

M.F.N: 626
3/255

بسمه تعالی

۲۷
۲۷
۹
۱۳۷۷

وزارت معادن و فلزات

سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور

هفدهمین گردهمایی علوم زمین

کارگاه آموزشی ژئوشیمی

«ژئوشیمی کاربردی»

سازمان زمین شناسی کشور
مرکز داده های زمین شناسی و معدنی
کتابخانه
شماره ثبت
۱۵۰۲۷
۵۷۱۵۸

وزارت معادن و فلزات
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
کتابخانه

توسط: سلیمان کوثری

دپارتمان اکتشافات ژئوشیمیائی

هفدهمین گردهمائی علوم زمین کارگاه ژئوشیمی کاربردی

فهرست مطالب

۱- مقدمه

۲- مشخصات اکتشافات سیستماتیک ژئوشیمیایی.

۳- احیاء و کشف ذخائر جدید در محدوده معادن متروکه.

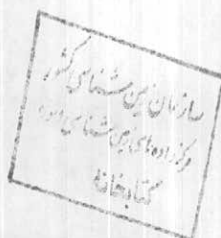
۴- مراحل تفریق محلول‌های هیدروترمالی و مدل‌سازی در اکتشاف.

۵- تأیید و کشف ذخائر پنهان قبل از عملیات حفاری (کانسار مس پورفیری در آو).

۶- الگوسازی در اکتشاف.

۷- تعیین خط مبنای آلودگی محیط زیست با استفاده از نقشه‌های ژئوشیمیایی

8- Heavy metals Pollution in Anzaly lake Sediments



کارگاه ژئوشیمی کاربردی

مقدمه:

روش‌های مختلف ژئوشیمیائی در امر اکتشاف از دهه ۱۹۳۰ در شوروی سابق با توجه ویژه‌ای روبرو گردید و بتدریج در دنیای غرب در دهه‌های ۴۰ و ۵۰ پایه و اساس ژئوشیمی کاربردی بکار گرفته شده در همان متدها و روشهای ابداع شده در شوروی سابق بوده است، تا این که بتدریج بازار رقابت به مانند مسائل سیاسی شرق و غرب به مسائل علمی نیز سرایت نموده و تقریباً اکتشافات ژئوشیمیائی به دو مکتب شرقی و غربی تقسیم گردید.

در دنیای غرب اکتشافات ژئوشیمیائی با کمک گرفتن از تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر روشهای آزمایشگاهی و مخصوصاً نرم افزارهای کامپیوتری صورت می‌گیرد. در این رهگذر تقریباً همه چیز در اختیار تجزیه و تحلیل سیستم‌های کامپیوتری قرار گرفته و به عبارت دیگر تکنیک و تکنولوژی حاکم بر برداشتها و تجزیه و تحلیل‌های انسانی شده است.

در طی همین مدت در دنیای شرق به دلیل سیستم‌های سیاسی حاکم بر دنیای کمونیست و عقب افتادن از پیشرفت‌های تکنولوژی نیمه دوم قرن حاضر، بیشترین وابستگی انسان شرقی به تعبیر و تفسیرها و برداشتهای فکری خود استوار گردید. به همین دلیل در برداشتها و تجزیه و تحلیل‌ها توجه دانشمندان دنیای شرق به ویژه روسها متوجه روابط مستقیم عناصر در رابطه با مسائل ژنتیکی و کانی‌سازی در امر اکتشاف شد و به عبارت دیگر زمین‌شناسان و ژئوشمسیتهای بیشتر به روابط مستقیم شیمیایی و زایشی عناصر کانسار ساز (Ore forming minerals) توجه کردند، در صورتی که غربی‌ها برای کشف تمرکزهای اقتصادی کانی‌ها، بیشتر به روابط عناصر سنگساز (Rock forming minerals) گرایش یافتند. حاصل چنین نگرشی در شرق و غرب اشتقاق روش‌های کاربردی در اصول می‌باشد.

ژئوشیمیست‌های شرقی سعی دارند با تعیین روابط زایشی (Genetic relation of elements) بین عناصر جایگاه زمانی و مکانی کانی‌ها را در سه بُعد فضائی معلوم سازند، به کلامی دیگر بطور مستقیم خود عناصر را هدف قرار می‌دهند، در صورتی که غربی‌ها بیشتر تمایل دارند جایگاه کانی‌ها و عناصر اقتصادی

را در چرخه ساخت و بافت سنگها و چگونگی تشکیل آنها و روابط واحدهای سنگی و بالطبع تمرکز کانی‌ها را با پدیده‌های زمین‌شناسی نظیر آلتراسیون، و تغییر و تحولات زمین‌شناسی ساختمانی، جستجو می‌نمایند، که در مقایسه با روش‌های شرقی می‌توان به‌گونه‌ای این روش را غیر مستقیم دانست.

کوتاه سخن این که باید دید کدام یک از مکاتب شرقی و غربی، سهل‌الوصول‌تر و ارزان‌تر است. پیشرفت متدهای روسی که در دهه‌های ۶۰ الی ۷۰ منتهی به کشف نخائر عظیم اورانیوم و عناصر دیگر در آسیای میانه گردید مرهون چنین طرز تفکری است که تماماً ثمزه اکتشافات ژئوشیمیایی بوده است.

در دهه ۶۰ بیش ۹ میلیون نمونه ژئوشیمیایی در آسیای میانه برداشت گردید که در دهه ۷۰ نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی نمونه‌ها منکور منجر به کشف ۲۱ کانسار بزرگ اورانیوم و دیگر مواد معدنی گردیده است که ۹ عدد آن در جهان رتبه اول را بخود اختصاص داده‌اند.

روش‌های بکار رفته بر اساس و منطق یک تساوی ساده ریاضی قرار دارد. یک طرف این تساوی اطلاعات سطحی به علاوه اطلاعات عمقی در یک کانسار شناخته شده و طرف دیگر تساوی اطلاعات سطحی محدوده آنومالی و یا کانسار ناشناخته قرار دارد. با مقایسه اطلاعات سطحی کانسار یا محدوده آنومالی ناشناخته با مشخصات سطحی و عمقی یک کانسار شناخته شده (استاندارد) می‌توان به موقعیت عمقی منطقه ناشناس پی برد.

همین منطق در مورد هاله‌های ثانویه (آنومالی‌های ناشی از رسوبات رودخانه‌ای) و مشخصات مربوط به هاله‌های ژئوشیمیایی اولیه (سنگ) صادق است بطوری که مقایسه هاله‌های ثانویه و هاله‌های اولیه می‌توان موقعیت و ارزیابی آنومالیهای ثانویه را نیز انجام داد.

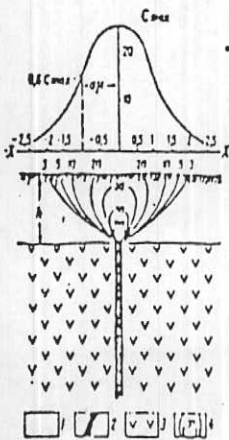
جهت دستیابی به اهداف اشاره شده، پاره‌ای از مقالات که بیشتر جنبه کاربردی داشته و در بعضی موارد به نتیجه مثبت رسیده است جمع آوری و برخی از آنها مورد بحث قرار خواهند گرفت علاوه بر مقالات، تعدادی از نمودارها که جنبه استاندارد دارند جهت استفاده کاربردی نیز در انتهای گزارش تهیه و ارائه گردیده‌اند. به‌کارگیری چنین روش‌های کاربردی ساده می‌تواند از صرف هزینه‌های گزاف،

عملیات جاده سازی، حفاری، ژئوفیزیک... و غیره جلوگیری نماید و در صورتی که نتایج ارزیابی اولیه مثبت باشد، امکان تعیین نقاط حفاری صحیح، عمق حفاری و پیش بینی حضور نخائر اقتصادی پنهان (Blind deposit) نیز فراهم می باشد. آنچه در چهارچوب کارگاه ژئوشیمیائی کاربردی مطرح می گردد، دستیابی به فلسفه کاربردی روشهای ژئوشیمیائی در مقیاسهای مختلف، ارزیابی آنومالی ها و در نهایت روشهای اعمال شده بر روی اندیس ها، معادن متروکه و راههای کشف نخائر پنهان در محدوده کانسارها خواهد بود.

بسمه تعالی

اكتشافات ژئوشیمیایی

ژئوشیمی اکتشافی بخشی از ژئوشیمی کار بردی است که کوشش اصلی آن یافتن نهشته های جدید فلزی ، غیر فلزی و... است . انگیزه اصلی در این مطالعات یافتن تمرکز هائی از عناصر یا کانپها با غلظتی بالاتر از حد مقدار زمینه است به نحوی که بتوان آنها را تمرکز غیر عادی یا آنومالی تلقی کرد و ارتباط آنها با کانی سازی یقین داشت. روش های ژئوشیمیایی اکتشافی در دهه های اخیر توسعه بسیار زیادی یافته و هم اکنون بصورت ابزاری بسیار نیرومند برای حل مسائل معدنی در تمام مراحل اکتشاف کانسارها در دست متخصصین اکتشاف قرار دارد . این روشها امروزه نه تنها در اکتشاف کانسارهای دارای بیرون زدگی قابل استفاده اند بلکه بخوبی در اکتشاف کانسارهای پنهان و زیر زمینی کار برد دارند. مراحل مختلف اکتشاف ژئوشیمیایی در نواحی بکر به لحاظ اطلاعات معدنی بترتیب عبارتند از شناسایی ، ناحیه ای ، نیمه تفصیلی ، تفصیلی ، حفاری که طی این مراحل بترتیب توان معدنی ناحیه ، مورد اکتشاف و ارزیابی قرار گرفته و با پیروفت مراحل اکتشافی اطلاعات لازم در جهت بهره برداری اقتصادی از کانسار های مشکوفه بدست می آید .



مقطع فرضی نام یک حاله برآکندگی نمایان برجا که توزیع مقدار عناصر کانساری برای آن نیز نشان داده شده است .
 ۱- آبگرفت ۲- نوده کاسار ۳- سنگهای درونگیر ۴-
 خطوط هم نلخت (۴)



اکتشافات ژئوشیمیایی و کاربرد آن در پتانسیل یابی

پتانسیل یابی یا پی جوشی مواد معدنی در محدوده ای مشخص در واقع تعیین توان معدنی مواد فلزی و غیر فلزی است که به روشهای مختلفه ای بویژه اکتشافات چگشی بر مبنای اطلاعات اولیه زمین شناسی و معدنی صورت میگیرد ، اکتشافات چگشی بدلائل متعددی چون لزوم کنترل کلیه واحدهای سنگی و صرف وقت زیاد و غیر قابل اجرا بودن در سطح وسیع و همچنین عدم کارایی در کثف و یا پی جوشی کانسارهایی که دارای مینرال فوق العاده پائین بوده و معمولا بدون انجام آنالیز و تجزیه منبری غیر قابل تشخیص میباشد ، کارایی محدودی داشته و منحصرا در کثف کانسارهایی که دارای بیرون زدگی و یا آثار معدنی قابل رویت و کنترل هستند کارایی دارد ، لذا در اجرای یک برنامه پی جوشی کامل در مناطق وسیع میبایستی روشی را انتخاب نمود که ضمن صرف هزینه و وقت لازم بیشترین نتیجه را از نظر ردیابی کلیه عناصر و یا مواد معدنی بدست آورد .

اکتشافات ژئوشیمیایی چنانچه بر اساس فاکتورهای خاصه خود در هر منطقه و در هر مقیاس صورت گیرد میتواند پاسخگوی لازم در برنامه های پی جوشی و یا پتانسیل یابی باشد ، در طی مدت اجرای اکتشافات ژئوشیمیایی منحصرا یک بار اکتشاف صورت گرفته ولی نتایج آن تعیین تکلیف وجود و یا عدم وجود

کلیه عناصر (تا بیش از ۳۰ عنصر) و با مواد معدنی در سطح منطقه خواهد بود . اکتشافات ژئوشیمیایی به دلائل زیر مناسبترین روش جهت برنامه های پتانسیل یابی میباشد .

۱- در مرحله اکتشافات ناحیه ای که مناطق نسبتاً وسیعی بین چند ده کیلومتر تا چند صد کیلومتر صورت میگیرد ، معمولاً از رسوبات رودخانه ای نمونه گیری میشود ؛ نتایج حاصل از آنالیز نمونه های رودخانه ای نشانه ای از تمرکز و یا عدم تمرکز در مناطق بالا دست آن نمونه میباشد ، لذا نتایج حاصل از هر نمونه عمودی بارور بودن و یا عدم باروری سنگهای موجود در حوضه آبگیر مربوط به آن نمونه است ، به عبارت دیگر بجای کنترل و پی جوشی کلیه سنگهای موجود در حوضه آبگیر هر آبراهه منحصرأً با برداشت یک نمونه تکلیف منطقه وسیعی معلوم خواهد شد .

۲- بسیاری از معادن فلزی که عیار آنها کمتر از یک در صد بوده و شناسایی آنها با چشم غیر مسلح و نیز نمونه های دستی ممکن نمی باشد ، با روش اکتشافات ژئوشیمیایی قابل پی جوشی و ردیابی است ، از جمله این کانسارها میتوان کانسارهای قلع ، تنگستن ، تیتانیوم ، جیره ، نیکل ، اورانیوم ، طلا ، نقره ، عناصر نادر و غیره میباشد که معمولاً در پی جوشی های چگنی و زمین شناسی کمتر به نتیجه مثبت رسیده و در بسیار مواقع غیر ممکن است .

۳- در طی مراحل عملیات محرائی علاوه بر نمونه های آبراهه ای

نمونه برداری از سنگهای رسوبی

از اندیس ها و سنگهای موجود در منطقه هماهنگی های لازم بین نمونه های رسوبی و چکنی بعمل آمده و پس از آنالیز نمونه های چکنی و داشتن نتایج آنالیز نمونه های رسوبی رابطه مستقیم وجود و یا عدم وجود ماده معدنی در رسوبات و نوع ویژه سنگ معلوم میگردد ، علاوه بر این بسیاری از اندیس های غیر فلزی چون اندیس های فلوسپات ، سیلیس ، املاح شلیخیری ، مواد دیرگداز میکا ها ، سنگهای ساختمانی قابل پی جوشی و پتانسیل یابی میباشد ، که تحت آزمایشهای غیر فلزی مورد توجه قرار میگیرند ، و در گزارشات مربوطه توفیح داده میشود .

۴- در پایان هر برنامه اکتشافی ژئوشیمیایی (در هر مقیاس ناحیه ای ، نیمه تفصیلی و تفصیلی) مناطقی که از لحاظ تمرکز عناصر و مواد معدنی دارای تجمع غیر مادی هستند (مناطق ناهنجار و یا آنومالی) معلوم گشته و جهت مطالعات بعدی انتخاب میشوند ، به مبادرت دیگر مناطق وسیع پس از پایان اکتشافات ژئوشیمیایی به مناطق کوچکتر پتانسیل دار محدود گشته و تکلیف بقیه نقاط که فاقد تمرکز و تجمع ماده معدنی است معلوم میشوند ، لذا ضمن تنظیم برنامه های اکتشافی آتی بر روی مناطق پتانسیل دار ، با دیدی دقیقتر و بهتر از صرف هزینه های سرسام آور و دورباره کاربهای بی مورد جلوگیری میشود .

با توجه به آنچه گفته شد امولا* یک چارت اکتشافی که

بیشترین فاکتورهای لازم را در بر می گیرد به صورت زیر خواهد بود :



اکتشافات ژئوفیزیکی
تفصیلی

آتومالیتهای ژئوشیمیایی

تعیین محدوده ماده معدنی در دو بعد سطح - شکل و روند کانی سازی
در سطح ، تعیین معیار و ذخیره احتمالی ، تعیین کانیهای اقتصادی ،
تلفیق اطلاعات ژئوشیمیایی ، ژئوفیزیکی و زمین شناسی و تعیین

نقاط حفاری

۶- تعیین شبکه حفاری

تعیین بهترین روش حفاری ، مطالعه مغزه های حفاری
و اطلاعات سطحی حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی

تعیین موقعیت سه بعدی ماده معدنی

۷- مرطه محاسبات

تعیین معیار و ذخیره - تعیین شکل و گسترش ماده معدنی
بر اساس دیاگرامهای لازم - تهیه نقشه های تحت ارضی

۸- ارزیابی اقتصادی

همانگونه که اشاره گردید اکتشافات ژئوشیمیائی در هر
محدوده ای (چند ۱۰۰ کیلومتر تا چند کیلومتر) و در مورد
هر ماده یا عنصر فلزی و غیر فلزی و یا مجموعه عناصر قابل
اجرا میباشد ، اجرای هر مرحله از اکتشاف ضمن تعیین و
تأیید مراحل بعدی اکتشاف ، در بسیاری موارد جواب منفی
بدلیل جلوگیری از صرف هزینه و وقت خود جوابی مثبت
بشمار میآید ،

سازمان اسناد و کتابخانه ملی
جمهوری اسلامی ایران
کتابخانه

مشخصات اسنادات سیناتیک زلوشیمیایی
(استباردها)

فهرست مطالب .

۱- مقدمه

۲- مشخصات عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی

۲-۱- طرح اکتشاف

۲-۲- برداشت های صحرائی

۲-۳- آنالیزها

۲-۴- محاسبات و داده پردازی ها

۲-۵- تهیه نقشه ها ، تحلیل ها و گزارش

۳- نوع گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی

۴- مراحل مهم اکتشافات ژئوشیمیایی

۴-۱- فاز اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه ای

۴-۱-۱- روش اکتشاف

۴-۲- فاز اکتشافات ژئوشیمیایی نیمه تفصیلی

۴-۳- فاز اکتشافات ژئوشیمیایی تفصیلی

فهرست چارت ها
۵- حفاری

۱- چارت اکتشافات ژئوشیمیایی شماره ۱

۲- مشخصات و خصوصیات اکتشافات ژئوشیمیایی ۲

۳- آماده سازی نمونه های ژئوشیمی ۳

۴- آماده سازی نمونه های کانی سنگین ۴

۵- آماده سازی نمونه های سنگ

۶- صورت عناصر مورد آنالیز در مرحله ناحیه ای ۶

اکتشافات ژئوشیمیایی و استانداردهای آن

۱- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی یکی از قدیمیترین روشهای اکتشافی است که شروع آن به زمان شناخت و مصرف اولین کانی بوسیله بشر میرسد. قدیمیان که به کار معدنکاری می پرداخته اند به زودی متوجه شده اند که تفاوتهای ویژه ای بین سنگهای محتوی کانیهای و سنگهای عادی وجود داشته و معمولاً خرده های کانی در اطراف معادن شناخته شده پراکنده شده و توسط آبهای جاری به نقاط دورتر انتقال یافته و در نهایت در بستر رودخانه ها ته نشین شده اند، جویندگان طلا از دیرباز پی جویی را از بستر رودخانه ها شروع و به طریق لاوک شویی یا طلا شویی به استخراج طلا می پرداخته اند. امروزه نیز همین روش پی جویی با کمک ابزار و لوازم آزمایشگاهی مدرن جهت پی جویی استفاده میشود.

در اکتشاف مواد معدنی از دور روش مستقیم و غیر مستقیم استفاده میشود. در روش مستقیم جستجو و پی جویی مستقیماً روی ماده معدنی صورت میگیرد، در حالیکه در روش غیر مستقیم از عوامل تشکیل و پدیده هایی که موجب استقرار و تجمع و تمرکز مواد معدنی میگردد استفاده میشود. اکتشافات چکشی که بر مبنای اطلاعات اولیه زمین شناسی و معدنی صورت میگیرد یکی از روشهای مستقیم است که در مناطق بیرون زده اعمال میشود. اکتشافات چکشی بدلائل متعددی چون لزوم کنترل کلیه واحدهای سنگی و صرف وقت و هزینه زیاد و غیر قابل اعمال بودن در سطح وسیع و همچنین عدم کارایی در کشف کانسارها با عیار کم، کارایی ندارد.

استفاده از خصوصیات و اطلاعات زمین شناسی در اکتشاف، روشی غیر مستقیم است که وابستگی بعضی از کانیها با برخی از سنگها را بخوبی روشن میسازد، بطور مثال همبستگی بین مس پرفیری با سنگهای گرانو دیوریت و مونزو دیوریت و ارتباط مستقیم بین کانی سازی قلع، گرایزن ها و بعضی گرانیت های دو میکا دار، به اثبات رسیده است. لذا استفاده از خصوصیات زمین شناسی و ساختمانی و لیتولوژی و غیره ضمن دریافت اطلاعات مثبت - با ضریب اطمینان ضعیف و درجه احتمال ^{پایین} همراه است.

روش اکتشافات ژئوشیمیایی یا ژئوشیمی کاربردی روشی است مستقیم زیرا عناصر تشکیل دهنده مواد معدنی و سنگها مستقیماً مورد مطالعه و اندازه گیری قرار میگیرند و تعبیر و تفسیر بر مبنای مکانیزم، و رابطه ژنتیکی بین عناصر و سنگهای دربر گیرنده انجام میشود اکتشافات ژئوشیمیایی چنانچه بر اساس اصول خاصه خود در هر منطقه و در هر مقیاس صورت پذیرد میتواند پاسخگوی لازم در برنامه های پی جویی و پتانسیل یابی و اکتشافی باشد. در طی اجرای اکتشافات ژئوشیمیایی منحصراً یک بار اکتشاف صورت میگیرد ولی نتایج آن تعیین تکلیف وجود و یا عدم وجود کلبه عناصر (تا بیش از ۴۰ عنصر) و یا مواد معدنی در سطح منطقه اکتشافی را انجام میدهد. اکتشافات سیستماتیم ژئوشیمیایی به دلایل زیرناستبرین روش جهت اکتشاف است.

۱- بسیاری از کانسارها و معادن فلزی که عیار آنها کمتر از یک در صد بوده و شناسائی آنها با چشم غیر مسلح و نیز نمونه های دستی ممکن نمیشود، با روش اکتشافات ژئوشیمیایی قابل پی جویی و ردیابی است. از جمله این کانسارها میتوان کانسارهای قلع، تنگستن، نیتانوم، جیوه، نیکل، عناصر نادر و غیره میباشند

۲- معمولاً مواد و عناصر معدنی فلزی بصورت یک کانی کمتر یافت میشوند و

در هر کانسار چندین کانی هم خانواده قابل بهره برداری وجود دارند، لذا با انجام اکتشاف ژئوشیمیایی میتوان چندین عنصر یا ماده معدنی را توأم شناسایی و کشف نمود.

۳- با توجه به اینکه بسیاری از عناصر پاراژنوبیکدیگر هستند، لذا هر عنصر میتواند ردیاب یا راهنمای عنصر یا عناصر دیگری باشد بدین ترتیب وجود یک یا چند عنصر میتواند فائده‌ای بر حضور یک یا چند عنصر دیگر باشد که با استفاده از روش اکتشافات ژئوشیمیایی دست یابی به آن امکان پذیر است.

۴- در هر مرحله از انجام اکتشافات ژئوشیمیایی مناطق مورد اکتشاف به مناطق کوچکتری محدود میگردد، بطوریکه در اکتشافات شناسایی یا ناحیه‌ای مناطق وسیعی در حدود چند صد یا چند هزار کیلومتر زیر پوشش قرار گرفته که در پایان این فاز اکتشافی مساحت مذکور به چند ده کیلومتر پتانسیل دار تقلیل می‌یابد، لذا نتایج حاصل از هر مرحله اکتشاف تعیین زون و با محدوده کوچکتری است که دارای پتانسیل بالایی از تمرکز و کانی‌سازی یک یا چند عنصر میباشد. اکتشافات ژئوشیمیایی میبایستی بطور سیستماتیک با توجه به فاکتورهای ویژه خود طی چندین مرحله صورت گیرد در پایان هر مرحله لزوم و با عدم لزوم مرحله بعد تأیید میگردد. این مراحل عبارتند از، مرحله شناسایی، ناحیه‌ای نیمه تفصیلی، تفصیلی و حفاری، اجرای مرحله‌ای اکتشافات ژئوشیمیایی اهداف اصلی اکتشافات را چون جلوگیری از بافت سرمایه و اطلاق وقت و نیز دست یابی به نتایج مثبت و مطمئن را تسهیل میسازد.

در کشور ما ایران اکتشافات ژئوشیمیایی تا کنون بیشتر جنبه خدماتی و اکثراً در مقیاس معدن و محلی اجرا میگردد است و طی چند سال اخیر سیاست اکتشافی کشور مبنی بر تهیه نقشه‌ها و گزارشات ژئوشیمیایی بمانند نقشه‌های زمین شناسی بعنوان نقشه‌های پایه قرار گرفته است که در پی آن لزوم

تدوین جزوه ای هر چند کلی جهت ارائه مشخصات، شرایط و عوامل این نوع اکتشاف احساس گردیده است.

هدف از این نوشتار ارائه مشخصات، شرایط و عوامل موثر در اکتشافات ژئوشیمیایی در حداقل استانداردهای قابل قبول برای جامعه اکتشافی کشور میباشد که بتواند پایه ای جهت اجرای این نوع اکتشافات قرار گیرد، بخشی از این عوامل و مشخصات میتواند منطبق با شرایط و مشخصات استانداردهای بین المللی و پاره ای دیگر وابسته به شرایط جغرافیایی محلی، ناخیه ای و ملی و کشوری هفتند.

۲- مشخصات عمومی اکتشافات ژئوشیمیایی:

اجرای اکتشافات ژئوشیمیایی در هر یک از مراحل اشاره شده (از مرحله شناسائی تا حفاری عبارتست از: ۱- طرح اکتشاف ۲- برداشت های صحرایی، ۳- آنالیزها ۴- محاسبات و داده پردازى ۵- تهیه نقشه ها، تحلیل ها و تعبیر و تفسیرها و نتایج که بصورت گزارش نهایی ارائه میگرددند. ۲-۱- طرح اکتشاف

طرح اکتشاف با توجه به سیستم شبکه آبراهه ای (Dreanage)، نوع فرسایش و توپوگرافی، تنوع واحدهای سنگی، میزان بیرون زدگی و وسعت پهنه های رسوبی کواترنر و بسیاری از عوامل و فاکتورهای زمین شناسی، تهیه و تنظیم میگردد، طی این مرحله از کار دفتری جایگاه یا ایستگاههای نمونه برداری، تعداد نمونه های ژئوشیمیایی، کانی سنگین و نمونه های چکشی با توجه به فاکتورهای اشاره شده محاسبه و تنظیم و بصورت طرح نمونه برداری بر روی نقشه های توپوگرافی تنظیم و تهیه میشود.

۲-۲- برداشت های صحرائی

بر اساس طرح نمونه برداری کلیه نمونه ها از ایستگاه های مشخص شده روی نقشه نمونه برداری برداشت میگردند. نمونه های ژئوشیمی از بخش رسوبات نرم موجود در آبراهه ها در حد Silt & clay و به مقدار $250 \pm$ سانتیمتر برداشت شده و در کیسه های پلاستیک بسته بندی و شماره گذاری میگردد. نمونه های کانی سنگین به حجم ۲ تا ۵ لیتر پس از عبور از الک ۲۰ مش از بخش Sand and gravel رسوبات آبراهه برداشت میشوند. نمونه های مذکور نیز در کیسه های انتقالی یا کیسه های پلاستیکی ضخیم بسته بندی و شماره گذاری میگردند و سپس در کمپ مرکزی بر اساس چارت شماره ۱ آماده سازی میشوند.

نمونه های چکشی در صورت لزوم از کلیه واحدهای سنگی که دارای آلتراسیون و یا کانی سازی هستند و همچنین از کلیه اندیس های معدنی با توجه به ثبت مشخصات پتروگرافی ماکروسکوپی و نوع کانیهای فلزی و غیر فلزی از نقاط مناسب و از سطح بدون هوازده بصورت تکه ای جمع آوری و بسته بندی میشوند.

علاوه بر برداشت نمونه ها، کلیه اطلاعات زمین شناسی ساختمان، چینه شناسی، پترولوژیکی، وجود اندیسهای معدنی و معادن فعال و غیر فعال در رابطه با سنگهای در بر گیرنده، سیستم خط الدرزها و گسلها و غیره مورد بررسی و مطالعه و ثبت قرار میگیرند.

۲-۳- آنالیزها:

نمونه های ژئوشیمی در مرحله اکتشافات ناخیه معمولاً به روش اسپکترومتري برای حداقل ۳۰ عنصر و اکسید مورد آنالیز قرار میگیرد (جدول شماره ۱) و نمونه های سنگ در صورت لزوم جهت مطالعات سنگ

شناسی، مقاطع صیقلی، X-Ray نیز مورد تجزیه و بررسی قرار میگیرند. نمونه های کانی سنگین به جهت شناخت کانیهای اقتصادی و نیز تعیین رابطه انتشار عناصر و کانیهای مربوطه به روش خود مورد آماده سازی و مطالعه قرار میگیرند. (چارت شماره ۱) در صورت لزوم آنالیزهای ویژه ای برای پاره های عناصر چون طلا بر روی بعضی از نمونه ها نیز صورت میگیرد.

در مراحل نیمه تفصیلی و تفصیلی که نوع و انتشار عناصر در منطقه معلوم گردیده است. و آنومالیاها و نتایج حاصل نشانه ای از انتشار و یا تمرکز تعداد محدودی عناصر در منطقه آنومالی را دارند. آنالیزها با دقت بیشتری برای پاره ای از عناصر که در حد آنومالی هستند به روش جذب انمی، X.R.F و شیمی صورت میگیرند.

لازم به یاد آوری است که مراحل مختلف آماده سازی بر روی نمونه ها قبل از تحویل به آزمایشگاههای مربوطه صورت میگیرد، از آنجمله میتوان مراحل نمونه کوبی ۸۰ مش برای آنالیز به روش جذب انمی و ۲۰۰ مش برای آزمایشگاه اسپکترومتری و نیز مراحل شستشو به روش لاوک شویی، بر موفرم گیری و مگنتیت گیری برای نمونه های کانی سنگین (چارت ۱) صورت میگیرد. آماده سازی می بایستی با دقت تمام و کافی و با حداقل خطا و الودگی انجام پذیرد. هر نوع آلودگی طی مراحل نمونه کوبی میتواند تاثیر منفی در نتایج نهایی داشته باشد. میزان خطای آنالیز میبایستی بیش از ۱۰ درصد نباشد. در صورتیکه در مراحل آماده سازی و آنالیز و همچنین مراحل برداشت نمونه ها در صحرا دقت کافی صورت نگیرد و در هر مرحله خطا بیش از حد مجاز باشد، نتایج حاصل فاقد ضریب اطمینان قابل قبول خواهد بود که از درجه اعتماد اکتشاف خواهد کاست. آنچه مسلم است جهت تعیین میزان خطای آنالیز به تعداد ۱۰ درصد کل نمونه ها، نمونه ها دوبله با دو شماره مختلف برداشت که پس از دریافت

نتایج آنالیز و انجام محاسبات خطا گیری میزان خطای آنالیز برای هر عنصر معلوم میشود.

۴-۲- محاسبات و داده پردازی ها

محاسبات بر مبنای ^{محاسبات} آنالیز و پیشرفته صورت میگیرد که منجر به تعیین زون های آنومالی یا مناطق کانی سازی میشود. انجام محاسبات پیشرفته نظیر تجزیه و تحلیل چند متغره (Multivariate analysis)، تجزیه و تحلیل روند سطحی (Trend Surface analysis)، تجزیه و تحلیل میانگین متحرک (Moving Average) تجزیه و تحلیل برداری Factor-vector analysis تجزیه و تحلیل تفریقی analysis Discriminant، تجزیه و تحلیل گروهی یا خوشه ای Cluster analysis و بالاخره تجزیه و تحلیل ورگراسیون چند گانه، نیاز به کامپیوتر و نرم افزارهای مربوطه دارد که بدون استفاده از امکانات کامپیوتری انجام پذیر نمیباشند.

۵-۲- تهیه نقشه ها، تحلیل ها

پس از انجام محاسبات فوق داده های حاصل بصورت نقشه های آنومالی، انشاری، دیاگرامها و هیستوگرامها^۴ مربوطه تهیه و آماده میگردند، که در مراحل پایانی نتایج حاصل از تعبیر و تفسیر نظیر کانی سازی و انشار، تمرکز عناصر، رابطه عناصر با کانی سازی در سطح منطقه، رابطه کانی سازی با سنگهای منطقه، رابطه کانی سازی با سیستم ساختمان زمین شناسی منطقه، همبستگی عناصر با یکدیگر و نیز با فاکتورهایی چون فرسایش سطح توپوگرافی، آبراهه ها و غیره و بالاخره تعیین پتانسیل کانی سازی در سطح منطقه مورد اکتشاف و غیره میباشد.

در مرحله اکتشافات تفصیلی، علاوه بر نتایج فوق، عیار عنصر یا عناصر، نوع و شکل گسترش ماده معدنی در دو بعد سطحی، و بالاخره تعیین محدوده حفاری نیز معلوم میگردد.

۳- نوع گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی

بطور کلی یک گزارش تیب اکتشافات ژئوشیمیایی شامل بخشهای زیر

است:

- ۱- مقدمه
 - ۲- موقعیت جغرافیایی و توپوگرافی منطقه
 - ۳- زمین شناسی منطقه
 - ۴- سوابق اکتشافی و معدنی منطقه
 - ۵- طرح اکتشاف و نحوه اجرای آن
 - ۶- روشها
 - ۷- آنالیزها و آماده سازها
 - ۸- محاسبات و داده پردازی ها
 - ۹- تحلیل ها
 - ۱۰- نتایج و پیشنهادات
- واضح است که هریک از بندهای فوق شامل چندین زیربسته است که بستگی به مرحله اکتشافی دارد.

۴- مراحل مهم اکتشافات ژئوشیمیایی

در این قسمت عمده ترین مراحل اکتشافات ژئوشیمیایی شامل اکتشافات

ناحیه ای، نیمه تفصیلی و تفصیلی مورد بحث و بررسی قرار میگیرد و در باره
مواقع مرحله اکتشافات شناسایی توام با اکتشافات ناحیه ای و با بصورت
مطالعات توجیهی صورت میپذیرد، که اکثر بصورت محلی و بدلائل ویژه ای
انجام میشوند.

۱-۴- فاز اکتشافات ژئوشیمیائی ناحیه ای

Regional Geochemical Exploration.

اهم اهداف انجام اکتشافات ژئوشیمیائی در مقیاس ناحیه ای تهیه و تعیین پتانسیل عناصر و مواد معدنی در محدوده ای به مساحت ۲۵۰۰ کیلومتر (نقشه توپوگرافی ۱:۱۰۰,۰۰۰) می باشد، بطوریکه نقشه ها و گزارشات ژئوشیمیائی تهیه شده بمانند نقشه های زمین شناسی پایه و مبنائی برای اکتشاف مواد معدنی مختلفه قرار گرفته و در نهایت هادی و راهنمای اکتشافات مواد و عناصر مورد نظر در مناطق کوچکتر و مناسبتر گردد. انجام اکتشافات ژئوشیمیائی ناحیه ای جز برنامه های عمرانی و زیربنائی کشور می باشد که نه تنها گریز از آن امکان پذیر نیست بلکه لازم و ضروری و در اولویت اول برنامه های زیربنائی است. نتایج حاصل از انجام این مرحله از اکتشاف عبارتست از:

۱- تعیین پتانسیل عناصر فلزی و غیر فلزی در سطح کل منطقه اکتشاف (در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، به مساحت ۲۵۰۰).

۲- تعیین روابط کانی سازی با ساختمان عمومی زمین شناسی، انواع مختلف واحدهای سنگی و با ساختمان های ویژه زمین شناسی، سیستم گسله و غیره

۳- تعیین زون و یا محدوده های آنومالی جهت اجرای اکتشافات نیمه تفصیلی

۱-۱-۴- روش اکتشاف

با توجه به سیستم توپوگرافی و موقعیت آب وهوائی و تجربیات موجود

در منطقه نوح و سیم، بزم برداری بادی کربور، در مناطق عرب و در شرایط
آب وهوائی گرم و خشک و بیابانی که تخریب، فرسایش و نقل و انتقال فیزیکی
به مراتب بیشتر از عوامل شیمیائی حاکم است.

نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای Stream Sediment و تلفیق آن با
نمونه های کانی سنگین از آلوویوم رودخانه ای مناسب ترین نوع نمونه برداری
است.

رسوبات ژئوشیمی از بخش Silt + clay آبرفت رودخانه ای یا آبراهه ای
برداشت می گردد. طرح نمونه برداری بر اساس شبکه های فرعی و اصلی ابراهه
پیاده شده و معمولاً در مدخل آبراهه های اصلی قبل از پیوستن به یکدیگر نمونه
گذاری می گردند. تعداد نمونه های برداشتی بین ۵ تا ۱۵ نمونه در یک کیلومتر
مربع است عناصر مورد آنالیز نیز بین ۲۰ تا ۳۳ عنصر که شامل اکسیدهای
اصلی نیز می باشد.

علاوه بر نمونه های ژئوشیمی به تعداد کل نمونه ها، نمونه های کانی
سنگین از بخش کینگومرانیکی آبرفت ها برداشت می شود. هدف از مطالعه
و برداشت نمونه های کانی سنگین تعیین نوع و درصد کانیهای اقتصادی
و همچنین تعیین رابطه ژنتیکی بین انتشار عناصر و کانیهای اقتصادی موجود
در منطقه اکتشافی است.

نمونه های چکشی معمولاً از محدوده های التراسیون، اندیس های معدنی
و بعضاً به منظور تعیین نوع کانی سازی، ارتباط پترولوژیکی کانسار با سنگهای
درونگیر و سایر تحلیل ها به تعداد مناسب برداشت می شود. کلیه نمونه های
ژئوشیمی، کانی و چکشی بر اساس چارت های شماره ۱، ۲ و ۳ آماده سازی
و تحویل آزمایشگاه می گردند.

طی عملیات و برداشت های صحرائی، مطالعات صحرائی در خصوص
اندیس ها، معادن فعال و غیر فعال، تغییر و تحولات زمین شناسی، آلتراسیون،

اکتشافات ناحیه ای معلوم می شود که معمولاً از چند عنصر اصلی و پارائز تجاوز نکرده و معمولاً جذب اتمی مناسبترین روش آنالیز با دقت قابل قبول در این مرحله از اکتشاف است.

۳-۴ - اکتشاف تفصیلی Detail Geochemical Exploratio

مساحت تحت پوشش اکتشافات تفصیلی از چند کیلومتر مربع تجاوز نمی نماید. نمونه برداری بر اساس شبکه بندی از خاک و یاسنگ خواهد بود. نوع نمونه نیز بستگی به میزان توسعه و تولید پروفیل خاک و پامیزان بیرون زدگی سنگ بستری و با توام صورت می گیرد. نمونه های خاک معمولاً در مناطق جنگلی و یا مناطق پوشیده از گیاه و یا مناطقی که فرسایش نیز یکی کم بوده و شیب توپوگرافی قلیل باشد، مناسبترین نوع نمونه خواهد بود.

نمونه برداری از سنگ در مناطق بیرون زده مناسبترین روش است زیرا ارائه دهنده هاله اولیه می باشد. شبکه نمونه برداری با توجه به نوع توپوگرافی، میزان شیب، روند کانی سازی، روند ساختمان زمین شناسی و نوع ماده مورد مطالعه تعیین می گردد که معمولاً شبکه های 50×50 ، 100×20 و نیز بر حسب نتایج و مطالعات توجیهی شبکه نمونه برداری انجام می گردد، تعداد کل نمونه های برداشتی بین ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ نمونه در هر کیلومتر مربع است.

در مورد نمونه برداری از خاک معمولاً مطالعات توجیهی بر روی افق های مختلفه خاک (زون C, B, A) انجام می شود و پس از بررسی های لازم و تعیین زون مناسب، نمونه برداری از آن زون صورت می گیرد.

نمونه های خاک به حجم ۲۰۰۰ سانتیمتر مکعب و نمونه های سنگ به روش های مختلف علمی نمونه برداری بر حسب طرح اکتشاف به وزن ۱ الی ۳ کیلو در هر ایستگاه برداشت می شود. نمونه های برداشتی طی مراحل آماده سازی جهت آنالیزهای لازم آماده و تحویل آزمایشگاه می شود.

کلیه اطلاعات زمین شناسی، آلتراسیون، تغییر و تحولات لیتولوژیکی، گسلها، چین خوردگیها، شیب طبقات و توپوگرافی، نوع آلودگی، پوشش گیاهی و غیره طی عملیات صحرایی مورد بررسی و ثبت قرار می گیرند. در صورت لزوم تعدادی ترانشه، چاله و چاهک اکتشافی نیز حفر و از دیواره های آن نمونه برداری بعمل می آید.

در پایان اکتشاف عیار عناصر، روند کانی سازی در دو بعد سطح، انطباق زون های کانی سازی با آنومالی با سنگهای منطقه و احیاناً زون های آلتراسیون، رابطه کانی سازی بانوع لیتولوژی و یا ساختمان گسلها و شکستگی ها ارتباط ژنتیکی عناصر و بالاخره زون های آنومالی مناسب جهت شبکه حفاری از عمده نتایج اکتشافی مرحله تفصیلی است

۵- مرحله حفاری

با حفربیک یا چند گمانه اکتشافی و برداشت نمونه ها در عمق های مختلفه و آنالیز هریک برای عناصر وابسته به تیب کانسار و پاراژنیک دیگر و انجام پاره ای محاسبات و مطالعات آماری در رابطه با تعیین نوع «Zonming» و تلفیق نتایج حاصل با آنومالیهای سطحی می توان انتشار عناصر و یا انتشار آنومالیهاغنی و یا ضعیف را در عمق و در نهایت موقعیت فضائی و تغییر و تحولات فضائی ماده معدنی (در سه جهت فضائی) را معلوم داشت. با معلوم بودن اطلاعات فوق و تلفیق کلیه اطلاعات می توان محدوده شبکه حفاری را تعیین نمود.

با استفاده از نتایج حاصل از آنالیز مغزهای حفاری، می توان نوع و گسترش ماده معدنی را در سه بعد فضای و همچنین عیار و ذخیره قطعی و احتمالی

را با انجام پاره ای محاسبات و دیاگرامها انجام داده و در نهایت موقعبت معدنی
و اقتصادی توده معدنی را معلوم داشت .

جارت اکتشافات ژئوشیمیایی

جمع‌آوری اطلاعات زمین‌شناسی و معدنی منطقه
مورد اکتشاف

طرح اکتشاف

نقاط مناسب جهت اکتشافات ژئوشیمیایی

ناحیه‌ای (۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰,۰۰۰)

مناطق پتانسیل‌دار حاصل از اکتشافات

ناحیه‌ای جهت اکتشافات نیمه تفصیلی

طرح اکتشافات نیمه تفصیلی

تعیین نقاط محدودتر در حد چند کیلومتر مربع برای

اکتشافات تفصیلی (آنومالیهای ژئوشیمیایی)

طرح اکتشافات تفصیلی

تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی
به مقیاس ۱:۲۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰

اکتشافات ژئوفیزیکی

ژئوشیمیایی

آنومالیهای ژئوشیمیایی

تعیین محدوده ماده معدنی در دو بعد سطح - شکل و روند کانی سازی در سطح
تعیین عیار و ذخیره احتمالی - تعیین نوع و عیار کانیهای اقمادی - تلفیق
اطلاعات ژئوشیمیایی - ژئوفیزیکی و زمین‌شناسی جهت طرح اکتشاف، فاز حفاری

تعیین بهترین روش حفاری - مطالعه مغزه های حفاری - تلفیق اطلاعات آنومالیهای سطحی و آنومالیهای حاصل از مطالعه مغزه ها و تعیین موقعیت سه بعدی مسانه معدنی.

محاسبات و داده پردازی اطلاعات حاصل از آنالیز مغزه ها و تهیه مقاطع آنومالی های عمقی به روش ZONNING و تعیین عمق حفاری - تعداد چاهها.

تعیین عیار و ذخیره - شکل ماده معدنی (شکل فضائی) تهیه دیاگرامهای عیار و ذخیره - و بلوک بندی توده معدنی تحت الارضی - ارزیابی اقتصادی.

چارت شماره ۲ مشخصات و خصوصیات اکتشافات ژئوشیمیایی

نوع نمونه	تعداد نمونه در کیلومتر مربع	مقیاس	مساحت	
رسوب رودخانه ای گانسی سنگین و سنگد طبق طرح اکتشاف	۲ الی ۵ نمونه در کیلومتر مربع	۱:۵۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰,۰۰۰	چند هزار کیلومتر مربع چند ۱۰۰ کیلومتر مربع	ساحیه ای
رسوب و رودخانه ای و واریزه های جانبی و خاک	۲۵ تا ۵۰ عدد در کیلومتر مربع	۱:۲۰۰۰۰ تا ۱:۱۰۰۰۰	چند ۱۰ کیلومتر مربع	مقیاس تفصیلی
خاک یا سنگ	۵۰ تا ۱۰۰ عدد در کیلومتر مربع	۱:۲۰۰۰ تا ۱:۵۰۰۰	چند کیلومتر مربع	مقیاس
	مقدار گمانه کمتر از ۵ گمانه در هر کیلومتر مربع	۱:۱۰۰۰	کمتر از ۱ کیلومتر مربع	کاری

Table NO.1

Processing of Alluvial Heavy Mineral Sample

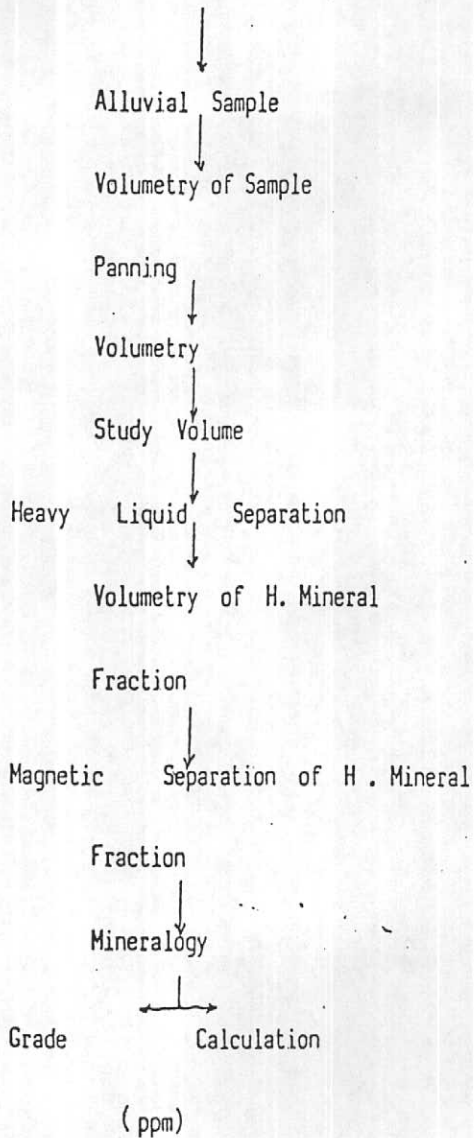
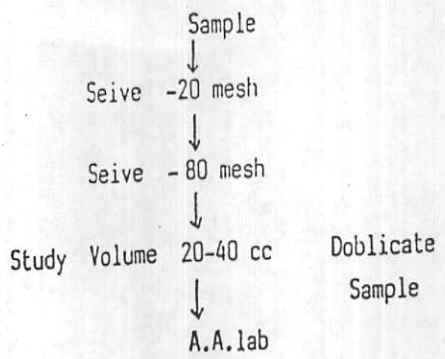


Table NO.2

Processing of Geochemical Samples



احیاء و کشف ذخائر جدید در محدوده معادن متروکه

۱- مقدمه:

نزدیک به ۶۰ الی ۷۰ درصد از معادن شناخته شده در سطح کشور بدلائل تکنیکی علمی و مادی به حالت تعطیل و یا نیمه تعطیل در آمده اند که اکثر آنها معادن متروکه معروف هستند. یکی از دلایل عمده به تعطیلی کشیده شدن معادن متروکه انبساط ذخیره اقتصادی آنهاست که در نهایت ادامه حیات معدن با توجه به هزینه های بالای عملیات حفاری و اکتشافی به منظور بسط و توسعه و اکتشاف ذخائر جدید در حد عیار اقتصادی، برای مدیران و مسئولین غیر ممکن گشته و ترجیحاً معادن تعطیل و کارگران و کارمندان به بخشهای دیگر انتقال می یابند.

پیشرفت های چشمگیر علمی در خصوص اکتشافات ذخائر جدید با توجه به کاهش هزینه های اکتشافی و دستیابی به بالاترین ضرائب اطمینان قبل از آغاز هر گونه عملیات حفاری و صحرایی چون ژئوفیزیک، ژئوشیمی، حفر نرانشه، تهیه نقشه های زمین شناسی و معدنی و غیره، در دهه اخیر سبب نگرش مجدد به ارزیابی داده ها و اطلاعات موجود معادن متروکه و یا نیمه تعطیل گردیده است.

ژئوشیمی کاربردی نقشی اساسی و سازنده در ارزیابی اطلاعات فنی و علمی کانسارها دارد بطوریکه با بکارگیری روشهای جدید ژئوشیمیایی میتوان با صرف هزینه های ناچیز به سئوالات اولیه که قبل از اجرای هر برنامه اکتشافی در خصوص توسعه و احیای معادن متروکه مطرح میگردد پاسخ لازم و قانع کننده

ای را دریافت داشت.

مهمترین مسائلی که قبل از اجرای هر برنامه اکتشافی و توسعه معادن مطرح میگردد عبارتند از:

- ۱- موقعیت فعلی توده معدنی از نقطه نظر عبارات ذخیره
 - ۲- موقعیت فعلی توده معدنی از نقطه نظر سطح فرسایش (سطح فرسایش فعلی کانسار نسبت به توده اصلی در چه موقعیتی قرار دارد. آیا توده معدنی دست نخورده باقی مانده است؟ آیا بخش اعظم کانسار فرسایش و از بین رفته است؟ و یا اینکه هنوز بخشهایی از کانسار بصورت ذخائر دست نخورده در بخشهای زیر قرار دارند؟
 - ۳- تعیین محدوده های مناسب جهت حفر حداقل جاههای اکتشافی (حداکثر یک یا دو جاه) و همچنین تعیین عمق تقریبی حفاری.
 - ۴- تعیین میزان عیار و ذخیره تقریبی در صورت حضور ذخائر پنهان در بخشهای زیرین کانسار.
- مقاله حاضر شرحی است اجمالی در خصوص چگونگی اعمال این روش ها بر روی معادن متروکه و معادنی که ذخائر اقتصادی آنها در شرف اتمام می باشند. علاوه بر این جهت درک کلی روش مذکور، اشاره به پاره ای از نتایج حاصل از ارزیابی بخشی از اطلاعات ژئوشیمیایی حاصل در منطقه مس پرفیری سنگون و کشف ذخائر جدید با استفاده از روش مذکور، میگردد.

۲- اصول ارزیابی داده‌ها یا فلسفه کاربردی Methodology

یک توده ماگمایی در مسیر حرکت به سمت طبقات فوقانی‌تر زمانی که در شرایط فیزیکی شیمیایی خود تغییری حاصل نگردد هیچگونه تفریق ماگمایی بوجود نمی‌آید. بنابراین یک تغییرات فیزیکی و یا شیمیایی پدید آید، عناصر محلول در توده ماگمایی شروع به جدایش و راسب شدن می‌نمایند. عناصری که بطور گروهی از محلول ماگمایی جدا میشوند عناصر هم خانواده و یا پاراژنز Par. agene خوانده میشود و نوالی و با اولویت جدایش راسکانس Sequence مینامند، لذا شکل و جدایش Deposition عناصر بصورت گروهی و تحت شرایط فیزیکی و شیمیایی ویژه‌ای صورت خواهد گرفت.

نوالی و چگونگی قرار گرفتن عناصر را در داخل توده کانسار و هاله‌های اطراف آنرا Zonality یا Zonation خوانند، لذا در داخل توده کانساری و هاله‌های اطراف آن عناصر بر اساس روند و با طبقه بندی ویژه خود شکل می‌گردند. بوس و گریگوریان 1975 طبقه بندی استاندارد برای زون بندی عناصر معرف یا indicator elements ارائه کرده‌اند. عناصر معرف و با شاخص indicator elements به عناصر کانسار ساز گفته میشود که هر گروه آن معرف نوع ویژه‌ای از کانی سازی است، بطور مثال عناصر و نوالی قرار گرفتن از سطح به عمق کانسار در کانسارهای نوع مس پرفیری بصورت (1) Ag, Zn, Cu, Mo است و در کانسارهای تنگستن و مولیبدن نوع پرفیری (2) Ag, Pb, Mo, W, Ni, CO می‌باشند.

نوالی یا سکانس (استاندارد) قرار گرفتن عناصر معرف Zonality بطور عموم عبارتند از:

(3) Ba(Sb,As,Hg)-Cd-Ag-Pb-Zn-Au-Cu-Bi-Ni-Co-Mo-U-Sn-Be-W (Bucs and Grigorian 1975) ← لغت های ما

آنچه از چگونگی نوالی استاندارد مفهوم میشود، نوالی و با اولویت جدایش و تشکیل عناصر معرف است بطوریکه عناصر جدا شده از توده کانی ساز در مراحل اول جدایش شامل عناصر انتهایی ردیف استاندارد (3) فوق الذکر یعنی اولین عناصری که از توده کانی ساز جدا و بصورت دانه ها و یا رگه های معدنی در داخل سنگ در بزرگرنده تشکیل میشوند عبارتند از ننگستن، برلیوم، قلع، اورانیوم - (Under ore indicator elements) و هرچه عمل جدایش به سمت طبقات فوقانی زمین ادامه یابد عناصر اسیدی نظیر روی، جیوه، آرسنیک، آنتیموان و باریم مشتق گشته و تشکیل عناصر فوق کانسار با (Supra-ore indicator elements) را میدهند.

آنچه مسلم است نسبت تمرکز عناصر فوق کانسار به عناصر تحت کانساری در طول توده معدنی تفاوت می نماید. مثلاً نسبت حاصل ضرب عناصر فوق کانساری چون Pb و Zn به عناصر تحت کانسار مثل Cu, Mo، در بخش فوقانی و تحتانی کانسار به نسبت اعداد زیر تغییر می نمایند

$$\frac{(4) \text{Cu} \times \text{Mo}}{\text{Pb} \times \text{Zn}} = n \times 10^{+7}$$

و در بخش تحتانی کانسار (بخش پرعیار)

$$\frac{(5) \text{Cu} \times \text{Mo}}{\text{Pb} \times \text{Zn}} = n \times 10^{-7}$$

۳- چگونگی کاربرد روش زونالیتی در کشف ذخائر جدید معادن

متر وک

همانگونه که قبلاً توضیح داده شد چنانچه تعداد و نوع عناصر معرف بالای کانسار، *Supra ore indicator elements* و تعداد و نوع عناصر معرف تحت کانسار *Under ore indicator elements* در یک معدن معلوم باشد، میتوان با تعیین نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری در افق های مختلفه نسبت و با میزان شدت و ضعف تمرکز ماده معدنی رادر افق های مختلفه کانسار معلوم نمود. لازم به توضیح است که مثلاً در کانسار مس پرفیری نسبت عناصر فوق کانسار به تحت کانسار در بخش فوقانی $n \times 10^7 = \frac{Pb \times Zn}{Cu \times Mo}$ رقمی حداکثر در حد $n \times 10^7$ میباشد و معمولاً همین ضریب در افقهای زیرین کانسار که در واقع در محدوده هسته اصلی نوده معدنی قرار دارد رقمی حدود $n \times 10^{-7}$ میباشد. دلیل این اختلاف خیلی واضح و روشن است زیرا جائیکه مقدار سرب و روی در نمونه برداشت شده افزایش نشان دهد، برعکس مقدار *Mo, Cu* کاهش خواهد داشت (بر اساس پدیده تفریق عناصر از محلول هیدروترمال). لذا بطور قطع چنانچه موقعیت برداشت نمونه مثلاً از داخل تونلی و با مغزه حفاری باشد که در افقهای بالای یک کانسار حفر گردیده است، طبعاً رقم بدست آمده به مراتب بیشتر از ضریبی خواهد بود که در افق پائین تر و یا نزدیکتر به هسته اصلی نوده معدنی برداشت شده است، زیرا تونلی که در داخل نوده معدنی حفر شده باشد قطعاً مقادیر مس و مولیبدن آن به مراتب بیشتر از مقادیر سرب و روی همراه با ماده معدنی است. بهمین دلیل هر چه بطرف نوده اصلی نزدیکتر شویم از میزان سرب و روی و یا

عناصر فوق کانساری کاشته و به میزان عناصر تحت کانساری افزوده میشود) صورت کسر کاهش و مخرج کسر افزایش می یابد در نتیجه ضریب بدست آمده بطرف $10^{-n} \times$ میل می نماید.

حال تصور شود که معدن مترو که ای دارای ۳ تنبیل در سه افق مختلفه میباشد (شکل ۱) بطوریکه تونل اول در عمق ۱۰۰ متری نسبت به سطح زمین و افق دوم و سوم به ترتیب در افق های ۳۰۰ الی ۴۰۰ متری حفر شده اند. چنانچه چهار سری نمونه به ترتیب از سطح کانسار و از افق های یک و دو سه برداشت نموده و تماماً جهت تعیین عیار عناصر فوق کانسار و تحت کانسار مورد آنالیز قرار گیرند، با معلوم بودن عیار عناصر فوق کانساری و تحت کانساری و محاسبه ضریب زونالیتی چند حالت مختلفه اتفاق خواهد افتاد

۱- در صورتیکه تونل شماره ۲ پرعیارترین تونل معدن باشد (شکل ۱) احتمالاً میتواند ضرائب زونالیتی در هر یک از افق ها از سطح به عمیق به ترتیب زیر باشد

$$\frac{Pb \times Zn}{Cu \times Mo} = n \times 10^5 \quad (\text{در سطح کانسار (۱)})$$

(توان عدد ۱۰ بطور فرضی عدد ۵ انتخاب شده است زیرا در سطح کانسار (بره آل

میابستی مقادیر سرب و روی بیشترین و بالعکس مس و مولیبدن کمترین باشد)

در تونل شماره ۱ ضریب زونالیتی کاهش یافته است و این بدین معنی

$$r = n \times 10^2 \quad (\text{که در تونل شماره ۱ میزان عیار سرب و روی کاهش و عیار مس و مولیبدن افزایش یافته است و به عبارت دیگر بطرف ماده معدنی پرعیار نزدیکتر میشود})$$

میشودیم.

$$(3) \quad n \times 10^{-1} = \text{تونل شماره } 2$$

و ضریب بدست آمده در تونل شماره ۲ کمترین مقدار را دارا است و این به مفهوم این است که مقدار عناصر فوق کانساری حداقل و مقدار عناصر ذشت کانسازی حداکثر یعنی در حد ماده معدنی پرعیار میباشد، لذا ضریب بدست آمده از تونل شماره ۲ بعنوان ضریب استاندارد جهت مقایسه با مقادیر بدست آمده با افق های بالا و پائین بکار خواهد رفت.

ضریب بدست آمده در تونل شماره ۳ ($n \times 10^{-3}$) چنانچه از مقدار ضریب تونل ۲ کمتر باشد نشانه این است که بطرف افق ها پرعیارتر و با ذخیره احتمالی بیشتری نزدیکتر میشویم. و میتوان چنین استنباط کرد که حداقل نا افق ۱۰۰ متری (۱۰۰ متر پائین تر از آخرین تونل) میتوان انتظار عیاری در حد تونل شماره دو را داشت.

ولی اگر ضریب بدست آمده برای تونل شماره ۳ از مقدار ضریب تونل ۲ بیشتر باشد، مفهوم آن این است که عیار و ذخیره در تونل ۳ اقلت کرده و هرچه به عمق نزدیکتر شویم از محدوده پرعیار دورتر شده و احتمال حضور ذخائر جدید ضعیف تر میشود.

با معلوم بودن ضرائب زونالیتی در افق های مختلفه یک معدن که در واقع تغییرات این ضرائب رابطه مستقیم با موقعیت فضائی ماده معدنی دارند، میتوان ضرائب مذکور را بعنوان استاندارد جهت مقایسه با کانسارهای دیگر بکار برد. بطور مثال در یک کانسار مس پرفیری شناخته شده، مقدار افزایش و یا کاهش ضرائب زونالیتی نسبت به افزایش عمق معلوم می باشد و همین ضرائب در معدن

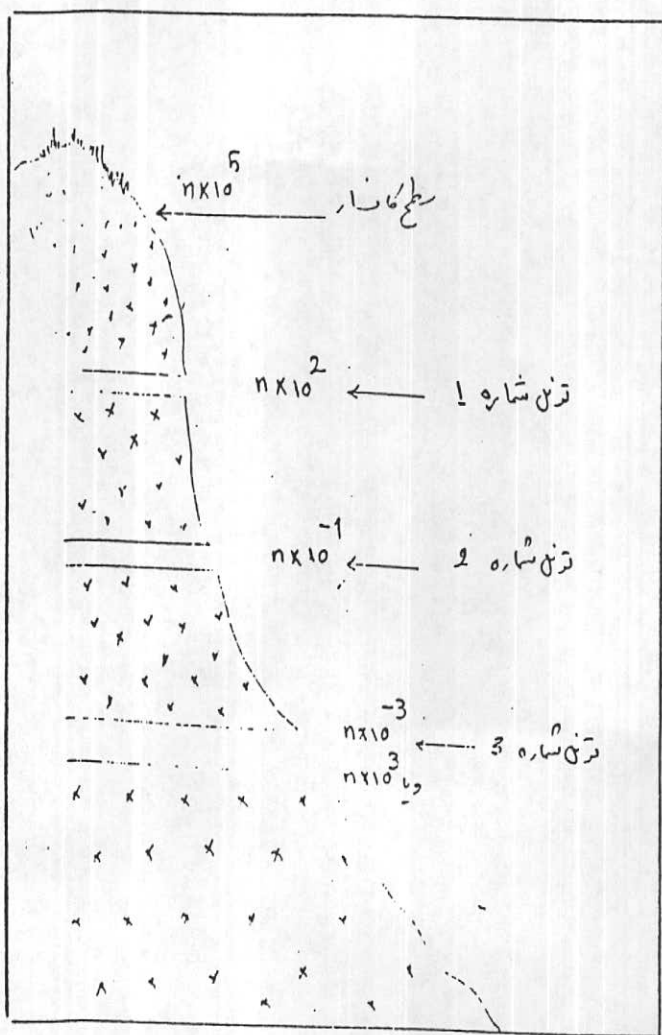
ناشناخته دیگری نیز محاسبه می گردد، لذا با مقایسه ضرائب بدست آمده در انق
های گوناگون معدن استاندارد معدن، ناشناخته میتوان به حضور و باعدم
حضور ذخائر جدید و عمق تقریبی حفاری پی برد

پارامترهای زونالیتی، ساختمانی و لیتولوژی در انواع کانسارها مثل
پرفیری، رگه ای اسکارن، پلی متال و غیره - بعنوان پارامترهای استاندارد قابل
تهبیه هستند که با در دست داشتن اطلاعات مذکور، و مقایسه آن با معادن
متروکه احتمال دستیابی به ذخائر جدید نیز فراهم میگردد.

۴- مثال کاربردی

کانسار مس پرفیری سنگون یکی از کانسارهای شناخته شده از نوع
پرفیری است که مراحل آخر اکتشاف را می گذرانند کانسار مذکور واقع در ۷
کیلومتری شمال غرب اهر است این کانسار عمدتاً در سنگهای مونزونیتی،
کوارتز مونزونیت و توده های نفوذی نیمه عمیق تا خروجی در حد داسیت و
اندزیت شکل گرفته است. بدیده های مختلفه آتراسیون چون پناسیک،
کوارتز سرسبت، پیروبلیتیک و آرزبیلیتی بطور کاملاً سیستماتیک در توده
مذکور نیز دیده می شوند. تعداد زیادی چاههای اکتشافی جهت تعیین عیار و
ذخیره معدنی طی سالهای اخیر در توده اصلی کانسار حفر گردیده اند که اکثر
چاههای بخش شرقی مشرف به رودخانه سونگون در محدوده توده اصلی
کانسار حفر شده و دارای عیار ذخیره قابل توجهی هستند.

جهت ارزیابی فوق‌بیت توده معدنی در بخش غربی توده مذکور با استفاده از نتایج
 (۱. باشر، س. کوثری، ن. ازم (۱۳۷۰)
 حاصل از آنالیز نمونه های خاک (اکتشافات تفصیلی ژئوشیمیایی) ضریب
 استاندارد در محدوده توده اصلی معدن بدست آمده است (س. و. گریگوریان
 و س. کوثری ۱۹۹۳ گزارش منتشر نشده)



شکل شماره ۱ = موقعیت فرضی یک کانسار استاندارد. در صورتیکه ضریب زونالیته در تونل
 شماره ۳ رقمی حدود $nx10^3$ باشد. در این صورت در عمق ذخیره جدیدی وجود
 نخواهد داشت. در صورتیکه ضریب بدست آمده $nx10^{-2}$ باشد مفهوم آن این
 است که احتمالاً در عمق ۴۰۰ متری (۱۰۰ متر پائین تر از تونل ۳) احتمال
 حضور ذخائر جدید وجود دارد.

در بخش غربی منطقه آنومالی ضعیفی وجود دارد که با استفاده از متد زونالیتی و در دست داشتن ضریب استاندارد بخش شرقی اقدام به ارزیابی گردیده که در نتیجه بانعین ضریب زونالیتی و مقایسه آن با ضریب زونالیتی بخش شرقی عمق احتمالی حفاری نیز معلوم گردیده است. نتایج پیش بینی شده با یک حلقه چاه اکتشافی تأیید گردیده بصوریکه در عمق ۲۷۰ متری به زون پرعیاری در حد بیش از نیم م^۵ در صد مس و بیش از ۳۰۰ P.P.m مولیبدن رسیده است. جدول شماره ۱ مقایسه ای است بین ضرائب زونالیتی در سه منطقه کانسار سنگون

همانگونه که از جدول فوق استنباط میشود. ضرائب زونالیتی به تدریج از شرق به غرب منطقه افزایش می یابد در بخش شرقی که سنگهای کانی ساز کانسار دارای بیرون زدگی هستند ضریب $\tau = 0.15$ می باشد و این به مفهوم این است که کانسار در سطح قرار گرفته است و مقدار مس و مولیبدن (مخرج کس) به مراتب بیشتر از مقدار سرب و روی (صورت کس) میباشد. در بخش مرکزی ضریب زونالیتی $\tau = 1.5$ میباشد و این نشانه حضور نوده معدنی در عمق است و بالاخره در بخش غربی ضریب به رقم $\tau = 15.1$ افزایش یافته که نشانه ای از افزایش عمق و قرار گرفتن نوده معدنی در عمق بیشتر نسبت به سطح نوبوگرافی است که

اصطلاحاً کانسار پنهان یا Blind deposit خوانده میشود.

با توجه به حضور تعدادی چاههای اکتشافی در بخش شرقی و مرکزی عمق قرار گرفتن توده کانی ساز در این دو منطقه مشخص میباشد ولی در بخش غربی هیچگونه حفاری وجود نداشته لذا پیشنهاد حفار یک حلقه چاه اکتشافی گردیده است که در نتیجه با توجه به موقعیت توده معدنی در سطح در بخش شرقی و عمق حفاری بین 250 تا 300 متر بیش بینی گردیده که پهنای حفاری در عمق 270 متری به توده اصلی در حد عیار اقتصادی برخورد شده است.

جدول شماره ۱: پارامترهای زونالیتی در سه بخش توده معدنی سونگون

منطقه	Rasios	ضریب زونالیتی	ارتفاع نوپوگرافی	عمق حفاری
بخش شرقی توده استاندارد	$\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo}$	0.15	۱۶۰۰	-
بخش مرکزی توده	$\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo}$	1.5	۲۱۰۰	۱۰۰-۲۰۰
بخش غربی توده	$\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo}$	15.1	۱۹۰۰	۲۰۰-۳۰۰



منابع

1- Beus A.A. and Grigorian S.V. 1975

Geochemical Exploration Methods for Mineral Deposits.

۱- ا.ب. بوس و س.و. گریگورین، ۱۳۷۰. اکتشافات ژئوشیمیایی زمین، مس سرتون.
شرکت منبع مادن مس اهر.

* سازمان زمین شناسی کشور - نشر اکتشافات ژئوشیمیایی.

10/10/2023

No.	Element	Method	DL($\mu\text{g/g}$)	Note
1	P	XRF	50	
2	Cr	XRF	10	
3	Hb	XRF	5	
4	Th	XRF	4	
5	Na ₂ O	XRF	0.01	
6	Sr	XRF	5	
7	Pb	XRF	1	
8	Rb	XRF	100	
9	Ba	XRF	50	
10	Ag	AES	0.05	
11	Au	AES	0.0003	(1)
12	Sn	AES	1	
13	B	AES	5	
14	Be	ICP-AES	0.5	
15	Cu	ICP-AES	1	
16	Co	ICP-AES	1	
17	Ni	ICP-AES	1	
18	V	ICP-AES	10	
19	Zn	ICP-AES	10	
20	As	AES	1	
21	Sb	AES	0.1	
22	Bi	AES	0.1	
23	Hg	AES	0.01	
24	U	AES	0.2	1
25	W	POL	0.5	
26	Mo	POL	0.5	
27	F	ISE	50	
28	Li	FP	5	
29	Cs	FP	50	

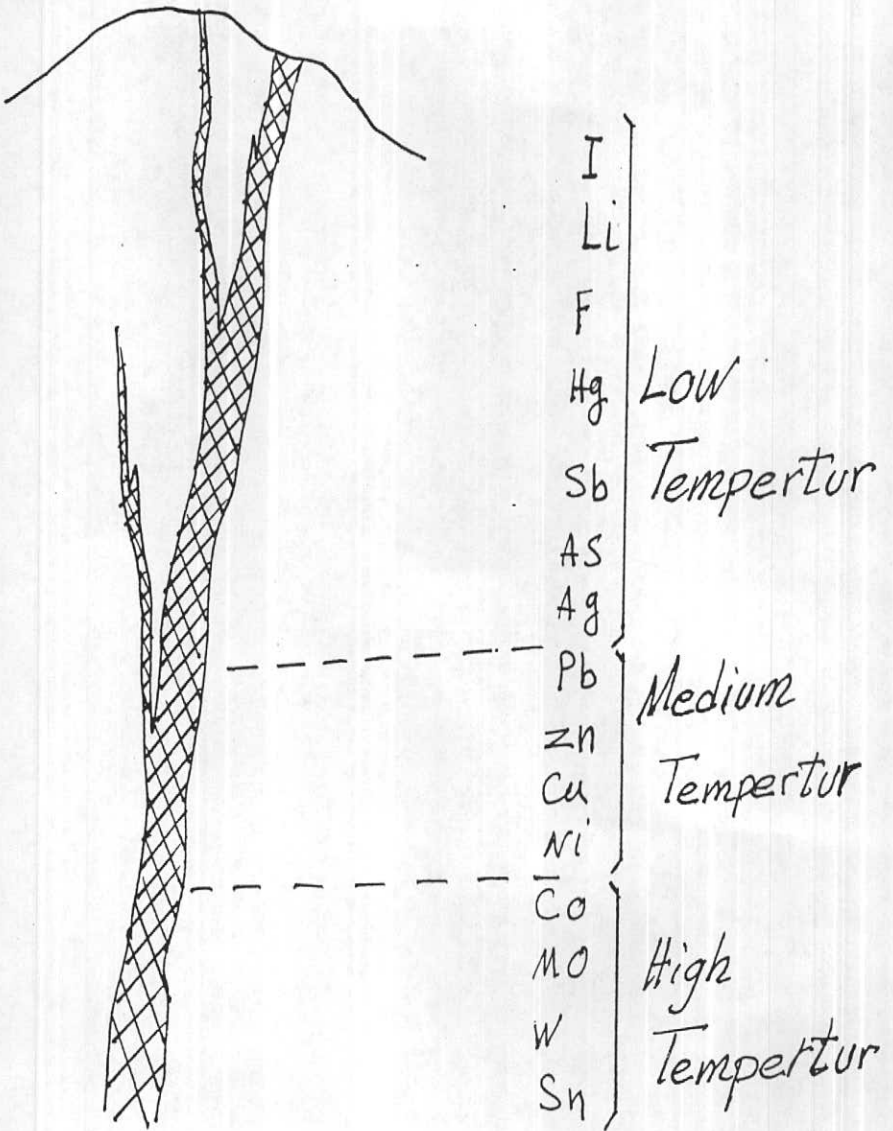
* The analytical method for a particular element may be changed according to the concentration of the element in the sample.

Note

(1) With chemical enrichment.

(1)

مراتل تفریق محلول های هیدروترمالی



(۲)

عناصر معروف فوق و تحت کانساری

در سطح کانسار

۱- کانسارهای تنگستن
As. Pb. Zn. Mo. W. Ni
مولبدین اسکان → محقق کانسار

۲- کانسارهای پلی متال
As. Pb. Ag. Zn. Cu. Bi
ذبح اسکان → محقق

۳- مس پرفرزی
Ba. As. Sb. Ag. Pb. Zn. Au. Bi. Mo. Cu
Sn. Co. W...

۴- میوه
Ba. Hg. Ag. Pb. Zn....

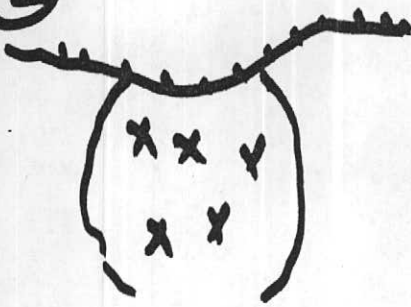
مضایب زونالی در کانسارسی پرفیری

①



$$\frac{\text{Pb.Zn}}{\text{Cu.Mo}} = n \cdot 10^{+7}$$

②



$$\frac{\text{Pb.Zn}}{\text{Cu.Mo}} = n \cdot 10^{-7}$$

③



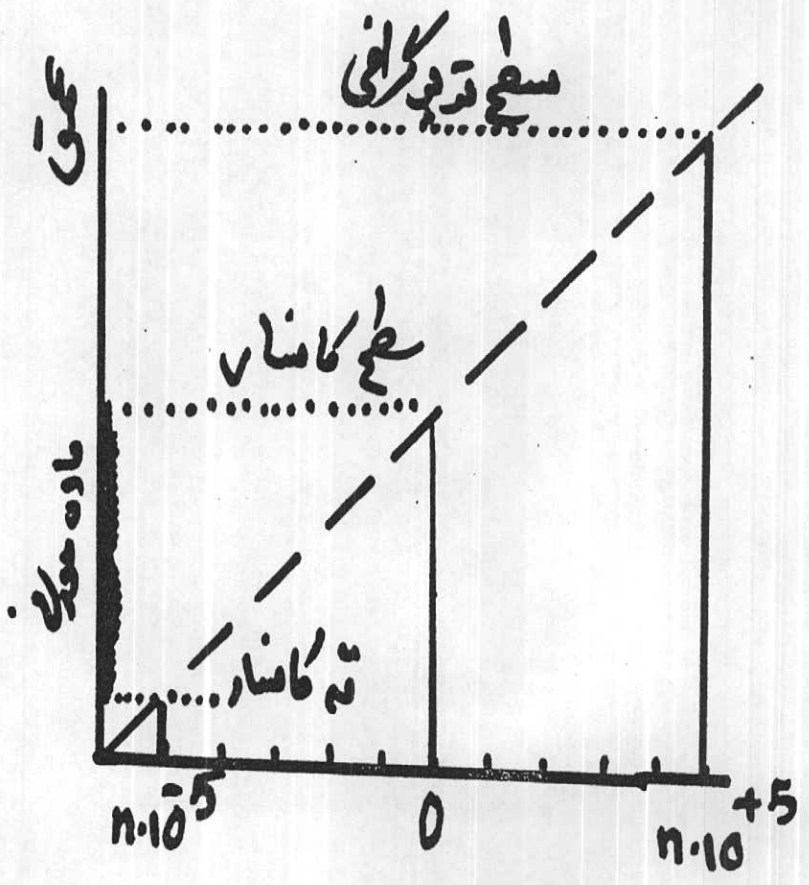
$$\frac{\text{Pb.Zn}}{\text{Cu.Mo}} = n \cdot 10^{+n}$$

مدل سازی در آلفا

کانسار شناخته شده

کانسار نامشخص

$$\text{اطلاعات سطحی} + \text{؟} = \text{اطلاعات سطحی} + \text{اطلاعات عمقی}$$



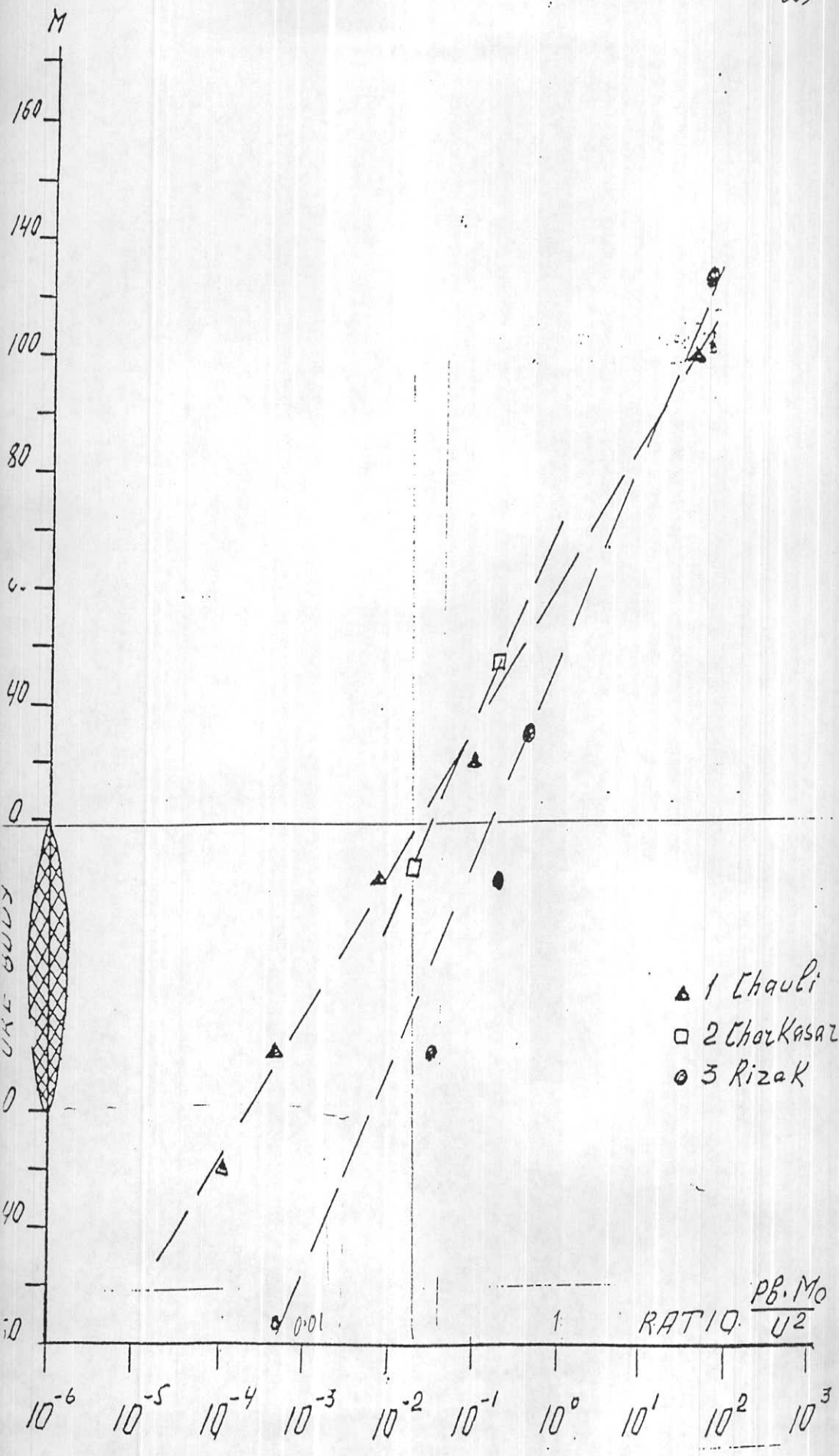


Fig. 3. F. Graphs showing variations in the ratios of indicator-elements.

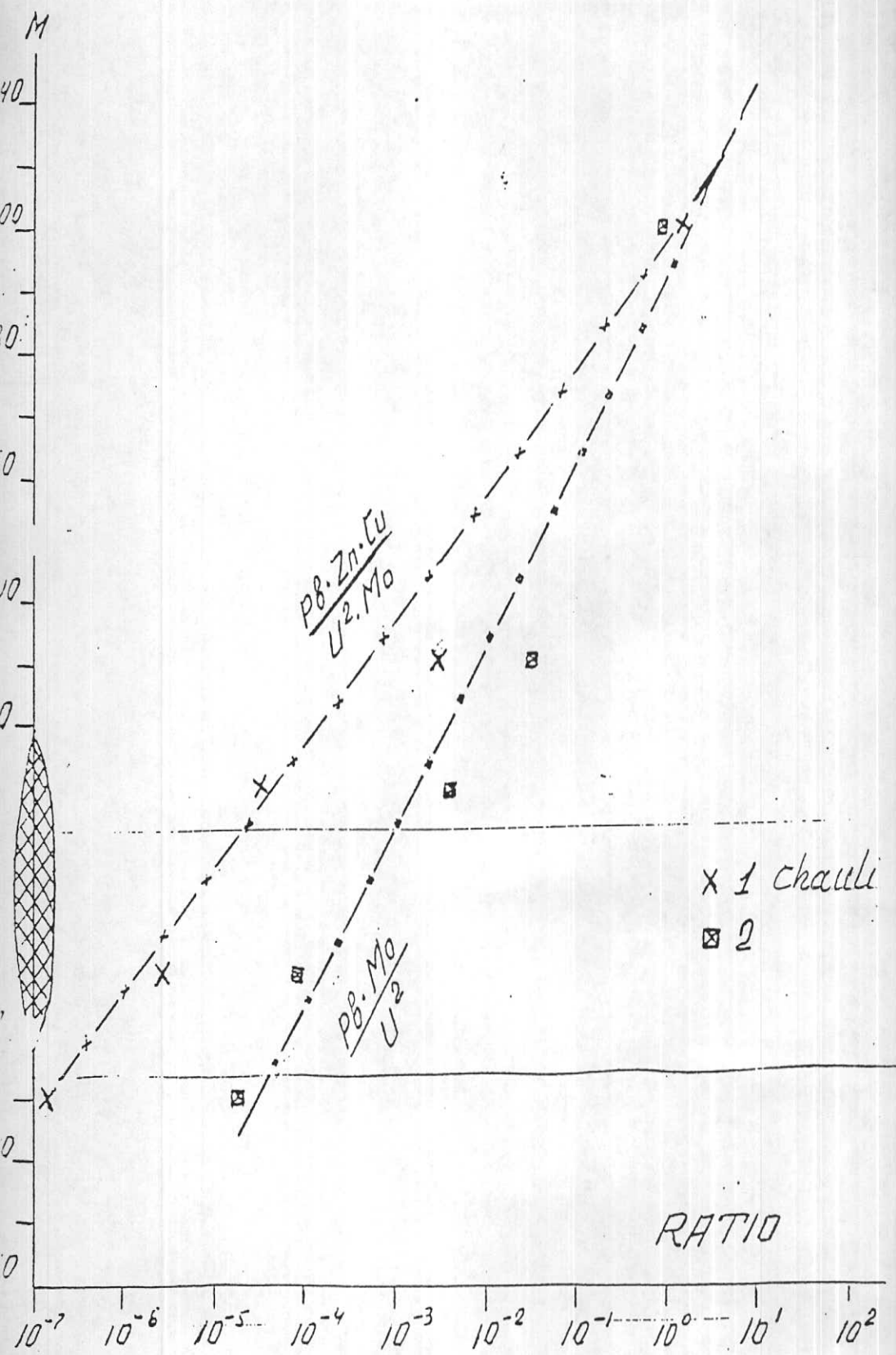


Fig. 3.4. Graphs showing variations in the ratios of indicator-elements.

شکل شماره : در این نمودار تغییرات ضریب زونالیتی از سطح کانسار تا عمق کانسار با توجه به تغییرات ضرایب تولید خطی عناصر فوق کانساری Ag, Pb, Zn و تغییرات تولید خطی عناصر تحت کانساری Cu, Bi, CO در هفت نوع کانسار مختلف نشان داده شده است.

- ۱- کانسار هاردنبرگ واقع در سوئد از نوع اسکارن سرب و روی تشکیل شده در سنگهای دگرگونی (فیلیت) با سن پرکامبرین
 - ۲- کانسار آلتین توپکان در شوروی از نوع اسکارن سرب و روی با سن دونین بالا تا کربونیفر تحتانی در سنگهای آهکی
 - ۳- کانسار کوروسائی واقع در شوروی از نوع اسکارن سرب و روی با سن دونین بالا تا کربونیفر تحتانی در سنگهای آهکی
 - ۴- کانسار کانی منصور واقع در آسیای میانه تشکیل شده در سنگهای آذرین اسیدی با سن کربونیفر فوقانی
 - ۵- کانسار کانسائی واقع در آسیای میانه از نوع اسکارن با سن دونین فوقانی تشکیل شده در سنگهای آهکی
 - ۶- کانسار آکتاش واقع در تاجیکستان از نوع اسکارن با سن دونین فوقانی تشکیل شده در سنگهای آهکی
 - ۷- کانسار سادون واقع در آسیای میان از نوع اسکارن با سن کربونیفر فوقانی و تشکیل شده در سنگهای رسوبی آذرین
- همان گونه که ملاحظه می‌گردد، مقدار ضرایب زونالیتی به صورت یکنواخت با افزایش عمق در هر یک از کانسارها کاهش می‌یابد، و این کاهش فقط در رابطه با کاهش عبار عناصر فوق کانساری و احیاناً همراه با افزایش عناصر تحت کانساری است هیچ ارتباطی به نوع کانسار، سنگ دربرگیرنده، سن و مکان جغرافیائی آن ندارد.

مقدار ضریب زونالیتی $\frac{Cu, Bi, CO}{Ag, Pb, Zn}$ در سطح تمامی کانسارهای فوق‌الذکر حدود ۱۰۰،۰۰۰ است در صورتی که همین ضریب در بخش انتهائی کانسارها ۰.۱ می‌باشد. لذا ضریب برجستگی یا Contrast بین بالا و عمق کانسار رقم حدود ۱۰۰۰،۰۰۰ مرتبه خواهد بود.

ضریب زونالیتی در بخش فوقانی توده کانی‌ساز و یا بخشی که فرسایش ناچیزی پیدا کرده است حدود ۱۰۰۰ می‌باشد.

1 - Garpenberg Pb
 2 - Altyn-Topkan *up-Devonian*
 3 - Kurusai *up Devonian*
 4 - Kani-mansur *up Carboniferous*
 5 - Kansai *up. Devonian to lower Carboniferous*
 6 - Aktash *"*
 7 - Sadon *up Carboniferous*.

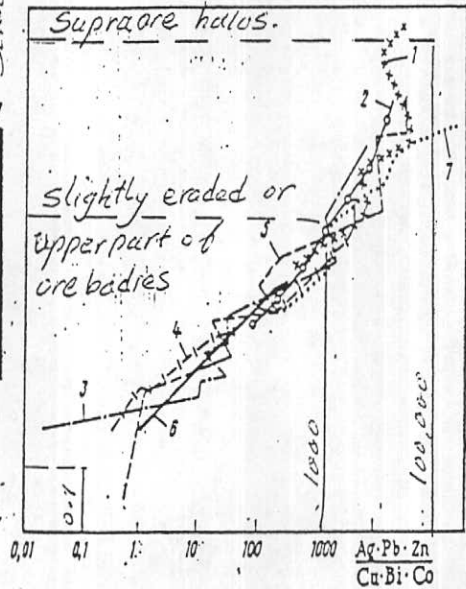


Fig. 2 Superposed curves of variation with depth of multiplicative ratios of zoning for primary haloes of polymetallic deposits

1 - Garpenberg; 2 - Altyn-Topkan; 3 - Kurusai; 4 - Kani-mansur; 5 - Kansai; 6 - Aktash; 7 - Sadon.

Table 4.3

PARAMETERS OF GEOCHEMICAL HALOS OF DEPOSITS-MODELS
(AVERAGE CONTENT)

DEPOSITS	INDICAOR - ELEMENTS				PB x ZN	
	CU	PB	ZN	MO	CU x MO	
SONGUN-1	1199	268	393	75.6	0.15	TRESHOLD CU, PB, ZN: 100 MO : 8 PPM
	0.69	0.2	0.26	0.59		
	827	53.6	102.2	44.6		
WESTERN	206	205	164	28.6	1.5	
FLANK OF	0.52	0.05	0.09	0.34		
SONGUN-1	107	102.5	14.8	9.72		
WESTERN	214	365	177.6	12.1	15.1	
ANOMALY	0.21	0.3	0.24	0.08		
	44.9	109.5	42.6	1.0		

شکل: مُدل استاندارد

در این نمودار ضرائب زونالیتی $\frac{Cu.Mo}{Pb.Zn}$ سه کانسار Asarel, Techut, Aktogay که در کشور روسیه شناخته شده‌اند ارائه شده است. هر سه کانسار از نوع پرفیری می‌باشند و همان گونه که ملاحظه می‌گردند، روند کاهش ضرائب زونالیتی به صورت یکنواخت از سطح به عمق کانسار می‌باشد. روی محور Y عمق و ضخامت کانسار ارائه شده است و روی محور X تغییرات ضرائب زونالیتی بصورت لگاریتمی نوشته شده است.

بر اساس محاسبات آماری در منطقه سونگون سه محدوده آنومالی تشخیص داده شده است. آنومالی واقع بر محدوده کانساری Songunl دارای ضریب زونالیتی $\frac{Cu.Mo}{Pb.Zn} = 0.15$ و ضریب زونالیتی یال غربی (Western flank) 1.5 و بالاخره ضریب زونالیتی آنومالی غربی 15.1 است، لذا جایگاه هریک از آنومالی‌ها با شماره 3,2,1 روی نمودار ارائه شده است. در این صورت ملاحظه می‌گردد که ضریب 0.15 واقع در محدوده کاملاً کانساری (توده کانی‌ساز) است و آنومالی یال غربی ۱۰۰ متر تا سطح کانسار فاصله دارد و بالاخره آنومالی غربی بیش از 600 متر تا سطح کانسار اختلاف ارتفاع دارد. لذا همان گونه که در جدول شماره ارائه شده است، آنومالی یال غربی و آنومالی غربی هر دو نشانگر این هستند که آنومالی‌های فوق‌الذکر متعلق به سطح یک توده کانی‌سازی پورفیری پنهان (Blind deposit) می‌باشند.

با توجه به نتایج بدست آمده از آنومالی‌های اولیه منطقه سونگون و مقایسه با نمودار استاندارد (کانسار اکتوگای، تیخود و آسارل) جهت حفاری یک نقطه در بهترین محدوده آنومالی پیشنهاد گردیده که پس از حفاری در عمق حدوده 150 متری نخیره‌ای از مس به عیار 0.7% و مولیبدن 300 Ppm کشف گردید که عملاً نخیره کانسار سونگون به دو برابر افزایش یافت.

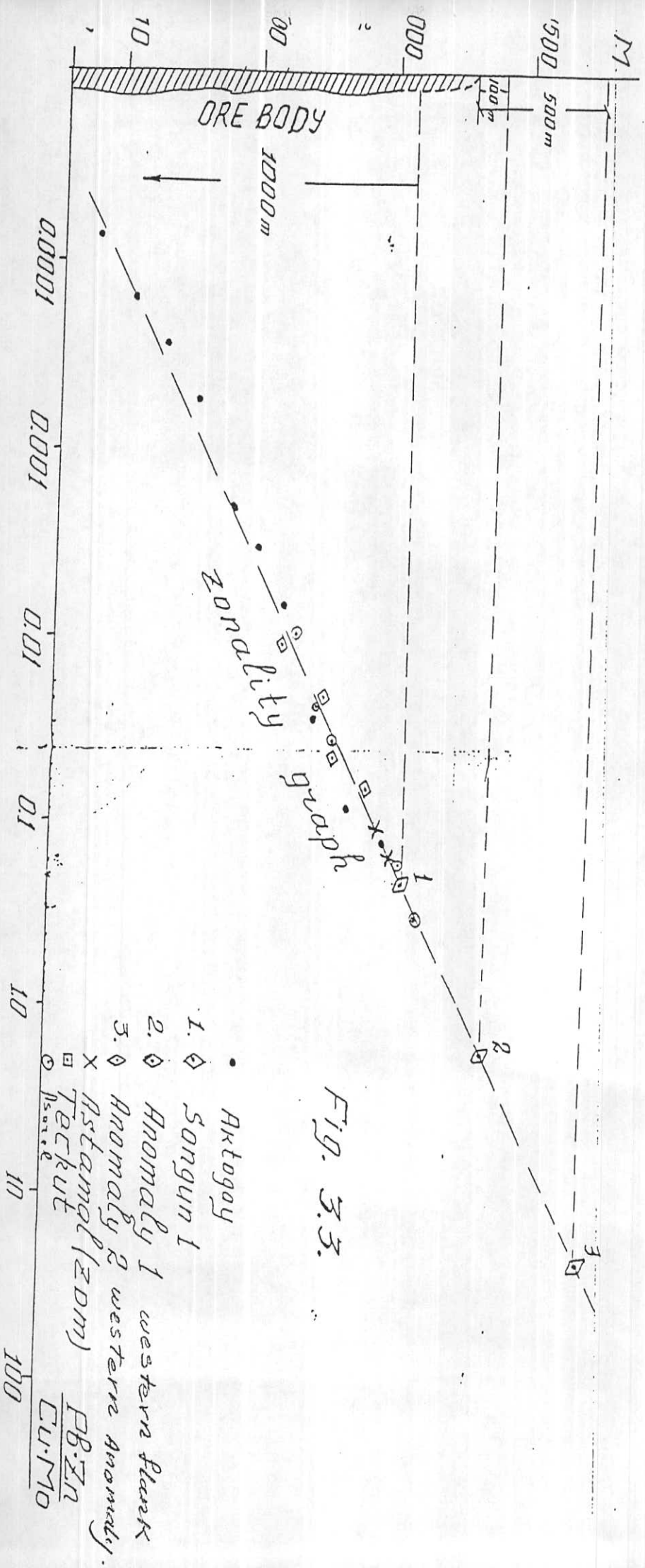


Fig. 3.3.

Table 2.3

Average contents (ppm) of indicator elements
and their multiplicative ratio for dispers mineralization
(Astamal deposit)

	indicator elements	detailed soil sampling			stream sediment sampling			
		Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	number of samples
North	lead	1:10000	207	5,0	1:100000	15	1,2	9014
Part	Zinc		294			286		9015
	Copper		252			154		
	molybdenum		48			24		
South	lead		375	11,0	1:100000	14	4,5	9031
part	Zinc		327			742		9017
	Copper		233			122		9016
	molybdenum		48			19		9013

Table 2.1

Average contents (ppm) of indicator elements
and their multiplicative ratio for outcropped mineralization
(Sungun deposit)

indicator elements	detailed soil sampling			stream sediment sampling			
	Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	number of samples
lead		268			61		N4007
Zinc	1:10000	393	11.0	1:200000	158	11.2	N4010
Copper		1199			287		
molybdenum		76			3		

Table 2.2

Average contents (ppm) of indicator elements
and their multiplicative ratio for blind mineralization
(Sungun deposit)

indicator elements	detailed soil sampling			stream sediment sampling			
	Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	Scale	Average Contents	$\frac{Pb.Zn}{Cu.MO}$	number of samples
lead		365			160		N4003
Zinc	1:10000	178	25	1:200000	184	24	N4004
Copper		214			148		
molybdenum		12			6.7		

تائید و کشف ذخائر پنهان قبل از عملیات حفاری

«کانسار مس پرفیری در آلو»

سلیمان کوثری - سازمان زمین شناسی کشور

۱- پیشگفتار:

کانسار نرالو یکی از کانسارهای شناخته شده واقع در کمر بند مس ایران می باشد که از دیرباز تحت توجه قرار گرفته و در طی ۵۰ سال گذشته چندین بار مورد اکتشاف و مطالعات معدنی واقع شده است.

کانسار مذکور به مانند بسیاری از کانسارها، اندیسیها و مناطق پتانسیل دار دیگر بدلیل فقدان بیرون زدگی در حد اقتصادی و عدم حضور آثار فعالیت های شبدانی با شک و تردید از نقطه نظر اقتصادی به آن نگریسته می شود و اگر در مقطعی مورد توجه و تحت عملیات اکتشافی قرار گرفته است به همان دلیل عدم بیرون زدگی ماده معدنی مجدداً ادامه اکتشافات به فراموشی سپرده شده و کانسار بدون حصول به نتایج مثبت و یا منفی رها گشته است.

در حال حاضر بدلائل عمده اقتصادی، بسیاری از عملیات اکتشافی با واسواس و شک و تردید به اجراء در می آیند زیرا هزینه های سرسام آور اکتشافی مثل ترانشه زنی، حفاری، تونل و غیره مسئولین و معدنکاران را به احتیاط کاری واداشته است. در کشور ما ایران بیش از ۷۰ درصد کانسارها و معادن شناخته شده بدلائل اقتصادی و کاهش ذخیره تحت عنوان کانسار متروکه رها گشته و اگر به حیات خود ادامه میدهند، مثمر ثمر نبوده و سالیانه ضررهای زیادی را متوجه مسئولین و معدن داران می سازد. کانسارهایی از این نوع نه بدلیل نبود ذخیره به

تعطیلی گرایش می‌یابند بلکه بدلائل علمی و تکنیکی است که از رده خارج می‌شوند. چنانچه کانسارهای مذکور با توجه به روشهای صحیح اکتشافی مورد ارزیابی قرار گیرند، می‌توان قبل از آنکه اقدام به صرف هزینه‌های گزاف جاده سازی، ترانشه زنی، حفاری و غیره نمود با صرف هزینه‌ای اندک، کل کانسار را از نقطه نظر پتانسیل دار بودن مورد ارزیابی اولیه قرار داده و در صورتیکه نتایج بدست آمدن ضریب اطمینان را از ۵۰ درصد افزایش دهد اقدام به طرح عملیات اکتشافی نمود. یادآوری می‌گردد که در یک حالت صد در صد ایده آل در صورتیکه عملیات اکتشافی مثل تهیه نقشه‌های زمین شناسی و معدنی و اکتشافات ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی انجام شده باشد و جایگاه نقاط حفاری تعیین گردیده باشد، فقط با ۵۰ درصد اطمینان می‌توان قضاوت نمود که آیا در عمق ذخیره‌های اقتصادی وجود دارد یا خیر؟

کانسار در آلو شاید جزء معدود کانسارهایی باشد که در ایران بعد از کانسار سونگون با استفاده از روشهای جدید کاربردی مورد ارزیابی و اکتشاف واقع شده است.

در کاربرد روشهای جدید ارزیابی و اکتشاف به سئوالات مهمی جواب داده می‌شود که قبل از اجرای هر گونه عملیات اکتشافی در ذهن کاوشگران نقش می‌بندد. اهم این سئوالات عبارتند از:

۱- عیار اقتصادی عناصر اصلی و فرعی در کانسار.

۲- رابطه عناصر کانسار ساز با واحدهای سنگی دربرگیرنده ماده معدنی.

۳- حضور و یا عدم حضور نخائر اقتصادی در عمق.

۴- موقعیت نخائر بیرون زده (رخنمون دار) در سطح و رابطه آن با نخائر پنهان (نخائر

در عمق).

۵- تعیین نقاط مناسب حفاری.

۶- ارزیابی اقتصادی و اکتشافی کانسار قبل از اجرای عملیات اکتشافی تفصیلی و

صرف هزینه های جادسازي وغيره.

طی اجرای عملیات اکتشافی در کانسار در آلو تعداد ۳۹۶ نمونه از سنگ های منطقه

برداشت گردیده. شبکه نمونه برداری منطبق بر شبکه اکتشافات ژئوفیزیکی می باشد با این

تفاوت که فواصل هر دو ایستگاه نمونه برداری ۴۰ متر در نظر گرفته شده است. ایستگاه های

نمونه برداری در امتداد ۲۰ پروفیل عمود بر خط میناء و به فواصل ۵۰ متر می باشد (40x50m).

کلیه نمونه های سنگ پس از آماده سازی در مرکز آزمایشگاههای مس سرچشمه برای

عناصر Ag و Ni, S, Fe, CO, Zn, Pb, MO, Cu تجزیه شده اند که از این عناصر نتایج S, Ni و Ag

بدلیل پائین بودن حد تشخیص و یکنواخت بودن ارقام قابل استفاده در محاسبات آماری نبوده

و فقط بر روی عناصر دیگر محاسبات آماری صورت گرفته است.

در طی انجام پردازش داده ها، انتشار عناصر و نقشه های آنومالی برای هر یک از عناصر

تهیه گردیده است. بر مبنای انتشار عناصر و انجام محاسبات زونالیتی محل تمرکز کانی

سازی و نقاط مناسب حفاری با استفاده از تعبیر و تفسیرهای ژنتیکی و ژئوشیمیایی معلوم

گردیده است. علاوه بر نقشه های تهیه شده، دیاگرام انتشار عناصر و نوسان عیار عناصر در

امتداد ۲ الی ۳ پروفیل نیز تهیه شده است.

بر اساس نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیائی و تعیین نقاط حفاری اقدام به حفر چند

حلقه چاه اکتشافی گردید بررسی های حاصل بر روی نتایج حفاری، نشان دهنده صحت

ارزیابی اولیه از حضور نخاثر اقتصادی در محدوده کانسار می باشد بطوریکه عیار مس در چاه

شماره ۱ به ترتیب از سطح به عمق از ۰/۲۲ درصد تا ۰/۵۷٪ افزایش یافته است و نمودار تهیه شده روند افزایش در افق‌های پائین تر را تأیید کرده است.

آنچه در این مقاله ارائه میگردد، لزوم انجام ارزیابی اکتشافی اولیه بر روی نتایج حاصل از اکتشافات سطحی میباشد که پس از تأیید و مثبت بودن نتایج داده‌های بتوان با ضریب اطمینان قابل قبولی (بالای ۵۰ درصد اطمینان) جایگاه حفاری و حضور ذخائر پنهان اقتصادی را معلوم ساخت.

۲- زمین شناسی عمومی منطقه

منطقه کانی ساز در آلو بخشی از کمربند زون ارومیه دختر منطبق بر کمربند ولکانیکی ائوسن است که به زون های کوچک تر تقسیم بندی می‌گردد. فعالیت های پلوتونیک و ساب ولکانیک متعلق به الیگومیوسن سنگهای ولکانیکی ائوسن را قطع می‌نمایند که در بسیاری موارد سبب بارور و کانی ساز شدن سنگهای در برگیرنده گردیده اند. (نقشه شماره ۱).

عمده ترین واحدهای سنگی در محدوده اکتشاف عبارتند از سنگهای ولکانیکی ائوسن شامل داسیت، آندزیت، توفهای کریستالیزه و سنگهای آذرین الیگومیوسن مشتمل بر سنگهای گرانودیوریت، گوارتز گرانودیوریت که بخش مرکزی منطقه اکتشاف را می‌پوشانند. واحد سنگی کوارتز گرانودیوریت دارای بافت پرفیری بوده که در مرحله دوم تحت تأثیر محلولهای هیدروترمال قرار گرفته و شدیداً سیلیسی شده است محلولهای هیدروترمال کلیه خلل و فرج بخش مرکزی را پر کرده و در واقع کل واحد را آلوده و کانی ساز ساخته است.

در بخش شمالی، واحد گرانودیوریت فاقد زون سیلیسی است واحد مذکور ضمن دارا

بودن آلتراسیون شدید فاقد آثار کانی سازی است. کلیه آلتراسیون های تیپ مس پرفیری نظیر فیلیک، پروپیلیتیک، ارژلیک و پتاسیک در تمامی سطح منطقه قابل ملاحظه می باشد که در بخش مرکزی این آلتراسیون ها همراه با کانی ساز هستند.

از نقطه نظر ساختمان زمین شناسی منطقه تحت تأثیر چهار تیپ گسل با چهار روند مختلفه قرار گرفته که عبارتند گسلهائی با روند N160 با شیب 50 تا 80 و N60 - 80 و N20E و NE-SW می باشد (تهران پاییز ۱۳۷۳). گسل بزرگ غرب، شمال غرب با شیب ۶۰ الی ۸۰ درجه از بخش مرکزی منطقه مورد اکتشاف عبور کرده است که در واقع جایگاه مناسبی جهت فعالیت و تزریق محلولهای کانی ساز بوده است. (نقشه شماره ۲).

۳- روش اکتشاف

در منطقه مذکور اکتشافات ژئوشیمیائی هم زمان با اکتشافات ژئوفیزیکی در مساحتی حدود ۲/۵ کیلومترمربع صورت گرفته است و علاوه بر این نقشه زمین شناسی به مقیاس ۱:۱۰,۰۰۰ در مساحتی حدود ۷ کیلومترمربع نیز تهیه شده است (تهران پاییز ۱۳۷۳).

نتایج حاصل از تجزیه نمونه ها مورد تجزیه و تحلیل آماری و محاسبات ژئوشیمیائی قرار گرفته که در نهایت محدوده های ناهنجاری تک عنصری و چند عنصری بصورت نقشه های مختلفه تهیه گردیده است. انطباق مثبت و غنی زون های آنومالی زون سیلیسی شده گرانودیوریت بخش مرکزی و همچنین با سیستم گسل حاکم بر منطقه و بالاخره منطبق بودن این آنومالیها با زون های آنومالی حاصل از اکتشافات ژئوفیزیکی، بخش مرکزی توده کوارتز گرانودیوریت را مناسبترین و غنی ترین زون کانی ساز معرفی کرده است که در مراحل بعدی

پس از ارزیابی آنومالیها مناسبترین زون جهت انجام حفاری پیشنهاد شده است (نقشه های شماره ۳، ۴، ۵، ۶، و ۷...).

۴- ارزیابی کانسار در آلو:

محدوده کانسار بالغ بر ۴ کیلومترمربع است که در بیش از ۲ کیلومترمربع آن آلتراسیون های مختلفیه ای چون آلتراسیون - پیروپلیتیک، آرژیلیتیک، فیلیک، و کائولینزاسیون سیلیسیفیکاسیون، هماتیزاسیون و غیره وجود دارد ولی در هیچ نقطه آن نشانی از بیرون زدگی ماده معدنی در حد اقتصادی دیده نمی شود. وجود آنومالی های ژئوفیزیکی و انطباق آن با آنومالی های ژئوشیمیائی و حضور واحدهای سنگی تیپ کانسارهای مس پرفیری و همچنین حضور اطلاعات مختلفه معدنی و نقشه های متعدد زمین شناسی گویای پتانسیل دار بودن کانسار است که می بایستی با توجه به تمامی اطلاعات و اکتشافات انجام شده، تکلیف نهائی کانسار معلوم گردد که آیا کانسار در آلو می تواند به عنوان یک کانسار واقعی معرفی شود که متعاقب آن برنامه حفاری و ادامه اکتشافات تحت الارض به اجراء در آید یا خیر؟!

شاید در مقطع فعلی کلیه فعالیت های اکتشافی لازم چون اکتشافات زمین شناسی معدنی ، اکتشافات ژئوفیزیکی و اکتشافات ژئوشیمیائی انجام شده است و می بایستی نتیجه قطعی و نهائی موقعیت کانسار روشن گردد. انجام مطالعات ژئوشیمیائی حاضر با توجه به نتایج آزمایشگاهی که از صحت و دقت کافی برخوردار نبوده و تعداد عناصر مهمی که می بایستی تجزیه شوند و نشده اند مثل عناصر Sn، W، Sb، As و Ba (و غیره)، بخش مهمی از مسائل که

بدون جواب باقی مانده اند، روشن ساخته است و این خود یکی از مهمترین اهداف اجرای اکتشافات ژئوشیمیائی بوده است که با سود بردن از روش‌های جدید ژئوشیمیائی انجام شده است.

اولین و مهمترین سئوالی که با وجود کلیه اطلاعات و داده‌های موجود مطرح می‌گردد این است که توده کانی ساز در کدام قسمت کانسار قرار دارد، در صورتی که به دلایل زیر بخش مرکزی کانسار یعنی محدوده سنگ‌های گرانودیوریت سیلیسی شده (gdps) واقع در محدوده آنومالی‌های مس، مولیبدن غنی‌ترین و مناسب‌ترین زون از نقطه نظر تمرکز و حضور ماده معدنی است.

۱- انطباق غنی‌ترین زون آنومالی‌های عناصر مس و مولیبدن (نقشه‌های شماره)، بر واحد سنگی (gdps).

۲- انطباق زون‌های غنی آنومالی‌های ژئوشیمیائی و ژئوفیزیکی در همین محدوده.

۳- حضور پائین‌ترین ضریب زونالیتی عناصر فوق کانساری به تحت کانساری ($\frac{Cu,Mo}{Pb,Zn}$) در همین محدوده.

۴- افزایش عیار عناصر مس، مولیبدن در بخش مرکزی که منطبق بر مرکز توده کانی ساز می‌باشد و همچنین کاهش عیار عناصر سرب و روی و کبالت در مرکز توده که با موقعیت توده کانساری در آلو انطباق داشته و کانسار را به عنوان یک کانسار مس پرفیری معرفی می‌نمایند.

۵- حضور آلتراسیون‌های غنی فیلک، ارژپلیک و پروپیلیتی متعلق به تیپ توده مس پرفیری و همچنین همبستگی نزدیک زون‌های آلتراسیونی با واحدهای سنگی گرانودیوریتی.

۶- حضور آثار و نشانه های فعالیت های هیدروترمالی و پدیده سیلیسی شدن توده گرانویدوریتی و کانی سازی واحد (gdps).

جهت دستیابی به محل تمرکز احتمالی توده کانی ساز یا ماده معدنی که در کمتر نقطه ای از کانسار بیرون زدگی در حد اقتصادی دارد، اقدام به محاسبات تعیین ضرائب زونالیتی گردیده است. روش مذکور، روابط مستقیم عناصر معرف بالای توده کانساری یا (indicator elements) (Supra ore) و همچنین عناصر معرف تحت کانساری را (Under ore indicator elements) مورد بحث و بررسی قرار می دهد.

عناصر فوق کانساری در کانسارهای مس پرفیری عبارتند از: Ba, Pb, Zn, As, Sb و عناصر تحت کانساری Cu, Mo, CO, Ni, Sn, W می باشد.

نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری در هر نقطه فضائی در یک توده کانساری تفاوت دارند به طور مثال نسبت عناصر فوق کانساری به تحت کانساری در هاله های فوقانی بالای یک توده کانی ساز ارقامی حدود $10^7 \times \pi$ را تشکیل می دهد در صورتی که همین نسبت در داخل توده (ماده معدنی) گاهی به ارقام $10^{-7} \times \pi$ کاهش می یابد یعنی اختلاف قدر مطلق آن ها به بیش از $10^{14} \times \pi$ می رسد. واضح است چنانچه ضرائب بالای $10^+ \times \pi$ باشد، سطح فعلی توپوگرافی فاصله زیادی با توده معدنی دارد یعنی توده معدنی فاقد بیرون زدگی است و پنهان می باشد و در صورتی که ضریب مذکور به $10^- \times \pi$ برسد، کانسار در سطح فعلی توپوگرافی بیرون زدگی دارد، لذا تعیین ضرائب مذکور که به ضرائب زونالیتی معروف می باشند. (Coefficient of Zonality) نقشی اساسی و سازنده در تعیین موقعیت فضائی توده

های کانی ساز و همچنین سطح فرسایش کانسار و یا در نهایت تعیین زون های مناسب شبکه حفاری دارند.

۵- محاسبه ضرائب زونالیتی در کانسار در آلو:

جهت تعیین ضرائب زونالیتی، توالی جدایش عناصر از محلول هیدروترمالی و تعیین نوع کانسار (تپ کانسار) در محدوده کانسار در آلو مراحل زیر به ترتیب به اجراء در آمده است.

۱- ابتداء محدوده اکتشاف به سه بخش شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم گردیده است. اساس این تقسیم بندی حضور آنومالی های سرب و روی در بخش شمالی، مس، مولیبدن در بخش مرکزی و کبالت در بخش جنوبی بوده است. علاوه بر این، فاکتور لیتولوژی، حضور زون های کانی ساز و آلتراسیون نیز عوامل مؤثر در این تقسیم بندی بوده است.

۲- مقدار میانگین عیار کلیه عناصر مس، مولیبدن، سرب، روی و کبالت در هر یک از مناطق سه گانه بدست آمده است.

۳- ضریب کانی سازی از تقسیم تعداد نمونه هائی که عیار آنها بالاتر از میانگین بوده به کل نمونه ها در هر منطقه بدست می آید. (Coefficient of mineralization)

۴- با داشتن این دو فاکتور ضریب زونالیتی برای هر یک از عناصر در هر یک از مناطق نیز محاسبه گردیده است و در نهایت با ضرب ضرائب حاصل مربوط به عناصر فوق کانساری و تقسیم به حاصل ضرب ضریب عناصر تحت کانساری ضریب زونالیتی در هر منطقه معلوم می گند. کلیه ضرائب بدست آمده در جدول شماره ۹ ارائه شده است.

با مقایسه ضرائب زونالیتی در سه منطقه (جدول شماره ۹) چنین نتیجه گرفته میشود که در

بخش مرکزی بدلیل اینکه عیار عناصر تحت کانساری مس، مولیبدن نسبت به عیار عناصر سرب و روی (عناصر فوق کانساری) بالاتر بوده است بر نتیجه ضرائب زونالیتی منطقه نهایی و مرکزی دارای اختلافی بالای ۱۵۰ برابر است و ضریب زونالیتی بخش جنوبی نویست هزار برابر بخش مرکزی است. به عبارت دیگر نسبت عناصر معرف تحت کانساری (Cu, MO) که نشانه‌ای از هسته اصلی توده کانساری است (ماده معدنی) در بخش مرکزی دارای بالاترین تمرکز خواهد بود و سطح فرسایش (سطح فعلی توپوگرافی) به سطح بیرون زده کانسار یا ماده معدنی منطبق میباشد. و بخش شمالی بدلیل بالا بودن عیار عناصر فوق کانساری (سرب و روی) و پائین بودن عیار عناصر تحت کانساری (مس، مولیبدن) سطح توپوگرافی فعلی نسبت به سطح توده کانساری فاصله داشته و توده کانی ساز در عمق قرار دارد. (deposite Blind)

همانگونه که اشاره گردید، در بخش شمال غربی منطقه اکتشافی حاصلضرب عناصر فوق کانساری نسبت به دیگر نقاط ارقام فوق العاده بالائی را تشکیل داده است یعنی در این محدوده (نقشه شماره BA) عناصر سرب و روی بالاترین عیار و تمرکز را دارند و در همین محدوده عناصر مس و مولیبدن در پائین ترین حد خود میباشد. لذا چنین نتیجه گرفته میشود که محدوده مذکور نشان دهنده بخش فوقانی از یک توده احتمالی است و بر عکس، در بخش مرکزی (نقشه شماره 12A) عیار عناصر مس و مولیبدن بالاترین عیار و تمرکز را دارند که این خود نشانه‌ای از محل احتمالی و تظاهر ماده معدنی مس و مولیبدن است.

نقشه شماره 20A نشان دهنده ضریب زونالیتی $\frac{Pb,Zn}{Cu,MO}$ است که منطبق بر زون مرکزی است. آنچه از این نقشه استنباط میشود این است که مقادیر سرب و روی فوق العاده کم و

عیار مس و مولیبدن فوق العاده بالاست که در واقع گویای این واقعیت است که در این محدوده به دلیل پیشرفت سطح فرسایش بخش فوقانی توده کانی ساز فرسایش یافته و سطح فعلی توپوگرافی میبایستی یا در ابتدای توده کانی ساز (ماده معدنی) باشد و یا اینکه سطح فرسایش از این حد نیز پائین تر رفته و کلیه توده معدنی فرسایش یافته و از بین رفته باشد و در واقع کانسار به ریشه خود رسیده است (Erroded mineralization).

جهت تعیین سطح فرسایش کانسار در آلو ضرائب زونالیتی در سه منطقه شمال، مرکز و جنوب کانسار را با موقعیت ضرائب زونالیتی حاصل از کانسار سونگون و کانسار اکتوگای (روسیه) مقایسه می‌نمائیم. در نمودار شماره D.18 موقعیت سطح کانسار مس سونگون را نشان میدهد. در این نمودار در امتداد محور x مقدار ضریب زونالیتی $\frac{Pb,Zn}{Cu,MO}$ مربوط به کانسار اکتوگای (Aktogay) واقع در روسیه و سونگون در ایران را مربوط به افق های مختلفه توده کانی ساز از سطح به عمق ارائه شده است. در امتداد نمودار مذکور ضریب زونالیتی سونگون در بخش بیرون زده کانسار رقم 0.15 را نشان داده شده است که پس از جداسازی روی محور x موقعیت آن روی محور y نیز مشخص میگردد. محور y نشان دهنده ضخامت توده کانساری پرفیری اکتوگای از سطح به عمق است. همانگونه در دیاگرام مذکور آمده است (1994 S.V.Grigorian) ضخامت کانسار اکتوگای حدود ۱۵۰۰ متر است که ضرائب نشان داده شده، هر یک مربوط به افق های مختلفه توده کانساری است.

چنانچه موقعیت کانسار در آلو را بخواهیم بر روی این نمودار پیاده نمائیم متوجه میشویم که با توجه به ضریب زونالیتی پائین کانسار در آلو (بخش مرکزی) $(\frac{Pb,Zn}{Cu,Mo} = 0.007)$ موقعیت سطح فعلی کانسار منطبق بر عمق های پائین کانسار اکتوگای می‌باشد و ضرائب بخش

شمالی کانسار برآلو ($\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo} = 1.06$) در محدوده کاملاً خارج از توده معدنی اکتوگای واقع شده است و در واقع چنانچه زون انتشار Pb.Zn کانسار برآلو را با اکتوگای مقایسه نمائیم، اختلاف ارتفاع سطح فعلی کانسار برآلو در گوشه شمال غرب منطقه نسبت به توده معدنی چندان زیاد نبوده و احتمالاً در عمق ۱۰۰ الی ۲۰۰ متری قرار دارد. در خصوص ضریب زونالیتی بخش جنوبی کانسار برآلو ($\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo} = 1400$) در ارتفاع ۲۳۰۰ متری قرار دارد یعنی چنانچه این محدوده بخش فوقانی یک توده پرفیری باشد توده اصلی ماده معدنی در عمق ۱۰۰۰ الی ۱۱۰۰ متری سطح فعلی توپوگرافی واقع است.

جهت روشن شدن مطلب در امتداد نو پروفیل عمود بر خط مبناء که یکی واقع در بخش غربی حد واسط نمونه های ۳۹۱ تا ۲۶۹ و دیگری منطبق بر بخش مرکزی محدوده اکتشاف بین نمونه های ۳۶۲ و ۱۶۷ میباشد اقدام به تهیه نمودارهای ۲ بعدی گردیده است. در امتداد محور x شماره نمونه های واقع در هر پروفیل و بر روی محور y ضرائب زونالیتی عناصر فوق کانسار به تحت کانسار نشان داده شده است.

در محور شمالی (محدوده بین نمونه های ۳۹۱ تا ۲۶۹) تغییرات ضرائب فوق کانساری به تحت کانساری ($\frac{Pb.Zn.Zn}{Cu.Mo.Co}$) (نمودار شماره D.12) نشان داده شده است. در این محدوده با توجه به افزایش مقادیر عناصر تحت کانساری در نمونه های 388, 387, 386, 385 و 252 نمودار مذکور کاهش نشان داده و بعد از نمونه 259 که مقادیر عناصر فوق کانساری Pb.Zn افزایش می یابد نمودار مذکور مجدداً بطرف بالا میل می نماید. در محدوده نمونه 262 و 263 با افزایش نسب Cu.MO,CO و کاهش Pb.Zn نمودار بطرف پائین متمایل گردیده است. و بعد از این نمونه ها نمودار شدیداً افزایش می یابد. مشابه همین روند برای عناصر فوق کانساری Pb.Zn و

عناصر تحت کانساری Cu.Mo ملاحظه میگردد (نمودار شماره D.13).

در امتداد محورهای مرکزی (حد واسط نمونه های 362 تا 167 و حد واسط نمونه های 380 تا 199) همین روند برای ضرائب زونالیتی کاملاً صادق است (نمودارهای شماره D.10, D.15, D.14 و D.17)، لذا نتیجه گرفته می شود که در این بخش بالاترین عیار عناصر تحت کانساری را داشته و محل تمرکز کانی سازی مس میتواند باشد. نتایج حاصل از مطالب فوق عبارتست از:

۱- بخش مرکزی کانسار درآلو (محدوده سنگهای gdp) که منطبق است بر ضرائب زونالیتی فوق العاده پائین (نقشه شماره 20A)، در واقع ارائه دهنده بخش زیرین کانسار است، چنانچه نتایج عیار سنجی از نمونه های حاصل از مغزه های حفاری افزایش عیار را نشان دهد میتواند امیدوار بود که هنوز نخائر قابل استفاده ای در عمق وجود دارد. و در صورتیکه از میزان عیار کاسته شود، مفهوم آن به ریشه رسیدن کانسار است.

۲- محدوده شمال غرب کانسار درآلو یعنی محدوده ای که مقادیر Pb,Zn به حداکثر خود رسیده اند، انتظار حضور نخائر اقتصادی مس در عمق، بعید نخواهد بود و بالاخره در بخش جنوبی بدلیل پائین بودن مقادیر Pb,Zn و ضرائب زونالیتی آن انتظار هیچگونه کانی سازی مس را نمیتوان داشت.

۶- نتایج حاصل از حفاری های انجام شده:

همانگونه که اشاره گردید پس از اتمام اکتشافات ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی و تعیین زون مرکزی بعنوان مناسب ترین محدوده حفاری و معرفی نقاط حفاری اقدام به حفر تعدادی چاه گردیده که در حال حاضر نتایج حاصل از یک حلقه چاه در اختیار نگارنده قرار گرفته است. چاه

منکور در نزدیک محدوده پیشنهادی حفر گردیده است که پس از تجزیه نمونه های برداشت شده از مغزه های حفاری (جدول شماره) اقدام به بررسی و ارزیابی و انطباق داده های حاصل از حفاری با اطلاعات سطحی گردید.

ضرائب زونالیته در محدوده ضرب عناصر فوق کانساری به تحت کانساری نمونه های چاه شماره ۱ نشان می دهد که براساس افزایش مقادیر مس و مولیبدن که به ترتیب از سطح به عمق (۵۷۰۰ تا ۱۱۰۰ و مولیبدن ۱۰-۲۲۰ ppm) افزایش می یابند که در نتیجه صحت پیش بینی شده از روی اطلاعات سطحی تأیید می گردد.

نتایج حاصل از محاسبه ضرائب زونالیته چاه شماره یک بصورت نمودار (نمودار شماره) ارائه شده است.

همانگونه که در نمودار منکور ملاحظه می گردد ضریب زونالیته $\frac{Pb.Zn}{Cu.Mo}$ در عمق ۱۵۰ متری 0.01 است لذا با مقایسه بخش های پائین نمودار با بخش های سطحی آن می تواند باز هم انتظار اکیب که ضریب زونالیته در عمق های پائین کاهش یافته و در نتیجه عیار مس و مولیبدن افزایش یابد.



۷- نوع کانسار در آلو:

اگر چه کلیه مشخصات زمین شناسی، لیتولوژیکی، حضور آلتراسیون های آرژیلیتی، پروپیلیتی و فیلیک و همچنین حضور توده های عظیم سنگهای گرانودیوریتی و پراکنگی عناصر و آنومالیهای ژئوشیمیایی بدست آمده تیپ کانسار در آلو را از نوع مس پرفیری معرفی می نمایند ولی می توان با بررسی و روابط عناصر در محدوده آنومالیا نظریه پرفیری

بوین کانسار در آلو را نیز تأیید نمود.

جدول شماره ۱۰ پارامترهای زونالیتی عناصر را نشان می‌دهد در این جدول ضریب زونالیتی بخش مرکزی کمترین مقدار و ضریب زونالیتی بخش شمالی بالاترین مقدار را دارد. (جدول شماره ۱۰ در ضمیمه مرکزی، ۰.۱ = بخش شمالی) لذا از تقسیم ضرائب تولید عناصر (Conventional Productivity) بخش میانی به ضرائب تولید عناصر بخش شمالی ارقام زیر

بدست می‌آید:

$$\text{Cu} = \frac{86.8}{701.6} = 0.12$$

$$\text{Mo} = \frac{9.04}{36.33} = 0.25$$

$$\text{Pb} = \frac{3.1}{0.06} = 52$$

$$\text{Zn} = \frac{24.2}{1.81} = 13$$

$$\text{Co} = \frac{1.05}{0.54} = 2$$

ارقام بدست آمده از کمترین مقدار به بیشترین مقدار نشان دهنده این است که اولین عنصر

تشکیل شده مس و آخرین عنصر سرب می‌باشد:

Cu(0.12, Mo(0.25), Co (2), Zn (13), Pb (52)

توالی یا سکانس تشکیل عناصر از پائین به بالای توده کانی ساز و یا از مرکز کانی سازی به

خارج آن منطبق است بر توالی در کانسارهای پرفیری که از سطح به عمق عبارتست از:

(1) Almalyk mine

Porphyry copper deposit: Ba, As, Sb, Pb, Zn, Au, Bi, Cu, Mo, Sn, Co, W,

(2) Sarycheku mine

Porphyry copper deposit: Ag, Zn, Cu, Mo

(Bues and Grigrian 1975)

چنانچه توالی عناصر را در کانسار در آلو از سطح به عمق با روند عناصر فوق الذکر مقایسه

(3) Daralu deposit

Porphyry copper deposit: Zn, Pb, Co, Mo, Cu

متوجه می‌شویم که روند جدایش کم و بیش با هر دو تیپ کانسار پرفیری منطبق است.

علاوه بر آنچه گفته شد، روند انتشار عناصر تیپ کانسارهای پرفیری در محدوده کانسار

در آلو که قبلاً در فصل تفبیر و تفسیرها و همبستگی‌ها و انطباق آنومالیها و واحدهای سنگی

مورد بحث قرار گرفته است تیپ کانسار مس در آلو را از نوع پرفیری معرفی می‌نمایند.

۸- نتایج

آنچه از انجام مطالعات ارزیابی بر روی آنومالیهای حاصل از اکتشافات ژئوشیمیائی در منطقه برآلر حاصل گشته است صحت کاربرد روشهای مدرن ارزیابی زون های کانی ساز در

کانسارهایی است که از نقطه نظر اقتصادی ادامه اکتشاف در آنها با شک و تردید همراه است.

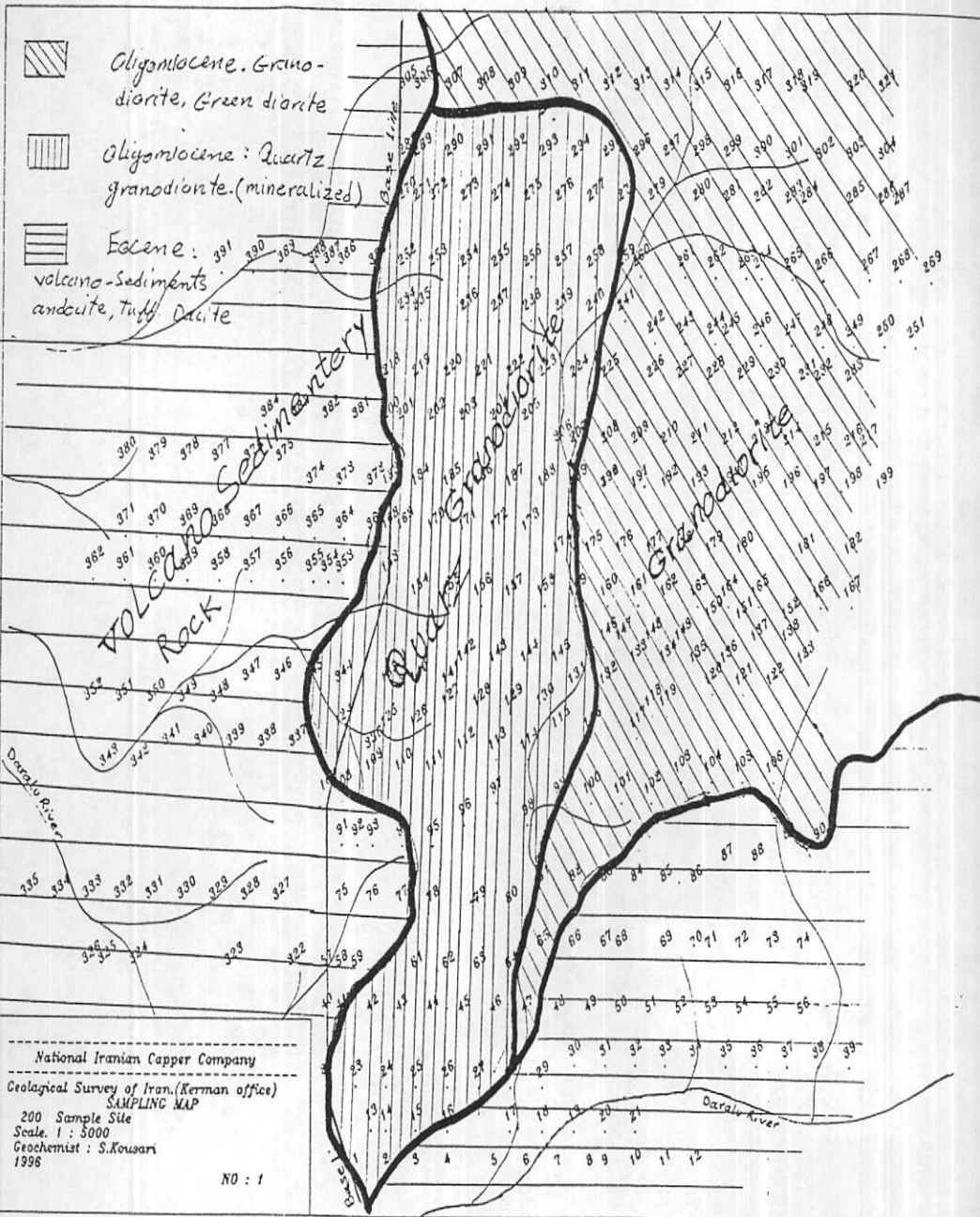
معمولاً در این گونه کانسارها انجام عملیات حفاری یا ریسک بسیار بالائی روبرو بوده و

اطمینانی به صرف هزینه های سرسام آور حفاری و تونل زنی نمی باشد، لذا با استفاده از

روشهای مذکور میتوان ضریب اطمینان را به بیش از ۵۰ درصد افزایش داده و از هزینه های بی

مورد جلوگیری کرد.

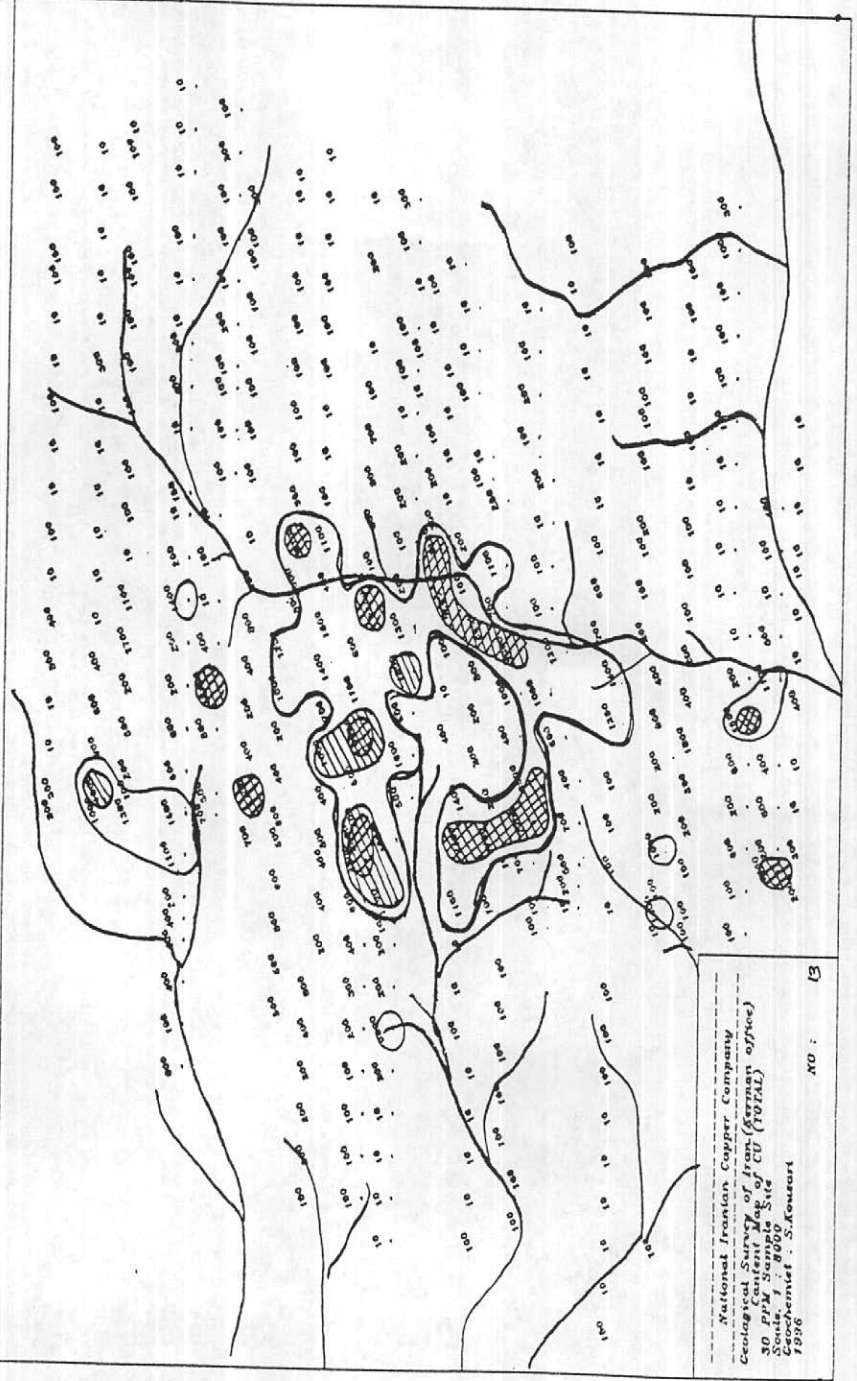
GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSIT



GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSITE

Cu Total Anomaly Map

- 900 - 1400 PPM
- ▨ 1400 - 1800 " "
- ▩ > 1900 " "

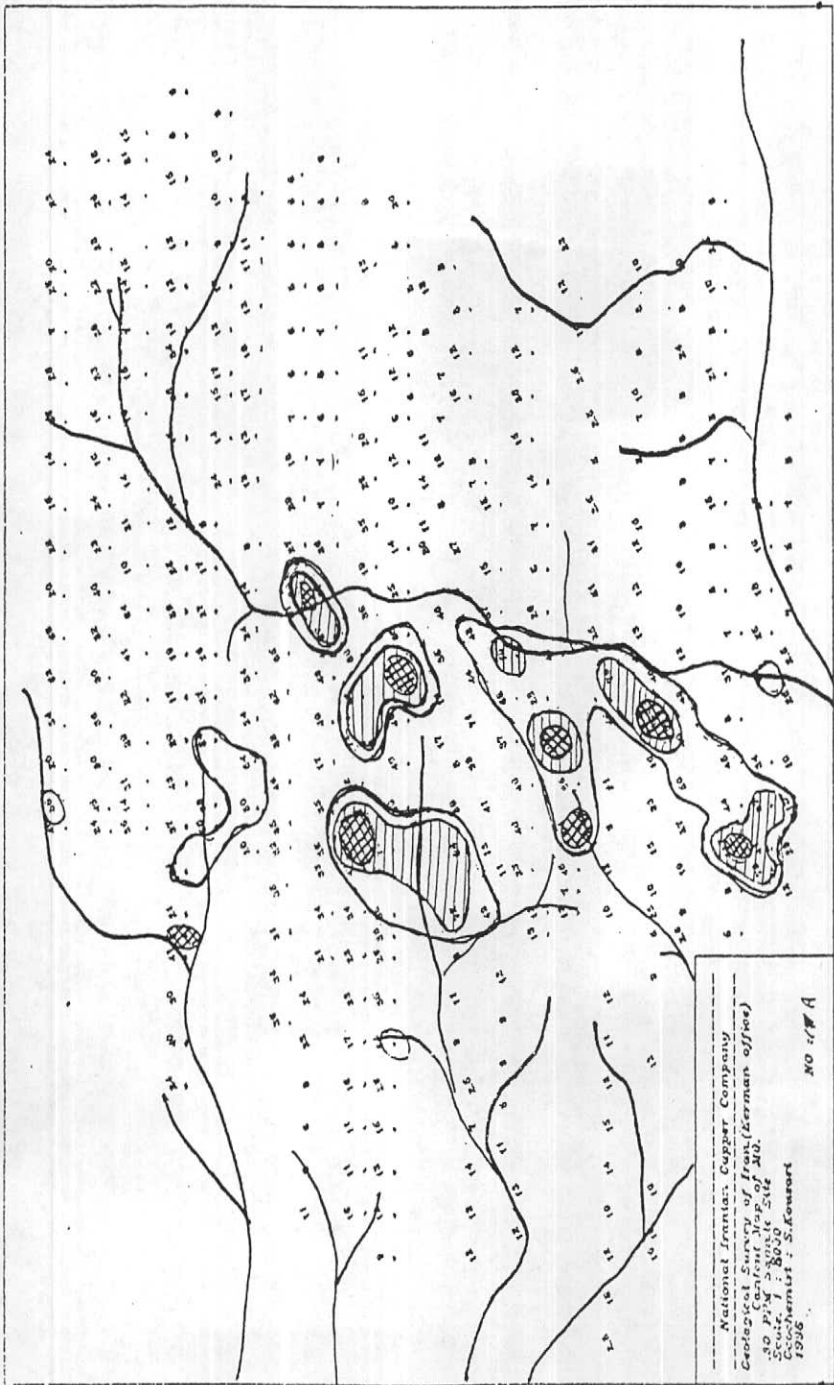


National Iranian Copper Company
 Geological Survey (Central office)
 30. PPM Sample Site of CU (TOTAL)
 Geochemist: S. Kousart
 1996

GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARLU DEPOSIT

14

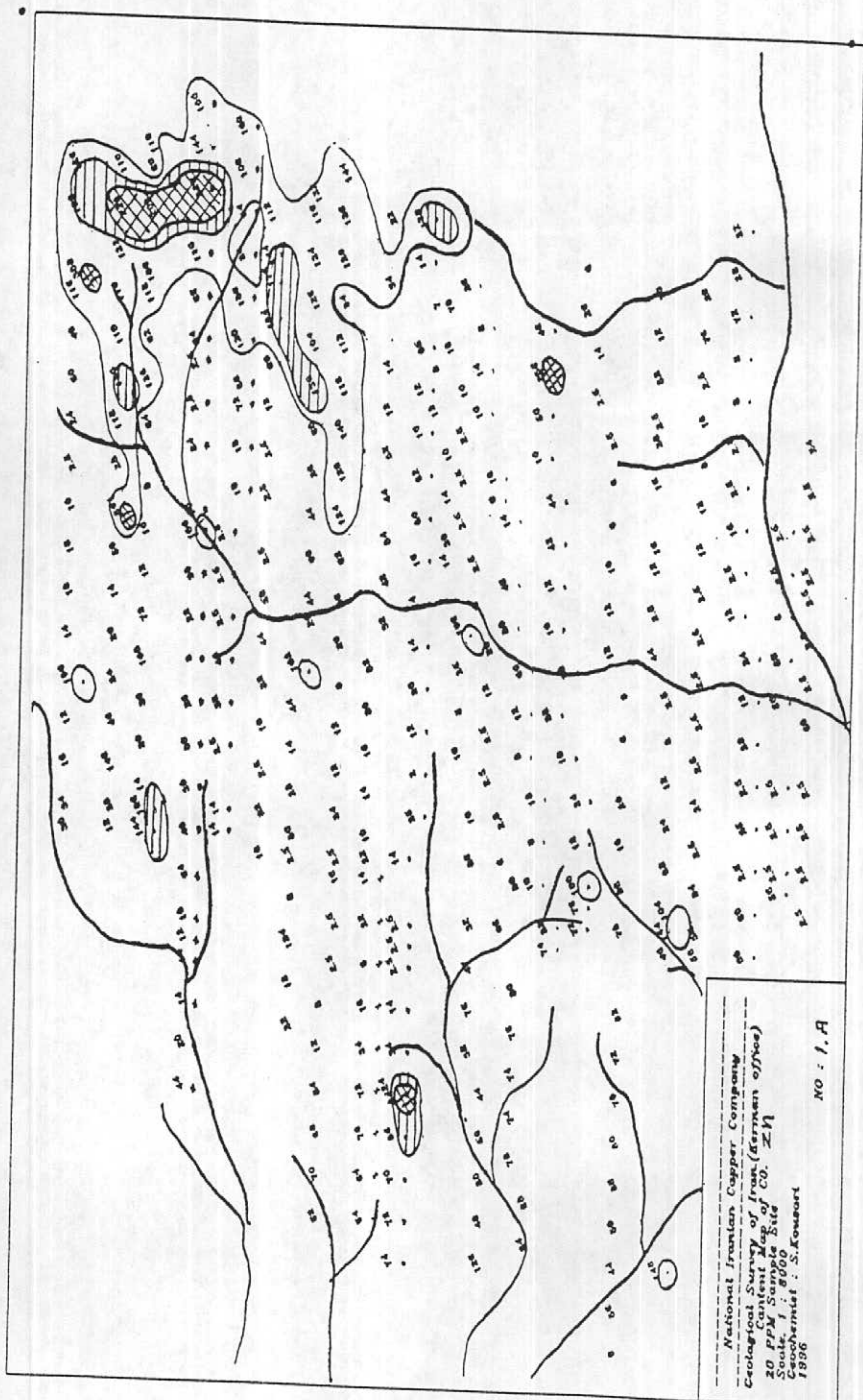
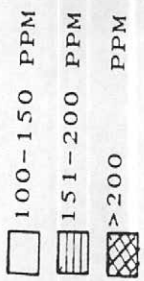
MO Anomalous Map
 50-70 ppm
 71-90 ppm
 > 90 ppm



National Iranian Copper Company
 Geological Survey of Iran (Kerman office)
 80 Percent Map of MO.
 Scale: 1:8000
 Geochemist: S. Kowsari
 1986
 NO 47/A

GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSITE

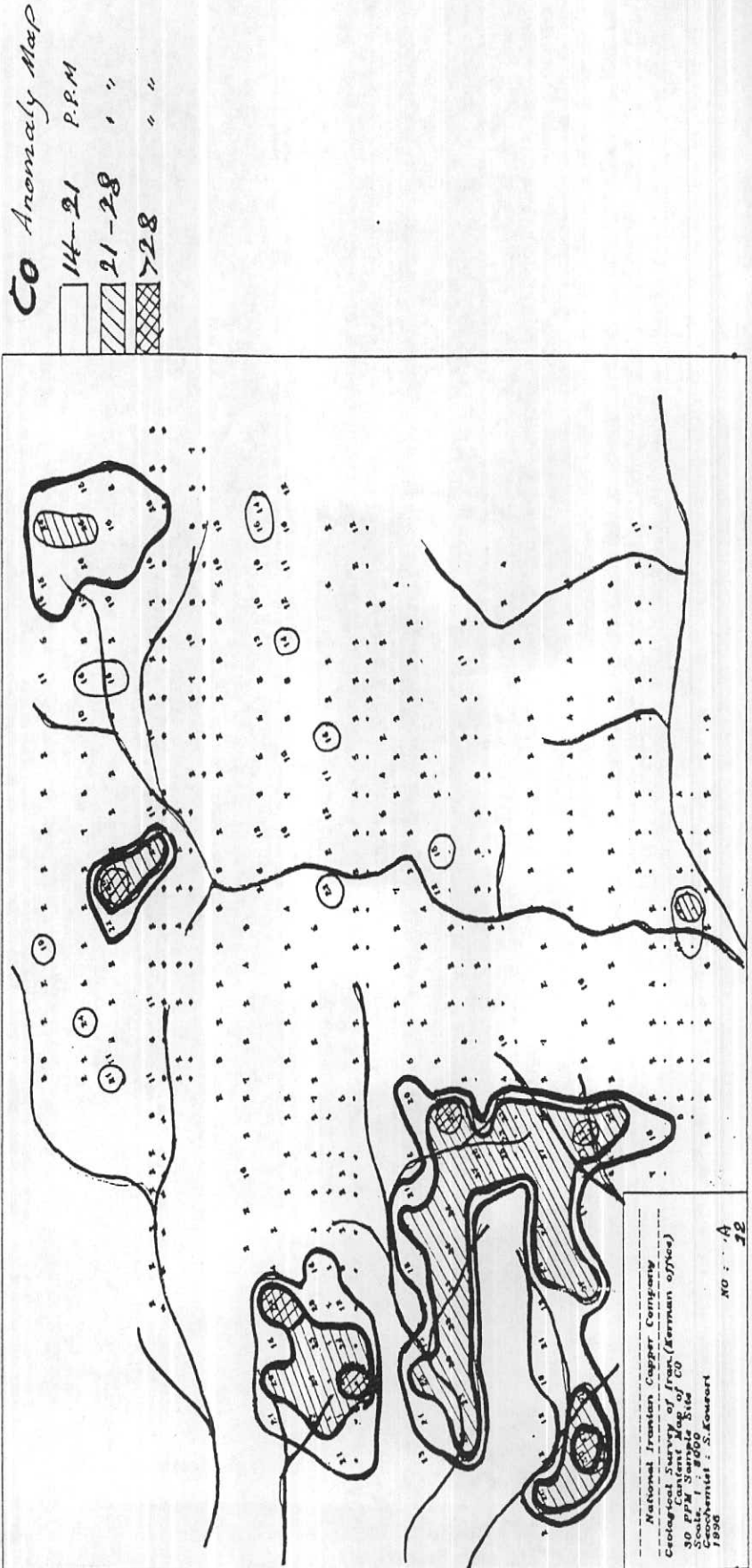
Zn ANOMALOUS MAP.



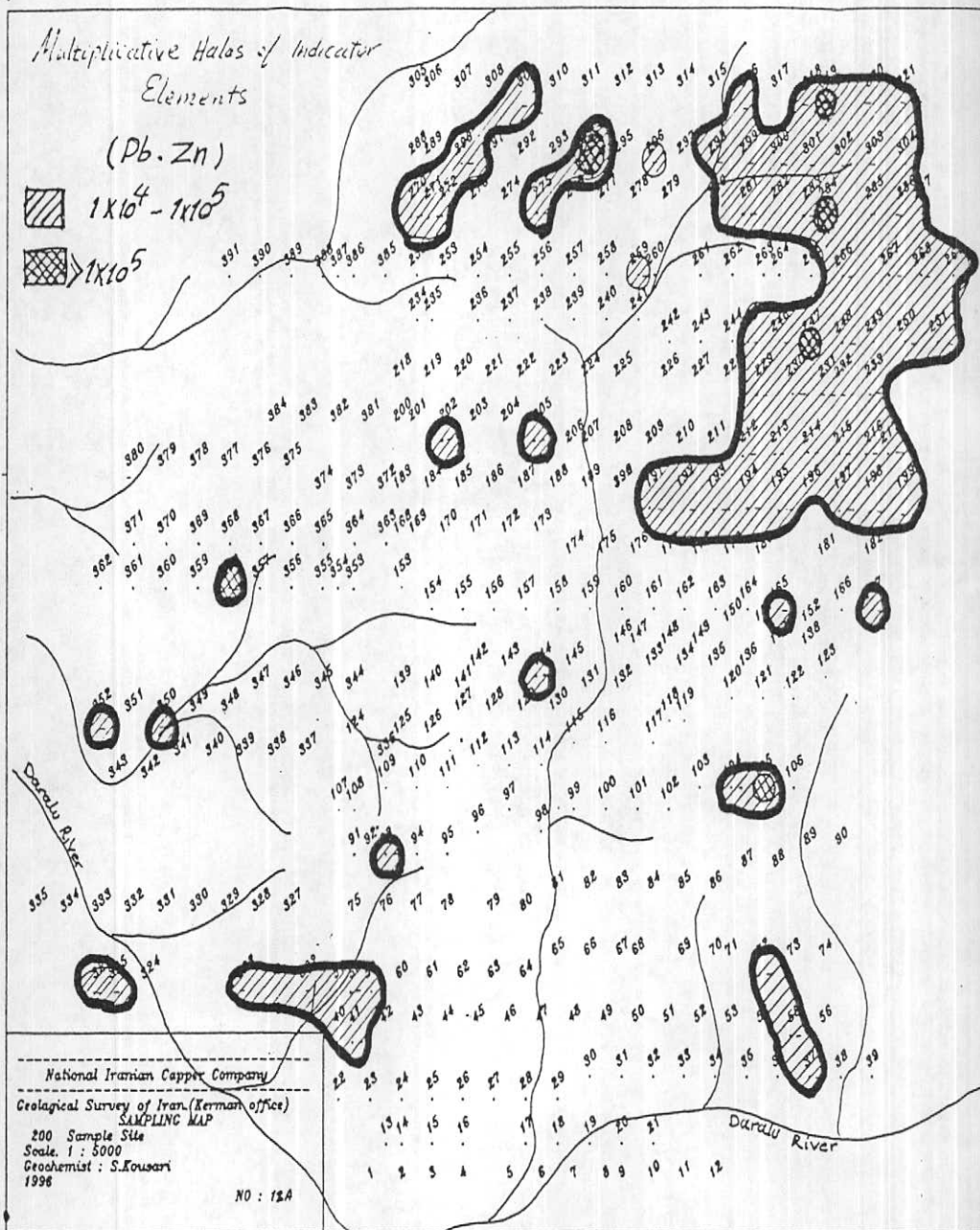
National Irons & Copper Company
 Geological Survey of Iran (German office)
 20 PPM Sample Size
 Scale: 1:8000
 Operator: S. Kowert
 1956

NO. 1. A

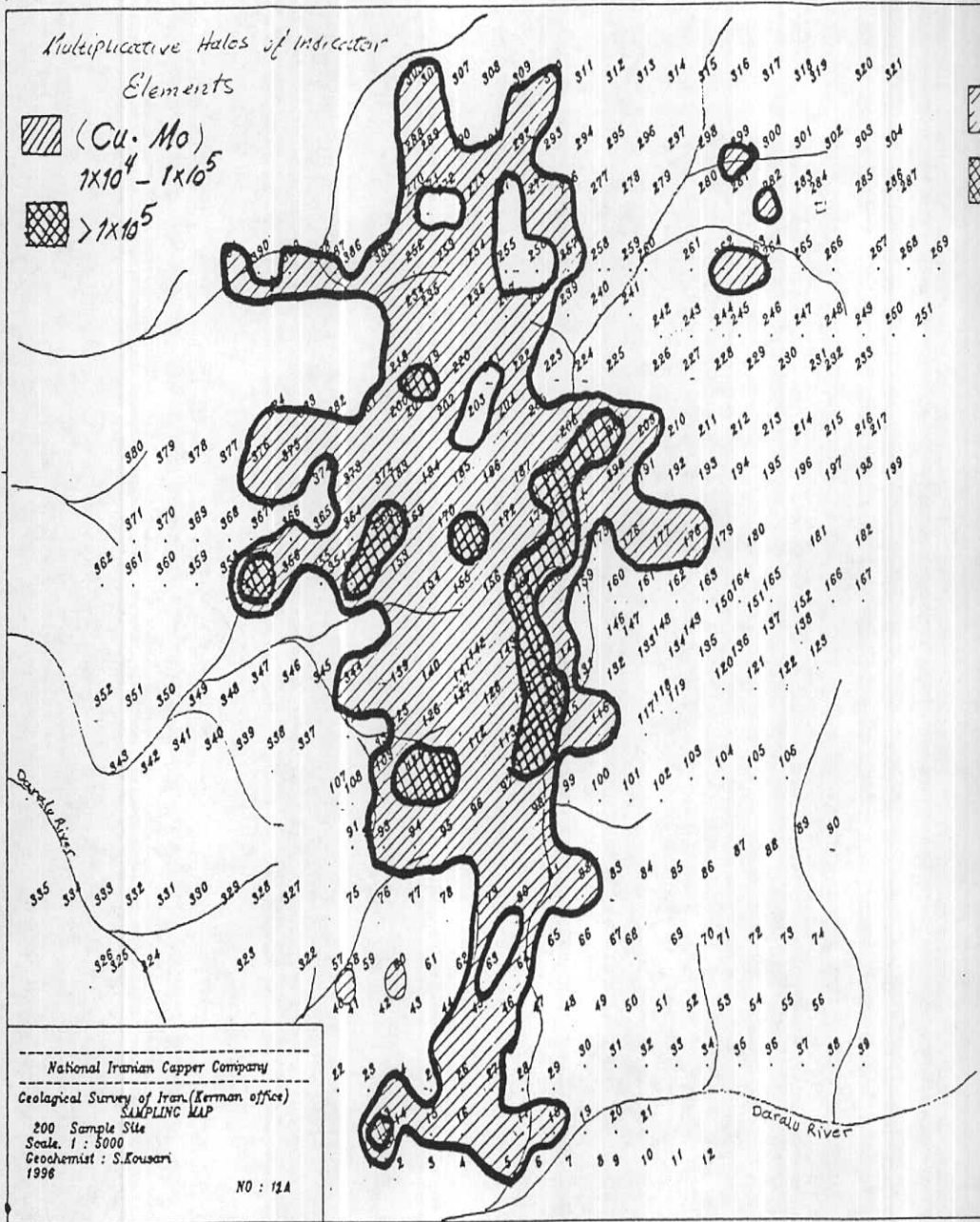
GEOCHEMICAL EXPOLRATION IN DARALU DEPOSIT



GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSIT






GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSIT

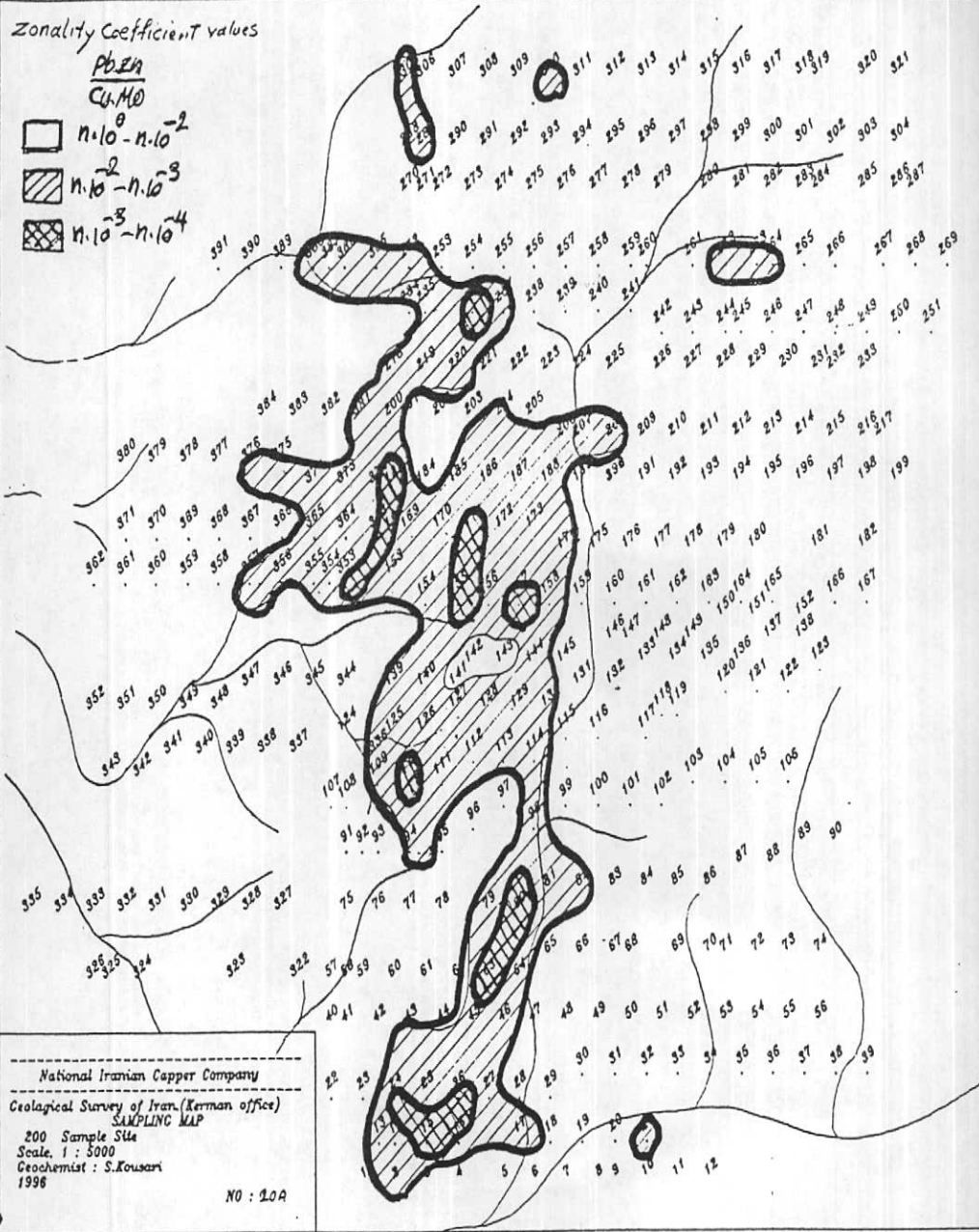


GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSIT

Zonality Coefficient values

$\frac{Pb/Zn}{Cu/Mo}$

-  $n \cdot 10^0 - n \cdot 10^{-2}$
-  $n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-3}$
-  $n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-4}$



National Iranian Copper Company
 Geological Survey of Iran (Kerman office)
 SAMPLING MAP
 200 Sample Site
 Scale, 1 : 5000
 Geochemist : S.Kousari
 1996
 NO : 202

TABLE 9: PARAMETERS OF COEFFICIENT ZONALITY IN DARALU DEPOSITE.

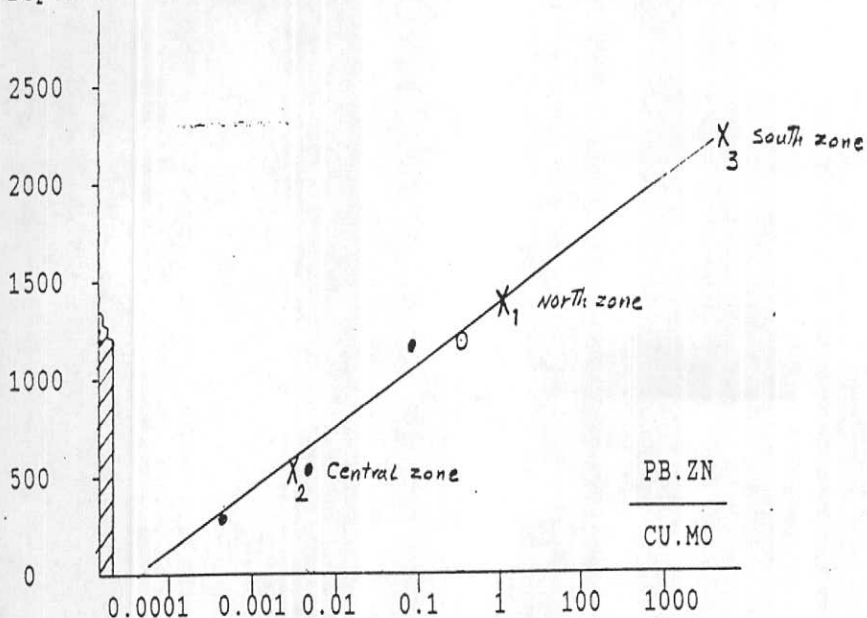
	CU.MO	PB.ZN	$\frac{PB.ZN}{CU.MO}$
NORTH PART	* 35646	25780	1.06
	** 0.5	0.88	
	*** 21387	22711	
CENTRAL PART	44413	428	290
	0.87	0.68	$\frac{290}{38934} = 0.007$
	38639	290	38934
SOUTH PART	684	1440	1400
	0	0.975	
	0	1404	


* AVERAGE CONTENT

** COEFFICIENT OF MINERALIZATION

*** CANVENTIONAL PRADUCTIVITY

D.18 Geochemical Zonality Express by Multielemental Ratio Graphs.
Depth.m



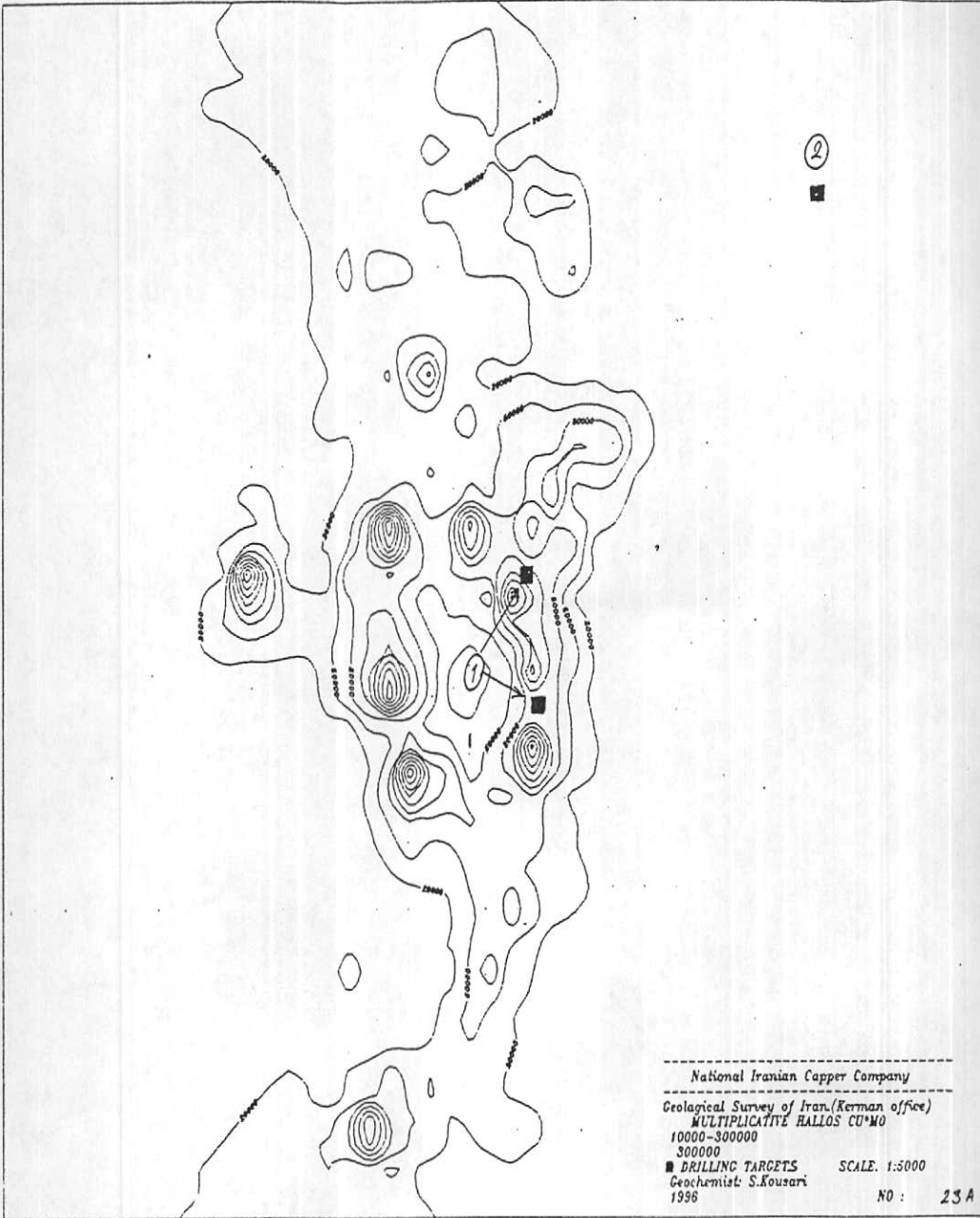
 ORE DEPOSIT. (AKTOGAY DEPOSIT)

• AKTOGAY DEPOSITE.

O SONGUN DEPOSITE.

X_{1,2,3} DARALU DEPOSITE.

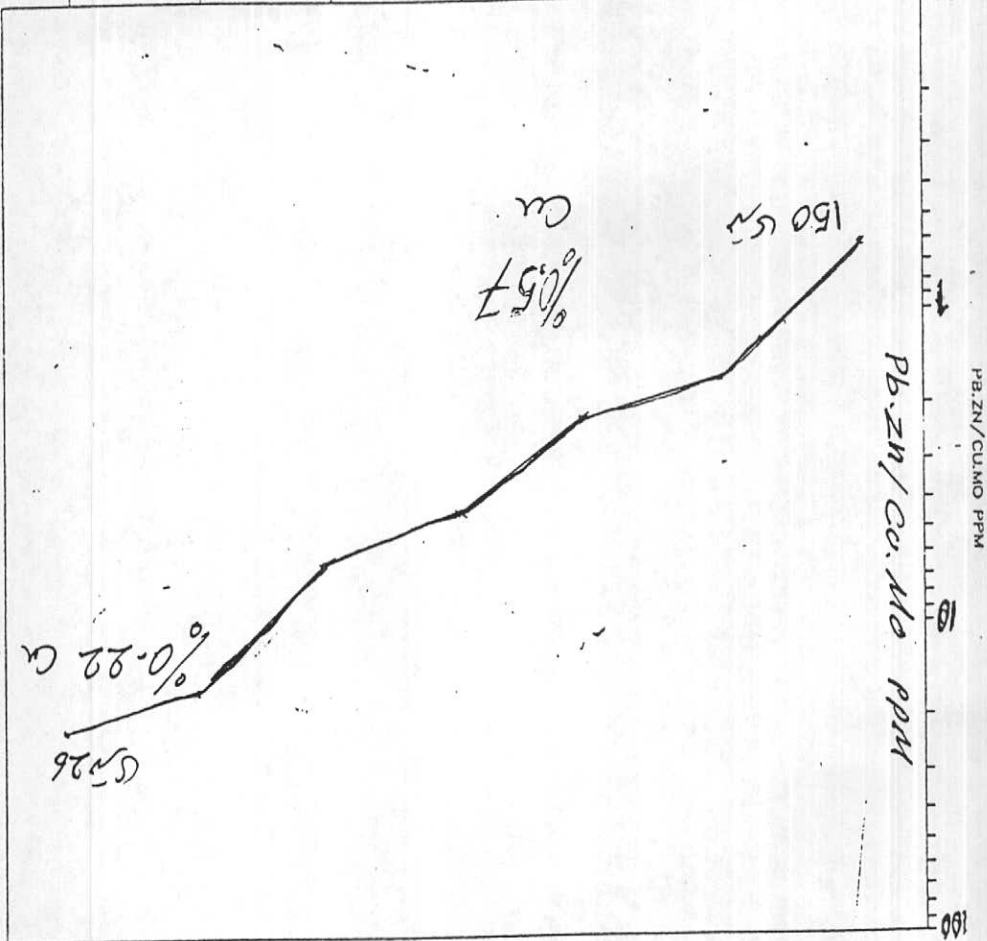
GEOCHEMICAL EXPLORATION IN DARALU DEPOSIT



95

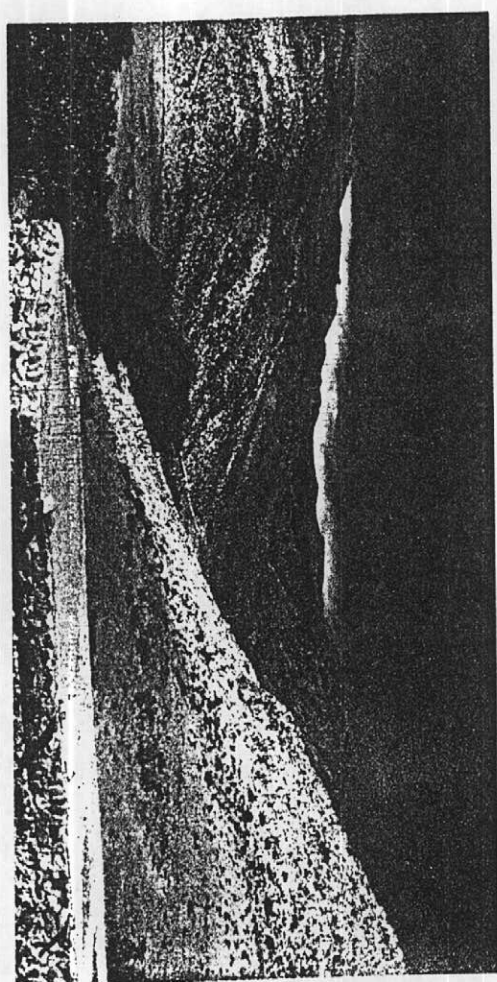
DEPTH M

152 136 114 92 70 48 26



2 ZONALITY GRAPH OF DARALOU BORHOLE NO 1





(۵)

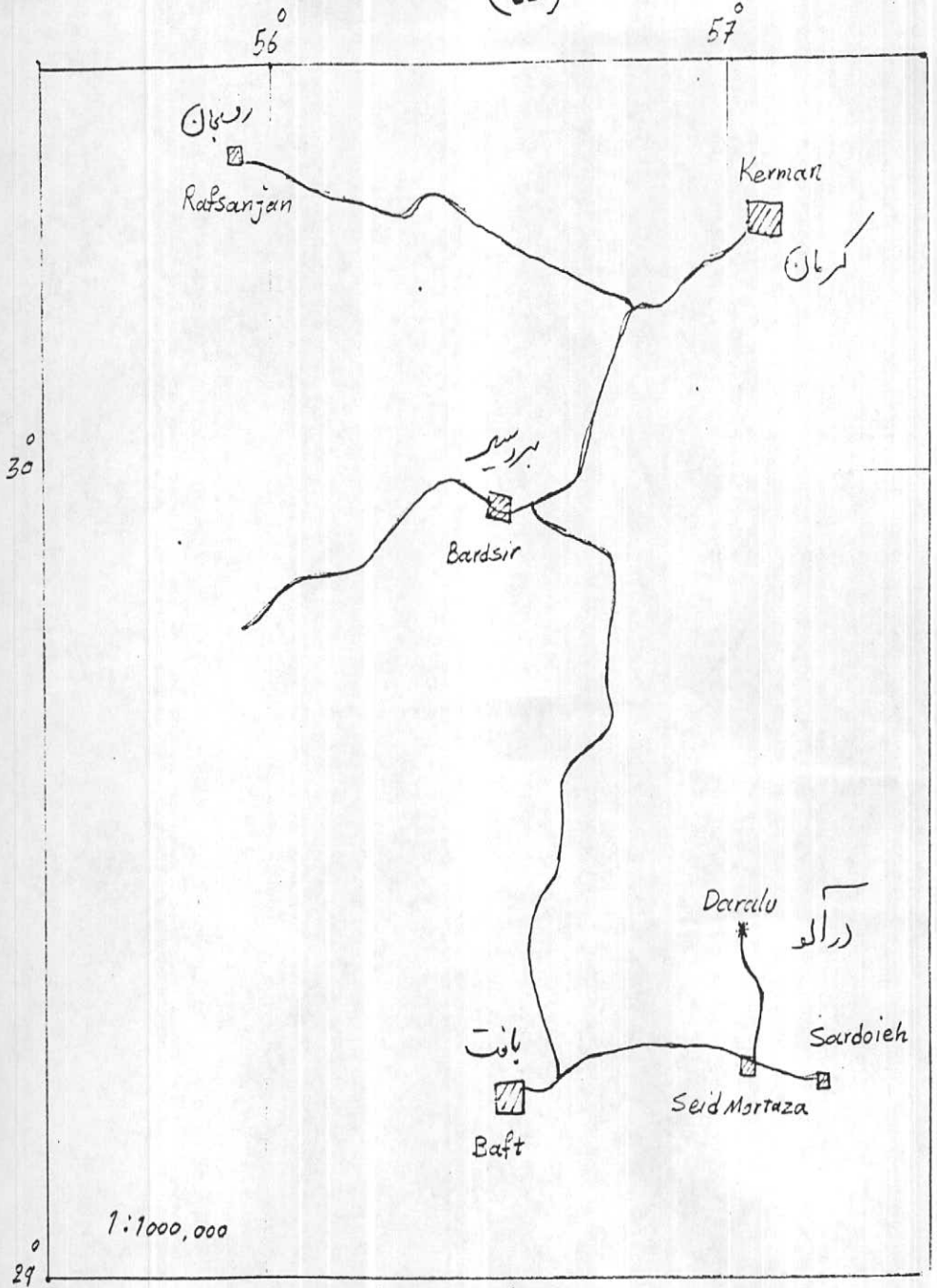


Fig: 1: Geographical Location Map.

وزارت امور خارجه
معاونت امور خارجه
معاونت امور خارجه

الگوسازی در اکتشاف

اندیس سلطان بابا

مقدمه:

یکی از راه‌های اکتشاف و شناخت معدن، مقایسه مشخصات زمین‌شناسی، لیتولوژیکی، و ژنتیکی کانسارها با یکدیگر است. به‌طور مثال حضور آلتراسیون‌های آرژپلیتی، پیروپلیتی و پتاسیک و همچنین حضور سنگهای مونزونیتی، گوارتز دیوریتی، و آندزیت پرفیری در یک توده کانی‌ساز مس مشخصه یک توده مس پرفیری می‌تواند باشد. در بسیاری مواقع با توجه به تشابه لیتولوژیکی، و زمین‌شناسی، بین کانسار مورد اکتشاف (ناشناخته) و کانسارهای شناخته شده، اکتشافگر به خطا به‌طرف مقایسه با الگوهای شناخته شده کشیده می‌شود و در بسیاری مواقع همین مقایسه و پیش‌داوری که از روی تشابهات زمین‌شناسی و ژنتیکی ص صورت گرفته است. نتایج غلط و بی‌حاصل و در نهایت منفی بودن اکتشاف را به همراه خواهد داشت.

اگر چه مقایسه عوامل و مشخصات زمین‌شناسی بین کانسارهای شناخته شده و ناشناخته خود یکی از عوامل مهم و اساسی اکتشاف محسوب می‌گردد ولی باید مقایسه بیشتر بر مبنای روابط شیمیائی عناصر کانسار ساز باشد (روابط ژنتیکی) تا روابط لیتولوژیکی و زمین‌شناسی (مشخصه‌های توصیفی).

امروزه الگوسازی بر مبنای روابط شیمیائی (ژنتیکی) در کانسارهای شناخته شده و مقایسه کانسارهای ناشناخته (مورد اکتشاف) با الگوهای ساخته شده یکی از مهمترین داده‌های اکتشاف محسوب می‌گردد. نتایج حاصل از این گونه مقایسه‌ها و الگوسازی‌ها در بسیاری مواقع منجر به کشف ذخائر قابل توجه و با ضریب اطمینان بیشتری می‌گردند در صورتی که مقایسه‌های توصیفی که صرفاً بر اساس مشخصه‌های سنگ‌شناسی، آلتراسیون و ساختمان‌های زمین‌شناسی متکی هستند، به دلیل پیش‌داوری‌های توصیفی نتایج مطلوبی ببار نمی‌آورند.

اندیس سلطان بابا به‌عنوان یکی از اندیس‌های ناشناخته‌ای است که دارای بیرون‌زدگی کان سنگ‌هایی از کالکوپیریت، مالاکیت، کالکوسیت، گالن، اسفالریت و غیره می‌باشد و تجزیه‌های شیمیایی، عیارهای قابل توجهی از آرسنیک، آنتیموان،

نقره، طلا و بیسموت را برای ماده معدنی این اندیس ارائه می‌نمایند. مطالعات ژئوشیمیائی بر اساس روابط ژنتیکی عناصر در اندیس منکور و مقایسه نتایج حاصل از این مطالعات با الگوهای مشابه، اندیس منکور را به‌عنوان یکی از اندیس‌های پلی‌متال معرفی کرده که سطح بیرون زده اندیس منکور ارتباط نزدیکی با نخاثر پنهان در افق‌های پائین‌تر می‌تواند داشته باشد.

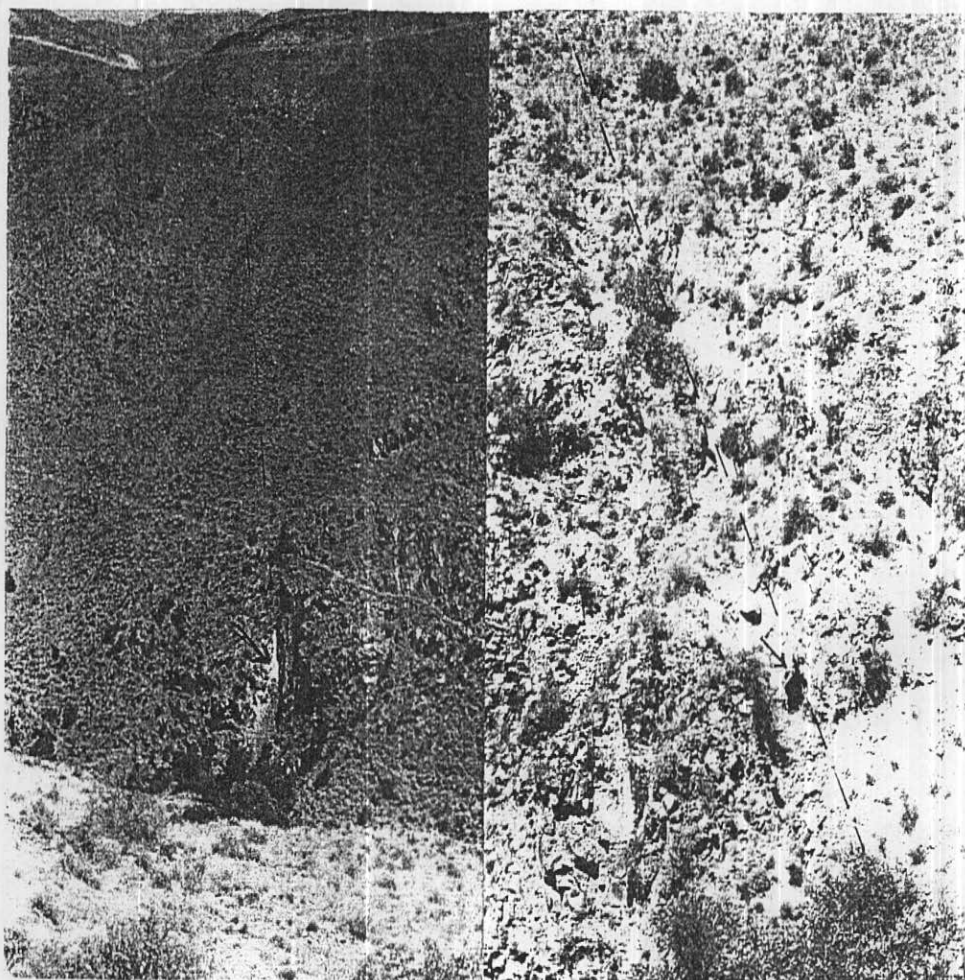
۱- اندیس سلطان بابا

این اندیس برای اولین بار در خلال اکتشافات ژئوشیمیائی ناحیه ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ منجیل کشف و معرفی گردیده است (ف. آزر م ۱۳۶۴). اندیس سلطان بابا واقع در شمال دهکده سلطان بابا و در ۲۰ کیلومتری جنوب گیلوان از توابع منجیل می‌باشد (شکل شماره ۱).

توده گرانودیوریتی خرم دره در مجاورت تشکیلات ولکانیکی ائوسن (تشکیلات کرج) با ارتباط گسله قرار دارد. کانی‌سازی در امتداد این گسل با روند شرقی غربی بوجود آمده است. طول این گسل در محدوده اندیس حدود ۱۰۰ متر می‌باشد ولی ادامه آن تا دهکده‌های چودرچای و نهران بطول بیش از چندین کیلومتر قابل مشاهده است. سنگهای دو طرف گسل در محدوده اندیس عبارتند از گدازه‌های آندزیتی همراه با لایه‌هایی از توف که شدیداً آلتیره از نوع گائولیتیزاسیون، لیمونیتیزاسیون و سیلسیفیکاسیون گردیده‌اند. در کناره جنوبی خط گسل توده گرانودیوریتی خرم دره قرار دارد که محل کنتاکت با سنگهای ولکانیکی شدیداً سیلستی و آلتیره شده است (شکل شماره ۲).

در بخش میانی گسل جائی که دره شمال جنوبی گسل را قطع می‌کند چندین گودال اکتشافی به طول ۲×۱ متر حفر گردیده که آثار کانی‌سازی مس، سرب، روی در نمونه‌های دستی ملاحظه می‌گردد. کانی‌های قابل ملاحظه در نمونه‌های دستی شامل مالاگیت، آنوریت، کالکوپیریت، گالن، پیریت و اسفالریت هستند.

مطالعات کانی‌شناسی و مقاطع صیقلی حضور کانی‌های پیریت، بورنیت، مالاگیت، کوولیت، اسفالریت، کالکوپیریت، تترائیدریت و گالن را تأیید می‌نماید (ف. آزر م ۱۳۶۴). تجزیه‌های اسپکترومتری انجام شده بر روی نمونه‌های برداشت شده



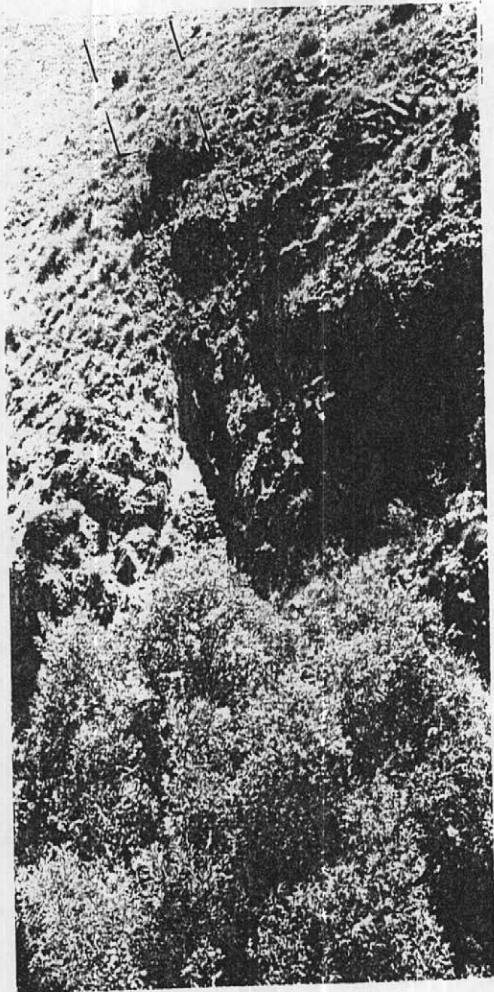
عکس شماره ۱: گسل شرقی غربی سلطان بابا که اندیسهای چودر جای، سلطان بابا و نهران را به یکدیگر وصل میکند. گودال اکتشافی با علامت پیکان نشان داده شده است.

عکس شماره ۲: ادامه بخش شرقی گسل سلطان بابا. به زون التراسیون توجه شود (علامت پیکان).

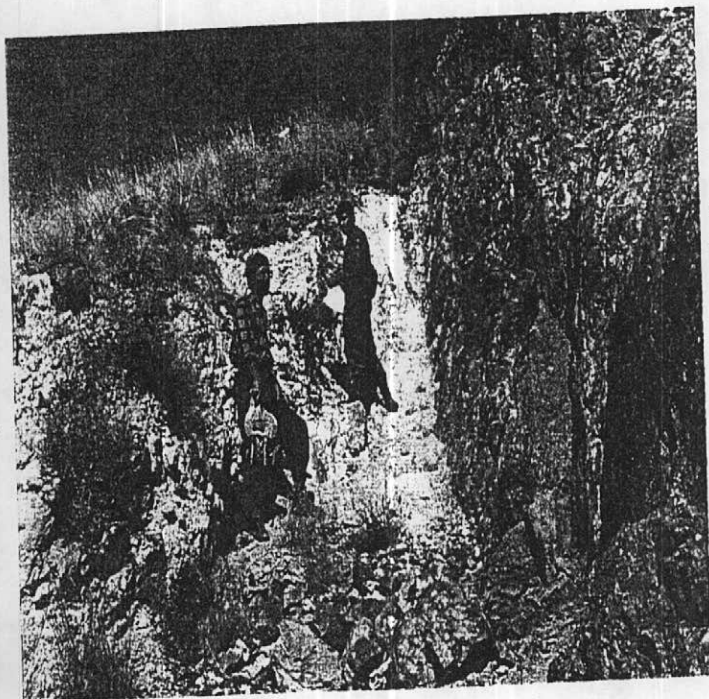
عکس شماره ۳: گودال اکتشافی که در امتداد دیواره گسل کنده شده است.



عکس شماره ۵ : زون آتراسیون در امتد خط
گسل - دو گسل به سوازاات هم در واقع زون
اتراسیون را بوجود آورده اند.



عکس شماره ۴ : کائولینیزاسیون و
سیلیسیفیکاسیون در امتداد خط گسل
(ادامه شرقی گسل سلطان بابا).



مقادیر قابل توجهی از آرسنیک (۳۰۰۰۰) و آنتیموان (۶۰۰۰) گرم در تن و نقره حداکثر تا ۳۰۰ گرم در تن و طلا تا ۴۰۰ PPM را نشان می‌دهند.

۲- روش کار

محدوده گسل سلطان بابا به طول ۱۰۰ متر حد واسط زون‌های بیرون زده کانی‌سازی شده تحت پوشش نمونه برداری از سنگ در امتداد پروفیل‌های عمود بر خط گسل قرار گرفته است. فواصل پروفیل‌ها از یکدیگر ۱۰ متر و فواصل نمونه‌ها بر روی پروفیل‌های مذکور بین ۱ تا ۳۰ متر در نوسان بوده است (شکل شماره ۳).

کل نمونه‌های برداشت شده ۹۰ نمونه بوده که به طریق اسپکترومتری نیمه کمی برای حداقل ۳۵ عنصر تجزیه شده‌اند، از این تعداد عناصر حدود ۲۰ عنصر دارای دامنه نوسان بالا بوده که محاسبات آماری برای این عناصر بعمل آمده است این عناصر عبارتند از

Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr, V, Mo, Ag, Sc, Sn, Li, Nb, Y, Ga, B, Zr, Mn, Ti, P.

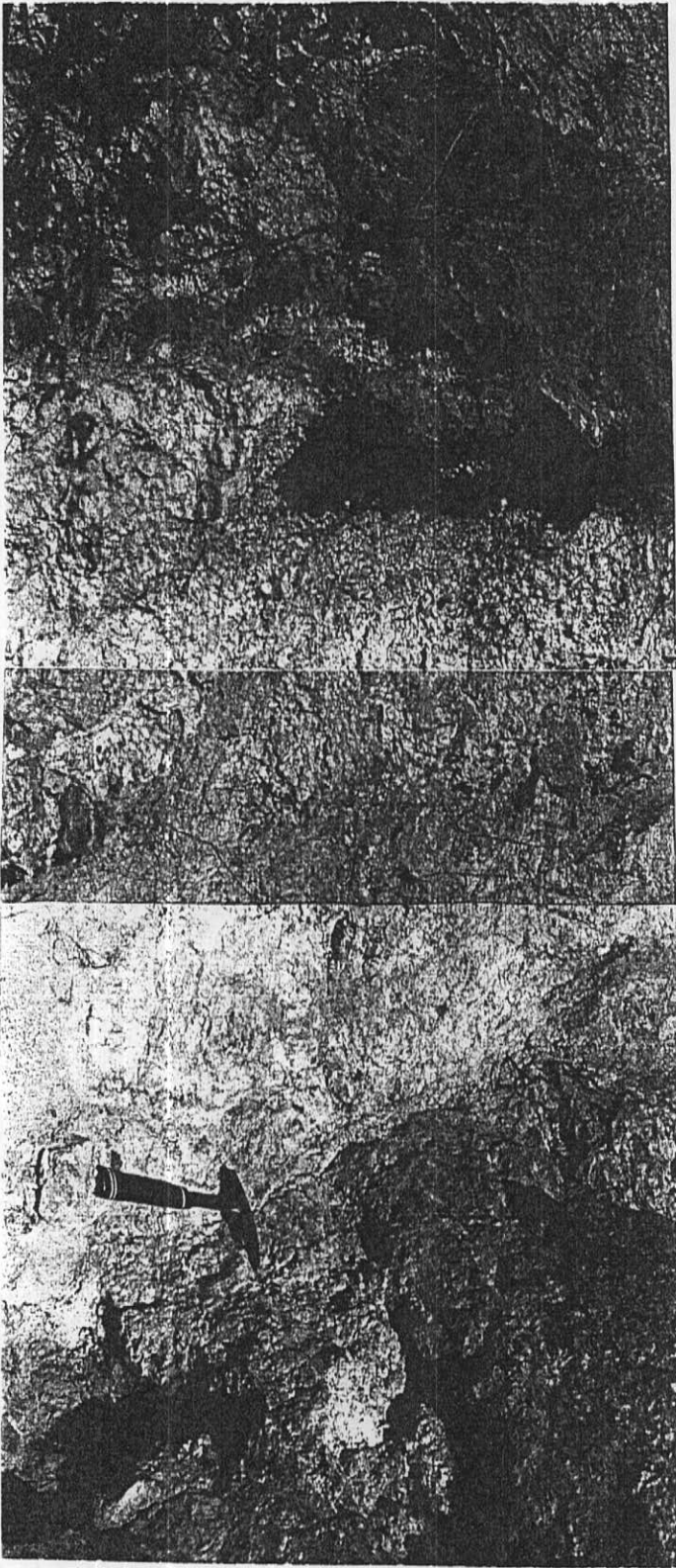
جدول شماره ۱ نتایج حاصل از محاسبات آماری را برای عناصر فوق‌الذکر نشان می‌دهد. تعدادی از نمونه‌ها دارای عیارهای بالایی از آرسنیک، آنتیموان، بیسموت بوده‌اند که به دلیل محدود بودن نمونه‌ها محاسبات آماری برای این عناصر انجام نشده است. (صورت تجزیه عناصر در جدول شماره ۲ آمده است).

پس از انجام محاسبات آماری نقشه‌های انتشاری زون‌های پر عیار برای اکثر عناصر تهیه گردیده است. (نقشه‌های شماره ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ به ترتیب انتشار مس، سرب، روی، مولیبدن و نقره را نشان می‌دهند).

روند تغییرات عناصر در امتداد پروفیل‌های واقع در محدوده زون‌های کانی‌ساز تهیه شده است (نمودارهای شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ...). علاوه بر این، محاسبات همبستگی (جدول شماره ۳) جهت تعیین روابط ژنتیکی و همچنین محاسبات زونالیتی به منظور تعیین سطح فرسایش و رابطه زون‌های کانی‌ساز با ناختر پنهان (بخش‌های کانی‌ساز در عمق) نیز انجام شده است (جدول شماره ۴).

تعبیر و تفسیر و نتایج

نتایج حاصل از محاسبات همبستگی (جدول شماره ۳) نشان دهنده حضور



عکس شماره ۷: زون البراسیون در نیمه شرقی گسل. عرض البراسیون حدود ۲ متر است دیواره
شرقی دارای کانن سازی مالاکیته، پیریت، هماغیت و در پیش سرگزی زون کانولینیزاسیون و
ایمونیزاسیون قطبید دیده می‌شود و در دیواره غربی لایه ایمونیتی و هماغیتی بصورت برجسته قرار
دارد

همبستگی شدید بین مس و عناصر نقره، کبالت و نیکل است، در صورتی که مس با عناصر سرب و روی دارای همبستگی فوق‌العاده ضعیفی است. سرب و روی با یکدیگر و با نقره نیز دارای ضریب همبستگی بالایی می‌باشند.

محاسبات همبستگی خوشه‌ای (Cluster analysis) (نمودار شماره ۱) نشان دهنده حضور همبستگی شدید بین دو گروه از عناصر است. گروه اول شامل مس، آرسنیک، کبالت، آنتیموان، نقره، نیکل و بیسموت است. در این گروه شدیدترین همبستگی بین مس و آرسنیک و سپس عناصر دیگر است که در تمامیت حضور چنین همبستگی می‌تواند در رابطه با کانی‌سازی تیپ پلی متال باشد. عناصر سرب و روی هستند این دو عنصر دارای ضریب همبستگی خطی $r=0.99$ می‌باشند. با توجه به جدایش این دو عنصر از دیگر عناصر و همچنین جدایش زون‌های تمرکز یافته از دیگر عناصر در امتداد خط گسل احتمال حضور در فاز کانی‌سازی مستقل از یکدیگر را قوت می‌بخشد.

بر اساس نقشه انتشاری عناصر در امتداد گسل سلطان بابا سه زون کانی‌سازی بطور مستقل از یکدیگر مشاهده می‌گردد که عبارتند از زون‌های کانی‌سازی پروفیل‌های 600 و، 530-500 و زون کانی‌سازی پروفیل 540. روند تغییرات عناصر در امتداد پروفیل‌های مذکور نشان دهنده رابطه کانی‌سازی عناصر با سنگ‌های دربرگیرنده است (شکل ۳). روند تغییرات عناصر مس، سرب، روی، مولیبدن، نقره، تنگستن و قلع، آرسنیک، آنتیموان و بیسموت و طلا در امتداد پروفیل ۶۶۰ دارای انطباق کاملی با یکدیگر هستند یعنی کاهش و یا افزایش این عناصر از یک روند پیروی می‌نمایند، (نمودار D_1, D_2, D_3, D_4).

روند تغییرات عناصر فوق‌الذکر در امتداد پروفیل‌های 530، 500 با کمی اختلاف تقریباً از همان روند تغییرات پروفیل 660 طبیعت می‌نمایند. به منظور شناخت بهتر روند تغییرات و رابطه کانی‌سازی و تمرکز عناصر در نمونه‌های کانی‌ساز، نمودارهای شماره D_{10} الی D_{16} تهیه گردیده‌اند. در این نمودار بر روی محور X نمونه‌های کانی‌ساز مربوط به پروفیل‌های مختلف و محور Y تغییرات عناصر نشان داده شده است. از مقایسه نمودارهای مذکور چنین نتیجه گرفته می‌شود که به استثناء عنصر مس که روی نمونه A_2 540 و 540 کاهش نشان می‌دهد بقیه عناصر و در تمامی نمونه‌ها

دارای روندی یکسان هستند. کاهش مس در امتداد پروفیل 540 نشانه‌ای از جدایش محدوده کانی‌سازی مس با سرب و روی است و پروفیل‌های 660, 500 و 530 غنی‌ترین زون برای عنصر مس می‌باشند. با توجه به روند تغییرات عناصر در نمونه‌های کانی‌ساز می‌توان به این نتیجه رسید که عیار عناصر پاراژنز کانی‌سازی پلی‌متال با کمی تغییرات روندی افزایش یافته دارند و این افزایش بیشتر در رابطه با عناصر آرسنیک، آنتیموان، طلا، نقره، سرب و روی می‌باشد و چنانچه تفاوت‌هایی در میزان عیار این عناصر در نمونه‌های مذکور ملاحظه می‌گردد بیشتر به دلیل اختلاف سطح توپوگرافی یا سطح بیرون زده کانی‌سازی با بخش اصلی کانی‌سازی پنهان است و نه بدلیل عدم حضور کانی‌سازی عناصر در محدوده‌های کانی‌سازی.

چنانچه ضرائب زونالیتی (جدول شماره ۴) بدست آمده در محدوده پروفیل‌های 530, 540, 500, 660 را با نمودار بدست آمده از کانسارهای پلی‌متال که به عنوان کانسارهای شناخته شده مقایسه نمائیم نتایج رسید بدست می‌آید (Grigorcbm 1995).

بر روی محور X از نمودار مذکور ضرائب زونالیتی از تقسیم حاصل ضرب عناصر Ag.Pb.Zn (عناصر فوق کانساری در کانسارهای پلی‌متال) به حاصل ضرب عناصر Cu.Bi.CO (عناصر تحت کانساری در کانسارهای پلی‌متال) بدست آمده است. ضریب زونالیتی مربوط به پروفیل‌های 530, 540 رقم 19178 را نشان می‌دهد چنانچه این مقدار را در محور X به صورت لگاریتمی نشان دهیم در محدوده بین 10000 / 100000 واقع می‌شود که بر روی نمودارهای حاصل از کانسارهای شناخته شده در محدوده کانسار واقع می‌گردد به عبارت دیگر، محل بیرون‌زده کانی‌سازی در محدوده محور 530, 540 اندیس سلطان بابا منطبق است بر ابتدای زون کانی‌سازی از کانسار سادون و آنتی‌توپکا لذا هر چه به عمق نزدیکتر شویم معمولاً می‌بایستی عیار عناصر افزایش یابد. در صوتی که پروفیل 660, 550 به ترتیب دارای ضرائب 2, 4.8 می‌باشد که با مقایسه به نمودار شماره D17 منطبق بر ریشه کانسارهای شناخته می‌گردد که مفهوم آن کاهش عیار عناصر در عمق می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از ضرائب همبستگی و روند کاهش یا افزایش عناصر پاراژنز در محدوده زون‌های کانی‌ساز و بیرون زده در امتداد گسل سلطان بابا و

بالاخره مقایسه ضرائب زونالیتی با کانسارهای شناخته شده (کانسارهای استاندارد و یا الگو) می‌توان در واقع از مقایسه داده‌های اندیس یا کانسارهای ناشناخته سلطان بابا با الگوهای شناخته شده نسبت به اطمینان از حضور نخائر اقتصادی در افق‌های پائین‌تر مطمئن گردید. لذا چنانچه ادامه اکتشاف در محدوده پروفیل‌های 530, 540 صورت پذیرد، احتمال دستیابی به نخائر اقتصادی چندان دور از واقعیت نخواهد بود.

پروفیل	Pb	Zn	Ag	Cu	Bi	CO	Pb.Zn.Ag/ Cu.Bi.CO
660	1093 *	1267	140	120333	57	59	$\frac{858545844}{178836498} = 4.8$
	0.666 **	1	0.666	1	0.666	0.666	
	728 ***	1267	43	120333	38	34	
500	5000	20000	300	300000	50	100	$\frac{3 \times 10^{10}}{1.5 \times 10^8} = 2$
	1	1	1	1	1	1	
	5000	20000	300	300000	50	100	
530	106867	68667	217	52707	101	46	$\frac{1592397275000}{80759168} = 19718$
540	1	1	1	1	0.333	1	
	106867	68667	217	52707	34	46	

جدول شماره ۴: ضرائب زونالیتی در زونهای کانن ساز اندیس سلطان بابا

* میانگین عیار عنصر

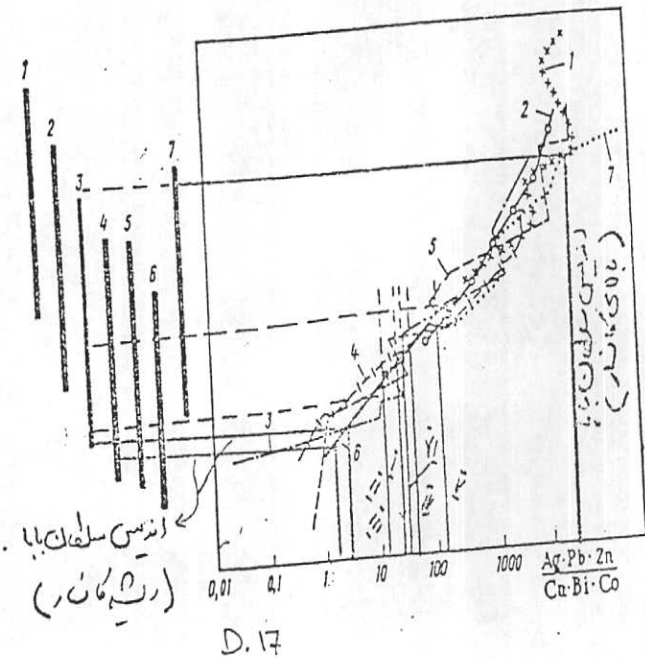
** ضریب کانن سازی

*** ضریب تولید Productivity Coefficient

نمودار D17:

در نمودار فوق مقادیر حاصل از ضرائب زونالیتی برای هر یک از کانسارهای هفتگانه ارائه شده است. خطوط نمودارهای متعلق به هر یک از کانسارها با شماره نیز معلوم گردیده است. همانگونه که ملاحظه می‌گردد، ضرائب زونالیتی در بخش فوقانی از ارقام بالاتر از 10000 شروع و ریشه کانسار به ارقام کمتر از 0.1 ختم می‌گردد.

با توجه به ضرائب بدست آمده در سه زون کانی‌ساز اندیس سلطان بابا در محدوده پروفیل‌های 530, 540 ضریب زونالیتی رقم $\frac{Cu \cdot Bi \cdot CO}{Ag \cdot Pb \cdot Zn} = 19718$ نشان می‌دهد که کم و بیش منطبق است بر بخش فوقانی کانسار شماره 7 (یعنی ابتدای کانی‌سازی) و ضرائب زونالیتی پروفیل‌های 660, 500 به ترتیب 2 و 4.8 می‌باشند که منطبق بر ریشه کانسارهای شماره 4, 3 کانسارهای Kirusai, Kanimansar هستند. توضیح این که کانسار شماره 4 مربوط به یک تودهٔ اسیدی با سن کربونیفر و کانسار شماره 3 متعلق به تودهٔ آهکی از نوع اسکارن متعلق به دونین می‌باشند.



تعیین خط مبنای آلودگی محیط زیست با استفاده از نقشه‌های ژئوشیمیایی
(نگرش ویژه‌ای بر خط مبنای آلودگی کشور)

سلیمان کوثری
سازمان زمین‌شناسی کشور

چکیده:

نقشه‌های ژئوشیمیایی که انتشار عناصر اصلی، فرعی، نادر و غیره را در محیط‌های مختلف ژئوشیمیایی نظیر خاک، سنگ، رسوبات رودخانه‌ای، آبهای ساحلی، دریاها و دریاچه‌ها را نشان می‌دهند، علاوه بر کاربردهای زمین‌شناسی و اکتشافی، در کلیه طرح‌ها و برنامه‌های اساسی و زیربنایی کشورها نظیر طرح‌های کشاورزی، منابع طبیعی، آبهای سطح الارضی و تحت الارضی، مهندسی زمین‌شناسی و بالاخره آلودگی محیط زیست مورد استفاده مستقیم نیز قرار می‌گیرند.

با استفاده از اطلاعات موجود در نقشه‌های ژئوشیمیایی می‌توان عوامل بوجود آورنده آلودگی و محدوده‌های آلوده را مشخص و راهکارهای پاکسازی و جلوگیری از گسترش محیط‌های آلوده را نیز شناخت. رابطه مستقیمی بین عوامل آلودگی و گسترش بیماری‌های واگیر وجود دارد که شناخت این عوامل مطالعات ژئوشیمیایی نقش سازنده‌ای را ایفاء می‌نمایند. حد زمینه (Back ground) بسیاری عناصر در طبیعت از نقطه نظر اکتشاف و ارزش اقتصادی فاقد اهمیت بوده ولی از نظر آلودگی محیط زیست می‌توانند عوامل بیماری‌های مختلف باشند که با استفاده از نقشه‌های انتشاری عناصر محدوده‌های مشکوک به آلودگی مورد شناسایی واقع می‌شوند.

تعیین خط مبنای آلودگی با استفاده و جمع‌آوری اطلاعات اولیه به ویژه داده‌های تجزیه‌ای عناصر در سطح کشور امکان‌پذیر است. بسیاری از اطلاعات موجود متعلق به چندین دهه قبل می‌باشند که می‌توان با مقایسه داده‌های فعال (بعد از فعالیت‌های معدنی) و داده‌های قبلی، خط مبنای آلودگی در محیط‌های مختلف آبی و خاکی محیط زیست را مشخص نمود. وجود بیش از ۳ میلیون داده‌های ژئوشیمیایی امکان تعیین خط مبنای آلودگی کشور را بطور مقدماتی فراهم ساخته‌است که پس از تعیین پارامتر مذکور محدوده‌های آلوده و عوامل آلاینده در محیط‌های گوناگون زیست محیطی نیز معلوم می‌گردد.



۱- پیشگفتار:

پیشرفت و توسعه در تکنیکهای تهیه نقشه‌های انتشار عناصر در محیط‌های آبی و خاکی نظیر واحدهای سنگی، رسوبات رودخانه‌ای، خاک، آبهای سطح الارضی، سواحل و دریاها سبب بوجود آمدن امکان استفاده از چگونگی انتشار عناصر به منظور مطالعات و تحقیقات در امور کشاورزی، کیفیت منابع آبی قاره‌ای، آبهای ساحلی، منابع پروتئینی نظیر احشام و آبزیان، آلودگیهای ناشی از منابع معدنی و صنایع وابسته به آن و بالاخره آلودگی محیط زیست انسانی و سلامتی جوامع گردیده است.

تحقیقات انجام شده روی چگونگی انتشار عناصر در محیط‌های شهری و روستائی و به ویژه در حومه شهرها که مراکز تجمع صنایع آلاینده هستند، تماماً نشان دهنده کاربرد مثبت و سازنده نقشه‌های انتشار عناصر در شناخت و کنترل آلودگی ناشی از منابع طبیعی (Geogenic) و منابع مصنوعی (An.Thropogenic) می‌باشند.

آلودگی محیط زیست، ناشی از روابط پیچیده شیمیائی در محیط‌های خشکی (Geosphere)، آبی (Hydrosphere)، هوائی (Atmosphere)، زیستی (Biosphere) هستند طبیعی است که حیات وحش و انسانی در رابطه مستقیم محیط‌های فوق‌الذکر بوده و هر تغییر و تحول غیر عادی در هر یک از محیط‌های مذکور، تخریب و تغییرات ناشی را در محیط زیست بوجود خواهد آورد.

واژه زمین‌دارو (Geomedicine) برای اولین بار در ۱۹۸۰ توسط پرفسور Lag جهت توجیه روابط چند عاملی طبیعت و حفاظت محیط زیست بکار برده شد. واژه‌ای که جهت رسیدن به اهداف اصلی آن علوم مختلفی را نظیر زمین‌شناسی، خاک‌شناسی، گیاه‌شناسی، جانورشناسی، میکروبیولوژی، دامداری، دامپزشکی، بیماریهای واگیردار، و بسیاری از علوم دیگر را بیدیدگر پیوند زده است. مطالعه روابط ژئوشیمیایی عناصر و محیط زیست در واقع بخشی از رشته زمین‌دارو است که پایه و اساس این رشته را تشکیل می‌دهد.

پایه و اساس مطالعات آلودگی محیط زیست و زمین‌دارو، ارزیابی و بررسی انتشار عناصر در طبیعت می‌باشد. تهیه اطلس‌های انتشار عناصر (نقشه‌های ژئوشیمیایی) در سطح کشورها و قاره‌ها اهداف جدید در به ثمر رسیدن روابط آلودگی محیط زیست و حفاظت جوامع انسانی است.

در این مقاله ضمن بررسی فلسفه کاری و کاربردی نقشه‌های ژئوشیمیایی در مطالعات

آلودگی‌های طبیعی (Geogenic) امکان استفاده بیش از ۳ میلیون داده ژئوشیمیایی در ایران جهت تهیه خط مبنای آلودگی کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲- کاربرد نقشه‌های ژئوشیمیایی

عمده‌ترین کاربرد نقشه‌های انتشار عناصر، کشف و ردیابی ذخائر معدنی و نقاط پتانسیل‌دار می‌باشد که در مقیاسهای مختلف از مرحله شناسایی تا تفصیلی با استفاده از نمونه‌های رسوبات رودخانه‌ای، (Stream Sediments) خاک (Soil)، سنگ (Rock)، آب (Water)، گیاه (Plant) و غیره انجام می‌شوند.

از اوایل دهه ۱۹۳۰ تا ۱۹۶۰ کاربرد نقشه‌های ژئوشیمیایی عمدتاً برای کشف مواد معدنی بوده است ولی در سال ۱۹۶۴ برای اولین بار کاربرد چند منظوره (Multy purposes). نقشه‌های ژئوشیمیایی توسط پروفیسور John Webb در کشاورزی، آلودگی محیط زیست و حفاظت جوامع انسانی مطرح گردید.

در سال ۱۹۸۹ مقدمات پروژه IGCP ۲۵۹ با استفاده از صورت تجزیه‌های چند عنصری (۳۹ عنصر) که توسط ۳۰ کشور جهان تهیه شده فراهم گردید (Darnley 1990) پروژه مذکور در حال حاضر تبدیل به پروژه ۳۶۰ اطلس آلودگی محیط زیست گردیده است که ایران (سازمان زمین‌شناسی کشور) یکی از اعضای پروژه مذکور می‌باشد. علاوه بر کاربرد اکتشافی نقشه‌های ژئوشیمیایی، عمده‌ترین کاربرد این نقشه‌های به ترح زیر می‌باشند.

۱-۲- کاربرد در کشاورزی

افزایش مقدار Cu, Zn, Cd, Se, Mo در زمین‌های کشاورزی سبب پاره‌ای مشکلات در ترکیب مواد کشاورزی می‌گردد که در نهایت تغییرات کلی در رژیم غذایی حیوانات و انسان را سبب گردیده و بیماری‌های ویژه‌ای را ایجاد می‌نمایند. افزایش مقدار Mo در سنگهای شیلی با منشاء دریایی می‌تواند بیماری‌های ناشی از کمبود املاح و ویتامین‌ها را مانند بیماری‌های پوستی (grazing) را در حیوانات اهلی سبب شود و یا افزایش عنصر مس که سبب بروز بیماری‌های (Swayback) و (enzaotic ataxia) در گوسفند و (Hypouprosis) در گاو (Thomposn 1972) می‌گردد. بطور مثال در انگلستان آزمایشات بعمل آمده نشان داده است که در ۸۱۰۰۰۰ هکتار زمین‌های کشاورزی که سنگ بستر آنها شیل‌های دریایی است در اثر مصرف محصولات بعمل آمده در زمین‌های فوق‌الذکر توسط احشام، پاره‌ای از بیماری‌های فوق‌الذکر که ناشی از افزایش عناصر مولیبیدن و مس بوده است در حیوانات اهلی ظاهر گردیده است (Thompson, and etal 1972).

حدود ۱ تا ۱۸ درصد خاک همراه گیاهان و علوفه هنگام چرا توسط گاو و حدود ۳۰ درصد توسط گوسفند بلعیده می‌شود و در نتیجه مصرف بیش از حد خاک محتوی عناصر

Pb,As,Co, بسیاری از بیماریهای فوق الذکر در حیوانات ظاهر می گردند (and Abrahams 1983). نقشه های ژئوشیمیایی علاوه بر استفاده در اصلاح و کنترل کیفیت خاکهای کشاورزی، در تعیین مناطق مناسب تجمع و نگهداری حیوانات وحشی کمیاب در شرف انقراض، در پارکهای ملی و مناطق حفاظت شده کاربرد دارد. مطالعاتی که در پارک ملی کنیا (Lake Nakuru National Park) صورت گرفته است (Maskall and Thornton 1989) نشان می دهد که مقدار مس و کبالت در سنگهای ولکانیک رسوبی منطقه به ویژه محدوده پناهگاههای کرگدن های حفاظت شده کم بوده و در عوض مقدار عناصر P,Se در خاکهای این مناطق افزایش داشته است و در نهایت کاهش و یا افزایش عناصر مذکور سبب بروز پاره های از نارسایی ها در حیوانات این منطقه به ویژه کرگدن های حفاظت شده گردیده است.

۲-۲- کاربرد نقشه های ژئوشیمیایی در مطالعات محیط زیست

شاید عمده ترین کاربرد نقشه های انتشاری عناصر در شناخت و کنترل انواع مختلف آلودگی های محیط زیست ناشی از عوامل طبیعی (Geogenic) و یا عوامل مصنوعی و صنعتی (Anthropogenic) باشد که در ۲۵ سال اخیر از نقطه نظر ارزش کاربردی جایگاه ویژه ای پیدا کرده است.

شاید Anderson و Canon اولین کسانی باشند که در سال ۱۹۷۱ به اهمیت و کاربرد نقشه های انتشاری عناصر در شناخت عوامل آلودگی توجه نموده اند کارشناسان مذکور تکیه بر مقدار حد زمینه (Background Value) عناصر در محیط های طبیعی غیر آلوده (area Uncontaminated) و افزایش آن در زمین های آلوده (contaminated area) کرده اند.

در واقع تلاش آنها در تعیین مرز آلودگی (Base line of Environmental pollution) ناشی از عوامل طبیعی زمین شناسی در محیط های آلوده بوده است.

مطالعات مختلف بر روی لایه های برفی گرینلند که از ۸۰۰ سال قبل از میلاد تا کنون بر رویهم انباشته شده اند، نشان می دهد که مقدار سرب تمرکز یافته در قطب شمال بیش از ۱۰ برابر مقدار سرب در برفهای قطب جنوب می باشد و این اختلاف افزایشی ناشی از توسعه مراکز طبیعی در کشورهای نیمکره شمالی در قرن حاضر است. (MurDzumi et al, 1969), (Nriagu and pacyna, 1998) آمار نشان می دهد که سالانه مقادیر قابل توجهی از عناصر سمی (toxic elements) منتشر شده در هوا توسط کارخانجات سرتاسر دنیا، در

نهایت توسط آب و هوا به خاک و زمین‌های کشاورزی منتقل و راسب می‌گردند. مقدار عناصر ناشی از انتشار مراکز صنعتی در هوا و برگشت آنها به خاک در جدول شماره ۱، میزان سالانه گازهای ناشی از کارخانجات تولید فولاد در جدول شماره ۲ گازهای ناشی از کارخانجات ذوب عناصر غیر فلزی در جدول شماره ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۱: مقدار سالانه انتشار عناصر و نفوذ آنها در خاک

NO	عنصر	مقدار بر حسب تن در سال
۱	ارسنیک	تن ۸۲
۲	کادمیوم	تن ۲۲
۳	مس	تن ۹۵۴
۴	نیکل	تن ۲۵
۵	سرب	تن ۷۹۶
۶	روی	تن ۱۳۷۲

Nriagu snd pacyna 1988

مقادیر عناصر انتشار یافته در هوا با تغییرات شرایط آب و هوایی و جغرافیایی مناطق صنعتی و غیر صنعتی تفاوت پیدا می‌کنند. در انگلستان سالانه حدود ۵۱ تن سرب ناشی از صنایع غیر آهنی (Non Ferrous) در هوا تزریق می‌گردد. این مقدار تقریباً یک ششم کل میزان سربی است که توسط ما بقی صنایع در دیگر نقاط جهان در هوا منتشر می‌شود. (Hutton snd Symon 1986)

مطالعات آماری نشان می‌دهد که میانگین سرب در بخش فوقانی خاکهای انگلستان و ویلز بین ۱۵ تا ۱۰۶ ppm در نوسان است در حالیکه مقدار سرب در خاکهای کشاورزی آمریکا ۱۱ تا ۳۷ گرم در تن است. با مقایسه این دو میانگین مشاهده می‌گردد که افزایش مقدار سرب در خاکهای انگلستان و ویلز نمی‌تواند در رابطه با تمرکز کارخانجات

جدول شماره ۲: مقدار سالیانه انتشار گازهای مختلفه از کارخانجات ذوب آهن در سال ۱۹۸۷.

شماره	گاز	مقدار بر حسب تن در سال
۱	اکسید کربنیک	تن ۷۰۰۰۰۰۰
۲	مواد جامد	تن ۲۲۰۰۰۰۰

۱۱۰۰۰۰۰	تن	اکسید سولفور	۳
۴۰۰۰۰۰	تن	اکسید نیتروژن	۴
۱۰۷۰۰۰۰۰		جمع کل	

(M.Lemeskez 1990)

جدول شماره ۳: مقدار گازهای منتشره از کارخانجات ذوب عناصر غیر آهنی

مقدار بر حسب تن در سال	گاز	شماره
۸۰۰۰۰۰	So ₂	۱
۶۰۰۰۰۰	Co ₂	۲
۱۴۰۰۰۰۰	جمع کل	

جدول شماره ۴: میزان باطله تولیدی معادن در

سطح جهانی

۱/۸ بلیون تن در سال	باطله برداری در معادن روباز	۱
۱/۸ بلیون تن در سال	کانه آرای و فلوتاسیون	۲
۲۰۰ میلیون تن در سال	باطله حاصل از غنی سازی معادن منگنز، کرومیت، دولومیت، آهک خاک نسوط و مواد غیر فلزی	۳
۲۰۰ میلیون تن در سال	باطله معادن غیر فلزی	۴
۴۰۰ میلیون تن در سال	باطله برداری معادن سنگهای تزئینی	۵

و فعالیت بیش از ۲ قرن تاریخ صنعتی انگلستان باشد، در صورتیکه در خاکهای کشاورزی آمریکا بدلیل وسعت منطقه و عدم تمرکز صنایع دارای میانگین پائین تری از سرب است. (Archer and Hodgson 1978) و (Holmgren et al 1983).

کاهش و افزایش عناصر در رسوبات رودخانه ای (Stream Sediments) رابطه مستقیم با تغییرات عیار عناصر در خاکها و سنگهای حوضه آبرگیر هر منطقه دارند، لذا تعیین تغییرات عیار عناصر در رسوبات رودخانه ای می تواند بعنوان خط مبنای (Base line) آلودگی در هر منطقه باشد که در نهایت اختلاف عیار مناطق آلوده و غیر آلوده عاملی در تشخیص عوامل کنترل کننده آلودگی نیز

می باشد.

تمامی نقشه های ژئوشیمیایی ناحیه ای (Regional geochemical maps) که معمولاً در مقیاس های ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ و غیره تهیه می گردند در واقع می توانند بعنوان نقشه های پایه ای و یا خط مبنای انتشار عناصر در محیط های سطحی، اطلاعات جامع و قابل توجهی را از نقطه نظر تعیین محیط های آلوده و غیره ارائه نمایند. انطباق زون های انتشار عناصر و همچنین زون های آنومالی با نقشه های زمین شناسی رابطه مستقیم اشتقاق عناصر در محیط های ثانویه (خاک، رسوب رودخانه ای، آب) را نشان می دهد.

بسیاری از مناطق انتشار عناصر (زون های آنومالی) در رابطه با منابع طبیعی نظیر سنگهای منطقه و یا در رابطه با عوامل غیر طبیعی (مصنوعی) نظیر تمرکز صنایع آلاینده و غیره است بطور مثال، انتشار و تمرکز عناصری مثل کرم، نیکل و مس در آبهای تالاب انزلی به ویژه در بخش غربی تالاب در رابطه با حضور سنگهای اولترابازیک منطقه ماسوله می باشد، در صورتیکه تمرکز و افزایش سرب و روی در آبراهه منتهی به بندرگاه گازیان (انتهای بازار ماهی فروشان بندر گازیان) در رابطه مستقیم با تخلیه زیاله های تعمیرگاه های خودرو و باطری سازی های موجود در این ناحیه می باشد. (نقشه های شماره ۱، ۲، ۳).

در جدول شماره ۵ مقدار موادی که سالانه توسط آبهای جاری به تالاب انزلی تخلیه می گردند ارائه شده است. منشاء اکثر این مواد از زمینهای کشاورزی، شالیزارها، شهرها و دهکده های واقع در اطراف تالاب می باشند که بصورت محلول ناشی از کودهای شیمیایی مصرف شده در زمینهای کشاورزی و یا پس آبها و فاضلاب های صنعتی و شهری به داخل حوضه آبرگیر تالاب سرازیر می شوند. (س - کوثری ۱۹۹۴).

جدول شماره ۶ مقایسه ای بین میزان آلودگی بین تالاب انزلی و دریاچه های آلوده کشور سوئد را ارائه می نماید. ملاحظه می گردد که شدت آلودگی در تالاب انزلی برای مس ۳/۳، روی ۱/۱۴، کرم ۳/۱۳ و سرب ۰/۲۷ برابر آلودگی در دریاچه سوئد می باشند (س - کوثری ۱۹۹۴).

اطلاعات حاصل از نقشه های انتشاری عناصر در مقیاس های ناحیه ای در موارد زیر کاربری مهم دارند:

۱- تعیین عیار و میانگین عناصر نشان دهنده انتشار طبیعی عناصر در محیط های

گوناگون است یعنی محیط‌هایی که تحت تأثیر عوامل آلاینده طبیعی و مصنوعی قرار نگرفته‌اند.

۲- تعیین محدوده‌های آلوده ناشی از فعالیت‌های معدنی (استخراج) و فعالیت‌های کانه‌آرایی نظیر فلوتاسیون، دستگاشهای سنگ‌شکن، ذوب و غیره.

۳- مناطق آلوده ناشی از تمرکز عناصر نادر که سبب بروز پاره‌ای بیماری‌های حاد و مزمن در انسان و حیوان می‌گردد.

باطله بسیاری از کارخانجات صنعتی و فرآوری‌های معدنی بصورت سدهای باطله و سدهای رسوب‌گیر عامل اصلی در آلودگی محیط به ویژه زمین‌های مجاور کارخانجات و آبهای سطحی و در نهایت آبهای تحت‌الارضی می‌گردند. بطور مثال باطله‌های حاصل از معادن زغال‌سنگ معادن Makeyevka, Donetsk واقع در روسیه محدوده‌ای به وسعت ۹۰۰ هکتار را پوشانیده‌اند. انبارهای باطله معادن در روسیه حدود ۲۳۰ میلیون متر مکعب سنگهای باطله را در خود جای داده‌اند که به این مقدار هر ساله بالغ بر ۱۶ میلیون متر مکعب افزوده می‌شود.

علاوه بر ارقام فوق‌سالانه حدود ۶۰ میلیون تن باطله ناشی از معادن فلزی و غیرفلزی به حجم فوق‌الذکر افزوده می‌شود در همین رابطه، در هر سال ۶۰۰۰ هکتار از زمین‌های کشاورزی جهت انبار باطله به ۴۰۰۰۰ هکتار زمین‌های مزروعی از بین رفته قبلی افزوده می‌شود (M. Lemeshev 1990) در جدول شماره ۴ حجم سالیانه باطله‌های ایجاد شده توسط معادن و مراکز فراوری جهان ارائه شده است.

۳- تعیین خط مبنای آلودگی Base line pollution

نقشه‌های انتشاری عناصر بر مبنای رسوبات رودخانه‌ای (Regional drainage sediment geochemical maps) که با هدف اکتشاف مواد معدنی در مقیاسهای مختلف صورت می‌گیرد بعنوان اطلاعات اولیه خط مبنای آلودگی (line Environmental impact) Base) بکار می‌رود.

در حال حاضر در بسیاری از کشورهای صنعتی و معدنی قوانین محکم و قابل توجهی در رابطه با صنایع آلاینده وجود دارد که هزینه‌های فراوانی را به صنایع و معادن تحمیل می‌نمایند. بطور کلی در بسیاری از کشورهای صنعتی مطالعات اولیه تشخیص و موقعیت اولیه محیط‌های طبیعی قبل از هر گونه فعالیت‌های صنعتی و معدنی صورت می‌گیرد. در مورد فعالیت‌های معدنی این مطالعات از ارزش و اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشند زیرا حد زمینه طبیعی

عناصر در محیط های طبیعی طی میلیون ها سال کمترین تغییرات را دارند در صورتی که در اثر فعالیتهای استخراجی و فراوری، حد زمینه عناصر به ویژه عناصر سمی (Toxic elements) نظیر As, Cd, Pb در محیط های طبیعی افزایش خواهند یافت.

حد میزان انتشار عناصر در رسوبات رودخانه ای نشانه ای از حضور عناصر در محیط های اولیه (سنگ بستر) حوضه های آبرگیر می باشند. لذا مطالعات اولیه آلودگی در مقیاسهای کوچک با استفاده از اطلاعات موجود از انتشار عناصر در رسوبات رودخانه ای (Stream Sediments) اساس اکتشافات ناحیه ای را تشکیل می دهند (مقیاسهای کوچک ۱:۵۰,۰۰۰ و ۱:۱۰۰,۰۰۰ و ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۵۰۰,۰۰۰) نقشه های ژئوشیمیایی انتشار عناصر در مقیاسهای فوق الذکر ضمن ارائه موقعیت عمومی انتشار عناصر، پتانسیل مواد معدنی در سطح یک کشور، کاربردهای زیربنایی در امور اکتشاف، کشاورزی، سدسازی، جاده سازی، زمین شناسی مهندسی، منابع آبهای سطح الارضی و تحت الارضی، جنگلداری، کویرزدایی، و بالاخره مطالعه آلودگی محیط زیست را دارند.

تا قبل از دهه های ۵۰ (نیمه اول قرن حاضر) حفظ محیط زیست جایگاه ویژه ای را بخود اختصاص نمی داد، تا اینکه در نیمه دوم قرن حاضر آلودگی از مرزهای جغرافیائی گذشته و جنبه جهانی پیدا کرد.

عناصر از نقطه نظر تأثیر مستقیم در سلامت انسان به ۶ گروه مختلف زیر تقسیم می گردند:

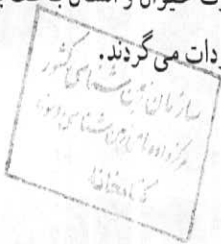
۱- گروه عناصری که انتشار بیش از حد آنها برای محیط زیست خطرناک بوده و بنام عناصر سمی معروف هستند نظیر Cd, Se و غیره.

۲- گروه عناصری که کمبود آن باعث خطرات زیست محیطی می گردند، نظیر Cd, Mo و غیره.

۳- عناصری که کمبود آنها سبب کاهش عناصر دیگر در محیط زیست و در نتیجه تغییر در سیستم بیولوژیکی حیات انسانی می شوند.

۴- گروه عناصری که حضور آنها شرایط مناسب شیمیائی را برای فعال شدن انگل ها در محیط های بیولوژیکی به وجود می آورند.

۵- عناصری که افزایش آنها در گیاهان مورد مصرف حیوان و انسان باعث بوجود آمدن عناصر سمی و فعال شدن آنها در سیستم ارگانیکی موجودات می گردند.



۶- عناصری که افزایش آنها تأثیری در تغییرات ارگانیکی موجودات ندارند.

تمرکز و انتشار عناصر گروههای فوق الذکر در محیط های زیست انسان و حیوان، نقشی اساسی و مهم در بوجود آمدن خطرات و صدمات برای انسان، حیوان و محصولات کشاورزی را دارند، بطور مثال افزایش مقدار Mg باعث افزایش مقاومت محیط بیولوژیکی در مقابل فعالیت بعضی از ویروسهای می گردد (Cheluch et al 1972).

افزایش مقدار pb و کاهش Cu در آب و خاک همراه با مقادیر قابل توجهی از مواد ارگانیکی سبب شیوع و گسترش بیماری Ms می شود. افزایش درصد این بیماری در مناطق وسیعی از دشتهای کانادا، رابطه مستقیمی با کاهش یا افزایش درصد این بیماری در آبهای زیرزمینی و خاکهای حاصل از سنگهای منطقه می باشند (Irvine et al 1988) تجزیه سطحی (Weathering Surface) سبب آزادسازی عناصر و انتقال عناصر توسط آبهای سطحی و عمقی و در نهایت انتقال به زمین های کشاورزی می گردند، لذا چنانچه حد افزایش یا کاهش عناصر بصورت داده های ژئوشیمیایی و زمین شناسی در مناطق مشکوک مشخص گردد می توان بطور مستقیم مطالعات مربوط به بیماریهای مسری (Epidemic) و یا مطالعات سم شناسی (Toxic Logical study) را در بسیاری از مناطق انجام داد.

با انجام پاره ای از محاسبات آماری ژئوشیمیایی بر روی تجزیه های عنصری رسوبات رودخانه ای، خاک، آب و غیره نظیر محاسبات چند فاکتوری (Factor analysis)، محاسبات همبستگی عناصر و غیره در محیط های گوناگون زمین شناسی می توان رابطه شیوع بیماریهای گوناگون و محیط های گوناگون را پیدا کرد.

تعیین خط مبنای آلودگی با استفاده از تعیین مناطق تمرکز و انتشار عناصر قبل و بعد از فعالیتهای معدنی با استفاده از مطالعات ژئوشیمیایی حاصل می گردد.

در تعیین خط مبنای آلودگی عوامل زیر را می باید مورد مطالعه و بررسی قرار داد:

۱- تعیین حد زمینه (Background) عیار عناصر در محیط های طبیعی نظیر آب، خاک، سنگ.

۲- تعیین حد تمرکز و غنی شدگی عناصر (Enrichment grade) در محیط های آلوده مانند زمین های اطراف معادن، سدهای رسوب گیر و رسوبات رودخانه ای محیط های آلوده.

۳- تعیین حد تمرکز و غنی شدگی (Enrichment grade) عناصر در محیط های آلوده بعد از فعالیت های استخراجی نظیر حفاری، تونل زنی و باطله برداری.

۴- تعیین حد زمینه عناصر در محیط های آبی نظیر رودخانه ها، آبهای عمقی (چاهها، قنوت)، دریاچه ها و آبهای ساحلی نیز خط مبنای آلودگی محیط های آبی را معلوم می سازد. نمونه برداری از رسوبات رودخانه ای از منشاء تا مبداء می تواند تغییرات عیار و انتشار عناصر را در طول رودخانه و در نتیجه محدوده هایی که در اثر تخلیه فاضلاب کارخانجات و یا محیط های شهری آلوده شده اند معلوم و عوامل آلوده کننده مشخص می گردد. همین روش در طول سواحل دریاها و دریاچه ها امکان پذیر است.

نمونه برداری از رسوبات موجود در بستر آبراهه ها و کانالهای موجود در سطح شهرها نیز روش مستقیمی است در تشخیص محدوده های آلوده و غیر آلوده در پاره ای از شهرها که دارای آلودگی ناشی از دود اتومبیل ها و کارخانجات می باشند. با نمونه برداری از ریشه درختان، محدوده های آلوده و غیر آلوده را از یکدیگر می توان تشخیص داد. بطور مثال میزان تمرکز عناصر سمی (Toxic elements) در برگ درختان واقع در محدوده کارخانجات و خیابانهای مرکزی شهر که دارای تراکم ترافیکی هستند، به مراتب بیشتر از مناطق کوهستانی و بیلاقی می باشد.

نمونه برداری از گنبدهای نمکی، املاح تبخیری، شورابه ها و دریاچه های شور که معمولاً دارای تمرکز بالائی از عناصر رادیواکتیو هستند، نیز می توانند در تشخیص محدوده های آلوده ناشی از انتشار عناصر سمی در زمینهای کشاورزی و اطراف آن کاربرد داشته باشند.

ورود سالانه صدها تن ترکیبات و عناصر موجود در کودهای شیمیائی به دریاچه ها و محیط های آبی نیز سبب آلودگی آب شرب و زمینهای کشاورزی می گردند، بطور مثال تمرکز عنصر B در رسوبات تالاب انزلی ناشی از کودهای کشاورزی مصرف شده در شالیزارهای اطراف دریاچه می باشد. (س. کوثری و ف. آزرم ۱۳۶۴)

- تعیین خط مبنای آلودگی در ایران.

ایران با وسعتی بالغ بر ۱۶۴۸۰۰۰ کیلومتر مربع دارای محیط های مختلف آبی، خاکی است که تحت تأثیر عوامل آلاینده گوناگون به ویژه آلودگیهای طبیعی (Geogenic) و بعضاً صنعتی (Anthropogenic) قرار گرفته است. بیشتر عوامل آلاینده طبیعی کشور، ناشی از تخریب و فرسایش سطح توپوگرافی و واحدهای سنگی مختلف می باشد.

بسیاری از توده های سنگی اولترابازیک دارای حد زمینه بالائی از عناصر Ti, Cr, Co, Ni و غیره می باشند و همچنین سنگهای رسوبی دوران دوم به ویژه تریاس و ژوراسیک نیز همراه با

تمرکزهای بالائی از عناصر As, Se, Cd, Mo و غیره می‌باشند که این رسوبات می‌توانند ضمن بوجود آوردن بسیاری از بیماریهای بومی و همه‌گیر، به‌عنوان کود شیمیائی و تقویت‌کننده در مناطق دیگر کاربرد داشته باشند.

تخلیه بسیاری از رودخانه‌های پر آب کشور نظیر سفیدرود، گرگانرود، آمل و غیره به دریای خزر، کارون و جراحی به خلیج فارس، سیمینه‌رود و زرنه‌رود به دریاچه ارومیه، ناقل بسیاری از عناصر سمی به حوضه‌های مذکور می‌باشند.

با تعیین حد زمینه عناصر در رسوبات ساحلی و دریاچه‌ها و همچنین رودخانه‌ها و مقایسه آنها با حد زمینه همان عناصر در سنگهای حوضه آبگیر، ضمن تعیین نوع آلودگی و منشاء آن می‌توان محدوده‌های آلوده شده را نیز مشخص کرد.

آلودگی ناشی از فعالیتهای معدنی کشور، از نقطه نظر اهمیت و شدت آلودگی به مراتب بیشتر از آلودگی ناشی از عناصر استحصال یافته از عوامل زمین‌شناسی است. متأسفانه بدلیل نبود قوانین مدون و قوی از نقطه نظر اجرائی، آلودگی‌های معدنی بصورت فاجعه آمیز رو به گسترش است. آلودگی‌های ناشی از فعالیتهای معدنی به چند گروه نیز تقسیم می‌شوند:

- ۱- آلودگی ناشی از تخریب و باطله برداری در معادن روباز.
- ۲- آلودگی ناشی از عملیات حفاری و تونل زنی.
- ۳- آلودگی ناشی از فعالیتهای معدنی نظیر تخلیه آبهای معادن و تخلیه مواد معدنی و باطله‌های داخل تونلها.
- ۴- آلودگی ناشی از فعالیتهای فرآوری‌های معدنی، نظیر سدهای رسوب‌گیر، فلوتاسیون، ذوب فلزات و لیچینگ (Leaching).

همه ساله صدها هکتار از اراضی واقع در محدوده‌های جنگلی جهت اکتشاف و استخراج مواد معدنی تخریب و از بین می‌روند. بیشترین آمار تخریب از استخراج سنگهای ساختمانی در مناطق جنگلی شمال می‌باشند. علاوه بر این در محدوده بسیاری از معادن که همراه با فعالیتهای استحصال عناصر می‌باشند، نظیر معادن سرب و روی، کرم، کبالت، مس و غیره، سدهای رسوبگیر غیر استاندارد ایجاد گردیده است. با عنایت به اینکه حد تمرکز عناصر در سدهای رسوبگیر به دلیل ضعف تکنولوژی معادن، در بسیاری مواقع تا حد عیار درصد افزایش می‌یابند و اکثر این عناصر سمی نظیر As, Mo, Pb, Se و غیره بوده مستقیماً وارد آبهای زیرزمینی گشته و تا کیلومترها دورتر وارد زمین‌های کشاورزی می‌گردند.

جهت تعیین خط مبنای آلودگی (Base line pollution) معدنی کشور، نیاز به جمع‌آوری اطلاعات اولیه به ویژه داده‌های تجزیه‌ای در سطح کشور است.

در حال حاضر بیش از سه میلیون داده ژئوشیمیایی ناشی از تجزیه رسوبات رودخانه‌ای موجود است. اکثر این نمونه‌ها در چهارچوب اکتشافات ژئوشیمیایی در بیش از ۲۰۰ ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ توپوگرافی طی پروژه‌های مختلف اکتشافی در نواحی شرق کشور، ایران مرکزی، محور سمنان - تربت حیدریه، محور شازند-گلپایگان، آذربایجان و محور یزد- سبزواران برداشت گردیده‌اند.

کلیه این نمونه‌ها برای ۵ الی ۲۰ عنصر به روشهای مختلف جذب اتمی، اسپکترومتری و کالری متری مورد تجزیه قرار گرفته‌اند. نتایج حاصل از اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای بر مبنای رسوبات رودخانه‌ای، کشف و تشخیص کمربندهای کانی‌ساز در سطح کشور بوده است. نتایج حاصل از این اکتشافات در شرق ایران حد واسط گناباد- زاهدان، منتهی به کشف و معرفی کمربندهای کرمیت، قلع و تنگستن، منیزیت و غیره گردیده است. در محور سمنان - تربت - حیدریه کمربند عناصر اسیدی به ویژه آرسنیک، آنتمون و طلا و در مناطق ایران مرکزی در محدوده سنگهای رسوبی دوران دوم (ژوراسیک - کرتاسه) کمربند کانسارهای سرب و روی، جیوه و غیره می‌باشد.

فعالیت‌های اکتشافی ژئوشیمیایی در محور آذربایجان - قزوین - سمنان - خراسان کشف و معرفی کمربند مس در ولکانیکهای ائوسن را بدنبال داشته است، آنچه مسلم است، شناخت حد زمینه عناصر گروه بازیک (کرم، کبالت، نیکل، تیتان و انادیوم،...) در مناطق شرق و جنوب شرقی کشور، عناصر مس، مولیبدن در کمربندهای ولکانیک رسوبی ائوسن، عناصر اسیدی شامل، آرسنیک، آنتیموان، تنگستن و طلا در کمربند ولکانیک - آذرین سمنان - تربت حیدریه و توده‌های باتولیتی گرانودیوریت مناطق شازند-گلپایگان می‌باشند.

بسیاری از اطلاعات آماری نظیر میانگین (mean)، انحراف معیار (Standard Deviation) و حدود آنومالیهای عناصر ناشی از اکتشافات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای معلوم و قابل استخراج از گزارشات موجود می‌باشند.

علاوه بر اطلاعات تجزیه‌ای ناشی از اکتشافات ناحیه‌ای، شاید بیش از چند صد هزار صورت تجزیه عنصری حاصل گزارشات و بانکهای اطلاعاتی در ادارات کل، وزارت معادن و فلزات، شرکت فولاد، شرکت مس، سازمان انرژی اتمی و غیره قابل دسترسی هستند. تجزیه‌های

مذکور بیشتر بر روی نمونه‌های سنگ انجام شده است. صورت تجزیه‌های موجود می‌توانند بعنوان خط مبناء یا حد زمینه عناصر در محیط‌های سنگی مختلف مورد استفاده قرار گیرند. چنانچه داده‌های تجزیه‌ای حاصل از تجزیه مغزه‌های حفاری، نمونه‌های برداشت شده از داخل تونلها را به اطلاعات فوق‌الذکر اضافه نمائیم، حجم داده‌های عنصری خام ارقام قابل توجهی را تشکیل خواهند داد.

۵- طرح تدوین خط مبنای آلودگی کشور

جمع‌آوری مجموعه داده‌ها بصورت بانکهای اطلاعاتی کامپیوتری یکی از اولین مراحل مطالعاتی تعیین خط مبنای آلودگی را تشخیص می‌دهند. این اطلاعات بعنوان اطلاعات پایه‌ای (Basic data) مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیرا اکثر داده‌های موجود طی ۵۰ سال اخیر برداشت گردیده‌اند. یعنی زمانیکه فعالیتهای معدنی کشور از یک رکود نسبی برخوردار بوده‌اند.

جمع‌آوری داده‌های مذکور و تعیین حد زمینه یا (Background) انتشار عناصر در واحدهای مختلف سنگی و مقایسه آن با حد زمینه عناصر در سنگهای مشابه که پس از فعالیتهای معدنی برداشت می‌گردند، اختلاف تمرکز و تجمع عناصر در محیط‌های آلوده را نسبت به محیط‌های غیر آلوده نشان می‌دهد. این اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی قابل نگهداری بوده و در بسیاری مناطق و در ادوار مختلف پس از هر فعالیت معدنی و صنعتی قابل استفاده و دسترسی خواهند بود.

بانک اطلاعاتی داده‌های ژئوشیمیایی و تجزیه‌های معدنی بصورت نقشه‌های انتشاری عناصر در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ قابل تهیه و ارائه می‌باشند. (بانک اطلاعاتی داده‌های ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ خوی (س- کوثری و پ- پارسی ۱۳۷۵) اطلاعات خام ارائه شده در نقشه‌های مذکور قابل استفاده در طرحها و برنامه‌های زیربنایی کشور نظیر طرحهای اکتشافی، کشاورزی، دامداری، مرتع‌داری، جنگلداری، سدسازی، راه‌سازی، منابع طبیعی، آبهای تحت‌الارضی، سطح‌الارضی و بالاخره آلودگی محیط زیست می‌باشند.

از داده‌های مذکور می‌توان در تهیه اطلس پراکندگی عناصر در تمامی سطح کشور نیز استفاده نموده و در پروژه‌های مختلف زیست محیطی نظیر پروژه‌های ۳۶۰ و ۲۵۹ IGC سازمان ملل نیز بکار گرفته شوند.

علاوه بر موارد اشاره شده از اطلاعات مذکور می‌توان در کلیه مطالعات و تحقیقات پزشکی، بیماریهای مسری (Epidemology)، انتشار عناصر سمی (Toxicology)، رابطه بیماریهای

ناشی از آلودگی هوا در محدوده شهرها و عوامل آلوده کننده، رابطه بیماریها و خطرات ناشی از آلودگی آبهای سطح الارضی، تحت الارضی، دریاچه‌ها و سواحل و عوامل آلوده کننده طبیعی و مصنوعی و بسیاری اطلاعات پایه‌ای دیگر را مورد بررسی و ارزیابی قرار داد.

کاربرد نقشه‌های انتشار عناصر (Geochemical elements distribution maps) بعنوان یکی از مطالعات و اطلس‌های زیربنایی کشور جایگاه اصلی و ویژه خود را داشته و اجرای آن بعنوان یکی از طرح‌های ملی مطرح می‌باشد.

وجود میلیونها داده ژئوشیمیایی، معدنی و تجزیه عنصری و امکانات فنی، تکنولوژیکی و کارشناسی در سازمان زمین شناسی کشور و سازمانها مشابه سهولت دستیابی به این امر مهم را فراهم ساخته است.

References

1. Irvine, D.G. Schiefere. H.B., and Hader W.J. 1988. Geotoxicology of multiple sclerosis. The Henribourg, Saskatchewan, Cluster focus. II the soil, *Sci, Total Envir*: 77. 175-188.
2. Webb J.S. 1964, *Geochemistry and life*. *New Scientist* 23. 504-507.
3. Darnley A.G. 1990, International geochemical mapping a new globe project. *J. Geochem. Explor.* 39, 1-13.
4. Thompson M. Thornton I and Webb. J.S. 1972. Molybdenum in black shales and the incidence of bovine hypocuprosis. *J - Sci. Food Agric.* 23. 871-891.
5. Thornto I. and Abrahams P. 1983. Soil ingestion - a major pathway of heavy metals into livestock grazing contaminated land. *Science Total Envir.* 28, 287-294.
6. Maskall J. and Thornton I. 1989. The mineral status of lake Nakurn park. Kenya: a reconnaissance Survey. *African J. Ecol.* 27, 191-200.
7. Cannon, H.L. and Anderson B.M. 1971. The geochemist's involvement with the pollution problem. *Environmental Geochemistry in Health and Disease* (eds H.L. cannon and Happs.) pp. 155-177. *Geo. Soc. Am. Inc. Mem.* 123.
8. Murazumi M., Chow T.J. and Pattersonc. 1969. Chemical concentrations of pollutant lead aerosols. Pollutant dasts and sea salt in Greenland and Antarctic snow strata. *Geochim. Cosmochim. Acta* 33. 1247-1294.
9. Nriagu J.O. and Pacyna J.M. 1988. quantitative assessinent of worldwide contaminantation of

**The application of the geochemical maps for investigation
of the base line of the environmental pollution.**

By: S. Kousari

The application of regional geochemical data for fundamental research and investigation the base line environmental impact human, and animal health during the second half of present century, specially the last 25 years before the year of 2000 became into the world wide attention and consideration of the most countries.

The uncontroing development and growing the industries all around the world cause to contaminate the environments of human and animal lives including the hydrospher, atomspher as well as the biosphers. so, taking into the consideration of taking the advantages of the present data specially the data related to the earth sciences, could be useful for the basic factors of the contamination of all kind of the environments.

Geochemical drainage analitical data can provides the wide range of elements distribution in the most environmental base line such as urbans and subareas of the cities and the industrial zones.

These analitical data could be used for the most fundamental and basic national

plants and projects such as exploration and mining, water resources, agricultural developing roads and dams constructions, birds and animals reservation and the most important usage named, "environmental pollution".

Geochemical maps based on the systematic sampling and analysis of rocks, soles, stream sediments, lake sediments, surface and subsurface waters and vegetation identify the elements distribution and concentration upto the unusual increasing grade which is called anomaly zones.

The main sources of environmental pollution are devided into 2 main groups, such as geogenic and anthropogenic. Geogenic pollution is related to the natural increasing elements background and the anthropogenic contamination produced by the developing of industries such as chemical, pulp paper, ferrous and nonferrous metallurgy and the developing of the cities.

The present of the huge numbers of analitical data could serve as a great potential for the basic research to investigate the environmental pollution base line. Comparing the premining data with the present situation of the analitical results introduce the increasing background of toxic elements within the environmnetal system.

About 3,000,000 chemical analysis of rocks, soils, stream sediments and waters which have been done during the last 50 years of various areas of Iran, can provide the national base line for environmental pollution. All the technical facilities, and the high level experts in

different governmental and private organizations specially in Geological survey of Iran are the most scientific potential for the project of the national environmental base line pollution.

1. Irvine, D.G. Schiefere H.B., and Hader W.J. 1988. Geotoxicology of multiple sclerosis. The Henribourg, Saskatchewan, Cluster focus. II the Soil, sci, Total Envir: 77. 175-188.
2. Webb J.S. 1964, Geochemistry and life. New scientist 23. 504-507.
3. Darnley A.G. 1990, International geochemical mapping a new globe project. J. Geochem. Explor. 39 1-13.
4. Thompson M. Thornton I. and Webb. J.S. 1972. Molybdenum in black shales and the incidence of bovine hypocuprosis. J-Sci. Food Agric. 23. 871-891.
5. Thornton I. and Abrahams P. 1983, Soil ingestion - a major pathway of heavy metals into livestock grazing contaminated land. Science total Envir. 28, 287-294.
6. Maskall, J., and Thornton, I., 1989, The mineral status of lake Nakura Park. Kenya: a reconnaissance Survey. African J. Ecol. 27. 191-200.
7. Cannon, H.L. and Anderson B.M. 1971, The geochemist's involvement with the pollution problem. Environmental Geochemistry in Health and Disease (eds H.L. cannon and Happs) PP. 155-177. Geol. Soc. Am. Inc. Mem. 123.
8. Marozumi M., chow T.J. and Patterson C. 1969. Chemical concentrations of Pollutant lead aerosols. Pollutant dusts and sea salt in Greenland and Antarctic snow strata. Geochim. Cosmochim. Acta 33. 1247-1294.
9. Nriagu J.O. and Pacyna J.M. 1988. Quantitative assessment of world wide contamination of air, water and soils by trace metals Nature 333. 134-139.

10. Hu Hon. M and Syman, C. 1986, The quantities of Cadmium, lead, mercury and arsenic entering the U.K. from human activities. *Science total Envir.* 57. 129-150.
11. Holmgren G.G.S. Meyer M.W., Daniels R.B., Kubota J. and Chaney R.L. 1983. Cadmium, Lead, Zinc, Copper and Nickel in agricultural soils of the United states *Agronomy Abst.* 1983. 33.
12. Archer F.C. and Hodgson I.H. 1987. Total and extractable trace element contents of soils in England and Wales. *J. Soil. Sci.* 38. 421-431.
13. Lemeshev. M. 1990. Bureaucrats in power ecological collapse. Progress publishers Moscow.
14. Chelack W.S. Petkav A, and coppers T.P. 1972. Permeability of a model lipid membrane to T4 *Biochin. Biophys. Acta.* 274. 28-37.
- ۱۵- سلیمان کوثری، پیمان پارسی ۱۳۷۵- بانک اطلاعاتی داده های ژئوشیمیائی ورقه ۱:۱۰۰،۰۰۰ خوی- سازمان زمین شناسی کشور.
- ۱۶- سلیمان کوثری، فرزاد آزر، ۱۳۶۵- مطالعات ژئوشیمیائی رسوبات تالاب انزلی- سازمان زمین شناسی کشور.
17. Kousari, S., 1996- Heavy mineral plution in Anzaly lake sediments. (Northern Iran.). 30th international geological congress. China.

air, water and soils by trace metals. Nature 333. 134-139.

10. Hu Hon. M and Syman, C. 1986. The quantities of cadmium, lead, mercury and arsenic entering the U.K. from human activities. Science Total Envir. 57. 129-150.
11. Holmgren G.G.S. Meyer M.W., Daniels R.B., Kubota J. and Chaney R.L. 1983. Cadmium, lead, Zinc, copper and Nickel in agricultural soils of the United states Agronomy Abst. 1983. 33.
12. Archer F.C. and Hodgson I. H. 1987. Total and extractable trace element contents of soils in England and Wales. J. Soil. Sci. 38. 421-431.
13. Lemeshev. M. 1990. Bureaucrats in power ecological collapse. progress publishers Moscow.
14. Chelack W.S. Petkau A, and Coppins T.P. 1972. Permeability of a model lipid membrane to T4 Biochim. Biophys. Acta. 274. 28-37.

۱۵- سلیمان کوثری، پیمان پارسی. ۱۳۷۵- بانک اطلاعاتی داده های ژئوشیمیایی ورقه

۱:۱۰۰,۰۰۰ خوی، سازمان زمین شناسی کشور.

۱۶- سلیمان کوثری، فرزاد آزر م. ۱۳۶۵- مطالعات ژئوشیمیایی رسوبات تالاب انزلی

- سازمان زمین شناسی کشور.

- Kousari, S., 1996. Heavy mineral pollution in Anzaly lake sediments. (Northern Iran). Both international geological congress. China.

Heavy Metals pollution in Anzaly Lake sediments, Northern Iran.

Soleyman Kousari

Department of Geochemical Exploration, Geological Survey of Iran. P.O. Box
13185-1494 Tehran-IRAN

Abstract

A geochemical statistic parameters have been done base on the analytical data of a previous geochemical exploration in Anzaly lake to identify the rate of heavy metal concentration and the primary sources of the lake sediments pollution. The enrichment factors as the coefficient of pollution of heavy metals show that the concentration values of Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, TiO_2 , and Fe_2O_3 are higher than their mean values, especially in eastern part of the lake.

There are several main rivers and channels in eastern part of the lake which carry the contamination water from the industrial and the populated zones, so the sources of pollution of this part of the lake could be mainly an anthropogenic origin.

The rank correlation of Cu, Ni, Co, Cr..... indicate a close relation with the ultrabasic and basic rocks of the high land where located on the western and southwestern parts of the lake. Consequently the source of concentration of these elements could be geogenic origin.

Comparing the coefficients of pollution of elements in Anzaly lake and the most 24 polluted lakes in Sweden, indicate that the degrees of pollution in Anzaly lake for Cu, and Cr are 3 times higher than the Sweden ones, but the contamination of Pb is lower than the Sweden polluted lakes.

Keywords: Heavy metals pollution, enrichment factor, coefficient of pollution. Geogenic and anthropogenic sources.

Introduction:

Anzaly lake is one of the largest back shore lake, where has been formed by the progressive of sand spits along the Iranian caspian beach, in late Pliocene time, near the Ghazian -Anzaly harbour. (Fig.1)

In late 1986, a lake sediment geochemical exploration has been carried out for titanium investigation. (S. Kousari, and F. Azarm 1986) in 1992, once more, the spectrometric analytical data of the lake, reevaluated for distinguishing the rate of metal concentration in the lake bottom sediments.

The area is one of the populated and industrialized zone, where more than 20 large and medium size of villages and several towns and cities are developed all around the lake. So, most of the waste and garbages of the houses and factories are put directly into the rivers and lake water.

Obviously, the heavy metals concentration and pollution are associated with geogenic and anthropogenic sources. The main aim of this study is to distinguish the background values of elements

and also the rate of heavy metals pollution by comparing with the degree of pollution in 24 polluted lakes in Sweden.

Lake Description

Anzaly lake is small and shallow with the average depth of 1.5m upto 3m. Several rivers and channels are distributed mostly in eastern part of the lake, so the rate of input materials are higher than the western part. Every year more than 1,000,000 Tons of loaded materials are carried into the lake mostly by the eastern rivers and channels. Consequently, the eastern parts of the lake were changed into dried lands, most of these dried zones were converted into the farms and housing lands before the raising of sea level in recent years.

The loaded materials are essentially composed of soluble organic and nutrient materials and unsoluble sediments. (Table No. 1) (F.Moztarzadeh and etc. 1984). Most of organic and nutrient materials are used by plants, so, the growing rate of plants are too high. Many western parts of the lake became as a real swamp or dense marsh, but the eastern part of the Anzaly lake because of the highly energy of water current, still saves the characteristics of a real lake.

The extent of Anzaly lake in spring and late winter seasons is amounted to 400 km^2 , but in dry and hot seasons, reduced up to 240 km^2 .

Geologically, the lake has been formed by the developing of several sand spits on the caspian coastal plain where deltaic deposits are the main part of the lake basin. (Fig. 1)

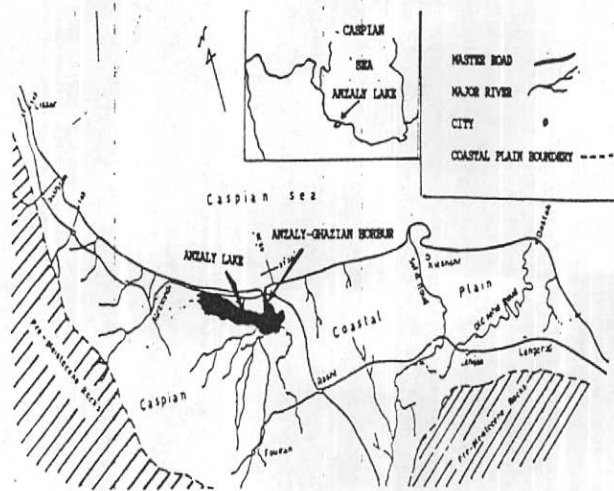


Fig. 1. Simplified geological and geographical map of study area.

Methods and Materials.

As it was mentioned, 52 bottom sediment samples were selected from the first 10 cm of top sediment layers of lake to identify the elements composition.

All the samples were analysed by the emission spectrometry for 8 major oxides and 13 trace elements. To find any genetic relation among elements, rank correlation has been calculated (table 2) and to identify the rate of pollution the following equation and the statistic parameters were used.

$$1. \text{ Enrichment Factor} = \frac{\text{actual concentration}}{\text{background value}}$$

(pollution degree)

No.	Materials	Ton/Year
1	Nutrient Loaded	700000
2	Chlorides	186700
3	Sulfides	89900
4	Phosphate	213500

Table 1: Aneual Loaded Soluble materials into Anzaly lake

Fe2O3	1.00							
TiO2	0.62	1.00						
Ni	0.77	0.53	1.00					
Co	0.70	0.86	0.73	1.00				
Cr	0.42	0.65	0.36	0.66	1.00			
Zn	0.17	0.14	0.26	0.23	0.20	1.00		
Pb	0.20	0.27	0.38	0.38	0.26	0.52	1.00	
Cu	0.61	0.36	0.77	0.52	0.28	0.55	0.43	1.00
	Fe2O3	Tio2	Ni	Co	Cr	Zn	Pb	Cu

Table 2. Correlation Maerix in Anzaly lake.

In order to find out the degree of pollution, the results of the enrichment factors of Anzaly lake should be compared with some other polluted and unpolluted lakes as references. By this way, the mean value of the enrichment factors of each element for all samples are divided by the same mean value of the enrichment factor of elements of the polluted and unpolluted lakes in Sweden. The results are shown in table 3.

Elements	Mean 1	Mean 2	Mean 3	CP1	CP2	References
Cu	112	40	37	1.1	3.3	M. Wallsten and 2.
Pb	17	79	63	1.25	0.27	Dressie 1963.
Zn	207	219	181	1.21	1.14	Dressie 1963.
Cr	191	67	61	1.10	3.13	Dressie 1963.
Ni	84	81*				J. Ingeric and Etal. 1963.

- Mean 1 = Mean of Elements in Anzaly lake
Mean 2 = Mean of Elements in Polluted Swedish lakes
Mean 3 = Mean of Elements in Unpolluted area in Swedish lakes
CP 1 = Coefficient of Pollution in Swedish lakes
CP 2 = Coefficient of Pollution in Anzaly lake
* = Ni Grade of Pollution in Dalalvan River Sediments (Sweden)

Table 3: Comparing of Pollution in Anzaly and Swedish lakes

The relative degree of pollution of the different elements are classified into 4 groups. Background value is less than mean value of each element. content. The third class of pollution range from 1 to 2 folds of background, the second from 2 to 3 and the first class more than 3 folds of background value.

Results and conclusions

Based on th 8 distribution maps, of elements, the following conclusion have been revealed:

1. The distribution of heavy metals contamination show that the eastern part of Anzaly lake is highly polluted for Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, TiO_2 and Fe_2O_3 . There are several rivers and main channels in the eastern part of the lake which carry the heavy metals and toxic materials from the industrial zones and populated areas, so the source of pollution for this part of the lake could be mostly an anthropogenic origin.
2. The results of the correlation matrix (table 2) indicate a highly geogenic relation between Ni, Cu, Fe_2O_3 , MgO, TiO_2 , Co, Ga, and Mo. These elements have been distributed over than 2/3 of the lake area. A wide sequence of basic and ultrabasic rocks are existed in the western Pre-Pliostocene high land, therefore the main sources of these high grade elements specially in eastern part of the lake, could be the ultrabasic country rocks, but in the eastern part of the lake, besides the ultrabasic rocks, the anthropogenic sources should be another factor for increasing the grades of the heavy metal elements.
3. The maximum contents of Pb and Zn both are more than 1000 ppm and the highly contaminated zones are clsoe to the Anzaly - Gazian harbour and this is because of the existance of the industrialized areas in these cities.

The downtown of Gazaian and Anzaly cities are conected directly to the north eastern part of the Anzaly lake. This area are too populated and there are a lot of car repairing centers, garages and bus

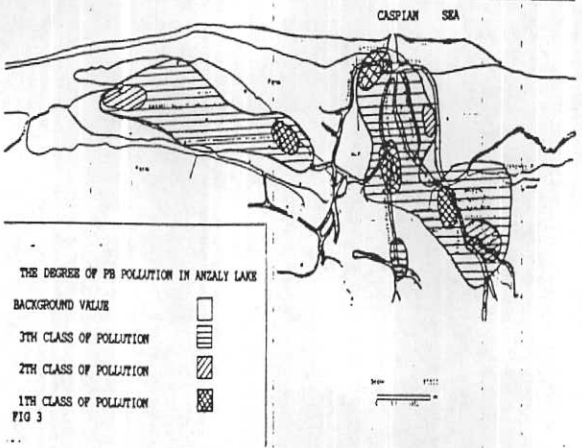
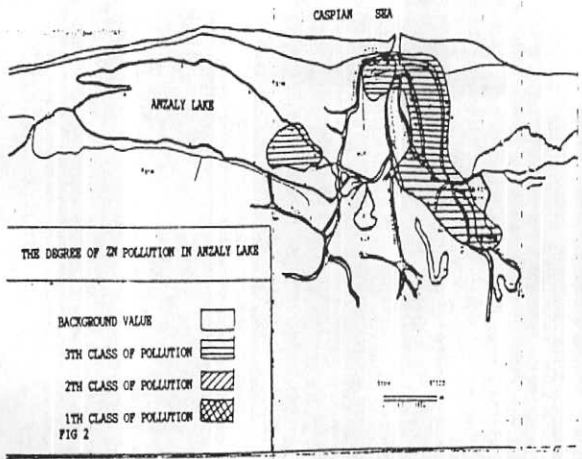
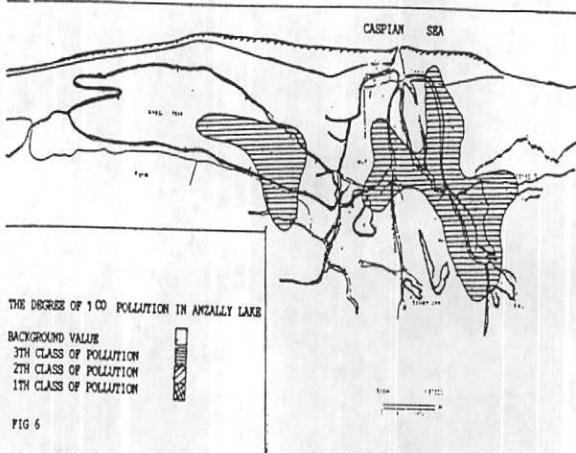
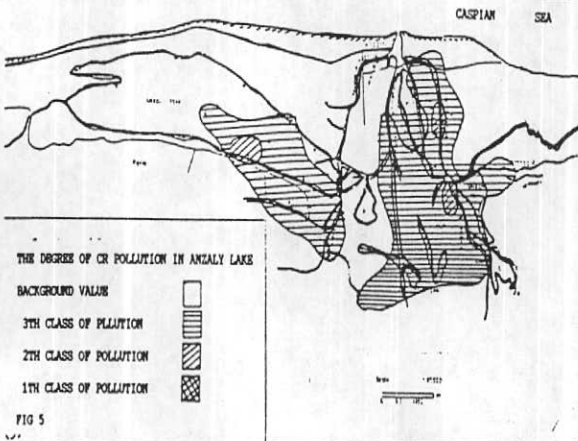
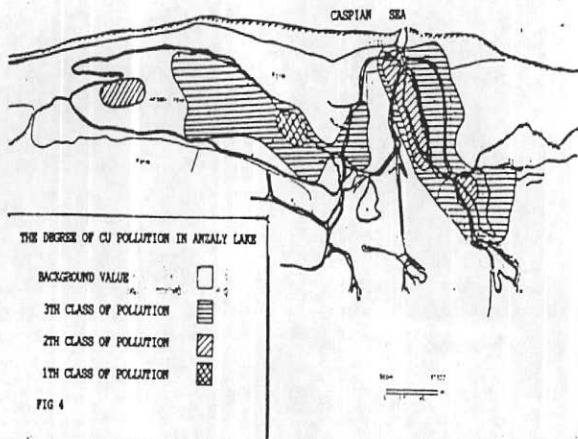
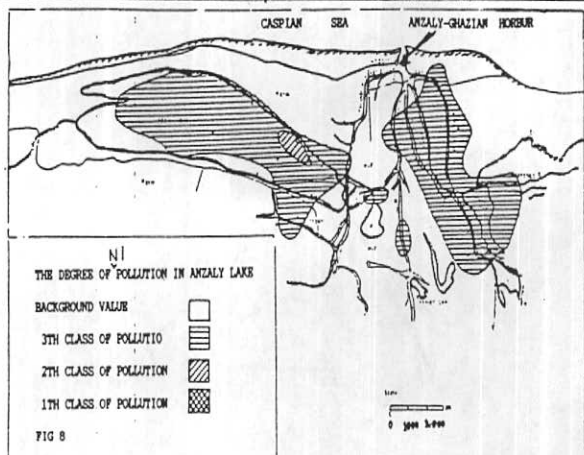
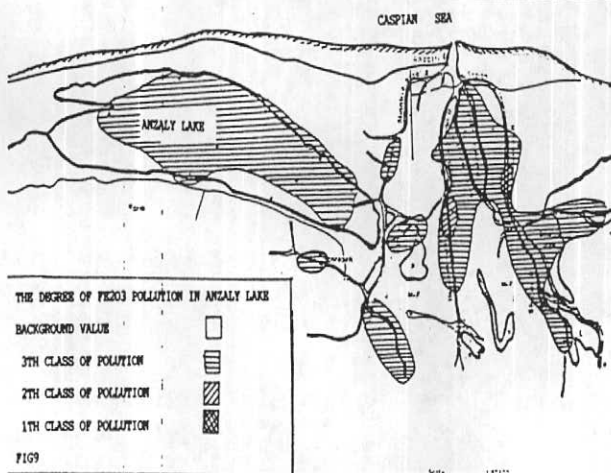
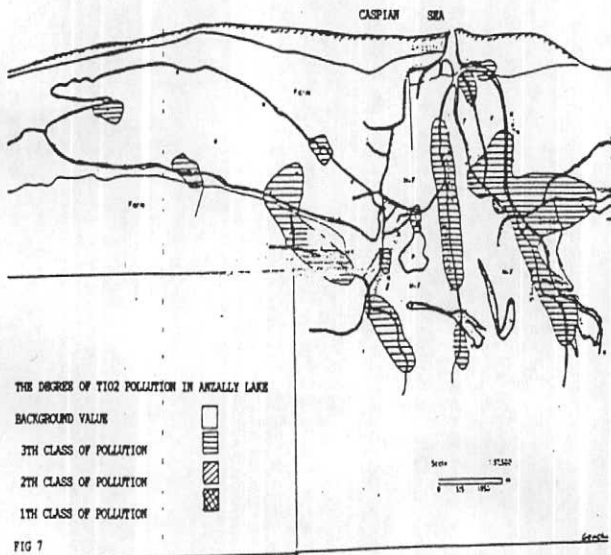


Fig. 2-9: The distribution of Heavy metals Pollutions in Anzaly lack, are shown in gigs 2 to 9.





terminals, where could contaminate directly both air and water. There is a main channel that cut across the down town and carries the huge waste materials and garbages, specially the exhausted materials from the car repairing centers and bus terminal into the Anzaly - Gazian harbour. By this way the lead and zinc pollution in this part of the harbour are directly related to the anthropogenic sources. (Figs. 2.....9)

4. Comparing the Coefficient of pollution of Anzaly lake and the most 24 polluted lakes in Sweden reveals the degree of pollution in Anzaly lake is 3 times higher than the Sweden ones for Cu, and Cr. Except in Anzaly - Gazian harbour zone, the contamination of lead is lower than the Sweden polluted lakes (Table 3).

Acknowledgments

The author wishes to thank Engineer F. Azarm and M.J. Shamsa for their great cooperation during the geochemical investigation in Anzaly lake, and tanks also are due to the Engineer V.Madlat and Mrs Eskanary for reading and editing the text. I am grateful to Engineer S.Mottaghi for his computer processing and maps preparations.

References

1. J. Ingri, C. Ponter, B. Ohlander, R. Lafvendahl and K. Bostrom 1993. Environmental monitoring with river suspended mat. Case study in the River Dalalavan, Central Sweden. Applied Geochemistry No. 2.
2. S. Kousari and F. Azarm 1984. Geochemical Exploration in Anzaly lake (Northern Iran). Geological Survey of Iran.
3. W. Lux. 1993. Long - Term heavy metal and As pollution of soils. Hamburg, Germany . Applied Geochemistry No. 2.
4. F. Moztaarzadeh, B. Dehzadeh, M. Rajabi, Z. Mohamadi 1983. A research for physico - chemical parameters in Anzaly lake. Research Foundation for Energy and Applied materials.
5. M. Wallsten and Z. Dressie 1993. An investigation of metal contents in lake sediments, country of Uppsala, Sweden. Applied Geochemistry No. 2.