



تشکرات

هیچ کار تحقیقاتی و عملی به مرحله اجرا و عمل در نمی‌آید مگر با همکاری و همیاری کارشناسان و مدیران، لذا اجرا این کار از این قانون مستثنا نمی‌باشد.

از معاونت محترم اکتشاف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور جناب آقای مهندس عابدیان و جناب آقای مهندس شاهین مدیر خدمات اکتشاف و همچنین آقای دکتر علیپور که با راهنمایی‌های خویش در امر انجام هرچه بهتر پروژه ما را یاری نموده‌اند، قدردانی می‌گردد.

از آقای مهندس بهنام شمسی ناظر محترم طرح، به پاس دقت و حوصله تمام که ضمن بررسی کلیه نقشه‌ها و بازدید صحرایی در خلال برداشت نمونه‌ها و همچنین پیگیری مجدانه، روند تجزیه نمونه‌ها را انجام داده‌اند، قدرانی و تشکر می‌گردد.

همچنین از مدیر عامل محترم آقای مهندس منصور صمیمی نمین شرکت توسعه علوم زمین که در تمام مراحل اجراء پروژه پیگیری‌های مجدانه‌ای را بعمل آورده‌اند تشکر و قدردانی شود.

تهیه نقشه‌ها، رقومی کردن داده‌ها و کلیه عملیات GIS در بخش ژئوشیمی شرکت توسعه علوم زمین انجام شده است. بدینوسیله از زحمات آقای مهندس محمد علیمحمدی و کلیه کسانی که در امر برداشت صحرایی پروژه را یاری نموده‌اند از جمله آقایان مهندس حجت حاج حسنی، مهندس غلام رضا راستگو و مهندس سید جمال‌الدین رضوانی همچنین از جناب آقای مهندس هنرور که با راهنمایی خود ما را یاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

از خانم‌ها ناصری و احمدیان که کار تایپ و صفحه‌بندی گزارش را به عهده داشتند قدردانی

می‌گردد.



فصل اول کلیات



۱- کلیات

۱-۱- پیشگفتار

توسعه بخش معدن یکی از اصلی‌ترین محورهای برنامه پنج ساله سوم توسعه بوده که هدف آن استفاده بهینه از منابع زمینی کشور، خودکفایی و اشتغال است. در گسترش معدنکاری، از ابتدای برنامه، تقویت و بهینه‌سازی روند بررسیهای اکتشافی با استفاده از الگوهای مطالعاتی استاندارد جهانی در کشور صورت گرفته است. در این راستا انجام اکتشافات سیستماتیک ناحیه‌ای با استفاده از فناوری نوین توانسته به معرفی محدوده‌های امیدبخش معدنی برای انجام مراحل اکتشافی تکمیلی بپردازد. به کارگیری فناوری در این بررسیها، امکان دستیابی به نتایج مطلوبتر را فراهم آورده است.

طرح «انجام مطالعات اکتشافات ژئوشیمیایی در محدوده بافت III و IV یکی از طرحهای مطالعاتی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور است که اجرای آن بر مبنای قرارداد شماره ۶۸۹۳-۵۰۰ مورخ ۸۴/۱۱/۲۹ به شرکت مهندسی مشاور توسعه علوم زمین واگذار گردید.

منطقه‌های مطالعاتی به وسعت تقریبی ۴۱ کیلومترمربع در شمال شهرستان بافت واقع شده است.

در این مطالعات، که شامل بررسیهای نیمه تفصیلی ناهنجاری حاصل از بررسیهای ژئوشیمیایی ۱:۱۰۰،۰۰۰ ورقه بافت می‌باشد، نقشه زمین‌شناسی محدوده مطالعاتی در مقیاس ۱:۲۰،۰۰۰ تهیه گردیده و مطالعات و بررسیهای ژئوشیمیایی با برداشت نمونه‌های آبراهه‌ای، نمونه‌های کانی سنگین و نمونه‌های مینرالیزه انجام پذیرفته است. کلیه نمونه‌های ژئوشیمیایی در آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین مورد آنالیز قرار گرفته و عیار ۴۴ عنصر در آنها اندازه‌گیری شده است.

۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه

محدوده‌های اکتشافی بافت III , IV در استان کرمان به ترتیب به وسعت ۱۴ و ۲۷ کیلومترمربع در بخش مرکزی ورقه یکصد هزارم بافت واقع شده و بعنوان محدوده‌های امیدبخش با اولویت اول اکتشافی معرفی شده است. محدوده اکتشافی بافت III دربرگیرنده معدن متروکه سرب و روی قنات مروان است.

شهرستان بافت در ۲۰ کیلومتری جنوب باختر محدوده‌های اکتشافی بعنوان مهمترین مرکز جمعیتی



محسوب می‌شود. علاوه بر شهرستان بافت، آبادی‌ها و شهرهای مهمی چون رابر و بزنجان در حوالی محدوده اکتشافی III و هرازان در حوالی محدوده اکتشافی IV دیده می‌شود.

مهمترین راه ارتباطی به منطقه مورد مطالعه جاده آسفالتی بافت به زنجان - بافت است. سپس با طی جاده

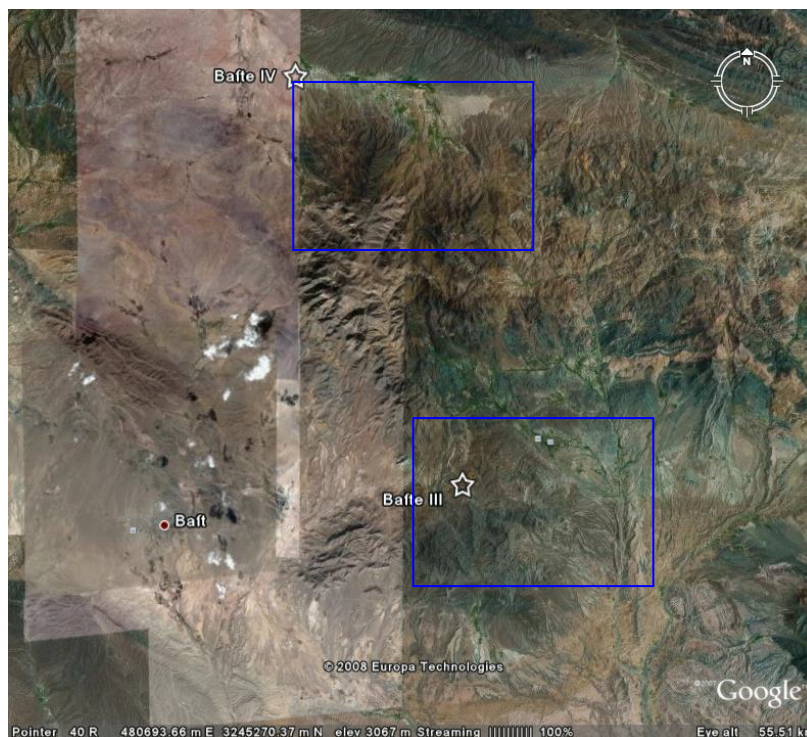
خاکی بسمت آهو می‌توان به منطقه مورد مطالعه بافت III و جاده کرمان - بافت به سمت قلعه عسگر و هرازان

می‌توان به منطقه مورد مطالعه بافت IV دسترسی پیدا کرد.

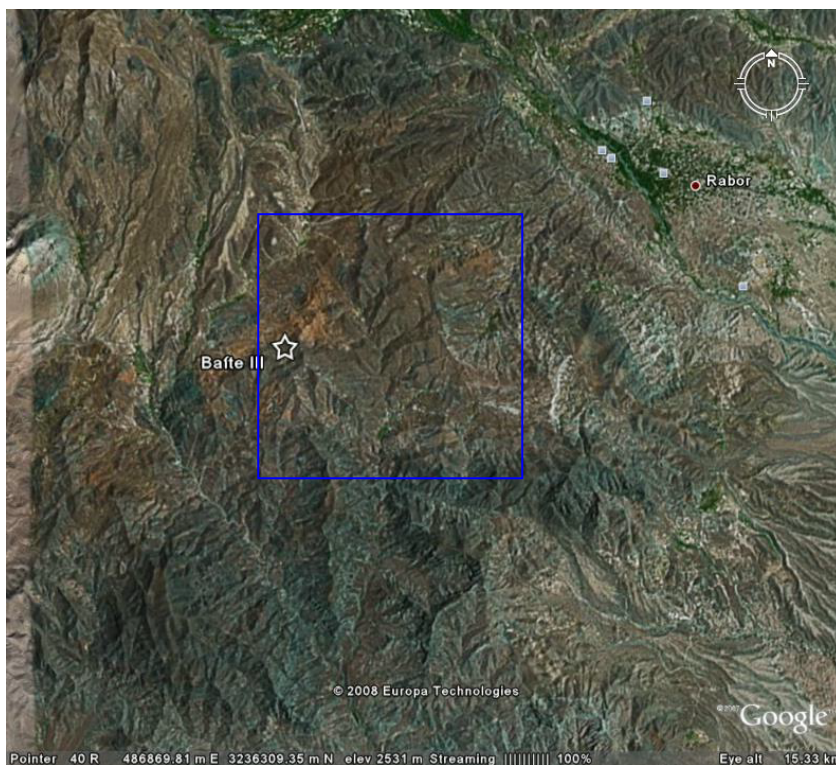


شکل ۱-۱- راههای دسترسی به منطقه

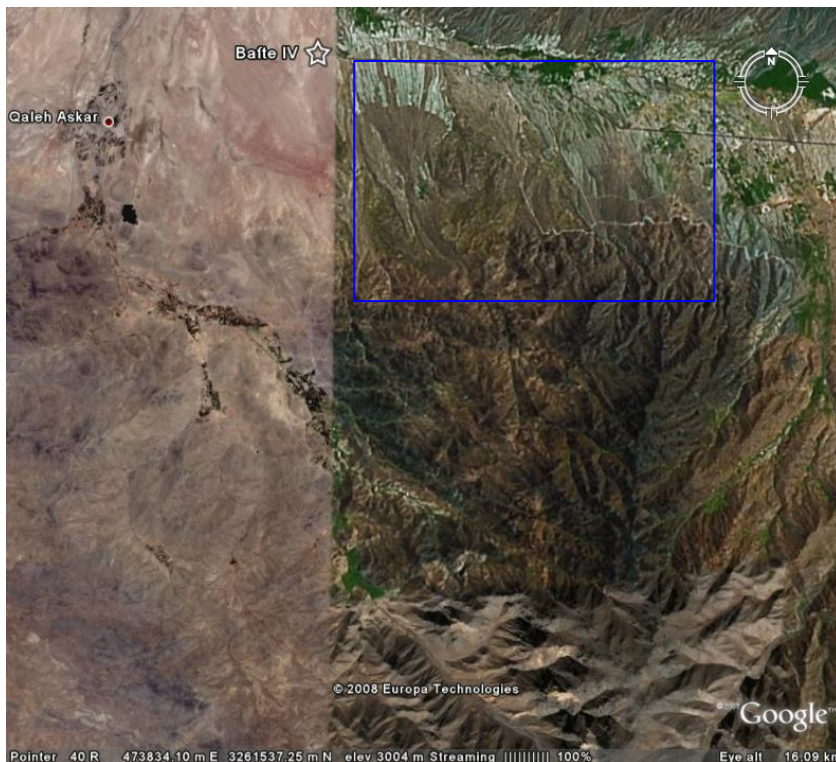
محدوده های مورد مطالعه ■



تصاویر ماهواره ای محدوده های مورد مطالعه بافت III, IV



تصاویر ماهواره ای محدوده مورد مطالعه بافت III



□ تصاویر ماهواره ای محدوده مورد مطالعه بافت IV

۲-۱- زمین ریخت شناسی منطقه

الگوهای پستی و بلندی ناحیه در محدوده ورقه یکصد هزارم بافت متأثر از عناصر زمین ساختی موجود بگونه‌ای است که بیشینه فرازای بلندی‌ها در ارتفاعات شمال معدن قنات مروان (۳۴۰۰ متر) و ارتفاعات بخش خاوری محدوده بافت IV (۳۸۰۰ متر) رخمون دارد.

۳-۱- اهداف پروژه و روش کار

هدف کلی در این طرح اجرای عملیات ژئوشیمی اکتشافی با شبکه نمونه‌برداری متراکم بر روی مناطق امیدبخش اکتشافی ورقه یکصد هزارم بافت بوده که در سال ۱۳۸۳ توسط شرکت پارس کانی ارائه شده است. براساس وضعیت حوضه آبریز و اطلاعات ژئوشیمیایی ناحیه‌ای محل نمونه‌های ژئوشیمی آبراهه‌ای و کانی سنگین طراحی گردید. با نهایی شدن نقشه نمونه‌برداری و تأیید کارفرما عملیات نمونه‌برداری انجام پذیرفت. به دلیل



آبدار بودن تمام آبراهه‌های منطقه در فصل کار نیاز به خشک کردن و آماده سازی نمونه‌ها بود بنابراین تمامی نمونه‌های برداشت شده خشک آماده سازی شده و سپس به آزمایشگاه ارسال شد. این آماده‌سازی شامل عبور نمونه از الکهای ۸۰-میش و نمونه‌های کانی سنگین از الک ۲۰-میش است.

نمونه‌های ژئوشیمی بسته‌بندی شده و برای انجام آنالیز به آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین فرستاده شد. همزمان با برداشت نمونه‌های ژئوشیمی و کانی سنگین عملیات برداشت زمین‌شناسی به کمک عکسهای هوایی با مقیاس ۱:۲۰,۰۰۰ نیز صورت پذیرفت و در نتیجه نقشه زمین‌شناسی با همین مقیاس تهیه شد. پس از انجام پردازشهای لازم بر روی داده‌های ژئوشیمیایی و مشخص نمودن مناطق ناهنجار عملیات کنترل ناهنجاری‌ها نیز انجام پذیرفت که گزارش آن به صورت یک بخش مجزا آورده شده است.

منطقه مورد مطالعه به عنوان بخشی از کمربند ارومیه دختر از جمله نواحی جدید معرفی شده برای انجام مطالعات اکتشافی است. با توجه به شرایط و وضعیت زمین‌شناسی در منطقه در این پروژه این ناحیه برای اکتشاف طلا، سرب، روی و مس در نظر گرفته شده است. با توجه به داده‌های موجود به طور کلی اهداف مورد نظر از اجرای این پروژه به شرح زیر می‌باشد.

- معرفی نواحی پتانسیل‌دار برای اکتشاف تفصیلی
- معرفی الگوهای اکتشافی برای این زون اکتشافی با هدف پی‌جویی ذخایر طلا، سرب و روی و مس
- معرفی اندیس‌های جدید معدنی

از مهمترین هدفهای پروژه بررسی ناهنجاری عناصر ژئوشیمیایی گوناگون به خصوص سرب، روی، عنصرهای پاراژنز، ارتباط ناهنجاریهای ژئوشیمیایی با زونهای دگرسانی در ناحیه اکتشافی و تعیین نوع و نحوه پراکندگی این فلزات در سنگهای دگرسان منطقه به منظور دستیابی به یک خطمشی صحیح و اصولی در امر پی‌جویی و اکتشافات بعدی و بالاخره برداشتهای نیمه‌تفصیلی از رگه‌ها و رگچه‌های سیلیسی قطع کننده محدوده دگرسانی به منظور بررسی وضعیت کانی‌سازی سرب و روی در آنها بوده تا در صورت مثبت بودن نتایج با استفاده از کاوش‌های زیرسطحی و دیگر مطالعات تفصیلی وضعیت کانی‌سازی سرب و روی و عنصرهای پاراژنز در ژرفا روشن گردد. در انجام پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی محدوده بافت به طور خلاصه همواره هدفهای زیر مد نظر بوده است:



۱- ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیایی پراکندگی برای عنصرهای مهم ژئوشیمیایی زیر :

Ag, Al, As, Au, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, La, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Th, Ti, Tl, U, W, Y, Zn, Zr

۲- بررسی نقشه پراکندگی کانی سنگین

۳- تهیه نقشه زمین‌شناسی - معدنی با مقیاس ۱/۲۰۰۰۰ از محدوده مورد مطالعه

۴- بررسی و کنترل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی با برداشت، مطالعه و بررسی نمونه‌های مینرالیزه و دگرسانی.

۵- مشخص نمودن مناطق با پتانسیل معدنی برای مرحله بعدی اکتشاف با تلفیق اطلاعات ژئوشیمیایی،

دگرسانی، کانه‌زایی و داده‌های مربوط به نمونه‌های کانی سنگین.

۱-۴- پیشینه مطالعاتی

منطقه مورد اکتشاف به دلیل قرار گیری در کمربند ارومیه دختر از دیرباز مورد توجه بسیاری از زمین‌شناسان

واقع شده است. مهمترین کارهای اکتشافی پیشین در ناحیه به شرح زیر است :

۱- تهیه نقشه یکصد هزارم بافت توسط کارشناسان یوگسلاوی سابق در سال ۱۹۹۵.

۲- گزارش زمین‌شناسی ساختمانی و تکتونیک منطقه بافت در غالب پروژه اکتشافات سیستماتیک در کمربند

ارومیه - دختر، توسط سعیدی و همکاران در سال ۱۳۷۸ در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

۳- قلمقاش و همکاران در سال ۱۳۷۸ گزارشی تحت عنوان مطالعات سنگ‌شناسی منطقه بافت در چهارچوب

پروژه اکتشافات سیستماتیک در کمربند ارومیه - دختر در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارائه

دادند.

۴- مهدی‌زاده و همکاران در سال ۱۳۷۸ گزارشی تحت عنوان مطالعات دورسنجی منطقه بافت در غالب پروژه

اکتشافات سیستماتیک در کمربند ارومیه - دختر در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارائه دادند.

۵- هاشمی و همکاران در سال ۱۳۷۸ گزارشی تحت عنوان مطالعات ژئوفیزیکی به روش مغناطیس‌سنجی و

راديومتری هوایی در منطقه بافت در سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارائه کردند.

۶- سعیدی و همکاران در سال ۱۳۷۸ گزارشی تحت عنوان زمین‌شناسی ساختمانی منطقه بافت - سازمان



زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور تهیه نمودند.

۷- جمهوری چک، (۱۹۹۸). گزارش ژئوشیمی ناحیه یزد- سبزواران، برگه یکصد هزارم بافت.

۸- عملیات اکتشاف تفصیلی معدن سرب و روی قنات مروان در سال ۱۳۷۰ توسط مهندسین مشاور تهران پادیر

۹- شرکت تحقیق و گسترش صنایع معدنی پارس کانی در سال ۱۳۸۳ گزارش مطالعات ژئوشیمی ورقه بافت را

برای سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور ارائه کرد. مناطق مورد مطالعه در این گزارش به عنوان

محدوده های امید بخش اکتشافی گزارش ورقه یکصد هزارم بافت بوده و طراحی شبکه نمونه برداری بر

اساس اطلاعات گزارش مذکور در این مناطق انجام شده است.

به منظور تشخیص ناهنجاریهای ژئوشیمیایی واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر

ناحیه لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای که با عملیات تعیین مش مشخص می‌شود و یا کانی سنگین

(جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و فاصله از منشاء

کانی‌سازی می‌باشد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته‌اند، برداشت نمونه از چنین

هاله‌هایی ممکن است موجب شدت‌بخشی به هاله‌های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط‌های لازم

جهت تفسیر اطلاعات به دست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق در بررسی رسوبات آبراهه‌ای برداشت

نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات

حاوی سیلیس برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط‌های

نمونه‌برداری فوق تحت شرایط خاصی می‌تواند بیشتر مفید واقع شوند.

برای طراحی شبکه نمونه‌برداری در این مرحله اشراف به ناهنجاری‌های مقدماتی ژئوشیمیایی، نتایج

مطالعات کانی سنگین در مرحله ناحیه‌ای، نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه و بالاخره تمام اطلاعات حاصل مطالعه

دگرسانی‌های موجود در منطقه و بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی می‌تواند مفید واقع شود. به این دلیل

ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین ورقه یکصد هزارم بافت که در سال ۱۳۸۳ توسط مهندسین مشاور پارس

کانی انجام شده است، می‌تواند جهت طراحی شبکه نمونه‌برداری در این مرحله مناسب باشد. در این جا هریک از

محدوده‌های اکتشافی از نظر ناهنجاری‌های موجود بررسی خواهد شد.



بر اساس داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای (پارس کانی، ۱۳۸۳)، از محدوده آنومالی بافت ۳ تعداد ۱۹ نمونه ژئوشیمی، ۷ نمونه کانی سنگین و ۴ نمونه مینرالیزه برداشت شده است. بر این اساس از محدوده آنومالی بافت ۴ تعداد ۸ نمونه ژئوشیمی، ۳ نمونه مینرالیزه و ۶ نمونه کانی سنگین برداشت شده است.

نتایج حاصل (جدول ۱) از آنالیز نمونه‌های ژئوشیمی نشان دهنده بالا بودن مقادیر سرب، روی، منگنز، مس و نقره است. ناهنجاری‌های این عناصر بر روی نقشه مشخص است. بر اساس نقشه طراحی شبکه نمونه‌برداری آنومالی‌های مهم سرب، روی، نقره، آنتیموان و منگنز در پایین دست معدن قنات مروان گسترش دارد. در محدوده بافت ۴ نیز آنومالی‌های گسترده‌ای از مس و مولیبدن گسترش دارند.



جدول ۱-۱- نتایج آنالیز نمونه های ژئوشیمی محدوده بافت ۳ و ۴ (پاس کانی ۱۳۸۳)

SAMPLE	Au	Ag	As	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Pb	Sb	Zn
32	0.001	0.04	23.2	0.35	71.7	5.31	0.03	1075	1.22	22.2	1.78	104
33	0.002	0.07	18.9	0.85	102.5	5.07	0.02	1010	1.23	23.5	2.02	128
34	0.008	0.07	24.6	0.41	111	5.5	0.01	958	2.93	22.7	4.08	104
35	0.002	0.07	23.9	0.44	100.5	5.02	0.01	897	2.16	19.4	2.71	91
36	0.006	0.08	25.2	0.37	331	5.01	0.01	827	3.09	23.4	2.61	95
40	0.006	0.11	24.8	1.68	135	5.22	0.01	1140	2.25	72.9	2.23	204
41	0.002	0.04	9.3	0.17	87.1	3.62	0.01	759	0.99	11.2	1.74	60
42	0.002	0.09	23.8	0.45	57	4.66	0.02	1235	0.9	32.1	2.63	119
109	0.002	0.06	52.8	0.14	47.4	5.57	0.09	838	0.87	28.5	0.83	88
110	0.003	0.03	20.2	0.07	46.5	6.53	0.03	827	0.74	10.2	0.53	99
111	0.007	0.04	14.6	0.08	47.6	5.5	0.04	733	0.77	11.4	0.69	83
117	0.01	0.09	35.8	0.43	89.2	6.93	0.01	1060	1.97	34.3	1.2	133
119	0.002	0.06	20	0.1	55.8	7.66	0.07	962	1.22	15.2	0.87	91
120	0.001	0.05	18.3	0.11	54.5	6.69	0.05	883	1.02	13.4	0.74	85
121	0.001	0.07	18.3	0.16	54.9	5.12	0.04	834	1.06	15.4	0.75	86
469	0.001	29.4	87.4	40.1	170	7.59	5.32	13333	3.96	13333	119	5640
470	0.008	7.53	47.9	19.1	101	6.13	1.74	7210	2.15	4730	45.9	2870
471	0.002	2.11	21.3	5.07	74.9	6.84	0.41	2680	1.24	1335	14.25	795
472	0.002	0.04	13.6	0.09	49	5.27	0.02	787	0.66	22.1	0.77	87
473	0.003	5.38	41.1	13.6	88.2	6.11	1.29	5510	1.81	3620	34.9	2090
474	0.002	1.28	31.1	1.42	58.3	4.71	0.32	1270	0.97	535	5.73	281
475	0.001	0.09	40.9	0.17	49.9	5.01	0.06	1045	1.06	23.4	1.17	90
476	0.002	3.38	30.8	8.59	70.9	6.37	0.97	4630	1.59	2320	21.1	1445
477	0.001	0.1	22	0.17	59.7	4.66	0.3	936	0.82	21.3	1.34	79
478	0.001	0.06	19	0.16	55.2	5.95	0.08	988	0.73	17.6	1.57	94
479	0.002	0.07	16.6	0.17	54.4	6.04	0.09	996	0.79	22.5	1.25	95
480	0.002	0.09	14.8	0.13	58.2	6.41	0.03	931	0.93	17.7	1.01	91

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات کانی سنگین کانی های گالن، سروزیت، پیرولوزیت، طلای آزاد، مالاکیت، سینابار و پیریت در نمونه های کانی سنگین دیده می شود. نتایج این مطالعات در جدول ۲ آورده شده است.



جدول ۱-۲- نتایج مطالعات کانی سنگین بافت ۳ و ۴ (پاس کانی ۱۳۸۳)

SAM.NO.	945	946	950	952	1923	1928	1929	1931	1932	1935	1995	1952	1953
ALT.SIL.	648.00	580.50	474.63	486.00	271.44	373.24	655.71	317.09	420.00	1644.16	420.00	450.00	357.94
AMPHIBOL	170.67	5.73	8.23	76.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
APATITE	PTS	PTS	PTS	PTS	0.00	PTS	PTS	0.00	PTS	PTS	PTS	PTS	0.00
BARITE	PTS	PTS	PTS	PTS	34.80	0.62	PTS	PTS	PTS	PTS	0.00	PTS	PTS
BIOTITE	PTS	PTS	0.00	PTS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PTS	0.00
CALCITE	PTS	PTS	PTS	PTS	0.00	PTS	0.00	0.00	0.00		0.00		
CHLORITE	0.00	PTS	0.00	0.00	0.00	PTS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PTS	0.00
CERUSSITE	0.00	0.00	0.00	0.00	25.13	PTS	PTS	PTS	0.00	PTS	0.00	PTS	0.00
EPIDOTS	0.00	0.00	0.00	0.00	PTS	94.00	388.57	217.60	211.56	365.37	211.56	68.00	56.34
FELDSPAR	PTS	PTS	PTS	0.00	10.44	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS
GALENA	0.00	0.00	0.00	0.00	116.00	PTS	PTS	PTS	0.00	PTS	0.00	PTS	0.00
GARNET	960.00	286.67	0.00	PTS						0.00	0.00	0.00	0.00
GOLD	PTS	PTS	0.00										
GOETHITE	11.73	78.83	229.08	316.80	272.21	60.82	251.43	281.60	136.89	472.83	136.89	352.00	291.66
HEMATITE	282.67	284.88	275.93	254.40	655.79	439.59	908.57	565.33	412.22	1993.41	412.22	424.00	351.31
ILMENITE	0.00	84.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PTS	0.00	0.00	0.00		
KIANITE	0.00	PTS	PTS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
LIMONITE	0.00	0.00	9.78	0.00	117.55	0.00	0.00	81.07	5.91	PTS	5.91	228.00	188.91
MAGNETITE	1941.33	1118.00	238.88	187.20	261.39	1006.35	3788.57	277.33	1051.56	4780.84	1051.56	346.67	172.34
MALACHITE	0.00	0.00	0.00		0.00	PTS	PTS	0.00	0.00	0.00			
OLIGISITE	PTS	8.96	0.00		0.00	69.12	0.00	10.67	PTS	268.65	PTS	10.00	PTS
OLIVINE	101.33	136.17	593.51	456.00	11.75	5.25	10.86	162.13	236.44	20.42	236.44	152.00	125.94
PYROLUSITE	0.00	86.00	PTS		1484.80	PTS	PTS	10.24	PTS	0.00	PTS		
PYRITE	PTS	0.90	0.77	PTS	174.00	0.69	PTS	0.67	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS
PYRITE LIMONITE	0.00	0.00	11.32		0.00	0.00	0.00	PTS	0.00	0.00			
PYRITE(OXIDE)	266.67	179.17	390.47	360.00	154.67	69.12	0.00	PTS	0.00	PTS	0.00	10.00	8.29
PYROXENES	85.33	57.33	PTS	7.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	PTS	PTS
RUTILE	PTS	PTS	0.00	0.00	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS
SERPENTINE	6.93	46.58	135.36	124.80	PTS	35.94	PTS	55.47	40.44	PTS	40.44	52.00	43.09
SPHENE	0.00	PTS	0.00	0.00						PTS	0.00		
STIBNTIE	0.00	PTS	0.00										
ZIRCON	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS	PTS
CINNABAR					0.00	0.00	0.00	PTS	0.00	PTS			
MARTITE					0.00	276.47	571.43	213.33	77.78	1074.62	77.78		

نتایج حاصل از آنالیز نمونه های مینرالیزه (جدول ۳) نشان دهنده مقادیر بالای سرب، روی، نقره، مس،

منگنز و بیسموت است. موقعیت این نمونه ها بر روی نقشه پیوست نشان داده شده است.



جدول ۱-۳- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه بافت ۳ و ۴ (پاس کانی ۱۳۸۳)

No	Au	Ag	As	Bi	Cu	Mn	Mo	Pb	Zn	V
1933	0.00	0.20	5.00	2.00	27.00	386.00	1.00	42.00	467.00	68.00
1953	0.00	76.40	8.00	25.00	86.00	1175.00	18.00	13440.00	11622.00	58.00
1954	0.01	28.20	20.00	2.00	134.00	1155.00	1.00	17370.00	13350.00	100.00
944	0.00	0.30	76.00	2.00	132.00	619.00	2.00	2.00	56.00	82.00
948	0.01	0.20	10.00	2.00	201.00	545.00	2.00	9.00	49.00	217.00
1958	0.04	1.90	45.00	4.00	2824.00	927.00	23.00	230.00	797.00	102.00
1960	0.00	0.20	23.00	2.00	2380.00	320.00	37.00	21.00	108.00	9.00

در نهایت با توجه به گسترش آنومالی های کانی سنگین، ژئوشیمی و مینرالیزه تعداد ۲۳۳ نمونه ژئوشیمی و

۸۰ نمونه کانی سنگین طوری طراحی گردید که در مناطق ناهنجار با تراکم بالا و در مناطق خارج از آنومالی ها با

تراکم کمتر منطقه تحت پوشش اکتشافات ژئوشیمی نیمه تفصیلی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ قرار گرفت.



نقشه نمونه برداری



فصل دوم

زمین شناسی منطقه

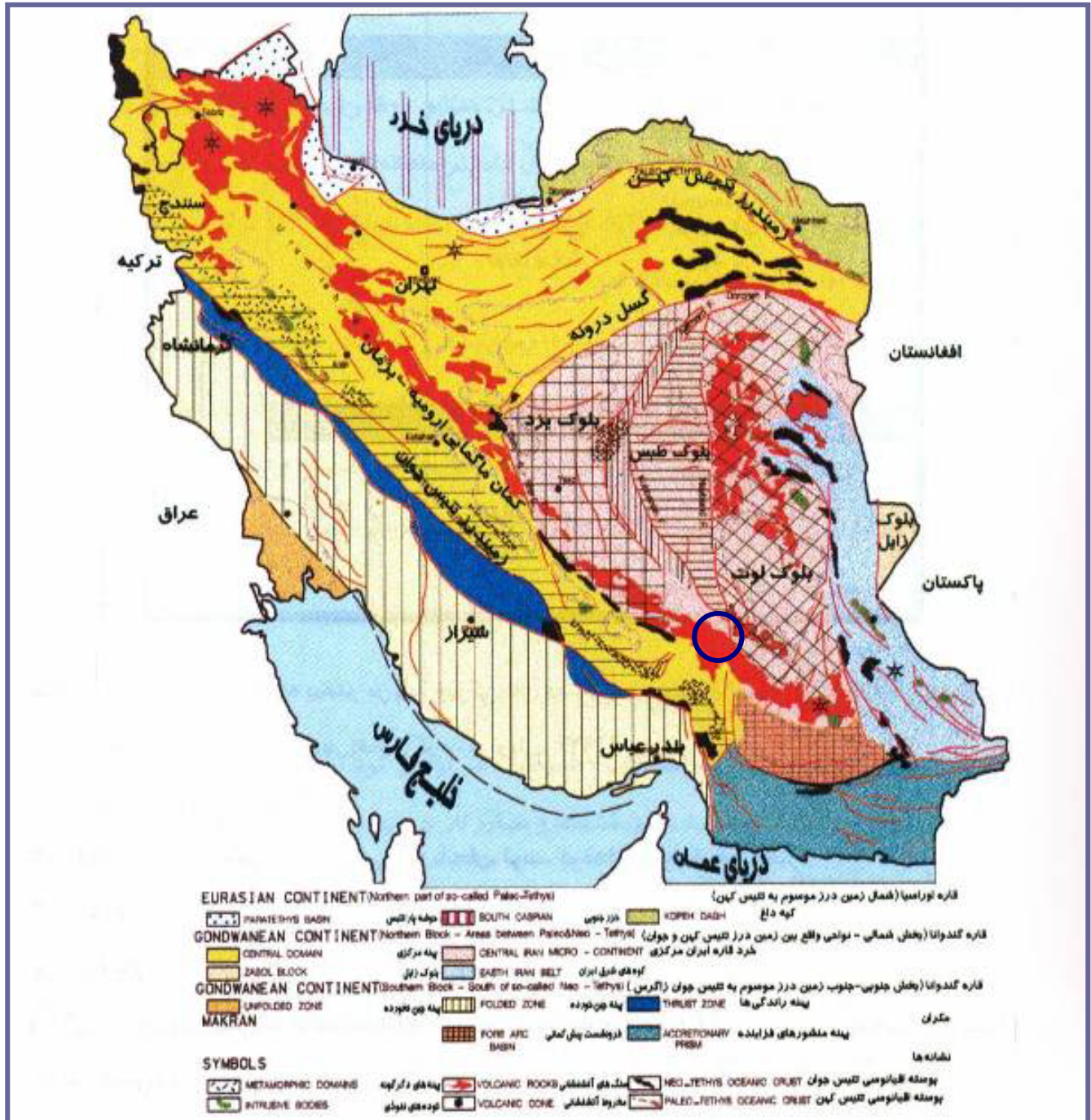


۲- زمین شناسی منطقه

۲-۱- جایگاه زمین شناسی

منطقه مورد مطالعه از نظر تقسیمات زمین شناسی در جنوب زون ایران مرکزی و در بخش جنوب خاوری کمربند ولکانیکی ارومیه- دختر قرار دارد. کمربند آتشفشانی ارومیه- دختر به صورت نوار طولی با روند شمال باختر- جنوب خاور از سهند تا بزمان و به موازات زون دگرگون شده سنندج- سیرجان کشیده شده است. این نوار به طور عمده از سنگ های آتشفشانی و آذرآواری ترشیر تشکیل شده است به طوری که در ورقه بافت حدود ۷۰ درصد رخنمون های سنگی متعلق به سنگ های آتشفشانی است. فعالیت پلوتونیزم به صورت جایگیری توده های درونی و نیمه عمیق در زمان های الیگوسن و میوسن میانی و بالایی صورت گرفته است. همچنین در بخش های جنوبی ناحیه واحدهای افیولیتی کرتاسه (زون افیولیتی نائین- بافت) در حد واسط دو زون ارومیه- دختر و سنندج- سیرجان قرار گرفته اند

شکل ۲-۱- واحدهای تکتونیکی- ساختاری ایران (آقنابتی، ۱۳۸۳).





۲-۲- زمین شناسی عمومی

سنگ‌های دگرگونی شبیه سکانس پرمین ورقه سیرجان در ناحیه کوچکی از جنوب ورقه دیده می‌شوند و شامل فیلیت‌های تیره کوارتزار، سربیسیت شیست و آهک دانه شکر سفید رنگ که گاه دولومیتی شده اند، هستند. آمیزه رنگین در شمال باختر بافت و گوشه جنوب خاور ناحیه مطالعاتی رخنمون دارد. زمینه اغلب از هارزبورژیت که کاملاً سرپانتینی شده با بقایایی از پیروکسن‌های اورتورومبیک، دانه‌های پراکنده کرومیت و رگه‌هایی از آزبست تشکیل شده است. در این سرپانتین‌ها استوک‌های کوچک گابرو (گاه در حد چند متر) نفوذ کرده‌اند. توده‌های بزرگ گابرو از تیپ نوریتیک با ترکیب اوژیت و هیپرستن و پلاژیوکلاز لابرادوریت تا بیتونیت هستند. این سنگها به شدت آتره هستند و سوسوریتی و اورالیتی شده اند. در زمینه اولترامافیک بلوک‌هایی از اسپیلیت‌ها تشکیل شده اند که از پلاژیوکلازهای آلبیتی شده، پیروکسن‌های مونوکلینیک و محصولات ثانوی تشکیل شده اند. عدسی‌های سنگ‌های آهکی اغلب از بیومیکرایت و جانداران ریز پلاژیک نشانگر سن کامپاین-ماستریشین هستند. در این سنگ‌ها بلورهای مختلفی از کوارتزهای اوتوژن و فلدسپار تشکیل شده اند. اسپارایت‌های ریزدانه‌ای همراه با اجزا lithothamnium و جانداران ریز مربوط به کمپلکس‌های ریفی و بلوک‌هایی از میکریته‌های مارلی رادیولردار نیز دیده می‌شوند.

قدیمی‌ترین واحد دارای رخنمون از سکانس ائوسن شامل ماسه سنگ و مارل ماسه‌ای در باختر تیتوئیة دیده می‌شود و مرزهای تکتونیک با سنگ‌های اطراف دارد. رسوبات در این قسمت‌ها حالت توریدیتی دارند. سن این واحد روشن نیست: فسیلهایی از ائوسن میانی در ماسه سنگ‌ها و مارن دیده شده‌اند اما اطمینانی نیست که متعلق به خود واحد یا جوانتر از آن هستند.

ماسه سنگ‌ها، کنگلومراها و جریانهای گدازه آندزیت-بازالتی در ناودیس جنوب باختر روستای کیسکان رخنمون دارد. در مرکز ناودیس کنگلومراها رخنمون دارند و ماسه سنگها و جریانهای گدازه، کنگلومرا با پیلهای ولکانیک و ماسه سنگ‌های خاکستری یا سبز قرار دارند. فقط بعضی از لایه‌های سنگ آهک، دارای جانداران ائوسن میانی است. آندزیت بازالتها، اوژیتی با زمینه هولوکریستالین دارای میکروولیت‌های خودشکل پلاژیوکلاز، دانه‌های دگرسان شده پیروکسن مونوکلینیک و کانیهای آهن دار ثانویه هستند. تراکی آندزیت - بازالتها همراه با



آندزیت بازالت ها رخنمون دارند و تفاوتشان با آنها در داشتن درصد آلکالی فلدسپار بالاتر است. ناحیه نسبتاً بزرگی در بخش شمال باختری برگه از ماسه سنگ و کنگلومرا تشکیل شده است. بخش پایینی واحد، در باختر کوه شاه بیشتر از آگلومرا و توف تشکیل شده است. واحد از ماسه سنگ خاکستری تا سبز تشکیل شده است که متناوباً توفی است. یعنی تناوبی از توف، ماسه سنگ، سیلتستون، کنگلومرا و ماسه سنگ پیلی به شکل جریان رسوبی و لایه یا عدسی‌هایی از ماسه سنگ نومولیتی و بیواسپارایت است.

در ماسه سنگ های توفی فسیلهای سن ائوسن میانی دیده شده اند، کنگلومرا نیز در بالاترین بخش سکانس قرار دارد.

در طول شیبهای باختری کوه شاه یک سکانس جوانتر رخنمون دارد که به احتمال قوی با ناپیوستگی روی واحدهای قدیمی تر قرار می‌گیرد. این واحد توربیدیتی است و از توفیتها یا کالک آرنایت‌های ماسه‌ای متناوب با لایه‌های سیلتستون با ضخامت چند سانتیمتر تشکیل شده، شامل افقی از کنگلومرا است که بالای سکانس را مشخص می‌کند و یک افق ماسه سنگ قرمز تا سفید حاوی نومولیت دیسکوسیکیلینا را می‌پوشاند. پیل ها داخل کنگلومراها حاوی جانداران کرتاسه و نومولیت‌های ائوسن هستند. این سنگ ها با ماسه سنگ توفی و سنگ آهک دارای مقدار زیادی نومولیت لوماشلا تشکیل شده اند.

سکانس ریولیتی با مرز ناپیوسته روی این واحد قرار دارد، در آغاز ریولیت ایگنمبریتی با ضخامت متغییر در شمال ناحیه تشکیل شده و در پی آن واحد ضخیم آگلومرا، توف و جریان گدازه آندزیتی آمده است.

در بدنه اصلی کوه شاه این واحدها به خاطر نفوذ گرانیتهای متعدد قابل تشخیص نیستند. واحد نشان داده شده در نقشه شامل واحد شرح داده شده و احتمالاً بخش هایی از واحدهای قدیمی تر ائوسن است. خاور روستای سیه بنیه، در بخش خاوری برگه بافت جریان گدازه آندزیت- بازالت و پیروکلستاها همراه با واحدی از توف و ماسه سنگ توفی تشکیل شده است که ممکن است مطابق پیروکلستاها و آندزیت‌های دامنه های باختری کوه شاه باشد. آندزیت‌ها فنوکریست‌های بزرگ آندزین و آثاری از کانیهای مافیک در زمینه نشان می‌دهند. ریولیتها سنگهای روشن با فنوکریست‌های بزرگ آندزین و آثاری از کانیهای مافیک در زمینه نشان می‌دهند. ریولیتها سنگهای رنگ روشن با فنوکریست‌های ریز کوارتز و فلدسپار آلتره در زمینه ای که تا حدودی تبلور مجدد یافته است و تا حدودی کانی های



رنگی آهن دار نشان می دهد، هستند. ایگنمبریت زمینه شیشه ای و اجزا کوارتز و فلدسپار پتاسیم دار دارد. تمام این واحدها با افق ضخیمی از سنگ آهک لپیدوسیکیلیندار پوشیده شده اند که دارای گونه های الیگوسن (احتمالاً میانی) هستند.

به سمت شمال این سنگها بطور جانبی به ماسه سنگ و مارن ماسه ای حاوی فسیل های میوسن تبدیل می شود که احتمال انتقال پیوسته به میوسن را به ذهن می آورد. این افق با جریانهای گدازه آندزیتی و پیروکلاستیکها و قدری کنگلومرا پوشیده شده است (جنوب کوه سیاه) که جریانهای گدازه غالب هستند. تمامی این سنگها بر اثر عملکرد گرانیت کوه سیاه به درجات مختلفی دگرسان شده اند. فقط جنوب کوه سیاه با ناپیوستگی با کنگلومرا پوشیده شده که به سمت بالا به کنگلومرای قرمز و ماسه سنگ تبدیل می شود. این لایه ها در بین خود افقهای سنگ آهکی با جلبکهای میوسن پایینی دارد. لایه های قرمز بالایی در جنوب خاوری برگه، ظاهر مشخصی دارند و شامل سیلتستون قرمز (در بخش بالایی سازند مایل به خاکستری) و لایه های ضخیم آهکی هستند. معمولترین تیپ سنگها آركوزهای آهکی دارای لایه بندی متقاطع و میکرایتهای ماسه ای هستند، که به شکل لامینه های نازک در سیلتستونها هم حضور دارند. فسیل های میوسن (احتمالاً میانی) در این سازند یافت شده اند. سنگ های گرانیتوئیدی در قسمت شمال خاور برگه به خوبی برونزد دارند و بدنه اصلی کوه شاه (کوه لاله زار) را تشکیل داده اند و ولکانیک ها و رسوبات آتوسن را تحت تاثیر قرار داده اند اما ارتباط سنی آنها با لایه های قرمز روشن نیست. فقط فرض می شود که گرانیتها ممکن است جوانتر از رسوبات دیگر باشند که در اینصورت سن آنها در میوسن میانی یا بالایی قرار می گیرد. این سنگها غالباً گرانودیوریت هورنبلند-بیوتیت دار هستند که گاه به گرانیت پلاژیوکلازدار و کوارتز دیوریت دارای اوژیت تبدیل می شوند. پلاژیوکلازها اغلب آندزین با ۳۰ تا ۴۰ درصد آنورتیت هستند. کوارتز و فلدسپار پتاسیک نیز به صورت فرعی حضور دارند. همبری سنگ های گرانودیوریتی به خوبی با اسکارن دارای گارنت، اپیدوت، کلریت و کربنات تبلور مجدد یافته قابل تشخیص است.

در کوه لنگر، یک سکانس از ماسه سنگ با سخت شدگی کم و کنگلومرا به سن میوسن حضور دارد. در بخش های پایینی این سکانس، جریانهای پیروکسن-آندزیت به رنگ خاکستری تیره دیده می شود که فنوکریستهای آن، از آندزین آلبیتی شده تا لابرادوریت، پیروکسن مونوکلینیک تا اورتورومبیک که تحت تاثیر



دگرسانی دوتریک قرار گرفته و زمینه ریزبلور حاوی میکروولیت های پلاژیوکلاز، دانه های پیروکسن و کانی های آهن دار تشکیل شده است. در طول یال های شمالی کوه شاه، کنگلومرا و پیروکلاستیک ها با میان لایه های گدازه آندزیتی و داسیتی رخنمون دارند. ارتباط زمانی این سنگها با سکانس میوسن کوه لنگر معلوم نیست. از طبیعت ولکانیک ها می توان استنباط کرد انطباق احتمالی بین سنگ های یال شمالی کوه شاه و بخش بالایی کوه لنگر وجود داشته باشد.

در جنوب بافت یک سکانس ضخیم نئوژن با سیلتستون های قرمز و ماسه سنگ خاکستری تا حدی شبیه لایه های قرمز بالایی وجود دارد. این لایه ها با ماسه سنگ خاکستری و سیلتستون و گاه ماسه سنگ با سخت شدگی ضعیف و کنگلومرا ادامه می یابند. این سه واحد به سمت خاور هم پوشانی متغییری نشان می دهند. کنگلومراها مستقیماً روی کف- لایه های قرمز بالایی- در بخش خاوری منطقه نهشته شده اند.

واحدی با پیل های ولکانیک فراوان در نقشه جدا شده است که اغلب در راس قرار می گیرد. در این پهنه رسوب گذاری با گراول ها و کنگلومرای سست پایان می پذیرد که این می تواند هم ارز زمانی کنگلومرا در طول بالهای شمالی کوه شاه و کنگلومراهای سست در کوه لنگر باشد. در خاور رابر، کنگلومرا و ماسه سنگ برونزد دارد که از اجزا سازندهای اطراف تشکیل شده اند و دایک های آندزیتی در آنها نفوذ کرده اند. سن این واحد می تواند قدیمی تر از اجزا نئوژن بالایی باشد.

رسوبات کواترنری، مخروط های ماسه ای قدیمی و جدید، آبرفت عهد حاضر و یک پهنه رسی در جنوب بافت را تشکیل می دهند. تقسیم بندی دشت به قدیمی و جدید در قسمتهایی مشکل است: در مناطقی رسوبات به نظر قدیمی می رسند اما با هیچ آبراهه ای بریده نشده اند.

۲-۳- بررسی های زمین شناسی اقتصادی و قابلیت های متالورژی

منطقه مورد مطالعه در بخش مرکزی ورقه یکصد هزارم بافت واقع شده است. این منطقه از لحاظ تکتونیکی بخشی از کمربند ولکانیکی ارومیه-دختر را در بر می گیرد. از لحاظ متالورژی غنی ترین منطقه مس دار ایران را شامل می شود. در این محور بیش از ۲۰۰ اندیس معدنی و کانسار مس، سرب و روی شناخته شده است که تعدادی از آنها از



نوع رگه ای و تعدادی دیگر از نوع پورفیری است. واحدهای سنگی این محور توسط گسل های شمالی-جنوبی و شمال باختر جنوب- جنوب خاور تحت تاثیر قرار گرفته اند.

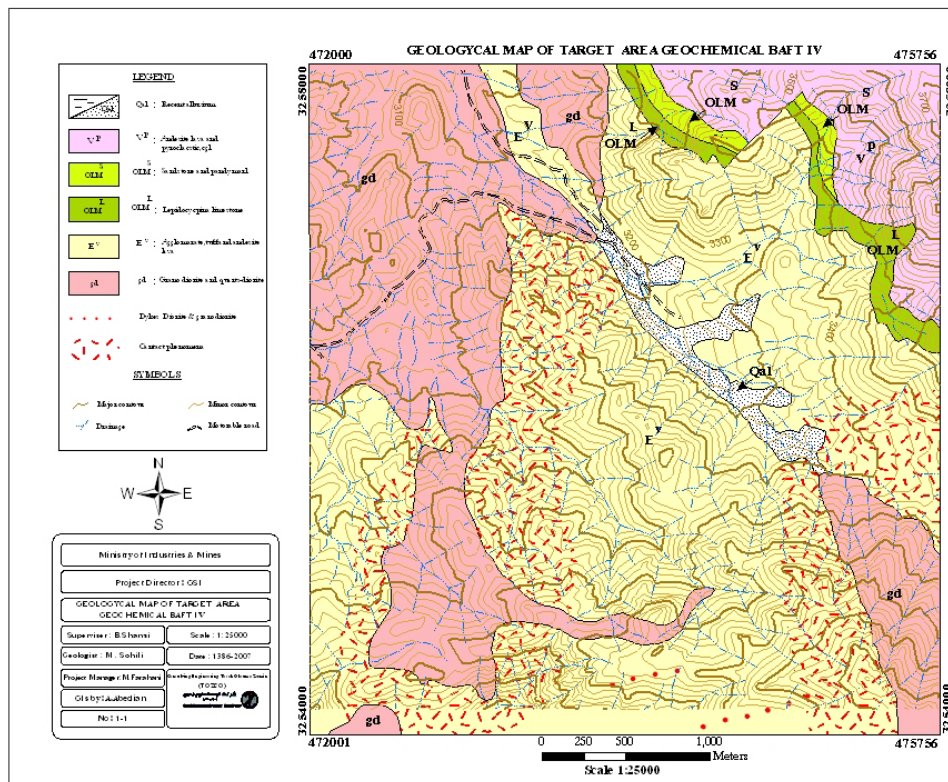
سنگهای درونگیر منطقه سنگهای ولکانیکی ترشیری است که از ائوسن پسین تا پلیستوسن با ترکیب آندزیت - تراکی آندزیت تا داسیت، توف و غیره ادامه داشته است. توده های نفوذی با ترکیب گرانیتوئیدی این مجموعه را قطع کرده و منجر به ایجاد دگرسانی های بسیار وسیع گرمابی کرده است. (مقصودی ۱۳۸۴).

کانی زایی مس در نوار ایران مرکزی در رابطه با فرورانش ورقه عربستان به زیر ایران مرکزی تفسیر می شود. از نظر نوع سنگ در برگیرنده و نحوه جایگیری ماده معدنی، دو تیپ کانی زایی پورفیری و رگه ای در این نوار قابل تشخیص است. کانی زایی پورفیری در متن یا اطراف توده های نفوذی نیمه عمیق با ترکیب دیوریتی، کوارتز دیوریتی و یا نزدیک دهانه آتشفشان ها و گنبد های آتشفشانی صورت گرفته است. کانسارهای سرچشمه، میدوک و کوه پنج از این نوع هستند. کانی زایی تیپ رگه ای مس، سرب و روی به طور عمده در مجموعه آتشفشانی پالئوژن تشکیل شده است که از آن میان می توان به کانسار مس چهارگنبد و کانسار سرب و روی قناب مروان اشاره کرد. نسبت کالکوپیریت به پیریت، نسبت متغیری است که به سوی سطح توپوگرافی، اندازه پیریت و کالکوپیریت افزوده می گردد. در سطوح توپوگرافی همچنین کانه های مالاکیت و آزوریت به وجود آمده که عامل پیدایی آنها دگرسانی ثانویه با میانجیگری آبهای جوی است.

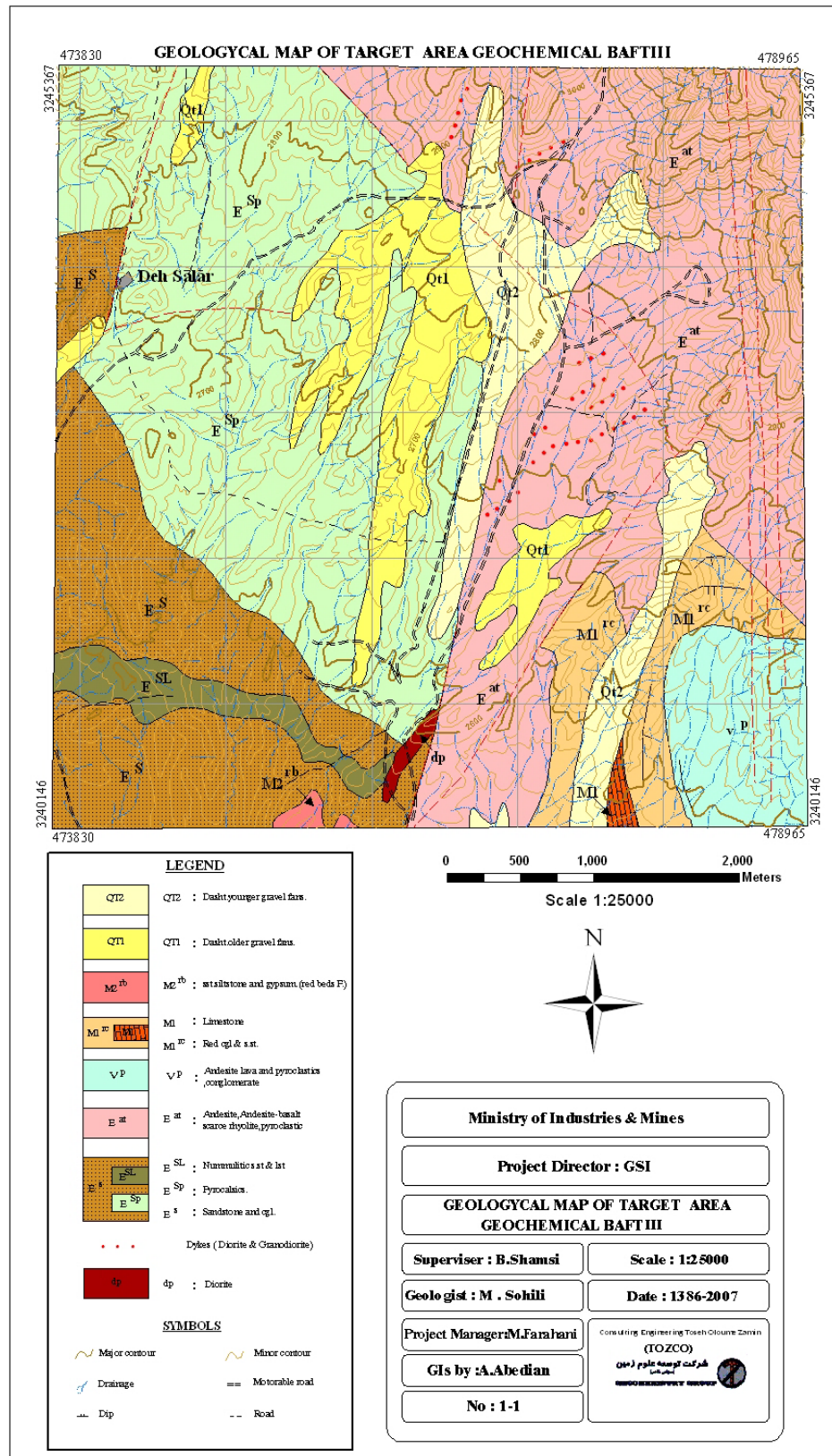
معدن سرب و روی قنات مروان در فاصله ۲۴ کیلومتری شمال خاوری بافت و ۱۴ کیلومتری بزنجان واقع شده است. نزدیکترین آبادی ها به معدن فوق عبارتست از: آهو - بزنجان - رابر. محدوده مورد نظر در طول ۳۸ ۴۲^o و عرض ۵۰ ۲۱ ۲۹^o واقع شده است. بهره برداری از معدن فوق طی شماره ۸۴۳۰ مورخ ۴۱/۰۳/۱۰ بمدت ۲۵ سال بنام شرکت سهامی کل معادن و فلزات ایران صادر گردید. آب و هوای ناحیه بیلاقی بوده و در زمستان برف و باران زیاد می بارد و چون کار استخراج زیرزمینی می باشد در تمام سال قابل بهره برداری است ولی از کارخانه حداکثر ۱۰ ماه می توان بهره برداری نمود. محدوده دارای باد موسمی بوده و جهت باد عموماً جنوبی- شمالی بوده و حداکثر درجه حرارت ۳۰ درجه بالای صفر و حداقل ۵ تا ۷ درجه زیر صفر می باشد. بلندترین برآمدگی های ناحیه معدن ۳۴۰۰ متر نسبت به سطح دریا ارتفاع دارد. محدوده معدن از نظر توپوگرافی نسبتاً مرتفع



بوده و بواسطه سختی سنگ تحت تأثیر شدید عوامل جوی قرار نگرفته است. سنگهای تشکیل دهنده از نوع توف و توف آندزیتی و در فاصله های دورتر آهک، مارن، ماسه سنگ و آهک دولومیتی و رگه های نسبتاً ضخیم کوارتزیت می باشد. کانه زایی عموماً در محل کنتاکت و گسل ها و شکستگی ها بوده است. ماده اصلی معدن فوق سرب و روی بصورت رگه های به ضخامت ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر بوده و بعلاوه در رگه های اصلی پاشیدگی کانه از ۲ تا ۳ متر مشاهده می شود. طول رگه یک ۱۵۰ تا ۱۷۰ متر و افراز ۳۵۰ متر و طول رگه دو ۱۶۰ متر و افراز ۳۵۰ متر می باشد. نوع کانه گالن با عیار ۷ درصد و اسفالریت (بلند) با عیار ۸ درصد می باشد و کانه های فرعی ملاکیت - کالکوزین - نقره و طلا می باشد. باطله کانه سیلیس - آهن و کمی منگنز می باشد. ذخیره مرئی کانسار ۴۰۰ هزار تن و ذخیره احتمالی آن بیش از ۵۰۰ هزار تن می باشد.



شکل ۲-۲- نقشه زمین شناسی محدوده بافت IV



شکل ۳-۲- نقشه زمین شناس محدوده بافت III



فصل سوم

اکتشافات ژئوشیمیایی



۳- اکتشافات ژئوشیمیایی

۳-۱- روش نمونه برداری و اهداف آن

هدف از بررسیهای اکتشافی ژئوشیمیایی به روش آبراهه‌ای مشخص کردن مناطق امیدبخش برای مراحل بعدی اکتشاف می‌باشد. با توجه به وسعت زیاد و گسترده محدوده اکتشافی، روش بررسی هاله‌های لیتوژئوشیمیایی نمی‌تواند مورد استفاده قرارگیرد چرا که در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مساحت محدوده فوق‌العاده زیاد بوده و در نتیجه آنقدر هزینه اکتشافی بالائی دارد که از لحاظ اقتصادی توجیه‌پذیر نمی‌باشد. لذا محیط‌های در برگرنده هاله‌های ثانوی عنصرها در محیط‌های سطحی نظیر خاکها، آبرفتها، رسوبات رودخانه‌ای، یخرفتها، شیب‌رفتها و غیره، که ضمن هوازدگی سوپرژن کانسارها تشکیل می‌شوند، می‌تواند در این مرحله اکتشافی مورد توجه قرار گیرد.

در بررسیهای ژئوشیمی اکتشافی در حوضه‌های آبریز تحت شرایط آبراهه‌ای گوناگون، به ویژه با بارندگی متوسط، اغلب و یا حتی به طور انحصاری روش بررسی رسوبات رودخانه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این نوع بررسی مواد هر نمونه می‌تواند معرفی از ترکیب شیمیایی مواد بالا دست خود باشد. به طور خلاصه پوشش وسیع یک نمونه، آسانی نمونه برداری و آماده‌سازی، وجود هاله‌های پراکندگی وسیع و سادگی اجرا از امتیازات مثبت این روش می‌باشد. بالا بودن احتمال آلودگی، تغییر وضعیت مورفولوژیکی و فعال بودن پدیده رسوبگذاری مجدد رودخانه‌ای و در نتیجه مشکل شدن تفسیر داده‌ها و روابط آنها با منبع تولید ناهنجاری از امتیازات منفی این روش می‌باشد. ناهنجاریهای کاذب ژئوشیمیایی را می‌توان با برداشت و مطالعه همزمان نمونه‌های کانی سنگین کنترل و مشخص نمود.

۳-۱-۱- نمونه برداری توجیهی ژئوشیمیایی (Orientation Survey) در منطقه بافت

مطالعات توجیهی یک تحقیق اولیه طراحی شده برای کسب اطلاعات جهت برنامه‌ریزی بهینه یک پروژه است. هدف از این مطالعات ارائه راهکارهایی جهت ماکزیمم ساختن تمایزات ناهنجاری‌ها است. انجام این مطالعات در نواحی فاقد اطلاعات ژئوشیمیایی از اهمیت حیاتی برخوردار است. در این نواحی نمونه‌های توجیهی بایستی از مجاورت کانسارهای شناخته شده و شواهد معدنی و همچنین از مناطق غیر کانی سازی شده برداشت شوند تا پوشش



کامل شرایط طبیعی محیط را منعکس سازند.

نمونه برداری توجیهی در جهت تعیین بهترین اندازه ذرات که بتوانند ناهنجاری‌های معنی داری ایجاد نمایند، تعیین مشخصه‌های ژئوشیمیایی و بالاخره بهترین و مناسب‌ترین دانسیته نمونه برداری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

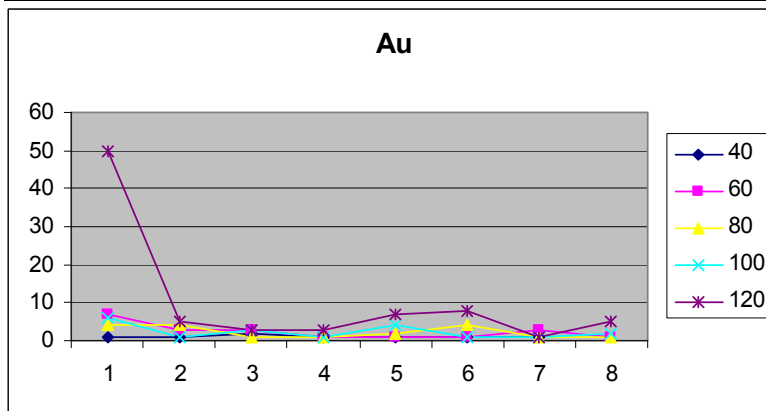
در پروژه اکتشافات ژئوشیمیایی بافت تعداد ۴۰ نمونه توجیهی از بخش شمالی منطقه اکتشافی بافت با پنج سایز ۴۰-، ۶۰-، ۸۰-، ۱۰۰- و ۱۲۰- و از ۸ ایستگاه نمونه برداری برداشت شد. به این ترتیب که در هر منطقه در پایین‌تر از یک اندیس مشخص (معدن سرب قنات مروان) به فاصله ۱۰۰ متری داخل آبراهه نمونه‌ای با مش‌های مختلف برداشت می‌شد و سپس ۱۰۰ متر پایین‌تر نمونه دیگری برداشت شده است.

۳-۱-۲- نتایج حاصل از نمونه برداری توجیهی

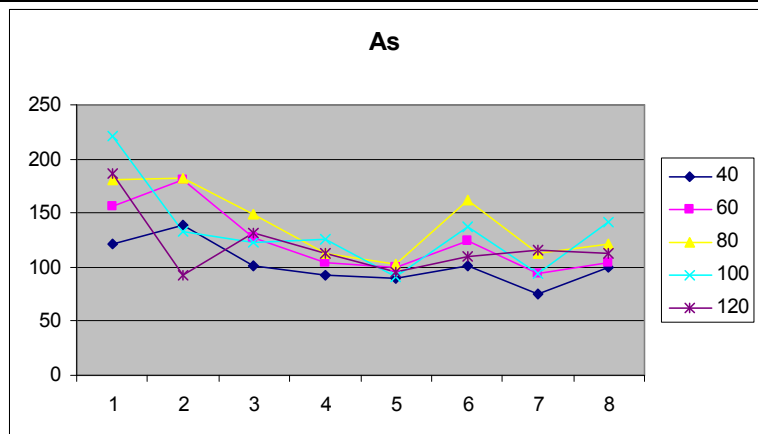
با استناد به نتایج آنالیز نمونه‌های توجیهی در هریک از سه منطقه مورد اکتشاف و با استفاده از نمودارهای خطی (Line chart) در منطقه بافت، بصورت زیر ارائه شده است. در نهایت با توجه به نتایج نمونه‌های مذکور مش ۸۰ جهت نمونه برداری انتخاب شده است.



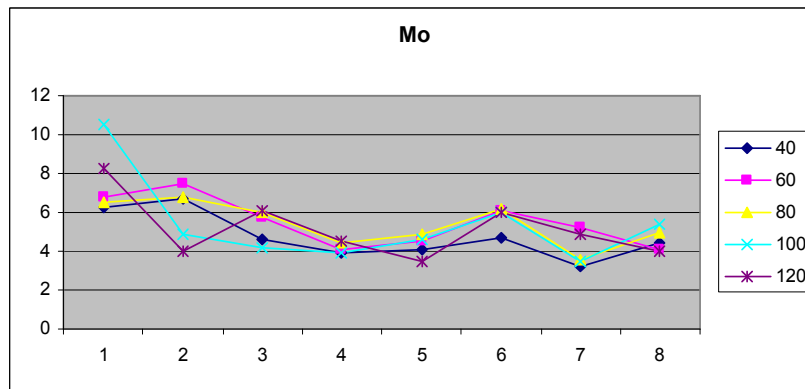
Au	40	60	80	100	120
S1	1	7	4	6	50
S2	0.75	3	4	1	5
S3	2	3	1	3	3
S4	0.75	0.75	0.75	1	3
S5	1	1	2	4	7
S6	1	0.75	4	1	8
S7	0.75	3	0.75	1	1
S8	0.75	0.75	0.75	2	5



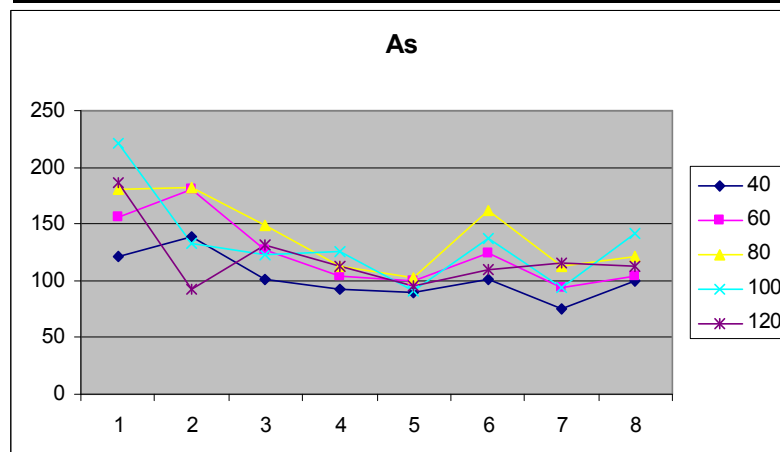
As	40	60	80	100	120
S1	121.7	155.8	180.3	221.5	186.3
S2	138.5	180.5	182.6	132.9	93.2
S3	101.4	127	148.5	122.5	130.8
S4	93.1	103.5	113.3	125.8	112.9
S5	89.5	99.8	103.2	91.7	95.9
S6	101.7	123.8	161.9	137.6	109.8
S7	74.5	94.1	112.8	93.8	115.1
S8	100.4	103.4	121.3	142	113



Mo	40	60	80	100	120
S1	6.3	6.8	6.5	10.5	8.3
S2	6.7	7.5	6.8	4.9	4
S3	4.6	5.7	6	4.2	6.1
S4	3.9	4.1	4.4	3.9	4.5
S5	4.1	4.5	4.9	4.6	3.5
S6	4.7	6.1	6.2	6	6
S7	3.2	5.2	3.6	3.5	4.9
S8	4.4	4.1	5	5.4	4

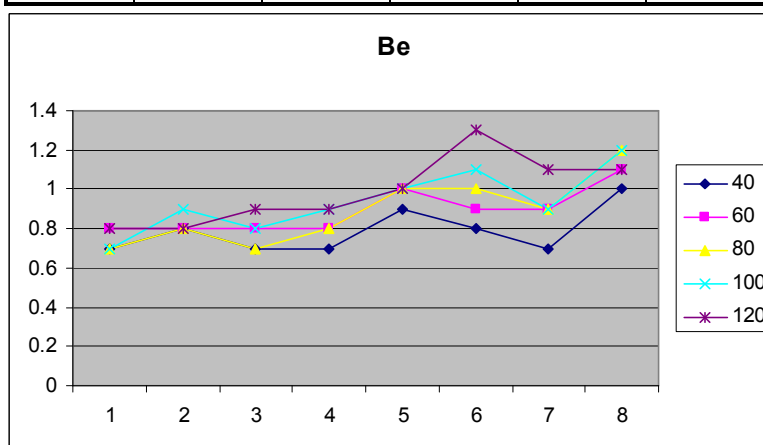


As	40	60	80	100	120
S1	121.7	155.8	180.3	221.5	186.3
S2	138.5	180.5	182.6	132.9	93.2
S3	101.4	127	148.5	122.5	130.8
S4	93.1	103.5	113.3	125.8	112.9
S5	89.5	99.8	103.2	91.7	95.9
S6	101.7	123.8	161.9	137.6	109.8
S7	74.5	94.1	112.8	93.8	115.1
S8	100.4	103.4	121.3	142	113

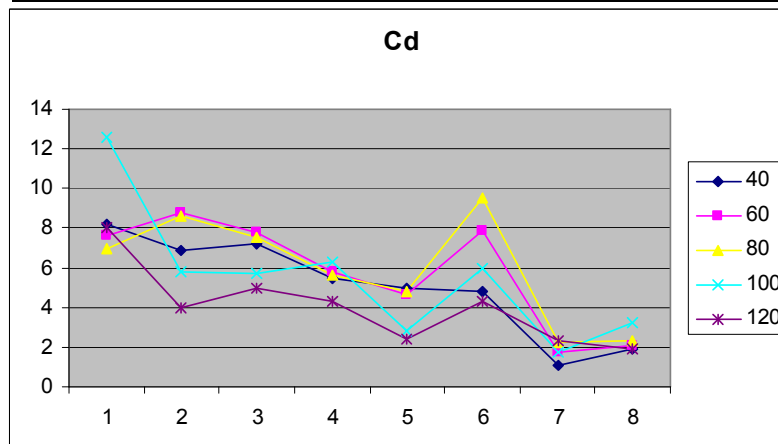




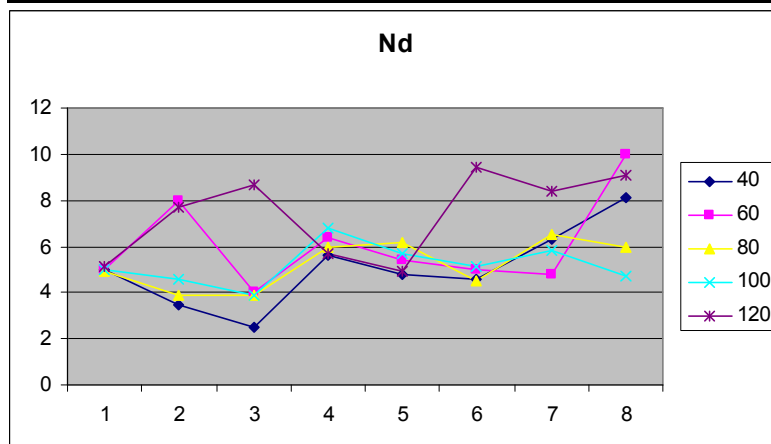
Be	40	60	80	100	120
S1	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8
S2	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8
S3	0.7	0.8	0.7	0.8	0.9
S4	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
S5	0.9	1	1	1	1
S6	0.8	0.9	1	1.1	1.3
S7	0.7	0.9	0.9	0.9	1.1
S8	1	1.1	1.2	1.2	1.1



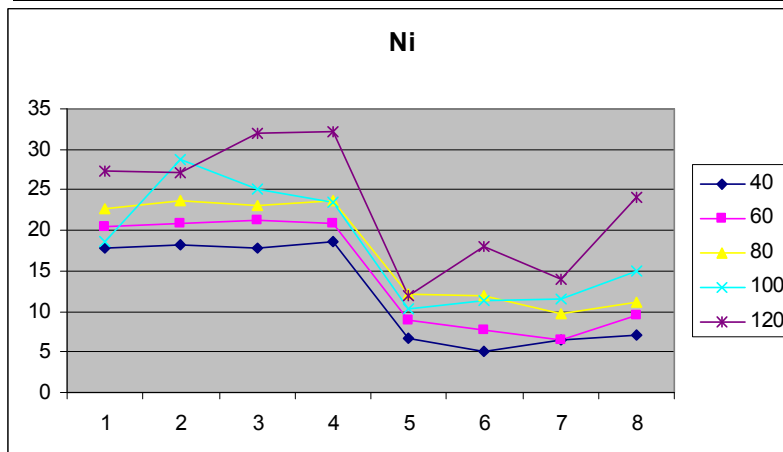
Cd	40	60	80	100	120
S1	8.2	7.6	7	12.6	8
S2	6.9	8.8	8.6	5.8	4
S3	7.2	7.8	7.5	5.7	5
S4	5.5	5.8	5.6	6.3	4.3
S5	5	4.6	4.8	2.8	2.4
S6	4.8	7.9	9.5	6	4.3
S7	1.1	1.7	2.2	1.7	2.3
S8	1.9	2.1	2.3	3.2	1.9



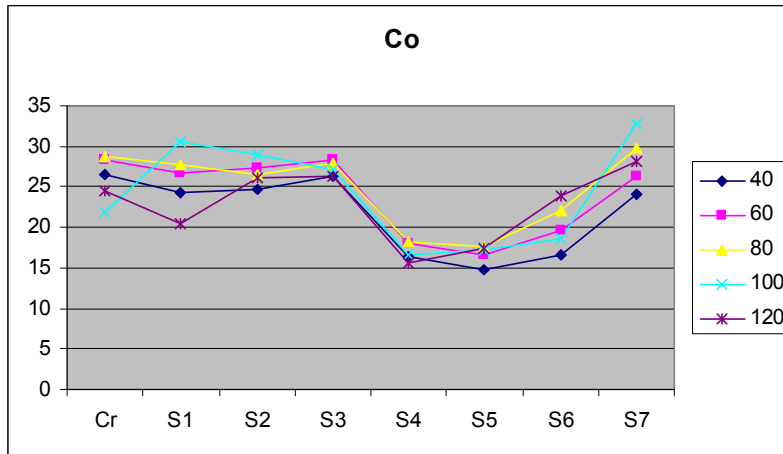
Nd	40	60	80	100	120
S1	5	5	4.9	5	5.1
S2	3.5	8	3.9	4.6	7.7
S3	2.5	4	3.9	3.9	8.7
S4	5.6	6.4	6	6.8	5.7
S5	4.8	5.4	6.2	5.7	4.9
S6	4.6	5	4.5	5.1	9.4
S7	6.3	4.8	6.5	5.8	8.4
S8	8.1	10	6	4.7	9.1



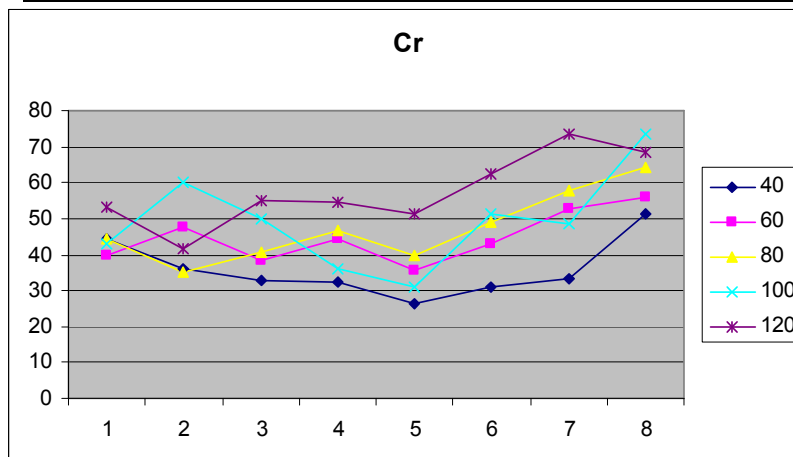
Ni	40	60	80	100	120
S1	17.9	20.5	22.7	18.7	27.4
S2	18.3	20.9	23.7	28.7	27.2
S3	17.8	21.3	23.1	25.1	32
S4	18.6	20.8	23.6	23.4	32.2
S5	6.7	9	12.2	10.3	12
S6	5.1	7.7	12	11.4	18.1
S7	6.4	6.4	9.7	11.6	13.9
S8	7	9.5	11.2	14.9	24.1



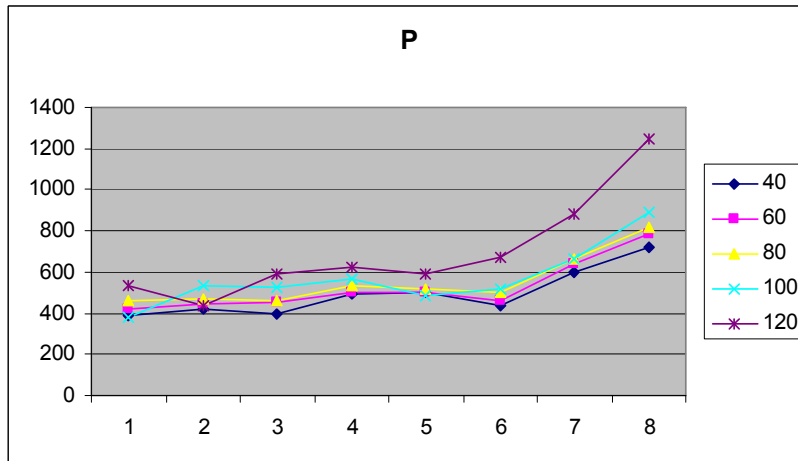
Co	40	60	80	100	120
S1	26.5	28.3	28.8	21.9	24.4
S2	24.2	26.7	27.7	30.6	20.5
S3	24.6	27.4	26.5	28.9	26.1
S4	26.2	28.3	28	27.2	26.3
S5	16.3	18.1	18.3	16.6	15.6
S6	14.7	16.6	17.6	17.1	17.5
S7	16.6	19.7	22	18.6	23.9
S8	24	26.2	29.8	32.7	28.2



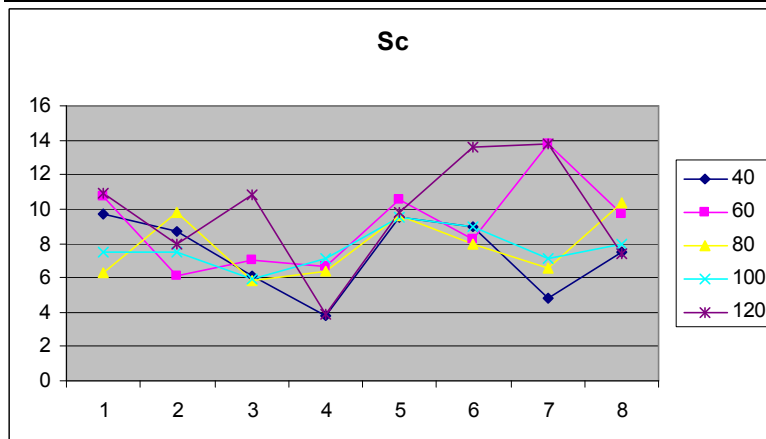
Cr	40	60	80	100	120
S1	44.3	39.6	44.2	42.8	53
S2	36.3	47.8	35	60.1	41.5
S3	32.8	38.4	40.7	49.9	54.9
S4	32.2	44.6	46.6	35.9	54.5
S5	26.4	35.4	39.6	30.8	51.2
S6	31	42.8	49	51.1	62.5
S7	33.2	52.7	57.8	48.7	73.7
S8	51.5	56	64.2	73.4	68.3



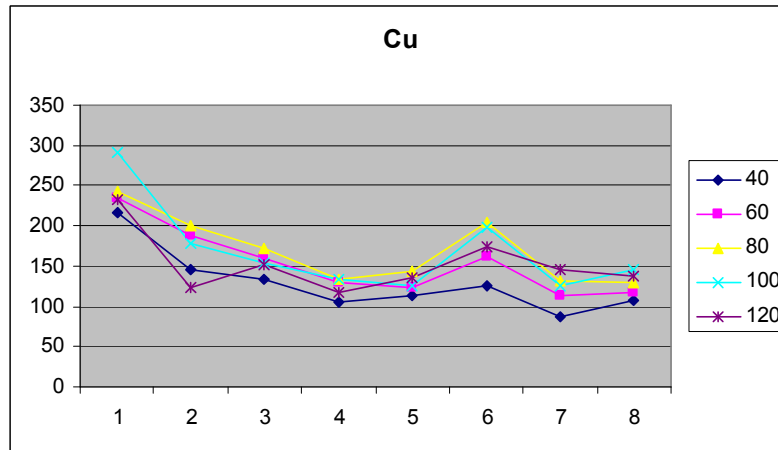
P	40	60	80	100	120
S1	386.8	420.1	464.8	381.2	533.8
S2	419.4	444.9	468.8	536.1	440.8
S3	393.1	452.3	458.1	527.4	588.6
S4	493.9	504.5	538	569.9	626.9
S5	497.9	498.3	519.6	483.9	593.9
S6	439.7	461.3	498.2	518.2	670.7
S7	601.9	642.6	660	666.5	878.3
S8	724.1	783.6	820.5	890.9	1250



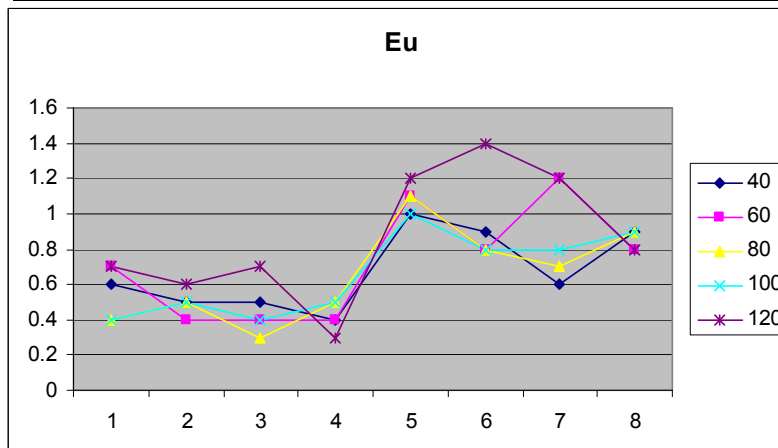
Sc	40	60	80	100	120
S1	9.7	10.7	6.3	7.5	10.9
S2	8.7	6.1	9.8	7.5	8
S3	6.1	7	5.8	5.9	10.8
S4	3.8	6.7	6.4	7.1	3.9
S5	9.5	10.5	9.6	9.5	9.8
S6	9	8.2	8	9	13.6
S7	4.8	13.8	6.6	7.1	13.8
S8	7.5	9.7	10.4	8	7.4



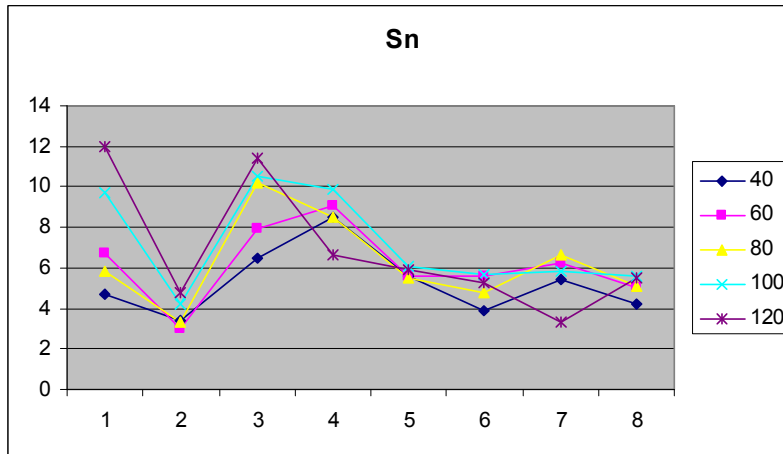
Cu	40	60	80	100	120
S1	216.1	234.2	241.9	291.2	233.2
S2	145.7	188.1	199.4	179	124.1
S3	133.7	160	172.1	153.7	151.5
S4	104.6	129.9	132.9	132.7	116.9
S5	113.1	123.9	143.2	126.3	136.3
S6	126.2	161.4	203.7	199.1	175
S7	86.8	113.4	131.3	125.9	145.9
S8	106.6	117.2	129.7	145.9	138.1



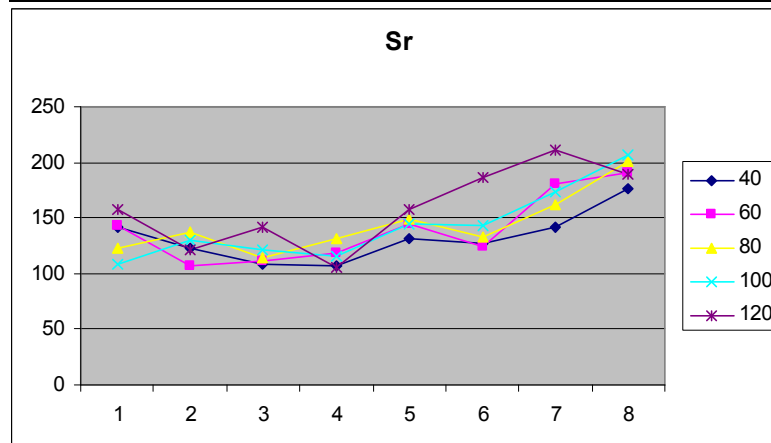
Eu	40	60	80	100	120
S1	0.6	0.7	0.4	0.4	0.7
S2	0.5	0.4	0.5	0.5	0.6
S3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.7
S4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.3
S5	1	1.1	1.1	1	1.2
S6	0.9	0.8	0.8	0.8	1.4
S7	0.6	1.2	0.7	0.8	1.2
S8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8



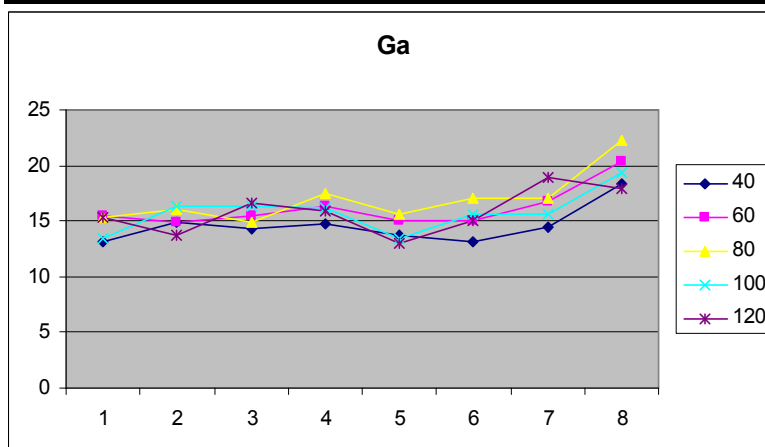
Sn	40	60	80	100	120
S1	4.7	6.7	5.8	9.7	12
S2	3.4	3	3.3	4.2	4.8
S3	6.5	7.9	10.2	10.5	11.4
S4	8.5	9.1	8.5	9.9	6.6
S5	5.6	5.6	5.5	6.1	5.9
S6	3.9	5.6	4.8	5.7	5.3
S7	5.4	6.2	6.6	5.8	3.3
S8	4.2	5	5.1	5.6	5.5



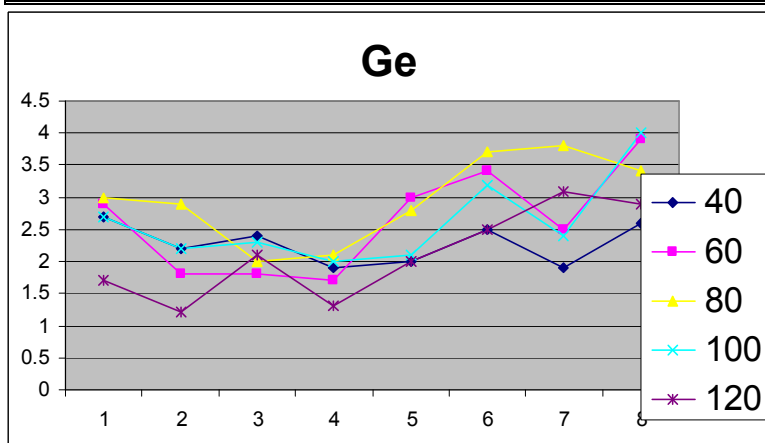
Sr	40	60	80	100	120
S1	142	142.9	123.2	108.9	157.4
S2	123.1	106.6	137.6	129.7	121.4
S3	108.5	111.8	113.6	120.8	141.7
S4	106.9	118	132	115	105.4
S5	131.5	144.2	148.9	144.7	158
S6	126.6	125	132.7	143.7	187
S7	141.7	181.1	162.3	173.1	211.7
S8	175.7	191.4	200.5	206.7	188.6



Ga	40	60	80	100	120
S1	13.1	15.4	15.3	13.5	15.3
S2	14.9	14.9	16	16.4	13.7
S3	14.3	15.5	14.9	16.3	16.6
S4	14.8	16.3	17.5	16.2	15.9
S5	13.7	15.1	15.6	13.4	13
S6	13.2	15.1	17	15.6	15.1
S7	14.4	16.8	17	15.6	19
S8	18.3	20.4	22.3	19.3	17.9

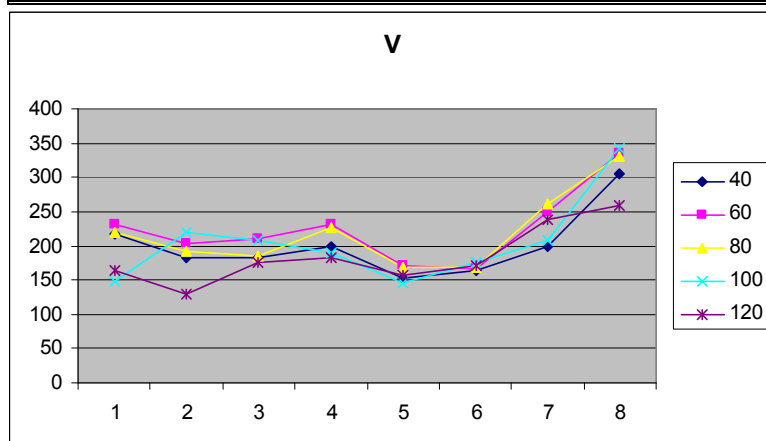


Ge	40	60	80	100	120
S1	2.7	2.9	3	2.7	1.7
S2	2.2	1.8	2.9	2.2	1.2
S3	2.4	1.8	2	2.3	2.1
S4	1.9	1.7	2.1	2	1.3
S5	2	3	2.8	2.1	2
S6	2.5	3.4	3.7	3.2	2.5
S7	1.9	2.5	3.8	2.4	3.1
S8	2.6	3.9	3.4	4	2.9

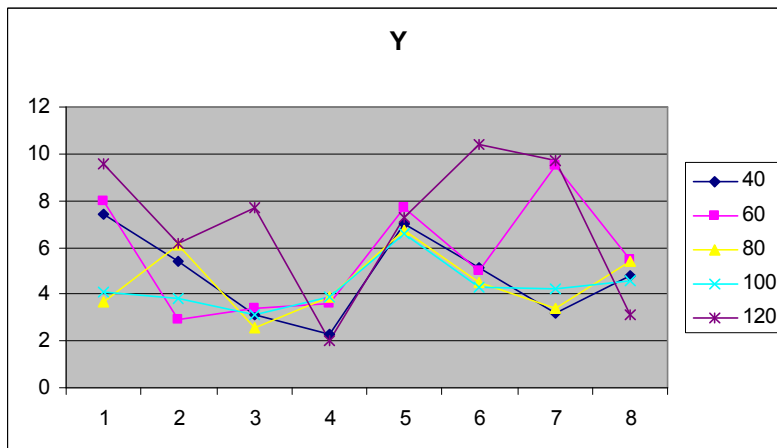




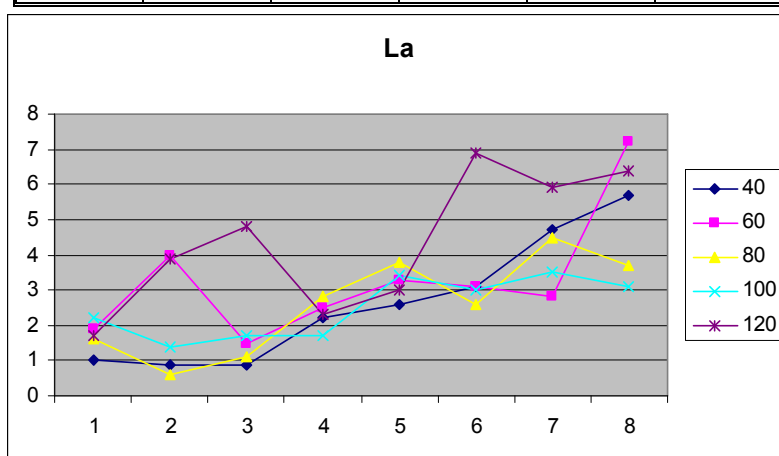
V	40	60	80	100	120
S1	218.3	231.1	219.7	148.6	164.9
S2	182.7	202.9	191	218.9	130.1
S3	182.6	209.5	184.9	209.2	174.9
S4	199.5	231.5	226.5	190.1	183.1
S5	152.9	171.1	169.2	146.1	156.6
S6	165.3	166.6	168.6	175	171.6
S7	200	248.9	261.8	208.4	238.4
S8	304.4	336.3	330.6	342.9	259.5



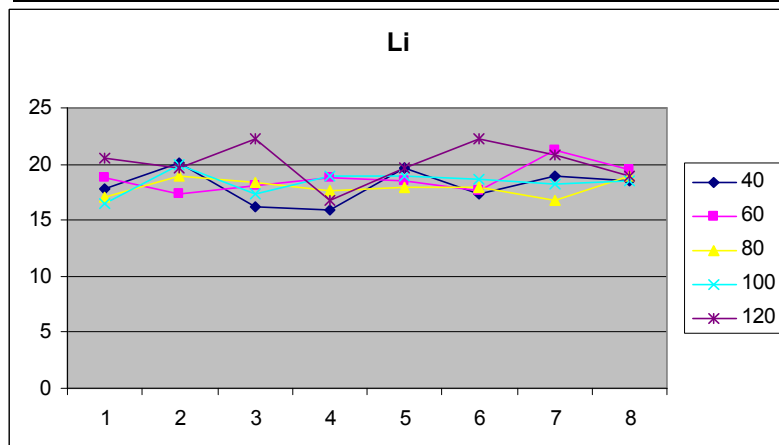
Y	40	60	80	100	120
S1	7.4	8	3.7	4.1	9.6
S2	5.4	2.9	6.1	3.8	6.2
S3	3.1	3.4	2.6	3.1	7.7
S4	2.3	3.6	3.9	3.9	2
S5	7	7.7	6.7	6.6	7.3
S6	5.1	5	4.5	4.3	10.4
S7	3.2	9.5	3.4	4.2	9.7
S8	4.8	5.5	5.4	4.6	3.1



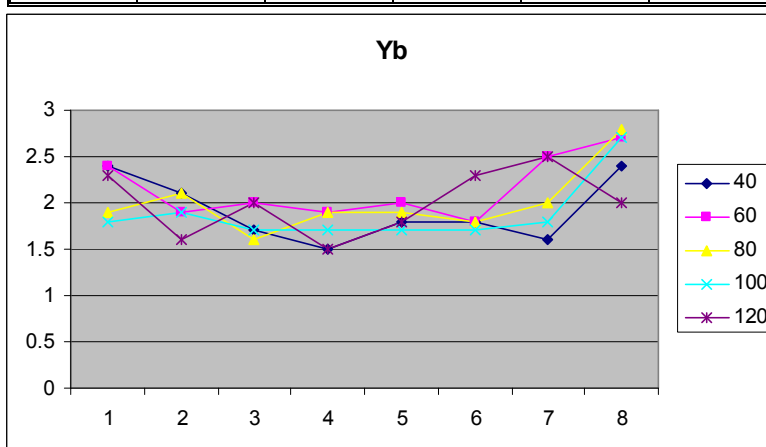
La	40	60	80	100	120
S1	1	1.9	1.6	2.2	1.7
S2	0.9	4	0.6	1.4	3.9
S3	0.9	1.5	1.1	1.7	4.8
S4	2.2	2.5	2.8	1.7	2.3
S5	2.6	3.3	3.8	3.4	3
S6	3.1	3.1	2.6	3	6.9
S7	4.7	2.8	4.5	3.5	5.9
S8	5.7	7.2	3.7	3.1	6.4



Li	40	60	80	100	120
S1	17.8	18.8	17.1	16.5	20.5
S2	20.1	17.4	19	20	19.6
S3	16.2	18.1	18.4	17.3	22.3
S4	15.9	18.8	17.6	19	16.7
S5	19.7	18.5	17.9	18.9	19.7
S6	17.3	17.7	17.9	18.7	22.3
S7	19	21.3	16.8	18.2	20.8
S8	18.5	19.5	19	18.5	18.9



Yb	40	60	80	100	120
S1	2.4	2.4	1.9	1.8	2.3
S2	2.1	1.9	2.1	1.9	1.6
S3	1.7	2	1.6	1.7	2
S4	1.5	1.9	1.9	1.7	1.5
S5	1.8	2	1.9	1.7	1.8
S6	1.8	1.8	1.8	1.7	2.3
S7	1.6	2.5	2	1.8	2.5
S8	2.4	2.7	2.8	2.7	2





۳-۲- طراحی شبکه نمونه برداری و نقشه نمونه گیری

به منظور تشخیص ناهنجاریهای ژئوشیمیایی واقعی و تمیز انواع مرتبط با ذخایر معدنی از سایر انواع در هر ناحیه لازم است تا جزء ثابتی از رسوبات آبراهه‌ای که با عملیات تعیین مش مشخص می‌شود و یا کانی سنگین (جزء ۲۰- مش) مورد آزمایش قرار گیرد. قطر این جزء ثابت تابع شرایط آب و هوایی، توپوگرافی و فاصله از منشأ کانی‌سازی می‌باشد. در مواردی که هاله‌های ثانوی اکسیدهای آهن و منگنز توسعه یافته‌اند، برداشت نمونه از چنین هاله‌هایی ممکن است موجب شدت بخشی به هاله‌های هیدرومورفیکی شود که در این صورت باید احتیاط‌های لازم جهت تفسیر اطلاعات به دست آمده صورت پذیرد. علاوه بر موارد فوق در بررسی رسوبات آبراهه‌ای برداشت نمونه‌هایی همچون قطعات کانی‌سازی شده کف آبراهه، قطعات پوشیده شده از اکسیدهای آهن و منگنز، قطعات حاوی سیلیس برای آنالیز یک یا چند عنصر یا کانی خاص، می‌تواند مفید واقع شود. البته هر یک از محیط‌های نمونه برداری فوق تحت شرایط خاصی می‌تواند بیشتر مفید واقع شوند.

برای طراحی شبکه نمونه برداری در این مرحله اشراف به ناهنجاری‌های مقدماتی ژئوشیمیایی، نتایج مطالعات کانی سنگین در مرحله ناحیه‌ای، نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه و بالاخره تمام اطلاعات حاصل مطالعه دگرسانی‌های موجود در منطقه و بررسی‌های زمین‌شناسی اقتصادی می‌تواند مفید واقع شود. به این دلیل ناهنجاری‌های ژئوشیمیایی و کانی سنگین ورقه یکصد هزار بافت که در سال ۱۳۸۳ توسط مهندسین مشاور پارس کانی انجام شده است، می‌تواند جهت طراحی شبکه نمونه برداری در این مرحله مناسب باشد. در این جا هر یک از محدوده‌های اکتشافی از نظر ناهنجاری‌های موجود بررسی خواهد شد.

بر اساس داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای (پارس کانی، ۱۳۸۳)، از محدوده آنومالی بافت ۳ تعداد ۱۹ نمونه ژئوشیمی، ۷ نمونه کانی سنگین و ۴ نمونه مینرالیزه برداشت شده است. براین اساس از محدوده آنومالی بافت ۴ تعداد ۸ نمونه ژئوشیمی، ۳ نمونه مینرالیزه و ۶ نمونه کانی سنگین برداشت شده است.



نقشه طراحی شبکه نمونه برداری بافت III



نقشه طراحی شبکه نمونه برداری بافت IV



۳-۳- مشخصات نمونه‌ها و شیوه آماده‌سازی

عملیات صحرائی و نمونه‌برداری به عنوان مهمترین گام از یک بررسی اکتشافی است. روشن است همه نتایج گرفته شده بر پایه داده‌هایی به دست خواهد آمد که خود از تجزیه نمونه‌ها به دست آمده‌اند. بنابراین اهمیت این مرحله و درستی و صحت آن تأثیر به سزایی در دقت یک گزارش ژئوشیمیایی دارد. کارشناسان معترفند که داده‌پردازی و محاسبات آماری و بررسی فراگیر نمی‌تواند خطای نمونه‌برداری را به گونه‌ای روشن و مشخص سازد و بی‌دقتی در نمونه‌برداری باعث بروز دشواریهای پرشماری خواهد شد که، افزون بر هدر رفتن هزینه‌ها، باعث به دست آمدن نتایج نادرست و ناهماهنگ با واقعیت خواهد شد. از این رو اهمیت این کار همچون سازه‌ای است که بایستی بر تکیه‌گاهی استوار و به دور از هرگونه سستی و کاستی نهاده شود.

پس از تعیین نقاط نمونه‌برداری بر روی نقشه و مشخص شدن شبکه نمونه‌برداری، پس از یافتن محل نمونه‌ها با استفاده از نقشه توپوگرافی و دستگاه **جایاب**^۱ از نقاط از پیش تعیین شده بر روی نقشه، از جدیدترین رسوبات آبراهه‌ای نمونه برداشت گردید. در طی نمونه‌برداری برخی از معیارها به شرح زیر اعمال گردید:

۱- در محل هر نمونه پس از کنار زدن مواد سطحی بستر آبراهه توسط بیلچه اقدام به نمونه‌برداری شد.

۲- از برداشت مواد آلی اجتناب شد، چرا که اغلب به دلیل ارتباط با پدیده جذب، غلظت فلزات در آنها بالا است. تجربه نشان داده است که در مواردی ناهنجاری در این مواد از نوع بی‌اهمیت بوده و ارتباطی با کانی‌سازی ندارد.

۳- در جاهایی که عرض آبراهه‌ها کم بود، سعی شد تا حد امکان نمونه‌ها از وسط آبراهه‌ها برداشت شود. در این زمینه کوشش زیادی برای اجتناب از برداشت واریزه‌های کنار آبراهه‌ها شد، زیرا این اجزاء معرف ترکیب میانگین رسوبات حوضه آبریز نیستند.

جهت برداشت نمونه‌ها از رسوبات آبراهه‌ای همزمان ۲ اکیپ نمونه‌برداری شامل یک کارشناس، یک کارگر و یک راننده به همراه یک کارشناس مسئول پروژه به مدت ۱۰ روز در منطقه استقرار یافته و مبادرت به انجام نمونه‌برداری ژئوشیمیایی کردند.

^۱-Global Positioning System, GPS.



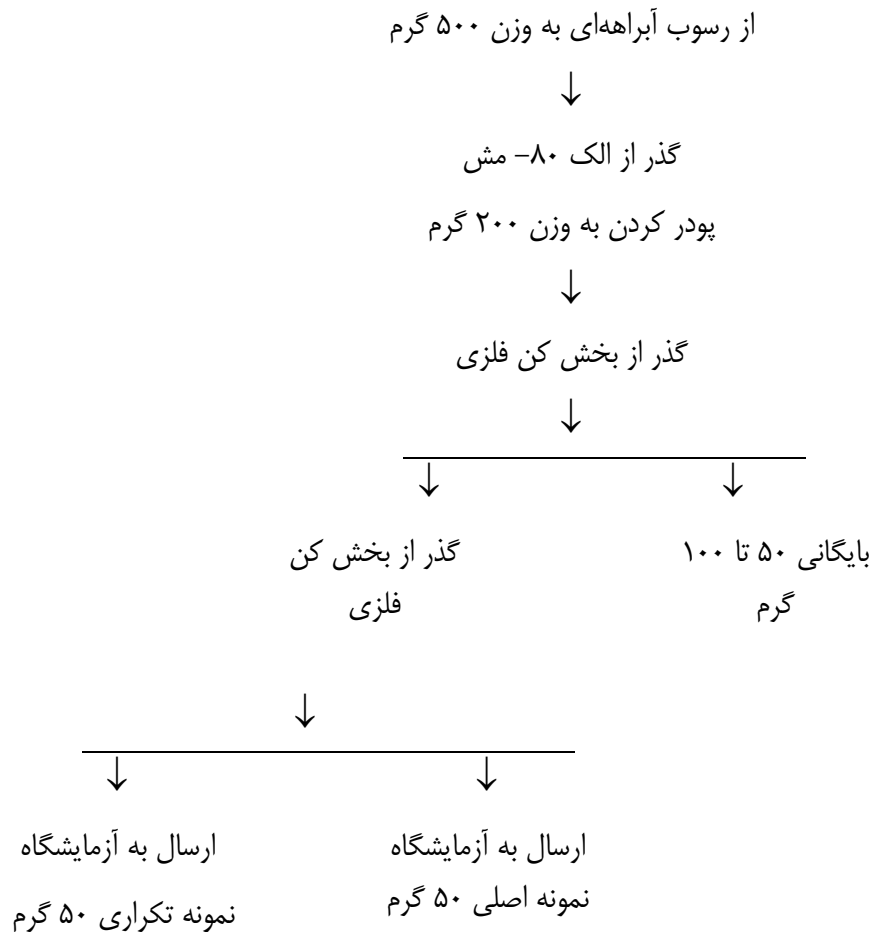
موقعیت هر ایستگاه نمونه برداری با استفاده از دستگاه **جایاب** و نقشه نمونه برداری ۱:۲۵۰۰۰ و همچنین عکسهای هوایی شناسائی و به مقدار حداقل ۵۰۰ گرم نمونه در اندازه ۸۰- مش از نقاط مناسب تمرکز رسوبات در حد Silt+Clay برداشت و براساس شماره‌های از پیش طراحی شده داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و کلیه خصوصیات زمین‌شناسی از قبیل دگرسانی، سیستم گسلی و غیره در فرمهای ویژه ثبت و محل برداشت با اسپری قرمز رنگ روی نزدیک‌ترین نقطه مناسب به محل نمونه شماره نویسی گردید. در مجموع در پایان عملیات نمونه برداری تعداد ۲۳۳ نمونه ژئوشیمی از محدوده بافت برداشت گردید.

صحت و اهمیت هر کدام از مراحل اکتشافی برای اخذ نتایج همچون دانه‌های زنجیری هستند که سرانجام به کشف نهشته‌های پنهان می‌رسد. گسیختگی هر یک از این حلقه‌ها می‌تواند تأثیر ناخواسته در نتیجه نهائی داشته باشد. آماده‌سازی و آنالیز نمونه‌ها نیز دانه‌هایی از این زنجیر هستند که دقت در حسن اجرای آنها حصول به نتایج واقعی را در پی دارد.

پس از تعیین دقیق محل نمونه‌ها و نمونه برداری صحیح از رسوب‌های آبراه‌های بر اساس طرح از پیش تعیین شده، نمونه‌ها به محل کمپ منتقل شده و همزمان با کنترل نهائی نمونه‌ها سعی بر آن بود که از هرگونه آلودگی جلوگیری به عمل آید. نمونه‌های خیس نخست در دمای محیط خشک شده و سپس با الک ۸۰- مش دانه‌بندی و شماره‌گذاری شده و به آزمایشگاه ارسال شدند. آماده‌سازی در آزمایشگاه شامل پودر کردن و همگن‌سازی می‌باشد. در این مرحله نمونه آبراه‌ای به وسیله پودرکننده حلقوی تا زیر ۲۰۰- مش پودر می‌شود و از بخش پودر شده یک نمونه برای تجزیه انتخاب و بقیه بایگانی می‌گردید، (شکل ۳-۱).



برداشت نمونه‌های ژئوشیمی



شکل ۳-۱: نمودار آماده‌سازی نمونه‌های ژئوشیمی



۳-۴- روش آنالیز و نتایج

نمونه‌ها در آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین پس از آماده‌سازی در چهار اسید به روشهای ICP-OES و سنجش طلا به روش FIRE Assay مورد آنالیز قرار گرفتند و مقدار ۴۴ عنصر در آنها اندازه‌گیری شد. مهمترین پارامتر در انتخاب روش آنالیز حد حساسیت آن می‌باشد. اصولاً وجود مقادیر سنسورد برای یک عنصر در تجزیه و تحلیل‌های آماری اختلال ایجاد می‌کند. علاوه براین، از آنجا که در اکتشافات ژئوشیمیایی اهمیت و کاربرد مقدار عددی هر یک از عنصرها تنها به منظور مقایسه نسبی آنها با یکدیگر برای تعیین مقادیر ناهنجاری می‌باشد، لذا حصول مقادیر غیرسنسورد برای یک عنصر در ارتباط با مقدار زمینه آن انتخاب و باید کوچکتر از آن باشد. با توجه به توضیحات فوق حد حساسیت برای عنصرهای مورد نظر با توجه به تکنیک‌های آزمایشگاهی موجود و مقدار زمینه عنصرها تعیین شده تا با توجه به فراوانی کم عنصرها در برخی از سنگها تا حد امکان مقادیر غیرسنسورد حاصل شود. در آنالیز نمونه‌های منطقه مورد مطالعه حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عنصرها در جدول ۴-۷ آورده شده است.

جدول ۳-۴: حد حساسیت دستگاهها برای هر یک از عنصرهای مورد بررسی (برحسب ppm)

ELEMENT	Detection Limit	ELEMENT	Detection Limit	ELEMENT	Detection Limit	ELEMENT	Detection Limit
Ag	0.01	Co	0.2	Mo	0.1	Sr	0.1
Al	10	Cr	2	Na	10	Te	0.2
As	0.5	Cs	0.1	Nb	0.5	Th	0.02
Au	1 ppb	Cu	0.2	Ni	2	Ti	10
B	0.5	Fe	100	P	5	Tl	0.1
Ba	0.2	Hg	0.05	Pb	0.2	U	0.02
Be	0.2	K	10	Rb	0.1	V	2
Bi	0.1	La	10	S	50	W	0.1
Ca	10	Li	0.5	Sb	0.1	Y	0.05
Cd	0.1	Mg	10	Sc	1	Zn	0.2
Ce	0.5	Mn	2	Sn	0.2	Zr	5



۳-۴-۱- بررسی خطای نسبی آزمایشگاهی

یکی از سه مؤلفه اصلی در اکتشاف ژئوشیمیایی، خطای آزمایشگاهی است و به دست آوردن این خطا برای اطلاع از میزان دقت آنالیز حائز اهمیت است. از آنجا که در پروژه ژئوشیمیایی در مقیاس ناحیه‌ای هدف سنجش نسبی مقادیر هر عنصر نسبت به یکدیگر به منظور معرفی مناطق امیدبخش می‌باشد، لذا دقت اندازه‌گیریها در مقایسه با صحت آنها از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. به همین دلیل با آنالیز تکراری نمونه‌های ژئوشیمیایی دقت عملیات مورد بررسی قرار گرفت. در این پروژه ۱۵ نمونه به صورت تکراری و کاملاً تصادفی در کل محدوده مورد بررسی انتخاب گردید. جهت بررسی دقت عملیات از دیاگرام کنترلی طراحی شده برای ۱۰٪ خطاها، که توسط **تامپسون** (۱۹۷۶) ارائه شده، استفاده گردید. بدین منظور ابتدا جدولهای (۳-۵) تهیه شد. در این جدولها در ستونهای اول و دوم شماره سریال نمونه‌های تکراری و جفت مربوط به هریک، در ستونهای سوم و چهارم مقادیر اندازه‌گیری شده برای هر جفت نمونه، در ستون پنجم مقدار میانگین و در ستون ششم قدر مطلق تفاضل هر زوج نمونه آورده شده است. در دیاگرام کنترلی **تامپسون** محورهای افقی و قائم به ترتیب مقدار میانگین و قدر مطلق تفاضل هر دو اندازه‌گیری را نشان می‌دهند.

پس از پیاده کردن نقاط مربوط به جفت نمونه‌های آنالیز شده در صورتی که ۹۰٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱۰٪ و ۹۹٪ داده‌ها زیر خط معادل ۱٪ قرار گیرند، خطا در حد ۱۰٪ خواهد بود. بر اساس داده‌های موجود در جدول ۳-۵ دیاگرامهای کنترلی هر یک از عنصرها ترسیم گردید.

شکل ۳-۲ دیاگرام کنترلی عنصرهای مورد نظر را نشان می‌دهند. با بررسی این دیاگرامها دیده می‌شود که برای کلیه عنصرها دقت آنالیز از شرایط قابل قبولی برخوردار است. شکل ۳-۲ و جدول ۳-۵ در ضمیمه بخش سوم آورده شده است.

علاوه بر روش بالا روش ساده دیگری برای محاسبه خطای نسبی اندازه‌گیریها وجود دارد که با استفاده از

رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$e = \frac{2}{n} \sum_{i=0}^n \frac{|x_i - y_i|}{x_i + y_i}$$



که در آن n تعداد نمونه‌های تکراری و x_i و y_i مقادیر اندازه‌گیری در نمونه‌های تکراری متناظر می‌باشد.

روش دیگر محاسبه تغییرپذیری نمونه‌های تکراری محاسبه پراش دو سری اندازه‌گیری است :

$$s^2 = \frac{\pi}{4} \left[\frac{\sum (x_1 - x_2)}{N} \right]^2$$

در این رابطه s^2 پراش دو سری اندازه‌گیری، N تعداد جفت تکراری و x_1 و x_2 مقادیر اندازه‌گیری شده یک جفت

نمونه تکراری است. اگر بخواهیم دقت اندازه‌گیری را محاسبه کنیم می‌توان از رابطه $CI=Z.s$ استفاده کرد که در آن

CI حدود اطمینان (نماینده دقت) و Z ضریب سطح اعتماد مطلوب است که در سطح اعتماد ۹۵٪ برابر ۱/۹۶ است.

با توجه به جدول (۳-۶)، خطای نسبی (E%) محاسبه شده است. بالاترین درصد خطا مربوط به طلا است.

جدول ۳-۶: محاسبه میزان خطای نسبی برای عنصرهای مختلف

Variable	E%	Variable	E%
Au	39.986	Mo	11.438
Sn	24.118	Nb	4.727
Ag	6.739	Ni	2.158
Al	1.023	P	1.561
As	4.176	Pb	2.158
Ba	2.129	Rb	2.476
Be	3.340	S	3.496
Bi	9.300	Sb	5.774
Cd	9.239	Sc	2.932
Ce	1.574	Sr	1.514
Co	4.426	Te	4.302
Cr	1.715	Th	6.864
Cs	6.672	Ti	2.298
Cu	2.503	Tl	6.300
Fe	1.853	U	14.640
Hg	6.095	V	1.485
La	2.802	W	9.593
Li	2.821	Y	3.213
Mn	2.070	Zn	4.616
Zr	2.114		



۳-۵- تعبیر و تفسیر نتایج و تهیه اطلاعات ژئوشیمیایی

پردازش داده‌ها، طبقه‌بندی و تبدیل آنها به یک شکل قابل تفسیر است. این کار با تنظیم اطلاعات در بانکهای اطلاعاتی آغاز و با اعمال محاسبات مختلف ریاضی، آماری یا زمین‌آماری و یا رسم انواع نمودارها و نقشه‌ها اطلاعات قابل فهم تولید می‌کند. نکته خیلی مهم در اینجا این است که در هر مرحله باید با کنترل‌های پیوسته از میزان خطاهای احتمالی کاست.

در این پروژه پس از دریافت نتایج آنالیز به صورت داده‌های خام ابتدا مقادیر سنسورد محاسبه شد. پس از آن مقادیر خطای آنالیز محاسبه شد. سپس نمونه‌های خارج از رده شناسائی شده و با مقادیری جایگزین گردیدند و بالاخره مقادیر داده‌های خام نرمال شدند و عملیات آماری تک‌متغیره، دو متغیره و چندمتغیره بر روی داده‌های نرمال انجام شد و در نهایت بانک اطلاعاتی متشکل از مختصات هر نمونه، مقادیر خام داده‌ها، مقادیر نرمال شده داده‌های خام، مقادیر فاکتورهای حاصل از تجزیه عاملی شکل گرفت و با استفاده از این بانک اطلاعاتی نقشه‌های ژئوشیمیایی مربوط به هر عنصر ترسیم شد. در مرحله نهائی با استفاده از داده‌های نرمال شده ضرایب همبستگی تعیین، آنالیز خوشه‌ای و تجزیه عاملی انجام و سرانجام به روش استفاده از پارامترهای آماری ناهنجاریهای واقعی شناسائی شدند.

۳-۵-۱- محاسبات آماری داده‌های خام

اولین گام در شناخت ویژگیهای داده‌های اکتشافی محاسبه پارامترهای آماری داده‌ها، نظیر **میانگین**، **انحراف معیار**، **پراش**، **چولگی** و **کشیدگی** می‌باشد. این محاسبات در واقع ابتدایی‌ترین بررسیهای آماری می‌باشد. پس از کنترل دقت آزمایشگاه و تخمین مقادیر سنسورد و حذف متغیرهایی که بیش از ۵۰٪ سنسورد داشتند، داده‌ها در چند مرحله برای پردازش و بررسی پارامترهای آماری حاصل از آن تحت مطالعه قرار گرفتند. داده‌های تک‌متغیره با نمایش شماری از آرایه‌های تک‌بعدی در راستای یک خط مقیاس‌بندی شده ارائه می‌شوند. هدف از نمایش داده‌ها، اخذ نتایج بهتر و ارائه یک روش تفسیر مناسبتر آمارهای توصیفی است که به طور خلاصه در یک محیط نرم‌افزاری محاسبه شده و در یک محیط گرافیکی مطلوب به تصویر در می‌آیند.



سه ویژگی **موقعیت**^۱، **پراکندگی**^۲ و **شکل**^۳ توسط هیستوگرام قابل بررسی و تفسیراند. این ویژگیها به یک یا چند مقدار ثابت وابسته‌اند که به نام پارامترهای جامعه و یا پارامترهای توزیع فراوانی نامیده می‌شوند. محاسبه ریاضی این پارامترها وابسته به میانگین و تغییرپذیری داده‌ها است.

در این مرحله با توجه به تعیین ماهیت نرمال یا لاگ-نرمال هر عنصر، پارامترهای آماری دقیقتری برای عنصرها به دست می‌آید. هیستوگرام فراوانی، منحنی فراوانی تجمعی و جدول مربوط به پارامترهای آماری هر یک از عنصرهای مورد مطالعه به ترتیب در شکل (۳-۳) پیوست بخش سوم و جدول (۷-۳) آورده شده است. با توجه به این نمودارها می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- اکثر عنصرها توزیع لاگ-نرمال دارند. از این میان عنصرها مولیبدن، منگنز، سرب، روی، طلا، نقره و مس شدیداً غیرنرمال هستند. در اینجا وجود این خاصیت در عنصرهای مذکور به دلیل گسترش دگرسانی واحدهای ولکانیکی، توده‌های نفوذی و حضور کانه‌زایی‌های متعدد (بخصوص در حوالی معدن متروکه قنات مروان) و در نتیجه وجود ناهنجاریهای ژئوشیمیایی متعدد در محدوده دگرسانیهای مذکور می‌باشد.

۲- عنصرهای پتاسیم، آلومینیم، زیرکنیم، نیکل، کروم، کبالت و اسکاندیم خاصیت نرمالتری نسبت به بقیه از خود نشان می‌دهند.

۳- شکل توزیع فراوانی برخی از عنصرها مؤید وجود جوامع آماری مختلف می‌باشد که این مسأله در ساده‌ترین حالت می‌تواند به صورت دو جامعه بهنجار و ناهنجار تلقی شود. ولی با توجه به ماهیت نمونه‌برداری از رسوبات آبراهه‌ای می‌توان عوامل لیتولوژی و زمین‌شناسی را نیز در پیدایش چنین جوامعی مؤثر دانست. به عبارت دیگر عوامل گوناگونی مانند سنگ منشأ متنوع در بالادست نمونه آبراهه‌ای، فرآیند کانی‌سازی و دگرسانی و غیره می‌توانند موجب بروز شکل غیرنرمال در توزیع فراوانی مقادیر عنصری شوند.

هدف اصلی مطالعات ژئوشیمیایی حذف یا دست‌کم کاهش تأثیر عوامل غیرنرمال‌کننده به جز عوامل کانساری می‌باشد تا با تشخیص نواحی ناهنجار به مناطقی که احتمال کانی‌سازی در آنها بیشتر است نزدیکتر شویم. همچنین

¹-Location.

²-Dispersion.

³-Shape.



با توجه به جدول (۳-۷) می‌توان دریافت که چولگی تمام عناصر بسیار بالا می‌باشد. در این میان عناصر مولیبدن، منگنز، سرب، طلا، نقره و مس بالاترین چولگی را به خود اختصاص داده‌اند که به دلیل وجود مقادیر خارج از ردیف شاخص (به عبارتی مقادیر ناهنجار) در این عناصر می‌باشد.

عنصر سرب در این محدوده ماکزیمم ۸۰۰۰ گرم در تن است. این در حالی است که عیار بالاتر از ۱۰۰ گرم در تن ناهنجاری ژئوشیمیایی است. بنابراین منطقه مورد اکتشاف دارای پتانسیل‌های مناسبی از سرب نیز است. عنصر روی و آنتیموان نیز دارای خاصیت شدیداً غیرنرمال است.

جدول ۳-۷: پارامترهای آماری داده‌های خام

VARIABLE	Mean	Median	Mode	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
As	16.20	13.62	10.04	8.79	77.32	1.34	2.04	3.643	52.43
Au	3.63	1.9	1.8	7.11	50.49	5.28	29.69	1	59
Ba	270.80	260.7	198.2	79.49	6318.17	2.92	18.33	135.5	902
Bi	2.15	2.109	1.604	0.84	0.71	1.62	9.83	0.3343	8.09
Cd	0.79	0.5023	0.1724	1.57	2.48	5.15	28.30	0.0014	12.24
Co	20.07	19.77	19.44	2.52	6.36	0.77	1.40	13.41	29.17
Cr	64.17	62.75	34.73	18.50	342.31	0.29	-0.58	28.23	114.5
Cu	69.63	62.49	56.23	31.34	982.33	3.91	22.48	29.94	302.1
Fe	67765.54	65160	55160	12585.53	158395595.51	1.99	5.58	43680	129800
Hg	0.09	0.0908	0.094	0.03	0.00	6.42	69.82	0.0463	0.4821
Mn	1083.80	946.5	757.7	702.36	493312.57	5.58	36.40	455.8	7149
Mo	1.09	0.9497	0.6004	0.71	0.50	6.73	69.62	0.4368	9.065
Ni	39.97	39.1	23.27	13.04	170.14	0.78	1.26	16.4	102.9
Pb	210.50	54.02	39.52	748.49	560237.55	7.24	61.85	23.7	8090
S	474.30	395.4	368.5	328.17	107697.34	2.82	16.10	65.76	3052
Sb	3.21	2.378	1.588	4.61	21.27	6.19	43.67	0.7355	45.83
Sn	3.70	3.4	2.8	1.27	1.63	1.12	1.73	1.8	9.6
Te	0.17	0.1627	0.1416	0.04	0.00	2.13	6.43	0.1075	0.3595
Th	16.97	16.34	13.77	3.02	9.14	1.99	5.55	11	32.55
Ti	5290.88	5060	4650	1052.38	1107501.85	1.88	5.09	2490	10050
Tl	1.03	1.008	1.004	0.09	0.01	0.76	0.67	0.7865	1.313
U	4.53	3.991	3.452	2.79	7.77	5.55	37.05	2.281	28.87
V	175.18	167.1	169.6	43.72	1911.59	2.29	8.19	116.6	440.3
W	2.30	1.802	1.692	2.47	6.11	5.10	27.36	0.8428	19.8
Zn	163.91	101.6	109.5	260.96	68099.82	5.10	26.75	49.61	1981



۳-۵-۲- بررسی روشهای آماری آزمون مقادیر خارج از ردیف

در مباحث آماری به مقادیری که به طور معنی داری نسبت به سایر مقادیر اختلاف دارند، مقادیر خارج از ردیف گویند. این مقادیر گاهی به دلیل وجود خطاهای تجربی، مانند خطای آنالیز، در داده‌ها وارد می‌شوند، ولی گاهی هم به دلیل ناهمگنی‌های موجود در جامعه داده‌های اکتشافی ایجاد می‌شوند. برای مثال در داده‌های اکتشافی ناحیه‌ای مقادیر ناهنجاری در این رده قرار می‌گیرند. پر واضح است که چنین توزیع‌هایی را نمی‌توان توزیع نرمال در نظر گرفت. در صورتی که بخواهیم تنها مقادیر خارج از ردیف را شناسایی کنیم، می‌توانیم از نمودارهای جعبه‌ای استفاده کنیم، (شکل ۳-۳). جدول (۳-۸) فهرست نمونه‌های دارای مقادیر خارج از ردیف را برای متغیرهای مختلف نشان می‌دهد. چنین داده‌هایی منجر به غیرنرمال شدن داده‌های اکتشافی می‌شود.

جدول ۳-۸: نمونه‌های خارج از ردیف

Variable	Au	Ba	Bi	Cd	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Pb	Sb	Te	U	V	W
نمونه‌های خارج از ردیف	36.1	164	222	164	22	222	222	164	49	169	164	222	164	222	164
	16	152		152	70	164		169		152	152	96.1	169	107.1	154
	52	22		154		97.1		154		154	169	110	154	132	152
	72			169		107.1		152		166	154	132	152	121	169
	28.1					169		150		150	177	164	150	97.1	150
	38					132				177	166	107.1	177	96.1	177
	42					49				157	150	121	166	105.1	157
	59					121				180	157			164	166
	70					105.1				147	180			169	5
						91.1				149				91.1	147
						96.1				148				110	22
										182					149
										155					148
										22					
										178					
										70					
										153					
									214						
									158						
									5						



جهت نرمال کردن داده‌ها اولین قدم بر طرف کردن مشکل وجود مقادیر خارج از ردیف می‌باشد. به این منظور سه راه وجود دارد :

۱. حذف مقادیر خارج از ردیف از میان داده‌های آماری، سپس نرمال کردن داده‌ها و مشخص نمودن حد زمینه و ناهنجاری و در نهایت برگرداندن این داده‌ها به جامعه آماری.
۲. جایگزینی مقادیر خارج از ردیف به وسیله آزمون مقادیر خارج از ردیف که توسط دورفل ارائه شده است، (حسنی پاک، ۱۳۸۰).
۳. ساده‌ترین روش نیز جایگزینی مقادیر خارج از ردیف توسط ماکزیمم مقادیر کمتر از مقادیر خارج از ردیف می‌باشد.

در این پروژه از روش سوم استفاده شده است.

۳-۵-۳ نرمال‌سازی داده‌های خام

روشهای گوناگونی برای نرمال کردن تابعهای پراکندگی وجود دارد. مهمترین این روشها عبارتند از : تبدیل لگاریتمی سه پارامتری، تبدیل **کاکس** و **باکس**، استفاده از نمودار احتمال لگاریتمی، استفاده از نمودار **فینی** و... پس از شناسایی و جایگزینی مقادیر خارج از ردیف در این پروژه، جهت نرمال‌سازی داده‌ها از روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری استفاده شده است. در مواردی که با تبدیل لگاریتمی ساده نتوان توزیع داده‌ها را به توزیع نرمال نزدیک کرد با افزودن و یا کاستن عددی آن را می‌توان به توزیع نرمال نزدیک نمود. این روش، که به روش تبدیل لگاریتمی سه پارامتری معروف است، به صورت زیر تعریف می‌شود :

$$p(x) = L_n(ax \pm b)$$

در عمل برای ساده کردن تبدیل، مقدار a را واحد می‌گیرند، لذا تنها مسأله تعیین مقدار $\pm b$ است. معمولاً

مقدار این عدد با سعی و خطا به دست می‌آید تا جایی که تابع پراکندگی با ویژگی نرمال حاصل شود.

برای اثبات نرمال شدن داده‌ها از هیستوگرامها و منحنی پراکنش تجمعی استفاده شده است. شکل ۳-۴ در

پیوست گزارش این نمودارها را نشان می‌دهد. در جدول ۳-۹ پارامترهای آماری (داده‌های لگاریتمی) مربوط به تک تک



عنصرها آورده شده است. با توجه به این نمودارها و پارامترهای آماری هر متغیر می‌توان نتیجه گرفت که مقادیر چولگی و کشیدگی متغیرها در مقایسه با مقادیر متناظر داده‌های خام و لگاریتم آنها تا چه اندازه کاهش یافته و منحنی تجمعی آنها چطور به یک خط راست، که مبین پراکندگی نرمال می‌باشد، تبدیل شده است.

جدول ۳-۹: پارامترهای آماری داده‌های لگاریتمی

Statistics	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum
LNAU	0.06	0.00	0.90	0.80	0.15	-0.43	-2.30	1.87
LNSN	0.89	0.88	0.46	0.21	-0.03	-0.43	-0.22	2.15
LNAS	2.65	2.61	0.51	0.26	0.16	-0.52	1.29	3.96
LNBA	5.56	5.56	0.24	0.06	0.04	0.58	4.91	6.24
LNBI	1.12	1.13	0.24	0.06	-0.18	-0.36	0.63	1.71
LNCD	-0.99	-0.74	1.10	1.21	-0.02	1.30	-4.43	2.07
LNCO	2.99	2.98	0.12	0.02	0.25	1.04	2.60	3.37
LNCR	4.72	4.73	0.16	0.03	-0.04	-0.66	4.36	5.10
LNCU	3.29	3.31	0.68	0.46	-0.06	0.28	1.48	4.98
LNFE	11.10	11.09	0.14	0.02	0.38	-0.08	10.78	11.41
LNHG	-2.41	-2.40	0.25	0.06	0.03	-0.03	-3.07	-1.76
LNMN	6.65	6.62	0.35	0.12	0.86	3.22	5.54	7.82
LNMO	-0.43	-0.43	0.58	0.34	0.02	0.43	-1.99	1.14
LNNI	3.64	3.67	0.32	0.10	-0.01	-0.64	2.80	4.63
LNPB	4.16	3.99	0.56	0.31	0.61	-0.71	3.17	5.26
LNS	5.97	5.98	0.62	0.39	-0.04	0.07	4.19	8.02
LNSB	0.86	0.87	0.38	0.15	0.24	0.93	-0.31	1.82
LNTE	-2.17	-2.18	0.25	0.06	0.55	0.88	-2.86	-1.48
LNTH	2.36	2.34	0.24	0.06	0.84	1.53	1.61	3.15
LNTI	8.56	8.53	0.18	0.03	0.92	2.93	7.82	9.22
LNTL	0.02	0.01	0.09	0.01	0.48	0.37	-0.24	0.27
LNU	1.12	1.10	0.34	0.12	0.51	1.02	0.25	2.05
LNV	5.13	5.12	0.18	0.03	0.31	-0.56	4.76	5.51
LNW	0.60	0.59	0.31	0.10	0.47	0.55	-0.17	1.34
LNZN	4.71	4.62	0.36	0.13	1.14	1.11	3.90	5.65

۳-۵-۴- بررسی آماری دو متغیره (تعیین ضرایب همبستگی)

برای داشتن معیاری از همبستگی دو متغیر، بدون وابستگی به واحد اندازه‌گیری داده‌ها، پارامتر آماری دیگری به نام ضریب همبستگی تعریف می‌شود. در محاسبه ضریب همبستگی نیز مانند بسیاری از پارامتری آماری دیگر فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در شرایطی که این فرض برقرار نباشد می‌توان داده‌ها را طوری تبدیل



کرد که پراکندگی داده‌های تبدیل یافته نرمال شود. البته اینگونه تعبیر و تفسیر متغیرها باید با دقت همراه باشد. در حالتی که پراکندگی داده‌ها نرمال نباشد و نتوان داده‌ها را تبدیل کرد برای محاسبه ضریب همبستگی باید از روشهای ناپارامتری، که به توزیع داده‌ها حساس نمی‌باشند، استفاده کرد.

محاسبه ضریب همبستگی بسته به نوع داده‌ها به دو صورت انجام می‌شود. یکی از این روشها روش **پیرسون** می‌باشد. در این روش فرض نرمال بودن داده‌ها الزامی است. در صورتی که توزیع داده‌ها نرمال نباشد یا باید از داده‌های تبدیل یافته و یا از روشهای ناپارامتری استفاده کرد. یکی از این روشها محاسبه ضریب همبستگی رتبه ای **اسپیرومن** می‌باشد. در محاسبه ضریب همبستگی باید به سطوح معنی‌دار بودن آن نیز توجه کرد. به عنوان مثال ممکن است در یک سطح اعتماد مشخص ضریب همبستگی ۴٪ بین دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰۰ نمونه معنی‌دار باشد ولی همین ضریب همبستگی برای این دو متغیر در یک جامعه دارای ۱۰ نمونه معنی‌دار نباشد.

در جدولهای (۳-۱۰) و (۳-۱۱) ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرهای ۲۵-گانه عنصرها به روش **اسپرمن** و **پیرسون** محاسبه شده‌اند. مقایسه ضریبهای همبستگی **پیرسون** و **اسپرمن** نشانگر این است که ضریبهای همبستگی **اسپرمن** بزرگتر از ضریبهای **پیرسون** می‌باشد. دلیل این امر وجود مقادیر خارج از ردیف در بین داده‌های خام است که باعث می‌شود ضریبهای همبستگی **اسپرمن** غیرواقعی ارزیابی گردد. به عنوان مثال اگر مقادیر خارج از ردیف بزرگتر از داده‌ها باشد، ضریبهای همبستگی به طور غیرعادی بزرگتر برآورد می‌شود، بنابراین ضریبهای همبستگی واقعیتر، ضریبهای **پیرسون** بوده که برای داده‌های نرمال برآورد شده است. با توجه به جدول ۳-۱۰ ضریب همبستگی **پیرسون** نتایج زیر استنباط می‌شود:

- ❖ بیشترین میزان همبستگی در میان عنصرهای Fe, Mn, V, Ti مشاهده می‌شود. منشا این عنصرها زون‌های اکسیدان رگه‌های اپی‌ترمال منطقه است.
- ❖ نیکل دارای همبستگی خوبی با کروم (۰/۹) است.
- ❖ عنصرهای کمیاب و نادر خاکی نظیر La, Ce, Y, Be, Ba, Cs, Sn, W, Mo دارای همبستگی‌های نسبتاً بالایی در منطقه هستند. منشا این عنصرها توده‌های نفوذی و فعالیتهای واپسین دم تبلور توده‌های نفوذی است.



- ❖ طلا با تمام عنصرها دارای همبستگی ضعیف تا متوسط است. بالاترین مقدار همبستگی این عنصر با عنصرهای مس، آرسنیک، کادمیم، قلع است منشا این عناصر کانه‌زایی مرتبط با توده‌های نفوذی گرانودیوریتی است.
- ❖ آرسنیک نیز با عنصرهای دیگر دارای همبستگی ضعیف تا متوسط است. بیشترین همبستگی این عنصر با عنصرهای طلا، کادمیم و گوگرد است.



جدول ۳-۱۰: ضرایب همبستگی پیرسون

Variable	AS	AU	BA	BI	CD	CO	CR	CU	FE	HG	MN	MO	NI	PB	S	SB	SN	TE	TH	TI	TL	U	V	W	ZN
AS	1	0.46	0.21	-0.05	0.46	-0.13	0.08	0.05	-0.02	0.31	0.33	0.00	-0.01	0.06	0.46	0.32	0.33	0.14	-0.09	-0.18	-0.28	0.10	-0.21	0.29	0.29
AU	0.46	1	0.47	-0.15	0.53	-0.11	0.08	0.51	-0.02	-0.04	0.37	0.16	0.02	-0.12	0.47	0.35	0.46	0.11	-0.17	-0.38	-0.13	0.16	-0.24	0.34	0.25
BA	0.21	0.47	1	-0.21	0.70	0.05	0.46	0.38	0.04	-0.16	0.67	0.07	0.40	-0.02	0.47	0.50	0.32	0.05	0.01	-0.20	0.09	0.46	-0.16	0.50	0.52
BI	-0.05	-0.15	-0.21	1	-0.06	0.23	-0.17	0.02	0.41	0.12	0.07	0.35	-0.26	0.32	-0.34	0.38	-0.19	0.46	0.49	0.39	0.18	0.21	0.52	0.29	0.14
CD	0.46	0.53	0.70	-0.06	1	-0.12	0.23	0.46	0.00	-0.09	0.66	0.17	0.15	0.05	0.56	0.69	0.37	0.13	-0.10	-0.33	-0.16	0.44	-0.24	0.64	0.69
CO	-0.13	-0.11	0.05	0.23	-0.12	1	0.31	0.13	0.79	0.19	0.26	-0.21	0.19	0.03	-0.31	0.14	-0.11	0.53	0.79	0.74	0.78	0.45	0.73	-0.03	0.16
CR	0.08	0.08	0.46	-0.17	0.23	0.31	1	0.05	0.09	-0.04	0.30	-0.22	0.91	-0.07	0.12	0.20	0.26	0.14	0.17	0.06	0.05	0.37	-0.01	0.14	0.28
CU	0.05	0.51	0.38	0.02	0.46	0.13	0.05	1	0.16	-0.35	0.21	0.34	-0.04	-0.26	0.24	0.37	0.30	0.21	-0.01	-0.19	0.12	0.20	0.03	0.28	0.24
FE	-0.02	-0.02	0.04	0.41	0.00	0.79	0.09	0.16	1	0.31	0.38	-0.03	-0.04	0.15	-0.28	0.34	-0.15	0.71	0.93	0.76	0.75	0.55	0.87	0.13	0.31
HG	0.31	-0.04	-0.16	0.12	-0.09	0.19	-0.04	-0.35	0.31	1	0.18	-0.22	-0.09	0.29	-0.05	-0.04	-0.08	0.38	0.30	0.33	0.06	0.07	0.24	-0.11	0.12
MN	0.33	0.37	0.67	0.07	0.66	0.26	0.30	0.21	0.38	0.18	1	-0.05	0.24	0.28	0.29	0.67	0.15	0.35	0.35	0.10	0.25	0.74	0.20	0.56	0.73
MO	0.00	0.16	0.07	0.35	0.17	-0.21	-0.22	0.34	-0.03	-0.22	-0.05	1	-0.23	0.11	0.05	0.18	-0.03	-0.04	-0.06	-0.16	-0.15	-0.11	-0.04	0.28	0.12
NI	-0.01	0.02	0.40	-0.26	0.15	0.19	0.91	-0.04	-0.04	-0.09	0.24	-0.23	1	-0.01	0.06	0.06	0.15	-0.05	0.06	-0.07	-0.04	0.29	-0.12	0.02	0.17
PB	0.06	-0.12	-0.02	0.32	0.05	0.03	-0.07	-0.26	0.15	0.29	0.28	0.11	-0.01	1	-0.08	0.18	-0.35	-0.06	0.27	0.20	0.08	0.28	0.28	0.45	0.51
S	0.46	0.47	0.47	-0.34	0.56	-0.31	0.12	0.24	-0.28	-0.05	0.29	0.05	0.06	-0.08	1	0.17	0.44	-0.14	-0.35	-0.43	-0.33	0.06	-0.45	0.27	0.29
SB	0.32	0.35	0.50	0.38	0.69	0.14	0.20	0.37	0.34	-0.04	0.67	0.18	0.06	0.18	0.17	1	0.22	0.45	0.32	0.06	0.10	0.59	0.23	0.69	0.69
SN	0.33	0.46	0.32	-0.19	0.37	-0.11	0.26	0.30	-0.15	-0.08	0.15	-0.03	0.15	-0.35	0.44	0.22	1	0.06	-0.23	-0.31	-0.23	0.01	-0.33	0.08	0.08
TE	0.14	0.11	0.05	0.46	0.13	0.53	0.14	0.21	0.71	0.38	0.35	-0.04	-0.05	-0.06	-0.14	0.45	0.06	1	0.67	0.52	0.43	0.46	0.58	0.07	0.25
TH	-0.09	-0.17	0.01	0.49	-0.10	0.79	0.17	-0.01	0.93	0.30	0.35	-0.06	0.06	0.27	-0.35	0.32	-0.23	0.67	1	0.85	0.78	0.57	0.88	0.15	0.30
TI	-0.18	-0.38	-0.20	0.39	-0.33	0.74	0.06	-0.19	0.76	0.33	0.10	-0.16	-0.07	0.20	-0.43	0.06	-0.31	0.52	0.85	1	0.76	0.36	0.85	-0.09	0.13
TL	-0.28	-0.13	0.09	0.18	-0.16	0.78	0.05	0.12	0.75	0.06	0.25	-0.15	-0.04	0.08	-0.33	0.10	-0.23	0.43	0.78	0.76	1	0.48	0.76	0.02	0.15
U	0.10	0.16	0.46	0.21	0.44	0.45	0.37	0.20	0.55	0.07	0.74	-0.11	0.29	0.28	0.06	0.59	0.01	0.46	0.57	0.36	0.48	1	0.48	0.47	0.59
V	-0.21	-0.24	-0.16	0.52	-0.24	0.73	-0.01	0.03	0.87	0.24	0.20	-0.04	-0.12	0.28	-0.45	0.23	-0.33	0.58	0.88	0.85	0.76	0.48	1	0.07	0.16
W	0.29	0.34	0.50	0.29	0.64	-0.03	0.14	0.28	0.13	-0.11	0.56	0.28	0.02	0.45	0.27	0.69	0.08	0.07	0.15	-0.09	0.02	0.47	0.07	1	0.74
ZN	0.29	0.25	0.52	0.14	0.69	0.16	0.28	0.24	0.31	0.12	0.73	0.12	0.17	0.51	0.29	0.69	0.08	0.25	0.30	0.13	0.15	0.59	0.16	0.74	1



جدول ۳-۱۱: ضرایب همبستگی رتبه ای اسپیرمن

Variable	As	Au	Ba	Bi	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Hg	Mn	Mo	Ni	Pb	S	Sb	Sn	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Zn
As	1	0.45	0.23	-0.07	0.50	-0.17	0.06	0.06	-0.04	0.23	0.34	-0.01	0.01	0.01	0.47	0.27	0.33	0.10	-0.17	-0.26	-0.29	0.03	-0.25	0.21	0.26
Au	0.45	1	0.48	-0.13	0.58	-0.13	0.07	0.49	-0.04	-0.09	0.40	0.15	0.02	-0.17	0.52	0.36	0.49	0.12	-0.22	-0.47	-0.14	0.09	-0.27	0.33	0.30
Ba	0.23	0.48	1	-0.29	0.68	0.04	0.50	0.31	-0.05	-0.26	0.65	0.09	0.44	-0.12	0.51	0.38	0.36	-0.01	-0.09	-0.25	0.07	0.32	-0.26	0.39	0.52
Bi	-0.07	-0.13	-0.29	1	-0.13	0.20	-0.19	0.06	0.39	0.02	-0.05	0.32	-0.27	0.30	-0.37	0.43	-0.16	0.46	0.46	0.36	0.11	0.15	0.51	0.34	0.08
Cd	0.50	0.58	0.68	-0.13	1	-0.16	0.28	0.46	-0.09	-0.24	0.61	0.22	0.19	-0.07	0.61	0.60	0.44	0.05	-0.23	-0.44	-0.23	0.22	-0.36	0.58	0.67
Co	-0.17	-0.13	0.04	0.20	-0.16	1	0.30	0.15	0.76	0.13	0.20	-0.14	0.22	0.08	-0.30	0.05	-0.14	0.41	0.76	0.70	0.75	0.54	0.70	-0.04	0.20
Cr	0.06	0.07	0.50	-0.19	0.28	0.30	1	0.02	0.05	-0.07	0.41	-0.17	0.92	-0.07	0.11	0.15	0.23	0.08	0.15	0.01	0.07	0.43	-0.04	0.13	0.39
Cu	0.06	0.49	0.31	0.06	0.46	0.15	0.02	1	0.17	-0.44	0.25	0.32	-0.08	-0.26	0.25	0.39	0.29	0.23	0.00	-0.22	0.14	0.17	0.04	0.33	0.28
Fe	-0.04	-0.04	-0.05	0.39	-0.09	0.76	0.05	0.17	1	0.24	0.27	0.00	-0.05	0.16	-0.27	0.23	-0.17	0.62	0.92	0.71	0.72	0.57	0.85	0.10	0.29
Hg	0.23	-0.09	-0.26	0.02	-0.24	0.13	-0.07	-0.44	0.24	1	-0.01	-0.28	-0.08	0.28	-0.06	-0.24	-0.15	0.23	0.19	0.27	0.03	0.01	0.20	-0.29	-0.03
Mn	0.34	0.40	0.65	-0.05	0.61	0.20	0.41	0.25	0.27	-0.01	1	-0.03	0.34	0.07	0.34	0.52	0.25	0.26	0.19	-0.07	0.18	0.56	0.04	0.40	0.66
Mo	-0.01	0.15	0.09	0.32	0.22	-0.14	-0.17	0.32	0.00	-0.28	-0.03	1	-0.21	0.13	0.04	0.23	0.01	-0.03	-0.04	-0.13	-0.15	-0.19	-0.01	0.36	0.15
Ni	0.01	0.02	0.44	-0.27	0.19	0.22	0.92	-0.08	-0.05	-0.08	0.34	-0.21	1	-0.02	0.05	0.02	0.14	-0.07	0.10	-0.05	0.02	0.36	-0.12	0.01	0.27
Pb	0.01	-0.17	-0.12	0.30	-0.07	0.08	-0.07	-0.26	0.16	0.28	0.07	0.13	-0.02	1	-0.14	-0.01	-0.40	-0.12	0.31	0.31	0.10	0.17	0.30	0.29	0.31
S	0.47	0.52	0.51	-0.37	0.61	-0.30	0.11	0.25	-0.27	-0.06	0.34	0.04	0.05	-0.14	1	0.13	0.46	-0.13	-0.39	-0.49	-0.28	0.01	-0.46	0.24	0.32
Sb	0.27	0.36	0.38	0.43	0.60	0.05	0.15	0.39	0.23	-0.24	0.52	0.23	0.02	-0.01	0.13	1	0.24	0.44	0.18	-0.06	0.00	0.36	0.13	0.62	0.54
Sn	0.33	0.49	0.36	-0.16	0.44	-0.14	0.23	0.29	-0.17	-0.15	0.25	0.01	0.14	-0.40	0.46	0.24	1	0.05	-0.29	-0.41	-0.21	-0.01	-0.35	0.12	0.15
Te	0.10	0.12	-0.01	0.46	0.05	0.41	0.08	0.23	0.62	0.23	0.26	-0.03	-0.07	-0.12	-0.13	0.44	0.05	1	0.51	0.33	0.33	0.44	0.50	0.04	0.21
Th	-0.17	-0.22	-0.09	0.46	-0.23	0.76	0.15	0.00	0.92	0.19	0.19	-0.04	0.10	0.31	-0.39	0.18	-0.29	0.51	1	0.82	0.74	0.61	0.90	0.10	0.24
Ti	-0.26	-0.47	-0.25	0.36	-0.44	0.70	0.01	-0.22	0.71	0.27	-0.07	-0.13	-0.05	0.31	-0.49	-0.06	-0.41	0.33	0.82	1	0.72	0.41	0.84	-0.09	0.03
Tl	-0.29	-0.14	0.07	0.11	-0.23	0.75	0.07	0.14	0.72	0.03	0.18	-0.15	0.02	0.10	-0.28	0.00	-0.21	0.33	0.74	0.72	1	0.55	0.72	-0.04	0.16
U	0.03	0.09	0.32	0.15	0.22	0.54	0.43	0.17	0.57	0.01	0.56	-0.19	0.36	0.17	0.01	0.36	-0.01	0.44	0.61	0.41	0.55	1	0.50	0.24	0.46
V	-0.25	-0.27	-0.26	0.51	-0.36	0.70	-0.04	0.04	0.85	0.20	0.04	-0.01	-0.12	0.30	-0.46	0.13	-0.35	0.50	0.90	0.84	0.72	0.50	1	0.05	0.09
W	0.21	0.33	0.39	0.34	0.58	-0.04	0.13	0.33	0.10	-0.29	0.40	0.36	0.01	0.29	0.24	0.62	0.12	0.04	0.10	-0.09	-0.04	0.24	0.05	1	0.61
Zn	0.26	0.30	0.52	0.08	0.67	0.20	0.39	0.28	0.29	-0.03	0.66	0.15	0.27	0.31	0.32	0.54	0.15	0.21	0.24	0.03	0.16	0.46	0.09	0.61	1



جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Au	Au(PPb)	m	d	Sn	Sn(PPm)	m	d	Ag(PPm)	Ag(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	4.9	1.9	5.9	4.0	4.6	2.9	6.1	3.2	0.35	0.32	0.5	0.2
2	H8G	H1017 G	4.1	1.8	5.0	3.2	3	2.9	4.5	1.6	0.42	0.39	0.6	0.2
3	H10G	H1018 G	4.4	5.6	7.2	1.6	3.7	4.7	6.1	1.4	0.20	0.22	0.3	0.1
4	H12G	H1019 G	3.6	2.7	5.0	2.3	5	4.8	7.4	2.6	0.41	0.41	0.6	0.2
5	H14G	H1020 G	3.2	5.3	5.9	0.6	3.8	5.4	6.5	1.1	0.43	0.44	0.6	0.2
6	H17G	H1021 G	2.7	2.7	4.1	1.4	3.4	2.4	4.6	2.2	0.38	0.39	0.6	0.2
7	H28G	H1022 G	6.9	3.4	8.6	5.2	6.2	4.7	8.6	3.9	0.41	0.40	0.6	0.2
8	H30G	H1023 G	2.0	5.0	4.5	-0.5	5.4	3.6	7.2	3.6	0.39	0.40	0.6	0.2
9	H31G	H1024 G	3.2	4.0	5.2	1.2	4.8	2.4	6.0	3.6	0.35	0.34	0.5	0.2
10	H35G	H1025 G	5.0	4.6	7.3	2.7	4.6	4.8	7.0	2.2	0.37	0.32	0.5	0.2
11	H51G	H1026 G	1.6	2.3	2.8	0.5	3.4	4.2	5.5	1.3	0.31	0.30	0.5	0.2
12	H52G	H1027 G	44.0	39.0	63.5	24.5	5.4	5.1	8.0	2.9	0.27	0.28	0.4	0.1
13	H59G	H1028 G	29.0	38.0	48.0	10.0	5.4	6.4	8.6	2.2	0.20	0.22	0.3	0.1
14	H68G	H1029 G	3.6	5.0	6.1	1.1	3.7	5.1	6.3	1.2	0.20	0.25	0.3	0.1
15	H85G	H1030 G	3.6	2.4	4.8	2.4	5.2	5.3	7.9	2.6	0.25	0.25	0.4	0.1



No	No Sample	D_sample	As(PPm)	As(PPm)	m	d	Ba(PPm)	Ba(PPm)	m	d	Be(PPm)	Be(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	8.93	9.80	13.8	4.0	281.70	287.40	425.4	138.0	1.25	1.28	1.9	0.6
2	H8G	H1017 G	39.70	40.93	60.2	19.2	325.40	324.30	487.6	163.3	1.16	1.14	1.7	0.6
3	H10G	H1018 G	9.97	10.48	15.2	4.7	207.00	223.70	318.9	95.2	0.97	1.01	1.5	0.5
4	H12G	H1019 G	24.71	25.01	37.2	12.2	318.30	325.90	481.3	155.4	1.29	1.27	1.9	0.7
5	H14G	H1020 G	16.84	17.72	25.7	8.0	257.10	258.20	386.2	128.0	1.19	1.14	1.8	0.6
6	H17G	H1021 G	18.35	18.38	27.5	9.2	341.00	340.20	511.1	170.9	1.44	1.38	2.1	0.7
7	H28G	H1022 G	20.51	21.34	31.2	9.8	322.70	322.00	483.7	161.7	1.49	1.43	2.2	0.8
8	H30G	H1023 G	22.21	21.26	32.8	11.6	343.00	322.20	504.1	181.9	1.46	1.36	2.1	0.8
9	H31G	H1024 G	17.50	18.65	26.8	8.2	320.30	314.30	477.5	163.2	1.45	1.39	2.1	0.8
10	H35G	H1025 G	22.43	23.70	34.3	10.6	296.40	300.70	446.8	146.1	1.28	1.28	1.9	0.6
11	H51G	H1026 G	15.75	14.99	23.2	8.3	319.60	310.40	474.8	164.4	1.42	1.34	2.1	0.7
12	H52G	H1027 G	37.23	38.54	56.5	18.0	269.00	266.20	402.1	135.9	1.11	1.06	1.6	0.6
13	H59G	H1028 G	17.91	17.72	26.8	9.1	272.90	270.70	408.3	137.6	1.10	1.09	1.6	0.6
14	H68G	H1029 G	10.97	10.32	16.1	5.8	237.80	242.70	359.2	116.5	1.03	1.08	1.6	0.5
15	H85G	H1030 G	10.46	10.15	15.5	5.4	242.30	247.70	366.2	118.5	1.16	1.14	1.7	0.6



ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Bi(PPm)	Bi(PPm)	m	d	Cd(PPm)	Cd(PPm)	m	d	Ce(PPm)	Ce(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	1.25	1.98	2.2	0.3	0.65	0.59	0.9	0.4	40.30	40.57	60.6	20.0
2	H8G	H1017 G	1.31	1.40	2.0	0.6	0.69	0.50	0.9	0.4	40.44	41.92	61.4	19.5
3	H10G	H1018 G	1.76	1.89	2.7	0.8	0.36	0.30	0.5	0.2	33.94	32.62	50.3	17.6
4	H12G	H1019 G	1.23	1.56	2.0	0.4	0.61	0.63	0.9	0.3	44.05	43.48	65.8	22.3
5	H14G	H1020 G	1.55	1.65	2.4	0.7	0.59	0.50	0.8	0.3	38.50	39.11	58.1	18.9
6	H17G	H1021 G	1.99	2.01	3.0	1.0	1.17	1.07	1.7	0.6	44.44	43.72	66.3	22.6
7	H28G	H1022 G	0.99	1.00	1.5	0.5	0.69	0.70	1.0	0.3	48.89	48.15	73.0	24.8
8	H30G	H1023 G	1.59	1.49	2.3	0.8	0.73	0.60	1.0	0.4	51.25	50.88	76.7	25.8
9	H31G	H1024 G	1.44	1.82	2.4	0.5	0.66	0.65	1.0	0.3	49.20	48.96	73.7	24.7
10	H35G	H1025 G	1.00	0.99	1.5	0.5	0.81	0.80	1.2	0.4	44.28	43.96	66.3	22.3
11	H51G	H1026 G	2.49	2.31	3.6	1.3	0.70	0.63	1.0	0.4	47.80	46.58	71.1	24.5
12	H52G	H1027 G	2.59	2.51	3.8	1.3	0.57	0.56	0.9	0.3	36.60	37.02	55.1	18.1
13	H59G	H1028 G	2.23	2.21	3.3	1.1	0.54	0.52	0.8	0.3	35.13	35.82	53.0	17.2
14	H68G	H1029 G	2.06	1.98	3.1	1.1	0.65	0.63	1.0	0.3	32.51	33.03	49.0	16.0
15	H85G	H1030 G	2.54	2.60	3.8	1.2	0.53	0.56	0.8	0.2	38.57	38.63	57.9	19.3

No	No Sample	D_sample	Co(PPm)	Co(PPm)	m	d	Cr(PPm)	Cr(PPm)	m	d	Cs(PPm)	Cs(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	22.24	21.40	32.9	11.5	67.45	66.25	100.6	34.3	4.68	5.13	7.2	2.1
2	H8G	H1017 G	16.28	15.79	24.2	8.4	66.45	65.09	99.0	33.9	4.47	4.91	6.9	2.0
3	H10G	H1018 G	17.37	17.59	26.2	8.6	36.53	35.15	54.1	19.0	2.58	2.85	4.0	1.2
4	H12G	H1019 G	21.59	20.74	32.0	11.2	68.71	67.75	102.6	34.8	5.21	5.69	8.1	2.4
5	H14G	H1020 G	20.92	19.04	30.4	11.4	59.53	58.96	89.0	30.1	4.49	4.78	6.9	2.1
6	H17G	H1021 G	20.42	19.15	30.0	10.8	71.41	70.93	106.9	35.9	4.78	4.61	7.1	2.5
7	H28G	H1022 G	21.59	20.36	31.8	11.4	92.71	91.12	138.3	47.2	5.84	5.31	8.5	3.2
8	H30G	H1023 G	21.97	19.89	31.9	12.0	90.30	89.70	135.2	45.5	6.12	5.48	8.9	3.4
9	H31G	H1024 G	23.74	22.87	35.2	12.3	88.99	89.66	133.8	44.2	5.91	5.31	8.6	3.3
10	H35G	H1025 G	24.00	24.40	36.2	11.8	71.45	70.10	106.5	36.4	6.22	5.91	9.2	3.3
11	H51G	H1026 G	19.07	19.62	28.9	9.3	80.96	79.86	120.9	41.0	5.84	5.42	8.6	3.1
12	H52G	H1027 G	19.61	18.19	28.7	10.5	49.42	48.06	73.5	25.4	5.19	4.92	7.7	2.7
13	H59G	H1028 G	17.37	17.02	25.9	8.9	51.67	50.16	76.8	26.6	4.64	4.59	6.9	2.3
14	H68G	H1029 G	13.41	13.69	20.3	6.6	47.28	46.82	70.7	23.9	4.12	4.22	6.2	2.0
15	H85G	H1030 G	20.06	19.52	29.8	10.3	47.85	46.99	71.3	24.4	4.74	4.74	7.1	2.4



ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Cu(PPm)	Cu(PPm)	m	d	Fe(PPm)	Fe(PPm)	m	d	Hg(PPm)	Hg(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	180.30	187.70	274.2	86.5	69860	65730	102725.0	36995.0	0.09	0.09	0.1	0.0
2	H8G	H1017 G	53.22	51.69	79.1	27.4	54500	53630	81315.0	27685.0	0.10	0.10	0.1	0.0
3	H10G	H1018 G	96.07	100.70	146.4	45.7	58460	57400	87160.0	29760.0	0.09	0.08	0.1	0.0
4	H12G	H1019 G	92.47	91.42	138.2	46.8	70350	70210	105455.0	35245.0	0.09	0.09	0.1	0.0
5	H14G	H1020 G	119.20	118.90	178.7	59.8	69440	68800	103840.0	35040.0	0.09	0.09	0.1	0.0
6	H17G	H1021 G	72.40	69.03	106.9	37.9	61940	60840	92360.0	31520.0	0.08	0.08	0.1	0.0
7	H28G	H1022 G	58.15	57.94	87.1	29.2	64320	63060	95850.0	32790.0	0.09	0.08	0.1	0.0
8	H30G	H1023 G	63.02	59.17	92.6	33.4	65390	64120	97450.0	33330.0	0.09	0.09	0.1	0.0
9	H31G	H1024 G	66.77	65.17	99.4	34.2	70730	69140	105300.0	36160.0	0.09	0.09	0.1	0.0
10	H35G	H1025 G	76.93	75.29	114.6	39.3	71950	71320	107610.0	36290.0	0.10	0.10	0.1	0.0
11	H51G	H1026 G	47.50	46.25	70.6	24.4	65840	64370	98025.0	33655.0	0.07	0.08	0.1	0.0
12	H52G	H1027 G	112.00	108.10	166.1	58.0	71960	71200	107560.0	36360.0	0.08	0.09	0.1	0.0
13	H59G	H1028 G	91.53	90.86	137.0	46.1	55210	55030	82725.0	27695.0	0.08	0.08	0.1	0.0
14	H68G	H1029 G	149.10	150.80	224.5	73.7	54160	55800	82060.0	26260.0	0.07	0.08	0.1	0.0
15	H85G	H1030 G	82.94	82.59	124.2	41.6	68310	67210	101915.0	34705.0	0.08	0.09	0.1	0.0

No	No Sample	D_sample	La(PPm)	La(PPm)	m	d	Li(PPm)	Li(PPm)	m	d	Mn(PPm)	Mn(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	16.89	17.10	25.4	8.3	26.08	25.95	39.1	13.1	927.10	943.90	1399.1	455.2
2	H8G	H1017 G	18.08	19.25	27.7	8.5	27.81	26.37	41.0	14.6	1020.00	1010.00	1525.0	515.0
3	H10G	H1018 G	12.75	12.64	19.1	6.4	16.89	17.30	25.5	8.2	455.80	481.60	696.6	215.0
4	H12G	H1019 G	19.00	18.72	28.4	9.6	29.17	28.32	43.3	15.0	1070.00	1051.00	1595.5	544.5
5	H14G	H1020 G	15.94	16.27	24.1	7.8	24.20	23.66	36.0	12.4	960.90	946.20	1434.0	487.8
6	H17G	H1021 G	19.13	18.79	28.5	9.7	28.48	27.17	42.1	14.9	1181.00	1161.00	1761.5	600.5
7	H28G	H1022 G	21.54	21.42	32.3	10.8	33.86	32.15	49.9	17.8	995.40	963.20	1477.0	513.8
8	H30G	H1023 G	22.48	21.52	33.2	11.7	33.48	32.57	49.8	17.2	986.20	910.60	1441.5	530.9
9	H31G	H1024 G	21.00	20.44	31.2	10.8	32.41	31.40	48.1	16.7	1042.00	1027.00	1555.5	528.5
10	H35G	H1025 G	17.89	18.11	26.9	8.8	28.78	28.82	43.2	14.4	1141.00	1160.00	1721.0	561.0
11	H51G	H1026 G	22.27	21.02	32.8	11.8	28.11	27.09	41.7	14.6	1009.00	1008.00	1513.0	505.0
12	H52G	H1027 G	15.58	15.38	23.3	7.9	24.90	23.86	36.8	13.0	984.50	985.50	1477.3	491.8
13	H59G	H1028 G	15.28	15.59	23.1	7.5	23.56	23.00	35.1	12.1	824.40	822.40	1235.6	413.2
14	H68G	H1029 G	13.79	14.96	21.3	6.3	21.38	21.18	32.0	10.8	566.00	579.40	855.7	276.3
15	H85G	H1030 G	16.05	15.69	23.9	8.2	22.81	22.44	34.0	11.6	1044.00	1038.00	1563.0	525.0

ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Mo(PPm)	Mo(PPm)	m	d	Nb(PPm)	Nb(PPm)	m	d	Ni(PPm)	Ni(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	1.23	1.45	2.0	0.5	15.06	14.80	22.5	7.7	39.18	38.16	58.3	20.1
2	H8G	H1017 G	0.81	0.78	1.2	0.4	12.93	12.52	19.2	6.7	39.10	38.32	58.3	19.9
3	H10G	H1018 G	2.60	2.60	3.9	1.3	11.94	12.02	18.0	5.9	23.27	23.41	35.0	11.6
4	H12G	H1019 G	0.84	0.83	1.3	0.4	15.46	14.95	22.9	8.0	40.34	38.09	59.4	21.3
5	H14G	H1020 G	1.50	1.44	2.2	0.8	14.54	13.88	21.5	7.6	35.17	34.79	52.6	17.8
6	H17G	H1021 G	1.27	1.24	1.9	0.7	14.40	13.74	21.3	7.5	45.05	44.66	67.4	22.7
7	H28G	H1022 G	0.45	0.44	0.7	0.2	15.56	14.60	22.9	8.3	60.33	61.55	91.1	29.6
8	H30G	H1023 G	0.51	0.55	0.8	0.2	15.90	14.10	23.0	8.9	55.40	54.13	82.5	28.3
9	H31G	H1024 G	0.54	0.55	0.8	0.3	16.92	15.45	24.6	9.2	55.69	54.40	82.9	28.5
10	H35G	H1025 G	0.51	0.54	0.8	0.2	16.69	16.12	24.8	8.6	46.89	45.36	69.6	24.2
11	H51G	H1026 G	1.27	1.12	1.8	0.7	15.49	14.27	22.6	8.4	44.50	43.25	66.1	22.9
12	H52G	H1027 G	1.74	1.72	2.6	0.9	15.18	14.43	22.4	8.0	24.87	24.09	36.9	12.8
13	H59G	H1028 G	1.38	1.36	2.1	0.7	12.62	12.16	18.7	6.5	30.19	30.02	45.2	15.2
14	H68G	H1029 G	3.00	2.06	4.0	2.0	12.15	12.38	18.3	6.0	28.64	27.91	42.6	14.7
15	H85G	H1030 G	1.41	0.64	1.7	1.1	14.80	14.39	22.0	7.6	26.94	27.01	40.4	13.4

No	No Sample	D_sample	P(PPm)	P(PPm)	m	d	Pb(PPm)	Pb(PPm)	m	d	Rb(PPm)	Rb(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	986.30	970.80	1471.7	500.9	39.62	38.79	59.0	20.2	61.48	56.49	89.7	33.2
2	H8G	H1017 G	770.50	760.20	1150.6	390.4	41.29	40.45	61.5	21.1	64.79	63.58	96.6	33.0
3	H10G	H1018 G	824.00	814.50	1231.3	416.8	31.07	30.47	46.3	15.8	33.10	33.65	49.9	16.3
4	H12G	H1019 G	938.00	928.40	1402.2	473.8	43.41	42.18	64.5	22.3	69.82	68.57	104.1	35.5
5	H14G	H1020 G	971.60	961.00	1452.1	491.1	46.15	47.58	69.9	22.4	50.90	49.34	75.6	26.2
6	H17G	H1021 G	962.00	900.90	1412.5	511.6	56.00	55.07	83.5	28.5	56.07	57.21	84.7	27.5
7	H28G	H1022 G	881.70	878.80	1321.1	442.3	41.12	40.90	61.6	20.7	74.94	72.25	111.1	38.8
8	H30G	H1023 G	857.60	820.20	1267.7	447.5	42.24	41.83	63.2	21.3	77.09	76.23	115.2	39.0
9	H31G	H1024 G	849.30	832.30	1265.5	433.2	40.29	38.26	59.4	21.2	68.26	66.58	101.6	35.0
10	H35G	H1025 G	723.50	724.50	1085.8	361.3	48.06	47.12	71.6	24.5	61.98	60.45	92.2	31.8
11	H51G	H1026 G	906.50	892.20	1352.6	460.4	39.52	38.83	58.9	20.1	53.56	52.37	79.7	27.4
12	H52G	H1027 G	902.10	899.90	1352.1	452.2	39.61	38.27	58.7	20.5	48.86	47.62	72.7	25.1
13	H59G	H1028 G	719.50	710.60	1074.8	364.2	34.09	34.47	51.3	16.9	48.15	48.91	72.6	23.7
14	H68G	H1029 G	593.00	591.70	888.9	297.2	46.94	47.26	70.6	23.3	40.21	41.02	60.7	19.7
15	H85G	H1030 G	863.30	866.70	1296.7	430.0	29.50	30.40	44.7	14.3	40.17	40.20	60.3	20.1



ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	S(PPm)	S(PPm)	m	d	Sb(PPm)	Sb(PPm)	m	d	Sc(PPm)	Sc(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	541.50	521.90	802.5	280.6	1.89	2.04	2.9	0.9	19.40	19.11	29.0	9.8
2	H8G	H1017 G	687.70	630.80	1003.1	372.3	2.13	2.20	3.2	1.0	15.66	15.87	23.6	7.7
3	H10G	H1018 G	402.00	390.70	597.4	206.7	1.31	1.43	2.0	0.6	15.98	16.65	24.3	7.7
4	H12G	H1019 G	613.80	611.40	919.5	308.1	2.21	2.39	3.4	1.0	19.93	19.27	29.6	10.3
5	H14G	H1020 G	734.20	712.90	1090.7	377.8	2.10	2.26	3.2	1.0	18.90	18.28	28.0	9.8
6	H17G	H1021 G	556.40	532.00	822.4	290.4	1.73	1.81	2.6	0.8	15.19	15.03	22.7	7.7
7	H28G	H1022 G	740.40	720.00	1100.4	380.4	2.11	2.04	3.1	1.1	17.45	16.80	25.9	9.1
8	H30G	H1023 G	526.50	441.20	747.1	305.9	2.54	2.41	3.7	1.3	18.16	17.56	26.9	9.4
9	H31G	H1024 G	1073.00	1020.80	1583.4	562.6	2.70	2.60	4.0	1.4	17.97	16.91	26.4	9.5
10	H35G	H1025 G	554.20	560.40	834.4	274.0	2.85	3.00	4.3	1.3	20.97	20.92	31.4	10.5
11	H51G	H1026 G	355.20	352.90	531.7	178.8	2.69	2.15	3.8	1.6	16.84	16.16	24.9	8.8
12	H52G	H1027 G	591.90	589.40	886.6	297.2	3.49	3.39	5.2	1.8	19.31	18.71	28.7	10.0
13	H59G	H1028 G	489.10	483.30	730.8	247.5	2.81	2.79	4.2	1.4	15.93	16.20	24.0	7.8
14	H68G	H1029 G	460.00	459.60	689.8	230.2	2.24	2.21	3.3	1.1	16.39	17.37	25.1	7.7
15	H85G	H1030 G	331.10	333.00	497.6	164.6	2.75	2.69	4.1	1.4	15.27	15.43	23.0	7.6

No	No Sample	D_sample	Sr(PPm)	Sr(PPm)	m	d	Te(PPm)	Te(PPm)	m	d	Th(PPm)	Th(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	222.00	219.20	331.6	112.4	0.16	0.17	0.2	0.1	15.95	16.86	24.4	7.5
2	H8G	H1017 G	338.20	340.30	508.4	168.1	0.14	0.15	0.2	0.1	13.28	14.90	20.7	5.8
3	H10G	H1018 G	211.10	210.70	316.5	105.8	0.15	0.15	0.2	0.1	13.10	14.38	20.3	5.9
4	H12G	H1019 G	273.90	272.30	410.1	137.8	0.16	0.17	0.2	0.1	16.20	17.99	25.2	7.2
5	H14G	H1020 G	224.10	224.20	336.2	112.0	0.16	0.17	0.2	0.1	15.81	14.99	23.3	8.3
6	H17G	H1021 G	250.00	236.80	368.4	131.6	0.14	0.15	0.2	0.1	15.10	16.12	23.2	7.0
7	H28G	H1022 G	225.40	224.50	337.7	113.2	0.15	0.15	0.2	0.1	16.05	16.89	24.5	7.6
8	H30G	H1023 G	240.20	222.40	351.4	129.0	0.17	0.17	0.3	0.1	16.32	16.44	24.5	8.1
9	H31G	H1024 G	232.50	229.20	347.1	117.9	0.16	0.17	0.2	0.1	17.09	18.36	26.3	7.9
10	H35G	H1025 G	217.60	217.60	326.4	108.8	0.17	0.16	0.2	0.1	16.82	15.20	24.4	9.2
11	H51G	H1026 G	250.90	248.10	375.0	126.9	0.16	0.17	0.3	0.1	16.54	16.78	24.9	8.2
12	H52G	H1027 G	266.40	265.80	399.3	133.5	0.19	0.18	0.3	0.1	17.05	17.77	25.9	8.2
13	H59G	H1028 G	242.50	247.50	366.3	118.8	0.15	0.15	0.2	0.1	13.66	14.92	21.1	6.2
14	H68G	H1029 G	190.20	191.00	285.7	94.7	0.15	0.16	0.2	0.1	13.07	14.13	20.1	6.0
15	H85G	H1030 G	239.50	242.50	360.8	118.3	0.17	0.18	0.3	0.1	16.09	17.60	24.9	7.3



ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Ti(PPm)	Ti(PPm)	m	d	Ti(PPm)	Ti(PPm)	m	d	U(PPm)	U(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	4436	4559	6715.5	2156.5	1.03	0.96	1.5	0.6	4.02	3.43	5.7	2.3
2	H8G	H1017 G	4163	4248	6287.0	2039.0	0.92	0.90	1.4	0.5	3.59	3.12	5.2	2.0
3	H10G	H1018 G	2490	2302	3641.0	1339.0	0.90	0.89	1.3	0.5	2.64	2.29	3.8	1.5
4	H12G	H1019 G	4927	5049	7451.5	2402.5	1.07	0.96	1.5	0.6	4.54	3.74	6.4	2.7
5	H14G	H1020 G	4441	4441	6661.5	2220.5	1.03	0.90	1.5	0.6	4.31	3.30	6.0	2.7
6	H17G	H1021 G	4266	4281	6406.5	2125.5	1.00	0.90	1.5	0.6	3.61	3.18	5.2	2.0
7	H28G	H1022 G	4987	4911	7442.5	2531.5	1.03	0.92	1.5	0.6	4.35	3.55	6.1	2.6
8	H30G	H1023 G	5193	4967	7676.5	2709.5	1.04	0.89	1.5	0.6	4.59	3.53	6.4	2.8
9	H31G	H1024 G	4889	4940	7359.0	2419.0	1.04	0.95	1.5	0.6	4.32	3.57	6.1	2.5
10	H35G	H1025 G	5152	5278	7791.0	2513.0	1.06	1.01	1.6	0.5	4.53	3.88	6.5	2.6
11	H51G	H1026 G	5296	5197	7894.5	2697.5	0.99	0.98	1.5	0.5	4.08	3.56	5.9	2.3
12	H52G	H1027 G	4789	4893	7235.5	2342.5	1.02	1.01	1.5	0.5	3.71	3.37	5.4	2.0
13	H59G	H1028 G	4344	4261	6474.5	2213.5	0.89	0.88	1.3	0.5	3.24	3.10	4.8	1.7
14	H68G	H1029 G	3774	3847	5697.5	1850.5	0.88	0.87	1.3	0.4	2.85	2.97	4.3	1.4
15	H85G	H1030 G	4474	4396	6672.0	2276.0	0.96	0.91	1.4	0.5	3.45	3.32	5.1	1.8



No	No Sample	D_sample	V(PPm)	V(PPm)	m	d	W(PPm)	W(PPm)	m	d	Y(PPm)	Y(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	157.40	157.60	236.2	78.6	1.57	1.91	2.5	0.6	24.05	25.81	37.0	11.1
2	H8G	H1017 G	124.40	128.10	188.5	60.4	2.90	2.80	4.3	1.5	22.16	23.52	33.9	10.4
3	H10G	H1018 G	117.80	118.60	177.1	58.5	2.34	2.55	3.6	1.1	19.79	18.99	29.3	10.3
4	H12G	H1019 G	161.50	164.00	243.5	79.5	1.89	2.00	2.9	0.9	25.16	26.63	38.5	11.8
5	H14G	H1020 G	156.70	156.20	234.8	78.6	1.57	1.76	2.5	0.7	23.86	24.08	35.9	11.8
6	H17G	H1021 G	128.30	126.20	191.4	65.2	1.97	2.18	3.1	0.9	24.75	26.17	37.8	11.7
7	H28G	H1022 G	140.10	136.30	208.3	72.0	1.61	1.78	2.5	0.7	26.17	26.84	39.6	12.8
8	H30G	H1023 G	149.90	145.30	222.6	77.3	1.54	1.88	2.5	0.6	25.79	26.43	39.0	12.6
9	H31G	H1024 G	144.60	139.30	214.3	75.0	1.44	1.84	2.4	0.5	25.12	26.76	38.5	11.7
10	H35G	H1025 G	171.90	172.60	258.2	85.6	1.61	1.70	2.5	0.8	26.70	27.25	40.3	13.1
11	H51G	H1026 G	158.60	157.70	237.5	79.8	1.97	1.80	2.9	1.1	29.15	28.62	43.5	14.8
12	H52G	H1027 G	170.50	169.80	255.4	85.6	2.27	2.01	3.3	1.3	28.01	27.90	42.0	14.1
13	H59G	H1028 G	137.70	138.20	206.8	68.6	1.82	1.79	2.7	0.9	24.16	24.36	36.3	12.0
14	H68G	H1029 G	135.70	132.10	201.8	69.7	2.05	2.08	3.1	1.0	22.95	23.39	34.6	11.3
15	H85G	H1030 G	150.40	148.90	224.9	76.0	1.78	1.77	2.7	0.9	26.87	27.03	40.4	13.4

ادامه جدول ۳-۵: محاسبه مقدار خطا و میانگین عیار نمونه‌های تکراری

No	No Sample	D_sample	Zn(PPm)	Zn(PPm)	m	d	Zr(PPm)	Zr(PPm)	m	d
1	H6G	H1016 G	106.20	97.11	154.8	57.6	186.80	185.30	279.5	94.2
2	H8G	H1017 G	117.40	101.80	168.3	66.5	255.20	251.10	380.8	129.7
3	H10G	H1018 G	49.61	48.67	73.9	25.3	149.00	150.00	224.0	74.0
4	H12G	H1019 G	111.40	112.90	167.9	55.0	238.40	240.50	358.7	118.2
5	H14G	H1020 G	103.30	98.38	152.5	54.1	257.60	255.90	385.6	129.7
6	H17G	H1021 G	150.60	150.60	225.9	75.3	215.30	216.00	323.3	107.3
7	H28G	H1022 G	106.00	97.62	154.8	57.2	269.30	269.40	404.0	134.6
8	H30G	H1023 G	102.10	98.37	151.3	52.9	251.60	285.00	394.1	109.1
9	H31G	H1024 G	104.70	99.32	154.4	55.0	250.40	260.20	380.5	120.3
10	H35G	H1025 G	116.90	115.20	174.5	59.3	222.10	224.70	334.5	109.8
11	H51G	H1026 G	107.40	101.90	158.4	56.5	301.50	300.50	451.8	151.3
12	H52G	H1027 G	100.60	94.64	147.9	53.3	239.50	230.10	354.6	124.5
13	H59G	H1028 G	83.55	82.56	124.8	42.3	212.20	213.90	319.2	105.3
14	H68G	H1029 G	109.80	114.20	166.9	52.7	190.20	184.30	282.4	98.1
15	H85G	H1030 G	72.15	70.18	107.2	37.1	252.40	254.90	379.9	125.0



۳-۵-۵- بررسیهای آماری چندمتغیره

۳-۵-۵-۱- تجزیه و تحلیل خوشه‌ای

در تحلیل خوشه‌ای هدف دستیابی به ملاکی برای طبقه‌بندی هرچه مناسبتر متغیرها و یا نمونه‌ها^۵ براساس تشابه هرچه بیشتر درون گروهی و اختلاف هرچه بیشتر میان گروهی است. لذا اگر مقدار عیار مس در یک نمونه X و در نمونه دیگر Y باشد، ما با $Y-X$ سروکار داریم. این ویژگی کمک می‌کند تا بتوانیم متغیرها و نمونه‌ها را به صورت خوشه‌هایی که حداکثر تشابه ممکن را درون خود و حداکثر اختلاف را میان خود دارند رده‌بندی کنیم.

هنگامی که n نمونه را برای p متغیر مختلف مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهیم، می‌توانیم برحسب میزان شباهتی که بین مقادیر این زوجها وجود دارد، نمونه‌ها و یا متغیرها را دسته‌بندی کنیم. این عمل هم می‌تواند منجر به گروه‌بندی واقعی و یا غیرانتظار شود که هم بررسی روابط جدید را به دنبال دارد و هم موجب کاهش داده‌ها و در نتیجه سهولت بررسی آنها می‌گردد. در روش آنالیز خوشه‌ای دو نوع گروه‌بندی وجود دارد:

- نوع اول به گروه‌بندی متغیرها می‌پردازد و نوع R نام دارد.
- نوع دوم به گروه‌بندی نمونه‌ها می‌پردازد و به نوع Q معروف است. از روش Q برای گروه‌بندی برخی جوامع سنگی نیز استفاده می‌شود.

روشهای مختلفی برای خوشه‌بندی داده‌ها وجود دارد. یکی از این روشها، روش اتصال^۶ است که در آن به ترتیب اشیاء (نمونه‌ها و متغیرها) با شباهت بیشتر با استفاده از روش بازگشتی به هم متصل می‌شوند. تمامی روشهای خوشه‌بندی مبتنی بر ماتریس شباهتها می‌باشند که با یکی از روشهای مندرج در بند پیش محاسبه می‌شود. در مرحله اول دو نمونه و یا دو متغیری که بیشترین شباهت را دارند به هم وصل می‌شوند. در هر تکرار شبیه‌ترین زوج خوشه‌ها و یا اشیاء به هم وصل می‌شوند. الگوریتمهای مختلفی برای محاسبه شباهتهای بین خوشه‌ای و بین خوشه و شیء وجود دارد. این روشها عبارتند از: روش اتصال نزدیکترین همسایگی، روش دورترین همسایگی، روش وارد و روش اتصال عامل. شکل (۳-۵) آنالیز خوشه‌ای عنصرها را در حالت نرمال شده نشان می‌دهد. این الگوریتم بر اساس ضرایب همبستگی مثبت **پیرسون** ایجاد شده است.

⁵-Variables and Cases.
⁶-Linkage.



همانطور که در بخش محاسبه خطای آنالیز عنوان گردید مقادیر خطای اندازه‌گیری شده برای تعدادی از عناصرها از مقدار ۱۰٪ فراتر بوده است. اگر در تفسیر ساختار درختی داده‌ها موارد غیرعادی مشاهده گردیده به احتمال زیاد در ارتباط با خطائی است که در تجزیه نمونه‌ها اعمال شده است. با توجه به ساختار درختی داده‌ها (شکل ۳-۵)، متغیرهای ژئوشیمیایی به پنج گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از:

➤ **گروه اول** دربرگیرنده عنصرهای گروه آهن به همراه سرب است. ناهنجاریهای این گروه در ارتباط با

عملکرد فرایندهای سوپرژن و لیچینگ است که منجر به شکل‌گیری گوسان‌های آهنی به همراه سرب به صورت غنی‌سازی سوپرژن در منطقه شده است.

➤ **گروه دوم** دربرگیرنده عنصرهای گروه سنگهای اولترابازیک نظیر کروم و نیکل است. این عناصر

دارای همبستگی بالایی با یکدیگر هستند.

➤ **گروه سوم** شامل آنتیموان، روی، کادمیم، تنگستن، اورانیوم و منگنز است. عنصرهای این گروه در اثر

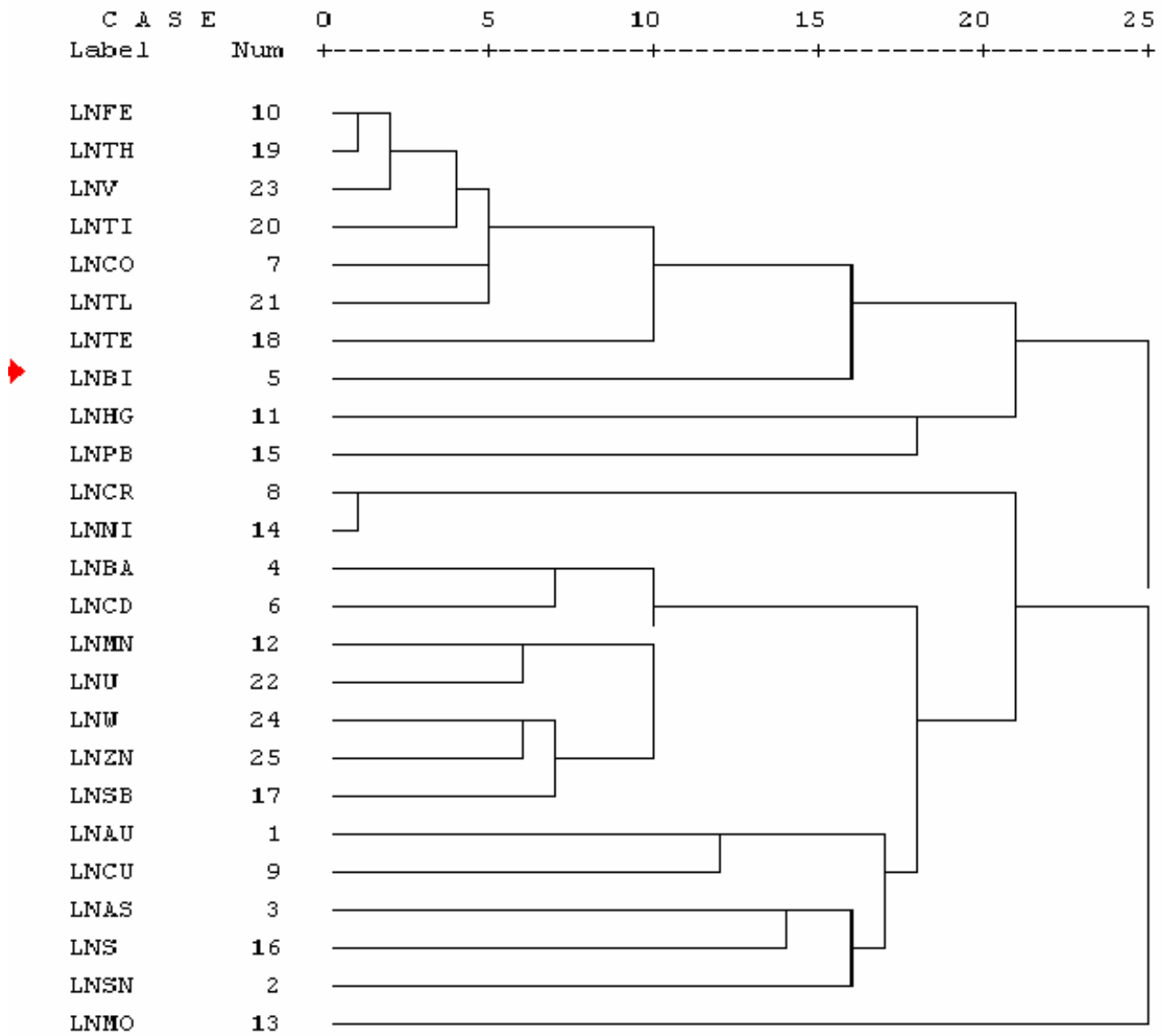
عملکرد سیالات گرمابی ناشی از توده‌های نفوذی گرانودیوریتی و توده‌های نفوذی کم عمق به صورت رگه‌ای شکل گرفته‌اند.

➤ **گروه چهارم و پنجم** متشکل از عنصرهای قلیایی بهمراه طلا، آرسنیک، گوگرد و مولیبدن است.

این عناصر متاثر از توده‌های نفوذی گرانودیوریتی و رگه‌های آپلیتی ناشی از فرایندهای بعدی ماگمایی منطقه مورد مطالعه بوده و ناهنجاریهای آنها منطبق بر این واحدهای سنگی است.

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



شکل ۳-۵: آنالیز خوشه‌ای بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون



۳-۵-۲- تجزیه عاملی (آنالیز فاکتوری)

یکی از مسائل پیچیده و مهم در اکتشافات ژئوشیمیایی بررسی همزمان عنصرهای مورد مطالعه است. یکی از روشهای بسیار قوی در این زمینه تجزیه و تحلیل فاکتوری است. این روش دو مزیت بسیار بزرگ دارد:

۱- کاهش ابعاد داده‌ها

۲- بیان ارتباط موجود بین عنصرهای مختلف

به خصوص با تعداد زیاد عنصرها مورد بررسی و تعداد زیاد نمونه‌ها نقش تجزیه و تحلیل فاکتوری بیش از پیش نمایان می‌شود، به طوری که فهم و درک تغییرپذیری داده‌ها را بسیار ساده‌تر می‌کند. تجزیه و تحلیل فاکتوری براساس روش PCA^۷ استوار است. این روش تکنیکی برای پیدا کردن ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هم‌بستر است که تشکیل یک دستگاه محور مختصات جدید بدهند. این ترکیبات خطی را مؤلفه‌های اصلی می‌نامند و دارای خواص زیر هستند:

۱- بخش اعظمی از تغییرپذیری توسط تعداد محدودی از متغیرهای جدید قابل توجیه است.

۲- متغیرهای جدید، که محصول ترکیب خطی متغیرهای اولیه هستند، بین خود همبستگی نشان نمی‌دهند.

قبل از استفاده از روش PCA توجه به دو نکته ضروری است:

• اگر متغیرهای اولیه همبسته نباشند (ضریب همبستگی کوچکی داشته باشند)، دلیلی برای کاربرد این

روش وجود ندارد، چرا که نتایج قابل قبولی از آنها به دست نمی‌آید.

• تجزیه و تحلیل فاکتوری زمانی صورت می‌گیرد که تعداد متغیرهای اولیه به حد کافی باشد.

تجزیه و تحلیل فاکتوری در چهار مرحله انجام می‌گیرد:

۱- محاسبه ضرایب همبستگی.

۲- استخراج عاملها که شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

۳- دوران و اعمال تبدیلاتی خاص بر روی عاملها، برای آنکه روابط میان داده‌ها بهتر تفسیر شود.

۴- محاسبه امتیاز هر عامل برای تک‌تک نمونه‌ها.

⁷-Principal Component Analysis.



لازم به ذکر است که تجزیه و تحلیل عاملی ۲۳۳ نمونه برای ۲۵ عنصر کار بسیار طولانی و زمان‌بری است، ولی محاسبات کامپیوتری این مشکل را برطرف کرده و با سرعت بسیار تمام محاسبات انجام می‌گیرد. نتایج حاصل از آنالیز فاکتوری در جدولهای (۳-۱۲) تا (۳-۱۶) آورده شده است. این جدولها حاصل مراحل گوناگون آنالیز فاکتوری است که در ذیل توضیح داده می‌شوند:

جدول آزمون KMO و بارتلت^۸ (جدول ۳-۱۲): این جدول مربوط به تست KMO است که جهت بررسی میزان اعتبار آنالیز فاکتوری صورت می‌گیرد. در واقع این جدول جهت تأیید یا رد آنالیز فاکتوری کاربرد دارد. مقادیر KMO بزرگتر از ۰/۹ بیانگر این است که انجام آنالیز فاکتوری از اعتبار بالایی برخوردار است. به همین ترتیب مقادیر ۰/۸ از اعتبار بالا، ۰/۷ متعادل، ۰/۶ اعتبار متوسط، ۰/۵ از اعتبار ناچیز و مقادیر KMO کمتر از ۰/۵ جهت انجام آنالیز فاکتوری فاقد اعتبار هستند. مقدار KMO محاسبه شده برای داده‌های مربوط به این پروژه برابر ۰/۷۸۶ می‌باشد. این میزان بیانگر اعتبار نسبتاً بالای آنالیز فاکتوری برای این داده‌ها است.

Table 3-12 : KMO and Bartlett's Test (a)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0.78582363
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5949.03976
	df	300
	Sig.	0
a	Based on correlations	

جدول مشارکتها^۹ (جدول ۳-۱۳): این جدول نشان دهنده برآورد اولیه عاملها و بیانگر میزان مشارکت عنصرها در این روش است. همانطور که مشاهده می‌شود اکثر عنصرها میزان Extraction بالا دارند که نشانه بالا بودن میزان مشارکت آنها است. بیشترین درصد مشارکت با ضرایب بالای ۰/۷ مربوط به عنصرهای Au, Cd, Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, S, Sb, U, V می‌باشد. بعد از این عنصرهای رده دوم عنصرهای دارای مشارکت بالا (ضریب بالای ۰/۶) شامل Fe, W, Th می‌باشند. سایر عنصرها دارای میزان مشارکت پایینی می‌باشد.

⁸ -KMO (Kaiser-Meyer Olkin) and Bartlett's Test.

⁹-Communalities.

**Table 3-13: Communalities**

Communalities	Raw		Rescaled	
	Initial	Extraction	Initial	Extraction
CD	1.21	1.18	1	0.98
AU	0.80	0.78	1	0.97
CU	0.46	0.41	1	0.88
MO	0.34	0.30	1	0.88
PB	0.31	0.26	1	0.82
ZN	0.13	0.10	1	0.80
MN	0.12	0.09	1	0.76
S	0.39	0.29	1	0.75
SB	0.15	0.11	1	0.72
U	0.12	0.08	1	0.71
V	0.03	0.02	1	0.70
TH	0.06	0.04	1	0.69
W	0.10	0.07	1	0.68
FE	0.02	0.01	1	0.62
AS	0.26	0.15	1	0.58
BA	0.06	0.03	1	0.58
TI	0.03	0.02	1	0.58
CO	0.02	0.01	1	0.55
TL	0.01	0.00	1	0.53
SN	0.21	0.11	1	0.50
BI	0.06	0.03	1	0.45
TE	0.06	0.03	1	0.44
HG	0.06	0.02	1	0.37
CR	0.03	0.01	1	0.29
NI	0.10	0.02	1	0.22

جدول توجیه تغییرپذیری کل^{۱۰} (جدول ۱۴-۳): از این مرحله به بعد مرحله اصلی توصیف آنالیز فاکتوری آغاز می‌گردد. تفسیر صحیح این جدول نقش مهمی در تجزیه و تحلیل فاکتوری دارد، چرا که یکی از معیارهای اصلی انتخاب تعداد فاکتورها توجیه میزان تغییرپذیری داده‌ها است، به طوری که داده‌های جدید باید حداقل تعداد ابعاد را داشته باشند و بتوانند حداکثر میزان تغییرپذیری کل داده‌ها را توجیه کنند. تعداد ابعاد جدید با استفاده از این جدول تعیین می‌شود. در این جدول پارامترهای آماری شامل مقادیر ویژه واریانس و واریانس تجمعی هر مؤلفه همراه با مقادیر مشارکت هر مؤلفه محاسبه گردیده است. بیشترین مقدار ویژه در ارتباط با مؤلفه اول (فاکتور-۱) و برابر ۴۴ و کمترین مقدار مربوط به مؤلفه پنجم (فاکتور-۵) و برابر ۶/۸ است. همانطور که گفته شد واریانس تجمعی معیاری

¹⁰-Total Variance Explained.



جهت تعیین تعداد فاکتورها می‌باشد.

با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود که تعداد ۵ فاکتور می‌توانند تقریباً ۸۱٪ کل تغییرپذیری را توجیه کنند که با توجه به این تعداد فاکتور، مقدار قابل قبولی است. بنابراین براساس آنالیز فاکتوری برای داده‌های این پروژه ۶ فاکتور معرفی شده است. این تعداد فاکتور از روی نمودار صخره‌ای^{۱۱} نیز قابل تأیید است، (شکل ۳-۶). از بین ۵ فاکتور انتخاب شده، فاکتور اول بیشترین واریانس را دارا می‌باشد و بخش زیادی از تغییرپذیری (نیمی از تغییرپذیری) را به تنهایی توجیه می‌کنند، به طوری که میزان واریانس فاکتور اول تقریباً ۴۴٪ کل تغییرپذیری می‌باشد.

بعد از انتخاب ۵ مؤلفه اول، مقادیر خام هر مؤلفه نسبت به هر عنصر و مقادیر تبدیل یافته و ضریب امتیازی هر مؤلفه محاسبه شده است. مقادیر خام تحت بردار خاص Varimax قرار گرفته‌اند. این بردار در اثر چرخش محورها بیشترین واریانس را برای هر مؤلفه محاسبه می‌نماید. همانطور که ملاحظه می‌شود بعد از چرخش فاکتورها از میزان واریانس فاکتور اول، دوم و سوم کاسته شده، و بر میزان واریانس سایر فاکتورها افزوده شده و این نشان دهنده تأثیر بیشتر این فاکتورها در چرخش است.

جدولهای ماتریس چرخش مؤلفه^{۱۲} (جدول ۱۵-۳): فاکتورهای مذکور بیانگر جمع واریانس هر مؤلفه با واریانس مؤلفه قبلی است. با توجه به جدولهای مذکور و نمودار صخره‌ای ۶ مؤلفه (فاکتور) انتخاب شده است. علت انتخاب این مؤلفه‌ها به دو پارامتر بستگی دارد:

پارامتر نخست: شامل درصد تجمعی واریانس حدود ۶۰٪ از یک جامعه ژئوشیمیایی که می‌تواند معرف تقریبی جامعه باشد. حال با در نظر گرفتن ۵ مؤلفه، تقریباً ۸۱٪ واریانس تجمعی جامعه پوشش داده می‌شود که برای تجزیه و تحلیل مؤلفه‌ها مناسب به نظر می‌رسد. دلیل پایین بودن میزان واریانس تجمعی انتخابی بودن فاکتورهای مورد بررسی می‌باشد چراکه تعداد فاکتورهای ایجاد شده ۸ فاکتور می‌باشد اما چون میزان واریانس بقیه فاکتورها پایین است در این بخش تنها پنج فاکتور انتخاب شده است.

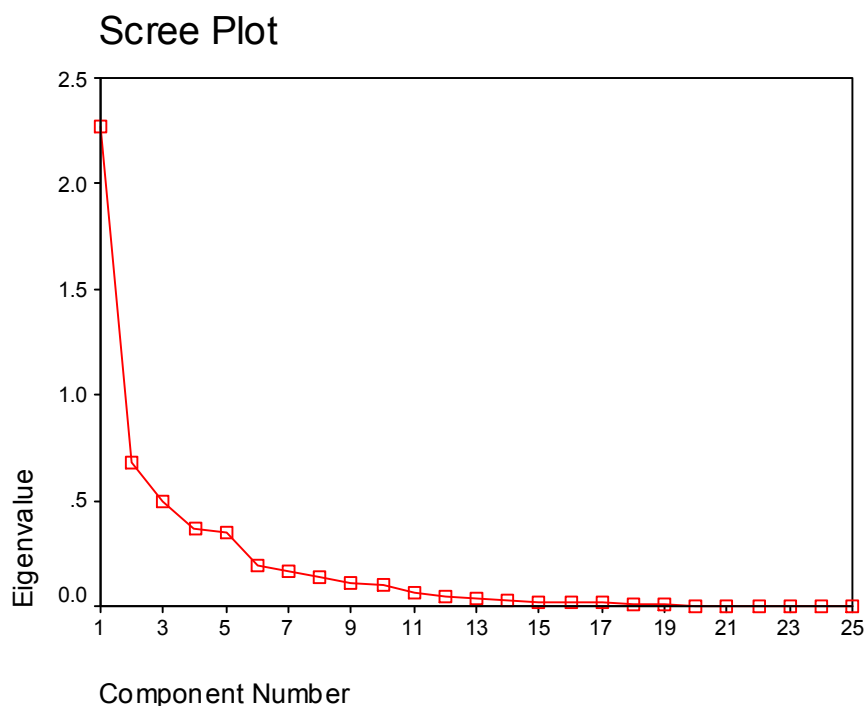
^{۱۱}-Scree Plot.

^{۱۲}-Rotate Component Matrix.



پارامتر دوم : در بررسیهای آماری ژئوشیمیایی از نمودار صخره‌ای (شکل ۳-۶) استفاده می‌شود که در آن مقادیر ویژه برحسب اهمیت آنها از بزرگترین تا کوچکترین مقدار ردیف شده‌اند. با توجه به این نمودار مقادیر بالای دومین شکست (مقادیر ویژه بالای ۲) معتبر برای انتخاب مؤلفه مورد استفاده قرار می‌گیرند. پس از این که مؤلفه‌ها انتخاب شدند، باید در نظر داشت که مؤلفه‌های خام (غیرچرخشی) نمی‌توانند تمام تغییرپذیری واقعی جامعه را نشان دهند. چون در بسیاری از موارد تعدادی از متغیرها به یک عامل ویژه یا حتی به تعدادی از عاملها بستگی دارد و در نتیجه تعبیر عوامل را با مشکل روبه رو خواهد کرد. از این رو روشهایی به وجود آمده است که بدون تغییر میزان اشتراک باعث تعبیر ساده عوامل می‌شود. این روشها همان دوران عاملها است. بنابراین مؤلفه‌های خام بایستی تحت تابع مشخصی چرخش داده شوند تا بهترین واریانس جامعه عمومی به دست آید. در بررسیهای ژئوشیمیایی بیشتر از تابع Varimax استفاده می‌شود. با انتخاب این تابع دورانی متعامد بر روی ضرایب عامل صورت می‌گیرد. با این دوران تغییرات مربعات عنصرهای ستونی، برآورد ضرایب عاملها را ماکزیمم می‌کند. این روش مقادیری نسبتاً بزرگ یا صفر به ستونهای ماتریس ضرایب عاملها اختصاص می‌دهد. در نتیجه عواملی ایجاد می‌شوند که یا به شدت به متغیرها وابسته‌اند و یا مستقل از آنها هستند. این امر سبب ساده‌تر شدن تعبیر عاملها خواهد شد. مؤلفه‌های چرخش یافته جدید که به این ترتیب به دست می‌آیند مؤلفه‌های اصلی برای محاسبه امتیازات می‌باشند. مؤلفه‌های چرخش یافته به جدول ۳-۱۵ آورده شده‌اند.

با استفاده از جدول عاملی مقادیر چرخش یافته، (جدول ۳-۱۵)، میزان ضریب چرخش یافته بزرگتر از ۰/۵ اساس انتخاب هر متغیر در هر عامل است. لازم به ذکر است اعداد مثبت رابطه معکوس با اعداد منفی خواهند داشت. با توجه به مطالب مذکور پنج عامل برگزیده شامل عنصرهای زیر است. شکل ۳-۷ میزان تغییرات ضریب چرخش یافته هر متغیر در هر عامل را نشان می‌دهد. با عنایت به جدول ۳-۱۵ و شکل مذکور نتایج زیر به دست می‌آید:



شکل ۳-۶: نمودار صخره‌ای^{۱۳} جهت جداسازی فاکتورهای تجزیه عاملی

➤ **فاکتور-۱:** در این فاکتور بیشترین میزان مشارکت مربوط به عنصرهای U, Cd, Sb, Cu, Mn و Ba است.

➤ **فاکتور-۲:** در این فاکتور عنصرهای Fe, Co, Ti, Th, Te مشارکت دارند.

➤ **فاکتور-۳:** در این فاکتور عنصرهای کروم و نیکل دارای مشارکت نسبتاً بالایی هستند.

➤ **فاکتور-۴:** در این فاکتور عنصرهای طلا، قلع و آرسنیک حضور قابل توجهی دارد.

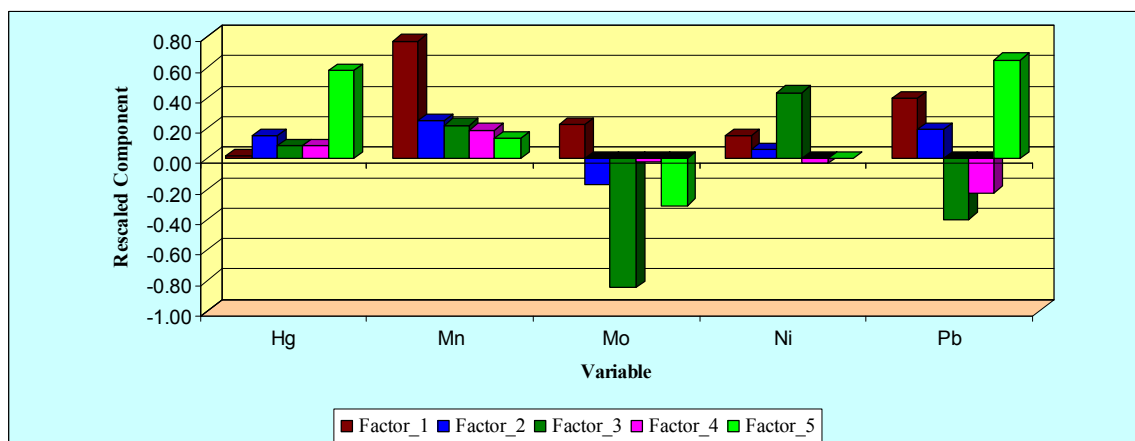
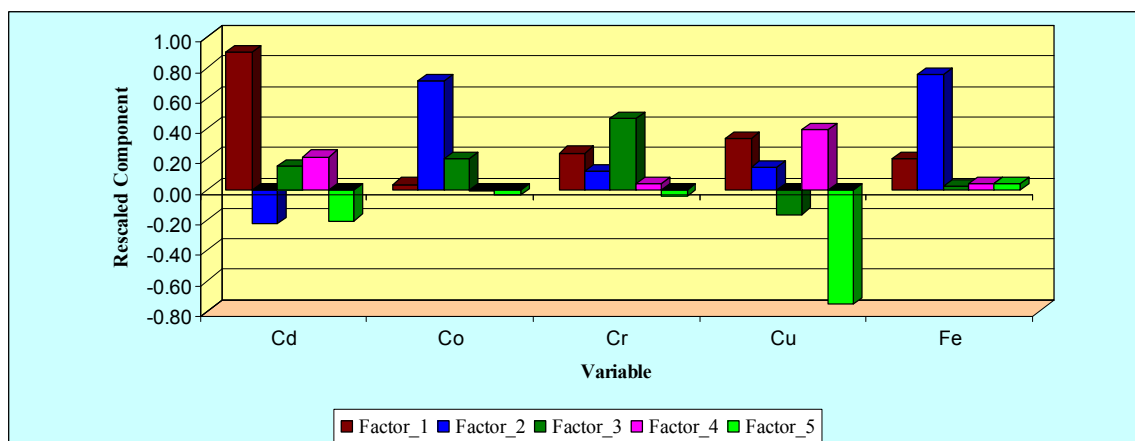
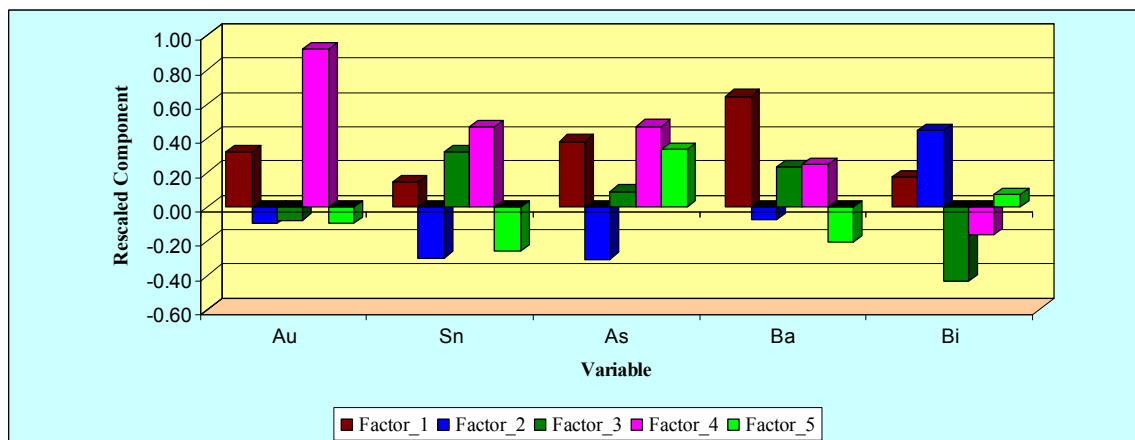
➤ **فاکتور-۵:** این فاکتور متشکل از عنصرهای سرب و جیوه است.

در تجزیه عاملی ابتدا ماتریس ضرایب همبستگی بین متغیرها محاسبه می‌شود و متغیرهایی که به نظر می‌رسد وابستگی ضعیفی با سایرین دارند تعیین می‌گردند. سپس مرحله استخراج عامل‌ها فرا می‌رسد. این مرحله شامل تعیین تعداد و روش محاسبه عاملها است.

در اکتشافات ژئوشیمیایی فاکتورها ممکن است بیانگر آثار ترکیبی فرآیندهای ژئوشیمیایی متعددی مانند هوازدگی،

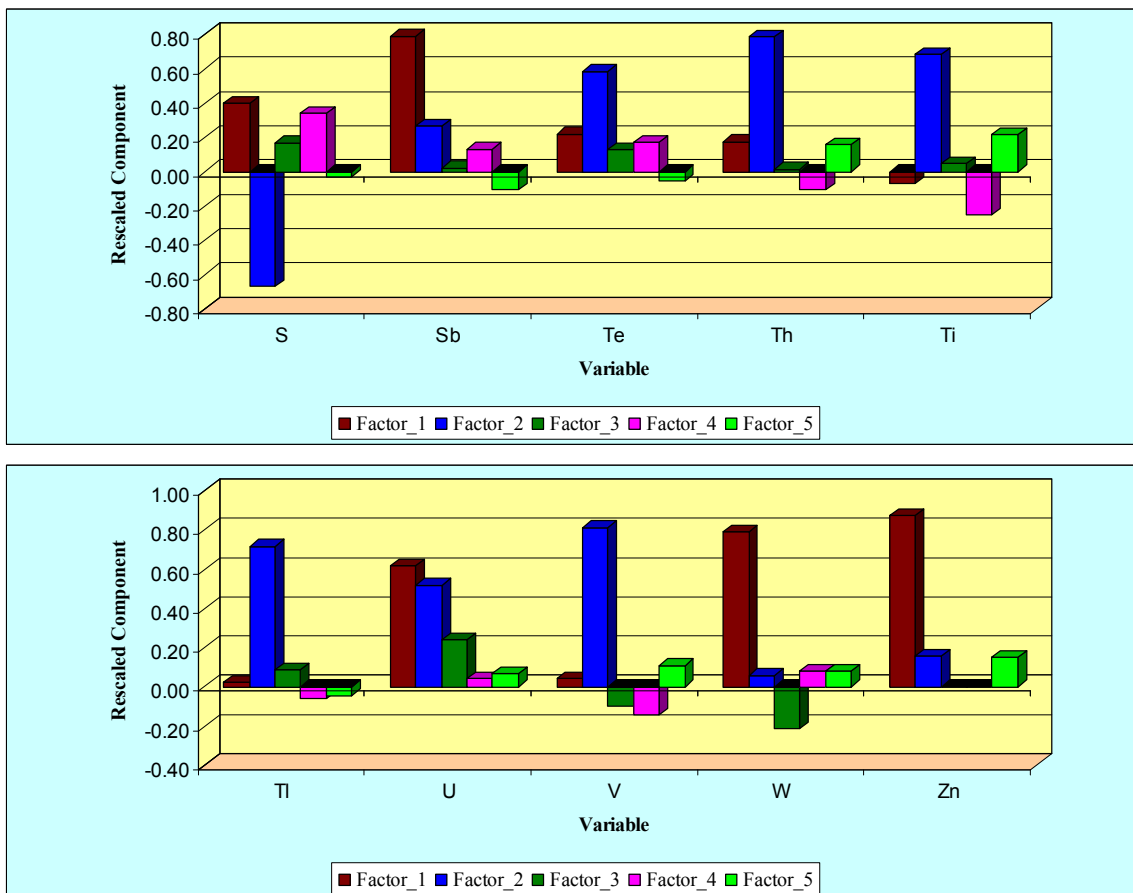


توزیع ثانوی، جذب سطحی و یا حتی کانی‌سازی باشند. بنابراین فاکتور آنالیز می‌تواند منعکس کننده همراهیهای ژئوشیمیایی که در خلال فرآیندهای یاد شده ایجاد می‌شوند، باشد. بنابراین فاکتور آنالیز یکی از بهترین روشها جهت آشکارسازی روابط پنهانی بین نمونه‌ها، متغیرها و فاکتورها است. در روش تجزیه عاملی، هر متغیر ابتدا به صورت یک بردار در دستگاه مختصات قائم نشان داده می‌شود، به طوری که طول بردار معرف بزرگی متغیرها است و کسینوس زاویه بین آنها میزان همبستگی و انطباق یک متغیر با متغیر دیگر را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۷: نمودار فراوانی ماتریس ضریب امتیاز مؤلفه^{۱۴} برای عنصرهای شرکت کننده در آنالیز فاکتوری

¹⁴-Component Score Coefficient Matrix(a).



ادامه شکل ۳-۷: نمودار فراوانی ماتریس ضریب امتیاز مؤلفه برای عنصرهای شرکت کننده در آنالیز فاکتوری



۳-۵-۶- تخمین مقدار زمینه و ناهنجاری

معمولاً در این زمینه روشهای آماری مختلفی برای جداسازی و تشخیص مناطق ناهنجر از زمینه توسعه یافته است. این روشها از انواع ساده (غیرساختاری) تا پیچیده (براساس ساختار فضایی دادهها) تغییر می کند. مهمترین این روشها عبارتند از (حسنی پاک، ۱۳۸۰):

۱. برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار.
۲. جداسازی ناهنجاریها براساس حاصل ضرب P.N.
۳. جداسازی ناهنجاریها براساس فواصل ماهالانویس.
۴. جداسازی ناهنجاریها با استفاده از نمودار احتمال.
۵. روش آماری انفصال.
۶. استفاده از تحلیل تمایز.
۷. استفاده از تحلیل فاکتوری.

در این پروژه جامعه ناهنجاری از زمینه به کمک روش اول (براساس میانه و انحراف معیار) شناسائی شده است.

۳-۵-۶-۱- برآورد حد آستانه‌ای براساس میانه و انحراف معیار

اگر فقط تعداد کمی نمونه ناهنجاری در منطقه تحت پوشش مورد انتظار باشد، آنگاه می توان ناهنجاریهای احتمالی را با استفاده از پارامترهای آماری جامعه کل مشخص کرد. وجود تعداد زیادی مقادیر زمینه و تعداد کمی مقادیر ناهنجاری ممکن، به طور معمول در اکتشافات ناحیه‌ای با برداشت رسوبات آبراه‌ای مشاهده می شود که در آن وجود یک نمونه ناهنجاری معرف وجود یک محدوده کانی سازی است.

از مقادیر زمینه برای تشخیص حد آستانه‌ای استفاده می شود. در اکتشافات ناحیه‌ای مقدار میانه داده‌های ژئوشیمیائی می تواند به عنوان حد زمینه در نظر گرفته شود. به طوری که نیمی از اعضای جامعه پایتتر (در محدوده زمینه) و نیم دیگر بالاتر از آن می باشد.

برای تعیین حد آستانه‌ای نیاز به پارامتر دیگری به نام انحراف معیار است. با توجه به آن که قسمت انتهائی تابع توزیع تحت تأثیر مقادیر آنومال می باشد، لذا توصیه می شود در تعیین انحراف معیار داده‌ها فقط از داده‌های



موجود بین ۱۶ تا ۸۴ درصد فراوانی تجمعی توزیع استفاده شود. برطبق تجزیه و تحلیل آماری در یک توزیع نرمال $X \pm 3s$ قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که در یک سری داده‌های ژئوشیمیایی به طور تئوری ۶۸۳ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه در فاصله $X \pm s$ قرار می‌گیرند.

از طرفی چون در برداشتهای اکتشافی، هدف یافتن ناهنجاریها است لذا عبارت فوق را می‌توان به این صورت که ۱۵۹ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای مقادیر بیش از $X+s$ می‌باشند بیان نمود. به همین ترتیب ۲۳ نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای مقادیر بیش از $X+2s$ و یک نمونه از هر ۱۰۰۰ نمونه دارای مقداری بیش از $X+3s$ خواهد بود. در برداشتهای ژئوشیمیایی معمولاً $X+2s$ را برای تعیین حد آستانه‌ای انتخاب می‌کنند. به عبارت دیگر مقادیر بزرگتر از $X+2s$ به عنوان ناهنجاری مورد توجه قرار می‌گیرند، به طوری که مقادیر بین $X+2s$ تا $X+3s$ به عنوان ناهنجاری ممکن و مقادیر بزرگتر از $X+3s$ به عنوان ناهنجاری احتمالی طبقه‌بندی می‌شود. در جدول (۳-۱۶) عیار عنصرها برای ۵۰، ۸۴، ۹۷/۵، ۹۹ درصد فراوانی تمامی متغیرها در محدوده بافت محاسبه شده‌اند.



جدول (۳-۱۶): پارامترهای آماری محاسبه شده برای درصدهای فراوانی مختلف جهت جداسازی ناهنجاریهای ژئوشیمیایی (تمام عناصرها بر حسب ppm و طلا بر حسب ppb)

Variable	50%	84%	97.50%	99%
As	13.62	24.7772	38.85	48.8552
Au	1.9	3.6	30.15	45.32
Ba	260.7	324.036	490.965	587.438
Bi	2.109	2.81616	3.9425	4.41688
Cd	0.5023	0.892348	7.75815	10.13704
Co	19.77	22.186	26.8915	28.0134
Cr	62.75	84.6304	102.29	105.064
Cu	62.49	83.7732	157.425	249.006
Fe	65160	76179.2	108445	118298
Hg	0.0908	0.114856	0.15391	0.171856
Mn	946.5	1194.24	3762.35	5168.8
Mo	0.9497	1.38312	2.599	3.2795
Ni	39.1	54.4588	65.4825	72.7692
Pb	54.02	121.276	2531.75	4141.5
S	395.4	721.368	1189	1514.3
Sb	2.378	3.06516	19.0225	29.6488
Sn	3.4	4.956	6.8	7.728
Te	0.1627	0.192912	0.296755	0.324772
Th	16.34	19.1332	26.956	28.818
Ti	5060	5979	8740.7	9587.76
Tl	1.008	1.11412	1.2665	1.29866
U	3.991	5.15856	13.9175	21.0124
V	167.1	203.756	306.445	349.574
W	1.802	2.30516	13.6215	16.7792
Zn	101.6	150.38	1371.35	1682.64



۳-۵-۷- شرح نقشه‌های ناهنجاریهای ژئوشیمیایی

اکتشافات ژئوشیمیایی به روش آبراهه‌ای در نهایت منجر به هدفدارترین بخش یک گزارش اکتشافی می‌شود که نقشه ناهنجاری نام دارد و مهمترین و کارآمدترین بخش یک پروژه ژئوشیمیایی است و نقش ویژه و ارزنده‌ای را در تعیین مناطق امیدبخش ایفا می‌نماید. در تعیین دقیق مناطق امیدبخش با پارامترهایی همچون طراحی مناسب و منطقی، نمونه‌برداری دقیق، آماده‌سازی و روش آنالیز مفید و کارساز با حد خطای مجاز و در نهایت داده‌پردازی مناسب انجام شده بر روی نتایج آنالیز، نقش اساسی و پایه را به عهده دارند.

در راستای صحت و درستی نواحی ناهنجاری معرفی شده برای هر عنصر، مراحل بررسی و کنترل ناهنجاریها نقش انکارناپذیری را ایفا می‌کنند. 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. در این بخش به تشریح پراکندگی ژئوشیمیایی و ناهنجاریهای عنصرهای مورد آنالیز می‌پردازیم. جهت ترسیم نقشه‌های ژئوشیمیایی ابتدا حوضه آبریز مربوط به هر نمونه به شکل پلیگون ترسیم شده، سپس داده‌های مربوط به موقعیت هر پلیگون هر نمونه با داده‌های نرمال شده هر عنصر در محیط GIS تلفیق شده و در نهایت نقشه ناهنجاریهای هر عنصر ترسیم شده است.

۱- نقشه ناهنجاریهای عنصر نقره (Ag)

این عنصر دارای ناهنجاریهای مهم و معنی‌داری در محدوده اکتشافی بافت III و IV است. در محدوده بافت III این ناهنجاریها امتداد آبراهه بالادست معدن قنات مروان دیده می‌شود به طوری‌که نمونه ۱۶۴ دارای بالاترین عیار است. مقادیر آنومالی‌های درجه یک این عنصر بالاتر از ۷ گرم در تن می‌باشد. سنگ بالادست آنومالی‌های بافت III متشکل از واحدهای آندریتی - آندزیت بازالت، ریولیت و سنگ‌های پیروکلاستیک است. داخل این مجموعه ولکانیکی (دایک‌های دیوریتی و گرانودیوریتی نفوذ کرده است. منشأ ناهنجاریهای عنصر نقره در محدوده بافت III کانی‌زایی‌های سرب و روی معدن قنات مروان در امتداد گسل شمال - جنوب منطقه است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
B164G	477146.5	3241920	10.32	Ag	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476432.7	3241400	6.23	Ag	درجه ۲	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	6.23	Ag	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477238.4	3242614	5.32	Ag	درجه ۲	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	4.70	Ag	درجه ۳	بافت ۳
B150G	476156.3	3240881	3.75	Ag	درجه ۳	بافت ۳
B177G	477238.4	3242614	3.13	Ag	درجه ۳	بافت ۳
B157G	476631.6	3241734	2.71	Ag	درجه ۳	بافت ۳

۲- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آرسنیک (As)

این عنصر دارای ناهنجاری‌های مهم و معنی‌داری در محدوده اکتشافی بافت III و IV هستند؛

در محدوده بافت III نمونه‌های ۱۶۴ و ۲۲۲ به عنوان مهم‌ترین آنومالی‌های مطرح هستند. منشأ

آنومالی‌های بافت III معدن سرب و روی قنات مروان است. کانی‌زایی در این معدن به صورت

سولفیدی آرسنات‌های سرب تجلی پیدا می‌کند و منجر به شکل‌گیری آنومالی‌های مذکور می‌گردد.

در محدوده بافت IV آنومالی‌های آرسنیک در بخش شمال باختر منطقه تجلی پیدا نموده و این

آنومالی‌های منطبق بر توده گرانودیوریتی است که در مجاورت واحدهای ولکانیکی قرار دارد.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H7G	474602	3256982	32.25	As	درجه ۲	بافت ۴
H8G	475413	3256625	39.70	As	درجه ۲	بافت ۴
H9G	474929	3256422	47.39	As	درجه ۱	بافت ۴
H28 AG	475749	3254576	37.52	As	درجه ۲	بافت ۳
H34 G	475140	3255676	32.80	As	درجه ۲	بافت ۴
H43 G	473659	3255509	32.79	As	درجه ۲	بافت ۴
H52 G	473672	3256944	37.23	As	درجه ۲	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	40.38	As	درجه ۱	بافت ۴
H77 G	473105	3254154	33.73	As	درجه ۲	بافت ۴
H100 G	473595	3255606	37.80	As	درجه ۲	بافت ۴
H102 G	473412	3254385	38.70	As	درجه ۲	بافت ۴
B134G	476237.4	3241829	32.29	As	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	49.61	As	درجه ۱	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	36.23	As	درجه ۲	بافت ۳
B222G	476715	3240720	52.43	As	درجه ۱	بافت ۳

۳- نقشه ناهنجاری‌های عنصر طلا: (Au)

این عنصر دارای ناهنجاری‌های معنی‌داری در محدوده بافت III و IV هستند که این ناهنجاری‌ها تطابق خوبی با ناهنجاری‌های عنصر نقره و آرسنیک دارند. ناهنجاری‌های طلا در محدوده بافت III در پایین دست معدن سرب و روی قنات مروان دیده می‌شود. مهم‌ترین ناهنجاری‌ها در این محدوده مربوط به نمونه‌های ۱۶۸ و ۱۷۹ و ۱۶۸ می‌باشد، در بالادست این نمونه‌ها رگه‌هایی با امتداد شمالی - جنوبی در محدوده معدن سرب و روی قنات برونزد دارند.

در محدوده بافت IV ناهنجاری‌های طلا اغلب منطبق بر واحد گرانودیوریتی منطقه است این واحد در شمال باختر و جنوب خاور بافت IV برونزد دارد و منشأ آنومالی‌های طلا در این محدوده است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H16 G	474112	3256475	46.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H38 G	474588	3254772	30.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H42 G	473828	3255179	30.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H52 G	473672	3256944	44.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H59 G	472892	3257656	29.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	26.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H72 G	472123	3255364	38.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H28 AG	475749	3254576	31.0	AU	درجه ۱	بافت ۴
H36 AG	476223	3254972	59.0	AU	درجه ۱	بافت ۴

۴- نقشه ناهنجاری‌های عنصر باریوم (Ba)

باریم دارای ناهنجاری‌های معنی‌داری در بخش جنوب معدن سرب و روی قنات مروان است. به دلیل اینکه باریوم پاراژنز مناسبی با عناصر سرب و روی است. آنومالی‌های این عنصر منطبق بر کانی‌زایی‌های معدن قنات مروان است. عنصر باریوم در محدوده بافت IV نیز دارای ناهنجاری‌های خوبی منطبق بر واحدهای گرانودیوریتی منطقه می‌باشد.

فرآیندهای هیدروترمال ناشی از واحدهای گرانودیوریتی که منجر به کانی‌زایی سرب و روی در منطقه شده است منجر به شکل‌گیری ناهنجاری‌های باریوم در منطقه شده است.

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H22 G	474726	3255569	581.30	Ba	درجه ۱	بافت ۴
B150G	476156.3	3240881	502.10	Ba	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	590.60	Ba	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	514.90	Ba	درجه ۱	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	902.00	Ba	درجه ۱	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	489.00	Ba	درجه ۲	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	425.30	Ba	درجه ۲	بافت ۳

**۵- نقشه ناهنجاری‌های عنصر بیسموت (Bi) در محدوده بافت III**

همانند عناصر قبلی با توجه به کانی‌زایی‌های عمده منطقه در محدوده کانسار قنات مروان ناهنجاری‌های عنصر بیسموت نیز در پایین دست معدن قنات مروان گسترش دارد.

در محدوده بافت IV مهم‌ترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوب خاوری محدوده گسترش دارد. در این محدوده آنومالی‌های بیسموت و منطبق بر زون‌های دگرسانی واحدهای ولکانیکی در مجاورت توده گرانودیوریتی منطقه است. این ناهنجاری‌های تطابق خوبی با آنومالی‌های عنصر آرسنیک دارد.

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H49 G	473061	3255881	4.10	Bi	درجه ۲	بافت ۴
B132G	475694.3	3240380	4.17	Bi	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	4.54	Bi	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	3.92	Bi	درجه ۲	بافت ۳
B222G	476715	3240720	8.09	Bi	درجه ۱	بافت ۳
B227G	478063.2	3240217	4.09	Bi	درجه ۲	بافت ۳

۶- نقشه ناهنجاری‌های عنصر کادمیوم در محدوده بافت III (Cd)

با توجه به اینکه کادمیوم از پارائزهای مهم عناصر سرب و روی محسوب می‌گردد طبیعی است. ناهنجاری‌های این عنصر در پایین دست کانسار سرب و روی قنات مروان دارای ناهنجاری می‌باشد. به طوری که در امتداد این آبراهه اکثر نمونه‌ها دارای ناهنجاری بوده و مقادیر آنها نیز معنی‌دار می‌باشد. در محدوده بافت IV ناهنجاری‌های کادمیوم منطبق بر واحدهای گرانودیوریتی منطقه است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H5G	474866	3257246	4.28	Cd	درجه ۲	بافت ۴
B150G	476156.3	3240881	7.93	Cd	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	10.22	Cd	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	9.98	Cd	درجه ۱	بافت ۳
B157G	477146.5	3241920	4.41	Cd	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	12.24	Cd	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	4.76	Cd	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	9.46	Cd	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	7.73	Cd	درجه ۱	بافت ۳

۷- نقشه ناهنجاری‌های عنصر کبالت (Co)

این عنصر نیز در محدوده اکتشافی فوق از اهمیت زیادی برخوردار نبود زیرا اهمیت این عنصر به دلیل گسترش زون‌های افیولیتی می‌باشد که در محدوده اکتشافی بافت III و IV که عمدتاً واحدهای سنگی ولکانیکی ائوسن به همراه واحدهای نفوذی الیگوسن گسترش دارد. بالاترین عیار این عنصر در میان نمونه‌های ژئوشیمی کمی بیش از ۳ گرم در تن است، هرچند آنومالی‌های متعددی در این منطقه گسترش دارند اما به دلیل پایین بودن عیار این عنصر از اهمیت چندانی برخوردار نیست، با این حال ناهنجاری‌هایی که در محدوده بافت III و در پایین دست معدن قنات مروان مشاهده می‌شود می‌تواند ناشی از کانی‌زایی این عنصر باشد.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H20 G	474521	3255737	26.42	Co	درجه ۲	بافت ۴
H21 G	474729	3255919	25.02	Co	درجه ۲	بافت ۴
H28 AG	475749	3254576	26.38	Co	درجه ۲	بافت ۴
H91 A G			25.97	Co	درجه ۲	بافت ۳
H96 A G			26.90	Co	درجه ۲	بافت ۳
H97 A G			27.69	Co	درجه ۱	بافت ۳
H105AG			26.89	Co	درجه ۲	بافت ۳
H07 AG			29.17	Co	درجه ۱	بافت ۳
B121G	474844.8	3241618	27.16	Co	درجه ۲	بافت ۳
B132G	475694.3	3240380	24.94	Co	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	25.31	Co	درجه ۲	بافت ۳
B222G	476715	3240720	28.18	Co	درجه ۱	بافت ۳

۸- نقشه ناهنجاری‌های عنصر کرم (Cr)

این عنصر نیز مشابه عنصر کبالت در منطقه اکتشافی بافت III و IV از اهمیت چندانی برخوردار نیست، ناهنجاری‌های این عنصر تطابق خوبی با عنصر کبالت دارد عیار این عنصر نیز در محدوده آنومالی‌های ژئوشیمی پایین بوده و وجود خاصیت نرمال در میان نمونه ژئوشیمی نیز مؤید این مسئله است ناهنجاری‌های این عنصر مرتبط با کانی‌زایی این عناصر اپی‌ترمال است ولی این ارتباط زیاد قابل توجه نیست.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H18 G	474363	3256091	114.50	Cr	درجه ۲	بافت ۴
H91AG			102.20	Cr	درجه ۲	بافت ۳
B111G	474003.6	3240170	102.80	Cr	درجه ۲	بافت ۳
B156G	476606.3	3241983	104.70	Cr	درجه ۲	بافت ۳
B222G	476715	3240720	105.20	Cr	درجه ۲	بافت ۳
B230G	478850.9	3240219	104.80	Cr	درجه ۲	بافت ۳

۹- نقشه ناهنجاری‌های عنصر مس (Cu)

این عنصر برخلاف انتظار در میان نمونه‌های ژئوشیمی عیار بالا و قابل توجهی ندارد، ماکزیمم عیار این عنصر در محدوده بافت III قرار داشته و ۱۱۰ گرم در تن است، ناهنجاری‌های این عنصر اغلب در پایین دست معدن قنات روان می‌باشد. نمونه‌های شماره ۱۶۴ و ۲۰۷ شاهد ناهنجاری این عنصر است. منشأ ناهنجاری‌های این عنصر فعالیت‌های اپی‌ترمال مرتبط با توده‌های نفوذی کم عمق بوده که به داخل واحدهای ولکانیکی نفوذ کرده است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H3G	475109	3257338	112.10	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H6G	474893	3256999	180.30	Cu	درجه ۱	بافت ۴
H14 G	474307	3256715	119.20	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H22 G	474726	3255569	302.10	Cu	درجه ۱	بافت ۴
H23 G	475094	3255950	116.30	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H52 G	473672	3256944	112.00	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H53 G	473496	3257214	157.20	Cu	درجه ۱	بافت ۴
H56 G	473262	3257583	132.80	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H61 G	472468	3257524	118.10	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H64 G	472687	3256908	150.20	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H66 G	472687	3256908	113.90	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H67 G	472492	3256568	129.50	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H68 G	472205	3256334	149.10	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H69 G	472250	3256253	158.70	Cu	درجه ۱	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	284.40	Cu	درجه ۱	بافت ۴
H82 G	472682	3256446	123.90	Cu	درجه ۲	بافت ۴
H91 G	473604	3257075	161.00	Cu	درجه ۱	بافت ۴

۱۰- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آهن (Fe)

این عنصر در مناطق اکتشافی بافت III و IV دارای ناهنجاری‌های متعددی است. عیار این عنصر در میان نمونه‌های ژئوشیمی بالا و در حدودی قابل توجه است. ماکزیمم عیار این عنصر ۱۳٪ است که در میان نمونه‌های ژئوشیمی در حد ناهنجاری مطرح است و مهم‌ترین ناهنجاری‌های این عنصر مربوط به نمونه‌های ۱۶۹-۱۶۴-۲۲۲ می‌باشد. این نمونه‌ها نیز در پایین دست معدن قنات مروان واقع شده‌اند. منشأ این آنومالی‌ها احتمالاً مرتبط با زون‌های اکسیدان حاوی هیدروکسیدها و اکسیدهای آهن است که در بخش فوقانی رگه‌های اپی‌ترمال گسترش دارد. این کانی‌ها شامل گوتیت - هماتیت - لیمونیت و مگنتیت است. این زون در اثر لیچینگ کانی‌های سولفوری اپی‌ترمال حادث می‌شود.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H49 G	473061	3255881	107500	Fe	درجه ۲	بافت ۴
H91 A G			102100	Fe	درجه ۲	بافت ۳
H96 A G			99450	Fe	درجه ۲	بافت ۳
H97 A G			114800	Fe	درجه ۲	بافت ۳
H105AG			103700	Fe	درجه ۲	بافت ۳
H07 AG			111300	Fe	درجه ۲	بافت ۳
B121G	474844.8	3241618	107000	Fe	درجه ۲	بافت ۳
B132G	475694.3	3240380	108100	Fe	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	120100	Fe	درجه ۱	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	110400	Fe	درجه ۲	بافت ۳
B222G	476715	3240720	129800	Fe	درجه ۱	بافت ۳

۱۱- نقشه ناهنجاری‌های عنصر منگنز : (Mn)

منگنز از عناصر مهم اکتشافی در این منطقه بوده که دارای عیارهای قابل توجه و در حد آنومالی‌های معنی‌دار و مرتبط با کانی‌زایی در آن است. ماکزیمم عیار منگنز ۷۵۰۰ گرم در تن بوده که بسیار قابل توجه است. مهم‌ترین ناهنجاری‌های منگنز در محدوده بافت III مشاهده می‌شود. این ناهنجاری‌های از تمرکز بالایی در پایین دست معدن سرب و روی قنات مروان برخوردار هستند. منشأ آنومالی‌های این عنصر نیز فعالیت‌های اپی‌ترمال منطقه در محدوده متروکه قنات مروان است. در بخش فوقانی رگه‌های اپی‌ترمال منطقه، گسترش زون اکسیدان حاوی کانی‌های اکسید منگنز منجر به تشکیل و شکل‌گیری ناهنجاری‌های عناصر مذکور شده است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
B150G	476156.3	3240881	4212.00	Mn	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	4541.00	Mn	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	4654.00	Mn	درجه ۱	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	7149.00	Mn	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	2683.00	Mn	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	5434.00	Mn	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	3683.00	Mn	درجه ۲	بافت ۳

۱۲- نقشه ناهنجاری‌های عنصر مولیبدن (Mo)

مولیبدن نیز در این منطقه دارای ناهنجاری‌های گسترده‌ای در محدوده بافت III (کمتر) و بافت IV (به صورت شاخص‌تر) مشاهده می‌شود. آنومالی‌های این عنصر بیشتر مرتبط با کانی‌زایی این عنصر در توده گرانودیوریتی منطقه و بخش مجاور این توده است.

مهم‌ترین آنومالی‌های این عنصر در بخش جنوب خاور محدوده بافت IV و بخش‌های مرکزی آن مشاهده می‌شود.

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H 10G	474879	3256298	2.60	Mo	درجه ۲	بافت ۴
H18 G	474363	3256091	2.37	Mo	درجه ۲	بافت ۴
H49 G	473061	3255881	9.07	Mo	درجه ۱	بافت ۴
H68 G	472205	3256334	3.00	Mo	درجه ۲	بافت ۴
H69 G	472250	3256253	2.86	Mo	درجه ۲	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	3.42	Mo	درجه ۱	بافت ۴
H73 G	472451	3255238	2.54	Mo	درجه ۲	بافت ۴
H75 G	472826	3254879	2.62	Mo	درجه ۲	بافت ۴

**۱۳- نقشه ناهنجاری‌های عنصر نیکل (Ni)**

عنصر نیکل همانند کرم و کبالت در این منطقه دارای عیارهای قابل توجهی نبوده و آنومالی‌های معنی‌داری در آن گسترش ندارند. این امر به دلیل گسترش واحدهای اسیدی مانند توده‌های گرانودیوریت و سنگ‌های ولکانیکی است مهم‌ترین ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوب باختر محدوده بافت III و نمونه‌های ۱۱۱ - ۱۱۷ و ۱۲۴ و بخش مرکزی و جنوب خاوری محدوده بافت IV است.

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H18 G	474363	3256091	66.63	Ni	درجه ۲	بافت ۴
B111G	474003.6	3240170	102.90	Ni	درجه ۱	بافت ۳
B117G	475261.1	3240281	72.98	Ni	درجه ۲	بافت ۳
B146G	476139.7	3240190	65.28	Ni	درجه ۲	بافت ۳
B167G	476890.3	3243133	66.77	Ni	درجه ۲	بافت ۳
B214G	477512.3	3245252	72.36	Ni	درجه ۲	بافت ۳

۱۴- نقشه ناهنجاری‌های سرب (Pb)

سرب مهم‌ترین عنصر اکتشافی در مناطق بافت III و IV است. عیار سرب در میان نمونه‌های ژئوشیمی مقدار بالا و قابل توجهی می‌باشد. ماکزیمم عیار این عنصر بیش از ۸۰۰۰ گرم در تن اندازه‌گیری شده است. بیشتر نمونه‌های ژئوشیمی دارای عیار بالایی بوده به طوری که تمام آنومالی‌های درجه ۱، ۲ و ۳ از اهمیت به سزایی برخوردارند. در محدوده بافت III آنومالی‌های این عنصر در بخش پایین معدن متروکه سرب و روی قنات مروان گسترش دارد و در این میان نمونه‌های ۱۵۲، ۱۶۴ و ۱۶۹ از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در این منطقه کانی‌زایی سرب در محدوده معدن متروکه قنات مروان در امتداد رگه‌هایی با روند شمال - جنوب گسترش دارد. در محدوده بافت IV ناهنجاری‌های



سرب منطبق بر بخش‌های حاشیه توده گرانودیوریتی است که دگرسانی در واحدهای ولکانیکی گردیده است

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H5G	474866	3257246	212.80	Pb	درجه ۲	بافت ۴
H22 G	474726	3255569	408.10	Pb	درجه ۲	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	315.10	Pb	درجه ۲	بافت ۴
B147G	476323.1	3240260	932.20	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B148G	476113.8	3240521	619.40	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B149G	476149.4	3240702	675.60	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B150G	476156.3	3240881	2519.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	4092.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B153G	476432.7	3241400	282.30	Pb	درجه ۲	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	3975.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B155G	476631.6	3241734	417.80	Pb	درجه ۲	بافت ۳
B157G	477146.5	3241920	1623.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B158G	476838.2	3242339	236.70	Pb	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	8090.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	2604.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	4167.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	2014.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B178G	477302.7	3243774	391.90	Pb	درجه ۲	بافت ۳
B180G	477462.7	3243976	1086.00	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B182G	477514.9	3243714	542.10	Pb	درجه ۱	بافت ۳
B214G	477512.3	3245252	268.70	Pb	درجه ۲	بافت ۳

۱۵- نقشه ناهنجاری‌های عنصر آنتیموان (Sb)

عنصر آنتیموان در محدوده اکتشافی بافت III و IV دارای عیار قابل توجهی است. ماکزیمم عیار این عنصر ۵۰ گرم در تن بوده که در میان نمونه‌های ژئوشیمی کم نظیر است. ناهنجاری‌های عناصر آنتیموان مانند سرب در محدوده بافت III در پایین دست معدن متروکه سرب قنات مروان از گسترش قابل ملاحظه‌ای برخوردار است. ناهنجاری‌های این عنصر حداکثر تطابق را با ناهنجاری‌های سرب نشان می‌دهد. مهم‌ترین ناهنجاری‌های این عنصر مربوط به نمونه‌های شماره ۱۵۲ و ۱۶۴



می‌باشد. منشأ این ناهنجاری‌ها فعالیت‌های اپی‌ترمال معدن قنات مروان می‌باشد. در محدوده بافت IV نیز ناهنجاری‌های این عنصر در بخش جنوب خاور منطقه و منطبق بر توده گرانودیوریتی گسترش پیدا نموده است.

شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
B150G	476156.3	3240881	17.93	Sb	درجه ۲	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	30.39	Sb	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	27.58	Sb	درجه ۱	بافت ۳
B157G	477146.5	3241920	12.06	Sb	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	45.83	Sb	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	18.97	Sb	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	28.21	Sb	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	19.32	Sb	درجه ۲	بافت ۳

۱۶- نقشه ناهنجاری‌های عنصر قلع (Sn)

عنصر قلع نیز دارای ناهنجاری‌های قابل ملاحظه‌ای در محدوده اکتشافی به خصوص بافت IV می‌باشد. ناهنجاری‌های مهم آن در بخش مرکزی و منطبق بر توده گرانودیوریتی منطقه می‌باشد. منشأ این آنومالی‌ها احتمالاً فرآیند واپسین دم تبلور ماگمایی مرتبط با توده گرانودیوریتی است که به صورت آپلیت نمایان می‌شود. در محدوده بافت III این آنومالی‌ها از اهمیت کمتری برخوردارند.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H11 G	474602	3256982	6.6	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H26 G	475727	3255817	6.4	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H28 G	475723	3255227	6.2	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H32 G	475326	3255494	6.8	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H33 G	475187	3255506	9.6	Sn	درجه ۱	بافت ۴
H34 G	475140	3255676	8	Sn	درجه ۱	بافت ۴
H36 CG	475992	3254908	7	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H37 G	474741	3254845	6.4	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H40 G	474266	3254926	6	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H42 G	473828	3255179	6.8	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H46 G	473187	3255691	6.2	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H47 G	473203	3255227	6.2	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H66 G	472687	3256908	7.2	Sn	درجه ۲	بافت ۴
H75 G	472826	3254879	6.5	Sn	درجه ۲	بافت ۴

۱۷- نقشه ناهنجاری‌های عنصر تنگستن (W)

عنصر تنگستن نیز دارای ناهنجاری‌های نسبتاً مهمی در محدوده‌های اکتشافی بافت III و IV است. در محدوده بافت III ناهنجاری‌های این عنصر منطبق بر ناهنجاری‌های عناصر سرب و آنتیموان بوده و مرتبط با کانی‌زایی معدن متروکه قنات مروان است، ناهنجاری‌های این عنصر در پایین دست معدن متروکه قنات مروان متمرکز است. در محدوده بافت IV ناهنجاری‌های این عنصر با ناهنجاری‌های قلع مطابقت دارد و احتمالاً مرتبط با فرآیندهای واپسین دم ماگمایی توده گرانودیوریتی بوده که به صورت آپلیت در آن تظاهر پیدا نموده است.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H5G	474866	3257246	7.88	W	درجه ۲	بافت ۴
B150G	476156.3	3240881	13.97	W	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	16.37	W	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476770.3	3241582	16.99	W	درجه ۱	بافت ۳
B157G	477146.5	3241920	8.58	W	درجه ۲	بافت ۳
B164G	477238.4	3242614	19.80	W	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	8.15	W	درجه ۲	بافت ۳
B169G	477387.5	3243000	16.28	W	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477278.4	3243593	13.56	W	درجه ۱	بافت ۳

۱۸- نقشه ناهنجاری‌های عنصر روی (Zn)

عنصر روی بعد از عنصر سرب در منطقه بافت دارای اهمیت اکتشافی است. این عنصر دارای عیار قابل توجهی بوده که نشان از کانی‌زایی این عنصر در منطقه مورد مطالعه دارد. ماکزیمم این عنصر ۲۰۰۰ گرم در تن می‌باشد که این عیار در میان نمونه‌های ژئوشیمی بی‌نظیر است. بررسی ناهنجاری‌های عنصر روی در محدوده بافت III نشان می‌دهد که مهم‌ترین گسترش آنها در پایین معدن سرب و روی قنات مروان بوده و تطابق خوبی با آنومالی‌های سرب، کادمیوم، آنتیموان و تنگستن در این محدوده دارد.

در منطقه بافت IV نیز ناهنجاری‌های این عنصر گسترش خوبی در بخش جنوب خاوری منطقه و در بخش مرکزی دارد. این آنومالی‌ها منطبق بر کنتاکت توده نفوذی گرانودیوریتی و واحدهای ولکانیکی منطقه می‌باشد.



شماره نمونه	X	Y	عیار	نوع آنومالی	شدت آنومالی	محدوده اکتشافی
H5G	474866	3257246	919.60	Zn	درجه ۱	بافت ۴
H11 G	474602	3256982	283.70	Zn	درجه ۲	بافت ۴
H22 G	474726	3255569	214.00	Zn	درجه ۲	بافت ۴
H70 G	472149	3255831	225.80	Zn	درجه ۲	بافت ۴
H71 G	472251	3255445	213.90	Zn	درجه ۲	بافت ۴
B147G	476323.1	3240260	613.20	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B148G	476113.8	3240521	404.40	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B149G	476149.4	3240702	431.50	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B150G	476156.3	3240881	1396.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B152G	476509.9	3241277	1647.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B154G	476432.7	3241400	1701.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B155G	476770.3	3241582	218.40	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B157G	476631.6	3241734	859.70	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B164G	477146.5	3241920	1981.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B166G	476899.2	3242776	841.20	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B169G	477238.4	3242614	1635.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B177G	477238.4	3242614	1367.00	Zn	درجه ۱	بافت ۳
B178G	477387.5	3243000	275.40	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B180G	477278.4	3243593	228.60	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B182G	477302.7	3243774	323.00	Zn	درجه ۲	بافت ۳
B214G	477462.7	3243976	222.20	Zn	درجه ۲	بافت ۳

۳-۵-۸- تلفیق نتایج آنومالی های ژئوشیمی

در نهایت با تلفیق آنومالی های مهم ژئوشیمیایی تعداد ۴ محدوده امیدبخش جهت کنترل

آنومالی معرفی شده است. از این تعداد ۲ محدوده در محدوده بافت ۳ و ۲ محدوده برای بافت ۴ معرفی شده است.

در این میان محدوده امیدبخش شماره ۱ در منطقه بافت ۳ دربرگیرنده معدن قنات مروان

است. در محدوده های شماره ۱ و ۲، آنومالی های عناصر سرب و روی به همراه عناصر پارائنز با حداکثر تطابق با یکدیگر گسترش دارد.



محدوده های ۳ و ۴ در بافت ۳ دارای آنومالی طلای شاخصی بوده و آنومالی های سایر

عناصر از اهمیت کمتری برخوردار است.



فصل چهارم

بررسی‌های کانی سنگین



۴- بررسی‌های کانی سنگین

۴-۱- شیوه نمونه‌برداری و مشخصات نمونه‌ها

در یک پروژه اکتشافی به روش کانی سنگین طراحی شبکه نمونه‌برداری نقشی انکارناپذیر در اکتشاف کانسارها دارد. جهت طراحی شبکه نمونه‌برداری معمولاً گسترش ناهنجاریهای ژئوشیمیایی و کانی سنگین و همچنین محدوده دگرسانیهای منطقه در فاز اکتشافی ناحیه‌ای نقشی به سزا دارد. در این پروژه همزمان با طراحی شبکه نمونه‌برداری ژئوشیمی به ازاء هر ۲ نمونه ژئوشیمی یک نمونه کانی سنگین در محدوده ناهنجاری‌های ناحیه‌ای طراحی شد.

در محدوده اکتشافی در مرحله نخست همزمان با نمونه‌برداری ژئوشیمیایی مبادرت به برداشت ۸۷ نمونه کانی سنگین شد. هر نمونه کانی سنگین از چند محل، از قبیل پیچ آبراهه، پشت تخته سنگهای بزرگ در کف آبراهه و... که احتمال تمرکز کانی سنگین در آن بیشتر بود، برداشت شده است.

بایستی در هر ایستگاه نمونه‌برداری جزء ۲۰- مش نمونه به عمق ۱۰ تا ۴۰ سانتیمتر از محل‌هایی که اولاً عیار کانیهای سنگین بهینه باشد، ثانیاً رسوبات شن و ماسه‌ای به حد کافی ضخیم باشد و بالاخره شرایط به دام انداختن کانی‌های سنگین حداکثر باشد، برداشت می‌شود. اما با توجه به اهمیت منطقه اکتشافی از لحاظ کانه‌زایی طلا نمونه‌ها با حجم زیاد به صورت الک نشده برداشت گردید. این عمل باعث می‌شود ذرات درشت طلا که در پایین‌دست کانسارهای طلای اپی‌ترمال به وفور در پلاسره‌های رودخانه یافت می‌شود از دست نرود.

۴-۲- آماده‌سازی نمونه‌ها

آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین شامل گل‌شوئی و لاوک‌شوئی است. قبل از انجام این مراحل، اندازه‌گیری حجم کل نمونه برای محاسبات بعدی الزامی است. در مرحله گل‌شوئی با شستشوی کامل نمونه، گل نمونه که عمدتاً شامل ذرات دانه‌ریز رسی است از آن جدا شده و نمونه آماده لاوک‌شوئی می‌شود. در مرحله لاوک‌شوئی، نمونه به درون ظرف مخصوص ریخته شده و پس از غوطه‌ور کردن نمونه در آب و حرکات دورانی مناسب آن، مواد سبک شستشو و از آن خارج شده و جزء سنگینتر باقی می‌ماند. این نمونه، که نسبت به نمونه اولیه



حجم بسیار کمتری دارد، خشک شده و مورد حجم سنجی قرار می‌گیرد و اعداد حاصل در فرم مربوطه ثبت می‌شود. مرحله بعدی شامل کاهش وزن نمونه از طریق تقسیم کن شانه‌ای است. بخشی از این جزء از طریق بروموفرم به دو جزء سبک و سنگین تقسیم می‌گردد. پس از بروموفرم‌گیری حجم هر یک از دو بخش سنجیده شده و سپس از طریق به کارگیری آهنربای دستی با بار معین جزء سنگین به سه بخش تقسیم و حجم هر یک تعیین می‌شود. جزء فرومغناطیسی دارای خاصیت مغناطیسی شدید بوده و به طور عمده شامل منیتیت و گاهی ایلمنیت می‌باشد. جزء دیگر دارای خاصیت مغناطیسی متوسطی است و بیشتر شامل کانیهای مافیک مانند پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است و کانیهای اقتصادی چون کالکوپیریت، پیریت... جزء غیرمغناطیسی خاصیت مغناطیسی نداشته و اغلب کانیهای فرعی مانند آپاتیت، زیرکن، روتیل، طلا، اسفن، سافیر و بسیاری از کانه‌ها در آن متمرکز می‌شوند. در این پروژه هر سه بخش با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه چشمی قرار گرفته است. در این روش، مشخصات فیزیکی کانیها مانند رنگ، سیستم تبلور، جلا، سختی، شفافیت و... اساس تشخیص می‌باشد. از این طریق نسبت درصد هر کانی در نمونه به طریق حجمی برآورد می‌گردد. برای محاسبه عیار نیمه کمی کانیهای سنگین در نمونه اصلی (به صورت برداشت شده) از فرمول زیر استفاده گردیده است:

$$\text{عیار نیمه کمی (گرم بر تن)} = \frac{X \times Y \times B \times D \times 10000}{A \times C \times D}$$

در این فرمول متغیرها عبارتند از :

X: درصد کانی مورد نظر ضرب در جرم فراکسیون مربوط به آن پس از جدایش مغناطیسی.

Y: حجم نمونه پس از بروموفرم‌گیری.

B: حجم نمونه پس از شستشو.

D: وزن مخصوص کانی مورد مطالعه.

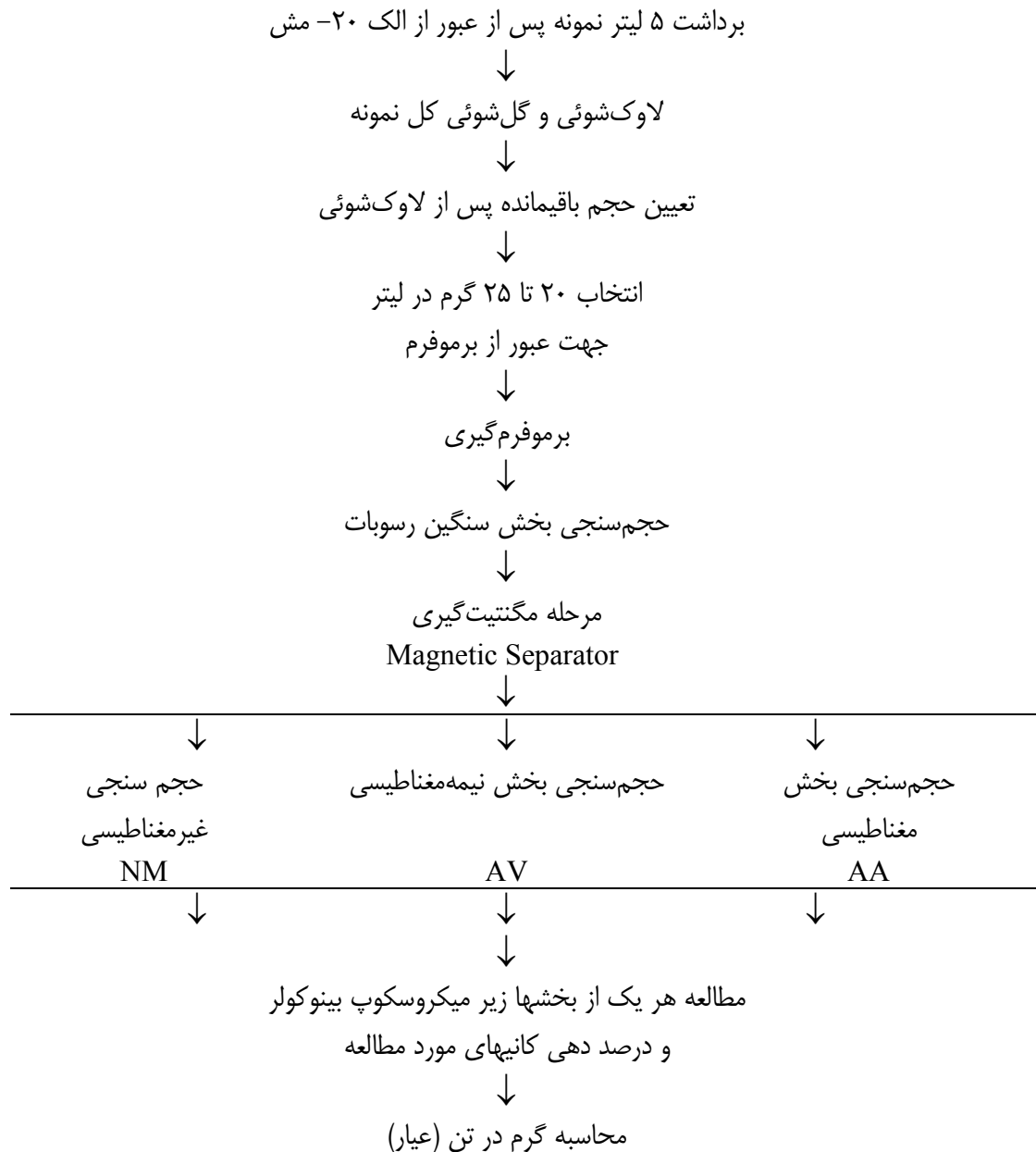
A: حجم کل نمونه برداشت شده در صحرا (پس از الک کردن).

C: حجم نمونه انتخابی برای جدایش با بروموفرم.

D: وزن مخصوص رسوب برداشت شده در صحرا (که در این پروژه معادل ۲/۵ گرم بر

سانتیمتر مکعب در نظر گرفته شده است).

در نمودار شماره ۴-۱ مراحل آماده‌سازی کانیهای سنگین به صورت نمودار تشریح شده است.



شکل شماره ۴-۱ : نمودار مراحل آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین



۳-۴- نتایج بررسی نمونه‌ها

برپایه نتایج به دست آمده از مطالعات نمونه‌های آبرفتی و به روش مطالعاتی کانی سنگین لیتولوژی غالب در محدوده اکتشافی را سنگهای آذرین خروجی از نوع گدازه‌های آندزیتی به همراه توده‌های نفوذی همبر با این گدازه‌ها و در بخشهایی رسوبات سنگی کربناته از نوع آهک و دولومیت تشکیل می‌دهد. انتشار کانیهای همچون زیرکن، روتیل، آناز، اسفن، آمفیبول و ایلمنیت، نشان‌دهنده گسترش توده‌های نفوذی، انتشار کانیهای آپاتیت، پیروکسن و هماتیت نشان دهنده گسترش ولکانیکهای ائوسن و به ویژه گدازه‌های آندزیتی و انتشار کانیهای کربنات کلسیم و دولومیت نشان دهنده گسترش رخساره‌های کربناتی از نوع آهک و دولومیت در محدوده اکتشافی است. به طور کلی ناحیه مورد مطالعه به لحاظ انتشار کانیهای کانسار ساز که در بخش غیر مغناطیسی (NM) نمونه‌ها انباشتگی پیدا می‌کنند، از انتشار قابل توجهی برخوردار نمی‌باشد. ولی با توجه به مطالعات انجام شده به طور نسبی پتانسیلهای اکتشافی قابل تأملی همچون انتشار طلا، سرب، روی، مس و تیتانیم (ایلمنیت) در ناحیه قابل بررسی است. دامنه انتشار طلا در محدوده اکتشافی از ۱ تا ۸ ذره تغییرات نشان داده است. انباشتگی کانیهای سرب و روی در تعدادی از نمونه‌ها از حد ذرات پراکنده و جزئی (Pts) تا مقادیر گرم در تن در نوسان بوده و به نظر می‌رسد تظاهرات به نسبت قابل توجهی از زایش سرب و روی در محدوده وجود داشته باشد.

انتشار مس در محدوده اکتشافی از گسترش ضعیفی برخوردار بوده ولی به نظر می‌رسد اندیسی از مس ثانویه (مالاکیت)، مس طبیعی و کریزوکلا در ناحیه تحت بررسی و به ویژه در متن گدازه‌های آندزیتی قابل شناسایی باشد.

از کانیهای ردیاب طلا و از مرحله سرد کانی‌سازی (ابی‌ترمال) سینابر بطور گسترده و در تعداد زیادی از نمونه‌ها مطالعه شده که انتشاری قابل توجه را نشان می‌دهد.

انتشاری به نسبت قابل توجه از کانیهای همچون اپیدوت، گوتیت، لیمونیت و پیریت اکسید معرف زونهای دگرسانی و پدیده‌هایی همچون اپیدوتی شدن، گوتیتی شدن، لیمونیتی شدن و پیریتی شدن در محدوده اکتشافی است. از کانیهای خانواده تیتانیوم، ایلمنیت در بخش مغناطیسی متوسط (AV) و اسفن (تیتانیت) در بخش



غیرمغناطیسی (NM) نمونه‌ها با انتشاری افزونتر از کانیه‌های دیگر این عنصر همچون روتیل، آناتاز، اسفن و لوکوکسن شناسایی و مطالعه شده‌اند.

با توجه به مطالعات انجام شده مهمترین نمونه‌های کانی سنگین در جدول ۴-۲ تا ۴-۶ آورده شده است.

چکیده هر یک از نتایج به دست آمده به قرار زیر می‌باشد:

طلا و نقره : از ۸۶ نمونه آبرفتی برداشت شده در محدوده اکتشافی ۵ نمونه حاوی اثراتی جزئی و پراکنده از انتشار ذرات طلا بوده است. انتشار این کانه از ۱ تا ۸ ذره نوسان را نشان می‌دهد. ذرات مشاهده شده به اشکال صفحه‌ای، لامپی، اسفنجی، دندریتی و فیبری با قطرهایی متوسط از ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون و دارای گردشگی زاویه‌دار، نیمه زاویه‌دار تا نیمه گردشده می‌باشد با توجه به مشارکت کانیه‌های همراه با زایش طلا، انتشار طلا در همبری گدازه‌های آندزیتی (ولکانیکهای ائوسن) با توده‌های نفوذی گسترش یافته در ناحیه مورد مطالعه است. پیریت‌زایی در تعدادی از نمونه‌ها به عنوان پاراژنز زایش طلا به شمار می‌رود. در این محدوده همچنین تعداد ۵ نمونه دارای نقره آزاد است.

جدول ۴-۱ : نمونه‌های کانی سنگین حاوی طلا و نقره

Sample	Gold	Silver
16	6.3112	
27	3.15972	
108	2.2638	
135		2.1
189		1.76
204		1.23
97		1.13
7		0.525
98	0.1	
112	0.08	

کانیه‌های گروه مس : از کانیه‌های مس، مالاکیت و مس چکشی^{۱۵} در حد اثرات پراکنده و جزئی (PTS) در تعدادی از نمونه‌ها، مطالعه و شناسایی شده است. با توجه به اثرات برجای مشاهده شده مس در گزارش ارائه شده در ورقه



۱:۱۰۰,۰۰۰ بافت می‌توان امیدوار بود که در مرحله فاز کنترل ناهنجاریها بتوان به نواحی امیدبخش از زایش مس دست یافت. نمونه‌های دارای کانی‌های مس به شرح جدول زیر است:

جدول ۴-۲: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه مس

Sample	Malachite	Native copper	Chrysocolla
112	3.14		
92	2.64	1.17	0.29
226		0.85	
98	1.28		
97	0.86		0.24
204	1.88		
77	2.26727		

کانیهای گروه سرب و روی و باریت

وجود معدن متروکه قنات مروان در منطقه منجر به گسترش حضور کانی‌های این گروه در میان نمونه‌های کانی سنگین شده است. از کانیهای عناصر سرب و روی، گالن، سروزیت، اسمیت‌زونیت، میمتیت، وانادینیت، ولفنیت، سرب آزاد و اسفالریت در نهشته‌های آبرفتی در محدوده اکتشافی شناسائی و گزارش شده است. تعداد قابل توجهی از نمونه‌های آبرفتی دارای اثراتی پراکنده و جزئی از انتشار کانیهای این خانواده تا مقادیر درصدی از این کانی می‌باشند. به تقریب در تمامی نمونه‌های حاوی آثار کانیهای سرب و روی باریت به عنوان باطله کانی‌سازی در بخش غیرمغناطیسی نمونه‌ها مطالعه و گزارش شده است. مهمترین و با ارزش‌ترین آنومالیهای کانیهای این گروه به قرار زیر است:



جدول ۳-۴: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه سرب، روی و باریم

Sample	Barite	Galena	Cerussite	Native lead	Sphalerite	Smithsonite	Native lead	Mimetite	Wulfenite
186	156.6	391.5	37.99		2.32	15.21	0.87	0.82	23.66
166	146.25	243.75	70.96		4.33	23.67	3.25	3.85	36.83
187		300	52.4		3.2	17.48	2.4	1.14	2.72
154		210	52.4		3.2	10.49	2.4	1.14	10.88
180		147	51.35		43.9	17.13	1.18	2.78	26.66
146		225	19.65		4.8	2.62	9		20.4
132	230.33								
177		135	19.65		2.4	13.11	0.9	0.85	40.8
169		153.92	19.2		4.69	7.69	0.88	2.08	11.96
150		103.13	36.03		4.4	12.02	0.83	0.78	18.7
135	157.5		3.93	4.5		1.75			
92	118.8	4.95	8.65		0.53	1.73	0.99		
123	126		2.1			0.7			
155		45	19.65		1.2	5.24		2.13	12.24
147		8.82	4.4		1.01	2.57			8.57
189		12.6	2.75			1.84			1.14
230		5.17	6.77			3.01			
162		2.25	7.86			2.62			0.82
181		7.56	2.36			1.57			0.98
98		4.8	5.24		0.64	1.4			
226		5.04	1.57		0.38	1.26			
171		2.74	3.99			0.53			0.83
97		2.43	1.77		0.43	0.94	0.81		
118			3.54	1.35		0.79			
130		2.46	2.15			0.72			
115		2.22	0.97		0.59	0.65			
113		2.97	0.86			0.58			
227		1.8	1.97			0.52			
137			2.67			0.59	1.02		
215		1.7	1.49			0.5			
223		1.44	1.26			0.56			
204		0.88	1.54			0.51			
134			1.44			0.96			
163		0.81	0.71			0.24			
232			1.64						
141			1.62						
221							0.75		
16				0.42964					

منیتیت و هیدرواکسیدها و سولفیدهای آهن

حضور و شناسائی کانی منیتیت در نهشته‌های آبرفتی یک حوضه آبریز می‌تواند دلیل حضور توده‌های نیمه‌عمیق تا عمیق و یا رگه‌های آهن‌دار گسترش یافته و یا گوسان‌های مگنتیت دار در واحدهای سنگی گوناگون در محدوده اکتشافی می‌باشد. در محدوده اکتشافی مورد مطالعه چندین نمونه حاوی مقادیر به نسبت جالب توجه از انباشتگی‌هایی از کانی منیتیت می‌باشد (جدول گرم در تن کانی‌ها). کنترل این حوضه‌های آبریز می‌تواند به شناسائی اثرات برجای کانی‌سازی آهن کمک شایان توجهی نماید. علاوه بر مگنتیت اکسیدها، هیدرواکسیدها و سولفیدهای



متعددی از آهن در میان نمونه‌های کانی سنگین بچشم می‌خورد. این کانی‌ها مرتبط با کانه‌زایی‌های اپی‌ترمال رگه‌های منطقه و زون‌های اکسیدان مربوطه است.

جدول ۴-۴: نمونه‌های کانی سنگین حاوی کانی‌های گروه آهن

Imple	Magnetite	Pyrite	Hematite	Goethite	Limonite	Pyrite oxide	Pyrite limonite	Oligiste	Ilmenite	Martite
230	10702.33		5433.81							1377.39
132	8635.65		4615.27					30.77		
27	7634.9056								51.95568	
122	6745.36								40.8	651.1
112	7112.54					264.81				
166		81.25	5812.3		98.8					
134			4286.83	242.29					51.76	550.67
180		78.4	4288.79	241.47		148.18	97.69			
154			4376.32	344.96				29.46		
135			4208	220						
117										942.31
130				303.07	112.18					
70		1.7				214.2	105.91			
127				221.76					47.38	
147				221.76						
51						214.2				
45		180								
223					145.92					
189								70.69	63.17	
71		103.5								
214		84								
186		58								
29								29.982		

سایر کانی‌های کانسارساز

افزون بر کانی‌های یاد شده تعدادی از کانی‌های کانسارساز در حد اثرات پراکنده و جزئی و با انتشاری محدود شناسائی و گزارش شده است. کانی‌های همچون سینابر، فلوریت، رالگار، شلیت و استینیت از جمله این کانی‌ها به شمار می‌روند. در میان کانی‌های یاد شده حضور سینابر و فلوریت از گسترش بیشتری برخوردار است.



جدول ۴-۵: نمونه‌های کانی سنگین حاوی سایر کانی‌های کانسار ساز

Sample	Cinnabar	Scheelite	Fluorite	Stibnite	Realgar
130	79.7				
117	76.33		0.6		
132	59.23		0.93		
115	47.95		1.18		
180	1.27		34.9		
146	24.3		0.38		
112	15.89				
230	13.95				
221	12.15		0.8		
134	12.49				
226	11.66		0.76		
227	10.69		0.19		
113	7.48		1.05		
118	5.83		0.57		
122	3.52		0.69	1.98	
166	3.51		1.72		
92			4.2		
150	3.56		0.35		
177	2.92		0.95		
223	3.63				
147	2.72		0.67		
155	2.92		0.38		
224	3.08				
169	0.95		1.86		
116	2.72				
154	1.3		1.27		
225	2.33		0.23		
127	2.33				
16		1.656			
135			1.59		
204		1.41			
123			1.27		
94	1.11				
97			0.86		
187			0.51		
98			0.51		
181			0.46		
171					0.42
139			0.38		
186			0.37		
104			0.22		

فصل پنجم

فاز کنترل آنومالی های

مقدماتی



۵- فاز کنترل آنومالیهای مقدماتی

۵-۱- مقدمه

در اکتشافات ژئوشیمیایی به روش آبراهه‌ای، که به منظور کشف هاله‌های ثانوی کانسارهای احتمالی انجام می‌پذیرد، معمولاً منطقه وسیعی تحت پوشش اکتشافی قرار می‌گیرد. این روند سبب کشف آنومالی‌های ظاهری موجود در محیط‌های ثانوی می‌شود. این آنومالی‌ها در اثر عوامل متعددی به وجود می‌آیند که عبارتند از :

- تأثیر سنگ بالادست.
- آلودگیهای مختلف موجود در محیط (صنعتی، کشاورزی و...).
- آلوده شدن نمونه ضمن نمونه‌برداری و آماده‌سازی.
- ناهمگنی موجود در نمونه آنالیز شده.
- عوامل کانه‌زائی.

از طرفی به دلیل اینکه در روش ژئوشیمیایی، هر عنصر مستقیماً مورد آنالیز قرار می‌گیرد، توجهی به فاز پیدایش آن نمی‌شود، از این رو هاله‌های ثانوی کشف شده نمی‌توانند همیشه معرف کانی‌سازی باشند، بنابراین برای تمیز دادن آنومالیهای واقعی (که در ارتباط با پدیده کانی‌سازی بوده و دارای مؤلفه اپی‌ژنتیک قابل ملاحظه می‌باشند)، از انواع کاذب مرتبط با پدیده‌های سنگ‌زائی (مؤلفه سین‌ژنتیک) و یا آلودگیهای زیست‌محیطی باید به کنترل زمینی آنها پرداخت. روشهای مختلفی برای کنترل آنومالیها وجود دارد که می‌توان به کمک آنها آنومالیهای مقدماتی ژئوشیمیایی عناصر را تأیید یا باطل کرد. این روشها عبارتند از :

۱. بررسی مناطق دگرسان شده و زونهای مینرالیزه احتمالی.
۲. برداشت نمونه از سیستمهای درز و شکاف پر شده توسط مواد معدنی.

روشهای مذکور نوعی از شواهد واقعی بودن آنومالیهای ژئوفیزیکی یا ژئوشیمیایی پیدایش مناطق کانی‌سازی در سطح زمین است. اگر سطح فرسایش کنونی سطح کانی‌سازی احتمالی را قطع کرده باشد می‌توان آثار کانی‌سازی را مستقیماً دید. در این صورت لازم است از عوارض مرتبط با کانی‌سازی نمونه‌هایی برداشت. این نمونه‌ها با این



هدف برداشت می‌شوند که بیشترین عیار را نمایان سازند. بنابراین به طور نظام‌وار از مناطق پر عیار برداشت خواهند شد. از این نمونه‌ها نمی‌توان و نباید استنباطی در مورد عیار ماده معدنی به عمل آورد.

از دیگر نمونه‌هایی که لازم است برای کنترل آنومالیها برداشت گردد، نمونه‌های مرتبط با دگرسانی‌های وابسته به کانی‌سازی احتمالی است. معمولاً هاله‌های دگرسانی مانند غلافی هسته کانی‌سازی را در برمی‌گیرند و گاهی هم با آن هم‌آغوش می‌شوند. از آنجا که هاله‌های دگرسانی بزرگتر از توده‌های کانی‌سازی شده هستند لذا احتمال این که سطح فرسایش کنونی آنها را قطع کند و نمایان شوند بیشتر است. این امر بخصوص در مورد توده‌های کانی‌سازی پنهان که اکتشاف آنها پرهزینه و ریسک آنها بالاتر است صادق است.

از این رو نمونه‌برداری از هاله‌های دگرسانی به منظور تعیین ترکیب کانی‌شناسی هاله‌های دگرسانی و همچنین عیارسنجی آن بسیار ضروری است و می‌تواند نتایجی را که دال بر تائید یا تکذیب آنومالی باشد در اختیار گذارد.

با توجه به نتایج آنومالی‌های ژئوشیمیایی در محدوده بافت ۳ و ۴، مهمترین آنومالی‌های معنی دار ژئوشیمیایی آنومالی‌های عناصر مس، سرب، نقره و روی می‌باشد. البته آنومالی‌عناصر پاراژنز نظیر کادمیم، گوگرد و آنتیموان که از درجه بالای انطباق با آنومالی‌های سرب و روی برخوردارند نیز معنی دار هستند. همچنین مطالعات نمونه‌های کانی سنگین حاکی از وجود آنومالی‌های معنی دار از کانی‌های مینرالیزه سینابر، فلوریت، طلا، نقره، گالن، سروزیت، اسفالریت، میمیتیت، ولفنیت، سرب آزاد است.

با توجه به آنومالی‌های مذکور احتمال می‌رود کانه‌زایی‌های متعدد سرب، روی به‌مراه عناصر پاراژنز در منطقه وجود داشته باشد.

در نهایت با تلفیق آنومالی‌های ژئوشیمی و کانی سنگین تعداد ۴ محدوده امید بخش اکتشافی در منطقه بافت ۳ و ۴ جهت کنترل آنومالی‌های مقدماتی معرفی گردید. در این میان محدوده امیدبخش شماره ۳ در منطقه بافت ۴ فاقد کانه‌زایی بوده و کانه‌زایی‌های مرتبط در خارج از محدوده واقع شده است. همچنین منطقه امیدبخش شماره ۴ نیز در این منطقه فاقد کانه‌زایی مشخصی است. در این میان مهمترین محدوده‌های امیدبخش دربرگیرنده



مناطق کانه دار بخش جنوبی معدن متروکه سرب و روی قنات مروان (منطقه امیدبخش شماره ۱) و بخش باختر منطقه بافت ۳ (منطقه امیدبخش شماره ۲) بوده که از لحاظ اکتشافی دارای اهمیت بسزایی است.

معدن سرب و روی قنات مروان در فاصله ۲۴ کیلومتری شمال خاوری بافت و ۱۴ کیلومتری بزنجان واقع شده است. معدن مذکور در طول ۳۸ ۴۲[°] و عرض ۵۰ ۲۱[°] ۲۹ بین دو محدوده اکتشافی بافت ۳ و ۴ و در بخش شمالی منطقه بافت ۳ قرار دارد. سنگهای تشکیل دهنده از نوع توف و توف آندزیتی و در فاصله های دورتر آهک، مارن، ماسه سنگ و آهک دولومیتی و رگه های نسبتاً ضخیم کوارتزیت می باشد. مینرالیزاسیون عموماً در محل کنتاکت و گسل ها و شکستگی ها بوده است. ماده اصلی معدن فوق سرب و روی بصورت رگه هائی به ضخامت ۳۰ تا ۴۰ سانتیمتر بوده و بعلاوه در رگه های اصلی پاشیدگی کانه از ۲ تا ۳ متر مشاهده می شود. طول رگه یک ۱۵۰ تا ۱۷۰ متر و افراز ۳۵۰ متر و طول رگه دو ۱۶۰ متر و افراز ۳۵۰ متر می باشد. نوع کانه گالن با عیار ۷ درصد و اسفالریت (با عیار ۸ درصد) می باشد و کانه های فرعی مالاکیت - کالکوزین - نقره و طلا می باشد و باطله کانه سیلیس - آهن و کمی منگنز می باشد. ذخیره مرئی کانسار ۴۰۰ هزار تن و ذخیره احتمالی آن بیش از ۵۰۰ هزار تن می باشد. تکتونیک در محدوده شدید بوده که مشخصات آن با رگه ها یکی و بشرح زیر می باشد:

ماده معدنی در امتداد ۲ گسل شکل گرفته است. گسل ۱ دارای روند N30E و شیب ۶۰ تا ۹۰ درجه به سمت شمال باختر بوده و روند گسل ۲ N40E و شیب ۷۰ تا ۹۰ درجه به سمت شمال باختر است. در مورد منشأ و چگونگی تشکیل ممکن است این کانسار از نوع هیدروترمال و مینرالیزاسیون بعد از وقوع گسل ها بوده باشد.

وجود کانه زایی های معدن قنات مروان منجر به شکل گیری آنومالی های متعدد و مرتبط با کانه زایی در

محدوده بافت ۳ شده است.



نقشه مناطق امیدبخش (فایل Anomaly.dwg)



۵-۲- منطقه امیدبخش شماره ۱:

این محدوده به وسعت ۶ کیلومتر مربع دربرگیرنده بخش شمال خاوری محدوده اکتشافی بافت ۳ است. مختصات مکانی چهارگوش این منطقه به شرح جدول زیر است.

	X	Y
1	478958	3242314
2	476838	3242339
3	476825	3245367
4	478965	3245367

از نظر زمین شناسی این منطقه دربرگیرنده واحدهای آندزیت و آندزیت بازالت بوده که در مرحله بعد دایکهایی با ترکیب دیوریت و گرانودیوریت بدخل آن نفوذ کرده است. ضخامت این دایکهها نیم تا یک متر بوده و روند آنها اغلب شمال خاور - جنوب باختر است.

دایکههای مذکور در اثر منجر به دگرسانی وسیع در واحدهای ولکانیکی شده است. این دگرسانیها اغلب از نوع آرژیلیک است. نفوذ این واحد بدخل سنگهای ولکانیکی منجر به ایجاد کانهزایی سرب و روی در منطقه شده است. رخنمون این کانهزاییها بطور گسترده در محدوده معدن متروکه قنات مروان مشاهده شده است.

در محدوده منطقه امیدبخش شماره ۱ مهمترین رگههای متعددی رخنمون دارد که گسترش آن در سطح بیشتر به صورت زون اکسیدان است. از ویژگیهای آن گسترش بافت جعبه ای (Boxwork) در آن است. کانیهای این زون اغلب سیلیس، کلسیت و هیدرواکسیدهای آهن شامل گوتیت، هماتیت، لیمونیت بهمراه اکسیدها و کربناتهای سرب و روی شامل سروزیت و اسمیت زونیت است. وجود کانیهای فوق بوضوح در نمونههای کانی سنگین برداشت شده از این مناطق اثبات شده است.



شکل ۵-۱: نمایی از دایک دیوریتی در محدوده منطقه امیدبخش ۱



شکل ۵-۲: زون اکسیدان واقع بخش فوقانی رگه‌های منطقه در خاور محدوده مطالعاتی بافت ۳



شکل ۳-۵: رخنمون زون اکسیدان واقع در خاور محدوده مطالعاتی بافت ۳

در نتیجه عملیات کنترل آنومالی در منطقه امیدبخش شماره ۱ تعداد ۷ نمونه مینرالیزه برداشت شده است. نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه این محدوده نشانگر بالا بودن عیار عناصر سرب، روی، منگنز و گاهی مس است. این کانی‌ها همگی در زون‌های اکسیدان در فازهای کربناته و اکسیدان تظاهر می‌کند. نتیجه آنالیز نمونه‌های برداشت شده از محدوده امیدبخش شماره ۱ به شرح جدول زیر است.



جدول ۵-۱: نتایج آنالیز نمونه‌های مینرالیزه منطقه امیدبخش شماره ۱

Sample No	BB-142-R	BB-214-R1	BB-214-R2	R-A	R-D1	R-P	SL1
Au(PPb)	1.5	5	1.5	1.2	1.4	2.5	5.8
Ag(PPm)	0.31	0.20	0.15	0.36	0.21	0.44	32.14
As(PPm)	3.90	8.66	3.17	6.71	7.42	9.05	35.46
Ba(PPm)	2724.00	244.60	95.24	189.44	332.0 0	228.00	8372.00
Bi(PPm)	6.16	3.63	0.35	4.82	3.43	5.63	19.28
Cd(PPm)	0.11	0.15	0.13	0.10	0.13	0.21	3.16
Cu(PPm)	17.31	48.50	31.84	29.90	55.28	77.36	1548.60
Fe(PPm)	99140	61940	11178	73180	63640	88920	159480
Hg(PPm)	0.10	0.12	0.05	0.16	0.14	0.16	0.12
Mn(PPm)	2380.00	780.60	82.84	1182.6 0	860.8 0	1597.0 0	55140.00
Mo(PPm)	0.11	1.13	0.79	0.18	0.43	0.98	30.44
Pb(PPm)	23.46	9.83	9.83	5.53	16.02	2840.0 0	165200.0 0
S(PPm)	2014.00	243.60	110.74	90.24	241.8 0	104.18	523.40
Sb(PPm)	6.93	9.20	1.90	3.90	3.01	51.88	1715.40
Zn(PPm)	166.66	85.62	4.58	96.12	60.14	821.80	40220.00

با توجه به جدول مذکور مشاهده می‌شود نمونه SL1 دارای مقادیر بالایی از سرب و روی است. بنحوی که مقدار سرب بیش از ۱۶ درصد و مقدار روی بیش از ۴ درصد است. نمونه R-P نیز دارای مقادیر بالایی از سرب و روی است. نمونه BB-142-R که از بالادست نمونه ژئوشیمی شماره ۱۴۲ برداشت شده و حاوی مقادیری از باریت است. وجود کانی باریت به صورت رگچه‌ای در این منطقه منجر به بالا مقادیر باریت و گوگرد در این نمونه شده است.

۵-۲- منطقه امیدبخش شماره ۲:

این آنومالی به وسعت ۳/۸ کیلومترمربع در بخش شمال باختر محدوده بافت ۳ واقع است. مختصات مکانی

چهارگوش این منطقه به شرح جدول زیر است.

	X	Y
1	475494	3242797
2	473822	3242800
3	473835	3245093
4	475485	3245099

بر اساس مطالعات زمین‌شناسی مهمترین رخنمونهای سنگی در این محدوده آندزیت، آندزیت بازالتی، ریولیت، سنگهای پیروکلاستیک و دایکهای دیوریتی و گرانودیوریتی است. در این محدوده کانه‌زایی به صورت توده‌ای در بخش‌هایی از واحدهای ولکانیکی دیده می‌شود. در این بخش‌ها بیشتر زون اکسیدان کانه‌زایی‌های سرب و روی گسترش دارد. از ویژگی‌های آن گسترش بافت جعبه ای (Boxwork) در آن است. کانی‌های این زون اغلب سیلیس، کلسیت و هیدرواکسیدهای آهن شامل گوتیت، همتیت، لیمونیت به‌مراه اکسیدها و کربنات‌های سرب و روی شامل سروزیت و اسمیت‌زونیت است. وجود کانی‌های فوق بوضوح در نمونه‌های کانی سنگین برداشت شده از این مناطق اثبات شده است.



شکل ۴-۵: زون اکسیدان کانه‌زایی های منطقه در محدوده آنومالی شماره ۲



۳-۵- ارائه مدل احتمالی کانه زایی در منطقه

با توجه به نتایج مطالعات ژئوشیمی و کانی سنگین و بررسی های انجام شده در عملیات کنترل آنومالی های مقدماتی تیپ احتمالی کانسار منطقه بافت از نوع کانسارهای تیپ پلی متال رگه ای است.

این رگه ها با تمرکز بالای کانی های گروه سرب، روی و نقره همراه است. سنگ درونگیر این کانسارها توده های نفوذی کوچک آلکالن تا کالکوآلکالن و دسته دایکهای نفوذی در سنگهای رسوبی، دگرگونی و ولکانیکی است. محیط تشکیل این کانسارها، برش ها و شکستگی های نزدیک سطح زمین و درون هاله های گرمایی وابسته به گنبد های نفوذی کوچک است.

از لحاظ کانی شناسی کانی های این گروه در بخش های فوقانی که تحت تاثیر فرایند هوازدگی قرار گرفته، طیف گسترده ای از کانی های اکسیدی و کربناته سرب و روی نظیر کانی های سروزیت، اسمیت زونیت، همی مورفیت، میمیتیت و مگنتیت شکل می گیرد. در بخش های تحتانی این رگه ها حاوی پیریت، گالن، اسفالریت، کالکوپیریت، تنانتیت، سولفات های نقره و گاهی آرژانتیت است.

در اثر فرایند هوازدگی پوسته نازکی از اکسیدهای منگنز به همراه کانی های دگرسانی نظیر هماتیت، گوتیت و لیمونیت و اکسدها و کربناتهای سرب و روی با بافت و ساختهای برشی، جعبه ای و قشرگون در گوسان های سطحی این رگه ها بوجود می آیند.

در زون غنی شدگی سطحی این کانسارها احتمالاً نقره با عیار بالا یافت می شود.

از لحاظ اکتشافی آنومالی های متعدد ژئوشیمیایی $Pb, Zn, Sb, Cu, Au, Ag, As$ قابل ثبت است.

بدلیل گسترش زون های سولفوری در بخش های تحتانی مهمترین روش ژئوفیزیک اکتشافی این کانسارها

استفاده از روش (قطبش القایی) IP/RS است.

فصل نهم

نتایج و پیشنهادات



۶- نتایج و پیشنهادات :

۶-۱- نتایج

با توجه به کلیه اطلاعات حاصل از برداشتهای زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی و متالورژی نتایج زیر حاصل شده است :

۱. منطقه مورد مطالعه در شمال خاور شهرستان بافت از نظر تقسیمات ساختمانی- رسوبی کشور، بخش کوچکی از زون ایران مرکزی (کمر بند ارومیه دختر) که در آن فلزات پایه بخصوص سرب و روی دارای اهمیت فوق العاده ای است.

۲. منطقه بافت دربرگیرنده واحدهای ولکانیکی و رسوبی ائوسن است. این واحدها شامل واحدهای پیروکلاستیک، آندزیت، آندزیت بازالتی است. در مرحله بعد سنگ های نفوذی نیمه ژرف میوسن- پلیوسن به اشکال دایک و توده های نیمه ژرف بدخل واحدهای قدیمی تر نفوذ کرده است.

۳. گسل های منطقه از نوع امتدادلغز بوده، که نهشته های ائوسن- الیگوسن را در راستای شمال- جنوب بریده اند. نوع آنها به طور عمده امتدادلغز چپگرد است و نهشته های ائوسن و الیگوسن را جابجا کرده اند.

۴. نفوذ توده های ساب ولکانیک و دم های داسیتی به داخل سکانسهای ولکانیکی در مرحله اول، و نفوذ دایک های گرانودیوریتی و حدواسط در مرحله دوم و سرانجام منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر تنشهای فشاری زیادی قرار گرفته که نتایج آن شکستگیها و زونهای برشی مختلفی است که در منطقه و پیرامون آن وجود دارد. گسلهای بزرگ منطقه از نوع فشاری با راستای عمومی شمالی- جنوبی است. عملکرد این گسلها و نفوذ سیالت غنی در CO_2 و گاهی SiO_2 سبب ایجاد رگه های پلی متال و گسترش زونهای دگرسانی منطقه مورد اکتشاف گشته است. حضور ژئودهای سیلیسی، کلسیت مؤید طبیعت سیلیس- کربناته سیالات است. دگرسانی محدود به اطراف رگه ها بوده و شدت آن در همه جا یکسان نیست.

۵. با توجه به گسترش آنومالی های تک عنصری عناصر مهم اکتشافی، آنومالی های حاصل از آنالیز فاکتوری همچنین حداکثر تطابق آنومالی ها، مهمترین مناطق واجد آنومالی های ژئوشیمی به شرح زیر معرفی می گردد.



- بخش جنوب معدن سرب قنات مروان و شمال خاور محدوده اکتشافی بافت ۳ دارای آنومالی‌های متعدد ژئوشیمی چون سرب، روی، نقره، کادمیم، آنتیموان و گوگرد با حداکثر تطابق، گسترش دارد. بالا بودن عیار این عناصر در این نمونه‌ها به صورت غیرعادی منتهی به اهمیت اکتشافی این منطقه شده است.
- بخش شمال باختر منطقه اکتشافی بافت ۳ در اهمیت دوم قرار دارد. در این منطقه عناصر مهمی همچون طلا، نقره، سرب، روی به همراه آهن و منگنز دارای آنومالی‌هایی هستند. البته تطابق آنومالی‌های عناصر مذکور در این منطقه نسبت به منطقه اول کمتر است. در منطقه بافت ۴ آنومالی‌هایی از طلا، سرب، روی، آنتیموان در بخش باختر و جنوب خاور آن معرفی شده است.

۶. با توجه به مطالعات کانی سنگین در منطقه بافت کانی‌های گروه سرب و روی دارای مقادیر قابل توجهی است. در این نمونه‌ها کانی‌هایی چون گالن، سروزیت، اسفالریت، اسمیت‌زونیت، ولفنیت، پیرومورفیت، میمیتیت و سرب آزاد به همراه فلوریت، سینابر بعنوان یک کانی پاراژنز کانی‌های گروه سرب و روی حضور چشمگیری دارند. وفور این کانی‌ها در میان نمونه‌های کانی سنگین موید کانه‌زایی سرب و روی به صورت اپی‌ترمال در منطقه بوده و اغلب آنومالی‌های ژئوشیمی عناصر سرب و روی و سایر عناصر پاراژنز را تایید می‌کند. با عنایت به مطالعات کانی‌سنگین، مقادیر قابل توجهی از کانی‌های گروه آهن و تیتانیوم مانند مگنتیت، ایلمنیت و کانی‌های دگرسانی نظیر هماتیت، گوتیت و لیمونیت در نمونه‌ها، حضور این کانی‌ها در میان نمونه‌های کانی‌سنگین (به‌خصوص کانی‌های دگرسانی) موید عملکرد فرایندهای سوپرژن در منطقه است که در اثر لیچینگ بخش فوقانی رگه‌های اپی‌ترمال واجد کانی‌های سولفوروی بوجود آمده‌اند. این کانی‌ها در این بخش از کانسار، به همراه کانی‌های مینرالیزه کربناته و اکسید سرب و روی نظیر سروزیت، وانادینیت، میمیتیت و اسمیت‌زونیت حضور دارند.

۷. با توجه به بررسی‌های انجام شده در مرحله کنترل آنومالی‌های مقدماتی رگه‌های متعدد پلی‌متال با روند شمال - جنوب در باختر منطقه و در محدوده آنومالی‌های شماره ۱ و ۲ برونزد دارد. این رگه‌ها بیش از یک متر ضخامت داشته و طول هر یک به ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر می‌رسد. رگه‌های مذکور به رنگ قهوه‌ای تا زرد بوده و سنگ دربرگیرنده (واحد آندزیت و آندزیت بازالتی) آن بشدت برشی شده است. این رگه‌ها حاوی



کانه‌زایی‌های سرب و روی و عناصر پارائنز بوده و در آن علاوه بر هیدروکسیدهای آهن و منگنز، کانه‌های سرب و روی نیز حضور دارد. بخش فوقانی این رگه‌ها تحت تاثیر فرایند لیچینگ (ناشی از عملکرد فرایندهای سوپرژن) قرار گرفته و در آن کانه‌های سولفوری نظیر پیریت، گالن، اسفالریت و احتمالاً کالکوپیریت بشدت اکسیدی شده، سپس ضمن شکل‌گیری بافت جعبه‌ای (Boxwork texture) که از بافتهای شاخص زون اکسیدان است، در دیواره تیغه‌های سیلیسی و کربناته این بافت کانه‌های کربناته و اکسیدی سرب و روی نظیر سروزیت، اسمیترونیت، میمتیت شکل گرفته است. در بخش‌هایی از این رگه‌ها نیز مالاکیت (جنوب خاور بافت ۴) به صورت پراکنده مشاهده می‌شود.

۸. نتایج و بررسی‌ها نشان می‌دهد که تیپ احتمالی کانسار منطقه بافت از نوع کانسارهای تیپ پلی متال رگه‌ای است. این رگه‌ها با تمرکز بالای کانی‌های گروه سرب، روی و نقره همراه است. سنگ درونگیر این کانسارها توده‌های نفوذی کوچک آلکان تا کالکوالکان و دسته دایکهای نفوذی در سنگهای رسوبی، دگرگونی و ولکانیکی است. محیط تشکیل این کانسارها، برش‌ها و شکستگی‌های نزدیک سطح زمین و درون هاله‌های گرمایی وابسته به گندهای نفوذی کوچک است. در زون غنی شدگی سطحی این کانسارها احتمالاً نقره با عیار بالا یافت می‌شود. از لحاظ اکتشافی آنومالی‌های متعدد ژئوشیمیایی $Pb, Zn, Sb, Cu, Au, Ag, As$ قابل ثبت است.

۹. با تلفیق کلیه داده‌های اکتشافی در نهایت ۲ محدوده به عنوان مناطق امیدبخش اکتشافی در این مرحله معرفی شد. از این میان محدوده‌های اکتشافی ۱ با اولویت اول اکتشافی برای عناصر سرب و روی و فلزات پایه بایستی مورد اکتشاف قرار گیرد.



۶-۲- پیشنهادات

این بخش چکیده تمامی دست‌آوردهای مجموعه عملیات اکتشافی است و در نهایت منجر به معرفی راهکارهای اساسی در مرحله بعدی اکتشافی می‌شود. پیشنهادات ارائه شده در این مرحله برای اکتشاف سرب، روی و عناصر پاراژنز برای محدوده اکتشافی بافت ۳ بویژه منطقه امیدبخش شماره ۱ با اولویت اول به صورت زیر مطرح می‌گردد:

۱- هویت بخشی به آنومالی های مقدماتی ژئوشیمیایی و ارتقای کیفیت معدنی در مراحل قبلی اکتشاف در این مرحله کلیه زون های احتمالی حاوی کانه زایی شناسایی شده و از محدوده ناهنجاری های ژئوشیمی و کانی سنگین تعداد ۱۰۰ نمونه از کلیه کانه زایی های موجود در منطقه با دیدگاه بررسی های ژنتیکی و زمین شناسی اقتصادی برداشت می‌شود.

نمونه های مذکور حتی المقدور توسط کارشناس زمین شناسی اقتصادی و یا مهندس اکتشاف معدن برداشت شود.

در این مرحله تعداد ۲۰ نمونه جهت تهیه مقاطع نازک و صیقلی (برای نمونه های توده های نفوذی نیمه عمیق و حاوی کانه زایی)، آنالیز کانی شناسی (برای نمونه های دگرسان شده) و ۸۰ نمونه برای آنالیز ۱۱ عنصر اکتشافی منطقه (Sb, Cd, As, Mn, Fe, Zn, Pb, Mo, Cu, Ag, Au) به روش جذب اتمی آنالیز می‌شود.

در مرحله بعد تجزیه و تحلیل بر روی داده های مذکور انجام می‌شود.

- ❖ بررسی کانی شناسی زون های کانه دار
- ❖ بررسی ساخت و بافت زون های کانه دار
- ❖ بررسی ارتباط تحولات زون های کانه دار و سنگ دربرگیرنده
- ❖ بررسی زون های دگرسانی و ارتباط آن با واحدهای مولد کانه زایی
- ❖ تجزیه و تحلیل آماری بر روی نتایج آنالیز شیمیایی
- ❖ بررسی همبستگی های عناصر اکتشافی با یکدیگر



نقشه مناطق پیشنهادی (فایل pishnahadat.dwg)



❖ بررسی روابط و تحولات کانی شناسی در مناطق پتانسیل دار و دگرسانی

❖ بررسی آنومالی های نقطه ای نمونه های برداشت شده

❖ معرفی مدل و خاستگاه احتمالی کانسار

۲- تهیه نقشه زمین شناسی - معدنی ۱/۵۰۰۰ منطقه به وسعت ۵ کیلومتر مربع شامل:

۱-۲) تبدیل عکس هوایی ۱/۲۰۰۰۰ به ۱/۵۰۰۰

۲-۲) تهیه نقشه توپوگرافی با روش فتوگرامتری

۳-۲) فوتوژئولوژی عکسهای هوایی جهت:

۱-۳-۲) تفکیک واحدهای زمین شناسی

۲-۳-۲) تفکیک زون های آلتراسیون

۳-۳-۲) شناسایی واحدهای زمین شناسی مولد کانه زایی

۴-۳-۲) تفکیک ساختارهای زمین شناسی مولد کانه زایی

۴-۲) عملیات صحرائی جهت کنترل نقشه مقدماتی تهیه شده به منظور کنترل واحدهای سنگی و مرز واحدها

آلتراسیونها، ساختارهای زمین شناسی و تکتونیکی و ... نمونه برداری از واحدهای سنگی، دگرسانی و کانه زایی

شامل:

۱-۴-۲) کنترل واحدهای سنگی و برداشت نمونه جهت تهیه مقطع نازک و تعیین دقیق نام سنگ

۳-۴-۲) برداشت نمونه از بخشهای آلتره جهت XRD و تعیین نوع آلتراسیون

۴-۴-۲) اندازه گیری ساختارهای زمین شناسی و تکتونیکی از جمله شیب و امتداد لایه ها، گسل ها و تراستها و

...

۵-۲) تصحیح نقشه مقدماتی با استفاده از مشاهدات صحرائی و اطلاعات حاصله از مطالعات آزمایشگاهی و

تهیه نقشه زمین شناسی نهائی

۶-۲) پیاده کردن واحدهای کنترل کننده کانه زائی بر روی نقشه زمین شناسی



۳- انجام عملیات نمونه برداری نیمه سیستماتیک در مناطق دارای کانه زایی و برداشتهای زمین شناسی اقتصادی بر اساس شرح خدمات جهت طراحی شبکه نمونه برداری استفاده از اطلاعات از قبل موجود (از جمله استفاده از اطلاعات حاصل از فازهای اکتشافی پیشین) بسیار حائز اهمیت است (۲۰۰ نمونه)

۳-۱) با استفاده از مطالعات اولیه ابتدا روندهای آلتراسیون، کانه زائی و ساختارهای احتمالی را شناسائی کرده تا بر اساس آن و بر طبق شرح خدمات در امتداد پروفیل های عمود بر روند این تغییرات نمونه برداری صورت گیرد.

۳-۲) همزمان با برداشت این نمونه ها، عملیات اکتشاف چکشی و برداشت های زمین شناسی اقتصادی صورت خواهد گرفت که از اهم موارد آن شامل:

۳-۲-۱) شناسائی زونهای کانه دار و مشخص کردن آن بر روی نقشه

۳-۲-۲) برداشت نمونه از این زونهای کانه دار جهت آنالیز، تهیه مقطع صیقلی و در صورت لزوم XRD

۳-۲-۳) مطالعه و تعیین شکل، روند و وسعت کانه زائی (طول و عرض) و اندازه گیری شیب و امتداد آن

۳-۲-۴) تعیین ارتباط کانه زائی با نوع واحد سنگی و آلترا سیونها و تعیین ژنز احتمالی کانه

۳-۳) جهت حصول نتیجه نهائی باید از نتایج بدست آمده در مراحل مختلف کار استفاده شود.

لذا داده های حاصل از مطالعات زمین شناسی، زمین شناسی اقتصادی و چکشی، (ژئوشیمی رسوبات آبراهه ای) لیتو ژئوشیمیائی و مطالعات کانی سنگین باید با یکدیگر تلفیق گردند و در یک مجموعه مورد بررسی قرار گیرند تا مناطق پتانسیل دار که جهت اکتشاف در مراحل بعدی مناسب می باشند شناسائی و جهت مطالعات بعدی پیشنهاد گردند.

۳-۴) آنالیز نمونه ها جهت تعیین عیار ۱۰ عنصر پاراژنز (۲۰۰ نمونه)

۳-۵) پردازش داده های ژئوشیمی و تهیه نقشه های هم عیار

۳-۶) تلفیق آنومالی ها و معرفی مناطق امیدبخش اکتشافی

۴) انجام عملیات مهندسی اکتشاف شامل

۴-۱) حفر ترانشه و چاهک اکتشافی به مقدار ۳۰۰ متر مکعب



۲-۴- برداشت نمونه ها از ترانشه و چاهک و آنالیز به تعداد ۲۰۰ عدد

نمونه گیری در طول ترانشه با توجه به توپوگرافی محل معمولاً از پایین به بالا بر اساس نوع کانی سازی و میزان پراکندگی به صورت تکه ای و شیاری خواهد بود. همزمان با نمونه گیری در طول ترانشه برداشت زمین شناسی در امتداد آن نیز انجام خواهد شد. در این برداشت، طول ترانشه، شیب لایه بندی، شیب توپوگرافی، فاصله نمونه ها، تعداد و شماره نمونه ها قید می شود.

۳-۴- برداشت زمین شناسی شامل تفکیک کلیه تغییرات سنگ چینه ای در زون کانه سازی و سنگهای کمر بالا و کمر پایین بوده و به صورت یک برش زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰، ۱:۲۰۰، ۱:۵۰۰ ترسیم خواهد گردید.

۵- آنالیز نمونه ها جهت تعیین عیار ۱۰ عنصر پاراژنز (۲۰۰ نمونه)

۶- عملیات ژئوفیزیکی به روش IP-RS به تعداد ۱۰۰۰ نقطه

۷- تلفیق کلیه اطلاعات زمین شناسی و عملیات مهندسی اکتشاف



فصل ۷

پیوست ها