

فصل سوم: اکتشافات کانیهای سنگین

۱-۳- روش نمونه برداری و اهداف آن

نمونه برداری کانی سنگین روشی است که مبنای روشهای ژئوشیمیائی را تشکیل می دهد و از زمانهای قبل بعنوان یک روش پی جوئی بکار می رفته است. پلاسرهای کف آبراهه از نقطه نظر نهشته های کوچک مقیاس مهمترین نوع کانسارها به حساب می روند که با برداشت نمونه های کانی سنگین قابل تشخیص اند. تغلیظ کانیهای سنگین از رسوبات آبرفتی یکی از قدیمی ترین روشهای پی جوئی کانسنگهاست.

بخش زیادی از بیشتر عناصر جزئی در رسوبات آبراهه ای ممکن است با اکسید آهن، اکسید منگنز و کانیهای سیلیکاته مافیک که وزن مخصوص بالائی دارند همراه شده و به همراه کانیهای سنگین دیگر تمرکز یابند. در برخی حالات تمرکز کانیهای معمول سنگ ساز و مواد حاصل از اکسیداسیون آنها می تواند ناهنجاریهای مربوط به حضور کانیهای کانساری را تحت الشعاع قرار دهد.

روشهای کانی سنگین امکان تشخیص عناصری همچون طلا، نقره و آنتیموان را فراهم می کنند عناصری که در حالت معمولی بدلیل غلظت پائین ممکن است قابل تشخیص نباشند. تمرکزهای کانی سنگین عموماً باعث افزایش کنتراست میان ناهنجاریهای مرتبط با کانسار از مقادیر زمینه می شود. البته باید خاطر نشان کرد که عناصر کانساری که در شبکه مواد با وزن مخصوص پائین قرار دارند یا در کانیهای مغناطیسی چون ولفرامیت و کلسیت یا اکسیدهای آهن بی آب (هماتیت و مگنیت) حضور دارند ممکن است در روش کانی سنگین از نظر دور بمانند.

کانیهای کانی سنگین که در نمونه های کانی سنگین تمرکز پیدا می کنند عبارتند از طلا، فلزات گروه پلاتین، موناژیت، کاسیت، کانیهای تنگستن، باریت، فلوریت، اکسیدهای آهن و تیتانیوم، زیرکن، گارنت، آمفیبول، پیروکسن، اپیدوت، اسفن و کانیهای سولفیدی اولیه یا هم ارزشهای اکسیدی آنها.

کانیهای سنگین از محیطهای دیگری غیر از رسوبات آبراهه‌ای نیز قابل برداشت هستند که از آن جمله محیط خاک سطحی، تیلهای یخچالی، تالوس، پروفیل‌های هوازده لاتریتی و محیط سنگی را می‌توان نام برد که می‌تواند با هدف پی‌جوئی کانسار و یا دسته‌بندی سنگها و تمایز لیتولوژیهای مختلف صورت گیرد. در محدوده مورد مطالعه نمونه‌های کانی‌سنگین از محیط رسوب آبراهه‌ای برداشت گردیده تا نتایج آن با نمونه‌های ژئوشیمیایی که از همین محیط برداشت شده مقایسه شود و کارآمدی آنها در پی‌جوئی کانسار در محدوده مورد مطالعه با هم مقایسه شوند.

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

تعداد نمونه‌های کانی سنگین بر اساس شرح خدمات بطور متوسط دو نمونه به ازاء هر کیلومتر مربع رخنمون می‌باشد. نمونه‌های کانی سنگین از همان محل نمونه‌های ژئوشیمی برداشت شده و از همان طراحی مربوط به نمونه‌های ژئوشیمیایی تبعیت میکند بعلاوه اینکه رخنمونهای سنگی، نمودهای تکتونیکی و دیگر پدیده‌های جالب در مورد جانمایی کانی سنگین نیز در نظر گرفته شده است. برداشت نمونه‌های کانی سنگین از جاهائیکه ذرات درشت با ذرات ریزتر با هم یافت می‌شوند نتیجه بهتری خواهد داشت. برای برداشت نمونه چاله‌هایی به قطر ۴۰-۳۰ سانتیمتر و عمق ۴۰ الی ۶۰ سانتیمتر حفر می‌شود و حدود ۶ لیتر خاک الک شده زیر ۲۰ مش بعنوان نمونه برداشت می‌گردد. کد گذاری نمونه‌ها بصورت ME-H-n است که شماره آن همان شماره نمونه ژئوشیمی مربوطه است.

۳-۳- نحوه آماده‌سازی نمونه‌های کانی سنگین

نمونه‌ها پس از برداشتن گل شویی می‌شوند. در این عمل ذرات سبک و رسی و ذرات معلق جدا می‌شوند. نمونه‌ها پس از گل شویی به ظروف ویژه ای بنام لاوک (Pan) منتقل شده و سپس با انجام حرکات دورانی، نمونه‌ها در آب موجود در این ظرفها براساس اختلاف وزن مخصوص کانیها و نیروی گریز

از مرکز جدا می شوند و در نهایت ذرات سنگین از ذرات سبک جدا می شوند. این عمل تا هنگامی ادامه پیدا می کند که حجم معینی از نمونه تغلیظ شده بدست آید. در مرحله بعد نمونه ها با مایع سنگین برموفورم مورد جدایش قرار می گیرند و سپس با استفاده از آهنربا کانیهای موجود به سه دسته مغناطیسی (AA)، مغناطیس ضعیف (AV) و کانیهای غیر مغناطیسی (NM) جدا می شوند.

۳-۴- بررسی روش آنالیز و تجزیه و تحلیل دقت و صحت داده ها

پس از آماده سازی نمونه ها کنسانتره های نهایی توسط متخصص مربوطه در زیر میکروسکپ دو چشمی مورد مطالعه قرار گرفته و مقدار مشاهده شده هر کانی بصورت درصد یادداشت می شود این مقدار توسط فرمولی که در زیر بیان می شود به معیار گرم در تن تبدیل می شود. لازم به ذکر است که روش دیگر مطالعه این کنسانتره ها انجام آنالیز دستگامی و تعیین میزان غلظت عناصر مختلف می باشد که بر حسب مورد می بایست انجام شود. به هر حال در این مطالعات از روش اول استفاده شده است. قابل ذکر است که در این روش تحلیل دقت و صحت منتفی است.

- تبدیل مقادیر به PPM

مقادیر مطالعه شده با کمک میکروسکپ دو چشمی (بینوکولار)، به صورت درصدی بیان می شوند. در نتیجه برای پردازش های آماری و مطالعات بعدی مقادیر باید به PPM تبدیل شوند. برای این تبدیل از فرمول زیر استفاده می کنند:

$$PPM = \frac{X.Y.B.D.10000}{A.C.D'}$$

در این فرمول

C: حجم کلی نمونه مورد مطالعه

B: حجم نمونه پس از تغلیظ

Y: حجم نمونه پس از جدایش با محلول سنگین

X: درصد کانی مطالعه شده (مشاهده شده)

D': وزن مخصوص کانی

D: عدد ۲ را به جای این علامت قرار می دهند

با استفاده از فرمول فوق تمامی مقادیر در صدی به مقادیر PPM تبدیل می شوند و داده پردازی بر اساس این مقادیر صورت میگیرد.

۳-۵- بررسیهای آماری

در محدوده مطالعاتی مشکین شهر ۱ بطور کلی ۲۷۰ نمونه کانی سنگین برداشت شده است که پس از آماده سازی توسط میکروسکوپ بینوکولار مورد مطالعه کانی شناسی قرار گرفته اند. در نتیجه این مطالعات تعدادی کانی شناسائی شده اند که نام کانیها و درصد نمونه های آنها در جدول شماره ۳-۱ آورده شده است. با توجه به مطالب فوق برای کانیهای گروه اول جدول فوق به شرح توصیفی بسنده شده و برای بقیه کانیها پارامترهای آماری و هیستوگرام مربوط بررسی می شود.

- پیریت لیمونیت: این کانی در ۵ نمونه مشاهده شده است که مقادیر آن در حد PTS بوده است.

- لوکوکسن: کانی لوکوکسن در ۸ نمونه مشاهده شده است که فقط در یک نمونه مقدار آن ۱/۴۴ گرم در تن است و در بقیه به میزان PTS موجود است.

- ایلمنیت: این کانی در ۱۷ نمونه مشاهده شده است. میزان این کانی در ۶ نمونه (۶/۵۳ تا ۲۴۲/۳۴ گرم در تن تغییر می کند و در ۱۱ نمونه دیگر به میزان PTS دیده شده است.

جدول شماره ۳- ۱: کانیهای سنگین و میزان مشاهده در نمونه ها

درصد نمونه‌های حاوی کانیهای مورد نظر	نام کانی
کمتر از ۴ درصد (۱۰ مشاهده)	پیریت لیمونیت، لوکوکسن، ایلمنیت، مس خالص، سلسیت، لیمونیت، ماسیکوت، سروزیت، گالن، اسمیت زونیت، طلا، نقره، روی خالص، شاموزیت، آزوریت، اریمنیت، بروشانیت
بین ۴ و ۵۰ درصد	سینابر، مارتیت، الیوین، ایلمنیت، آمفیبول، آنتاز، بیوتیت، اپیدوت، پیریت، پیریت اکسید، روتیل و اسنف
بین ۵۰ و ۹۰ درصد	باریت، زیرکن و مالاکیت
بیش از ۹۰ درصد	پیروکسن، مگنتیت، هماتیت، گوتیت، فلدسپار، کلسیت، آپاتیت و سیلیکات آلتره

- **مس خالص:** کانی مس خالص در ۱۱ نمونه دیده شده است که در تمامی این نمونه‌ها در حد PTS می باشد.

- **سلسیت:** این کانی در ۵ نمونه مشاهده شده که میزان آن در ۳ تا از نمونه‌ها ۱/۳۸، ۳۰ و ۰/۴۳ گرم در تن و در بقیه PTS است.

- **لیمونیت:** کانی لیمونیت در ۸ نمونه در حد PTS دیده شده است.

- **ماسیکوت:** این کانی در ۲ نمونه در حد PTS مشاهده شده است.

- **سروزیت:** کانی سروزیت در ۱۰ نمونه و در حد PTS حضور دارد.

- **گالن:** این کانی در ۶ نمونه و در حد PTS دیده شده است.

- **اسمیت زونیت:** دو نمونه حاوی کانی اسمیت زونیت در حد PTS است.

- طلا: دو نمونه حاوی طلا در حد PTS است.
- نقره: کانی نقره در دو نمونه و در حد PTS دیده شده است.
- روی خالص: این کانی در ۳ نمونه و در حد PTS حضور دارد.
- شاموزیت: این کانی در حد PTS در ۴ نمونه دیده شده است.
- آزوریت: یک نمونه حاوی آزوریت در حد PTS است.
- اریپمنت: یک نمونه حاوی اریپمنت در حد PTS است.
- بروشانیت: این کانی در یک نمونه و در حد PTS ظاهر شده است.
- سیناپر: کاین سیناپر در ۱۶ نمونه و در حد PTS ظاهر شده است.
- مارتیت: این کانی که در ۲۳ نمونه ظاهر شده است در ۲ نمونه مقدار آن ۱۷/۸۳ و ۱۷/۲۳ گرم در تن و در بقیه PTS است.

۳-۵-۱- پارامترهای آماری و هیستوگرام کانیها

برای بقیه کانیها هیستوگرام توزیع در شکل شماره ۱-۳ و پارامترهای آماری در جدول شماره ۲-۳ آورده شده است.

۳-۵-۲- شرح جدول ضرایب همبستگی

با توجه به تعداد نمونه‌هایی که هر کدام از کانیها در آن مشاهده شده است و مقدار کانی مشاهده شده تنها می‌توان ضرایب همبستگی را برای کانیهای سیلیکات‌آلتره، آمفیبول، آاناتاز، آپاتیت، باریت، بیوتیت، کلسیت، اپیدوت، فلدسپات، گوتیت، هماتیت، مگنتیت، پیریت، پیریت اکسید، پیروکسن، روتیل، اسفن و زیرکن بررسی نمود. جدول شماره ۳-۳ ضرایب همبستگی کانیها را نشان می‌دهد و رنگ قرمز ضرایبی را که در سطح اعتماد ۹۹ درصد مهم‌اند نمایش می‌دهد. نتایجی که از جدول بدست می‌آید چنین است:

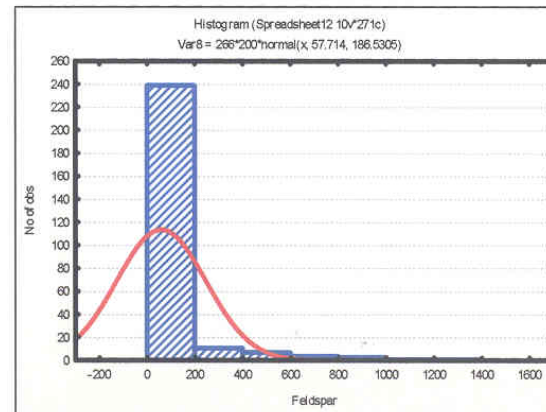
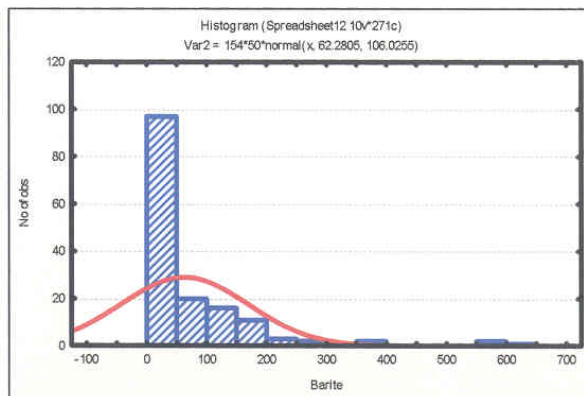
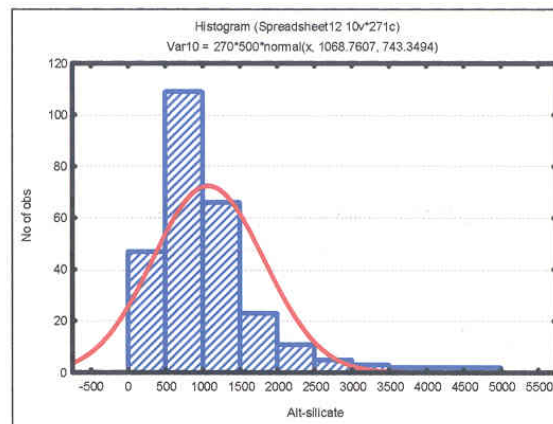
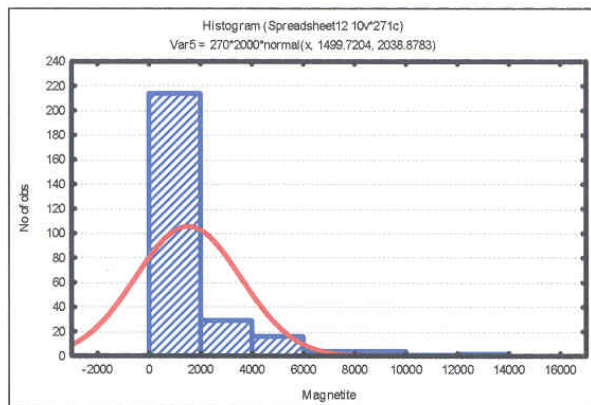
۱. سیلیکات آلتره با مگنتیت، پیروکسن و زیرکن همبستگی مثبت در حد ۰/۳۵ تا ۰/۴۴ دارد.
۲. آمفیبول تنها با زیرکن آن هم به میزان ۱۴/ همبستگی دارد.
۳. آپاتیت با مگنتیت، هماتیت و کلسیت همبستگی مثبت در حد ۰/۳۲ تا ۰/۳۴ دارد.
۴. کانی باریت همبستگی بالائی با هماتیت به میزان ۰/۶۱ دارد و پس از آن با مگنتیت و اپیدوت به میزان ۰/۳۷ و ۰/۳۳ وابسته است.
۵. پیریت با هماتیت به میزان ۰/۱۷ وابسته است.
۶. پیریت اکسید همبستگی معنی داری با هیچکدام از کانیها نشان نمی دهد.
۷. کانی روتیل بیشترین همبستگی منفی را با گوتیت به میزان ۰/۱۷ نشان داده و همبستگیهای مثبت متوسطی را با سیلیکات آلتره، باریت، بیوتیت، اسفن و زیرکن نشان می دهد.
۸. کانی اسفن بیشترین همبستگی را با باریت و روتیل به میزان ۰/۱۹ و ۰/۱۷ نشان می دهد.
۹. کانی زیرکن بیشترین همبستگی را با مگنتیت به میزان ۰/۴ و سپس با سیلیکات آلتره به میزان ۰/۳۶ نشان می دهد.
۱۰. کانی فلدسپات با آپاتیت همبستگی مثبت در حد ۰/۱۷ و با هماتیت همبستگی منفی به میزان ۰/۱۶ دارد.
۱۱. کانی پیروکسن با سیلیکات آلتره همبستگی مثبت در حد ۰/۴۴ و با آناتاز همبستگی منفی ۰/۱۲ دارد.
۱۲. کانی مگنتیت با هماتیت، زیرکن، باریت و سیلیکات آلتره به ترتیب با ضرایب ۰/۵۵، ۰/۴۰، ۰/۳۷ و ۳۵ همبستگی نشان می دهد.

آءول شماره ۳-۲: پارامترهال آمارل برخل از كانلهال سنگلن

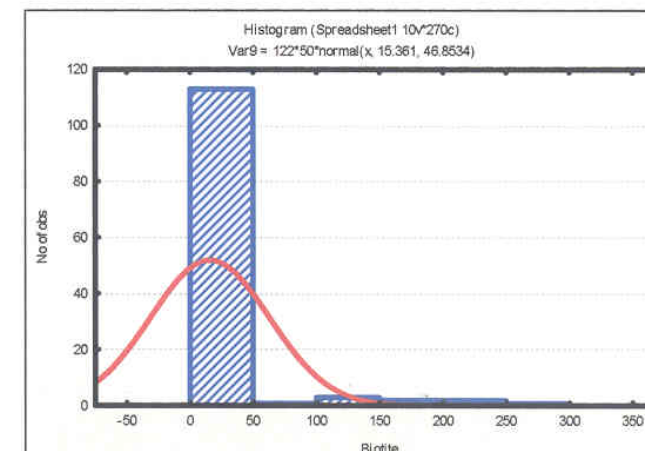
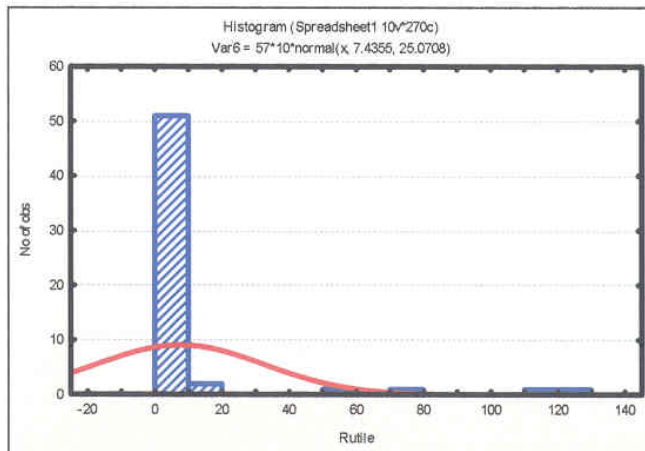
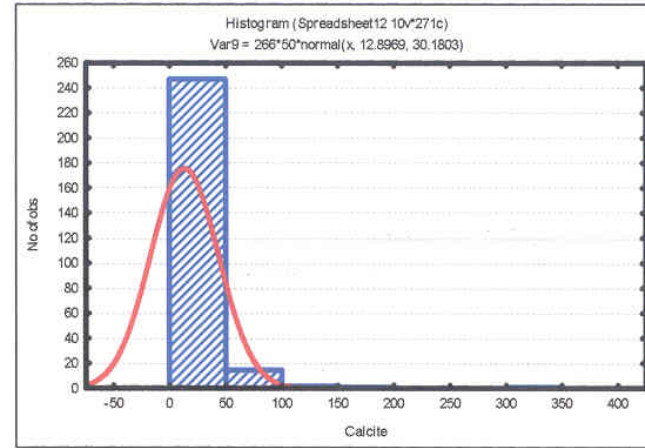
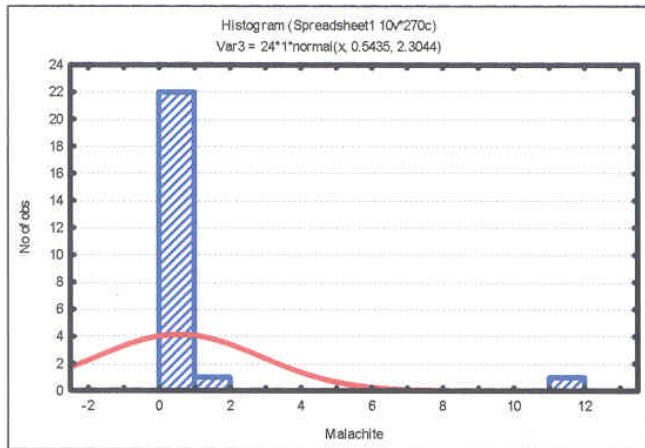
Mineral	Valid N	Mean	Median	Mode	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Skewness	Kurtosis
Olivine	24	405.10	16.35	0.01	0.01	2211.24	691.27	1.85	2.23
Ilmenite	17	21.34	0.01	0.01	0.01	242.34	59.22	3.67	14.05
Malachite	24	0.54	0.01	0.01	0.01	11.26	2.30	4.76	22.97
Epidots	29	171.70	0.01	0.01	0.01	2346.00	468.94	3.93	17.31
Sphene	104	4.10	0.01	0.01	0.01	121.70	18.85	5.34	28.84
Rutile	57	7.44	0.01	0.01	0.01	121.70	25.07	3.83	14.24
Pyrite(oxide)	93	12.02	0.01	0.01	0.01	681.82	71.74	9.06	85.08
Pyrite	63	5.94	0.01	0.01	0.01	153.41	26.69	4.87	23.46
Biotite	122	15.36	0.01	0.01	0.01	291.16	46.85	3.93	15.89
Anatase	73	7.44	0.01	0.01	0.01	127.60	25.50	3.37	10.42
Amphibole	127	16.72	0.01	0.01	0.01	459.34	69.11	5.36	29.21
Barite	154	62.28	3.62	0.01	0.01	613.64	106.03	2.89	10.38
Zircon	197	18.34	0.01	0.01	0.01	1156.57	89.87	10.79	133.16
Pyroxenes	270	1684.93	1225.92	Multiple	15.97	10529.39	1437.63	2.43	8.47
Magnetite	270	1499.72	754.17	1092.00	24.14	13487.70	2038.88	2.99	10.59
Hematite	270	707.49	390.11	0.01	0.01	6625.00	991.83	2.66	8.95
Goetite	264	143.89	10.15	0.01	0.01	1985.45	254.06	2.61	10.86
Feldspar	266	57.71	0.01	0.01	0.01	1341.29	186.53	3.96	17.13
Calcite	266	12.90	0.91	0.01	0.01	332.64	30.18	5.85	50.82
Apatite	263	64.79	15.54	0.01	0.01	613.69	89.44	2.10	6.79
Alt-silicate	270	1068.76	894.57	Multiple	138.24	4667.14	743.35	2.15	6.08

جاااا شماره ۳-۳: ضراب همبستگی کانیهای سنگین

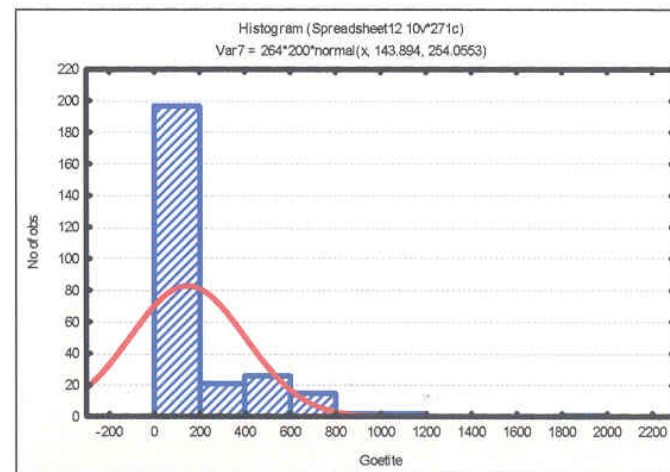
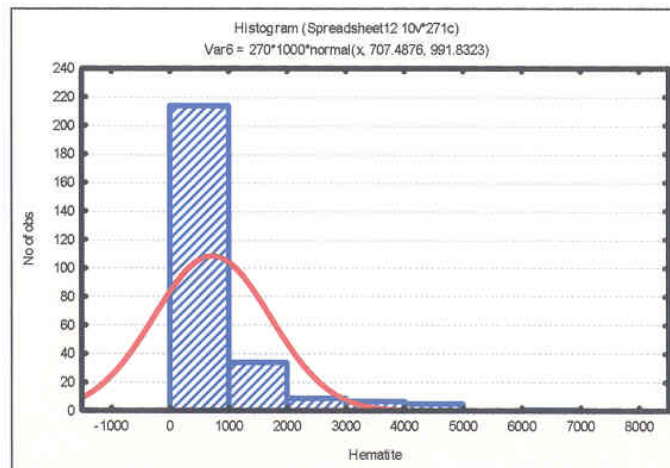
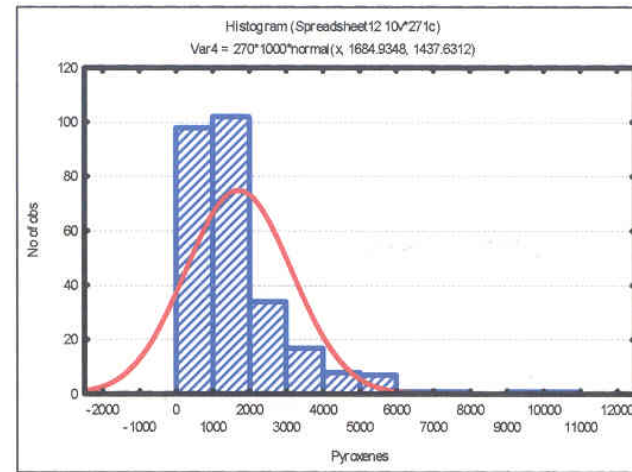
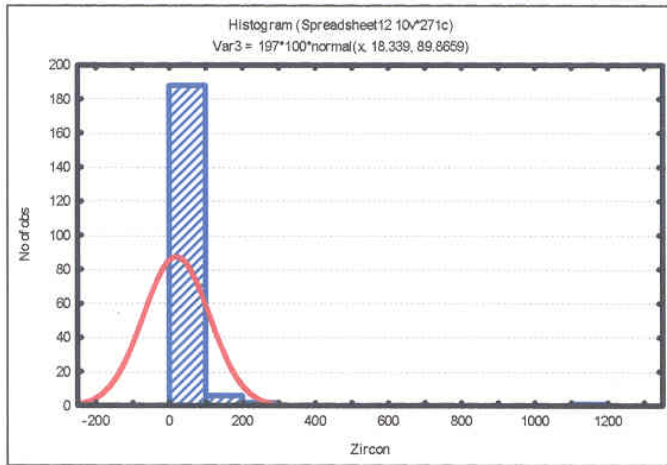
	ALT.SIL.	AMPHIBOL	ANATASE	APATITE	BARITE	BIOTITE	CALCITE	EPIDOTS	FELDSPAR	GOETHITE	HEMATITE	MAGNETITE	PYRITE	PYRITE(OXIDE)	PYROXENES	RUTILE	SPHENE	ZIRCON
ALT.SIL.	1.00	0.03	-0.09	0.21	0.03	0.20	0.20	0.05	0.01	0.12	0.12	0.35	-0.06	-0.06	0.44	0.22	-0.09	0.36
AMPHIBOL	0.03	1.00	-0.02	0.09	-0.06	-0.02	-0.06	-0.01	-0.05	-0.08	-0.06	0.04	-0.02	-0.01	-0.03	0.11	-0.02	0.14
ANATASE	-0.09	-0.02	1.00	-0.11	0.00	-0.03	0.02	-0.02	0.03	0.03	0.12	-0.04	-0.02	0.00	-0.12	-0.12	-0.02	-0.03
APATITE	0.21	0.09	-0.11	1.00	0.18	-0.07	0.34	0.10	0.17	0.26	0.32	0.32	-0.05	-0.01	0.14	-0.06	0.01	0.12
BARITE	0.03	-0.06	0.00	0.18	1.00	-0.03	-0.03	0.33	-0.12	-0.08	0.61	0.37	0.21	-0.01	0.03	0.19	0.19	0.10
BIOTITE	0.20	-0.02	-0.03	-0.07	-0.03	1.00	-0.03	0.13	-0.06	0.02	-0.11	-0.02	0.11	-0.02	0.02	0.16	-0.02	-0.01
CALCITE	0.20	-0.06	0.02	0.34	-0.03	-0.03	1.00	-0.05	0.08	0.27	0.02	0.13	-0.04	0.01	0.21	-0.04	-0.03	0.04
EPIDOTS	0.05	-0.01	-0.02	0.10	0.33	0.13	-0.05	1.00	-0.04	-0.04	0.22	0.25	0.13	-0.01	-0.06	0.12	0.00	0.15
FELDSPAR	0.01	-0.05	0.03	0.17	-0.12	-0.06	0.08	-0.04	1.00	0.10	-0.16	0.01	-0.03	-0.01	-0.08	-0.11	0.02	-0.03
GOETHITE	0.12	-0.08	0.03	0.26	-0.08	0.02	0.27	-0.04	0.10	1.00	-0.01	0.06	0.03	-0.02	-0.04	-0.17	0.04	-0.05
HEMATITE	0.12	-0.06	0.12	0.32	0.61	-0.11	0.02	0.22	-0.16	-0.01	1.00	0.55	0.17	-0.01	0.06	0.14	0.13	0.31
MAGNETITE	0.35	0.04	-0.04	0.32	0.37	-0.02	0.13	0.25	0.01	0.06	0.55	1.00	0.09	-0.02	0.22	0.15	0.12	0.40
PYRITE	-0.06	-0.02	-0.02	-0.05	0.21	0.11	-0.04	0.13	-0.03	0.03	0.17	0.09	1.00	0.01	-0.09	0.09	0.03	-0.02
PYRITE(OXIDE)	-0.06	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.02	0.01	1.00	0.00	-0.03	0.10	-0.02
PYROXENES	0.44	-0.03	-0.12	0.14	0.03	0.02	0.21	-0.06	-0.08	-0.04	0.06	0.22	-0.09	0.00	1.00	-0.05	-0.10	0.13
RUTILE	0.22	0.11	-0.12	-0.06	0.19	0.16	-0.04	0.12	-0.11	-0.17	0.14	0.15	0.09	-0.03	-0.05	1.00	0.17	0.18
SPHENE	-0.09	-0.02	-0.02	0.01	0.19	-0.02	-0.03	0.00	0.02	0.04	0.13	0.12	0.03	0.10	-0.10	0.17	1.00	-0.02
ZIRCON	0.36	0.14	-0.03	0.12	0.10	-0.01	0.04	0.15	-0.03	-0.05	0.31	0.40	-0.02	-0.02	0.13	0.18	-0.02	1.00



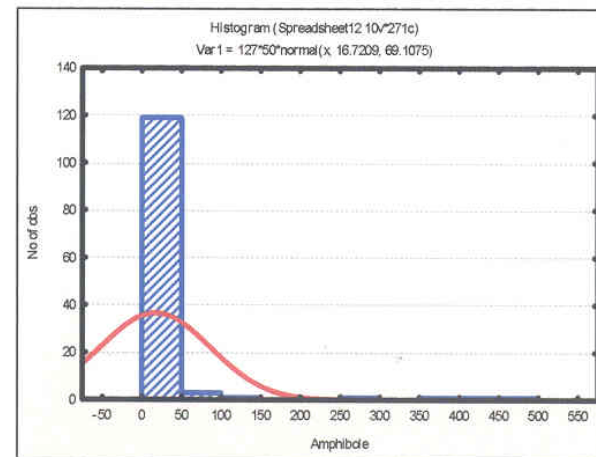
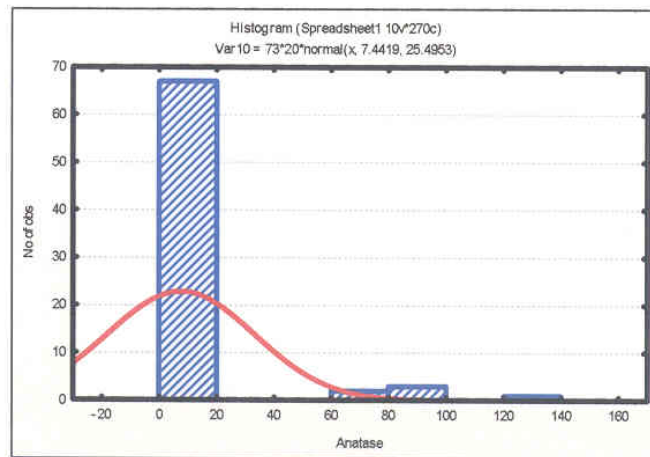
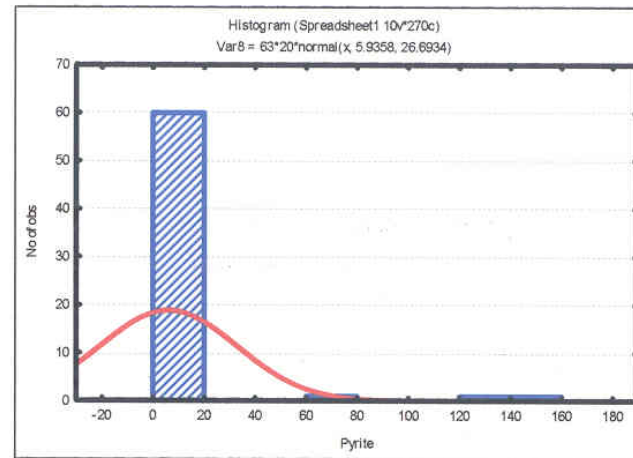
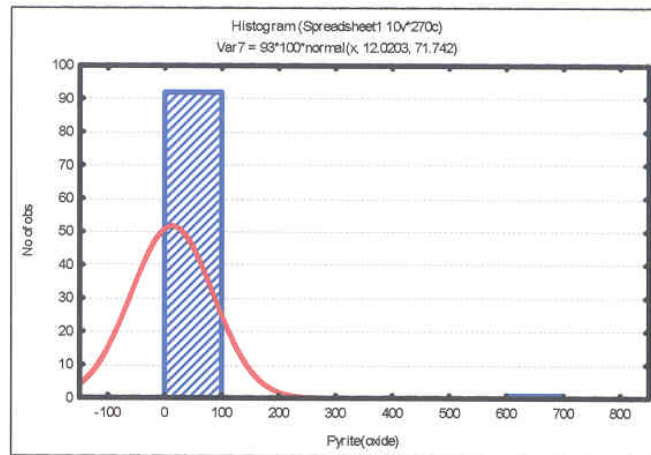
شکل شماره ۳-۱: هیستوگرام توزیع فراوانی کانیهای مختلف



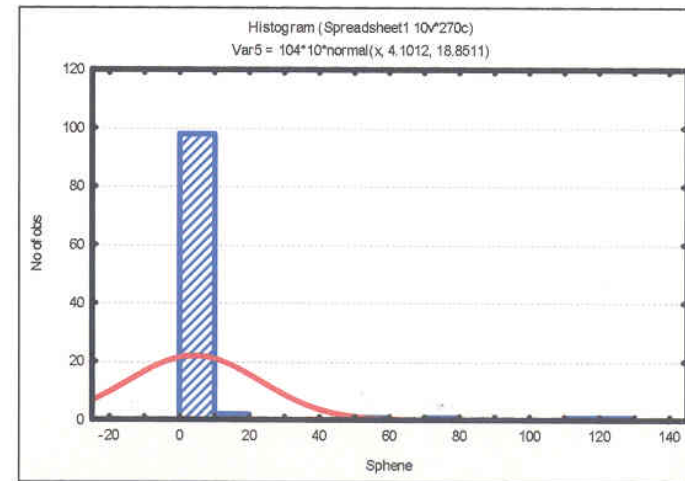
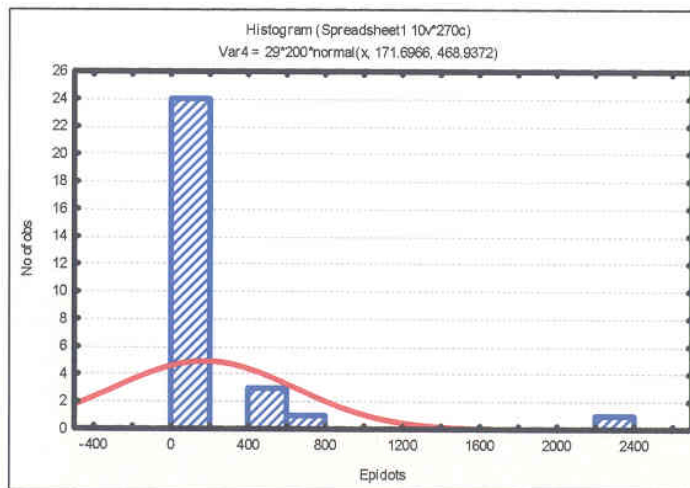
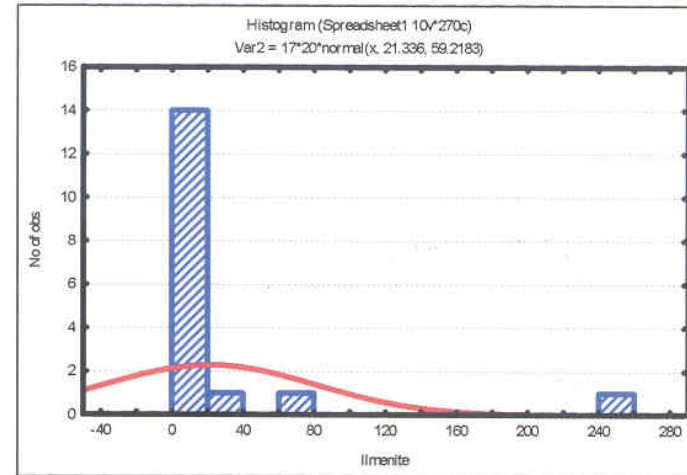
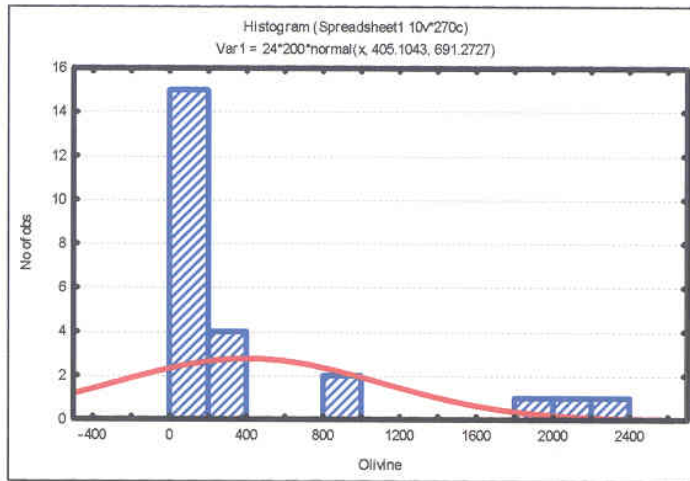
ادامہ شکل شماره ۱-۳



ادامہ شکل شماره ۱-۳



ادامہ شکل شماره ۳-۱



ادامہ شکل شماره ۱-۳

۳-۵-۳- آنالیز خوشه‌ای

آنالیز خوشه‌ای یک تکنیک دسته‌بندی داده‌هاست که در آن نتایجی که بیشترین شباهت را به یکدیگر دارند در یک گروه قرار می‌گیرند. در نتیجه اعضای یک گروه با بیشترین شباهت از اعضای سایر گروه‌ها متمایز می‌شوند. در مطالعات آماری مربوط به داده‌های ژئوشیمیایی ضریب همبستگی مبنای شباهت می‌باشد. در کلاسترهای سلسله مراتبی ابتدا ضریب همبستگی میان متغیرها به طریقی محاسبه شده، سپس نقاطی که بیشترین شباهت را به یکدیگر دارند در یک خوشه قرار می‌گیرند. نکته مهم اینست که در مورد اینگونه خوشه‌بندی‌ها نیاز به مجموعه کاملی از داده‌ها و در مورد هر متغیر حداقل نیاز به ده نمونه با ارزش داریم.

در مطالعات کانی‌های سنگین در بسیاری از موارد کانی‌ها (خصوصاً کانی‌های با ارزش مثل طلا) در کمتر از ده نمونه مشاهده می‌شوند که در نتیجه آنها را از داده‌پردازی‌های چند متغیره آماری خارج می‌نمایند. برای برطرف کردن این نقص می‌توان از روشهای آماری دوتایی (binary) استفاده کرد. این روشها بر اساس بود یا نبود نمونه با ارزش عمل می‌کنند. یعنی به نمونه با ارزش عدد یک و به نمونه فاقد ارزش عدد صفر را نسبت می‌دهند و ارتباط میان نمونه‌ها را تعیین می‌کنند. استفاده از ضریب دوتایی ژاکارد در مورد داده‌های ژئوشیمی بسیار مناسب و کارآمد می‌باشد. در این روش ارتباط بین هر دو نمونه از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$J_{AB} = \frac{a}{a+b+c}$$

که در آن:

a = تعداد نمونه‌هایی که در هر دو متغیر A و B موجودند.

b = تعداد نمونه‌هایی که در متغیر A هستند و در متغیر B نیستند.

$c =$ تعداد نمونه‌هایی که در متغیر B هستند و در متغیر A نیستند.

در این فرمول تعداد نمونه‌های با ارزش اهمیت ندارد و در نتیجه در مورد همه کانی‌ها قابل کاربرد است. به این ترتیب می‌توان همه کانی‌ها را وارد پردازش‌های آماری چند متغیره کرد.

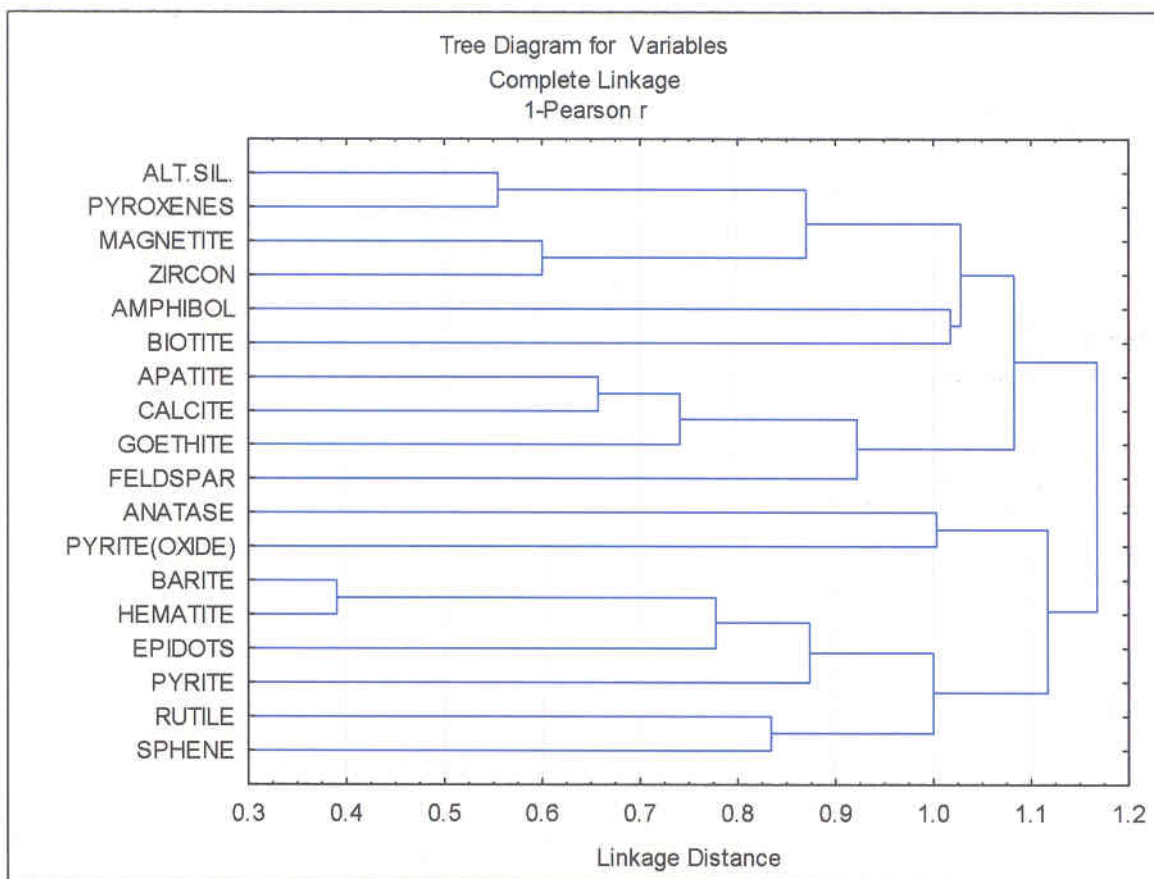
در مطالعه حاضر با توجه به اینکه کانیهای سنگ‌ساز دارای داده‌های کافی هستند از روش معمول برای خوشه‌بندی آنها استفاده شد. شکل ۳-۲ نمودار درختی آن را نشان می‌دهد. سپس برای کانیهای کانسارساز روش ژاکارد بکار گرفته شد که نمودار درختی آن در شکل ۳-۳ نشان داده شده است.

- شرح نمودارهای درختی

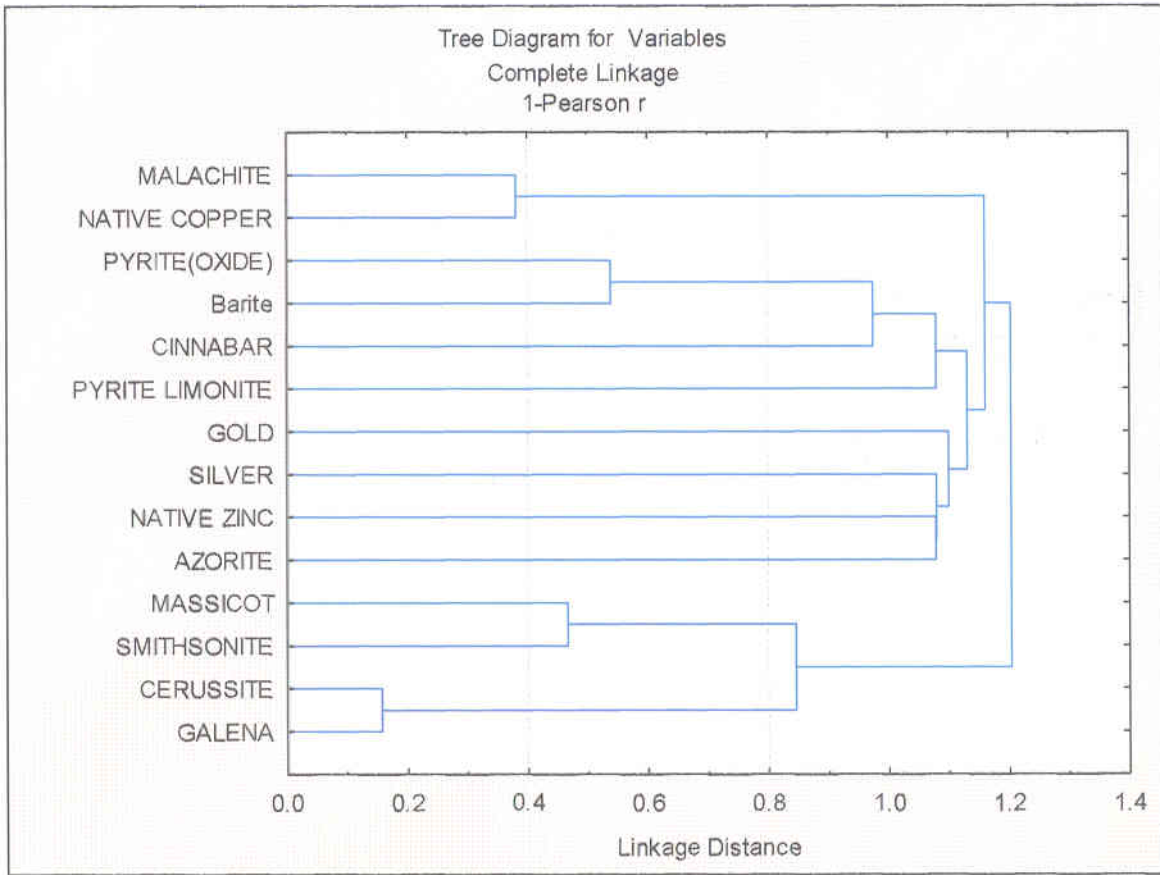
در نمودار درختی کانیهای سنگ‌ساز گروه کانیهای سیلیکات‌آتره، پیروکسن، مگنتیت، زیرکن و آمفیبول در یک شاخه قرار گرفته‌اند که اینها بطور معمول در سنگهای آذرین دیده می‌شوند.

در شاخه دیگری که به شاخه فوق‌الذکر متصل است کانیهای آپاتیت، کلسیت، گوتیت و فلدسپار همبود دارند که می‌تواند نشان‌دهنده هوازدگی یا نشانه‌ای از وجود گوسان در ارتباط با کانی‌سازی سولفیدی باشد. همبود آناتاز و پیریت اکسید نشانه‌ای از آلتراسیون است.

در نمودار درختی کانیهای کانسارساز برخی از همبودهای معنی‌دار به چشم می‌خورد. از جمله همبود گالن، سروزیت، اسمیت‌زونیت و ماسیکوت که به کانی‌سازی سرب مربوط می‌شود. همبود مالاکیت و مس خالص که بخش اکسیدی کانی‌سازی مس را نشان می‌دهد و همبود پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، باریت و سینابر که آلتراسیون در اطراف رگه‌های کانی‌سازی شده را نشان می‌دهد.



شکل شماره ۳-۲: نمودار درختی کانیهای سنگ ساز



شکل شماره ۳-۳: نمودار درختی کانیهای کانسار ساز

۶-۳- روش و تهیه نقشه‌های کانی سنگین

نقشه‌های کانی سنگین بصورت سمبلی (Symbol map) تهیه می‌شوند. برای این کار در مورد کانی‌هایی که داده‌های غیر صفر زیاد دارند برای رده‌بندی سمبلها از درجات پرستایل و در مورد کانیهای با اهمیتی که داده‌های صفر زیاد دارد مثل طلا، سینابر، نقره و اریپمنت از تعداد ذرات استفاده شده است. لیست نقشه‌های تهیه شده به شرح ذیل می‌باشد:

نقشه شماره ۱-۳: کانیهای طلا، سینابر، نقره و اریپمنت را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۲-۳: کانیهای گروه مس را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۳-۳: کانی هماتیت را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۴-۳: کانی گوتیت را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۵-۳: کانی مگنتیت را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۶-۳: کانیهای آپاتیت و اپیدوت را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۷-۳: کانیهای پیریت و پیریت اکسید را نشان می‌دهد.

نقشه شماره ۸-۳: کانیهای باریت و گروه سرب و روی را نشان می‌دهد.

۷-۳- تعبیر و تفسیر نقشه‌های کانی سنگین

۱-۷-۳- شرح آنومالیهای کانی سنگین

با توجه به پوشش مناسب کلی منطقه توسط نمونه‌های کانی سنگین، آنومالیهای کانی سنگین بر اساس تجمع نمونه‌های کانی دار و یا حضور چند کانی با هم انتخاب شده است. لازم بذکر است که ترتیب آنومالیاها برای هر کانی بصورت اتفاقی است و اولویت‌بندی برای آن صورت نگرفته است.

الف- شرح آنومالیهای طلا

کانی طلا تنها در دو نمونه ۳۵۴ و ۷۱۶ بصورت PTS مشاهده شده است. این دو نمونه به فاصله حدود ۸ کیلومتر از یکدیگر قرار دارند. نمونه ۷۱۶ را کانیه‌های آپاتیت، گوتیت، هماتیت، مگنتیت، سروزیت، گالن همراهی می‌کنند. این نمونه در نزدیکی شمالشرق روستای آغچه قشلاق واقع است که در اینجا ساختارهای با روند شمال شرقی - جنوب غربی از جمله گسل و چین خوردگی وجود دارد و سنگهای گدازه و برش آندزیتی و تراکی بازالت تا تراکی آندزیت حضور دارند.

اما در محل نمونه ۳۵۴ ساختار خاصی به چشم نمی‌خورد و تراکی آندزیت - تراکی بازالت فلدسپاتوئیددار رخنمون دارند.

ب- شرح آنومالیهای کانیه‌های گروه مس

کانیه‌های گروه مس از مالاکیت، مس خالص، آزوریت و بروشانیت تشکیل شده‌اند که در ۲۷ نمونه ظاهر شده‌اند و پراکندگی این نمونه‌ها بیشتر در بخشهای مرکزی منطقه است. برای کانی گروه مس می‌توان هفت آنومالی در نظر گرفت که عبارتند از:

۱. نمونه‌های ۵۶۳ و ۵۶۴ در جنوب شرق روستای بایان این دو نمونه را کانیه‌های پیریت اکسید، پیریت لیمونیت، گوتیت، هماتیت و مگنتیت همراهی می‌کنند. این نمونه‌ها تحت تاثیر گسلهای با روند مختلف هستند و در سنگهای گدازه برشی و توف تراکی بازالت تا تراکی آندزیت پورفیری قرار دارد.
۲. نمونه‌های ۵۶۹ و ۵۷۱ در ۱/۵ کیلومتری شمال شرق روستای بایان واقع‌اند. مگنتیت و هماتیت نیز در این دو نمونه وجود دارند. ضمن اینکه در نمونه ۵۷۱ کانیه‌های سینابر و گروه سرب و روی نیز دیده شده‌اند. رخنمون سنگی این نمونه‌ها گدازه برش و توف از جنس تراکی بازالت تا تراکی آندزیت پورفیری است.

۳. نمونه‌های ۵۴۵، ۵۳۸، ۲۷۸ و ۳۷۹ واقع در جنوب‌شرق روستای مسدرق و شمال‌شرق روستای لنج‌آباد کانیهای هماتیت، مگنتیت، آپاتیت و باریت این نمونه‌ها را همراهی می‌کند. در نمونه ۵۳۸ کانی سینابر نیز حضور دارد. رخنمون سنگی این نمونه‌ها را تراکی آندزیت - تراکی بازالت و جریان گدازه و گدازه برشی هیالوآندزیتی تشکیل می‌دهد.
۴. نمونه‌های ۳۲۹، ۳۳۵ و ۳۳۶ در حدود ۳ کیلومتری جنوب‌شرق روستای لنج‌آباد که کانیهای مگنتیت و هماتیت نیز با آنها همراه است. در این محدوده ساختار خاصی دیده نمی‌شود و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تشکیل می‌دهد.
۵. نمونه‌های ۳۰۰ و ۳۱۵ در حدود ۴ کیلومتری جنوب روستای لنج‌آباد که کانیهای هماتیت و مگنتیت آنها همراهی می‌کند. در بالادست این نمونه‌ها گسلهائی با جهات مختلف عمل نموده است. رخنمون سنگی آنها تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار است.
۶. نمونه‌های ۲۶۱، ۲۶۴ و ۲۶۵ که در حدود ۳/۵ کیلومتری جنوب‌غرب روستای اسماعیل‌خان و ۵ کیلومتری جنوب‌شرق لنج‌آباد قرار دارند. کانیهای مگنتیت و هماتیت با این نمونه‌ها همراه هستند. شرایط زمین‌شناسی این نمونه‌ها مانند آنومالی مورد ۵ می‌باشد.
۷. نمونه ۴۱۸ در ۲/۵ کیلومتری جنوب‌شرق روستای اسماعیل‌خان واقع است. آپاتیت، باریت، هماتیت، مگنتیت و کانیهای گروه سرب و روی نیز در این نمونه حضور دارند. شرایط زمین‌شناسی این نمونه نیز مانند آنومالی مورد ۵ و ۶ می‌باشد.
۸. نمونه ۴۲۰ در ۲ کیلومتری جنوب‌شرق روستای اسماعیل‌خان که کانیهای مگنتیت و هماتیت نیز در آن آنومال می‌باشد. این نمونه نیز از نظر شرایط زمین‌شناسی مانند آنومالیهای مورد ۵، ۶ و ۷ است.

ج- شرح آنومالیهای کانیهی گروه سرب و روی

کانیهی گروه سرب و روی را اسمیت زونیت، گالن، سروزیت، روی خالص و ماسیکوت تشکیل می‌دهند. تنها ۱۳ نمونه حاوی کانیهی این گروه هستند. برای گروه سرب و روی می‌توان هفت آنومالی در نظر گرفت که عبارتند از:

۱. نمونه‌های ۵۸۷، ۵۸۸ و ۵۹۲ در شمال‌غرب روستای چناغ‌بلاغ قرار دارند. این نمونه‌ها را کانیهی مگنتیت، هماتیت، گوتیت و آپاتیت همراهی می‌کنند ضمن اینکه نمونه ۵۸۸ حاوی مالاکیت و مس خالص نیز هست. از نظر زمین‌شناسی ساختار خاصی در محدوده این نمونه‌ها دیده نمی‌شود و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت با میان لایه‌های گدازه برشی و توف تشکیل می‌دهد.
۲. نمونه ۴۱۸ واقع در ۲/۵ کیلومتری جنوب‌شرق روستای اسماعیل‌خان و ۵ کیلومتری جنوب‌شرق روستای لنج‌آباد. کانیهی مگنتیت، هماتیت، آپاتیت و باریت و گروه مس نیز در این نمونه حضور دارند. رخنمون سنگی در این بخش را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تشکیل می‌دهد.
۳. نمونه ۵۷۱ در حدود ۲ کیلومتری شمال‌غرب روستای مسدرق واقع است. کانیهی مگنتیت، هماتیت، باریت و گروه مس این نمونه را همراهی می‌کند. حوضه بالادست این نمونه تحت تاثیر گسل‌های با جهت شمال‌شرقی - جنوب‌غربی است و رخنمون عمده سنگی را تراکی بازالت تا تراکی آندزیت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف تشکیل می‌دهد.
۴. نمونه ۷۱۶ که در نزدیکی شمال‌شرقی روستای آغچه قشلاق واقع است و کانیهی طلا، آپاتیت، گوتیت، هماتیت و مگنتیت آنرا همراهی می‌کند. در محل این نمونه ساختارهای با روند شمال‌شرقی - جنوب‌غربی از جمله گسل و چین‌خوردگی وجود دارد و سنگهای تراکی بازالت تا تراکی آندزیت همراه با گدازه برشی و توف دیده می‌شوند.

۵. نمونه ۶۹۱ در حدود یک کیلومتری جنوب غرب روستای جاله قرار دارد. کانیهای مگنتیت و هماتیت این نمونه را همراهی می کنند. از نظر زمین شناسی ساختار خاصی در این بخش دیده نمی شود و رخنمون را سنگهای کنگلومرا، ماسه سنگ، رس و تراکی آندزیت و تراکی بازالت پورفیری تشکیل می دهند.

۶. نمونه ۳۱۸ در حدود ۳/۵ کیلومتری جنوب غرب روستای اسماعیل خان و ۴/۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لنج آباد. این نمونه را کانیهای هماتیت و مگنتیت همراهی می کند. بخش بالادست این حوضه تحت تاثیر گسلهای متقاطع است و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تشکیل می دهد.

۷. نمونه ۳۲۹ واقع در ۳/۵ کیلومتری جنوب شرق روستای لنج آباد کانیهای گروه مس، مگنتیت و هماتیت در این نمونه دیده می شوند. رخنمون سنگی در اینجا شبیه مورد آنومالی ۶ است.

د- شرح آنومالیهای سینابر

تعداد ۱۶ نمونه کانی سنگین حاوی سینابر بوده اند که اکثرا در نیمه شمالی محدوده مورد مطالعه و در حوالی روستاهای چناغ بلاغ، بابیان، لنج آباد و مسدرق تمرکز دارند. آنومالیهای این کانی در سه بخش بررسی می شوند:

۱. کانیهای ۳۳، ۴۳، ۴۱۰، ۵۷۲، ۵۸۰ و ۵۸۷ در حدفاصل روستاهای بابیان و چناغ بلاغ که در اکثر این نمونه ها کانیهای مگنتیت، هماتیت، آپاتیت و گوتیت حضور دارند. ضمن اینکه نمونه ۵۷۲ حاوی گروه مس، و نمونه ۵۸۷ حاوی گروه سرب و روی نیز هستند. رخنمون عمده در این بخش را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری با میان لایه های گدازه برشی وتوف تشکیل می دهد و ساختار مهمی در اینجا به چشم نمی خورد.

۲. نمونه‌های ۵۲۸، ۵۲۹، ۵۳۸، ۵۴۷ و ۵۵۱ در جنوب شرق روستای مسدرق واقع هستند. در اکثر این نمونه‌ها کانیهای مگنتیت، هماتیت، گوتیت، آپاتیت و باریت حضور دارند. ضمن اینکه نمونه‌های ۵۲۹ و ۵۳۸ حاوی گروه مس نیز می‌باشند. در این بخش ضمن اینکه گسل‌های با جهت مختلف عمل نموده‌اند رخنمون عمده سنگی را تراکی بازالت تا تراکی آندزیت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف و همچنین هیالوتراکیت، توف برشی ریولیتی و ایگنمبریت تشکیل می‌دهند.

۳. نمونه‌های ۳۸۶ و ۳۸۷ در یک کیلومتری شمال روستای لنج‌آباد که در این نمونه‌ها مگنتیت و هماتیت نیز حضور دارند. این بخش تحت تاثیر گسل عمده با جهت شمال‌شرق - جنوب‌غرب است و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار و میان لایه‌های گدازه برشی و توف شکل می‌دهند.

هـ شرح آنومالیهای پیریت اکسید

این کانی در ۹۳ نمونه مشاهده شده است که از مقادیر PTS تا ۶۸۱/۸ گرم در تن متغیر است. آنومالیها این کانی در چند بخش قابل بررسی است:

۱. نمونه‌های ۲۷، ۲۹ و ۳۷ در ۱/۵ تا ۲ کیلومتری شمال روستای بابیان واقعند و کانیهای آپاتیت، هماتیت و مگنتیت این نمونه‌ها را همراهی می‌کند. در این بخش که از سنگهای تراکی آندزیت تا تراکی بازالت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف تشکیل شده است ساختار زمین‌شناسی خاصی دیده نمی‌شود.

۲. نمونه‌های ۳۹۳، ۵۶۳ و ۵۶۴ که در جنوب‌شرق روستای بابیان قرار دارند. در این نمونه‌ها کانیهای مگنتیت، گوتیت، هماتیت، باریت و آپاتیت حضور دارند و کانیهای گروه مس نمونه‌های ۵۶۳ و ۵۶۴ را

همراهی می‌کند. این بخش از نظر رخنمون سنگی مشابه آنومالی مورد اول است اما گسل‌های با جهات مختلف نیز در آن عمل نموده‌اند.

۳. نمونه ۲۹۶ در ۵/۵ کیلومتری جنوب روستای لنج‌آباد قرار دارد. در این نمونه کانیهای مگنتیت، هماتیت و باریت نیز حضور دارند. این بخش در میان گسل‌های شمال‌شرقی - جنوب‌غربی محصور است و رخنمون سنگی آن تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف است.

۴. نمونه ۲۳۴ در محدوده روستای بنیسی در شرق محدوده مطالعاتی واقع است. این نمونه فقط با مگنتیت همراه است. رخنمون سنگی این بخش شبیه آنومالی مورد ۳ است و ساختار زمین‌شناسی خاصی دیده نمی‌شود.

و- شرح آنومالیهای کانی پیریت

این کانی در ۶۳ نمونه به میزان PTS تا ۱۵۳/۴ گرم در تن مشاهده شده است. آنومالی این کانی در یک بخش قابل بررسی است که عبارتند از نمونه‌های ۲۶۱، ۲۶۵، ۲۸۲ و ۲۸۴ واقع در حدود ۶ کیلومتری جنوب شرق روستای لنج‌آباد. کانیهای آپاتیت، باریت، هماتیت و مگنتیت با این نمونه‌ها همراه است ضمن اینکه نمونه‌های ۲۶۱ و ۲۶۵ کانیهای گروه مس نیز دارد. در این بخش گسل‌های مختلف با جهات متفاوت عمل نموده‌اند و رخنمون سنگی را تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری فلدسپاتوئیددار تشکیل می‌دهد.

ز- شرح آنومالی کانی نقره

این کانی به میزان PTS در دو نمونه مشاهده شده است که به فاصله حدود ۶/۵ کیلومتر از یکدیگر قرار دارند. بنابراین آنومالی آن در دو بخش بررسی می‌شود:

۱. نمونه ۴۰۵ که در شمال شرق روستای ارلده واقع است. این نمونه هماتیت و مگنتیت نیز دارد. رخنمون سنگی آن تراکی آندزیت - تراکی بازالت پورفیری با میان لایه‌های گدازه برشی و توف است که ساختار خاصی در آن مشاهده نمی‌شود.

۲. نمونه ۹۳ واقع در ۶ کیلومتری جنوب غرب روستای لنج‌آباد. در این نمونه آنومالی هیچ کانی دیگری مشاهده نمی‌شود. در بالادست این حوضه گسل‌های با جهات شمال شرقی - جنوب غربی و شرقی - غربی حضور دارند. رخنمون سنگی این بخش را جریانات گدازه‌ای آندزیتی - داسیتی تشکیل می‌دهد.

ح- شرح آنومالی کانی اپیدوت

این کانی در ۲۹ نمونه از مقادیر PTS تا ۲۳۴۶ گرم در تن مشاهده شده است. با توجه به نحوه پراکندگی این کانی نمونه‌های ۶، ۱۵ و ۱۷ به عنوان آنومالی در نظر گرفته می‌شوند که کانیهای هماتیت، مگنتیت و آپاتیت آنها را همراهی می‌کند. رخنمون سنگی این بخش را تراکی بازالت - تراکی آندزیت پورفیری، هیالوتراکیت، توف برشی ریولیتی و ایگنمبریت تشکیل می‌دهد ضمن اینکه ساختار زمین‌شناسی خاصی نیز به چشم نمی‌خورد.

۳-۸- معرفی مناطق امید بخش کانی سنگین

با توجه به اینکه آنومالیهای از کانی سنگین که با آنومالی ژئوشیمیایی همراه بوده‌اند در بخش ۲-۹ (معرفی مناطق امیدبخش ژئوشیمیایی) آورده شده‌اند. بنابراین در اینجا بیشتر روی مابقی آنومالیهای کانی سنگین تاکید می‌شود ضمناً در مورد کانیهای سنگین نیز مناطق امیدبخش با توجه به امکان استفاده در مرحله کنترل آنومالی مشخص می‌شود معیار انتخاب یک آنومالی بعنوان امیدبخش حضور آنومالی در نمونه‌های نزدیک به هم و مساعد بودن شرایط زمین‌شناسی و ساختاری خواهد بود.

۱. نمونه‌های ۷۱۵ و ۷۱۶ در نزدیکی شمال شرقی روستای آغچه قشلاق حاوی کانیهای طلا، گوتیت، منیتیت و گروه سرب و روی بوده و از نظر فاکتور دوم نیز آنومالی دارند.
۲. در شمال غرب روستای چناغ‌بلاغ نمونه ۵۸۷ حاوی گروه سرب و روی، هماتیت، سینابر و منیتیت است و نمونه ۵۸۸ حاوی گروه سرب و روی، گروه مس، منیتیت، آپاتیت و هماتیت می‌باشد.
۳. نمونه‌های ۳۸۶ و ۳۸۷ در شمال روستای لنج‌آباد هر کدام سه ذره سینابر دارند ضمن اینکه حاوی منیتیت و هماتیت نیز هستند.
۴. در سه کیلومتری جنوب غرب روستای اسماعیل‌خان نمونه‌های ۲۶۱، ۲۶۴ و ۲۶۵ حاوی کانیهای گروه مس هستند.

نقشه شماره ۱-۳: نقشه ناهنجاری طلا، سینابر، نقره و اریمنت

نقشه شماره ۲-۳: نقشه ناهنجاری کانیهی گروه مس

نقشه شماره ۳-۳: نقشه ناهنجاری هماتیت

نقشه شماره ۳-۵: نقشه ناهنجاری گوتیت

نقشه شماره ۵-۳: نقشه ناهنجاری منیتیت

نقشه شماره ۶۳: نقشه ناهنجاری آباتیت - اریمنت

نقشه شماره ۷-۳: نقشه ناهنجاری پیریت - پیریت اکسید

نقشه شماره ۳۸۳: نقشه ناهنجاری باریت - گروه سرب و روی