



پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



# فصل اول

## کلیات

## ۱-۱- مقدمه

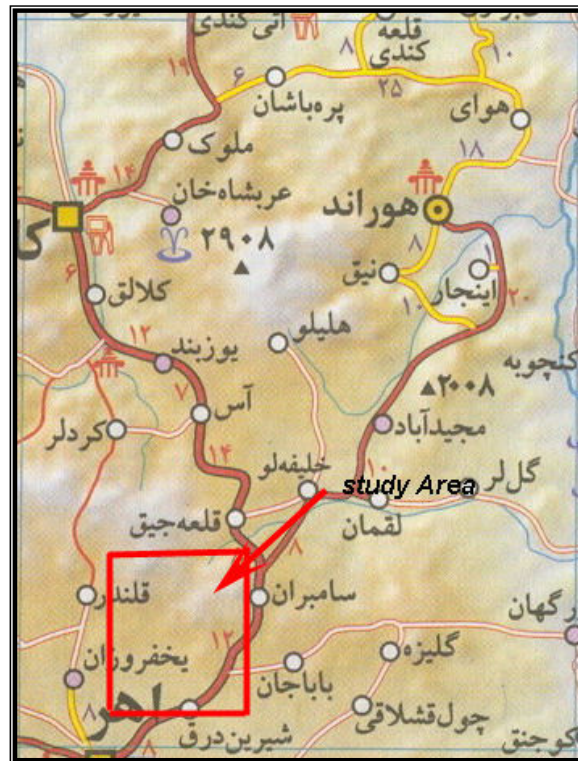
در اجرای قرارداد شماره ۱۲۳۹-۳۰۰ مورخ ۱۳۸۶/۴/۱۲ بین سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور و شرکت مهندسين مشاور پيچاب كانسار، مبنی بر انجام مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده کلیبر ۲ به گسترش ۱۵۰ کیلومتر مربع، کارشناسان شرکت مشاور پس از جمع آوری داده‌های اولیه و پردازش داده‌های زمین شناسی، معدنی، ژئوشیمیایی، ژئوفیزیک هوایی، طراحی شبکه نمونه برداری و برداشت ۴۷۱ نمونه ژئوشیمیایی آبراهه‌ای و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین انجام و طی مدت ۱۵ روز عملیات صحرائی نمونه‌گیری در محدوده مذکور را انجام و پس از آماده‌سازی و کدگذاری به آزمایشگاه‌های مربوطه ارسال گردید. پس از کسب نتایج آنالیز نمونه‌ها و مطالعات کانی سنگین و مشخص شدن مناطق ناهنجاری، عملیات صحرائی کنترل ناهنجاری‌ها و رخنمون‌های سنگی اطراف حوضه آبریز آن‌ها، تعداد ۳۰ نمونه سنگی از زون‌های دگرسانی و سیلیسی برای آنالیز شیمیایی و تعداد ۳۷ نمونه برای مطالعات کانی سنگین برداشت گردید. گزارش حاضر نتایج بررسی‌های انجام شده در دو مرحله برداشت ژئوشیمیایی و کانی سنگین و کنترل ناهنجاری‌های شناسایی شده است، که به شرح زیر ارائه می‌شود:

## ۱-۲- موقعیت جغرافیایی

منطقه مورد مطالعه در محدوده‌ای بین طول‌های جغرافیائی "۴۰' ۱۲' ۴۷° و "۱۵' ۰۷' ۴۷° و عرض‌های جغرافیائی "۲۵' ۳۹' ۳۸° و "۰۰' ۳۱' ۳۸° قرار گرفته است. این محدوده، در حدود ۵ کیلومتری شمال شهرستان اهر و ۳۵ کیلومتری جنوب شهر کلیبر در استان آذربایجان شرقی قرار دارد.

### ۳-۱- راه‌های دسترسی

شبکه راه‌های ارتباطی متراکمی در منطقه احداث شده است که نزدیکترین آن به منطقه مورد مطالعه راه آسفالت‌ه‌هر - کلیبر می‌باشند، همچنین جاده‌های خاکی متعددی در منطقه ایجاد شده است که مناطق کوهستانی و آبادیها را به یکدیگر و مناطق شهری مرتبط می‌کند و بیشتر از مناطق کوهستانی عبور می‌کند . دسترسی به منطقه مورد مطالعه از طریق جاده آسفالت‌ه‌هر - کلیبر (به طول ۵ کیلومتر) و جاده‌های شوسه کوه قزل‌قیه (به طول ۵ کیلومتر) و همچنین پسته بیگلو - زکلیک پایین - زکلیک بالا - چوپانلار (به طول ۱۵ کیلومتر) می‌باشد (شکل ۱-۱) .



شکل ۱-۱- موقعیت و راه‌های دسترسی به محدوده مورد مطالعه

#### ۱-۴- آب و هوا، پوشش گیاهی و جغرافیای انسانی

محدوده مورد مطالعه ناحیه‌ای کوهستانی بوده و از کوه‌های بلند تشکیل شده است. بلندترین ارتفاع محدوده از سطح دریا در حدود ۲۶۰۰ متر و کمترین ارتفاع محدوده از سطح دریا در حدود ۱۵۰۰ متر می‌باشد.

منطقه دارای شرایط آب و هوای سرد و نیمه خشک است، زمستان‌های منطقه سرد و طولانی و تابستان آن معتدل است و پوشش گیاهی منطقه با تراکم کم تا متوسط و بیشتر شامل علفزار می‌باشد. کمبود زمین زراعی به واسطه کوهستانی بودن منطقه، فعالیتهای کشاورزی و زراعی را محدود کرده و اهالی این منطقه بیشتر به دامداری و تولید عسل و قالی بافی اشتغال دارند.

#### ۱-۵- جمع‌آوری اطلاعات موجود قبلی

جهت حصول نتایج مناسب و بهره‌وری کامل از اطلاعات و اطمینان بخشی این نتایج در منطقه مورد مطالعه، لازم است اطلاعات زمین‌شناسی و اکتشافی موجود جمع‌آوری شود. در هر حال، فعالیتهای انجام شده در منطقه شامل موارد زیر است:

- نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰ آرپزان (سازمان جغرافیایی ارتش، ۱۳۷۵)
- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰، سامبران، انباستلیق، یوزبند، قلندر (سازمان نقشه‌برداری، ۱۳۷۵)
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کلیبر (سازمان زمین‌شناسی کشور)
- نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰ اهر (سازمان زمین‌شناسی کشور)





- گزارش نمونه برداری سیستماتیک از نفلین سینیت بزگوش جهت مطالعه کاربرد آن در صنایع تولید آلومینا و مطالعه مقدماتی توده های نفوذی زرگاه و کلیبر جهت صنایع شیشه و سرامیک (سازمان زمین شناسی کشور)
  - گزارش اکتشافات مقدماتی طلا در محدوده نبی جان، جنوب باختری کلیبر، پروژه اکتشاف طلای زون ارسباران (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲)
  - پروژه اکتشافات طلا و مس، مولیبدن در ورقه های ۱:۱۰۰۰۰۰ اهر، کلیبر، ورزقان، لاهرود، سیه رود (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲)
  - اکتشافات عناصر HFSE, LILE, REE, PGE در محدوده جغرافیایی شهرستان اهر (سازمان صنایع و معادن استان آذربایجان شرقی، ۱۳۸۲)
  - گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی و کانی سنگین در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ کلیبر (سازمان زمین شناسی کشور، ۱۳۸۲)
- با بررسی بر روی نمونه های ژئوشیمیایی و کانی سنگین موجود در منطقه مورد مطالعه (گزارش ژئوشیمیایی ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰ کلیبر) نتایج زیر بدست آمده است:
- الف: عناصر W, Bi, Sb, Mo, Ag, Cu در نمونه های اطراف روستای آغ درق دارای ناهنجاری درجه یک و عناصر Be, Pb, Au دارای ناهنجاری درجه دوم می باشند. همچنین کانیهای طلا، مالاکیت، پیریت، آپاتیت، شلیت در نمونه های کانی سنگین آن به عنوان ناهنجاری معرفی شده اند.

ب: عناصر W, Se, Sb, Mo, Bi, Cu, Ag, Au در نمونه‌های اطراف روستای ونه‌آباد دارای

ناهنجاری درجه یک میباشند در ضمن تعدادی از نمونه‌های کانی سنگین نیز برای کانیهای طلا،

سینابر، پیریت، زیرکن، آپاتیت ناهنجاری نشان می‌دهند.

#### ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی طلا

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به‌مراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
جنوب برگه ارپزان (ونه آباد)	K-92(0.025), K-67(0.017) K-26(0.013), K-98(0.013) K-94(0.012), K-95(0.012) K-66(0.009), K-93(0.009) K-100(0.011)	$O^g, O^{mg},$ $K_u^{11}, E^{ig},$ $E^{an}, E^{d2}$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر W, Se, Sb, Mo, Cu, Bi, Ag - وانطباق با ناهنجاری کانیهای طلا، سینابر، پیریت، زیرکن، آپاتیت - واقع شدن بر روی گسل تاکی داغ

#### ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی مس

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به‌مراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
مرکز برگه ارپزان (آغ درق)	K-98(1180), K-108(159) K-107(182), K-106(113) K-96(106)	$O^g, K_u^{11}, K_u^t$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر W, Bi, Sb, Mo, Ag و ناهنجاری درجه دوم عناصر Pb, Be, Au - وجود التراسیون آرژیلیتی لیمونیتی - عبور گسل شمالی جنوبی تاکی داغ از این محدوده - انطباق با ناهنجاری کانی های طلا، ملاکیت، پیریت، آپاتیت، شلیت

#### ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی آنتیموان

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به‌مراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
حوالی روستای چوپانلار	K-98(15.0), K-88(4.5) K-78(3.9)	$E^{p1}, O^g$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Bi, Mo, Ag, Cu و ناهنجاری درجه دوم عناصر Pb, Be, Au - عبور گسل تاکی داغ از محدوده ناهنجاری

ناهنجاری های ژئوشیمیایی مولیبدن

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
حوالی روستای چوپانلار	K-98(21.6), K-97(8.1) K-90(3.7), K-89(3.7)	$E^{P1}, O^g$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر $Bi, Sb, Ag, Cu$ و ناهنجاری درجه دوم عناصر $W, Pb, Au$ - عبور گسل تکلی داغ از محدوده ناهنجاری

ناهنجاری های ژئوشیمیایی قلع

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
جنوب برکه ارپزان (ونه آباد)	K-91(6.7), K-69(4.6) K-68(4.3), K-72(3.3) K-61(3.1), K-94(4.1) K-70(2.8), K-92(3.6) K-62(2.8), K-73(3.2)	$O^g, K_u^{11}, E^{d2}$ $E^{ig}, E^{lig}, O^{mg}$	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر $Se, Be, Bi, W, Pb, Au$ و ناهنجاری کانیهای طلا، گالن، سینابر، پیریت، آپاتیت، شلیت و زیرکن

ناهنجاری های ژئوشیمیایی بیسموت

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین
مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-98(2.7), K-67(2.2) K-95(1.9), K-94(1.9) K-91(1.2), K-38(1.5) K-88(1.2)	$E^{P1}, O^g$ $O^{mg}, K_u^{11}$ $E^{an}, E^{b2}$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر $Sb, Mo, Ag, Cu$ و ناهنجاری درجه دوم عناصر $Be, Pb, Au$ و انطباق با ناهنجاری کانیهای طلا، پیریت، آپاتیت، زیرکن و شلیت

ناهنجاری های ژئوشیمیایی جیوه

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین، آنومالیهای ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-110(0.35) K-108(0.16) K-58(0.25)	$K_u^{v1}, K_u^t, O^g$	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر $Cu, Sn, W, Bi$ و ناهنجاری درجه سوم عناصر $Mo, Au$ و ناهنجاری کانیهای مالاکیت، پیریت، آپاتیت، زیرکن، شلیت، - عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی

ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی تنگستن

موقعیت جغرافیایی	نمونه های ناهنجار به همراه عیار عنصر (ppm)	سنگهای بالادست	انطباق آنومالی با ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین ، آنومالیهای ژئومغناطیسی و ساختارهای زمین شناسی
مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-107(106), K-100(19.9) K-108(19.2), K-38(20.6) K-97(14.5), K-110(18.8) K-99(18.7), K-106(18) K-98(17.8), K-18(22.1) K-22(16)	$O^{mg}, O^g$ $K_u^{11}, K_u^t$	انطباق با ناهنجاری درجه یک عناصر Bi, Sb, Mo, Ag, Cu و ناهنجاری درجه دوم عناصر Be, Pb, Au انطباق با آنومالی کانیهای طلا، ملاکیت، پیریت، آپاتیت، زیرکن و شلیت
جنوب برکه ارپزان (ونه آباد)	K-29(31.7)	$K_u^{11}, E^{d2}, E^{ig}$	انطباق با ناهنجاری درجه دوم عناصر Se, Bi, As, Mo, Au و ناهنجاری کانیهای طلا، مس طبیعی، سینابر، زیرکن و شلیت - عبور گسل ارپزان از محدوده آنومالی

ناهنجاری‌های کانی سنگین طلا

ردیف	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمونهای سنگی بالا دست	کانی های همراه
۱	جنوب برکه ارپزان (ونه آباد)	K-29	$E^{d2}, E^{ig}, E^{tig}, O^{mg}$	لیمونیت، پیریت اکسید، سینابر ، باریت
۲	مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-61	$E^{an}, E^{ig}, E^{d2}, K_u^{11}$	لیمونیت - زیرکن - باریت - پیریت اکسید
۳	مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-95	$O^{mg}, O^g, E^{d2}, K_u^{11}$	لیمونیت - پیریت - زیرکن - اپیدوت
۴	جنوب برکه ارپزان (ونه آباد)	K-31	$E^{ig}, E^{an}, K_u^{m1}, O^g$	لیمونیت - پیریت اکسید

ناهنجاری‌های کانی سنگین مس

ردیف	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمونهای سنگی بالا دست	کانی های همراه
۱	مرکز برکه ارپزان (آغ درق)	K-106	$K_u^{11}, O^g, K_u^t$	پیریت اکسید - آپاتیت - گارنت

ناهنجاری‌های کانی سنگین سینابر

ردیف	موقعیت جغرافیایی	شماره نمونه	رخمونهای سنگی بالادست	کانی‌های همراه
۱	جنوب برکه ارپزان (ونه آباد)	K-29	$E^{d2}, E^{ig}, E^{an}, E^{tig}$	طلا، لیمونیت، پیریت اکسید، زیرکن، باریت ، شلیت



## ۱-۶- زمین شناسی عمومی

منطقه مورد مطالعه جزئی از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کلیبر میباشد که از نظر ساختاری در زون

البرز - آذربایجان قرار داشته و به دو بخش تقسیم میشود:

الف: حوضه رسوبی مغان که در شمال این ورقه قرار دارد و شامل نهشته‌های تیپ فلیش پالئوسن - ائوسن ، الیگوسن و میوسن بوده و فاقد فعالیت ماگمایی چشمگیر میباشد. این حوضه رسوبی از اوایل ترسیر تشکیل و رسوبگذاری همراه با فرونشینی کف حوضه در آن تا زمان میوسن ادامه داشته است.

الف: بخش فرایش یافته (Uplified) فلات مانند حوضه کلیبر - اهر که در جنوب این ورقه قرار دارد و شامل نهشته‌های ضخیمی از سنگ‌های رسوبی - آتشفشانی کرتاسه بالایی و سنگ‌های دگرگونی قدیمی تر و سنگ‌های آتشفشانی و آذر آواری پالئوسن و ائوسن میباشد که مجموعه دگرگونه قدیمی و پوشش رسوبی - آتشفشانی کرتاسه روی آن را کمپلکس قره‌داغ و مجموعه آتشفشانی و آواری - آتشفشانی ترسیر را زون ارسباران نامیده‌اند. محدوده مورد نظر در زون ارسباران قرار گرفته که این زون شامل ترادف ضخیمی از سنگ‌های آتشفشانی و آواری - آتشفشانی ائوسن است که توسط توده‌های نفوذی گرانیتوئیدی الیگوسن تحت تأثیر قرار گرفته و دگرسانی گرمایی گسترده‌ای را متحمل شده‌اند.

### ۷-۱- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه کلیبر

این منطقه جزئی از بخش فرایش یافته (Uplified) فلات مانند حوضه کلیبر- اهر (زون ارسباران) است که در ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ کلیبر قرار دارد و از لحاظ لیتولوژیکی شامل واحدهای زیر میباشد (شکل ۱-۲):

#### ۷-۱-۱- واحد سنگ آهک نازک لایه ( $K_{II}^{ll}$ )

شامل ترادفی از سنگ آهک نازک لایه خاکستری رنگ است که پایین ترین بخش واحدهای کرتاسه در منطقه را تشکیل می دهد و بطور همشیب در زیر واحد  $K_{II}^t$  قرار می گیرد. این واحد در حاشیه شمالی و جنوبی توده گرانیتی شیورداغ در تماس با توده بوده و در اثر نفوذ توده نفوذی مذکور اسکارنی شده و بعضاً دارای کانی سازی مس می باشد.

#### ۷-۱-۲- توف برشی و میان لایه های توفی ( $K_{II}^t$ )

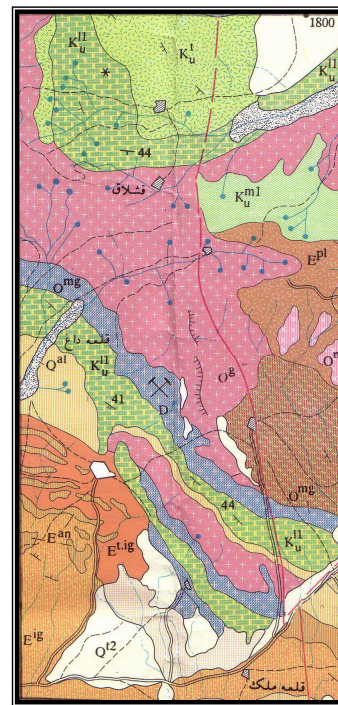
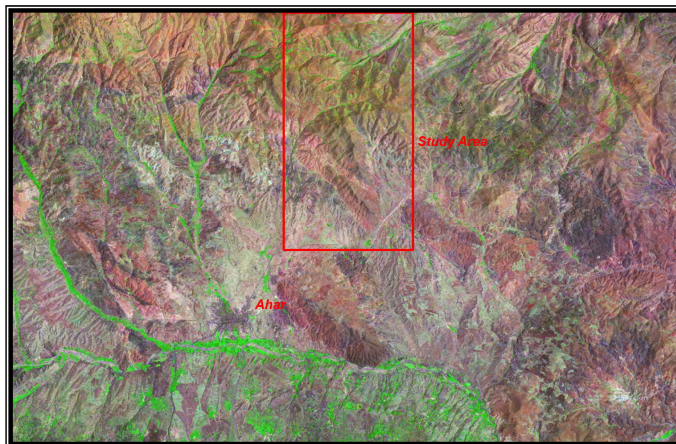
این واحد شامل ترادف ضخیمی از توف و توف برش سبز خاکستری با ترکیب آندزیتی است که بطرف شمال توسط واحد مارنی و شیلی  $K_{II}^{ml}$  بطور همشیب پوشیده شده است.

#### ۷-۱-۳- شیل های سیلتی، مارن های آهکی ( $K_{II}^{ml}$ )

این واحد شامل ترادفی از شیل های سیلتی و ماسه ای و مارل و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است که بطور همشیب بر روی واحد  $K_{II}^t$  قرار داشته و بطرف شمال توسط توده گرانیتی شیورداغ قطع شده و بطور محدود اسکارنی (اپیدوتیتی و کلریتی همراه با گارنت) شده است.

۷-۱-۴- واحدهای ایگنمبریتی، داسیتی، آندزیتی و تراکیتی ( $E_{ig}^t, E_{an}, E_{a}^i, E_{p}^l$ )

شامل ترادف ضخیمی از سنگهای آتشفشانی با زمان ائوسن است که به صورت نواری باریک و طویل در منطقه گسترده شده و دارای روند عمومی شمال باختر- جنوب خاور است. ترکیب سنگ شناسی آن شامل ایگنمبریت، گدازه های داسیتی، آندزیت پورفیری و تراکیت است، که به صورت گسترده تحت تأثیر فرایندهای گرمایی حاصل از مراحل پایانی فعالیت توده گرانیته شیورداغ قرار گرفته و نتیجه آن آرژیلی شدن و سیلیسی شدن شدید سنگ های مذکور همراه با رگه های سیلیسی آهن دار حاوی کانی های کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت میباشد.



شکل ۱-۲- محدوده مورد مطالعه بر روی تصاویر ماهواره ای و نقشه زمین شناسی



### ۱-۷-۵- توده های گرانیتوئیدی شیورداغ

مجموعه کربناته - آواری - آتشفشانی کرتاسه و مجموعه آتشفشانی ائوسن را یک توده بزرگ گرانیتوئیدی با زمان الیگوسن قطع نموده که بصورت ستیغ بلند و طویلی در امتداد خاوری و باختری - باختری گسترش داشته و ارتفاعات بلند کوه شیورداغ را تشکیل می دهد. رخساره عمده آن گرانیتی است ولی بخش های حاشیه ای آن میکروگرانیت ، آپلیت و مونزونیتی را نشان می دهد. مهمترین رخساره های سنگی این توده بصورت درشت دانه زیر است:

#### ۱-۷-۵-۱- میکروگرانیت، آپلیت و گرانودیوریت (O<sub>mg</sub>)

این واحد به طور محلی حاشیه جنوبی توده بزرگ گرانیتی شیورداغ در مرز با سنگ های آهکی کرتاسه رخنمون دارد. در ترکیب سنگ شناسی این واحد کوارتز و فلدسپاتهای آلکالن و پلاژیوکلاز دیده میشود که این مجموعه به وسیله کانی های فرعی همچون مگنتیت و کلریت و کانی های رسی همراهی میشوند.

#### ۱-۷-۵-۲- مونزونیت، کوارتز مونزونیت، میکرومونزونیت (Omz)

این واحد به طور محلی بصورت چند توده کوچک در حاشیه خاوری توده گرانیتی شیورداغ سنگ های آتشفشانی ائوسن را قطع نموده و دارای ترکیب مونزونیت - کوارتز مونزونیتی می باشد. در ترکیب سنگ شناسی این واحد کوارتز و فلدسپاتهای آلکالن و پلاژیوکلاز دیده میشود که این مجموعه به وسیله کانی های فرعی همچون مگنتیت و کلریت و کانی های رسی همراهی میشوند.



### ۱-۷-۵-۳- گرانیت و گرانودیوریت (O<sup>g</sup>)

این واحد بدنه اصلی توده بزرگ گرانیتی شیورداغ است که با روند تقریباً خاوری - باختری ارتفاعات بلند کوه شیورداغ را تشکیل می دهد. ترکیب سنگ شناسی آن در حد کوارتزیدیوریت تا گرانیت و گرانودیوریت است و کانی هائی مانند آمفیبول و بیوتیت نیز در آن دیده میشود. ضمن آنکه کوارتز و فلدسپات نیز موجود میباشد. باید متذکر شد که کانی هائی مانند آپاتیت و اسفن در این واحد میتواند راهنمای مناسبی جهت اکتشاف تعدادی از عناصر باشد. رخساره نیمه عمیق آن (بخش های میکرومونزونیتی) برای کانی سازی مس نوع پورفیری (مشابه کانسار مس سونگون) و رخساره های عمیق آن در تماس با سنگ آهک های کرتاسه برای کانی سازی نوع اسکارن مس (نظیر کانسارهای مزرعه دانجرد) قابل بررسی است.

### ۱-۸- توان معدنی منطقه مورد مطالعه

در محدوده مورد بررسی بخاطر نفوذ توده های گرانیتوئیدی شیورداغ به داخل سنگ های کربناته - آواری - آتشفشانی کرتاسه و سنگ های آتشفشانی ائوسن کانی سازی اسکارن مس و طلا (مشابه کانسار مس مزرعه)، کانی سازی مس نوع پورفیری (مشابه کانسارهای مس سونگون و مسجدداغی)، کانی سازی طلای رگه ای (مشابه کانسار طلای رگه ای هیزه جان و مسجدداغی)، کانی سازی طلای تیپ کوارتز - آلونیتی در سنگ های آتشفشانی دگرسان شده ائوسن و کانی سازی قلع و تنگستن نوع اسکارن (در تماس واحدهای کربناته کرتاسه با توده گرانیتوئید شیورداغ) مورد انتظار است، که در این مطالعات مورد توجه قرار گرفته و در طراحی شبکه نمونه برداری و تعبیر و تفسیر نتایج مطالعات مد نظر قرار گرفته است.



پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



## فصل دوم

# اکتشافات ژئوشیمیایی

## ۲-۱- مقدمه

اکتشافات ژئوشیمیایی امروزه بعنوان یکی از لایه‌های اطلاعاتی در اکتشافات مواد معدنی در جهان شناخته شده است. گستره میدان آنالیزهای ژئوشیمیایی، حد تشخیص و حساسیت مناسب دستگاه‌های آنالیزکننده و دقت آنها امکان آنالیز متغیرهای گوناگون ژئوشیمیایی را فراهم میکند که روش‌های متنوع در پردازش داده‌ها با هدف اخذ نتایج بهینه به همراه نرم‌افزارهای مناسب و کارا به عنوان دست‌افزارهای یک ژئوشیمیست نیل به اهداف اکتشافی را تسهیل میکند.

در حقیقت تحولات سالهای اخیر را میتوان به عنوان انقلاب در سیستم‌های اکتشافی قلمداد نمود که در راستای آن دستاوردهای شایان توجه در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی حاصل شده که حاصل تلاش بی‌وقفه اساتید این شاخه و پیگیری رهروان این علم است.

حجم عظیم اطلاعاتی که در چرخه داده‌پردازی‌های ژئوشیمی اکتشافی وارد شده، کارشناسان را بر آن می‌دارد که پس از رقومی کردن آنها به راه‌حلهایی متوسل شوند که نتیجه آن دستیابی به مناطق پربتانسیل و امیدبخش است. کارآیی سیستم کلاسیک اکتشافی و تکیه بر یافته‌های عینی در صحرا، امروزه در اکتشافات جایگاه مقبولی ندارد. هنر اکتشافات با در نظر گرفتن قوانین آمار و احتمالات و با علم بر احتمال تمرکز مواد معدنی، احتمال کشف و دسترسی به اهداف اکتشافی را سالم‌تر و آسان‌تر مینماید. یکی از راه‌های مرکزیت اکتشافی صنایع و معادن، اولویت‌بندی اکتشافی و تحقق پیش‌زمینه آن یعنی تهیه نقشه و تدوین گزارشات اکتشافات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ است. در این راستا طرح اکتشافات ژئوشیمیایی سراسری کشور تنظیم و بصورت برنامه‌ای میان مدت و بلند مدت به تقریب به پایان رسید.



پیرو اتمام نقشه‌های ۱:۱۰۰/۰۰۰ ژئوشیمیایی، طرح اکتشافات نیمه تفصیلی در مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰ در محدوده مناطق امیدبخش در دستور کار متولیان امور اکتشاف قرار گرفت و پیرو این راه، محدوده‌های امیدبخش اکتشافی بصورت پیمانی (شرکت‌های مهندسیین مشاور) در دستور کار عملیات اکتشافی قرار گرفت. محدوده اکتشافی کلیبر نیز یکی از نواحی اولویت‌دار اکتشافی پیمانی است که به شرکت مهندسیین مشاور پیچاب کانسار محول شد.

## ۲-۲- انتخاب محیط نمونه برداری

در اکتشافات ژئوشیمیایی بزرگ مقیاس، نمونه برداری از رسوب‌های آبراه‌های هدف اول عملیات صحرایی است. انتخاب محیط مناسب نمونه برداری از اهمیت بسزایی برخوردار است که همچنان در بررسی ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۲۵/۰۰۰ بهترین مکان برای نمونه برداری رسوبات رودخانه‌ای است (با توجه به جغرافیای طبیعی، توپوگرافی و زمین شناسی ایران) که خود معلول شرایط گوناگون آب و هوایی، وضعیت زمین شناسی، توپوگرافی، کانی سازی و همچنین شیب آبراه‌ها و شیب کلی منطقه است. میزان بارندگی در محیط‌های گوناگون عامل مهمی در ایجاد درجات متفاوتی از انواع فرسایش مکانیکی و شیمیایی و میزان انتقال رسوبات است و ارتفاع نیز در شدت و نوع فرسایش و انتقال رسوبات در مناطق مختلف نقش بسزایی ایفا میکند.

با بررسی کامل حوضه‌های آبریز طراحی و برداشت نمونه‌ها، امکان بررسی نهایی و دستیابی به اطلاعات حوضه‌های بالادست فراهم می‌آید و این خود راهنمای مناسبی برای رسیدن به آنومالی‌های احتمالی است. در راستای جلوگیری از هرگونه خطای نمونه برداری شایسته است که نمونه از رسوبات

آبرفتی از سطح تا عمق (حداکثر عمق ۵۰ سانتیمتر) برداشت شود. همچنین نمونه از محیط غیرهمگن و از مرکز آبراهه برداشت شود. در مواردی مشاهده شده که نمونه بردار در جهت سهولت و سرعت کار محل نمونه را در بخش کناری آبراهه و در جایی که نهشته‌های آبرفتی پوشیده از سیلت و رس است انتخاب کرده که این محل‌ها در بسیاری از موارد نمی‌توانند گویای انتشار و انتقال رسوبات از محیط‌های اولیه بالادست به این نقاط باشند.

### ۲-۳- طراحی شبکه نمونه برداری

یکی از مراحل مهم و اساسی هر فاز اکتشافات ژئوشیمیایی، طراحی نقاط نمونه برداری است که بعنوان اساس و پایه کار میبایست بدون خطا یا با کمترین خطا صورت گیرد. طراحی یاد شده با بررسی و شناخت حوضه‌های آبریز یا شبکه آبراهه‌ها و با هدف نمونه برداری از رسوبات رودخانه‌ای انجام میگیرد. البته عوامل گوناگونی می‌تواند در طراحی نمونه‌ها دخیل باشد. از آن جمله میتوان به رخنمون‌های سنگی، پوشش گیاهی، مزارع و مناطق کشاورزی اشاره کرد.

در هر حال ابتدا با بررسی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ منطقه، محدوده حوضه‌های آبریز بررسی و سیستم آبراهه‌ها تکمیل میشود، سپس با استفاده از نقشه زمین‌شناسی منطقه و با در نظر گرفتن واحدهای سنگی مستعد کانی‌سازی، توده‌های نفوذی، همبری‌های مهم، سیستم‌های گسلی، معادن قدیمی، فعال و همچنین با استفاده از نقشه ژئوفیزیک هوایی و بررسی شواهد موجود در آن از جمله گسل‌های پنهان، وضعیت توده‌های نفوذی نیمه عمیق و سرانجام بررسی وضعیت جغرافیایی منطقه، راه‌های دسترسی و با



توجه به زمان و بودجه پروژه، امر طراحی نمونه‌ها در محدوده مورد مطالعه انجام میشود. برای طراحی بهینه

نمونه‌ها و انتخاب مناسب‌ترین نقاط علاوه بر زمان و بودجه، معیارهای زیر باید مورد توجه قرار گیرد .

- دستیابی به توزیع یکنواخت نمونه‌ها در کل نقشه

- رعایت چگالی نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین برپایه استانداردهای جهانی و ویژگی‌های هر

نقشه.

- توزیع همگون و تا حد امکان یکنواخت نمونه‌ها متناسب با سطح حوضه آبریز و تعداد انشعاب آن

- اولویت به رسوبات رودخانه‌ای که سنگ بستر خود را قطع میکنند.

- بررسی و امکانات جاده‌ای و در نظر گرفتن شرایط اسکان در نزدیکترین محل به نقشه

- توجه به واحدهای سنگی مختلف و انتشار زون‌های آلتراسیون و کانی‌سازی

پس از این مرحله نقشه‌های توپوگرافی مربوط به محدوده اکتشافی اسکن و برای رقومی کردن

محل نمونه‌ها، آبراهه‌ها، جاده‌ها و روستاها و ... از نرم افزارهای *Arcview* و *Autocad* استفاده شده و با

نرم افزار *Excel* لیست نمونه‌ها همراه با مختصات آنها در سیستم *UTM* تهیه و جهت عملیات صحرایی

آماده میگردد. مختصات دقیق هر نمونه همراه با نقشه‌های نمونه‌برداری و دستگاه *GPS* کمک شایانی را در

تسهیل امر نمونه‌برداری به خصوص در مناطق دشت و بیابان می‌نمایند. بطور کلی در محدوده اکتشافی کلیبر

تراکم نمونه‌برداری برای نمونه‌های ژئوشیمی به تقریب برای هر کیلومتر مربع ۵ نمونه و برای نمونه‌های

کانی سنگین برای هر کیلومتر مربع ۲ نمونه بوده است.

## ۲-۴- عملیات صحرائی

مراحل گوناگون اکتشافات ژئوشیمیایی همچون طراحی نمونه، نمونه برداری، آنالیز نمونه‌ها، داده پردازی، بررسی و تدوین گزارش همانند دانه‌های زنجیر بهم پیوسته میباشند و از آنجا که داده‌های حاصل از آنالیز نمونه‌ها در مرحله داده پردازی و تعیین نواحی آنومالی نقش اساسی را برعهده دارند، لذا دقت در نمونه برداری همچون دیگر مراحل بسیار مهم است.

در محدوده اکتشافی کلیبر، با توجه به سابقه نمونه برداری قبلی از این ناحیه در عملیات صحرائی (مرحله ناحیه ای ۱۰۰/۰۰۰:۱) و انتخاب اندازه دانه بندی نمونه‌های ژئوشیمیایی در حد ۸۰ مش و پارامترهایی همچون اکتشاف طلا و کمبود زمان، مش نمونه برداری در این مرحله همچون فاز ناحیه ای ۸۰ مش انتخاب گردید. نمونه‌های ژئوشیمی در صورت خشک بودن محل نمونه برداری از جزء ۸۰ مش برداشت و در صورت خیس بودن ابتدا نمونه‌ها خشک شده، سپس با الک ۸۰ مش مورد جدایش قرار گرفته است. وزن نمونه‌های برداشت شده با توجه به اندازه دانه بندی حدود ۲۰۰-۳۰۰ گرم میباشد. گروه نمونه بردار با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵/۰۰۰ و مختصات نقاط ثبت شده در دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) نمونه‌ها را برداشت کردند. نمونه‌ها پس از مرحله آماده سازی صحرائی در کیسه‌های مناسب و دولایه ریخته و شماره آنها بصورت برجسب و همچنین بصورت اتیکت درون نمونه‌ها ثبت میشود. لیست نمونه‌های برداشت شده در پایان هر روز کنترل و انتقال شماره‌های نهایی به نقشه‌های اصلی پیشرفت کار ادامه می‌یابد. پس از طراحی محل نمونه‌ها، ۴ گروه نمونه بردار در منطقه مورد مطالعه مستقر شده و با توجه به شرایط توپوگرافی سخت منطقه، در طی ۱۰ روز کاری نمونه برداری انجام پذیرفت.



جهت کدگذاری نمونه‌ها در محدوده اکتشافی کلیبر از کد **K-86-1** استفاده شده است که **(K)** نام محدوده مطالعاتی کلیبر، **(1386)** سال نمونه‌برداری میباشد، لازم به ذکر است نمونه‌های ژئوشیمیایی با وزنی در حدود ۱۵۰-۲۰۰ گرم برداشت شد و در ایستگاه‌هایی که به طور همزمان نمونه‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین (۷ لیتر با جزء زیر الک ۲۰ مش) برداشت شده است به انتهای کد مربوطه حرف **(H)** اضافه میشود. نمونه‌های کانی سنگین در کیسه‌های ضخیم بسته‌بندی و کدگذاری شد و جهت حفظ شماره نمونه‌ها، شماره نمونه در کیسه‌های کوچک قرار گرفت و در درون نمونه‌های کانی سنگین جاسازی شد. که جهت آماده سازی در انبار موجود بوده که با نظر مساعد ناظر محترم عملیات آماده‌سازی بر روی آن انجام خواهد شد. در بررسی‌های صحرایی، هرگونه عارضه‌ای مهم در خصوص کانی‌زایی اعم از دگرسانی، رگه و رگچه‌های سیلیسی و ... برداشت و بر روی نقشه پیشرفت مشخص میشود.

براساس شرح خدمات و با توجه به اینکه مساحت محدوده مطالعاتی در حدود ۱۱۰ کیلومترمربع میباشد (حدود ۸۰ درصد منطقه دارای رخنمون بوده و ۲۰ درصد مابقی در دشت‌ها قرار دارد) در این پروژه تعداد ۴۷۱ نمونه ژئوشیمیایی و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین طراحی شده است.

## ۲-۵- آماده سازی و آنالیز نمونه‌ها

بخشی از مرحله آماده‌سازی نمونه‌ها با انتخاب قطر بهینه ذرات بوسیله الک ۸۰ مش در صحرا انجام میگردد. نمونه‌ها پس از کنترل نهایی شماره‌ها همراه با لیست مربوطه ابتدا جهت نمایش تا مرحله جزء ۲۰۰ مش به قسمت نمونه کوبی ارسال و پس از دریافت به آزمایشگاه زرآما ارسال شد.



## ۲-۶- تحلیل دقت آنالیزهای دستگاهی

یکی از پارامترهای شاخص و تعیین کننده در راستای تهیه گزارش اکتشافی ژئوشیمیایی بررسی صحت و دقت آنالیزهای انجام شده بر روی نمونه های ژئوشیمیایی است. صحت آنالیزها را بطور معمول می توان با شاخص هایی همچون لیتولوژی سنگهای دربرگیرنده، حوضه نمونه برداری، وضعیت زمین ساخت، مقایسه با نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، نتایج بدست آمده از نمونه های لیتوژئوشیمیایی، اثرات شناخته شده معدنی، پاراژنز عنصری و ... مشخص و معین ساخت. پس از اطمینان از درستی نتایج حاصله می توان به بحث درباره دقت نتایج بدست آمده پرداخت.

روش بکار برده شده جهت تخمین میزان خطای آنالیزهای شیمیایی روشی است که توسط محققین کالج سلطنتی لندن در سال ۱۹۷۸ ارائه و در جزوات ژئوشیمی اکتشافی، استفاده از آن در بررسی ژئوشیمیایی آبراهه ای توصیه شده است (تامسون و هاوارث).

در این روش در یک سیستم مختصات تمام لگاریتمی بر روی محور افقی میانگین مقادیر اندازه گیری شده در نمونه های اصلی و نمونه های تکراری متناظر با آن و بر روی محور قائم قدر مطلق اختلاف بین دو اندازه گیری آورده می شود. دیاگرام فوق بعنوان نمودار کنترلی خوانده می شود. در این دیاگرام خطوط مایلی دیده می شوند که معرف سطح دقت مورد نظر (معادل ۱۰٪) می باشند. حال اگر مجموع نقاط طوری در نمودار کنترلی توزیع شوند که ۹۰٪ آنها زیر خط پایینی و ۹۹٪ آنها زیر خط بالایی قرار گیرند، در این صورت خطای آنالیز ۱۰٪ خواهد بود.

به منظور کنترل دقت آزمایشگاه، ۳۰ نمونه تکراری بطور کاملاً تصادفی (جدول ۲-۱) از نمونه های اولیه جدا شد که نتایج آنالیز آن در پیوست ۱ ارائه شده است. بر پایه مقایسه نمودارهای کنترلی با نمونه های

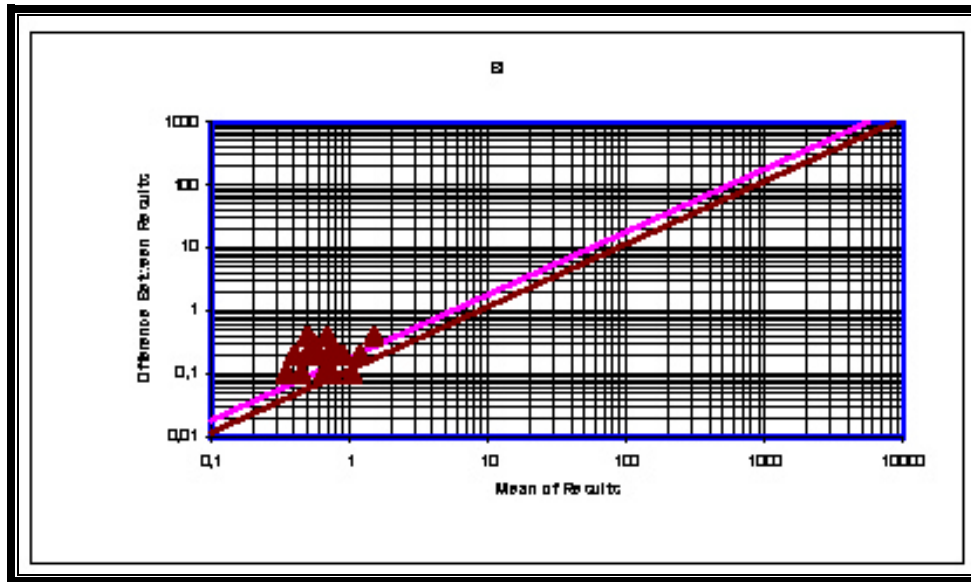
اصلی، در صورتیکه میزان اندازه گیری شده خطای متغیرها پایین تر از ۱۰٪ باشد نشاندهنده دقت آنالیزهای انجام شده است. جهت تخمین دقت آزمایشگاه از نمودار کنترلی یا نمودار تامپسون (نمودار ۱-۲) و روش محاسباتی میزان خطاهای آنالیز شیمیایی نمونه‌ها استفاده شده است که نتایج آنها در جدول شماره ۲-۲ و پیوست ۲ ارائه شده است.

جدول ۲-۱- لیست نمونه‌های اصلی و تکراری در محدوده مطالعاتی کلیبر

ORIGINAL SAMPLE	DUPLICATE SAMPLE	ORIGINAL SAMPLE	DUPLICATE SAMPLE
K.۸۶,۱۶۲	۱۱۱A	K.۸۶,۶۰	۱۲۶A
K.۸۶,۳۲۳	۱۱۲A	K.۸۶,۳۲	۱۲۷A
K.۸۶,۹	۱۱۳A	K.۸۶,۳۷۱	۱۲۸A
K.۸۶,۱۱۷	۱۱۴A	K.۸۶,۲۸	۱۲۹A
K.۸۶,۲۶	۱۱۵A	K.۸۶,۲۲	۱۳۰A
K.۸۶,۶۹	۱۱۶A	K.۸۶,۱۸۱	۱۳۱A
K.۸۶,۹۲	۱۱۷A	K.۸۶,۶۵	۱۳۲A
K.۸۶,۶۶	۱۱۸A	K.۸۶,۱۳۶	۱۳۳A
K.۸۶,۵۶	۱۱۹A	K.۸۶,۶۹	۱۳۴A
K.۸۶,۳۷۳	۱۲۰A	K.۸۶,۱۲۱	۱۳۵A
K.۸۶,۳۶۴	۱۲۱A	K.۸۶,۳۱۸	۱۳۶A
K.۸۶,۳۵۱	۱۲۲A	K.۸۶,۱۸۶	۱۳۷A
K.۸۶,۳۵۱	۱۲۳A	K.۸۶,۹۰	۱۳۸A
K.۸۶,۳۷۶	۱۲۴A	K.۸۶,۵۵	۱۳۹A
K.۸۶,۳۹۷	۱۲۵A	K.۸۶,۳۶۵	۱۴۰A

جدول ۲-۲- خطای نسبی نمونه‌های تکراری در محدوده مطالعاتی کلیبر (بر حسب درصد)

Element	Ni	Ba	La	Sn	Co	Y	Sc						
Relative Error%	۳۳	۲۶	۱۶	۶۹	۶۷	۸۸	۶۶						
Element	Pb	Be	Th	Sb	Zn	Cu	Ce	Cs	Nb	U	Zr	Cd	
Relative Error%	۱۲۳	۱۲۸	۱۶۹	۱۰۳	۱۶۱	۱۳۱	۱۳۰	۱۰۴	۱۶۶	۱۰۷	۱۶۱	۱۶۸	
Element	As	Nb	Li	Tl	Bi	W	V						
Relative Error%	۲۴۲	۲۶۱	۲۰۴	۲۱۳	۲۶۰	۲۶۶	۲۶۶						
Element	Rb	Ag	Te	Hg	Au								
Relative Error%	۳۰۲	۸۶۷	۱۱۶۸	۱۶۸۳	۸۶۸								



نمودار ۱-۲- نمودار خطاگیری به روش تامپسون برای عنصر منگنز در نمونه های تکراری کلیبر

با توجه به نمودارها و خطای محاسبه شده می توان گفت که:

\* میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر Ni, Ba, La, Sn, Co, Y, Sc کمتر از ۱۰ درصد می باشد که کاملاً قابل قبول می باشد.

\* میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر Pb, Be, Th, Sb, Zn, Cu, Ce, Cs, Nb, U, Zr, Cd بین ۱۰ تا ۲۰ درصد است که تقریباً قابل قبول می باشد.

\* میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر As, Nb, Li, Ti, Bi, W, V بین ۲۰ تا ۳۰ درصد است که تا حدودی میتوان به آن استناد نمود .

\* میزان خطای اندازه گیری در مورد عناصر Au, Ag, Rb, Te, Hg بیشتر از ۳۰ درصد است که غیر قابل قبول می باشد و باید محتاطانه با آن برخورد نمود.

## ۲-۷- مطالعه آماری تک متغیره

در بررسی های ژئوشیمیایی به هر عنصر یا اکسید یا هر ترکیبی که بررسی آنالیز نمونه آن انجام میشود متغیر گفته میشود. در مطالعات آماری تک متغیره ( $n=1$ ) پردازش روی مقادیر یک متغیر بدون در نظر گرفتن بقیه متغیرها صورت میگیرد. این مطالعات شامل محاسبات پارامتری آماری، نرمال سازی، رسم نمودارها، تهیه جداول مقادیر ( $\bar{X} + ns$ ) برای داده های نرمال، جدایش مقادیر خارج از رده و رسم نقشه برای هر عنصر میباشد. در عملیات اکتشافات ژئوشیمیایی در محدوده اکتشافی کلیبر تعداد ۳۰ عنصر آنالیز شده (پیوست ۳) که از این تعداد ۲۲ عنصر مورد پردازش قرار گرفته است.

## ۲-۸- فایل بندی داده های خام

با توجه به اینکه بخش عمده ای از داده پردازشی ها با استفاده از رایانه انجام میشود، لذا قبل از شروع پردازش باید کنترل شده و شکل و اندازه (*Format*) ویژه نرم افزارهای آماری مانند *SPSS* و *Excel* و... را بپذیرد. این عمل برای تمامی ۴۷۱ نمونه ژئوشیمیایی و ۳۰ نمونه تکراری در محدوده اکتشافی کلیبر انجام شده است. در این قالب در ستون اول شماره نمونه، در ستون های بعدی مختصات جغرافیایی نمونه ها و عیار عناصر گوناگون نمایش داده شده است.

## ۲-۹- پردازش داده های سنسورد

داده های سنسورد به داده هایی گفته می شود که توسط آزمایشگاه به صورت مقادیر کمتر یا بیشتر از یک عدد (حد تشخیص دستگاه آنالیز کننده) گزارش می شوند که به ترتیب متناظر با علامات  $a$  و  $b$  هستند. معنی علامت  $a$  این است که مقدار عنصر مورد سنجش موجود در



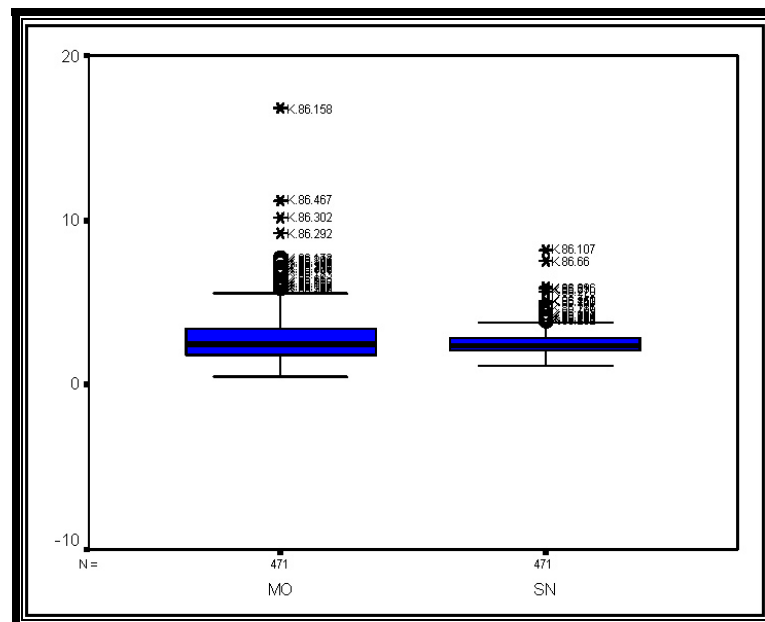
این نمونه کمتر از حد تشخیص دستگاه است. در این مورد حد تشخیص دستگاه یا توانایی تشخیص آن حداقل (ppm)  $a$  می باشد. معنی علامت  $b >$  این است که مقدار عنصر مورد سنجش موجود در این نمونه بیشتر از حد تشخیص دستگاه است. در این مورد حد تشخیص دستگاه یا توانایی تشخیص آن حداکثر (ppm)  $b$  می باشد.

داده‌های سنسورد برای داده‌پرداز و بویژه نرم‌افزارهای مورد استفاده معنایی ندارد. زیرا نرم‌افزارهای داده‌پردازی فقط داده عددی را به ازای هر متغیر (عنصر) و هر شماره نمونه می‌شناسد. بنابراین بایستی داده‌های سنسورد با بهترین مقدار عددی جایگزین شوند. این اعداد که توسط فرمولها و روشهای گوناگون محاسبه می‌شوند، فقط هنگامی جایگزین می‌شوند که تعداد کل داده‌های سنسورد نسبت به کل داده‌ها از حد معینی فراتر نباشد. با بررسی داده‌های سنسورد و روشهای جایگزینی آنها به جای مقادیر سنسورد در حدبالاتا ( $b >$ )  $b$  و بجای مقادیر سنسورد حد پایین ( $a <$ )  $a$  جایگزین می‌شود. انتخاب بهترین مقدار برای جایگزینی داده‌های سنسورد امر مهم و حساسی است زیرا تعداد زیاد سنسوردهای حد پایین، حد زمینه را پایین برده و آنومالی‌ها را کم‌رنگ می‌کند. هنگامی که تعداد داده‌های سنسورد نسبت به کل داده‌ها (درصد داده‌های سنسورد) بیشتر از حد معینی باشند، بهترین راه حذف عنصر مورد نظر از جریان داده‌پردازی است. در محدوده اکتشافی کلیبر برای هیچ عنصری مقادیر سنسورد گزارش نشده است.

## ۲-۱۰- جدایش مقادیر خارج از رده

مقادیر خارج از رده به مقادیری گفته میشود که به نحو چشمگیری خارج از مقادیر داده‌ها در آخرین حد مقادیر کم یا زیاد قرار داشته باشند، لازم به ذکر است این مقادیر میتوانند ناهنجاری محسوب شده و می‌توان آنها را به مناطقی که دارای کانی‌سازی هستند منتسب کرد. برای تشخیص و تعیین مقادیر خارج از رده از روشی بنام (Box-Plot) استفاده میشود که یکی از روش‌های تعیین مقادیر خارج از رده میباشد.

در محدوده اکتشافی کلیبر در راستای محاسبات پارامتری آماری و رسم نقشه‌های ناهنجاری از روش جدایش مقادیر خارج از رده با استفاده از روش (Box-Plot) استفاده شده است (نمودار ۲-۲). (جدول ۲-۳).



نمودار ۲-۲- نمودار جعبه‌ای برای تعدادی از عناصر در محدوده کلیبر

جدول ۲-۳- مقادیر خارج از رده در محدوده کلیبر

عنصر	پائین ترین مقدار	بالاترین مقدار
<i>Cr</i>	K.86.408	K.86.228
<i>Ni</i>	K.86.158	K.86.409
<i>Pb</i>	K.86.102	K.86.36
<i>Ba</i>	K.86.437	K.86.309
<i>Ag</i>	K.86.448	K.86.210
<i>As</i>	K.86.238	K.86.15
<i>Bi</i>	K.86.396	K.86.408
<i>Co</i>	K.86.470	K.86.407
<i>Cu</i>	K.86.407	K.86.302
<i>Mo</i>	K.86.147	K.86.158
<i>Sb</i>	K.86.433	K.86.414
<i>Zn</i>	K.86.5	K.86.36
<i>Sn</i>	K.86.140	K.86.107
<i>W</i>	K.86.85	K.86.270
<i>Cd</i>	K.86.446	K.86.210

## ۲-۱۱- پردازش‌های آماری

### ۲-۱۱-۱- پارامترهای آماری

پارامترهای آماری در سه گروه پارامترهای مرکزی (Central Tendency)، پارامترهای پراکندگی (Dispersion) و پارامترهای توزیعی (Distribution) طبقه‌بندی میشوند. گروه اول شامل میانگین ( $\bar{X}$ ) که میزان تمایل به مرکز داده‌ها را مشخص میکند، گروه دوم شامل انحراف معیار (S)، واریانس، بیشترین و کمترین مقدار داده‌هاست که میزان پراکندگی داده‌ها نسبت به میانگین را مشخص میکنند، گروه سوم شامل چولگی (Skewness) و کشیدگی (Kurtosis) است که به ترتیب میزان تقارن حول میانگین و تیزی منحنی را نشان میدهند.

انتظار یک ژئوشیمیست در مقیاس ناحیه‌ای، داشتن جوامع لاگ نرمال با چولگی مثبت است زیرا در این جوامع مقادیر بالا با فراوانی اندک میتواند معرف پتانسیل‌های اقتصادی باشند. جوامع لاگ نرمال به جوامعی گفته میشود که لگاریتم داده‌های آن جوامع دارای توزیع نرمال باشد.

با بررسی پارامترهای آماری داده‌های خام مشاهده میشود که بیشترین چولگی مربوط به عناصر بیسموت با مقدار ۱۲/۰۴ (جدول ۲-۴) و بیشترین ضریب کشیدگی مربوط به عناصر بیسموت با مقدار ۱۹۸/۳۴ است.

کمترین مقادیر چولگی داده‌های خام را عنصر روبیدیوم با مقدار ۰/۲۴۴ نشان داده و کمترین کشیدگی مربوط به عنصر روبیدیوم با مقدار ۰/۳۱۴ - میباشد. در ضمن بیشترین میانگین مربوط به عنصر باریم با مقادیر ۵۷۸ و کمترین میانگین مربوط به عنصر جیوه با مقادیر ۰/۱۴۴ میباشد علاوه بر آن بیشترین انحراف استاندارد و واریانس مربوط به باریم با مقدار ۱۷۸/۴۶ و ۳۱۸۵۰ است و کمترین انحراف استاندارد و واریانس مربوط به کادمیم با مقدار ۰/۱۳۵ و ۰/۰۲ است.



جدول ۲-۴- پارامترهای آماری داده‌های خام در محدوده کلیبر

Element	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
Au	471	0	8.78	4	3	22.75	517.65	7.675	65.467	0	260
Cr	471	0	45.75	42	29	23.28	542.16	3.215	19.96	6	243
Ni	471	0	28.97	28	27	10.57	111.77	0.778	1.251	9	81
Pb	471	0	30.055	26	24.8	14.829	219.905	3.369	21.355	10.4	173
Ba	471	0	578.12	552	670	178.46	31849.67	4.068	41.639	251	2680
Be	471	0	3.029	2.9	2.9	1.143	1.306	1.21	2.76	0.2	8.2
La	471	0	71.13	68	59	23.56	555.02	1.673	8.144	22	246
Sc	471	0	10.85	11	12	3.43	11.77	0.717	0.706	5	25
Li	471	0	16.65	16.4	19	5.44	29.54	0.696	2.954	3	51
Zr	471	0	70.42	65	61	38.49	1481.23	2.417	14.302	10	404
Hg	471	0	0.1439	0.11	0	0.1361	0.02	1.734	2.783	0	0.76
Ag	471	0	0.4389	0.4	0.4	0.3258	0.1061	4.109	27.318	0	3.41
As	471	0	20.48	15.7	11(a)	17.3	299.45	4.394	31.126	4	191
Bi	471	0	0.717	0.5	0.5	1.147	1.315	12.044	198.342	0	20.7
Co	471	0	17.258	16.3	12.9	5.723	32.749	2.077	9.349	6.6	61.6
Cu	471	0	77.192	59.3	45,1(a)	68.075	4634.186	5.11	41.529	17.3	851
Mo	471	0	2.825	2.5	2,3(a)	1.566	2.452	2.797	16.237	0.5	16.8
Sb	471	0	1.872	1.5	0.7	1.36	1.849	2.512	9.924	0.3	11
Zn	471	0	89.31	83.8	108(a)	30.22	912.96	0.923	1.459	29	234
Sn	471	0	2.537	2.4	2.3	0.76	0.577	2.497	11.943	1.2	8.2
W	471	0	4.359	3.4	2.9	3.896	15.175	5.924	56.264	1.1	52.6
Cd	471	0	0.223	0.2	0.2	0.135	0.02	1.196	2.722	0	0.9
Rb	471	0	96.69	94.7	110	29.05	843.9	0.244	-0.314	20	183

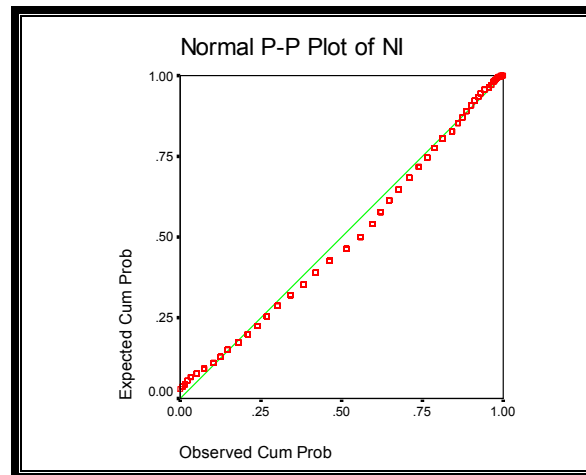
۲-۱۱-۲- رسم نمودارها

۲-۱۱-۲-۱- هیستوگرام

به نموداری که در آن فراوانی (تعداد) نمونه‌های مربوط به یک (یا یک محدوده) عیار نسبت به خود (محدوده) عیار رسم میشوند، هیستوگرام گفته میشود. اندازه گروههای انتخابی در هیستوگرام بر مبنای تابع توزیع توسط نرم افزار روی محور افقی و فراوانی هر گروه روی محور عمودی مشخص میشود. در تعیین فواصل گروهی بهینه از روش‌های متعددی استفاده میشود. مثلاً یک روش محاسبه فرمول  $K=10\log N$  که  $K$  تعداد فواصل و  $N$  تعداد داده‌هاست. آمارهای انحراف معیار، میانگین و تعداد داده‌ها در سمت راست هیستوگرام آورده شده‌اند. از روی هیستوگرام سه ویژگی مهم، موقعیت (Location)، پراکندگی (dispersion) و شکل (Shape) منحنی توزیع را میتوان دریافت و بررسی کرد. موقعیت یک جامعه آماری از



دقیق روی خط ۴۵ درجه قرار میگیرد. در غیر اینصورت مربعات کوچک قرار گرفته در زیر و روی خط نرمال انحرافات نسبت به جامعه نرمال میباشد. از این نمودار میتوان جوامع فرعی (منطبق با جدایش و شکستگی در نمودار) را تشخیص داد. همچنین این نمودار میزان تقریبی نرمال بودن جامعه را نشان میدهد. لازم به ذکر است که جوامع فرعی را از روی هیستوگرام نیز با کمی دقت میتوان مشخص کرد (نمودار ۲-۴).



نمودار ۲-۴- تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر نقره

## ۲-۱۱-۳- ضرایب همبستگی

در بررسی‌های تک متغیره روابط بین متغیرها در نظر گرفته نمی‌شود و عملیات پردازش روی متغیرها بدون در نظر گرفتن ارتباط بین آنها صورت می‌گیرد. در صورتیکه در مبحث زمین‌شناسی اقتصادی، روابط و همبستگی ژنتیکی مستقیم و معکوس بین عناصر در کانسارهای گوناگون وجود داشته و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بررسی‌های دو متغیره همبستگی بین متغیرها با عددی بنام ضریب همبستگی (Correlation Coefficient) نشان داده میشود. ضریب همبستگی میتواند نشانگر



ارتباط همسوی دو متغیره a و b و یا ارتباط غیر همسوی آن دو باشد. در حالت اول همبستگی مستقیم و در حالت دوم همبستگی معکوس است.

ضرایب همبستگی دارای مقدار عددی بین -۱ و +۱ است که عدد ۱ بیانگر همبستگی کامل مستقیم، صفر بیانگر عدم همبستگی و -۱ بیانگر همبستگی کامل منفی است. در بررسی‌های دو متغیره از نمودارهای پراکنش نیز استفاده میشود. ضرایب همبستگی از درجه اعتبار و سطح معنی دار بودن (Significant Level) معینی برخوردار هستند. این اطلاعات همراه با خود ضرایب همبستگی در یک جدول توسط نرم افزار محاسبه میشود. این درجه اعتبار به تعداد نمونه‌ها بستگی دارد، هرچه تعداد نمونه‌ها بیشتر باشد، ضرایب همبستگی از درجه اعتبار بیشتری برخوردار میباشند.

روش‌های گوناگونی برای محاسبه ضرایب وجود دارد. روش محاسبه پیرسون که به نوع تابع توزیع حساس است و روش‌های رتبه‌ای که چندان حساسیتی به تابع توزیع ندارند. از میان روش‌های گوناگون موجود برای محاسبه ضرایب همبستگی در این پروژه روش محاسبه ضرایب رتبه‌ای اسپیرمن انتخاب شده که مستقل از تابع توزیع است.

در محدوده اکتشافی کلیبر، ضرایب همبستگی بصورت جداگانه برای هر عنصر نسبت به سایر عناصر و سطح اعتماد این ضرایب با استفاده از ۴۷۱ داده ژئوشیمیایی ثبت و درج شده است (جدول ۲-۵).



**پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲**



.....

## ۲-۱۱-۴- نرمال‌سازی داده‌های خام و بررسی پارامترهای آماری داده‌های نرمال

اکثر محاسبات و روش‌های آماری نیازمند داده‌های نرمال می‌باشد، چنانچه منحنی توزیع یک مجموعه از داده‌ها مطابق با منحنی توزیع نرمال باشد آن منحنی را نرمال و آن مجموعه داده‌ها را داده‌های نرمال گویند از خصوصیات یک توزیع نرمال می‌توان کشیدگی در حد ۳، چولگی صفر، انطباق سه آماره میانگین و میانه و مد، شکل زنگی متقارن و... را نام برد (در نرم‌افزار SPSS مقادیر محاسبه شده برای کشیدگی و چولگی لازم است با مقدار عددی ۳ جمع شود).

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 اینصورت برای نرمال‌سازی می‌توان از تبدیل لگاریتمی چند متغیره یا تبدیل کاکس و باکس (Cox & Box) استفاده نمود. برای نرمال‌سازی باید شروط نزدیک کردن چولگی به صفر و کشیدگی به عدد ۳ فراهم شود، با توجه به پارامترهای آماری داده‌های نرمال شده که براساس تبدیل لگاریتمی در داده‌های خام انجام شده است (جدول ۲-۶) نتیجه مطلوب حاصل نشد که در مرحله بعد با استفاده از جایگزینی مقادیر خارج از رده بالا نتیجه حاصل شد (جدول ۲-۷).

جدول ۲-۶- پارامترهای آماری لگاریتم داده‌های خام در محدوده کلیبر

	Valid	Missing	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
LN Cr	471	0	3.73	3.74	3.37	0.43	0.19	0.10	1.72	1.79	5.49
LN Ni	471	0	3.30	3.33	3.30	0.37	0.14	-0.30	-0.11	2.20	4.39
LN Pb	471	0	3.32	3.26	3.21	0.39	0.15	0.78	1.45	2.34	5.15
LN Ba	471	0	6.32	6.31	6.51	0.26	0.07	0.44	2.51	5.53	7.89
LN La	471	0	4.21	4.22	4.08	0.32	0.10	-0.17	1.10	3.09	5.51
LN Sc	471	0	2.33	2.40	2.48	0.32	0.10	-0.11	-0.38	1.61	3.22
LN V	471	0	5.25	5.13	5.00	0.51	0.26	1.29	2.90	3.95	7.54
LN Zr	471	0	4.12	4.17	4.11	0.54	0.29	-0.45	0.69	2.30	6.00
LN Hg	471	0	-1.71	-1.97	0.00	0.92	0.84	0.74	-0.68	-3.00	0.00
LN Ag	471	0	-1.01	-0.92	-0.92	0.66	0.43	-0.74	2.49	-3.91	1.23
LN As	471	0	2.81	2.75	2.37(a)	0.61	0.37	0.47	0.68	1.44	5.25
LN Bi	471	0	-0.60	-0.69	-0.69	0.70	0.49	0.68	1.76	-2.30	3.03
LN Co	471	0	2.80	2.79	2.56	0.30	0.09	0.49	0.89	1.89	4.12
LN Cu	471	0	4.16	4.08	3.808(a)	0.54	0.29	1.18	2.19	2.85	6.75
LN Mo	471	0	0.92	0.92	.8325(a)	0.49	0.24	-0.02	0.78	-0.69	2.82
LN Sb	471	0	0.42	0.41	-0.36	0.63	0.39	0.19	-0.17	-1.20	2.40
LN Zn	471	0	4.44	4.43	4.682(a)	0.34	0.11	-0.20	0.36	3.37	5.46
LN Sn	471	0	0.90	0.88	0.83	0.26	0.07	0.67	2.21	0.18	2.10
LN W	471	0	1.29	1.22	1.06	0.54	0.29	1.07	2.04	0.10	3.96
LN Cd	471	0	-1.48	-1.61	-1.61	0.61	0.37	0.57	0.15	-2.30	0.00
LN Rb	471	0	4.52	4.55	4.70	0.32	0.11	-0.68	0.93	3.00	5.21
LN-AU	471	27	1.55	1.39	1.10	0.88	0.77	1.20	3.55	0.00	5.56

جدول ۲-۷- پارامترهای آماری لگاریتم داده‌ها با جایگزینی مقادیر خارج از رده در محدوده کلیبر

Element	Valid	Missing	Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
LN-Au	471	0	5.68	4	3	5.22	27.24	3.361	17.26	0	47
LN-Ag	471	0	-1.04	-0.92	-0.92	0.62	0.39	-1.20	2.50	-3.91	0.21
LN-As	471	0	2.81	2.75	2.37	0.61	0.37	0.47	0.68	1.44	5.25
LN-Bi	471	0	-0.61	-0.69	-0.69	0.68	0.47	0.46	0.63	-2.30	1.67
LN-Cd	471	0	-1.48	-1.61	-2	0.61	0.37	0.568	0.153	-2	0.00
LN-Co	471	0	2.80	2.79	2.56	0.30	0.09	0.49	0.89	1.89	4.12
LN-Cr	471	0	3.72	3.74	3.37	0.41	0.17	0.04	0.42	2.30	5.05
LN-Cu	471	0	4.14	4.08	3.81	0.49	0.24	0.93	1.04	3.21	5.74
LN-Hg	471	0	-1.75	-2.00	0.00	0.89	0.79	0.80	-0.49	-3.00	0.00
LN-La	471	0	4.21	4.22	4.08	0.31	0.09	-0.43	0.57	3.09	4.96
LN-Mo	471	0	0.92	0.92	0.83	0.49	0.24	-0.02	0.78	-0.69	2.82
LN-Ni	471	0	3.30	3.33	3.30	0.37	0.14	-0.30	-0.11	2.20	4.39
LN-Pb	471	0	3.32	3.26	3.21	0.38	0.14	0.62	0.74	2.34	4.65
LN-Rb	471	0	4.52	4.55	4.70	0.32	0.11	-0.68	0.93	3.00	5.21
LN-Sb	471	0	0.42	0.41	-0.36	0.63	0.39	0.19	-0.17	-1.20	2.40
LN-Sc	471	0	2.33	2.40	2.48	0.32	0.10	-0.11	-0.38	1.61	3.22
LN-Sn	471	0	0.88	0.88	0.83	0.24	0.06	0.20	0.72	0.18	1.63
LN-V	471	0	5.24	5.13	5.00	0.44	0.20	1.11	1.56	4.30	6.90
LN-W	471	0	1.27	1.22	1.06	0.50	0.25	0.70	0.53	0.10	3.03
LN-Zn	471	0	4.44	4.43	4.68	0.34	0.11	-0.20	0.36	3.37	5.46
LN-Zr	471	0	4.12	4.17	4.11	0.54	0.29	-0.45	0.69	2.30	6.00
LN-Ba	471	0	6.32	6.31	6.51	0.25	0.06	-0.09	-0.10	5.53	7.00

## ۲-۱۲- بررسی آماری چند متغیره

تکنیک‌های آماری چند متغیره بطور همزمان اندازه‌گیری‌های متعددی را در هر مشاهده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند و به معنی گسترده آن دربرگیرنده بسیاری از روش‌های استنباط آماری معمول است. هر تجزیه و تحلیل همزمان بیش از دو متغیر می‌تواند آنالیز چند متغیره تلقی شود.

تجزیه عاملی (Factor Analysis) یکی از مهمترین روش‌های آمار چند متغیره است که از میان یک سری از متغیرها، متغیرهای کنترل کننده اصلی را شناسایی میکند و از طرف دیگر آنالیز ممیز (Discriminate Analysis) که گروهها را بر مبنای یک سری متغیرها از همدیگر تفکیک می‌نماید. هر گروه معینی از عناصر نسبت به یک سری از شرایط محیطی، کم و بیش و بطور مشابه حساسیت نشان می‌دهند. شناخت ارتباط و همبستگی ژنتیکی متقابل موجود میان عناصر گوناگون می‌تواند در شناخت دقیق‌تر تغییرات موجود در محیط‌های ژئوشیمیایی بکار گرفته شود.

در ضمن تجمع ژنتیکی بعضی از عناصر ممکن است به عنوان راهنمای مستقیمی در تفسیر نوع نهشته‌ای که با احتمال در ناحیه وجود دارد بکار رود و برعکس تجمع بعضی از عناصر نیز ممکن است دلالت بر وجود آنومالی‌هایی داشته باشد که بی‌اهمیت و گمراه کننده‌اند. روی هم‌رفته شناخت بستگی‌های ژنتیکی که در میان عناصر وجود دارد اطلاعات لازم را در راستای تفسیر هر چه صحیح‌تر داده‌های ژئوشیمیایی در اختیار می‌گذارد. در این میان آمار چند متغیره می‌تواند پاسخگوی مسائل بالا باشد. تجربه نشان داده است که اگر ترکیبی از مقادیر یک





گروه از عناصر معرف به جای مقدار یک عنصر خاصی بکار گرفته شود. هاله‌های ژئوشیمیایی در پیرامون توده‌های کانساری بهتر مشخص میشوند. افزون بر این اثرات خطاهای تصادفی در آنها به حداقل میرسد. بطور کلی دو ویژگی عمده در بررسی‌های آماری چند متغیره وجود دارد.

۱- هاله‌هایی که از روش‌های آماری چند متغیره و بر اساس ارتباط میان عناصر بدست می‌آید رابطه نزدیکتری را با ویژگیهای ساختمانی، زمین‌شناسی و ماهیت ژنتیکی نهشته‌های کانساری نشان میدهند.

۲- هاله‌های مرکب می‌توان خطاهای تصادفی، تعداد داده‌ها و تعداد نقشه‌ها را کاهش داده و به نتایج کارآمدتری منتج شود. در این بخش برای بیان ارتباط ژنتیکی میان عناصر از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای و تجزیه عاملی استفاده شده است.

## ۲-۱۲-۱- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای داده‌ها (Cluster Analysis)

در تجزیه و تحلیل و تفسیر نمودار خوشه‌ای داده‌ها گروه و یا زیرگروه متعلق به یک تیپ کانی‌سازی یا یک گروه سنگی با توجه به همبودهای ژئوشیمیایی عناصر قابل تفکیک است که میتواند متأثر از عوامل زمین‌شناسی و سنگ‌شناسی خاص است. بنابراین هرگروه یا زیرگروه را بایستی با همدیگر تعبیر و تفسیر نمود. البته در مواردی ممکن است به خاطر خطای آنالیز نمونه‌ها، روش انتخابی آنالیز خوشه‌ای و عوامل دیگر، ساختار درختی هیچگونه رابطه خاصی را بین عناصر نشان ندهد. در ساختار درختی داده‌ها، سه گروه اصلی A، B و C مشاهده می‌شود (نمودار ۲-۵).

گروه A شامل زیرگروه‌های مختلفی است به طوری که:

عناصر Cr و Ni با ارتباط خیلی خوب و با کادمیم با ارتباط نسبتاً کمتر در این زیرگروه قرار گرفته‌اند که می‌تواند متأثر از لیتولوژی (واحد های مافیک) منطقه باشد.

عناصر As, Ag, Pb, Zn, Zr با ارتباط خوبی نسبت به هم در یکی دیگر از زیرگروه‌ها قرار گرفته‌اند که عناصر شاخص کانسارهای پلی متال و تیپ رگه‌ای بوده و بسیار با اهمیت تلقی می‌شود.

عناصر Rb و Sb با ارتباط نسبتاً خوبی با هم در یکی دیگر از زیرگروه‌ها قرار گرفته‌اند که می‌تواند نشان‌دهنده عناصر کانسارهای تیپ رگه‌ای باشد و با اهمیت تلقی شود.

عنصر Hg در یکی دیگر از این زیرگروه‌ها قرار گرفته که با توجه به عدم ارتباط با دیگر عناصر تقریباً بی‌معنی تلقی می‌شود.

گروه B شامل زیرگروه‌های ذیل می‌باشد:

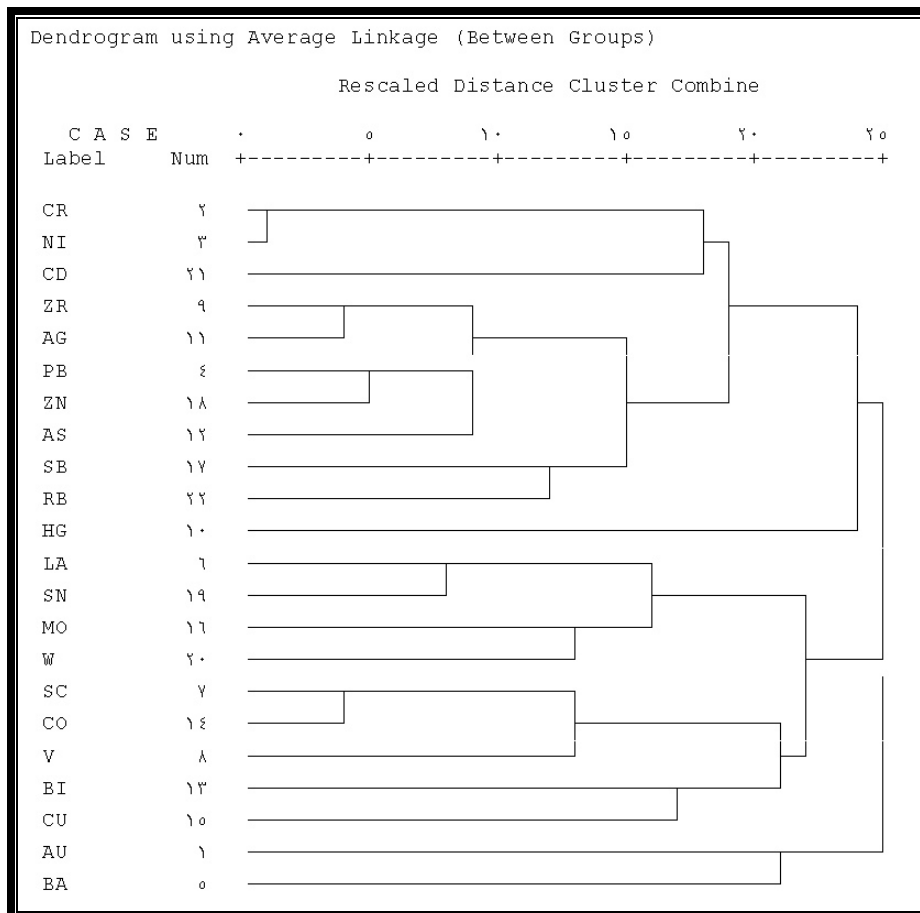
عناصر La, Sn, Mo و W با ارتباط نسبتاً خوبی با هم در این زیر گروه قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده احتمالی کانی‌زایی این عناصر در کانسارهای مرتبط با واحدهای گرانیتوئیدی باشد.

عناصر Co, V, SC غالباً در سنگهای مافیک تا اولترامافیک تمرکز می‌یابند و فاقد هرگونه ارزش اکتشافی هستند.

عناصر Cu و Bi با ارتباط نسبتاً خوبی با هم در یکی دیگر از زیرگروه‌ها قرار گرفته‌اند که می‌تواند نشان‌دهنده عناصر کانسارهای تیپ رگه‌ای باشد و با اهمیت تلقی شود.

گروه C شامل عناصر Ba و Au با ارتباط ضعیفی با هم در این گروه قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده احتمال کانی‌زایی این عناصر در کانسارهای رگه‌ای است.

مس، آنتیموان، نقره، طلا و آرسنیک، بصورت هاله‌های ژئوشیمیایی در بسیاری از کانسارها بویژه کانسارهای تیپ پلی‌متال با خاستگاه اپی‌ترمال با دمای حرارت متوسط تا پایین یافت می‌شود. پیکره‌های نفوذی گرانودیوریتی یا داسیتی می‌تواند باعث ایجاد رگه‌هایی با ترکیب عناصر فوق شده باشند. ترکیب عناصر گروه A در زیرگروهی که شامل Zr, Pb, Zn, Ag و As می‌باشد، احتمال کانسارهای پلی‌متال و تیپ رگه‌ای را در ناحیه اکتشافی بازگو مینماید. با توجه به اثرات و نشان‌های برجای کانی‌زایی در محدوده اکتشافی کلیبر، تجزیه و تحلیل آنالیز خوشه‌ای داده‌ها بنظر بسیار پیچیده و با اهمیت می‌باشد.



نمودار ۲-۵- نمودار درختی داده‌های محدوده کلیبر



جدول ۲-۸- محاسبه ضرایب Kmo در محدوده کلیبر

<b>KMO and Bartlett's Test</b>		
<b>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</b>	0.618	
<b>Bartlett's Test of Sphericity</b>	<b>Approx. Chi-Square</b>	5528.896
	<b>df</b>	231
	<b>Sig.</b>	0

ب) مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس هر مولفه بطور جداگانه محاسبه و

باعث شده است که هفت مولفه انتخاب شود که انتخاب مولفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:

پارامتر اول: بررسی‌های انجام شده در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی این نتیجه حاصل شده است که درصد تجمعی واریانس بالای ۷۵ درصد از یک جامعه ژئوشیمیایی می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد، حال با در نظر گرفتن هفت مولفه به تقریب ۷۱/۳۷ درصد واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مولفه‌ها تا حدودی مناسب به نظر می‌رسد.

پارامتر دوم: در بررسی‌های آماری از نمودار صخره‌ای (Scree plot) استفاده میشود که مقادیر ویژه بالای دومین شکست معتبر (مقادیر ویژه بالای یک) برای انتخاب مولفه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (نمودار ۲-۶). حال با توجه به جدول ۲-۹ مقادیر ویژه خام مولفه اول ۴/۲۱، مولفه دوم ۲/۸۹، مولفه سوم ۲/۵۸، مولفه چهارم ۱/۹۲، مولفه پنجم ۱/۷۸، مولفه ششم ۱/۲ است و مولفه هفتم ۱/۱۱ است از طرفی مقادیر ویژه چرخش یافته مولفه اول ۳/۸۲، مولفه دوم ۲/۴، مولفه سوم ۲/۳۹، مولفه چهارم ۲/۲۳، مولفه پنجم ۱/۹۸، مولفه ششم ۱/۶۴ و مولفه هفتم ۱/۲۴ است که با توجه به موارد فوق انتخاب هفت مولفه، تا حدودی منطقی به نظر می‌رسد.

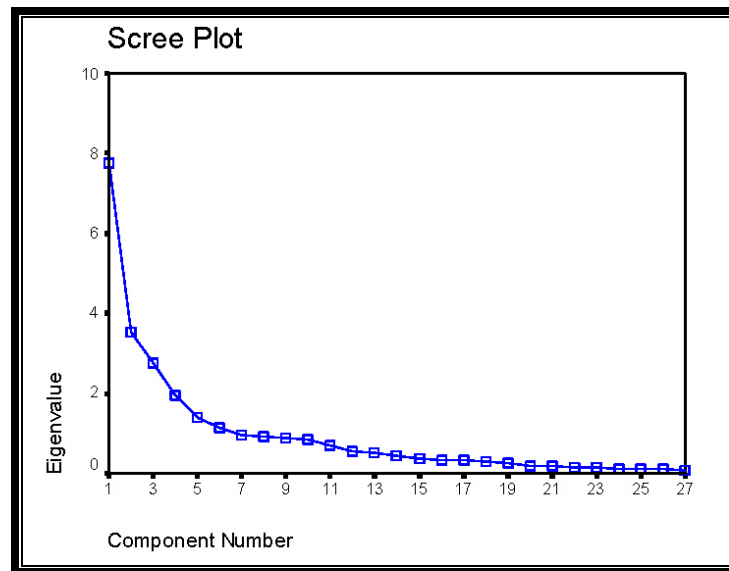


ج) پس از اینکه مولفه‌ها انتخاب شدند باید در نظر داشت که مولفه‌های خام (غیرچرخشی) نمی‌توانند تمامی تغییرپذیری واقعی جامعه را نشان دهد چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارند و این تعبیر عوامل را با مشکل روبرو خواهد کرد. از این رو روشهایی بوجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک، باعث تعبیر ساده عوامل می‌شوند، این روشها همان دوران عاملها هستند، بنابراین مولفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخص چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی بدست آید. در بررسیهای ژئوشیمیایی بیشتر از تابع وریمکس استفاده می‌شود. با انتخاب تابع وریمکس، دورانی متعامد بر روی ضرایب عاملها صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عناصر ستونی، برآورد ضرایب عاملها را به حداکثر می‌رساند، این روش مقادیر نسبتاً بزرگ (از نظر قدر مطلق) یا صفر به ستون‌های ماتریس ضرایب عاملها اختصاص می‌دهد، در نتیجه عواملی ایجاد میشود که یا شدیداً با متغیرها وابسته‌اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مولفه‌های چرخش یافته جدیدی که بدین ترتیب بدست می‌آیند (جدول ۲-۱۰)، مولفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات (Score) هستند (جدول ۲-۱۱) که با توجه به این ضرائب به تقریب روابط بین فاکتورها و عناصر را می‌توان محاسبه نمود.

جدول ۲-۹- واریانس کل و ضرایب تجمعی مولفه‌ها در محدوده کلیبر

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4.21	19.16	19.16	4.21	19.16	19.16	3.82	17.37	17.37
2	2.89	13.12	32.27	2.89	13.12	32.27	2.40	10.91	28.28
3	2.58	11.73	44.00	2.58	11.73	44.00	2.39	10.88	39.16
4	1.92	8.74	52.74	1.92	8.74	52.74	2.23	10.13	49.29
5	1.78	8.11	60.85	1.78	8.11	60.85	1.98	8.98	58.26
6	1.20	5.45	66.30	1.20	5.45	66.30	1.64	7.48	65.74
7	1.11	5.06	71.37	1.11	5.06	71.37	1.24	5.63	71.37
8	0.98	4.47	75.84						
9	0.82	3.72	79.56						
10	0.76	3.46	83.02						
11	0.67	3.03	86.05						
12	0.49	2.22	88.28						
13	0.48	2.19	90.47						
14	0.46	2.08	92.55						
15	0.39	1.77	94.31						
16	0.32	1.45	95.76						
17	0.25	1.14	96.90						
18	0.21	0.94	97.84						
19	0.18	0.81	98.66						
20	0.13	0.60	99.26						
21	0.09	0.42	99.68						
22	0.07	0.32	100.00						

: Principal Component Analysis.



نمودار ۲-۶- نمودار صخره‌ای برای تعیین بهینه تعداد عواملها

پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲

جدول ۲-۱۰- ماتریس مولفه‌ها در حالت چرخش یافته و چرخش نیافته در محدوده کلیبر

Component Matrix(a)								Rotated Component Matrix(a)							
Component	Component							Component	Component						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
<b>Au</b>	-0.16	-0.14	-0.15	-0.19	0.22	-0.22	0.30	<b>Au</b>	-0.21	0.11	0.02	-0.16	<b>0.17</b>	-0.04	-0.43
<b>Cr</b>	0.38	0.11	-0.56	0.57	0.06	-0.03	0.24	<b>Cr</b>	0.09	0.20	<b>0.89</b>	0.08	-0.06	0.07	-0.01
<b>Ni</b>	0.61	-0.10	-0.52	0.39	0.07	0.02	0.30	<b>Ni</b>	0.32	0.11	<b>0.86</b>	-0.07	0.17	0.04	-0.05
<b>Pb</b>	0.72	-0.31	0.42	-0.01	0.12	-0.06	-0.13	<b>Pb</b>	<b>0.66</b>	-0.32	-0.04	0.03	0.36	0.39	0.02
<b>Ba</b>	0.05	-0.09	0.10	-0.70	0.40	0.13	0.23	<b>Ba</b>	0.11	0.34	-0.43	-0.31	<b>0.52</b>	-0.05	-0.24
<b>La</b>	-0.13	0.50	0.68	-0.23	0.06	0.02	0.14	<b>La</b>	0.15	0.26	-0.65	<b>0.54</b>	-0.02	-0.05	-0.08
<b>Sc</b>	0.14	0.59	-0.45	-0.20	0.39	0.16	0.20	<b>Sc</b>	0.06	<b>0.88</b>	0.17	-0.11	-0.01	-0.01	-0.02
<b>V</b>	-0.04	0.80	0.13	-0.04	-0.29	-0.02	-0.14	<b>V</b>	0.20	<b>0.37</b>	-0.25	0.31	-0.62	-0.14	0.15
<b>Zr</b>	0.76	0.20	0.11	-0.20	-0.33	0.03	-0.02	<b>Zr</b>	<b>0.86</b>	0.02	0.03	-0.04	-0.09	-0.10	0.08
<b>Hg</b>	0.03	0.04	-0.06	0.16	0.05	0.76	-0.46	<b>Hg</b>	-0.06	0.09	0.01	-0.06	0.13	0.05	<b>0.89</b>
<b>Ag</b>	0.66	0.15	0.16	-0.17	-0.20	-0.01	0.10	<b>Ag</b>	<b>0.74</b>	0.04	0.02	0.04	0.02	-0.07	-0.03
<b>As</b>	0.80	0.03	-0.08	-0.07	-0.03	-0.01	-0.07	<b>As</b>	<b>0.72</b>	0.06	0.25	-0.17	0.07	0.16	0.06
<b>Bi</b>	0.18	0.12	0.16	0.24	0.50	-0.33	-0.34	<b>Bi</b>	0.05	0.08	0.00	0.14	-0.06	<b>0.76</b>	-0.06
<b>Co</b>	0.11	0.83	-0.35	-0.07	0.18	-0.07	-0.04	<b>Co</b>	0.13	<b>0.79</b>	0.09	0.03	-0.44	0.10	0.01
<b>Cu</b>	-0.32	0.28	0.07	0.01	0.72	0.11	0.00	<b>Cu</b>	-0.41	<b>0.53</b>	-0.20	0.18	0.23	0.37	0.01
<b>Mo</b>	-0.24	0.09	0.36	0.47	-0.12	0.33	0.30	<b>Mo</b>	-0.21	-0.11	0.06	<b>0.67</b>	0.13	-0.25	0.21
<b>Sb</b>	0.61	-0.33	0.24	-0.04	0.18	-0.20	0.00	<b>Sb</b>	<b>0.52</b>	-0.24	0.06	-0.06	<b>0.34</b>	<b>0.35</b>	-0.19
<b>Zn</b>	0.78	0.32	0.20	-0.06	-0.02	0.05	0.01	<b>Zn</b>	<b>0.81</b>	0.21	0.05	0.15	0.03	0.13	0.09
<b>Sn</b>	0.17	0.53	0.49	0.40	-0.01	-0.01	0.19	<b>Sn</b>	<b>0.26</b>	0.15	-0.02	0.79	-0.13	0.09	0.03
<b>W</b>	-0.22	0.03	0.57	0.49	0.20	-0.24	0.06	<b>W</b>	-0.22	-0.24	-0.11	<b>0.68</b>	0.02	0.34	-0.14
<b>Cd</b>	0.32	-0.07	-0.08	0.19	0.42	-0.02	-0.40	<b>Cd</b>	0.11	0.04	0.17	-0.13	0.10	<b>0.61</b>	0.21
<b>Rb</b>	0.35	-0.41	0.35	0.04	0.31	0.44	0.32	<b>Rb</b>	0.22	-0.11	0.04	0.18	<b>0.83</b>	0.02	0.13

Extraction Method: Principal Component Analysis.



جدول ۲-۱۱- امتیاز ویژه ماتریس مولفه‌ها در محدوده کلیبر

	Component Score						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Au</b>	-0.06	0.08	0.04	-0.03	0.11	-0.04	-0.34
<b>Cr</b>	-0.03	0.08	0.41	0.12	0.01	-0.02	-0.07
<b>Ni</b>	0.03	0.07	0.38	0.07	0.11	-0.07	-0.09
<b>Pb</b>	0.16	-0.13	-0.07	0.00	0.09	0.18	0.02
<b>Ba</b>	0.04	0.23	-0.20	-0.13	0.32	-0.08	-0.14
<b>La</b>	0.08	0.11	-0.24	0.21	0.05	-0.06	-0.07
<b>Sc</b>	-0.01	0.40	0.07	-0.03	0.12	-0.05	-0.02
<b>V</b>	0.09	0.08	-0.11	0.08	-0.28	-0.05	0.09
<b>Zr</b>	0.25	-0.02	-0.04	-0.03	-0.08	-0.11	0.04
<b>Hg</b>	-0.05	0.05	-0.05	-0.08	0.11	0.03	0.74
<b>Ag</b>	0.21	0.01	-0.03	0.02	0.00	-0.10	-0.05
<b>As</b>	0.18	0.01	0.04	-0.07	-0.01	0.05	0.03
<b>Bi</b>	-0.03	-0.01	-0.04	0.01	-0.12	0.50	-0.05
<b>Co</b>	0.02	0.29	0.02	-0.01	-0.16	0.08	-0.02
<b>Cu</b>	-0.15	0.27	-0.06	0.07	0.19	0.22	0.03
<b>Mo</b>	-0.06	-0.01	0.11	0.35	0.17	-0.22	0.13
<b>Sb</b>	0.12	-0.09	-0.01	-0.02	0.09	0.17	-0.15
<b>Zn</b>	0.21	0.07	-0.02	0.06	0.01	0.01	0.04
<b>Sn</b>	0.06	0.05	0.05	0.37	-0.01	-0.01	-0.04
<b>W</b>	-0.07	-0.11	0.02	0.30	-0.01	0.20	-0.14
<b>Cd</b>	-0.03	0.00	0.01	-0.10	-0.02	0.40	0.18
<b>Rb</b>	0.02	0.07	0.04	0.15	0.49	-0.13	0.11

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.  
Component Scores.

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، مقدار ضریب چرخش یافته  $+0/5$  اساس

انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم به ذکر است که اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی

خواهند داشت. با توجه به مطالب فوق، شش عامل برگزیده شامل عناصر ذیل است (جدول ۲-۱۰).

عامل شماره یک: این عامل شامل متغیرهایی  $Zn, Sb, Zr, Ag, As, Sn, Pb$  میباشد که با توجه به

متغیرهای بدست آمده ارتباط این عناصر کاملاً معنی‌دار میباشند.

عامل شماره دو: این عامل شامل روابط مثبت بین عناصر  $V, Cu, SC, Co$  می‌باشد.

عامل شماره سه: این عامل شامل روابط مثبت از عناصر  $Cr, Ni$  می‌باشد.

عامل شماره چهار: این عامل شامل عناصر W, La, Mo می باشد.

عامل شماره پنج: این عامل شامل عنصر Sb, Ba, Au, Rb است.

عامل شماره شش: این عامل شامل عناصر As, Sb, Cd است.

عامل شماره هفت: این عامل شامل عنصر Hg است.

توسط این هفت عامل به عنوان کنترل کننده های اصلی تا حدودی می توان فرایندهای زمین شناسی و سنگ شناسی و تیپ های احتمالی کانی سازی در منطقه را شناسایی کرد. این کار با رسم نقشه های فاکتوری (نقشه های ۱۹ الی ۲۵) و مقایسه آنها با نقشه های زمین شناسی و نقشه های تک عنصری و استفاده از مشاهدات صحرایی انجام پذیر است. البته در اینجا با انتخاب تعداد کمتری از متغیرها، با هدف معرفی ناهنجاری های احتمالی مرکب از عناصر، تحلیل عاملی انجام شده است. که در این حالت با ظاهر شدن تعداد کمتری از عناصر در عامل ها و احتمالاً کاهش تعداد عامل ها، تعبیر و تفسیر راحت تر خواهد بود.

## ۲-۱۳- تکنیک رسم نقشه ها

در زمینه اکتشافات ژئوشیمیایی، اهمیت تغییرات فضایی داده ها در راستای تشخیص الگوهای غیر معمول که ممکن است در ارتباط با پتانسیل های کانی سازی باشند، برکسی پوشیده نیست. توزیع فضایی مقادیر غلظت عناصر بصورت نقشه توصیف میشود که طبیعت و مقیاس این نقشه به هدف مورد نظر بستگی دارد. نقشه های ژئوشیمیایی را میتوان به دو گروه تقسیم کرد:

۱- نقشه‌هایی که غلظت عناصر را در محل نمونه‌هایشان نشان می‌دهند (نقشه‌های نمادین

یا Symbol map).

۲- نقشه‌هایی که تأکید بر الگوی توزیع عناصر در مقیاس ناحیه‌ای و محلی دارند

(نقشه‌های کنتوری و طیفی).

تکنیک رسم نقشه‌های نوع دوم بطور مرسوم و گسترده در بسیاری از نرم‌افزارهای

کامپیوتری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در محدوده اکتشافی کلیبر ۱۸ نقشه تک متغیره و ۷ نقشه

فاکتوری رسم شده است.

## ۲-۱۴- شرح نقشه ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

در توضیح نقشه ناهنجاریها تلاش شده است تا شرح نسبتاً مختصر و کاملی از عیار هر عنصر،

نشانی دقیق ناهنجاریها، شماره و موقعیت نمونه‌های ناهنجار، شدت و درجه نسبی ناهنجاریها و انطباق

ناهنجاریهای ژئوشیمیایی بر ناهنجاری دیگر عناصر ارائه گردد.

در بررسی صحت و درستی نواحی ناهنجار، برای هر عنصر (یا مجموعه‌ای از عناصر) مرحله

کنترل ناهنجاریها نقش انکارناپذیری را ایفا می‌کند. در این مرحله از عملیات صحرائی، مشاهدات

اکتشافگران در همسویی با پدیده‌های زمین‌شناسی، زمین‌ساختی، کانه‌زائی، دگرسانی و... در تعبیر و

تفسیر نواحی ناهنجار، روشنگر بسیاری از رفتارهای غیرعادی ژئوشیمیایی خواهد بود. برداشت نمونه

های کانی سنگین از آبرفتهای موجود در محدوده ناهنجاریها و نیز برداشت نمونه‌های لیتوژئوشیمیایی از

نواحی دگرسان شده و کانی‌ساز نقش راهگشا در تحلیل نواحی پیشنهادی ایفا می‌کند.

درجه و شدت ناهنجاریها با توجه به تعداد نمونه‌های ناهنجر در محدوده ناهنجاری و

قرارگیری عیار نمونه در دامنه‌های سه‌گانه زیر:

(۱) بزرگتر از  $X+3S$  تا مقدار ماکزیمم

(۲) از  $X+2S$  تا  $X+3S$

(۳) از  $X+1S$  تا  $X+2S$

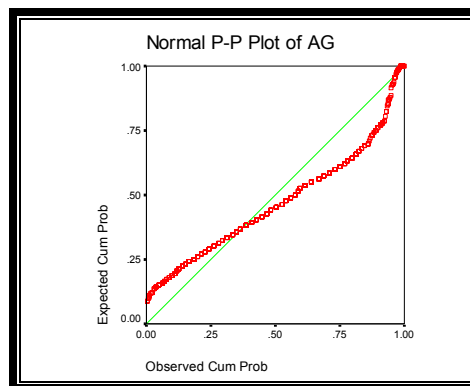
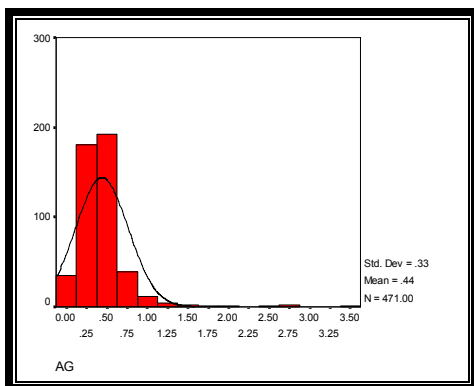
بیان شده است (X میانگین و S انحراف معیار داده‌های نرمال شده می‌باشد) بطوری که هر چه تعداد نمونه‌های ناهنجر در محدوده بیشتر بوده و مقدار عیار این نمونه‌ها در دامنه بالاتر قرار گرفته باشد شدت ناهنجاری با درجات ۱ یا ۲ گزارش شده است، شرح ناهنجاری ژئوشیمیایی عناصر با اهمیت با توجه به نقشه‌های مربوطه به ترتیب زیر می‌باشد، لازم به ذکر در تعدادی از جداول منحصراً نمونه‌های ناهنجر درجه ۱ ارائه شده است در ضمن ضرایب همبستگی که در سطح اعتماد زیر ۹۹ درصد محاسبه شده است با رنگ قرمز مشخص شده است (برای دستیابی به شرح واحدها به بخش زمین‌شناسی مراجعه شود).

#### ۲-۱۴-۱- توصیف ناهنجرهای عنصر نقره

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۴۴، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳/۴۱ و ۰/۰ پی‌پی‌ام، چولگی و کشیدگی ۴/۱ و ۲۷/۳۱، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۱ و ۳۳/ می‌باشد (جدول ۲-۱۲) که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های خام این عنصر است (نمودار ۲-۷)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۵۸/۱۷ می‌باشد که بسیار بالا بوده و کمتر می‌توان به آن استناد نمود.

جدول ۲-۱۲- پارامترهای آماری داده های خام عنصر نقره در محدوده مطالعاتی کلیبر

Ag	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	0.439	0.4	0.4	0.3258	0.1061	4.109	27.318	0	3.41



نمودار ۲-۷- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر نقره

ضریب همبستگی نقره به استثناء کروم، باریم، اسکاندیم، بیسموت، کبالت و تنگستن با سایر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب می باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با طلا، مس، مولیبدن و جیوه منفی و با سایر عناصر این ضریب مثبت می باشد که بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با عناصر زیرکونیم، آرسنیک و روی می باشد (جدول ۲-۱۳).

جدول ۲-۱۳- ضرایب همبستگی داده های خام عنصر نقره در محدوده مطالعاتی کلیبر

Ag	<i>AU</i>	<i>CR</i>	<i>NI</i>	<i>PB</i>	<i>BA</i>	<i>BE</i>	<i>LA</i>	<i>SC</i>	<i>LI</i>	<i>ZR</i>	<i>HG</i>
	-.135(**)	0.08	.239(**)	.457(**)	.093(*)	.294(**)	.125(**)	-0.03	.285(**)	.716(**)	.123(**)
Ag	<i>AS</i>	<i>BI</i>	<i>CO</i>	<i>CU</i>	<i>MO</i>	<i>SB</i>	<i>ZN</i>	<i>SN</i>	<i>W</i>	<i>CD</i>	<i>RB</i>
	.503(**)	0.07	0.002	.199(**)	.096(*)	.347(**)	.508(**)	.196(**)	0.022	.265(**)	.123(**)

در جدول ۲-۱۴، نمونه‌ها بر مبنای بالاترین مقدار تا مقادیر پایین مرتب شده‌اند، با نگرشی بر جدول مربوط به نمونه‌های ناهنجار و همچنین نقشه ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی (نقشه ۱) عنصر نقره معلوم می‌شود که ۴ محدوده ناهنجار درجه یک را میتوان برای این عنصر متصور شد که با هیچ عنصری دیگر همراهی نمیشود.

جدول ۲-۱۴- توصیف ناهنجاری‌های عنصر نقره در محدوده مورد مطالعه کلیبر

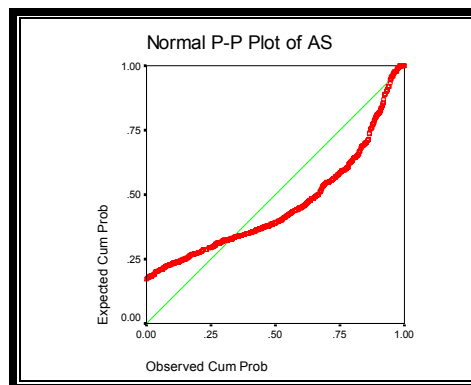
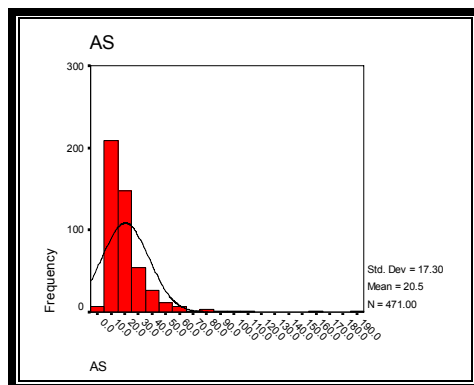
شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبار (ppm)	مساحت تحت پوشش (Km)	واحد سنگی	همبورد یا دیگر عناصر
		Y	X				
۱	K.86.210	685054	4265460	3.41	۱۲۵	$E_{an}$	-
۱	K.86.237	685048	4270980	2.7	۱۳	$O_{mg}$	-
۱	K.86.162	688695	4266330	2.65	۱۲	$Ku^{II}, E_{an}, E_{an}$	-
۱	K.86.176	688265	4269040	2.44	۱۲۵	$Ku^{II}, E_{an}, E_{an}$	-

#### ۲-۱۴-۲- توصیف ناهنجاری‌های عنصر آرسنیک

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۰/۴۸، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۴ و ۱۹۱ ppm، چولگی و کشیدگی ۴/۳۹۴ و ۳۱/۱۲۶، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۷/۳ و ۲۹۹/۵ میباشد (جدول ۲-۱۵) که مویید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۱۵) (نمودار ۲-۸)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۲۲/۴۲ میباشد که تا حدودی میتوان به آن استناد نمود.

جدول ۲-۱۵- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر آرسنیک در محدوده مطالعاتی کلیبر

AS	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
		471	0	20.48	15.7	11(a)	17.3	299.45	4.394	31.126	4



نمودار ۲-۸- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر آرسنیک

ضریب همبستگی آرسنیک با عناصر مختلف نشان می‌دهد که آرسنیک به استثناء طلا، باریم، اسکاندیم، بریلیم، جیوه، قلع و روبیدیم با دیگر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۵ درصد دارای همبستگی مناسب می‌باشد، ضریب همبستگی این عنصر با لانتانیم و مس منفی و با سایر عناصر این ضریب مثبت می‌باشد که بیشترین ضریب این عنصر با زیرکونیم (۵۳۵٪) و سرب (۵۰۲٪) است (جدول ۲-۱۶).

جدول ۲-۱۶- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر آرسنیک در محدوده مطالعاتی کلیبر

AS	Au	Cr	Ni	Pb	Ba	Be	La	Sc	Li	Zr	Hg
	-.102(*)	.290(**)	.436(**)	.502(**)	0.081	0.064	-.190(**)	0.076	.346(**)	.535(**)	-0.041
	Ag	Bi	Co	Cu	Mo	Sb	Zn	Sn	W	Cd	Rb
.503(**)	.160(**)	.184(**)	-.230(**)	-.135(**)	.518(**)	.518(**)	0.042	-.215(**)	.446(**)	.116(*)	

جدول ۲-۱۷- توصیف ناهنجارهای عنصر آرسنیک در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عیار (ppm)	واحد سنجگی	مهم‌تر یا دیگر عناصر
		X	Y			
۱	K.86.15	4274540	691125	191	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۱	K.86.128	4265425	690686	159	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۱	K.86.416	4280630	686963	111	$K_u^t, K_u^{II}$	Cr, Sb
۲	K.86.446	4280430	688938	97.7	$K_u^t, K_u^{II}$	La
۲	K.86.414	4280540	685678	88.9	$K_u^t, K_u^{II}$	Sb
۲	K.86.442	4280100	687719	82.2	$K_u^t, K_u^{II}$	-
۲	K.86.125	4265890	692688	81	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۲	K.86.417	4279510	686912	78.8	$K_u^t, K_u^{II}$	Sb
۲	K.86.415	4280600	686640	72.5	$K_u^t, K_u^{II}$	Sb
۲	K.86.450	4280570	690402	63.7	$K_u^t, K_u^{II}$	Sn
۲	K.86.16	4274570	691018	63.5	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۲	K.86.237	4270980	685048	62.7	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۲	K.86.7	4273920	691616	60.7	$K_u^{ml}.Omg$ $E_p^I$	-
۲	K.86.413	4280620	686251	59	$K_u^t, K_u^{II}$	Sb

در جدول ۲-۱۷، نمونه‌های ناهنجار درجه یک و دو ارائه شده است (نقشه ۲)، همانگونه که ملاحظه

میشود این ناهنجاری‌ها عمدتاً در بخش شمالی، مرکزی و جنوب خاوری منطقه پراکندگی دارند و با عناصر

آنتیموان، کروم و لانتانیم همراهی میشوند.

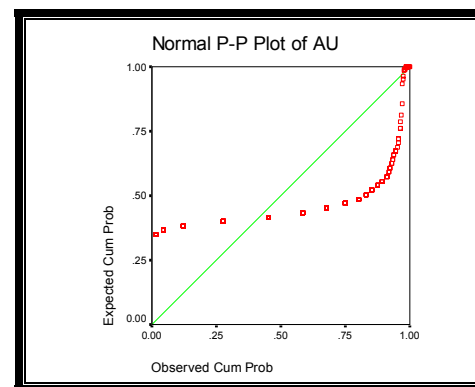
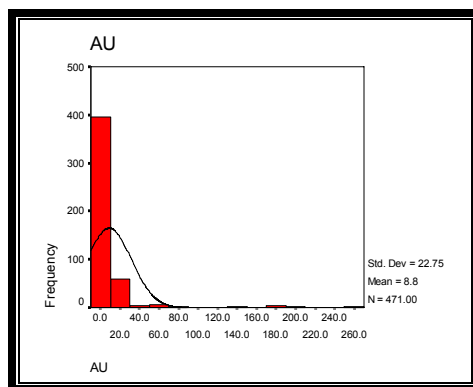


## ۲-۱۴-۳- توصیف ناهنجاریهای عنصر طلا

این عنصر دارای مقدار میانگین  $8/78$ ، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب  $260$  و  $0/0$  ppb، چولگی و کشیدگی  $7/67$  و  $65/46$ ، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب  $22/7$  و  $517/65$  میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۱۸) (نمودار ۲-۹) خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با  $84/18$  میباشد که بسیار بالا است و نمیتوان به آن اعتماد کرد.

جدول ۲-۱۸- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر طلا در محدوده مطالعاتی کلیبر

Au	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	8.78	4	3	22.75	517.65	7.675	65.467	0	260



نمودار ۲-۹- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر طلا

طلا با عناصر زیرکونیم، نقره، روی و قلع و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی ضعیفی میباشد که این ضریب برای عناصر فوق منفی بوده که چندان با اهمیت تلقی نمی‌شود (جدول ۲-۱۹).

جدول ۲-۱۹- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر طلا در محدوده مطالعاتی کلیبر

Au	<b>CR</b>	<b>NI</b>	<b>PB</b>	<b>BA</b>	<b>BE</b>	<b>LA</b>	<b>SC</b>	<b>LI</b>	<b>ZR</b>	<b>HG</b>	<b>AG</b>
	0.032	-0.037	-.091(*)	0.088	-0.041	-0.061	0.061	-0.048	-.163(**)	0.077	-.135(**)
	<b>AS</b>	<b>BI</b>	<b>CO</b>	<b>CU</b>	<b>MO</b>	<b>SB</b>	<b>ZN</b>	<b>SN</b>	<b>W</b>	<b>CD</b>	<b>RB</b>
	-.102(*)	-.111(*)	-0.042	0.011	-.113(*)	-0.082	-.145(**)	-.119(**)	-.107(*)	0.02	-0.028

جدول ۲-۲۰- توصیف ناهنجاری‌های عنصر طلا در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبارت (ppm)	واحد سنگی	همبستگی یا دیگر عناصر
		Y	X			
1	K.86.458	4280630	692214	260	$K_u^I$	
1	K.86.347	4276630	689054	201	$O_{mg}$	
1	K.86.11	4273710	690961	189	$O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.188	4266430	687791	188	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.349	4276360	687972	174	$O_{mg}$	
1	K.86.344	4277520	689290	137	$O_{mg}$	
1	K.86.354	4276300	687347	79	$O_{mg}$	
1	K.86.197	4268860	686925	68	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.345	4277140	689275	62	$O_{mg}$	
1	K.86.383	4274710	685186	60	$O_{mg}$	
1	K.86.309	4275130	689979	58	$O_{mg}$	Ba
1	K.86.17	4273330	690830	50	$O_{mg} \cdot K_u^{II}$	Zn
1	K.86.384	4275030	685167	47	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.181	4267628	687309	43	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.227	4268730	685337	33	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	Cr
1	K.86.363	4276700	686980	29	$O_{mg}$	
1	K.86.439	4279690	688116	27	$K_u^I$	
1	K.86.446	4280430	688938	25	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	
1	K.86.360	4276710	687260	25	$O_{mg}$	
1	K.86.438	4279360	687866	22	$K_u^I$	
1	K.86.424	4278160	687499	22	$K_u^I$	

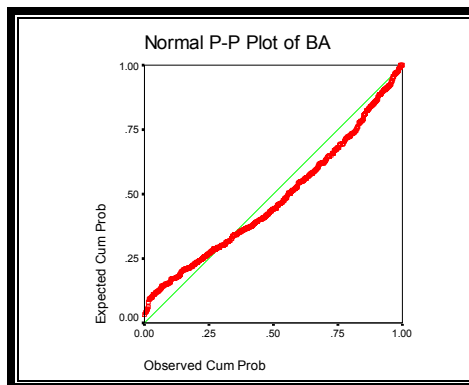
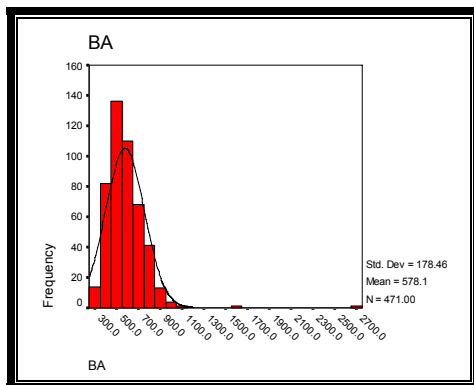
در جدول فوق تعداد نمونه‌های ناهنجار با اهمیت درجه یک برای عنصر بالا است که تجمع این نمونه کاملاً جلب توجه می‌کند (جدول ۲-۲۰) (نقشه ۳) و به طور ضعیفی با عناصر روی، کروم و باریم همراهی میشوند.

#### ۲-۱۴-۴- توصیف ناهنجارهای عنصر باریم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۶۳/۳۶، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۱۸۰ و ۱۰۶ ppm، چولگی و کشیدگی ۲/۹۴ و ۱۵/۶۴، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۰۵/۵۶ و ۱۱۴۲/۱۷ میباشد که نشاندهنده غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۲۱) (نمودار ۲-۱۰)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۷/۳۱ میباشد که کاملاً قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۲۱- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر باریم در محدوده مطالعاتی کلیبر

BA	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	395	0	362.36	339.00	327.00	105.56	11142.17	2.94	15.64	106.00	1180.00



نمودار ۲-۱۰- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر باریم

ضریب همبستگی باریم با عناصر مختلف به استثناء طلا، کروم، مس، منگنز، نیکل، جیوه و قلع و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد معنی دار است به طوری که این ضریب با عناصر آرسنیک، روی، لانتانیم، نقره، بیسموت، مولیبدن، سرب، آنتیموان، تنگستن، اورانیوم و کادمیم مثبت و با عناصر وانادیم، استرانسیم و کبالت منفی میباشد و بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با عناصر آنتیموان (۰/۵۶۰) و سرب (۰/۵۷۴) میباشد (جدول ۲-۲۲).

جدول ۲-۲۲- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر باریم در محدوده مطالعاتی کلیبر

<i>Bu</i>	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Hg</i>	<i>Ag</i>
	0.088	-.290(**)	-.157(**)	.122(**)	.309(**)	.177(**)	.176(**)	0.047	0.073	0.004	.093(*)
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	0.081	-0.063	0.065	.263(**)	-.206(**)	.215(**)	0.019	-.301(**)	-.165(**)	0.025	.213(**)

جدول ۲-۲۳- توصیف ناهنجاری‌های عنصر باریم در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبار (ppm)	واحد سنگی	همبسته با دیگر عناصر
		X	Y			
۱	K.86.309	4275130	689979	2680	$E_{an} \cdot K_u^{II}$	Au
۱	K.86.340	4278840	689577	1550	$K_u^I$	-
۲	K.86.138	4265368	689929	1100	$K_u^{II}$	-
۲	K.86.79	4273910	688906	1010	$O_{mg}$	-
۲	K.86.233	4269790	684970	1010	$O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.431	4278920	689085	998	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.437	4279360	688321	959	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.433	4279480	688830	939	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.420	4279130	687183	927	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.71	4273400	690003	918	$O_{mg}$	-
۲	K.86.436	4279250	688189	914	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-
۲	K.86.229	4269080	684911	913	$O_{mg} \cdot K_u^{II}$	-

در جدول ۲-۲۳ که ناهنجاری‌های با اهمیت درجه یک عنصر باریم را نمایش می‌دهد، نمونه‌های

**K.86.340** و **K.86.309** با شدت ناهنجاری درجه یک کاملاً متمایز می‌باشد و به طور ضعیفی با عنصر طلا

همراهی میشوند.

#### ۲-۱۴-۵- توصیف ناهنجاری‌های عنصر بیسموت

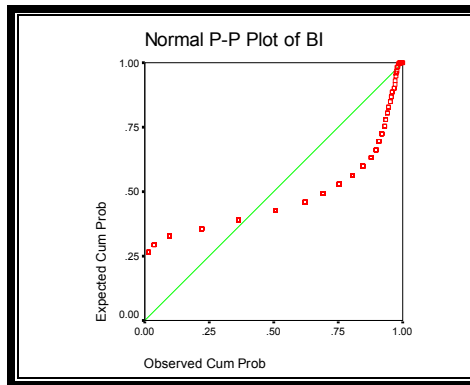
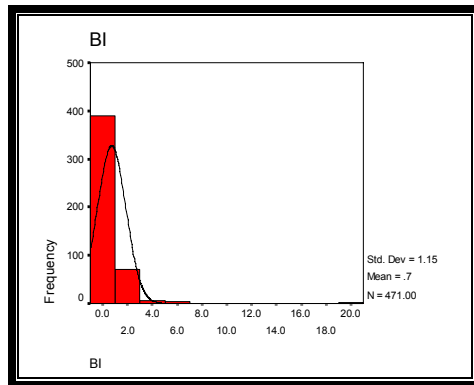
این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۷۱۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۰/۷ و ۰ ppm،

چولگی و کشیدگی ۱۲/۰۴۴ و ۱۹۸/۳۴، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱/۱۴۷ و ۱/۳۱۵ میباشد

که موید توزیع غیر نرمال برای داده‌های خام این عنصر است (جدول ۲-۲۴) (نمودار ۲-۱۱)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۲۵/۹۰ می‌باشد که تا حدودی قابل قبول می‌باشد.

جدول ۲-۲۴- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر بیسموت در محدوده مطالعاتی کلیبر

Element	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
Bi	471	0	0.717	0.5	0.5	1.147	1.315	12.044	198.342	0	20.7



نمودار ۲-۱۱- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر بیسموت

ضریب همبستگی بیسموت با عناصر طلا، نیکل، کروم، برلیوم، اسکاندیم، لیتیوم، زیرکونیم، جیوه، نقره، مولیبدن و روبیدیوم و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد فاقد همبستگی مناسب می‌باشد، و ضریب همبستگی این عنصر با دیگر عناصر در سطح معنی‌دار ۹۹ درصد مثبت می‌باشد و بیشترین ضریب این عنصر با کادمیم (۰/۳۷۴) می‌باشد (جدول ۲-۲۵).

جدول ۲-۲۵- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر بیسموت در محدوده مطالعاتی کلیبر

<b>Bi</b>	<b>Au</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Be</b>	<b>La</b>	<b>Sc</b>	<b>Li</b>	<b>Zr</b>	<b>Hg</b>	<b>Ag</b>
	-.111(*)	0.063	0.01	.386(**)	0.051	.230(**)	0.022	-0.009	-0.022	0	0.073
	<b>AS</b>	<b>Bi</b>	<b>Co</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sn</b>	<b>W</b>	<b>Cd</b>	<b>Rb</b>
	.160(**)	-0.063	.121(**)	.283(**)	-0.033	.258(**)	.157(**)	.326(**)	.345(**)	.374(**)	0.07

جدول ۲-۲۶- توصیف ناهنجاری‌های عنصر بیسموت در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شدت ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عیار (ppm)	واحد سنجی	همبند یا دیگر عناصر
		Y	X			
1	K.86.408	4278950	684636	20.7	$K_u^{II}$	-
1	K.86.388	4274010	684860	5.3	$K_u^{II}$ $O_{mg}$	-
1	K.86.270	4272170	685576	5.1	$K_u^{II}$ $O_{mg}$	-
1	K.86.409	4279210	685209	5	$K_u^{II}$	-
1	K.86.273	4272550	684883	4.7	$K_u^{II}$ $O_{mg}$	-
1	K.86.85	4273490	689233	4.6	$O_{mg}$	-

همانگونه که در جدول ناهنجاری عنصر بیسموت (جدول ۲-۲۶) ملاحظه میشود ۶ نمونه با اهمیت

درجه یک در منطقه وجود دارد (نقشه ۵) که با هیچ عنصری همراهی نمی‌شود.

#### ۲-۱۴-۶- توصیف ناهنجاری‌های عنصر کادمیم

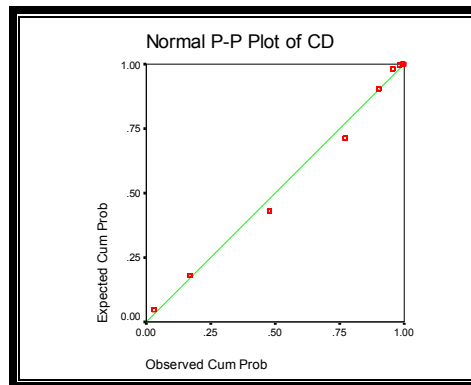
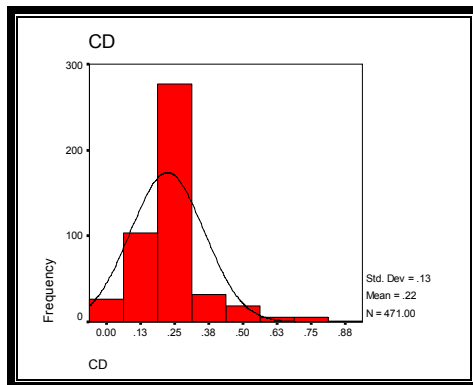
این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۲۲۳، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۰/۹ و ۰ ppm،

چولگی و کشیدگی ۱/۱۹۶ و ۲/۷۲۲، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۱۳۵ و ۰/۰۲ میباشد که

موید توزیع تقریباً نرمال برای داده‌های خام این عنصر است (جدول ۲-۲۷) (نمودار ۲-۱۲)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۴/۰۸ می‌باشد که تا حدودی قابل قبول می‌باشد.

جدول ۲-۲۷- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر کادمیم در محدوده مطالعاتی کلیبر

Cd	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	0.223	0.2	0.2	0.135	0.02	1.196	2.722	0	0.9



نمودار ۲-۱۲- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر کادمیم

ضریب همبستگی کادمیم با عناصر مختلف نشان می‌دهد که کادمیم به استثناء طلا، لانتانیم، جیوه کبالت، قلع، باریم، تنگستن و مس با دیگر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با تمام عناصر مثبت بوده و بیشترین ضریب این عنصر با روی (۰/۴۹۸) و سرب (۰/۶۳۱) دیده می‌شود (جدول ۲-۲۸).



جدول ۲-۲۸- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر کادمیم در محدوده مطالعاتی کلیبر

<b>Cd</b>	<b>Au</b>	<b>Cr</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Be</b>	<b>La</b>	<b>Sc</b>	<b>Li</b>	<b>Zr</b>	<b>Hg</b>	<b>Ag</b>
	0.02	.221(**)	.409(**)	.631(**)	.177(**)	-.115(*)	.183(**)	.395(**)	.265(**)	0.057	.265(**)
	<b>AS</b>	<b>Bi</b>	<b>Co</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sn</b>	<b>W</b>	<b>Ba</b>	<b>Rb</b>
	.446(**)	.374(**)	0.068	0.06	.312(**)	.321(**)	.498(**)	0.008	-0.073	0.025	.250(**)

جدول ۲-۲۹- توصیف ناهنجاریهای عنصر کادمیم در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عنصر (ppm)	واحد سنگی	همبند یا دیگر عناصر
		Y	X			
۲	K.86.210	685054	4265460	0.9	$E_{an}$	-
۲	K.86.36	692049	4272560	0.8	$E_{ig}^i, E_{an}, E_a^i, E_p^i$	-

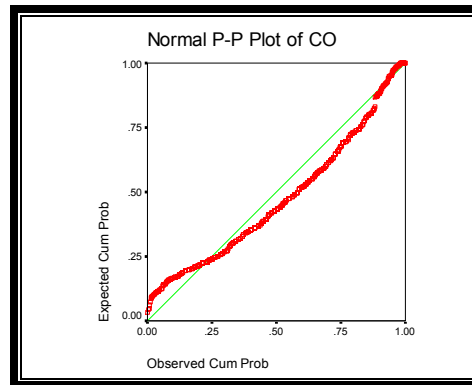
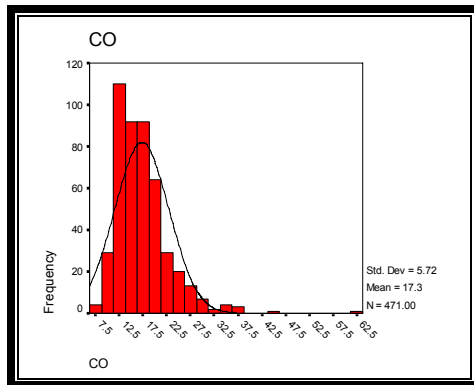
همانگونه که در جدول ناهنجاری با اهمیت برای عنصر کادمیم ملاحظه میشود (جدول ۲-۲۹) هیچگونه نمونه با اهمیت درجه یک برای این عنصر وجود ندارد (نقشه ۶) و با هیچ عنصری همراهی نمی‌شود.

#### ۲-۱۴-۷- توصیف ناهنجاریهای عنصر کبالت

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۳/۱۹، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۴/۸۰، ۷/۳ppm، چولگی و کشیدگی ۱/۰۲ و ۴/۲۹، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۴/۹۱ و ۲۴/۱۴ میباشد که مویذ توزیع غیرنرمال داده‌های این عنصر با چولگی مثبت است (جدول ۲-۳۰) (نمودار ۲-۱۳)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۶/۹۴ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۳۰- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر کبالت در محدوده مطالعاتی کلیبر

CO	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Min	Max
	Valid	Missing									
	471	0	17.258	16.3	12.9	5.723	32.749	2.077	9.349	6.6	61.6



نمودار ۲-۱۳- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر کبالت

ضریب همبستگی کبالت با بیشتر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با سرب، بریلیوم، انیمون، تنگستن و روییدوم منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد و بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با اسکاندیوم ۰/۷۳۴ است (جدول ۲-۳۱).

جدول ۲-۳۱- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر کبالت در محدوده مطالعاتی کلیبر

CO	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Hg</i>	<i>Ag</i>
	-0.042	.274(**)	.157(**)	.230(**)	.428(**)	.137(**)	.734(**)	.230(**)	-0.011	-0.061	0.002
CO	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Ba</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	.184(**)	.121(**)	0.065	.381(**)	-.097(*)	.149(**)	.245(**)	.241(**)	.163(**)	0.068	-.302(**)

همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت و همچنین نقشه پراکندگی عنصر کبالت نمایان است (جدول ۲-۳۲)، ناهنجاری‌های فوق چندان قابل توجه نمی‌باشند (نقشه ۷) و با هیچ عنصری همراهی نمی‌شود.

جدول ۲-۳۲- توصیف ناهنجاری‌های عنصر کبالت در محدوده مورد مطالعه کلیبر

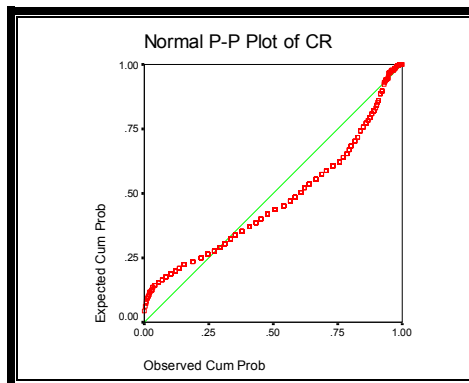
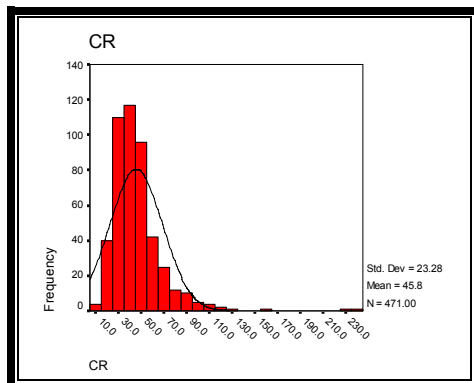
شدت ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبار (ppm)	واحد سنگی	صنوبر یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.407	685245	4278540	61.6	$K_u^{II}$	-
۱	K.86.376	685048	4275380	45.8	$O_{mg}$	-

#### ۲-۱۴-۸- توصیف ناهنجاری‌های عنصر کروم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۴۵/۷۵، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۶ و ۲۴۳ ppm، چولگی و کشیدگی ۳/۲۲ و ۱۹/۹۶، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۲۳/۲۸ و ۵۴۲ میباشد که نشان دهنده توزیع غیر نرمال داده‌های این عنصر با چولگی مثبت است (جدول ۲-۳۳) (نمودار ۲-۱۴)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۷/۷۷ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۳۳- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر کروم در محدوده مطالعاتی کلیبر

Cr	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0									



نمودار ۲-۱۴- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر کروم

ضریب همبستگی کروم با سایر عناصر به طلا، سرب، جیوه، نقره، بیسموت، مس، مولیبدن، آنتیموان، تنگستن و روییدوم با دیگر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با بریلیوم، لانتانیم و باریوم منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد و بیشترین ضریب این عنصر با نیکل (۰/۸۰۵) دیده می‌شود (جدول ۲-۳۴).

جدول ۲-۳۴- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر کروم در محدوده مطالعاتی کلیبر

<i>Cr</i>	<i>Au</i>	<i>Co</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Hg</i>	<i>Ag</i>
	0.032	.274(**)	.805(**)	0.043	-.286(**)	-.368(**)	.271(**)	.392(**)	.141(**)	-.111(*)	0.083
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Ba</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	.290(**)	0.063	-.290(**)	-.118(*)	0.025	0.057	.147(**)	.147(**)	-.113(*)	.221(**)	0.007

جدول ۲-۳۵- توصیف ناهنجاری‌های عنصر کروم در محدوده مورد مطالعه کلیبر

شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		میانگین (ppm)	واحد سنگی	معمول یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.376	4275380	685048	243	$O_{mg}$	
۱	K.86.161	4266739	688534	230	$K_u^{ll}$	
۱	K.86.228	4268910	684892	156	$E_{an}$	
۲	K.86.230	4269230	685232	133	$E_{an}$	
۲	K.86.28	4272780	691206	122	$O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.409	4279210	685209	115	$K_u^{ll}$	
۲	K.86.416	4280630	686963	113	$K_u^{ll}$	As, Sb
۲	K.86.411	4280030	684643	112	$K_u^{ll}$	
۲	K.86.410	4279156	684288	108	$K_u^{ll}$	
۲	K.86.252	4271910	686273	108	$E_{an}$	
۲	K.86.202	4269830	686673	103	$E_{an}, O_{mg}, K_u^{ll}$	
۲	K.86.222	4268090	685269	97	$E_{an}$	
۲	K.86.245	4270710	686294	96	$E_{an}$	
۲	K.86.227	4268730	685337	96	$E_{an}$	Au
۲	K.86.250	4271297	686166	95	$E_{an}$	

ناهنجاری‌های با اهمیت (جدول ۲-۳۵) و نقشه پراکندگی عنصر کروم از اهمیت نسبی

نمونه‌های **K.86.376**، **K.86.161** و **K.86.228** حکایت میکند (نقشه ۸) و به طور ضعیفی با عناصر طلا،

آرسنیک و آنتیموان همراهی میشوند.

#### ۲-۱۴-۹- توصیف ناهنجاری‌های عنصر مس

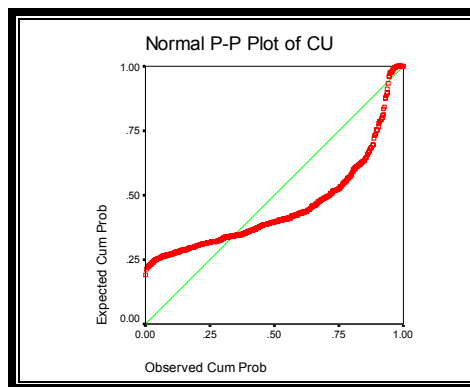
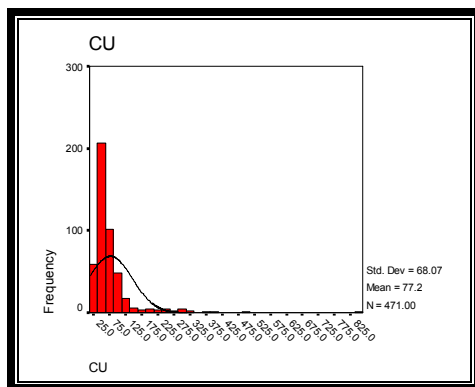
این عنصر دارای مقدار میانگین ۷۷/۱۹۲، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۸۵۱ و ۱۷/۳ ppm،

چولگی و کشیدگی ۵/۱۱ و ۴۱/۵۲۹، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۶۸/۰۸ و ۴۶۳۴/۱۹ میباشد

که غیر نرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر با چولگی مثبت را نشان می‌دهد (جدول ۲-۳۶) (نمودار ۲-۱۵)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۲/۸۱ است که تقریباً قابل قبول می‌باشد.

جدول ۲-۳۶- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر مس در محدوده مطالعاتی کلیبر

Cu	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	77.192	59.3	45,1(a)	68.075	4634.186	5.11	41.529	17.3	851



نمودار ۲-۱۵- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر مس

ضریب همبستگی مس با سایر عناصر نشان می‌دهد که مس به استثناء طلا، کبالت، بریلیوم، لیتیوم، جیوه، مولیبدن، روی، قلع، کادمیم و روبیدیم با دیگر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی و تا حدودی مناسب و معنی‌داری می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با نیکل، سرب، نقره، زیرکونیم، و آنتیموان منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد و بیشترین ضریب این عنصر با اسکاندیوم (۰/۴۳۶) دیده می‌شود (جدول ۲-۳۷).

جدول ۲-۳۷- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر مس در محدوده مطالعاتی کلیبر

<b>Cu</b>	<b>Au</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Be</b>	<b>La</b>	<b>Sc</b>	<b>Li</b>	<b>Zr</b>	<b>Hg</b>	<b>Ag</b>
	0.011	-0.118(*)	-0.143(**)	-0.187(**)	0.024	0.239(**)	0.436(**)	0.048	0.340(**)	0.085	-0.199(**)
	<b>AS</b>	<b>Bi</b>	<b>Cr</b>	<b>Ba</b>	<b>Mo</b>	<b>Sb</b>	<b>Zn</b>	<b>Sn</b>	<b>W</b>	<b>Cd</b>	<b>Rb</b>
	-0.230(**)	0.283(**)	0.381(**)	0.263(**)	0.027	-0.162(**)	-0.049	0.064	0.142(**)	0.06	-0.03

مس یکی از با ارزش‌ترین عناصر در زمینه اکتشاف میباشد و در تمام موارد تغییرات آن با دقت مورد توجه قرار میگیرد، همانگونه که در جدول ناهنجاری‌ها (جدول ۲-۳۸) و همچنین نقشه پراکندگی ارائه شده برای عنصر مس ملاحظه میشود ۱۳ نمونه ناهنجار درجه یک را میتوان در منطقه مشاهده نمود (نقشه ۹) که تعدادی از آنها با عنصر مولیبدن همراهی میشود.

جدول ۲-۳۸- توصیف ناهنجاری‌های عنصر مس در محدوده مورد مطالعه کلیبر

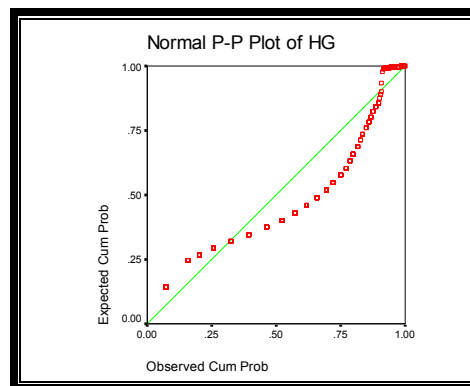
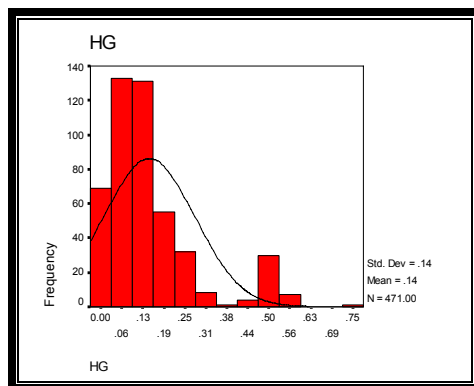
مشخصات ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عیار (ppm)	واحد سنجی	معمود یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.302	4275400	688890	851	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	Mo
۱	K.86.305	4274707	688897	506	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	Mo
۱	K.86.300	4275080	688324	396	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.308	4275630	689791	377	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	Mo
۱	K.86.398	4278380	686324	332	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.281	4273269	685509	332	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.303	4275235	688992	311	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.304	4275490	689324	305	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.286	4274640	686911	297	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.360	4276710	687260	294	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.355	4276450	687453	290	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.365	4276800	686563	287	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	
۱	K.86.278	4273077	685165	286	$O_{mg} \cdot K_{u}^{II}$	

## ۲-۱۴-۱۰- توصیف ناهنجارهای عنصر جیوه

این عنصر دارای مقدار میانگین ۰/۱۴، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۰/۷۶ و صفر ppm، چولگی و کشیدگی ۱/۷۳ و ۲/۷۸ انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۲ میباشد که موید غیر نرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۳۹) (نمودار ۲-۱۶)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۵۸/۶۳ است که غیرقابل قبول میباشد.

جدول ۲-۳۹- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر جیوه در محدوده مطالعاتی کلیبر

HG	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	0.1439	0.11	0	0.1361	0.02	1.734	2.783	0	0.76



نمودار ۲-۱۶- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر جیوه



ضریب همبستگی جیوه با بیشتر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی داری نمیباشد و تنها با عناصر زیرکونیم و نقره ضریب همبستگی منفی نشان میدهد (جدول ۲-۴۰).

جدول ۲-۴۰- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر جیوه در محدوده مطالعاتی کلیبر

$Hg$	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
	0.077	-	.111(*)	0.044	-0.014	0.074	.098(*)	-0.083	-0.058	-	0.004
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	-	0	-	0.085	0.05	-0.02	0.019	0.012	0.012	0.057	0.051
	0.041		0.061								

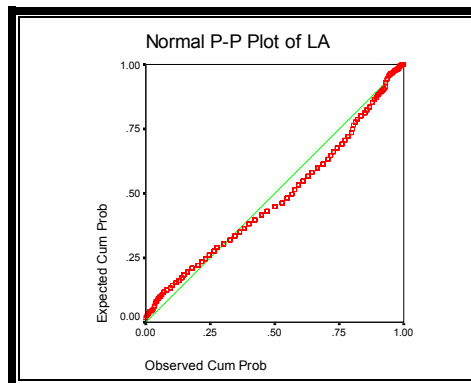
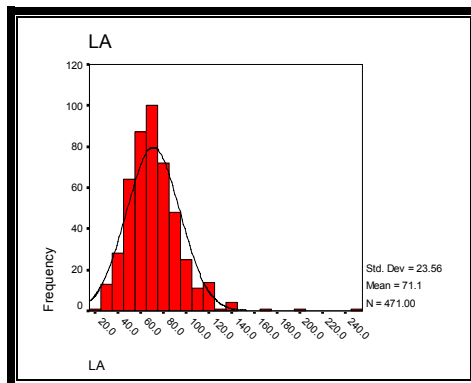
جیوه یکی از ارزشمندترین عناصری است که مورد توجه بسیار زیاد قرار میگیرد، همانگونه که در نقشه ناهنجاری‌های این عنصر ملاحظه میشود، هیچگونه نمونه ناهنجاری با اهمیت دیده نمی‌شود (نقشه ۱۰).

#### ۲-۱۴-۱۱- توصیف ناهنجاری‌های عنصر لانتانیم

این عنصر دارای مقدار میانگین ۷۱/۱۳، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۴۶ و ۲۲ ppm، چولگی و کشیدگی ۱/۶۷ و ۸/۱۴، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۲۳/۵۶ و ۵۵۵/۰۲ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۴۱) (نمودار ۲-۱۷)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۶/۹۷ میباشد که قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۴۱- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر لانتانیم در محدوده مطالعاتی کلیبر

$La$	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	71.13	68	59	23.56	555.02	1.673	8.144	22	246



نمودار ۲-۱۷- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر لانتانیم

ضریب همبستگی لانتانیم با عناصر طلا، سرب، جیوه، اسکاندیوم، زیرکونیم، لیتیوم، آنتیموان و کادمیم در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی‌داری می‌باشد، ضمناً با بیشتر این عناصر دارای ضریب همبستگی مثبت است (جدول ۲-۴۲).

جدول ۲-۴۲- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر لانتانیم در محدوده مطالعاتی کلیبر

<i>La</i>	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>Hg</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
	-0.061	.368(**)	.457(**)	.107(*)	.455(**)	.098(*)	.096(*)	-0.074	0.054	.177(**)	.125(**)
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Mo</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	-.190(**)	.230(**)	.137(**)	.239(**)	.156(**)	-0.089	.214(**)	.577(**)	.323(**)	-.115(*)	.136(**)

لانتانیم یکی از ارزشمندترین عناصر نادر خاکی محسوب شده که لازم است تغییرات آن با دقت مورد توجه قرار گیرد، همانگونه که در جدول ناهنجاری (جدول ۲-۴۳) و همچنین نقشه پراکندگی ارائه شده برای عنصر لانتانیم ملاحظه می‌شود دو نمونه ناهنجار با اهمیت در منطقه دیده می‌شود (نقشه ۱۱) که با عناصر آرسنیک، قلع و تنگستن همراهی می‌شوند.

جدول ۲-۴۳- توصیف ناهنجارهای عنصر لاتنیم در محدوده مورد مطالعه کلیبر

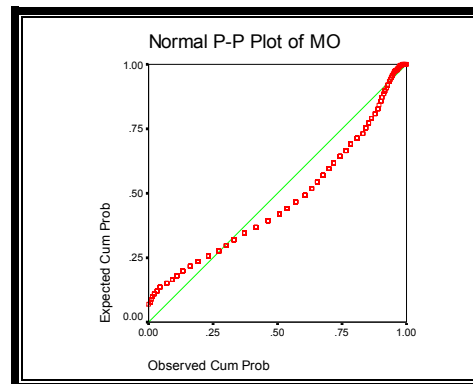
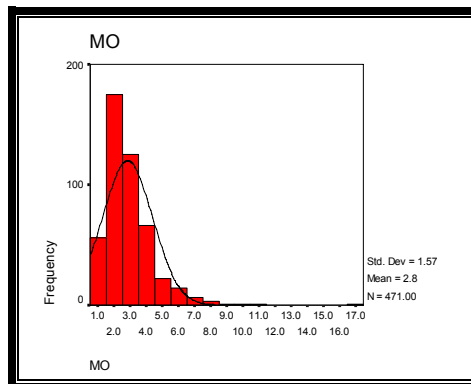
شدت ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		مقدار (ppm)	واحد سنگی	مشود یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.61	4271740	689372	246	$O_{mg}$	Sn, W
۱	K.86.450	4280570	690402	201	$K_u^t$	Sn, W
۲	K.86.444	4280500	688784	165	$K_u^t$	-
۲	K.86.52	4269740	691492	142	$E_p^l, O_{mg}, K_u^{ll}$	-
۲	K.86.443	4280330	688439	138	$K_u^t$	-
۲	K.86.446	4280430	688938	137	$K_u^t$	As
۲	K.86.441	4280000	687719	135	$K_u^t$	-
۲	K.86.427	4277740	688238	126	$K_u^t$	-

#### ۲-۱۴-۱۲- توصیف ناهنجارهای عنصر مولیبدن

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱/۳۵، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۳/۸ و ۰/۴ ppm، چولگی و کشیدگی ۱/۲۷ و ۳/۵۷، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۴۴ و ۰/۱۹ میباشد که غیرنرمال بودن توزیع داده‌ها این عنصر را نشان میدهد (جدول ۲-۴۴) (نمودار ۲-۱۸)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۶۸/۷۳ میباشد که تا غیر قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۴۴- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر مولیبدن در محدوده مطالعاتی کلیبر

Mo	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	2.825	2.5	2,3(a)	1.566	2.452	2.797	16.237	0.5	16.8



نمودار ۲-۱۸- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر مولیبدن

ضریب همبستگی مولیبدن با بیشتر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب، مثبت و معنی‌دار می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با نیکل، اسکاندیوم، لیتیوم، زیرکونیم، آرسنیک و کادمیم منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد و بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با تنگستن (۰/۴۱۴) دیده می‌شود (جدول ۲-۴۵).

جدول ۲-۴۵- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر مولیبدن در محدوده مطالعاتی کلیبر

	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
<i>Mo</i>	-.113(*)	0.025	-.129(**)	-.106(*)	.114(*)	.156(**)	-.260(**)	-.148(**)	-.163(**)	-.206(**)	-.096(*)
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	-.135(**)	-0.033	-.097(*)	0.027	0.05	-.103(*)	-0.048	.255(**)	.414(**)	-.312(**)	.102(*)

همانگونه که در جدول ناهنجاری با اهمیت مولیبدن (جدول ۲-۴۶) و نقشه پراکندگی ارائه شده برای عنصر مولیبدن ملاحظه می‌شود نمونه ***K.86.158*** با توجه به عیار، نسبتاً با اهمیت تلقی می‌شود (نقشه ۱۲).

جدول ۲-۴۶- توصیف ناهنجارهای عنصر مولیبدن در محدوده مورد مطالعه کلیبر

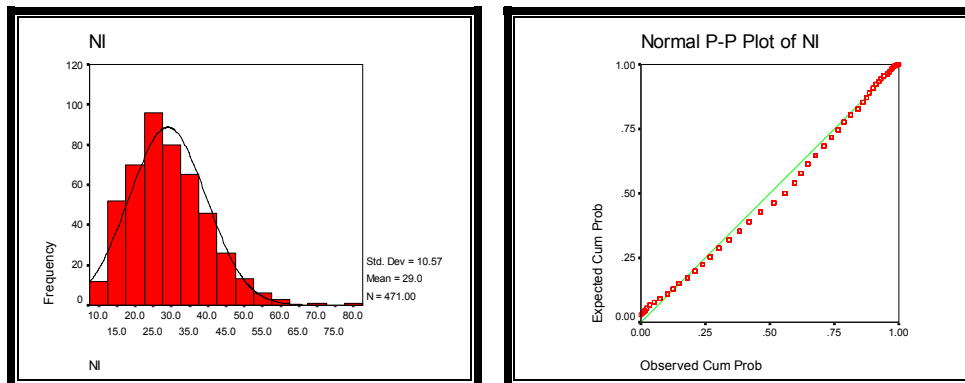
شماره نااهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبار (ppm)	واحد سنگی	مشهور یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.158	4268170	688930	16.8	$E_{an}, O_{mg}, K^l_u$	
۱	K.86.467	4274620	687719	11.2	$O_{mg}$	
۲	K.86.302	4275400	688890	10.2	$O_{mg}$	Cu
۲	K.86.292	4274970	687292	9.2	$O_{mg}$	
۲	K.86.173	4268150	688668	7.7	$E_{an}, O_{mg}, K^l_u$	
۲	K.86.305	4274707	688897	7.6	$O_{mg}$	Cu
۲	K.86.144	4265614	688319	7.5	$O_{mg}$	
۲	K.86.161	4266739	688534	7.4	$E_{an}, O_{mg}, K^l_u$	
۲	K.86.298	4275170	687829	7.2	$O_{mg}$	
۲	K.86.372	4276480	685044	7.1	$O_{mg}$	
۲	K.86.308	4275630	689791	7	$O_{mg}$	Cu
۲	K.86.141	4265123	688707	6.9	$E_{an}, O_{mg}, K^l_u$	

### ۲-۱۴-۱۳- توصیف ناهنجارهای عنصر نیکل

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲۸/۹۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۸۱ و ۹ ppm، چولگی و کشیدگی ۰/۷۷ و ۱/۲۵، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۰/۵۷ و ۱۱۱/۷۷ میباشد که توزیع تقریباً نرمال داده‌های این عنصر را نشان میدهد (جدول ۲-۴۷) (نمودار ۲-۱۹)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۶/۳۳ میباشد که تا کاملاً قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۴۷- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر نیکل در محدوده مطالعاتی کلیبر

N	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	28.97	28	27	10.57	111.77	0.778	1.251	9	81



نمودار ۲-۱۹- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر نیکل

ضریب همبستگی نیکل با بیشتر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی دار میباشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با مولیبدن، لانتانوم، باریم، مس و تنگستن منفی و با بقیه عناصر مثبت میباشد و بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با کروم (۰/۸۰۵) دیده میشود (جدول ۲-۴۸).

جدول ۲-۴۸- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر نیکل در محدوده مطالعاتی کلیبر

:N	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>Pb</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
	-0.037	.805(**)	.129(**)	.206(**)	0.067	.457(**)	.249(**)	.610(**)	.304(**)	.157(**)	.239(**)
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	.436(**)	0.01	.157(**)	.143(**)	0.044	.190(**)	.298(**)	-0.002	.215(**)	.409(**)	.158(**)

نیکل یکی از عناصری است که وابستگی بسیار زیادی به سنگ‌های منطقه از خود نشان میدهد بنابراین واحدهای سنگ‌شناسی منطقه بر اهمیت یا بی‌اهمیت بودن ناهنجاری‌های این عنصر دلالت دارد.

همانگونه که در جدول ناهنجاری‌های با اهمیت (جدول ۲-۴۹) و همچنین نقشه ارائه شده برای عنصر نیکل ملاحظه میشود نمونه‌های ذکر شده تماماً ناهنجاری درجه دو از خود نشان میدهند و به علت بی‌اهمیت بودن این ناهنجاری‌ها، لزومی به تشریح چنین ناهنجاری‌هایی وجود ندارد (نقشه ۱۳).

جدول ۲-۴۹- توصیف ناهنجاری‌های عنصر نیکل در محدوده مورد مطالعه کلیبر

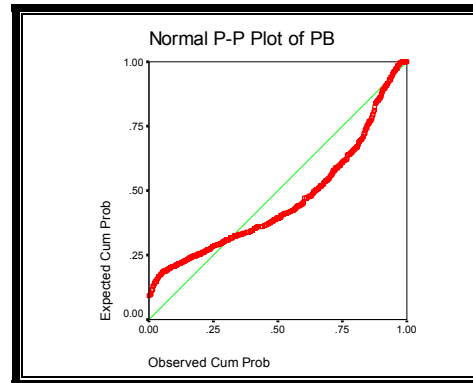
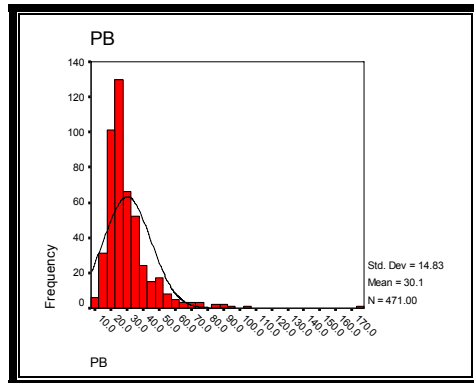
شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		میانگین (ppm)	واحد سنگی	معمول یا دیگر عناصر
		Y	X			
۲	K.86.409	4279210	685209	81	$K_u^{II}, K_u^I$	-
۲	K.86.416	4280630	686963	71	$K_u^{II}, K_u^I$	-
۲	K.86.163	4266256	689055	62	$O_{mg}, K_u^{II}, E_p^I$	-
۲	K.86.408	4278950	684636	59	$K_u^{II}, K_u^I$	-
۲	K.86.102	4270680	688545	58	$O_{mg}, K_u^{II}$	-

#### ۲-۱۴-۱۴- توصیف ناهنجاری‌های عنصر سرب

این عنصر دارای مقدار میانگین ۳۰/۰۵۵، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۷۳ و ۱۰/۴ ppm، چولگی و کشیدگی ۳/۳۷ و ۱۲/۳۶، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱۴/۸ و ۲۱۹/۹ میباشد که مویده غیر نرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۵۰) (نمودار ۲-۲۰)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۲/۶۶ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۵۰- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر سرب در محدوده مطالعاتی کلیبر

pb	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	30.055	26	24.8	14.829	219.905	3.369	21.355	10.4	173



نمودار ۲-۲۰- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر سرب

ضریب همبستگی سرب با سایر عناصر نشان می‌دهد که سرب به استثناء طلا، کروم، مولیبدن، بیسموت، جیوه و لانتانیم با دیگر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی‌دار می‌باشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با مس و تنگستن منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد، بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با زیرکونیم (۰/۴۹۰) دیده می‌شود (جدول ۲-۵۱).

جدول ۲-۵۱- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر سرب در محدوده مطالعاتی کلیبر

<i>Pd</i>	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>Ni</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
	-.091(*)	0.043	-.106(*)	.206(**)	.466(**)	.107(*)	-.225(**)	.163(**)	.490(**)	.122(**)	.457(**)
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>Sb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sn</i>	<i>W</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	.436(**)	0.01	.157(**)	-.143(**)	-0.044	.190(**)	.298(**)	-0.002	-.215(**)	.409(**)	.158(**)



نمونه‌های ناهنجار این عنصر با شدت درجه یک به تعداد ۵ نمونه در بخش‌های مختلف منطقه

پراکنده می‌باشد و تنها دو نمونه با شماره‌های K.86.36، K.86.38 با عناصر آنتیموان و روی همبود نشان

میدهد (جدول ۲-۵۲) (نقشه ۱۴).

جدول ۲-۵۲- توصیف ناهنجارهای عنصر سرب در محدوده مورد مطالعه کلیبر

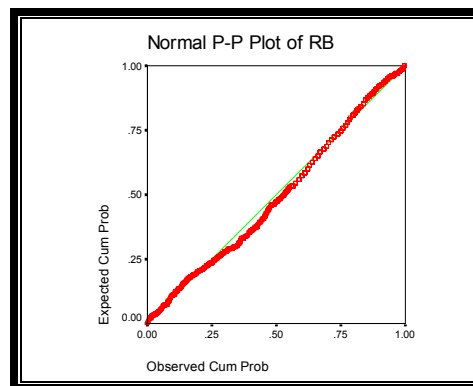
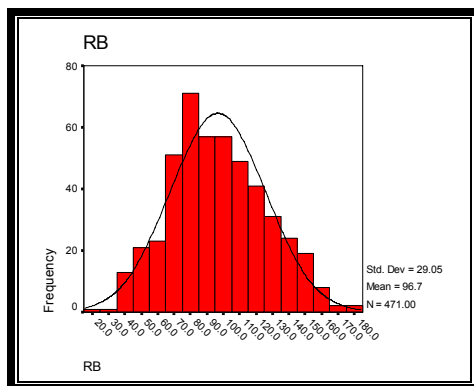
شدت ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبارت (ppm)	واحد سنگی	همبود یا دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.38	691423	4271098	173	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	Zn, Sb
۱	K.86.36	692049	4272560	105	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	Zn, Sb
۱	K.86.24	691369	4272260	93	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۱	K.86.39	691241	4270970	91.7	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۱	K.86.22	690915	4272190	90.3	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.5	691788	4274270	85.8	$E_p^I, K_u^{ml}$	
۲	K.86.8	691485	4273910	82.6	$E_p^I, K_u^{ml}$	
۲	K.86.9	691256	4273640	74.5	$E_p^I, K_u^{ml}$	
۲	K.86.35	692049	4272780	74.1	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	Zn
۲	K.86.28	691206	4272780	72.5	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.37	691406	4271173	72.3	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.34	691893	4272580	71.7	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	Zn, Sb
۲	K.86.328	690576	4275011	67.8	$O_{mg}$	
۲	K.86.33	691885	4272770	65.1	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.17	690830	4273330	63.4	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	Zn, Sb
۲	K.86.61	689372	4271740	63.1	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.2	692205	4273810	62.2	$E_p^I, K_u^{ml}$	
۲	K.86.32	691795	4271770	59.2	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	
۲	K.86.40	691787	4271480	59.1	$E_p^I, O_{mg}, K_u^{ml}$	

## ۲-۱۴-۱۵- توصیف ناهنجارهای عنصر آنتیموان

این عنصر دارای مقدار میانگین ۱/۸۷، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۱۱ و ۰/۳ ppm، چولگی و کشیدگی ۲/۵۱ و ۹/۹۲، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۱/۳۶ و ۱/۸۵ میباشد که غیرنرمال بودن توزیع داده های این عنصر را نشان میدهد (جدول ۲-۵۳) (نمودار ۲-۲۱) است، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۰/۶۶ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۵۳- پارامترهای آماری داده های خام عنصر آنتیموان در محدوده مطالعاتی کلیبر

QS	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	1.872	1.5	0.7	1.36	1.849	2.512	9.924	0.3	11



نمودار ۲-۲۱- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر آنتیموان

ضریب همبستگی آنتیموان با سایر عناصر نشان میدهد که این عنصر با بیشتر عناصر و در سطح اعتماد قابل قبول ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب میباشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با

کبالت، مس و اسکاندیوم منفی و با بقیه عناصر مثبت میباشد، بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با

آرسنیک (۰/۵۱۸) سرب (۰/۶۳۵) دیده میشود (جدول ۲-۵۴).

جدول ۲-۵۴- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر آنتیموان در محدوده مطالعاتی کلیبر

Sb	Au	Cr	Mo	Ni	Be	La	Sc	Li	Zr	Ba	Ag
	-0.082	0.057	-0.103(*)	.190(**)	.320(**)	-0.089	-	.188(**)	.137(**)	.294(**)	.215(**)
Sb	AS	Bi	Co	Cu	Hg	pb	Zn	Sn	W	Cd	Rb
	.518(**)	.258(**)	.149(**)	.162(**)	-0.02	.635(**)	.375(**)	-0.048	0.086	.321(**)	.397(**)

این عنصر به همراه عناصری مانند کادمیم، جیوه و آرسنیک در بیشتر کانسارها به عنوان

یک ردیاب بسیار مهم مورد توجه ژئوشیمیست‌ها است و کوچکترین تغییرات آن مورد توجه قرار

میگیرد، (جدول ۲-۵۵) (نقشه ۱۵) و با عنصر آرسنیک همراهی میشود.

جدول ۲-۵۵- توصیف ناهنجاری‌های عنصر آنتیموان در محدوده مورد مطالعه کلیبر

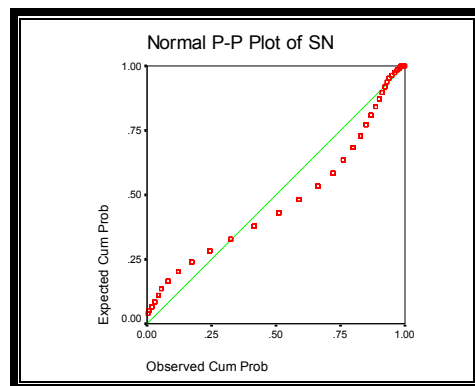
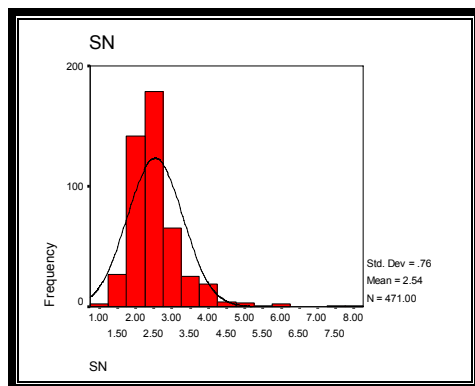
شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		مختصات ناهنجاری	مختصات دیگر معمول یا دیگر عناصر	واحد سنگی	مختصات (ppm)
		Y	X				
۱	K.86.414	685678	4280540	As	$K_u^{II} \cdot K_u^t$	11	
۲	K.86.416	686963	4280630	As	$K_u^{II} \cdot K_u^t$	9.2	
۲	K.86.417	686912	4279510	As	$K_u^{II} \cdot K_u^t$	9.1	
۲	K.86.44	692425	4270830		$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	8.9	
۲	K.86.46	691413	4269795		$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	8.6	
۲	K.86.47	692466	4270390		$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	6.5	
۲	K.86.415	686640	4280600	As	$K_u^{II} \cdot K_u^t$	6.2	
۲	K.86.413	686251	4280620	As	$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	6	
۲	K.86.4	692434	4273510		$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	6	
۲	K.86.412	684739	4279980		$K_u^{II} \cdot K_u^t$	5.8	
۲	K.86.440	687991	4279690		$K_u^{II} \cdot K_u^t$	5.6	
۲	K.86.102	688545	4270680		$E_p^I, O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	5.5	

## ۲-۱۴-۱۶- توصیف ناهنجارهای عنصر قلع

این عنصر دارای مقدار میانگین ۲/۴۵، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۸/۲ و ۱/۲ ppm، چولگی و کشیدگی ۲/۵ و ۱۱/۹، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۵۸ میباشد که موید غیرنرمال بودن توزیع داده های عنصر قلع است (جدول ۲-۵۶) (نمودار ۲-۲۳)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۶/۴۹ میباشد که غیر قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۵۶- پارامترهای آماری داده های خام عنصر قلع در محدوده مطالعاتی کلیبر

Sn	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	2.537	2.4	2.3	0.76	0.577	2.497	11.943	1.2	8.2



نمودار ۲-۲۲- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده های خام عنصر قلع

ضریب همبستگی قلع با سایر عناصر نشان میدهد که قلع به استثناء نیکل، لیتیوم، جیوه، آنتیموان و تنگستن با بقیه عناصر و در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی دار میباشد به طوری که

ضریب همبستگی این عنصر با طلا، باریوم، کبالت و مس منفی و با بقیه عناصر مثبت می‌باشد در ضمن

بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با سرب (۰/۶۳۵) و لانتانیم (۰/۵۷۷) دیده می‌شود (جدول ۲-۵۷).

جدول ۲-۵۷- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر قلع در محدوده مطالعاتی کلیبر

Sn	Au	Cr	Mo	Ni	Be	La	Sc	Li	Zr	Ba	Ag
		.119(**)	.147(**)	.255(**)	-0.002	.223(**)	.577(**)	.122(**)	.112(*)	.196(**)	.301(**)
Sn	AS	Bi	Co	Cu	Hg	Pb	Zn	Sb	W	Cd	Rb
	.518(**)	.258(**)	.149(**)	.162(**)	-0.02	.635(**)	.375(**)	-0.048	0.086	.321(**)	.397(**)

در جدول ناهنجاری‌های عنصر قلع و با توجه به شدت ناهنجاری ۸ نمونه تقریباً با

ارزش در منطقه دیده می‌شود (جدول ۲-۵۸) (نقشه ۱۶) که مجموعاً با عناصر آرسنیک، لانتانیم و

تنگستن همراهی می‌شوند.

جدول ۲-۵۸- توصیف ناهنجاری‌های عنصر قلع در محدوده مورد مطالعه کلیبر

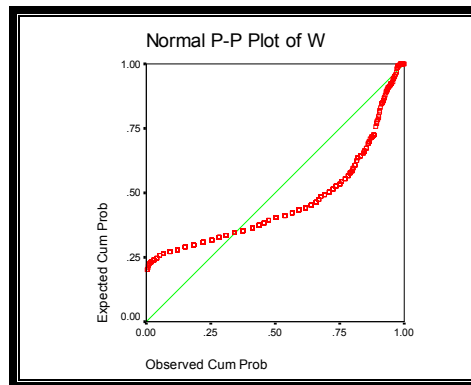
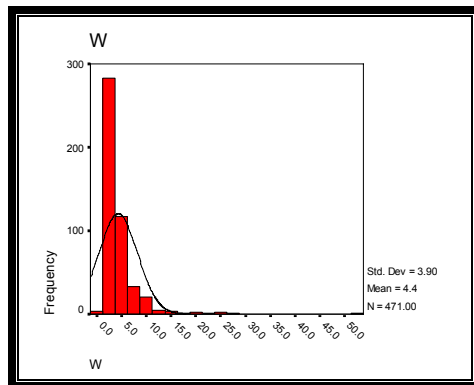
شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبارت (ppm)	واحد سنجی	همبود با دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.107	4270230	687315	8.2	$E_{an}, O_{mg}, K_{u}^{ll}$	
۱	K.86.66	4271830	689945	7.5	$E_{an}, O_{mg}, K_{u}^{ll}$	
۱	K.86.296	4274330	687829	5.9	$O_{mg}$	
۱	K.86.61	4271740	689372	5.8	$E_{an}, O_{mg}, K_{u}^{ll}$	W, La
۱	K.86.270	4272170	685576	5.7	$E_{an}, O_{mg}, K_{u}^{ll}$	W
۱	K.86.450	4280570	690402	5.1	$K_{u}^{ll}$	W, La, As
۱	K.86.243	4270210	686512	5	$E_{an}, O_{mg}, K_{u}^{ll}$	
۱	K.86.151	4267690	690076	5	$E_{an}, K_{u}^{ll}$	

## ۲-۱۴-۱۷- توصیف ناهنجارهای عنصر تنگستن

این عنصر دارای مقدار میانگین ۴/۳۵، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۵۲/۶ و ۱/۱ ppm، چولگی و کشیدگی ۵/۹ و ۵۶/۲، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۳/۹ و ۱۵/۱۷ میباشد که موید غیر نرمال بودن توزیع داده‌های این عنصر است (جدول ۲-۵۹) (نمودار ۲-۲۲)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۲۱/۵۴ میباشد که تا حدودی غیر قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۵۹- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر تنگستن در محدوده مطالعاتی کلیبر

M	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
	471	0	4.359	3.4	2.9	3.896	15.175	5.924	56.264	1.1	52.6



نمودار ۲-۲۳- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر تنگستن

ضریب همبستگی تنگستن با سایر عناصر نشان می‌دهد که قلع به استثناء طلا، کروم، نقره، جیوه، آنتیموان و قلع با بقیه عناصر و در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی‌دار میباشد به طوری که ضریب همبستگی این عنصر با نیکل، اسکاندیوم، لیتیوم، زیرکونیم، باریم، کبالت و مس منفی و با

بقیه عناصر مثبت میباشد در ضمن بیشترین ضریب همبستگی این عنصر با سرب (۰/۶۳۵) دیده میشود

(جدول ۲-۶۰).

جدول ۲-۶۰- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر تنگستن در محدوده مطالعاتی کلیبر

M	<i>Au</i>	<i>Cr</i>	<i>Mo</i>	<i>Ni</i>	<i>Be</i>	<i>La</i>	<i>Sc</i>	<i>Li</i>	<i>Zr</i>	<i>Ba</i>	<i>Ag</i>
	-.107(*)	-.113(*)	.414(**)	-.215(**)	.240(**)	.323(**)	-.261(**)	-.171(**)	-.127(**)	-.165(**)	0.022
	<i>AS</i>	<i>Bi</i>	<i>Co</i>	<i>Cu</i>	<i>Hg</i>	<i>pb</i>	<i>Zn</i>	<i>Sb</i>	<i>Sn</i>	<i>Cd</i>	<i>Rb</i>
	.518(**)	.258(**)	-.149(**)	-.162(**)	-0.02	.635(**)	.375(**)	-0.048	0.086	.321(**)	.397(**)

در جدول زیر که ناهنجاری‌های با اهمیت برای عنصر تنگستن ارائه شده است، ملاحظه

میشود که تمام نمونه‌های ناهنجار دارای شدت درجه یک بوده و تقریباً دارای ارزش زیادی

میشوند (جدول ۲-۶۱) (نقشه ۱۷) که با عناصر قلع و لانتانیم همراهی میشوند.

جدول ۲-۶۱- توصیف ناهنجاری‌های عنصر تنگستن در محدوده مورد مطالعه کلیبر

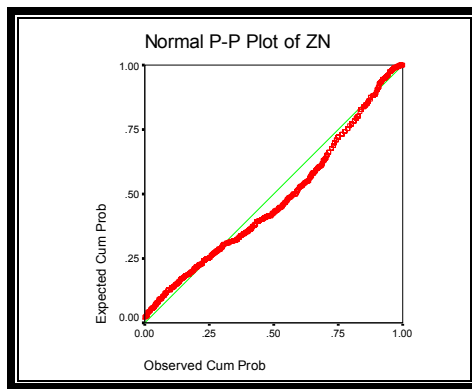
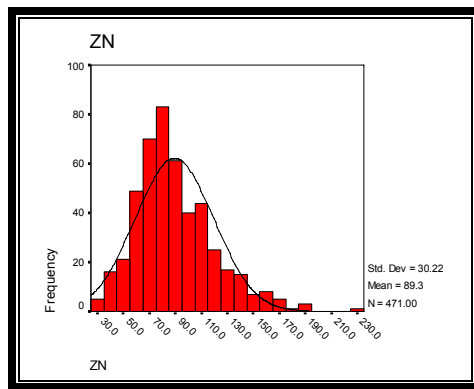
شماره ناهنجاری	شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عبارت (ppm)	واحد سنگی	همبسته با دیگر عناصر
		Y	X			
۱	K.86.270	685576	4272170	52.6	$O_{mg}$	<i>Sn</i>
۱	K.86.61	689372	4271740	26.7	$O_{mg}, K_{u}^{ll}$	<i>Sn, La</i>
۱	K.86.60	689560	4271420	24	$O_{mg}, K_{u}^{ll}$	-
۱	K.86.405	685568	4278780	24	$O_{mg}$	-
۱	K.86.395	685245	4278040	23.6	$O_{mg}$	-
۱	K.86.360	687260	4276710	20.6	$O_{mg}$	-
۱	K.86.292	687292	4274970	20.3	$O_{mg}$	-
۱	K.86.427	688238	4277740	17.1	$O_{mg}$	-

## ۲-۱۴-۱۸- توصیف ناهنجارهای عنصر روی

این عنصر دارای مقدار میانگین ۸۹/۳۱، بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب ۲۳۴ و ۲۹ ppm چولگی و کشیدگی ۰/۹ و ۱/۴۵، انحراف استاندارد و واریانس آن به ترتیب ۳۰/۲۲ و ۹۱۲/۹۶ میباشد که موید نرمال بودن تقریبی توزیع داده های این عنصر است (جدول ۲-۶۲) (نمودار ۲-۲۳)، خطای محاسبه شده برای این عنصر برابر با ۱۷/۱۵ میباشد که تا حدودی قابل قبول میباشد.

جدول ۲-۶۲- پارامترهای آماری داده‌های خام عنصر روی در محدوده مطالعاتی کلیبر

Z	N		Mean	Median	Mode	Std. Dev.	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
ZN	471	0	89.31	83.8	108(a)	30.22	912.96	0.923	1.459	29	234



نمودار ۲-۲۴- هیستوگرام و منحنی تابع توزیع احتمالی داده‌های خام عنصر روی

ضریب همبستگی تنگستن با سایر عناصر نشان میدهد که قلع به استثناء مولیبدن، باریوم، مس، جیوه و روی با بقیه عناصر و در سطح اعتماد ۹۹ درصد دارای همبستگی مناسب و معنی دار میباشد به طوری که



ضریب همبستگی این عنصر با طلا منفی و با بقیه عناصر مثبت می باشد در ضمن بیشترین ضریب همبستگی

این عنصر با زیرکونیم (۰/۶۲۳) دیده میشود (جدول ۲-۶۳).

جدول ۲-۶۳- ضرایب همبستگی داده‌های خام عنصر روی در محدوده مطالعاتی کلیبر

Z	Au	Cr	Mo	Ni	Be	La	Sc	Li	Zr	Ba	Ag
		.145(**)	.147(**)	-0.048	.298(**)	.291(**)	.214(**)	.170(**)	.357(**)	.623(**)	0.019
uZ	AS	Bi	Co	Cu	Hg	pb	Zn	Sb	Sn	Cd	Rb
	.518(**)	.157(**)	.245(**)	-0.049	0.019	.641(**)	-0.031	.375(**)	.337(**)	.498(**)	.199(**)

این عنصر همانند سرب، آنتیموان و کادمیم یکی از با ارزش‌ترین عناصر منطقه محسوب

میشود که از بین نمونه‌های ذکر شده در جدول فوق، همگی نمونه‌ها با توجه به همراهی عناصر،

دارای ارزش بالایی میباشند (جدول ۲-۶۴) (نقشه ۱۸) که با عناصر سرب، آنتیموان و طلا همراهی

میشوند .

جدول ۲-۶۴- توصیف ناهنجاریهای عنصر روی در محدوده مورد مطالعه کلیبر

عناصر همبسته با دیگر عناصر	واحد سنگی	عبارت (u/d)	ایستگاه نمونه برداری		شماره نمونه	شدت ناهنجاری
			Y	X		
pb, Sb	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	234	4272560	692049	K.86.36	۱
pb, Sb	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	193	4271098	691423	K.86.38	۲
-	$E_{an} \cdot O_{mg} \cdot K_u^{II}$	190	4267816	687880	K.86.183	۲
pb	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	187	4272780	692049	K.86.35	۲
Au	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	182	4273330	690830	K.86.17	۲
-	$E_p^I \cdot O_{mg} \cdot K_u^{ml}$	174	4266786	690739	K.86.133	۲
pb, Sb	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	173	4272580	691893	K.86.34	۲
pb, Sb	$E_p^I \cdot K_u^{II}$	169	4271173	691406	K.86.37	۲
-	$E_{an}$	167	4267670	685048	K.86.220	۲

## ۲-۱۴-۱۹- توصیف ناهنجارهای فاکتوری

همانگونه که در بخش پردازش‌های چند متغیره ذکر شده است هفت عامل زیر در منطقه

معرفی شده است:

عامل شماره یک: این عامل شامل متغیرهایی Zn, Sb, Zr, Ag, As, Sn, Pb می‌باشد که با توجه به متغیرهای بدست آمده ارتباط این عناصر کاملاً معنی دار می‌باشند که با ناهنجاری های درجه دو بیشتر در جنوب خاوری روستای چوپانلار و شمال خاور روستای قلعه ملک گسترش دارد (نقشه ۱۹).

عامل شماره دو: این عامل شامل روابط مثبت بین عناصر V, Cu, SC, Co می‌باشد که با ناهنجاری درجه یک در شمال روستای قلعه داغ و ناهنجاری درجه دو بیشتر در اطراف روستای چوپانلار و شمال روستای قشلاق گسترش دارد (نقشه ۲۰).

عامل شماره سه: این عامل شامل روابطی مثبت از عناصر Cr, Ni می‌باشد که با ناهنجاری درجه یک در جنوب روستای قلعه داغ، شمال باختری روستای قشلاق و باختر روستای قلعه ملک گسترش دارد (نقشه ۲۱).

عامل شماره چهار: این عامل شامل عناصر W, La, Mo می‌باشد که با ناهنجاری درجه یک بین روستاهای قلعه ملک و روستای چوپانلار گسترش دارد (نقشه ۲۲).

عامل شماره پنج: این عامل شامل عنصر Rb, Sb, Ba, Au است که با ناهنجاری درجه یک اطراف روستای چوپانلار گسترش دارد (نقشه ۲۳).



عامل شماره شش: این عامل شامل عناصر As, Sb, Cd است که با ناهنجاری درجه

یک در جنوب روستای قلعه داغ و شمال باختری روستای قشلاق گسترش دارد (نقشه ۲۴).

عامل شماره هفت: این عامل شامل عناصر Hg است که با ناهنجاری درجه یک در جنوب

روستای قلعه داغ گسترش دارد (نقشه ۲۵).

## ۲-۱۵- مناطق امیدبخش

مطالعات ژئوشیمیایی انجام شده منجر به شناسایی مناطقی امیدبخش برای تعدادی از

عناصر به شرح ذیل شده است (نقشه ۲۶):

### ۲-۱۵-۱- منطقه امیدبخش شماره ۱ (target 1)

این منطقه ناهنجر که بزرگترین محدوده محسوب میشود در اطراف روستای چوپانلار واقع شده است. با توجه به نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ کلیبر، کوارتز دیوریت تا گرانیت و گرانودیوریت، ایگنمبریت، گدازه های داسیتی، آندزیت پورفیری و تراکیت، توف و توف برش سبز خاکستری با ترکیب آندزیتی، شیل های سیلیتی و ماسه ای و مارن و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است که برای عناصر Ba, Au, Pb, Zn, Cu, As ناهنجاری های نسبتاً با اهمیتی نشان میدهد.

### ۲-۱۵-۲- منطقه امیدبخش شماره ۲ (target 2)

منطقه امید بخش شماره ۲ در گوشه شمال خاوری منطقه مورد مطالعه قرار گرفته است و سنگهای این محدوده عمدتاً شامل ترادف ضخیمی از توف و توف برش سبز خاکستری با ترکیب آندزیتی است و برای عنصر Au دارای ناهنجاری می باشند.



پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



### ۲-۱۵-۳- منطقه امیدبخش شماره ۳ (target3)

این محدوده در گوشه جنوب باختری منطقه مورد مطالعه واقع شده است و سنگهای این منطقه شامل کوارتز دیوریت تا گرانیت و گرانودیوریت، ایگنمبریت، گدازه‌های داسیتی، آندزیت پورفیری و تراکیت، توف و توف برش سبز خاکستری با ترکیب آندزیتی، شیل‌های سیلیتی و ماسه‌ای و مارن و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است که برای عناصر Au ناهنجاری نشان میدهد.

### ۲-۱۵-۴- منطقه امیدبخش شماره ۴ (target3)

این محدوده در جنوب روستای چوپانلار و شمال روستای قلعه ملک واقع شده است و سنگهای این منطقه شامل کوارتز دیوریت تا گرانیت و گرانودیوریت است که برای عناصر La, W, Sn ناهنجاری نشان میدهد.



پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰: ۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



## فصل سوم

# اکتشاف کانی‌های سنگین

### ۳-۱- مقدمه

نمونه برداری از رسوبات و نهشته‌های آبرفتی به روش مطالعاتی کانی سنگین یکی از روشهای تعیین کننده و شاخص در معرفی نواحی کانسار ساز و مناطق امیدبخش معدنی بشمار می‌رود. تجربیات چندساله اخیر نشان داده است که روشهای آنالیز دستگامی بر روی نمونه‌های ژئوشیمیایی به تنهایی نمی‌تواند راهنمای مناسبی در جهت دستیابی به مناطق امیدبخش معدنی گردد. مزایای زیادی در روش مطالعاتی کانی سنگین موجود بوده که بصورت چکیده به برخی از آنها اشاره می‌نمایم.

۱- بررسی مستقیم کانی و مشاهده گروه عمده کانی‌های اقتصادی.

۲- قرار گرفتن قریب به اتفاق کانی‌های ارزشمند اقتصادی در گروه کانی‌های سنگین

۳- شناخت فاز شکل گیری کانی‌ها و بکارگیری این اطلاعات از زمینه مطالعات فنی و اقتصادی و

برآورد چگونگی بازیابی مواد معدنی، بطور مثال می‌توان با مطالعه کانی‌های سنگین به شناخت فازهای سولفیدی کانی‌ها (گالن، پیریت، اسفالریت) فازهای اکسیدی (هماتیت، منیتیت، کرومیت و ...) و فازهای عنصری (طلا، نقره، مس طبیعی، سرب طبیعی، پلاتین و ...) دست یافت، در صورتی که در آنالیز عنصری با توجه به نوع حلال بکار برده شده، عناصر موجود در فازهای سیلیکاته که بطور معمول در صنعت قابل بازیابی نباشند نیز محاسبه می‌شوند، که این امر در بسیاری موارد تفسیر داده‌های ژئوشیمیایی را مورد تردید قرار می‌دهد.

۴- شناخت انحصاری برخی از کانی‌ها که تنها به روش مطالعاتی کانی سنگین قابل شناسایی و

شناخت بوده است. بطور مثال در پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی در محور یزد- سبزواران نوعی از موناژیت به نام رابدوفان مورد شناسایی و مطالعه قرار گرفته که تنها به وسیله این روش مطالعاتی قابل شناسایی بوده



است. برخی از کانی‌های جواهری که آنالیز شیمیایی قادر به اندازه‌گیری آنها نمی‌باشد همانند آمیتیست، سافیر، کزندوم، روی و ... تنها به این روش مطالعاتی قابل شناخت و اندازه‌گیری می‌باشند. تجمعی از کانی‌های صنعتی همانند گارنت‌ها و زیرکن که در صنایع ساینده و الکتریکی و زینتی مصارف عمده‌ای دارند می‌توانند در ذخایر پلاستیکی انباشتگی‌های قابل توجهی را تشکیل دهند.

۵- کسب اطلاعات ارزشمند از شکل و اندازه دانه و نحوه فرم هر کانی که معرف دوری و نزدیکی از منشأ کانی‌سازی و میزان فرسایش می‌باشد.

۶- پاراژنهای ساخته شده کانی‌های سنگین حتی در صورت فقدان کانی‌های ارزشمند تا حدود زیادی معرف پتانسیل حوضه‌های آبریز می‌باشند، بطور مثال در پاره‌ای از نمونه‌ها شناسایی و مطالعه کانی‌های باریت، پیریت، پیریت اکسیدی، گارنت و ... منجر به دستیابی نواحی ارزشمندی از کانسارهای سرب، روی و طلا شده است.

۷- کوتاه کردن زمان یک پروژه اکتشافی و در پی آن صرفه‌جویی در هزینه و وقت.

۸- یافتن الگوی پراکندگی رسوبات و تعیین وضعیت رخساره‌های سنگی گسترش یافته در ناحیه و خاستگاه بالقوه کانی‌های ارزشمند اقتصادی.

در ناحیه مورد مطالعه و در وسعتی به تقریب ۴۰ کیلومترمربع ۹۲ نمونه کانی سنگین از رسوبات آبرفتی گسترش یافته برداشت شده که تراکم نمونه‌برداری به ازای هر کیلومترمربع برابر با ۲/۳ نمونه است. نمونه‌های برداشت شده به حجم ۱۰ لیتر و بدون دانه‌بندی و از رسوبات غیرهمگن برداشت شده است. در محدوده اکتشافی کلیبر مهمترین کانیهای کانسار ساز به شرح زیر درجه‌بندی و توصیف شده‌اند.



### ۳-۲-۲- پردازش داده‌های کانی سنگین

#### ۳-۲-۱- فایل بندی داده‌ها

اطلاعات دریافتی به صورت فایل محاسبات گرم برتن گزارش میشود، این فایل برای محاسبات آماری آماده و مورد استفاده قرار میگیرد.

#### ۳-۲-۲- مطالعات آماری

در محدوده کلیبر به تعداد ۱۴۰ موقعیت برای نمونه برداری کانی سنگین انتخاب و مورد برداشت قرار گرفت، نمونه‌های کانی سنگین بعد از آماده سازی مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفت (نتایج خام به طور کامل در پیوست ۴ ارائه شده است)، نتایج حاصله مورد پردازش واقع و با استفاده از برنامه‌های آماری اس‌پی‌اس‌اس، مورد تحلیل قرار گرفت، در جدول ۳-۱ پارامترهای آماری مربوط به کانی‌های سنگین منطقه کلیبر ارائه شده است. لازم به ذکر است که معمولاً اعتبار آنها مشکوک تلقی می‌شود مگر اینکه داده‌های با تعداد کافی و توزیع مناسب بکار گرفته می‌شود.

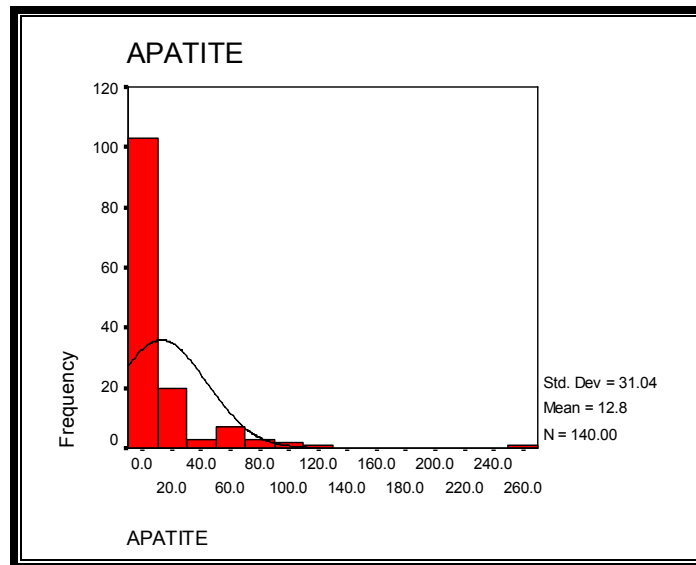


جدول ۳-۱- پارامترهای آماری نمونه‌های کانی سنگین در محدوده کلیبر

	N		Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
	Valid	Missing									
ANATASE	140	0	0.56	0.06	0	2.94	8.67	7.824	64.263	0	27.5
APATITE	140	0	12.78	0.44	0.1	31.04	963.62	4.735	30.821	0	262.1
BARITE	140	0	2.72	0.07	0	7.75	60.06	3.61	14.004	0	48.8
CERUSSITE	140	0	0.00	0.00	0	0.03	0.00	7.207	54.974	0	0.3
GALENA	140	0	0.01	0.00	0	0.06	0.00	6.356	43.462	0	0.4
NATIVECOPPER	140	0	0.00	0.00	0	0.06	0.00	11.832	140	0	0.7
PYRITE	140	0	0.18	0.00	0	0.64	0.41	8.911	92.418	0	7
PYRITE(OXIDE)	140	0	111.02	3.54	0	290.44	84356.34	3.98	17.547	0	1905.4
RUTILE	140	0	0.12	0.00	0	0.24	0.06	2.922	10.373	0	1.4
SPHENE	140	0	71.03	4.46	0	123.82	15330.84	2.503	7.638	0	689.9
ZIRCON	140	0	79.76	0.71	0.1	163.78	26824.76	3.043	10.17	0	907.2
MASSICOTE	140	0	0.01	0.00	0	0.06	0.00	7.695	61.002	0	0.5
SCHEELITE	140	0	0.13	0.00	0	0.36	0.13	3.732	16.41	0	2.4
THORITE	140	0	0.63	0.00	0	5.19	26.90	11.279	130.315	0	60.5
SPINELL	140	0	0.96	0.00	0	11.02	121.54	11.831	139.976	0	130.5
MOLYBDENITE	140	0	0.00	0.00	0	0.04	0.00	9.779	101.635	0	0.4
PYROLUSITE	140	0	0.01	0.00	0	0.06	0.00	6.935	48.814	0	0.5
PYROMORPHITE	140	0	0.00	0.00	0	0.04	0.00	9.867	102.104	0	0.4
FLUORITE	140	0	0.29	0.00	0	3.38	11.43	11.832	139.998	0	40
WULFENITE	140	0	0.00	0.00	0	0.01	0.00	11.832	140	0	0.1
GOLD	140	0	0.01	0.00	0	0.05	0.00	7.167	51.681	0	0.4
CELESTINE	140	0	0.01	0.00	0	0.07	0.00	6.053	40.58	0	0.6
MALACON	140	0	4.86	0.00	0	38.57	1487.58	10.368	114.28	0	435.6
MALACHITE	140	0	0.03	0.00	0	0.19	0.03	7.719	64.398	0	1.8
BORNITE	140	0	0.01	0.00	0	0.08	0.01	6.128	38.514	0	0.6
CHALCOPYRITE	140	0	0.00	0.00	0	0.04	0.00	9.663	99.474	0	0.4
CHROMITE	140	0	0.00	0.00	0	0.01	0.00	11.832	140	0	0.1
LITHARGE	140	0	0.00	0.00	0	0.02	0.00	11.832	140	0	0.3
MARCASITE	140	0	0.00	0.00	0	0.05	0.00	11.832	140	0	0.5
SPHALERITE	140	0	0.01	0.00	0	0.03	0.00	6.201	39.242	0	0.2
CINNABAR	140	0	0.00	0.00	0	0.03	0.00	9.124	86.252	0	0.3

### ۳-۲-۳- نمودارهای هیستوگرام

نمودارهای هیستوگرام بسادگی وضعیت توزیع عیاری مربوط به کانی‌های سنگین در منطقه کلیبر را نمایش می‌دهند (نمودار ۳-۱) (پیوست ۵) اما ظاهر آن شکل نیست، در واقع چنین نموداری گویای خوبی برای پراکندگی کانی‌های سنگین نیست چرا که نمونه‌های کانی سنگین می‌تواند نوعی نمونه انتخابی مد نظر قرار گیرد زیرا یک نمونه توسط افراد مختلف می‌تواند منجر به نتایج کاملاً متفاوت شود.



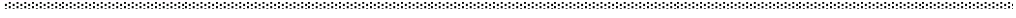
نمودار ۳-۱- هیستوگرام کانی آپاتیت در منطقه کلیبر

### ۳-۲-۴- ضرایب همبستگی ژاکارد

از آنجائیکه داده‌های کانی سنگین بر حسب ذرات کاملاً گسیخته گزارش میشوند عملاً نمیتوان تحلیل‌های آماری شناخته شده از جمله، نمودارهای هیستوگرام، ضرایب همبستگی و .. در مورد آنها کاملاً بی‌معنی خواهد بود، راه حل مناسب در این مورد استفاده از کد صفر و یک برای حالاتی است که در نمونه‌ها، کانی سنگین حضور نداشته باشد و یا موجود باشد بنابراین می‌توان ضرایب همبستگی را با استفاده از این روش که روش ژاکارد نامیده میشود محاسبه کرد. جدول ۳-۲ نتایج حاصل از محاسبه ضرایب همبستگی بین مهمترین کانیهای مشاهده شده در نمونه‌های کانی‌های سنگین را به روش ژاکارد نمایش می‌دهد.



**پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲**



### ۳-۲-۵- پردازش چند متغیره

در تحلیل‌های مختلف به منظور تفسیر نهایی رفتار و رخداد‌های متعدد زمین‌شناختی و ژئوشیمیایی موجود در پهنه مورد بررسی، همواره تشخیص ارتباط بین متغیرها مورد توجه بوده و با ارزش تلقی می‌شود.

### ۳-۲-۵-۱- آنالیز کلاستر

آنالیز کلاستر روشی بسیار قدرتمندی برای تحلیل چند متغیره شناخته شده است. در تحلیل خوشه‌بندی (آنالیز کلاستر) داده‌های کانی‌سنگین از دو سری داده می‌توان استفاده نمود:

الف- داده‌های خام اصلی منتج از مطالعات کانی‌سنگین

ب- داده‌های پردازش شده به صورت کد شده صفر و یک

در حالت (ب) به واقع داده‌ها به صورت کیفی خوشه‌بندی می‌شوند زیرا که تغییرات عیار در مورد آنها بی‌معنی است. نمودارهای دندروگرام بیشتر به منظور استخراج همبدهای کانی‌های سنگین و تحلیل و تفسیر آنها استفاده می‌شود.

### ۳-۲-۶- شرح نمودار دندروگرام

با دقت در روابط بدست آمده برای کانی‌های سنگین و توجه به نمودار درختی (دندروگرام)، می‌توان به این نتیجه رسید که در مطالعات کانی‌سنگین همواره روش‌های کیفی یا نیمه کیفی بر روش‌های کمی

ارجحیت دارند. براساس نمودار درختی (نمودار ۳-۲) کانی‌های سنگین مطالعه شده در محدوده کلیبر

گروه‌های زیر تفکیک شده‌اند (گروه‌های تک کانی به علت پائین بودن اهمیت تشریح نشده است):

۱- اسپینل، توریت و طلا با ارتباط قوی از یکسو و زیرکن، گالن و مس طبیعی از سوی دیگر با

ارتباط ضعیف‌تر با آنها در این گروه قرار دارند.

۲- آنازاس، سروزیت، باریت و اسفن با ارتباط نسبتاً خوبی در گروهی قرار دارند که معرف

کانی‌هایی است که میتواند با واحدهای نفوذی و نیمه عمیق اسیدی مرتبط باشد.

۳- پیریت و سینابر با ارتباط بسیار قوی و مولیدنیت با ارتباط ضعیف نسبت به آن در این گروه

قرار دارد که جزء گروه‌های مهمی است و تا حدودی میتواند با کانی‌زایی‌های این کانیها مرتبط باشد.

۴- آپاتیت، شیئلیت، مالاکیت و روتیل در گروهی دیگر میتواند معرف محیطی مشابه کانسارهای

اسکارنهای مس و تنگستن است.

۵- بورنیت، مارکاسیت، کالکوپیریت و پیرولوسیت با ارتباط خوب در مهمترین گروه قرار دارند که

میتواند معرف کانی‌زایی مس در منطقه در نظر گرفته شود.

۶- پیرومورفیت، سلسنتین و اسفالریت با ارتباط نسبتاً خوب در گروهی قرار دارند که میتواند معرف

کانی‌زایی روی در منطقه باشد.

نکته قابل ذکر در مورد دیاگرام فوق عدم ارتباط منطقی بین کانی‌های دیده شده در نمونه‌های کانی

سنگین است که این موضوع در مورد مطالعات کیفی (مطالعه نمونه‌های کانی سنگین) کاملاً قابل انتظار

میباشد چرا که سلیقه فرد مطالعه کننده، جزء جدا شده از نمونه اصلی جهت مطالعه و دلایل دیگر در این

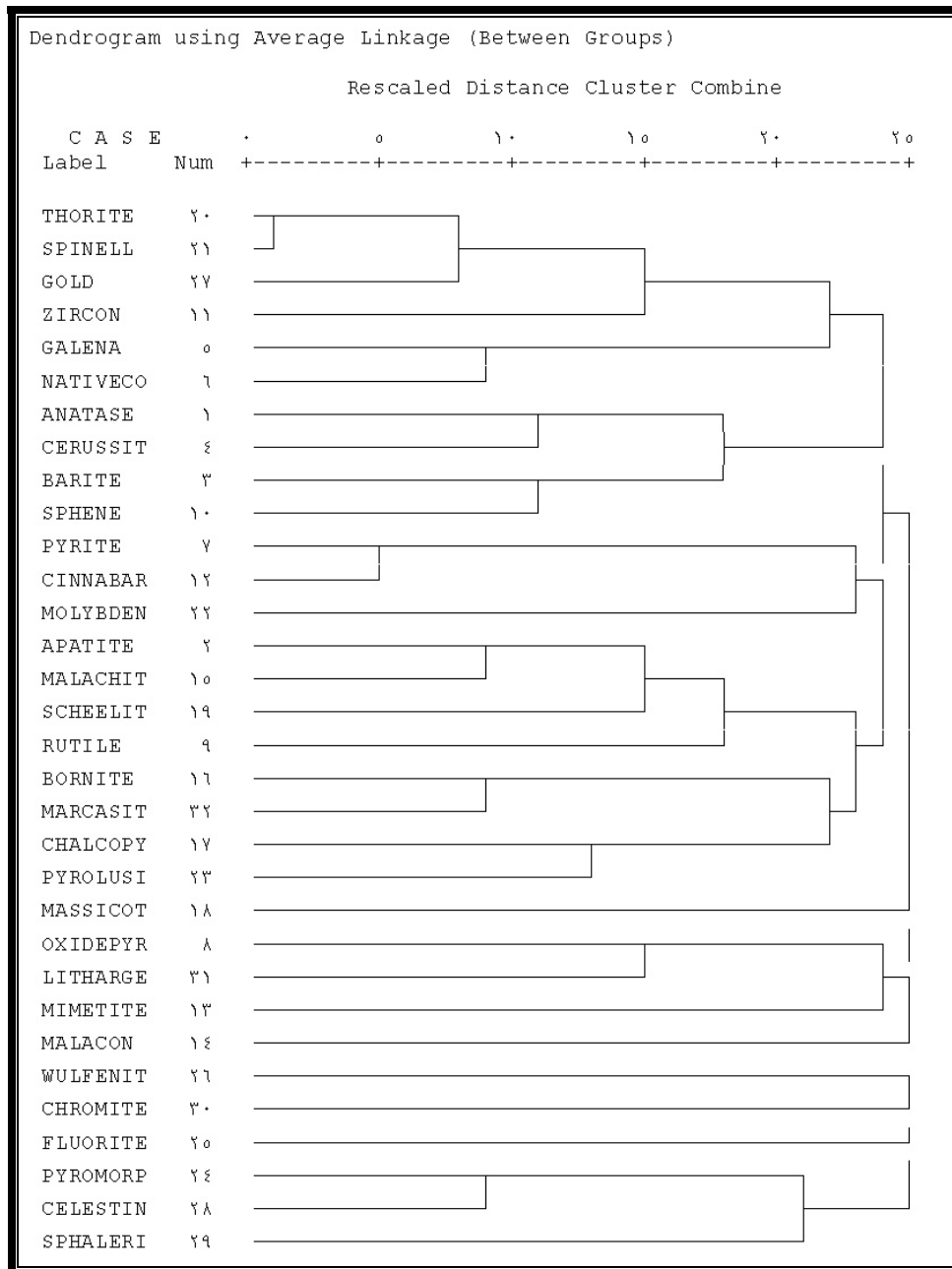
مورد دخیل میباشد.



پی جویی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



براساس پردازش‌های انجام شده بر روی داده‌های حاصل از مطالعات کانی‌سنگین نقشه‌های متنوعی می‌توان ترسیم نمود، از آنجائیکه معمولاً توزیع کانی‌های سنگین در تکنیک برداشت آبراهه‌ای بسیار پراکنده و گسسته است، لذا معمولاً از ترسیم نمادین برای نمایش توزیع داده‌های کانی‌سنگین بهره برده می‌شود که در این پروژه از نمایش تک کانی استفاده شده است.



نمودار ۲-۳- نمودار درختی کانی های سنگین در محدوده کلیبر

### ۳-۳-۳- نتایج حاصل از مطالعه کانی سنگین

#### ۳-۳-۱- طلا

از ۱۴۰ نمونه برداشت شده از حوضه‌های آبریز محدوده اکتشافی کلیبر، ۲ نمونه با شماره‌های K.86.210، K.86.114، K.86.132 دارای اثراتی جزئی از طلا میباشد، سنگ‌های بالادست نمونه شماره K.86.210 شامل ترادف ضخیمی از سنگ‌های آتشفشانی با روند عمومی شمال باختر- جنوب خاور و ترکیب سنگ شناسی ایگنمبریت، گدازه‌های داسیتی، آندزیت پورفیری و تراکیت است که به طور گسترده تحت تاثیر فرایندهای گرمایی حاصل از مراحل پایانی فعالیت توده گرانیتی شیورداغ قرار گرفته است و نتیجه آن ایجاد رگه‌هایی از آهن به همراه کانی‌های کالکوپیریت، مالاکیت و آزوریت میباشد، از طرف دیگر سنگ‌های بالادست نمونه‌های شماره K.86.114 و K.86.132 شامل ترادف ضخیمی از سنگ‌های آتشفشانی با ترکیب سنگ شناسی ایگنمبریت، گدازه‌های داسیتی، آندزیت پورفیری و تراکیت، کوارتز دیوریت تا گرانیت و گرانودیوریت و سنگ آهک نازک لایه خاکستری رنگ است که به احتمال قوی مجاورت واحدهای آهکی و رخساره توده گرانیتی موجود در منطقه برای کانی‌سازی نوع اسکارن همانند کانسارمزرعه شده است. محدوده‌های ناهنجار بدست آمده بروش کانی سنگین طلا، هیچگونه همپوشانی با نتایج بدست آمده از ناهنجاری ژئوشیمی طلا را نشان نمی‌دهد (نقشه ۲۷).

#### ۳-۳-۲- کانیهای خانواده مس

بارزترین کانی عنصر مس در محدوده اکتشافی کلیبر کانی مالاکیت میباشد اما میتوان اثراتی از کالکوپیریت، بورنیت و مس طبیعی را نیز مشاهده نمود، از ۱۴۰ نمونه کانی سنگین برداشت شده از محدوده



اکتشافی ۱۳ نمونه (جدول ۳-۳) حاوی اثراتی جزئی و پراکنده از کانی‌های خانواده این عنصر بوده است (جدول ۳-۳) (نقشه ۲۸).

جدول ۳-۳- ناهنجاری‌های کانی‌های خانواده مس در محدوده مطالعاتی کلیبر

شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		مقدار (ppm)	واحد سنگی
	X	Y		
K.86.384	4275030	685167	1.79	$K_{u}^{II}$
K.86.399	4278130	686853	1.43	$K_{u}^{II}$
K.86.341	4278420	689767	0.91	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.343	4277660	689254	0.78	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.210	4265460	685054	0.69	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.429	4277990	689202	0.62	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.342	4278110	689900	0.3	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.86	4273280	689267	0.28	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.11	4273710	690961	0.16	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.10	4273830	691125	0.13	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.286	4274640	686911	0.1	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.303	4275235	688992	0.06	$K_{u}^{II}, O_{mg}$
K.86.22	4272190	690915	0.04	$K_{u}^{II}, O_{mg}$

ناهنجاریهای بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، پوشش کانیهای خانواده مس را بطور نسبی با

ناهنجاریهای بدست آمده از کانی‌سازی سرب، روی و با پوششی کمتر با سینابر نشان میدهد. در نقشه شماره

۳۰ انتشار کانیهای این عنصر به صورت منفرد ثبت شده است.

### ۳-۳-۳- کانیهای خانواده سرب

شاخص ترین کانیهای خانواده این عنصر در محدوده اکتشافی به ترتیب کانیهای گالن، سروزیت، سرب طبیعی و میمتیت، ماسیکوت، ولفنیت می باشند، ۱۴ نمونه حاوی اثراتی پراکنده و جزیی از کانیهای این عنصر می باشد (جدول گرم در تن کانیها؛ پیوست شماره ۵) با توجه به نتایج بدست آمده حدود ۹٪ از نمونه ها حاوی آثاری از زایش سرب در محدوده اکتشافی کلیبر میباشند. مطالعات کانی های سنگین در چند سال گذشته به اهمیت زایش سرب بیش از پیش پی برده است. کانیهای این عنصر افزون بر معرفی کانسارهای تیپ پلی متال، ردیاب های بسیار شاخصی در جهت دستیابی به کانسارهای با ارزش طلا نیز میباشد. اثرات برجای کانی سازی سرب در منطقه مشاهده نشده است اما اثراتی از دگرسانی در واحدهای مختلف موجود در منطقه مشاهده شده است (جدول ۳-۴) (نقشه ۲۹).

جدول ۳-۴- ناهنجاری های کانی های خانواده سرب در محدوده مطالعاتی کلیبر

شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عمق (m)	واحد سنگی
	X	Y		
K.86.210	4265460	685054	0.45	$E_{an}, K_u^{ll}$
K.86.341	4278420	689767	0.44	$K_u^t$
K.86.185	4267380	687571	0.26	$E_{an}, K_u^{ll}$
K.86.315	4275170	692508	0.19	$K_u^{ll}, K_u^{ml}, O_{mg}$
K.86.458	4280630	692214	0.17	$K_u^t$
K.86.11	4273710	690961	0.14	$K_u^{ll}, K_u^{ml}, O_{mg}$
K.86.451	4280816	690549	0.14	$K_u^t$
K.86.76	4274170	690323	0.14	$K_u^{ll}, K_u^{ml}, O_{mg}$
K.86.212	4266171	685353	0.12	$E_{an}, K_u^{ll}$
K.86.19	4273020	690698	0.11	$K_u^{ll}, K_u^{ml}, O_{mg}$

ناهنجاری‌های بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، پوشش کانیهای خانواده سرب را بطور نسبی با ناهنجاریهای بدست آمده از کانی سازی روی و با پوششی کمتر با سینابر و فلوریت و مس نشان میدهد. در نقشه شماره ۳۱ انتشار کانیهای این عنصر به صورت منفرد ثبت شده است.

### ۳-۳-۴- کانیهای خانواده روی

شاخص ترین کانیهای خانواده این عنصر در محدوده اکتشافی به ترتیب کانیهای اسمیت زونیت و اسفالریت میباشد که ۶ نمونه حاوی اثراتی پراکنده و جزئی تا مقادیر گرم در تن از کانیهای این عنصر می باشد (جدول گرم در تن کانیها؛ پیوست شماره ۵) با توجه به نتایج بدست آمده حدود ۴٪ از نمونه‌ها حاوی آثاری از زایش روی در محدوده اکتشافی میباشد (جدول ۳-۵) (نقشه ۳۰).

جدول ۳-۵- ناهنجاری‌های کانی‌های خانواده روی در محدوده مطالعاتی کلیبر

شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		مقدار (ppm)	واحد سنگی
	X	Y		
K.86.320	4277500	691477	0.43	$O_{mg}, K_u^{II}$
K.86.458	4280630	692214	0.22	$O_{mg}, K_u^{II}$
K.86.461	4279460	691895	0.22	$K_u^{II}, O_{mg}$
K.86.410	4279694	684637	0.18	$K_u^{II}$
K.86.462	4279290	692108	0.14	$K_u^{II}, O_{mg}$
K.86.319	4278120	691698	0.11	$K_u^{II}, O_{mg}$

### ۳-۳-۵- سینابر

سینابر یکی از با ارزش ترین کانی های جیوه میباشد که در محدوده مورد مطالعه این کانی دارای گسترش عیاری بالا و با اهمیتی نیست به طوری که فقط دو نمونه به شماره **K.86.357**(0/28) با سنگ های بالادست میکروگرانیت ، آپلیت و گرانودیوریت و **K.86.10** (0/16) با سنگ بالادستی شامل شیل های سیلتی و ماسه ای و مارن و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است (این واحد بطرف شمال توسط توده گرانیتی شیورداغ قطع و بطور محدود اسکارنی شده است) حاوی این کانی میباشد، ناهنجاری های این کانی در بخش های مرکزی گسترش نشان می دهد (نقشه ۳۱).

### ۳-۳-۶- مولیبدنیت

مولیبدنیت یکی از با ارزش ترین کانی های مولیبدن میباشد که در محدوده مورد مطالعه این کانی دارای گسترش عیاری بالا نیست به طوری که فقط دو نمونه به شماره **K.86.300**(0/42) با سنگ های بالادست میکروگرانیت، آپلیت و گرانودیوریت و **K.86.10** (0/17) با سنگ بالادستی شامل شیل های سیلتی و ماسه ای و مارن و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است حاوی این کانی میباشد، ناهنجاری های این کانی در بخش های مرکزی گسترش نشان می دهد (نقشه ۳۲).

### ۳-۳-۷- شیئلیت

شیئلیت به عنوان با ارزش ترین کانی تنگستن در محدوده مورد مطالعه دارای گسترش عیاری متنوعی است به طوری که از حداکثر ۲/۴ پی پی ام در نمونه شماره **K.86.267** و حداقل ۰/۱ پی پی ام در نمونه

شماره **K.86.72** تغییر میکند، با توجه به نتایج بدست آمده حدود 20٪ از نمونه‌ها حاوی آثاری از زایش تنگستن در محدوده اکتشافی کلیبر میباشد که مهمترین نمونه‌ها در جدول ذیل ارائه شده است (جدول ۳-۶) (نقشه ۳۳).

جدول ۳-۶- ناهنجاری‌های کانی‌های خانواده تنگستن در محدوده مطالعاتی کلیبر

شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عمق (m)	واحد سنگی
	X	Y		
K.86.267	4273010	686872	2.4	$O_{mg}$ $E_{an}$
K.86.384	4275030	685167	2.02	$O_{mg}$ ، $K_u^{ll}$
K.86.258	4272800	687512	1.28	$O_{mg}$ ، $E_{an}$
K.86.429	4277990	689202	1.2	$K_u^{ll}$ ، $O_{mg}$
K.86.339	4278510	690593	1.02	$K_u^{ll}$ ، $O_{mg}$
K.86.399	4278130	686853	1.02	$O_{mg}$ ، $E_{an}$
K.86.251	4271494	686262	0.96	$O_{mg}$ ، $E_{an}$
K.86.51	4268850	692237	0.96	$O_{mg}$ ، $E_{an}$

### ۳-۳-۸- باریت

کانی باریت در محدوده مورد مطالعه دارای گسترش عیاری متغیر بالاست ، به طوری از حداکثر ۴۸/۷۵ پی پی ام در نمونه شماره **K.86.212** و حداقل ۰/۰۱ پی پی ام در نمونه شماره **K.86.374** تغییر میکند که فقط دو نمونه به شماره **K.86.212** و سنگ‌های بالادست میکروگرانیت، آپلیت و گرانودیوریت و **K.86.10** (0/16) با سنگ بالادستی شامل شیل‌های سیلیتی و ماسه‌ای و مارن و سنگ آهک مارنی نازک لایه کرم متمایل به زرد است که بطرف شمال توسط توده گرانیته شیورداغ قطع و بطور محدود اسکارنی

شده است حاوی این کانی میباشد، ناهنجاریهای این کانی در بخشهای مرکزی گسترش نشان

می دهد (جدول ۳-۷) (نقشه ۳۴).

جدول ۳-۷- ناهنجاریهای کانی باریت در محدوده مطالعاتی کلیبر

شماره نمونه	ایستگاه نمونه برداری		عمق (mdd)	واحد سنگی
	X	Y		
K.86.217	4267440	685888	48.75	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.186	4267094	687539	37.44	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.243	4270210	686512	32.76	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.400	4278750	686824	28.08	$K_u^{II}, O_{mg}$
K.86.210	4265460	685054	25.74	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.222	4268136	685317	23.4	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.185	4267380	687571	17.16	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.205	4268560	686549	15.6	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.211	4266010	685178	14.04	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.242	4270540	686567	12.48	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.339	4278510	690593	12.48	$K_u^{II}, O_{mg}$
K.86.219	4267177	684984	11.7	$E_{an}, K_u^{II}$
K.86.357	4276590	687994	10.92	$K_u^{II}, O_{mg}$



پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



# فصل چهارم

## کنترل ناهنجاری

#### ۴-۱- کنترل ناهنجاری

به منظور پی بردن به ارزش ناهنجاری‌های به دست آمده در مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین، لازم است مرحله‌ای دیگر از مطالعات بر روی مناطق ناهنجار متمرکز شده و نمونه‌های سنگی و کانی سنگین بیشتری برداشت شود، در این مرحله که به مرحله کنترل ناهنجاری معروف است تعداد ۳۰ نمونه سنگی و ۳۷ نمونه کانی سنگین برداشت شد.

تمامی نمونه‌های مینرالیزه به روش ICP و برای ۵۴ عنصر آنالیز گردید. نتایج حاصل از آنالیزهای یاد شده به طور کامل در پیوست ۶ آمده است.

در این مرحله از کار اکتشافی (کنترل ناهنجاری) می‌توان تطبیق ناهنجاری‌های اولیه استخراج شده از مراحل مطالعات ژئوشیمیایی و کانی سنگین را با نتایج مزبور بررسی نمود، اگرچه باید در نتیجه‌گیری نهایی تمامی اطلاعات بصورت موازی بررسی شده و بر مبنای آن تصمیم‌گیری صورت گیرد. براساس مطالعات نمونه‌های سنگی یاد شده (جدول ۴-۱) نتایج زیر برای عناصر مختلف حاصل شده است که برای مهمترین این عناصر نقشه تهیه شده است:

#### ۴-۱-۱- آرسنیک

آرسنیک از عناصر بسیار ارزشمند در اکتشافات ژئوشیمیایی و بویژه به عنوان یکی از ردیابهای مهم طلا و به خصوص طلای تپ اپی‌ترمال نقش بسیار ویژه و ارزنده‌ای را ایفا می‌نماید. آرسنیک به طور عمده در نهشته‌های هیدروترمال به همراه کانیهای که در رده کانیهای با حرارت درجه پایین قرار دارند، دیده می‌شود. آرسنیک در مقادیر کم در دیواره‌های کراترها و در حفرات و در منافذ گدازه‌ها همراه با سولفور



خالص و کلریت نیز یافت شده است. عنصر آرسنیک می‌تواند منشاء در کانیهای همچون رآلگار، اورپیمان، آرسنوپیریت و میمیتیت (آرسنات سرب) داشته باشد. مقدار فراوانی این عنصر در پوسته زمین، خاک و واحدهای سنگی گوناگون به قرار زیر می‌باشد (جدول ۴-۱).

جدول ۴-۱- پراکندگی عنصر آرسنیک در سنگ‌های مختلف

پوسته زمین	فوق بازیگ	بازالت	گرانودیوریت	گرانیت	شیل	آهک	خاک
1.8	1	2	2	1.5	15	2.5	Jan-50

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی منطقه مورد مطالعه از 1 تا ppm697/35 متغیر اما در نمونه‌های شماره **Au-1 (ppm697/34)**، **Au-2 (ppm148/43)** عیار این عنصر کاملاً غیرعادی میباشد. این نمونه‌ها از ریولیت، ریوداسیت‌های صورتی تا کرم با بافت میکروکریستالین و آفانیتیک که زمینه سنگ شدیداً به کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند برداشت شده است (اشکال ۴-۱ و ۴-۲)، همانگونه که ملاحظه میشود، نمونه‌های فوق برای عناصر مس، سرب، آنتیموان، قلع، اورانیوم و تنگستن نیز از خود ناهنجاری نشان میدهند (جدول ۴-۲) (نقشه ۳۵).

جدول ۴-۲- پراکندگی عنصر آرسنیک در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
AU-1	0.18	697.34	272	12.59	1.52	3.13	< 0.8	1172.72	< 1	423
AU-2	< 0.1	148.43	109	< 0.5	< 0.1	6.54	11.85	40.59	< 1	71
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
AU-1	31.48	5.99	303.36	15.04	48.65	83.97	194.04	121.76	1745.19	
AU-2	5.87	27.79	25.87	5.61	3.39	3.88	5.83	80.78	82.99	



شکل ۴-۱- نمایی از نمونه شماره **Au-1** در منطقه مورد مطالعه کلیبر



شکل ۴-۲- نمایی از نمونه شماره **Au-2** در منطقه مورد مطالعه کلیبر



#### ۴-۱-۲-کادمیم

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از  $0/01 <$  تا  $ppm2/27$  متغیر می‌باشد و نمیتوان عیار غیرعادی در نتایج نمونه‌های سنگی ملاحظه نمود.

#### ۴-۱-۳-کبالت

این عنصر با میانگین  $20 \text{ p.p.m}$  در پوسته زمین و بیشتر در سنگهای الترامافیک و سپس در شیل‌های آرژیلی دیده می‌شود. در شرایط مختلف اسیدیته و اکسیداسیون و احیاء در خاکهای سطحی نیز تمرکز می‌یابد، و معمولاً در افقی تجمع می‌یابد که مواد آلی و رس‌ها در آن افزایش یافته اند. این عنصر در شرایط قلیایی نامحلول است و در شرایط اسیدی کاملاً متحرک و این دلیلی است به تجمع کبالت در خاک‌های قلیایی. مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی منطقه مورد مطالعه از  $1 <$  تا  $ppm27/89$  متغیر است و عیار غیرعادی در این نمونه‌ها مشاهده نشده است.

#### ۴-۱-۴-کروم

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی منطقه مورد مطالعه از  $0/8 <$  تا  $ppm17/81$  متغیر است و عیار غیرعادی در این نمونه‌ها مشاهده نشده است.

#### ۴-۱-۵-مس

اغلب ذخایر معدنی مس ایران چه از نظر تعداد و چه از نظر حجم کلی، مس شناخته شده مربوط به دوران ترشیر هستند. آنها در امتداد نوار ولکانیزم ارومیه - دختر، مناطق جنوب ایران مرکزی (انارک)، شمال ایران مرکزی و کوهپایه‌های جنوب البرز (منطقه عباس‌آباد، ترود) و شرق ایران قرار می‌گیرد. در این بین



نوار ولکانیزم ارومیه - دختر با تمایز زیاد از بقیه مناطق مس دار ایران، پراهمیت‌ترین نوار مس ترشیر ایران است. روی این نوار نیز مناطق کرمان و اهر از سایر بخش‌های نوار مذکور دارای اهمیت بیشتری هستند. دیگر مناطق مهم قرار گرفته بر روی نوار ارومیه - دختر مناطق طارم، هشتجین، قم، کاشان و نطنز می‌باشند. ذخایر مس دوران ترشیر را از نظر نحوه تشکیل (ژنز) می‌توان به دو نوع تقسیم کرد:

(۱) نوع اول کانی‌سازی‌های مس در سنگهای گدازه‌ای و آذرآواری زیر دریایی قرار گرفته‌اند. سنگهای ولکانیکی میزبان در این نوع کانی‌سازی، اغلب آندزیت و آندزیت - بازالت می‌باشند. شکل توده‌های ماده معدنی بطور عمده رگه‌ای است که رگه معمولاً دارای فصل مشترک یکباره با سنگهای میزبان است. کانیهای اولیه مس در این نوع کانسارها به صورت کالکوزین، کوولیت، کوپریت، مس چکشی و کانیهای ثانویه به صورت تظاهر ملاکیت و آزوریت بر سطح سنگها و پرکننده درزه‌ها و شکافها می‌باشند. عیار مس در این نوع کانی‌سازی بالا بوده و به چندین درصد مس می‌رسد. در این مناطق دگرسانی گرمابی وجود نداشته یا اینکه نادر است و اگر باشد ضعیف و محدود است. با توجه به محدود بودن ذخیره مس در کانسارهای رگه‌ای نسبت به ذخایر پرفیری مس، امروزه این نوع کانسارها برای معدنکاری به شیوه مدرن جذاب نیستند.

(۲) نوع دوم کانی‌سازی وابسته به فعالیتهای گرمابی اواخر دوران ترشیر است. دگرسانی و کانی‌سازی در این برهه زمانی همراه و معلول فعالیت آتشفشانی خشکی‌زا (Sub Aerial) و ریشه‌های توده نفوذی کم عمق آنها (Subvolcanic intrusive Roots) می‌باشد. این نوع کانی‌سازی باعث ایجاد دو نوع کانسار مس پرفیری و اسکارنی و همچنین در مواردی نوع رگه‌ای شده که هر سه نوع به طور معمول همراه با دگرسانی وسیع و شدید هستند. مقدار انتشار این عنصر در پوسته زمین، خاک و سایر رخساره‌های سنگی دیگر به قرار زیر می‌باشد (جدول ۴-۳):

جدول ۴-۳- پراکندگی عنصر مس در سنگ‌های مختلف

پوسته زمین	اولترامافیک	بازالت	گرانودیوریت	گرانیت	شیل	آهک	خاک
55	10	100	30	10	50	15	2-100

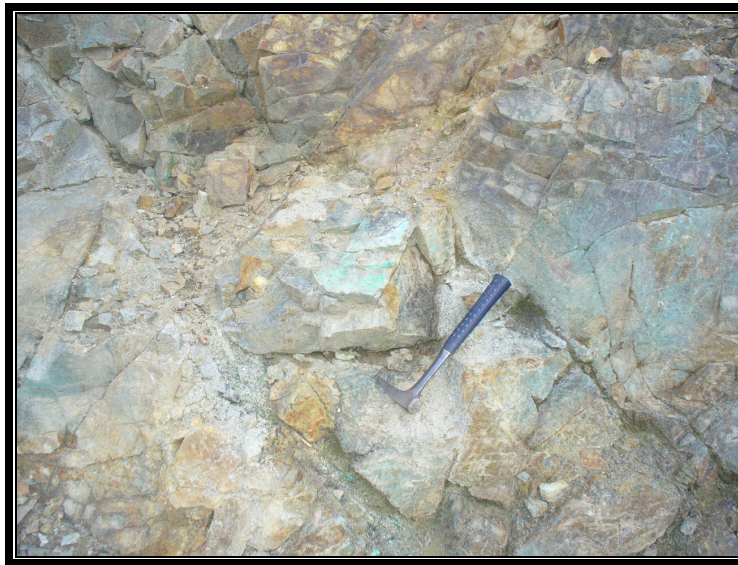
مقادیر فوق برحسب ppm می باشد.

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از 3/61 تا 1172/72 ppm متغیر است اما در نمونه‌های شماره Au-1 (ppm1172/72)، R-K-AN-1 (ppm973/6) عیار این عنصر کاملاً غیرعادی و بالاتر از نمونه‌های دیگر است، نمونه‌های فوق از مجموعه‌ای شامل تناوبی از سنگهای آتشفشانی با ترکیب آندزیت، تراکی آندزیت همراه با توف‌های سنگی - بلورین برداشت شده‌اند (شکل ۴-۳)، همانگونه که ملاحظه میشود نمونه‌های ذکر شده برای عناصر آرسنیک، مولیبدن، سرب، آنتیموان، قلع، اورانیوم و تنگستن نیز از خود ناهنجاری نشان میدهند (جدول ۴-۴) (نقشه ۳۶).

جدول ۴-۴- پراکندگی عنصر مس در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
AU-1	0.18	697.34	272	12.59	1.52	3.13	< 0.8	1172.72	< 1	423
R-K-AN-1	< 0.1	5.84	1069	< 0.5	< 0.1	6.49	60.49	973.60	< 1	198
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
AU-1	31.48	5.99	303.36	15.04	48.65	83.97	194.04	121.76	1745.19	
R-K-AN-1	137.42	2.89	11.89	3.23	0.87	1.02	3.57	29.73	< 1	





شکل ۴-۳- نمایی از نمونه شماره *R-K-AN-1* در منطقه مورد مطالعه کلیبر

۴-۱-۶- منگنز

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از ۱۹ تا ۲۶۱۹ ppm متغیر است اما در نمونه‌های شماره R-K-AN-32 (۲۶۱۹ ppm)، R-K-AN-2 (۲۴۸۴ ppm) عیار این عنصر بالاتر از نمونه‌های دیگر بوده و غیرعادی است (جدول ۴-۵) (نقشه ۳۷) (شکل ۴-۵).

جدول ۴-۵- پراکندگی عنصر منگنز در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
R-K-AN-32	< 0.1	10.15	359	< 0.5	< 0.1	2.73	< 0.8	17.14	< 1	2619
R-K-AN-2	< 0.1	4.18	24	19.90	2.27	27.66	17.81	62.15	< 1	2484
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
R-K-AN-32	3.49	10.01	21.85	7.87	2.11	2.09	2.35	96.36	677.85	
R-K-AN-2	< 0.5	13.06	453.98	3.29	69.65	133.33	270.05	588.95	2327.72	



شکل ۴-۴- نمای از نمونه شماره R-K-AN-32 در منطقه مورد مطالعه کلیبر

#### ۴-۱-۷- مولیبدن

مولیبدنیم از عناصری است که از دیدگاه ژئوشیمیایی بطور غالب همراه با ماگماهای اسیدی آلکالن می باشد. نهشته های مولیبدن با ماگماهای گرانیتی در ارتباط بوده و حضور آنها در یک محدوده اکتشافی می تواند معرف یک کانسار پرفیری مس باشد. مهمترین کانی کانسنگ های مولیبدن دار، مولیبدنیت بوده که در مواردی کمتر کانی مولیبدوشئلیت (Powllite) مشاهده شده است. از انواع نهشته های ارزشمند مولیبدن می توان به کانسارهای تیپ اسکارن شامل اسکارن های شئلیت - مولیبدنیت و اسکارن های کالکوپیریت - منیتیت - مولیبدنیت اشاره کرد. کانسارهای گرایزن، کانسارهای پلوتوژنیک هیدروترمال، که خود به نهشته های کوارتز - مولیبدنیت و نهشته های کوارتز - مولیبدنیت - سریسیت و کوارتز - مولیبدنیت - کالکوپیریت - سریسیت تقسیم می شوند و کانسارهای ولکانوژنیک هیدروترمال .

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از  $0/5 <$  تا  $ppm137/42$  متغیر است اما در نمونه شماره R-K-AN-1 (ppm2484) عیار این عنصر بالاتر از نمونه‌های دیگر بوده و غیرعادی است، این نمونه‌ها از ریولیت، ریوداسیت‌های صورتی تا کرم با بافت میکروکریستالین و آفانیتیک که زمینه سنگ شدیداً به کانی‌های رسی تبدیل شده‌اند برداشت شده است، همانگونه که ملاحظه میشود نمونه‌های ناهنجار مولیبدن برای عنصر مس نیز از خود ناهنجاری نشان میدهد (جدول ۴-۶) (نقشه ۳۸).

جدول ۴-۶- پراکنندگی عنصر مولیبدن در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
R-K-AN-1	< 0.1	5.84	1069	< 0.5	< 0.1	6.49	60.49	973.60	< 1	198
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
R-K-AN-1	137.42	2.89	11.89	3.23	0.87	1.02	3.57	29.73	< 1	

#### ۴-۱-۸- نیکل

این عنصر با میانگین ۷۵ p.p.m در پوسته زمین و بیشتر در سنگ‌های الترامافیک و سپس در شیل‌های سیاه دیده می‌شود، و به چند صورت وجود دارد و تنها نیکل دو ظرفیتی پایدار است و در شرایط مختلف اسیدیته و اکسیداسیون و احیاء در خاک‌های سطحی دیده می‌شود. مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از ۲ تا  $ppm 28/79$  متغیر است و عیار غیرعادی در این نمونه‌ها مشاهده نشده است.

#### ۴-۱-۹- سرب

فراوانترین عنصر سنگین در پوسته زمین است که به لحاظ ژئوشیمیایی بیشترین تمرکز این عنصر در سنگ‌های آذرین و بویژه در گرانیت‌ها است. بیشترین فراوانی سرب در سنگ‌های رسوبی و در رخساره‌های



شیلی است. سرب در محدوده پیکره‌های نیمه عمیق پرفیری بصورت انتشار شعاعی نسبت به توده پرفیری قرار گرفته و در رگه‌های پلی متال به همراه مس، روی، طلا، نقره، باریم و آهن (پیریت) و به احتمال در یک گانگ سیلیسی تظاهر نشان می‌دهد. کانسارهای سرب در طبیعت در حالت‌های زیر شناسایی شده اند:

۱- کانسارهای اسکارنی

۲- کانسارهای هیدروترمال پلوتونی

۳- کانسارهای ولکانوسدیمنت

۴- مسیوسولفیدها

۵- کانسارهای استراتی فرم

۶- کانسارهای دگرگونی

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از ۷/۷۷ تا ۴۵۳ /۹۸ ppm متغیر است اما در نمونه شماره‌های (ppm411/90) R-K-AN-22، (ppm453/98) R-K-AN-2، (ppm303/36) Au-2 عیار این عنصر بالاتر از نمونه‌های دیگر بوده و غیرعادی است، نمونه‌های ناهنجار فوق برای عناصر مس، منگنز، آنتیموان، اورانیوم، قلع، روی و زیرکونیوم نیز از خود ناهنجاری نشان می‌دهند (جدول ۴-۷) (نقشه ۳۹) (اشکال ۴-۵، ۵-۵).

جدول ۴-۷- پراکندگی عنصر سرب در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
R-K-AN-2	< 0.1	4.18	24	19.90	2.27	27.66	17.81	62.15	< 1	2484
R-K-AN-22	< 0.1	10.68	423	< 0.5	< 0.1	27.89	< 0.8	13.86	< 1	503
AU-1	0.18	697.34	272	12.59	1.52	3.13	< 0.8	1172.72	< 1	423
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
R-K-AN-2	< 0.5	13.06	453.98	3.29	69.65	133.33	270.05	588.95	2327.72	
R-K-AN-22	1.46	4.60	411.90	3.67	1.83	2.20	7.19	175.79	649.15	
AU-1	31.48	5.99	303.36	15.04	48.65	83.97	194.04	121.76	1745.19	



شکل ۴-۵- نمایی از نمونه شماره **R-K-AN-22** در منطقه مورد مطالعه کلیبر



شکل ۴-۶- نمایی از نمونه شماره **R-K-AN-2** در منطقه مورد مطالعه کلیبر

#### ۴-۱-۱-۱۰- روی

یکی از پرتحرک‌ترین عناصر در اکتشافات ژئوشیمیایی عنصر روی می باشد. بطوریکه در مطالعات صحرایی دو دهه اخیر و به روش ایجاد آزمایشگاههای صحرایی عنصر روی بوسیله روش T.H.M (یکی از روشهای مرسوم کالریمتری) اندازه‌گیری شده و مناطق پرتانسیل از مناطق عقیم جداسازی و در نهایت در نواحی آنومالیهای روی اقدام به نمونه‌گیری استاندارد می‌نمودند. کانسارهای روی بطور عمده مشارکتی مستقیم را با انباشتگی‌هایی از سرب نشان می‌دهد.

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از 10/57 تا 588/95 ppm متغیر است اما در نمونه‌های شماره R-K-AN-22 (ppm588/95)، R-K-AN-23 (ppm206/02) عیار این عنصر بالاتر از نمونه‌های دیگر بوده و غیرعادی است (جدول ۴-۸) (نقشه ۴۰).

جدول ۴-۸- پراکندگی عنصر سرب در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
R-K-AN-2	< 0.1	4.18	24	19.90	2.27	27.66	17.81	62.15	< 1	2484
R-K-AN-23	< 0.1	6.12	1125	0.59	0.10	15.03	11.73	24.48	< 1	1365
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
R-K-AN-2	< 0.5	13.06	453.98	3.29	69.65	133.33	270.05	588.95	2327.72	
R-K-AN-23	1.11	7.66	84.33	3.54	3.88	4.38	6.05	206.02	712.91	

#### ۴-۱-۱-۱۱- زیرکونیم

زیرکن یکی از کانی‌های فرعی در سنگ‌های آذرین و بویژه سنگ‌های نفوذی غنی از سدیم است (مقدار زیرکن در سنگ‌های اوالترمافیک در حدود ۳۰ ppm، در سنگ‌های بازیک در حدود ۱۰۰ ppm، در سنگ‌های اسیدی در حدود ۲۰۰ ppm و در سنگ‌های نفیلین سینیت در حدود ۶۸۰ ppm میباشد). بنابراین



در سنگ‌های تحت اشباع دارای بیشترین مقدار و در سنگ‌های اولترامافیک کمترین مقدار را دارا میباشند) و بصورت بلورهای کوچک و پراکنده در سنگهای نفوذی ماگمایی نظیر نفلین سینیت، گرانیت، دیوریت و گنایس رخ میدهد ولی غالب اوقات به صورت بلورهای درشت در پگماتیت های گرانیتی و سینیتی مشاهده میشود.

زیرکن یکی از اولین کانی‌هایی است که در فرایندهای تفریق انتهایی از ماگما متبلور میشود و غالباً با آپاتیت، فلوریت و میکا همراه است. بررسی اشکال زیرکن نشان میدهد که انواع زیرکن‌های مدور در سنگ های آذرین دیده میشود در حالیکه در فرایندهای دگرگونی زیرکن با یک ویژگی تحلیل رفتگی در حاشیه دیده میشود.

ذخایر اصلی زیرکن به صورت پلاسری است با اینحال در رگه‌های گرانیتوئیدی و دایک‌های پگماتیتهی نیز مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این عنصر دیده میشود.

مقدار این عنصر در نمونه‌های سنگی از 10/57 تا 588/95 ppm متغیر است اما در نمونه‌های شماره (ppm206/02) R-K-AN-23، (ppm588/95) R-K-AN-22 عیار این عنصر بالاتر از نمونه‌های دیگر بوده و غیرعادی است، همانگونه که ملاحظه میشود نمونه‌های ناهنجار فوق برای منگنز، سرب، روی، مولیبدن و کروم نیز از خود ناهنجاری نشان میدهند (جدول ۴-۹) (نقشه ۴۱).

جدول ۴-۹- پراکندگی عنصر سرب در نمونه‌های سنگی برداشت شده از منطقه مورد مطالعه کلیبر

Field No	Ag	As	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
R-K-AN-2	< 0.1	4.18	24	19.90	2.27	27.66	17.81	62.15	< 1	2484
Field No	Mo	Ni	Pb	Sb	Sn	U	W	Zn	Zr	
R-K-AN-2	< 0.5	13.06	453.98	3.29	69.65	133.33	270.05	588.95	2327.72	

در منطقه مورد مطالعه به طور قطع و یقین زونهای کائولینیتی - سیلیسی همراه با اکسید آهن و قرمز رنگ به خصوص در اطراف روستای کلیبر که مربوط به تاثیر فعالیتهای انتهایی توده های نفوذی گرانیتی تا سینوگرانیتی موجود در منطقه باعث شده است که مقادیر عناصر فوق در این زونها افزایش نشان دهد.

#### ۴-۲- نتایج مطالعات کانی سنگین

بعد از مشخص شدن مناطق ناهنجار، تعدادی نمونه کانی سنگین نیز برداشت و پس از آماده سازی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج مطالعات بر روی نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده از منطقه کلیبر (تعداد ۳۷ نمونه با مختصات ارائه شده در ذیل)، عقیم بودن منطقه را از نظر نمونه‌های با ارزش کانی سنگین نشان می‌دهد (پیوست ۷)، بر پایه این مطالعات، کانی باریت شاخص‌ترین کانی در بخش غیر مغناطیسی نمونه کانی سنگین میباشد، از دیگر کانی‌های کانسار ساز می‌توان کانی شیثلیت با انتشاری کم را نام برد.

۴-۲-۱- کانی‌های سرب



پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



کانی های این خانواده شامل گالن تنها در یک نمونه به شماره، R-K-AN-27 (ppm0/78) است که دارای مقدار قابل توجهی نیست (نقشه ۴۲).

#### ۴-۲-۲- کانی های مس

کانی های این خانواده در منطقه شامل مالاکیت، کالکوپیریت و بورنیت به مقدار بسیار ناچیز در سه نمونه به شماره های R-K-AN-1 (ppm5/82)، R-K-AN-2 (ppm3/2) و R-K-AN-21 (ppm1/78) میباشد (نقشه ۴۳).

#### ۴-۲-۳- کانی باریت

کانی های باریت در منطقه در ۱۶ نمونه دیده میشود که مهمترین آنها در بخش جنوب باختری منطقه دیده میشود و توسط مقدار ناچیزی از کانی های خانواده سرب، روی و مس همراهی میشود (نقشه ۴۴).

#### ۴-۲-۴- کانی طلا

کانی های طلا در منطقه تنها در نمونه به شماره R-K-AN-28 (ppm0/07) دیده میشود (نقشه ۴۵).

#### ۴-۲-۵- سینابر

کانی های سینابر در منطقه در هیچ نمونه ای مشاهده نشد.

#### ۴-۲-۶- شیئلیت

کانی شیئلیت به مقدار بسیار ناچیز در سه نمونه به شماره‌های R-K-AN-28 (ppm4/79)، R-K-AN-1 (ppm1/42) و R-K-AN-2 (ppm1/2) میباشد و توسط مقدار ناچیزی از کانی‌های خانواده طلا و مس همراهی میشود (نقشه ۴۶).

#### ۴-۳- دگرسانی

با توجه به نتایج حاصل از آزمایش XRD انجام شده بر روی تعداد ۷ نمونه برداشت شده از مهمترین دگرسانی موجود در منطقه نشان میدهد که مهمترین کانی موجود در این دگرسانی به ترتیب موتموریلونیت، کوارتز، فلدسپار، ژاروسیت، کائولینیت و ندرتاً پیریت میباشد.

کانی شناسی فوق به دگرسانی حد واسط مربوط میشود که از تبدیل پلاژیوکلاز به کانی‌های رسی در سنگهای آذرین اسیدی حاصل شده است و در طی واکنش‌های حاصل کننده آن مقدار سدیم، کلسیم و منیزیم کاهش و سیلیکا و آب به آن اضافه میشود.



وسعت این دگرسانی در حدود ۲۰۰ متر مربع میباشد که در اطراف روستای چوپانلار قرار گرفته است و نمونه‌های سنگی برداشت شده از آن برای بیشتر عناصر از خود ناهنجاری نشان داده است که قبلاً تشریح شده است (اشکال ۴-۴ الی ۴-۶).





شکل ۴-۷- نمایی کلی از دگرسانی حدواسط موجود در اطراف روستای چوپانلار



شکل ۴-۸- نمایی کلی از دگرسانی حدواسط موجود در اطراف روستای چوپانلار



علاوه بر دگرسانی فوق میتوان آثاری از دگرسانی‌ها سیلیسی را در مسیر جاده خاکی سالامبر به دکل تلوزیونی با وسعتی در حدود ۱۰۰۰ متر مربع نیز مشاهده نمود که ارتباط بسیار نزدیکی با شکستگی‌های موجود در منطقه نشان می‌دهد و کمتر ناهنجاری در آن ملاحظه شده است.

جدول ۴-۱۰- نتایج XRD نمونه‌های برداشت شده از دگرسانی‌های موجود در منطقه مورد مطالعه کلیبر

	<i>Result</i>
<i>R-K-AN-1</i>	Quartz+Feldspar+Clay MINERAL+pyrite
<i>R-K-AN-2</i>	Quartz+Montmorilonite+Jarosite+pyrite+Kaolinite
<i>AU1-1</i>	pyrite+Gypsum+Montmorilonite+ Quartz+Feldspar+Jarosite+Gypsum
<i>AU1-2</i>	Quartz+Montmorilonite+Feldspar+Jarosite+Gypsum+Pyrite
<i>AU2-1</i>	Quartz+Feldspar+Clay Mineral
<i>AU-2-2</i>	Quartz+ Feldspar+Montmorilonite+Jarosite+Gypsum+Kaolinite
<i>R-K-AN-22</i>	Quartz+ Feldspar+Montmorilonite+ Kaolinite+gypsum

#### ۴-۴- نتایج حاصل از مطالعات میکروسکوپی

شماره نمونه : *R-K-AN-22*

بافت: رگه - رگچه‌ای و کمتر دانه پراکنده

معمولترین کانی‌سازی در این مقطع شامل کانی‌زایی مس بوده که عمدتاً در اشکال دانه پراکنده یا اشکال کانه‌ای ریزدانه دیده میشود به طوری که:

۱- کالکوپیریت که در اشکال نیمه خود شکل در اندازه‌های تا ۴۰ میکرون دیده میشود. دگرسانی سبب شده است تا در زمینه کانه بصورت نامنظم و انتخابی بورنیت جانشین شود. این جانشینی در بعضی کانه‌ها بسیار زیاد و در بعضی کانه‌ها فقط در حواشی کالکوپیریت اتفاق افتاده است،

گاه در حاشیه بعضی از بلورهای بورنیت، کالکوسیت بصورت نامنظم جانشین شده است، مقدار کالکوسیت در مقطع حدوداً ۰/۱ درصد برآورد میگردد .

- ۲- پیریت در اشکال خودشکل تا نیمه‌شکل دار به صورت کانه همراه با کالکوپیریت است. اندازه بلورها تا ۴۰ میکرون میرسد و بطور ثانوی در حواشی اکسید آهن جانشین شده است .
- ۳- آلودگی‌های مالاکیت و اکسید آهن بصورت واضح در رگه - رگچه‌ها دیده میشود .

#### شماره نمونه : R-K-AN-1

بافت : رگه - رگچه‌ای

در رگه - رگچه ماگنتیت و هماتیت جانشین شده که در یک فرآیند بعدی اکسید آهن و مالاکیت پرکردگی دارد ، و کالکوپیریت که در اشکال نیمه خود شکل در اندازه‌های تا ۳۰ میکرون دیده میشود. دگرسانی سبب شده است تا در زمینه کانه بصورت نامنظم و انتخابی توسط مالاکیت و آزوریت جانشین شود. این جانشینی در بعضی کانه‌ها بسیار زیاد و در بعضی کانه‌ها فقط در حواشی کانه اتفاق افتاده است،

دانه‌های ماگنتیت در اشکال نیمه شکل دار و در اندازه‌های تا ۲۰ میکرون دیده میشود . گاه جانشینی هماتیت در حواشی ماگنتیت مشهود است کانی‌سازی اصلی مس در این مقطع بیشتر مربوط به آلودگی مالاکیت است.



شماره نمونه : R-K-AN-32

- بافت: رگه - رگچه‌ای و کمتر دانه پراکنده

معمولترین کانی‌سازی در این مقطع بیشتر در رگه - رگچه‌ها اتفاق افتاده است و بصورت قبلی کمتر در اشکال دانه پراکنده یا اشکال کانه‌ای ریز دانه دیده میشود. بیشترین کانی در مقطع مربوط است به:

۱- کالکوپیریت که به صورت نیمه شکل‌دار دیده میشود که دگرسانی سبب شده است تا در زمینه کانه بصورت نامنظم و انتخابی توسط مالاکیت، آزوریت و به مقدار کمتر بورنیت جانشین شده است.

۲- پیریت در اشکال خود شکل تا نیمه شکل‌دار به صورت کانه همراه با کالکوپیریت که بطور ثانوی در حواشی توسط اکسید آهن جانشین شده است .

۳- آلودگی‌های مالاکیت و اکسید آهن بصورت واضح در رگه - رگچه‌ها دیده میشود.



پی جوی به روش اکتشاف ژئوشیمیایی ۲۵۰۰۰:۱ در محدوده اکتشافی کلیبر ۲



## فصل پنجم

# نتیجه گیری و پیشنهادات

## ۵-۱- نتیجه گیری

بررسی های اکتشافی انجام شده در محدوده مورد مطالعه کلیبر منجر به دستیابی به نتایجی شده که چکیده هر یک از این دستاوردها به قرار زیر است :

الف- در مرحله اول در محدوده مورد مطالعه کلیبر تعداد ۴۷۱ نمونه ژئوشیمیایی و ۱۴۰ نمونه کانی سنگین برداشت شد که بر پایه نتایج بدست آمده از نمونه های ژئوشیمی، تعداد ۲۳ عنصر مورد داده پردازی قرار گرفته و نقشه های ناهنجاری برای ۱۸ عنصر با اهمیت آن بطور جداگانه ترسیم شده است. همچنین تعداد ۷ نقشه تحت عنوان نقشه های عاملی در این گزارش ارائه شده است.

ب- نتایج بدست آمده از مطالعات ژئوشیمیایی، ناهنجاری های با اهمیتی از طلا، مس، تنگستن، قلع و سرب قابل معرفی است.

ج- نتایج بدست آمده از روش مطالعاتی کانی سنگین همپوشانی قابل قبولی را با نتایج بدست آمده از آنالیزهای دستگاهی نمونه های ژئوشیمی نشان نمی دهد.

د- نتایج بدست آمده از مطالعات کانی سنگین، کانی های کانسارسازی همچون کانی های خانواده باریت و شینلیت و به مقدار کمتر کانی های خانواده مس، سرب و روی را به مقدار ناچیز شناسایی و بر روی نقشه انتشار کانی های سنگین معرفی نموده است.

و- بر پایه ناهنجاری های بدست آمده از نمونه های ژئوشیمی و کانی سنگین ۳ محدوده تحت عنوان مناطق امیدبخش معدنی شناسایی و معرفی شده است. لازم به ذکر است این محدوده ها دارای اهمیت نسبی هستند و معرفی آنها با توجه به مرحله اکتشافات مقدماتی و مشاهدات صحرایی صورت پذیرفته است.

از میان محدوده‌های ناهنجاری فوق محدوده شماره ۱ (محدوده چوپانلار) در اولویت اول اکتشافی قرار داشته و دارای ناهنجاری طلا، مس، سرب و روی بوده که با توجه به موقعیت زمین‌شناسی و قرارگیری در تماس بین توده گرانیتی شیورداغ و نهشته‌های کربناته - آواری کرتاسه، وجود کانی‌سازی مس و طلای اسکارن و نیز کانی‌سازی پلی‌متال - طلای رگه‌ای (در سنگ‌های آتشفشانی و آواری - آتشفشانی دگرسان شده ائوسن) در این محدوده محتمل است. این محدوده به گسترش ۱۷/۵۶ کیلومتر مربع در بخش‌های میانی برگه مورد بررسی قرار دارد.

محدوده شماره ۲ در حاشیه شمال خاوری برگه به گسترش ۴/۱۹ کیلومتر مربع دارای ناهنجاری طلا، سرب و روی بوده که با توجه به موقعیت زمین‌شناسی و قرارگیری توده در محل تماس توده گرانیتی شیورداغ با سنگ آهک کرتاسه، وجود کانی‌سازی اسکارن سرب و روی همراه با طلا در آن محتمل است.

محدوده شماره ۳ به گسترش ۱۰/۳۵ کیلومتر مربع در گوشه جنوب باختری برگه قرار داشته و دارای ناهنجاری طلا و مس و سرب می‌باشد که با توجه به موقعیت زمین‌شناسی و قرارگیری در مجموعه سنگ‌های داسیت - ایگنمبریتی دگرسان شده ائوسن، وجود کانی‌سازی پلی‌متال - طلای رگه‌ای در این محدوده بسیار محتمل است.

ز- در مرحله کنترل ناهنجاری تعداد ۳۰ نمونه لیتوژئوشیمیایی و ۳۷ نمونه کانی سنگین برداشت شد.

ح- با توجه به نتایج حاصل از آزمایش XRD انجام شده بر روی تعداد ۷ نمونه برداشت شده از

مهمترین دگرسانی موجود در منطقه موید یک دگرسانی آرژیلی حدواسط است.

ط- با توجه به مجموعه نتایج بدست آمده بنظر می رسد محدوده مورد مطالعه کلیبر ۲ از استعداد قابل توجهی به منظور اکتشافات تفصیلی آتی و دسترسی به منابعی از عناصر مس، طلا، تنگستن و قلع برخوردار باشد. کانی سازی مس و طلا هم به صورت اسکارن در تماس توده گرانیتی شیورداغ با سنگ آهک کرتاسه (مشابه معادن مس مزرعه و انجرد) و هم به صورت رگه ای (پلی متال - طلا) در سنگ های آتشفشانی دگرسان شده ائوسن قابل پی جویی است.

ی- احتمالاً کانی زایی قلع و تنگستن موجود در منطقه را میتوان به کانی زایی های نوع اسکارن در واحدهای آهکی کرتاسه که در مجاورت واحدهای نفوذی گرانیتی شیورداغ قرار گرفته اند، نسبت داد.

#### ۲-۵- پیشنهادات

بطور کلی با توجه به جمع بندی نتایج بدست آمده از مراحل اکتشافات نیمه تفصیلی و کنترل صحرایی ناهنجاری ها، مناطق امیدبخش زیر معرفی شده است، که نیاز به بررسی و کنترل دقیق تری داشته، و لازم است پی جوئی های چکشی دقیق و سیستماتیک و نمونه برداری های ژئوشیمیایی متراکم تر در آن انجام شود، تا با ارزیابی این محدوده بتوان به نتایج مطلوب تر دست پیدا کرد به این منظور محدوده های مشروح در زیر به ترتیب اولویت برای انجام مطالعات اکتشافی دقیق تر معرفی می گردد:

محدوده شماره ۱ به مختصات زیر و به مساحت ۲۵ کیلومتر مربع برای عناصر مس، طلا،

تنگستن و قلع در کانی سازی نوع اسکارن و رگه ای معرفی شده است (نقشه ۴۷).

	X	Y
A	687324	4277000
B	689910	4278521
C	692494	4275207
D	690773	4270759
E	688839	4270626

محدوده شماره ۲ به مختصات زیر و به مساحت ۴/۱۹ کیلومترمربع برای طلای نوع اسکارن و

پلاستی معرفتی می گردد.

	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>F</i>	689741	4280936
<i>G</i>	692336	4280916
<i>H</i>	692440	4278761
<i>I</i>	689793	4279859

محدوده شماره ۳ به مساحت ۱۰/۱۳۵ کیلومترمربع و به مختصات زیر برای عناصر مس و طلا

در کانی سازی نوع اسکارن معرفتی می گردد.

	<i>X</i>	<i>Y</i>
<i>J</i>	684905	4268197
<i>K</i>	686435	4269806
<i>L</i>	688703	4265434
<i>M</i>	684995	4265399

لذا پیشنهاد می شود در محدوده های فوق به ترتیب اولویت عملیات اکتشافی به شرح زیر انجام شود :

- تهیه نقشه زمین شناسی - توپوگرافی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ .
- حفر تراشه و چاهک همراه با برداشت های زمین شناسی و نمونه گیری .
- مطالعات ژئوشیمیایی در مقیاس ۱:۵۰۰۰ و نمونه گیری از رخنمون سنگی و پوشش خاک در شبکه ۱۰۰×۱۰۰ متری .
- آنالیز نمونه های ژئوشیمیایی و حفریات اکتشافی در رخنمون های کانه برای تعیین میزان مس، سرب، روی، طلا، قلع و تنگستن و عناصر پراثرنز .





۵. مطالعات پتروگرافی، کانی سنگین، کانه نگاری و کانی شناسی پرتو مجهول .
۶. پردازش داده های ژئوشیمیایی و کانی سنگین و تهیه نقشه ناهنجاری ها .
۷. تلفیق داده های ژئوشیمیایی زمین شناسی اقتصادی و معرفی مناطق کانی سازی و ارزیابی ذخیره ممکن و عیار سطحی .
۸. تعبیر و تفسیر کلیه نتایج و ارائه گزارش نهایی همراه با پیشنهادات .