



رخساره های کانه‌دار، ایزوتوپ‌های پایدار و خاستگاه کانسار سرب و روی کوه سورمه در سازند دالان، جنوب فیروزآباد، 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 33 کیلومتری جنوب فیروزآباد 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 3 افق مشخص قرار گرفته‌اند. از رخساره‌های منطقه مورد مطالعه می‌توان به رخساره سیلتستونی، ماسه سنگی، کربناتی(شامل بایومیکرایت، اینترا اسپارایت، دولومیکرواسپارایت، 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، سروریت، کالکوپیریت، مالاکیت، آزوریت، هماتیت، گوتیت، مگنیتیت، هیدروکسیدروی، کالکوسیت، سلسیت، لیمونیت، همی‌مورفیت، آنگلزیت، کولیت، هالوتریکیت، دولومیت، کلسیت، باریت و مقدار کمتری ژپس، کوارتز، فلدسپار، کلریت، آراگونیت و کانیهای 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 100 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، پارائز کانه و مطالعه ایزوتوپ‌های پایدار و نیز نتایج حاصل از میانبرهای سیال، همگی گویای قرارگیری کانسار مذکور در ردیف کانسارهای دره می سی 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

سورمه برونزد دارد و شامل ماسه‌سنگهای به‌رنگ روشن و کنگلومرای سیلیسی است. (شکل 3). براساس مطالعات قویدل سیوکی (1377) 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 [5]. 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 ضخامتی حدود 15 متر دارد. ضخامت این سازند در بخش چشمه سورمه، بسیار زیاد است (شکل 3).

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 قهوه ای 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 4) [6]. سازند آهکی کنگان با سن تریاس پیشین نیز با ضخامت حدود 140 متر در کوه سورمه قابل مشاهده است. شکل 5 بخشی از ستون چینه‌شناسی در جنوب زاگرس نشان داده شده است [7]. در شکل 6 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 قدیمی‌تر 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 200 نمونه، مقادیر سرب و روی و در برخی از نمونه‌ها مقادیر جیوه، طلا،

ذخایر نوع دره می سی سی پی با سنگ درونگیر کربناتی در ایران عمدتاً متعلق به کرتاسه، تریاس میانی و پرمین می‌باشند. کانسار سرب و روی کوه سورمه نیز در سنگ کربناتی با سن پرمین (سازند دالان) قرار دارد. این کانسار و آثار معدنی فوق در 33 کیلومتری جنوب فیروزآباد و بین طولهای 26° 52' تا 29° 52' و عرضهای 28° 28' تا 28° 34' شمالی رخنمون دارند (شکل 1). نکیسا (1976) و نیوی (1367) منشأ کانسار را حاصل فرآیندهای همزاد رسوبی می‌دانند [1] و [10]. آخرین بررسیها در منطقه توسط سلیمانی (1374) انجام گرفته که نتایج به‌دست آمده با نتایج حاصل از تحقیقات نگارنده، بسیار نزدیک بوده و همخوانی فراوانی دارد [2].

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 [11]. 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 2). جزء اصلی این واحد است و مقادیر قابل توجهی دولومیت سیاه‌رنگ و شیل هماتیتی شده در این گنبد رخنمون دارد. همچنین قطعاتی از سنگهای بازالتی نیز در گنبد مذکور مشاهده شده است. قویدل سیوکی (1990) در سنگهای بخش بالایی نمکها، اکریتاکهای را شناسایی و معرفی کرده است که قابل مقایسه با بخش بالایی کامبرین پیشین هندوستان و اسپانیاست و با توجه به شواهد فوق، به‌نظر می‌رسد سن سازند نمکی هرمز از کامبرین زیرین تا کامبرین میانی باشد [12]. 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 اردووسین پسین (کارادوسین- آشکیلین) را برای این سازند در نظر گرفته‌اند [3] و [4]. ردیف رسوبی پالئوزویک (گروه دهرم) شامل سازندهای فراغون، دالان و کنگان نیز در منطقه مورد بررسی برونزد دارند. سازند فراغون در هسته تاقدیس کوه





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 [13] (شکل 7-الف).

رخساره ماسه سنگی: بخش عمده‌ای از این رخساره شامل کوارتزهایی با خاموشی موجی حاوی میانبراهایی از کانیهای مات است. ماسه سنگها از نوع کوارتز آرنایت تا سابلیت 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 55 تا 85 درصد و گاهی تا 92 درصد می‌رسد. دانه‌های مات حدود 10 درصد و دانه‌های کربناتی به مقدار بسیار ناچیز در 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 7-ب).

رخساره بايوميكرايت: 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 7 و ج).

رخساره اینترا اسپارایت: 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 7-د).

رخساره دولومیکرو اسپارایت: در این رخساره، اندازه بلورها بین 10 تا 18 میکرون در تغییر بوده و دولومیتها از نوع نیمه شکل‌دار 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 آلومکهایپ از اینتراکلاست، پلت و پلوئید وجود دارد. سیمان موجود بین پلتها و پلوئیدها عموماً از دولومیت است (شکل 6-5). 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 جانشینی در این رخساره دیده می‌شود. افق اول کانه‌دار به ضخامت حدود 6 - 5 متر در این رخساره واقع شده است. پاراژن به صورت Zn - Pb بوده و عیار سرب و

نقره به روش جذب اتمی اندازه‌گیری شد. معمولاً برای مطالعه کربنات‌ها از نسبت‌های ایزوتوپی 13C به 12C و 18O به 16O 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، 20 نمونه از سنگ‌های دولومیتی واقع در 100 متری از کانسار سرب و روی و نیز از زون کانساری، مورد مطالعه قرار گرفته است. این نمونه‌ها مربوط به افق صفر تونل شماره 1 است. پس از تهیه مقاطع نازک از نمونه‌ها، 11 نمونه برای مطالعات زمین‌شیمیایی انتخاب گردید. با استفاده از مته مخصوص دندان پزشکی، پودر دولومیت تهیه و مقداری از پودر آن برای تعیین ایزوتوپ اکسیژن و کربن به کشور استرالیا، مرکز آزمایشگاهی علوم دانشگاه تاسمانیا ارسال شد. برای تعیین ایزوتوپ اکسیژن و کربن از طیف سنج جرمی 602D استفاده شده است. دقت اندازه‌گیری ایزوتوپی 0.10/00 ± 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 Ca و Mg 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 تونلها 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، آهکی، ژپس و انیدریت منجر شده است. بخش خاوری منطقه مورد مطالعه، ستون کامل‌تری 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 35 تا 45 درصد و دیگر دانه‌های آواری تشکیل دهنده سنگ مانند فلدسپار و خرده سنگ‌های کربناتی 20 تا 25 درصد است. اندازه دانه‌ها بسیار ریز و از 3 تا 60 میکرون در تغییر است. در بعضی مقاطع، لامیناسیون شیلها آشکارا قابل مشاهده است. اکسیدهای آهن اشاره شده، عموماً حاصل تجزیه پیریت است که در لا به‌لای دانه‌های کوارتز قرار گرفته‌اند و فضاهای خالی را پر کرده‌اند. در این رخساره‌ها ساختهای چینه‌بندی متقاطع، لامیناسیون و آثار حیاتی فسیلها مشاهده





رخساره‌های ژیبس و انیدریت: بخش میانی و بالایی سازند دالان از رسوبات تبخیری 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 فراکشنندی و یا سبغا است [13].

کانی شناسی 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، همتیت، گوتیت، مگنیتیت، هیدروکسید روی، کلکوسیت، سلسیت، لیمونیت، همی‌مورفیت، آنگلیزیت، کوولیت و هالوتریکیت است. همچنین کانیهای باطله عمدتاً دولومیت، کلسیت، باریت و به مقدار کمتری ژیبس کوارتز، فلدسپار، 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 پراهن ملاحظه می‌شود که نوع پراهن آن نشان دهنده تشکیل آن در دمای بالاتر است [14]. کانی‌زایی اسفالریت در دو مرحله صورت گرفته است، مرحله اول بعد از تشکیل پیریت است چون حاوی میانبراهای 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 8 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 میانبراهای 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 8 ج-د-ه).

روی در مجموع به حدود 25 درصد می‌رسد (عیار روی غالب است).

رخساره دولواسپارایت (دولومیت دانه درشت): این رخساره شامل سنگهای دولومیتی دانه درشت با اندازه بلورهای دولومیت بین 62 تا 250 میکرون می‌باشد. دولومیت‌های موجود، عمدتاً از نوع نیمه شکل‌دار هستند. البته دولومیت‌های زمینه از نوع نامسطح است. دانه‌های دولومیت تا حدود 90 درصد سنگ را شامل می‌شوند. در این رخساره، مقداری ژیبس (پرکننده حفره‌ها) مشاهده می‌شود. همچنین 2 تا 8 درصد قطعانی 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 (شکل 7- 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 4 متر و ضخامت افق سوم حدود 7 متر است. مجموع عیار سرب و روی افق‌های مذکور به 40 درصد می‌رسد. درافق 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 50 تا 200 میکرون در تغییر بوده و عموماً می‌توان نسل‌های مختلف دولومیت را در این رخساره مشاهده کرد. عموماً دولومیتها شکل‌دار 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 10 تا 30 درصد تغییر می‌کند (شکل 7- ز). افق کانی‌سازی چهارم به ضخامت حدود 2 متر در این رخساره قرار دارد. عیار سرب و روی این رخساره به‌طور متوسط به 20 درصد می‌رسد و مقدار روی آن به‌طور میانگین 3 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 7- 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 کشنندی تا فراکشنندی است.





دمای حاصل از محلولهای گرمایی است که پس از تماس با سنگهای دولومیتی میزان موجب سبکتر 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 11).

یکی از کاربردهای ایزوتوپ اکسیژن در کربنات‌ها، استفاده از آن به عنوان دماسنج است [16]. 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) [17] استفاده شده است:

$$T(°C) = 16.4 - 4.3 \left(\frac{18\text{Odol}}{\text{water}} - 3.8 \right) + 0.14 \left(\frac{18\text{Odol}}{\text{water}} - 3.8 \right)^2$$

در این معادله، ایزوتوپ اکسیژن سنگ دولومیت با علامت 18Odol، ایزوتوپ سیالها با w نشان داده شده‌اند. در معادله بالا به جای water، ایزوتوپ اکسیژن آب مربوط به دریای پرمین، معادل 2/8 O/OO قرار داده می‌شود [18].

براین اساس دمای تخمین زده شده معادل 96 درجه سانتی‌گراد است. بر مبنای انجام آزمایشات سیالات درگیر بر روی 30 نمونه از باریتهای این کانسار حداقل دو نسل محلول با دمای میانگین 95 درجه سانتی‌گراد و دیگری با دمای میانگین 376 درجه سانتی‌گراد پیشنهاد شده است [8].

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 12). برخی از پژوهشگران بر این باورند که مقدار استرونیسیم با افزایش دما افزایش می‌یابد [19]. 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

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 به صورت 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 8، 9، 10، 11) و گاهی نیز پیریت به اکسیدهای آهن تجزیه و توسط گالن احاطه شده‌اند (شکل 8 - ی).

دولومیت: دولومیت در سه فاز مختلف تشکیل شده است: دولومیت نوع اول به صورت سیمان ذرات کانیهای فلزی را در زون میولونیتی و خرد شده به هم متصل می‌کند. نوع بافت کانسار در این نوع دولومیت‌ها تغییر 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 8، ط، ه). 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 کانی‌سازی دست کم در دو مرحله گرمایی صورت گرفته است. توالی تبلور پاراژنتیک کانه‌ها و کانیها در افقهای کانه‌دار منطقه کوه سورمه در شکل 9 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 [8].

ایزوتوپ اکسیژن در دولومیت‌های منطقه بین 0/96 تا 2/91 O/OO PDB (میانگین 1/93 O/OO PDB-) و ایزوتوپ کربن بین 5/3 تا 6/44 O/OO PDB (میانگین 6/01 O/OO PDB-) 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 10). این کاهش تدریجی ایزوتوپها نیز به دلیل افزایش تدریجی





می‌گذارد. نقش این گسلها در کانی‌سازی بخش چوبنده از تاق‌دیس کوه سورمه نسبت به سایر بخشها، حائز اهمیت است.

تکمیل حوضه رسوبی و مراحل کانی‌سازی درکوه سورمه

به طور کلی در تکمیل این حوضه رسوبی و کانی‌سازی درکوه سورمه مراحل زیر را می‌توان در نظر گرفت :

مرحله اول : پس از ته‌نشینی رسوبات پرکامبرین و تشکیل سری هرمز، رسوبات مربوط به دوره 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 1 ملاحظه می‌شود، عناصر Zn, Pb, Cu, Ba و... در شیل‌های مورد مطالعه بیشتر از حد زمینه در شیل‌هاست [19]. عناصر فلزی به صورت جذب سطحی و یا جذب مولکولی در حوضه رسوبی ته‌نشین شده‌اند و یا به صورت یونها و کمپلکس‌های محلول به حوضه رسوبی وارد شده و همراه با این رسوبات ته‌نشین 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 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 کانی‌سازی سرب در نظر گرفته شوند. در اثر عملکرد فاز کوهزایی هرسنین آثار عملکرد گسل‌های مربوط به پرکامبرین ملاحظه می‌شود (شکل 14).

مرحله دوم : سازند فراغون که شامل ماسه سنگ و کنگلومرا و عمدتاً حاوی قطعات سیلیسی است، در مراحل پایانی در قاعده پرمین تشکیل شده است (شکل 14).

مرحله سوم : درادامه پیشروی آب دریا و عمیق‌تر شدن حوضه رسوبی، رسوبات آهکی سازند دالان (بخش زیرین) تشکیل شده است. همراه با ته‌نشین شدن رسوبات آهکی کاتیون‌هایی همچون Au, Ag, Cu, Ba و... نیز ته‌نشین شده‌اند.

سیلیس در مرحله رسوبگذاری و به صورت آواری به حوضه رسوبی حمل و در سنگ میزبان ته‌نشین 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 14). گوگرد کاهیده شده برای ته‌نشینی کانسار کوه سورمه، از مواد تبخیری این عضو از سازند دالان و نیز شیل‌های کربن‌دار و لایه‌های پیریتی در رسوبات شیلی

مورد مطالعه ppm 1250 است و مقدار سدیم در آهک‌های منطقه مورد مطالعه ppm 1000 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 گنبد‌های نمکی در جوار تاق‌دیس و تأثیر آن در راندن سیال‌های گرمابی 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 [26].

زمین‌ساخت

در تاق‌دیس کوه سورمه عمدتاً دو سیستم گسل ملاحظه می‌شود:

گسل‌های موازی محور تاق‌دیس: این گسلها بسیار عمیق بوده و تا مرز بالای سری هرمز امتداد دارند و روند آنها باختر، شمال باختر - خاور، جنوب خاور می‌باشد. این گسلها در اثر کمبود فضای لازم برای چین‌خوردگی 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:

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

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

برای به دست آوردن نیروی وارد بر این ناحیه، همه گسلها و درزه‌های چند تونل موجود در منطقه برداشت شده و بر اساس آنها نمودار گل سرخی مربوط رسم گردید (شکل 13).

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 آلهی 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





است، به عبارت دیگر، آبهای بین حفره‌های ناشی از وزن لایه‌های بالایی در رسوبات قدیمی‌تر مانند رسوبات اردوویسین و فراغون، به دلیل قرار گرفتن در اعماق زیاد، از گرمای لازم برخوردار شده و دایره فشرده شدن و فشار ناشی از لایه‌های بالایی آنها، فلزهای موجود در مسیر حرکت خود را، شسته و با توجه به بالابودن میزان عناصر Zn, Pb و... در زمینه این رسوبات قدیمی‌تر، سیالهای مذکور نیز از عناصر Zn و Pb غنی شده و به عنوان یک سیال کانه ساز عمل کرده‌اند [19].

حرکت محلول کانه ساز از راه گسل بسیار عمیق و موازی محور تافدیس 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 برگرفته ماده معدنی، دولومیت‌های بخش پایینی سازند دالان است. ماده معدنی در این دولومیتها در رخساره‌های خاص کانه‌دار قرار گرفته اند. کانیتهای 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 ایزوتوپهای پایدار اکسیژن و کربن در دولومیتها و نیز کانه‌ها، گویای دگرسانی سنگ میزبان افقهای کانه‌دار توسط سیالات با شوری نسبتاً بالا و با میانگین دمای حدود 100 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 [20] [21].

عناصر	میانگین شیل (کوه سورمه) (ppm)	میانگین در سنگهای کربناتی (کوه سورمه) (ppm)	فراوانی در شیلها (زمینه) (ppm)	فراوانی در سنگهای کربناتی (زمینه) (ppm)
Zn	100	1220	95	20
Pb	35	296	20	9
Ba	20	15	580	10
F	-	-	740	330
Cu	55	-	45	4

جدول 1: مقایسه بین مقادیر بعضی از عناصر در سنگهای کربناتی و شیل (گیلبرت، 1986).

اردوویسین تامین شده است [22] و لذا قسمتی از گوگرد مورد نیاز برای ته‌نشینی سولفیدهای فلزی را تامین کرده است. همچنین لایه‌های تخییری در سنگ میزبان نیز می‌تواند به عنوان منشأ 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.

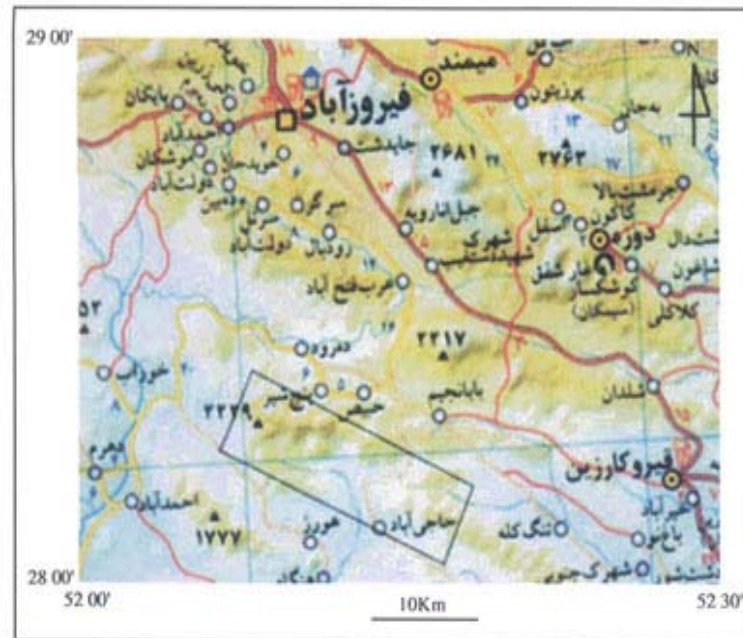
مرحله پنجم: از زمان پرمین میانی، دریا بار دیگر پیشروی کرده و سنگهای آهکی مربوط به بخش بالایی سازند دالان نهشته شده‌اند. در ادامه، سازندهای دیگر شامل کنگان در زمانهای بعدی نهشته شده‌اند. نگاهی به شکل 14 نشان می‌دهد که در این مرحله نیز Zn, Pb و... در اثر حرکات زمین‌ساختی رسوبات آهکی بخش بالایی سازند دالان 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 تیتیس زاگرس چین خورده و تاق‌دیسها و ناودیسهای تقریباً متقارن ایجاد کرده است و باعث ایجاد گسلهای کششی و برشی در تاق‌دیس شده است. از گسلهای عمده، گسل عمیق باشیب 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 دیاپیرسم 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 کانه زایی دست کم در دو دوره زمانی اتفاق افتاده است. منشأ محلولهای کانی ساز در این کانسار، آبهای بین سازندی

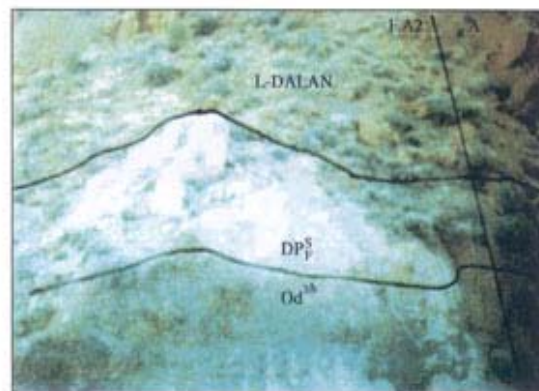




شکل 1- موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به منطقه معدنی کوه سورمه

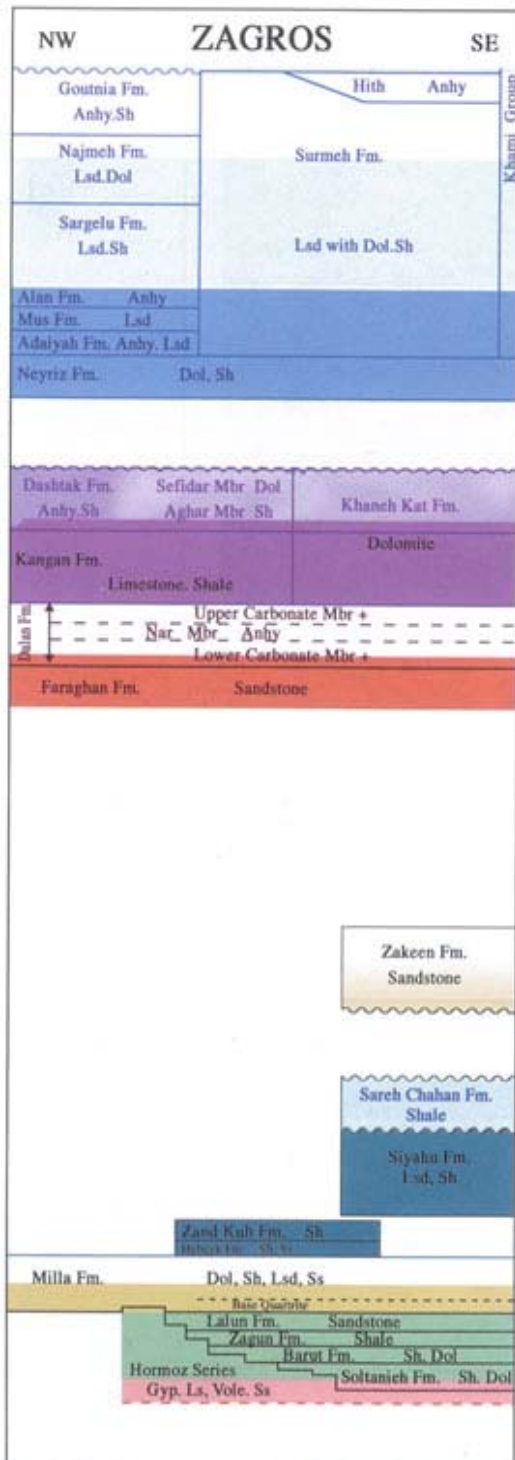


شکل 2- گنبد نمکی جهانی مجاور تاقدیس کوه سورمه و محل برونزد سنگهای سری هرمز



شکل 3- همبري شيلهای اردوويسين (سازند سياهو) Odsh با ماسه سنگ و کنگلومرای سازند فراغون Dps و سازند دالان پایینی L-DALAN در بخش چوینده از تاقدیس کوه سورمه (دید به سمت شمال)

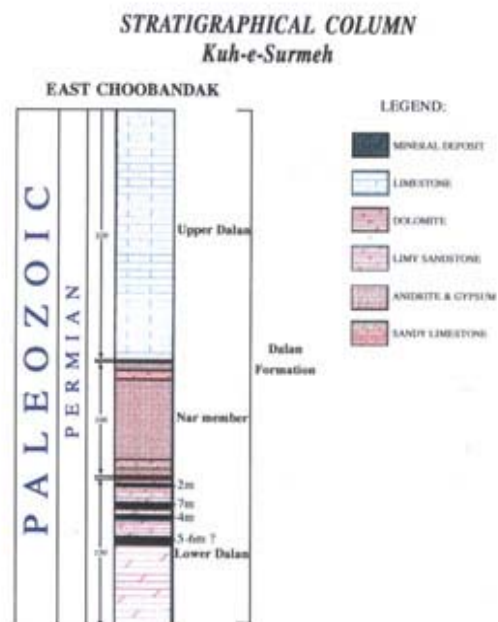




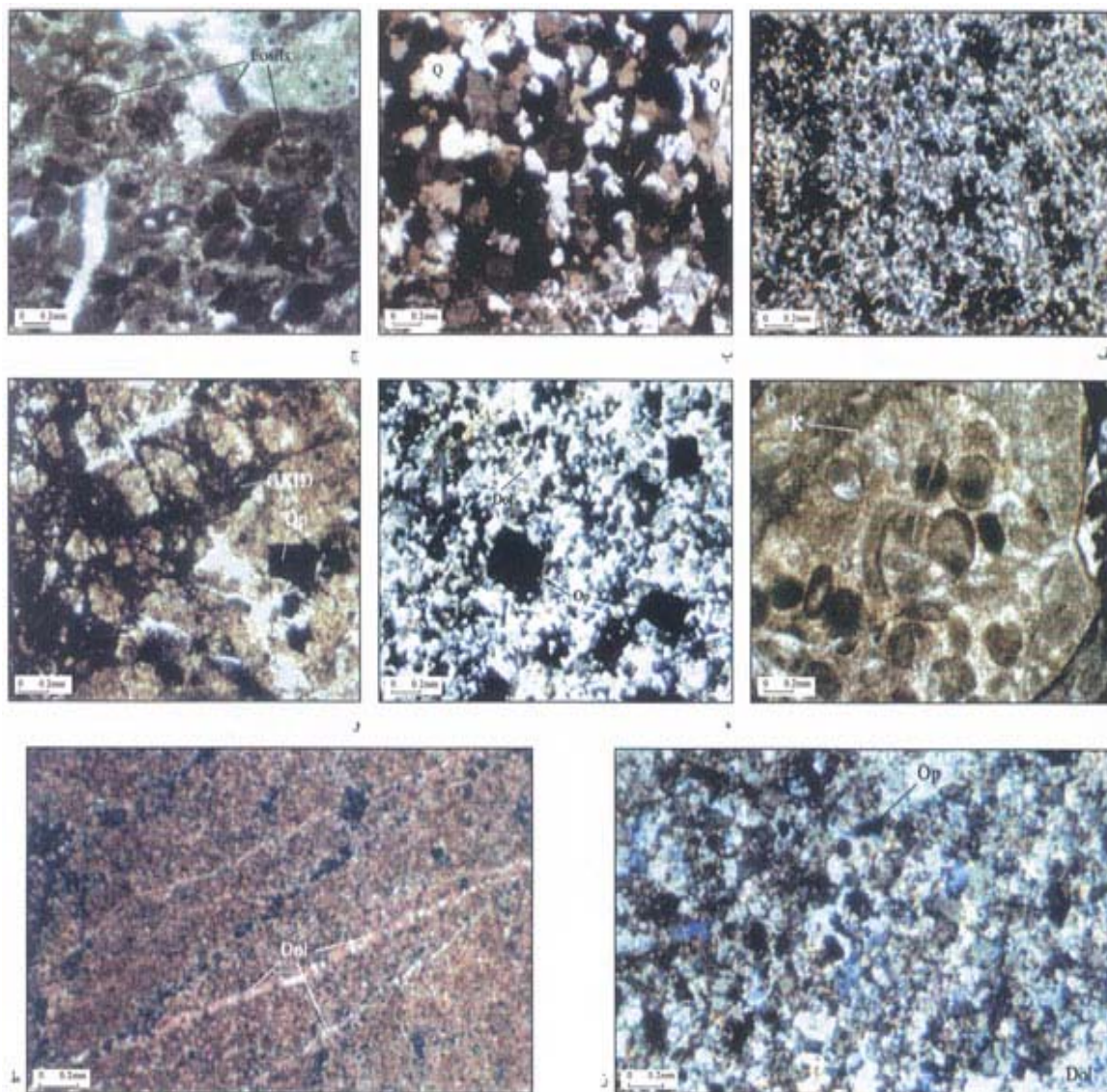
شکل 5: بخشی از ستون چینه‌شناسی در جنوب زاگرس (اقتباس از ستون چینه‌شناسی، انتشارات انجمن زمین شناسی ایران).



شکل 4: یال شمالی تاقدیس کوه سورمه، برنزد سازند دالان و دهانه تونل شماره 1 (T1) و محل دسترسی به کانسار در بخش پایینی تصویر مشخص شده است (دید به سمت شمال).



شکل 6- ستون چینه‌شناسی چوبنده خاوری تاقدیس کوه سورمه و موقعیت افقهای کانه‌دار



شکل 7- رخساره‌های مختلف در منطقه مورد بررسی (مطالعه تیغه‌های نازک)

الف- رخساره سیلتستونی - ماسه خیلی ریز که دانه‌های کوارتز حدود 80 تا 90 درصد مقطع را شامل می‌شود، XPL

ب- ماسه سنگ‌های حاوی بلورهای نیمه شکل دارتابی شکل کوارتز همراه بامقادیر کمی کانیهای مات، XPL

ج- بایومیکرایت که حاوی قطعات فسیلی (بیش از 25 درصد) عمدتاً از روزن داران می‌باشد، PPL

د- اینترااسپاریت در زمینه‌ای از سیمان اسپاری، PPL

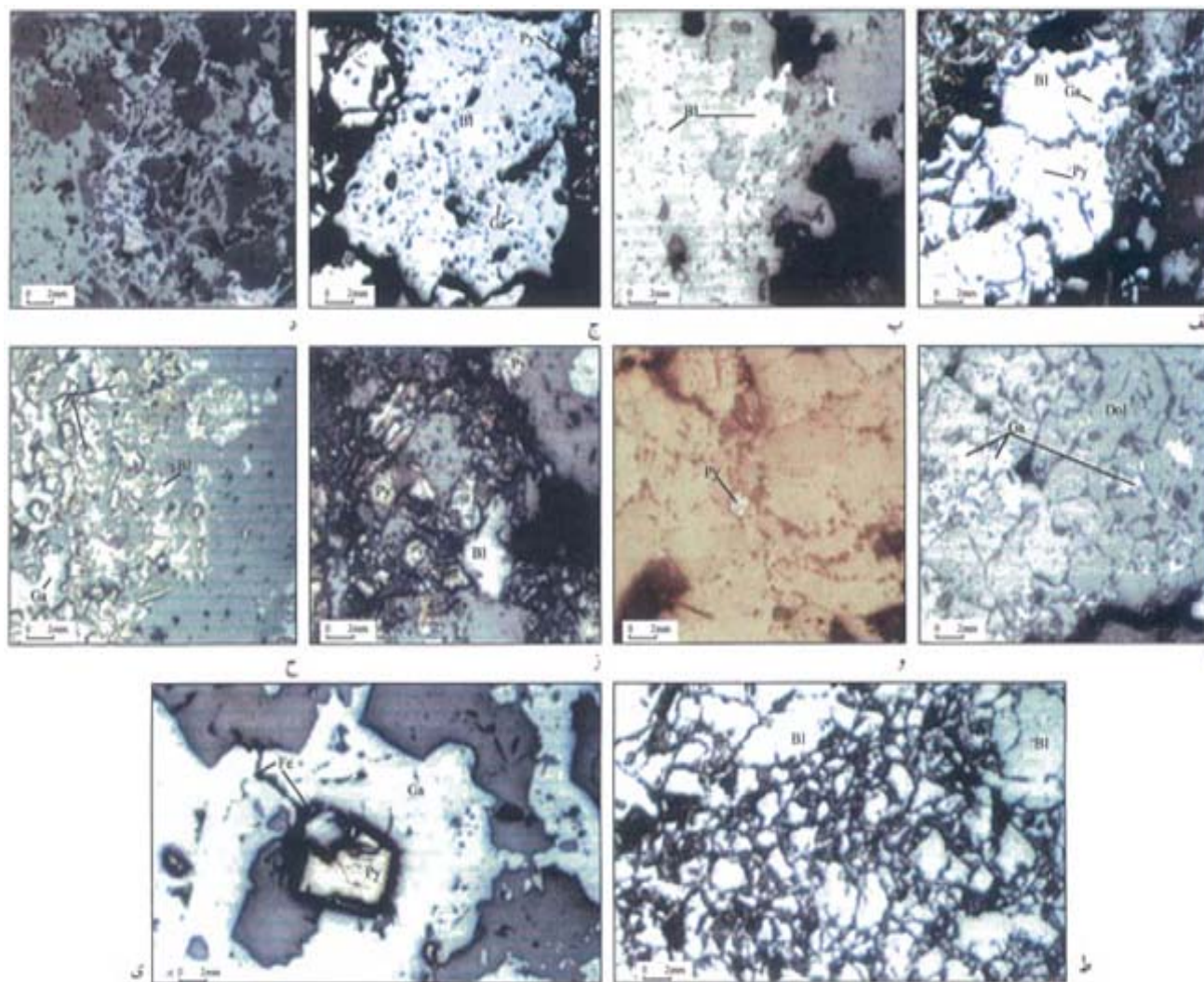
ه- دولومیکرواسپاریت حاوی کانیهای تقریباً درشت مات که احتمالاً در اثر جانشینی تشکیل شده‌اند، XPL

و- دولواسپاریت همراه با اکسیدهای آهن و کانیهای مات پر شده است. مات (Op)، PPL

ز- دولومیکرواسپاریت تا دولو اسپاریت حاوی کانیهای مات که به صورت پراکنده در مقطع مشاهده می‌شوند، XPL

ط - دولومیکرایت، حاوی دانه‌های بسیار ریز دولومیت و رگچه‌هایی که حاوی دولومیت‌های دانه درشت‌تر می‌باشد. دولومیت درون رگچه‌ها (Dol1)، حفره PPL, (P)

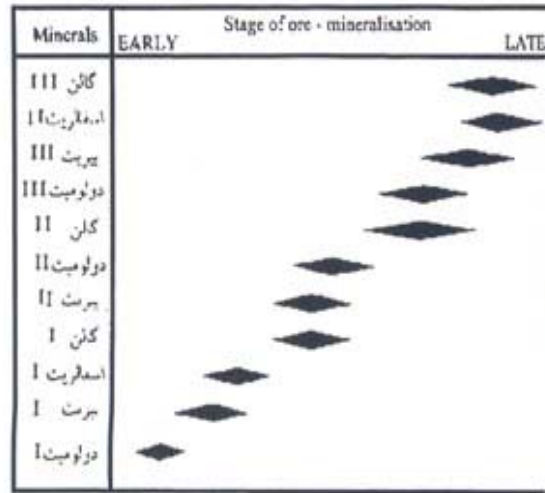
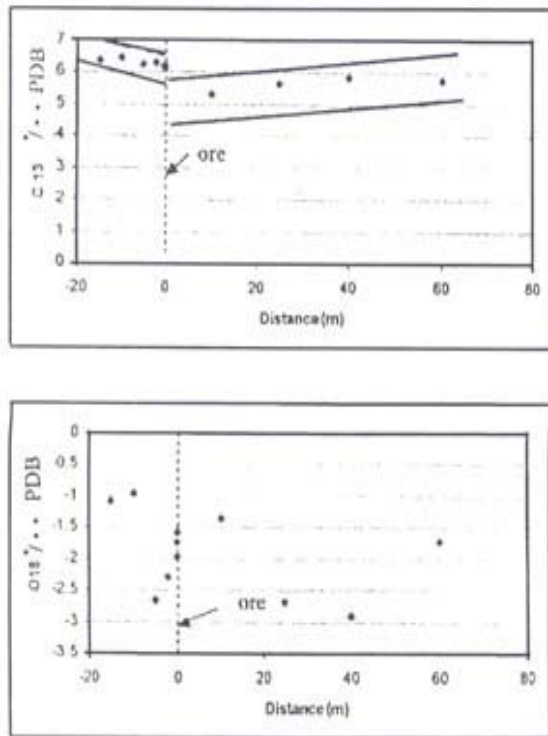




شکل 8- شکل‌های مقاطع صیقلی از نمونه‌های مربوط به کانسار کوه سورمه

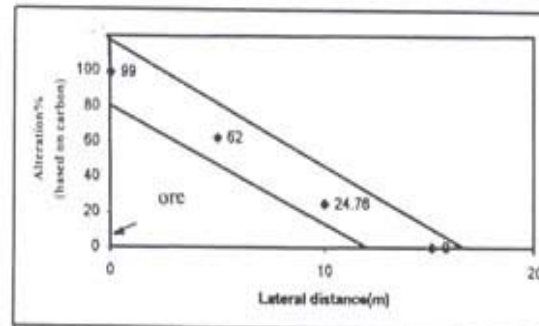
الف- اسفالریت با میانبره‌های پیریت نسل دانه ریز و گالن، PPL،
 ب- اسفالریت‌های نوع دوم حالت سنگالی داشته و دارای بازتاب سرخ قهوه‌ای رنگ و نشانگر آهن بالا است. این نوع اسفالریت در دمای بالا تشکیل شده است، PPL
 ج- میانبره‌های گالن در زمینه بلند در مجاورت کانی پیریت، PPL
 د- بلورهای گالن، اسفالریت و به میزان کمتر پیریت که در یک زون خرد شده و میلونیتی 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 شکل‌دار 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 میلونیتی (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.



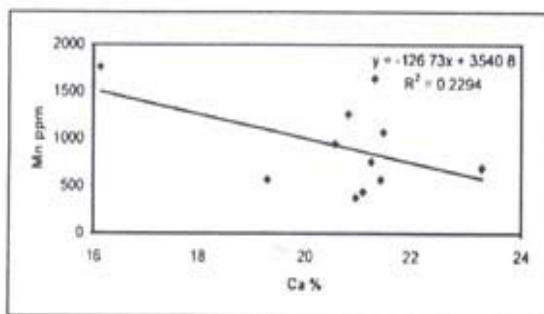


شکل 9- توالی تبلور پاراژنزی کانه‌ها و کانیها در افقهای کانه‌دار کوه سورمه

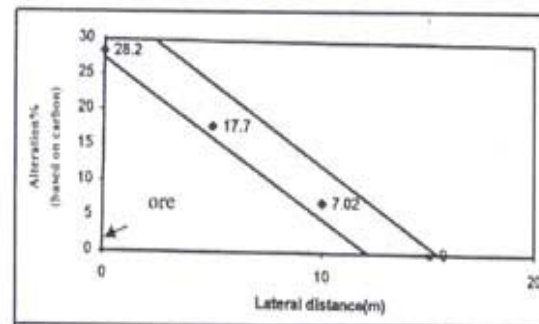
شکل 10 - تغییرات ایزوتوپ کربن و اکسیژن در سنگهای دولومیتی میزبان نسبت به مسافت آنها تا کانسار. ایزوتوپ کربن و اکسیژن با نزدیک شدن به کانسار سبک‌تر می‌شوند و با دور شدن از کانسار، ایزوتوپ کربن و اکسیژن افزایش می‌یابد. سبک‌ترین ایزوتوپ‌ها مربوط به نمونه‌های دولومیتی برداشت شده از درون کانسار است.



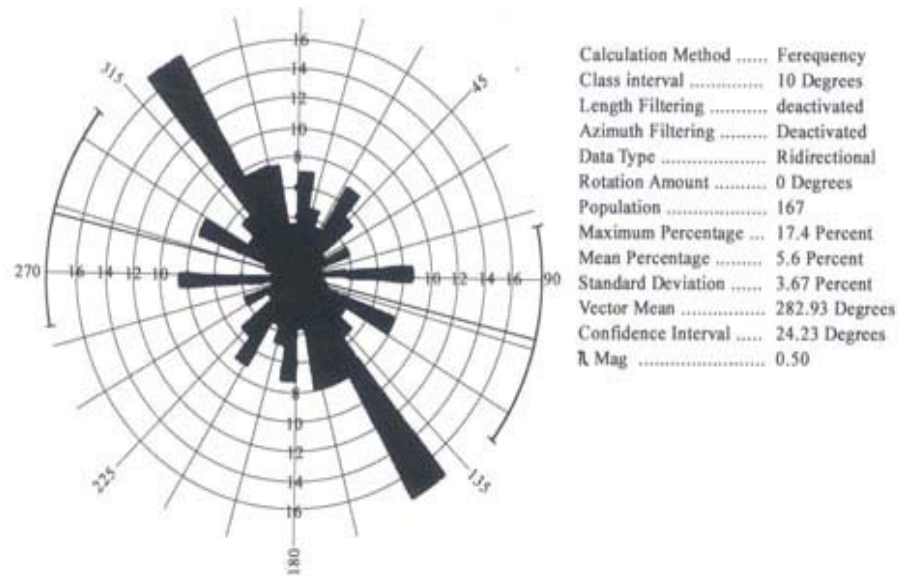
(الف)



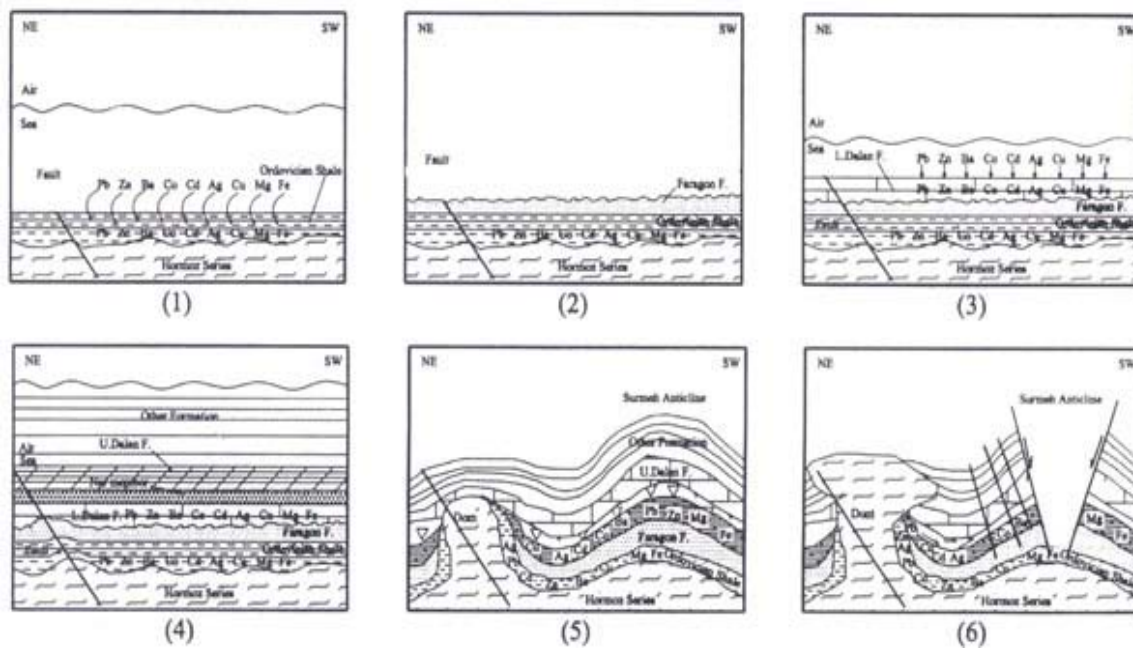
شکل 12 - تغییرات منگنز در برابر کلسیم. در این نمودار، بین Ca و Mn یک رابطه‌ای منفی یا معکوس وجود دارد، به گونه‌ای که با کاهش مقدار کلسیم، منگنز افزایش می‌یابد. چنین تغییری به دلیل دگرسانی دیاژنتیکی و جانشینی منگنز به جای کلسیم است.



شکل 11- تغییر درصد دگرسانی ایزوتوپ کربن در سنگهای دولومیتی میزبان نسبت به مسافت آنها تا کانسار. (الف) شمال کانسار، (ب) جنوب کانسار.



شکل 13- نمودار گل سرخی درزه‌های کششی تاقدیس کوه سورمه (تعداد درزه‌ها 167 عدد)



شکل 14- مراحل تشکیل کانسار کوه سورمه



کتابنگاری

- نوی، م.، ح.، 1367- زمین شناسی گستره معدن سرب و روی کوه سورمه، چوبندک باختری، شرکت باریت ایران، 45 ص.
- سلیمانی، ب.، 1374- بررسی ژئوشیمی، کانی شناسی و ژنز احتمالی کانسار سرب و روی سورمه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم 28 ص.
- قوبدل سیوکي، م.، 1373- مطالعه پالینولوژیکی رسوبات اردویسین و سازند فراغون درکوه سورمه و تعیین ارتباط سن آنها بر مبنای میکروفسیل ها، علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال سوم، شماره 12، 36-.
- قوبدل سیوکي، م.، خسروی، م.، 1373 - مطالعه رسوبات پالئوزوئیک زیرین در تنگ زکین - کوه فراغون و معرفی سازند های سیاهو و سرچاهان در حوضه زاگرس، سال چهارم، شماره 14، 21-2.
- قوبدل سیوکي، م.، 1377- بررسی رسوب های پالئوزوئیک بالایی در حوضه زاگرس و معرفی سازند زاکین در کوه فراغون، علوم زمین، سازمان زمین شناسی کشور، سال هفتم، 29 - 3، 73 - 54.
- مطیعی، ه.، 1372- چینه شناسی زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور 536 ص.
- آدابی، م. ح.، 1376- روند تغییرات ژئوشیمیایی در سنگهای کربناته نزدیک به کانسار قلع، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، سال پنجم، شماره دو، 114 - 97.
- توانا، م.، 1372- مطالعه پتروگرافی و سیالات درگیر در تعیین ژنز سرب و روی با بستر کربناته کوه سورمه، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، 123 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 deposit 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., Amstuz, 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

