Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy, Vol.5,No.2, Autumn 1997

Geological Studies of the Anjireh Pb-Zn Deposits Esfahan District

Tourchi, M. and Nasr Esfahani, A.

Faculty of Sciences, University of Shahid Bahonar of Kerman, Kerman, Iran

Abstract : Anjireh Pb-Zn deposits are located 55 km west of Esfahan. These deposits belong to a part of a large sedimentary basin containing lead and zinc metal epidences, in Sanandaj - Sirjan zone. This basin contains Lower Cretaceous (Albian - Abtian) sedimentary sequences. The Anjireh deposits are typical of Mississippi-valley type stratabound lead-zinc deposits. The principal metal minerals in these deposits are Cd-rich sphalerite and Ag-poor galena. These ores are rich in Cd, Hg and poor in Au and Ag.

Key Words : *Geochemistry, Genesis, Anjireh Pb-Zn Deposits.*

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

مجلهٔ بلورشناسی و کانی شناسی ایران، سال پنجم، شمارهٔ دو، پائیز ۱۳۷۶ از صفحهٔ ۸۳ تا ۹۶

پژوهشی

بررسی زمین شناسی کانسارهای انجیرهٔ اصفهان

محمد طورچی - علیخان نصر اصفهانی
گروه زمین شناسی - دانشکده علوم - دانشگاه شهید باهنر کرمان

چکیده: کانسارهای انجیره در ۵۵ کیلومتری غرب اصفهان واقع شده‌اند. این کانسارها متعلق به بخشی از حوضه رسوبی وسیعی است وابسته به زون سنندج - سیرجان که حاوی نشانه‌هایی از فلزات سرب و روی است. این حوضه حاوی توالی‌های رسوبی کرتاسه زیرین (آلبین - آبسین) است. کانسارهای انجیره بیشتر شبیه به کانسارهای سرب و روی چینه کران از نوع درهٔ می‌سی‌سی‌پی است. کانی‌های فلزی اصلی در این کانسارها شامل اسفالریت غنی از کادمیوم و گالن با نقرهٔ کم است. این کانسارها از نظر کادمیوم و جیوه غنی، ولی از نظر طلا و نقره فقیرند.

واژه‌های کلیدی: *ژئوشیمی، منشأ کانسارهای سرب و روی انجیره*

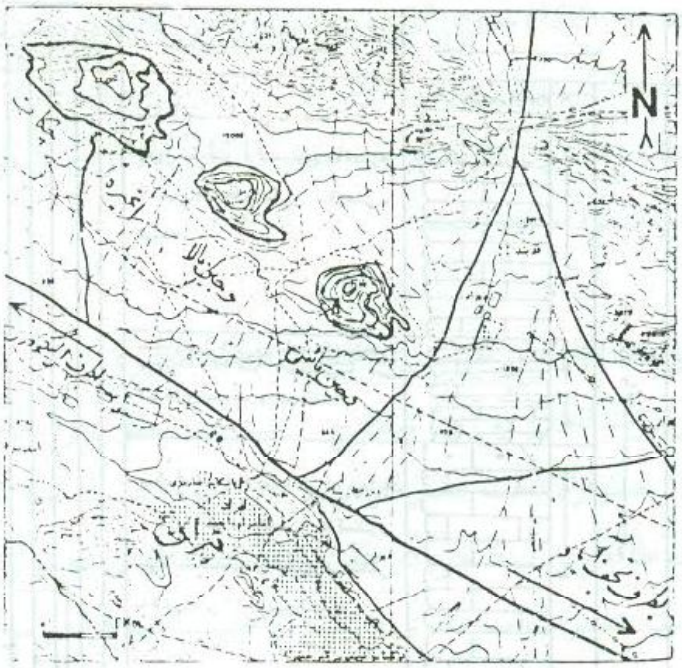
مقدمه

اولین گزارش از این کانسارها از سوی رُدهاس انتشار یافت [۱]. بلامی نیز این ناحیه را از نظر سنگ شناسی به طور سطحی مورد بررسی قرار داده است [۲]. دیمز و مور طرحی برای استخراج این کانسارها ارائه کرده‌اند [۳].

موقعیت جغرافیایی

کانسار انجیره، در امتداد رشته کوهی متشکل از وجین پایین ، وجین بالا و انجیره (انجیرهٔ

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ۱ موقعیت کانسارهای انجیره در نقشهٔ توپوگرافی ۱۵۰۰۰۰.

قدیمی و انجیرهٔ جدید یا چکاب) (شکل ۱) تشکیل شده است و در ۵۵کیلومتری غرب اصفهان قرار دارد.

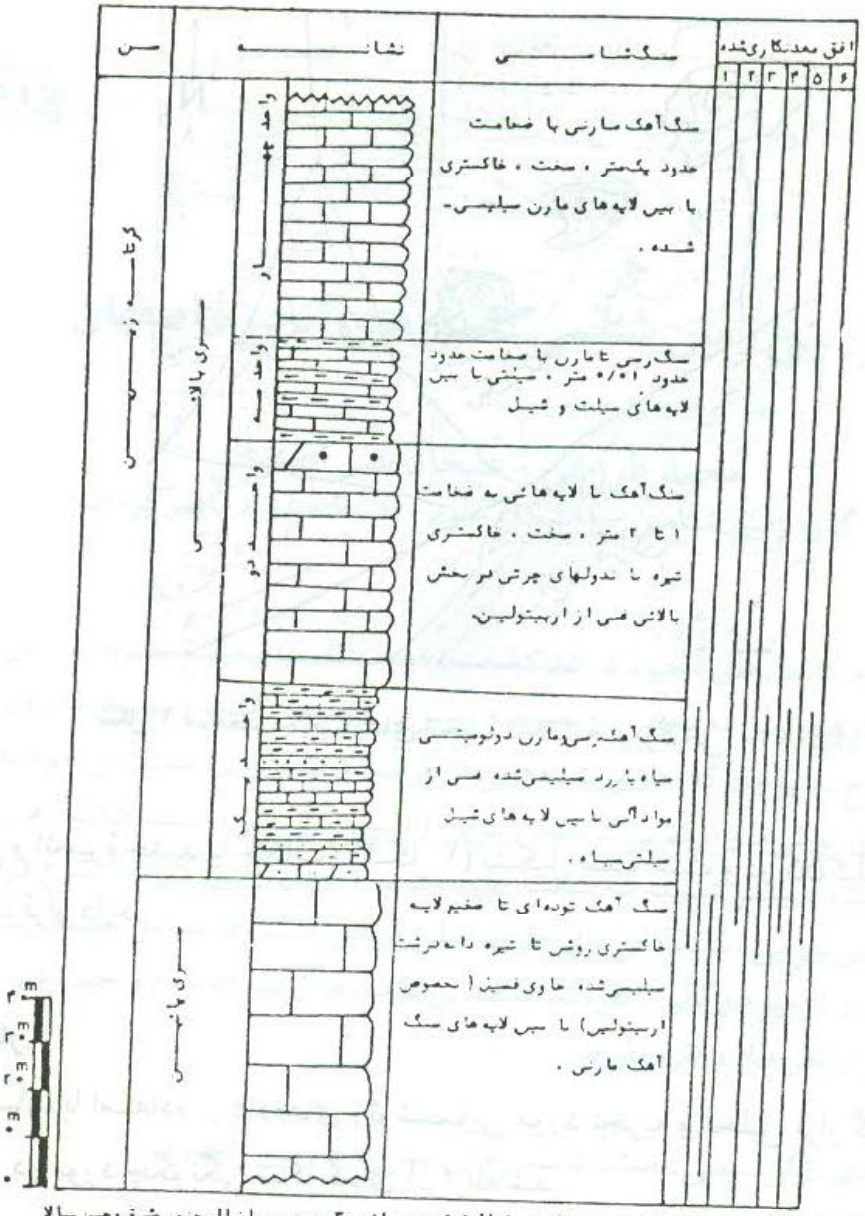
روش کار

این کانسار، با استفاده از داده‌های ژئوشیمیایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مدل مناسبی در مورد چگونگی شکل‌گیری آن ارائه شد.

سنگ شناسی و چینه شناسی ناحیهٔ انجیره

در شکل ۲ توالی‌های چینه شناسی ناحیهٔ انجیره نشان داده شده‌اند. مهمترین واحدهای زمین شناسی ناحیه انجیره دارای سن کرتاسه زیرین‌اند. سری پایین کرتاسه زیرین (L.S) از سنگ آهک متراکمی تشکیل یافته و بخش عمدهٔ ارتفاعات این ناحیه را به‌خود اختصاص داده است. این واحد بخشهای اصلی وجین پایین، وجین بالا و انجیره را تشکیل می‌دهد، و در ناحیهٔ معدنی انجیره (بخشهای بالایی) زونهایی دیده می‌شوند که

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ۲ ستون چینه شناسی ناحیهٔ معدنی انجیرهٔ تیران

در آنها کانه‌زایی شده است. سری بالایی کرتاسهٔ زیرین (US) شامل چهار واحد سنگی است. واحد یک (U1) مهمترین بخش معدنی است و کانیها در آن به‌صورت عدسی‌های سیلیسی حاوی سولفورهای سرب و روی، همشیب با لایه‌ها، قرار دارند. البته این واحد در نواحی سطحی به شدت هوازده شده و غنی از کانی‌های ثانوی سرب

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

و روی است. واحد دو (U2) حاوی گالن، پیریت، و کمی کالکوپیریت است و به‌ویژه در معدن رو باز وجین بالا گسترش دارد. واحد سه (U3) به شدت خرد شده وبه‌صورت دامنه هایی در منطقه رخنمون دارند. واحد چهار (U4) بالاترین تشکیلات در ناحیه است که در سطح رخنمون شده است.

زمین‌ساخت (تکتونیک) و زمین شناسی ساختاری ناحیهٔ انجیره

این ناحیه از نظر زمین‌ساختی به زون سنندج - سیرجان تعلق دارد. ناحیهٔ انجیره مانند تمام منطقهٔ اصفهان همواره تحت فشار کوهزایی آلپی بوده است. سه کوه انجیره را می توان به‌صورت یک طاقدیس شکنجی در نظر گرفت که گسلهای معمولی با امتداد شرقی آن را قطع کرده است. تغییرات ساختاری و زمین‌ساختی ناحیه در دو مرحلهٔ اصلی، یکی مرحلهٔ ابتدایی به‌صورت ترکیبی از چین خوردگی و راندگی، و دیگری مرحلهٔ انتهایی به‌صورت تاثیر گسلهای کششی یا معمولی صورت گرفته است. در این دو مرحله، در اثر فشارهای زمین‌ساختی، توالی‌های چینه شناختی شروع به تغییر شکل کرده و ایجاد چین های نامتقارن نموده اند. غیر از گسلهای رانده، سیماهای زمین‌ساختی دیگری نیز در منطقه به‌طور چشمگیری حضور داشته‌اند، از جملهٔ آنها می توان ازگسلهای شرقی - غربی و گسلهای شمالی - جنوبی و سیماهای جدا شونده نام برد. از عناصر ساختاری دیگر در ناحیه، کلیواژ است. در همهٔ این سیماها لایه‌های نازک رسی، نزدیک گسلها و مرکز چینها دیده می شوند.

کانی شناسی کانسارهای انجیره

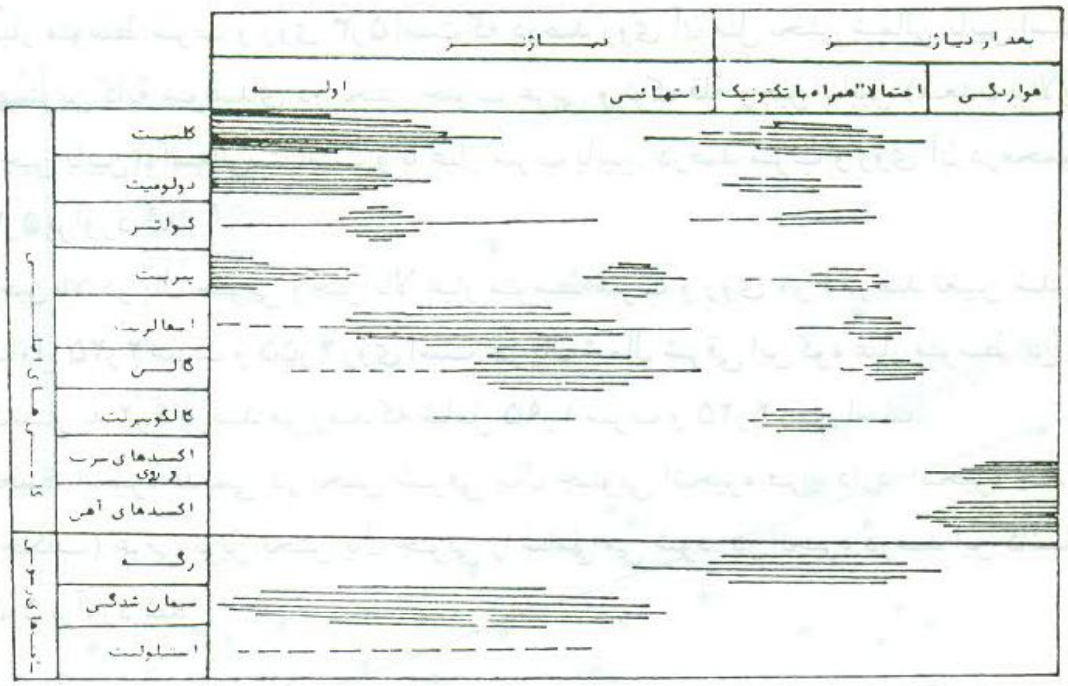
کانی شناسی سنگ میزبان : سنگهای ناحیهٔ معدنی انجیره از توالی‌های رسوبی به‌خصوص سنگهای کربناتی تشکیل یافته‌اند. در نمونه‌های مورد بررسی به‌خصوص در سری زیرین، بیشتر حاوی میان‌آوارهای (اینتراکلاست‌های) گِرد میکرایتی است. علاوه بر میان‌آوارها، فسیل فرامینیفرها نیز در این لایه‌ها مشاهده می‌شوند. زمینهٔ سنگها در توالی‌های رسوبی این ناحیه میکرایت و اسپارایت‌اند. کانیهای کربناته شامل کلسیت و

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

دولومیت ، اصلی‌ترین کانیهای تشکیل دهنده سنگهاست. منشأ کلسیت در این سنگها به دو شکل اولیه و ثانویه خودنمایی می‌کند. دولومیت بیشتر به‌صورت کانی ثانویه است. سیلیس پس از کانیهای کربناتی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، و به‌صورت بلورهای خود شکل و مجموعه‌های پنهانی، از بلور تا چرت دیده شده‌اند. سیلیس به‌صورت چرت خاستگاه شیمیایی دارد و در سنگهای آهکی به‌صورت گِرِهک‌های چرتی و بدون هیچ ساختاری ایجاد شده است.

کانی شناسی سولفیدهای اصلی : پیریت از فراوانترین سولفیدهاست و به‌صورت بلورهای پراکنده با منشأ دیاژنتیکی یافت می شود. گوگرد موجود در سولفیدها از احیاء سولفات محلول در آب دریا توسط باکتریها به‌وجود می‌آید. پیریت به‌دلیل فراوانی و مشابهت ژنتیکی با سایر سولفیدها، دارای اهمیت مطالعاتی است. فرایندهای دیاژنز را می‌توان به‌طور کامل در این کانی مطالعه کرد و برای بقیهٔ سولفیدها بسط داد. از انواع پیریت در کانسارهای انجیره می‌توان از پیریت فرامبوئیدی، پیریت توده‌ای و پیریت خود شکل نام برد. اسفالریت در مراحل اولیه یا میانی دیاژنز، پس از تشکیل پیریت و پیش از گالن متبلور شده است. اسفالریت به‌صورت گردواره از مهمترین اشکال این کانی در این کانسارهاست، و در نمونه‌های دستی، ظاهری نوارگونه به‌خود می گیرد. گردواره‌های اسفالریتی درمراحل اولیه دیاژنز به‌صورت نوارهای کانه‌دار ریز متبلور شده‌اند و در مراحل بعدی این پیکربندی ریز بلور، مجموعه‌های درشتر را ایجاد نموده‌اند. جابجایی در طی فرایند دیاژنز در گلهای حاوی مادهٔ معدنی، سبب تجمع توده‌ای این کانی و گاهی قالب وزنی شده است. بافت ژئوپتالی در مراحل دفن شدگی بعدی این توده ها به‌وجود آمده است. اسفالریت، بلورهای پیریت را در بر گرفته و گاهی جای آنها عوض شده است، و اسفالریت را گالن در بر گرفته است. گالن در این کانسارها فضای خالی بین بلورهای درشت تشکیل دهنده سنگ را پر کرده است. کالکوپیریت به مقدار کم در این کانسار و به‌صورت پُرکنندهٔ فضاهای خالی دیده می شود. این کانی به‌صورت اینکلوزیون در داخل اسفالریت نیز دیده می شود.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ۳ پاراژنز کانسارهای اصلی در کانسارهای انجیره تیران

پاراژنز و توالی پاراژنتیکی

کانی‌شناختی این کانسارها ساده است و مجموعهٔ پاراژنتیکی زیر را ایجاد کرده‌اند. در شکل ۳ خلاصه این مطالعات آمده است.

عیار سرب و روی در کانسارهای معادن مختلف ناحیهٔ انجیره

برای تعیین عیار متوسط سرب و روی در کانسارهای معادن مختلف انجیره، از هر معدن ده نمونه جهت برآورد مقدار متوسط کانسنگ برداشت شدند و مورد تجزیهٔ شیمیایی قرار گرفتند.

وجین پایین : وجین پایین (تیره وجین) در طبقات آهکی سری زیرین واقع شده است. در بخش شمال شرق آن یک معدن روباز و یک زون اکتشافی وجود دارد. متوسط درصد سرب و روی در معدن روباز ۲٫۱۴ است ولی عیار روی در آن پایین است. درصد آهن در این بخش ۶٫۰ است. در زون اکتشافی واقع در شمال شرق این کوه درصد سرب و روی ۵٫۱ برآورد شده که سهم سرب بیش از روی است. در بخش جنوب شرقی این کوه

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

عیار متوسط سرب و روی ۳ر۵ است که درصد روی آن مثل بخش شمالی پایین است. مهمترین کانهٔ سولفیدی در بخش جنوب غربی و نوک قلهٔ وجین پایین (معدن بالایی وجین پایین)، اسفالریت است و با عیار سرب پایین. درصد سرب و روی آن درمجموع ۳ر۵ برآورد شد.

وجین بالا: در یال جنوبی وجین بالا عیار متوسط سرب و روی ۸ر۶ درصد تعیین شد که شامل ۲۵ر۲ سرب و ۵۵ر۴ روی است. در یال شمال شرقی این کوه عیار متوسط این دو کانسار به ۲ر۶ درصد می‌رسد که شامل ۹۵ر۱ سرب و ۲۵ر۴ روی است.

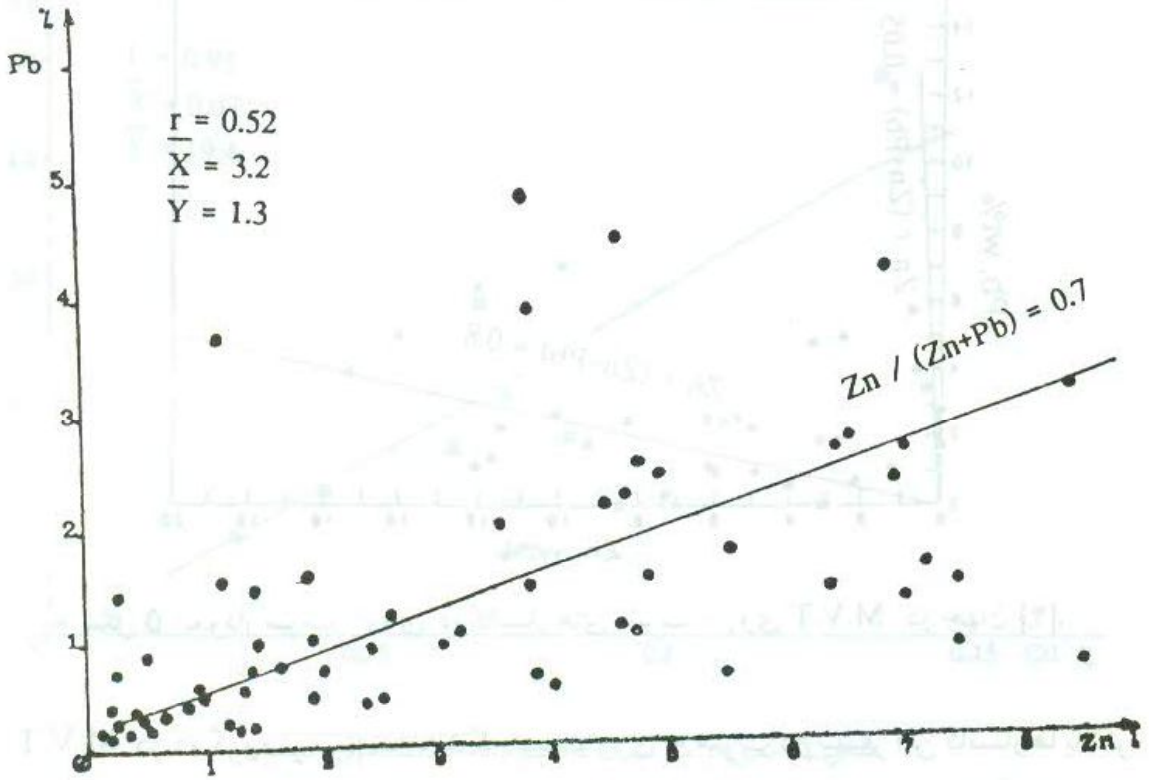
انجیره: انجیره قدیمی در بخش شرقی یال جنوبی انجیره قرار دارد. انجیرهٔ جدید (چکاب) غربی ترین بخش یال جنوبی را شامل می شود. در انجیره درصد این کانسار، ۵ر۵ برآورد شد.

ویژگیهای ژئوشیمیایی کانسارهای انجیره

طی کارهای صحرایی، سه مقطع چینه‌شناسی سنگی (لیتواستراتیوگرافی) برداشت شد، و همزمان با آن عناصر ساختاری و چینه شناسی نمونه‌های انتخابی مورد سنجش قرار گرفتند. از این بررسی ها نتایج زیر حاصل شد:

۱) میزان سرب و روی در کلیهٔ مقاطع بالاست. ۲) میزان سرب در سری زیرین نسبت به واحدهای دو و سهٔ سری بالایی بالاتر است. ۳) میزان روی در واحد یک سری بالایی فزونی بیشتری دارد. ۴) آهنگ تغییر سرب با روی مشابه است. ۵) میزان سیلیس در تمامی توالیهای سنگی بالاست، و این لایه‌ها در سنگ آهکهای فسیل‌دار واقع‌اند (فراوانی فسیلهای حاوی مرجان می توانند بیانگر یک رخسارهٔ ردیفی باشد و حضور الیت به معنای فعال بودن محیط است ولی حضور زمینهٔ میکرایتی گواهی است بر موقعیت آرام محیط). ۶) میزان روی بالاتر از مس است. ۷) میزان آهن بالا ولی در بعضی لایه‌ها فزونی بیشتری یافته است. ۸) ارتباط بسیار مشخصی بین سیلیس، آهن، روی، و سرب در چینه وجود دارد. بنابراین می‌توان به این نتیجه رسید که تغییر چینه‌شناسی سنگی، موجب تغییر محسوسی در میزان عناصری می‌شود که ارتباط این تغییر رخساره‌ای طبقات و زایش کانسار را نشان می‌دهد.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

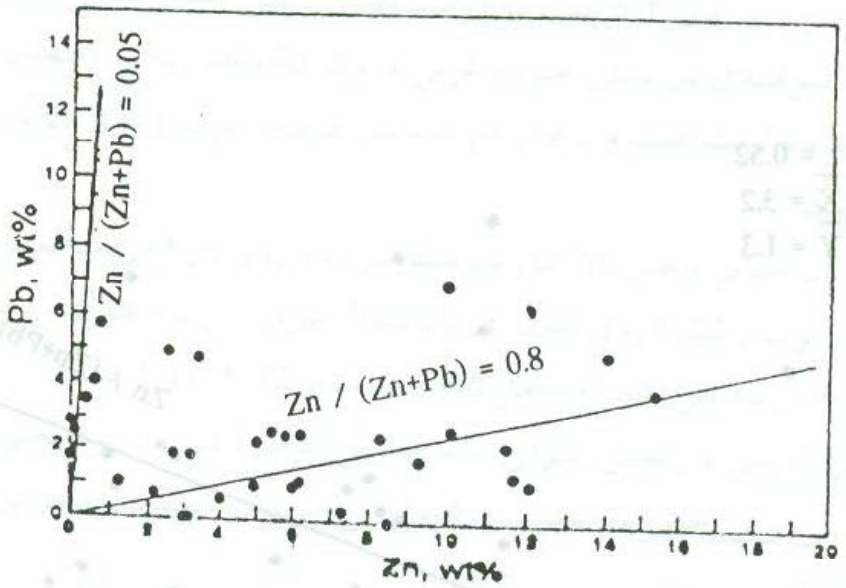


شکل ۴ نمودار سرب - روی در کانسار انجیره.

توزیع عناصر کمیاب

۱) بین عناصر دو ظرفیتی، جیوه و به‌خصوص کادمیوم در کانسارهای انجیره فراوانترند ولی از عناصر یک ظرفیتی مقدار نقره پایین و طلا پایین‌تر است. ۲) میزان Sr، Sb و As در این ناحیه بالاست، ولی میزان باریم، نیکل، کبالت، و تیتان در آن پایین است. ۳) در کانسارهای انجیره Ga و Ge نیز وجود دارنـــد. نمودار سرب - روی (شکل ۴) انطباق خاستگاه‌های این دو عنصر را نشان می‌دهد. میزان r (ضریب انطباق) برابر است با ۵۲ر۰، که مقدار متوسطی است و دلالت بر عدم پیروی تعدادی از نمونه‌ها از معادلهٔ خطی بین این دو عنصر دارد، زیرا نسبت سرب به روی در اکثر نمونه‌های برداشت شده از سری زیرین، به‌خصوص در وجین پایین، بالاتر از مکانهای دیگر است. شکل ۵ نسبت Pb - Zn در کانسارهای M.V.T در جهان را نشان می‌دهد. در این شکل کانسارهای

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

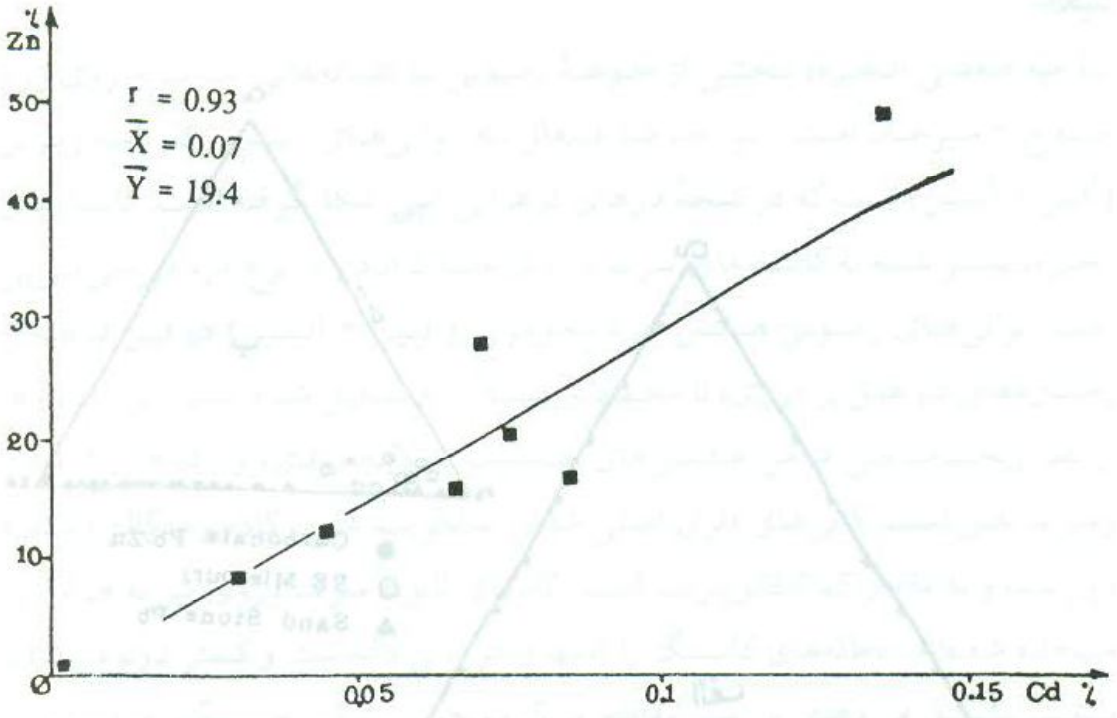


شکل ۵ نمودار سرب - روی درکانسار های سرب - روی M.V.T در جهان [۴].

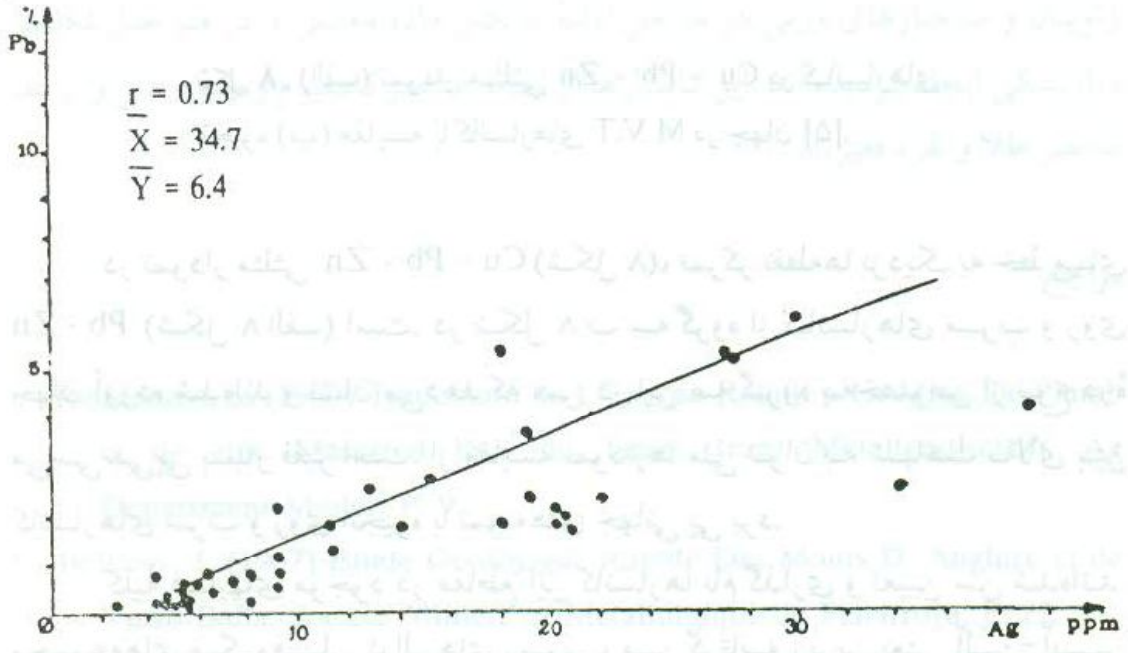
M.V.T در دوگروه ترسیم شده‌اند که نسبت روی به سرب در بیشتر این کانسارها بالاتر از مقدار متوسط است، و در جنوب میسوری که تنها بخش معدنی مهم دنیاست، نسبت Zn/Zn+Pb کمتر از ۵ر۰ است. کانسارهای انجیره مشابهت زیادی با نمونه‌های جهانی دارد.

نمودار روی - کادمیوم (شکل ۶)، ضریب انطباق بسیار بالای ۹۳ر۰ بین این دو عنصر را نشان می‌دهد که به معنای وجود یکسان آنهاست. براساس مطالعات انجام شده، کاهش دما موجب افزایش کادمیوم نسبت به روی می‌شود و بالا بودن درصد روی در این کانسارها، مبین پایین بودن دماست. بطور کلی معادن سرب و روی M.V.T مهمترین منابع اقتصادی تهیهٔ کادمیوم در جهان است. نمودار سرب - نقره (شکل ۷)، مشابه نمودار Zn - Cd است و انطباق بالای این دو عنصر را نشان می‌دهد. افزایش دما مشابه Zn - Cd موجب افزایش Ag نسبت به Pb در ساختار گالن خواهد شد، و این فزونی تا آنجا پیش می رود که بالاتر از دمای نقره به‌صورت سولفید درمی‌آید، و ضریب انطباق دو عنصر نقره و سرب پایین می‌آید. اصولاً مقدار نقره در این گونه کانسارهاپایین است، ازاین رو ضریب انطباق بالایی را نشان می‌دهد. نتیجه اینکه، این کانسارها در دمای پایینی تشکیل شده‌اند.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

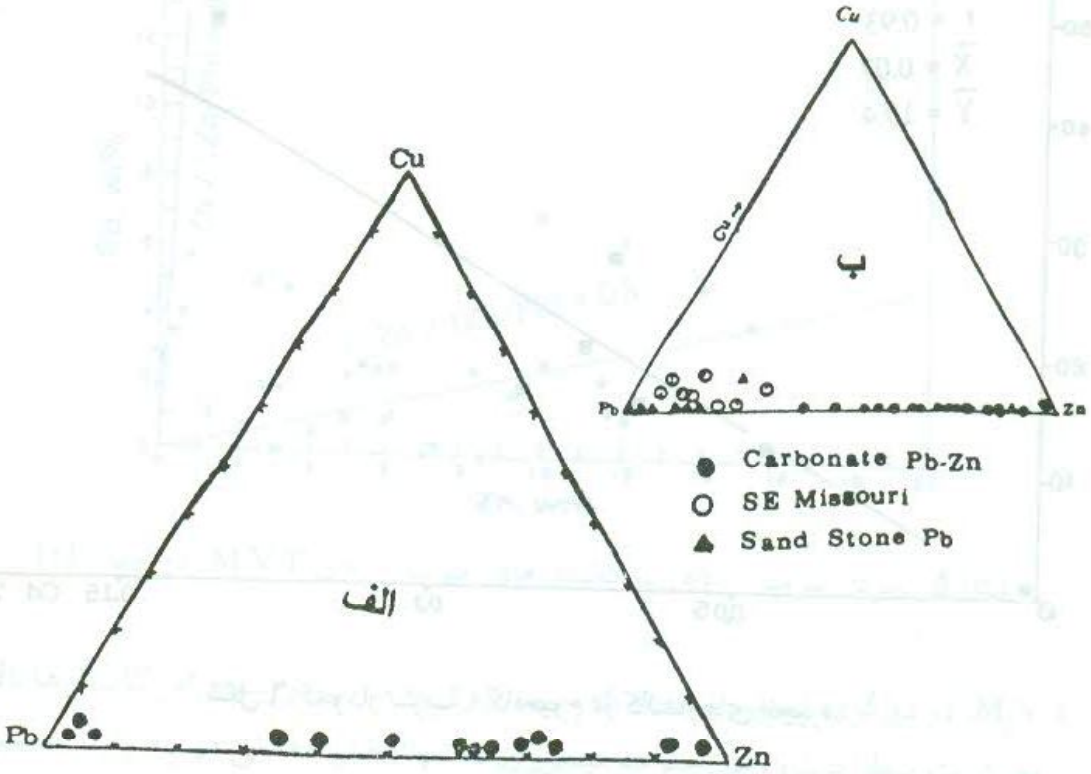


شکل ٦ نمودار سرب - کادمیوم در کانسارهای انجیره.



شکل ۷ نمودار سرب - نقره در کانسارهای انجیره.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]



شکل ۸ (الف) نمودار مثلثی Cu - Pb - Zn در کانسارهای انجیره (ب) مقایسه با کانسارهای M.V.T در جهان [۵].

در نمودار مثلثی Cu - Pb - Zn (شکل ۸)، تمرکز نقطه‌ها نزدیک به خط مبنای Pb - Zn (شکل ۸ الف) است. در شکل ۸ ب سه گروه از کانسارهای سرب و روی جهان آورده شده‌اند و نشان می‌دهد که مس در این سه گروه به‌خصوص از نوع درهٔ می‌سی‌سی‌پی بسیار فقیر است. از مقایسهٔ نمودارها می توان به شباهت بالای بین کانسارهای سرب و روی انجیره با نمونه‌های جهانی پی برد.

کلیهٔ فسلیهای موجود در مقاطع این کانسارها نام گذاری و تعیین سن شده‌اند. مجموعه‌های میکروفسیلی توالی‌های رسوبی، مبین کرتاسه زیرین یعنی آلبین-آبسین است.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

نتیجه

ناحیه معدنی انجیره، بخشی از حوضهٔ رسوبی با نشانه‌هایی سرب و روی زون سنندج - سیرجان است. این حوضه متعلق به توالی‌های رسوبی کرتاسه زیرین (آلبین - آبسین) است که در نتیجهٔ فازهای کوهزایی آلپی شکل گرفته است. کانسارهای انجیره، بیشتر شبیه به کانسارهای سرب و روی چینهٔ کران‌دار از نوع دره می‌سی‌سی‌پی است. توالی‌های رسوبی همسن کرتاسه زیرین (آلبین - آبسین) در این ناحیه از رخساره‌های کم عمق پر انرژی، تا محیطهای نسبتاً آرام تشکیل شده است. این کانسارها از نظر ریخت‌شناسی شامل عدسی‌های همشیب با لایه بندی، و رگه‌های کانه‌دار زمین‌ساختی است. کانی‌های فلزی اصلی شامل اسفالریت غنی ازکادمیوم، گالن کم نقره ، پیریت، و به مقدار کم کالکوپیریت است. کانیهای ثانویه سرب وروی نیز به فراوانی مشاهده شده‌اند. باطله‌های کانسنگ را کانیهای کربناتی (کلسیت و کمتر دولومیت) و سیلیس تشکیل می‌دهند. بررسی مقاطع میکروسکوپی، تاثیر چشمگیر فرایندهای دیاژنتیکی در تکامل این کانسارها را نشان می‌دهد. این مطالعات، نشان داد که بین ساخت و بافت کانسنگ و سنگ رسوبی ارتباطی وجود دارد. بافتهای رسوبی مثل ژئوپتال و ساختارهای وزنی در مراحل اولیهٔ تشکیل ماده معدنی و در مراحل تکامل دیاژنتیکی ایجادگردیده اند. این کانسارها از لحاظ عناصر کادمیوم و جیوه غنی و از نظر عناصر طلا و نقره فقیرند.

مراجع

1 - Reddehase, S. (1960) Traduction de L'Expose Relatif a La Mine De Plamb et de zinc Massared Pres de Tiran (Iran) Metallgesllschaft. Ag Department Minier, P. 9.

2 - Bellamy, J. (1967) Etude Geologigue Rapide Des Monts D, Anghire et de Vezin Balla. Societe Miniere et Metallurgique de Penarroya, P. 22.

3 - Dames and Moore (1974). Report on three-Hills Area. Tiran, Iran (Appreximate Tiele), D. M. Co. P. 72.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]

4 - Sangester, D. (1990) Mississippi Valley - Type and sedex Lead - Zink deposite: acomparative examination, Appl. Earth Sci. sect. B, V. 99, P. B21 - B42

5 - Sverjensky, A. (1984) Genesis of Mississippi Valley - Type Lead - Zinc deposits, Ann. Rev. Earth Planet. Sci., P. 177 - 198.

[Downloaded from ijcm.ir on 2025-07-14]