

فصل دوم: اکتشافات ژئوشیمیایی

۱-۲- روش نمونه برداری و اهداف آن

- روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای

این روش یکی از شیوه‌های اکتشاف ژئوشیمیایی است و به علت عدم امکان نمونه برداری از رخنمون‌های سنگی در نواحی با وسعت زیاد، نمونه برداری از رسوبات رودخانه‌ای به عنوان یکی از پایه‌های اولیه اکتشاف سیستماتیک نهشته‌های کانساری محسوب می‌شود. عملیات ژئوشیمیایی رسوبات رودخانه‌ای چه در مقیاس بزرگ و چه در مقیاس کوچک قابل انجام است و طی آن نمونه‌های ژئوشیمیایی و نمونه‌های کانی‌سنگین برداشت و نمونه‌ها مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرند. در مناطقی که دارای حوضه‌های آبریز و شبکه آبراهه‌ای توسعه یافته هستند این نوع عملیات اکتشافی می‌تواند نتایج در خور توجهی را با توجیه اقتصادی خوب و در محدوده زمانی مناسب به بار آورد.

همچنین عدم وجود پوشش گیاهی گسترده و متراکم نقش مؤثری در واقعی‌تر بودن نتایج حاصل از بررسی رسوبات رودخانه‌ای دارد.

برای برداشت نمونه‌ها در هر ایستگاه نمونه‌برداری حدود ۲۰۰ گرم از جزء زیر الک ۸۰ مش از رسوبات سطح آبراهه (تا عمق ۱۵-۱۰ سانتی‌متری) در دو یا سه نقطه اطراف ایستگاه به فاصله حدود ۳۰ متر برداش و در کیسه‌های مخصوص ریخته و شماره‌گذاری می‌شوند. در برداشت نمونه باید سعی شود که از محل‌هایی که تجمعات اکسید آهن و منگنز دیده می‌شود اجتناب گردد.

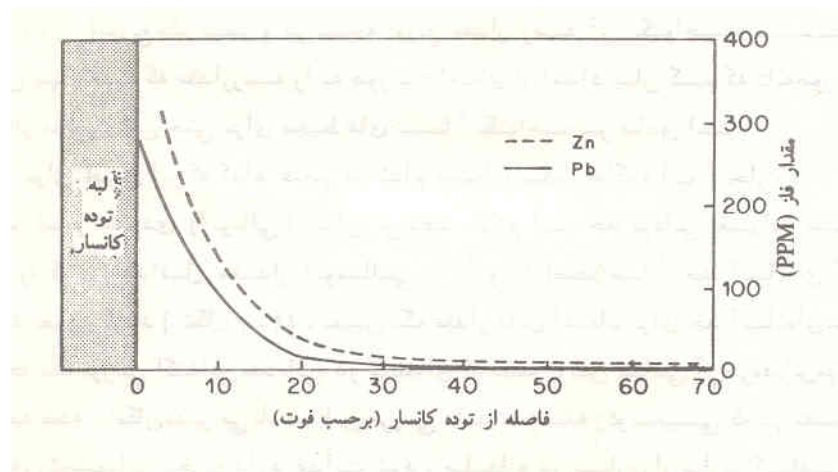
۲-۲- تجزیہ و تحلیل سائز و فاصلہ نمونہ برداری (Orientation Study)

۱-۲-۲- مقدمہ

در مطالعات ژئوشیمیائی مبتنی نمونہ های رسوب آبراهه ای دو سئوالی که مطرح می شود اینست که نمونہ از چه سائزی انتخاب شود و فاصلہ نمونہ ها در طول آبراهه چقدر باشد. ما می دانیم که در بیشتر موارد در اطراف نهشته های کانساری یک کاهش تدریجی در غلظت بعضی عناصر دیده می شود. این کاهش تا آنجا ادامه می یابد که تقریباً به یک حد ثابتی که همان مقدار زمینه است می رسد و منطقه ای که در آن میزان یک عنصر خاص تا حد مقدار زمینه تنزل می کند اصطلاحاً هاله ژئوشیمیائی آن عنصر نامیده می شود یا بهتر است آنرا هاله اولیه آن عنصر نامید.

شکل زیر نشان می دهد که هاله اولیه عناصر سرب و روی در فاصلہ ۲۰ تا ۳۰ فوت از رگه معدنی

قرار دارد.



شکل شماره ۲-۱: هاله اولیه عناصر سرب و روی

اما تمرکز ثانویه عنصر در رسوبات آبراهه ای تابع عوامل متعددی است که می بایست مدنظر قرار گیرد عناصر کهن است. برای فواصل مختلفی از ناحیه منشاء مهاجرت نمایند این عمل به طرق مختلف به صورت زیر صورت می گیرد:

۱- بصورت قطعات موجود در قطعات هوازده شد سنگهای مقاوم

۲- بصورت تشکیل دهنده هائی در ساختمان بلورین کانیهای دیگر نظیر میکا، کلریت، کانیهای تیره

۳- بصورت مواد جذب شده در سطح ترکیبات دیگر مانند جذب در سطح رسهائی که محصول هوازگی اند.

۴- بصورت ترکیبی از فلز و مواد آلی که به حالت کلوئیدهای معلق هستند

۵- بصورت یونها و ملکولهای که محلول در آب هستند

از نمکهائی که در محلولها براحتی حمل و نقل می یابند می توان انواع Na_2SO_4 ، $CaSO_4$ ، Na_2CO_3 ،

$NaCl$ ، KCl ، $MgCl_2$ و ... را نام برد. بعضی مواد مانند $MgCO_3$ هم به صورت محلول و هم بصورت

ذرات معلق حمل می شوند. بیشتر ترکیبات عناصر Fe ، Mn ، P و احتمالا V ، Cu ، Cr ، Ni و Co به علت

قابلیت انحلال که ترکیبات خود به صورت کلوئید منتقل می شوند و ذراتی مانند کوارتز و سیلیکاتهای

گوناگون بیشتر به صورت ذرات معلق حمل می گردند. حمل و نقل برخی از فلزات به حالت جذب شده

روی سطح کانیهای رسی و یا در اتصال با مواد آلی صورت می گیرد.

از طرفی موادی که به طرق گوناگون به حوضه رسوبی وارد می شوند به وسیله فرایندهای شیمیائی،

مکانیکی و بیولوژیکی ته نشست می شوند. عوامل موثر در این فرایندها عبارتند از PH و EH محلول،

جذب و هضم انتخابی عناصر به وسیله میکرو و ماکرو ارگانیسرها و جذب سطحی بوسیله مواد کلوئیدی و

رسها.

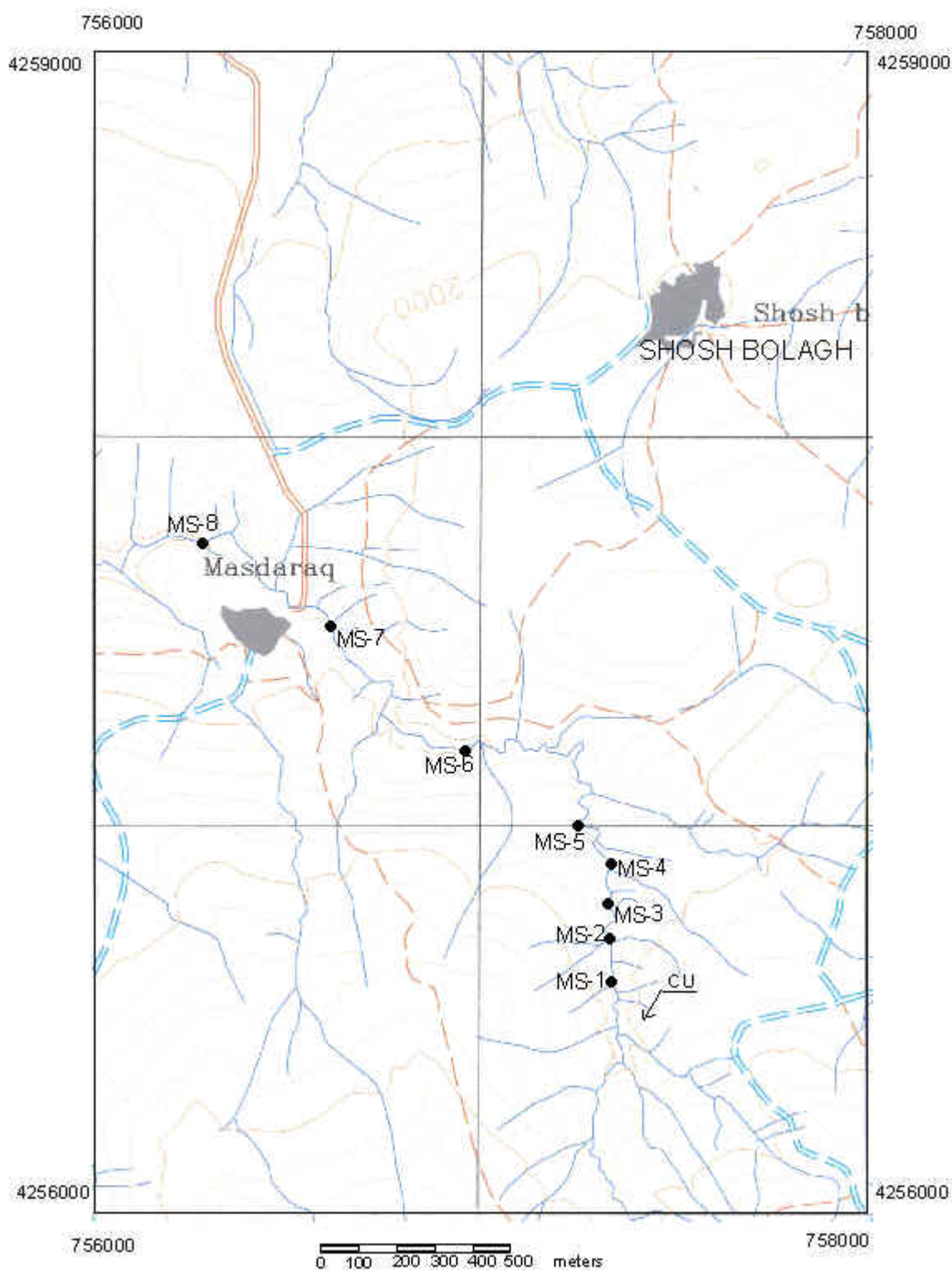
لازم به ذکر است که برای فلزاتی نظر Fe^{3+} ، Ti ، Al ، Mn و Fe^{3+} حمل و نقل در فاز کلوئیدی و مواد معلق بیشتر از محلول اهمیت دارد. در حالیکه برای فلزاتی نظیر Zn ، Ni ، Mo ، B و Co حمل و نقل در فاز محلول دارای اهمیت بیشتری است. در حمل و نقل عناصری مانند Sr ، P ، As ، U ، V و تا حدی Ni عوامل بیوژنیک هم موثر واقع می شود.

عوامل گفته شده می تواند در دو فاکتور دخیل در نمونه برداری به میزان زیادی موثر باشد و این دو فاکتور عبارتند از فاصله نمونه برداری و سایز مواد مورد نمونه گیری.

- تعیین سایز و فاصله بهینه در محدوده مورد مطالعه

همانطور که در مقدمه گفته شد عوامل مختلفی در فاصله و سایز نمونه های رسوب آبراهه ای دخالت دارند و طبیعتاً میزان و نوع تاثیر آنها یکسان نمی باشد از طرفی این تاثیر در ارتباط با عناصر مختلف نیز متفاوت است. بنابراین باید با در نظر گرفتن مهمترین عناصری که در منطقه آنومالی داشته اند یا عناصر ردیاب محسوب می شوند و با استفاده از نتیجه آزمایشات نمونه های راهنما سایز و فاصله بهینه برای منطقه مورد مطالعه انتخاب گردد.

از آنجائیکه در محدوده مورد مطالعه طبق نتایج بدست آمده از مطالعات ۱۰۰,۰۰۰:۱ ناهنجاریهای عنصر مس بیشترین تظاهر را داشته است و از طرفی نشانه معدنی مس در شرق روستای مسدرق وجود دارد بر طبق نقشه شماره ۲-۱ نمونه های راهنما از پائین دست این نشانه معدنی برداشت می گردند. همچنین با توجه به مطالعات فوق الذکر برای مطالعات تعیین سایز و فاصله بهینه در این محدوده می بایست بر روی عناصر Cu ، As ، Sb ، Pb ، W ، Be ، Ba ، Ag ، Au و Hg تمرکز بیشتری شود اما عناصر W ، Ag ، Au و Hg به دلیل حساسیت به روشهای آنالیز بهتر است کنار گذاشته شوند.



نقشه شماره ۱-۲: محل نشانه معدنی مس و نمونه های راهنما

۲-۲-۲- برداشت و مطالعه نتایج آنالیز نمونه های راهنما

انتخاب آبراهه محل برداشت نمونه های راهنما بر این اساس صورت گرفته که در بخش جنوب شرقی روستای مسدرق قبلا شرکت‌های حفاریات سطحی انجام داده و پس از مطالعه نمونه ها در این بخش این منطقه را از نظر مس امیدبخش معرفی کرده اند. با توجه به در دسترس نبودن نتیجه مطالعات آنها و همچنین فرسایش محل این حفاریات با کمک گرفتن از اطلاعات افراد محلی این محدوده مورد بررسی چکشی قرار گرفت و در مختصات 757400/4256489 در داخل توالی تراکی آندزیتی در محل یک زون شکستگی که آندزیتها در اثر آلتراسیون به رنگ روشن درآمده اند درزه های موجود مورد نفوذ اکسیدهای آهن قرار گرفته و به رنگ قهوه ای درآمده اند. در این درزه ها آثاری از مالاکیت و آزوریت دیده می شود. برای اندازه گیری مس و دیگر عناصر یک نمونه سنگی با شماره 1-MCU از این محل برداشت گردید بطوریکه از نتیجه آنالیزها مشخص است این نمونه بیش از 1000 PPM مس دارد. جدول شماره ۱-۲ مقدار عناصر مختلف برای این نمونه را که به روش ICP در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی اندازه گیری شده نشان می دهد. محل این نمونه بصورت اندیس مس در روی نقشه شماره ۱-۲ دیده می شود.

جدول شماره ۱-۲: مقدار عناصر مختلف برای نمونه سنگی مس دار 1-MCU

عنصر	As	Ba	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Eu	Ga	Ge	La	Li
عیار	>1000	>1000	1.8	.3	28.1	36.3	>1000	.81	10.2	1.2	36.8	3.5

عنصر	Mo	Nb	Nd	Ni	P	Pb	S	Sc	Sn	Sr	V	Y
عیار	3.8	14.2	16	3.9	>1000	14.2	>1000	6.1	2.5	307.9	96.3	13.1

عنصر	Yb	An	Au(ppb)	W
عیار	1	341.7	<1	<0.5

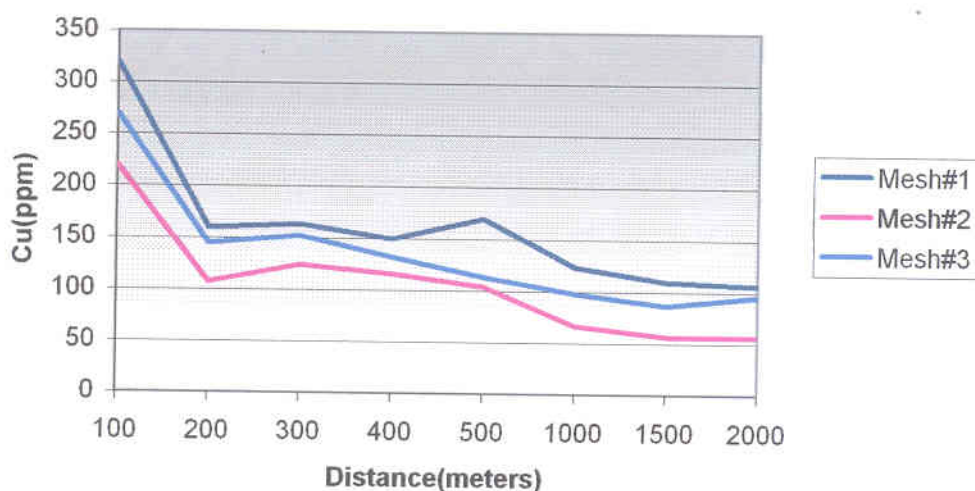
تعداد ۴۰ نمونه رسوب آبراهه ای از پائین دست این اندیس مس برداشت گردید برای این کار محل نمونه ها در فواصل ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری از اندیس در طول رودخانه تعیین شد و سپس از هر نقطه در حدود ۷-۸ کیلوگرم نمونه بصورت بالک از مرکز آبراهه برداشت گردید هر کدام از این نمونه ها سپس در آزمایشگاه توسط دستگاه مناسب در پنج سایز مختلف دانه بندی گردید تا از هر سایز یک نمونه به وزن حدود ۳۰۰ گرم برداشت گردد. این سایزها عبارتند از: ۱۲۰-، ۱۰۰-۱۲۰+، ۸۰-۱۰۰+، ۶۰-۸۰+ و ۴۰-۶۰+. سپس این نمونه ها در کیسه های پلاستیکی قرار داده شده و با شماره مشخص شدند شماره نمونه ها بصورت 1-1-MS تا 5-8-MS که در آنها شماره اولی از ۱ تا ۸ (برای هشت فاصله مختلف) و شماره دومی از ۱ تا ۵ (برای ۵ سایز مذکور در بالا) می باشد.

آنالیز نمونه ها برای عناصر Mo, Mn, Li, La, Ge, Ga, Eu, Cu, Cr, Co, Cd, Be, Ba, As, Yb, Y, V, Sr, Sn, Sc, S, Pb, P, Ni, Nd, Nb و Zn به روش ICP و برای عناصر W و Au به روش اسپکترومتری نشری و پلاروگرافی در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شد که نتایج آنالیز در پیوست شماره یک آورده شده است.

۲-۲-۳- بررسی نتایج و ارائه سایز و فاصله بهینه

- بحث در مورد سایز و فاصله بهینه

در شکل زیر تغییرات عیار مس در نمونه های رسوب آبراهه ای با فاصله نمونه از یک رخداد کانی زائی یا آنومالی نشان داده شده است. داده های واقعی برای نشان دادن بهتر موضوع مقداری تغییر داده شده اند. منحنیهای جداگانه نشان دهنده سایز دانه بندی نمونه ها است که در سه دانه بندی مختلف برداشت شده اند. بطوریکه ملاحظه می شود تا فاصله ۲۰۰ متر عیار مرتبا کاهش یافته و به حد زمینه می رسد بنابراین برداشت نمونه در فاصله بیش از ۲۰۰ متر به معنی از دست دادن تاثیر رخداد کانی زائی می باشد. از طرفی با



شکل شماره ۲-۲: دیاگرام شماتیک عیار - فاصله برای دانه بندیهای مختلف

با در نظر گرفتن یک فاصله مشخص کمتر از ۲۰۰ متر اختلاف عیار نمونه با عیار زمینه در دانه بندی اول (mesh #1) نسبت به دانه بندی دوم (mesh #2) و سوم (mesh #3) بیشتر است بنابراین آنومالی ثبت شده در آن واضحتر خواهد بود. بنابراین برای این مورد خاص فاصله نمونه برداری ۲۰۰ متر و دانه بندی اول از بقیه حالات مناسب تر می باشد.

باید توجه داشت که مورد ذکر شده یک حالت خاص بوده و در عمل شکلهای گوناگون وجود خواهد داشت اما با بررسی شکلهای متفاوت شاید بتوان گفت که دو حالت عمومیت بیشتری دارد.

الف - دانه بندیهای مختلف در فاصله معینی به مقدار زمینه برسند که در این حالت آن دانه بندی که نرخ کاهش عیار بیشتری می دهد (شیب بیشتری دارد) مناسب تر می باشد.

ب - دانه بندیهای مختلف در فاصله های متفاوتی به مقدار زمینه برسند در این حالت اگر شیب کاهش عیار در آنها اختلاف زیادی نداشته باشد آن دانه بندی که در فاصله بیشتری به مقدار زمینه برسد مناسب تر است در غیر اینصورت دانه بندی همراه با شیب بیشتر مناسب خواهد بود.

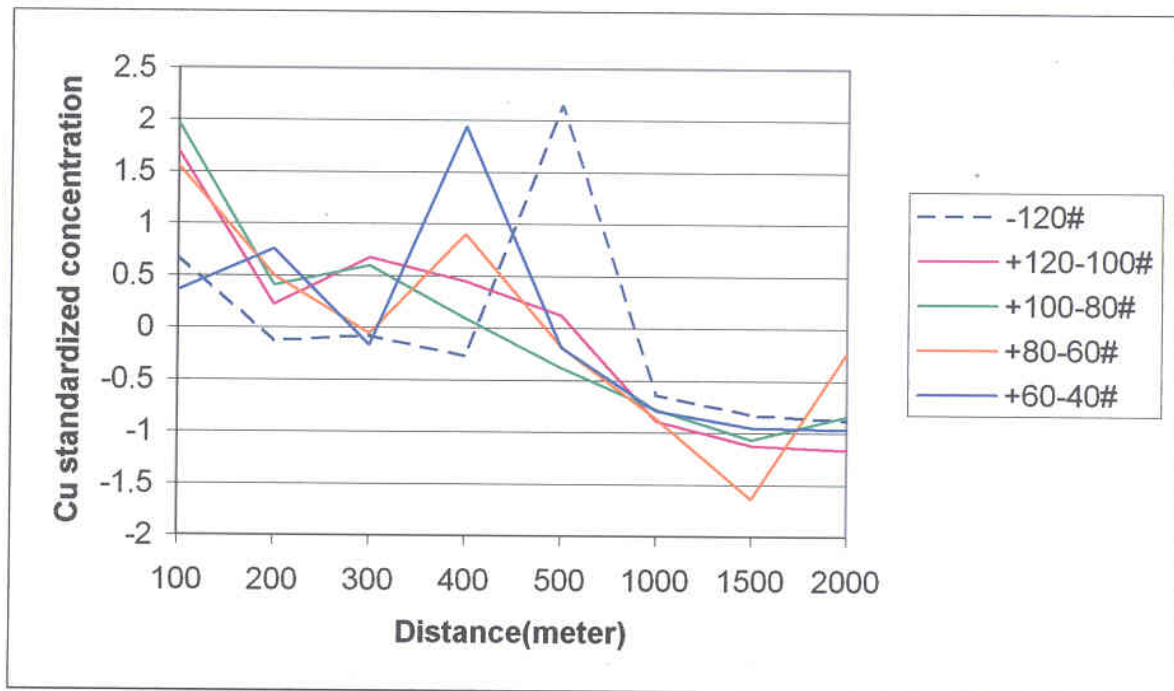
۲-۲-۴- سایز و فاصله بهینه در محدوده مورد مطالعه

بر اساس آنچه که در بخشهای پیشین گفته شد از داده های مربوط به عناصر Cu، As، Ba و Pb برای این مطالعات استفاده می شود ضمن اینکه مقادیری از این عناصر که بصورت سنسورد هستند با ۳/۴ و ۴/۳ برابر حد حساسیت برای سنسوردهای پائینی و بالائی جایگزین شده اند.

شکل شماره ۲-۳ دیاگرام عیار - فاصله عنصر مس را برای دانه بندیهای مختلف نشان می دهد. برای اینکه منحنی ها مقداری از هم تفکیک شوند از مقادیر استاندارد شده عیار استفاده شده است. نقاط ماکزیمم منحنی برای دانه بندیهای اول و پنجم در فواصل ۴۰۰ و ۵۰۰ متری اگر بدلیل خطای نمونه برداری یا آنالیز نباشد می تواند نشان دهنده وجود منبع آنومالی یا رخداد کانی زائی جدیدی در بالادست این نمونه ها باشد به هر حال فعلا از این موضوع صرفنظر شده و فرض می کنیم که منحنی ها در این نقاط نیز روند نزولی خود را دارند. در جدول شماره ۲-۲ مشخصات منحنیها با توجه به شکل آورده شده است.

برای دانه بندیهای اول، دوم و سوم که در فاصله ۲۰۰ متری شکست عیار دارند دانه بندی اول شیب کاهش عیار کمتری دارد و تشخیص اختلاف شیب بین دانه بندیهای دوم و سوم با پردازش دادن منحنی روند مناسب به آنها امکان پذیر است که نشان می دهد در دانه بندی دوم شیب کاهش بیشتر است. بنابراین از میان این سه، دانه بندی دوم انتخاب می شود. به همین ترتیب از میان دانه بندیهای چهارم و پنجم نیز که در فاصله ۳۰۰ متری شکست عیار دارند دانه بندی پنجم انتخاب می شود.

حالا می بایست از میان دانه بندیهای دوم و پنجم یکی انتخاب شود با توجه شکل دیده می شود که شیب کاهش عیار قبل از فاصله شکست منحنیها به هم نزدیک است بنابراین دانه بندی پنجم که در فاصله بیشتری به نقطه شکست عیار رسیده است مناسب تر خواهد بود یعنی اگر فقط عنصر مس مورد نظر باشد دانه بندی پنجم (#6040+) و فاصله نمونه برداری ۳۰۰ متر مناسب خواهد بود.



شکل شماره ۲-۳: دیاگرام عیار - فاصله عنصر مس برای دانه بندیهای مختلف

جدول شماره ۲-۲: خصوصیات دیاگرامهای مختلف عیار - فاصله برای عنصر مس

دانه بندی	فاصله شکست عیار (m)	متوسط مقدار زمینه
دانه بندی اول 120#	200	.62
دانه بندی دوم 100#+120	200	.37
دانه بندی سوم 80#+100	200	.37
دانه بندی چهارم 60#+80	300	.62
دانه بندی پنجم 40#+60	300	.62

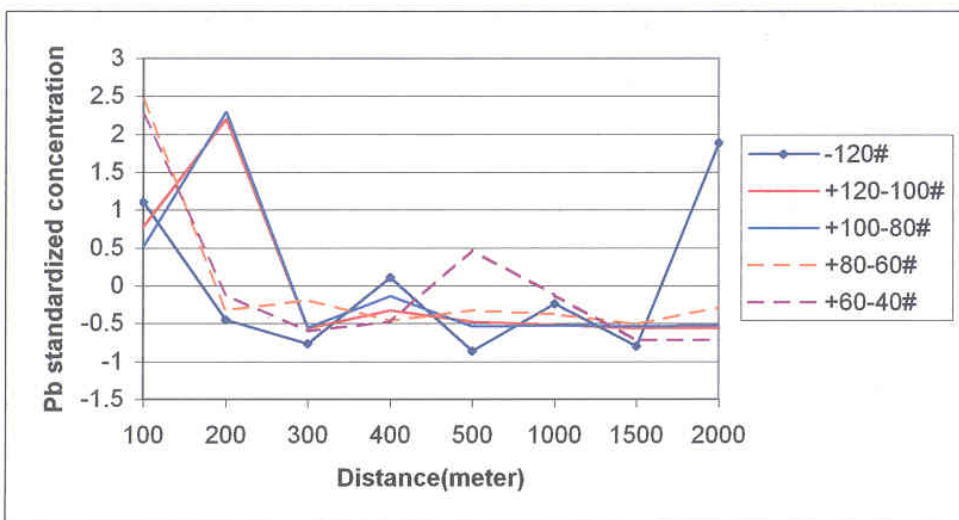
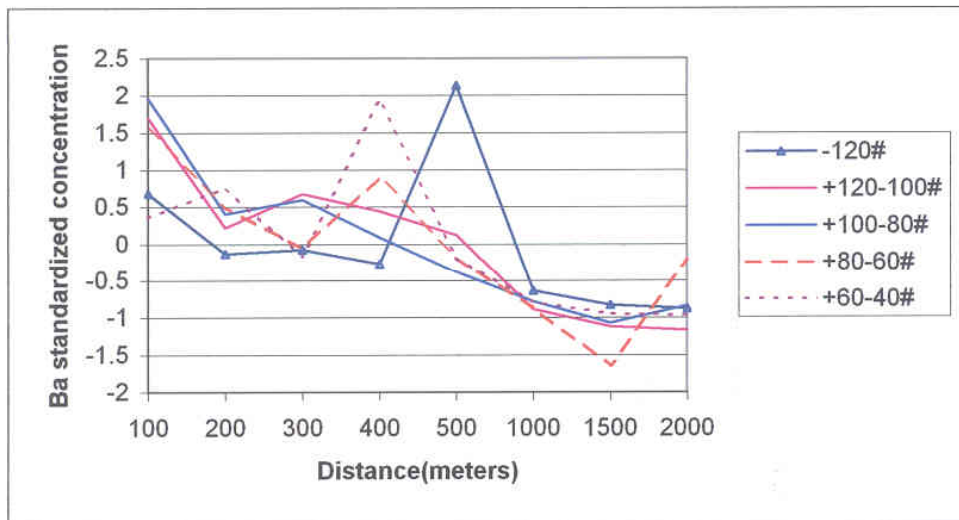
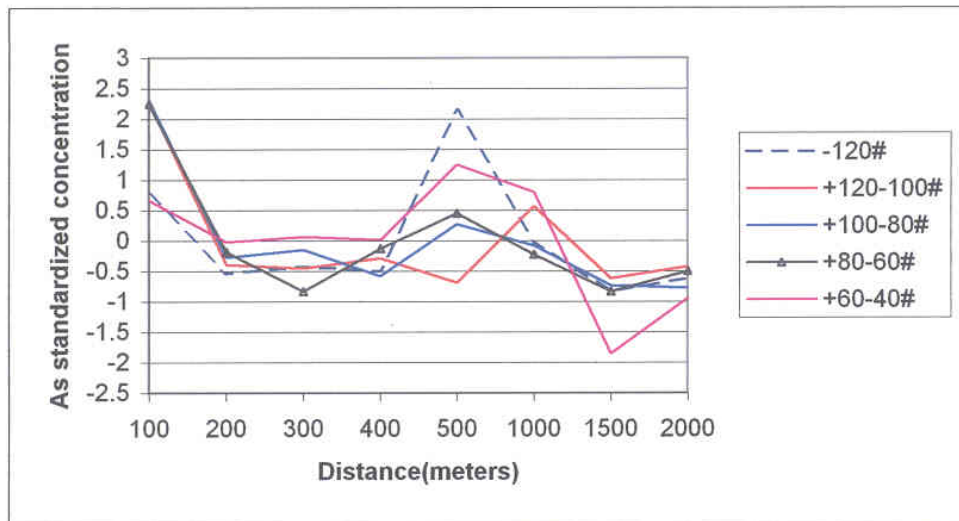
در شکل شماره ۲-۴ دیاگرام عیار - فاصله برای عناصر Ba، Pb و As آورده شده است از دیاگرام

عنصر Ba دانه بندی پنجم (+6040) و فاصله ۳۰۰ متر بدست می آید. از دیاگرام عنصر Pb دانه بندی

سوم (+10080) و فاصله ۳۰۰ متر بدست می آید و از دیاگرام عنصر As دانه بندی چهارم (+8060) و

فاصله ۲۰۰ متر بدست خواهد آمد.

با توجه به اینکه عناصر Cu و Ba نتیجه مشابهی داشته و رخداد کانی زائی نیز به Cu مربوط است و از طرفی Cu و Ba در دندروگرام آنالیزخوشه ای (مطالعات ۱:۱۰۰۰۰) نزدیکترین فاصله را دارند بنابراین دانه بندی پنجم و فاصله ۳۰۰ متر برای منطقه مناسب خواهد بود.



شکل شماره ۲- ۴: دیاگرام عیار - فاصله عناصر باریم سرب و آرسنیک برای دانه بندیهای مختلف

۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری و نحوه نمونه برداری و کدگذاری نمونه‌ها

برای طراحی نمونه‌ها با توجه به مقیاس مورد نیاز برای این مرحله از مطالعات شبکه آبراه‌های مربوط به نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مدنظر قرار گرفت و برای این کار نقشه‌های ۱:۲۵۰۰۰ مهدی علیا و جنوب مهدی علیا تهیه گردید. یکی از عواملی که می‌بایست در جانمایی و برداشت نمونه‌ها در نظر گرفته شود فاصله و سایز نمونه برداری است که در فصل دوم تعیین شد و برای این منطقه فاصله ۳۰۰ متر و سایز ۴۰ تا ۶۰ مش مناسب تشخیص داده شد اما با توجه به سوابق مطالعات ژئوشیمیایی در مناطق شمال غرب کشور و خطای بالای آنالیز در مرحله مطالعات توجیهی بر طبق نظر ناظر محترم پروژه مقرر شد که سایز زیر ۸۰ مش برداشت گردد.

تعداد کل نمونه‌هایی که برای این محدوده در نظر گرفته شده بر اساس معیار ۶ نمونه برای هر کیلومتر مربع در نواحی رخنمون‌دار و یک الی دو نمونه برای دشت می‌باشد. بدیهی است در جاهائیکه طبق مطالعات قبلی آنومالی برخی از عناصر از جمله مس وجود داشته و همچنین بر اساس نقشه زمین‌شناسی، محل عملکرد گسلها و سیستم‌های گسلی بوده و واحدهای سنگی مستعد کانی‌سازی تشخیص داده شده‌اند تراکم نمونه‌ها بیشتر و در جاهای دیگر کمتر شده است.

پس از طراحی نمونه‌ها روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ این نقشه‌ها از نظر آبراه، محل نمونه‌ها، جاده، روستا و غیره رقومی شده و نقشه و لیست نمونه‌ها به همراه مختصات آنها تهیه و در اختیار گروه نمونه بردار قرار گرفت.

گروه نمونه بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی و مختصات ثبت شده در دستگاه GPS، نمونه‌ها را برداشت نموده و در کیسه‌های پلاستیکی مناسب بسته بندی مینمایند نمونه‌های آبراه‌ای از سطح تا عمق ۱۰-۱۵ سانتیمتری و به مقدار حدود ۲۰۰ گرم با استفاده از الک ۸۰ مش برداشت شد. در صورت خیس

بودن محیط نمونه‌برداری، نمونه‌ها بصورت بالک برداشت تا پس از خشک شدن در محل کمپ دانه‌بندی شوند. شماره‌گذاری نمونه‌ها بصورت n-Gc-Me است که برای هر نمونه n شماره به خصوصی دارد.

در مورد نمونه‌های کانی سنگین نیز تعداد این نمونه‌ها بر اساس شرح خدمات بطور متوسط دو نمونه به ازاء هر کیلومتر مربع رخنمون می‌باشد. توجه به رخنمونهای سنگی، نمودهای تکنیکی و دیگر پدیده‌های جالب در مورد جانمایی کانی سنگین نیز در نظر گرفته شده است. برداشت نمونه‌های کانی سنگین از جاهائیکه ذرات درشت با ذرات ریزتر با هم یافت می‌شوند نتیجه بهتری خواهد داشت. برای برداشت نمونه چاله‌هایی به نظر ۳۰-۴۰ سانتیمتر و عمق ۴۰ الی ۶۰ سانتیمتر حفر می‌شود و حدود ۵ لیتر خاک الک شده زیر ۲۰ مش بعنوان نمونه برداشت می‌گردد.

لازم بذکر است که در این پروژه تعداد ۷۵۴ نمونه آبراهه‌ای و ۲۷۰ نمونه کانی سنگین برداشت و

آنالیز گردیده است.

۲-۴- نحوه آماده سازی نمونه های ژئوشیمیایی

در حقیقت بخشی از مرحله آماده سازی نمونه‌ها با انتخاب قطر بهینه ذرات بوسیله الک ۸۰ مش در صحرا انجام می‌گیرد که با توجه به موارد پرشماری که در نمونه‌برداری مورد نظر است یکی از بهترین اندازه‌ها برای نمونه ژئوشیمی است. مگر در موارد و اهداف خاصی که از الکهای با درجات مختلف و به ویژه ۴۰ مش استفاده می‌شود. نمونه‌ها پس از کنترل نهائی شماره همراه با لیست مربوطه برای آنالیز به آزمایشگاه ارسال می‌شود. سیر آماده سازی نمونه‌ها با خردایش آغاز و با پودر نمونه‌ها تا قطر ۲۰۰ مش ادامه می‌یابد. نمونه‌ها پس از همگن سازی اولیه در حجمی در حدود ۲۵ سانتیمتر مکعب تا حدود ۲۰۰ مش پودر شده و مابقی آنها به صورت بایگانی ذخیره می‌شود.

۲-۵- بررسی روش آنالیز و تجزیه و تحلیل دقت و صحت داده‌ها

روش آنالیز به نوع کانی سازی موجود در ناحیه مورد مطالعه و دیگر عوامل بستگی دارد. الگوهای متداول در تجزیه شیمیائی عناصر را امروزه روشهای اسپکترومتری، جذب اتمی، کالوریمتری، اسپکتروگراف تابشی و فلورسانس اشعه X تشکیل می‌دهند.

در پروژه حاضر نمونه‌های ژئوشیمیائی در آزمایشگاه سازمان زمین‌شناسی کشور مورد تجزیه شیمیائی قرار گرفت. حد حساسیت دستگاه و روش آنالیز برای عناصر مختلف در جدول شماره ۲-۳ آورده شده است.

جدول شماره ۲-۳: حد حساسیت و روش آنالیز برای عناصر مختلف

Element	units	Detection limit		method
		lower	upper	
Ag	ppm	0.02	-	AAS_Flame
Bi	ppm	0.5	-	AAS_Flame
Cd	ppm	0.02	-	AAS_Flame
Co	ppm	0.05	-	AAS_Flame
Cr	ppm	0.06	-	AAS_Flame
Cu	ppm	0.03	-	AAS_Flame
Mn	ppm	0.02	-	AAS_Flame
Ni	ppm	0.1	-	AAS_Flame
Pb	ppm	0.1	-	AAS_Flame
Sb	ppm	0.4	-	AAS_Flame
Zn	ppm	0.01	-	AAS_Flame
As	ppm	3	-	AAS_VGA
Sr	ppm	28	525	XRF_ED
Y	ppm	18	67	XRF_ED
Zr	ppm	162	490	XRF_ED
Nb	ppm	3.5	35	XRF_ED
Ba	ppm	185	2000	XRF_ED
Sn	ppm	2	29	XRF_ED
La	ppm	11	90	XRF_ED
Ce	ppm	44	192	XRF_ED
Nd	ppm	21	62	XRF_ED
Sm	ppm	0.6	10.8	XRF_ED
Hf	ppm	2.43	20	XRF_ED
Th	ppm	3.7	70	XRF_ED
Al ₂ O ₃	%	6.71	16.1	XRF_E

Element	units	Detection limit		method
		lower	upper	
SiO ₂	%	3.81	82.9	XRF_ED
Na ₂ O	%	0	4.81	XRF_ED
MgO	%	0.21	4.14	XRF_ED
K ₂ O	%	0.25	5.19	XRF_ED
CaO	%	0.22	7.52	XRF_ED
TiO ₂	%	0.23	1.3	XRF_ED
Fe ₂ O ₃	%	1.89	18.16	XRF_ED
Au	ppb	1	-	ES
Mo	ppb	50	-	PG
W	ppm	5	-	PG

ES: Emission spectrography

PG: Polarography

۲-۵-۱- داده‌های سنسورد و نحوه جایگزینی آنها

داده‌های سنسورد به داده‌هایی گفته می‌شود که مقدار آنها بزرگتر یا کوچکتر از حد حساسیت دستگاه باشد. در مواردی که سنجش‌های نسبی صورت می‌گیرد مانند جداسازی زمینه از آنومالی وجود داده‌های سنسورد موجب ارزیابی‌های غیر دقیق می‌شود. برای رفع این مشکل باید داده‌های سنسورد تخمین زده شوند و جایگزین گردند. روشهای مختلفی برای تخمین مقادیر سنسورد وجود دارد که روش جایگزینی ساده یکی از آنها است. در این روش مقادیر بزرگتر از حد حساسیت در مرز بالایی را با $\frac{4}{3}$ حد بالایی حساسیت و مقادیر کمتر از حد حساسیت در مرز پائینی با $\frac{3}{4}$ آن جایگزین می‌شود. در صورتی که درصد

داده‌های سنسورد بالا باشد برای جایگزینی از روش درستنمائی کوهن یا روش ترسیمی استفاده می‌شود. شرح این روشها در کتاب تحلیل داده‌های اکتشافی (حسنى پاک و محمد شرف‌الدین ۱۳۸۰) آمده است. جدول شماره ۲-۴ عناصر دارای داده‌های سنسورد، تعداد و درصد این نوع داده‌ها همچنین روش و مقدار جایگزین را نشان می‌دهد.

در این پروژه با توجه به اینکه عناصر و اکسیدهای MgO و Na_2O ، Zr ، Sr سنسوردهای زیادی

دارند (حداقل ۳۴ درصد) این عناصر (اکسیدها) فقط در بررسیهای تک متغیره استفاده می‌شوند.

جدول شماره ۲- ۴: داده های سنسورد و مقدار جایگزین شده آنها

عنصر (حد حساسیت)	تعداد داده‌های سنسورد (درصد)		مقدار جایگزین شده		روش جایگزینی
	کمتر از حد	بیشتر از حد			
Au(1)	208(27.5%)	-	0.25	-	ترسیمی
W(5)	754(100%)	-	-	-	-
Sr(28_525)	-	537(71%)	-	540	ترسیمی
Y(18_67)	36(4.5%)	-	13.5	-	ساده
Zr(162_490)	260(34%)	2(0.2%)	135	652	ترسیمی
Nb(3.5_35)	4(0.5%)	-	-	2.6	ساده
Ba(185_2000)	8(1%)	-	-	139	ساده
Sn(2_29)	14(1.8%)	-	-	1.5	ساده
La(11_90)	25(3%)	77(10%)	8.25	117	ساده
Ce(44_192)	73(10%)	1(0.15%)	33	249.6	ساده
Nd(21_62)	71(10%)	3(0.5%)	16	81	ساده
Sm(6_10.8)	-	2(0.3%)	-	14	ساده
Th(3.7_70)	171(22%)	-	1.8	-	ترسیمی
Al ₂ O ₃ (6.7_16)	1(0.15%)	-	5	-	ساده
Na ₂ O(0.4_81)	595(79%)	-	0	-	-
MgO(21_4.14)	272(40%)	-	0.1	-	ترسیمی
K ₂ O(25_5.19)	-	9(1.2%)	-	7	ساده
CaO(22_7.52)	-	74(10%)	-	10	ساده
TiO ₂ (23_1.3)	-	1(0.1%)	-	1.7	ساده

۲-۵-۲- تحلیل دقت آنالیزهای شیمیائی

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه ۳۰ نمونه تکراری بطور تصادفی از نمونه های اولیه انتخاب گردیده

که در جدول شماره ۲-۵ نتایج حاصل از تجزیه نمونه های اصلی و تکراری آورده شده است. برای تعیین

میزان خطای آنالیز از دو روش گرافیکی و محاسباتی استفاده می شود.

الف- روش گرافیکی

این روش بر اساس کار تامپسون و هوارث (۱۹۷۸) می باشد که میزان دقت اندازه گیری عیار را به صورت فرمول $Pc=2So/C+2K$ بیان می کنند. در این فرمول Pc دقت اندازه گیری است و بقیه پارامترها به شرح ذیل است:

So : انحراف معیار خطای آنالیز در عیار صفر

C : میانگین عیار نمونه های اصلی و تکراری

K : ضریبی برای کمی کردن دقت آنالیز

با توجه به فرمول بالا در عبارهای خیلی بالاتر از حد حساسیت دستگاه با توجه به اینکه مقدار $2So/C$ خیلی کوچک می شود $PC \cong 2K$ خواهد شد بدین معنی که مقدار $2K$ مبین دقت آنالیز خواهد بود. بنابراین اگر دقت ۱۰٪ مورد نظر باشد مقدار $K=0.05$ خواهد شد.

تامپسون و هوارث برای تعداد نمونه های تکراری کمتر از ۵۰ و بیشتر از ۱۰ فرایند ذیل را برای نمایش گرافیکی میزان خطای آنالیز ابداع نمودند.

۱- ایجاد دو تابع به صورت:

$$d90=2.326(So+Kc)$$

$$d99=3.643(So+Kc)$$

۲- رسم خطوط $d90$ و $d99$ برای مقادیر مناسبی از C (مثلا 0, 1, 10, 100, 1000) در مقیاس لگاریتمی برای ایجاد نمودار کنترلی.

۳- بدست آوردن مقادیر میانگین دو اندازه گیری و قدر مطلق اختلاف در اندازه گیری و نمایش آنها بصورت نقاطی روی نمودار کنترلی.

بطور معمول و به خصوص برای عیارهای خیلی بالاتر از حد حساسیت دستگاه مقدار S_0 را صفر

در نظر گرفته و بنابراین معادله خطوط فوق الذکر بصورت زیر درخواهد آمد:

$$d_{90} = 2.326 \times 0.05 \times C$$

$$d_{99} = 3.643 \times 0.05 \times C$$

۴- از آنجا که d_{90} و d_{99} به ترتیب معادل صدکهای (percentiles) ۹۰ و ۹۹ از قدر مطلق اختلافهای دو

اندازه گیری است (به فرض نرمال بودن توزیع خطای آنالیز) بنابراین ۹۰ درصد نقاط تکراری زیر خط d_{90}

و d_{99} درصد نقاط زیر خط d_{99} واقع می شوند و این در حالیست که خطای آنالیز ۱۰٪ است اگر نقاط

بیشتری زیر خط d_{90} واقع شوند خط کمتر از ۱۰ درصد و اگر نقاط بیشتری بالای d_{90} واقع شوند خطا

بیش از ۱۰ درصد خواهد بود.

با توجه به فرمولهای مورد ۱ ملاحظه می شود که اگر عیارهای اندازه گیری شده پائین بوده و نزدیک

حد حساسیت دستگاه باشد دیگر نمی توان از S_0 چشم پوشی نمود و نادیده گرفتن آن باعث می شود که

خطا بیش از مقدار برآورد شود در این حالت بهتر است خطای بدست آمده از روش محاسباتی مدنظر قرار

گیرد. نمودار کنترلی عناصر مختلف در شکل شماره ۲-۵ آورده شده است.

جدول شماره ۲-۵: نتیجه تجزیه نمونه های تکراری مشکین شهر

sample	Field.No	Ag	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	As	Sr	Y	Zr
major	Me-Gc-592	0.71	21.80	0.43	8.20	26.83	58.88	736.45	10.60	12.86	23.63	35.93	3.92	473.96	28.56	243.49
replicate	Me-dp-018	1.35	27.89	0.79	10.75	26.57	72.21	890.22	10.72	9.30	24.40	98.62	4.12	540	26.93	165.71
major	Me-Gc-590	1.61	24.40	0.81	10.44	28.63	74.39	986.41	12.48	16.81	23.95	67.89	4.67	540	26.4	167.63
replicate	Me-dp-019	0.74	27.10	0.73	21.03	27.79	92.68	2214.00	21.06	6.81	18.40	98.28	3.21	482.87	24.57	135
major	Me-Gc-420	1.39	10.48	1.08	20.18	28.61	96.02	808.71	22.36	6.52	24.20	114.35	5.31	463.79	22.09	135
replicate	Me-dp-020	0.27	25.46	0.63	10.15	26.14	85.53	1170.63	10.41	8.62	22.77	103.11	3.88	489.73	28.49	196.96
major	Me-Gc-418	0.84	11.15	0.87	10.44	27.12	87.12	953.28	11.77	9.30	25.60	70.02	6.09	483.18	25.37	167.87
replicate	Me-dp-021	0.99	32.82	0.74	10.96	26.78	100.24	947.56	11.78	6.10	17.52	79.94	3.86	484.95	30.21	135
major	Me-Gc-478	1.54	17.11	1.12	10.41	25.27	102.20	941.80	10.30	4.60	27.42	47.80	5.74	468.09	29.67	135
replicate	Me-dp-022	0.36	25.18	0.63	13.60	26.76	81.43	578.71	19.67	7.69	20.01	153.70	3.11	487.84	28	173.38
major	Me-Gc-415	0.77	12.40	0.59	12.70	27.17	80.92	568.41	20.50	8.36	25.00	77.15	5.05	496.66	25.91	180.19
replicate	Me-dp-023	1.21	9.87	0.58	14.48	25.39	152.27	1482.00	16.79	24.72	21.10	103.06	3.97	540	26.18	191.08
major	Me-Gc-485	0.63	17.11	0.95	12.90	25.20	144.12	967.25	12.56	5.22	25.48	65.79	5.19	540	28.2	135
replicate	Me-dp-024	0.57	14.82	0.54	10.16	25.85	140.43	695.38	26.61	4.98	26.81	133.05	3.59	540	28.9	177.31
major	Me-Gc-407	1.00	10.30	0.56	10.13	27.55	142.42	587.10	15.61	6.81	23.40	115.35	4.72	540	28.27	135
replicate	Me-dp-025	0.39	21.42	0.66	14.03	25.87	131.27	982.49	17.05	7.07	19.26	98.82	3.04	540	27.33	189.78
major	Me-Gc-482	0.79	17.31	1.04	13.15	25.15	131.65	1021.63	13.83	7.62	19.29	73.31	5.26	540	25.74	195.84
replicate	Me-dp-026	0.45	16.31	0.54	22.45	27.74	59.35	1360.15	23.66	7.12	20.58	108.37	3.92	540	20.38	135
major	Me-Gc-296	0.92	23.64	0.67	19.16	26.38	61.86	721.50	23.99	7.74	15.00	79.91	3.99	494.85	21.74	135
replicate	Me-dp-027	0.15	27.27	0.58	11.53	26.52	114.15	992.08	13.32	5.86	20.46	106.33	3.01	540	27.93	135
major	Me-Gc-290	0.59	17.97	0.49	9.21	26.54	112.22	861.10	13.62	4.69	16.20	62.80	4.31	540	23.82	171.06
replicate	Me-dp-028	0.52	24.90	0.60	16.78	26.95	65.12	1721.00	24.66	6.14	23.70	94.00	4.05	540	24.33	135
major	Me-Gc-299	0.60	21.45	0.49	13.20	26.02	64.00	793.39	23.73	7.41	20.52	62.71	3.16	540	20.98	207.72
replicate	Me-dp-029	0.52	22.41	0.47	16.46	27.94	60.71	1391.23	24.75	10.37	24.40	169.25	3.24	540	26.57	221.97
major	Me-Gc-436	0.95	15.20	1.10	15.86	25.08	62.30	714.69	24.33	9.79	25.49	72.15	4.03	540	22.03	175.23
replicate	Me-dp-030	0.16	17.45	0.41	10.87	26.35	20.68	441.17	24.14	5.48	18.40	48.66	3.34	540	21.72	253.63
major	Me-Gc-72	0.19	28.52	0.30	8.55	25.49	20.29	387.03	24.32	14.25	31.60	55.76	4.84	540	18.41	251.35

ادامہ جدول شماره ۵-۲

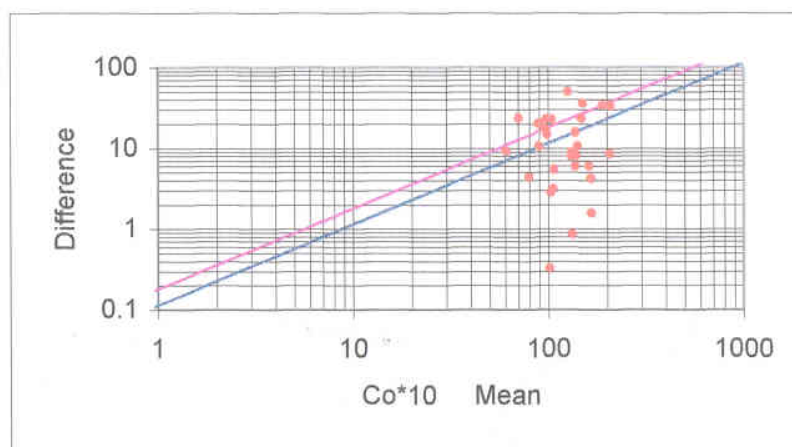
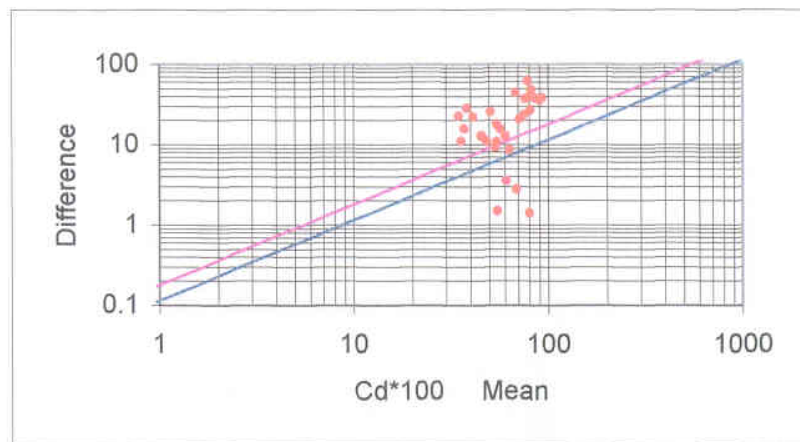
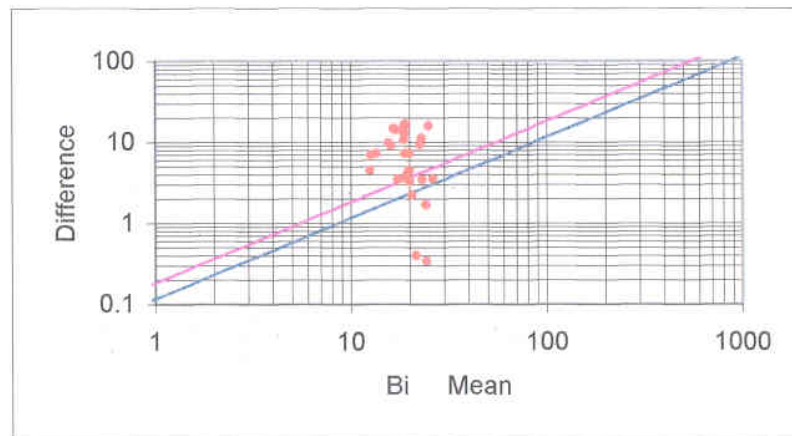
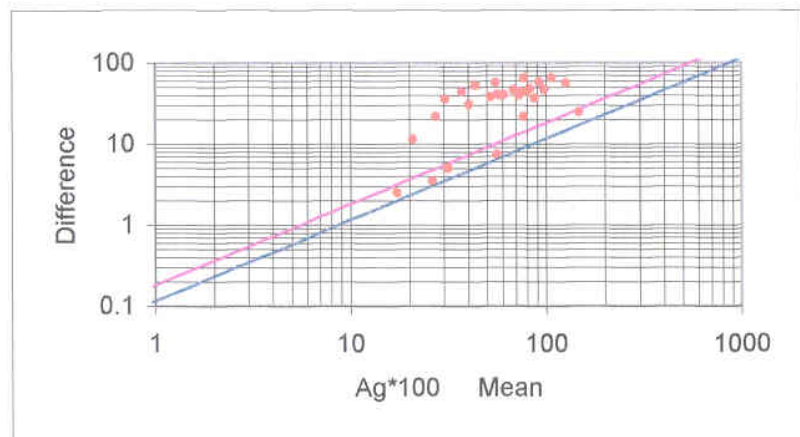
sample	Field.No	Ag	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	As	Sr	Y	Zr
replicate	Me-dp-001	0.15	10.63	0.46	6.58	26.95	14.38	280.99	12.95	3.50	17.20	61.89	3.76	540	21.33	237.69
major	Me-Gc-81	0.27	20.44	0.23	5.65	26.26	15.88	279.34	16.04	9.31	32.40	41.27	5.08	540	23.89	184.87
replicate	Me-dp-002	0.66	20.83	0.68	16.74	25.70	118.89	818.30	22.28	8.51	17.40	140.09	3.71	415.52	29.14	171.84
major	Me-Gc-432	0.87	17.22	0.94	16.58	28.46	124.28	860.95	21.96	5.76	24.61	76.56	5.42	414.89	21.46	135
replicate	Me-dp-003	0.13	11.21	0.52	10.50	30.60	23.47	413.27	19.78	8.47	18.00	176.98	3.57	540	24.26	272.97
major	Me-Gc-76	0.49	27.20	0.40	8.74	26.06	23.19	304.21	21.46	14.31	30.20	55.82	4.86	540	22.3	253.8
replicate	Me-dp-004	0.50	18.34	0.58	14.71	26.95	119.79	1529.40	18.00	7.03	18.00	184.47	4.23	519.78	23.49	135
major	Me-Gc-462	0.95	21.64	1.06	13.65	25.70	118.48	791.72	17.70	4.68	19.40	111.16	5.77	540	22.94	206.38
replicate	Me-dp-005	0.28	9.89	0.53	8.21	27.36	16.53	710.52	27.01	5.20	17.80	184.29	4.13	540	26.33	217.35
major	Me-Gc-73	0.25	24.03	0.24	5.85	25.32	16.08	284.89	27.94	11.34	30.40	51.03	4.80	540	23.91	172.2
replicate	Me-dp-006	0.69	15.58	0.60	13.55	29.11	119.78	1366.55	21.51	6.79	18.80	188.96	3.26	540	23.22	135
major	Me-Gc-453	1.06	19.12	1.00	12.75	25.10	123.46	716.86	20.90	5.06	20.00	57.24	5.20	540	28.92	135
replicate	Me-dp-007	0.25	15.73	0.52	9.89	30.48	32.36	1039.71	18.58	9.51	17.40	171.99	4.49	540	21.68	280.32
major	Me-Gc-95	0.56	15.82	0.30	7.86	26.57	31.90	588.08	20.16	16.92	32.20	66.17	4.77	540	27.72	270.13
replicate	Me-dp-008	0.57	24.11	0.61	14.00	28.13	135.12	767.15	11.22	7.83	18.00	129.71	3.73	450.91	27.18	135
major	Me-Gc-431	1.00	13.40	0.82	13.40	26.59	134.30	660.51	13.24	7.27	20.60	71.31	5.05	417.54	26.25	135
replicate	Me-dp-009	0.16	9.14	0.64	10.63	25.42	22.35	1107.04	20.85	10.59	19.00	152.25	3.07	540	25.44	259.78
major	Me-Gc-99	0.38	16.21	0.38	9.14	24.50	23.52	916.83	23.20	18.23	29.40	65.19	4.13	540	22.83	255.38
replicate	Me-dp-010	0.34	9.10	0.45	9.52	26.28	20.20	500.42	22.44	6.56	18.00	79.48	3.98	540	20.43	288.89
major	Me-Gc-69	0.29	23.91	0.29	8.45	26.06	20.68	340.53	24.47	13.61	32.80	57.66	5.04	540	13.5	244.06
replicate	Me-dp-011	0.17	20.64	0.46	13.15	24.36	175.48	872.91	12.93	5.76	18.00	197.16	3.32	495.76	25.06	135
major	Me-Gc-423	0.70	11.48	0.90	13.24	27.67	181.12	1274.80	15.03	5.74	24.40	70.24	3.08	504.47	26.18	135
replicate	Me-dp-012	0.45	21.63	0.68	16.70	25.15	69.73	763.20	19.76	6.59	19.20	112.13	3.63	540	22.27	191.49
major	Me-Gc-575	1.10	19.40	0.59	16.28	28.61	72.45	846.41	23.26	17.30	21.97	45.68	4.94	540	23.43	163.29
replicate	Me-dp-013	0.53	17.66	0.63	20.68	26.45	53.45	1205.43	31.18	7.95	20.00	163.58	3.01	462.46	22.62	135
major	Me-Gc-517	0.93	22.18	0.45	17.29	26.81	49.48	806.68	31.32	11.40	22.97	59.24	5.58	467.27	22.2	135
replicate	Me-dp-014	0.74	23.39	0.52	15.90	25.42	122.18	1112.54	17.45	6.65	21.60	141.35	3.89	540	26.49	135
major	Me-Gc-519	1.21	25.05	0.39	13.57	25.34	117.98	922.79	18.88	12.21	26.24	62.26	5.17	514.38	21.87	171.32
replicate	Me-dp-015	0.40	21.26	0.65	15.11	25.73	70.55	1034.35	25.84	8.58	20.20	104.09	3.90	487.69	28.09	172.71
major	Me-Gc-511	0.81	21.66	0.49	10.03	25.94	66.18	640.18	25.87	12.37	23.99	59.06	5.56	495.02	25.78	187.73
replicate	Me-dp-016	0.59	24.26	0.70	13.38	25.46	65.38	1035.16	31.05	9.12	19.20	188.31	3.50	540	24.35	135
major	Me-Gc-589	1.06	24.60	0.67	14.20	27.74	65.82	701.31	32.17	18.02	23.84	37.18	4.07	540	21	169.29
replicate	Me-dp-017	0.33	21.76	0.54	7.76	27.05	55.69	790.91	8.29	7.02	24.60	141.44	4.43	468.13	28.3	232.88

ادامہ جدول شماره ۲-۵

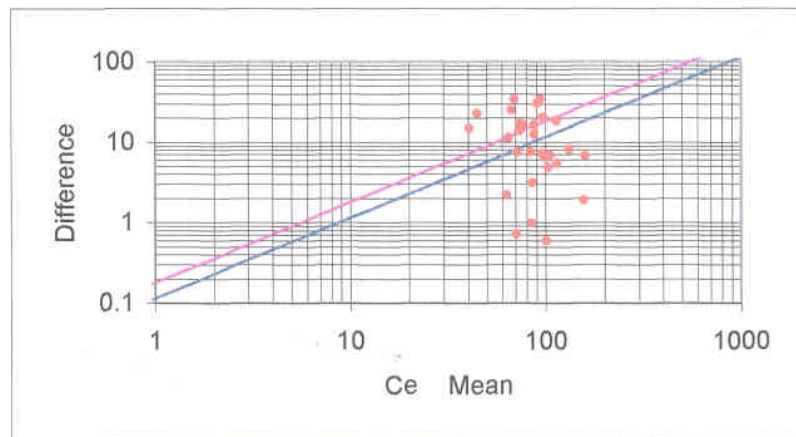
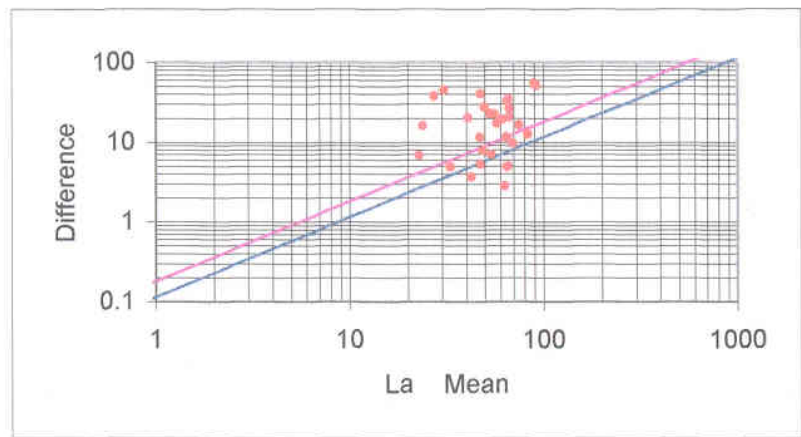
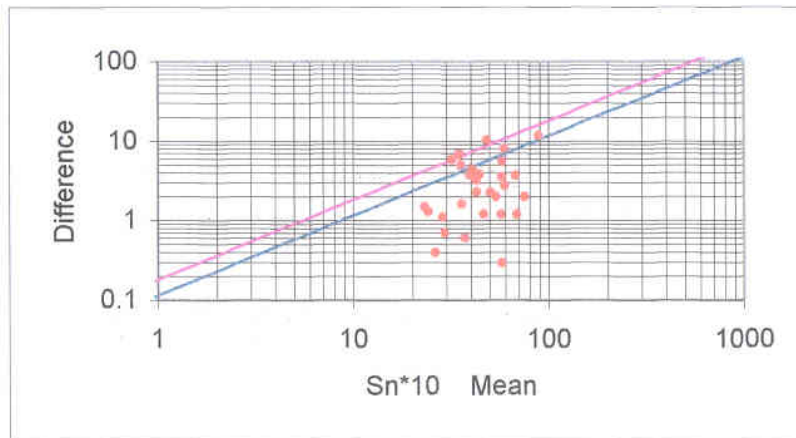
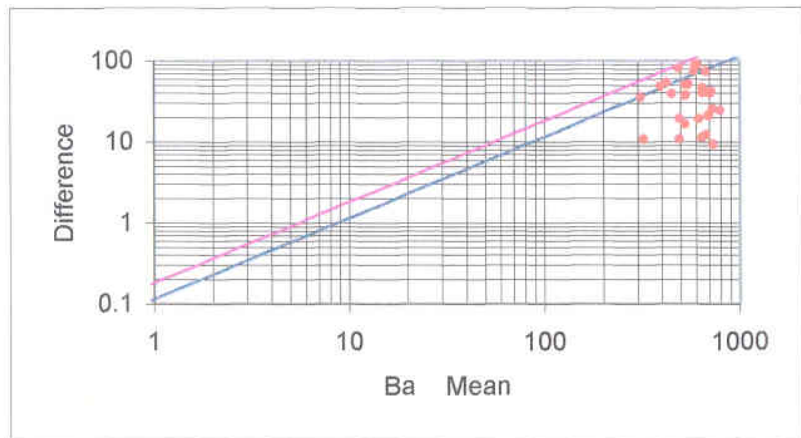
sample	Field.No	Nb	Ba	Sn	La	Ce	Nd	Sm	Hf	Th	Al2O3	SiO2	Na2O	MgO	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3
replicate	Me-dp-001	19.71	664.29	3.64	52.13	81.35	32.3	5.87	4.47	4.48	12.27	56.3	0	0.51	2.76	3.5	0.81	4.59
major	Me-Gc-81	17.35	624.29	3.48	44.32	93.82	31.42	5.5	6.15	7.76	9.35	45.63	0.27	0.59	2.29	3.07	0.67	3.83
replicate	Me-dp-002	16.88	532.83	5.47	63.35	95.37	54.1	6.64	7.84	9.89	13.89	53.1	0	0.1	3.56	4.52	0.78	6.77
major	Me-Gc-432	13.27	515.93	5.27	68.41	79.03	38	6.55	11.52	4.22	10.47	44.1	0	0.37	3.1	3.95	0.68	5.79
replicate	Me-dp-003	21.45	735.99	2.23	8.25	61.95	37.44	6	3.82	4.99	13.2	56.93	0	0.25	2.44	2.33	0.99	5.74
major	Me-Gc-76	17.63	726.67	2.38	53.3	64.16	35.36	5.64	5.75	9.83	9.85	45.78	0	0.33	2.11	2.02	0.83	4.8
replicate	Me-dp-004	28.2	548.84	5.76	63.31	108.25	50.44	5.91	8.88	8.3	11.79	52.97	0	0.23	3.41	5.31	0.75	5.88
major	Me-Gc-462	13.91	510.51	5.73	35.9	101.36	50.65	6.19	11.26	5.92	9.49	44.11	0	0.1	3.02	4.55	0.66	5.12
replicate	Me-dp-005	23.58	668.68	2.95	44.49	70.02	38.84	5.56	5.2	6.61	11.75	56.14	0	0.83	2.24	2.92	0.8	4.64
major	Me-Gc-73	19.68	680.8	2.88	67.04	70.75	41.08	5.38	3.86	1.8	11.36	55.59	0	0.5	2.29	3.05	0.84	4.66
replicate	Me-dp-006	24.96	369.27	4.56	117	111.02	43.68	5.92	12.32	10.82	12.71	52.31	0	0.56	3.5	4.14	0.56	5.32
major	Me-Gc-453	11.34	418.15	4.68	65.99	116.47	47.64	6.17	9.28	4.2	13.49	52.91	0	0.26	3.58	4.22	0.59	5.39
replicate	Me-dp-007	15.52	649.01	2.91	41.58	87.02	27.73	6.08	5.98	9.39	13.2	55.81	0	0.6	3.09	2.28	0.93	6.05
major	Me-Gc-95	20.37	637.68	2.8	64.36	79.4	43.55	6.21	7.41	8.27	13.32	55.88	0	0.1	3.25	2.32	0.92	6.29
replicate	Me-dp-008	10.25	568.75	5.77	44.72	84.31	23.38	6.47	8.21	9.63	14.18	52.83	0	0.53	3.53	4.91	0.78	6.23
major	Me-Gc-431	15.18	517.01	5.65	50.02	85.29	41.35	5.97	10.11	11.17	14.14	52.55	0	0.64	3.59	4.93	0.79	6.06
replicate	Me-dp-009	19.28	781.13	2.47	19.35	55.98	25.29	6.38	5.92	4.84	12.74	55.41	0	0.34	2.53	2.4	1.01	6.56
major	Me-Gc-99	16.48	805.36	2.34	26.25	33	49.75	7.43	7.88	13.2	9.47	45.57	0	0.1	2.16	2.05	0.89	5.54
replicate	Me-dp-010	15.96	697.39	3.8	46.19	84.05	26.96	5.98	4.86	1.8	12.24	55.66	0	0.28	2.42	3.51	0.88	5.39
major	Me-Gc-69	10.96	739.47	3.3	8.25	67.17	31.19	5.36	4.1	1.8	11.89	55.23	0	0.42	2.42	3.57	0.91	5.44
replicate	Me-dp-011	21.95	542.27	3.84	56.14	76.48	43.31	6.9	13.37	1.8	13.1	52.59	0	0.43	3.71	2.93	0.76	6.18
major	Me-Gc-423	19.59	505.02	4.28	77.08	111.13	42.1	6.74	12.11	8.12	12.96	52.53	0	0.69	3.89	3.01	0.74	6.02
replicate	Me-dp-012	17.14	703.3	5.52	50.94	79.01	36.97	6.67	6.65	6.84	12.33	52.72	0	0.56	3.08	4.97	0.89	6.89
major	Me-Gc-575	14.98	682.64	6.08	30.79	53.43	27.78	6.96	5	10.79	12.61	52.58	0	0.1	3.04	5.07	0.92	6.86
replicate	Me-dp-013	14.23	653.87	4.4	64.4	65.28	56.26	7.35	5.37	6.44	12.69	52.89	0	0.48	3.01	3.85	0.88	8.67
major	Me-Gc-517	18.18	564.27	4.08	74.11	82.46	42.48	6.33	5.57	4.6	9.62	43.95	0.08	0.38	2.56	3.26	0.74	7.32
replicate	Me-dp-014	16.65	502	5.81	62.37	102.5	41.58	6.29	8.06	12.69	12.97	52.29	0	0.1	3.41	5.14	0.65	5.98
major	Me-Gc-519	12.8	482.47	6.09	67.39	96	39.66	6.49	8.75	5.18	12.69	52.48	0	0.41	3.41	5.24	0.68	6.04
replicate	Me-dp-015	13.86	635.99	3.75	27.32	84.01	28.15	7.04	8.46	10.09	12.87	54.79	0	0.58	2.93	3.55	0.84	6.38
major	Me-Gc-511	13.78	546.34	3.69	67.42	87.15	43.11	6.49	9.28	10.74	9.84	45.16	0.23	0.4	2.44	3.01	0.7	5.25
replicate	Me-dp-016	9.88	590.81	6.94	61.67	75.54	81	6.4	6.04	4.34	11.95	51.35	0	0.75	3.82	5.96	0.82	6.2
major	Me-Gc-589	18.26	480.94	6.57	117	106.11	49.44	6.71	6.52	5.67	8.95	42.24	0	0.1	3.26	5.36	0.69	5.21
replicate	Me-dp-017	10.48	450.03	5.93	48.16	134.98	34.74	5.21	6.42	4.24	12.86	52.75	0	0.5	3.75	4.93	0.58	4.54

ادامہ جدول شماره ۵-۲

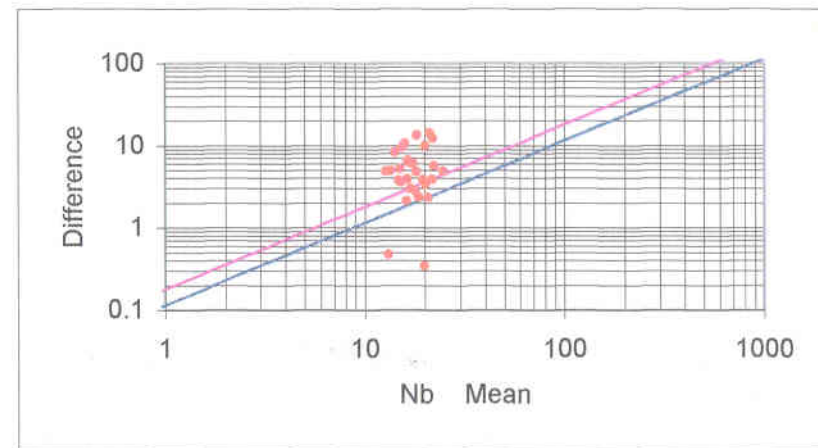
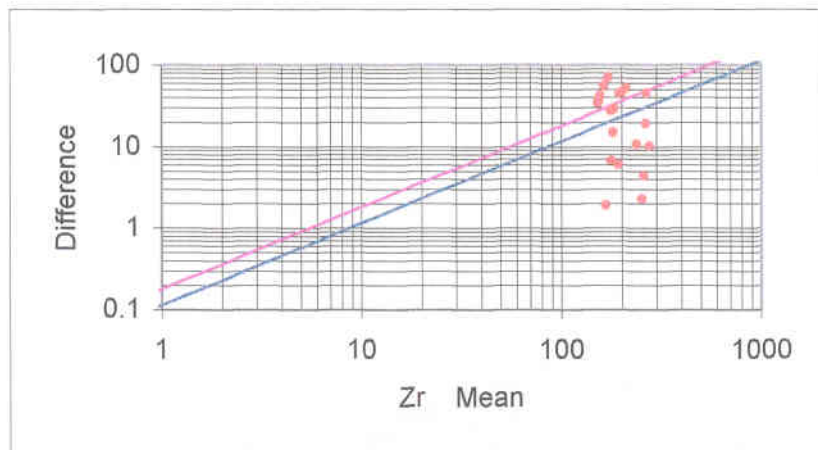
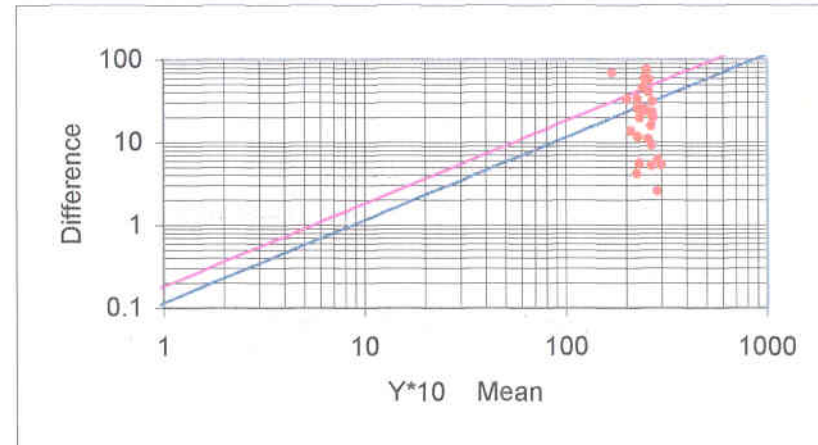
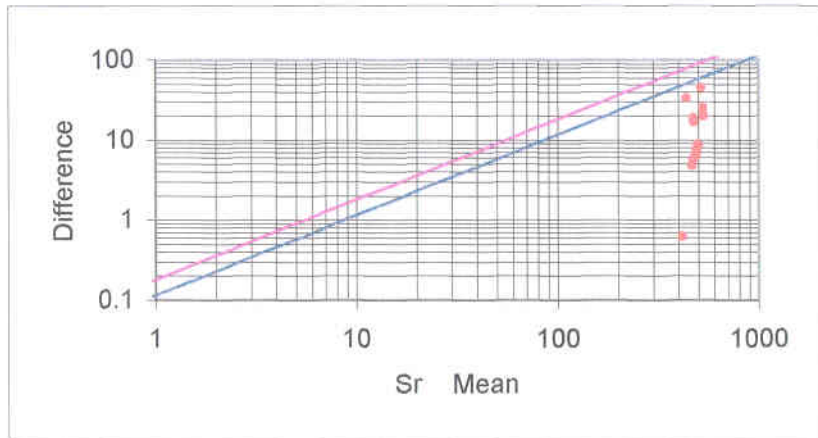
sample	Field.No	Nb	Ba	Sn	La	Ce	Nd	Sm	Hf	Th	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
major	Me-Gc-592	20	395.62	5.57	80.98	126.77	34.79	5.28	8.44	1.8	9.45	42.79	0	0.35	3.16	4.24	0.48	3.81
replicate	Me-dp-018	13.36	292.56	9.47	66.3	157.26	16	5.51	7.27	1.8	11.28	50.69	0	0.1	3.62	10	0.46	4.51
major	Me-Gc-590	19.64	327.84	8.3	48.82	155.35	29.18	5.15	7.52	12.28	9	41.85	0	0.6	3.08	10	0.39	3.75
replicate	Me-dp-019	15.64	629.31	6.92	44	86.39	51.33	6.53	6.1	3.74	11.78	50.66	0	0.24	3.75	5.74	0.87	8.15
major	Me-Gc-420	28	610.12	6.8	40.33	106.83	31.4	6.67	8.7	1.8	11.94	50.74	0	0.72	3.75	5.81	0.9	8.16
replicate	Me-dp-020	18.36	620.71	5.33	66.36	85.73	60.08	6.43	8.76	8.38	12.71	52.64	0	0.4	4.73	3.47	0.93	5.65
major	Me-Gc-418	15.35	545.83	4.3	82.85	51.51	40.36	6.73	11.12	5.74	9.71	44.22	0	0.52	4.11	2.78	0.77	4.73
replicate	Me-dp-021	10.38	327.57	7.41	57.17	161.93	45.79	5.43	11.27	7.75	12.99	52.08	0	0.25	3.5	10	0.42	4.38
major	Me-Gc-478	21.04	316.91	7.61	50.17	155.18	30.85	5.19	9.77	10.09	12.86	52.36	0	0.43	3.53	10	0.42	4.46
replicate	Me-dp-022	14.35	707.95	4.11	48.34	65.85	56.81	7.27	5.1	5.18	12.75	52.88	0	0.76	3.53	2.89	0.95	7.12
major	Me-Gc-415	20.46	634.2	3.74	83.32	79.84	42.33	7.02	7.58	6.11	9.54	43.91	0	0.1	3.02	2.51	0.78	6.07
replicate	Me-dp-023	18.45	494.86	3.83	53.5	99.6	40.44	6.97	12.61	10.38	13.7	53.52	0	1.25	3.26	3.13	0.65	5.54
major	Me-Gc-485	21.82	483.91	3.14	80.06	92.38	44.78	5.94	15.36	9.52	9.8	44.12	0	0.78	2.78	2.71	0.55	4.72
replicate	Me-dp-024	22.2	468.31	5.52	76.29	104.18	35.21	5.63	12.58	5.9	13.04	53	0	0.72	4.14	4.6	0.68	5.43
major	Me-Gc-407	27.1	428.79	6.34	88.89	122.61	41.27	5.6	12.6	8.82	12.84	53.26	0	1.05	4.21	4.63	0.71	5.39
replicate	Me-dp-025	13.02	548.87	3.79	51.9	105.43	45.37	7	11.98	8.53	13.38	53.43	0	0.55	3.31	3.13	0.76	5.99
major	Me-Gc-482	19.69	497.19	3.12	71.36	100.56	43.69	5.62	12.73	8.21	9.96	43.98	0	0.1	2.83	2.66	0.64	5.04
replicate	Me-dp-026	20.07	667.18	4.59	35.41	70.03	52.53	8.23	6.59	8.73	12.18	52.41	0	0.3	2.67	4.13	0.83	9.04
major	Me-Gc-296	19.72	620.48	4.21	30.5	58.46	47.98	6.86	3.62	5.06	12.21	52.25	0	0.1	2.71	4.07	0.83	8.98
replicate	Me-dp-027	13.35	445.98	4.16	58.28	100.15	40.36	6.31	10.95	12.36	12.89	52.57	0	0.9	3.94	3.19	0.64	5.71
major	Me-Gc-290	12.87	527.94	4.39	69.93	100.75	40.86	6.02	9.42	5.64	13.13	52.28	0	0.39	4.07	3.28	0.72	5.68
replicate	Me-dp-028	24.89	723.95	4.92	52.76	33	26.91	6.97	6.48	7.28	12.83	54.06	0	0.56	3.41	4.1	0.99	6.64
major	Me-Gc-299	14.92	684.32	5.15	41.33	47.68	35.74	6.85	6.21	14.59	12.41	53.58	0	0.9	3.45	4.22	0.99	6.64
replicate	Me-dp-029	19.35	702.15	3.47	64.29	67.46	53.72	6.9	8.02	11.9	13.7	53.98	0	0.36	3.07	2.71	0.92	7.37
major	Me-Gc-436	25	680.97	2.88	61.47	75.06	36.1	6.7	8.07	14.71	10.04	45.13	0	0.27	2.65	2.32	0.78	6.38
replicate	Me-dp-030	12.35	737.45	2.6	15.64	69.68	49.8	5.66	4.87	15.98	12.93	56.67	0	0.46	2.28	2.78	0.89	5.44
major	Me-Gc-72	17.63	712.04	2.64	31.89	58.35	37.94	5.98	3.81	5.24	12.54	56.38	0	0.66	2.29	2.86	0.91	5.34



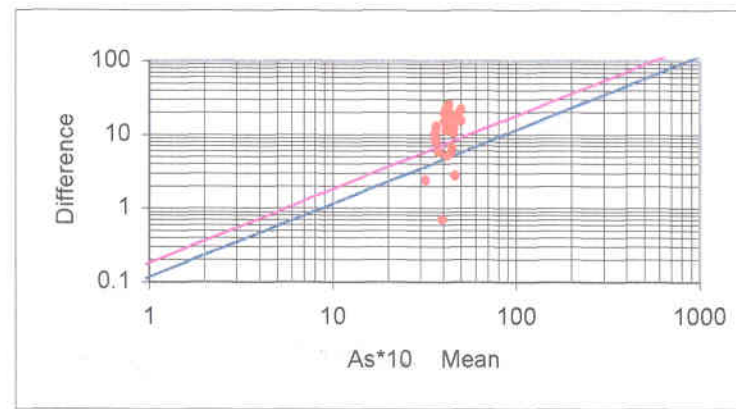
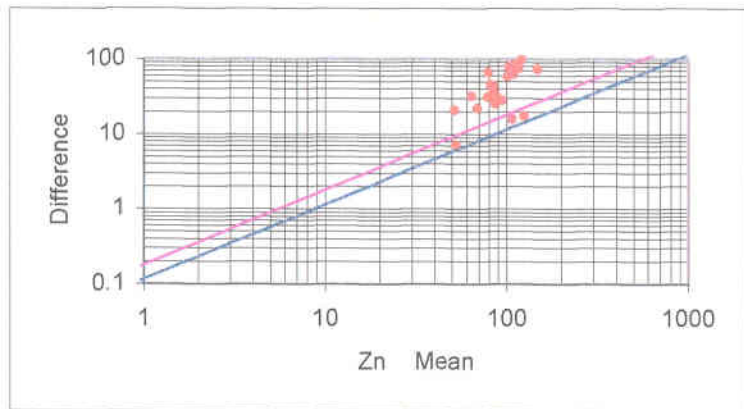
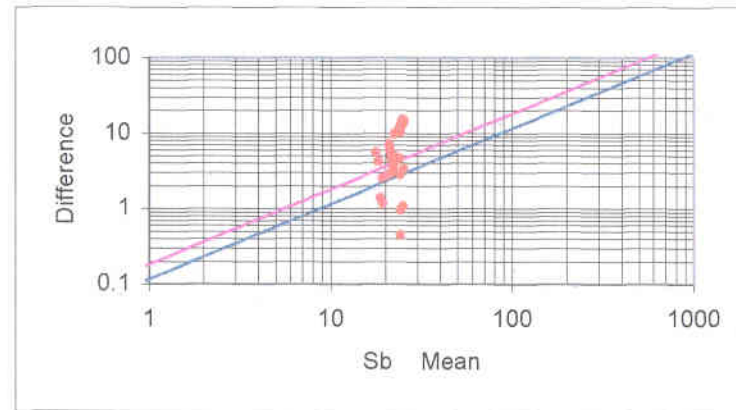
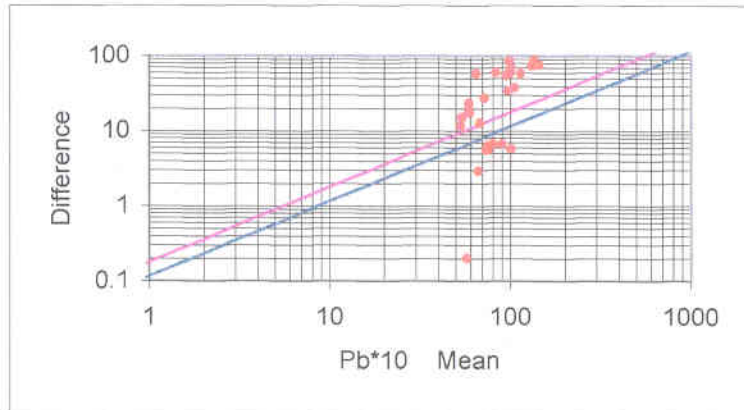
شکل شماره ۲-۵: نمودار کنترلی عناصر مختلف بر اساس دیاگرام تامپسون



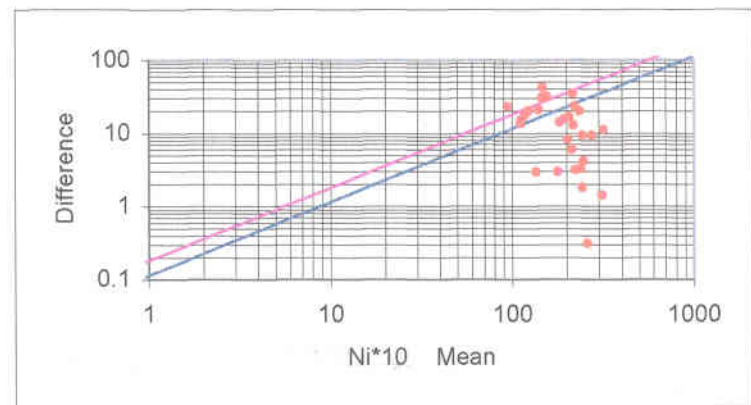
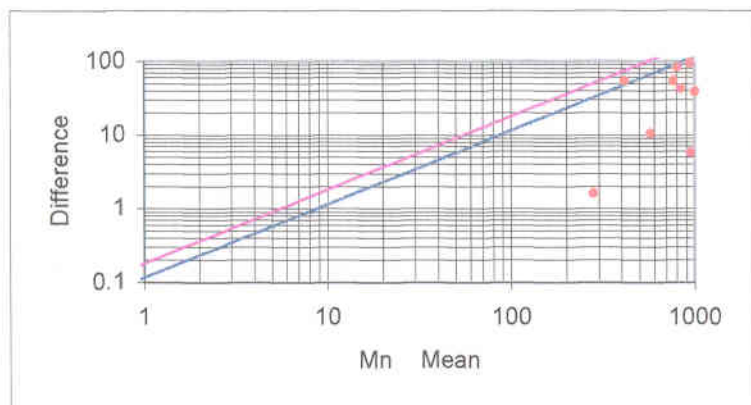
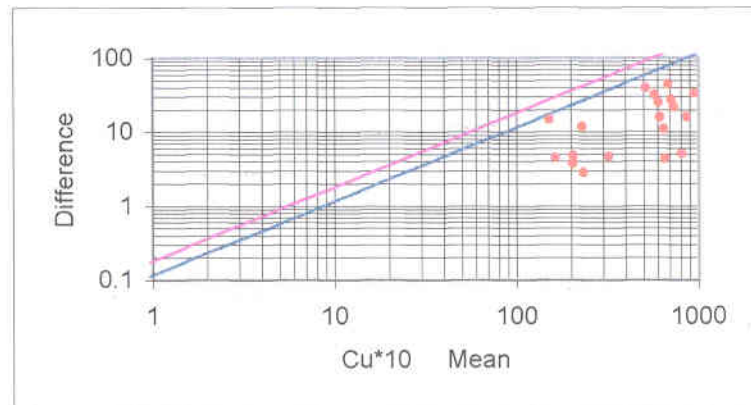
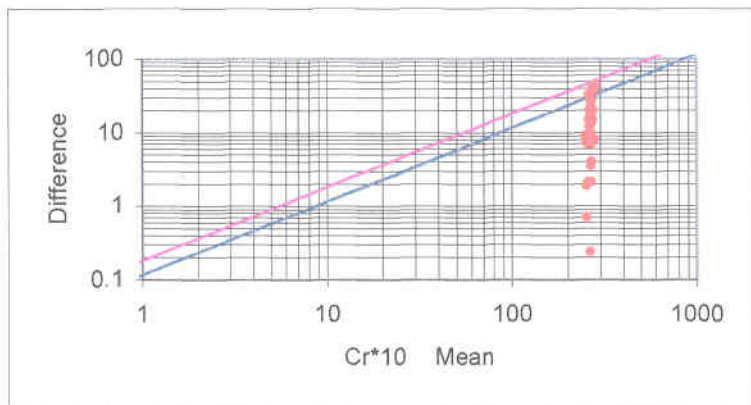
ادامہ شکل شماره ۵-۲



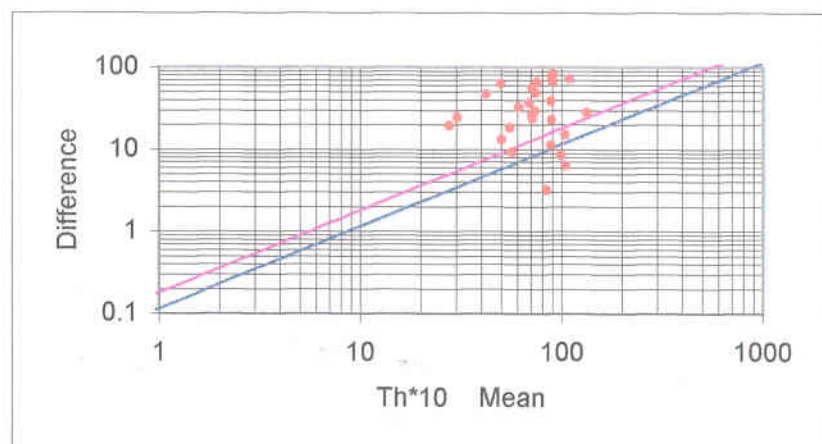
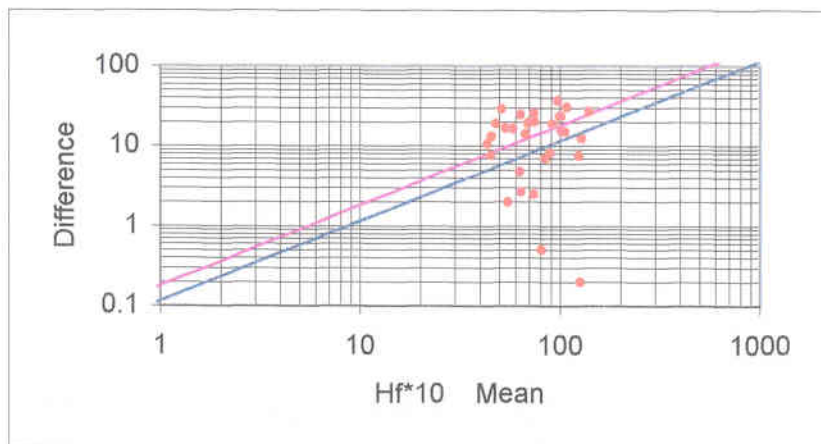
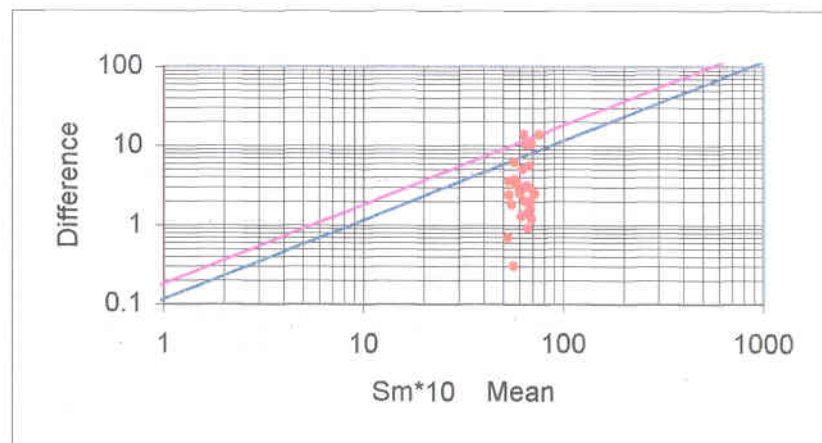
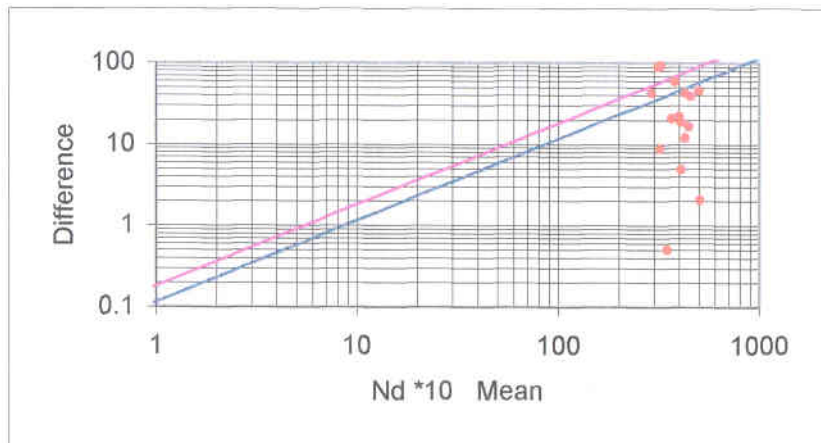
ادامہ شکل شماره ۵-۲



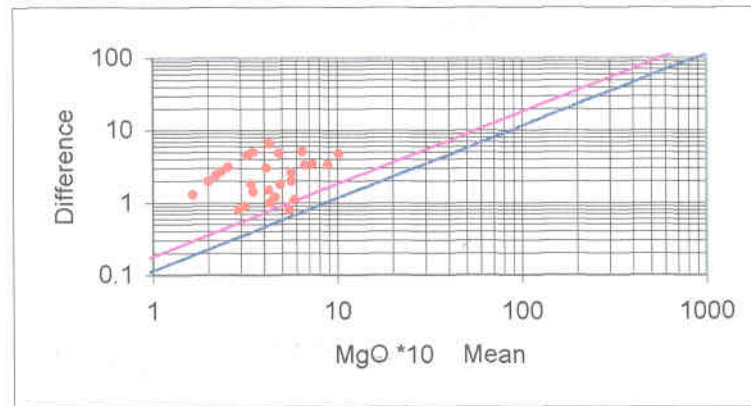
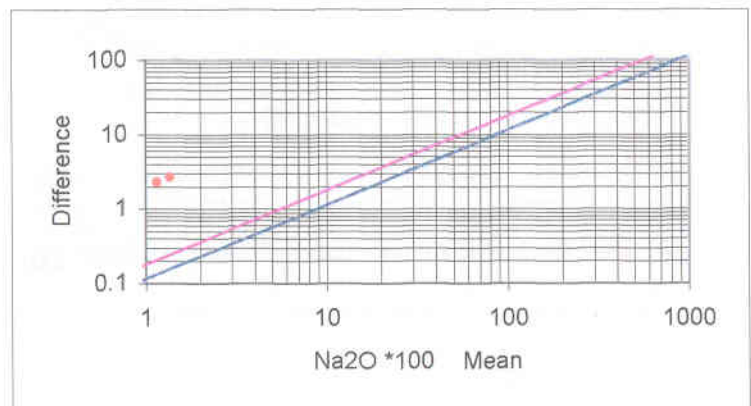
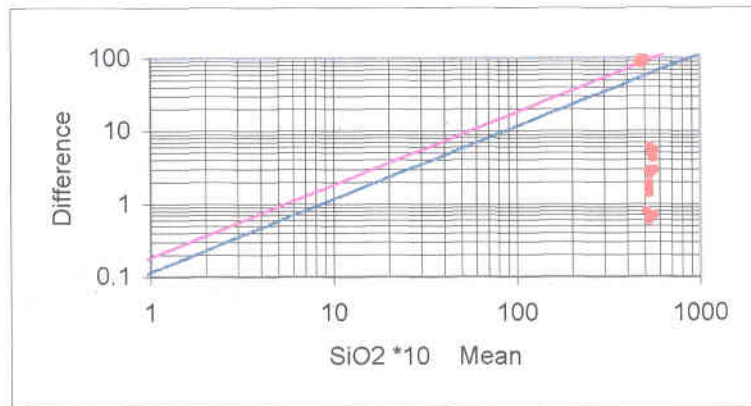
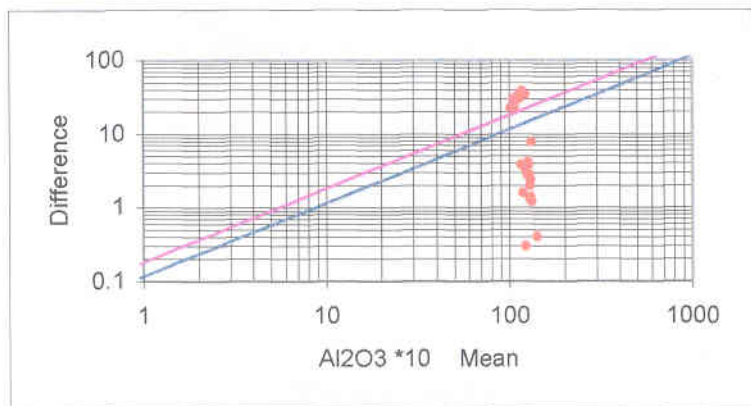
ادامہ شکل شماره ۵-۲



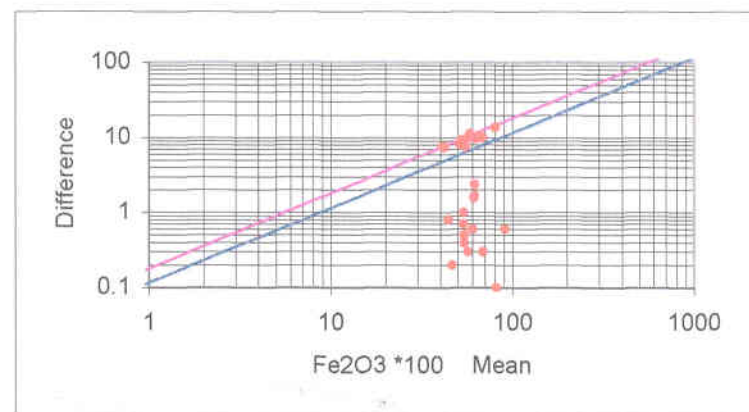
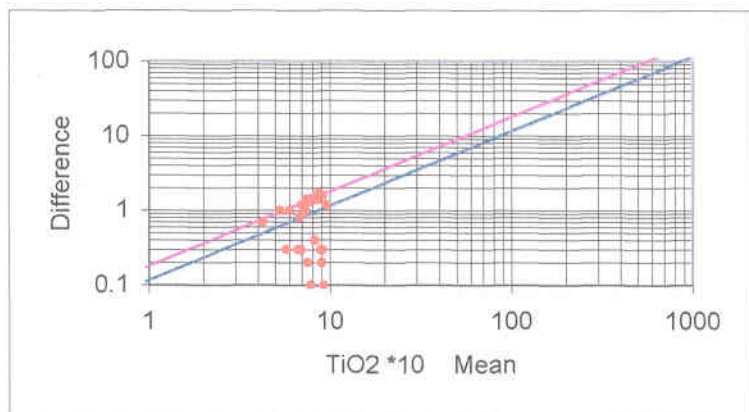
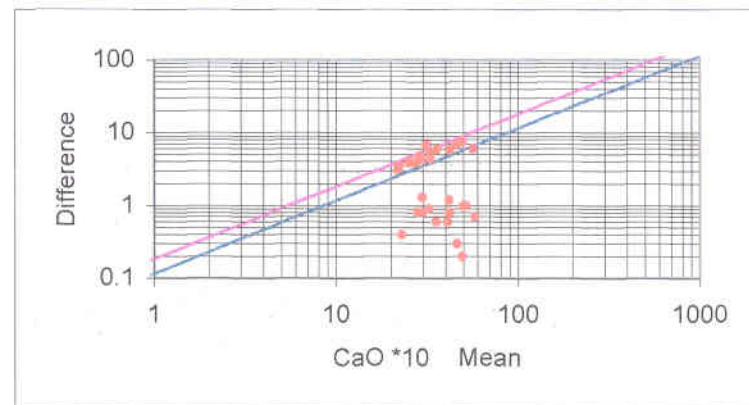
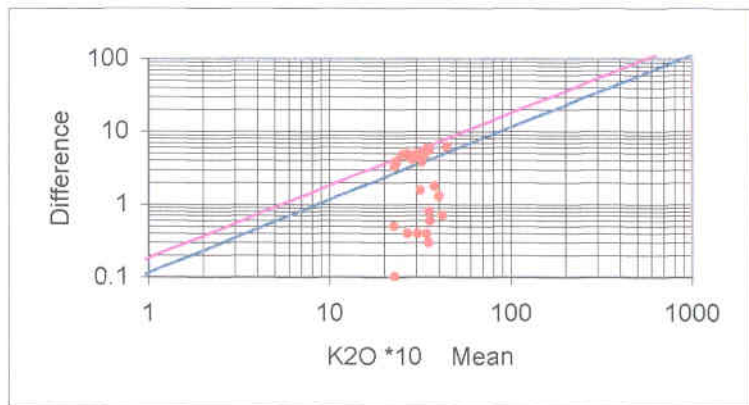
ادامہ شکل شماره ۵-۲



ادامہ شکل شماره ۵-۲



ادامہ شکل شماره ۵-۲



ادامہ شکل شماره ۵۲

ب - روش محاسباتی:

برای روش محاسباتی از فرمول $error = \frac{2}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|xi - yi|}{xi + yi}$ استفاده می شود که در آن n تعداد

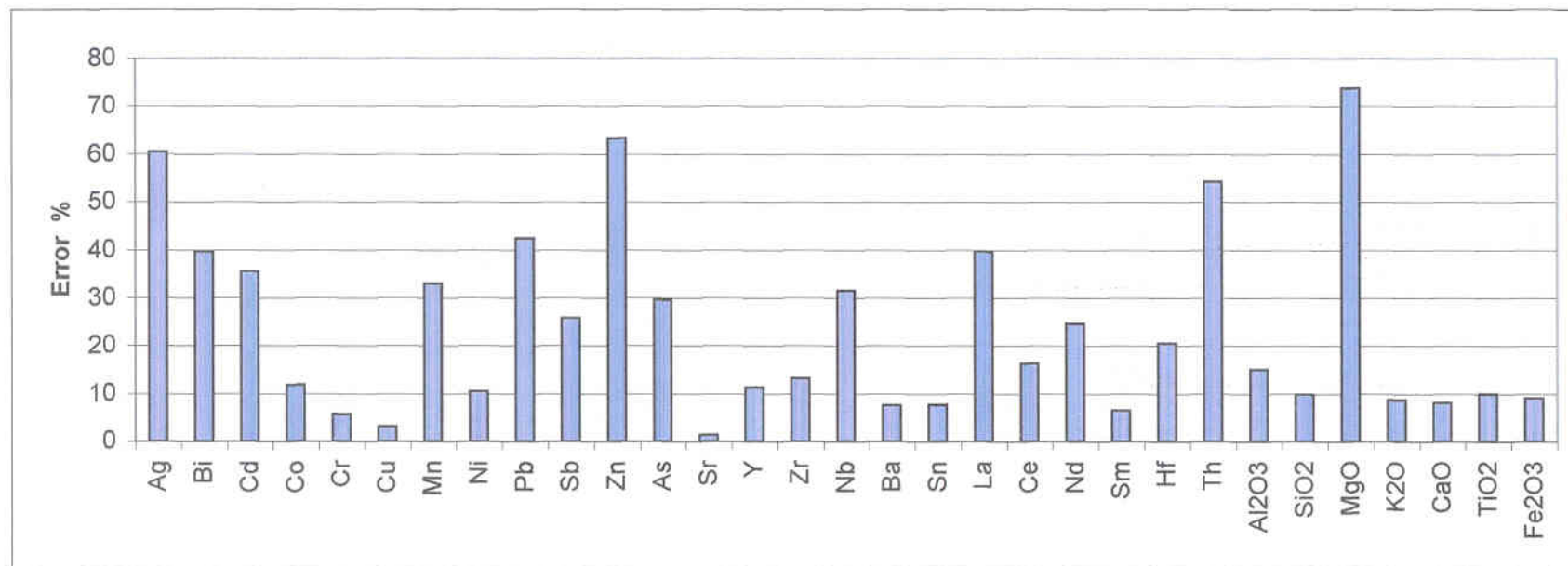
نمونه‌های تکراری و xi و yi عیار اندازه‌گیری شده در این نمون ها است. در شکل شماره ۲-۶ میزان خطای

عناصر به روش محاسباتی نشان داده شده است. جدول شماره ۲-۶ میزان خطای بدست آمده از دو روش را

نشان می دهد.

جدول شماره ۲-۶: درصد خطای آنالیز عناصر مختلف

عنصر (اکسید)	درصد خطا (محاسباتی)	درصد خطا (تامپسون)
Ag	60.4	>60
Bi	39.7	40-45
Cd	35.5	35-40
Co	11.8	20-25
Cr	5.7	<10
Cu	3.1	<10
Mn	33	40-45
Ni	10.4	10-15
Pb	42.5	50-55
Sb	25.7	25-30
Zn	63.4	50-60
As	29.6	25-30
Sr	1.4	<10
Y	11.3	15-20
Zr	13.1	15-21
Nb	31.4	35-40
Ba	7.6	<10
Sn	7.7	<10
La	39.7	50-60
Ce	16.3	25-30
Nd	24.7	10-15
Sm	6.5	<10
Hf	20.6	25-30
Th	54.2	50-60
Al2O3	15	15-20
SiO2	9.9	<10
MgO	73.7	>70
K2O	8.7	<10
CaO	8	<10
TiO2	10	<10
Fe2O3	9.1	<10



شكل شماره ٦٢: درصد خطای عناصر بر اساس روش محاسباتی

آنالیز عناصر Au و Mo از سوی آزمایشگاه انجام نشده است. چنانچه از جدول فوق پیداست به

Ni, Sr, Y, Zr, K₂O, CaO, TiO₂, Al₂O₃, SiO₂, Fe₂O₃, Ba, Sn, Sm, اکسیدهای

Cr, Cu, برای بقیه عناصر خطا بالا است که نتایج آنالیزهای چند متغیره را از حیث اعتبار ساقط می کند.

بنابراین آنالیزهای چند متغیره با توجه به این مطلب انجام می شود ضمن اینکه Sr و Zr, Na₂O, MgO به

دلیل سنسوردهای زیاد چون نرمال نمی شوند از این بررسی ها کنار گذاشته می شوند.

۶۲- بررسیهای آماری تک متغیره

۶۲-۱- پارامترهای آماری داده‌های خام و لگاریتم داده‌ها

پارامترهای آماری اولین گزینه‌ای است که به عنوان مهمترین و جامع‌ترین اطلاعات آماری در بررسی داده‌پردازان قرار می‌گیرد. این اطلاعات نحوه پراکندگی داده‌ها در حول میانگین و تمایل به میانگین، میزان چولگی و کشیدگی جامعه عیار نمونه‌ها و تشابه و تمایز آن با یک توزیع نرمال را به نمایش می‌گذارد. آماره‌های میانگین، میانه و مد میزان و چگونگی تمایل به مرکز داده را نشان می‌دهند. آماره‌های انحراف معیار و واریانس معرف نحوه پراکندگی و پراکنش داده‌ها از میانگین می‌باشند. پارامترهای چولگی و کشیدگی که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی توزیع را نشان می‌دهند. در صورت نزدیک شدن به مقادیر صفر برای چولگی و ۳ برای کشیدگی حاکی از نزدیکی توزیع داده‌ها به توزیع نرمال می‌باشد. نهایتاً برای مقایسه میزان تغییرات عناصر مختلف از پارامتر ضریب تغییرات (CV%) استفاده می‌شود.

پارامترهای آماری داده‌های خام و لگاریتم داده‌ها در جداول شماره ۲-۷ و ۲-۸ آورده شده است.

همچنین برای درک بهتر نوع توزیع داده‌ها هیستوگرام داده‌های خام و لگاریتمی در ضمیمه شماره ۳ آورده شده است.

جدول شماره ۲-۷: پارامترهای آماری داده های خام

	Valid N	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis	CV%
Au	754	3.05	2.00	0.25	0.25	40.00	4.61	3.34	14.27	2.31
Mo	754	87.12	64.00	54	32.00	420.00	54.17	2.41	7.89	0.85
Ag	754	0.89	0.81	0.597	0.10	3.15	0.46	1.15	1.90	0.57
Bi	754	18.32	17.99	17.4	7.02	29.80	3.80	0.19	-0.11	0.21
Cd	754	0.62	0.58	0.669	0.10	1.68	0.25	0.70	0.31	0.43
Co	754	12.65	11.65	10.31	4.10	46.72	4.70	2.23	8.65	0.40
Cr	754	26.57	26.57	28.056	0.00	32.28	2.14	-7.44	93.89	0.08
Cu	754	65.79	59.98	Multiple	12.81	236.58	37.59	0.88	0.65	0.63
Mn	754	754.85	734.11	Multiple	160.41	3660.82	278.81	3.74	30.09	0.38
Ni	754	26.73	22.02	Multiple	2.79	292.10	23.82	5.96	47.34	1.08
Pb	754	11.44	11.52	8.43	1.24	23.19	4.12	0.07	-0.55	0.36
Sb	754	24.29	24.24	18	14.00	42.53	4.48	0.13	-0.69	0.18
Zn	754	71.04	67.87	Multiple	14.57	398.47	24.82	4.52	46.30	0.37
As	754	4.50	4.53	4.67	2.83	6.84	0.73	0.01	-0.64	0.16
Sr	754	512.83	540.00	540	185.05	540.00	55.67	-2.57	7.34	0.10
Y	754	23.73	23.80	13.5	13.50	41.23	4.09	0.01	1.54	0.17
Zr	754	193.27	184.74	135	135.00	652.00	61.32	1.80	7.94	0.33
Nb	754	16.75	16.56	Multiple	2.60	31.72	4.58	0.07	0.29	0.28
Ba	754	577.40	576.04	139	139.00	1036.88	133.19	-0.35	1.18	0.23
Sn	754	4.98	4.66	1.5	1.50	21.81	2.31	1.77	6.84	0.50
La	754	55.38	50.33	117	8.25	117.00	28.80	0.66	-0.15	0.57
Ce	754	80.89	81.76	33	33.00	249.60	26.42	0.26	1.62	0.32
Nd	754	37.55	38.49	16	16.00	81.00	10.52	-0.15	0.83	0.27
Sm	754	6.27	6.18	Multiple	4.71	14.00	0.77	3.15	26.40	0.13
Hf	754	7.26	6.80	5.11	2.54	18.86	2.41	0.81	0.72	0.35
Th	754	7.68	7.12	1.8	1.80	30.27	4.87	0.79	0.59	0.68
Al2O3	754	10.99	10.58	Multiple	5.00	14.80	1.66	-0.03	-1.11	0.16
SiO2	754	49.12	50.58	Multiple	36.97	59.70	4.92	-0.02	-1.33	0.10
Na2O	754	0.12	0.00	0	0.00	2.00	0.31	3.16	10.18	2.65
MgO	754	0.35	0.31	0.1	0.10	1.66	0.27	1.19	1.79	0.86
K2O	754	2.99	2.91	7	1.48	7.00	0.81	1.54	5.44	0.28
CaO	754	4.51	3.86	10	1.27	10.00	2.31	1.16	0.53	0.60
TiO2	754	0.77	0.76	0.66	0.27	1.70	0.15	0.48	2.22	0.20
Fe2O3	754	5.67	5.53	5.45	2.78	10.53	1.09	0.88	1.50	0.20

جدول شماره ۲-۸: پارامترهای آماری لگارتم داده ها

	Valid N	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis	CV%
Au	754	0.32	0.69	-1.38629	-1.39	3.69	1.29	0.12	-0.83	1.86
Mo	754	4.33	4.16	3.988984	3.47	6.04	0.48	0.95	0.45	0.12
Ag	754	-0.25	-0.21	-0.51584	-2.31	1.15	0.55	-0.49	0.61	-2.66
Bi	754	2.89	2.89	2.85647	1.95	3.39	0.21	-0.44	0.34	0.07
Cd	754	-0.55	-0.55	-0.40197	-2.35	0.52	0.41	-0.33	0.13	-0.75
Co	754	2.48	2.46	2.333114	1.41	3.84	0.32	0.56	1.19	0.13
Cr	754	3.28	3.28	3.334203	3.17	3.47	0.05	0.60	1.07	0.01
Cu	754	4.01	4.09	Multiple	2.55	5.47	0.61	-0.23	-0.88	0.15
Mn	754	6.57	6.60	Multiple	5.08	8.21	0.32	-0.15	3.54	0.05
Ni	754	3.12	3.09	Multiple	1.03	5.68	0.51	0.99	3.64	0.17
Pb	754	2.36	2.44	2.131797	0.22	3.14	0.42	-1.10	2.04	0.17
Sb	754	3.17	3.19	2.890372	2.64	3.75	0.19	-0.21	-0.76	0.06
Zn	754	4.22	4.22	Multiple	2.68	5.99	0.29	0.14	4.23	0.07
As	754	1.49	1.51	1.541159	1.04	1.92	0.17	-0.32	-0.58	0.11
Sr	754	6.23	6.29	6.291569	5.22	6.29	0.13	-3.35	14.40	0.02
Y	754	3.15	3.17	2.60269	2.60	3.72	0.18	-0.90	2.12	0.06
Zr	754	5.22	5.22	4.905275	4.91	6.48	0.29	0.57	-0.02	0.05
Nb	754	2.77	2.81	Multiple	0.96	3.46	0.32	-1.49	5.60	0.11
Ba	754	6.33	6.36	4.934474	4.93	6.94	0.28	-1.97	6.88	0.04
Sn	754	1.51	1.54	0.405465	0.41	3.08	0.44	0.00	-0.01	0.28
La	754	3.86	3.92	4.762174	2.11	4.76	0.60	-0.80	0.75	0.15
Ce	754	4.33	4.40	3.496508	3.50	5.52	0.37	-0.84	0.32	0.08
Nd	754	3.58	3.65	2.772589	2.77	4.39	0.33	-1.16	1.14	0.09
Sm	754	1.83	1.82	Multiple	1.55	2.64	0.11	1.32	7.33	0.06
Hf	754	1.93	1.92	1.631199	0.93	2.94	0.33	0.02	-0.44	0.17
Th	754	1.79	1.96	0.587787	0.59	3.41	0.76	-0.48	-0.93	0.39
Al2O3	754	2.39	2.36	Multiple	1.61	2.69	0.15	-0.31	-0.31	0.07
SiO2	754	3.89	3.92	Multiple	3.61	4.09	0.10	-0.13	-1.23	0.03
Na2O	754	-3.78	-4.50	-4.5	-4.61	0.69	1.50	1.77	1.44	-0.33
MgO	754	-1.34	-1.17	-2.30259	-2.30	0.51	0.80	-0.02	-1.39	-0.69
K2O	754	1.06	1.07	1.94591	0.39	1.95	0.25	0.28	0.69	0.24
CaO	754	1.39	1.35	2.302585	0.24	2.30	0.47	0.38	-0.73	0.35
TiO2	754	-0.28	-0.27	-0.41552	-1.31	0.53	0.20	-0.57	1.99	-0.73
Fe2O3	754	1.72	1.71	1.695616	1.02	2.35	0.19	0.12	0.82	0.11

۲-۶-۲- مقادیر خارج از رده (Outliers)

مقدار خارج از رده به مقادیری گفته می‌شود که به نحو چشمگیری خارج از محدوده مقادیر داده‌ها در کرانه‌های بالا یا پائین هر جامعه ژئوشیمیائی قرار داشته باشند. این مقادیر می‌توانند آنومالی باشند و نشانه کانی سازی باشند یا اینکه کاذب بوده و از خطاهای مختلف ناشی شوند.

برای نرمال سازی داده‌ها این مقادیر باید به نحو مقتضی تصحیح یا حذف شوند. یکی از روشهای تشخیص و جایگزینی مقادیر خارج از رده عبارتست از روش دورفل که در این گزارش مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش که برای مقادیر خارج از رده بالائی کاربرد دارد یک حد آستانه‌ای به صورت فرمول $\bar{X} + S.g$ تعریف می‌شود که در آن \bar{X} میانگین داده‌ها، S انحراف معیار و g ضریبی است که بر اساس تعداد نمونه‌ها با استفاده از نمودار استاندارد که بدین منظور تهیه شده تعیین می‌شود. مقادیر بالای این حد آستانه‌ای خارج از ردیف محسوب می‌شود. در این مطالعات سعی بر این بوده که حتی‌الامکان مقادیر خارج از رده تصحیح شوند و در صورتیکه این تصحیح باعث نرمال شدن منحنی توزیع نشود این مقادیر حذف شده‌اند. برای تصحیح مقادیر خارج از رده هر کدام از این مقادیر با مقدار مناسبی که معیار حد آستانه‌ای را رعایت کند جایگزین شده‌اند. روش جایگزینی در صفحه ۹۶ کتاب تحلیل داده‌های اکتشافی (حسنی پاک و محمد شرف‌الدین ۱۳۸۰) آورده شده است.

۲-۶-۳- نرمال سازی داده‌ها

اکثر محاسبات و روشهای آماری نیازمند داده‌های نرمال شده هستند. چنانچه منحنی توزیع یک مجموعه از داده‌ها مطابق با منحنی توزیع نرمال باشد آن منحنی را یک منحنی نرمال و آن مجموعه داده‌ها را داده‌های نرمال گویند. از خصوصیات یک توزیع نرمال می‌توان کشیدگی در حد ۳، چلوگی صفر، انطباق سه آماره میانگین میانه و مد، شکل زنگوله متقارن و ... را می‌توان نام برد.

در مرحله اول وضعیت داده‌ها از دیدگاه نرمال بودن مشخص می‌شود. در صورت نرمال یا لاگ نرمال بودن تقریبی داده‌ها حتی المقدور بررسی‌ها به ترتیب بر روی همان داده‌های خام یا لگاریتم داده‌ها انجام شده در غیر این صورت تاثیر مقادیر خارج از رده (Outlier) روی توزیع بررسی می‌شود و با تصحیح یا حذف آنها توزیع به نرمال نزدیک می‌شود.

بررسی جدول پارامترهای آماری و هیستوگرامها نشان می‌دهد که عناصر Sb, Pb, Cd, Bi, Ba ، Cr, Co, Ag, Mo, Au و اکسیدهای CaO و TiO_2 نرمال یا تقریباً نرمال هستند. عناصر $Sm, Mn, Ni, Cu, Zn, La, Hf$ و اکسیدهای K_2O و Fe_2O_3 بعد از لگاریتم‌گیری نرمال می‌شوند. عنصر Th بدون لگاریتم‌گیری با تصحیح مقادیر خارج از رده دارد. برای عناصر Ce و Th بدون لگاریتم‌گیری با تصحیح مقادیر خارج از رده شرایط توزیع نرمال ایجاد می‌شود. عنصر Sr و اکسیدهای Na_2O و MgO بدلیل وجود تعداد زیاد داده‌های سنسورد اصولاً نرمال نمی‌شوند. اکسیدهای Al_2O_3 و SiO_2 از بیش از یک جامعه تشکیل شده‌اند و شرایط نرمال را ندارند.

بدین ترتیب برای بررسیهای چند متغیره عناصر Sr و Zr و اکسیدهای Na_2O, MgO, Al_2O_3 و SiO_2 استفاده نمی‌شوند.

۴-۶-۲- جدایش آنومالیا

روشهای آماری مختلفی برای تعیین مقادیر زمینه، حد آستانه ای و آنومالی وجود دارد که هر کدام دارای محاسن و معایبی هستند. در بعضی از روشها افزایش یا کاهش مقدار عنصر ملاک اصلی و در بعضی احتمال پیدایش عنصر مد نظر است. در این پروژه از دو روش استفاده شده است که اولین روش بر اساس میانگین و مقادیری از انحراف استاندارد ($X+nS$) می باشد و روش دوم بر اساس احتمال پیدایش یک نمونه در کل نمونه ها (P.N) است.

۶-۴-۱- روش حد آستانه ای بعلاوه مقادیری از انحراف استاندارد ($X+nS$)

یکی از روش های آماری جهت تعیین مقدار حد آستانه ای برابر قراردادن آن با میانگین یا میانه و یا لگاریتم آنها به اضافه یک، دو و سه انحراف معیار در یک جامعه نرمال است. در اینجا مقدار حد آستانه ای برابر میانگین به اضافه دو برابر انحراف معیار در نظر گرفته می شود. برای تمایز بین آنومالیهای ممکن، احتمالی و قطعی از حد آستانه ای به اضافه انحراف استاندارد هر متغیر استفاده می شود. لذا خواهیم داشت:

منطبق بر $1/84\%$ فراوانی یک جامعه نرمال مقدار زمینه $(X+S) <$

منطبق بر $7/97\%$ فراوانی یک جامعه نرمال مقدار حد آستانه ای $(X+2S)$

$86/99\% < X < 97/97\%$ یک جامعه نرمال آنومالی ممکن $(X+2S)$ الی $(X+3S)$

$99/99\% < X < 99/86\%$ یک جامعه نرمال آنومالی احتمالی $(X+3S)$ الی $(X+4S)$

$99/99\% > X >$ یک جامعه نرمال آنومالی قطعی $(X+4S) >$

بر اساس تجزیه و تحلیل های آماری در یک توزیع نرمال، $2/15$ درصد از داده ها بین $X+2S$ تا

$X+3S$ و $13/0$ درصد از داده ها بین $X+3S$ تا $X+4S$ و فقط $1/0$ درصد بزرگتر از $X+4S$ است.

شرط استفاده از روش فوق برای بدست آوردن مقادیر یاد شده در بالا، نرمال بودن تابع توزیع

عناصر می باشد که این عمل در بخش های قبلی صورت پذیرفته است. با توجه به پارامترهای آماری هر

عنصر، حدود ناهنجاریها در جدول شماره ۲- ۹ محاسبه شده است. در این جدول شماره نمونه ناهنجار و

محدوده های $X+3S$ و $X+2S$ و $X+S$ مشخص شده است.

جدول شماره ۲-۹: حدود ناهنجاری های عناصر مختلف بر اساس روش $x+ns$

Au	Mo	Ag	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn
X+3S	246	X+3S	764	764	57	103	X+3S	57	262	X+3S	506	720
167	245	541	61	773	349	534	X+2.5S	427	633	12	X+3S	20
X+2.5S	242	X+2.5S	X+3S	763	262	107	424	723	441	541	X+2.5S	16
239	241	764	41	767	389	538	326	170	632	5	53	639
246	221	773	538	X+3S	441	116	723	X+3S	634	X+2.5S	55	21
477	125	377	72	769	307	547	481	241	637	6	48	X+3S
294	168	561	3231	770	X+3S	115	X+2S	440	628	547	X+2S	19
186	X+3S	763	63	775	632	546	323	226	631	599	56	321
252	126	698	49	441	633	X+3S	423	364	638	548	78	13
279	167	667	X+2.5S	467	398	106	721	201	640	580	50	481
213	299	690	75	X+2.5S	624	537	459	211	581	561	69	721
187	220	409	46	409	581	190	433	393	349	50	481	334
481	219	X+2S	78	774	634	325	328	X+2.5S	X+3S	690	70	397
509	208	604	76	762	348	252	460	459	439	696	81	12
572	231	250	766	541	603	256	263	445	38	694	86	557
123	250	767	70	772	X+2.5S	189	617	512	642	667	95	X+2.5S
296	X+2.5S	603	34	377	628	324	430	665	229	X+2S	101	440
X+2S	235	326	323	439	637	X+2.5S	527	21	X+2.5S	577	41	10
297	272	700	325	445	412	108	469	721	235	565	47	445
340	197	696	7	771	439	539	457	X+2S	647	559	49	18
104	196	376	50	776	604	265	439	204	646	693	87	312
151	298	557	X+2S	250	367	X+2S	365	483	649	698	90	719
293	179	533	300	468	38	264	300	581	692	699	43	X+2S
513	222	559	767	478	533	146	486	2521	629	692	46	677
1	226	769	79	488	477	389	379	480	477	674	57	724
197	254	412	6	X+2S	346	577	712	423	580	668	77	223
198	282	703	324	749	347	417	344	163	2291	3	104	121
326	100	380	30	759	361	147	485	530	624	594	72	407
446	169	320	26	475	475	255	528	424	657	98	97	505
455	170	367	768	436	557	390	115	460	224	598	120	326
486	205	555	11	442	291	578	407	359	X+2S	583	122	420
495	209	348	25	464	X+2S	182	434	X+1.5S	691	587	150	15
758	210	647	37	765	562	317	421		217	582	445	462
120	223	560	35	434	376	419	538		382	661	42	489
285	233	702	765	756	414	105	474		553	584	61	361
292	251	389	60	376	362	536	X+1.5S		630	54	63	300
723	190	398	326	420	559	635			409	564	67	3231
752	218	229	31	758	351	628			670	551	79	117
759	230	701	24	455	631	121			665	99	80	333
36	232	717	328	435	555	395			673	13	96	221
288	234	X+1.5S	506	446	670	583			406	544	98	2291
299	236		519	760	401	X+1.5S			405	632	100	17
482	244		66	723	224				110	589	103	14
488	263		53	748	638				641	581	107	224
624	32		29	438	513				599	96	136	X+1.5S
98	127		201	462	366				411	673	479	
253	161		589	477	229				226	678	35	
290	260		52	440	580				X+1.5S	537	44	
485	273		327	482	665					650	52	
X+1.5S	305		X+1.5S	X+1.5S	X+1.5S					X+1.5S	X+1.5S	
	X+2S											
	255											
	274											
	X+1.5S											

ادامہ جدول شماره ۲-۹

As	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Sn	La	Ce	Nd	Sm	Hf	Th
513	X+3S	21	5	657	192	541	X+3S	541	X+3S	57	424	46
X+3S	X+2.5S	569	140	X+3S	X+3S	764	X+2.5S	X+3S	X+2.5S	262	X+3S	27
493	X+2S	758	X+3S	195	191	773	X+2S	671	262	632	430	35
X+2.5S	X+1.5S	570	177	603	194	250	X+1.5S	590	441	723	X+2.5S	284
204		537	50	326	116	698		478	632	441	537	569
516		7	X+2.5S	176	205	667		623	X+2S	624	485	12
418		X+3S	238	430	206	3		X+2.5S	439	X+3S	481	X+3S
187		20	240	411	X+2.5S	377		479	3231	634	35	570
X+2S		520	104	371	217	763		570	503	170	758	344
573		X+2.5S	237	X+2.5S	193	690		754	347	445	527	520
160		255	182	420	176	409		250	555	633	433	21
277		567	179	330	140	X+3S		455	2521	475	115	503
483		35	269	139	49	561		667	553	226	723	424
209		617	144	319	143	767		23	580	X+2.5S	480	522
433		480	17	357	632	696		406	114	291	X+2S	X+2.5S
456		263	10	407	201	647		X+2S	142	292	460	512
568		571	143	126	94	668		534	X+1.5S	516	21	594
696		X+2S	210	181	16	X+2.5S		7		349	484	666
477		424	9	168	47	376		764		513	328	637
484		248	215	622	X+2S	769		20		581	456	74
567		237	194	9	211	380		54		348	568	670
514		242	6	196	110	770		698		628	11	633
518		444	X+2S	523	130	604		753		439	753	112
685		753	204	X+2S	210	40		520		637	482	360
168		759	23	159	209	694		592		640	407	170
462		710	128	85	85	229		622		477	486	399
264		269	8	308	113	648		568		X+2S	330	208
362		538	259	667	202	669		405		427	300	501
488		568	258	125	172	X+2S		409		638	423	115
337		584	47	117	124	603		577		321	469	215
438		25	22	302	177	412		35		39	520	55
478		240	141	64	271	2		756		293	528	537
674		283	205	538	99	703		488		201	227	2331
47		183	49	436	224	670		758		424	754	110
170		115	29	691	96	661		447		241	278	20
746		500	505	760	208	762		403		110	512	702
768		288	201	2521	142	599		407		599	432	439
266		457	159	172	445	4		773		277	263	X+2S
364		30	301	666	602	699		717		414	472	158
381		285	193	627	173	772		531		389	279	163
385		272	209	46	117	774		11		604	488	568
474		653	53	291	393	41		687		2291	523	2291
492		97	21	52	2331	650		413		555	721	527
562		34	157	61	163	691		668		99	617	121
681		103	213	397	312	693		474		161	494	237
22		284	239	2291	X+1.5S	X+1.5S		591		307	459	640
736		317	85	728				483		553	476	7
498		711	19	738				44		3231	446	456
473		X+1.5S	220	559				561		533	X+1.5S	243
X+1.5S			X+1.5S	X+1.5S				X+1.5S		X+1.5S		X+1.5S

ادامه جدول شماره ۲-۹

Al2O3	SiO2	Na2O	MgO	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3
X+3S	X+3S	X+3S	X+3S	X+3S	X+3S	192	262
X+2.5S	X+2.5S	X+2.5S	X+2.5S	20	X+2.5S	194	X+3S
X+2S	X+2S	339	477	21	X+2S	217	348
428	168	142	297	27	X+1.5S	47	475
430	140	629	199	230		632	38
431	167	321	38	233		X+3S	291
429	87	631	X+2S	568		116	367
219	164	734	23	569		191	364
223	375	116	174	570		193	293
422	173	628	265	571		X+2.5S	X+2.5S
X+1.5S	170	616	20	X+2.5S		16	296
	172	122	232	567		46	361
	142	375	580	232		271	624
	193	615	407	234		49	292
	93	194	662	260		140	632
	116	376	94	231		94	46
	219	341	470	284		113	445
	190	115	526	576		117	362
	X+1.5S	196	148	617		176	637
		684	224	393		206	295
		687	514	X+2S		229	307
		613	22	35		393	346
		168	412	444		X+2S	441
		144	128	615		173	39
		167	458	596		637	347
		381	698	7		143	557
		124	742	616		2331	226
		117	303	529		50	420
		195	557	714		190	634
		338	562	183		225	559
		X+2S	573	620		268	217
		737	299	265		445	X+2S
		612	X+1.5S	34		215	477
		630		263		224	723
		121		528		172	604
		139		563		226	389
		380		248		634	376
		322		545		638	315
		610		593		2131	594
		617		X+1.5S		2	533
		681				110	414
		340				169	57
		691				205	633
		138				216	398
		192				260	47
		688				X+1.5S	371
		193					599
		689					114
		735					349
	X+1.5S						X+1.5S

منطق روش P.N در تشخیص مقادیر آنومالی بر دو اصل استوار است یکی افزایش مقدار متغیر، دیگری افزایش فراوانی نسبی آن. هرچه احتمال پیدایش نمونه‌ای با مقدار مطلوب مورد نظر (P) کوچکتر باشد شدت آنومالی در نمونه معرف آن بیشتر خواهد شد. از طرفی هرچه تعداد نمونه‌های برداشت شده (N) کوچکتر باشد، شدت آنومالی قوی‌تر است زیرا مثلاً وجود یک مقدار بزرگتر از $\bar{X} + 3S$ از بین ۱۰۰۰ نمونه امری طبیعی است و جزئی از خصوصیات توزیع نرمال است اما اگر یک مقدار بزرگتر از $\bar{X} + 3S$ در بین ۱۰۰ نمونه برداشت شده یافت شود می‌تواند غیرعادی و ناشی از وجود مقادیر آنومال باشد.

بنابراین هرچه حاصلضرب $P \times N$ کوچکتر از واحد باشد آنومالیها دارای شدت بیشتری می‌باشند زیرا در حالت نرمال بودن، حاصلضرب تعداد نمونه با عیار مفروض در احتمال وقوع آن عیار، برابر واحد خواهد بود.

مقدار P برای هر عنصر در هر نمونه برابر احتمال رخداد عیارهای بزرگتر یا مساوی متغیر مورد بررسی در نمونه مورد نظر است. بنابراین اگر مقدار متغیر مورد بررسی در این نمونه را XO بنامیم با استاندارد کردن آن می‌توان مقدار P را بدست آورد:

$$ZO = \frac{XO - \bar{X}}{S}$$

$$P = \varphi(Z > ZO) = 0/5 - \varphi(Z \leq ZO)$$

که در آن ZO مقدار استاندارد شده XO، \bar{X} میانگین داده‌ها، S، انحراف معیار داده‌ها و φ تابع چگالی توزیع نرمال است. معیار انتخاب یک نمونه به عنوان آنومالی آن است که P خیلی کوچکتر از یک باشد. با توجه به اینکه ۷۵۴ نمونه داریم و بر اساس معیار $P \times N < 1$ نتیجه می‌شود که:

$$P \times 754 < 1$$

$$P < 0/0013$$

$$0/5 - \varphi(Z \leq ZO) < 0/0013$$

$$\varphi(Z \leq ZO) > 0/4987$$

با توجه به جدول سطح زیر منحنی نرمال، رابطه بالا نشان می‌دهد که مقادیر استاندارد شده ZO باید

بیشتر از ۳/۰۲ باشد و هرچه این مقدار بیشتر باشد آنومالی قوی‌تر است. بر این اساس برای عناصر مختلف،

نمونه‌های آنومال به همراه مقدار استانداردشان در جدول شماره ۲-۱۰ آورده شده است.

جدول شماره ۲-۱۰: نمونه‌های ناهنجار بر اساس روش PN

Mo	Cd	Co	Cr	Mn	Ni	Sb	Zn	As	Y
246	764	57	103	57	262	506	720	513	21
245	773	349	534	427	633		20		569
242	763	262	107	723	441		16		758
241	767	389	538	170	632		639		570
221		441	116		634		21		537
125		307	547		637				7
168			115		628				
			546		631				
					638				
					640				
					581				
					349				

Zr	Nb	Ba	Sn	Ce	Sm	Hf	Th	K2O	TiO2	Fe2O3
5	657	192	541	541	57	424	46	20	192	262
140			764		262		27	21	194	
			773		632		35	27	217	
			250		723		284	230	47	
			698		441		569	233	632	
			667		624		12	568		
			3					569		
			377					570		
			763					571		
			690							

از جداول فوق چند نتیجه بدست می‌آید:

- هیچ نمونه‌ای از نظر Au, Ag, Cu, Pb در رده آنومالی احتمالی یا قطعی قرار نمی‌گیرد.

- عناصر Mo, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Zn, Y, Sn, Sm, Th از هر دو روش نمونه های آنومال دارند.

۷-۲- بررسیهای آماری چند متغیره

همانطور که گفته شد در این بررسی ها عناصر Sr و Zr و اکسیدهای Na₂O و MgO بدلیل سنسوردهای زیاد و نرمال نشدن توزیع وارد نمی شوند. از طرفی بدلیل بالا بودن خطا در اکثر عناصر باید از نتایج این بررسی ها با احتیاط استفاده شود.

۱-۷-۲- محاسبه ضریب همبستگی عناصر

مقدار ضریب همبستگی عناصر مختلف در جدول شماره ۲-۱۱ آورده شده است. بر طبق این جدول نتایج زیر حاصل می شود:

- عنصر Au همبستگی پائینی با بقیه عناصر نشان می دهد و در حقیقت بالاترین همبستگی را با Cu به میزان ۰/۳۵ دارد.

- عنصر Mo همبستگیهای مثبت و یا منفی بالائی را با بقیه عناصر نشان نمی دهد اما بالاترین همبستگیهای مثبت آن با TiO₂ (0.3), Ba (0.33) و بالاترین همبستگیهای منفی آن با Ag (0.5), Sn (0.45) و CaO (0.43) است.

- عنصر نقره از نظر همبستگیهای مثبت مقادیر بالائی را نشان می دهد که به ترتیب با CaO (0.74), Sn (0.73) و Co (0.6) می باشد.

- عنصر Bi همبستگی بالائی نشان نمی دهد.

- عنصر Cd بالاترین همبستگی مثبت را با Ag (0.49) نشان می دهد و همبستگی آن با Zn پائین است.

- عنصر Co علاوه بر Ag (0.6) با Ni (0.68) و Fe_2O_3 (0.69) وابسته است و جالب است که همبستگی آن با Cr پائین است.

- عنصر Cr همبستگی بالائی نشان نمی دهد.

- عنصر Cu بالاترین همبستگی مثبت را با Hf (0.73) و سپس با K_2O (0.57) و Mn (0.48) نشان می دهد ضمن اینکه با عناصر Ba (0.44)، TiO_2 (0.41) و Pb (0.42) وابستگی منفی نشان می دهد. در مورد این عنصر چیزی که غیر منتظره است همبستگی منفی آن با Mo (0.37) است.

- عنصر Mn همبستگی مثبتی را با عناصر Co (0.49)، Cu (0.48) و Sm (0.45) نشان می دهد.

- عنصر pb همبستگی مثبت بالائی نشان نمی دهد اما همبستگی آن با Cu (0.42) منفی است.

- عنصر Sb همبستگی بالائی نشان نمی دهد.

- عنصر Zn همبستگی بالائی نشان نمی دهد.

- عنصر As همبستگی بالائی نشان نمی دهد.

- عنصر Ba همبستگی مثبت بالائی را با TiO_2 (0.79) نشان می دهد و با Ce (0.76) همبستگی منفی قابل توجهی دارد. ضمناً این همبستگی منفی شامل Sn (0.58)، La (0.48)، Hf (0.35) و CaO (0.32) نیز می شود.

- عنصر Sn علاوه بر Ag (0.73) با CaO (0.89) همبستگی مثبت نشان می دهد اما همبستگی منفی آن با Ba (0.58) و Mo (0.45) نیز قابل تامل است.

- عنصر Ce همبستگی منفی بالائی را با Ba (0.76) و TiO_2 (0.75) نشان می دهد.

- عنصر Sm با Fe_2O_3 (0.75) و Co (0.65) همبستگی مثبت دارد.

- اکسید Al_2O_3 با SiO_2 (0.93) همبستگی مثبت بالائی دارد و در حقیقت این دو عنصر فقط به هم وابسته اند.

جدول شماره ۲-۱۱: ضریب همبستگی عناصر و اکسیدهای مختلف

Correlations (Book1)																					
Marked correlations are significant at $p < .05000$																					
N=754 (Casewise deletion of missing data)																					
Variable	Au	Mo	Ag	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sb	Zn	As	Y	Nb	Ba	Sn	La	Ce	Nd
Au	1.00	0.02	0.01	-0.01	0.13	0.08	-0.00	0.25	0.18	-0.06	-0.24	-0.11	0.10	-0.07	0.05	0.06	-0.03	-0.06	0.05	0.01	0.14
Mo	0.02	1.00	-0.50	-0.06	-0.32	-0.26	-0.00	-0.37	-0.17	-0.13	-0.09	0.02	0.02	-0.14	0.08	-0.04	0.33	-0.45	-0.04	-0.27	-0.01
Ag	0.01	-0.50	1.00	-0.01	0.49	0.60	0.19	0.33	0.33	0.42	0.18	-0.14	0.10	-0.00	-0.22	0.11	-0.41	0.73	-0.08	0.26	-0.19
Bi	-0.01	-0.06	-0.01	1.00	-0.09	-0.14	-0.27	0.04	-0.08	-0.07	0.16	0.09	-0.06	0.08	0.02	-0.01	-0.14	0.13	-0.03	0.08	-0.10
Cd	0.13	-0.32	0.49	-0.09	1.00	0.38	0.01	0.32	0.32	0.15	-0.31	-0.16	0.14	0.05	-0.10	0.08	-0.32	0.39	0.10	0.17	-0.12
Co	0.08	-0.26	0.60	-0.14	0.38	1.00	0.16	0.21	0.49	0.68	-0.04	-0.14	0.22	0.03	-0.43	0.12	0.01	0.33	-0.25	-0.17	0.05
Cr	-0.00	-0.00	0.19	-0.27	0.01	0.16	1.00	0.01	0.11	0.10	0.09	-0.01	-0.12	-0.16	0.01	-0.03	-0.01	0.09	-0.04	0.01	0.03
Cu	0.25	-0.37	0.33	0.04	0.32	0.21	0.01	1.00	0.48	-0.20	-0.42	-0.39	0.12	0.09	0.20	-0.02	-0.44	0.27	0.34	0.33	0.24
Mn	0.18	-0.17	0.33	-0.08	0.32	0.49	0.11	0.48	1.00	0.04	-0.14	-0.27	0.14	0.05	0.08	-0.02	-0.14	0.16	0.03	-0.06	0.15
Ni	-0.06	-0.13	0.42	-0.07	0.15	0.68	0.10	-0.20	0.04	1.00	0.26	0.09	0.15	-0.02	-0.44	0.09	0.13	0.21	-0.27	-0.15	0.01
Pb	-0.24	-0.09	0.18	0.16	-0.31	-0.04	0.09	-0.42	-0.14	0.26	1.00	0.27	-0.22	0.02	-0.05	-0.02	-0.05	0.27	-0.17	0.05	-0.27
Sb	-0.11	0.02	-0.14	0.09	-0.16	-0.14	-0.01	-0.39	-0.27	0.09	0.27	1.00	-0.09	0.01	-0.08	0.01	0.19	-0.17	-0.19	-0.10	-0.07
Zn	0.10	0.02	0.10	-0.06	0.14	0.22	-0.12	0.12	0.14	0.15	-0.22	-0.09	1.00	-0.05	-0.11	0.03	0.08	-0.06	-0.08	-0.13	0.06
As	-0.07	-0.14	-0.00	0.08	0.05	0.03	-0.16	0.09	0.05	-0.02	0.02	0.01	-0.05	1.00	-0.00	-0.05	-0.06	0.00	0.04	0.06	0.03
Y	0.05	0.08	-0.22	0.02	-0.10	-0.43	0.01	0.20	0.08	-0.44	-0.05	-0.08	-0.11	-0.00	1.00	-0.11	-0.22	-0.16	0.34	0.25	0.10
Nb	0.06	-0.04	0.11	-0.01	0.08	0.12	-0.03	-0.02	-0.02	0.09	-0.02	0.01	0.03	-0.05	-0.11	1.00	0.06	0.07	-0.10	-0.05	-0.02
Ba	-0.03	0.33	-0.41	-0.14	-0.32	0.01	-0.01	-0.44	-0.14	0.13	-0.05	0.19	0.08	-0.06	-0.22	0.06	1.00	-0.58	-0.48	-0.76	0.24
Sn	-0.06	-0.45	0.73	0.13	0.39	0.33	0.09	0.27	0.16	0.21	0.27	-0.17	-0.06	0.00	-0.16	0.07	-0.58	1.00	0.04	0.40	-0.39
La	0.05	-0.04	-0.08	-0.03	0.10	-0.25	-0.04	0.34	0.03	-0.27	-0.17	-0.19	-0.08	0.04	0.34	-0.10	-0.48	0.04	1.00	0.40	-0.01
Ce	0.01	-0.27	0.26	0.08	0.17	-0.17	0.01	0.33	-0.06	-0.15	0.05	-0.10	-0.13	0.06	0.25	-0.05	-0.76	0.40	0.40	1.00	-0.06
Nd	0.14	-0.01	-0.19	-0.10	-0.12	0.05	0.03	0.24	0.15	0.01	-0.27	-0.07	0.06	0.03	0.10	-0.02	0.24	-0.39	-0.01	-0.06	1.00
Sm	0.10	-0.04	0.21	-0.11	0.18	0.65	0.05	0.01	0.45	0.48	-0.10	-0.03	0.22	0.04	-0.34	0.05	0.35	-0.06	-0.29	-0.51	0.19
Hf	0.18	-0.20	0.02	0.02	0.17	-0.15	-0.03	0.73	0.28	-0.41	-0.36	-0.21	0.00	0.12	0.35	-0.08	-0.35	-0.03	0.39	0.31	0.23
Th	0.00	-0.02	-0.05	0.08	-0.06	0.05	-0.03	0.06	0.12	-0.00	0.04	0.00	0.03	0.09	0.11	-0.06	0.00	-0.06	-0.02	-0.05	0.04
Al2O3	0.08	0.11	-0.27	-0.09	-0.12	-0.21	-0.04	0.05	-0.02	-0.22	-0.16	-0.02	0.01	0.01	0.18	-0.04	0.21	-0.23	0.00	-0.06	0.21
SiO2	0.00	0.15	-0.25	-0.08	-0.13	-0.19	-0.04	-0.18	-0.14	-0.07	-0.04	0.07	0.01	-0.02	0.08	-0.03	0.24	-0.18	-0.07	-0.10	0.09
K2O	0.09	-0.13	-0.12	-0.00	-0.07	-0.31	0.02	0.57	0.20	-0.48	-0.21	-0.29	-0.06	0.03	0.48	-0.10	-0.26	0.07	0.40	0.24	0.25
CaO	-0.07	-0.43	0.74	0.15	0.35	0.40	0.07	0.13	0.09	0.35	0.31	-0.09	-0.02	-0.01	-0.27	0.10	-0.45	0.89	-0.15	0.31	-0.43
TiO2	-0.06	0.30	-0.30	-0.13	-0.20	0.04	0.00	-0.41	-0.14	0.15	0.01	0.11	0.08	-0.07	-0.21	0.06	0.79	-0.32	-0.40	-0.75	0.03
Fe2O3	0.09	-0.07	0.31	-0.16	0.22	0.69	0.06	0.02	0.26	0.50	-0.14	-0.06	0.27	0.01	-0.42	0.09	0.34	0.07	-0.35	-0.42	0.13

ادامہ جدول شماره ۱۱-۲

Correlations (Book1)									
Marked correlations are significant at $p < .05000$									
N=754 (Casewise deletion of missing data)									
Variable	Sm	Hf	Th	Al2O3	SiO2	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3
Au	0.10	0.18	0.00	0.08	0.00	0.09	-0.07	-0.06	0.09
Mo	-0.04	-0.20	-0.02	0.11	0.15	-0.13	-0.43	0.30	-0.07
Ag	0.21	0.02	-0.05	-0.27	-0.25	-0.12	0.74	-0.30	0.31
Bi	-0.11	0.02	0.08	-0.09	-0.08	-0.00	0.15	-0.13	-0.16
Cd	0.18	0.17	-0.06	-0.12	-0.13	-0.07	0.35	-0.20	0.22
Co	0.65	-0.15	0.05	-0.21	-0.19	-0.31	0.40	0.04	0.69
Cr	0.05	-0.03	-0.03	-0.04	-0.04	0.02	0.07	0.00	0.06
Cu	0.01	0.73	0.06	0.05	-0.18	0.57	0.13	-0.41	0.02
Mn	0.45	0.28	0.12	-0.02	-0.14	0.20	0.09	-0.14	0.26
Ni	0.48	-0.41	-0.00	-0.22	-0.07	-0.48	0.35	0.15	0.50
Pb	-0.10	-0.36	0.04	-0.16	-0.04	-0.21	0.31	0.01	-0.14
Sb	-0.03	-0.21	0.00	-0.02	0.07	-0.29	-0.09	0.11	-0.06
Zn	0.22	0.00	0.03	0.01	0.01	-0.06	-0.02	0.08	0.27
As	0.04	0.12	0.09	0.01	-0.02	0.03	-0.01	-0.07	0.01
Y	-0.34	0.35	0.11	0.18	0.08	0.48	-0.27	-0.21	-0.42
Nb	0.05	-0.08	-0.06	-0.04	-0.03	-0.10	0.10	0.06	0.09
Ba	0.35	-0.35	0.00	0.21	0.24	-0.26	-0.45	0.79	0.34
Sn	-0.06	-0.03	-0.06	-0.23	-0.18	0.07	0.89	-0.32	0.07
La	-0.29	0.39	-0.02	0.00	-0.07	0.40	-0.15	-0.40	-0.35
Ce	-0.51	0.31	-0.05	-0.06	-0.10	0.24	0.31	-0.75	-0.42
Nd	0.19	0.23	0.04	0.21	0.09	0.25	-0.43	0.03	0.13
Sm	1.00	-0.20	0.13	-0.04	-0.02	-0.28	0.01	0.36	0.75
Hf	-0.20	1.00	0.06	0.01	-0.20	0.49	-0.16	-0.43	-0.30
Th	0.13	0.06	1.00	0.00	-0.02	0.10	-0.06	-0.00	0.07
Al2O3	-0.04	0.01	0.00	1.00	0.93	0.42	-0.19	0.44	0.27
SiO2	-0.02	-0.20	-0.02	0.93	1.00	0.25	-0.09	0.51	0.32
K2O	-0.28	0.49	0.10	0.42	0.25	1.00	-0.10	-0.12	-0.21
CaO	0.01	-0.16	-0.06	-0.19	-0.09	-0.10	1.00	-0.22	0.18
TiO2	0.36	-0.43	-0.00	0.44	0.51	-0.12	-0.22	1.00	0.51
Fe2O3	0.75	-0.30	0.07	0.27	0.32	-0.21	0.18	0.51	1.00

۲-۷-۲- آنالیز خوشه‌ای

شکل شماره ۷-۲ نمودار درختی (دندروگرام) حاصل از آنالیز خوشه‌ای عناصر و اکسیدهای مورد

نظر را نشان می‌دهد. این دندروگرام را می‌توان در کل به سه بخش تقسیم نمود.

الف- خوشه اول که عناصر $Au, Mn, Cu, Hf, K_2O, Nd, Y, La$ و Ce در آن قرار دارند.

ب- خوشه دوم که عناصر $Ag, Sn, CaO, Cd, Nb, Cr, Co, Ni, Sm, Fe_2O_3$ و Zn در آن قرار دارند.

ج- خوشه سوم متشکل از $Mo, Ba, TiO_2, Al_2O_3, SiO_2, Bi, Pb, Sb, As$ و Th می‌باشد.

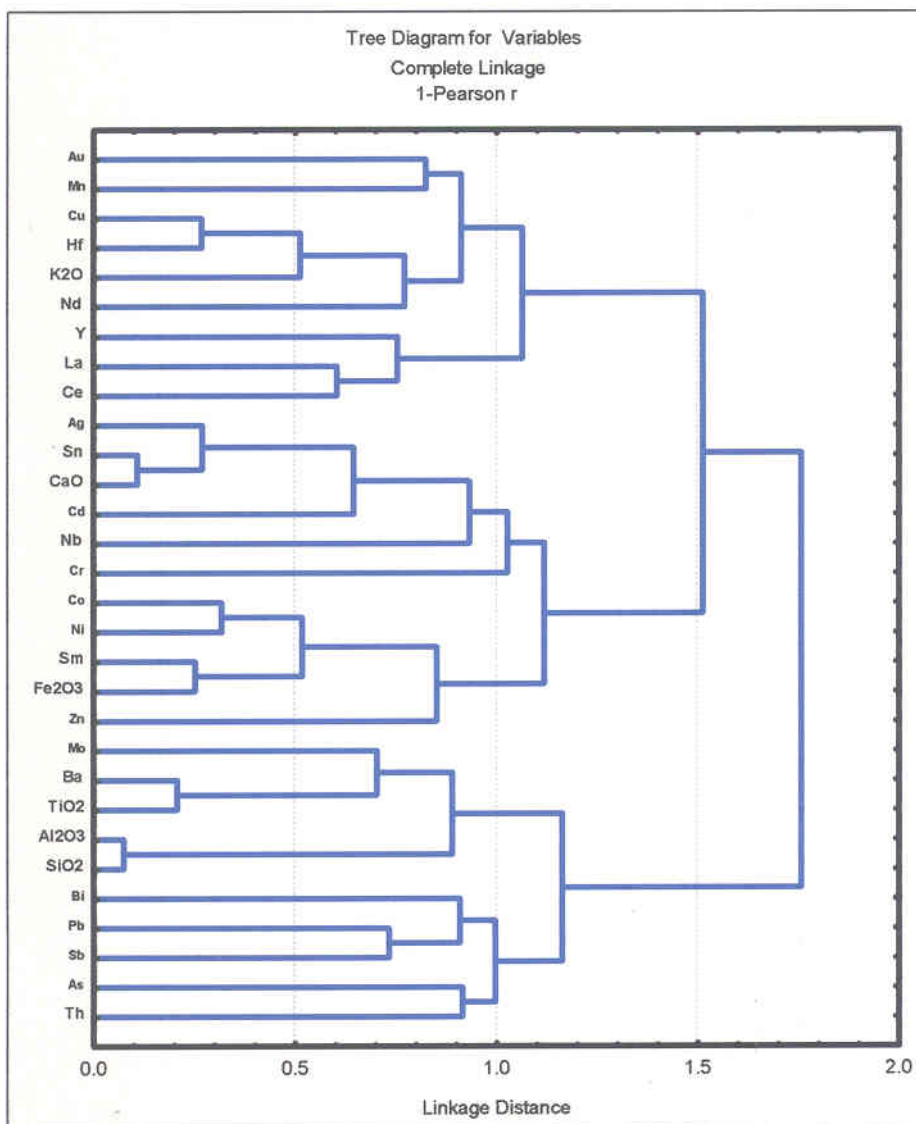
خوشه اول کانی‌سازی مس را در ارتباط با سنگهای آذرین متوسط تا اسیدی از نوع آلکالن نشان

می‌دهد. عناصر La, Y, Nd و Ce در شبکه کانی موناژیت موجود در این سنگها حضور دارند.

خوشه دوم حضور سنگهای مافیک را در منطقه به نمایش می‌گذارد اما همبود Ag و Sn در ارتباط

با این سنگها باید بیشتر بررسی شود.

از خوشه سوم فعالیت هیدروترمال در محدوده و آلتراسیون حاصل از آن را می‌توان استنباط نمود.



شکل شماره ۷-۲: دندروگرام آنالیز خوشه ای عناصر و اکسیدها

۲-۷-۳- آنالیز فاکتوری

تجزیه عاملی، نامی عمومی است که به گروهی از متدهای آماری چند متغیره اطلاق می شود و هدف اولیه آن تفسیر ساختار ماتریس واریانس - کوواریانس مجموعه ای از داده های چند متغیره است. تجزیه عاملی بین مجموعه ای متشکل از متغیرهای گوناگون که به ظاهر بی ارتباط هستند، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار می کند.

با استفاده از ۲۵ عنصر آنالیز فاکتوری انجام شد که نتایج آن برای سه فاکتور حاصله در جدول شماره ۲-۱۲ آورده شده است. این جدول بار فاکتوری عناصر مختلف را نشان می دهد. در شکل شماره ۲-۸ نیز نمودار صخره ای مقادیر ویژه فاکتورها آورده شده است. لازم بذکر است که کل تغییرپذیری توجیه شده توسط این سه فاکتور ۵۱,۳ درصد می باشد که فاکتورهای اول تا سوم به ترتیب ۱۷، ۱۸ و ۱۶ درصد را به خود اختصاص می دهند.

از ماتریس مولفه های چرخش یافته (جدول شماره ۲-۱۲) نتایج زیر حاصل می شود:

- در فاکتور اول عناصر و اکسیدهای TiO_2 , Fe_2O_3 , Sm , Ni , Co بار فاکتوری مثبت و Ce , La بار فاکتوری منفی دارد.

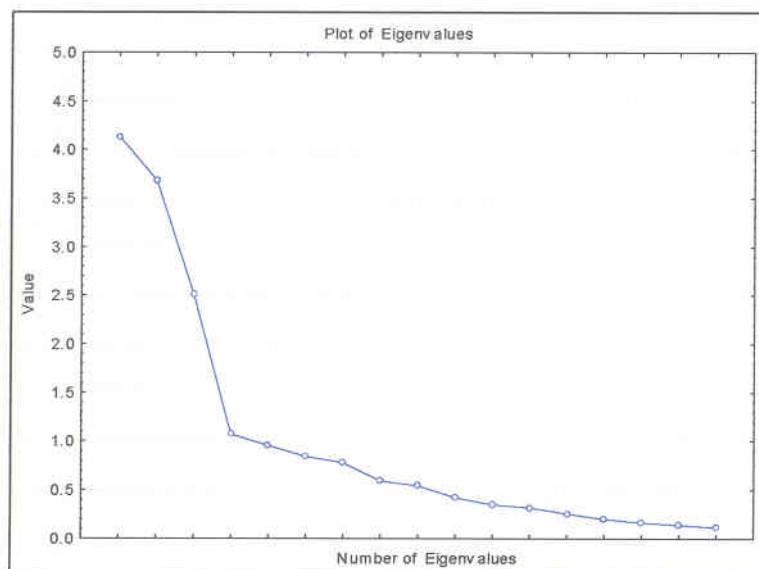
- در فاکتور دوم CaO , Ce , Sn , Cd , Ag بار مثبت و TiO_2 , Ba و Mo بار منفی دارند.

- در فاکتور سوم K_2O , La , Hf , Mn , Cu , Au بار مثبت و Ba , Sb , Pb بار منفی دارد.

آنالیز فاکتوری نشان می دهد که پتانسیل کانی سازی در محدوده و در ارتباط با فاکتورهای دوم و سوم وجود دارد. همچنین کانی سازی سرب و روی بصورت فرعی در ارتباط با فاکتور دوم قابل تامل است. فاکتور اول را باید یک فاکتور سنگ ساز تلقی نمود که به حضور سنگهای مافیک مربوط می شود و عنصر Sm به عنوان یک عنصر نادر خاکی احتمالاً در کانی با ستنازیت موجود در این سنگها حضور دارد.

جدول شماره ۱۲-۲: ماتریس مولفه های چرخش یافته (بار فاکتوری عناصر)

	Factor	Factor	Factor
Au	0.15	-0.08	0.36
Mo	-0.08	-0.56	-0.22
Ag	0.35	0.83	0.08
Cd	0.30	0.47	0.34
Co	0.81	0.41	0.07
Cr	0.10	0.12	-0.03
Cu	0.04	0.27	0.87
Mn	0.45	0.18	0.53
Ni	0.61	0.33	-0.36
Pb	-0.16	0.32	-0.62
Sb	-0.10	-0.10	-0.48
Zn	0.36	-0.06	0.18
As	-0.01	0.04	0.10
Nb	0.14	0.08	-0.07
Ba	0.44	-0.70	-0.37
Sn	0.02	0.89	0.00
La	-0.45	0.08	0.46
Ce	-0.56	0.55	0.28
Nd	0.20	-0.42	0.41
Sm	0.86	-0.07	0.02
Hf	-0.27	0.01	0.78
K ₂ O	-0.32	-0.08	0.62
CaO	0.14	0.88	-0.17
TiO ₂	0.47	-0.53	-0.40
Fe ₂ O ₃	0.88	0.02	-0.04
Expl.Var	4.34	4.59	3.91
Prp.Totl	0.17	0.18	0.16



شکل شماره ۲: نمودار صخره ای مقادیر ویژه فاکتورها

۸-۲- روش تهیه نقشه های ژئوشیمیائی

۸-۲-۱- تخمین شبکه‌ای داده‌ها

یکی از روشهای ترسیم نقشه های ژئوشیمیائی بصورت تخمین شبکه ای داده ها است. در این روش با استفاده از داده های مربوط به نقاط نمونه برداری تخمین هایی در مورد نقاطی که از آنها نمونه برداری نقطه ای صورت نگرفته انجام می شود. به نظر می آید با توجه به حوضه های آبریز و گستردگی مناطق تحت پوشش، انجام نمونه برداری بهینه و چگالی نمونه برداری در محدوده با استفاده از روش تخمین شبکه‌ای کارائی مناسبی برای ترسیم نقشه های ژئوشیمیائی دارد. ضمن آنکه در این روش حوضه های آبریز مشخص و تخمین داده ها بصورت برداری است.

در این روش نتایج حاصل از تخمین اطلاعات سلولها به سایر سلولها نسبت داده می شود. این اطلاعات شامل فراوانی عناصر و شاخص‌های غنی شدگی مربوط به آنها است. در چنین حالتی افزایش تعداد سلول هایی که در مورد آنها داده ای بدست می آید، موجب می گردد تا ارتباط منطقی بین فراوانی یک عنصر در سلولها ظاهر گشته و امکان ارزیابی منطقه بندی موجود در نقشه ناهنجاریهای یک عنصر فراهم گردد. برای مثال اگر آنومالی توسط مقادیر زمینه محصور گردد در این صورت این مدل تغییرات تدریجی از حد زمینه به حد آستانه و از حد آستانه به آنومالی موجب افزایش اعتبار آنومالی خواهد گردید.

در این روش تبدیل یک شبکه نامنظم نمونه برداری به یک شبکه منظم از امتیازات دیگر تخمین شبکه است. مهمترین ویژگی رسوبات آبراهه به منظور ارزیابی پتانسیل کانی سازی می تواند ناشی از این واقعیت باشد که مقدار هر متغیر در رسوبات رودخانه ای دارای خاصیت برداری است و جهت این بردار به طریقی است که همواره فقط برای ناحیه بالا دست خود صادق است. به عبارت دیگر ارقام حاصل از بررسی

رسوبات آبراهه ای بر خلاف سایر روشهای ژئوشیمیائی خاصیت جهت یافتگی دارند و همواره انعکاس دهنده تغییرات در بالادست خود می باشند.

روش تخمین شبکه به نحوی طراحی گردیده که این اثر مهم را به حساب آورد. این تکنیک بر اساس برداری بودن داده های رسوبات آبراهه ای بنا گردیده است. بدین صورت که داده های حاصل از برداشت رسوبات آبراهه ای فقط شامل اطلاعات حوضه آبریز بالا دست خود بوده و نمی تواند در تخمین نقطه ای که در پائین دست آنها قرار دارد، شرکت کند. لذا برای درون یابی چنین داده های جهت داری ابتدا باید مرز حوضه آبریز مربوط به نمونه های مشخص شده، سپس جهت داده که می تواند در تخمین شرکت نماید مشخص شود. بدین صورت امکان معرفی ساختار تغییر پذیری داده ها فراهم می گردد. بدیهی است بیشترین انطباق بین یک شکل هندسی با حوضه آبریز را در یک چند ضلعی غیر منظم می توان یافت. این چند ضلعیها یا به اصطلاح پلی گونها با استفاده از نقشه های توپوگرافی برای حوضه هر نمونه ترسیم می گردند.

برای دستیابی به اهداف بالا برنامه ای در نرم افزار Arcview طراحی گردیده که بصورت نیمه اتوماتیک بخشی از مراحل بصورت دستی و بخشی به صورت اتوماتیک و با بهره گیری از نقشه توپوگرافی در حداقل زمان و به بهترین نحو حوضه ها را ترسیم نموده و تا حد امکان حوضه های آبریز را اصلاح می نماید.

در روش تخمین شبکه ای ابتدا نقشه مورد نظر بوسیله شبکه ای از سلولهای هم بعد پوشانده می شود که ابعاد شبکه به مقیاس برداشتها و دقت مورد نیاز بستگی دارد. در این پروژه از شبکه های ۷۵×۷۵ متر استفاده شده است و با این روش نقشه های تک متغیره و چند متغیره تهیه شدند. در نهایت سه نوع وزن (شامل فاصله، مساحت، نسبت مساحت اشغال شده از سلول مورد تخمین به مجموع مساحتهای اشغال شده)

برای هر سلول محاسبه گردیده و با توجه به این اوزان مقدار یک متغیر در هر یک از سلولهای شبکه تخمین زده می شود. نقش هر یک از وزنها سه گانه به شرح زیر است.

(۱) وزنی که می تواند منعکس کننده فاصله بین موقعیت نمونه و مرکز سلول شبکه مورد تخمین باشد. در این مورد عکس مجذور فاصله به عنوان وزن مورد نظر به کار برده می شود.

(۲) وزنی که می تواند منعکس کننده نسبت سهم مساحت یک پلیگون خاص به جمع مساحت پلیگونهای مختلفی که با مساحت های گوناگون سلول شبکه خاصی را اشغال می کند، باشد.

(۳) وزنی که می تواند منعکس کننده نسبت آن قسمت از مساحت یک پلی گون که درون سلول خاصی واقع شده است به کل مساحت پلیگون باشد.

برای این منظور برنامه نوشته شده دارای گزینه ای است که می تواند موارد ذکر شده در بالا را محاسبه و انجام دهد.

۲-۸-۲- تفسیر نقشه های ژئوشیمیائی

در این مطالعات برای عناصر Hf, Ce, Nd, La, Sn, Sb, Bi, Zr, Ba, Ag, Zn, Cu, Pb Mn, Mo, Au و اکسیدهای TiO_2 و Fe_2O_3 و همچنین فاکتورهای اول تا سوم جمعا ۲۱ نقشه تهیه شده است که با شماره های ۲-۲ تا ۲۲-۲ در ادامه این فصل آورده شده اند.

برای شرح این نقشه ها ابتدا آنومالیها فاکتوری تشریح شده و به موازات آن آنومالیهای عنصری منطبق نیز بیان می شود و پس از آن با توجه به اینکه ممکن است بخشهایی از آنومالی عناصر بیان نشده باشد هر کدام از آنها که اهمیت داشته باشد (از نظر انطباق با آنومالی کانی سنگین و ...) شرح داده می شود.

- فاکتور اول: همانطور که گفته شد این فاکتور به عناصر TiO_2 , Fe_2O_3 , Sm , Ni , Co وابستگی دارد بنابراین بیشتر یک فاکتور سنگ ساز تلقی شده و با توجه به پراکندگی زیاد از شرح آنومالیهای آن اجتناب می‌شود.

- فاکتور دوم: این فاکتور به عناصر CaO , Sn , Cd , Ag وابسته است. آنومالیهای این فاکتور در نیمه شمالی محدوده از روستای لنج‌آباد به سمت مسدرق و سپس روستاهای داش بلاغ و آغچه قشلاق کشیده شده است. در $1/5$ کیلومتری شرق روستای لنج‌آباد یک محدوده آنومالی به مساحت تقریبی یک کیلومتر مربع از نمونه‌های 380 ، 377 ، 376 و 367 تشکیل شده است. آنومالی عناصر Ag و Sn نیز در این بخش انطباق دارد. نمونه کانی‌سنگین 380 حاوی یک ذره سینابر بوده است. طبق نقشه زمین‌شناسی در این بخش سنگهای تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار رخنمون دارند و یک گسل شرقی - غربی از نزدیکی آن عبور می‌کند.

بخش دیگری از آنومالی فاکتور دوم در غرب روستای مسدرق واقع است که حدود یک کیلومتر مربع مساحت داشته و نمونه‌های 557 تا 561 در آن واقعند. آنومالی عناصر Ag ، Pb ، Sn ، Ce و La نیز در این بخش ظاهر شده است. نمونه کانی‌سنگین 559 در این بخش چیزی نشان نداده است. سنگهای این بخش را تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری آنالسیم‌دار که با برش گدازه‌ای و توف تناوب دارند تشکیل می‌دهد که توسط گسلهای با جهت شمال شرقی - جنوب غربی قطع شده‌اند.

در محدوده بین روستاهای داش بلاغ و قیل پنلو در وسعت حدود $1/5$ کیومتر مربع بخش دیگری از آنومالیهای فاکتور دوم دیده می‌شود که نمونه‌های 665 ، 666 ، 667 ، 668 ، 669 و 671 با آن در ارتباطند. آنومالی عناصر Ce ، Sn ، Pb و Ag نیز در این بخش انطباق دارند. نمونه کانی‌سنگین 668 مربوط به این بخش کانی مهمی را نشان نداده است.

رخمونهای این بخش را تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری آنالسیم دار متناوب با برش گدازه‌ای و توف تشکیل می‌دهد. این بخش توسط دو گسل شمال شرقی - جنوب غربی تحت تاثیر قرار گرفته است.

در حد فاصل ۱/۵ کیلومتری غرب - شمال غرب روستای قیل پنلو سفلی آنومالی فاکتور اول با وسعتی حدود ۳ کیلومتر مربع نمونه‌های ۶۰۳، ۶۰۴، ۶۱۲، ۵۹۹، ۶۴۸، ۶۴۷، ۶۴۶، ۶۴۵ و ... را در بر می‌گیرد. آنومالی عناصر Ag و Sn نیز در این بخش ظهور دارد. نمونه کانی سنگین ۶۰۴ چیز خاصی نشان نداده است. رخنمون عمده را در این بخش ترکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری آنالسیم دار با تناوب برش گدازه‌ای و توف تشکیل می‌دهد که بخشی از آن توسط یک گسل با جهت شمال شرقی - جنوب غربی تحت تاثیر قرار دارد.

بخش پر وسعت آنومالی فاکتور دوم در شمال شرقی محدوده و در حد فاصل روستاهای آغچه قشلاق و جاله قرار دارد که حدود ۳/۵ کیلومتر مربع مساحت دارد. برخی از نمونه‌های آن عبارتند از ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲، ۶۹۶، ۶۹۸، ۶۹۹، ۷۰۰، ۷۰۱، ۷۰۶، ۷۱۱، ۷۱۲، ۷۱۳، ۷۱۴، ۷۱۵، ۷۱۶، ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰ و ۷۲۱ آنومالی عناصر La (بخشی از آن)، Zn، Pb (بخشی از آن) و Ag در این بخش انطباق دارند.

نمونه‌های کانی سنگین ۷۱۷، ۷۱۸، ۷۱۹، ۷۲۰ از این بخش چیزی نشان نداده‌اند. نمونه‌های کانی سنگین ۷۱۵، ۷۱۶ و ۶۹۱ به ترتیب دو ذره گالن، یک ذره طلا و دو ذره گالن داشته‌اند.

رخمونهای این بخش را عمدتاً کنگلومرا، ماسه سنگ و رس و به میزان کمتری تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری شکل می‌دهد و گسل با جهت شمال شرقی - جنوب غربی کاملاً این بخش را تحت تاثیر قرار داده است.

- فاکتور سوم: در این فاکتور K₂O, La, Hf, Mn, Cu, Au بارفاکتوری بالا دارند. آنومالیهای این فاکتور در بخشهای مرکزی و میانه شرقی محدوده مورد مطالعه ظاهر شده است. این آنومالیها را در چند بخش می توان مورد بررسی قرار داد.

بعنوان اولین بخش در حدود ۶ کیلومتری جنوب روستای لنج آباد در مساحت حدود یک کیلومتر مربع نمونه های ۳۰۰ و ۲۹۷ آنومالی درجه دوم و نمونه های ۲۸۷، ۲۹۰ و ۲۹۲ آنومالی درجه سوم این فاکتور را نشان می دهند. آنومالی عناصر Au، Cu، Mn و Hf در این بخش انطباق دارند. نمونه های کانی سنگین مانند ۳۰۰، ۲۹۷ و ۲۸۷ که از این بخش برداشت شده اند چیز خاصی ندارند.

سنگهای رخنمون دار در این بخش را تراکی آندزیت - تراکی بازالت فلدسپاتوئیددار تشکیل می دهند و چند گسل نیز حضور دارد.

بخش دوم آنومالی فاکتور سه در شرق محدوده و در جنوب و شرق روستای اسماعیل خان واقع است که حدود ۶ کیلومتر مربع مساحت دارد. برخی از نمونه های مربوط به این بخش عبارتند از نمونه های ۴۱۶ تا ۴۴۵. آنومالی عناصر La (بخشی از آن)، Hf و Cu در این بخش انطباق دارند.

نمونه های کانی سنگین ۴۳۹، ۴۳۸، ۴۳۷، ۴۲۸، ۴۴۴، ۴۱۷، ۴۱۶ و ۴۲۱ از غنای مهمی برخوردار نبوده اند اما نمونه های ۴۴۲، ۴۲۶ و ۴۱۸ حاوی یک تا دو ذره گالن بوده و نمونه های ۴۱۸ و ۴۲۰ دارای دو تا سه ذره کانی مس دار (مالاکیت) هستند.

رخمونهای سنگی در این بخش شبیه مورد قبلی است و گسلهای معدودی آنرا تحت تاثیر قرار

داده اند.

سومین بخش آنومالیهای فاکتور سوم در محدوده بین روستاهای امیرآباد و میان درق در شرق محدوده واقع است که مساحتی حدود ۵ کیلومتر مربع را در برمی گیرد. برخی از نمونه‌های آن عبارتند از:

۴۸۱، ۴۸۲، ۴۸۴، ۴۸۵، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۴، ۴۶۵، ۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹، ۴۷۲، ۴۷۵، ۴۷۸، ۴۵۹ و ۴۶۰.

آنومالی عناصر Cu (در بخشهایی از آن)، Hf و Au (بخشی از آن) نیز در این بخش قابل ذکر است.

از میان نمونه‌های کانی‌سنگین ۴۷۹، ۴۷۵، ۴۷۴، ۴۷۰، ۴۶۷، ۴۶۰ و ۴۶۲ مربوط به این بخش فقط نمونه ۴۶۴ حاوی کانیهای گروه مس بوده است.

سنگهای رخنموده در این بخش عبارتند از: جریانات و برشهای گدازه‌ای هیالوآندزیتی همراه با اسکوریا و تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری در تناوب با برش گدازه‌ای و توف که توسط گسلهای عمدتاً شمال غربی - جنوب شرقی تحت تاثیر قرار گرفته‌اند.

بخش چهارم آنومالیهای فاکتور سه را نمونه‌های ۴۵۶، ۴۵۷، ۴۵۳ و ۴۵۴ تشکیل می‌دهند که حدود یک کیلومتر مربع مساحت را در فاصله حدود یک کیلومتری شمال روستای میان درق می‌پوشانند. آنومالی عناصر Cu، Hf، Ce نیز در این بخش وجود دارد. نمونه‌های کانی‌سنگین ۴۵۶ و ۴۵۷ چیزی نشان نداده‌اند. تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری آنالسیم‌دار در تناوب با برش گدازه‌ای و توف رخنمونهای این بخش را شکل می‌دهند که بوسیله گسلهای شمال غربی - جنوب شرقی قطع شده‌اند.

پنجمین بخش آنومالیهای فاکتور سوم در حدود یک کیلومتری غرب آنومالی چهارم از نمونه‌هایی مانند ۷۴۱، ۷۲۳، ۷۲۰، ۷۲۲ و ۷۱۸ تشکیل شده و حدود یک کیلومتر مربع مساحت دارد. عناصر Cu، Zn (بصورت بخشی)، Mn (بصورت بخشی) و Hf در این بخش آنومالی دارند. این بخش از نظر رخنمونهای سنگی شبیه بخش چهارم است و گسلهای متقاطع در آن عمل نموده‌اند.

اکنون برخی از آنومالیهایی که به لحاظ انطباق آنومالی اهمیت دارند بیان می‌شوند:

- در محل نمونه ۴۳ در شمال روستای بایبان آنومالی Sb به همراه آنومالی درجه سه Bi با کانی سنگین سینابر در نمونه کانی سنگین همراه است. در اینجا تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری در تناوب با برش گدازه‌ای و توف رخمون دارد. ساختار زمین شناسی خاصی دیده نمی‌شود.

- در محل نمونه‌های ۱۴۸، ۱۵۰ و ۱۵۱ در جنوب منطقه آنومالی عناصر Sb و Au انطباق دارد. نمونه کانی سنگینی از اینجا برداشت نشده است. رخمون سنگی در این بخش تراکی آندزیت - تراکیت پورفیری است. ساختار زمین شناسی خاصی در اینجا دیده نمی‌شود.

- در محل نمونه‌های ۱۰۷، ۱۰۹، ۲۹۵، ۲۹۸ و ۲۹۹ در پنج کیلومتری جنوب لنج‌آباد آنومالی عناصر Mo و Au انطباق دارد. نمونه‌های کانی سنگین این بخش (چهار نمونه) به جزء هماتیت و مگنتیت غنای دیگری ندارند. در اینجا سنگهای تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تحت تاثیر گسل شمالی - جنوبی قرار دارند.

- در محل نمونه‌های ۱۶۷ و ۱۶۸ در جنوب شرقی منطقه نیز آنومالی Mo و Au انطباق نشان می‌دهد. نمونه کانی سنگین ۱۶۸ چیز خاصی نشان نداده است. در محل این نمونه‌ها سنگهای تراکی آندزیت - تراکیت پورفیری رخمون دارند.

- در محل نمونه ۹۳ در جنوب غربی منطقه جائیکه جریانات گدازه آندزیت - داسیت حضور دارند آنومالی Pb با حضور یک ذره نقره در کانی سنگین همراه است.

- در محل نمونه‌های ۹۶، ۹۷، ۹۸ و ۹۹ در جنوب غرب منطقه جائیکه جریانات گدازه آندزیت - داسیت تحت تاثیر چند گسل قرار دارند آنومالی عناصر Pb، Ba، Zr و Ti₂O انطباق دارند.

- در محل نمونه‌های ۱۴۰، ۱۴۱، ۱۴۲ و ۱۴۳ در جنوب منطقه جائیکه سنگهای تراکی آندزیت - تراکیت پورفیری رخنمون دارند آنومالی Ti_2O ، Zr و Ba انطباق نشان می‌دهند. البته نمونه کانی‌سنگین ۱۴۳ هیچ کانی مهمی نشان نداده است.

- در محل نمونه‌های ۱۶۹، ۱۷۰، ۱۷۱ و ۱۷۲ در جنوب منطقه و در محل رخنمون سنگهای تراکی آندزیت - تراکیت پورفیری که تحت تاثیر گسل قرار دارند. آنومالی Ti_2O ، Mn و Ba انطباق دارند. از این بخش نمونه کانی‌سنگین برداشت نشده است.

- در محل نمونه ۵۲۸ در جنوب شرق روستای مسدرق آنومالی Cu، Hf، Bi و Ce انطباق دارد و در کانی سنگین آن سینابر و کانیهای گروه مس مشاهده شده است. در این بخش ضمن اینکه گسلهای مختلف عمل نموده‌اند رخنمون سنگی را تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف و همچنین هیالوتراکیت با توف برش ریولیتی و ایگمنبریت تشکیل می‌دهد.

- نمونه ۳۵۴ واقع در جنوب شرق روستای لنج‌آباد محل انطباق آنومالی درجه سوم عناصر Au، Cu، Mn و Ag است ضمن اینکه در کانی‌سنگین آن یک ذره طلا مشاهده شده است. در محل این نمونه ساختار خاصی به چشم نمی‌خورد و تراکی آندزیت - تراکی بازالت فلدسپاتوئیددار رخنمون دارد.

- در محل نمونه‌های ۵۶۹ و ۵۷۱ واقع در ۱/۵ کیلومتری شمال شرقی روستای بابیان آنومالی عنصر Pb وجود دارد ضمن اینکه در این نمونه‌ها کانی‌سنگین سینابر و گروه مس دیده شده است. رخنمون سنگی این نمونه‌ها گدازه برشی و توف از جنس تراکی بازالت تا تراکی آندزیت پورفیری است.

- در محل نمونه ۵۴۵ در جنوب شرق روستای مسدرق آنومالی Pb با حضور کانیهای گروه مس در کانی‌سنگین همراه است. در اینجا تراکی آندزیت - تراکی بازالت و جریان گدازه و گدازه برشی هیالواندزیتی رخنمون دارد.

- در محل نمونه‌های ۳۲۹ و ۳۳۵ در حدود سه کیلومتری جنوب شرق لنج‌آباد که رخنمون سنگی را تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری تشکیل می‌دهد آنومالی Pb و Mn با حضور کانیه‌های گروه مس در کانی‌سنگین همراه است.

- در محل نمونه ۳۰۰ در چهار کیلومتری جنوب لنج‌آباد آنومالی Cu، Zn، Bi، Hf و Mn با حضور کانیه‌های گروه مس در کانی‌سنگین همراه است. گسل‌های با جهت مختلف در بالادست آن عمل نموده و سنگها را تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تشکیل می‌دهد.

- در محل نمونه ۳۲۹ در سه کیلومتری جنوب شرق روستای لنج‌آباد که رخنمون سنگی را تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری تشکیل می‌دهد آنومالی Zn و Mn (درجه سوم) با حضور کانیه‌های گروه سرب و روی همراه است.

- در محل نمونه ۳۱۸ در ۳/۵ کیلومتری جنوب غرب روستای اسماعیل‌خان که بخش بالادست آن تحت تاثیر گسل‌های متقاطع است و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری تشکیل می‌دهد آنومالی Au، Zn (درجه سوم) و Mn (درجه سوم) با حضور کانیه‌های گروه سرب و روی همراه است.

۹-۲- معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیائی

مناطق امیدبخش ژئوشیمیائی بر مبنای نتایج داده‌پردازیهایی چند متغیره و نتایج بدست آمده از مطالعات کانی‌سنگین انتخاب می‌شود.

بدین ترتیب این مناطق بصورت زیر معرفی می‌گردد.

۱. در محدوده بین روستاهای داش بلاغ و قیل پنلو و در محل نمونه‌های ۶۶۵، ۶۶۶، ۶۶۷، ۶۶۸، ۶۶۹ و

۶۷۱ آنومالی فاکتور دوم و عناصر Sn، Ag، Pb و Ce وجود دارد.

۲. در جنوب و شرق روستای اسماعیل‌خان نمونه‌های ۴۱۸، ۴۱۹، ۴۲۰، ۴۲۱، ۴۲۲، ۴۲۳، ۴۲۴، ۴۲۵،

۴۲۶، ۴۲۹، ۴۳۰ و ۴۳۳ انطباق آنومالی فاکتور سوم و عناصر La، Hf و Cu را نشان می‌دهد ضمن

اینکه نمونه‌های کانی‌سنگین ۴۱۸، ۴۲۲ و ۴۲۶ حاوی کانیهای گروه سرب و روی و نمونه‌های ۴۱۸

و ۴۲۰ گروه مس دارند.

۳. در شمال شرق محدوده در حد فاصل روستاهای آغچه‌قشلاق و جاله نمونه‌های ۶۹۰، ۶۹۱، ۶۹۲،

۶۹۳ و ۶۹۴ محل انطباق آنومالی فاکتور دوم، Sn، Ag و Pb است.

۴. در حد فاصل روستاهای امیرآباد و میان درق در نمونه‌های ۴۵۸، ۴۵۹، ۴۶۰، ۴۶۱، ۴۶۲، ۴۶۳، ۴۶۴،

۴۶۶، ۴۶۷، ۴۶۸، ۴۶۹ و ۴۷۳ آنومالی فاکتور سوم Cu، Hf و Au انطباق دارند. ضمن اینکه نمونه

کانی‌سنگین ۴۶۴ حاوی کانیهای گروه مس است.

۵. نمونه‌های ۷۲۰، ۷۲۱، ۷۲۲ و ۷۲۳ در دو کیلومتری جنوب شرقی شوش بلاغ آنومالی فاکتور سوم

و Cu، Hf، Zn و Mn را نشان می‌دهند.

۶. نمونه ۴۳ در شمال روستای بایان آنومالی Sb و Bi را نشان داده که با حضور کانی سینابر همراه

است.

۷. نمونه‌های ۱۴۸، ۱۵۰ و ۱۵۱ در جنوب منطقه محل انطباق آنومالی Au و Sb است.
۸. نمونه ۹۳ در جنوب غرب منطقه آنومالی Pb دارد و در کانی‌سنگین آن نقره مشاهده شده است.
۹. در نزدیکی نمونه ۹۳، در جنوب غرب منطقه در محل نمونه‌های ۹۶، ۹۸ و ۹۹ آنومالی عناصر Pb، Sb، Ba، Zr و Ti_2O انطباق دارند.
۱۰. در جنوب شرق روستای مسدرق آنومالی Cu، Hf، Bi و Ce در محل نمونه ۵۳۸ انطباق دارند ضمن اینکه در کانی‌سنگین این نمونه کانیهای سینابر و گروه مس مشاهده شده است. در همین محل آنومالی Pb با کانیهای گروه سرب در نمونه ۵۴۵ و با سینابر در نمونه‌های ۵۵۱ و ۵۴۷ همراه است.
۱۱. در محل نمونه ۳۵۴ در جنوب شرق روستای لنج‌آباد انطباق آنومالی درجه سوم Au، Cu، Mn و Ag وجود دارد و این نمونه یک ذره طلا در بخش کانی‌سنگین داشته است.
۱۲. نمونه‌های ۵۶۹ و ۵۷۱ در ۱/۵ کیلومتری شمال شرق روستای بایان آنومالی Pb دارند ضمن اینکه در کانی‌سنگین آنها سینابر و گروه مس مشاهده شده است.
۱۳. در جنوب شرقی روستای مسدرق نمونه‌های ۳۷۸ و ۳۷۹ حاوی کانیهای گروه مس هستند و با آنومالی فاکتور دوم انطباق دارند.
۱۴. در نمونه‌های ۳۲۹ و ۳۳۵ در سه کیلومتری جنوب شرق لنج‌آباد نیز آنومالی Pb و Mn با حضور کانیهای گروه مس همراه است.
۱۵. در محل نمونه ۳۰۰ و ۳۱۵ در چهار کیلومتری جنوب لنج‌آباد انطباق آنومالی فاکتور سوم و یا عناصر Cu، Zn، Hf، Mn و Bi با حضور کانیهای گروه مس همراه است.
۱۶. در محل نمونه ۳۱۸ در ۳/۵ کیلومتری جنوب غرب روستای اسماعیل‌خان آنومالی Zn، Au و Mn با حضور کانیهای گروه سرب و روی همراه است.

۱۷. در محل نمونه‌های ۵۶۳ و ۵۶۴ که در جنوب شرق روستای بابیان قرار دارند آنومالی Pb با

کانی سنگین گروه مس همراه است.