

مدل توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر معدن عمارت، اراک

دکتر علی اصغر حسنی پاک

دانشیار گروه مهندسی معدن - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

چکیده

مطالعات ژئوشیمیایی حاضر به منظور ارائه مدل توزیع عنصر روی (Zn) در سنگ درونگیر کانسنگ سرب و روی در محدوده معدن عمارت، اراک صورت گرفته است. در اینجا مدل سازی شامل برقرار کردن رابطه کمی بین سه متغیر ضخامت رگه سرب و روی، غلظت یا فراوانی روی در سنگ درونگیر و فاصله هر نقطه دلخواه از سنگ درونگیر نسبت به ماده معدنی بوده است.

برای ساخت چنین مدلی در معدن عمارت، ۹۳ نمونه از سنگ درونگیر (درون تونلها و یا از گمانه ها) برداشت گردید. منحنی تغییرات غلظت عنصر روی به عنوان تابعی از فاصله نمونه نسبت به آن در کمر پائین و کمر بالا به طور جداگانه برازش گردید، سپس منحنی تغییرات فاصله از رگه نسبت به ضخامت رگه برای غلظت های ثابت ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۶۰۰ پی پی ام در کمر بالا و ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ پی پی ام در کمر پائین رسم گردید. مدل منحنی تغییرات بدست آمده طوری است که امکان کاربرد آن را برای تخمین فاصله آخرین نقطه حفاری از رگه پنهانی و همچنین ضخامت رگه مورد انتظار میسر می سازد.

زمین شناسی منطقه

می توان ایجاد رخساره های دگرگونی ناحیه ای درجه پائین، چین های پرشیب و گاهی برگشته، توسعه گسل های معکوس، شکستگی های طولی وسیع و رورانگی ها را نام برد (۱۷).

رخداد دگرگونی ناحیه ای درجه پائین در سنگ های مزوزوئیک ناحیه جنوب اراک قابل ملاحظه می باشد، شدت این دگرگونی بطرف جنوب غرب (منطقه همدان و ملایر) افزایش می یابد ولی از اثرات آن به طرف شمال کاسته می شود. گسترش اسلیت ها در شیل های ژوراسیک را می توان یکی از آثار این دگرگونی ناحیه ای دانست. در همین منطقه رسوبات کرتاسه تحت تأثیر یک فاز دگرگونی جوانتر مرتبط با حرکات کوهزائی آلپ قرار گرفته اند (۱۷).

در مقیاس محلی، سنگ های منطقه معدنی عمارت عمدتاً شامل سنگ های تخریبی ژوراسیک و سنگ های تخریبی و شیمیایی کرتاسه می باشد. گروه اول را عمدتاً شیل ها و ماسه سنگ های هم ارز شمشک تشکیل می دهد. پیدایش مقدار زیادی پیریت همراه با آثاری از کانیهای مس، سرب و روی در شیل های

محدوده معدنی عمارت در جنوب غربی شهرستان اراک و به فاصله ۴۶ کیلومتری آن واقع گردیده است. این منطقه بخش کوچکی از پهنه زمین شناختی مریوان - اسفندقه می باشد که بین دو بخش زاگرس شمالی و کمر بند ولکانیکی ارومیه - دختر گسترش دارد (۱۷). از دیدگاه تکنیک صفحه ای این پهنه زمین شناختی را می توان حاشیه قاره غیرفعال محسوب کرد. در مقابل آن کمر بند ولکانیکی ارومیه - دختر قرار دارد که حاشیه قاره فعال محسوب می شود. این پهنه از نظر زمین شناسی اقتصادی حائز اهمیت است و بسیاری از کانسارهای فلزی بخصوص سرب و روی در آن یافت می شود (۱۰). در این پهنه امتداد عمومی ارتفاعات محور چین ها شمال غربی - جنوب شرقی است و فعالیت های آتشفشانی آن قبل از ترشیری گسترده بوده است. اثرات فازهای کوهزائی کیمیرین پیشین و آلپ بطور چشمگیری در آن دیده می شود. از آن جمله

شمال - جنوب رگه های معدنی را قطع می کنند می توان دریافت که بخشی از سیستم شکستگی ها در این منطقه قبل از کانی سازی و بخشی بعد از آن توسعه یافته است. بدیهی است سیستم های شکستگی قبل از کانی سازی در توسعه عناصر کانساری نقش کنترل کننده داشته اند.

مطالعات توزیع عناصر کانساری در سنگ درونگیر

کرتیس (۶) در زمره نخستین محققینی بود که توزیع عناصر کانساری را در سنگ درونگیر نهشته های کانساری مورد بررسی قرار داد. بدنبال او فین لیسون (۷)، بولتروالشعیب (۵)، موریس ولورینگ (۱۱)، الاتیابارنزا (۱)، استید (۱۳)، لاتی و گووت (۹)، بیلی ومک کورمیک (۲)، بارنزا و لوری (۳)، شرجینا و کامینسکایا (۱۲) و بسیاری از محققین دیگر از جمله بیوس و گریگوریان (۴) به مدل سازی توزیع عناصر کانساری در سنگ درونگیر پرداختند. نتیجه کار همه این محققین دلالت بر آن دارد که چنانچه نمونه برداری کامل و صحیحی از سنگ درونگیر انجام گیرد توزیع هر عنصر کانساری در هر سنگ درونگیر ثابتی، در محدوده خطای تجربی از مدل توزیع لگاریتمی پیروی می کند بطوریکه با افزایش فاصله از رگه مقدار عنصر کانساری در سنگ درونگیر بطور نمائی کاهش می یابد. مشخصات این توزیع تا حد زیادی بوسیله پارامترهای فرآیند نفوذ سیال کانه ساز در سنگ درونگیر و قابلیت تحرک عنصر مورد نظر کنترل و تعیین می شود. گرچه ضخامت ماده معدنی ممکن است از چند سانتی متر تا چندین متر تغییر کند ولی عرض منطقه ای که در آن غلظت عناصر کانساری با افزایش فاصله از رگه کم می شود (هاله ژئوشیمیایی) می تواند به چندین ده متر برسد (۸). طبیعت سنگ درونگیر، عنصر کانه ساز، کمپلکس های مهاجر و ویژگی های ساختمانی محیط از مهمترین عوامل کنترل کننده گسترش هاله های

ماسه ای آن در این منطقه معمول است. در مواردی که این آثار قابل ملاحظه است زونهای کانه دار در عدسی هائی از سنگ درونگیر که سیلیسی فیکاسیون در آنها رخ داده و بعضاً کلاک آهنی حاصل از اکسیداسیون پیریت در آنها مشهود است یافت می شود. سنگهای کرتاسه را در این منطقه می توان به دو گروه تخریبی و شیمیائی تقسیم کرد. انواع تخریبی که بیشتر در قاعده یافت می شوند (کرتاسه زیرین) شامل ماسه سنگ دانه درشت و کنگلومرا و ماسه سنگ کوارتزی است که در بخش فوقانی به دولومیت ماسه ای و آهک دولومیتی ختم می شود. واحد سنگ آهک پلیتی، شیل و مارن بر روی این بخش قرار می گیرد. آهکهای اربیتولین دار در دو افق تحتانی و فوقانی ظاهر می شوند که بوسیله آهکهای نارک لایه، شیل و مارن از یکدیگر جدا می شوند. در فوقانی ترین بخش کرتاسه نیز یک واحد تفکیک نشده از آهک، شیل و مارن وجود دارد.

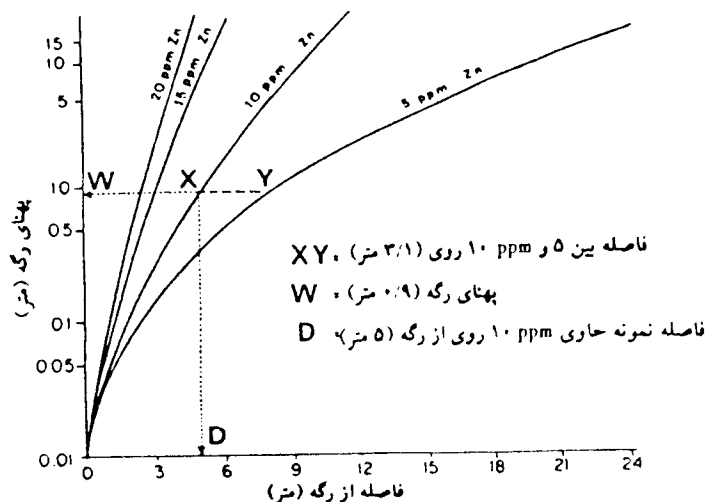
در منطقه معدن عمارت کانی سازی سرب و روی در سنگهای کرتاسه زیرین توسعه یافته است. سنگهای کمر پائین را بیشتر آهکهای اوربیتولین دار ضخیم لایه تشکیل می دهد که بعضاً سیلیسی فیکاسیون در آنها رخ داده و مقاومت مکانیکی بیشتری از خود بروز می دهند.

رگچه های سیلیسی با رنگ روشن در متن سنگ و در تمام جهات دیده می شود. گسترش آنها منطبق با توسعه سیستم شکستگی های محلی است و سنگهای کمر بالا را آهکهای نازک لایه زرد رنگ، شیل و مارن تشکیل می دهد. این مجموعه جوانترین بخش کرتاسه زیرین است و بعلاوه قدرت شکل پذیری زیاد، چین خوردگی شدیدی را نشان می دهد. در بعضی موارد مانند تونل صفر و تونل یک معدن همبری لایه کانی سازی شده با سنگ آهک کمر پائین تدریجی است. چنین حالتی گاهی در رخنمون های لایه کانی سازی شده دیده می شود. برعکس همبری ماده معدنی با کمر بالا بسیار مشخص و ناگهانی است.

از آنجا که بعضی از گسلها با امتداد نزدیک به

عنصر روی برای کمربالا و کمپرائین به طور جداگانه انجام پذیرد. از مجموع ۹۳ نمونه برداشت شده به روش لبپری^۱ (۱۸) تعداد ۴۶ نمونه از مغزه های مربوط به کمربالا و کمپرائین در پنج گمانه با ضخامت معلوم ماده معدنی ، ۲۲ نمونه از یک تونل اکتشافی بارگه ای با ضخامت معلوم و هفت نمونه از معدن روباز بارگه ای با ضخامت معلوم برداشت گردید. در جدول ۱ خلاصه داده های مربوط به تعداد نمونه ها و محیط آنها آورده شده است

برای هر رگه ابتدا مرز کمپرائین و یا کمربالای ماده معدنی با تشخیص ظاهری روی زمین تعیین گردید و سپس علاوه بر اندازه گیری ضخامت رگه در محل نمونه برداری فاصله هر نمونه برداشت شده از سنگ درونگیر نسبت به همان رگه نیز اندازه گیری شد. بدیهی است با این روش تشخیص ، امکان اشتباه در جدایش نمونه های مربوط به جامعه سنگ درونگیر از نمونه های مربوط به رگه وجود دارد، بخصوص در کمپرائین که همبری ماده معدنی با سنگ درونگیر تدریجی است. ولی همانطوریکه بعداً توضیح داده



شکل ۱ - الف: رابطه بین سه متغیر پهنای رگه ، غلظت عنصر روی در سنگ درونگیر و فاصله از رگه برای کانسار تیپ میسی سی پی در ایالت ویسکانسین (۲)

ژئوشیمیایی اولیه است (۱۵). بنابراین تا زمانیکه این عوامل ثابت باشد باید بتوان مدل ثابتی را برای توزیع یک عنصر خاص در یک سنگ درونگیر معین بدست آورد.

بارنزولاوری (۴) نشان داند که با مدل سازی توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر کانسنگ رگه ای امکان تخمین ضخامت رگه پنهانی و همچنین تخمین فاصله بین آخرین نقطه حفاری از رگه وجود دارد. چنین مدلی را می توان از طریق نمونه برداری از سنگ درونگیر در فواصل معین از رگه هائی با ضخامت معلوم و آنالیز نمونه برای تعیین مقدار غلظت روی بدست آورد. مدلی که این محققین برای عنصر روی در سنگ آهک درونگیر کانسار سرب و روی تیپ میسی سی پی بدست آورده اند در شکل ۱ - الف نشان داده شده است. براساس این مدل اگر برای مثال فاصله دو نمونه از سنگ درونگیر با غلظت های ۵ و ۱۰ پی پی ام روی از رگه حدود سه متر باشد در این صورت مقدار تخمین عرض رگه پنهانی مورد انتظار حدود یک متر و فاصله بین محل نمونه ای با ۱۰ پی پی ام روی تا رگه حدود ۵ متر ارزیابی می شود. بدیهی است کاربرد موفقیت آمیز این روش تخمین در گرو نمونه برداری صحیح ، آنالیز دقیق نمونه ها و خنثی سازی تغییرات ناهنجار غلظت روی در سنگ درونگیر است.

برای منطقه معدنی عمارت که در آن سنگ های کمربالا و سنگهای کمپرائین تا حدودی ثابت می باشد سعی شده است تا با مدل سازی جداگانه توزیع عنصر روی در سنگهای کمربالا و کمپرائین ماده معدنی به مدلی دست یافت که بتواند کاربرد مشابهی در جهت تخمین فاصله از رگه پنهانی و همچنین ضخامت رگه موردانتظار داشته باشد.

نمونه برداری و آماده سازی

نظر به اختلاف لیتولوژی کمربالا و کمپرائین ماده معدنی در منطقه عمارت لازم بود تا مدل سازی توزیع

جدول ۱: توزیع نمونه های برداشت شده در محیط های مختلف معدن عمارت

کمرپائین	کمربالا	محیط نمونه و تعداد آن	کل تعداد نمونه ها
۱۷	۴۷	مغزه از پنج گمانه مختلف ۶۴	۹۳
۱۱	۱۱	تونل ۲۲	
-	۷	معدن روباز ۷	

به جامعه سنگ درونگیر است که به علت عدم امکان تشخیص در روی زمین ممکن است به خطا برداشت شده باشند. روش جدا کردن نمونه های این دو جامعه از یکدیگر رسم هیستوگرام فراوانی عناصر سرب و روی در نمونه های کمربالا (HW) و مجموعه کمربالا و کمرپائین (FW) و بررسی مد فراوانی آنهاست. اگر خطایی صورت نپذیرفته باشد و نمونه کانی سازی شده در بین نمونه های مربوط به جامعه سنگ درونگیر نباشد باید برای هر عنصر، توزیعی با یک مد فراوانی حاصل گردد. ولی اگر نمونه های مربوط به منطقه کانی سازی شده در بین نمونه های سنگ درونگیر به خطا وارد شده باشد می توان انتظار دو مد فراوانی را داشت، یکی در غلظت های پائین و یا متوسط یکی در غلظت های بسیار بالا. غلظت بحرانی بین دو جامعه جایی قرار می گیرد که حداکثر تفکیک بین دو جامعه را امکانپذیر سازد. اشکال ۱ - ب تا ۲ - ب هیستوگرام های توزیع فراوانی عناصر سرب و روی را در نمونه های کمربالا و کمرپائین نشان می دهد. چنانکه ملاحظه می شود میانگین مقدار روی در کمرپائین چندبرابر کمربالا است. با توجه به داده های این دو شکل حداکثر مقدار

خواهد شد با رسم هیستوگرام فراوانی عناصر سرب و روی می توان نمونه های متعلق به این دو جامعه را تشخیص داد و سپس برای مدل سازی نمونه های متعلق به جامعه رگه که به خطا برداشت گردیده اند را از دور مطالعات بعدی حذف کرد.

هر نمونه سنگی به وزن تقریبی ۵/۰ الی ۲ کیلوگرم و شامل حداقل ۱۰ لیپر به وزن ۵۰ تا ۲۰۰ گرم بوده است. نمونه ها به روش ردیفی - تصادفی^۱ از محدوده معینی که میانگین فاصله آن از رگه به عنوان فاصله نمونه مربوطه از رگه شناخته می شود برداشت گردیدند (۱۸). هر نمونه بوسیله آسیای فکی تا ابعاد ۲ میلی متر خرد شده و سپس حدود ۵۰ گرم از بخش خرد شده بوسیله تقسیم کن شانهای جدا و بوسیله گلوله ای تا ابعاد ۲۰۰ - مش پودر شد. نمونه های پودر شده برای اندازه گیری مقدار سرب و روی مورد آنالیز شیمیائی قرار گرفتند.

تحلیل داده ها و مدل سازی

اولین قدم در تحلیل داده ها، تشخیص نمونه های مربوط به رگه کانی سازی شده از نمونه های مربوط

رگه‌ای با ضخامت ثابت و معین نقاطی که باید به آنها منحنی تغییراتی برازش شود دارای مختصات شامل عیار روی در نمونه سنگ درونگیر و فاصله نمونه از

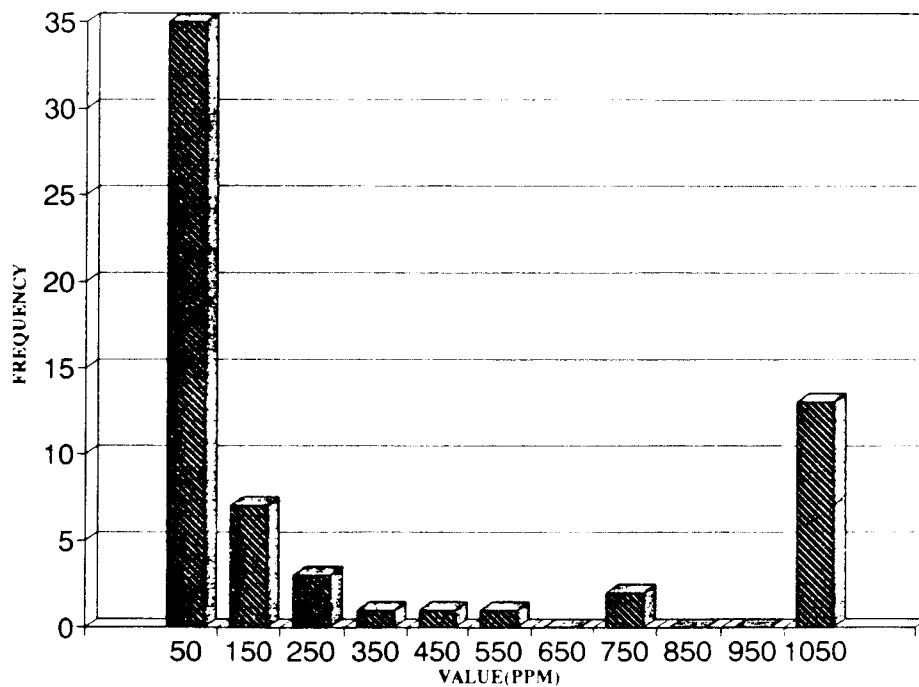
رگه‌ای با ضخامت ثابت معلوم می باشد (اشکال ۳ و ۴). پس از برازش مناسبترین منحنی تغییرات به داده‌های مربوط به نمونه های کمربالا و کمرپائین هر رگه‌ای با ضخامت معلوم (V.T.)، فاصله از رگه برای هر یک از غلظت‌های ثابت ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۶۰۰ پی‌پی‌ام در کمربالا و ۱۵۰۰، ۲۰۰۰، ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام در کمرپائین تعیین گردید. نتایج حاصل در جدول ۲ آورده شده است.

حال برای هر غلظت ثابتی از عنصر روی در کمربالا و کمرپائین (بطور جداگانه) تغییرات ضخامت رگه را به عنوان تابعی از فاصله نسبت به رگه (D) رسم می‌کنیم تا مدل نهائی حاصل گردد.

روی برای جامعه نمونه های سنگ درونگیر ۳۷۰۰ پی‌پی‌ام و برای مقدار سرب ۷۵۰ پی‌پی‌ام انتخاب گردید. بدین ترتیب نمونه هائی که مقدار روی آنها بیش از ۳۷۰۰ پی‌پی‌ام و یا مقدار سرب آنها بیش از ۷۵۰ پی‌پی‌ام بوده است به عنوان نمونه های متعلق به جامعه رگه تشخیص داده شده و برای مدل سازی عنصر روی در سنگ درونگیر در نظر گرفته نشده‌اند. بدین ترتیب مجموعاً ۲۴ نمونه از دور مطالعات بعدی حذف و ۶۹ نمونه برای مدل سازی توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر به کار رفته است.

پس از تعیین نمونه های مربوط به جامعه سنگ درونگیر، با استفاده از نرم افزار ممتیکا (۱۴) به برازش مناسبترین منحنی تغییرات عنصر روی اقدام گردید. این نرم افزار قادر است با محاسبه خطای برازش مدل، مناسبترین تابع تغییرات برازش شده به یک سری داده معین را معرفی کند. در اینجا برای هر

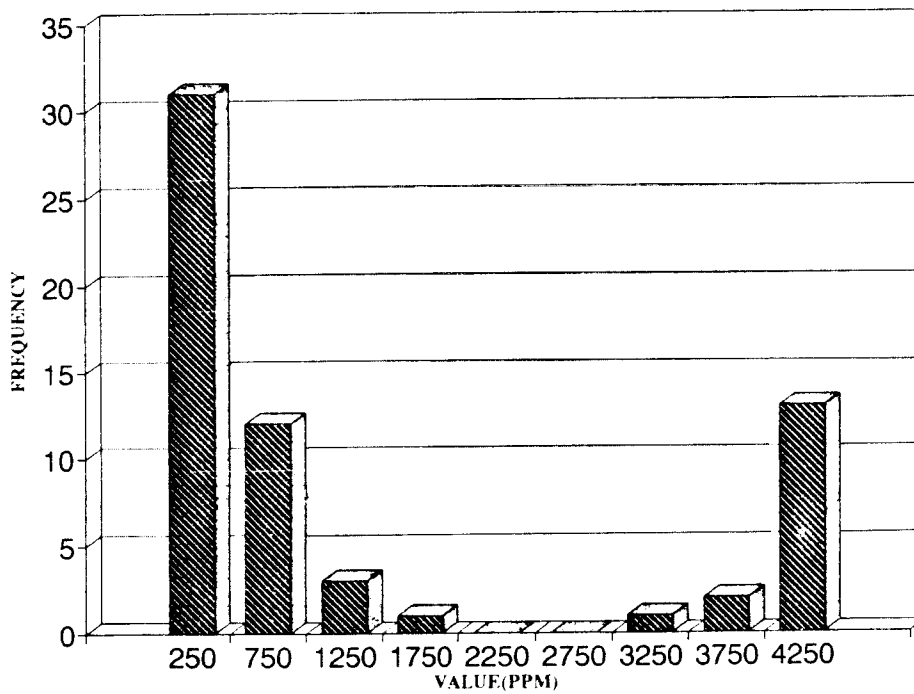
Pb(HW)



شکل ۱- ب: هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر سرب و روی در کل نمونه های برداشت شده

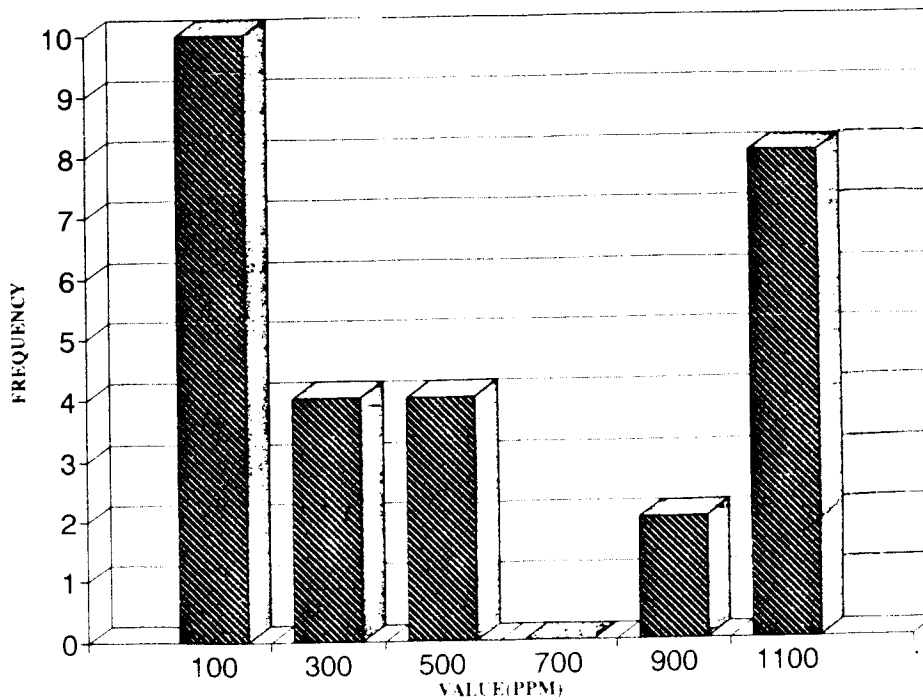
از کمربالا (سنگ درونگیر و رگه احتمالی).

Zn(HW)



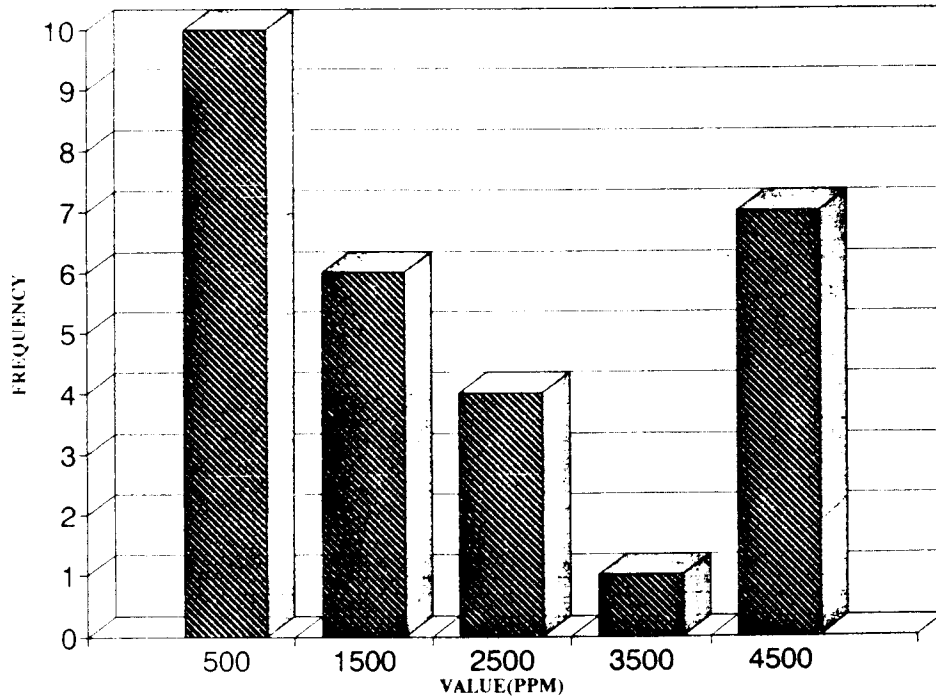
شکل ۱- ج: هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر سرب و روی در کل نمونه های برداشت شده از کمربالا (سنگ درونگیر و رگه احتمالی).

Pb(FW)

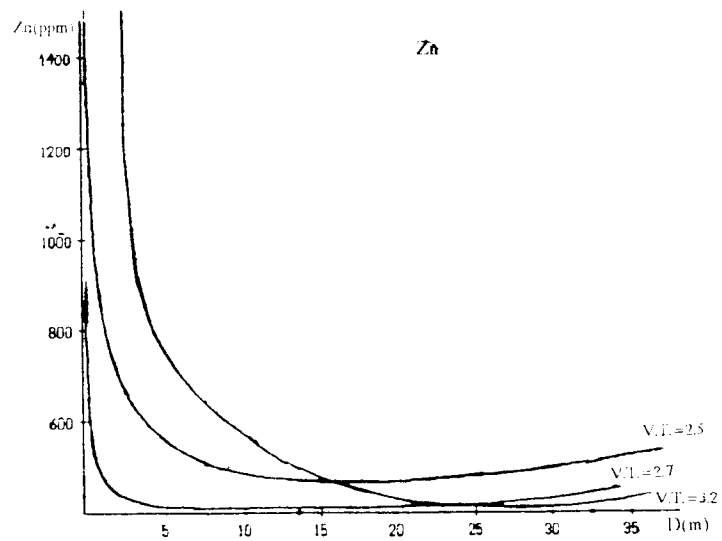


شکل ۲- الف: هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر سرب و روی در کل نمونه های برداشت شده از کمربالتین (سنگ درونگیر و رگه احتمالی).

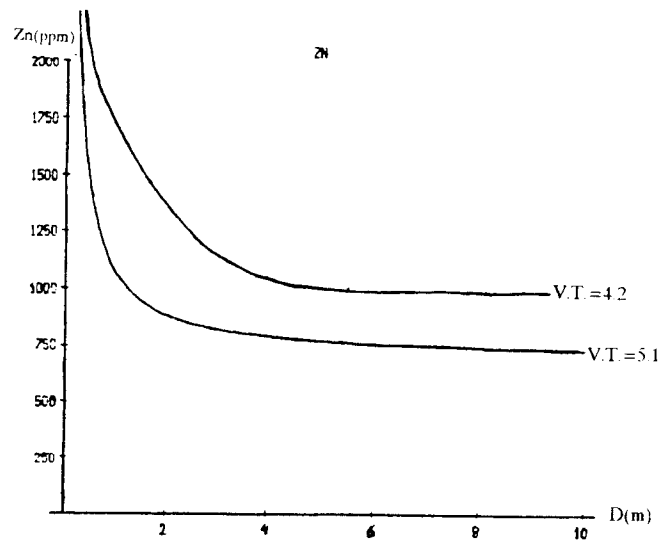
Zn(FW)



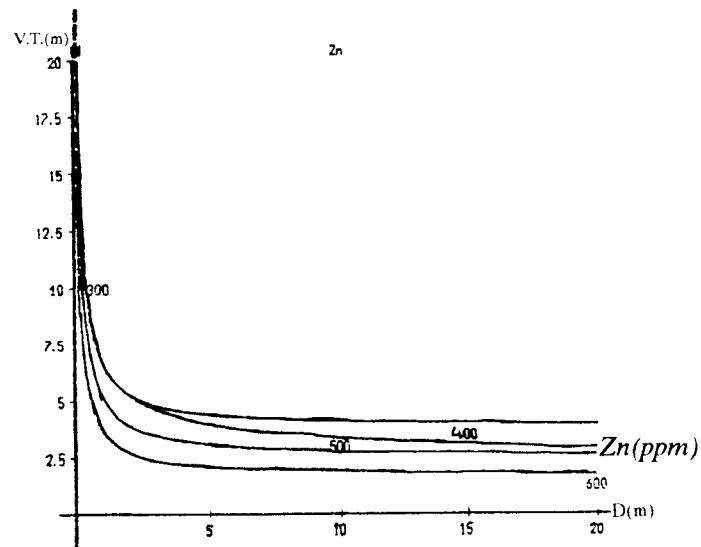
شکل ۲- ب: هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر سرب و روی در کل نمونه های برداشت شده از کمریائین (سنگ درونگیر و رگه احتمالی).



شکل ۳: منحنی تغییرات مقدار روی در سنگ درونگیر کمریالابه عنوان تابعی از فاصله نسبت به رگه (D) و ضخامت رگه (V.T.).



شکل ۴: منحنی تغییرات مقدار روی در سنگ درونگیر کمربانی به عنوان تابعی از فاصله نسبت به رگه (D) و ضخامت رگه (V.T.).



شکل ۵: مدل ارتباط سه متغیر ضخامت رگه معدنی، فاصله از رگه معدنی و غلظت عنصر روی در سنگ درونگیر کمربالا.

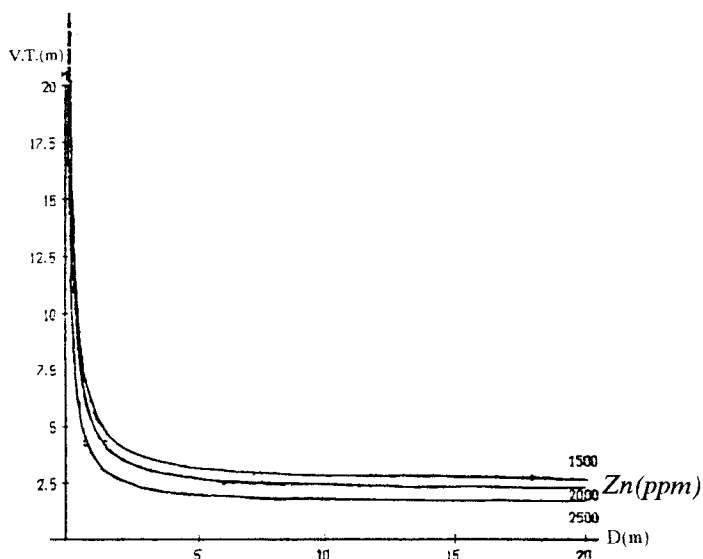
چه در کمپلکس و چه در کمربالا، با افزایش ضخامت رگه باید فراوانی عنصر روی در سنگ درونگیر کاهش یابد. در محدوده مورد بررسی این کاهش برای کمربالا از ۶۰۰ پی پی ام به ۲۰۰ پی پی ام و در کمپلکس از ۲۵۰۰ پی پی ام به ۱۵۰۰ پی پی ام است.

اشکال ۵ و ۶ مدل نهائی توزیع عنصر روی را به ترتیب در سنگهای کمربالا و کمپلکس ماده معدنی نشان می دهد که در آن ارتباط سه متغیر ضخامت رگه، فاصله از رگه و غلظت در سنگ درونگیر نشان داده شده است. این مدل پیشنهاد می کند که برای یک فاصله ثابت از رگه،

جدول ۲: داده های مربوط به نمونه های متعلق به جامعه سنگ درونگیر

که در ساخت مدل به کار رفته اند. (ضخامت و فاصله ها برحسب متر است)

شماره نمونه	موقعیت نمونه	ضخامت رگه	فاصله از رگه	Zn (PPM)	شماره نمونه	موقعیت نمونه	ضخامت رگه	فاصله از رگه	Zn (PPM)
۱	FW	۵۰۱	۰/۷۵	۱۱۰۰	۵۴	FW	۶/۷	۲/۵	۸۰۰
۲	FW	۵/۱	۱/۵	۸۰۰	۵۵	FW	۶/۷	۵/۷	۷۰۰
۳	FW	۵/۱	۲	۹۰۰	۵۶	HW	۶/۷	۱/۶۵	۶۰۰
۴	FW	۵/۱	۵/۵	۱۰۰۰	۵۷	HW	۶/۷	۲/۴	۵۰۰
۱۵	HW	۶/۱	۰	۱۸۰۰	۵۸	HW	۶/۷	۲/۹	۲۰۰
۱۶	HW	۶/۱	۰/۵	۵۰۰	۵۹	HW	۶/۷	۶/۴	۲۰۰
۱۷	HW	۶/۱	۲	۵۰۰	۶۰	HW	۶/۷	۹/۹	۲۰۰
۱۸	HW	۶/۱	۴/۵	۶۰۰	۶۱	HW	۶/۷	۱۴/۴	۴۰۰
۱۹	HW	۶/۱	۱۳/۵	۴۰۰	۶۲	HW	۶/۷	۱۹/۱	۱۰۰۰
۲۰	HW	۶/۱	۱۸	۷۰۰	۶۳	HW	۶/۷	۲۶/۴	۵۰۰
۲۱	HW	۶/۱	۲۴/۵	۷۰۰	۶۴	HW	۶/۷	۳۳/۹	۶۰۰
۲۲	HW	۶/۱	۳۲	۶۰۰	۱۰۶	FW	۲/۷	۸/۵	۱۵۰۰
۲۳	HW	۶/۱	۴۰/۵	۱۰۰۰۰	۱۰۷	FW	۲/۷	۱/۳	۲۵۰۰
۲۶	FW	۲/۵	۲/۵	۲۷۰۰	۱۰۸	FW	۲/۷	۱۸/۵	۲۷۰۰
۲۷	FW	۲/۵	۲/۵	۱۰۰۰	۱۰۹	FW	۲/۷	۲۵	۶۰۰
۲۸	FW	۲/۵	۵	۱۶۰۰	۱۱۰	FW	۲/۷	۳۲/۵	۹۰۰
۲۹	FW	۲/۵	۸/۵	۲۶۰۰	۱۱۱	FW	۲/۷	۴۱	۱۵۰۰
۳۰	HW	۲/۵	۰/۷۵	۸۰۰	۲۰۱	FW	۲/۲	۰/۲۵	۶۰۰
۳۱	HW	۲/۵	۱/۵	۱۱۰۰	۲۰۲	HW	۲/۲	۱	۲۰۰
۳۲	HW	۲/۵	۲	۶۰۰	۲۰۳	HW	۲/۲	۲/۵	۴۰۰
۳۳	HW	۲/۵	۵/۵	۵۰۰	۲۰۴	HW	۲/۲	۵	۴۰۰
۳۴	HW	۲/۵	۹	۵۰۰	۲۰۵	HW	۲/۲	۸/۵	۲۰۰
۳۵	HW	۲/۵	۱۳/۵	۴۰۰	۲۰۶	HW	۲/۲	۱۳	۲۰۰
۳۶	HW	۲/۵	۱۹	۵۰۰	۲۰۷	HW	۲/۲	۱۸/۵	۲۰۰
۳۷	HW	۲/۵	۲۵/۵	۵۰۰	۲۰۴	HW	۲/۷	۲/۵	۱۵۰۰
۳۸	HW	۲/۵	۳۳	۵۰۰	۲۰۵	HW	۲/۷	۵	۷۰۰
۴۲	HW	۴/۲	۵/۵	۱۰۰۰	۲۰۶	HW	۲/۷	۸/۵	۵۰۰
۴۷	HW	۴/۲۵	۴	۴۰۰	۲۰۷	HW	۲/۷	۱۳	۵۰۰
۴۸	HW	۴/۲۵	۸/۵	۲۰۰	۲۰۸	HW	۲/۷	۱۸/۵	۲۰۰
۴۹	HW	۴/۲۵	۱۴	۲۰۰	۲۰۹	HW	۲/۷	۲۵	۲۰۰
۵۰	HW	۴/۲۵	۲۰/۵	۲۰۰	۲۱۰	HW	۲/۷	۳۲/۵	۴۰۰
۵۱	HW	۴/۲۵	۲۸	۷۰۰	۲۱۱	HW	۲/۷	۴۱	۲۰۰
۵۲	FW	۶/۷	۱	۹۰۰					



شکل ۶: مدل ارتباط سه متغیر ضخامت رگه معدنی، فاصله از رگه معدنی و غلظت عنصر روی در سنگ درونگیر کمپاین.

افقی یک کیلومتر و فاصله قائم دویست متر) توانسته باشد موجب اختلاف قابل ملاحظه‌ای در پتانسیل شیمیایی عنصر روی در سنگ درونگیر و در نتیجه توزیع دوبار و تمرکز آن در رگه‌ها شده باشد ولی از آنجا که در نواحی چین خورده مناطق فشاری، کششی و سیستم شکستگی‌ها توسعه می‌یابند توزیع فشار در فضا بسیار ناهمگن و غیریکنواخت است. در این صورت جهت حرکت و توزیع دوباره و تمرکز عنصر روی در سنگ درونگیر از مناطق پرفشار (تراکمی) بسمت مناطق کم‌فشار (کششی) و بخصوص سیستم شکستگی‌ها است. تحت چنین شرایطی هرچه رگه معدنی ضخامت بیشتری داشته‌باشد ضروری است که سنگ درونگیر آن نسبت به عنصر روی تهی شدگی بیشتری نشان دهد. این حالتی است که بوسیله مدل بدست آمده تأیید شده و با آن سازگاری دارد.

توجیه چنین مدلی، که در آن برای هر فاصله ثابت از رگه همبستگی منفی بین ضخامت رگه و فراوانی عنصر روی در سنگ درونگیر وجود دارد از طریق حرکت اپی ژنتیکی عنصر روی در سنگ درونگیری که بطور سنژنتیکی نسبت به این عنصر غنی شدگی داشته است امکانپذیر می‌باشد. جهت چنین حرکتی را پتانسیل شیمیایی عنصر روی در محیط تعیین می‌کند. مهاجرت عنصر روی از مناطقی با پتانسیل شیمیایی بالاتر به مناطقی با پتانسیل شیمیایی پائین تر صورت می‌گیرد. اگر فرض شود توزیع سنژنتیکی عنصر روی در سنگ مادر، قبل از کانی‌سازی و تمرکز ماده معدنی، تقریباً ثابت بوده است در این صورت اختلاف مقادیر پتانسیل شیمیایی عنصر روی را باید ناشی از توزیع ناهمگن دما و فشار در سنگ درونگیر دانست (۱۶). بعید بنظر می‌رسد که ناهمگنی توزیع دما در سنگ درونگیر در مقیاس مورد مطالعه (فاصله

محدودیت های کاربرد مدل

نتیجه گیری

مطالعات ژئوشیمیایی روی سنگ درونگیر ماده معدنی در محدوده معدن سرب و روی عمارت، اراک نشان داد که:

- ۱ - امکان ساخت مدل توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر وجود دارد.
- ۲ - مدل توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر ماده معدنی چه در کمربالا و چه در کمرپائین از نوع نمایی است و با افزایش فاصله از هر رگه ای با ضخامت ثابت، عیار روی به طور نمایی کاهش می یابد.
- ۳ - گرچه شکل مدل توزیع عنصر روی در کمربالا و کمرپائین مشابه است ولی مقادیر مطلق عنصر روی در کمرپائین چند برابر کمربالا است.
- ۴ - شکل مدل توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر کمربالا و کمرپائین طوری است که کاربرد آنرا برای تخمین فاصله آخرین نقطه حفاری از ماده معدنی پنهانی در فواصل کمتر از ۲۰ متر امکان پذیر می سازد.

مدل های بدست آمده برای توزیع عنصر روی در سنگ درونگیر کمرپائین و کمربالای معدن عمارت دلالت بر آن دارد که این مدلها می توانند در فاصله کمتر از ۲۰ متر از ماده معدنی برای هدایت عملیات اکتشافی به کار روند. افزایش این فاصله نیاز به برداشت نمونه از فواصل دورتر و بررسی های جامعتر دارد. از آنجاکه برای کمرپائین و کمربالا ماده معدنی دو مدل متفاوت برای توزیع عنصر روی حاصل شده است باید قبل از کاربرد مدل به تشخیص جهت حفاری نسبت به رگه پرداخت، یعنی باید مشخص نمود که آیاتونل و یا گمانه حفر شده از کمربالا به سمت ماده معدنی می رود و یا از کمر پائین به سمت آن می رود. قابل ذکر است که برای هر دو مدل بدست آمده در کمربالا و کمرپائین با افزایش فاصله از ماده معدنی دقت تخمین ضخامت رگه کم می شود.

فهرست منابع

- 1 - Al - Atia, M. J. Barnes, J. W., 1975. Rubidium: a Primary dispersion Pathfinder at Ogofau Gold Mine, Southern wales, In: I. L. Elliott and W. K. Fletcher (Editors), Geochemical Exploration 1974, Elsevier, Amsterdam, PP. 342 - 352.
- 2 - Bailey, G. B. and McCormick, G. R., 1974. Chemical halos as guides to lode deposit ore in the Park City District, Utah, Econ. Geol., 69: 377-382.
- 3 - Barnes, H. L. and Lavery, N. G., 1977. Use of Primary dispersion for exploration of Mississippi Valley - type deposits. J. Geochem. Explor., 8: 105-115
- 4 - Beus, A. A. and Grigorian, S. V., 1977. Geochemical Exploration Methods for Mineral Deposits. Applied Publishing Company, Wilmette, III. 287 PP.
- 5 - Bolter, E. and Al - Shaied, Z., 1971. Trace Element anomalies in igneous wall rocks of Hydrothermal veins. In: R. W. Boyle and J. I. McGerrigle (Editors), Geochemical Exploration. Can. Inst. Min. Metall., Spec. Vol., 11: 289-290.
- 6 - Curtis, J. S., 1884. Silver - Lead Deposits of Eureka, Nevada, U.S.Geol. Surv. Monogr., 7 : 200 PP
- 7 - Finlayson, A. M., 1910b, Problem of ore Deposition in the Lead and Zinc Veins of Great Britain, Q. J. Geol. Sci., London, 66 : 299-328.

- 8 - Govett, G. J. S., 1983. Handbook of Exploration Geochemistry, Vol. 3 : Rock Geochemistry in Mineral Exploration. Elsevier, 461 PP.
- 9 - Lahti, H. R. and Govett, G. J. S., 1981. Primary and Secondary halos in weathered and oxidized Rocks - an exploration study from Mykonos. J. Geochem. Explor., 16 : 27-40.
- 10 - Lotfi, M., Mir Mohammad Sadeghi, and Omrani, S. J., 1993. Mineral Distribution Map of Iran, Convener by Hushmand Zadeh, A., 1993. Geological Survey of Iran.
- 11 - Morris, H. T., and Lovering, T. S., 1952. Supergene and Hydrothermal dispersion of heavy Metals in Wall rocks near ore bodies, Tintic Distric, Utah, Econ. Geol., 47 : 685-716.
- 12 - Shergina, Yu. P. and Kaminskaya, A. B., 1965. On the possibility of utilizing natural variations in the isotopic composition of boron in geochemical Prospecting, Geochemistry, 1 : 64-67
- 13 - Seed, G. M., Annels, A. E. Shrestha, P. L. and Tater, P. S., 1976. Geochemical and Biogeochemical Prospecting in the area of Ogofau Gold Mines, Dyfed, Wales. Inst. Min. Metall. Trans., Sec. B, 85 : 109-117.
- 14 - Wolfram, S., 1988. Mathematica, Software.
- ۱۵ - اصول اکتشافات ژئوشیمیایی ، تالیف دکتر علی اصغر حسنی پاک ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ دوم ، شماره ۲۰۸۰ ، سال ۱۳۷۰ .
- ۱۶ - ترمودینامیک برای زمین شناسان ، ترجمه دکتر علی اصغر حسنی پاک ، انتشارات دانشگاه تهران ، چاپ دوم شماره ۱۸۲۴۰ ، سال ۱۳۶۹ .
- ۱۷ - معادن سرب و روی ناحیه جنوب اراک ، گزارش شماره ۴ طرح سرب و روی ، وزارت معادن و فلزات ، توسط : دکتر جواد حاجیان ، سال ۱۳۶۸ .
- ۱۸ - نمونه برداری معدنی ، تالیف دکتر علی اصغر حسنی پاک ، انتشارات دانشگاه تهران ، شماره ۲۱۴۰ ، سال ۱۳۷۱ .