولفاتی رسوبی- دیاژنتیکی، به‌ویژه سلسیت نهشته می‌شود. کانی‌سازی از نوع هم‌شیب و به موازات لایه‌های رسوبی سازند قم از نوع مارن و سنگ‌آهک مارنی رخ داده است. مطالعات پتروگرافی حاکی از وجود بافت‌های اولیه رسوبی، دیاژنتزی و دیرزاد است. این بافت‌ها شامل بافت‌های لایه‌ای، افشان، دانه‌ای، نواری، پرکننده فضای خالی، رگه‌ای و ریتمیک می‌باشند. لایه‌های حاوی سلسیت از بلورهای سلسیت دانه‌ریز تا دانه‌درشت با مورفولوژی‌های متغیر در یک ماتریس کربناته تشکیل شده‌اند.

از نظر منشاء، میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه به سه نوع اولیه، ثانویه و ثانویه کاذب تقسیم می‌شوند. مطالعات پتروگرافی نشان داد که بیشتر میانبارهای سیال موجود در کانی سلسیت از نوع غنی از مایع بوده و حاوی دو فاز مایع و گاز (L+V) می‌باشند. اندازه‌گیری‌های ریزدماسنجی بر روی این میانبارها نشان داد دمای ذوب آخرین بلور یخ از ۱۸/۸- تا ۳/۵- درجه سانتی‌گراد متغیر است. شوری این میانبارها از ۵/۷۱ تا ۲۱/۵۴ درصد وزنی معادل نمک طعام محاسبه شد و بیشترین فراوانی شوری در حدود ۵ تا ۷/۵ درصد وزنی معادل نمک طعام است. محدوده دمای همگن شدن میانبارهای سیال منطقه مورد مطالعه بین ۸۶ تا ۳۰۵ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده و دو فاز اصلی کانی‌سازی، یکی در محدوده دمای ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و دیگری ۲۰۰ تا ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد شناسایی شد. بررسی نتایج ریزدماسنجی در نمودار سه‌تایی سیستم H₂O-NaCl-CaCl₂ نشان داد که مقدار CaCl₂ سیال بین ۰/۳ تا ۱۰/۹۹ درصد وزنی و نسبت NaCl/(NaCl+CaCl₂) بین ۰/۰۳ تا ۰/۹۵ متغیر است، که نشان دهنده اهمیت سیالات کلسیم (و منیزیم) دار در تشکیل این کانسار می‌باشد.

شواهد صحرایی، کانی‌شناختی، ساخت و بافت و ریزدماسنجی نشان می‌دهد که کانسار سلسیت قله‌بلند با توجه به

ویژگی‌های رخساره‌ای سنگ‌های میزبان، در محیط‌های کم عمق تبخیری نهشته شده‌اند. احتمالاً شورابه‌های سبخایی در مرحله کانی‌سازی هم‌زاد (سین‌ژنتیک) و شورابه‌های درون‌سازندی در مرحله کانی‌سازی دیاژنتیک و دیرزاد (اپی‌ژنتیک) نقش داشته‌اند.

۵- مراجع

- آقاباتی، س، ع.، (۱۳۸۵)، زمین‌شناسی ایران، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- دانیالی، ن.، مقدسی، س.ج.، ۱۴۰۳. زمین‌شناسی و پتروگرافی کانی‌سازی سلسیت قلعه‌بلند در منطقه پیشوای ورامین. نهمین همایش ملی انجمن رسوب‌شناسی ایران، ژئوپارک جهانی طبس، طبس، ایران.
- سپه‌وند، ع.، مغفوری، س.، موسیوند، ف.، ۱۴۰۳. زمین‌شناسی، جایگاه چینه‌ای، کانه‌زایی و کانی‌شناسی ماده معدنی در کانسار سلسیتین ابردژ، جنوب‌شرق ورامین. شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
- صادقی، ا.، فنودی، م.، ۱۳۸۵. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورامین. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران
- Dill, H. G. 2010. The “chessboard” classification scheme of mineral deposits: mineralogy and geology from aluminum to zirconium. *Earth-Science Reviews*: 100, 1–420.
- Ehya, F., Shakouri, B., Rafi M., 2013. Geology, mineralogy, and isotope (Sr, S) geochemistry of the Likak celestite deposit, SW Iran. *Carbonates Evaporites*: 28, 419–431.
- Steele-MacInnis, M., Bodnar, R.J., Naden, J., 2010. Numerical model to determine the composition of H₂O-NaCl-CaCl₂ fluid inclusions based on microthermometric and microanalytical data. *Geochimica et Cosmochimica Acta*: 98, 223-231.
- Hashempour, S.S., Maghfouri, S., Rastad, E., 2025. Metallogeny of celestite deposits in Iran; implications for future explorations. *Ore Geology Reviews*, 184, 106735.
- Shepherd, T.J., Rankin, A.H., Alderton, D.H.M., 1985. A practical guide to fluid inclusion studies. Blackie, Glasgow, New York. 239 pp.
- Yermakov, N.P., 1965. Research on the nature of mineral-forming solutions. Translated by V. P. Sokoloff and edited by E. Roedder. Permagon Press, Oxford, 743 pp.