

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.*

پژوهشی

بررسی زمین شناسی کانسارهای انجیره 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 دره می‌سی‌سی‌پی است. کانی‌های فلزی اصلی در این کانسارها شامل اسفالریت غنی از کادمیوم و گالن با نقره کم است. این کانسارها از نظر کادمیوم و جیوه غنی، ولی از نظر طلا و نقره فقیرند.

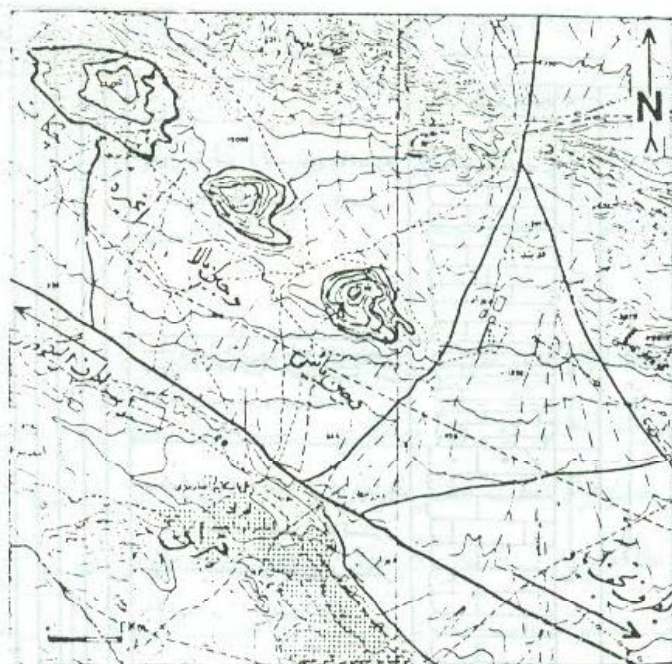
واژه‌های کلیدی: ژئوشیمی، منشأ کانسارهای سرب و روی انجیره

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 (انجیره



شکل ۱ موقعیت کانسارهای انجیره در نقشه توپوگرافی ۱:۱۵۰۰۰۰.

قدیمی و انجیره جدید یا چکاب) (شکل ۱) تشکیل شده است و در ۵۵ کیلومتری 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 ناحیه انجیره

در شکل ۲ توالی‌های چینه شناسی ناحیه 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 عمده ارتفاعات این ناحیه را به خود اختصاص داده است. این واحد بخشهای اصلی وجین پایین، وجین بالا و انجیره را تشکیل می‌دهد، و در ناحیه معدنی انجیره (بخشهای بالایی) زونهایی دیده می‌شوند که

س	نشان	سنگ	افق معدنی ریخته					
			۱	۲	۳	۴	۵	۶
سری بالایی	۱	سنگ آهک ماری با ضخامت حدود یک متر، سخت، خاکستری با بین لایه های مارن سیلیسی شده.						
	۲	سنگ رسی تا مارن با ضخامت حدود ۰/۵ متر، سیلیسی با بین لایه های سیلت و شیل.						
	۳	سنگ آهک با لایه هایی به ضخامت ۱ تا ۲ متر، سخت، خاکستری تیره با ندولهای چرتی فرخنده بالایی سی از اریستولین.						
	۴	سنگ آهکی سیمارن دولومیتی سیاه یا زرد سیلیسی شده، سی از مواد آلی با بین لایه های شیل سیلیسی شده.						
سری پایینی	۵	سنگ آهک توده ای تا صغیر لایه خاکستری روشن تا تیره دانه درشت سیلیسی شده، حاوی فسیل (مجموعه اریستولین) با بین لایه های سنگ آهک ماری.						

۱- معدن بالائی و حین پائین ۲- معدن روبلز در شمال شرق و حین پائین ۳- معدن وازبال جنوب شرق و حین بالائی
۴- معدن زیرزمینی شمال شرق و حین بالائی ۵- معدن زیرزمینی اخیر ۶- معدن چکاب.

شکل ۲ ستون چینه شناسی ناحیه معدنی انجیره تیران

در آنها کانه زایی شده است. سری بالایی کرتاسه زیرین (US) شامل چهار واحد سنگی است. واحد یک (U1) مهمترین بخش معدنی است و کانیها در آن به صورت عدسی های سیلیسی حاوی سولفورهای سرب و روی، همشیب با لایه ها، قرار دارند. البته این واحد در نواحی سطحی به شدت هوازده شده و غنی از کانی های ثانوی سرب

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

زمین ساخت (تکتونیک) و زمین شناسی ساختاری ناحیه انجیره

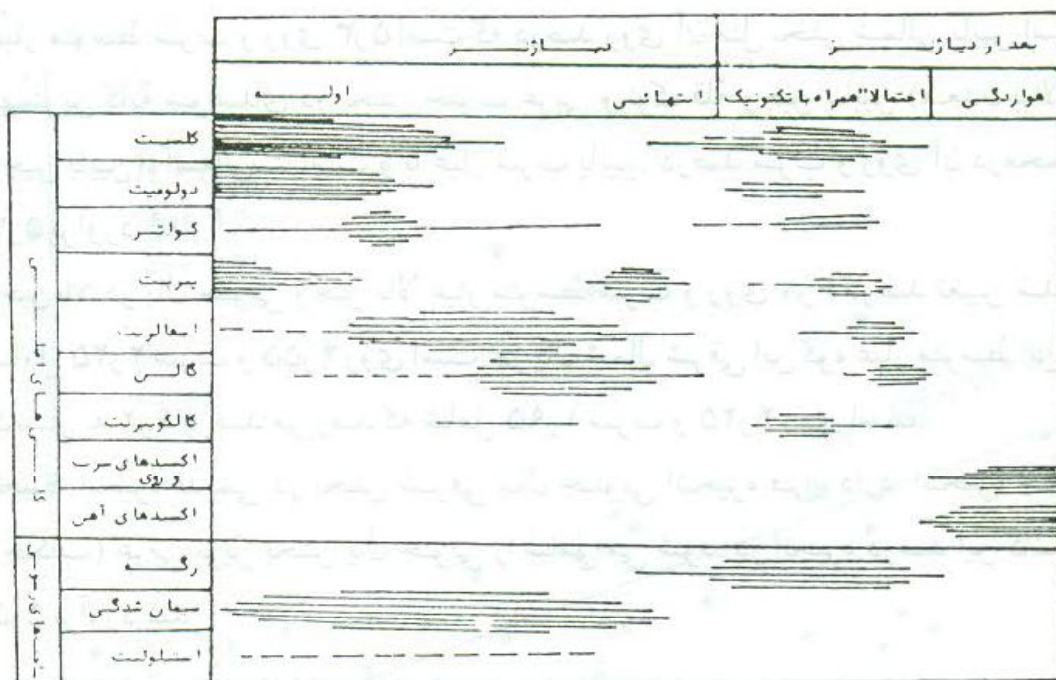
این ناحیه از نظر زمین ساختی به زون سنندج - سیرجان تعلق دارد. ناحیه انجیره مانند تمام منطقه اصفهان همواره تحت فشار کوهزایی آلی بوده است. سه کوه انجیره را می توان به صورت یک طاقدیس شکنجی در نظر گرفت که گسلهای معمولی با امتداد شرقی آن را قطع کرده است. تغییرات ساختاری و زمین ساختی ناحیه در دو مرحله اصلی،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

کانی شناسی کانسارهای انجیره

کانی شناسی سنگ میزبان: سنگهای ناحیه معدنی انجیره از توالی های رسوبی به خصوص سنگهای کربناتی تشکیل یافته اند. در نمونه های مورد بررسی به خصوص در سری زیرین، بیشتر حاوی میان آوارهای (اینتراکلاست های) گرد میکرایتی است. علاوه بر میان آوارها، فسیل فرامینیفرها نیز در این لایه ها مشاهده می شوند. زمینه سنگها در توالی های رسوبی این ناحیه میکرایت و اسپارایت اند. کانیهای کربناته شامل کلسیت و

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

کانی‌شناسی سولفیدهای اصلی: پیریت از فراوانترین سولفیدهاست و به صورت بلورهای پراکنده با منشأ دیاژنتیکی یافت می‌شود. گوگرد موجود در سولفیدها از احیاء سولفات محلول در آب دریا توسط باکتریها به وجود می‌آید. پیریت به دلیل فراوانی و مشابهت ژنتیکی با سایر سولفیدها، دارای اهمیت مطالعاتی است. فرایندهای دیاژنز را می‌توان به طور کامل در این کانی مطالعه کرد و برای بقیه 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 به صورت گردواره از مهمترین اشکال این کانی در این کانسارهاست، و در نمونه‌های دستی، ظاهری نوارگونه به خود می‌گیرد. گردواره‌های اسفالریتی در مراحل اولیه دیاژنز به صورت نوارهای کانه‌دار ریز متبلور شده‌اند و در مراحل بعدی این پیکربندی ریز بلور، مجموعه‌های درشت را ایجاد نموده‌اند. جابجایی در طی فرایند دیاژنز در گلهای حاوی ماده معدنی، سبب تجمع توده‌ای این کانی و گاهی قالب وزنی شده است. بافت ژئوپتالی در مراحل دفن شدگی بعدی این توده‌ها به وجود 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 به صورت پُرکننده فضاهای خالی دیده می‌شود. این کانی به صورت اینکلوزیون در داخل اسفالریت نیز دیده می‌شود.



شکل ۳ پاراژنز کانسارهای اصلی در کانسارهای انجیره تیران

پاراژنز و توالی پاراژنتیکی

کانی شناختی این کانسارها ساده است و مجموعه پاراژنتیکی زیر را ایجاد کرده اند. شکل ۳ خلاصه این مطالعات آمده است.

عیار سرب و روی در کانسارهای معادن مختلف ناحیه 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 تجزیه 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 ۲۱۴ است ولی عیار روی در آن پایین است. درصد آهن در این بخش ۶۰ است. در زون اکتشافی واقع در شمال شرق این کوه درصد سرب و روی ۵۱ برآورد شده که سهم سرب بیش از روی است. در بخش جنوب شرقی این کوه

عیار متوسط سرب و روی ۵۳ است که درصد روی آن مثل بخش شمالی پایین است. مهمترین کانه سولفیدی در بخش جنوب غربی و نوک قله و جین پایین (معدن بالایی و جین پایین)، اسفالریت است و با عیار سرب پایین. درصد سرب و روی آن در مجموع ۵۳ برآورد شد.

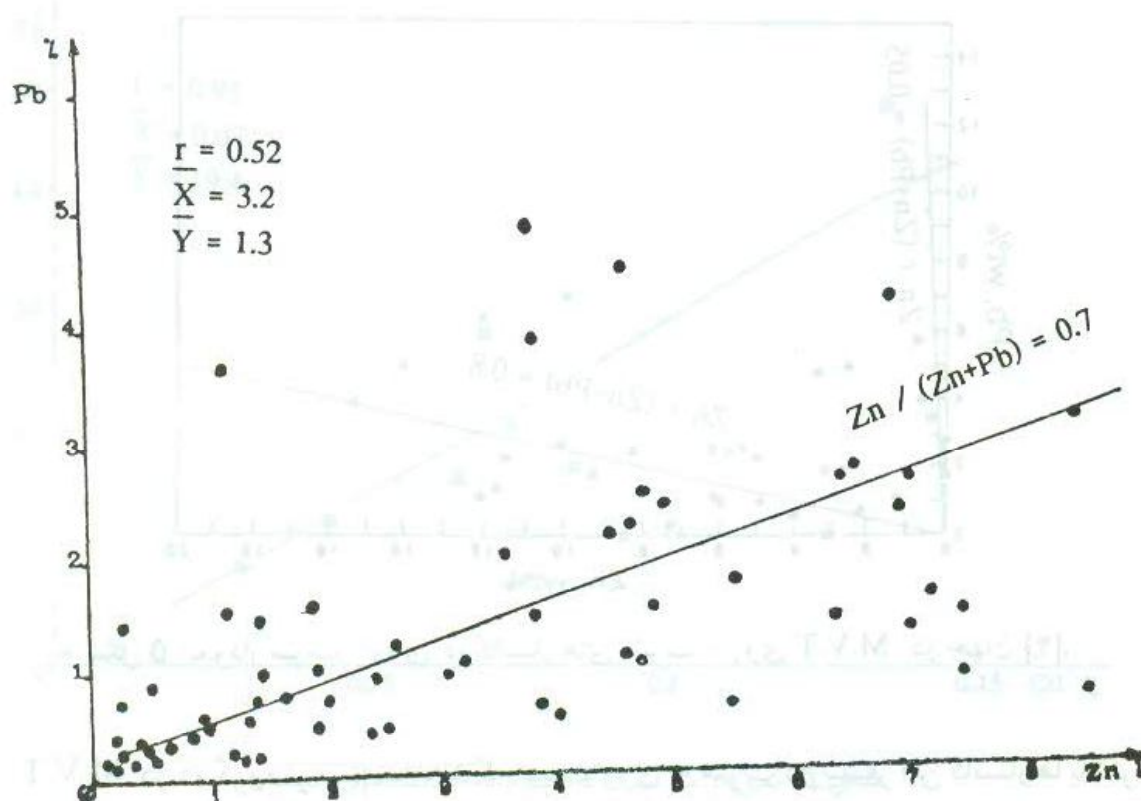
و جین بالا: در یال جنوبی و جین بالا عیار متوسط سرب و روی ۶۸ درصد تعیین شد که شامل ۲۲۵ سرب و ۴۵۵ روی است. در یال شمال شرقی این کوه عیار متوسط این دو کانسار به ۶۲ درصد می‌رسد که شامل ۱۹۵ سرب و ۴۲۵ روی است.

انجیره: انجیره قدیمی در بخش شرقی یال جنوبی انجیره قرار دارد. انجیره جدید (چکاب) غربی ترین بخش یال جنوبی را شامل می‌شود. در انجیره درصد این کانسار، ۵۵ برآورد شد.

ویژگیهای ژئوشیمیایی کانسارهای انجیره

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

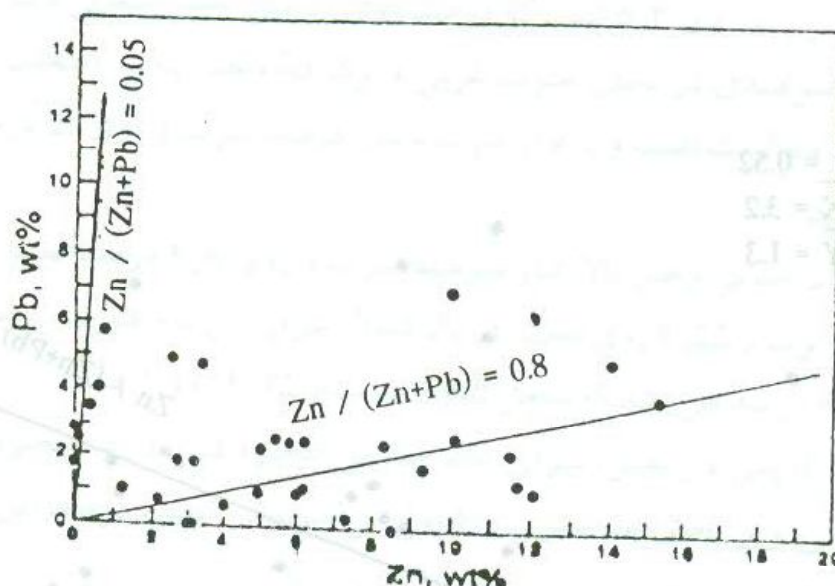
(۱) میزان سرب و روی در کلیه مقاطع بالاست. (۲) میزان سرب در سری زیرین نسبت به واحدهای دو و سه سری بالایی بالاتر است. (۳) میزان روی در واحد یک سری بالایی فزونی بیشتری دارد. (۴) آهنگ تغییر سرب با روی مشابه است. (۵) میزان سیلیس در تمامی توالیهای سنگی بالاست، و این لایه‌ها در سنگ آهکهای فسیل‌دار واقع‌اند (فراوانی فسیلهای حاوی مرجان می‌توانند بیانگر یک رخساره ردیفی باشد و حضور الیت به معنای فعال بودن محیط است ولی حضور زمینه 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.



شکل ۴ نمودار سرب - روی در کانسار انجیره.

توزیع عناصر کمیاب

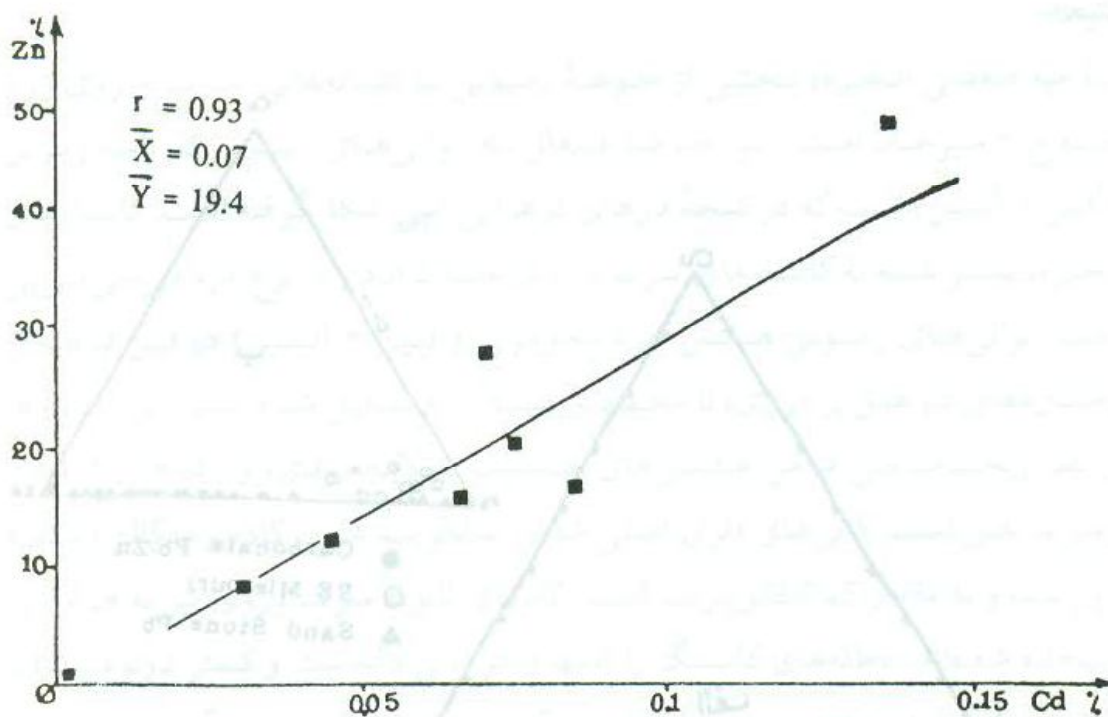
(۱) بین عناصر دو ظرفیتی، جیوه و به خصوص کادمیوم در کانسارهای انجیره فراوانترند ولی از عناصر یک ظرفیتی مقدار نقره پایین و طلا پایین تر است. (۲) میزان Sr، Sb و As در این ناحیه بالاست، ولی میزان باریم، نیکل، کبالت، و تیتان در آن پایین است. (۳) در کانسارهای انجیره Ga و Ge نیز وجود دارند. نمودار سرب - روی (شکل ۴) انطباق خاستگاه‌های این دو عنصر را نشان می‌دهد. میزان r (ضریب انطباق) برابر است با ۵۲٫۰، که مقدار متوسطی است و دلالت بر عدم پیروی تعدادی از نمونه‌ها از معادله خطی بین این دو عنصر دارد، زیرا نسبت سرب به روی در اکثر نمونه‌های برداشت شده از سری زیرین، به خصوص 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



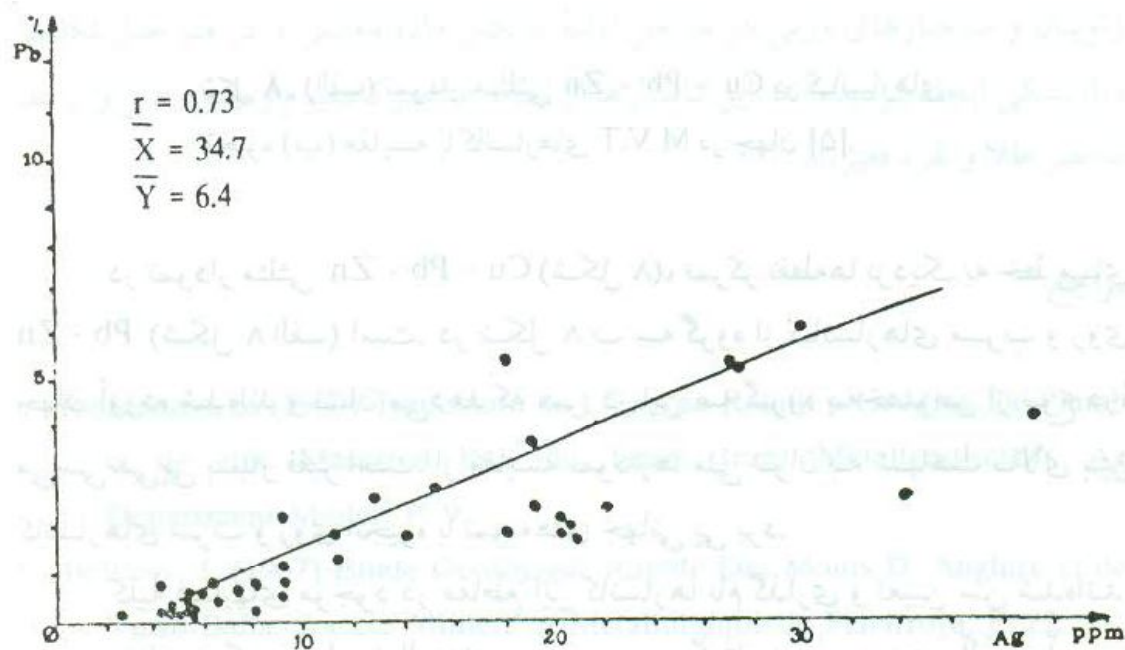
شکل ۵ نمودار سرب - روی در کانسارهای سرب - روی M.V.T. در جهان [۴].

M.V.T. در دو گروه 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 ۰.۵ است. کانسارهای انجیره مشابهت زیادی با نمونه‌های جهانی دارد.

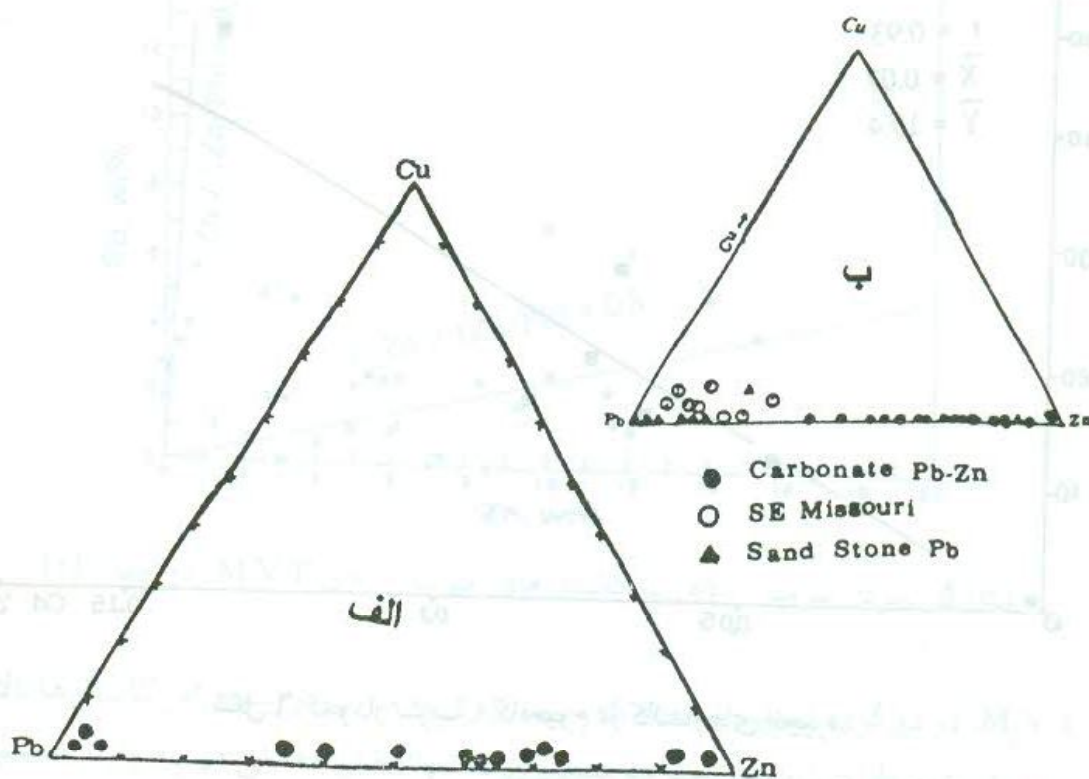
نمودار روی - کادمیوم (شکل ۶)، ضریب انطباق بسیار بالای ۰.۹۳ بین این دو عنصر را نشان می‌دهد که به معنای وجود یکسان آنهاست. براساس مطالعات انجام شده، کاهش دما موجب افزایش کادمیوم نسبت به روی می‌شود و بالا بودن درصد روی در این کانسارها، مبین پایین بودن دماست. بطور کلی معادن سرب و روی M.V.T. مهمترین منابع اقتصادی تهیه 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 می‌رود که بالاتر از دمای نقره به صورت سولفید درمی‌آید، و ضریب انطباق دو عنصر نقره و سرب پایین می‌آید. اصولاً "مقدار نقره در این گونه کانسارها پایین است، از این رو ضریب انطباق بالایی را نشان می‌دهد. نتیجه اینکه، این کانسارها در دمای پایینی تشکیل شده‌اند.



شکل ۶ نمودار سرب - کادمیوم در کانسارهای انجیره.



شکل ۷ نمودار سرب - نقره در کانسارهای انجیره.



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 به خصوص از نوع دره می‌سی‌سی‌پی بسیار فقیر است. از مقایسه نمودارها می‌توان به شباهت بالای بین کانسارهای سرب و روی انجیره با نمونه‌های جهانی پی برد. کلیه فسیلهای موجود در مقاطع این کانسارها نام گذاری و تعیین سن شده‌اند. مجموعه‌های میکروفسیلی توالی‌های رسوبی، مبین کرتاسه زیرین یعنی آلبین-آبسین است.

نتیجه

ناحیه معدنی انجیره، بخشی از حوضه رسوبی با نشانه‌هایی سرب و روی زون سنندج - سیرجان است. این حوضه متعلق به توالی‌های رسوبی کرتاسه زیرین (آلبین - آبسین) است که در نتیجه فازهای کوهزایی آلپی شکل گرفته است. کانسارهای انجیره، بیشتر شبیه به کانسارهای سرب و روی چینه‌کران‌دار 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 از کادمیوم، گالن کم نقره، پیریت، و به مقدار کم کالکوپیریت است. کانیهای ثانویه سرب و روی 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 اولیه تشکیل ماده معدنی و در مراحل تکامل دیاژنتیکی ایجاد گردیده‌اند. 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'Exposé Relatif a La Mine De Plamb et de zinc Massared Pres de Tiran (Iran) Metallgesellschaft. Ag Department Minier, P. 9.
- 2 - Bellamy, J. (1967) Etude Geologique 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.

- 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.

Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Washington, D.C. 20508

2 - Bellamy, J. (1967) *Etude Géologique Rapide Des Mines D'Antimoine et de*
Vain Balla, Société Minière et Métallurgique de l'Antimoine, P. 22

3 - James and Moore (1974) *Report on three faults near Trian, Iran*
(Apprentice Tiele), D. M. G. P. 12