رخساره های کانه دار کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین؛ تحوّل دیاژنزی و محیط رسوب گذاری

نوشته : علی کریمی* و دکتر ابراهیم راستاد**

Ore-bearing facies of Nakhjir-kuh celestite deposit; diagenetic evolution & depositional environment (Varamin, South Tehran)

By: A.Karimi * & Dr.E.Rastad**

چکیده

کانسار سلستیت نخجیر کوه در ۱۶۵ کیلومتری جنوب خاور تهران واقع است. منطقه مورد مطالعه در زون تکتونو – رسوبی ایران مرکزی قرار داشته و شامل واحدهای سنگی مزوزوئیک، ترشیاری و نهشته‌های کواترنر است. سازند قم بعنوان تنها برگیرنده ماده معدنی شامل سنگ‌آهک، مارن، گلسنگ، ژیپس و سلستیت است. در ستون چینه‌ای سازند قم از پائین به بالا سه افق کانه‌دار (I,II, III) شناسایی شد.

در افق (I) سنگ درونگیر ماده معدنی سنگ آهک فسیل‌دار، سنگ‌آهک اُالیتی و سنگ‌آهک میکریتی برشی است. ژئومتری ماده معدنی عدسی شکل، بافت آن پرکننده فضاهای خالی، دانه پراکنده و قطع کننده بوده و کانی‌های همراه (پاراژنز) آن شامل سلستیت، کلسیت، ژیپس و اکسیدآهن است. مطالعه آنالیز رخساره‌ای نشانگر آن است که محیط رسوبی رخسارەهای افق (I)، منطقه کولاب پشت ریف و منطقه بالای پهنه جزر و مدّی (supratidal) تا بخش کم عمق منطقه زیر پهنه جزر و مدّی (subtidal) بوده است. تشکیل سلستیت در این افق در دیاژنز آغازین با بافت دانه پراکنده و در دیاژنز دفنی با بافت پر کننده فضاهای خالی و قطع کننده بوده است.

سنگ درونگیر ماده معدنی در افق‌های (II) و (III) مارن و سنگ آهک است. ژئومتری ماده معدنی در این افق‌ها لایه‌ای و ماده معدنی در طول بیش از ۲ کیلومتر دنبال شدنی است. رخسارەهای سلستیتی در راستای باختر منطقه مورد مطالعه، بطور جانبی و بتدریج به ژیپس تبدیل می‌گردند. بافت ماده معدنی در این دو افق، ریتمیت‌های تبلوری دیاژنزی (Diagenetic Crystallization Rhytmites)، دانه پراکنده، نواری، پر کننده فضاهای خالی و توده‌ای بوده و پاراژنز آن شامل سلستیت، باریت، ژیپس، کلسیت، دولومیت واکسیدآهن است. محیط رسوبی رخسارەهای افق‌های (II) و (III) کولاب ساحلی (Shore lagoon) بوده است. در اثر افزایش شوری آب کولاب، کربنات‌کلسیم دانه‌ریز (میکریت)، ژیپس و احتمالاً سلستیت بطور همزمان رسوبی تەنشست یافته‌اند. سلستیت در این دو افق در دیاژنز آغازین از آب حفره‌ای بصورت اوّلیه و جانشینی (جانشین ژیپس) تشکیل شده و طی دیاژنز دفنی یک شورابه غنی از استرونسیم علاوه بر محو قسمت عمده سیماهای همزمان رسوبی و دیاژنز آغازین، باعث تشکیل ریتمیت‌های تبلوری دیاژنزی و جانشین شدن سلستیت به جای ژیپس شده است. تبلور سلستیت در سطوح حاصل از انحلال فشاری (Pressure solution)، تشکیل ژئود و بافتهای قطع کننده درون لایه‌ای از دیگر سیماهای ساخت و بافتی مربوط به این مرحله از دیاژنز است.

واژه‌های کلیدی: سلستیت، تحول دیاژنزی، محیط رسوبگذاری، نخجیرکوه، ورامین، ایران

Abstract

Nakhjirkuh celestite deposit is located at 165 km SE of Tehran. The studied area is a part of Central Iran tectono-sedimentary zone including Mesozoic and Tertiary rock units as well as Quaternary sediments. The Qom Formation which hosts the ore deposit, consists of limestone, marl, mudstone and gypsum.In a general stratigraphic section of Qom Formation, from bottom to top, there are three celestite bearing horizons(I,II,III).

In the horizon(I) country rocks are bioclastic limestone, oolithic limestone and brecciated micrite. Geometry of celestite is lenticular shape and ore textures are Open Space Filling(O.S.F.), disseminated and cross-cutting with a paragenesis of calcite, celestite, gypsum and iron oxides. Facies analysis studies suggest a back-reef lagoon and supratidal to shallow subtidal environments for deposition facies of the horizon. In horizon(I) the celestite has formed in early diagenesis with disseminated texture and in burial diagenesis with O.S.F. and cross-cutting textures.

In the horizons(II) and (III) country rocks are marl and limestone. These horizons have a layered geometry which can be traced about 2km along the strike. In the western part of the mining district, celestite facies laterally grades to gypsum. The ore textures in these horizons (II, III) are Diagenetic Crystallization Rhytmites (D.C.R.s),disseminated, banded, O.S.F. and massive with a paragenesis of celestite, barite, calcite, gypsum, dolomite and iron oxides. The depositional environment of the horizons(II), (III) is shore lagoon. Due to the increasing in salinity, micrite, gypsum and probably celestite precipitated as synsedimentary. In these horizons, during the early diagenesis celestite has been formed from porewater, as primary and replacement mineral (celestite replaced gypsum). In the burial diagenesis a Sr-rich brine obscurred the main parts of synsedimentary and early diagenetic features and has been formed D.C.R.s in addition to replacement of celestite after gypsum. Crystallization of the celestite in pressure solution planes, geode formation and inter- layerd cross-cutting features are some of the other burial diagenetic textures.

Key Words: Celestite, diagenetic evolution, depositional environment, Nakhjirkuh, Varamin, Iran.

مقدمه

کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین با مختصات جغرافیایی طول ′ ۴۲ ، ° ۵۲ خاوری و عرض ′ ۳۵ ، ° ۳۴ شمالی در ۱۶۵ کیلومتری جنوب خاور تهران و ۱۲۵ کیلومتری جنوب خاوری ورامین قرار دارد. این کانسار در رشته کوهی با روند شمال خاوری-جنوب باختری در زون تکتونو – رسوبی ایران مرکزی قرار دارد. دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طریق دو راه شوسه یکی از طرف ورامین و دیگری از طرف مرنجاب کاشان میسّر است. در این مقاله بافت و ساختهای دیاژنزی، تحوّل دیاژنزی و محیط رسوب گذاری رخسارههای سلستیتدار سه افق معدنی این کانسار توصیف میشود.

زمین‌شناسی محدوده معدنی نخجیر کوه

بر پایه نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۰۰۰۰ نخجیر کوه و نقشه زمین‌شناسی – معدنی ۱:۵۰۰۰ معدن سلستیت نخجیر کوه (کریمی ۱۳۷۶) قدیمی‌ترین واحدهای سنگی محدوده معدنی دارای سنّ مزوزوئیک (شکل ۱) و معادل سازندهای سرخ شیل، شتری، شمشک، نای بند و تیز کوه می‌باشند (وحدتی و همکار ۱۳۶۶). برروی واحدهای کربناته – سولفاته الیگومیوسن (سازند قم)، واحدهای تخریبی میوسن (سازند قرمز فوقانی) و نهشته‌های کواترنر قرار گرفته است. سازند قم بعنوان واحد دربرگیرنده ماده معدنی در محلّ معدن نخجیر کوه در حدود ۲۸۰ متر ضخامت داشته و شامل سنگ آهک، مارن، گلسنگ، ژیپس و سلستیت می‌باشد که ضخامت آن در ۷ کیلومتری جنوب باختری معدن نخجیرکوه به

حدود ۶۰۰ متر می‌رسد. در منطقه اثری از فعالیت آتش‌فشانی با سنّ الیگومیوسن و توده نفوذی با سنّ الیگومیوسن یا جوانتر مشاهده یا گزارش نشده است. محدوده معدنی نخجیر کوه بخشی از خط‌واره سبزوار- مُلک‌آباد با روند شمال خاور- جنوب باختر (محمّد رضایی ۱۳۷۴) است که شامل یک طاقدیس، یک ناودیس و چند گسل امتداد لغز عمدتاً چپگرد می‌باشد. اغلب روندها در منطقه شمال خاور - جنوب باختر است(شکل ۱).

مطالعات لیتوژئوشیمیایی

برای بررسی تغییرات غلظت عناصر در ستون لیتواستراتیگرافی سازند قم سه مقطع (G,D,F) تهیه شد (شکل ۱). نتیجه بررسی‌ها حاکی از آن است که توزیع استرونسیم در رخساره‌های مختلف سنگی متفاوت بوده و حداکثر تمرکز استرونسیم در هر سه مقطع در جایگاه معین و در سه افق صورت گرفته است (شکل ۲). مطالعات لیتوژئوشیمیایی در سه مقطع یاد شده حاکی از همبستگی مثبت و معنی‌دار استرونسیم با باریم و همبستگی منفی و معنی‌دار آن با کلسیم می‌باشد. سه افق کانه‌دار (سلستیت دار) در ستون استراتیگرافی از پائین به بالا عبارتند از III, II,I

افق‌های کانه‌دار

۱- افق (I) و رخساره‌های آن

افق (I) با ژئومتری عدسی در فاصله ۳۰ متری از قاعده سازندقم قرار دارد (شکل ۲). عدسی‌هایی از سلستیت با حداکثر ضخامت نیم‌متر و طول دو متر در آن دیده می‌شود (عکس ۱). پاراژنز کانی در این افق؛ سلستیت، ژیپس، کلسیت و اکسیدآهن می‌باشد. رخساره‌های اصلی این افق به شرح زیر است.

الف - رخساره میکریت - اینترابیومیکریت

این رخساره ۲۰ سانتیمتر ضخامت دارد و اجزاء آن شامل اینتراکلاست، قطعات پوسته فرامینیفر، بریوزوئر، دو کفه‌ای و جلبک است (شکل ۳). در این رخساره سلستیت با بافتهای رگچه‌ای، دانه پراکنده، جانشینی (عکس ۵) و پرکننده فضاهای خالی مشاهده می‌شود. با توجه به اجزاء تشکیل دهنده، خردشدگی پوسته صدفها و فراوان بودن میکریت، محیط رسوبگذاری این رخساره کولاب و انرژی آن پایین بوده است.

ب - رخساره بیومیکریت سلستیت‌دار

این رخساره ۹۰ سانتیمتر ضخامت دارد و اجزاء آن شامل قطعات پوسته دو کفه‌ای، استراکود و فرامینیفر است. در این رخساره سلستیت با بافت رگچه‌ای و پر کننده فضاهای خالی مشاهده می‌شود. عکس (۴) پرشدگی قالب فسیل‌ها توسط سلستیت را در این رخساره نشان می‌دهد. با توجه به انباشتگی صدفهای مختلف، حضور فرامینیفر میلیولید و حالت خردشدگی صدفها محیط رسوبگذاری این رخساره به‌احتمال پشت ریف و نزدیک بار بوده است.

ج - رخساره میکریت برشی شده با عدسی‌های سلستیت در قاعده

این رخساره ۷۰ سانتیمتر ضخامت داشته و حداکثر تمرکز سلستیت افق (I) در این رخساره صورت گرفته است. اجزاء سازنده آن شامل قطعات میکریت، پلت، سلستیت، ژیپس و رس است. برشی بودن این رخساره به‌گمان ناشی از انحلال کانیهای تبخیری می‌باشد. در مواردی آثاری از کانی ژیپس بصورت شکل کاذب باقی مانده است. در این رخساره سلستیت با بافتهای دانه پراکنده و توده‌ای دیده می‌شود. اندازه بلورهای سلستیت از دانه ریز تا دانه درشت متغیر است. با توجه به وجود پلت، میکریت، ژیپس، سلستیت و برشی بودن این رخساره، محیط رسوبگذاری آن منطقه بین جزر و مدّی (intertidal) تا بخش پائینی منطقه زیر جزر و مدّی (subtidal) بوده است. عکس (۱) ژئومتری عدسی شکل سلستیت و عکس (۲) بافت دانه پراکنده سلستیت را در این رخساره نشان می‌دهد.

د - رخساره بیو پل میکریت

این رخساره ۱۰ سانتیمتر ضخامت دارد و اجزاء سازنده آن استراکود، فرامینیفر، قطعات پوسته دو کفه‌ای، پلت، میکریت، سلستیت و اکسیدآهن است. سلستیت با بافت رگچه‌ای مشاهده می‌شود و بلورهای آن دانه‌ریز و بی‌شکل است، با توجه به اجزاء تشکیل‌دهنده، محیط رسوبگذاری این رخساره کولاب (بخش پایینی بین جزر و مدّی) بوده است.

ه - رخساره اُمیکریت- اُسپاریت

- **زیر رخساره اُمیکریت** : این زیر رخساره ۲۰ سانتیمتر ضخامت دارد و اجزاء سازنده آن شامل اُئید، اُنکوئید، خرده‌های صدف، میکریت و سلستیت است. از ویژگی‌های این زیر رخساره تناوب بخش‌های پر اُئید و کم اُئید و تبدیل تدریجی این بخش‌ها به یکدیگر است که نشانگر عمق کم و تغییرات زیاد انرژی محیط رسوبگذاری است. جنس هسته اُئیدها به‌احتمال قطعات آراگونیتی بوده است. هسته تعداد زیادی از اُئیدها حل شده و تعداد

زیادی از آنها توسط سلستیت پر شده است (عکس ۳). سلستیت در این رخساره به صورت‌های دانه پراکنده، پرکننده فضای خالی هسته اُئیدها، پرکننده حلقه‌های اُئیدها، فضای بین اُئیدها و پرکننده درزه‌ها دیده می‌شود. محیط رسوب‌گذاری این زیر رخساره دارای انرژی پائینی بوده است.

– **زیر رخساره اُاسپاریت** : این زیر رخساره ۷ متر ضخامت دارد و اجزاء سازنده آن اُئید، اُنکوئید، مرجان (بخصوص در بخش‌های بالایی آن) و خرده‌های صدف دوکفه‌ایی است. تخلخل این زیررخساره بالا است و اکثر حفرات پر نشده‌اند. سیمان اصلی این زیر رخساره اسپاریت است ولی در بعضی قسمتها سیمان اکسیدآهن و سلستیتی نیز دیده می‌شود. در این زیر رخساره از پائین به بالا میزان سلستیت کاهش می‌یابد. محیط رسوب‌گذاری این زیررخساره دارای انرژی زیاد و موقعیت آن اطراف سد بوده است.

بافت‌های ماده معدنی در این افق، دانه پراکنده (عکس ۲)، پرکننده فضاهای خالی (عکس‌های ۳ و ۴)، جانشینی (عکس ۵)، ژئودی و قطع کننده است.

بافت دانه پراکنده

بافت دانه پراکنده در اغلب رخساره‌های افق (I) دیده می‌شود (شکل ۳) و حضور آن نشاندگر آن است که سازنده‌های سلستیت در محیط رسوب‌گذاری حضور داشته و در دیاژنز آغازین سلستیت از آب حفره‌ای بصورت دانه‌ریز تبلور یافته است. در این بافت زمینه در تمامی موارد میکریت است.

بافت پرکننده فضاهای خالی

بافت پرکننده فضاهای خالی بافت اصلی ماده معدنی در افق (I) است. در این بافت سلستیت بخشی از تخلخل‌های اوّلیه از جمله تخلخل قالبی (عکس ۳) و تخلخل‌های دیاژنزی از جمله تخلخل حاصل از انحلال هسته ناپایدار اُئید (عکس ۳) را پر کرده است. اندازه بلورهای سلستیت از دانه‌ریز تا دانه‌درشت و شکل بلورها از بی‌شکل (Anhedral) تا نیمه‌شکل‌دار (Subhedral) متغیراست.

بافت قطع کننده

در این افق بافت قطع کننده در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی دیده می‌شود. با توجه به اینکه رگچه‌های سلستیتی به خود رخساره محدود شده و در رخساره‌های سنگی بالا و پائین ادامه ندارد از این رو واحدی خاص در حوضه‌ای محدود از ردیف رسوبی است بدین دلیل بنظر می‌رسد این بافت دیاژنزی باشد. این بافت توسط Fontbote (1981) در کانسار روی و سربیسان وبیسنت (San Vicent) پرو نیز گزارش شده است. با توجه به مطالعات ایزوتوپهای S, Pb, Sr, O, C تشکیل این بافت در اثر مهاجرت شورابه‌های فلزدار در دیاژنز پایانی است (Fontbote & Gorzawski 1990).

۲–افق II(رخساره میکریت برسلستیت)

افق (II) با رخساره میکریت پرسلستیت در فاصله تقریبی ۶۰ متری از قاعده سازند قم قرار دارد (شکل ۲) و ژئومتری ماده معدنی عدسی تا لایه‌ای و ضخامت آن حدود نیم‌متر است (عکس ۶). سازنده‌های این رخساره میکریت، ژیپس و سلستیت است (شکل ۳) و اثری از موادّ آلی و صدف جانوران در آن دیده نمی‌شود. تغییرات جانبی عیار ماده معدنی در آن شدید است، بطوریکه در قسمتهایی به میکریت با دانه‌های پراکنده سلستیت تبدیل میشود (عکس ۷). رخساره میکریت پرسلستیت ساخت و بافت برشی دارد (عکس ۸) و بنظر می‌رسد برشی بودن آن حاصل انحلال کانیهای تبخیری باشد. محیط رسوب‌گذاری این رخساره بخش بین جزر و مدّ کولاب بوده است. بافت ماده معدنی در این افق دانه پراکنده (عکس ۷)، رگچه‌ای، توده‌ای، پرکننده فضاهای خالی و جانشینی است و اندازه بلورهای سلستیت از دانه‌ریز تا دانه درشت و شکل بلورها از بی‌شکل (Anhedral) تا شکل‌دار (Euhedral) متغیر است. در این رخساره ژیپس ریز بلور و بطور عمده سوزنی شکل است. شواهد موجود حاکی از آن است که در این رخساره بخشی از سلستیت اوّلیه بوده و بخشی جانشین ژیپس شده است (عکس‌های ۹ و ۱۰). کمر پایین و کمر بالای ماده معدنی در افق (II) مشابه (هر دو رخساره میکریت– دولومیکریت) و در هر دو سلستیت با بافت دانه پراکنده است.

۳–افق III(رخساره سلستیت– ژیپس)

این افق در فاصله تقریبی ۶۳ متری از قاعده سازند قم قرار گرفته است و ۳ تا ۵ متر ضخامت دارد (شکل ۲). ژئومتری این افق لایه‌ای شکل (عکس‌های ۱۱ و ۱۲) بوده و در طول بیش از ۲ کیلومتر تداوم شدنی است. این افق از سمت خاور با شیب ملایم توسط واحدهای جوانتر پوشیده می‌شود و از سمت باختر بتدریج به گچ تبدیل می‌گردد. اجزاء سازنده این رخساره، سلستیت، ژیپس، کلسیت، دولومیت، باریت و رس است (شکل

۳). بافتهای ماده معدنی در این افق ریتمیتهای تبلوری دیاژنزی (Diagenetic Crystallization Rhytmites)، دانه پراکنده، جانشینی، پرکننده فضاهای خالی و قطع کننده است (شکل ۳). سیماهای استیلولیت و انحلال فشاری نیز تشکیل شده است. محیط رسوبگذاری این رخساره کولاب ساحلی بوده است. مطالعات سیّالات درگیر در سلستیتهای این افق موجب شناسایی پنج تیپ سیال درگیر – که بطور عمده تکفازی هستند – شده است این سیّالات درگیر دامنه حرارتی ۲۸۰–۱۵۰ درجه سانتیگراد و شوری معادل ۲۰/۶ – ۹/۵ درصد وزنی معادل کلرور سدیم را نشان میدهند.

۴– بافت ریتمیت تبلوری دیاژنزی (D.C.R)

بافت ریتمیت تبلوری دیاژنزی فقط در افق (III) دیده میشود. این بافت که در کانسارهای سرب و روی و فلوریت استراتاباند نیز دیده میشود (منبّری ۱۳۷۴، گرجیزاد ۱۳۷۴ و Fontbote 1981) در تبخیریها و دیگر سیستمهای تبلور تفریقی دیاژنزی در محیط کم عمق و آرام تشکیل میشود (Fontbote 1981). این ریتمیسیته نتیجه تکرار عناصر ژئومتری سهتایی (I,II,III) منطبق بر نسلهای تبلوری دیاژنزی است. مطالعات SEM(Scanning Electron Microprobe) حاکی از تفاوت مقدار عناصر Mg Sr, Na, Ba, Ca, در نسلهای سهگانه ریتمیتهای تبلوری دیاژنزی است. سیماهای اصلی سه نسل تبلوری بصورت ذیل میباشد:

نسل I : این نسل به قشر آغازین یا قشر شروع کننده (Starting sheet) معروف است. رنگ این نسل قهوهای روشن تا تیره است. پاراژنز آن شامل؛ سلستیت، میکریت، میکرواسپار، ژیپس و اکسیدآهن است (عکسهای ۱۴ و ۱۵) . داخل بلورهای سلستیت این بخش پر از ادخال جامد میباشد (عکس ۱۵). اندازه بلورهای سلستیت ۳۵۰ – ۲۰۰ میکرون و بلورها بطور عمده زنومورف، متساوی ابعاد و در مواردی تختهای میباشد. میکریت، میکرواسپار و ژیپس در داخل و بین بلورهای سلستیت حضور دارد(عکس ۱۵).

نسل II: رنگ این نسل بیرنگ تا سفید شیری است (عکس ۱۳). پاراژنز آن شامل سلستیت، اسپاریت و اکسیدآهن است. بلورها شفاف، تمیز و به تقریب فاقد ادخال جامد میباشد. بلورهای سلستیت نیمه شکلدار (Subhedral) است و رشد دو قطبی از طرف نسل I نشان میدهد (عکس ۱۴)اندازه بلورها از ۰/۱ تا ۴ میلیمتر متغیراست. بلورهای اسپاریت این نسل باندازه ۰/۳ تا ۱/۲ میلیمتر به شکل چند ضلعیهایی فضاهای خالی بین بلورهای سلستیت را پر کردهاند.

نسل III: این نسل در اکثر موارد حضور ندارد و بندرت دیده میشود. پاراژنز آن شامل سلستیت و اسپاریت است. بزرگی بلورها گاهی تا چند سانتیمتر میرسد. بلورها رشد داربستی داشته و عاری از ادخال میباشند.

با توجه به اندازهگیری ضخامت ریتمها در ۵ نمونه و استفاده از پارامترهای آماری حاصل از پژوهشهای Fontbote (1981) مشخص شد که این ریتمیتها در دیاژنز تشکیل شدهاند و رسوب شیمیایی مستقیم نمیباشند (کریمی ۱۳۷۶) (شکل ۴). بافت ریتمیت تبلوری دیاژنزی کانسار سلستیت نخجیر کوه مشابه کانسار سانویسنتهرو (Grozawski 1990 & Fontbote) حاصل تفریق بلوری در دیاژنز دفنی میباشد (کریمی ۱۳۷۶).

بافتهای دیگری از سلستیت در افق III ماده معدنی دیده میشود که عبارتند از:

بافت دانه پراکنده

این بافت در کمر پایین افقهای (II,III) ماده معدنی دیده میشود. زمینه در هر دو مورد میکریت – دولومیت ریزدانه میباشد.

بافت جانشینی

شواهد میکروسکوپی حاکی از آن است که در افق (III) ماده معدنی، حداقل بخشی از بلورهای سلستیت اوّلیه نبوده و از واکنش شورابه غنی از استرونسیم با ژیپس تشکیل شده است. اهّم این موارد به شرح زیر میباشد:

الف – مشاهده بلورهای سلستیت در قالب بلوری ژیپس با درجات مختلف جانشینی. این چنین پدیدهای در کانسار سلستیت Salina group نیز گزارش شده است (Carlson 1987) عکسهای (۱۶، ۱۷، ۱۸).

ب – مشاهده خمیدگی قابل توجّه و سیمای جریانی در تعدادی از بلورهای سلستیت افقهای (II) و (III) علیرغم رفتار شکننده سلستیت (عکس ۱۰).

ج – حضور مقادیر زیادی ادخال ژیپس با اشکال سوزنی و زنومورف در بلورهای سلستیت افقهای I, II, III (عکسهای ۵، ۹، ۱۵).

د– زاویه خاموشی مایل (° ۳۰ – ° ۲۵) تعدادی از بلورهای سلستیت علیرغم سیستم ارتورمبیک آن.

بافت نواری

بافت نواری در قاعده افق (III) دیده میشود این بافت بصورت تناوب میکریت – دولومیت ریزدانه با مجموعه اسپاریت، سلستیت و ژیپس است. ضخامت نوارهای متوالی به تقریب یکسان است (عکس ۱۹).

بافت قطع کننده

بافت قطع کننده در افق III و کمر پائین آن دیده می‌شود. این سیما دیاژنزی و به خود رخسارهها محدود می‌باشد (عکس ۲۰).

تحوّل دیاژنزی و توالی باراژنزی در افق (I) ماده معدنی

تشکیل و تحوّل سازندهها، بافت و سیماهای رخسارههای افق (I) را می‌توان در سه مرحله، همزمان رسوبگذاری، دیاژنز آغازین و دیاژنز دفنی تفکیک کرد(شکل ۵).

الف – همزمان رسوبگذاری: در این مرحله اُئید، پوسته صدف جانوران، میکریت و ژیپس تەنشست یافته است.

ب – دیاژنز آغازین : در این مرحله علاوه بر ادامه تشکیل ژیپس، تبلور سلستیت واسپاریت نیز آغاز شده است. سیمان بندانهای کلسیتی و سلستیت دانه پراکنده نیز در این مرحله تشکیل شده است.

ج – دیاژنز دفنی : پر شدن حجرات فسیلها توسط سلستیت (عکس ۴) و اسپاریت، انحلال هسته اُئیدها و پرشدن تعدادی از آنها توسط سلستیت (عکس ۳)، سیمانی شدن بین دانهها توسط سلستیت، اسپاریت و اکسیدآهن، تشکیل درزهها و پرشدن آنها توسط سلستیت و اسپاریت و تشکیل ژئود سلستیتی وسیماهای حاصل از پدیده انحلال فشاری در این مرحله از دیاژنز بوده است. تشکیل سلستیت بصورت سیمان موزائیکی در دیاژنز دفنی با عمق تدفین کم تا متوسط بوده و تشکیل سلستیت بصورت پرکننده درزهها و حفرات ژئودی و اسپاریت بصورت پرکننده درزهها در دیاژنز دفنی با عمق تدفین متوسط تا زیاد صورت گرفته است.

تحوّل دیاژنزی افقهای (II, III) ماده معدنی

تشکیل و تحوّل سازندهها و سیماهای رخسارههای افقهای (II, III) را میتوان بصورت همزمان رسوبگذاری، دیاژنز آغازین و دیاژنز دفنی تفکیک کرد (شکل ۵).

الف – همزمان رسوبگذاری : دراین مرحله کلسیت (بصورت میکریت)، ژیپس، اکسیدآهن و بهاحتمال سلستیت تەنشست یافته است.

ب – دیاژنز آغازین : دراین مرحله سلستیت (بصورت دانه پراکنده)، ژیپس، دولومیت (بصورت دولومیت ریزدانه) و اسپاریت تشکیل شده است.

ج – دیاژنز دفنی : تشکیل سلستیت و اسپاریت بصورت تسلهای سەگانه رشتههای تبلوری دیاژنزی (نسلهای I, II, III) و بافت قطع کننده، تبلور باریت و تشکیل استیلولیت در این مرحله از دیاژنز بوده است (شکل ۵).

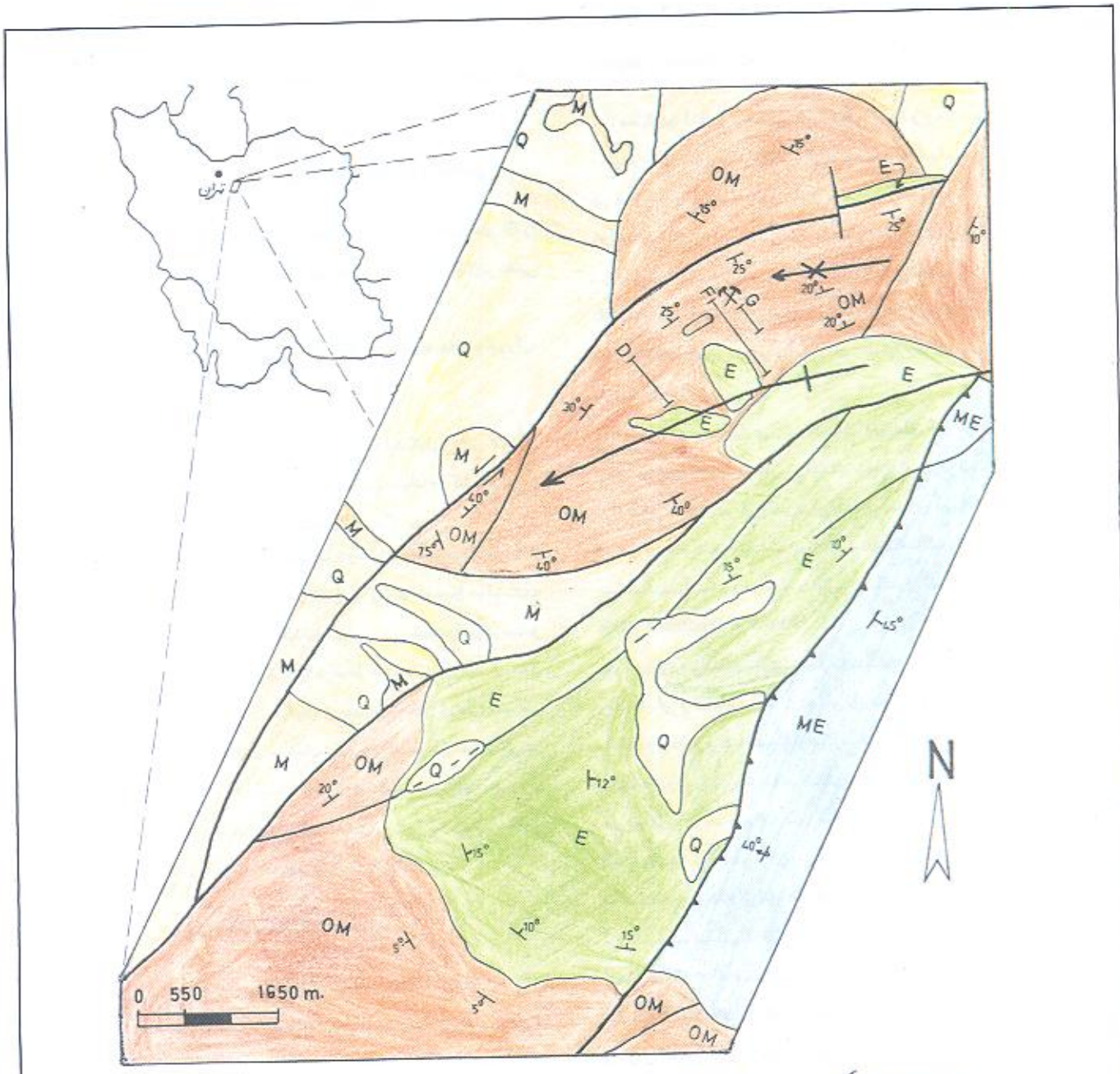
محیط رسوبگذاری

مطالعه آنالیز رخسارهای حاکی از تنوّع محیط رسوبگذاری در رخسارههای افق (I) میباشد ولی وجه تشابه آنها رسوبگذاری در محیط کم عمق است. محیط رسوبگذاری رخساره میکریت – اینترابیومیکریت کولاب، رخساره بیومیکریت سلستیتدار پشت ریف، رخساره میکریت برشی منطقه بین جزر و مدّی (intertidal) تا بالای جزر و مدّی (supratidal)، رخساره بیوپل میکریت بخش کم عمق منطقه زیر جزر و مدّی (subtidal) و رخساره اُلمیکریت– اُلسپاریت محیط کم عمق معادل ریف (نزدیک بار) است.

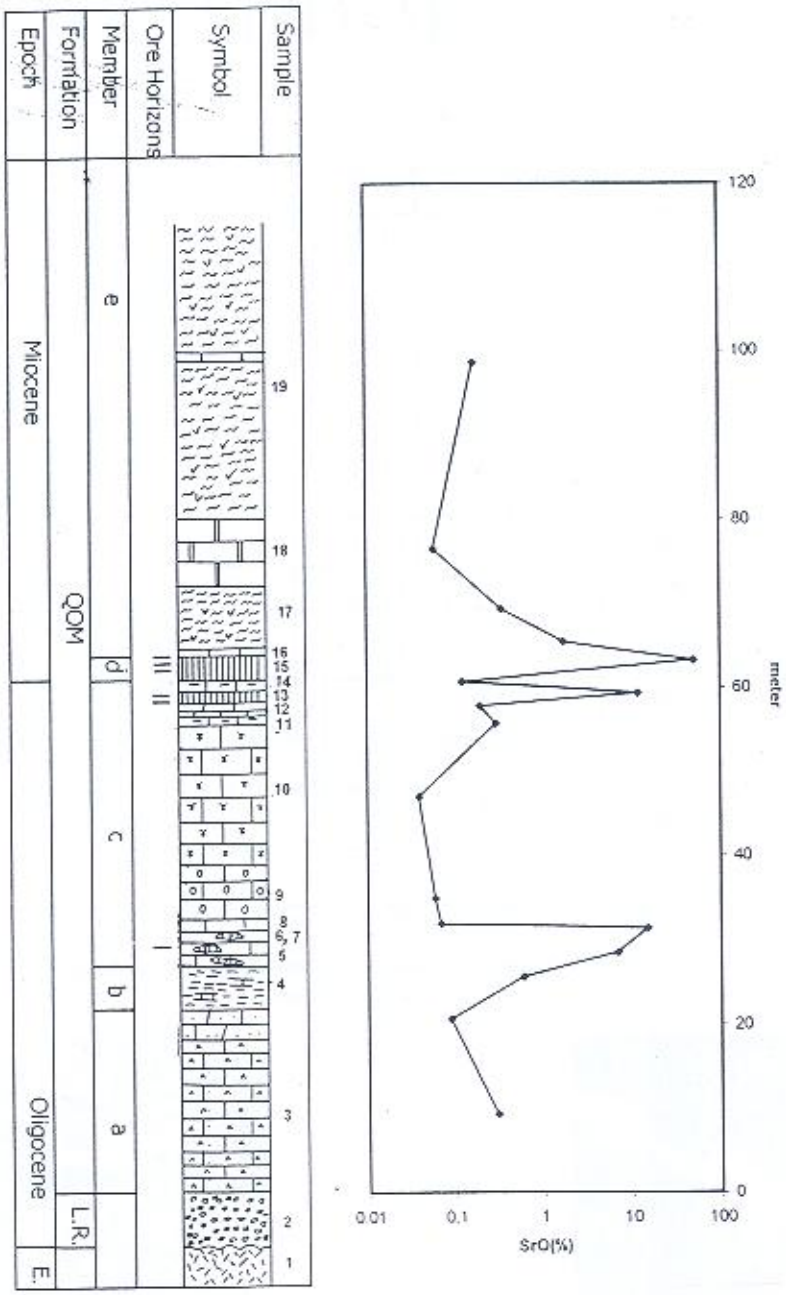
محیط رسوبگذاری رخسارههای افقهای II و III کولاب ساحلی بوده است. در این محیط در اثر نوسانات سطح آب دریا ارتباط کولاب با دریای آزاد قطع شده و در اثر افزایش شدّت شوری آب کولاب گل میکریتی، ژیپس و بهاحتمال سلستیت ته نشست یافته است. تشکیل کانسارهای سلستیت آند نیز در محیط رسوبگذاری کولاب ساحلی بوده است (Ramos & Brodtkorb 1990).

درباره منشاءاسترونسیم باید گفت با توّجه به مطالعات آنالیز رخسارهای و عدم مشاهده توده تفوذی هم‌سن و جوانتر از الیگومیوسن در منطقه و عدم مشاهده آثار دگرسانی و فعالیت آتشفشانی با سنّ الیگومیوسن در منطقه، استرونسیم بهاحتمال بطور مستقیم یا غیرمستقیم از آب دریا یا شورابههای منشاء گرفته از آب دریا تامین شده است. منشاء یاد شده برای بسیاری از کانسارهای سلستیت جهان از جمله کانسارهای حوضه گرانادا اسپانیا (Martin et al 1983)، کانسار Neuquen آرژانتین (Brodtkorb et al 1982)، کانسار Hemmelt آلمان (Muller 1962)، کانسار Salina group (Frazier 1975)، کانسارهای آند (Ramos & Brodtkorb 1990) و کانسارهای قاعده سازند آسماری زاگرس (جمی ۱۳۷۰) گزارش شده است. بررسیهای ایزوتوپی روشنکننده منشاء استرونسیم خواهد بود. در مورد منشاء بنیان سولفات باید گفت که به دلیل تبخیری بودن حوضه، بنیان سولفات به فراوانی در دسترس بوده است، بخشی از سلستیت از واکنش مستقیم یون استرونسیم با بنیان سولفات و بخشی دیگر از واکنش آن با کانی ژیپس تشکیل شده است.

بطور خلاصه؛ مشاهدات صحرایی، مطالعات ژئوشیمیایی و آنالیز رخسارهای حاکی از آن است که کانسار سلستیت تخجیر کوه یک کانسار استراتیفرم رسوبی – دیاژنزی است که در مرحله دیاژنز آغازین تشکیل و تمرکز و غنیسازی آن در دیاژنز دفنی صورت گرفته است.



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی محدوده کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین



شکل ۱- نقشه زمین‌شناسی محدوده کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین

شکل ۲- توزیع اکسید استرونسیم در ستون لیتواستراتیگرافی ممبرهای a-e سازند قم در مقطع F

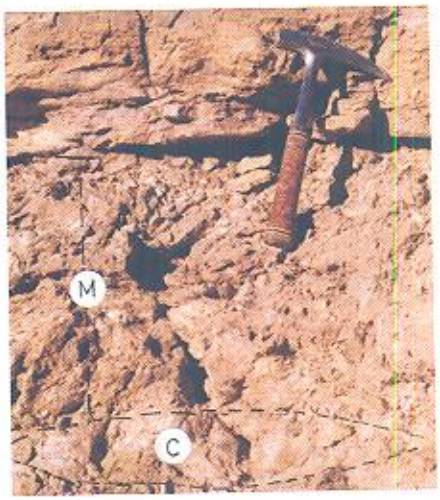
لیتولوژی نمونه‌ها:

۱- توف اسیدی (ائوسن) ۲- کنگلومرا(سازند قرمز تحتانی) ۳- سنگ‌آهک ارگانودتریتیک ۴- سنگ دولومیت آهکی - ماسه‌ای ۵- گلسنگ آهکی سلستیت‌دار ۶- سنگ آهک فسیل‌دار سلستیت‌دار ۷- سنگ‌آهک سلستیت دار ۸- سنگ‌آهک پلت‌دار ۹- سنگ‌آهک اُالیتی ۱۰- سنگ‌آهک جلبکی ۱۱- سنگ‌آهک رس‌دار ۱۲- سنگ دولومیت آهکی ۱۳- سلستیت ۱۴- سنگ‌آهک نازک لایه رس‌دار ۱۵- سلستیت ۱۶- سنگ‌آهک ۱۷- مارن ژیپس دار ۱۸- سنگ‌آهک تخریبی توده‌ای ۱۹- مارن ژیپس‌دار

Probable depositional environment	Symbol	Discription	Thick.(m)	Bed.(cm)			Ore texture & Structure								Oolith & Fossil							Mineral							Ore-Horizon
				1-10	10-100	>100	Stylolite	Diss.	D.C.R.	Massive	Veinlet	Replacement	Banding	O.S.F.	Oolith	Foram.	Alga	Bryozoa	Coral	Ostracoda	Bivalva	Celestite	Gypsum	Barite	Micrite	Sparite	Quartz	Clay mineral	Dolomite	
subtidal		marl	7			x										x		x			x		x		x		x	x		
subtidal - backreef		biomicrite	0.1	x							x	x	x			x	x			x	x	o			x	x				
lagoon		celestite-gypsum	5	x		x	x		x	x				x								*	x	x	x	x		x	x	III
lagoon - intertidal		micrite-dolomicrite	3	x		x		x			x	x		x		x				x		o	x		x			x	x	
lagoon - intertidal		celestiferous micrite	0.5		x					x	x			x								*	x		x					II
lagoon		dolomicrite-micrite	1.8	x		x		x												x		o			x			x	x	
backreef		biomicrite-biosparite	1													x	x	x	x						x					
reef		algal biolithite	15			x									x		x	x	x		x									
near bar		oomicrite-oosparite	7.2					x			x			x	x	x						o			x	x				
lagoon		bio pel micrite	0.1	x				x			x					x				x	x	o			x	x				
intertidal - supratidal		brecciated micrite with lenses of celestite	0.7					x		x												x	x		x	x		x		I
back reef		celestite bearing biomicrite	0.9								x	x		x		x				x	x	x	x		x					
lagoon		micrite-intrabiomicrite	0.2					x			x	x		x		x	x	x			x	o	x		x					
intertidal		calcareous mudstone	4	x																					x		x	x		

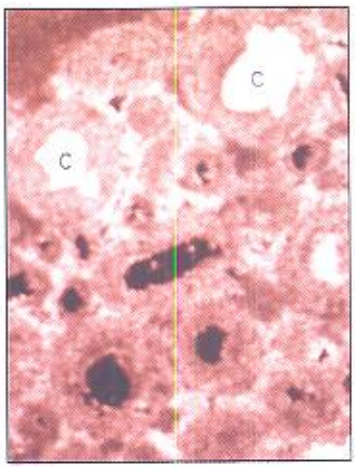
شکل ۳ - آنالیز رخساره‌ای رخساره‌های کانه‌دار کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین (خطوط نقطه چین در ستون Ore-Horizons نشانگر وجود سلستیت به مقدار کم در رخساره‌های مربوطه است).

Bed. = Bedding Diss. = Disseminated Thick. = Thickness Foram. = Foraminifera D.C.R. = Diagenetic Crystallization Rhytmite
O.S.F. = Open Space Filling celestite o = rare x = abundant *=very abundan



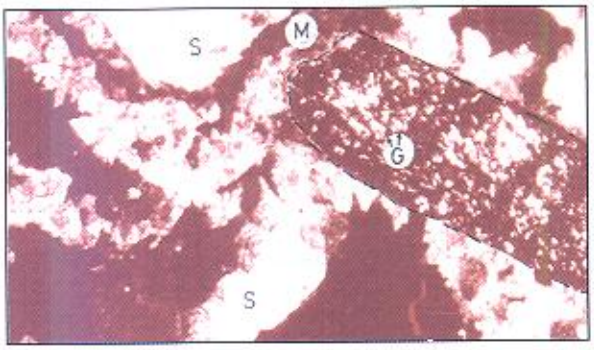
عکس ۱: عدسی سلستیت (C) در قاعده رخساره میکریت برشی شده (M) افق (I) ماده معدنی

عکس ۲: سلستیت دانه پراکنده (C) و پرشدگی فضای بین قطعات برش از اسپاریت (S) در رخساره میکریت برشی شده (بزرگنمایی X 10، نور پلاریزه).



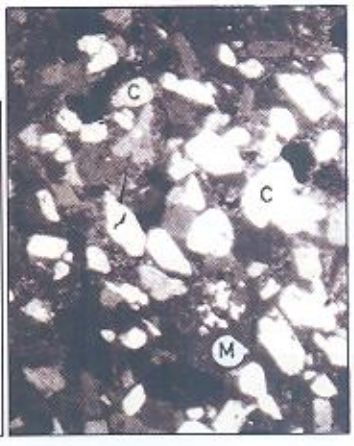
عکس ۳:

عکس ۴:



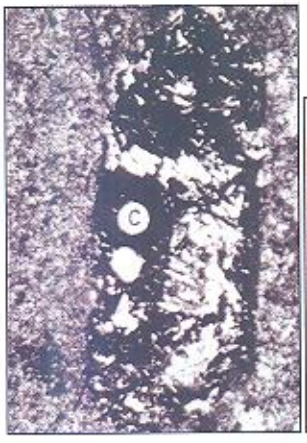
عکس ۵:

عکس ۶:



عکس ۷:

عکس ۸:



عکس ۹:

عکس ۳: پرشدگی هسته حل شده اُئید توسط سلستیت (C) در زیر رخساره اُمیکریت افق (I) ماده معدنی (بزرگنمایی 20X، نورپلاریزه).

عکس ۴: سلستیت بصورت پر کننده قالب صدف‌ها (C) در رخساره بیومیکریت سلستیت‌دار افق (I) مادّه معدنی (بزرگنمایی 10X)

عکس ۵: بافت جانشینی در رخساره میکریت - اینترا بیومیکریت افق (I). در این تصویر بقایای بلورهایی ریز ژیپس (G) در داخل بلور بزرگ تخته‌ای سلستیت دیده می‌شود (بزرگنمایی X 25، نور پلاریزه) S = اسپاریت، M = میکریت.

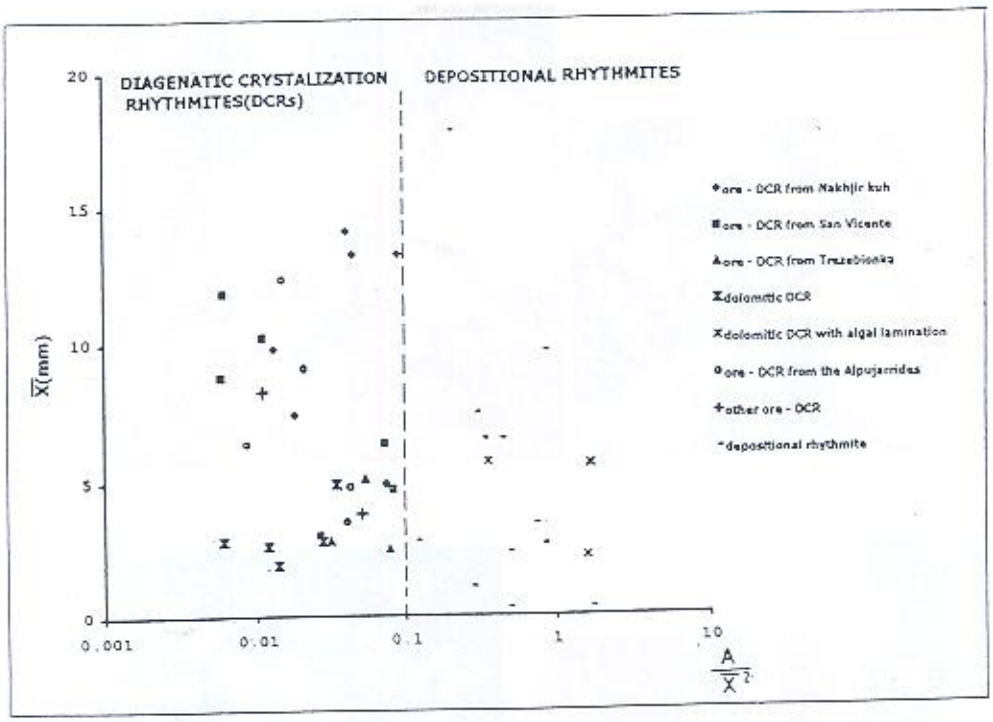
افق (II) ماده معدنی و ژئومتری و ساخت و بافت آن:

عکس ۶: افق (II) ماده معدنی و ژئومتری لایه‌ای آن در منتهی‌الیه خاور معدن (نگاه به خاور)

عکس ۷: بافت دانه پراکنده و پرکننده فضاهای خالی سلستیت (کانیهای سفید) در افق (II) ماده معدنی C = سلستیت، M = میکریت (بزرگنمایی 10X، نورپلاریزه)

عکس ۸: بافت برشی در مقیاس نمونه دستی در افق (II) ماده معدنی. بلورهای سفید، اسپاریت و سلستیت و متن سنگ میکریت است.

عکس ۹ - بافت جانشینی سلستیت در افق (II) ماده معدنی. وجود ادخالهای ژیپس داخل بلور بزرگ تخته‌ای سلستیت شاهدی بر جانشین شدن سلستیت به جای ژیپس می‌باشد زمینه میکرواسپار است (بزرگنمایی X 63، نورپلاریزه).

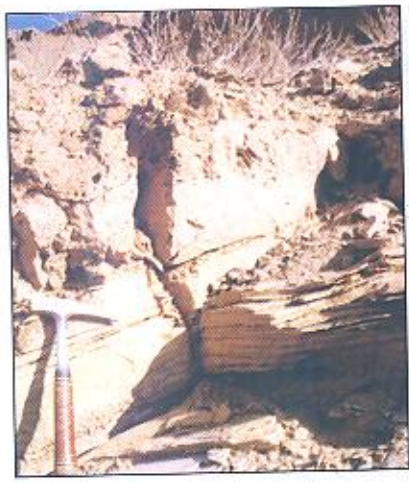


شکل ۴- دیاگرام مشخصه $\frac{A}{\bar{X}^2}$ در برابر میانگین ($\bar{X}$) جهت مشخص نمودن منشاء ریتمیت‌های نمونه‌های سلستیت نخجیر کوه و مقایسه آن با ریتمیت‌های مربوط به کانسارهای ذکر شده در سمت راست نمودار بالا از نواحی مختلف دنیا(نمودار از Fontbote 1981). هر پنج نمونه سلستیت نخجیر کوه در محدوده ریتمیت‌های تبلوری دیاژنزی واقع هستند (کریمی ۱۳۷۶).

عکس ۱۰:

عکس ۱۰ - سلستیت بصورت ساخت جریانی ریز چین کشیده گسلی (drag fault) Microfold) در کمر پائین افق (II) ماده معدنی. با توجه به رفتار شکننده سلستیت وجود این ساخت نشان دهنده جانشین شدن سلستیت به جای ژیپس می‌باشد، زمینه عکس میکریت است (بزرگنمایی 25X نورپلاریزه).

عکس ۱۱:

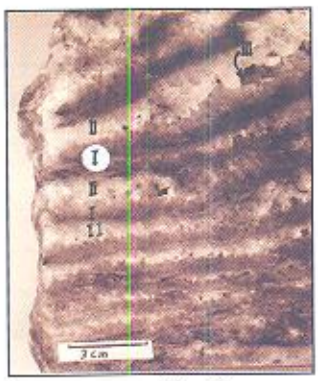


عکس ۱۲:

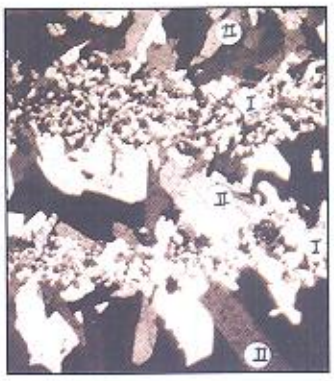
افق (III) ماده معدنی و ژئومتری و ساخت و بافت آن:

عکس ۱۱: نمایی از افق (III) ماده معدنی و ژئومتری لایه‌ای آن ۱- سنگ‌آهک نازک لایه رس‌دار ۲- افق (III) ماده معدنی ۳-سنگ‌آهک مارنی - مارن ۴- سنگ‌آهک توده‌ای

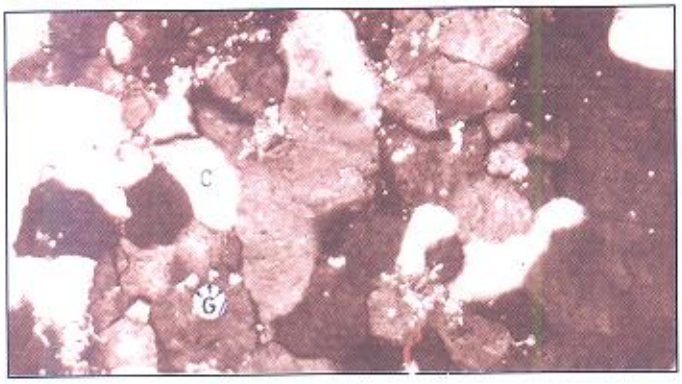
عکس ۱۲: نمایی از ژئومتری لایه‌ای افق (III) ماده معدنی با سنگ‌آهک نازک لایه رس‌دار در کمر پایین آن (نگاه به شمال خاور)



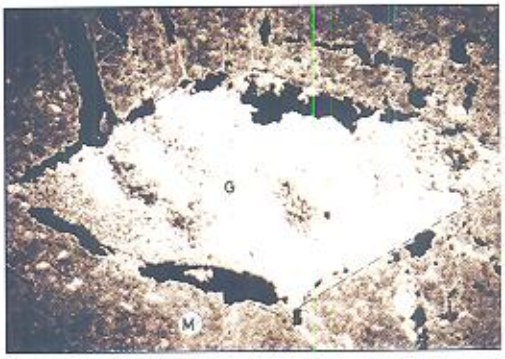
عکس ۱۳:



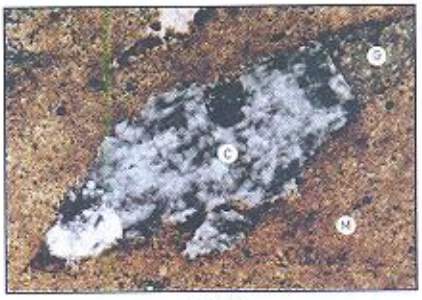
عکس ۱۴:



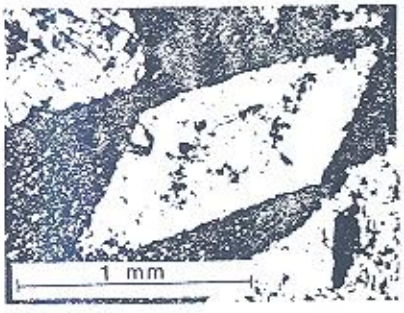
عکس ۱۵:



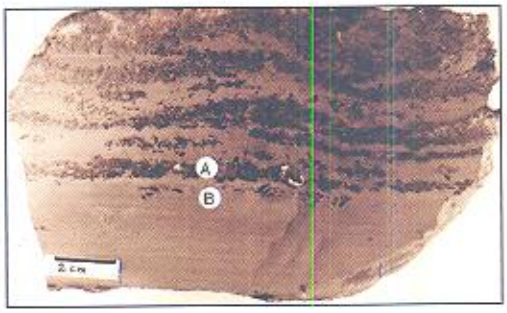
عکس ۱۶:



عکس ۱۷



عکس ۱۸:



عکس ۱۳ - نمونه دستی از بافت ریتمیت تبلوری دیاژنزی در افق (III) ماده معدنی و نسلهای سه گانه آن (I, II, III)

عکس ۱۴ - تصویر میکروسکوپی نسلهای I و II ریتمیت تبلوری دیاژنزی افق (III) ماده معدنی (بزرگنمایی 10X ، نور پلاریزه). نسل I : سلستیت، ژیپس، میکریت، اکسیدآهن
نسل II : سلستیت، ژیپس، اسپاریت، اکسیدآهن

عکس ۱۵: منظره میکروسکوپی از نسل I عکس ۱۴ با بزرگنمایی بیشتر، نسل I شامل بلورهای زنومرف سلستیت (C) با مقادیر زیادی ادخال میکرواسپار و ژیپس (G) است، (بزرگنمایی X 160 نور پلاریزه).

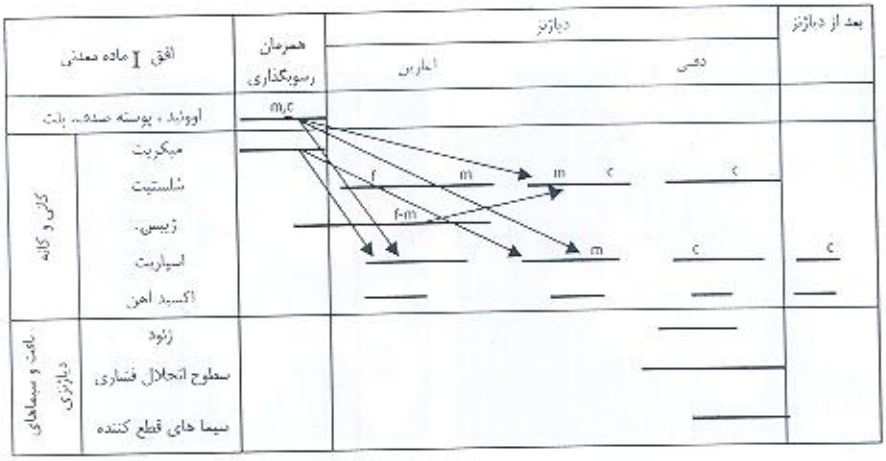
عکس ۱۶: منشور منوکلینیک ژیپس (G) در افق (III) ماده معدنی. انحلال از حاشیه بلور به سمت داخل آغاز شده است. زمینه میکریت (M) (نور پلاریزه، بزرگنمایی X 63).

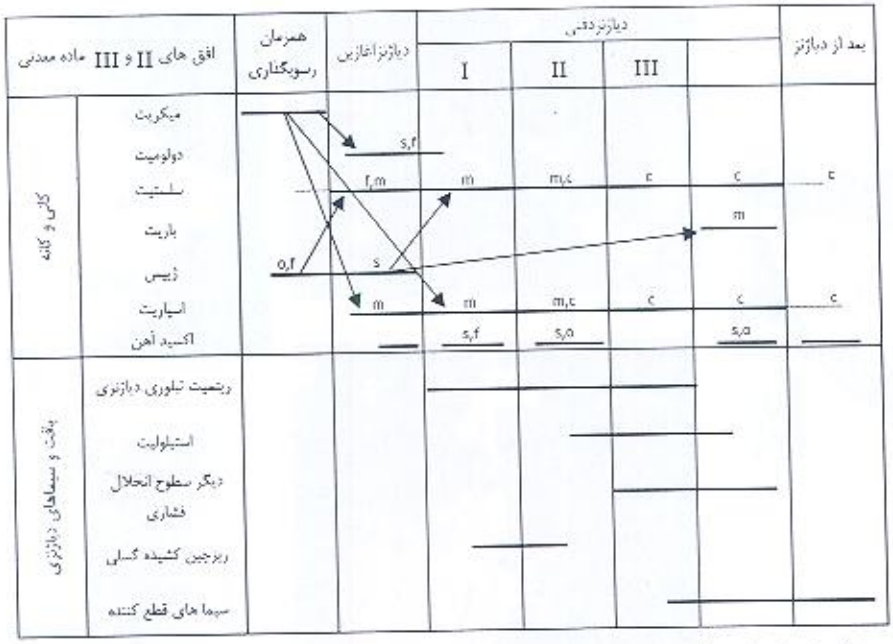
عکس ۱۷: تبلور سلستیت (C) در قالب منوکلینیک بلور ژیپس در قاعده افق (III) ماده معدنی نشان دهنده جانشین شدن سلستیت به جای ژیپس می‌باشد. به بقایای ژیپس (G) در بخش بالایی سمت راست قالب توجه شد (نور پلاریزه، بزرگنمایی X 63).

عکس ۱۸: بلور منشوری سلستیت (مقطعی از بلور منوکلینیک) نزدیک Uppersandusxy (Carlson 1987) (سلستیت جانشین ژیپس شده است) جهت مقایسه با نمونه‌های سلستیت نخجیر کوه (عکس‌های ۱۶ و ۱۷).

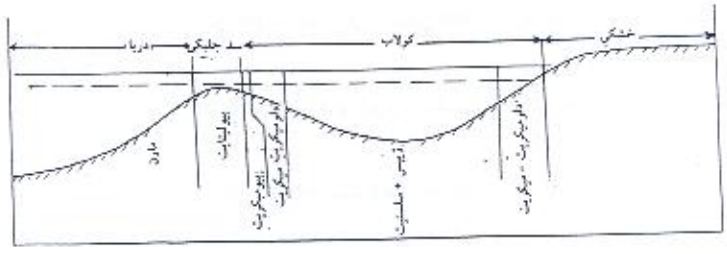
عکس ۱۹- بافت نواری در قاعده افق (III) ماده معدنی A = اسپاریت - سلستیت - ژیپس - میکریت B = میکریت - دولومیت ریزدانه

عکس ۲۰- بافت قطع‌کننده در کمر پایین افق (III) ماده معدنی درزه‌های پرشده توسط سلستیت از بالا و پایین به خود رخساره محدود می‌باشد.
(نور پلاریزه، بزرگنمایی 10x)





شکل ۵ - تحول دیاژنزی کانی ها ، کانه ها ،بافت و سیماهای دیاژنزی رخساره های افق I (نمودار بالا) وافق های II و III (نمودار پایین) ماده معدنی کانسار سلستیت نخجیر کوه ورامین : I ، II ، III نسلهای سه گانه ریتمیت تبلوری دیاژنزی هستند و بردارها جهت جانشینی ها را نشان می دهند.



شکل ۶ - مدل شماتیک محیط رسوبی ته نشست رخساره های میکریت پرسلستیت (افق II) و سلستیت - ژیپس (افق III) کانسار نخجیر کوه ورامین.

کتابنگاری

جمی، مرتضی، ۱۳۷۰– ژئوشیمی و منشاء افق سلستیتدار منطقه بهمئی استان کهکیلوئیه و بویراحمد، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

کریمی، علی، ۱۳۷۶– زمین‌شناسی، ژئوشیمی، آنالیز رخساره و ژنز کانسار سلستیت نخجیر کوه، جنوب شرق ورامین، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

محمدرضایی، حسین، ۱۳۷۴– تحلیل ساختاری شرق کوه طلحه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران.

گرجی زاد، حمید، ۱۳۷۴– مطالعه زمین‌شناسی، کانی‌شناسی، آنالیز رخساره‌ای و ژنز کانسار فلوریین پاچیمیانا، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

مدبّری، سروش، ۱۳۷۴– زمین‌شناسی، آنالیز رخساره‌ای، کانی‌شناسی ژئوشیمی و ژنز کانسار سرب و نقره راونج دلیجان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس تهران.

وحدتی، فرهاد و فرهادیان، محمدباقر، ۱۳۶۶– بررسی موقعیت چینه‌شناسی سولفات استرونسیم در کوه طلحه (چهارگوش کوه گوگرد)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

References

Brodtkorb de, K.(1989). Nonmetaliferous stratabound orefiled, Van Nostrand Reinhold, PP.332.

Brodtkorb de, M.K., Ramos, V., Barbieris, M.,Ametrano, S.(1982). The evaporitic Celestite- Barite deposits of Neuquen, Min.Deposita, 17, 423-436.

Carlson, E.(1987). Celestite replacement of evaporites in the Salina group, J.Sed. Geol. 54(1987), PP.93-112.

Fontbote, L.(1981). Stratabound Zn-Pb-F-Ba deposits in carbonate rocks: New aspects of paleogeographic location faciace factors and diagenatic evalution, Unpub. Ph.D.dissert., Univ. Heidelberg, PP. 193.

Fontbote, L & Gorzawski, H.(1990). Genesis of the Mississipi Vally Type Zn-Pb deposit of San Vicent, Central Peru: Geology and Isotopic (Sr, O, C, S, Pb) evidence, Econ. Geol., Vol. 55. PP. 1402-1437.

Frazier, W.J.(1975). Celestite in Mississippian Pennington Formation. Central Tennessee. Geol., 16:241-248.

Martin, J.,Ortega-Huertas, M., Torres-Ruiz, J.(1983). Genesis and evolution of strontium deposits of the Granada basin (SE Spain): Evidance of diagenatic replacement of a stromatolite belt.J.Sed. Geol., 39(1984)281-298.

Muller, G.(1962). Zur Geochime des strontiums in ozeanen evaporiten unter besonderer Berucksichtigung der sedimentaren Colesitn Lagerstatte von Hemmelt west, Geol. Beiheft, Vol.35, PP.I-90.

Ramos, V.A & Brodtkorb, M.K.(1990). The Barite and Celestite of the Neuquen Retroarc, Central Argentina. In Fontbote, G.C.Amstutz, M.Cardozo, E.Cedillo, J.Frutos, Stratabound ore deposits in the Andes. PP.599-613.

Rastad, E.(1981). Geological Mineralogical and ore facies on the lower Cretaceous Stratabound Zn-pb-(Ba-Cu) deposits of the Irankuh Mountain Range, Esfahan, West Central Iran. Ph..D.thesis, Heidelberg, Germany.

* Geological Survey of Iran, Tehran, Iran

** Department of Geology, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran

* سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

** دانشکده علوم پایه، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران