

رخساره های کانه‌دار، ایزوتوپهای پایدار و خاستگاه کانسار سرب و روی کوه

سورمه در سازند کربناتی دالان، جنوب فیروز آباد، استان فارس

نوشته: محمد پوستی*، دکتر ایرج رساء** و دکتر محمد حسین آدابی**

Facies, Stable Isotopes, and Genesis of Kuh –E-Surmeh Pb-Zn Deposit (Dalan Formation) in the South of Firouzabad, Fars Province

By: M. Poosti*, Dr. I. Rasa**, Dr. M. H. Adabi**

چکیده

کانسار سرب و روی کوه سورمه در ۳۳ کیلومتری جنوب فیروز آباد واقع شده است. سنگ در برگیرنده ماده معدنی، دولومیت‌های بخش پایینی سازند دالان است. ماده معدنی در این دولومیتها در رخساره های خاص کانه‌دار و در ۳ افق مشخص قرار گرفته‌اند. از رخساره‌های منطقه مورد مطالعه می‌توان به رخساره سیلتستونی، ماسه سنگی، کربناتی (شامل بایومیکرایت، اینترا اسپارایت، دولومیکرو اسپارایت، دولو اسپارایت و دولومیکرایت) و رخساره‌های تبخیری (شامل ژپس و انیدریت) اشاره کرد. رخساره دولواسپارایت، رخساره افق کانه‌دار میانی (اصلی) بوده و عناصر روی و سرب، ماده معدنی غالب در این افقهاست. محیط تشکیل رخساره های فوق، عموماً Intertidal تا Supratidal است. کانی‌شناسی کانسار کوه سورمه شامل: اسفالریت، گالن، پیریت، سروزیت، کالکوپیریت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت، گوتیت، مگنیتیت، هیدروکسیدروی، کالکوسیت، سلسیت، لیمونیت، همی مورفیت، آنگلزیت، کولیت، هالوتریکیت، دولومیت، کلسیت، باریت و مقدار کمتری ژپس، کوارتز، فلدسپار، کلریت، آراگونیت و کانیه‌های رسی است. ماده معدنی، به صورت افشان، حفره پرکن و جان‌شینی دیده می‌شود و در مواردی برشهای انحلالی و شکستگیها را پر کرده‌اند. مطالعات ایزوتوپهای پایدار اکسیژن و کربن روی دولومیتها، گویای دگرسانی سنگ میزبان افقهای کانه‌دار توسط سیالهایی با شوری نسبتاً بالا و دمای حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است. بررسیهای انجام شده از جمله مشاهدات صحرایی، شکل ماده معدنی و قرارگیری افقهای کانه‌دار در رخساره های کربناتی، ساخت و بافت ماده معدنی، نوع محیط رسوبی، پاراژنز کانه و مطالعه ایزوتوپهای پایدار و نیز نتایج حاصل از میانبارهای سیال، همگی گویای قرارگیری کانسار مذکور در ردیف کانسارهای دره می‌سی سی پی هستند.

کلید واژه‌ها: رخساره، ایزوتوپهای پایدار، سرب و روی، کوه سورمه

Abstract

Pb-Zn ore deposit in Kuh-e-Surmeh is located at about 33 km, south of Firouzabad. The host rocks of the ore are dolostones of the lower part of Dalan Formation. The ore body in the dolostones occurs in three ore-bearing horizons. The main facies in the area are as follows: siltstone, sandstone, biomicrite, intrasparite, dolomicrosparite, dolosparite, dolomicrite, gypsum and anhydrite. Dolosparite is the main facies in the main ore horizons. Siliciclastic and carbonate facies are deposited in intertidal to supratidal environment. The mineralogy of the deposit consists of sphalerite, galena, pyrite, cerrusite, anglesite, covellite, azurite, hematite, chalcocite, dolomite, calcite, barite, and gypsum. Mineralization occurs as void filling, replacement and dissemination fabrics. In some cases ore deposits fills dissolution breccia and fractures. Stable isotope studies show that dolomite has been altered by fluids with relatively high salinity and temperature of about 100°C. Field observation, texture and structure of ore bodies, type of carbonate facies, paragenetic sequences, fluid inclusions and oxygen and carbon isotopes indicate that Kuh-e-Surmeh Pb-Zn deposits is similar to MVT type deposits.

Keywords: Facies, Stable Isotopes, Pb-Zn, Kuh –E-Surmeh

مقدمه

روی کوه سورمه نیز در سنگ کربناتی با سن پرمین (سازند دالان) قرار دارد. این کانسار و آثار معدنی فوق در ۳۳ کیلومتری جنوب

ذخایر نوع دره می‌سی سی پی با سنگ درونگیر کربناتی در ایران عمده‌تاً متعلق به کرتاسه، تریاس میانی و پرمین می‌باشند. کانسار سرب و

۱۵ متر دارد. ضخامت این سازند در بخش چشمه سورمه، بسیار زیاد است (شکل ۳).

سنگهای سازند دالان به سن پرمین شامل دالان زیرین (بخش کربناتی زیرین)، بخش تبخیری نار و دالان بالایی (بخش کربناتی بالایی) در منطقه مورد مطالعه رخنمون دارند. سنگهای بخش زیرین سازند دالان در تاقدیس کوه سورمه، شامل سنگهای آهکی فسیل‌دار، دولومیت قهوه‌ای ائولیتی و آهکهای دولومیتی است. بخش تبخیری نار شامل تناوبی از لایه‌های ضخیم انیدریت، دولومیت گچ‌دار و دولومیت خاکستری است. مرز این بخش با دالان پایینی، تدریجی است. سنگهای دالان بالایی از آهکهای ائولیتی خاکستری و توده‌ای در زیر و دولومیت آهکی در بالا تشکیل شده است (شکل ۴) [۶]. سازند آهکی کنگان با سن تریاس پیشین نیز با ضخامت حدود ۱۴۰ متر در کوه سورمه قابل مشاهده است. شکل ۵ بخشی از ستون چینه‌شناسی در جنوب زاگرس نشان داده شده است [۷]. در شکل ۶ موقعیت افقهای کانی‌سازی شده در سازند دالان آورده شده است.

روش مطالعه

با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی، مناسب‌ترین محلها برای نمونه برداری از رخنمون سنگ میزبان و سازندهای قدیمی تر انتخاب گردید. در مجموع، هفت محل (نیمرخ) برای بررسی وضعیت سنگ شناسی، شناسایی ریز رخساره‌ها و مطالعات زمین‌شیمیایی تعیین شده سپس نمونه برداری در طول هر نیمرخ، از سنگهای رسوبی با فواصل معین، و نمونه‌هایی از کانسنگ مورد نظر طی چند مرحله به‌دست آمد. از نمونه‌های مناسب، مقاطع نازک تهیه و تعدادی نیز برای تهیه مقاطع صیقلی یا تجزیه دستگاهی انتخاب شد. با استفاده از آلیزارین سرخ، رنگ آمیزی مقاطع صورت گرفته و نمونه‌های کلسیت از دولومیت تشخیص داده شد. تعدادی از نمونه‌ها که کانیهای آنها به علل مختلف قابل تشخیص (در مقاطع نازک و صیقلی) نبودند، با روش پراش پرتو ایکس مطالعه شدند. در بیش از ۲۰۰ نمونه، مقادیر سرب و روی و در برخی از نمونه‌ها مقادیر جیوه، طلا، نقره به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. معمولاً برای مطالعه کربنات‌ها از نسبت‌های ایزوتوپی ^{13}C به ^{12}C و ^{18}O به ^{16}O استفاده می‌شود. نتایج ایزوتوپ اکسیژن و کربن نمونه‌ها معمولاً در مقابل یکدیگر رسم می‌شود، تا بتوان به آسانی ارتباط نمونه‌ها و تغییرات آنها را مشاهده کرد. در این بررسی، ۲۰ نمونه از سنگهای دولومیتی واقع در ۱۰۰ متری از کانسار سرب و روی و نیز از زون کانساری، مورد مطالعه قرار گرفته است. این نمونه‌ها مربوط به اقل صفر تونل شماره ۱ است. پس از تهیه مقاطع نازک از نمونه‌ها، ۱۱ نمونه برای مطالعات زمین‌شیمیایی انتخاب گردید. با استفاده از مته مخصوص دندان پزشکی، پودر دولومیت تهیه و مقداری از پودر آن

فیروزآباد و بین طولهای $26^{\circ} 52'$ تا $29^{\circ} 52'$ خاوری و عرضهای $28^{\circ} 28'$ تا $34^{\circ} 28'$ شمالی رخنمون دارند (شکل ۱). نکیسای (۱۹۷۶) و نبوی (۱۳۶۷) منشأ کانسار را حاصل فرآیندهای همزاد رسوبی می‌دانند [۱] و [۱۰]. آخرین بررسیها در منطقه توسط سلیمانی (۱۳۷۴) انجام گرفته که نتایج به‌دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات نگارنده، بسیار نزدیک بوده و همخوانی فراوانی دارد [۲].

هدف اصلی این مقاله این است که بر اساس شواهد و دلایل جدید، جایگاه کانسار کوه سورمه و نوع آن مورد بازنگری قرار گیرد.

زمین‌شناسی

کانسار کوه سورمه، تنها کانسار سرب و روی شناخته شده فلزی در زون زاگرس چین خورده می‌باشد. این زون دارای ساختارهای زمین‌شناسی ساده، ملایم و شامل مجموعه‌ای از رشته تاقدیسهای نزدیک به هم و فشرده با سطح محوری قائم با روند شمال باختر - جنوب خاور است [۱۱]. قدیمی‌ترین سنگهایی که در منطقه برونزد دارند، مربوط به سری هرمز است که به صورت سه گنبد نمکی در منطقه مشاهده می‌شوند. بزرگ‌ترین آنها، گنبد نمکی جهانی در باختر تاقدیس کوه سورمه است (شکل ۲). نمک، جزء اصلی این واحد است و مقادیر قابل توجهی دولومیت سیاهرنگ و شیل هماتیته شده در این گنبد رخنمون دارد. همچنین قطعاتی از سنگهای بازالتی نیز در گنبد مذکور مشاهده شده است. قویدل سیوکی (۱۹۹۰) در سنگهای بخش بالایی نمکها، اکریتاکهایی را شناسایی و معرفی کرده است که قابل مقایسه با بخش بالایی کامبرین پیشین هندوستان و اسپانیاست و با توجه به شواهد فوق، به نظر می‌رسد سن سازند نمکی هرمز از کامبرین زیرین تا کامبرین میانی باشد [۱۲]. در منطقه مورد مطالعه، سایر سازندهای مربوط به پرکامبرین برونزد ندارند. سنگهای سازند سیاهو شامل یک سری پیوسته از لایه‌های ماسه سنگ، سیلتستون و شیل میکادار همراه با لایه‌های آهکی است و سن اردوویسین پسین (کارادوسین - آشکیلین) را برای این سازند در نظر گرفته‌اند [۳] و [۴]. ردیف رسوبی پالئوزوییک (گروه دهرم) شامل سازندهای فراغون، دالان و کنگان نیز در منطقه مورد بررسی برونزد دارند. سازند فراغون در هسته تاقدیس کوه سورمه برونزد دارد و شامل ماسه‌سنگهای به‌رنگ روشن و کنگلومرای سیلیسی است. (شکل ۳). براساس مطالعات قویدل سیوکی (۱۳۷۷) نام سازند فراغون به بخش پرمین زیرین اطلاق شده و رسوبات دونین مربوط به سازند فراغون با عنوان سازند زکین در حوضه زاگرس معرفی شده است [۵]. در بخش چوبنده از یال شمالی تاقدیس کوه سورمه، این سازند به صورت ماسه سنگ و کنگلومرا با ذرات گرد شده سیلیسی و به‌رنگ سفید مشاهده می‌شود و ضخامت حدود

مقاطع مشاهده می‌شود. این مقاطع نیز تا حدودی به اکسیدهای آهن آغشته شده‌اند. این رخساره نیز با توجه به آثار حیاتی فسیلها و ساختهای رسوبی به محیط توریدیتی عمیق نسبت داده می‌شود (شکل ۷-ب).

رخساره بائومیکرایت: زمینه این رخساره عمدتاً از میکرایت بوده و دانه‌های تشکیل دهنده آن عمدتاً روزن داران می‌باشد. بافت کانی‌سازی شده در این رخساره، به صورت افشان بوده و کربناتهای سرب و روی از نوع سروسیت و اسمیت سونیت مشاهده می‌گردد و رنگ کلی آن در روی زمین خاکستری متمایل به قهوه‌ای است (شکل ۷-ج).

رخساره اینترا اسپرایت: در این رخساره، اینتراکلاستها همراه با پلت و پلوئید در زمینه سیمان اسپاری قرار گرفته و در اطراف پلتها و پلوئیدها سیمان کلسیتی شعاعی مشاهده می‌شود. بعضی از اینتراکلاستها شبیه به گرینستون می‌باشد. رخساره اندکی متخلخل است و نوع تخلخل کانالی می‌باشد (شکل ۷-د).

رخساره دولومیکرو اسپرایت: در این رخساره، اندازه بلورها بین ۱۰ تا ۱۸ میکرون در تغییر بوده و دولومیتها از نوع نیمه شکل دار می‌باشند دولومیتها عموماً حاوی اکسیدهای آهن بوده و تخلخل آنها از نوع تخلخل شکستگی، تخلخل بین بلوری و تخلخل حفره‌ای است. در این رخساره، شبه آلومکهای از اینتراکلاست، پلت و پلوئید وجود دارد. سیمان موجود بین پلتها و پلوئیدها عموماً از دولومیت است (شکل ۶-۵). رنگ این رخساره در روی سطح زمین، به دلیل آغشتگی به اکسیدهای آهن و کربناتهای روی خاکستری مایل به قهوه‌ای است. این افق، به شدت دچار فرسایش شده است. بافت کانی‌سازی به صورت دانه پراکنده فضاهای خالی را پر کرده و یا به صورت جانیشینی در این رخساره دیده می‌شود. افق اول کانه‌دار به ضخامت حدود ۶-۵ متر در این رخساره واقع شده است. پاراژن به صورت Zn - Pb بوده و عیار سرب و روی در مجموع به حدود ۲۵ درصد می‌رسد (عیار روی غالب است).

رخساره دولواسپرایت (دولومیت دانه درشت): این رخساره شامل سنگهای دولومیتی دانه درشت با اندازه بلورهای دولومیت بین ۶۲ تا ۲۵۰ میکرون می‌باشد. دولومیتها موجود، عمدتاً از نوع نیمه شکل دار هستند. البته دولومیتها زمینه از نوع نامسطح است. دانه‌های دولومیت تا حدود ۹۰ درصد سنگ را شامل می‌شوند. در این رخساره، مقداری ژپس (پرکننده حفره‌ها) مشاهده می‌شود. همچنین ۲ تا ۸ درصد قطعاتی شبیه به پلت وجود دارد. در قسمتی از مقاطع، اکسیدهای آهن حاصل از تجزیه کانیهای پیریت مشاهده می‌شود. نوع تخلخل در این رخساره، عموماً از نوع برشی، کانالی و شکستگی است. در این رخساره گاهی ساخت استیلولیتی دیده می‌شود که عموماً با اکسیدهای آهن پر شده است

برای تعیین ایزوتوپ اکسیژن و کربن به کشور استرالیا، مرکز آزمایشگاهی علوم دانشگاه تاسمانیا ارسال شد. برای تعیین ایزوتوپ اکسیژن و کربن از طیف سنخ جرمی 602D استفاده شده است. دقت اندازه گیریهی ایزوتویی $\pm 0.1\%$ بوده است. بخش دیگر از همان پودر دولومیت، برای تعیین مقدار عناصر اصلی و فرعی مورد استفاده قرار گرفت. مقدار Sr با دستگاه جذب اتمی (AAS) و مقادیر عناصر اصلی شامل Mg و Ca و دیگر عناصر فرعی شامل Na, Mn, Fe با دستگاه XRF تعیین شد. نقشه زمین‌شناسی منطقه و نیز کلیه تونلهای موجود تهیه شده و گسلها و درزه‌های موجود در تونلهای و نیز سطح زمین مورد بررسی و شناسایی قرار گرفتند.

سنگ‌نگاری، رخساره‌های کانه‌دار و افقهای معدنی

مطالعات سنگ‌نگاری در محدوده کوه سورمه به شناسایی رخساره‌های آواری، دولومیتی، آهنکی، ژپس و انیدریت منجر شده است. بخش خاوری منطقه مورد مطالعه، ستون کامل تری از ستون سنگ‌چینه‌ای را در محدوده کوه سورمه به نمایش می‌گذارد. رخساره‌های مختلف به سمت قاعده سازند کنگان به ترتیب عبارتند از:

رخساره سیلتستونی - ماسه خیلی ریز: بخش عمده این رخساره شامل قطعات کوارتز آواری و مسکوویت دگرسان شده به سرسیت است. آغشتگی به اکسیدهای آهن در سراسر مقاطع مورد بررسی مشاهده می‌شود. مقدار کوارتز در مقاطع حدود ۳۵ تا ۴۵ درصد و دیگر دانه‌های آواری تشکیل دهنده سنگ مانند فلدسپار و خرده سنگهای کربناتی ۲۰ تا ۲۵ درصد است. اندازه دانه‌ها بسیار ریز و از ۳ تا ۶۰ میکرون در تغییر است. در بعضی مقاطع، لامیناسیون شیلها آشکارا قابل مشاهده است. اکسیدهای آهن اشاره شده، عموماً حاصل تجزیه پیریت است که در لایه‌های دانه‌های کوارتز قرار گرفته‌اند و فضاهای خالی را پر کرده‌اند. در این رخساره‌ها ساختهای چینه‌بندی متقاطع، لامیناسیون و آثار حیاتی فسیلها مشاهده می‌شود. رنگ این رخساره در سطح زمین سبز زیتونی است. با توجه به ویژگیهای شرح داده شده، این رخساره می‌تواند مربوط به محیط توریدیتی عمیق باشد [۱۳] (شکل ۷-الف).

رخساره ماسه‌سنگی: بخش عمده‌ای از این رخساره شامل کوارتزهایی با خاموشی موجی حاوی میانبارهایی از کانیهای مات است. ماسه سنگها از نوع کوارتز آرنایت تا سابلایت آرنایت می‌باشند. مرز بین کوارتزها دندانه‌ای است و با توجه به خاموشی موجی در کوارتزها، نشان دهنده تحت فشار قرار گرفتن این ماسه سنگها در طی فعالیتهای زمین‌ساختی است. مقدار کوارتز بین ۵۵ تا ۸۵ درصد و گاهی تا ۹۲ درصد می‌رسد. دانه‌های مات حدود ۱۰ درصد و دانه‌های کربناتی به مقدار بسیار ناچیز در

کلریت آراگونیت و کانیهای رسی است. در زیر به مراحل کانی‌سازی، کانه‌های اصلی این کانسار پرداخته می‌شود.

اسفالریت: این کانی، اصلی‌ترین کانه در کوه سورمه به‌شمار می‌آید و به‌صورت گره‌هایی نامنظم و نیز به‌صورت لایه‌ای و عدسیه‌ای کم وسعت در متن سنگ قابل ملاحظه است. در موارد زیادی اسفالریت به صورت سیمان ذرات پیریت را به هم وصل کرده است. اسفالریت نسل جدیدتر در بعضی از جاها جانشین گالن نسل قدیمی‌تر شده و نیز گاهی گالن و اسفالریت دارای رشد تداخلی هستند. اسفالریت در مقاطع صیقلی به صورت کم آهن و پر آهن ملاحظه می‌شود که نوع پر آهن آن نشان دهنده تشکیل آن در دمای بالاتر است [۱۴]. کانی‌زایی اسفالریت در دو مرحله صورت گرفته است، مرحله اول بعد از تشکیل پیریت است چون حاوی میانبارهای پیریت می‌باشد. بافت این نسل اسفالریت از نوع پرکننده فضای خالی می‌باشد. مرحله دوم همزمان با کانی‌سازی گالن صورت گرفته است و بافت خطی گالن و اسفالریت مؤید آن است (شکل‌های ۸ الف و ب).

گالن: گالن به صورت افشان، توده‌ای و به صورت رگچه و زمینه بین بلوری و نیز پرکننده فضاهای خالی مشاهده می‌شود. با توجه به مشاهدات میکروسکوپی، گالن دست کم سه مرحله کانی‌سازی را نشان می‌دهد. نوعی از گالن به صورت قطعات ریزدانه بوده و به شکل میانبارهای فراوان در اسفالریت نسل دوم دیده می‌شود. نوع دوم به صورت جبهه‌های پیشرونده گالن در اسفالریت، ناشی از جانشینی این کانی می‌باشند. نوع سوم از گالن در شکستگی‌ها نفوذ کرده و آنها را پر نموده است (شکل‌های ۸ ج-د-ه).

پیریت: از فراوان‌ترین کانیها در کانسار کوه سورمه محسوب می‌شود و تقریباً در تمام مقاطع قابل ملاحظه است. در مرحله اول کانی‌سازی، پیریت به صورت بلورهای افشان، شکل‌دار و ریزدانه است. این پیریتها به‌صورت بلورهای بزرگ و شکل‌دار و نیمه شکل‌دار قابل مشاهده هستند که دارای شکستگیهای زیاد بافت برشی می‌باشند. این شکستگیها با گالن و اسفالریت پر شده‌اند. در مرحله دوم تشکیل پیریت، پیرویت و اشکال سوزنی پیریت در زمینه‌ای از اسفالریت و گالن مشاهده می‌شوند. در مرحله سوم کانی‌سازی پیریت، به دلیل خوردگی و هضم قطعات گالن و اسفالریت، کانی‌سازی آن ادامه داشته است (شکل‌های ۸، و، ز، ح) و گاهی نیز پیریت به اکسیدهای آهن تجزیه و توسط گالن احاطه شده‌اند (شکل ۸-ی).

دولومیت: دولومیت در سه فاز مختلف تشکیل شده است: دولومیت نوع اول به صورت سیمان ذرات کانیهای فلزی را در زون میلونیتی و خرد شده به هم متصل می‌کند. نوع بافت کانسار در این نوع دولومیتها تغییر

(شکل ۷-و). بافت کانسار معمولاً به‌صورت بافت برشی، پرکننده فضاهای خالی و نیز جانشینی (در چوبنده باختری) دیده می‌شود. این رخساره میزبان افقهای اصلی و مهم کانه‌سازی در این منطقه است. ضخامت افق دوم حدود ۴ متر و ضخامت افق سوم حدود ۷ متر است. مجموع عیار سرب و روی افقهای مذکور به ۴۰ درصد می‌رسد. در افق کانی‌سازی شده دوم، مقدار روی بیشتر از سرب است و در افق کانی‌سازی شده سوم بر عکس میزان Cd و Co در این افقها بالاست.

رخساره دولومیکرواسپارایت تا دولواسپارایت: اندازه بلورهای دولومیت از حدود ۵۰ تا ۲۰۰ میکرون در تغییر بوده و عموماً می‌توان نسلهای مختلف دولومیت را در این رخساره مشاهده کرد. عموماً دولومیتها شکل دار بوده و فضاهای باز و خالی را پر کرده‌اند. در این رخساره گاهی بافت وصله‌ای دیده می‌شود. تخلخل این سنگها، عموماً از نوع حفره‌ای و بین دانه‌ای و به مقدار خیلی کم از نوع کانالی است، میزان تخلخل عموماً بین ۱۰ تا ۳۰ درصد تغییر می‌کند (شکل ۷-ز). افق کانی‌سازی چهارم به ضخامت حدود ۲ متر در این رخساره قرار دارد. عیار سرب و روی این رخساره به‌طور متوسط به ۲۰ درصد می‌رسد و مقدار روی آن به‌طور میانگین ۳ درصد است. بافت کانسار به صورت پرکننده فضای خالی و کمتر به صورت جانشینی است.

رخساره دولومیکریت: دانه‌های تشکیل دهنده این رخساره، از دولومیت‌های دانه ریز و در حد میکرایت است (شکل ۷-ط). در این رخساره شبه آلوکم مشاهده می‌شود که احتمالاً از نوع پلت هستند و درصد تخلخل در این رخساره بسیار پائین است. در این رخساره کانی‌سازی اقتصادی مشاهده نمی‌شود. محیط تشکیل این رخساره عموماً بین کشندی تا فراکشندی است.

رخساره‌های ژئیس و انیدریت: بخش میانی و بالایی سازند دالان از رسوبات تجزیری و از جمله سولفات کلسیم با رنگ سفید تشکیل شده است. حفره‌های ناشی از انحلال در این رخساره مشاهده می‌گردد. این رخساره مربوط به محیط فراکشندی و یا سبخا است [۱۳].

کانی‌شناسی و مطالعه مقاطع صیقلی

بر اساس مطالعات آزمایشگاهی، مقاطع صیقلی و مقاطع نازک و نیز انجام تجزیه‌های شیمیایی و کانی‌شناسی، اسفالریت، گالن و پیریت کانیهای اصلی این کانسار بوده و کانیهای فرعی شامل سروسیت، کلکوپیریت، مالاکیت، آزوریت، مارکاسیت، هماتیت، گوتیت، مگنیتیت، هیدروکسید روی، کلکوسیت، سلسیت، لیمونیت، همی‌مورفیت، آنگلزیت، کولیت و هالوتریک است. همچنین کانیهای باطله عمدتاً دولومیت، کلسیت، باریت و به مقدار کمتری ژئیس کوارتز، فلدسپار،

$T(^{\circ}C) = 16.4 - 4.3 ([\delta^{18}O_{dol} - 3.8] - \delta_{water}) + 0.14 ([\delta^{18}O_{dol} - 3.8] - \delta_{water})^2$
در این معادله، ایزوتوپ اکسیژن سنگ دولومیت با علامت $\delta^{18}O_{dol}$ ، ایزوتوپ سیالها با δ_w نشان داده شده‌اند. در معادله بالا به جای δ_{water} ، ایزوتوپ اکسیژن آب مربوط به دریای پرمین، معادل $2/8\%$ قرار داده می‌شود [۱۸].

براین اساس دمای تخمین زده شده معادل ۹۶ درجه سانتی‌گراد است. بر مبنای انجام آزمایشات سیالات درگیر بر روی ۳۰ نمونه از باریتهای این کانسار حداقل دو نسل محلول با دمای میانگین ۹۵ درجه سانتی‌گراد و دیگری با دمای میانگین ۳۷۶ درجه سانتی‌گراد پیشنهاد شده است [۸].

عناصر اصلی و فرعی: مطالعه عناصر اصلی و فرعی در سنگهای کربناتی می‌تواند راهنمایی برای شناسایی فرایندهای دیاژنتیکی حاکم بر محیط باشد. رسم تغییرات منگنز در برابر کلسیم نشان دهنده رابطه منفی یا معکوس بین Ca, Mn است. به گونه‌ای که با کاهش مقدار کلسیم، مقدار منگنز افزایش می‌یابد. چنین تغییری به دلیل دگرسانی دیاژنتیکی و جانشینی منگنز به جای کلسیم است (شکل ۱۲). برخی از پژوهشگران بر این باورند که مقدار استرونیسیم با افزایش دما افزایش می‌یابد [۱۹]. به دلیل پایین بودن دما در این کانسار، مقدار استرونیسیم در دولومیتها بیشتر از کلسیت نیست.

مقدار سدیم در دولومیتها با افزایش درجه شوری آب افزایش می‌یابد. لذا در بسیاری از نوشتارها از عنصر سدیم به عنوان عامل تعیین کننده دیرینه شوری محیط یاد شده است. مقدار میانگین سدیم در دولومیتهای منطقه مورد مطالعه ۱۲۵۰ ppm است و مقدار سدیم در آهکهای منطقه مورد مطالعه ۱۰۰۰ ppm است. با توجه به زیاد بودن مقدار سدیم در دولومیتهای منطقه، این افزایش می‌تواند نتیجه دگرسانی دولومیتها در اثر سیالهای دیاژنتیک با درجه شوری بالا باشد. با توجه به حضور گنبدیهای نمکی در جوار تاقدیس و تاثیر آن در راندن سیالهای گرمایی به طرف تاقدیس و نقش آن در شوری سیالها مذکور این نتیجه دور از انتظار نیست. باور بر این است که نقش شورابها در تشکیل کانسارهای فلزی مهم است [۲۶].

زمین‌ساخت

در تاقدیس کوه سورمه عمدتاً دو سیستم گسل ملاحظه می‌شود:
گسلهای موازی محور تاقدیس: این گسلها بسیار عمیق بوده و تا مرز بالایی سری هرمز امتداد دارند و روند آنها باختر، شمال باختر - خاور، جنوب خاور می‌باشد. این گسلها در اثر کمبود فضای لازم برای

می‌کند (حالت جانشینی). دولومیت نوع دوم، دانه درشت بوده و عموماً کانیهای سولفیدی به صورت پراکنده تخلخل و حفره‌ها آن را پر کرده‌اند. این نوع دولومیتها عموماً نیمه شکل‌دار هستند (شکل‌های ۸ ط، ۵). دولومیت نوع سوم با بافت زون بندی در شکستگی دولومیتهای ریزدانه قرار گرفته‌اند.

توالی تبلور کانه‌ها و کانیها

با توجه به حضور کانیهای معرف دمای پایین و نیز کانیهای معرف دمای بالا در کانسار، می‌توان گفت که کانی سازی دست کم در دو مرحله گرمایی صورت گرفته است. توالی تبلور پاراژنتیک کانه‌ها و کانیها در افقهای کانه‌دار منطقه کوه سورمه در شکل ۹ نشان داده شده است.

ایزوتوپ اکسیژن و کربن و تغییرات عناصر اصلی و فرعی

در این مطالعه از ایزوتوپهای پایدار اکسیژن و کربن برای بررسی تغییرات تدریجی، درصد دگرسانی و تعیین دمای تشکیل کربناتها استفاده شده است [۸].

ایزوتوپ اکسیژن در دولومیتهای منطقه بین $0/96\%$ تا $2/91\%$ PDB (میانگین $1/93\%$) و ایزوتوپ کربن بین $5/3\%$ تا $6/44\%$ PDB (میانگین $6/01\%$) در تغییر است. کاهش ایزوتوپهای پایدار گویای از این است که ایزوتوپها در محدوده دمای پایین تا متوسط تشکیل شده‌اند. کاهش تدریجی ایزوتوپ اکسیژن و کربن (به ویژه ایزوتوپ کربن) در دولومیتهای ناحیه مشاهده می‌شود (شکل ۱۰). این کاهش تدریجی ایزوتوپها نیز به دلیل افزایش تدریجی دمای حاصل از محلولهای گرمایی است که پس از تماس با سنگهای دولومیتی میزبان موجب سبک تر شدن ایزوتوپهای آن می‌شوند. همچنین با دور شدن از کانسار، مقدار ایزوتوپ اکسیژن و کربن افزایش می‌یابد.

درصد دگرسانی ایزوتوپ اکسیژن و کربن در نمونه‌های نزدیک به کانسار، کمی بیشتر از دولومیتهایی است که در فاصله دورتری از کانسار قرار دارند. درصد دگرسانی ایزوتوپ اکسیژن در سنگهای مورد مطالعه بین $6/52\%$ تا $85/18\%$ و درصد دگرسانی ایزوتوپ کربن بین $12/4\%$ تا 99% درصد در تغییر است. یک روند کاهش دگرسانی از سمت کانسار به خارج از آن قابل مشاهده است (شکل ۱۱).

یکی از کاربردهای ایزوتوپ اکسیژن در کربناتها، استفاده از آن به عنوان دماسنج است [۱۶]. این مسئله در دولومیتها نیز صادق است و محاسبه دمای تشکیل، یکی از مهم‌ترین مباحث در مطالعه دولومیتهاست. در این مطالعه، برای تعیین دمای تشکیل دولومیتها از معادله Land (1985) [۱۷] استفاده شده است:

قدیمی‌تر از سنگ میزبان قرار گرفته‌اند، می‌توانند به عنوان یکی از منابع تأمین کننده فلز سیالات کانسار ساز در این منطقه باشند. به دلیل تشابه شعاع یونی Pb^{2+} با K^+ ، فلدسپارهای پتاسیم موجود در ماسه سنگها نیز می‌توانند منشأیی برای کانی سازی سرب در نظر گرفته شوند. در اثر عملکرد فاز کوهزایی هرسینین آثار عملکرد گسلهای مربوط به پرکامبرین ملاحظه می‌شود (شکل ۱۴).

مرحله دوم: سازند فراغون که شامل ماسه سنگ و کنگلومرا و عمدتاً حاوی قطعات سیلیسی است، در مراحل پایانی در قاعدهٔ پرمین تشکیل شده است (شکل ۱۴).

مرحله سوم: در ادامهٔ پیشروی آب دریا و عمیق‌تر شدن حوضهٔ رسوبی، رسوبات آهکی سازند دالان (بخش زیرین) تشکیل شده است. همراه با ته نشین شدن رسوبات آهکی کاتیونهای همچون Au, Ag, Cu, Ba و... نیز ته نشین شده‌اند.

سیلیس در مرحلهٔ رسوبگذاری و به صورت آواری به حوضهٔ رسوبی حمل و در سنگ میزبان ته نشین شده است. بخش دیگری از سیلیس موجود در سنگ میزبان، احتمالاً همراه با محلولهای گرمابی در سنگ میزبان نهشته شده است.

مرحله چهارم: با پسروی آب دریا و خشکی زایی، بخش تبخیری نار (شامل رسوبات آهکی و گچی) تشکیل شده است (شکل ۱۴). گوگرد کاهیده شده برای ته نشینی کانسار کوه سورمه، از مواد تبخیری این عضو از سازند دالان و نیز شیلهای کربن دار و لایه‌های پیریتی در رسوبات شیلی اردوویسین تأمین شده است [۲۲] و لذا قسمتی از گوگرد مورد نیاز برای ته نشینی سولفیدهای فلزی را تأمین کرده است. همچنین لایه‌های تبخیری در سنگ میزبان نیز می‌تواند به عنوان منشاء دیگری برای گوگرد در نظر گرفته شود. افزون بر این، در نفت و مواد هیدروکربنی نیز مقدار قابل توجهی گوگرد وجود دارد که می‌توانسته قسمتی از گوگرد مورد نیاز را تأمین نماید.

مرحله پنجم: از زمان پرمین میانی، دریا بار دیگر پیشروی کرده و سنگهای آهکی مربوط به بخش بالایی سازند دالان نهشته شده‌اند. در ادامه، سازندهای دیگر شامل کنگان در زمانهای بعدی نهشته شده‌اند. نگاهی به شکل ۱۴ نشان می‌دهد که در این مرحله نیز Zn, Pb و... در اثر حرکات زمین ساختی رسوبات آهکی بخش بالایی سازند دالان ته نشین شده‌اند، چراکه مقدار آنها از حد زمینه در آهکهای مشابه بیشتر بوده اما اقتصادی نمی‌باشد.

مرحله ششم: در اثر فاز کوهزایی آلپی، رسوبات مربوط به دریای تیس زآگرس چین خورده و تاقدیسه‌ها و ناودیسهای تقریباً متقارن ایجاد کرده است و باعث ایجاد گسلهای کششی و برشی در تاقدیس شده است. از

چین خوردگی ایجاد شده و سبب تشکیل ضخامت قابل توجهی برش در هسته تاقدیس شده‌اند. طول گسلهای مذکور زیاد است. در این گسلها و یا گسلهای فرعی منشعب شده از آنها، کانه زایی صورت گرفته است.

گسلهای عمود بر محور تاقدیس: این گسلها برشی بوده و به صورت راستگرد و چپگرد عمل کرده‌اند و عموماً نرمال هستند. عملکرد این گسلها بسیار قوی است به گونه‌ای که اثرات آنها در بخش تبخیری سازند دالان نیز قابل پیگیری است. در این گسلها کانه‌زایی مشاهده نمی‌شود. گسلهای عرضی باعث تحلیل رفتن و ناپدید شدن تدریجی کانسار شده‌اند.

همچنین دو سیستم درزه در سنگ میزبان مشاهده می‌شود:

۱- سیستم درزه‌های شمالی - جنوبی با شیب نزدیک به قائم: سیستم درزه اصلی و غالب است. در این درزه‌ها آثار کانی سازی مشاهده می‌شود.

۲- سیستم درزه‌های با روند خاوری - باختری و شیب تقریباً افقی:

برای به دست آوردن نیروی وارد بر این ناحیه، همهٔ گسلها و درزه‌های چند تونل موجود در منطقه برداشت شده و بر اساس آنها نمودار گل سرخی مربوط رسم گردید (شکل ۱۳).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود، دو جهت عمده تنش در منطقه اعمال شده است، تنش عمود بر محور تاقدیس که همان جهت نیروهای مربوط به کوهزایی آلپی است و دیگری جهت جنوب باختر - شمال خاور می‌باشد. با توجه به نفوذ گنبد نمکی به طرف جنوب، تاقدیس کوه سورمه، توسط گسلهای نرمال بسیاری شکسته شده و یک افت ناحیه‌ای را به نمایش می‌گذارد. نقش این گسلها در کانی سازی بخش چوبنده از تاقدیس کوه سورمه نسبت به سایر بخشها، حائز اهمیت است.

تکامل حوضهٔ رسوبی و مراحل کانی سازی در کوه سورمه

به طور کلی در تکامل این حوضه رسوبی و کانی سازی در کوه سورمه مراحل زیر را می‌توان در نظر گرفت:

مرحله اول: پس از ته نشینی رسوبات پرکامبرین و تشکیل سری هرمز، رسوبات مربوط به دورهٔ اردوویسین که تناوبی از شیل و ماسه سنگ است، به صورت دگر شیب بر روی سازندهای مربوط به سری هرمز قرار می‌گیرد. همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، عناصر Zn, Pb, Cu, Ba و... در شیلهای مورد مطالعه بیشتر از حد زمینه در شیلهاست [۱۹]. عناصر فلزی به صورت جذب سطحی و یا جذب مولکولی در حوضه رسوبی ته نشین شده‌اند و یا به صورت یونها و کمپلکسهای محلول به حوضهٔ رسوبی وارد شده و همراه با این رسوبات ته نشین شده و باعث شده‌اند تا مقدار سرب و روی در این رسوبات بیشتر از حد زمینه در رسوبات مشابه باشد. بنابراین شیلها و ماسه سنگهایی که در بخشهای

گرمای لازم برخوردار شده و در اثر فشرده شدن و فشار ناشی از لایه‌های بالای آنها، فلزهای موجود در مسیر حرکت خود را، شسته و با توجه به بالابودن میزان عناصر Zn, Pb... در زمینه این رسوبات قدیمی‌تر، سیالهای مذکور نیز از عناصر Pb و Zn غنی شده و به عنوان یک سیال کانه ساز عمل کرده‌اند [۱۹]. حرکت محلول کانه ساز از راه گسل بسیار عمیق و موازی محور تاقدیس با روند N120 و شیب تقریبی قائم و نیز دیگر شاخه‌های فرعی این گسل، صورت گرفته و لذا این گسل محل مناسبی برای حرکت محلولهای کانه‌ساز بوده است.

نتیجه‌گیری

سنگ در برگیرنده ماده معدنی، دولومیت‌های بخش پایینی سازند دالان است. ماده معدنی در این دولومیتها در رخساره‌های خاص کانه‌دار قرار گرفته اند. کانیهای غالب در کانسار کوه سورمه، اسفالریت، گالن و پیریت بوده و ماده معدنی به صورت افشان، حفره پر کن و جانشینی دیده می شود. مطالعه ایزوتوپیهای پایدار اکسیژن و کربن در دولومیتها و نیز کانه‌ها، گویای دگرسانی سنگ میزان افقهای کانه‌دار توسط سیالات با شوری نسبتا بالا و با میانگین دمای حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است.

با توجه به شواهد صحرایی، رخساره های خاص، ساخت، بافت و شکل توده معدنی، قرارگیری افقهای کانه‌دار در رخساره‌های ویژه، گسترش ناحیه‌ای افقهای کانه‌دار و محصور بودن بین لایه‌ها و نتایج حاصل از مطالعه سنگ درونگیر ماده معدنی، کانسار سرب و روی کوه سورمه در ردیف کانسارهای نوع دره می سی سی پی قرار می‌گیرد [۲۰] [۲۱].

گسلهای عمده، گسل عمیق با شیب 75N است که سازند دالان را در نزدیکی هسته با شیب مذکور قطع می‌کند. گسلهای فرعی دیگر به تبع از این گسل نیز موازی با محور در تاقدیس ایجاد شده‌اند. در ضمن در این زمان، در اثر ایجاد گسلهای عمیق و طویل مانند گسل منقارک، حرکت گنبد به سمت بالا شروع شده است.

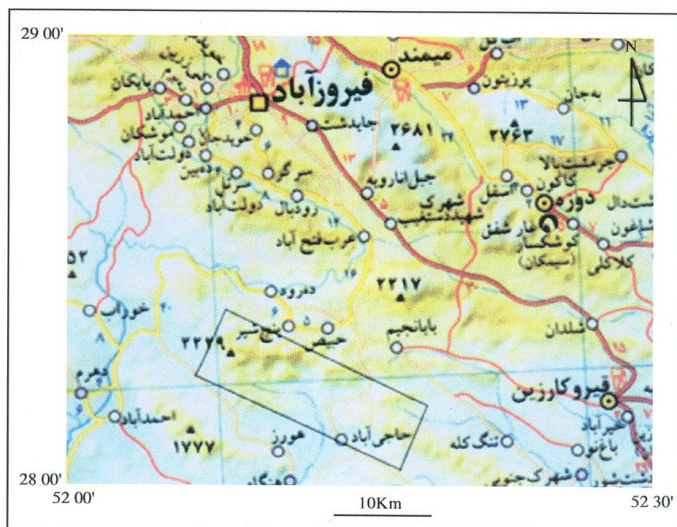
مرحله هفتم: در اثر حرکات زمین‌ساختی هسته تاقدیس کوه سورمه دچار گسیختگی شده و فرسایش بخش عمده‌ای از هسته را از بین برده است. با پیشرفت دیابریسم و حرکت گنبد‌های نمکی به سمت بالا، به‌ویژه گنبد نمکی جهانی، آبهای شور (حاوی عناصر Zn, Pb, Cd, Ag) را به سمت اطراف رانده و در نتیجه در سنگهای کربناتی بخش دالان (قسمتهای از سنگ که دارای شرایط مساعد بوده)، سیال کانه ساز نفوذ کرده و کانسار کوه سورمه در چهار افق سنگهای کربناتی بخش دالان تشکیل گردیده است. ادامه فعالیت‌های زمین‌ساختی (دوره دوم) باعث تشدید وقایع شده است. یعنی هم شکافهای حاصل بازتر شده و هم عمق عملکرد گسلها بیشتر گردیده است. بنابراین محلولهای موجود در اعماق بیشتر که دمای زیادتری هم داشته‌اند، دوباره در مسیرهای قبلی به جریان افتاده‌اند.

مشاهدات میکروسکوپی و ماکروسکوپی نیز نشان می‌دهد که کانه‌زایی دست کم در دو دوره زمانی اتفاق افتاده است. منشأ محلولهای کانی ساز در این کانسار، آبهای بین‌سازندی است، به عبارت دیگر، آبهای بین حفره‌ای ناشی از وزن لایه‌های بالایی در رسوبات قدیمی‌تر مانند رسوبات اردوویسین و فراغون، به دلیل قرار گرفتن در اعماق زیاد، از

جدول ۱- مقایسه بین مقادیر بعضی از عناصر در سنگهای کربناتی

و شیل (گیلبرت، ۱۹۸۶)

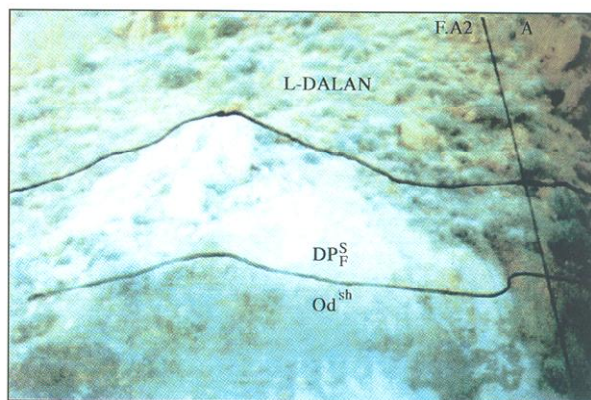
شیل (کوه سورمه) (ppm)	شیل (کوه سورمه) (ppm)	شیل (زمینه) (ppm)	سنگهای کربناتی (کوه سورمه) (ppm)	سنگهای کربناتی (زمینه) (ppm)	عنصر
۱۰۰	۱۲۲۰	۹۵	۲۰	۲۰	Zn
۳۵	۲۹۶	۲۰	۹	۹	Pb
۲۰	-	۵۸۰	۱۰	۱۰	Ba
-	-	۷۴۰	۳۲۰	۳۲۰	F
-	-	۴۵	۴	۴	Cu



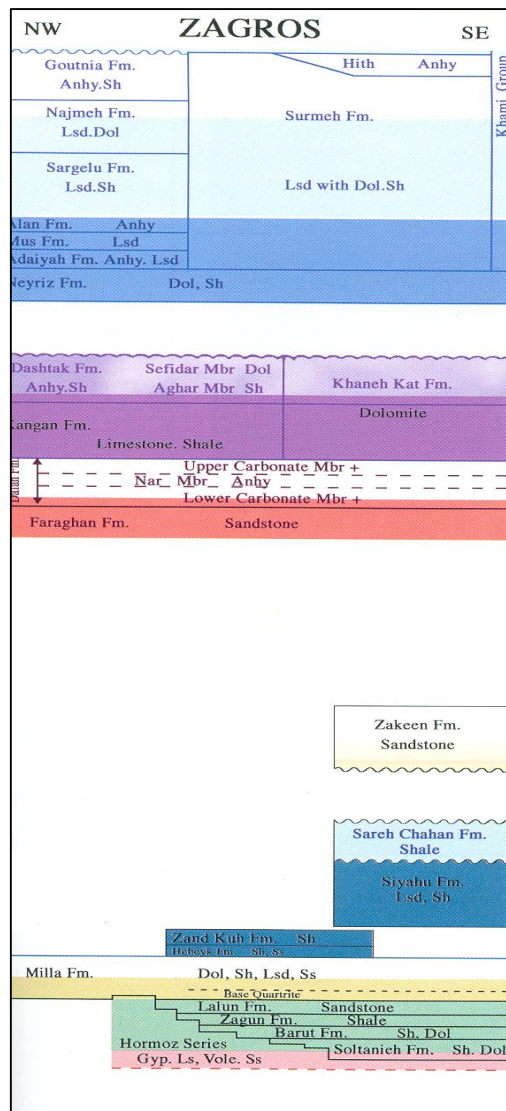
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه معدنی کوه سورمه



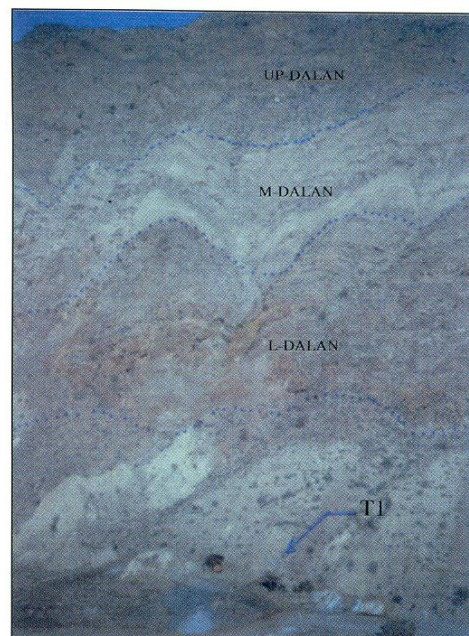
شکل ۲- گنبد نمکی جهانی مجاور تاقدیس کوه سورمه و محل برونزد سنگهای سری هرمز



شکل ۳- همبری شیلهای اردوویسین (سازند سیاہو) Od^{sh} با ماسه سنگ و کنگلومرای سازند فراغون DP_F^S و سازند دالان پایینی L-DALAN در بخش چوبنده از تاقدیس کوه سورمه (دید به سمت شمال)

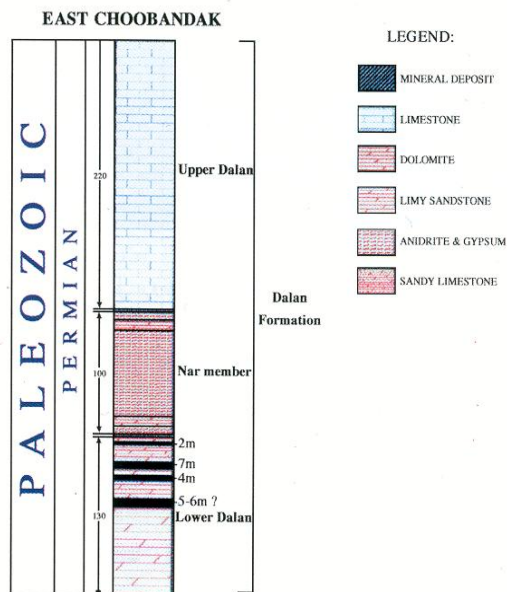


شکل ۵- بخشی از ستون چینه‌شناسی در جنوب زاگرس (اقتباس از ستون چینه‌شناسی، انتشارات انجمن زمین‌شناسی ایران).

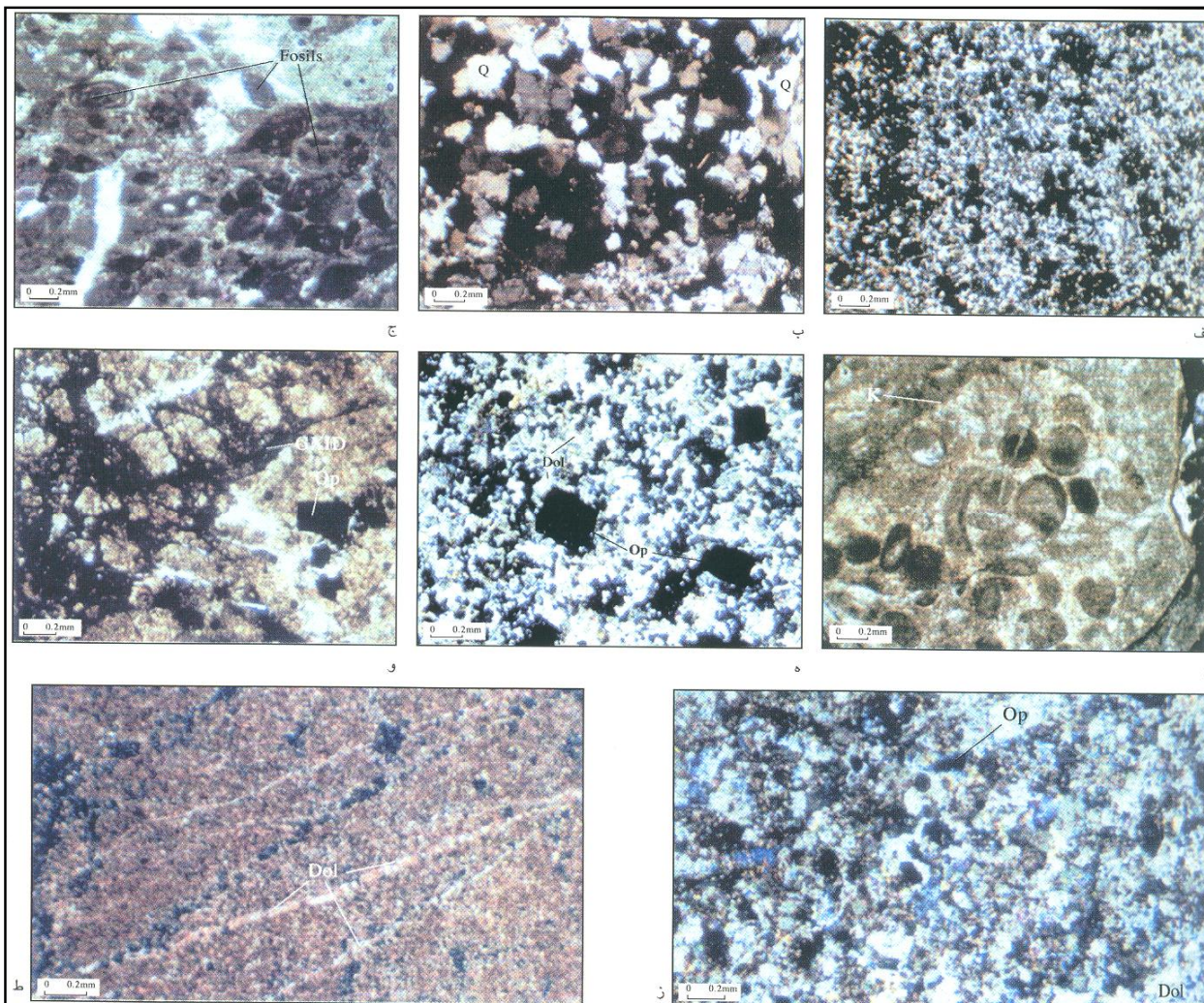


شکل ۴- یال شمالی تاقدیس کوه سورمه، برونزد سازند دالان دهانه تونل شماره ۱ (T₁) و محل دسترسی به کانسار در بخش پایینی تصویر مشخص شده است (دید به سمت شمال).

STRATIGRAPHICAL COLUMN Kuh-e-Surmeh



شکل ۶- ستون چینه‌شناسی چوبنده خاوری تاقدیس کوه سورمه و موقعیت افقهای کانه‌دار



شکل ۷- رخساره‌های مختلف در منطقه مورد بررسی (مطالعه تیغه‌های نازک)

الف- رخساره سیلتستونی - ماسه خیلی ریز که دانه‌های کوارتز حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد مقطع را شامل می‌شود، XPL

ب- ماسه سنگهای حاوی بلورهای نیمه شکل دارتابی شکل کوارتز همراه با مقادیر کمی کانیهای اوپاک. XPL

ج- بایومیکریت که حاوی قطعات فسیلی (بیش از ۲۵ درصد) عمدتاً از جنس فرامینفر می‌باشد. PPL

د- اینتراسپاریت به همراه الیت که در زمینه‌ای از سیمان اسپاری احاطه شده‌اند. PPL

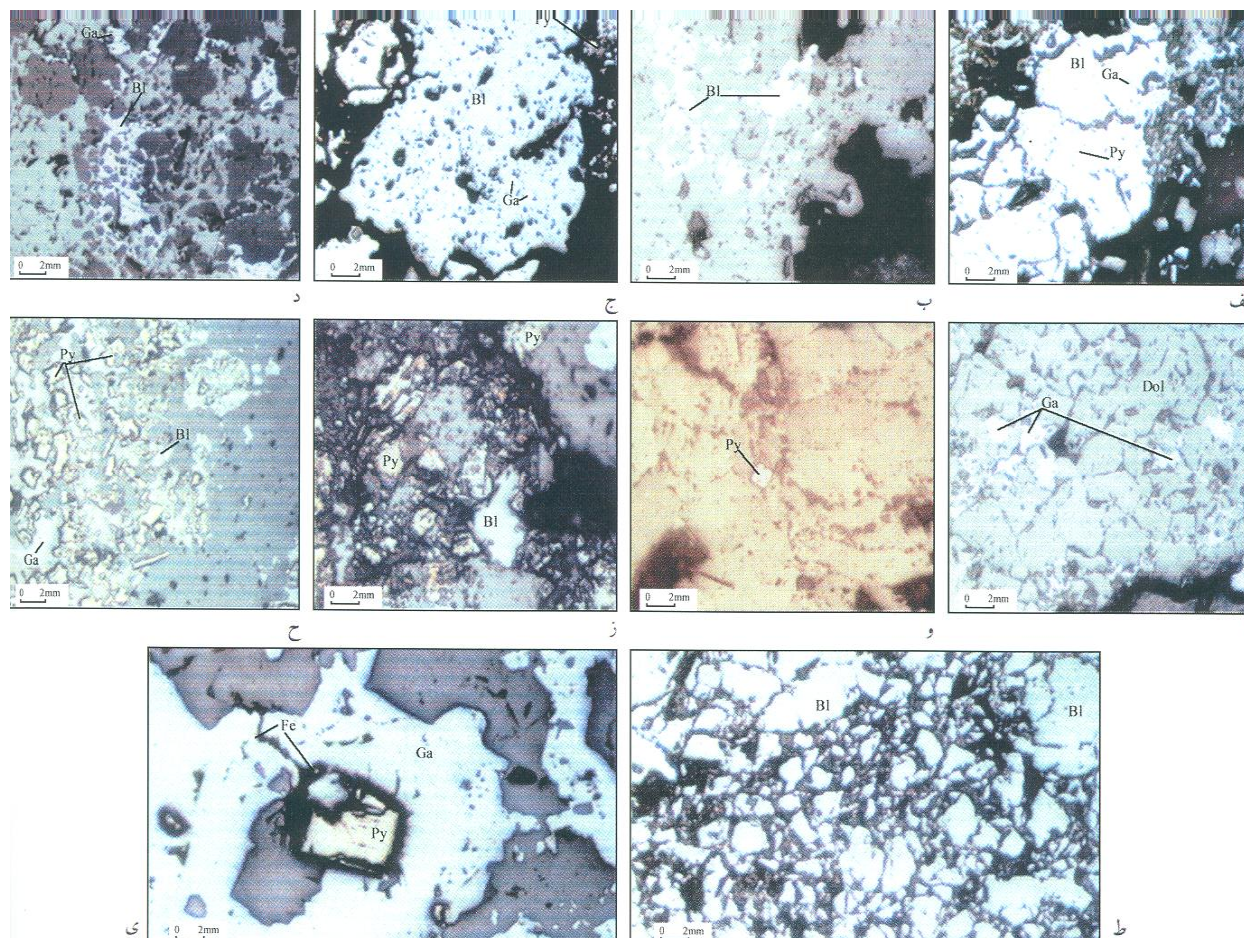
ه- دولومیکرواسپاریت حاوی کانی‌های تقریباً "درشت اوپاک احتمالاً در اثر جانشینی تشکیل شده‌اند. اوپاک (op)، دولومیت (Dol) و XPL

و- دولواسپاریت که توسط اکسیدهای آهن و کانی‌های اوپاک پر شده است. اوپاک (op) PPL

ز- دولومیکرواسپاریت تادولواسپاریت حاوی کانیهای اوپاک که به صورت پراکنده در مقطع مشاهده می‌شوند XPL

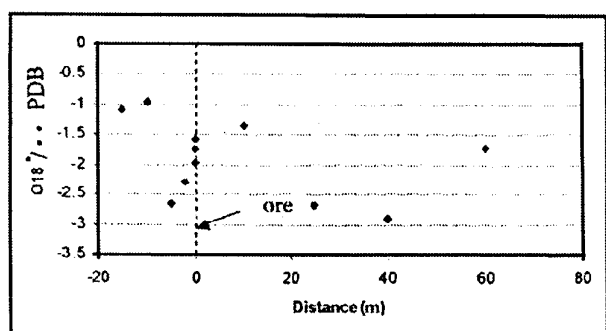
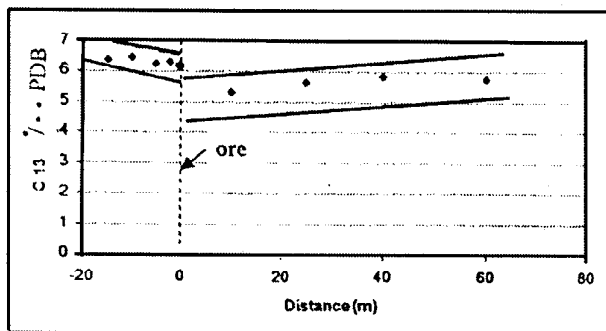
ط - دولومیکریت، حاوی دانه‌های بسیار ریز دولومیت همراه با رگچه‌هایی که حاوی دولومیت‌های دانه درشت ترمی‌باشد. این دولومیتها احتمالاً به صورت ثانویه تشکیل شده‌اند. دولومیت داخل رگچه‌ها

(Dol₁), حفره (P), PPL

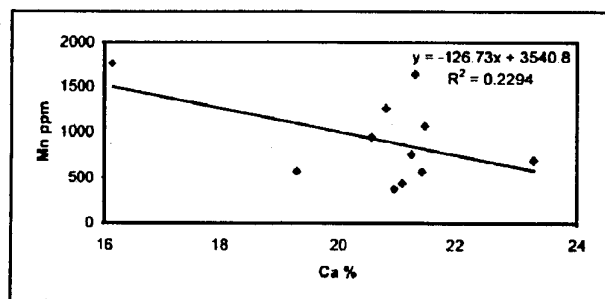


شکل ۸- شکل‌های مقاطع صیقلی از نمونه‌های مربوط به کانسار کوه سورمه

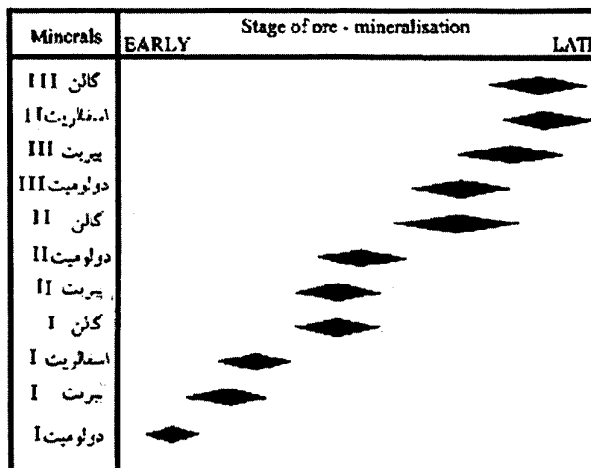
- الف- اسفالریت با میان‌بازهای پیریت نسل دانه ریز و گالن، PPL است.
- ب- اسفالریت‌های نوع دوم حالت سنگالی داشته و دارای بازتاب سرخ قهوه‌ای رنگ و نشانگر آهن بالا است. این نوع اسفالریت در دمای بالا تشکیل شده است، PPL.
- ج- میان‌بازهای گالن در زمینه بلند در مجاورت کانی پیریت، PPL.
- د- بلورهای گالن، اسفالریت و به میزان کمتر پیریت که در یک زون خرد شده و میلوئیتی تحت تاثیر فرآیند جانشینی تشکیل یافته‌اند، XPL.
- ه- بلورهای پراکنده گالن که بین بلورهای دولومیت قرار گرفته‌اند و فضاهای خالی را پر کرده‌اند، XPL.
- و- کانی شکل دار پیریت با ساخت ناحیه‌ای که بخش‌های حاشیه‌ای آن رشد دوباره یافته‌اند، XPL.
- ز- تشکیل پیریت‌های نسل اول که حاوی اکسیدهای آهن و نیز تشکیل کانیهای اسفالریت و گالن که عمدتاً فضای خالی را اشغال کرده‌اند، XPL.
- ح- تشکیل پیریت‌هایی که از سمت حاشیه به اکسید و هیدروکسیدهای آهن و سولفیدهای آهن تجزیه شده‌اند و توسط کانی اسفالریت و به مقدار بسیار کم گالن احاطه شده‌اند، XPL.
- ط- تشکیل کانی اسفالریت در زون گسلی و تشکیل ساخت میلوئیتی (خرد شده)، PPL.
- ی- پیریت از حاشیه به اکسید و هیدروکسیدهای آهن تجزیه شده و توسط گالن احاطه شده است. پیریت Py و گالن Ga، XPL.



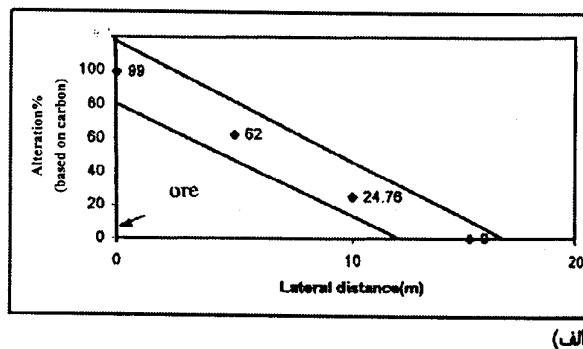
شکل ۱۰- تغییرات ایزوتوپ کربن و اکسیژن در سنگهای دولومیتی میزبان نسبت به مسافت آنها تا کانسار. ایزوتوپ کربن و اکسیژن با نزدیک شدن به کانسار سبک تر می شوند و با دور شدن از کانسار، ایزوتوپ کربن و اکسیژن افزایش می یابد. سبک ترین ایزوتوپها مربوط به نمونه های دولومیتی برداشت شده از درون کانسار است.



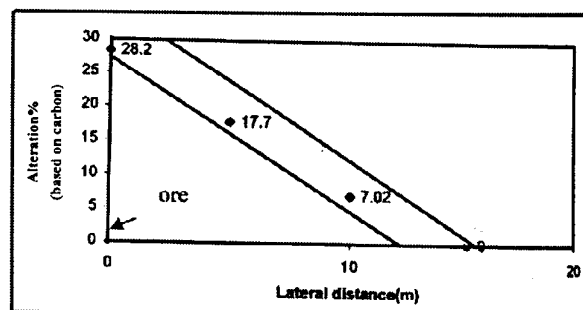
شکل ۱۲- تغییرات منگنز در برابر کلسیم. در این نمودار، بین Ca و Mn یک رابطه ای منفی یا معکوس وجود دارد، به گونه ای که با کاهش مقدار کلسیم، منگنز افزایش می یابد. چنین تغییری به دلیل دگرسانی دیاژنتیکی و جانشینی منگنز به جای کلسیم است.



شکل ۹- توالی تبلور پاراژنری کانه ها و کانیها در افتهای کانه دار کوه سورمه

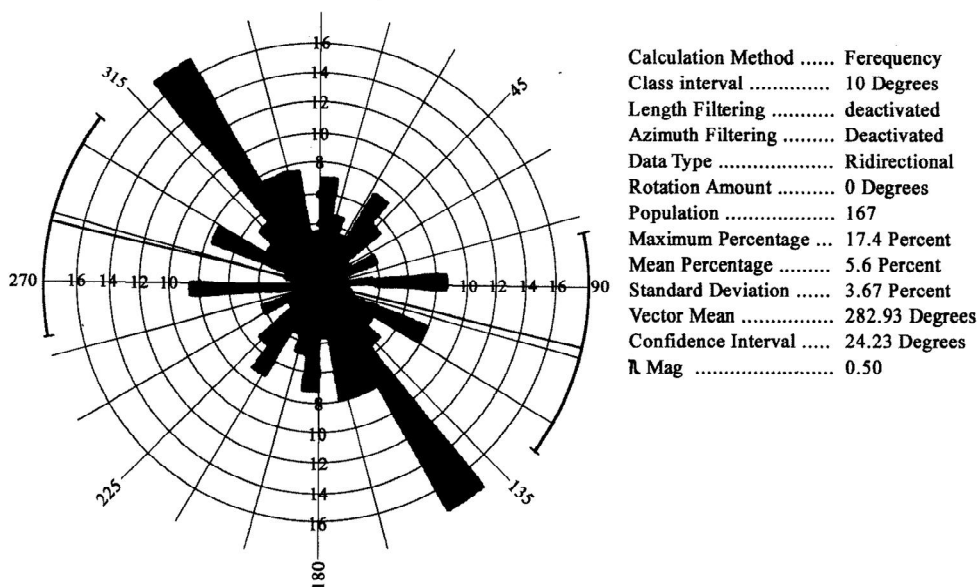


(الف)

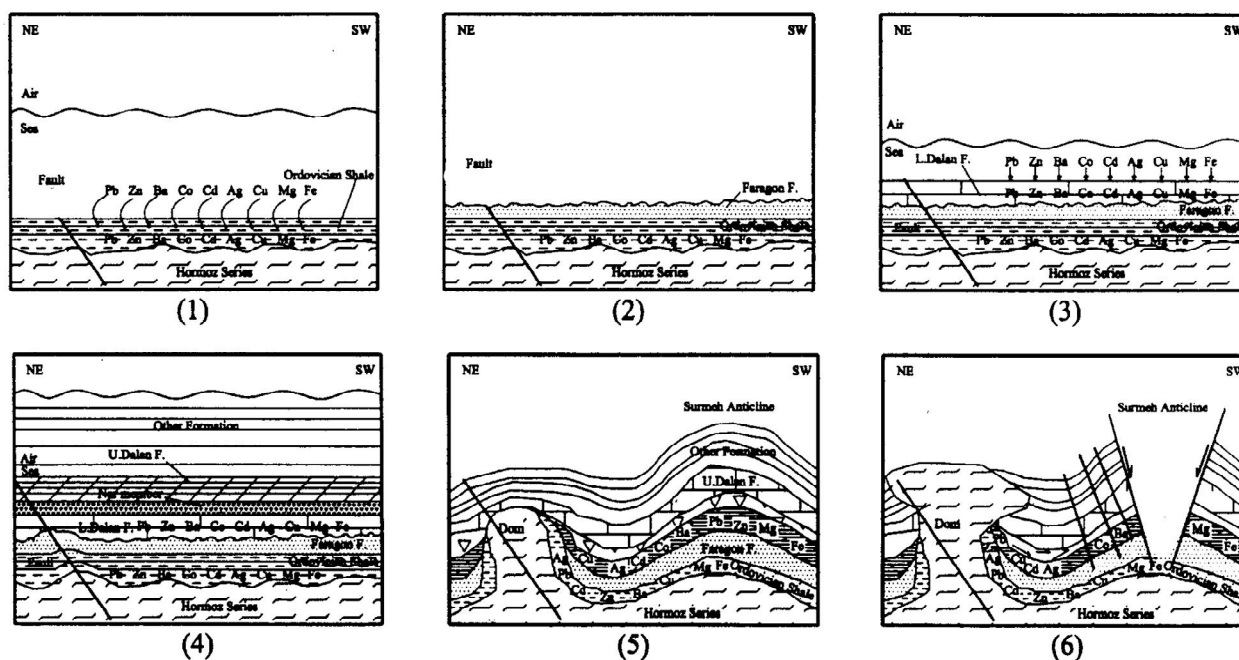


(ب)

شکل ۱۱- تغییر درصد دگرسانی ایزوتوپ کربن در سنگهای دولومیتی میزبان نسبت به مسافت آنها تا کانسار. (الف) شمال کانسار، (ب) جنوب کانسار



شکل ۱۳- نمودار گل سرخی مربوط به درزه های کششی تاقدیس کوه سورمه (تعداد درزه های اندازه گیری شده ۱۶۷ عدد می باشد)



شکل ۱۴- مراحل تشکیل کانسار کوه سورمه

کتابنگاری

- نبوی، م.، ح.، ۱۳۶۷- زمین شناسی گستره معدن سرب و روی کوه سورمه، چوبندک باختری، شرکت باریت ایران، ۴۵ ص.
- سلیمانی، ب.، ۱۳۷۴- بررسی ژئوشیمی، کانی شناسی و ژنز احتمالی کانسار سرب و روی سورمه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم ۲۸ ص.
- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۷۳- مطالعه پالینولوژیکی رسوبات اردوئین و سازند فراغون در کوه سورمه و تعیین ارتباط سن آن‌ها بر مبنای میکروفسیل ها، علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال سوم، شماره ۱۲، ۳۶-۱۲.
- قویدل سیوکی، م.، خسروی م.، ۱۳۷۳- مطالعه رسوبات پالئوزوئیک زیرین در تنگ زکین - کوه فراقون و معرفی سازند های سیاهو و سرچاهان در حوضه زاگرس، سال چهارم، شماره ۱۴، ۲۱-۲.
- قویدل سیوکی، م.، ۱۳۷۷- بررسی رسوب های پالئوزوئیک بالایی در حوضه زاگرس و معرفی سازند زاکین در کوه فراقون، علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال هفتم، ۲۹-۳-۷۳-۵۴.
- مطیعی، ه.، ۱۳۷۲- چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور ۵۳۶ ص.
- آدابی، م. ح.، ۱۳۷۶- روند تغییرات ژئوشیمیایی در سنگهای کربناته نزدیک به کانسار قلع، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، سال پنجم، شماره دو، ۱۱۴-۹۷.
- توانا، م.، ۱۳۷۲- مطالعه پتروگرافی و سیالات درگیر در تعیین ژنز سرب و روی با بستر کربناته کوه سورمه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، ۱۲۳ صفحه.

References

- Anderson, T.F., Arthur, M.A., 1983- Stable isotopes of oxygen and their application to sedimentology and paleoenvironmental problems. SEPM. Short Course. No.10,1.1-1.151.
- Bailey, E.H., Barnes, W.G., 1969- Geology and ore deposits of the Lakan Lead - Zinc district. Cento pub, 18 p.
- Flugel, F., 1982- Microfacies Analysis of limestone, Berlin Springer - Verlag, 610 p.
- Guilbert, C.F., 1986- Park, The geology of Faraghon FM. W.H. Freeman., 985 p.
- Jeffrey S., 1999- Hanor, Geochemistry and origin of iron metal brines in sedimentary basins, A Special symposium convened by The Center for Ore Deposit Research and SEG Student chapter, University of Tasmania, 129 - 146.
- Land, L.S., 1985- The origin of massive dolomite, Jour. Geol. Education, 33, 112-125.
- Lventhal, O. J.S., 1990- Organic matter and thermochemical sulfate reduction in the viburnum trend, South East missouri, Econ Geol. Vol. 85, 622- 632.
- Morse, J.W., Mackenzie, F.T., 1990- Geochemistry of Sedimentary Carbonates, New York, Elsevier, 707p
- Nakissa, M., Amstutz, G.C., 1976- Gennese des Blei - Zink-Schwefelkies-Baryt-Vorkommens in den permotriassischen sedimentgesteinen von Kuh - E - Surmeh (Provinz Fars, Sud - Iran) 150 p.
- Roedder, E., 1984- Fluid inclusions, Rev. Mineralogy, Vol. 12, 644 p.
- Rasa, I., 1987- Geologisch-petrographische untersuchungen in der Blei lagerstaette Nakhlak, zentral iran Heide. Geowi. Abh. Band 10
- Tucker, M.E., 1987 - Sedimentary petrology an interoduction. Black well Scientific Publications.

* دانشگاه هرمزگان

** دانشگاه شهید بهشتی

* Hormozgan University

** Shahid Beheshti University