



وزارت صنایع و معادن
سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور
مدیریت منطقه جنوب خاوری کرمان

اکتشاف و پی جوئی مواد معدنی در ورقه یک پنجاه هزارم دهج (استان کرمان)

مجری طرح : مدیریت زمین شناسی و اکتشافات معدنی منطقه جنوب خاوری (کرمان)

ناظر : حبیبه عطاپور



شرکت توسعه علوم زمین (سهامی خاص)

مشاور : شرکت توسعه علوم زمین

سال 1387



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
فصل اول - کلیات	
1-1	1-1- مقدمه
1-2	2-2- اهداف پروژه
1-2	3-3- موقعیت جغرافیایی
1-3	4-4- راههای دسترسی
1-4	5-5- ریخت شناسی
1-5	6-6- پوشش گیاهی
1-5	7-7- وضعیت آب و هوایی
1-5	8-8- پیشینه مطالعاتی محدوده و نظریه‌های موجود درباره کانی سازی
1-7	9-9- زمین شناسی ناحیه‌ای
فصل دوم - مطالعات ماهواره‌ای	
2-1	1-1- مقدمه
2-5	2-2- موقعیت محدوده اکتشافی، معرفی داده‌ها
2-5	1-2- موقعیت جغرافیایی
2-6	2-2- موقعیت متالوژنی و زمین شناسی
2-8	3-2- انتخاب داده‌ها
2-9	4-2- معرفی سنجنده Aster
2-10	5-2- معرفی سنجنده ETM
2-10	3-3- مدل کانی سازی
2-11	4-4- پیش پردازش داده‌ها
2-12	1-4- تصحیح هندسی
2-13	2-4- تصحیح رادیومتری
2-15	5-5- پردازش داده‌ها
2-15	1-5- نقشه‌های دگرسانی
2-29	2-5- شناسایی ساختارها
2-32	3-5- تفکیک لیتولوژی
2-35	6-6- جمع بندی و نتیجه گیری



صفحه	عنوان
	فصل سوم - زمین شناسی عمومی
3-1	1-3- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه
3-2	2-3- ترادف سنگ چینه‌ای
3-5	3-3- سیمای ساختاری منطقه مورد مطالعه
3-6	4-3- زمین شناسی اقتصادی
3-14	5-3- مطالعات زمین شناسی - معدنی
3-26	6-3- کانی سازی
3-27	7-3- محدوده‌های اولویت‌دار ورقه دهج
	فصل چهارم - مطالعات میکروسکوپی
4-1	1-4- مقدمه
4-1	2-4- تحلیل سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه
4-4	3-4- مطالعات سنگ شناسی و دگرسانی
4-92	4-4- مطالعات کانه نگاری و مقاطع صیقلی
	فصل پنجم - مطالعات لیتوژئوشیمیایی
5-1	1-5- نمونه برداری
5-3	2-5- بررسی خطای آنالیز
5-10	3-5- داده پردازی
5-13	4-5- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه A1 (کدر)
5-57	5-5- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه A2 (ایجو)
5-88	6-5- نتایج محدوده A3 (تقین بادام)
5-89	7-5- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه B1 (کوه بنداشکسته) در سنگ میزبان دیوریت - گرانودیوریت
5-114	8-5- نتایج محدوده C1 (عباس آباد)
5-114	9-5- نتایج محدوده C3 (دره حمزه)
5-115	10-5- نتایج محدوده D1 (کهنور)
5-116	11-5- نتایج محدوده D5
5-116	12-5- نتایج محدوده D6 (کسوئیه علیا)
	فصل ششم - نتیجه‌گیری و پیشنهادات
6-1	1-6- نتیجه‌گیری
6-3	2-6- پیشنهادات



صفحه	عنوان
7-1	7- منابع و مأخذ فصل هفتم - منابع و مأخذ
	فصل هشتم - پیوست ها
	پیوست شماره 1- نتایج آنالیز ICP
	پیوست شماره 2- لیست نمونه های تکراری و نتایج آنها
	پیوست شماره 3 - جدول مشخصات نمونه های سنگی
	پیوست شماره 4 - نتایج آنالیز XRF
	پیوست شماره 5 - نتایج آنالیز XRD
	پیوست شماره 6 - نقشه آنومالی های ژئوشیمیایی عناصر



۱-۱- مقدمه

با توجه به نیاز روزافزون کشور به مواد اولیه معدنی برای پیشبرد همه جانبه برنامه‌های توسعه‌ای و همچنین هدف گذاری‌های صورت گرفته در بخش معادن که اولویت را بر اکتشاف ذخایر معدنی جدید و بی نیازی از واردات مواد معدنی قرار داده، پی جوئی و اکتشاف ذخایر جدید اهمیت بیشتری می یابد. از سوی دیگر، استان کرمان در جغرافیای کشور ایران از جمله مناطق بسیار پراهمیت دارای پتانسیل معدنی بوده و همواره مورد توجه خاص قرار داشته است.

در منطقه آبدر - دهج افزون بر کانسار پورفیری میدوک، شواهد پورفیری در محدوده‌هایی نظیر آبدر، سارا، کهتوکورها، سرنو، ایجو، گود کلواری و کدر دیده می شود. خصوصیات دگرسانیهای گرمابی و سیمای ساختاری در تصاویر ماهواره ای و خصوصیات زمین شناسی و پترولوژیکی بر اساس اطلاعات موجود مانند ویژگیهای لیتولوژیکی سنگ میزبان و ارتباط توده های معدنی با هم و فاکتورهای ژئوشیمیایی شامل عناصر اصلی، همراه و ردیاب ها و تلفیق آنها در محیط GIS نشان داده اند که منطقه آبدر - دهج یکی از مهمترین مناطق دارای شواهد ذخایر پورفیری در کمربند کرمان می باشند.

در همین راستا طی قرارداد شماره 2677 مورخه 86/12/25، انجام خدمات مشاوره ای پروژه اکتشاف و پی جوئی مواد معدنی در محدوده ورقه های 1:50000 جوزم و دهج (منطقه شهربابک) از سوی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور -مدیریت منطقه جنوب خاوری (کرمان) بعنوان کارفرما به شرکت توسعه علوم زمین با مدیریت منصور صمیمی نمین واگذار گردید.

پس از بررسی های اولیه و گردآوری اطلاعات موجود، پردازش این اطلاعات و همچنین پردازش تصاویر ماهواره ای منطقه، اکیپ اکتشافی شرکت در تاریخ 87/02/19 به منطقه اعزام شدند.

در تهیه گزارش حاضر عناوین و مشخصات کلی ناحیه‌ای از دو برگه بالا (دهج و جوزم) به علت مشابه بودن عوارض طیفی مشابه به طور یکسان نوشته شده ولی عملیات اکتشافی به اقتضای بزرگی و کوچکی و نوع آلتراسیون‌های انجام شده به تحریر درآمده است. لذا نتایج به دست آمده از هر برگه تحت عنوان آن برگه به صورت جداگانه به تحریر درآمده است.

گزارش حاضر مربوط به برگه 1:50,000 دهج می‌باشد.

این مشاور بر خود وظیفه می‌داند تا از ناظر محترم پروژه سرکار خانم دکتر حبیبه عطاپور به خاطر زحمات فراوان در مطالعه گزارش و یادآوری نکات متمر ثمر و دقیق کمال تشکر و قدردانی را دارد. همچنین از مدیریت محترم زمین شناسی و اکتشافات معدنی منطقه جنوب خاوری (کرمان) به دلیل همکاری‌های گوناگون جهت پیشبرد برنامه‌های اکتشافی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.



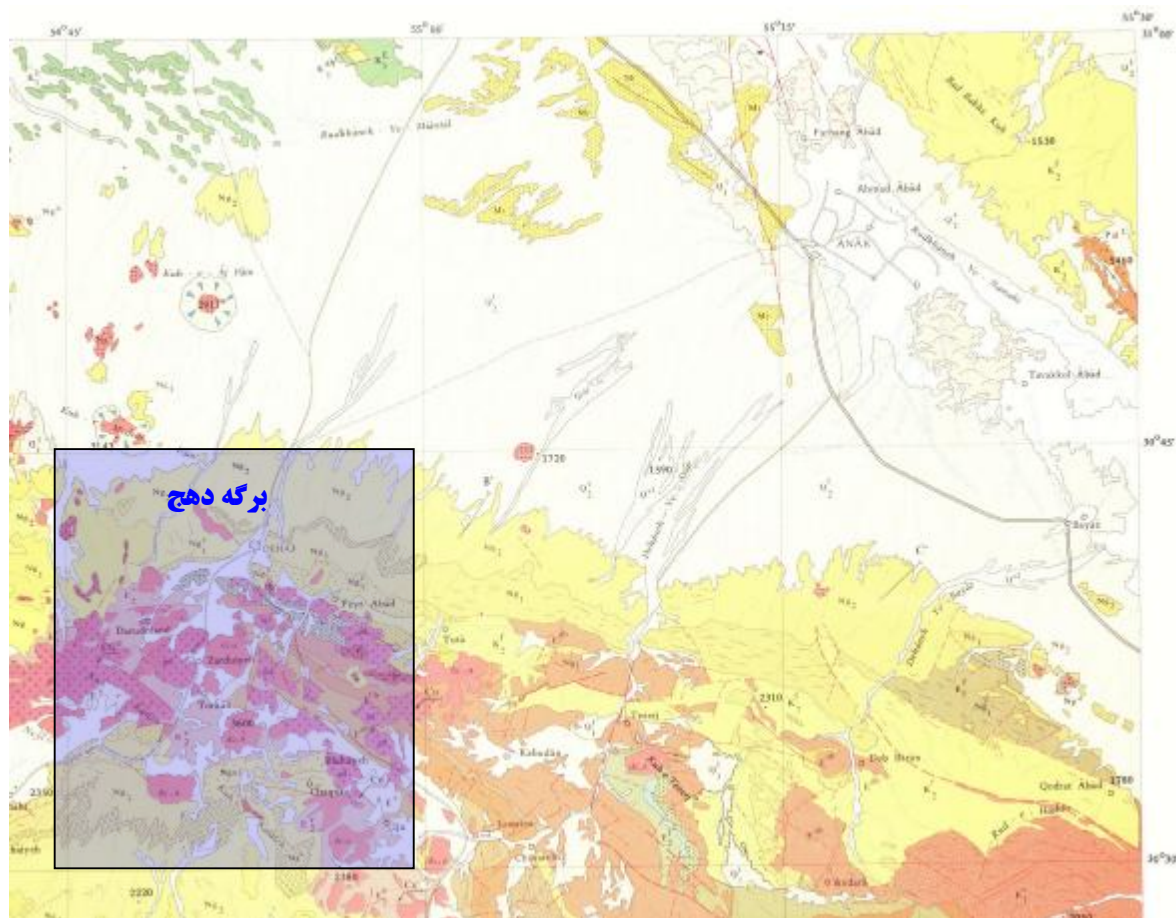
۱-۲- اهداف پروژه

پروژه اکتشافی مذکور با هدف دستیابی به پتانسیلهای مناسب مواد معدنی در محدوده دهج-جوزم تعریف گردیده است. این پتانسیلهای معدنی شامل مواد معدنی فلزی، غیرفلزی، سنگ نما و ... می شود. بررسی و مطالعه اندیسههای معرفی شده قبلی و اندیسههایی که طی اجرای این طرح شناخته و معرفی می شوند، از دیدگاه ساختاری، سیستم گسلههای موجود و ارتباط آن با کانی سازی، ژنز کانسار و ارائه ذخیره زمین شناسی برای اندیسهها، کانسارها و پتانسیلهای معدنی احتمالی و سایر موارد که در پیوست همین گزارش به تفصیل آورده شده، از جمله اهداف این طرح است. برداشت عوارض زمین شناسی - تکتونیکی در استاندارد نقشه 1:50000 و از محدوده های دگرسانی، برداشت مناطق کانه زا (خصوصاً کانی سازی طلا، مس و عناصر پاراژنزی آنها)، برداشت کلیه گسلها و شکستگیها، نمونه گیری با هدف مطالعات میکروسکوپی (مقاطع نازک، نازک - صیقلی و صیقلی)، تجزیه و تحلیل پترولوژیکی با استفاده از مطالعه نمونه ها و بررسی آلتراسیونهای محدوده از جمله اهداف این گزارش می باشد.

۱-۳- موقعیت جغرافیایی

شهر دهج از شهرهای شهرستان شهر بابک و از توابع استان کرمان است که در نیمه غربی استان کرمان و شمال شهرستان شهر بابک واقع شده است. این شهر از شمال و غرب به شهرستان مهریز و خورمیز (استان یزد) و از شمال شرق و شرق به شهرستان انار (رفسنجان) و از جنوب به جوزم و آبادیها و مزارع آن و شهر بابک و از جنوب غربی به خبر و آبادیهای آن محدود می گردد.

برگه یک پنجاه هزارم دهج، در برگه یک دویست و پنجاه هزارم انار و در بخش جنوبشرقی ورقه یک صد هزارم دهج قرار گرفته است. برگه 1:50000 دهج به مختصات 54 45 تا 55 خاوری و 30 30 تا 30 45 شمالی می باشد.



شکل شماره ۱-۱ - موقعیت محدوده مورد مطالعه بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ انار

۱-۴- راههای دسترسی

دسترسی به محدوده مورد مطالعه از طریق جاده آسفالتی شهر بابک - انار و جاده آسفالتی دهج امکان پذیر است. از دیگر راههای مهم محدوده می توان از راه آسفالتی دهج - انار و دهج - یزد نام برد. جاده های آسفالتی فرعی، شوسه و خاکی روستاهای این برگه دسترسی به مناطق مختلف برگه را فراهم می نماید.



شکل شماره ۱-۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه و راه‌های دسترسی به آن

۴-۱- ریخت شناسی :

برگه مورد مطالعه بیشتر به وسیله واحدهای سنگی اشغال شده و تنها بخشهای کمی توسط رسوبات عهد حاضر پوشش داده شده است.

برگه یاد شده، بیشتر در مرکز کوهستانی بوده ولی دو سوی شمال و جنوب به دلیل رخنمون واحدهای سنگی نئوژن که بیشتر از سازندهای تبخیری - تخریبی درست شده، دارای موفولوژی نسبتاً هموار نسبت به بخش میانی برگه است.

دم های داسیتی منطقه از جمله در کوه ایوب، کوه کاشو، کوه محمدآباد، کوه مدوار و غیره معمولاً ارتفاع ساز و به صورت تک قله‌های منفرد، نماهایی زیبا را به نمایش می‌گذارد.



۱-۶- پوشش گیاهی

پوشش گیاهی طبیعی منطقه به صورت درختچه هایی از جنس گون است که با گسترشی نه چندان تنک (در هر 100 مترمربع در دره ها 2-3 درختچه) منطقه را پوشش داده اند.

۱-۷- وضعیت آب و هوایی

منطقه مورد مطالعه، منطقه ای با آب و هوای کوهستانی با تابستانهای معتدل و خنک و زمستانهای سرد می باشد.

به دلیل بارش مناسب و آب و هوایی معتدل و وجود خاک مناسب موجب حاصلخیزی مزارع و نواحی کشاورزی و تأمین مراتع و علفزارها برای دامپروری شده است.

۱-۸- پیشینه مطالعاتی محدوده و نظریه های موجود درباره کانی سازی

اولین مطالعات اکتشافی سیستماتیک در این منطقه مربوط به پروژه اکتشافی کرمان در سالهای 1970 لغایت 1974 میلادی توسط یوگسلاوهاست. این مطالعات که قسمت اعظم کمربند پورفیری کرمان را شامل می شده توانسته اطلاعات اولیه مناسبی را از سیستم های پورفیری در این منطقه مس خیز ایجاد نماید. این مطالعات اولیه تا سال 1971 کامل گردید (Milosakovic et al., 29/71) و بدنبال آن مطالعات نیمه تفصیلی ژئوشیمیایی و ژئوفیزیکی به همراه حفاری اکتشافی بین سالهای 72، 1971 انجام گرفته است.

زمین شناسان یوگسلاو درباره کانی سازیهای این زون معتقدند که:

- مجموعه های سنگی میزبان کانی سازی مس، سرب و روی در کمربند کرمان را توده های نفوذی الیگوسن-میوسن و مجموعه های رسوبی-آذرین ائوسن-الیگوسن-میوسن تشکیل می دهند.

- کانی سازی از دیدگاه ژنتیک ارتباط مستقیم با توده های نفوذی گرانیتوئیدی اولیگو میوسن و کمتر به توده های قدیمی تر مرتبط می باشد.



کلیات

- کانسارهای فلزی در امتداد شکستگی هایی با امتداد عمومی شرقی-غربی تشکیل شده اند.
- پدیده کانی سازی بیشتر بصورت پرشدگی این شکستگی ها و کمتر با جانشینی های متاسوماتیکی نمایان می شود.

- محلول های کانی ساز نه تنها در محدوده کانی سازی بلکه در گستره ای فراتر از آن ایجاد زون های دگرسانی هیدوترمال نموده اند. این دگرسانی ها در نزدیکی کانسارهای مس پورفیری شدیدتر است.
- کانی سازی مس بصورت (پورفیری) افشان ، رگه ای و استوک ورک ولی کانی سازی مس و سرب و روی یا سرب و روی بیشتر بصورت رگه ای می باشد.

کانی سازی سرب و روی به دو صورت اصلی دیده می شود:

الف- کانسارهای چند فلزی (Polymetallic) رگه ای که کانی های مس و سرب و روی با هم تشکیل شده اند.

ب- کانی سازی سرب و روی

هر دو نوع این کانسارها، رگه ای می باشند با این تفاوت که نوع اول اکثراً در امتداد زونهای برشی (Sheared Zone) یافت می شود و دومی در امتداد زون های گسلی.

- کانسارهای مس سرب- روی در سنگ های آتشفشانی ائوسن یا در اطراف توده های نفوذی دیده می شوند. ترکیب کانی شناختی آنها بسیار متنوع می باشد که عبارتند از:

Pyrite + Chalcopyrite + Galena + Sphalerite + Tetrahedrite + Enargite + Lusonite +
Marcasite + Covellite + Bornite + Sarthorite + Native Gold + Hematite

چهار کانی پیریت، کالکوپیریت، گالن و اسفالریت مهمترین پاراژنز سولفوری اولیه این رگه ها را تشکیل می دهند و کوارتز مهمترین گانگ رگه ها است. کانی سازی سرب و روی در امتداد زون های گسلی بوده و مهمترین کانی آن اسفالریت و گالن و پیریت است. کالکوپیریت بسیار کم است. باید توجه داشت که تمام کانسارهای مس پورفیری همیشه دارای مقادیر کمی از کانی های سرب و روی می باشند. مقدار این کانه ها در بخش های حاشیه ای زون های دگرسانی بیشتر است.



کلیات

زمین شناسان یوگسلاو در مورد منشاء اعتقاد دارند که کانی سازی بطریقی مستقیم و یا غیرمستقیم با نفوذ توده های آذرین نیمه عمیق و عمیق دیوریتی-گرانودیوریتی ارتباط دارد و علت آن:

الف- بیشترین رخداد نشانه های کانی سازی در خود توده ها یا در منطقه بلافصل دور این توده ها دیده می شود.

ب- شکل گیری توده های نفوذی و کانی سازی از نظر زمانی تفاوت زیادی ندارد.

ج- بیشتر توده های نفوذی از نظر ژئوشیمیایی غنی از مس هستند.

- پدیده های ساختاری در پدیداری زون های کانی سازی و حتی در پیدایش و محل ظهور توده های نفوذی نقش بسزائی داشته اند. توده های نفوذی تقریباً دارای امتدادی موازی امتداد عمومی کمر بند دهج-ساردوئی هستند. این امتداد شمالغربی-جنوبشرقی است و مهمترین گسلهایی که دارای طول زیادی هستند در همین امتداد قرار گرفته اند. در این سلسله جبال روندهای شمال شرقی-جنوب غرب نیز دیده می شود که امتداد عمومی سلسله جبال را قطع می نماید. در محل هائیکه دوسیستم گسل مذکور با هم تلاقی می نمایند توده های نفوذی بشدت دگرسان و با کانی سازی سولفوری نیز آغشته گشته اند. کانسارهای مس سرچشمه و قادر، چنار و توده دگرسانی بزرگ کوه لاله زار و ... در چنین برخوردگاه هایی بوجود آمده اند.

بررسی های آماری نشان می دهد که بیشترین زون های دگرسانی دارای امتداد شرقی- غربی بوده و در آن امتداد مهمترین کانی سازیها برای فلز مس رخ داده است. گرچه کانی سازی مس در امتدادهای شمال شرقی- جنوب غربی نیز روی داده است. اکثر رگه های سرب و روی و مس و رگه های سرب و روی در درون شکستگی های شمالی- جنوبی تشکیل شده اند.

۹-۱- زمین شناسی ناحیه ای

محدوده مورد مطالعه در شمالغربی ترین بخش کمر بند کرمان و بطور جزئی تر در شمالغرب زون دهج-ساردوئی جزئی از کمر بند ارومیه دختر واقع شده است. این منطقه جزو آخرین مناطق شمال غربی کمر بند کرمان که احتمال کانی سازی پورفیری را داراست شناخته شده است. مسیب سبزه ای (1974) این زون را یک کافت میان



کلیات

قاره‌ای می‌داند که با روند شمال غربی - جنوب شرقی از اواخر دوران دوم - اوائل دوران سوم بر اثر شکافتن پوسته قبلی (مزوزوئیک - پرکامبرین) تشکیل گردیده است. علت اصلی تشکیل این کافت صعود دیاپیرهای گرم از گوشته و ذوب آنها و تشکیل ماگمای بازالتی و هجوم این ماگما به پوسته قاره ای می‌باشد. امامی (1981) تشکیل سنگ‌های آذرین خروجی و نفوذی کمر بند آذرین ارومیه - دختر را نتیجه ذوب سنگ‌های پوسته قاره ای و تشکیل ماگمای گرانیتی و اختلاط این ماگما با ماگمای بازالتی مهاجم می‌داند. معبر نفوذ ماگماهای مذکور بر خوردگاه‌های سه دسته خطواره بزرگ و عمده در این محدوده بوده است. این خطواره‌ها به ترتیب ارزش عبارتند از: خطواره‌های شمالی - جنوبی، شمالشرقی - جنوبغربی، خطواره‌های شمالغربی - جنوبشرقی. کانسارها، مناطق و رگه‌های هیدروترمالی و زونهای دگرسانی بر مناطق برونزد توده‌های نفوذی انطباق دارد. این بدلیل منشاء گرفتن رگه‌ها از توده‌های ماگمایی نیست بلکه به این دلیل است که این مناطق در طول دوران سوم و اوائل دوران چهارم دائماً جولانگاه صعود توده‌های ماگمایی بزرگ بوده‌اند. سبزه‌ای (1974) معتقد است که علاوه بر روند اصلی شمالغرب - جنوبشرقی و شمالشرقی - جنوبغربی، خطواره‌های شمالی - جنوبی متعددی امتداد شمال غربی - جنوب شرقی این سلسله جبال را به قطعات متعددی تقسیم می‌نماید. گرچه می‌توان با توجه به موقعیت‌های جغرافیایی تقسیم بندی‌های جدید برای کانی سازی‌های کمر بند کرمان قائل شد ولی بطور کلی رخنمون‌های عمده کانی سازی مس در کمر بند کرمان متأثر از نفوذ توده‌های ساب و لکانیک در سنگ‌های آتشفشانی ارومیه دختر است. این کمر بند (ارومیه - دختر) بطول 1600 کیلومتر و عرض تقریبی 100 کیلومتر در امتداد تراست زاگرس و با فاصله 150 کیلومتری از آن قرار گرفته است. رخنمون‌های عمده و اصلی این منطقه از سنگ‌های آتشفشانی دوران سنوزوئیک تشکیل شده‌اند. ماگمای تشکیل دهنده توده‌های نفوذی در این منطقه که با توجه به الگوی کمان و لکانیکی حرکات تکتونیکی دوران کرتاسه بالایی و از فرورانش و هضم بخش انتهایی پوسته اقیانوسی واقع در بین دو صفحه عربستان و اوراسیا در امتداد گسل معکوس زاگرس تشکیل گردیده است، دارای ترکیب اسیدی تا متوسط می‌باشد.

با توجه به فرضیه فوق می‌توان انتظار داشت که فعالیت‌های ماگمایی دوران ترشیر بعد از پدیده برخورد دو قاره به وقوع پیوسته باشد (بعضی از این محققین بر این باورند که برخورد در طی دوره میوسن اتفاق افتاده است). این فعالیتها در طی ائوسن بالایی، الیگوسن و الیگومیوسن و پلیوسن در منطقه ارومیه - دختر انجام پذیرفته است که



کلیات

منطقه مورد مطالعه نیز بخش کوچکی از آنرا تشکیل می دهد. در امتداد حاشیه قاره ای نیز سنگهای افیولیتی مربوط به کرتاسه بالایی (منطقه دگرگونی سنندج - سیرجان) جایگزین شده اند که در جنوب غرب کمربند - اورمیه دختر قرار دارند.

فعالتهای ماگمایی دوران ترشیر محدود به حواشی نزدیک دو صفحه نبوده بلکه در داخل نواحی قاره ای نیز رخ داده است. بسیاری از محققین، وجود فعالتهای گسترده ولکانیکی دوران ائوسن در ایران مرکزی را با پدیده فروانش در طول گسل اصلی زاگرس مرتبط دانسته و شیب فرورونده را بطرف شمال شرق مشخص نموده اند (اشتوکلین 1974، اشتوکلین 1977، بربریان و دیگران، 1981). البته گروهی نیز اعتقاد دارند که فروانش تا زمان پلیوسن وجود داشته و حتی برخی فعالیت های فروانشی را تا عهد حاضر نیز امتداد داده اند (نوروزی 1971، عطاپور 1386).

یانگ و دیگران (1976) فرض نموده اند که زایش ماگما برای آتشفشانهای ائوسن در ایران مرکزی در عمقی حدود 120 تا 150 کیلومتری صورت گرفته و عامل زایش نیز فروانش صفحه عربستان به زیر هسته مقاوم بلوک لوت و ایران مرکزی می باشد. توده های نفوذی بعلت تأثیر این هسته مقاوم به دو شاخه تقسیم می شوند که یک شاخه آن دارای روند شمال غرب - جنوب شرق می باشد و کانسارهای سرچشمه، میدوک، دره زار و... مواردی از آن هستند و شاخه دیگری با روند شرق - شمال شرق و غرب - جنوب غرب می باشد که اندیس های مس عباس آباد، شاهرود - طالقان - شمال کرج و طالش را دربر می گیرد.



1- مقدمه

هر ماده طبیعی در کنش با انرژی الکترومغناطیسی بسته به ترکیب شیمیایی خود، بخش یا بخش هایی از انرژی را جذب، بخشی را عبور و مابقی را بازتاب می‌دهد. انرژی جذب شده خود در طول موج های بالاتر به صورت تشعشعات حرارتی از ماده منتشر می‌شود. طیف نگاری¹ علمی است که به این مقوله می‌پردازد و شاخه زمین شناسی آن که زمین شناسی طیفی² نامیده می‌شود، ترکیب شیمیایی کانی ها و سنگ ها و ارتباط این تغییرات با شکل طیف انعکاسی³ یا تابشی⁴ را بررسی می‌کند. زمین شناسی طیفی نشان داده که برای بسیاری از کانی ها نه تنها می‌توان یک نمودار طیفی منحصر به فرد تهیه کرد، بلکه این امکان وجود دارد تا تغییرات جزئی عناصر در شبکه کانی ها، شرایط فیزیکی - شیمیایی و محیط تشکیل کانی ها، شکل شبکه بلورین و در نهایت فراوانی یک کانی در یک نمونه را در قالب تغییرات در شکل، موقعیت و شدت جذب و بازتاب طیفی اندازه گیری و کمی کرد.

طیف سنج ها و سنجده های دورسنجی کار ثبت و کمی سازی جذب و بازتاب های انعکاسی و تابشی از مواد و کانی ها را بر عهده دارند. سنجده ها که عموماً بر روی سکوهایی متحرک (هواپیما / ماهواره یا هواپرد⁵ / فضاپرد⁶) نصب می‌شوند، بسته به تعداد و فاصله اندازه گیری طیفی سنجده چندطیفی⁷ یا فراطیفی⁸ نامیده می‌شوند. سنجده های فراطیفی یا طیف سنج تصویری⁹ قادرند در قالب یک تصویر، تعداد بیشماری طیف انعکاسی یا تابشی (به تعداد پیکسل های موجود در تصویر) مشابه انواع آزمایشگاهی را در اختیار قرار دهند. به این ترتیب حجم انبوهی اطلاعات سطحی که به آسانی از مشاهدات زمینی قابل دستیابی نیستند توسط طیف سنج تصویری در اختیار متخصصان علوم زمین قرار می‌گیرد.

- 1- Spectroscopy
- 2- Spectral Geology
- 3- Reflectance Spectra
- 4- Emittance Spectra
- 5- Airborne
- 6- Spaceborne
- 7- Multispectral Scanner
- 8- Hyperspectral Scanner
- 9- Imaging Spectrometry

**مطالعات ماهواره‌ای**

سنجنده های چندطیفی و فراطیفی در بازه مرئی¹ و مرئی نزدیک، مادون قرمز طول موج کوتاه² و حرارتی³ فعال هستند. سنجنده هایی که انرژی الکترومغناطیسی را در بازه طیفی 0.3-2.5 تا 2.5 میکرومتر اندازه گیری می کنند نوع انعکاسی و آنهایی که در بازه طیفی 3-5 و 8-14 میکرومتر اندازه گیری می کنند نوع حرارتی هستند. پس از تبدیل داده های خام ثبت شده به طیف های انعکاسی، می توان استخراج اطلاعات از تصویر را دنبال کرد. این گام با پردازش رقومی داده ها توسط کامپیوتر و انواع الگوریتم های پردازش تصویر⁴ و پردازش سیگنال⁵ ممکن می شود. امروزه تلاش بر این است که الگوریتم ها و روش های نوینی برای پاسخ گویی و مدل سازی پیچیدگی های زمین شناسی ابداع و معرفی شود.

داده های ماهواره ای علاوه بر برداشت طیفی پیوسته از مناطق وسیع در قالب پیکسل، شکل واقعی از زمین ارائه می کنند. طیف های اندازه گیری شده در هر پیکسل، کانی شناسی و ژئوشیمی سطح را کمی کرده و جایگزین روش های قدیمی توصیفی و کیفی در زمین شناسی کرده است. مجاورت پیکسل ها با هم نیز بافت سطح را منعکس کرده و جایگزین عکس های هوایی شده است. اندازه گیری های دورسنجی بر خلاف روش های ژئوفیزیکی و ژئوشیمیایی ماهیت سطحی به جای نقطه ای دارند، یعنی نمودار طیفی ثبت شده برای یک پیکسل ترکیبی خطی (و گاهی غیر خطی) از بازتابش کلیه مواد موجود در سطح، بسته به وسعت هر کدام است.

کاربرد این داده ها در اکتشاف و زمین شناسی عموماً نقشه برداری از تنوع کانی شناسی سطحی بخصوص برای اکتشاف منابع معدنی، شناسایی الگوهای دگرسانی و هوازدگی، شناسایی شرایط فیزیکی- شیمیایی تشکیل کانی ها، کمی سازی محیط های دگرسانی و اکسیداسیون- احیا، مطالعات سنگ شناسی (رسوبی، دگرگونی و آذرین)، تعیین موقعیت کانی های خاص و کمیاب، مطالعات ژئوترمال، آلودگی های زیست محیطی پیرامون معادن و حتی مطالعه مغزه های حفاری بوده است.

به طور خلاصه در یک برنامه اکتشافی مدرن، دور سنجی دارای کاربرد های زیر است:

- 1- Visible-Near Infrared
- 2- Shortwave Infrared
- 3- Thermal
- 4- Image Processing
- 5- Signal Processing

**مطالعات ماهواره‌ای**

1- به نقشه درآوردن خطواره‌های ناحیه‌ای: با توجه به نظریه تکتونیک صفحه ای¹، پیدایش و گسترش کانسارها دارای الگوی زمانی و مکانی خاصی است. ایالت‌های متالوژنی و کانی سازی های همراه آنها با امتداد و روند سیستم های شکستگی ناحیه ای و ساختارهای خطی² بزرگ مقیاس کنترل می شود. این شکستگی ها مهمترین عوامل کنترل کننده ماگماتیسم، ولکانیسم و کانی سازی به حساب می آیند. داده های دورسنجی به دلیل یکپارچی و وسعت دید، شناسایی شکستگی ها، تعیین ارتباط مکانی و ساخت مدل ساختاری در یک ناحیه را تسهیل می کنند.

2- به نقشه درآوردن شکستگی های منطقه ای و کوچک: ثابت شده که پیدایش نهشته های شناخته شده در کمربندهای معدنی با ساختارهای محلی، بخصوص با تقاطع³، توزیع و آرایش⁴ و تراکم⁵ شکستگی ها انطباق بالایی دارد. چرا که این عوامل حرکت و چرخش سیالات گرمایی در درون سنگ ها و در نتیجه تشکیل کانی سازی را کنترل می کنند. بنابراین می توان با نقشه برداری این ساختارها توسط تصاویر ماهواره ای، به الگوی های جدید تمرکز کانی ها دست یافته و یا الگوهای موجود را بهبود بخشید.

3- به نقشه درآوردن واحدهای زمین شناسی: اغلب ذخایر از نظر ژنز و موقعیت جایگزینی ارتباط مستقیم یا غیر مستقیمی با فعالیت های ماگمایی به صورت پلوتونیسم و یا ولکانیسم (در قالب نظریه تکتونیک صفحه ای) دارند. تصاویر متعامد شده⁶ چند بانندی رنگی ماهواره ای می تواند دید طبیعی، فاقد خطای کارتوگرافی و یا اشتباهات تفسیری از یک ایالت متالوژنیکی و یک منطقه معدنی داشته باشند، لذا می توان این نقشه ها را به عنوان مبنای گرافیکی بسیار خوبی در نقشه برداری سریع و دقیق واحدهای زمین شناختی و تفسیرهای زمین شناسی استفاده کرد. این روش همچنین در به روز کردن نقشه های قدیمی موجود، یکپارچه سازی نقشه ها، حذف خطای هندسی و بخصوص اصلاح مرز واحدها و کنتاکت های زمین شناسی هدف بسیار ارزشمند است.

1- Plate Tectonic Theorem

2- Lineaments

3- Intersection

4- Orientation

5- Density

6- Orthorectified

**مطالعات ماهواره‌ای**

4- به نقشه درآوردن دگرسانی های گرمابی: ذخایر معدنی به جز تعداد اندکی از انواع تفریق ماگمایی، با هاله‌های دگرسانی¹ خاصی همراه هستند که طی فرآیندهای گرمابی² ایجاد شده اند. این هاله‌های دگرسانی با حضور مجموعه ای از کانی های ثانویه مثل سیلیکات ها، انواع کانی های رسی، اکسیدها، هیدروکسیدها، کربنات ها، سولفات ها و سولفیدها تعریف می شوند. در مواردی که فرسایش به حد کافی عمل کرده باشد، این هاله ها در سطح زمین رخنمون پیدا می کنند. از آنجایی که کانی های معرف این هاله ها جذب های منحصر به فردی دارند و گسترش سطحی بیشتری از خود کانسار دارند، می توان با داده های ماهواره‌ای به خوبی آنها را شناسایی و نقشه برداری کرد. این هاله های دگرسانی به عنوان کلیدهای شاخص اکتشافی برای نهشته های ناشناخته و یا محدوده های دارای کانی سازی محسوب می شوند. مدل سازی مکانی³ و تعیین ارتباط زمین شناسی این کانی ها با کانی سازی، موجب کمیت بخشی به هاله های دگرسانی در اطراف کانسار می شود.

مطابق آمار ارائه شده توسط انجمن پی جویان اونتاریو⁴ برای کشف یک نهشته جدید لازم است حداقل 4000 کیلومتر مربع از سطح زمین مورد پی جویی قرار بگیرد. هوابرد یا فضابرد بودن سنجنده های دورسنجی موجب سرعت برداشت بالا و رقومی بودن داده ها موجب سرعت پردازش بالا می شود و به این ترتیب صرفه جویی در زمان و هزینه را به طور همزمان موجب می شود. یعنی زمان و هزینه لازم برای رسیدن به مناطق مطلوب کانی سازی را به شدت (تا یک پنجم) کاهش می دهد. از سوی دیگر وسعت دید⁵ سنجنده، غلبه بر محدودیت دید چشم با تکیه به کل بازه امواج الکترومغناطیسی و امکان برون یابی مشاهدات محدود زمینی در یک گستره وسیع احتمال یافتن نهشته جدید را افزایش می دهد.

سرمایه اکتشافی را آنگاه می توان با صرف زمان و ریسک کمتر در بخش های محدودتر پیشنهادی و با احتمال بالاتر برای عملیات زمینی مثل نمونه برداری ژئوشیمیایی و برداشت های ژئوفیزیکی هزینه کرد. دورسنجی حتی در مرحله اکتشافات نیمه تفصیلی - تفصیلی می تواند نقشه های گسترش کانی های سطحی ارائه کرده (با داده های با

1- Alteration

2- Hydrothermal

3- Spatial Modelling

4- Ontario Prospectors Association

5- Synoptic View



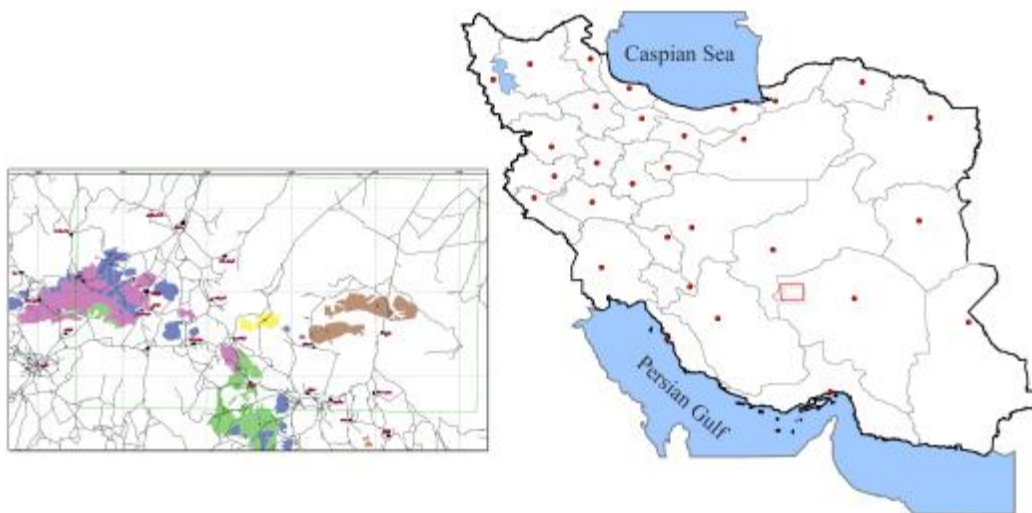
مطالعات ماهواره‌ای

وضوح طیفی بالا مثل های مپ) و لایه مبنا برای تهیه نقشه های بزرگ مقیاس زمین شناسی (با داده های مکانی وضوح بالا¹ مثل کوئیک برد) باشد. داده های با ارزش فوق وقتی با داده های زمین شناسی، ژئوفیزیک و ژئوشیمی در محیط GIS تلفیق شود، انتخاب مناطق هدف² برای حفاری بهینه می شود.

2- موقعیت محدوده اکتشافی، معرفی داده ها

1-2- موقعیت جغرافیایی

محدوده تحت مطالعه به نام محدوده اکتشافی دهج در جنوب شهرستان دهج شمال غرب شهرستان شهربابک، در طول و عرض جغرافیایی "54°،45'،00" تا "55°،25'،00" و "30°،30'،00" تا "30°،45'،00" درجه مطابق شکل 1 در غرب استان کرمان قرار گرفته است و دو برگه 1:50000 توپوگرافی II 6951 و III 7051 را شامل می شود که به ترتیب دهج و جوزم نامیده می شوند (شکل 1).



شکل 1: موقعیت محدوده مطالعاتی در ایران کشور (راست) و موقعیت راه ها و واحدهای مستعد کانی سازی در چهار گوش مطالعاتی سبز رنگ (چپ) - شمال نقشه در بالای کاغذ قرار دارد.

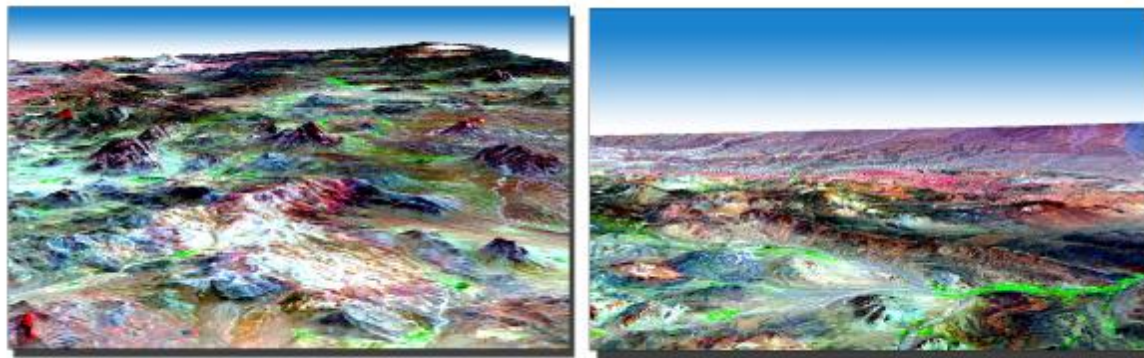
¹- High Resolution

2- Target Area

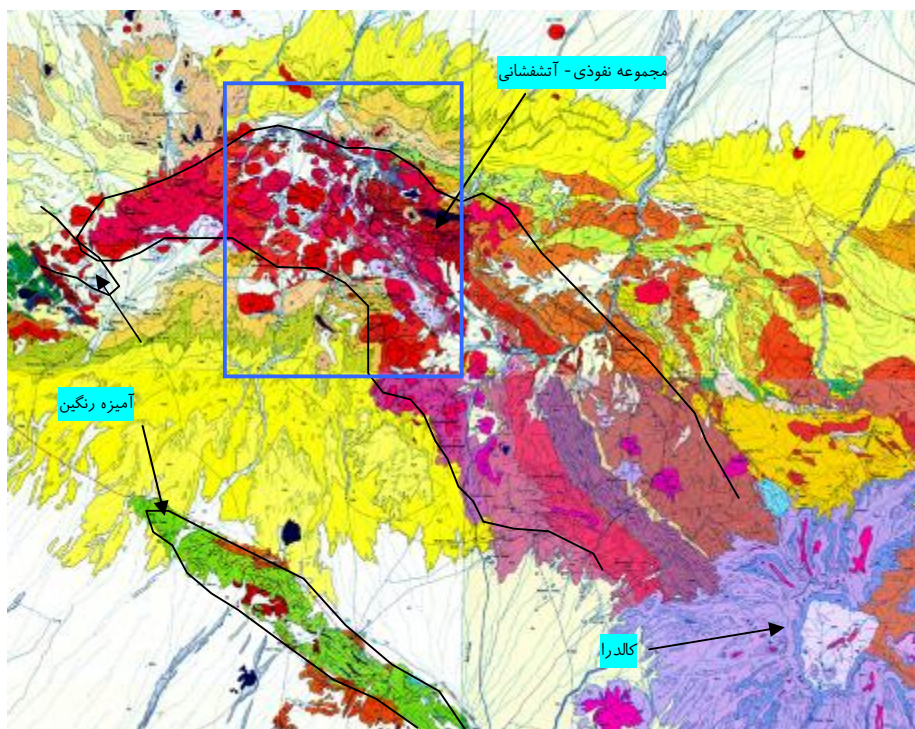


2-2- موقعیت متالورژی و زمین‌شناسی

محدوده تحت اکتشاف در غرب کرمان و در چهارگوش 1:250000 زمین‌شناسی انار قرار گرفته است. رگه زمین‌شناسی 1:100000 دهج - تهیه شده توسط زمین‌شناسان یوگسلاو - وسعت تحت مطالعه را پوشش می‌دهد. این منطقه دارای تنوع زمین‌شناسی گوناگونی است، طوری که واحدهای افیولیتی (آمیزه رنگین) در بخش‌های جنوب غربی، واحدهای ولکانیکی و توده‌های نفوذی نیمه عمیق در مرکز محدوده مطالعاتی و چندین آتشفشان کوچک در حاشیه شمال شرقی دیده می‌شود. در کنار ولکانیسم شدید، حضور کانسار مس پرفیری میدوک و دگرسانی‌های گسترده در منطقه شاهد غنای کانساری در این ناحیه می‌باشند. در شکل 2 سیمای عمومی سه بعدی منطقه و شکل 3 وضعیت زمین‌شناسی و زون بندی چهار گوش مطالعاتی نشان داده شده است.



شکل 2: سیمای عمومی منطقه مطالعاتی در یک نمای سه بعدی، دید تقریبی به شمال شرق (راست) و دید تقریبی به جنوب شرق (چپ)



شکل 3: شکل شماتیک نشان دهنده وضعیت زمین شناسی عمومی برکه دهج و زون بندی تکتونوماگمایی بر روی موزائیک نقشه های زمین شناسی یکصد هزار - شمال در بالای کاغذ قرار دارد.

همان طور که در شکل 3 نشان داده شده است، ناحیه مطالعاتی در کمان ماگمایی ارومیه - دختر قرار گرفته است. این کمان با سری گسترده ای از سنگ های آتشفشانی و آذرآواری وابسته به آنها از سهند تا بزمان کشیده شده است. این زون در بر گیرنده عمده ذخایر مس ایران و بویژه انواع پرفیری است.

همان طور که در شکل دیده می شود، ناحیه مطالعاتی بخش انتهایی از کمربند مس کرمان است. توده های نیمه نفوذی و ولکانیکی منطقه که بر روی نواری شمال غربی - جنوب شرقی گسترده شده اند، نشان دهنده کمان ماگمایی ناشی از فرورانش صفحه عربستان به زیر ایران هستند و سنی از ائوسن تا الیگومیوسن و بعضا نئوژن دارند. جنس این سنگ ها از داسیت و آندزیت های دگرسان، گرانودیوریت، کوارتز دیوریت و کوارتز مونزونیت تا اولیوین بازالت و انواع پیروکلاست ها در تغییر است. زون افیولیتی جنوب غربی با سن کرتاسه که باقیمانده های پوسته اقیانوس تتیس است، با روندی مشابه و به صورت گسسته دیده می شود.



2-3- انتخاب داده‌ها

یکی از ملاک‌های اساسی در انتخاب داده‌های ماهواره‌ای، مقیاس اکتشافی و نوع ماده و یا کانی (های) هدف است. مقیاس اکتشافی تعیین‌کننده دقت فضایی¹ داده‌ها بوده و بیانگر رابطه بین یک پیکسل تصویر و سطح معادل آن در زمین است. دقت طیفی²، تعداد و موقعیت باندها از لحاظ محدوده طول موجی تحت پوشش بوده است. با تعداد محدودی باند می‌توان انواع سنگ‌ها و کانی‌ها و مواد سطحی را از هم تفکیک کرد، ولی برای شناسایی منحصر به فرد³ یک کانی، لازم است تعداد باند کافی برای پوشش دادن به موقعیت جذب آن فراهم باشد.

امروزه از بین داده‌های دورسنجی چند طیفی⁴ ماهواره‌ای، داده‌های دو سنجنده ETM و ASTER بیش از همه در اکتشافات ناحیه‌ای و منطقه‌ای مورد توجه و استفاده هستند. زیرا تقریباً کل کره زمین در دوره‌ای طولانی را تصویر برداری کرده و می‌کنند، یک سین ماهواره‌ای آنها وسعت زیاد دارد و برای اکتشاف ناحیه‌ای و منطقه‌ای مناسب است، قادر به تفکیک و شناسایی گروهی و بعضاً منحصر بفرد کانی‌ها و سنگ‌های سطحی، بخصوص انواع مرتبط با دگرسانی‌ها است، دقت فضایی و طیفی مناسب دارد و در نهایت در دسترس بوده و هزینه تهیه و پردازشی اندکی متحمل پروژه‌های اکتشافی می‌کند.

با توجه به مقیاس عملیات اکتشافی در این پروژه (1:50000) و هدف پروژه اکتشافی حاضر یعنی تهیه نقشه دگرسانی‌های مرتبط با کانی‌سازی احتمالی، داده‌های ASTER و ETM انتخاب شدند.

تفاوت اصلی ASTER با ETM در تعداد بیشتر باندها در محدوده SWIR (معادل ETM 7) و باندهای حرارتی در محدوده TIR و نیز باند بیشتر لندست در محدوده مرئی (4 باند) و همچنین کیفیت بالاتر تصاویر ASTER است.

به این ترتیب 1 سین ETM به شماره‌های ردیف و گذر 39-161 و تاریخ ژوئن 2002 و 4 سین

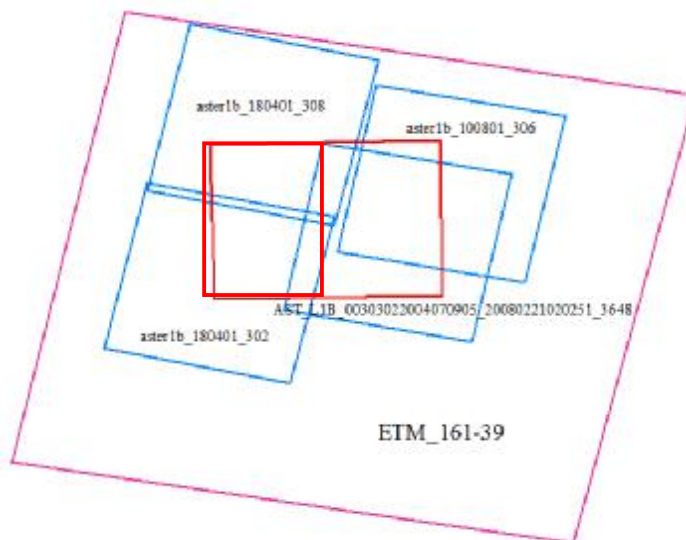
ASTER با شماره‌های AST_L1B_00303022004070905_20080221020251_3648

1- Spatial Resolution
2- Spectral Resolution
3- Unique
4- Multispectral



مطالعات ماهواره‌ای

aster1b_100801_306, aster1b_180401_302 و aster1b_180401_308 و تاریخ 2001 و 2006 که منطقه تحت مطالعاتی را پوشش کامل می‌دادند انتخاب گردید (شکل 4).



شکل 4: موقعیت محدوده مطالعاتی بر گره 1:50000 دهج (قرمز - نیمه غربی) بر روی داده های ماهواره ای ETM (ارغوانی) و ASTER (آبی)

در انتخاب داده ها سعی شد سین های انتخاب شده فاقد پوشش ابر بوده و پوشش گیاهی در وضعیت مناسبی باشد. حضور برف در سین ماهواره ای موجب ماسک سطح زیرین و تولید نویز در حین پردازش طیفی می شود. با این وجود، به دلیل مرتفع بودن منطقه، یکی از سین ها در ارتفاعات شمالی دارای برف بود که سعی شد در پردازش از سین دارای همپوشانی با این ناحیه استفاده شود. داده های با سطح 1b در این پروژه مورد استفاده قرار گرفت.

4-2- معرفی سنجنده - ASTER

سنجنده استر که بر روی پلات فرم ترا¹ نصب شده است، تشعشع خورشید را در 14 باند، 3 باند بین 0,52-0,86 (VNIR)، 6 باند بین 1,6-2,43 (SWIR) با رزولوشن به ترتیب 15 و 30 متر ثبت می کند. بعلاوه تشعشعات

**مطالعات ماهواره‌ای**

ارسالی از خورشید را با رزولوشن 90 متر در 5 باند در محدوده 8,125 تا 11,65 میکرومتر (TIR) اندازه می‌گیرد. پهنای پوشش¹ آن 60km بوده و دید به پهلویی² تا 232 کیلومتر دارد.

محدوده های VNIR ، SWIR ، TIR مجموعه کاملی از داده ها را برای به نقشه درآوردن واحدهای زمین شناختی فراهم می کنند. سه باند VNIR منبع مهمی برای شناسایی فلزات انتقالی، بخصوص آهن هستند. در 6 باند SWIR کانی های کربناته، هیدرات ها و هیدروکسیدها دارای پدیده جذب مولکولی هستند و لذا برای نقشه برداری ترکیب کانی شناختی سطح زمین مناسب هستند. با وجود اینکه کانی هایی چون کوارتز و فلدسپات که جزو سازنده های اصلی سنگ ها محسوب می شوند، در محدوده SWIR و VNIR پدیده جذب خاصی از خود نشان نمی دهند، ولی بسیاری از آنها جذب مولکولی بارزی در طول موج حرارتی TIR از خود نشان می دهند.

5-2- معرفی سنجنده - ETM

داده های انعکاسی ماهواره لندست TM، دارای دقت فضایی 30×30m هستند و کیفیت رادیومتری و هندسی مناسبی دارند. 6 باند از این 7 باند (باند 5-1 و 7) انعکاسی بوده و در محدوده طول موج 0.45 تا 2.35mm قرار دارند. باندهای متداول در زمین شناسی باندهای TM5 و TM7 هستند. باندهای TM1، TM3 برای نقشه برداری گروه سنگ های مافیک و غنی از آهن ایده آل هستند.

3- مدل کانی سازی³

مدل کانی سازی یک پایه مفهومی برای کلیه برنامه های اکتشافی است و امروزه هدف اصلی مدل سازی کانسارها، کاربرد اکتشافی آنها برای افزایش احتمال کشف و کاهش هزینه هاست. در یک برنامه اکتشافی، کانی سازی مورد مطالعه را به مدل خاصی نسبت می دهند تا بتوانند با تکیه بر مقدار پارامترهای مشابه در مدل انتخاب شده، هر یک از ویژگی های کمی و کیفی کانی سازی را تخمین بزنند. این مدل ها در انتخاب داده ها، روش پردازش و تفسیر داده های دورسنجی و تلفیق اطلاعات استخراج شده در GIS اهمیت بسزایی دارد. انتخاب مدل کانی سازی به هدف اکتشافی بستگی دارد و ممکن است در یک پروژه، چندین مدل به طور همزمان انتخاب گردند.

1- Swath width

2- Cross Track (Pointing)

3- Mineral Deposit Model



مطالعات ماهواره‌ای

با توجه به شناخت موجود از زون ارومیه - دختر و ناحیه مطالعاتی، کانی سازی مس در اولویت اول و طلا در اولویت دوم برای برکه جوزم و دهج مطابق جدول مد نظر قرار گرفت. این مدل ها چارچوب پردازشی داده های ماهواره ای و تحلیل آنها را تعیین خواهند کرد.

جدول 1: ویژگی های مدل های کانی سازی مورد انتظار در منطقه دهج

تیپ	محیط کانسار			راهنمای اکتشافی		
	سنگ درونگیر	محیط تشکیل	خاستگاه تکتونیکی	دگرسانی	هوازدگی	راهنمای ژئوفیزیکی
مس پرفیری	مونزوگرانیت، سینیت پرفیری یا گدازه های آندزیتی و داسیتی	بخش فوقانی توده های نفوذی و باتولیتی ها	مناطق ریفتی، جزایر قوسی و امتداد مرز صفحات همگرا	سدیک، کلسیک، پتاسیک، فیلیتی، آرژیلیتی و پروپیلیتی	کربنات مس، لیمونیت، هماتیت و ژاروسیت	راهنمای ژئوشیمیایی Cu, Mo در بخش مرکزی و Zn, Mn, Pb, Cd, Bi در بخش خارجی هاله
مس اسکارنی	تونالیت - مونزونیت نفوذی در کربنات ها	همبری توده های نفوذی با آهک	فعالیت ماگمایی بعد از کوهزایی در حاشیه قاره	کلریت و کانی های رسی	کربنات مس، کالکوسیلیکات، گوسن	دورسنجی Ag, Cu, Au در مرکز آنومالی
طلای اپی ترمال	ریولیت، ریوداسیت، نفوذی های نیمه عمیق	ساختمان های بزرگ ولکانیکی و شکستگی های حلقوی	مناطق با شکستگی های متقاطع، ساختمان های گرابنی، گسل های نرمال	کوارتز، آلونیت، کائولینیت، موتتموریلونیت، کلریت، کلسیت	لیمونیت های زرد رنگ، ژاروسیت، گوتیت	گاما سنجی، دورسنجی Au, As, Sb, Cu

4- پیش پردازش داده ها

هنگامی که یک تصویر توسط سنجنده ماهواره ای ثبت می شود، پیکسل ها در آن دارای خطا در موقعیت هندسی و مقدار روشنایی¹ اندازه گیری شده هستند که به ترتیب به نام خطای هندسی و رادیومتری نامیده می شوند

1-Brightness value

**مطالعات ماهواره‌ای**

و نیازمند مجموعه پردازش‌های اولیه زیر هستند تا آماده پردازش اصلی شوند. این مرحله از تصحیحات در اصطلاح پیش‌پردازش¹ داده‌ها نامیده می‌شود.

- تصحیح هندسی که از طریق نسبت دادن مختصات جغرافیایی به نقاط معین و مشخص از داده‌های رقومی ماهواره‌ای یعنی پیکسل‌ها انجام می‌گیرد.
- تصحیح رادیومتری که با کالیبره کردن باندها به واحد اندازه‌گیری انرژی الکترومغناطیسی یعنی رادیانس، تصحیح اثر توپوگرافی، تصحیحات اتمسفری و حذف نویز از داده‌ها انجام می‌گیرد.

واضح است که کاربرد موفق داده‌های ماهواره‌ای در زمین‌شناسی و اکتشاف نیازمند تصحیح داده‌ها برای منابع خطای دوگانه فوق‌الذکر است.

4-1- تصحیح هندسی

تصحیح هندسی از آنجا ضرورت می‌یابد که پیکسل‌ها باید به موقعیت دقیق شان در سطح زمین نسبت داده شوند تا نتایج قابل استفاده در سرزمین باشد.

تصحیح هندسی به دو حالت دو بعدی و سه بعدی انجام می‌شود. تصحیح دو بعدی که به آن زمین مرجع کردن² می‌گویند، بر مبنای نسبت دادن پیکسل‌های تصویر (z, i) به سیستم مختصات جغرافیایی خاص (x, y) بدون لحاظ کردن بعد سوم یعنی ارتفاع نقاط است که با استخراج و انتخاب نقاط کنترل زمینی³ دوبعدی از تصاویر تصحیح شده قبلی و یا نقشه‌های مرجع انجام می‌شود.

تصحیح سه بعدی که به آن متعامد سازی⁴ می‌گویند، شامل فرآیندی است که در آن هندسه یک تصویر با مدل کردن ویژگی و اندازه اعوجاج هندسی در آن مسطحاتی⁵ می‌شود. تصویر خروجی از این روش دارای مقیاس یکسان در کل تصویر بوده و در آن خمیدگی و اعوجاج ناشی از تغییر پستی بلندی⁶ دیده نمی‌شود.

مدل‌های ماهواره‌ای در کنار نقاط محدود کنترل زمینی و داده‌های رقومی ارتفاعی¹ از منطقه متناسب با مقیاس کاری، امکان ساخت فرمول تصحیح هندسی را فراهم می‌کند که محصول نهایی آن عکس - نقشه دقیق و

1- Preprocessing

2- Georeferencing

3- Ground Control Points (GCPs)

4- Orthorectification

5- Planimetric

6- Reliefs

**مطالعات ماهواره‌ای**

تصحیح شده است. برای این کار علاوه بر مدل ماهواره مورد نظر، تعدادی نقطه کنترل زمینی دقیق نیز مورد نیاز است تا مدل با داده‌های توپوگرافی آماده تصحیح سه بعدی گردد.

در منطقه تحت مطالعه هر دو داده ASTER و ETM متعامد شدند. جهت این تصحیح نقاط کنترل زمینی با خطای $RMS < 0.3$ از داده‌های پایه نقشه‌های پایه توپوگرافی با دقت 10 متر (داده‌های 1:25000) انتخاب شدند. در انتخاب نقاط، از عوارض شاخص تصویر و نقشه استفاده شد و سعی شد که نقاط توزیع یکنواختی در محدوده مورد مطالعه داشته باشند. مدل رقومی ارتفاع مورد نیاز نیز با استفاده از داده‌های کنتوری و نقاط ارتفاعی و با اندازه پیکسلی 10 متر تهیه شد و به کمک آن هر دو سین ماهواره ای متعامد شدند. این کار برای تک تک سین‌های ماهواره ای (1 سین ETM و 4 سین ASTER) تکرار گردید.

در نهایت نیز محدوده مورد نظر از کل سین‌های ASTER و ETM بریده شده و عملیات موزائیک بر روی داده‌ها صورت گرفت و 2 مجموعه فایل داده‌های استر و لندست به صورت جداگانه ذخیره گردید تا مورد تصحیحات و پردازش‌های بعدی قرار گیرد.

2-4- تصحیح رادیومتری

تصحیح رادیومتری تبدیل DN ثبت شده توسط سنسور² به داده انعکاسی واقعی در سطح سرزمین³ است. طی تصحیح رادیومتری، اثر زمینه اتمسفر از داده‌های تابشی⁴ خام حذف می‌شود، طوری که تنها پدیده باقی مانده در تصویر جذب و بازتاب ناشی از براکنش انرژی الکترومغناطیسی با مواد سطح زمین باشد. خطای رادیومتری در تصویر دارای دو گروه زیر است:

- توزیع نسبی روشنایی در یک باند تصویر با داده واقع در سطح زمین متفاوت است.
- روشنایی نسبی یک پیکسل خاص از یک باند به باند دیگر در مقایسه با انعکاس طیفی منطقه متناظر در زمین دارای آشفتگی است.

1- Digital Elevation Model

2- at Sensor

3- at Surface

4- Radiance



مطالعات ماهواره‌ای

در تصحیح اتمسفری اثر جمعی انتشار اتمسفر¹ و اثر جذبی² گازها و بخار آب موجود در اتمسفر از تک تک باندها حذف می‌شود. طیف تابش بدست آمده از این مرحله در واقع حاصلضرب طیف انعکاسی در طیف نور خورشید است که با تقسیم کردن آن به طیف نور خورشید، داده‌ها به انعکاسی³ تبدیل می‌شوند. برای انجام تصحیحات فوق دو روش وجود دارد که به نام‌های تصحیح⁴ و تعدیل⁵ اتمسفری نامیده می‌شوند. در تصحیح اتمسفری با مدل سازی اتمسفر و استفاده از باندهای موجود در محدوده‌های اثر اتمسفر، اثر آن از داده‌ها حذف می‌شود، ولی در روش تعدیل، به دلیل عدم امکان مدل سازی اثر اتمسفر، با روش‌های آماری اثر آن تقریب زده شده و از داده‌ها حذف می‌شود. خروجی روش اول داده‌های انعکاسی مطلق⁶ و روش دوم داده‌های انعکاسی نسبی⁷ است.

داده‌های استر و لندست را به دلیل نداشتن باند در محدوده‌های جذب آب، تنها می‌توان به روش دوم تصحیح کرد. با انجام این تصحیح در این پروژه، داده‌های انعکاسی نسبی بدست آمد. نشت باند 4 استر به دیگر باندها نیز تصحیح شده و برای کاهش نویز داده‌ها، از فیلترهای انحراف معیار⁸ استفاده شد. در نهایت با انجام کلیه این مراحل داده‌های زیر بدست آمد:

- 6 باند انعکاسی با دقت 30 متر برای داده‌های ETM
- 6 باند انعکاسی با دقت 30 متر برای داده‌های SWIR
- 3 باند انعکاسی با دقت 15 متر برای داده‌های VNIR
- 5 باند تایشی با دقت 90 متر برای داده‌های TIR

1- Scattering
2- Absorption
3- Reflectance
4- Atmospheric Correction
5- Atmospheric Adjustment
6- Absolute Reflectance
7- Relative Reflectance
8- Standard Deviation Filters



5- پردازش داده‌ها

در مدل دگرسانی پیشنهاد شده توسط لاول و گیلبرت، دگرسانی تنها چهارچوبی است که می‌تواند تمام ویژگی‌های کانی‌سازی را تبیین کند. در این مدل 4 زون دگرسانی در اطراف نهشته تشکیل می‌شود. این دگرسانی (و هوازدگی ثانویه) جزو پارامترهای با اهمیت زیاد در بین معیارهای شناسایی و اکتشاف کانسارها بوده و به خوبی با داده‌های ماهواره‌ای استر و لندست قابل شناسایی و تفکیک هستند.

دگرسانی با مجموعه‌ای از کانی‌ها تعریف می‌شود که حضور آنها نشانگر گرا دیان مکانی در ترکیب شیمیایی محیط تشکیل کانسار است. شناسایی واحدهای دگرسانی گرمابی همان‌طور که در مقدمه نیز آمد، با استفاده از ویژگی‌های طیفی خاص یک کانی یعنی تغییرات جذبی و انعکاسی وابسته به طول موج طیف انعکاسی ممکن می‌شود. تغییرات زمین‌شناسی - طیفی به وجود آمده که مرتبط با تحولات فیزیکی و شیمیایی سنگ و حتی تغییر ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی کانی است با روش‌های دورسنجی قابل اندازه‌گیری است.

امروزه ثابت شده که کانسارهای مس پرفیری با توده‌های پلوتونیک اسیدی از گرانودیوریت تا تونالیت، کوارتز مونزونیت و دیوریت تغییر می‌کند. در این میان دیوریت و مونزونیت (کوارتز مونزونیت) سنگ میزبان‌های مهمتری هستند. سنگ‌های ماگمایی میزبان در این کانسارها معمولاً پس از چرخه‌های آتشفشانی ایجاد شده و کانی‌سازی از یک یا چند مرحله نفوذ ماگما پیروی می‌کند.

بررسی‌های انجام شده بر روی کانی‌سازی (به‌خصوص مس پرفیری) در زون ماگمایی ارومیه - دختر نشان داده که گسل‌های امتداد لغز NE-NW با زاویه کمتر از 20 درجه با شمال در صورتی که امتداد آنها قطع شود، محتمل‌ترین نقاط برای کانی‌سازی محسوب می‌شوند. لذا مطالعه ساختارهای بزرگ مقیاس در این زون برای شناسایی محل‌های با بیشترین احتمال از اهمیت زیادی برخوردار است.

5-1- نقشه‌های دگرسانی

مراحل زیر برای پردازش طیفی داده‌ها و تولید نقشه‌های گسترش و فراوانی کانی‌ها در منطقه انجام شد:

- تعیین دقیق محدوده و تعداد باندهای مورد پردازش

**مطالعات ماهواره‌ای**

- کاهش ابعاد طیفی و مکانی داده‌ها با یافتن پیکسل‌های خالص¹ در تعدادی باند محدود
 - انتخاب سرگروه‌ها، بررسی معرف بودن سرگروه‌ها و شناسایی ماهیت آنها. سرگروه‌ها پیکسل‌های خالصی² هستند که در آنها تنها یک کانی حضور دارد.
 - نقشه برداری سرگروه‌ها با الگوریتم‌های مناسب در کل تصویر. الگوریتم‌های موجود امکان استخراج موادی کوچکتر از ابعاد یک پیکسل از درون پیکسل را ممکن می‌سازد. این مهم بر اساس تئوری پیکسل‌های مرکب³ استوار است.
- در انتخاب سرگروه‌ها⁴ برای هر مجموعه طیفی، دو روش نظارت شده و نظارت نشده وجود دارد. در روش نظارت شده، کاربر ضمن آگاهی از موقعیت تعدادی پیکسل‌های شناخته شده و معرف از یک منطقه یا تبدیل طیف‌های مرجع از کتابخانه طیفی و یا از نتایج اندازه‌گیری‌های زمینی استفاده می‌کند. در روش نظارت نشده کار یافتن پیکسل‌های خالص به عنوان سرگروه به الگوریتم‌های طراحی شده برای این کار سپرده می‌شود. در پروژه حاضر از ترکیبی از این دو روش استفاده شد. پردازش طیفی داده‌های لندست در ابتدا صورت گرفت تا ضمن آگاهی از محل‌های احتمالی دگرسانی، تمرکز بیشتری بر روی آنها در مرحله دوم، یعنی پردازش داده‌های استر صورت بگیرد.
- تعداد بیشتر باندهای مادون قرمز نزدیک در داده‌های Aster موجب شده تا بتوان انواع کانی‌های رسی و کربنات‌های مرتبط با فرآیندهای گرمایی/رسوبی و کانی‌سازی را از هم تفکیک کرد و با استفاده از داده‌های حرارتی (TIR) آن، کانی‌های سیلیکاته از جمله سیلیس و دگرسانی سیلیسی را نقشه برداری کرد. این داده‌ها در نقشه برداری هاله‌های نسبتاً وسیع دگرسانی تعریف کننده کانسارهای مس پرفیری ایده آل هستند.
- هاله‌های دگرسانی که با داده‌های Aster در پروژه حاضر برای برگه دهج نقشه برداری شدند شامل: دگرسانی آرژیلیکی، دگرسانی سریسیتی، دگرسانی پروپلیتیک و محتوی سیلیس یا دگرسانی سیلیسی است.

1- Pure Pixel

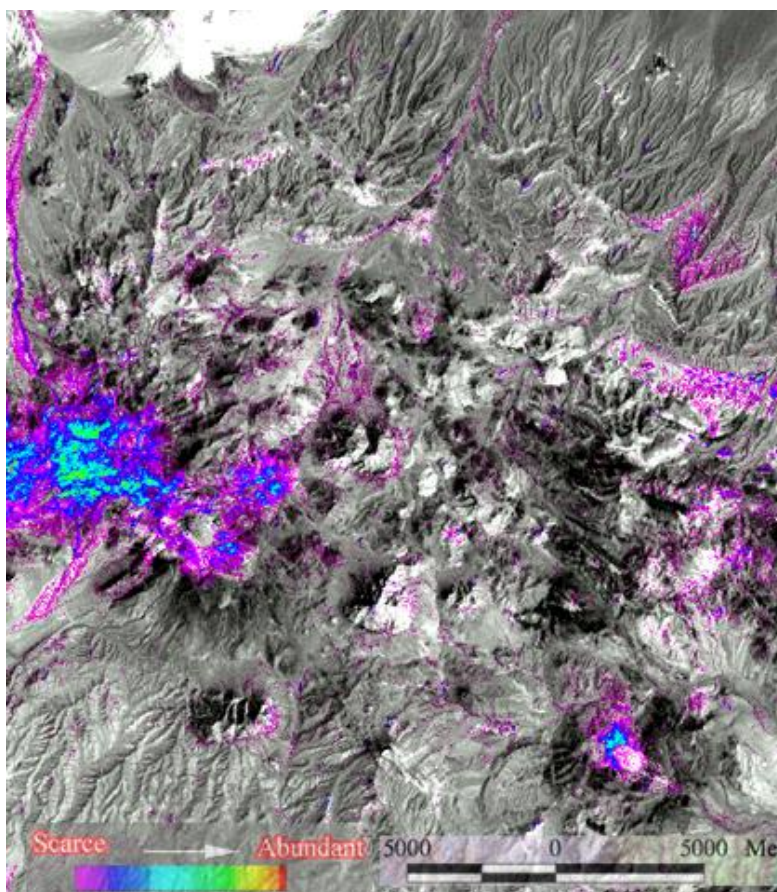
2- Pure Pixels

3- Mixed Pixels

4- Endmember

5-1-1- نقشه برداری کلی کانی‌های رسی

کانی‌های دارای OH شامل کانی‌های کائولینیت، مونت‌موریلونیت، ایلیت، آلونیت، و ... هستند ولی به دلیل ویژگی‌های یکسان طیفی این کانی‌ها در باند ETM5, ETM7 نمی‌توان آنها را از هم تفکیک کرد و تنها می‌توان حضور احتمالی همه یا برخی از آنها را در سطح مشخص کرد. برای نقشه برداری کانی‌های رسی دارای هیدروکسیل از روش نسبت باندهای¹، روش کروستا² مبتنی بر تحلیل مولفه اصلی و جدایش خطی طیف‌ها³ و دیگر تکنیک‌ها می‌توان استفاده کرد که روش اخیر بیشتر مد نظر قرار گرفت و در نتیجه بخش‌های دگرسان وسیعی مطابق شکل 5 نقشه برداری شد.



شکل 5: توزیع و فراوانی نسبی کانی‌های حاوی هیدروکسیل در برگه دهج بر روی تصویر آلبدو

- 1- Band Ratio
- 2- Crosta Method
- 3- Linear Spectral Unmixing



5-1-2- کانی‌های اکسیده آهن

شناسایی اکسیدهای آهن شامل گوتیت، هماتیت و ژاروسیت از این رو اهمیت دارد که محصول مستقیم هوازدگی کانی‌های اولیه‌ای چون کالکوپیریت، پیریت، کالکوسیت و منتیت هستند. محلول‌های گرمابی موجب فروپاشی مگنتیت و تبدیل آن به هماتیت می‌شوند و کلاهای آهنی را شکل می‌دهند. همچنین پیریت‌های همراه کانی‌سازی در اثر تاثیر آب‌های جوی و فرآیند شستشوی اسیدی و در دمای پایین به گوتیت و لیمونیت، ژاروسیت و هماتیت تبدیل می‌شوند. حضور این کانی‌ها می‌تواند تفاسیر زیر را در پی داشته باشد:

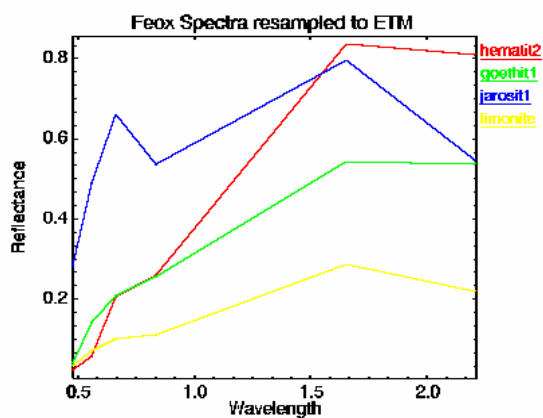
- حضور کلاهای ژاروسیتی نشانه محتوی سولفید بالا و فراوانی پیریت در سطح است.
- حضور کلاهای گوتیتی نشانه محتوی سولفید کم و میزان کالکوپیریت بیشتر از پیریت
- حضور کلاهای هماتیتی نشانه حضور بیشتر کالکوسیت از پیریت و یا اکسید شدن ثانویه زون غنی شده است.

این کانی‌ها می‌توانند به آسانی در شرایط سطحی شکل گرفته و مساحت زیادی را پوشش دهند و بنابراین کلید اکتشافی مناسبی برای یافتن محدوده‌های کانه دار مس و مناطق متاثر از محلول‌های گرمابی هستند. جذب این کانی‌ها در محدوده مرئی و نزدیک مرئی است (شکل 6) و بسیاری از سنجنده‌ها می‌توانند آنها را ثبت و شناسایی کنند.

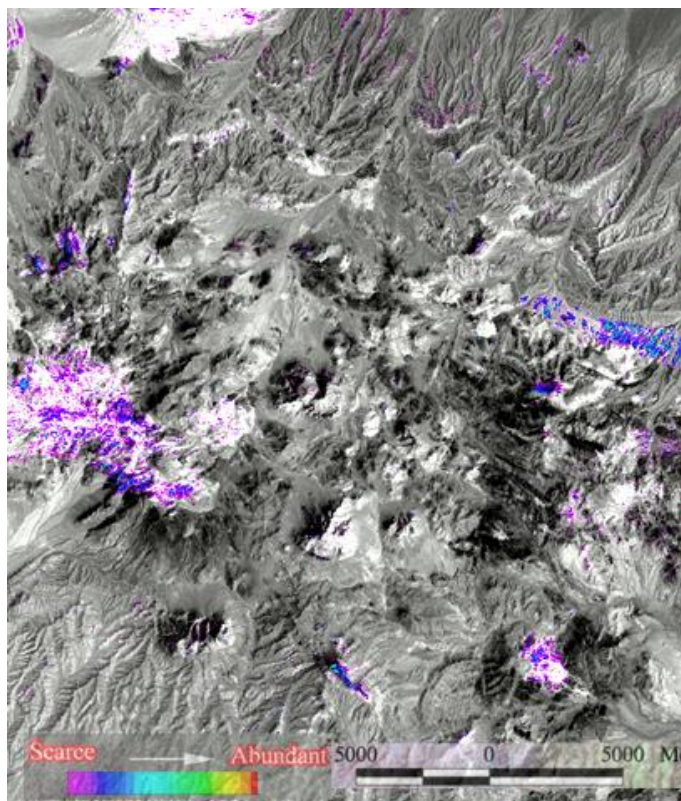
داده‌های لندست به دلیل تعدد باند در محدوده مرئی به خوبی می‌توانند اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن را شناسایی و از هم تفکیک کنند (شکل 6). با بررسی تصویر، پیکسل‌های معرف هماتیت، گوتیت، لیمونیت و ژاروسیت در تصویر انتخاب شد، ولی چون این داده‌ها قادر به تمایز گوتیت از لیمونیت نیستند، در یک گروه بنام هیدروکسیدهای آهن نقشه برداری شدند. فراوانی و توزیع نسبی هماتیت در شکل 7 و سایر کانی‌های آهن دار به همراه آنومالی کانی‌های رسی در شکل 8 آمده است.



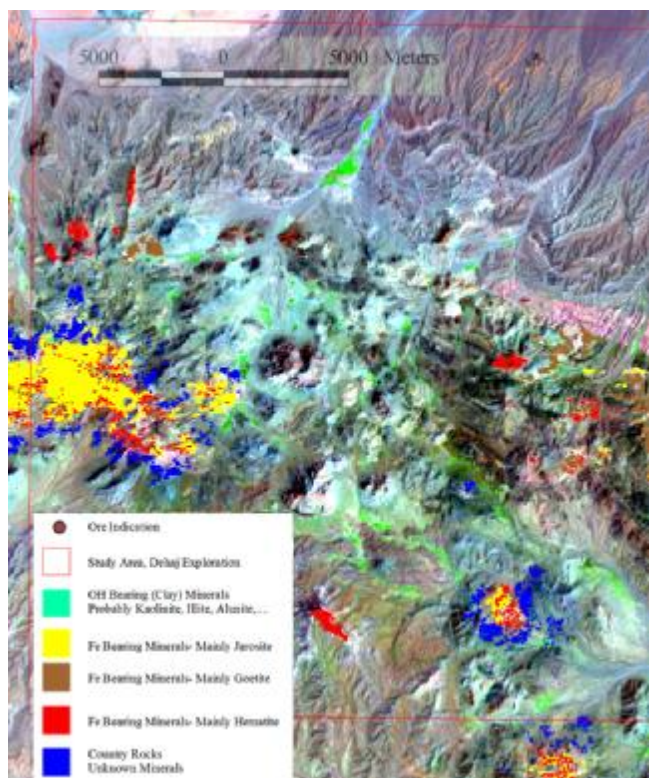
مطالعات ماهواره‌ای



شکل 6: نمودار انعکاسی کانی‌های اکسید آهن در محدوده مرئی تا مادون قرمز کوتاه، تبدیل شده به پاسخ سنجنده ETM

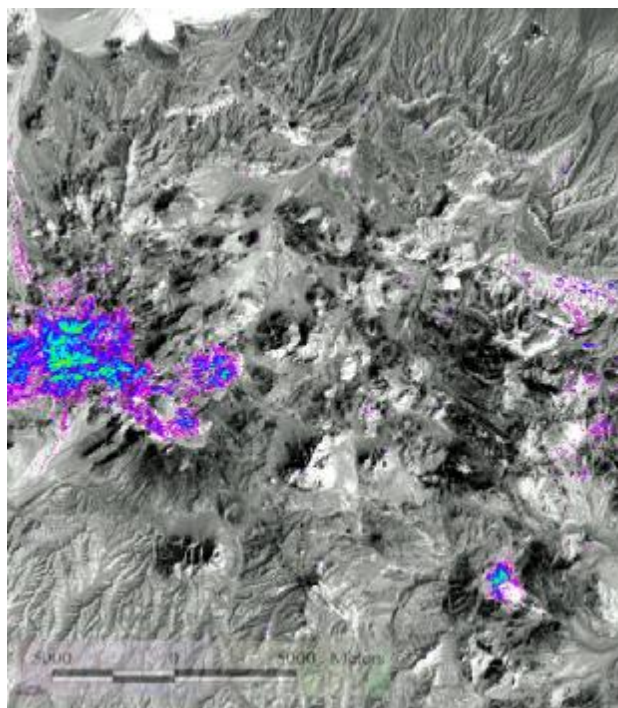


شکل 7: توزیع و فراوانی نسبی کانی هماتیت و/یا گوتیت (اکسیدهای آهن) در برکه دهج



شکل 8: کانی‌های استخراج شده در برگه دهج با پردازش طیفی داده‌های ETM

همان‌طور که در شکل 7 دیده می‌شود، محدوده‌های با فراوانی حداکثر هماتیت و/یا گوتیت با مخروط‌های آتشفشانی و سنگ‌های ولکانیکی غنی از آهن مثل بازالت در انطباق بالا است. در نواحی کانی‌سازی مثل میدوک، زون‌های آهن‌دار بر روی زون پروپلیتی در حاشیه کانی‌سازی شناسایی شده‌اند. به نظر می‌رسد که در واقع کانی‌نقشه برداری شده ترکیبات کلریتی آهن‌دار و یا کانی‌های آهن‌دار زون پروپلیتی باشند و بنابراین نمی‌توان آن را مرتبط با پدیده‌های سوپرژن دانست.



شکل 9: توزیع و فراوانی نسبی کانی ژاروسیت در برگه دهج بر روی تصویر آلبو

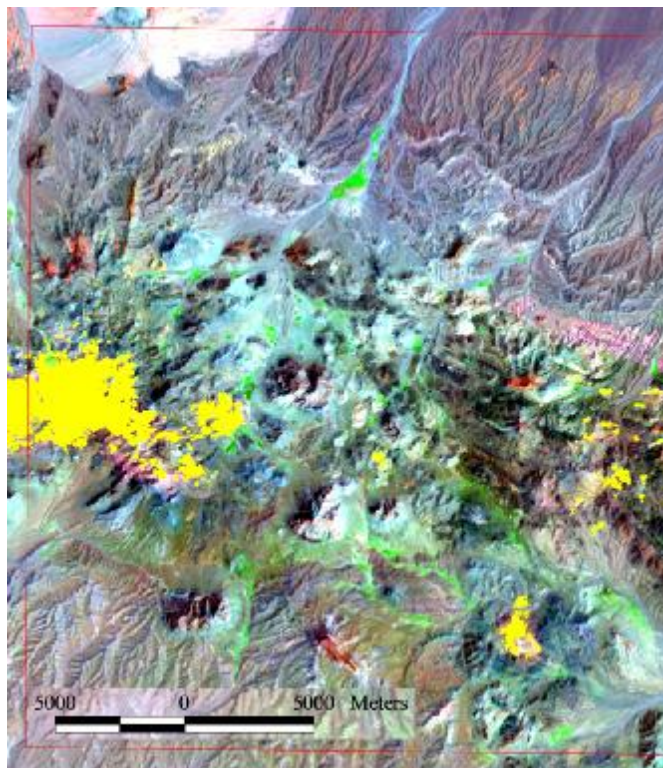
از سوی دیگر، پیکسل‌هایی که در تصاویر لندست، دارای جذب شدید در باند 4 بودند، معرف کانی ژاروسیت قلمداد شدند. نقشه برداری این پیکسل‌ها، باعث بارز شدن مجدد زون‌های هیدروکسیل شد (شکل 9). علت این امر می‌تواند ژاروسیتی شدن پیریت‌ها در زون سرسیتی اولیه باشد. بخش‌های ژاروسیتی شده اثر جذب کانی‌های رسی را در طیف خود نشان می‌دهند، بنابراین ژاروسیتی شدن در متن زون‌های سرسیتی و بعضاً آرژیلیتی گسترده شده و پیکسل‌های مرکب ژاروسیت-هیدروکسیل را ساخته است.

3-1-5- دگرسانی آرژیلیک

دگرسانی آرژیلیکی با حضور کانی‌های گروه کائولینیت (کائولینیت، هالوسیت و دیکیت) و در بخش‌هایی دگرسانی آرژیلیک پیشرفته با کانی‌های آلونیت و پیروفیلیت مشخص می‌شود. این دگرسانی وسیع‌ترین و گسترده‌ترین نوع دگرسانی است، طوری که حتی بخش‌های پروپیلیتی را نیز تحت تاثیر قرار داده است. گسترش این دگرسانی در شکل 10 نشان داده شده است. لازم به ذکر است که مرز مشخصی بین این دگرسانی و نوع کوارتز-



سریسیت نمی توان قائل شد. همچنین بخش هایی در شمال غرب دچار دگرسانی آرژیلیکی پیشرفته شده که در بخش های بعدی بدان اشاره خواهد شد.



شکل 10: توزیع دگرسانی آرژیلیک در برگه دهج بر روی تصویر رنگی منطقه

4-1-5- دگرسانی سریسیتی

دگرسانی کوارتز - سریسیتی یا فیلیک با کانی های ایلیت، موسکویت، مقادیر کمتر اسمکتیت، کلریت و کائولینیت +/- کوارتز مشخص می شود.

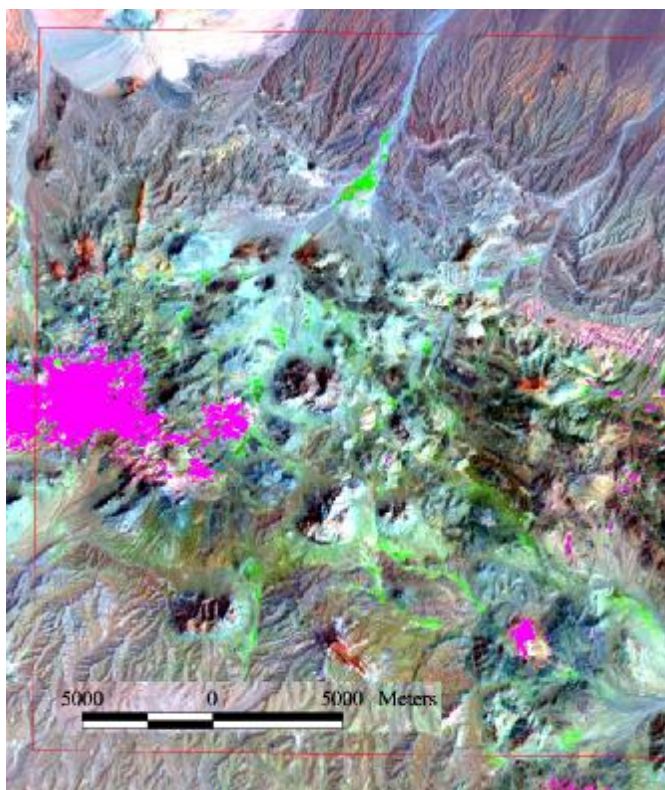
سریسیتی شدن معمولاً در فاز آخر کانی زایی تشکیل می شود و با تولید مقادیر زیادی کوارتز همراه است. با اسیدی تر شدن محلول، سریسیت های تولیدی جای خود را به کائولن می دهند و در صورتی که این فرآیند ادامه یابد، شستشوی شدید سنگ منجر به تولید کانی هایی چون آلونیت و پیروفیلیت می شود. حضور آهن در محلول اولیه موجب واکنش گوگرد با آن و تشکیل پیریت می شود. پیریت های این زون در صورتی که در اثر آب های سطحی و



مطالعات ماهواره‌ای

فرآیندهای سوپرژن اکسید شوند، یک لایه ژاروسیتی بر روی کانسار تشکیل می‌دهند. بررسی‌ها نشان داد که بر روی عمده استوک‌های پرفیری منطقه این اتفاق افتاده است.

دگرسانی سریسیتی در منطقه با دگرسانی آرژیلیتی برهم‌نوشت¹ شده است (شکل 11) و به صورت توامان با هم یافت می‌شوند. کانی کوارتز به وفور در این زون یافت می‌شود و لذا واژه کوارتز - سریسیت مفهوم دقیق‌تری از این زون می‌دهد. در کنار کانی ایلیت و موسکویت (سریسیت) و کوارتز، دو کانی آلونیت و ژاروسیت نیز فراوان یافت می‌شود.



شکل 11: توزیع و فراوانی دگرسانی سریسیتی در برکه دهج بر روی تصویر رنگی منطقه

5-1-5- دگرسانی پروپیلیتیک

دگرسانی پروپیلیتیک با کانی‌های کلریت و اپیدوت + / - کلسیت به همراه مقادیر کمتری مونت‌موریلونیت، ایلیت و اکسیدهای آهن مشخص می‌شود.

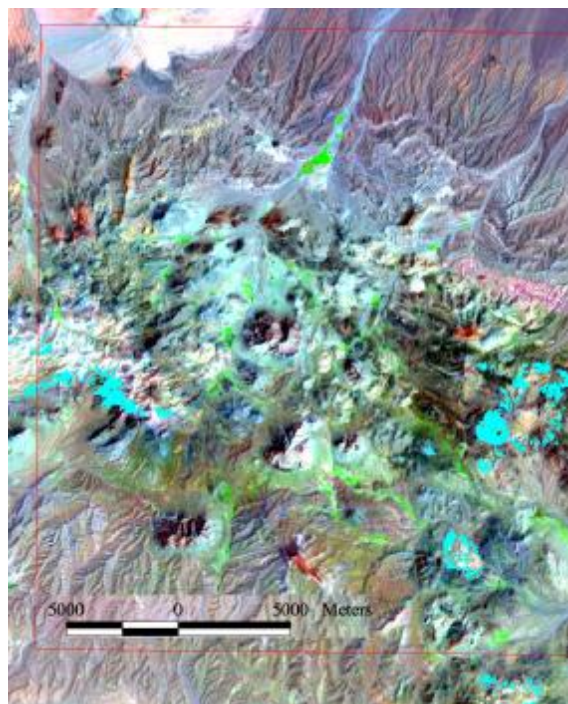
¹ - Overprint



مطالعات ماهواره‌ای

دگرسانی پروپلیتی اولین دگرسانی تشکیل شده پیرامون کانسار در وسعت زیاد است و حضور آن شرط اصلی برای پرفیری بودن یک سیستم محسوب می شود. زون دگرسان اولیه در ادامه با دگرسانی های کوارتز - پتاسیک، آرژلیک و سربیسیت جایگزین می شود، لذا تنها بخش های حاشیه ای آن باقی می ماند و به صورت غلاف بزرگی که نشانگر محدوده فعالیت محلول های گرمایی بوده، کانی سازی را فرا می گیرد. گاهی فرآیندهای ثانویه ناشی از عملکرد آب های جوی، کانی های زون پروپیلیتی را به کاتولینیت تبدیل می کنند و لذا از پیوستگی و وسعت زون پروپیلیتی یا کانی های کلریت و اپیدوت می کاهند.

مطابق شکل 12، بیش از شش غلاف پریپیلیتی بر اساس شواهد طیفی شناسایی و بر روی نقشه نشان داده شده است. وجود سیستم پرفیری برای 4 مورد از این غلاف ها محرض به نظر می رسد و برای 2 مورد دیگر ابهاماتی وجود دارد که باید با بررسی بیشتر رفع شود.



شکل 12: توزیع دگرسانی پروپیلیتی در برگه دهج بر روی تصویر رنگی منطقه

**مطالعات ماهواره‌ای****5-1-6- دگرسانی سیلیسی**

دگرسانی سیلیسی یا محتوی سیلیس سنگ با کانی‌های کوارتز، کلسدونی و اپال مشخص می‌شود. این کانی‌ها دارای جذب‌های شاخص در محدوده حرارتی هستند.

اثبات حضور و نقشه برداری دگرسانی سیلیسی در بسیاری از سیستم‌های گرمایی اهمیت دارد. در سیستم‌های مس‌پرفیری سیلیسی شدن به سه شکل با کانی‌سازی و دگرسانی‌های دیگر ارتباط پیدا می‌کند:

- سیلیس‌های همراه دگرسانی پتاسیک
 - سیلیس‌های همراه دگرسانی سربیسیت
 - سیلیس‌های معرف کلاهدک سیلیسی به همراه منیتیت و اکسیدهای آهن (کوارتز - استوک ورک¹)
- در بسیاری موارد کانی‌سازی ارتباط نزدیکی با سیلیسی شدن دارد، لذا شناسایی آن بر روی سیستم‌های پرفیری اهمیت زیادی دارد. خوشبختانه به دلیل وجود 5 باند حرارتی در داده‌های استر، این سیلیس‌ها را می‌توان با وضوح مکانی 90 متر نقشه برداری کرد. با این وضوح هرچند رگچه‌های با ابعاد کم را نمی‌توان شناسایی کرد، ولی به طور کلی از تمرکز سیلیس در یک حجم بزرگ می‌توان خبر داد، به همین دلیل گاهی به آن محتوی سیلیس سنگ نیز می‌گویند.

در ناحیه دهج طبق نقشه تولید شده (شکل 13) سیلیس به وفور یافت می‌شود. این سیلیس‌ها به دو گروه سیلیس‌های مرتبط با دگرسانی و کانی‌سازی و سیلیس‌های موجود در متن سنگ قابل تقسیم هستند. مبنای تقسیم بندی نیز همراهی / عدم همراهی با سایر انواع دگرسانی است.

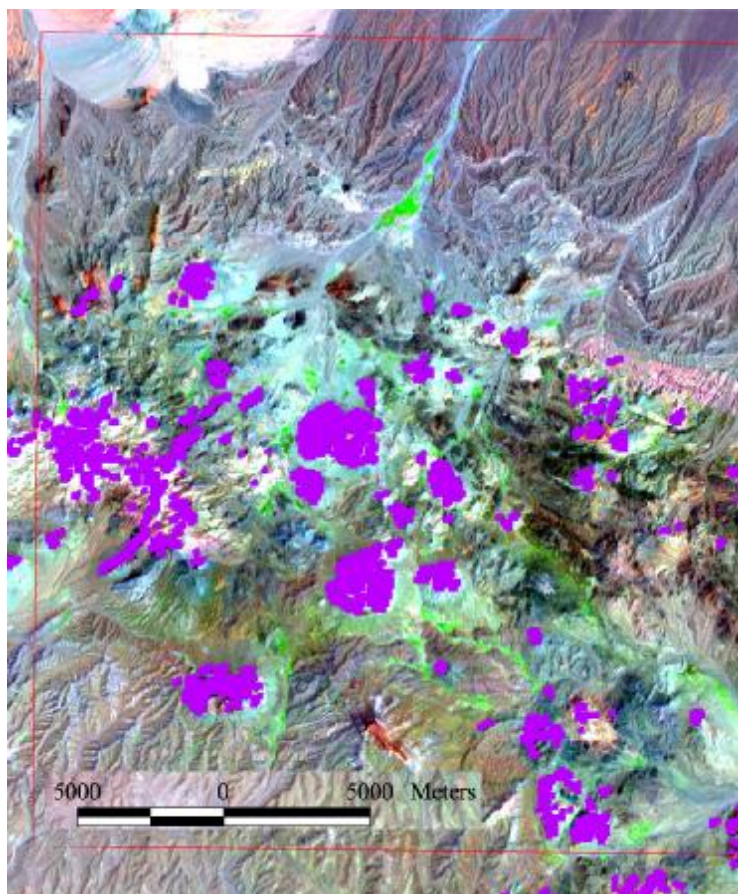
5-1-7- نواحی مهم دگرسانی

با توجه به پردازش‌های انجام شده چند آنومالی طیفی مهم بر روی تصاویر استر و لندست در منطقه شناسایی شد که در شکل 20 به ترتیب اهمیت شماره گذاری شده‌اند. در شکل‌های 14 تا 16 برخی از مهمترین آنها با تفصیل بیشتری مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

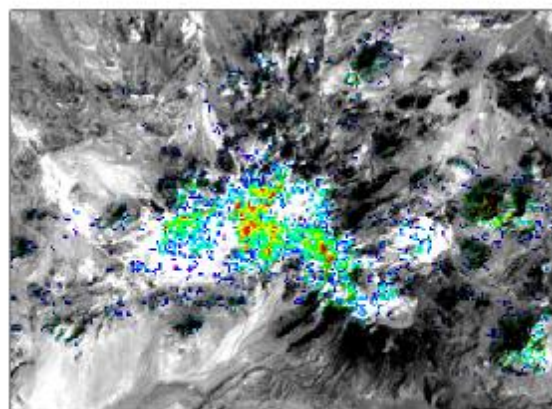
¹ - Quartz- Stock working



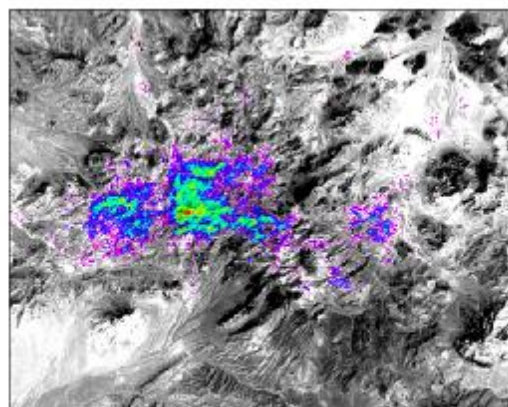
مطالعات ماهواره‌ای



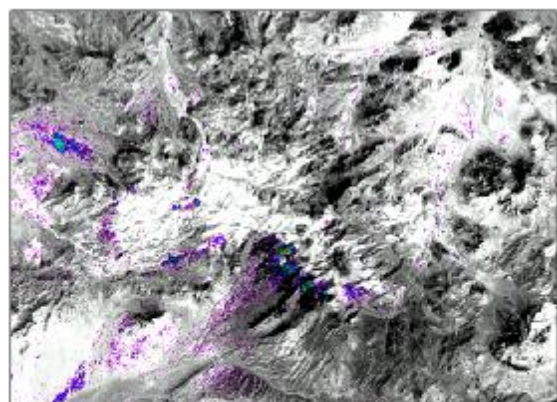
شکل 13: توزیع و فراوانی دگرسانی سیلیسی در برکه دهج بر روی تصویر رنگی منطقه



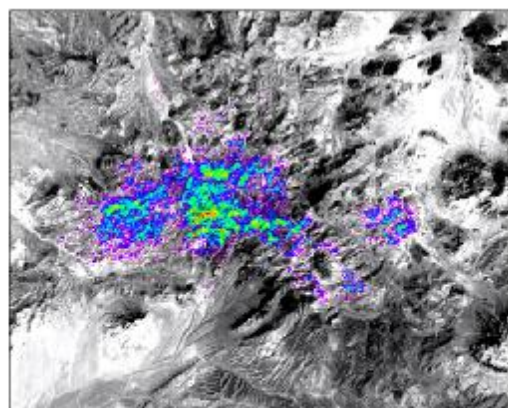
Silica



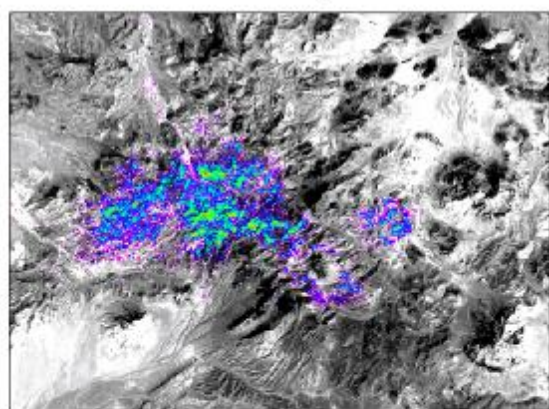
Alunite



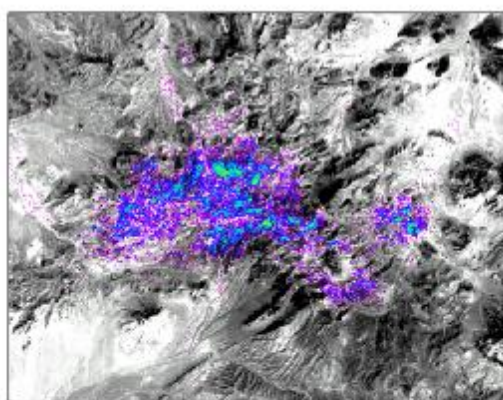
Chlorite- Epidote



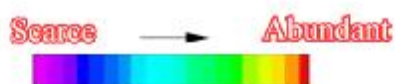
Kaolinite



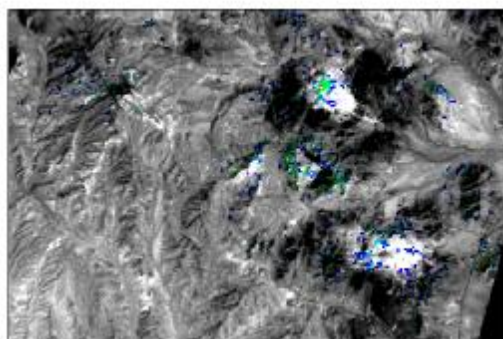
Sericite



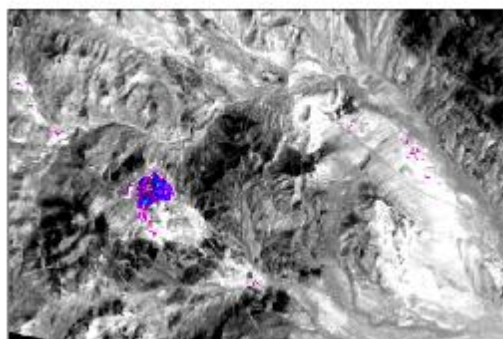
Jarosite



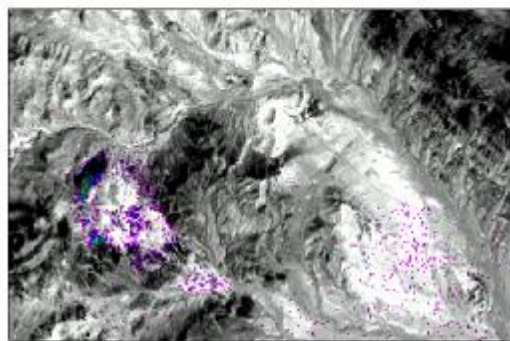
شکل 14: توزیع و فراوانی نسبی سیلیس، آلونیت، کلریت و اپیدوت، کائولینیت، سریسیت (ایلیت) و ژاروسیت در آنومالی شماره 1 (A1) معرف یک استوک بزرگ پرفیری در بخش غربی منطقه بر روی تصویر آلبو



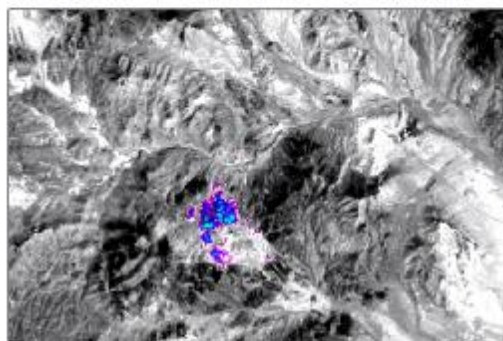
Silica



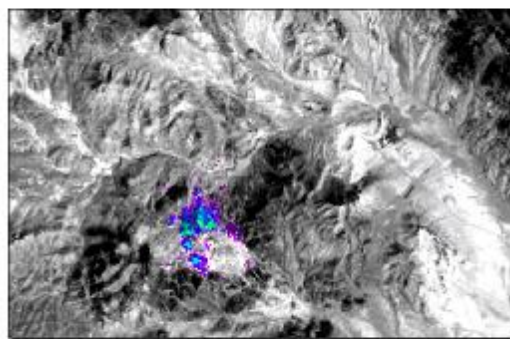
Alunite



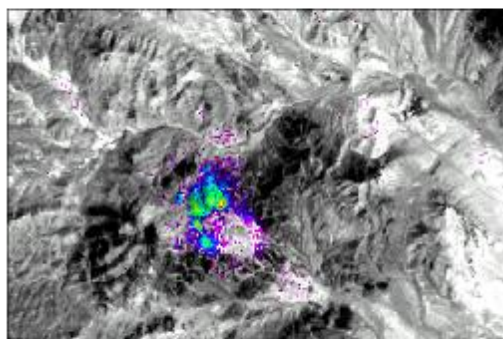
Chlorite- Epidote



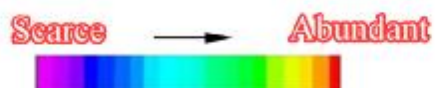
Kaolinite



Sericite



Jarosite



شکل 15: توزیع و فراوانی نسبی سیلیس، آلونیت، کلریت و اپیدوت، کائولینیت، سریسیت (ایلیت) و ژاروسیت در آنومالی شماره 2 (A2) معرف یک استوک پرفیری کوچکتر در بخش مرکزی منطقه بر روی تصویر آلبو



2-5- شناسایی ساختارها

1-2-5- شناسایی خطواره‌ها

خطواره هر نوع به خط شدگی تن، رنگ، بافت، شبکه آبراهه‌ها و غیره در تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. اهمیت خطواره‌ها و شکستگی‌ها در بخش اول به اختصار بحث شد. به دلیل تنوع واحدها و نیز گسترش واحدهای آذرآواری دارای لایه بندی در بخش‌های شمال و شرقی به خوبی می‌توان اثر خطواره‌ها و در بسیاری مواقع گسل‌ها را دنبال کرد. بررسی‌ها نشان داد ولکانیسم و دگرسانی توسط خطواره‌ها شدیداً کنترل می‌شود، به طوری که مرز گسترش بسیاری از دگرسانی‌ها توسط گسل‌ها و خطواره‌ها تعریف می‌شود. توده‌های نفوذی و ولکانیسم‌ها نیز عموماً در امتداد این خطواره‌ها و محل تقاطع ساختارهای بزرگ ایجاد شده‌اند. از میان ساختارهای موجود دو گروه N40E و N20W بیشتر از همه در کنترل کانی‌سازی موثر بوده‌اند (شکل 16). برخی از خطواره‌های نقشه برداری شده با توجه به داده‌های مغناطیس‌هوایی ناحیه تفسیر شده‌اند (خط چین در شکل 16). روند عمومی این خطواره‌ها N50W است و آثار آنها در سطح به سختی قابل پی‌گیری است که شاید علت قدیمی بودن آنها نسبت به ولکانیسم منطقه است. به عبارت دیگر پس از جایگیری توده‌های ماگمایی فعالیت آنها متوقف شده است. تحلیل این گسل‌ها در سیستم برشی ریدل، جهت تنش‌های اصلی در منطقه را شمال شرق - جنوب غرب یعنی در امتداد فرورانش صفحه عربستان به زیر صفحه ایران مرکزی (لوت) نشان می‌دهد (شکل 17).

2-2-5- شناسایی گسل‌ها

شناسایی گسل‌ها با روش‌های چندی ممکن است. یکی از روش‌های ساده و موثر استفاده از یک ترکیب رنگی مناسب است. واحد‌های دارای جابجایی افقی و ناشی از گسل‌های امتداد لغز، اثر برخی گسل‌های عمودی در حذف ناگهانی یک لایه و برخی راندگی‌های بسیار بارز را می‌توان از روی این تصویر شناسایی و نقشه برداری کرد. می‌توان از فیلترهای تیز¹ کننده لبه، نقشه سایه زده شده توپوگرافی² با آزمون‌های مختلف، تصویر خاکستری بدست آمده از آنالیز مولفه اصلی و ترکیبات رنگی بارز کننده خطواره‌ها استفاده کرد. در این حالت احتمال شناسایی یک شکستگی به عنوان گسل کمتر است و خطواره فرض کردن این عوارض صحیح‌تر است. یکی دیگر از

1- Sharp

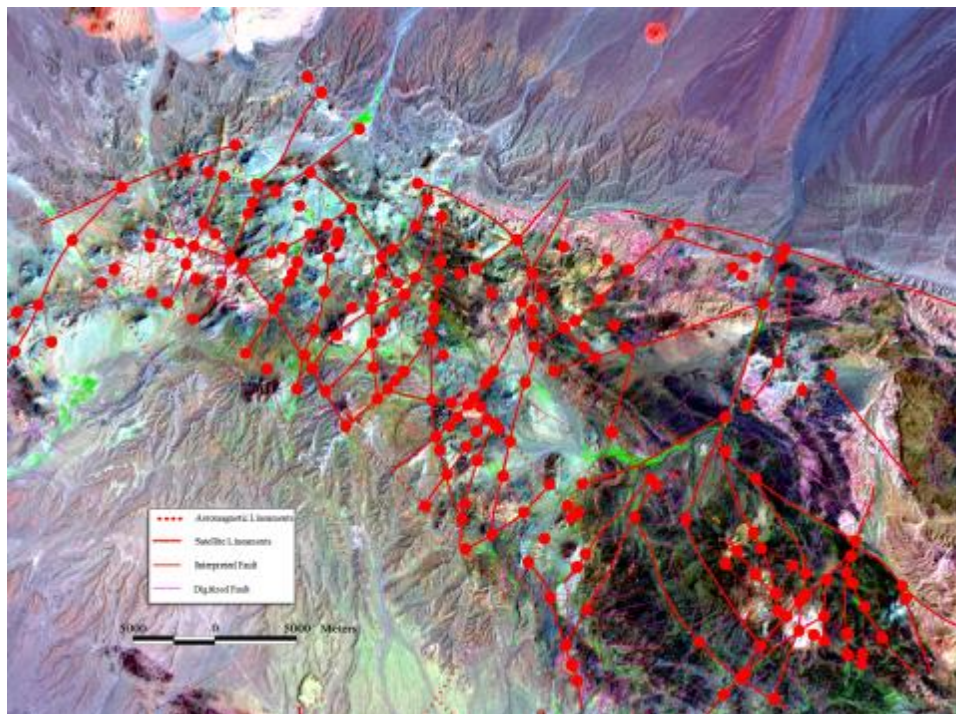
2- Shaded Relief



مطالعات ماهواره‌ای

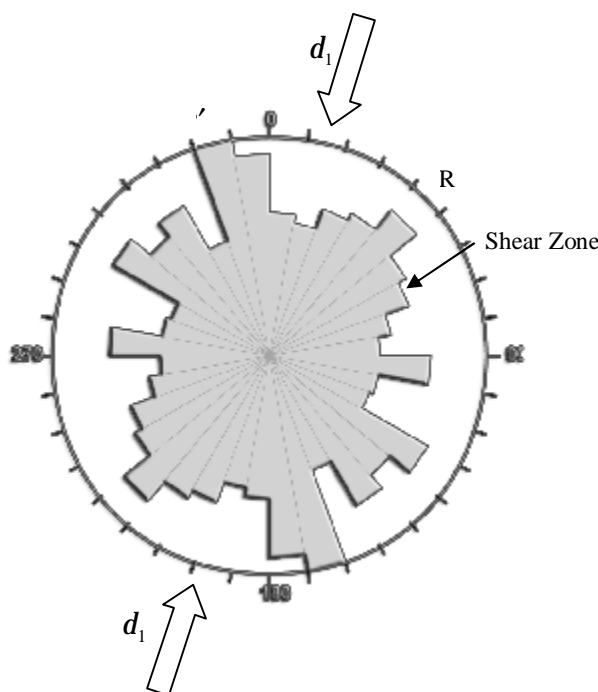
تکنیک‌هایی که به خوبی قادر است بین گسل و به خط شدگی آبراهه‌ها، تفاوت تن و بافت تصویر، پوشش گیاهی و بخصوص اثرات توپوگرافی تمایز قائل شود، سه بعدی سازی تصویر مورد بررسی با داده‌های رقومی ارتفاعی است. این حالت دیدی مشابه حالت استریوپی در عکس‌های هوایی به مفسر می‌دهد و امکان اصلاح نقشه‌های تهیه شده دوبعدی را فراهم می‌کند.

به دلیل نیاز به دید ناحیه‌ای و وسیع‌تر برای این کار هر دو برگه به صورت توامان مورد تحلیل قرار گرفته و گسل‌های موجود در نقشه‌های 1:100000 زمین‌شناسی جوزم و دهج رقومی شده و موقعیت آنها که عموماً با جابجایی همراه بودند، اصلاح شد. آنگاه با توجه به روش‌های مورد بحث، گسل‌های جامانده در نقشه‌های زمین‌شناسی شناسایی شده و به نقشه درآمدند. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، گسل‌ها و شکستگی‌های زیادی در عکس - نقشه منطقه قابل ردگیری هستند که به سادگی در نقشه‌های بر پایه عکس‌های هوایی قابل تشخیص نیستند.



شکل 16: موقعیت خطواره‌ها و شکستگی‌های تفسیر شده با داده‌های ماهواره‌ای - ژئوفیزیک هوایی در منطقه دهج، نقاط قرمز محل ناپیوستگی‌های گسل‌های امتداد لغز را نشان می‌دهد.

مجموعه این روش ها موجب شناسایی مجموعه ای از شکستگی ها و گسل ها در منطقه مورد مطالعه شد (شکل 16). گسل ها و ساختارهای شناسایی شده آنگاه در محیط GIS رقومی شده و به صورت لایه ای برداری ذخیره شدند. آزیموت و طول گسل ها نیز محاسبه و در فیله‌های جداگانه ای ذخیره شد. از این داده ها جهت تهیه رزیدیاگرام توزیع گسل های منطقه مطابق شکل 17 استفاده شد.



شکل 17: رزیدیاگرام مربوط به گسل ها و خطواره های تفسیر شده در منطقه به همراه جهت تنش های اصلی

در یک محیط فشاری، مهمترین انواع گسل های تشکیلی، گسل های امتداد لغز است. اثبات شده که در صورتی که یک گسل امتداد لغز با ناپیوستگی¹ همراه باشد، محل این ناپیوستگی ها، محتمل ترین نقاط برای صعود توده های ماگمایی کم عمق و تشکیل کانی سازی مس پرفیری است.

با توجه به رژیم تکتونیکی حاکم بر این منطقه و زون ارومیه - دختر (شکل 18) نقاط تقاطع دو سیستم اصلی R و R' در صورتی که با یک ناپیوستگی همراه باشند، احتمال حضور کانی سازی بیشتر می شود. البته لازم به ذکر است که نسبت دادن کانی سازی به یک روند گسله، همان قدر مشکل است که نسبت دادن کانی سازی به یک

¹ - Discontinuity

**مطالعات ماهواره‌ای**

تیپ سنگ شناسی خاص. ولی چیزی که محرز است در یک سیستم فشاری کانی سازی و ماگماتیسم به طور کلی با گسل ها کنترل می شوند. در ناحیه مطالعاتی مجموعه گسل های زیر دیده می شوند:

- گسل های موازی با روند عمومی زون ارومیه - دختر: این گسل ها عمدتاً عمقی بوده و در سطح به راحتی قابل شناسایی نیستند. برای شناسایی آنها از داده های مغناطیس هوایی استفاده شد و مشاهده شد که روند عمومی آنها N50W است.

- گسل های شمالی - جنوبی: مرتبط با پی سنگ قدیمی ایران هستند و معمولاً از شمال و شمال شرق امتداد یافته و به این زون ختم می شوند. طول آنها چندصد کیلومتر است. نقش احتمالی این گسل ها در کانی سازی، بر اثر فعال شدن مجدد ناشی از تنش های وارده بر آنها است.

- گسل های مزدوج N10-20W و N40E: این گسل ها به نظر می رسد نقش اصلی را در کانی سازی داشته اند، بخصوص در حالتی که با گسل های سری اول یعنی N50W همدیگر را قطع کرده اند، به دلیل ایجاد زون کششی، موجبات صعود ماگما را فراهم کرده اند و در شرایط مساعد زمین شناسی، کانی سازی از خود به جا گذاشته اند.

- سایر گسل ها (شکل 18)، گسل های فرعی ناشی از سیستم های اصلی R, P و R' هستند. زاویه بین R و R' در حالت تئوریک 60 درجه است، ولی در صورتی که تنش بر محیط گسل خورده همچنان وارد شود، گسل های R' ممکن است چرخیده و زاویه بیشتری نسبت به امتداد گسلش اصلی پیدا کند که در منطقه دهج با توجه به رزدپاگرام تهیه شده، این اختلاف زاویه به 10 درجه می رسد.

3-5- تفکیک لیتولوژی

با توجه به محیط تکتونیکی فرورانش حاکم بر تشکیل کانی سازی های مس پرفیری و همراهی با توده های پلوتونیک اسیدی و نیز ملاحظات محلی راجع به کانی سازی در زون ارومیه - دختر، واحدهای زیر به عنوان سنگ های مهم و موثر در کانی سازی، چه از نظر سنگ میزبان و چه از نظر توده های نفوذی تامین کننده حرارت، سیال و یا فلز برای کانی سازی با توجه به نقشه های زمین شناسی انتخاب شدند:

- دیوریت - دیوریت پرفیری

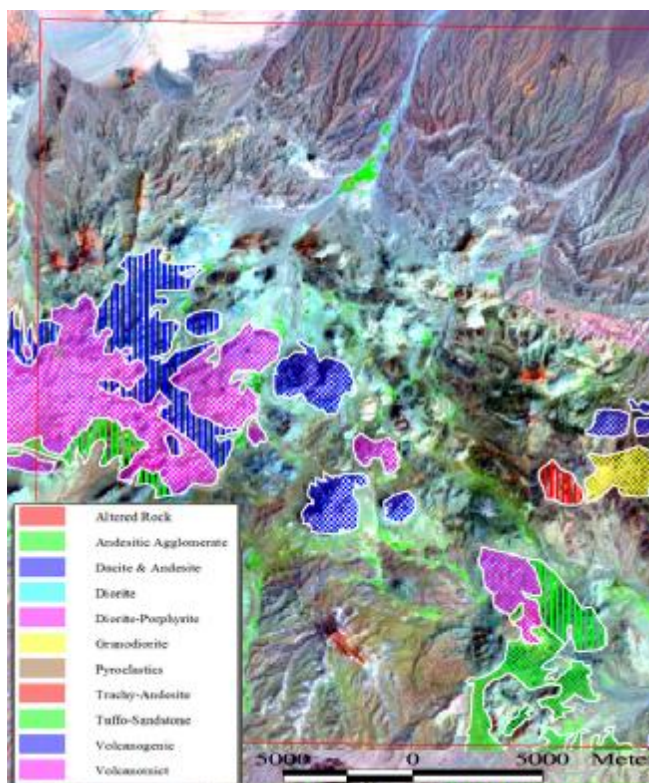
**مطالعات ماهواره‌ای**

- گرانودیوریت
- آندزیت و داسیت
- گدازه‌های آندزیتی
- تراکی آندزیت
- چند واحد آذرآواری، توف و ..

واحدهای انتخاب شده مربوط به اواخر ائوسن به بعد هستند و عمدتاً ولکانیک‌ها و توده‌هایی را شامل می‌شود که در اثر فرورانش بر روی کمان ماگمایی ایجاد شده‌اند. برای تعیین مرز این واحدها، نقشه زمین‌شناسی 1:100000 دهج مورد استفاده قرار گرفت. نقشه‌های تهیه شده در این منطقه توسط زمین‌شناسان یوگسلاو از دقت زمین‌شناختی مثال‌زدنی و بالایی برخوردارند و می‌توان آنها را مبنای قضاوت درباره لیتولوژی‌های مناسب و مرتبط با کانی‌سازی قرار داد. هرچند این نقشه‌ها دارای جابجایی تا حد 400 متر هستند که ناشی از ذات پرخطای عکس‌های هوایی و توپوگرافی نسبتاً شدید در منطقه است.

برای رقومی کردن مرز واحدهای انتخاب شده از تصاویر ماهواره‌ای متعامد (اورتو) شده استفاده شد. از آنجایی که هر دو داده استر و لندست در این ناحیه مهیا بوده و هر دو نیز به دقت تصحیحی شده بودند، این امکان فراهم شد تا داده‌های با کیفیت طیفی بالای لندست با داده‌های با کیفیت بالای مکانی استر با هم ترکیب شده و تصویری با ویژگی هر دو بدست آید. مقایسه تصویر بدست آمده با دیگر داده‌ها نشان از کیفیت بهتر طیفی و مکانی تصویر مرکب دارد. به این ترتیب داده ترکیبی تولید شده مبنای شناسایی و تدقیق واحدهای مستعد در کانی‌سازی قرار گرفت.

مرز واحدهای مورد نظر در کانی‌سازی پس از رقومی‌سازی به پلی‌گون تبدیل شده و برای هر کدام از آنها یک فیلد تعریف شد تا اطلاعات مربوط به آن واحد در آن ذخیره شود (شکل 18). لازم به یادآوری است که کلیه نقشه‌های آمده در این گزارش به صورت تفصیلی و کارتوگرافی شده در لوح فشرده پیوست گزارش آورده شده است. مقایسه نقشه واحدهای انتخابی با الگوهای گسترش دگرسانی و ساختاری در منطقه نشان می‌دهد که بسیاری از واحدهای انتخابی شدیداً گسل‌خورده بوده و بعضاً دچار دگرسانی شدید شده‌اند.

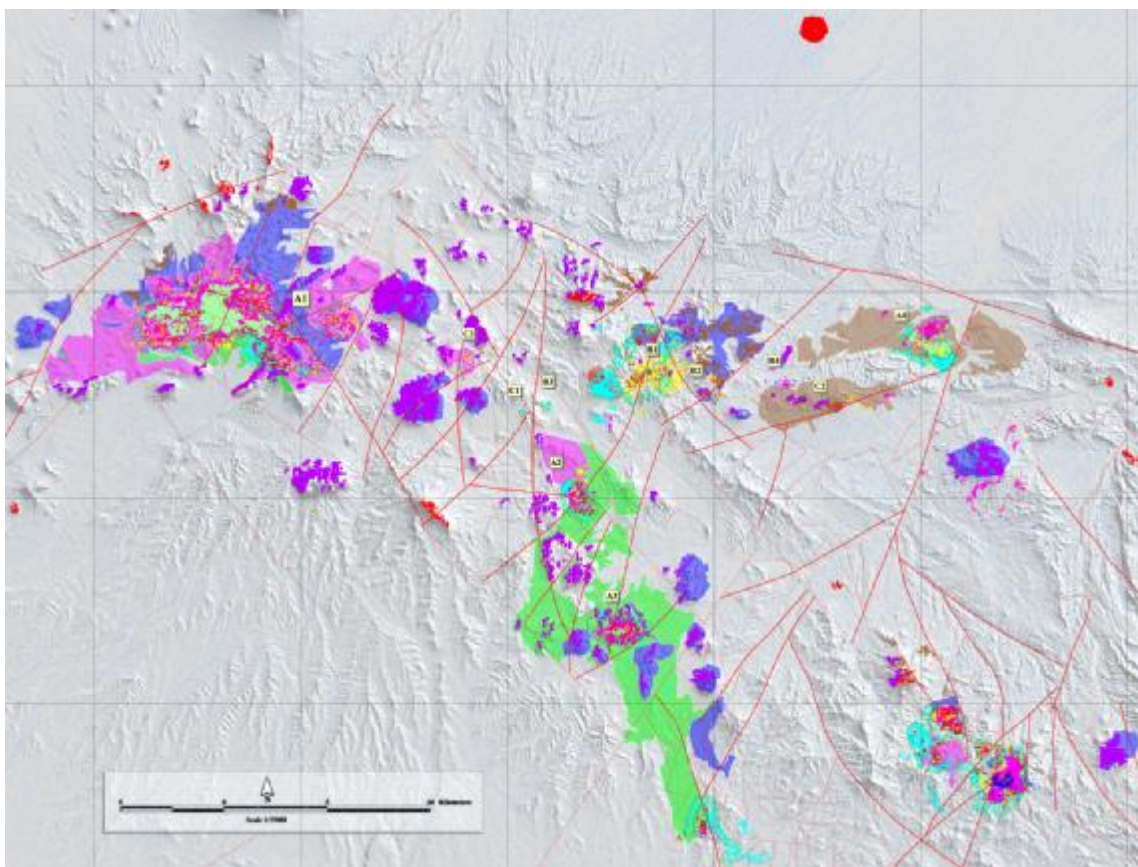


شکل 18: پلی‌گون‌های تلفیق شده واحدهای موثر در کانی‌سازی به تفکیک نوع بر روی تصویر ترکیب رنگی RGB= 732 برگه دهج



6- جمع بندی و نتیجه گیری

بر اساس مطالعات مبسوط انجام شده که شرح آن در بالا آمد و نیز با توجه به مدل های کانی سازی که پیشتر راجع به آنها بحث شد، سه تیپ کانی سازی مس پرفیری، مس رگه ای / اسکارنی و احتمالا طلای اپی ترمال در این منطقه قابل انتظار است. با این دیدگاه و مطابق نقشه های تفصیلی کانی شناسی - دگرسانی، ساختاری و لیتولوژیکی تولید شده، مناطق دارای دگرسانی، اولویت بندی شدند. سه سری اولویت A، B و C در منطقه تعریف شد و در هر سری آنومالی ها بر اساس وسعت و شدت شماره 1 تا 4 گرفتند. آنومالی های سری A دارای کلیه دگرسانی های ذکر شده بوده و با سنگ میزبان مناسب همراهی می شوند. از لحاظ ساختاری نیز با گسل های عمدتاً R همراهی می شوند. سری B دارای دگرسانی نسبتاً وسیع بوده، ولی با همه زون های دگرسان یا سنگ میزبان مناسب همراهی نمی شوند. سری C آنومالی های کوچک دارای دگرسانی آرژیلیک و یا سریسیت هستند که بر روی سنگ میزبان های مناسب قرار نداشته و یا ساختارها در شکل گیری آنها نقش زیادی نداشته اند. نقشه مناطق امید بخش مورد بحث در شکل 19 آمده است. لازم به ذکر است که چون دو برگه جوزم و دهج به طور همزمان مورد بازدید و کنترل زمینی قرار گرفتند، لذا کلیه آنومالی های هر دو برگه در کنار هم شماره بندی و اولویت بندی شده اند. لذا نتایج کسب شده برای هر دو برگه به صورت مشترک آورده شده است.



شکل 19: مناطق امیدبخش پیشنهادی در منطقه دهج بر روی نقشه توپوگرافی و آبراهه‌ها، به همراه دگرسانی‌ها، شکستگی‌ها و واحدهای سنگی اولویت بندی مناطق مهم

با بررسی نقشه‌های تولید شده و آنومالی‌های بدست آمده که در شکل 19 خلاصه آن آمده است، نتایج

زیر قابل دستیابی است:

- دگرسانی‌های اولیه و ثانویه ایجاد شده بر روی کانسارهای مس پرفیری بهترین ابزار شناسایی آنها محسوب می‌شود، طوری که واحدهای میزبان مناسب و کنترل کننده‌های ساختاری را به درجه دوم و سوم اهمیت سوق می‌دهد.
- داده‌های استر ایدیه آل شناسایی و نقشه برداری زون‌های دگرسان سیستم‌های پرفیری و شناسایی مناطق پرتانسیل برای کانی‌سازی مس پرفیری در مناطق خشک و نیمه خشک مثل کرمان است.

**مطالعات ماهواره‌ای**

- با وجود کارهای اکتشافی انجام شده در این منطقه طی سالیان گذشته و اطلاع از حضور زون های دگرسان، هیچ نقشه مستدلی برای نمایش گسترش و موقعیت زون های دگرسان ارائه نشده و/یا در دسترس نیست.
- به طور کلی 10 محدوده آنومال در این مطالعه شناسایی شد و بر اساس اهمیت (تعدد زون های دگرسانی، وسعت و گسترش آنها و سنگ میزبان مناسب) به 3 سری آنومالی A، B و C تقسیم بندی شدند. بزرگترین آنها آنومالی A1 بوده و البته آنومالی A3 در خارج از چهارگوش مطالعاتی واقع شده است.
- دگرسانی پروپلیتیک که شرط اصلی برای پرفیری خواندن یک سیستم دگرسانی/ کانی سازی است حداقل در 5 منطقه با دگرسانی های اکسیدهای آهن، آرژیلیتی و سریسیتی همراه می شود، لذا وجود 5 استوک پرفیری در منطقه با شماره های A1، A2، A3، A4 و B1 محرز است.
- اولویت های با شماره و درجه پایین تر، به دلیل قرار گیری بر روی واحدهای آذرآواری و رسوبی و حضور دگرسانی های گرمابی نه چندان وسیع، مستعد کانی سازی تیپ رگه ای و اسکارن هستند.
- دگرسانی پروپلیتیک بر روی آنومالی A4 به زحمت و بر اساس گزارش های بازدید زمینی شناسایی شد. حضور کم رنگ این دگرسانی در کنار نبود نظم کافی برای سایر زون های دگرسان، حاکی از ضعیف بودن سیستم گرمابی و در نتیجه ضعیف بودن کانی سازی احتمالی است.
- با توجه به اینکه زون سریسیتی و آرژیلیکی به صورت برهم نوشت حضور دارند، می توان نتیجه گرفت که چند فاز تزریق - دگرسانی و احتمالاً کانی سازی صورت گرفته است.
- دو فاز دگرسانی اولیه و ثانویه در این منطقه، بخصوص بر روی آنومالی های A1، A2 و A3 اثر کرده و در نتیجه دگرسانی اولیه با کانی های هوازدگی سوپرژن برهم نوشت¹ شده است.
- فرآیند سوپرژن باعث تبدیل دگرسانی سریسیتی به مجموعه ای از کانی های آلونیت، ژاروسیت در کنارکوارتز شده است.



مطالعات ماهواره‌ای

- کامل نبودن هاله پروپیلیتی حول استوک های پرفیری می تواند دال بر اکسید شدن و اثر فرآیندهای سوپرژن و تبدیل بخشی آن به کانی کائولینیت و اسمکتیت باشد.
- حضور ژاروسیت بر روی بخش های سریسیتی / آرژیلیکی نشان می‌دهد که دو کانی پیریت و کالکوپیریت حضور بیشتری داشته و پیریت فراوان تر از کالکوپیریت بوده است و باعث اسیدی شدن محیط ثانویه شده است.
- سیلیس در بخش های مرکزی آنومالی A1 (و حتی در کانسار میدوک) به فراوانی حضور دارد و دلیلی بر اسیدی بودن محلول دارد.
- هماتیت ثبت شده بر روی آنومالی A1 و A3 بیشتر با بخش های دگرسانی پروپیلیتی همراه است و بر روی بخش های مرکزی دگرسانی این کانی کمتر مشاهده می شود.
- بر روی بسیاری از توده های نیمه نفوذی و اسیدی (ریولیتی) نیز میزان بالایی سیلیس ثبت شده که چون با کانی های دگرسانی دیگر مثل سریسیتی و اکسیدهای آهن همراهی نمی شوند، مرتبط با فرآیندهای گرمایی نبوده و معرف سیلیس خود سنگ هستند.
- دگرسانی پروپلیتیک در بسیاری موارد با سریسیتی و آرژیلیک و گاهی با سنگ دربرگیرنده و دگرسان نشده به صورت درآمیخته و نزدیک به هم دیده می شوند، یعنی به صورت پیکسل های مرکب خود را نشان می دهند و گاهی تفکیک آنها از هم در اندازه پیکسلی 30 متر مشکل می نماید.
- جستجو برای یافتن بخش های کوارتز - پتاسیک با داده های استر - بجز معدن میدوک در مرز جنوب شرقی محدوده که عملیات باطله برداری بر روی آن انجام شده - بی نتیجه ماند. علت این امر فرسایش نیافتن کافی بخش های بالایی کانسارهای احتمالی برای برونزد این دگرسانی است که البته از لحاظ اقتصادی با اهمیت تلقی می شود.
- مناطق دگرسان انطباق بالایی با توده های نیمه نفوذی در منطقه داشته و موقعیت قرارگیری آنها توسط خطواره های بزرگ ناحیه ای و گسترش محلی آنها توسط گسل های منطقه ای به شدت کنترل شده اند.



مطالعات ماهواره‌ای

- بررسی‌ها نشان داد که در جایی که گسل‌های R و R' تقاطع دارند و لیتولوژی مستعد کانی‌سازی مس پرفیری نفوذ کرده، بعضاً دچار دگرسانی و احتمالاً کانی‌سازی شده‌اند. در جایی که یکی از این دو شرط وجود نداشته، دگرسانی و/یا کانی‌سازی خاصی ایجاد نشده است.
- ساختارهای شناسایی شده بیشتر کنترل‌کننده دگرسانی هستند و اثر جابجایی پس از دگرسانی بر روی آنها کمتر دیده می‌شود. شاید بتوان نتیجه گرفت که مجموعه‌های دگرسانی/کانی‌سازی احتمالی پس از تشکیل از محیط تکتونیکی آرام تری برخوردار بوده‌اند.



3-1- زمین شناسی عمومی منطقه مورد مطالعه

1-1- مقدمه

بطور کلی می توان مجموعه محدوده های دگرسازی دهج - جوزم را جزئی از شمال باختری ترین قسمت های کمربند کرمان دانست که عمدتاً کمپلکس هایی از یک واحد نفوذی دیوریت پورفیری در میان واحدهای مختلف ولکانیکی ائوسن نفوذ نموده است. بنا بر نقشه یکصد هزارم دهج که توسط یوگسلاوها برداشت گردیده سن این مجموعه های نفوذی دیوریت پورفیری متعلق به الیگومیوسن می باشد. علاوه بر ولکانیک های ائوسن که شرح آنها در ادامه به تفصیل آمده است یک واحد دیگر ولکانیکی که مجموعه ای از واحدهای آندزیت - داسیت و آندزیت می باشد نیز بصورت توده های نسبتاً کوچک مجموعه قبلی نفوذی - ولکانیکی را نیز احاطه کرده است.

برای درک بهتر وضعیت زمین شناسی عمومی این منطقه لازم است اشاره ای به بلوک های متفاوت کمربند کرمان گردد. طبق تقسیم بندی زمین شناسان یوگسلاوی (Dimitrijevic 1973) کمربند کرمان به لحاظ زمین شناسی و ساختاری به شرح ذیل قابل تقسیم بندی است:

1- کمربند رفسنجان با بلوک های گوک - چوپار و مراد

2- کمربند دهج - ساردوئییه

3- کمربند آمیزه رنگین

4- کمربند اسفندقه - سبزواران

5- کمربند سیرجان

همانطور که می دانیم منطقه مورد مطالعه در کمربند دهج - ساردوئییه قرار گرفته است و سیمای زمین شناسی این منطقه از این کمربند تبعیت می نماید. اگر بخواهیم از زمان قدیم به جدید واحدهای مختلف این کمربند را مورد بررسی قرار دهیم می توان از واحدهای آمیزه رنگین متعلق به سن کرتاسه آغاز نمود. واحدهای قدیمتر از کرتاسه عمدتاً در کمربند دهج - ساردوئییه رخمون ندارند و قدیمترین رخمونها در کرتاسه می باشند.



3-2- ترادف سنگ چینه‌ای

قدیمیترین واحدهای سنگی برونزد یافته در برگه دهج واحد رسوبی شامل سنگ آهک، شیل، ماسه سنگ و بر روی آن سنگ آهک - دولومیت (سازند تفت) و مارن - سنگ آهک (سازند زنجیر دره) به سن کرتاسه پائینی (نئوکومین - آپتین) می‌باشد. این واحد بیشترین برونزد را در شمال خاور برگه داشته و در محدوده مورد مطالعه مشاهده نمی‌شود.

مهمترین واحدهای رخنمون دار این سن عبارتست از:

1- واحدهای کربناته

2- فلش‌های بردسیر - انار (کمر بند دهج - ساردوئیه)

3- کمر بند آمیزه رنگین

واحدهای کربناته کرتاسه بردسیر - انار در شمال برگه دهج و در طول کوه کله گاو و کوه بیدو و شامل آهکها، شیل، ماسه سنگ و دولومیت - آهک (سازند تفت) و مارن - آهک (سازند دره زنجیر) و همینطور واحد آهکها و دولومیت‌های اوربیتولین دار است. سن این واحدهای کربناته بطور دقیق تر معادل آپتین - آلبین در نقشه یکصد هزارم دهج مشخص گردیده است.

در کرتاسه فوقانی کمر بند آمیزه رنگین افیولیتی در جنوب خاور برگه دهج به همراه میان لایه های آهکی برونزد دارد. بنا بر نظر گانسر (Gansser, 1955) بر طبق کارها و مطالعات قبلی زون آمیزه رنگین کمر بند کرمان که در بخش جنوبی این کمر بند برونزد دارد از کاملترین و متنوع ترین زون آمیزه رنگین ها در نوع خود است. آمیزه ای از سنگهای بازیک - اولترابازیک - آذرین، رسوبی و دگرگونی و سنگهای ماگمایی حد واسط در این کمر بند دیده می‌شود. این کمر بند در جنوب باختری محدوده کدر رخنمون دارد.

فلش‌های کمر بند کرمان که در زون دهج - ساردوئیه بنام فلش‌های انار - بردسیر شناخته شده اند در اطراف فیض آباد، شمال خاور محدوده مورد مطالعه برونزد دارد. در بین واحدهای فلش و آمیزه رنگین می‌توان برونزدهای کوچکی از گابرو - دیوریت را مشاهده نمود.



- واحدهای ائوسن

واحد آتشفشانی - رسوبی مجموعه ائوسن بی شک مهمترین و جالب ترین سیمای واحدهای زمین شناسی کمربند کرمان است. این مجموعه در طول کمربند کرمان با امتداد شمال باختر - جنوب خاور دارای یک امتداد 500 کیلومتری و ضخامت حداقل 15 کیلومتر است. واحدهای رخنمون دار در کمربند دهج - ساردوئیه عمدتاً متعلق به مجموعه ائوسن میانی (Middle Eocene Sedimentary Complex) می باشد که به همراه کمربند سبزواران - اسفندقه گسترش 450 کیلومتر و عرض 50 کیلومتری را داراست. در منطقه انار - شهر بابک واحدهای ائوسن از واحد آندزیت - بازالت قرمز شروع می گردد (تحتانی ترین واحد ائوسن میانی) و تا فوقانی ترین واحد ائوسن میانی که توف های ماسه سنگی است قابل تقسیم بندی به 10 واحد مختلف است که علاوه بر واحدهای آندزیتی بازالتی می توان به ترکیبات تراکیتی - تراکی آندزیتی - پیروکلاستیکی، توف بازالتی و ماسه سنگ توفیتی اشاره نمود. در بعضی مناطق برگه های مورد مطالعه این واحدهای ولکانیکی ائوسن بطور کلی غیر قابل تقسیم بندی بوده و در نقشه یکصد هزارم دهج بنام سنگهای آتشفشانی ائوسن تفکیک نشده، رقم خورده اند.

- اولیگوسن

در امتداد شمال خاور کمربند دهج - ساردوئیه (دهج - کوه آهوراک - کوه هزار - خانه خاتون - ساردوئیه و حنا) سازند قرمز بالا با ناپیوستگی بروی واحدهای ائوسن میانی و فوقانی قرار گرفته اند و شامل مارن‌ها و بطور کمتری توف‌ها و ماسه سنگ‌ها و بطور خیلی پراکنده مقادیر کمی از داسیت آندزیت - پیروکلاستها و آندزیت بازالتی‌های گدازه ای می باشد در بخش جنوب خاور ی کمربند دهج - ساردوئیه سازند قرمز فوقانی عمدتاً برونزد ندارد و واحدهای ائوسن مستقیماً با سازند قم پوشیده شده اند. سازند قم در قسمتهای شمال خاور این کمربند در اطراف دهج - انار از گسترش زیادی برخوردار است و در ادامه می توان یک پیوستگی از رخنمونهای سازند قم را در کوه‌های لاله زار تا ساردوئیه شاهد بود.

- نتوژن

واحدهای رخنمون دار نتوژن قسمتهای شمال - شمال خاور و جنوبی کمربند دهج - ساردوئیه را احاطه کرده اند و علاوه بر آن حد انتهایی این منطقه یعنی باختر محدوده کدر را نیز در بر می گیرند.



گرچه هیچ واحدی از این مجموعه مستقیماً ارتباطی با کانی سازی های این کمربند ندارد ولی بعنوان یک واحد دربرگیرنده از اهمیت خاص خود برخوردار است. لیتولوژی واحدهای این مجموعه عمدتاً از ماسه های رسی - ماسه سنگهای نیمه سخت تا سخت کنگلومراها با قطعات ولکانیکی که عمدتاً آرژیلیکی نیز هستند تشکیل یافته اند. علاوه بر این رسوبات، بخشهایی از مجموعه ولکانیکی کمربند دهج - ساردوئی (بطور مثال محدوده مورد مطالعه) تحت تأثیر دایکهای با ترکیب دیوریت پورفیری به سن نئوژن قرار گرفته اند که معمولاً غیر دگرسان بوده و ارتباطی با کانی سازی ندارند.

- پلیو - پلیستوسن

در بخشهایی از شمال محدوده مورد مطالعه با یک روند شمالی - جنوبی یک واحد کنگلومرا - ماسه سنگی با ترکیبات ولکانیکی گسترش زیادی از خود نشان داده که در نقشه یکصد هزارم دهج سن پلیو - پلیستوسن مشخص شده اند.

همچنین از ولکانیکهای موجود در منطقه می توان به واحدهای آندزیت - داسیت و هیالوآندزیت اشاره نمود که از جمله ولکانیکهای اطراف محدوده مورد مطالعه را نیز شامل می شوند (تصویر شماره 3-1).

مخروط های آندزیتی کوههای آج بالا و آج پائین که بصورت منفرد در راه اصلی دهج به یزد تا ارتفاع

2911 متری سر از دشت بیرون کرده اند نیز به این سن می باشند.



تصویر شماره 3-1- دم های مرتفع داسیت - آندزیتی



3-3- سیمای ساختاری منطقه مورد مطالعه

بطور کلی سیمای ساختاری کمر بند دهج - ساردوئیه از کمر بند کرمان تبعیت می کند و علاوه بر مشخصات

این کمر بند می توان به نکات ذیل در مورد کمر بند دهج - ساردوئیه اشاره نمود:

قسمت شمال خاور ی کمر بند دهج - ساردوئیه به فلیش های ممتد بهمراه ترکیبات ضخیم رسوبات ختم می گردد که دارای روند باختر شمال باختر - خاور جنوب خاور است. یک فاز چین خوردگی شدید نیز که از ناپیوستگی بین این رسوبات و ولکانیکها ناشی شده است در انتهای ائوسن تحتانی رخ داده است. از ائوسن تحتانی تا آخر ائوسن کمر بند دهج - ساردوئیه دارای یک سیمای قاره ای است. شیب ساختاری فرورانش در کمر بند ساردوئیه دهج در بعضی مناطق بسیار پرشیب است ولی بطور متوسط از شیب زیادی برخوردار می باشد (Dimitrijevic 1973).

جایگاه تکتونیکی ایران و زون ساختاری کرمان تا حدی مورد بحث زمین شناسان می باشد ولی اغلب محققین اعتقاد دارند ایران مرکزی تا زمان سنوزوئیک بخشی از گندوانا بوده است. فرورانش بین صفحه ایران و آفریقا-عربی در زمان مزوزوئیک باعث تشکیل 3 زون تکتونیکی اصلی گردیده است:

1) زاگرس چین خورده و تراست

2) زون دگرگونی سنندج - سیرجان

3) کمر بند ولکانو - پلوتونیک ایران مرکزی (ارومیه - دختر)

بر این اساس بلوک قاره ای ایران مرکزی (که منطقه مورد مطالعه در آن قرار دارد) تا اوایل مزوزوئیک بخشی از گندوانا بوده است. در اوایل کرتاسه حرکات صفحه ایران باعث فرورانش صفحه آفریقایی - عربی به زیر ایران مرکزی گردیده است و ماگماتیسم حاصل از فرورانش در صفحه ایران مرکزی باعث تشکیل کانسارهای پورفیری گردیده است. فرورانش با شیبی به سمت NE انجام گرفته و زاویه ای در حدود 45° داشته است و در نتیجه باعث ایجاد سیستم برشی امتداد لغز در زمان کرتاسه پسین تا پالئوسن گردیده است. تراست شدگی و گسلش امتداد لغز بعد از پالئوسن با جهت SW باعث نازک شدگی (Shortening) و ضخیم شدگی پوسته گردیده که در نتیجه رژیم فشارشی بوده است و فعالیت ولکانیکی گسترده با این فشارش همراه بوده است (بربریان و کینگ، 1981). بعد از این فشارش،



رژیم کشتی در منطقه حاکم گردیده و باعث ماگماتیسیم گرانیتوئیدی کالک آلکالن گردیده است (بربریان و کینگ، 1981 و علوی، 1994).

3-4- زمین‌شناسی اقتصادی

همانطوریکه اشاره شد کمربند کرمان یک کمان ولکانیکی مربوط به ترشیری است و یکی از مهمترین کمربندهای کانی‌سازی ایران می‌باشد. در این منطقه مهمترین کانسارهای موجود از نوع پورفیری، اپی‌ترمال و رگه‌ای می‌باشند.

3-4-1- کانسارهای پورفیری

در طول کمربند کرمان (بطول 500 کیلومتر) در حدود 35 کانسار پورفیری وجود دارد که سرچشمه بزرگترین کانسار این زون می‌باشد. بر اساس تقسیم‌بندی رخدادهای پورفیری از نظر مکانی، کانسار سرنو در بخش شمال باختری کمربند قرار می‌گیرد که خود متشکل از دو خوشه سرچشمه و میدوک (آبدر - دهج) می‌باشد. کانسار کدر در خوشه میدوک که خود دارای 8 سیستم پورفیری می‌باشد قرار می‌گیرد.

بدلیل قرارگیری محدوده مورد مطالعه در کمربند مس کرمان که یکی از بزرگترین ذخایر مس پورفیری جهان را شکل داده است، در این بخش از گزارش، مختصری درباره کانسارهای مس پورفیری، رده بندی آنها، دگرسانیهای مهم این کانسارها و عناصر اقتصادی موجود در آنها بویژه طلا مورد بررسی قرار می‌گیرد:

کانسارهای مس پورفیری بدلیل ذخیره زیاد و ناچیز بودن هزینه‌های استخراج از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. امروزه قسمت اعظم مس دنیا از کانسارهای مس پورفیری بدست می‌آید. کانسارهای مس پورفیری همراه سنگهای مونزونیتی، دیوریتی و گرانودیوریتی کالک آلکالن کشف می‌شوند. اصطلاح پورفیری از بافت پورفیری سنگهای همراه، بافت استوک‌ورک و پراکنده، ذخیره و ابعاد زیاد گرفته شده است.

3-4-1-1- برخی از ویژگیهای کانسارهای پورفیری

واژه کانسار پورفیری با خصوصیات زمین‌شناسی و تکنیک‌های مهندسی زیر مشخص می‌گردد (مک‌ملیون، 1991):

* کانی‌سازی در توده‌های نفوذی پورفیریتیک و یا سنگهای در برگیرنده همجوار پراکنده می‌باشد.

* ارتباط مشخص بین کانی‌سازی با سنگهای نفوذی از نظر مکانی و ژنتیکی وجود دارد.



- * عیارها بطور کلی پائین در ذخایر و با توناژ بالا و روش های معدنکاری کم هزینه قابل معدنکاری هستند.
- * بیشتر توده های نفوذی مرتبط با کانی سازی کالک آلکالن تا آلکالن، اپی زونال و پورفیریتیک هستند.
- * مجموعه سنگ میزبان تیپیک عبارتند از گرانودیوریت تا گرانیت یا دیوریت تا سینیت.
- * نفوذیهای همراه با ذخایر مولیبدن پورفیری عمدتاً کالک آلکالن و فلسیک هستند.
- * نفوذیها چندگانه هستند ولی کانی سازی فقط با یک دوره (اپیزود) خاص از نفوذی ها در ارتباط می باشد.
- * گروههای دایک و لوله های برشی فراوان به صورت تیپیک با کانی سازی همراه می باشند.
- * هردوی توده های نفوذی و سنگ در برگیرنده به شدت وبه طور گسترده خرد شده اند.
- * بیشتر کانی سازی به صورت کنترل ساختاری است اما کانی سازی پراکنده در برخی رده های کانسار مهم می باشد.
- * دگرسانی بسیار گسترده بوده و دارای منطقه بندی می باشد، اگرچه نوع و گسترش آن تغییر می کند.
- * در برخی نواحی هوازدگی و دگرسانی سوپرژن و غنی شدگی فاکتورهای مهمی هستند.
- * اندازه فاکتور مهمی در تعریف این ذخایر است، کانسارها بایستی دارای حداقل 20 میلیون تن با عیار حداقل 0/1% مس باشند تا بعنوان ذخیره پورفیری در نظر گرفته شود.

3-4-1-2- موقعیت تکتونیکی

کانسارهای مس پورفیری در کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ها و جزایر قوسی تمرکز می یابند. اکثر ذخایر کشف شده متعلق به دوران سوم و دوم بوده که در کمربندهای تکتونیکی حاشیه اقیانوس آرام واقع شده اند. از جمله این ذخایر می توان کانسارهای شیلی، پرو، مکزیک، آمریکا، کانادا، فیلیپین، زلاندنو و گینه جدید را نام برد.



3-1-4-3- انواع کانسارهای مس پورفیری

کانسارهای مس پورفیری را بر اساس موقعیت تکتونیکی و سنگ همراه به دو گروه کانسارهای مس پورفیری نوع مونزونیتی و کانسارهای مس پورفیری نوع دیوریتی تقسیم می کنند:

الف - کانسارهای مس پورفیری نوع مونزونیتی: این دسته از کانسارهای مس پورفیری همراه با سنگهای مونزونیتی و گرانودیوریتی کالک آلکالن واقع در کمربندهای تکتونیکی زون فرورانش حاشیه قاره ها کشف شده اند. توده های نفوذی نیمه عمیق اکثراً در این گونه کانسارها شکل گرفته و عموماً چند استوک در یکدیگر نفوذ می کنند. ماگما، ضمن بالا آمدن، بر اثر آغستگی با سنگهای مسیر تغییراتی را در ترکیب شیمیایی متحمل می شود. بهمین دلیل مقدار سیلیس، عناصر آلکالی و مولیبدن در کانسارهای مس پورفیری واقع در حاشیه قاره ها بیش از جزایر قوسی بوده و بالعکس مقدار طلا در کانسارهای واقع در جزایر قوسی بیشتر است.

ماگمای کالک آلکالن ضمن بالا آمدن، در دمای خاصی شروع به تبلور می کند و همزمان با آن تفریق ماگمایی شروع می شود. محلولهای ماگمایی غنی از کاتیونهای سدیم، پتاسیم و کمپلکسهای کلرور، سرب و روی در بخش فوقانی سیستم متمرکز می شوند. محلولهای ماگمایی موجب تغییرات شیمیایی و کانی شناسی در سنگهای منطقه می شود که به آن دگرسانی گویند. حرارت توده های نفوذی موجب به چرخش در آمدن آبهای زیرزمینی می شود که خود باعث آلتزه شدن سنگهای منطقه می گردد. زونهای دگرسانی که در مرکز سیستم واقع اند تحت تاثیر آبهای ماگمایی قرار می گیرند در حالیکه زونهای خارجی تحت تاثیر آبهای سطحی به وجود می آیند. گسترش و شدت زونهای دگرسانی بستگی به حجم محلولهای ماگمایی، ساختمان های اولیه و ثانویه و ترکیب شیمیایی منطقه دارد. چهار زون دگرسانی پتاسیک، پروپلیتیک، آرژیلیک و کوارتز - سریستیک در سیستم های پورفیری مونزونیتی عمومیت دارند.

ب - کانسارهای مس پورفیری نوع دیوریتی: کانسارهای مس پورفیری نوع دیوریتی در کمربندهای زون فرورانش جزایر قوسی همراه با سنگهای دیوریتی-تونالیتی کالک آلکالن شکل می گیرند. اکثر ذخایر کشف شده در حاشیه باختری اقیانوس آرام واقع شده اند. وجود اختلاف در ترکیب شیمیایی محلول ماگمایی نوع مونزونیتی و محلول ماگمایی نوع دیوریتی موجب تغییراتی در زونهای دگرسانی، عیار و مواد جانبی ذخیره می شود. در نوع

**زمین شناسی عمومی**

دیوریتی، مقدار منیزیم، آهن و کلسیم محلول افزایش یافته ولی مقدار سیلیس، پتاسیم و سولفور کاهش می یابد. بدلیل پایین بودن مقدار سولفیدها، زون کوارتز - سربیسیت - پیریت در نوع دیوریتی تشکیل نمی شود. در سیستم نوع دیوریتی فقط دو زون پتاسیک و پروپلیتیک یافت می شوند و ذخیره در زون پتاسیک و پروپلیتیک قرار دارد. محلول جانبی این کانسارها، طلا است در صورتیکه در نوع مونزونیتی محصول جانبی - مولیبدن است. عیار مس در نوع دیوریتی کمتر است.

تقسیم بندی های متعددی برای کانسارهای پورفیری ارائه شده است. تیتلی (1966) کانسارهای پورفیری را به دو دسته ساده و پیچیده تقسیم می کند. این تقسیم بندی بر این اساس می باشد که کانی سازی درون یا خارج از توده نفوذی رخ داده باشد. هولیستر (1978) کانسارهای پورفیری را بر اساس محتوی عناصر به ذخایر مس - مولیبدن، مس - طلا (بیوت) یا مس - طلا - مولیبدن تقسیم می کند. همینطور ایشان تقسیم بندی هایی بر اساس سنگ میزبان (انواع آذرین - پگماتیتیک، گرمابی، آتشفشانی)، اصول معدنکاری (براساس نسبت باطله برداری و چگونگی برداشت) ارائه نموده است. همینطور تقسیم بندی عمومی کانسارهای پورفیری مس و دو رده مونزونیتی (نوع لاول و گیلبرت) و نوع دیوریتی از مهمترین انواع تقسیم بندی می باشد. ما در اینجا تقسیم بندی براون (1976) را توضیح خواهیم داد که تقسیم بندی مفید و کاربردی می باشد.

- کانسارهای نوع پلوتونیک

این کانسارها در سطوح عمیق تشکیل می شوند و سنگهای پلوتونیک میزبان آنها می باشد. دایکها و توده های برشی نیز فراوان می باشد. الگوی دگرسانی این نوع مشابه الگویی است که لاول و گیلبرت آنرا توصیف نموده اند. اغلب این کانسارها از انواع مس - مولیبدن هستند و طلای کمی دارند. در این مدل منطقه پتاسیک کمتر توصیف شده زیرا به طور وسیعی توسط مناطق پروپلیتیک - آرژیلیکی اورپرینت شده اند.

- کانسارهای نوع ولکانیک

کانسارهای این نوع در ریشه آتشفشان های قدیمی با ویژگی کالک آلکان یا آلکان در ارتباط با استوک های ساب ولکانیک، سیل ها و یا رگه های چندگانه تشکیل می شوند. سنگهای دربرگیرنده که میزبان بیشتر کانی سازی می باشد، عمدتاً سنگهای ولکانیکی، برشی ها و دایکها هستند.



- کانسارهای نوع کلاسیک

این کانسارها با پلوتون های ساب ولکانیک چندگانه مرتبط هستند. سنگهای میزبان ممکن است ولکانیک یا سنگهای رسوبی باشند. دایکها و برشی ها نیز فراوان می باشند. بیوتیت هایی که به طور اولیه گسترش یافته اند ویژگی این نوع سیستم هاست و تغییر رنگ بیوتیت از سبز به قهوه ای در منطقه کانه دار یک راهنمای اکتشافی برای این کانسارها بوجود می آورد. در این نوع دگرسانی ها منطقه بندی خوبی نشان می دهند و هسته دگرسانی پتاسیک با بیوتیت ثانویه توسط دگرسانی فیلک احاطه شده که دارای اجتماع کانیائی کوارتز - سرسیت - کربنات - پیریت و در نهایت هر دو آنها توسط دگرسانی پروپیلیتیک با اجتماع کانیائی کلریت، کربنات و اپیدوت احاطه شده است.

کانسارهای طلا دار از انواع ولکانیک یا کلاسیک هستند در حالیکه کانسارهای فقیر از طلا از نوع پلوتونیک هستند.

3-4-1-4- دگرسانی در کانسارهای مس پورفیری

به کلیه تغییرات شیمیایی و کانی شناسی که تحت تأثیر آبهای ماگمایی و یا گرمابی در سنگها ایجاد می شود دگرسانی می گویند. عموماً دگرسانی را بر مبنای یک یا چند کانی مهم تفکیک می کنند و به هر بخش یک زون می گویند. عوامل کنترل کننده نوع دگرسانی عبارتند از: ترکیب شیمیایی محلول گرمابی و یا ماگمایی، درجه حرارت، عمق، شرایط Eh و ph محلول و ترکیب شیمیایی و کانی شناسی سنگ دگرسان. گسترش و شدت دگرسانی به عوامل زیر بستگی دارد:

- حجم محلولهای گرمابی و ماگمایی
- میزان ساختارهای اولیه و ثانویه مفید
- واکنش پذیری سنگها
- درجه حرارت و فشار محلول دارد.

دگرسانی در کانسارهای رگه ای محدود به رگه است حال آنکه در کانسارهای پورفیری منطقه وسیعی را در

بر می گیرد.



دگرسانی های مهم موجود در ذخایر مس پورفیری عموماً پتاسیک، آرژیلیک متوسط، آرژیلیک پیشرفته، سیلیسی و کوارتز-سرسیت-پیریت یا فیلیک می باشد. برای آشنایی با این دگرسانی ها مختصری از ویژگی های آنها را می آوریم:

1- آلتراسیون پتاسیک

کانی های مهم آلتراسیون پتاسیک عبارتند از پتاسیم فلدسپات، بیوتیت، کوارتز و به مقدار جزئی کلریت، پیریت، سرسیت، اکتینولیت و انیدریت.

آدولاریا کانی مهم زون پتاسیک ذخایر رگه ای می باشد و پتاسیم فلدسپات ثانویه بصورت جانشینی در اطراف پلاژیوکلاز، تبلور مجدد پتاسیم فلدسپات اولیه بصورت رگچه های آپلیتی و همچنین بصورت هاله ای در اطراف رگچه های دیگر یافت می شود. بیوتیت ثانویه بصورت جانشینی در هورنبلند، به حالت پراکنده، تبلور مجدد بیوتیت های اولیه و بصورت رگچه ای یافت می شود.

همزمان با تبلور سیلیکاتها محلولهای ماگمایی غنی از کاتیونهای Rb^+ , Na^+ , K^+ با سنگهای اطراف واکنش داده و ضمن برجای گذاردن مواد معدنی موجب تغییراتی در کانی های اولیه سنگ می شود. این دگرسانی اهمیت زیادی در کانسارهای مس پورفیری داشته و در مرکز سیستم واقع می شود. در کانسارهای گرمابی کانی مهم آن آدولاریا و آلبیت است و بعضی از مواد معدنی در این منطقه متمرکز می شوند که جهت تعیین موقعیت ذخیره از آن استفاده می شود.

2- آلتراسیون فیلیک

دگرسانی فیلیک در برخی نوشته ها به دگرسانی نوع کوارتز، سرسیت، پیریت معروف است. کانی های مهم آلتراسیون سرسیتیک عبارتند از سرسیت، کوارتز، پیریت، پیروفیلیت، دیکیت، کائولین و آندالوزیت. کانی های فرعی عبارتند از: کلسیت، آپاتیت و انیدریت.

سنگهای آذرین بویژه نوع غنی از آلومینیوم و سنگهای رسوبی مثل مارن و شیلها در صورتی که تحت محلولهای اسیدی هیدرولیز شوند کاتیونهای K^+ , Na^+ , Ca^+ , Mg^+ , Fe^+ , SiO_2^+ آنها توسط محلول حل شده و سرسیت، کائولین، دیکیت، کوارتز و پیریت تشکیل خواهند شد. در اکثر ذخایر ماگمایی و گرمابی و در مس پورفیری



از داخل به زون پتاسیک و از اطراف به زون پروپلیتیک و از بالا به زون آرژیلیک ختم می شود. بخش زیادی از ذخیره کانسارهای مس پورفیری در این زون واقع می شود.

3- آلتراسیون آرژیلیک متوسط

کانی های مهم آن عبارتند از دیکیت، کاتولونیت، هالیوزیت، آلفان، مونتموریونیت و مقدار جزئی سریسیت. فلدسپات ها بطور عمده به کانی های رسی دگرسان شده، بیوتیت به رنگ سبز تا قهوه ای، پلاژیوکلاز بطور عمده دگرسان شده بیشتر در کانسارهای رگه ای دیده شده است.

4- آلتراسیون آرژیلیک متوسط

کانی های مهم آن عبارتند از دیکیت، دیاسپور، پیروفیلیت، و گاهی سریسیت، کوارتز، آلونیت، پیریت، تورمالین و توپاز. هیدرولیز شدید سیلیکات های آلومینیوم دار (محیط اسیدی) موجب تشکیل کانی های رسی از جمله کاتولینیت می شود.

5- آلتراسیون پروپلیتیک

به مجموعه ای از آلتراسیون کلریتی، اپیدوتی، زوئیزیتی و آلبیتی اطلاق می گردد. کانی های مهم آن عبارتند از اپیدوت، زوئیزیت، کلنیوزوئیزیت، کلریت، کلسیت، آلبیت و پیریت. زون دگرسانی پروپلیتیک، نسبت به دگرسانی فیلیک و آرژیلیک از شدت کمتری برخوردار است.

محلولهای گرمابی غنی از منیزیم، آهن، کلسیم، سدیم و یا بی کربنات در سنگهای آذرین موجب تشکیل اپیدوت، کلریت، زوئیزیت و یا آلبیت می شود. در مرکز سیستم اپیدوت - کلریت به طرف خارج به آلبیت، کلسیت و کانی های رسی تبدیل می شوند. این زون دگرسانی، خارجی ترین زون در مس پورفیری است و از نظر پی جویی و اکتشاف از آن می توان استفاده کرد.

6- آلتراسیون کلریتی

این نوع آلتراسیون حالت خاصی از پروپلیتیک بوده که بدلیل درصد بالای کلریت آن را به نام آلتراسیون کلریتی می شناسند. محلول های ماگمایی و یا گرمابی غنی از Mg^{+} , Fe^{+} , Al^{+} در سنگهای آذرین در دمای مناسب موجب تشکیل کلریت می شوند این دگرسانی مخصوص محدوده های اسیدسولفید بوده که در قسمت داخل سیستم قرار دارد. بخشی از ذخیره در آن واقع می شود.



7- آلتراسیون سیلیسی

این دگرسانی نسبتاً زیاد یافت می شود. افزایش مقدار درصد کوارتز و یا اکسیدهای سیلیس (چرت، اوپال، کلسدونی) را در سنگ اصطلاحاً سیلیسی شدن گویند.

زون سیلیسی در اکثر سنگها تشکیل می شود. محلولهای ماگمایی، گرمابی و یا دگرگونی غنی از سیلیس، در شرایط مناسب سیلیس خود را برجای می گذارند. عوامل مؤثر در ته نشینی Si عبارتند از: کاهش فشار، حرارت و pH محلول هستند. این زون دگرسانی، در کانسارهای قلع و مولیبدن پورفیری و در ذخایر اپی ترمال تحت نام ژاسپروئید تشکیل می شود.

8- آلتراسیون زئولیتی

کانیهای شاخص این زون عبارتند از موردنیت، کلنیوپتیلولیت، لامونتیت، هیولاندیت و آنالیم. سولفید بندرت در این زون یافت می شود. در دمای پایین و pH خنثی محلولهای گرمابی در سنگهای آذرین موجب جابجایی و تمرکز Na و K و Ca در نقاط خاصی شده که باعث تشکیل کانیهای خانواده زئولیت می گردد. این آلتراسیون در واقع بخشی از منطقه دگرسانی پروپلتیک است.

3-4-2- کانسارهای اپی ترمال

در بسیاری از کمان های ولکانیکی مرتبط با فرورانش کانسارهای پورفیری و اپی ترمال در ارتباط با یکدیگر تشکیل می شوند. در این حال سیستم های اپی ترمال در بالای سیستم های پورفیری تشکیل شده اند. نمونه بارز این حالت در کانسار آبدر دیده می شود که سیستم اپی ترمال در نزدیکی کانسار پورفیری در سطوح ارتفاعی بالاتر تشکیل شده است. کانی سازی اپی ترمال در نزدیک کانسار میدوک نیز مشاهده شده و در منطقه لاطلا رگه های اپی ترمال طلا دار مشاهده می شوند.

3-4-3- کانسارهای رگه ای

در بسیاری از مناطق دارای سیستم پورفیری کانسارهای رگه ای نیز یافت می شوند. از مهمترین کانسارهای نوع رگه ای حاشیه سیستم های پورفیری، کانسارهای سرب- روی (نقره، مس) کوردیلرا می باشند که از این کانسارها کانسار قنات مروان، در منطقه سرچشمه قابل ذکر می باشد. از کانسارهای رگه ای پلی متال این منطقه می توان کانسار چاه مسی را نام برد.



3-5- مطالعات زمین‌شناسی - معدنی

3-5-1- مقدمه

براساس مطالعات صحرایی صورت گرفته مشخص گردید که در این منطقه کمپلکس آتشفشانی-رسوبی ائوسن که متشکل از توف و پیروکلاستیک‌های عمدتاً با ترکیب آندزیتی مورد نفوذ توده‌های ساب‌ولکانیک با ترکیب عمدتاً دیوریتی قرار گرفته است. که در این مبحث به شرح واحدهای سنگی و دگرسانی‌ها می‌پردازیم.



تصویر شماره 3-2- نمایی از منطقه دگرسانی کدر را نشان می‌دهد - دید به خاور

3-5-2- سنگ‌های ولکانیکی

1- کمپلکس ولکانیکی - رسوبی ائوسن

مهمترین واحد برونزد یافته در محدوده مورد مطالعه، مجموعه آتشفشانی - رسوبی ائوسن می‌باشد. ویژگی مهم و مشخص این مجموعه سیمای پیروکلاستیکی می‌باشد که در بسیاری از مناطق بوضوح مشاهده می‌شود. این مجموعه متشکل از پیروکلاستیک‌ها، توف‌ها، جریان‌های آتشفشانی و به ندرت برش ولکانیکی می‌باشد که عمدتاً دارای ترکیب آندزیتی هستند.

مجموعه پیروکلاستیکی دگرسان نشده به رنگ سبز تا خاکستری دیده می‌شود که بطور اولیه دارای کانی‌های مافیک از نوع آمفیبول و بیوتیت بوده است که کانی‌های مذکور عمدتاً در اثر دگرسانی به کانی‌های دگرسانی تبدیل شده‌اند.

بدلیل دگرسانی شدید مجموعه آتشفشانی رسوبی گاه تفکیک واحدهای مختلف توفی، جریان‌های آتشفشانی و برشی ولکانیکی در این مجموعه بسیار مشکل می‌باشد. در بسیاری از موارد به دلیل تشکیل همزمان این واحدها همگی آنها به عنوان یک واحد در نظر گرفته شده‌اند.



تصویر شماره 3-3- واحد آندزیت پیرو کلاستیکی با دگرسانی پروپلیتیکی در منطقه کدر



تصویر شماره 3-4- واحد آندزیت پیرو کلاستیکی با دگرسانی سریسیتی - رسی در منطقه کدر

2- واحد کریستال توف

این واحد نیز بخشی از کمپلکس ولکانیکی رسوبی ائوسن می باشد. این واحد در سطح دارای رنگ سبز بوده و حاوی فنوکریست های پلاژیوکلاز می باشد. متن آن بسیار دانه ریز است.



3-5-3- توده های نفوذی

1- توده های ساب ولکانیک دیوریتی

مجموعه ولکانیکی - رسوبی ائوسن توسط توده های ساب ولکانیک با ترکیب دیوریتی مورد نفوذ واقع شده است. بزرگترین توده دیوریت پورفیری برونزد یافته در منطقه مورد مطالعه در منطقه کدر مشاهده می شود که مساحتی در حدود 5 کیلومترمربع دارد. امتداد کلی این توده، خاوری - باختری است. از نظر بافت و ساخت و حتی ترکیب، این توده ها تقریباً ویژگی یکنواخت و یکسانی دارند. فنوکریست های فلدسپات در متن دانه ریز پراکنده اند و اغلب در اثر دگرسانی به کانیه های دگرسان مبدل شده اند. در برخی قسمتها کمی فنوکریست های کوارتز نیز در متن دیده می شود و به ندرت می توان به آنها کوارتز دیوریت گفت. از نظر ارتفاعی، این توده های نفوذی در ارتفاع مختلفی رخنمون دارد.

در بسیاری از مناطق اگرچه در سطح زمین واحد ولکانیکی پیروکلاستیکی در مناطق مرتفع دیده می شود ولی توده نفوذی در کف دره برونزد یافته و در برخی مناطق نیز در عمق کمی حضور دارد. این بدان معنی است که در بسیاری از بخش ها توده در عمق کمی حضور دارد.



تصویر شماره 3-5- توده ساب ولکانیک با ترکیب دیوریتی



2- توده های کوارتز دیوریتی

توده های کوچک کوارتز دیوریتی در برخی مناطق (در بخش میانی محدوده کدر) برونزد دارند. این توده ها دارای فنوکریستهای کوارتز چشمی می باشد.

3- دایک های آندزیتی

این دایکها در واقع همه کمپلکس آتشفشانی-رسوبی ائوسن و توده های ساب ولکانیک دیوریتی را متاثر نموده اند. رخنمون این دایکها در مناطق دگرسان نشده حاوی آمفیبول و بیوتیت است. این دایکها گسترش چندانی در محدوده نقشه ندارند.



تصویر شماره 3-6- نمایی از دایکهای آندزیتی که در مجموعه ساب ولکانیک دیوریتی در منطقه کدر نفوذ کرده است - دید به شمال



3-5-4- تکتونیک و زمین شناسی ساختاری

بررسی گسل های محدوده مورد مطالعه نشان می دهد که ساختارهای اصلی منطقه مشابه روند کمربند کرمان عموماً ساختاری با روند NW-SE می باشد. مهمترین روندهای ساختاری، روندهای با امتداد NE-SW می باشد و از تعداد 43 گسل بزرگ و کوچک 25 گسل دارای امتداد NE-SW می باشد که اهمیت این گروه از گسل ها را نشان می دهد که مانند منطقه سرنو دارای سیستم برشی چپ لغز می باشد. در بخش مرکزی سیستم های دگرسانی (مثلاً در محدوده کدر و در منطقه حفاری کارشناسان یوگسلاو) روند رگه های سیلیسی نیز عمدتاً از این روند تبعیت می نماید. این روندها گاه کنترل کننده دگرسانی ها و حتی لیتولوژی می باشند.

روند مهم دیگر روند E-W می باشد. اگرچه تعداد گسل های کمی از این روند تبعیت می نماید ولی از کنترل کننده های مهم دگرسانی در منطقه می باشد.

روند NW-SE عمدتاً کنترل کننده رخنمون واحدهای سنگی در منطقه می باشد. روند N-S نیز در برخی مناطق اهمیت زیادی دارد.

3-5-5- دگرسانی هیدروترمالی

دگرسانی در منطقه مورد مطالعه در چندین محدوده دارای وسعت بسیار جالب توجهی داشته و در واقع یکی از وسیعترین مناطق دگرسانی در کمربند کرمان را شکل داده است. این منطقه دگرسانی در محدوده کدر واقع در باختر محدوده مورد مطالعه وسعتی در حدود 18 km^2 مربع داشته و یکی از سیماهای مشخص و واضح در تصاویر ماهواره ای کمربند کرمان می باشد. مهمترین دگرسانی های مشاهده شده شامل کلریتی-اپیدوتی شدن، سریسیتی شدن، سیلیسی شدن و آرژیلی شدن می باشد. مناطق دگرسانی جدا شده در این مرحله با توجه به تصاویر ماهواره ای و بررسیهای صحرایی و نتایج آزمایشگاهی دقیق بویژه آنالیز بروش XRD و همچنین مطالعات پتروگرافیکی می تواند مکمل این مطالعات باشد.

1- دگرسانی کوارتز - سریسیتی

در این زونهای دگرسانی تمام کانیه های فلسیک سنگهای ولکانیکی و ساب ولکانیکی توسط سریسیت جایگزین می شود. سیلیس نیز به مقدار مناسب در سنگها جایگزین شده ولی مقدار پیریت بطور اولیه در



محدوده های مورد مطالعه خیلی زیاد نبوده است. در بیشتر مناطق مقدار پیریت به 0/5 تا 1 درصد رسیده و حداکثر به 2 تا 3 % می رسد.

شدت دگرسانی در مناطق کنتاکت واحدهای ولکانیکی پیروکلاستیکی و ساب ولکانیکی دیوریت پورفیری تغییر چندانی ندارد. این بدان معنی است که محلولهای گرمابی هر دو مجموعه را متأثر نموده و احتمالاً منشاء محلول این توده دیوریت نبوده است. اگرچه به دلیل نفوذپذیری توده دیوریتی تأثیر محلول در شرایط مساوی کمتر از سنگهای پیروکلاستیکی بوده است و در مناطقی که محلول به سنگهای پیروکلاستیکی رسیده آنرا با شدت بیشتری متأثر نموده و کانیهای مختلف و بویژه کانیهای مافیک را جایگزین نموده است.

دگرسانی کوارتز - سریسیتی با مجموعه کانیهای دگرسانی کوارتز - سریسیت مشخص می باشد و حجم پیریت نیز در این منطقه خیلی بالا نمی باشد. ویژگی بارز این دگرسانی شستشوی اسیدی سطحی کانیهای سولفید و اکسیداسیون کانیهای مافیک و آزاد شدن آهن بصورت خارجی (Exotic) می باشد که در درزه و شکافها مشاهده می گردد. همینطور در این منطقه بطور کلی مناطق استوک ورکی بسیار مشاهده می شود.

رگه های سیلیسی در این بخش از دگرسانی بیشترین شدت را دارد. تعداد این رگه ها در منطقه کدر بسیار زیاد بوده و گاه زونهای دگرسانی سیلیسی - سریسیتی بوجود می آورند در حالیکه در سایر مناطق دگرسانی سیلیسی گسترش چندانی ندارد.

2- دگرسانی آرژیلیک

گذر از دگرسانی کوارتز - سریسیتی به دگرسانی آرژیلیک تدریجی است و اغلب در حاشیه دگرسانی کوارتز - سریسیتی مشاهده می شود. مجموعه کانیائی این دگرسانی شامل کانیهای رسی و سریسیت می باشد. مقدار پیریت مشابه دگرسانی کوارتز - سریسیت کم بوده و بطور معمول 0/5 تا 1 درصد می باشد. ژاروسیت و گوتیت عمده اکسیدهای آهن ناشی از پیریت می باشد. گسترش زیاد این دگرسانی نشان دهنده حجم زیاد محلول گرمابی است که سنگهای منطقه را متأثر نموده است. در بسیاری موارد این دگرسانی بصورت لکه ای درون دگرسانی پروپیلیتیک تشکیل شده و اغلب کنترل ساختاری دارد و در امتداد گسلها و درزه - شکستگیها تشکیل شده است.



تصویر شماره 3-7- دگرسانی آرژیلی برنگ زرد-نخودی و دگرسانی پروپلیتیک برنگ سبز در منطقه ایجو- دید به جنوب

در این دگرسانی کانی کائولینیت و دیگر کانیهای رسی گسترش قابل ملاحظه ای دیده می شود (تصویر شماره 3-8)، ولی برای تعیین وجود کانیهای مربوط به دگرسانی آرژیلیک پیشرفته و ترسیم محدوده آنها به مطالعات دقیق آزمایشگاهی نیاز می باشد که در مراحل بعدی پروژه به آن خواهیم پرداخت.



تصویر شماره 3-8- نمایی از دگرسانی آرژیلی در منطقه کدر که دگرسانی کائولینیتی در بخش سفیدرنگ کاملاً مشخص است - دید به باختر



در منطقه کدر، رگه های سیلیسی در این دگرسانی دیده می شوند؛ اگرچه ضخامت و تعداد این رگه ها تا حدی کمتر از دگرسانی کوارتز - سریسیتی می باشد ولی از شدت کافی برخوردار است.



تصویر شماره 3-9- رگه سیلیسی در زون دگرسانی آرژیلی در منطقه کدر - دید به شمال

3- دگرسانی پروپیلیتیک

این دگرسانی در منطقه مورد مطالعه با اجتماع کانیائی اپیدوت + کلریت ± کربنات ± پیریت مشخص می گردد. بخش عمده این دگرسانی سنگهای ولکانیکی اطراف را تحت تأثیر قرار داده است و کانیهای آن مجموعه را بوجود آورده است. این دگرسانی احاطه کننده دگرسانی های کوارتز - سریسیتی و آرژیلی می باشد. علاوه بر سنگهای اطراف این دگرسانی در بخش مرکزی سیستم دگرسانی نیز گاهی به چشم می خورد. در محدوده کدر، دگرسانی پروپیلیتیک، در واقع، تقسیم کننده دگرسانی کدر به دو بخش خاوری و باختری می باشد. در این بخش سنگهای دیوریت پورفیری ساب ولکانیک متحمل دگرسانی پروپیلیتیک شده اند. در برخی مناطق این زون بخش هایی از سنگها توسط محلولهای گرمابی بیشتر دگرسان شده و کانیهای دگرسانی آرژیلیک را بوجود آمده اند.



رگه های سیلیسی به مقدار بسیار کمتری در سنگهای دگرسانی پروپلیتیک دیده می شوند و تعداد و پراکندگی آنها بسیار کمتر از دگرسانی های کوارتز - سربستی و آرژیلیتی می باشد و این امر نشان می دهد شدت دگرسانی و اثرات محلولهای گرمابی به مرور در این زونها کاهش می یابد.



تصویر شماره 3-10- نمای از دگرسانی پروپلیتیک (رنگ سبز سنگها) در منطقه کدر

4- دگرسانی سیلیسی

بیشترین تمرکز دگرسانی سیلیسی در محدوده کدر (A1) مشاهده می شود. در مناطق دیگر دگرسانی سیلیسی با گسترش بسیار محدودتری تنها به صورت رگه ای و یا پوشش سطحی زون آرژیلی دیده می شود. در منطقه کدر دگرسانی سیلیسی به دو صورت قابل مشاهده می باشد. در نوع اول سیلیس عمدتاً در متن سنگها جایگزین شده است. این نوع سیلیس عمدتاً در دگرسانی کوارتز - سربستی دیده می شود که متن سنگ



زمین شناسی عمومی

توسط سیلیس جایگزین شده و سنگها بشدت سیلیسی و سخت شده اند این زونهای دگرسان در دگرسانی آرژیلی و به مقدار کمتر در دگرسانی پروپیلیتیک نیز مشاهده می شود.

نوع دیگر دگرسانی سیلیسی رگه های سیلیسی می باشند که عمدتاً در روندهای خاص جایگیر شده اند. این رگه ها اغلب با برشی شدن همراه بوده اند. در زون دگرسانی کوارتز - سریسیتی و تا حدی زون آرژیلی بر روی اغلب تپه ها یک پوشش سیلیسی دیده می شود. این سیلیس ناشی از مقاومت بیشتر سیلیس در مقابل هوازدگی بوده و عمدتاً بر روی مناطق مرتفع باقی مانده است.

اگر چه رگه ها در بسیاری از مواقع جهت یافتگی خاصی داشته و بصورت رگه ای وجود دارند ولی گاه حجم و تعداد رگه ها بحدی زیاد می شود که تفکیک آنها از سنگ زمینه بسیار مشکل می گردد و در این مناطق زونهای متشکل از سیلیس، سریسیت و رس دیده می شوند که در زمینه سنگ اولیه وجود دارند. گاه سنگ اولیه بطور کامل توسط مجموعه مذکور جایگزین شده و گاه اثراتی از سنگ اولیه نیز دیده می شود. به همین دلیل در برخی مناطق، منطقه دگرسانی سیلیسی + سریسیتی \pm رسی تفکیک شد و در مناطقی که رگه سیلیسی دارای روند خاص و ضخامت مشخصی بود فقط به عنوان یک رگه سیلیسی ترسیم گردید.

مطلب دیگر اینکه، بطور کلی هرچه به مرکز سیستم نزدیکتر می شویم تعداد و مقدار رگه ها زیادتر می گردد.

بافت های کوارتز استوک ورک در بخش باختری منطقه کدر بصورت رگچه های کوارتزی خاکستری دیده می شوند. مطلب مهم دیگر در این محدوده این است که این رگه ها هم در توده ساب ولکانیک و هم در سنگهای ولکانیکی پیروکلاستیکی وجود دارند ولی بدلیل سختی بیشتر توده ساب ولکانیک و مقاومت آن در مقابل محلولها در مناطق توده ساب ولکانیکی حاشیه ای رگه ها کمتر دیده می شوند در حالیکه در مناطق ولکانیکی پیروکلاستیکی سنگ میزبان براحتی توسط محلولهای دارای سیلیس جایگزین شده اند.

اگرچه جایگیری اکثر رگه های سیلیس با برشی شدن همراه بوده ولی شدت برشی شدن نیز در مناطق مختلف متفاوت می باشند و ساختار کنترل کننده اصلی برشی شدن (هیدروترمال) بوده است.



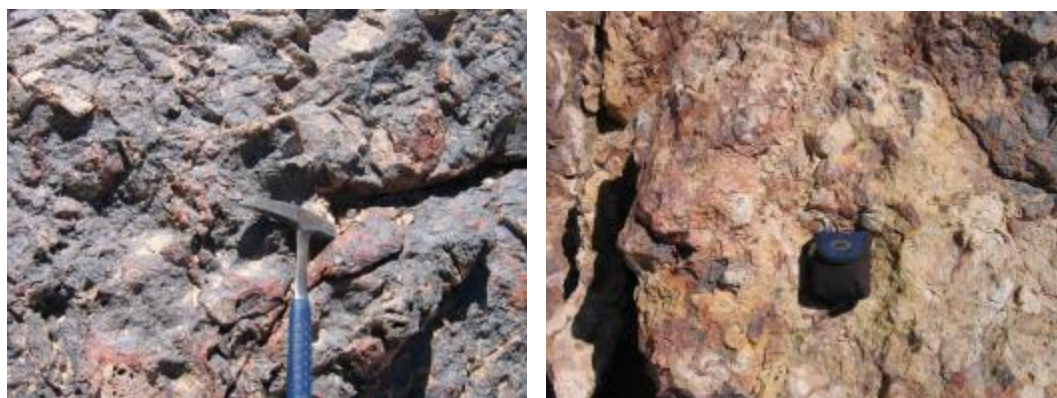
تصویر شماره 3-11- رگه های سیلیسی در بالای تپه ها ، الف) در بخش مرکزی منطقه کدر (سمت راست) ، ب) در منتهی الیه باختری منطقه در مناطق دگرسانی آرژیلیک و پروپلیتیک (سمت چپ)



تصویر شماره 3-12- منطقه دگرسانی سیلیسی + سریسیتی ± رسی در منطقه کدر ، رگه های سیلیسی با مورفولوژی خشن در زون دگرسانی سریسیتی-رسی دیده می شوند.



تصویر شماره 3-13- کوارتز استوک ورک در بخش باختری منطقه کدر ، الف)رگچه های کوارتزی خاکستری (سمت راست)، ب) رگچه های کوارتزی خاکستری (سمت چپ)



تصویر شماره 3-14- نمایی از برش هیدروترمالی در بخش خاوری منطقه کدر

3-5-6- توده های ساب ولکانیک و ارتباط آنها با کانی سازی در منطقه

همانطور که اشاره شد در منطقه مورد مطالعه بویژه از نظر منشاء دو نوع توده ساب ولکانیک وجود دارد. توده اول یا مهمترین توده، توده دیوریت پورفیری تا کوارتز دیوریت پورفیری است و توده های دوم که اغلب بصورت دایک یا آپوفیزهایی بعد از کانی سازی در منطقه مشاهده می گردند. توده اول مجموعه ولکانیکی- رسوبی (آگلومراهای آندزیتی) به سن ائوسن را قطع نموده است و توده دوم هر دو دیوریت پورفیری و سنگهای ولکانیکی را قطع نموده است. سنگهای ولکانیکی پیروکلاستیکی اغلب بصورت غشایی نازک و حداکثر چند متر تا بیست متر) بر



روی توده ساب ولکانیک اول قرار دارند. اگرچه در بررسی‌های اولیه به نظر می‌رسد توده ساب ولکانیک دیوریت پورفیری منشاء کانی‌سازی باشد.

3-6- کانی‌سازی

کانی‌سازی سولفیدی اولیه در منطقه مورد مطالعه اغلب بصورت پیریت بوده است و مقدار سولفیدهای مس کمتر بوده است. کانی‌سازی اغلب بصورت پراکنده می‌باشد. در بسیاری از مواقع اکسیداسیون سولفیدهای اولیه باعث تشکیل اکسیدهای آهن در درز و شکافها بصورت نابرجا (Exotic) شده است. در مناطقی که استوک ورک کوارتز دیده می‌شود (هرچند گسترش ناچیزی در منطقه دارند) گاه سولفیدهای اولیه بصورت پرکننده شکاف میان رگچه‌های کوارتزی است.

بهرحال بالاترین مقدار اکسیدهای آهن در مناطق رگه‌های سیلیسی و یا نواحی سیلیسی - سریسیتی دیده می‌شود که در این مناطق اکسیدهای آهن عمدتاً بصورت پرکننده درز و شکافها دیده می‌شوند. در این بخشها گاه مقدار اکسیدهای آهن به 2 تا 3% می‌رسد. مقداری از اکسیدهای آهن در این بخشها حاصل از منشاء اکسیدهای آهن ثانویه حاصل از کانیهای فرومنیزین می‌باشد در حالیکه مقدار بیشتری از اکسیدها مربوط به سولفیدهای پرکننده درز و شکافهای اولیه بوده است.

در منطقه کوارتز - سریسیتی و همینطور آرژیلیک بیشتر کانی‌سازی بصورت پیریت بوده است و مقادیر بسیار ناچیزی از کانی‌سازی مس مشاهده می‌شود. در این مناطق نیز اکسیدهای آهن عمدتاً پرکننده درز و شکاف می‌باشند و مقادیر کمتری بصورت پراکنده در متن سنگ دیده می‌شوند.

در مناطق پروپیلیتیک بیشتر سولفیدها هنوز غیر اکسیده می‌باشند و بصورت پراکنده در متن سنگ مشاهده می‌شوند.



تصویر شماره 3-15- اکسیدهای آهن در منطقه کدر، الف): اکسیدهای آهن
گوتیتی - جاروسیتی در درز و شکاف‌ها (سمت راست)، ب): اکسیدهای آهن گوتیتی
در درز و شکاف‌ها (سمت چپ)

3-7- محدوده‌های اولویت دار ورقه دهج

همانگونه که پیشتر گفته شد بر اساس داده‌های ماهواره‌ای، نقشه‌های زمین‌شناسی و داده‌های پیشین، محدوده‌های اولویت دار منطقه مورد بررسی معرفی گردید.

در مجموع چهار اولویت اصلی A, B, C, D برای منطقه مورد مطالعه معرفی شد. در اولویت A سه محدوده به نامهای A1, A2, A3، در اولویت B دو محدوده B1, B3 در اولویت C دو محدوده C1, C3 و بالاخره در اولویت D محدوده‌های کوچک و پراکنده و کم‌اهمیت جای گرفتند. در تقسیم‌بندی فوق عواملی همچون دگرسانی و انواع آن، وسعت دگرسانی، زمین‌شناسی منطقه، بررسی‌های ساختاری و گزارش کانی‌سازی تاثیر بسزایی داشت.

در ذیل در مورد هر کدام از محدوده‌های یاد شده بالا به اختصار به توضیح می‌پردازیم:



3-7-1- محدوده A1 (کدر)

این محدوده در 7/5 کیلومتری باختر شهرستان دهج جای دارد (شکل شماره 19 بخش ماهواره). محدوده مورد بررسی عموماً از دیوریت پورفیری به سن اولیگو-میوسن که درون رخساره‌های پیروکلاستیکی و ولکانیکی ائوسن نفوذ کرده، تشکیل یافته است. دایک‌ها و آپوفیزهایی با ترکیب دیوریت تا دیوریت پورفیری اغلب واحدهای سنگی منطقه را در امتداد شکستگی‌ها را بریده و نفوذ کرده اند. این محدوده وسیعترین دگرسانی ورقه 1:25000 دهج را بخود اختصاص داده که نزدیک به 18 کیلومتر مربع است. مهمترین دگرسانیهای مشاهده شده شامل سریسیتی شدن، سیلیسی شدن، آرژیلیتی شدن و پیروپلیتی شدن می باشد. دگرسانی سیلیسی و سریسیتی به دو بخش خاوری و باختری قابل جدایش است. در بخشهای خاوری شدت دگرسانی‌های سیلیسی و سریسیتی بسیار بیشتر از منطقه باختری است.

از نقطه نظر ساختاری روند NW-SE که روند ساختارهای اصلی کمر بند کرمان میباشد، و نیز روند NE-SW که بیشتر گسله‌های این محدوده از آن تبعیت می کنند، مهمترین روندهای محدوده کدر می باشند. روند E-W و همچنین N-S از دیگر روندهای منطقه به شمار می آید که دارای اهمیت کمتری می باشند.

کافی سازی مس در محدوده اخیر تنها در چند نقطه و آن هم در امتداد درزه-شکستگیهای سنگ میزبان دیوریت پورفیری مشاهده گردید. نمونه برداری از محدوده کدر تنها به بخش سیلیسی آن اختصاص یافت و شبکه نمونه برداری به دو اصل 200 متری طراحی گردید.

در مجموع کلاً تعداد 122 نمونه (94 نمونه از شبکه نمونه برداری و 28 نمونه از فواصل آنها) جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 4 نمونه برای بررسیهای سنگ شناسی و تعداد 2 نمونه برای مطالعه مقاطع صیقلی و بررسیهای کانه نگاری از این محدوده برداشت گردید.

- بررسی پوشش شسته شده کانسار کدر

براساس مطالعات انجام گرفته در بخش اکسیده کانسارهای منطقه شمال باختری کمر بند کرمان می توان دریافت که عمق زون اکسیدی در این کانسارها اغلب بین 20 تا 30 متر می باشد و از عمقهای 20 تا 30 متری درون سولفیدی با یک بخش حد واسط 10 تا 15 متری شروع می شود. در منطقه کدر نیز بر اساس دو حلقه گمانه حفاری حفر شده عمق زون سولفید در حدود 20 متر می باشد.



از نظر مقدار و نوع اکسیدهای آهن به نظر می‌رسد مقدار اکسیدها بطور متوسط به 0/5 تا 1% می‌رسد. این بدان معناست که در اغلب نقاط، مقدار سولفید اولیه بالا نبوده است حتی در منطقه دگرسانی کوارتز - سریسیتی نیز مقدار سولفید اولیه و اکسید آهن حاصل از آن کم بوده است. بطور کلی این مقدار حداکثر به 2 تا 3% نیز می‌رسد و بیشترین مقادیر در مناطق برشی-سیلیسی با بیشترین تأثیر محلولهای هیدروترمالی مشاهده می‌شود. نوع اکسیدها عمدتاً جاروسیت و گوتیت می‌باشد و ندرتاً هماتیت نیز مشاهده می‌شود. اگرچه مقدار سولفید برای فرایندهای شستشوی اسیدی سطحی بالا نبوده است ولی به نظر می‌رسد مقدار سولفید مس نیز بالا نبوده باشد لذا تشکیل منطقه غنی شدگی نیز متصور نمی‌باشد.

فرایندهای سوپرژن تمام مناطق کانسار را تحت تأثیر قرار داده اند ولی بیشترین تأثیر در مناطق با سولفید بالا بوده که امکان اکسیداسیون و تشکیل محلولهای اسیدی را فراهم نموده است. این فرایند حتی باعث تشکیل برخی کانی‌های رسی از جمله آلونیت شده است. لذا در مناطق مرکزی سیستم، در مناطق کوارتز - سریسیتی و آرژیلیکی بیشترین تأثیر فرایندهای سطحی قابل مشاهده می‌باشد. نقش فرایندهای سطحی در منطقه پروپیلیتیک فقط در حد اکسیداسیون سولفیدها بوده است.



تصویر شماره 3-16- اکسیدهای آهن در منطقه کدر، الف): اکسیدهای آهن هماتیتی در درز و شکاف‌ها (سمت راست)، ب) اکسیدهای آهن در سطح رگه‌های سیلیسی (سمت چپ)



تصویر شماره 3-17- اکسیدهای آهن در منطقه کدر ، الف) : اکسیدهای آهن گوتیتی - جاروسیتی در درز و شکاف ها (سمت راست) ، ب) آلونیت در درز و شکاف ها (سمت چپ)

3-7-2- محدوده A2 (ایجو)

این محدوده در ورقه 1:50000 دهج (شکل شماره 19 بخش ماهواره) و در شمال باختر روستای ایجو جای دارد. مساحت محدوده در حدود 5 کیلومتر مربع می باشد. از نقطه نظر ریخت شناسی بخش باختری را ارتفاعات بلند تشکیل داده و بسوی خاور از ارتفاعات کاسته شده و بصورت تپه های کم بلندا در می آید. از بخش شمال محدوده یک رودخانه نسبتاً پهن عبور میکند.

محدوده از سنگهای ولکانیکی و پیروکلاستیکی ائوسن تشکیل شده که مورد نفوذ یک توده دیوریت پورفیری قرار گرفته و آنرا دگرسان کرده است. در بلافصل باختری توده یاد شده سنگهای آندزیتی - داسیتی با ارتفاع زیاد برونزد یافته است. دگرسانیهای این محدوده بیشتر سیلیسی - سریسیتی و آرژیلیتی در مرکز و بسوی اطراف دگرسانی پیروپیلیتی نمایان شده است.

در مجموع کلاً تعداد 105 نمونه (اعم از 95 نمونه از شبکه نمونه برداری و 10 نمونه از فواصل آنها) جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 20 نمونه برای بررسیهای سنگ شناسی، تعداد 10 نمونه برای مطالع مقاطع صیقلی و بررسیهای کانه نگاری، تعداد 8 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD و 14 نمونه جهت آنالیز XRF از این محدوده برداشت گردید.

**3-7-3- محدوده A3 (تقین بادام)**

در حدود 3 کیلومتری باختر جاده اصلی شهر بابک- انار و در جنوب و خارج از محدوده ورقه 1:50,000 دهج جای دارد (شکل شماره 19 بخش ماهواره). مساحت محدوده در حدود 5 کیلومتر مربع میباشد. منطقه ایست نسبتاً مرتفع ولی با شیب دامنه های باز و ملایم.

بخش خاوری محدوده مورد بررسی کلاً از جنس دیوریت تا گرانودیوریت تشکیل شده و دگرسانیهای آرژیلیتی، کمتر سیلیسی و پروپیلیتی در سنگ نفوذی رخ داده است.

در بخشهای جنوبی و باختری محدوده سنگ میزبان ولکانیکی بهمراه پیروکلاستیک سبز رنگ بصورت تپه ماهور نمایان می گردد که دارای شیب عمومی 30-40 درجه بسوی جنوب باختری می باشد. دگرسانی های این بخش بیشتر از نوع پروپیلیتیک می باشد. کانی سازیهای مس بصورت ملاکیت، آزوریت، بعضاً کالکوپیریت و پیریت بهمراه اکسیدهای ثانویه آهن بویژه در بخش خاوری و در توده نفوذی قابل مشاهده است.

در مجموع کلاً تعداد 4 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 7 نمونه برای مطالعه مقاطع نازک-صیقلی و بررسیهای کانه نگاری، تعداد 3 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD و 3 نمونه جهت آنالیز XRF از این محدوده برداشت گردید.

3-7-4- محدوده B1 (کوه بند اشکسته)

این محدوده در منتهی الیه خاوری ورقه 1:50,000 دهج (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد. مساحت آن نزدیک به 4 کیلومتر مربع است. عموماً از دو لیتولوژی مرتفع و خشن در بخش خاوری محدوده و هموار در بخش باختری محدوده درست شده است. محدوده شکل حلقوی داشته و در اطراف از توف آندزیتی و آندزیت و پیروکلاستیک تشکیل شده که ارتفاعات را ساخته اند. این مورفولوژی توسط یک توده گرانودیوریتی تا دیوریت پورفیری در مرکز قطع شده است.

توده نفوذی دگرسانیهای آرژیلیتی، سریسیتی و سیلیسی بر خود هموار کرده و دارای کانی سازیهای مس بصورت کالکوپیریت، بورنیت، کالکوسیت، کولیت، ملاکیت و کمتر آزوریت بهمراه پیریت و اکسیدهای ثانویه آهن میباشد. سنگهای ولکانیکی و پیروکلاستیکی ائوسن اطراف بیشتر تحت تاثیر دگرسانیهای پروپیلیتی و آرژیلیتی قرار گرفته اند.



در مجموع کلاً تعداد 64 نمونه (اعم از 49 نمونه از شبکه نمونه برداری و 15 نمونه از فواصل آنها) جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 26 نمونه برای بررسی‌های سنگ‌شناسی، تعداد 15 نمونه برای مطالعه مقاطع صیقلی و بررسی‌های کانه‌نگاری، تعداد 5 نمونه برای بررسی‌های کانی‌شناسی به روش XRD و 6 نمونه جهت آنالیز XRF از این محدوده برداشت گردید.

3-7-5- محدوده B3

این محدوده در ورقه 1:50000 دهج و در شمال باختر آبادی لوگارد (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد و جاده جوزم به دهج از خاور آن می‌گذرد. محدوده در دامنه خاوری یک بلندی جای داشته و از تناوب ماسه سنگ و مارن خاکستری تا سبز رنگ تشکیل شده و دگرسانی بسیار ضعیفی برخوردار ساخته است. دگرسانی ضعیف این مجموعه کانه دار نبوده و در نتیجه اقدام به نمونه‌گیری نشد.

3-7-6- محدوده C1 (عباس آباد)

در شمال خاوری آبادی عباس آباد و در ورقه 1:50000 دهج (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد. محدوده کلاً کوهپایه‌ای بوده و دارای ارتفاع اندک می‌باشد. مساحت این محدوده در حدود 0/3 کیلومتر مربع است. لیتولوژی آن از سنگ‌های ماسه‌سنگی توفی شیری تا کمی زرد رنگ و توف آندزیتی تشکیل شده که آپوفیزهایی از کوارتز دیوریت آنها را قطع کرده است. دگرسانی‌های ضعیف و پراکنده بوده و بیشتر از نوع آرژیلیتی و اکسید آهن می‌باشد. در مجموع تعداد 3 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی از این محدوده برداشت گردید.

3-7-7- محدوده C3 (دره حمزه)

در ورقه 1:50000 دهج و در جنوب آبادی دره حمزه و در یال جنوب خاوری کوه خارزن (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد. محدوده کلاً از گرانودیوریت دگرسان شده شکل گرفته و برنگ عمومی زرد کم‌رنگ درآمده است. دگرسانی‌ها از نوع آرژیلیتی می‌باشد. اطراف این توده نفوذی را آگلومرای آندزیتی خاکستری تا ارغوانی را فرا گرفته که دگرسانی ضعیفی از نوع پیروپیلیتی از خود نشان می‌دهد. منطقه کلاً کوهستانی بوده و ارتفاع بخش دگرسان شده اندکی کمتر از بقیه نقاط می‌باشد.

در مجموع تعداد 3 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 1 نمونه برای بررسی‌های سنگ‌شناسی، تعداد 2 نمونه برای بررسی‌های کانی‌شناسی به روش XRD و 2 نمونه جهت آنالیز XRF از این محدوده برداشت گردید.

**3-7-8- محدوده D1 (کپتور)**

در باختر شهرستان دهج و در شمال آبادی کپتور (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد. این محدوده بصورت بلندی های نه چندان مرتفع با شیب های ملایم و آبراهه های باز و پهن میباشد. عموماً از بازالت و آندزیت بازالت تشکیل شده که در سطح مقداری اکسید آهن به همراه دارد. در مجموع تعداد 1 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی و تعداد 2 نمونه برای بررسیهای سنگ شناسی از این محدوده برداشت گردید.

3-7-9- محدوده D5

این محدوده در باختر محدوده B1 جای داشته (شکل شماره 19 بخش ماهواره) و در واقع ادامه باختری آن می باشد. در این محدوده که در حدود 4/5 کیلومتر مربع وسعت دارد سنگها بیشتر از جنس آندزیت و پیروکلاستیک آندزیتی سبز رنگ است که آپوفیزهایی از دیوریت و کوارتز دیوریت در آن نفوذ کرده و دگرسانیهای پروپلیتیک و آرژیلیتی و کمتر سیلیسی بوجود آورده است. در بخشهایی از این دگرسانیها کانی سازی مس بصورت رگه های سیلیسی-برشی تیره رنگ نمایان است. کانیهای مس بصورت ملاکیت، آزوریت به همراه اکسیدهای ثانویه آهن می باشد.

زونهای سیلیسی- برشی بعضاً بضخامت 15-20 متر بوده و درازای آنها به یکصد متر میرسد. این محدوده مرتفعتر از محدوده دگرسانی B1 بوده و در واقع حاشیه باختری آن می باشد.

در مجموع تعداد 4 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 5 نمونه برای بررسیهای سنگ شناسی، و تعداد 4 نمونه برای مقاطع نازک-صیقلی و بررسیهای کانه نگاری از این محدوده برداشت گردید.

3-7-10- محدوده D6 (کسوئیه علیا)

در منتهی الیه شمال باختری ورقه 1:50000 دهج و در شمال آبادی کسوئیه علیا (شکل شماره 19 بخش ماهواره) جای دارد. منطقه ای کوهستانی و صعب العبور با آبراهه های پرشیب و تنگ می باشد. محدوده مورد بررسی از یک توده داسیتی تشکیل شده که زون ضعیفی از دگرسانی آرژیلیتی را نشان می دهد و بعضاً دارای اکسید آهن در سطوح شکستگی سنگ می باشد.

در مجموع تعداد 1 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی، تعداد 2 نمونه برای بررسیهای سنگ شناسی و 1 نمونه جهت آنالیز XRF از این محدوده برداشت گردید.

**مطالعات میکروسکوپی****4-1- مقدمه**

در یک گزارش زمین شناسی - اکتشافی باید اجزای اصلی شکل دهنده آن - نظیر اطلاعات اولیه مورد نیاز، بررسی های صحرایی، مطالعات میکروسکوپی و سایر اطلاعات دفتری و همچنین نتایج آنالیزهای آزمایشگاهی - از دقت بالایی برخوردار باشند. برداشت خوب و دقیق صحرایی، پایه اطلاعاتی مناسبی برای بررسی های میکروسکوپی است؛ هرچه این برداشتها بهتر و اطلاعات کامل تر باشد مطالعات بعدی دقیق تر خواهد بود. از طرفی، مطالعات میکروسکوپی می تواند تکمیل کننده سایر اطلاعات صحرایی، دفتری و آزمایشگاهی باشد.

در بخش بررسی های میکروسکوپی، تعداد 63 مقطع نازک مورد مطالعه قرار گرفت که در ادامه شرح این مطالعات به همراه تصاویر مربوطه آمده است. در این بررسی با مطالعه و تشخیص کانی های اصلی و فرعی تشکیل دهنده سنگ و درصد هریک از آنها، نوع و نام سنگ تعیین گردید.

ویژگی عمده اکثر نمونه ها، دگرسانی های فراگیر در متن سنگ است. با توجه به اطلاعات صحرایی و بررسی نمونه های دستی این مقاطع میکروسکوپی - که اکثراً از مناطق دگرسانی تیپ مس پورفیری اخذ گردیده - مطالعه این دگرسانی ها و محصولات آنها از اهمیت زیادی برخوردار است.

4-2- تحلیل سنگ شناسی منطقه مورد مطالعه

در مطالعات ژئوشیمیایی، نحوه پراکندگی عناصر مختلف در واحدهای سنگی و پهنه های کانه دار و ارتباط و همبستگی این عناصر با یکدیگر مدنظر می باشد. با بررسی این روابط می توان تا حدودی به محیط و فرآیندهای مؤثر در تشکیل کانسار پی برد (Hedenquist et al., 2000).

4-2-1- تعیین سری ماگمایی و طبقه بندی سنگ های آذرین

برای تعیین سری ماگمایی سنگ های آذرین، در محدوده معدنی دهج - جوزم، از نمودار دوتایی سیلیس (SiO_2) در مقابل مجموعه آکالی ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) و برای طبقه بندی آنها از نمودار TAS، استفاده شده است



(LeBas et al, 1986). در این بررسی، تعداد 26 نمونه از سنگ‌های آذرین محدوده معدنی در آزمایشگاه سازمان

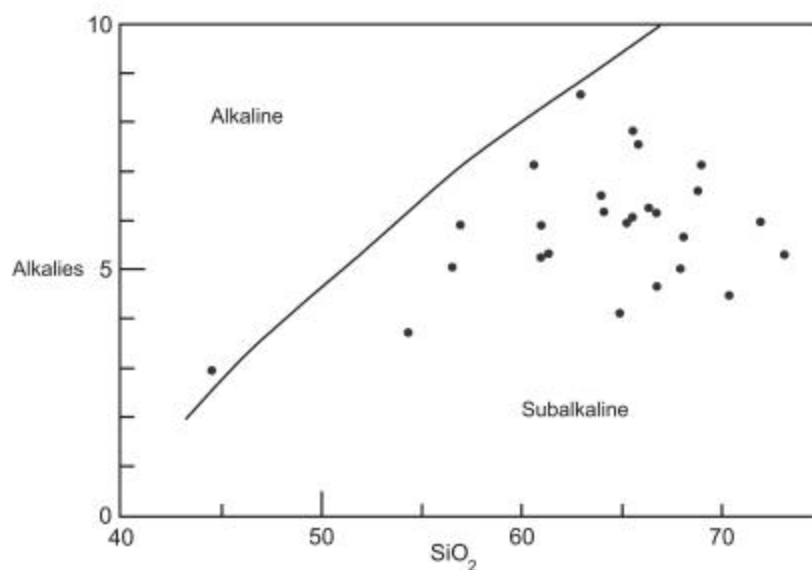
زمین‌شناسی به روش XRF مورد تجزیه قرار گرفته‌اند.

بر پایه نمودار سیلیس در مقابل آلکالی (Irvine and Baragar, 1971)، که برای جدایش سنگ‌های

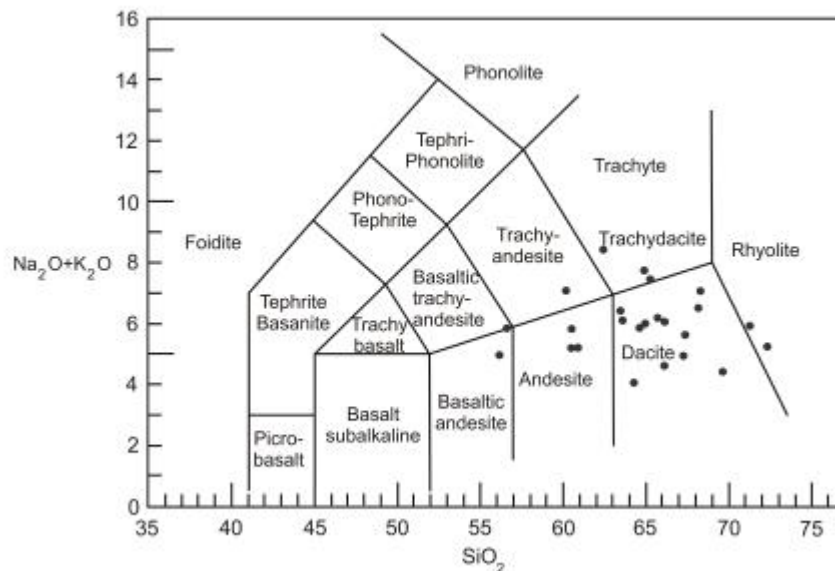
آلکالن از ساب‌آلکالن به کار می‌رود، بخش عمده نمونه‌ها در محدوده ساب‌آلکالن واقع شده‌اند. با توجه به طبقه‌بندی

(LeBas et al. 1986)، ترکیب شیمیایی سنگ‌های منطقه معدنی عمدتاً در محدوده داسیت، آندزیت و به مقدار

کمتر آندزیت‌بازالت قرار می‌گیرد.

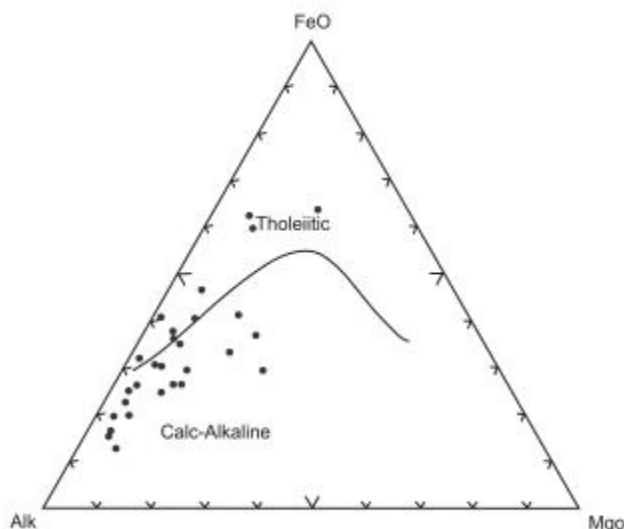


شکل شماره 4-1 - نمودار TAS برای تعیین ماهیت آلکالن-ساب‌آلکالن سنگ‌های آذرین محدوده معدنی



شکل شماره 4-2- رده‌بندی سنگ‌های منطقه بر پایه نمودار (LeBas et al. 1986).

بر پایه نمودار AFM که برای تقسیم‌بندی سنگ‌های ساب‌آلکالن به دو سری تولییتی و کالک‌آلکالن به کار می‌رود (Irvine and Baragar, 1971)، بخش عمده نمونه‌ها در محدود کالک‌آلکالن واقع شده‌اند. با استفاده از این نوع دیاگرام می‌توان روند تفریق سنگ‌های ماگمایی را که ضمن تحول ماگمایی، در انواع حدواسط، غنی‌شدگی از آهن نشان می‌دهند (تولییتی) نسبت به انواعی که دارای مقادیر کمتری از آهن هستند (کالک‌آلکالن) مشخص نمود.



شکل شماره 4-3- نمودار AFM برای تعیین روند تولییتی - کالک-آلکان محدودده معدنی (Irvine & Baragar, 1971).

سنگ‌های مذکور عمدتاً در محدوده کالک آلکان قرار دارند.

4-3- مطالعات سنگ‌شناسی و دگرسانی

4-3-1- نمونه های گرفته شده از محدوده A1 :

شماره مقطع: Dj-A1-3 P

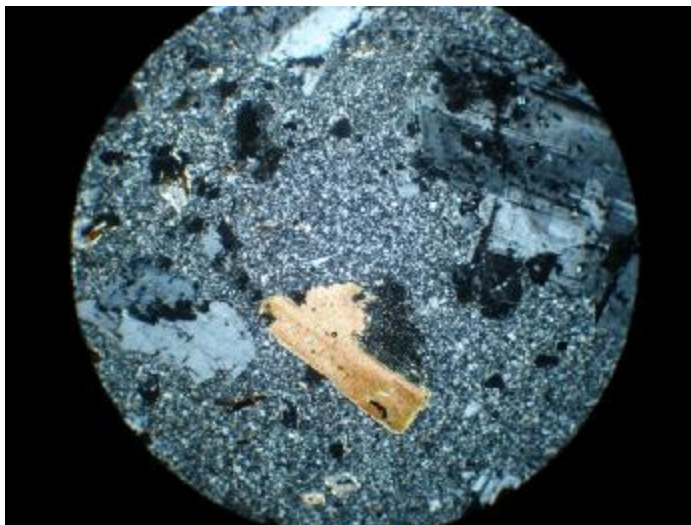
توصیف: فنوکریست های این نمونه را پلاژیوکلاز، بیوتیت، ارتوز، کوارتز، کانی کدر شکل داده اند. زمینه سنگ میکروکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک می باشد. مطالعه زاویه خاموشی ماکلی و مشخصات نوری پلاژیوکلازها ترکیب سدیک (آلبیت-الیگوکلاز) را نشان می دهد. البته برخی پلاژیوکلازها دارای زونینگ اولیه بوده که ترکیب کلسیک تر اولیه این پلاژیوکلازها را تایید می نماید. بیوتیت اغلب بصورت تخته ای و کمتر دگرسان شده حضور دارد. اکسید-هیدروکسیدهای آهن و لوکوکسن در زمینه سنگ دیده می شوند.

زمینه: میکروکریستالین

دگرسانی: آلبیتی شدن و کمی کلریتی شدن.



نام سنگ: ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-1: فنوکریست بیوتیت و آلبیت و کوارتز در زمینه میکروکریستالین (نور پلاریزه، 4x).

شماره مقطع: Dj-A1-28 OR

توصیف: نمونه از یک سنگ برشی، بشدت خرد شده و سیلیسی شده می باشد. وجود درزه-شکستگی های پر شده از سیلیس به همراه اکسید-هیدروکسید آهن و لوکوکسن از دیگر ویژگی های این نمونه است. متن سنگ و درزه-شکستگی های آن، از سیلیس بسیار ریزبلور تا کریپتوکریستالین پر شده است. در زمینه سنگ قطعات از شیشه و سنگ آتشفشانی اسیدی اولیه قابل تشخیص است.

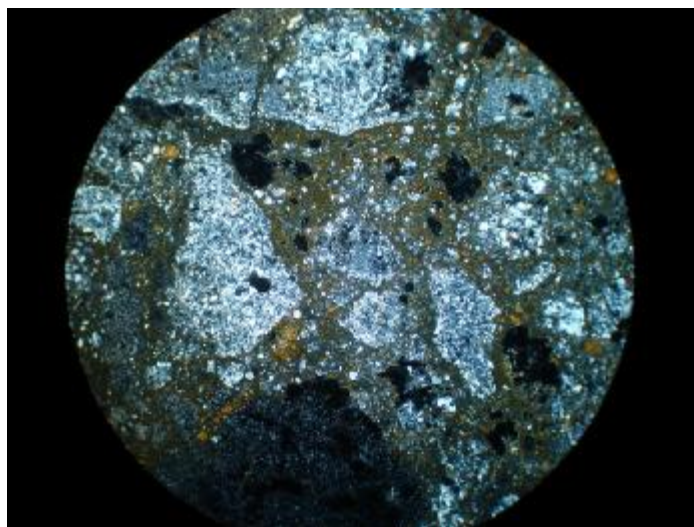
زمینه: بسیار ریزبلور و کوارتز-فلدسپاتیک

بافت: کاتاکلاستیکی و خرد شده و حاوی درزه-شکستگی فراوان

دگرسانی: شدیداً سیلیسی-اکسید آهن و تا حدودی کربناتی و سریسیتی.

نام سنگ: رگه سیلیسی-برشی (کاتاکلاست) حاوی اکسید آهن فراوان در یک سنگ آتشفشانی ریولیت-

ریوداسیتی



تصویر شماره 2-4: بافت برشی سنگ. درون درزه-شکستگی ها توسط سیلیس، لوکوکسن و کربنات آهن و اکسید-هیدروکسید آهن پر شده است (نور پلاریزه، 4x).

شماره مقطع: Dj-A1-100 P

توصیف: فنوکریست های سنگ شامل پلاژیوکلاز، ارتوز (کم)، بیوتیت (کم) و کوارتز (کم) و فاقد کانی کدر می باشد. پلاژیوکلاز اغلب دارای ترکیب سدیک تا حدواسط (آلبیت و الیگوکلاز-آندزین) می باشد. کوارتز در مقادیر ناچیز قابل شناسایی است. نسبت پلاژیوکلاز به آلکالی فلدسپار بسیار بالاتر است. بیوتیت در مقادیر کم دیده می شود. این نمونه فاقد کانی کدر خاصی بوده و تنها آثاری از اکسید-هیدروکسیدهای تاخیری در متن مشاهده می شود. به دلیل سطحی بودن زیاد نمونه گیری اغلب کانی های سنگ دچار انحلال سطحی شده و تنها حفرات خالی آنها برجای مانده است. نسبت زمینه به فنوکریست در این سنگ ناچیز می باشد

زمینه: بسیار کم و میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین است.

دگرسانی: دگرسانی آرژیلی شدید و سپس سریسیتی در زمینه و فنوکریست ها

نام سنگ: ریوداسیت-داسیت پورفیری

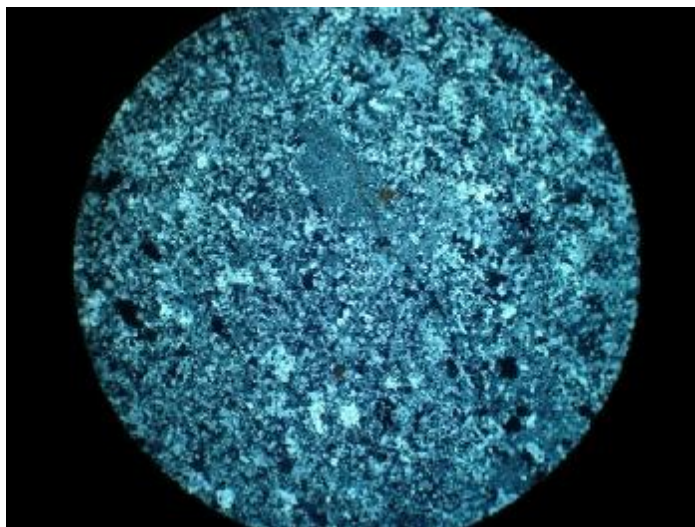


شماره مقطع: Dj-A1-100 OR

توصیف: دگرسانی شدید سیلیسی بصورت رگه-رگچه ای مشاهده می شود. بقایایی از سنگ اولیه از کانی‌های پلاژیوکلاز، کوارتز، آلکالی فلدسپار و بیوتیت دیده می شود که می تواند از سنگ میزبان رگه فوق الذکر به درون رگه آمده باشد. رگچه های فراوان سیلیسی متن سیلیسی شده سنگ را مجدداً قطع نموده اند. این رگچه ها مربوط به مراحل تاخیری تر تاثیر محلول سیلیسی هستند. ویژگی اصلی سیلیس، ریزبلور بودن آن است ولی کانی سازی خاصی در متن رگه مشاهده نمی شود.

دگرسانی: سیلیسی شدید

نام سنگ: رگه سیلیسی دارای سیلیس ریزبلور



تصویر شماره 3-4: محصولات دگرسانی سیلیسی. زمینه سنگ کاملاً سیلیسی شده و یک رگچه تاخیری بسیار ریزبلور همراه با اکسید آهن آن را قطع نموده است (نور پلاریزه، 4x).



4-3-2- نمونه های گرفته شده از محدوده A2 :

شماره مقطع: Dj-A2-S 6 OR

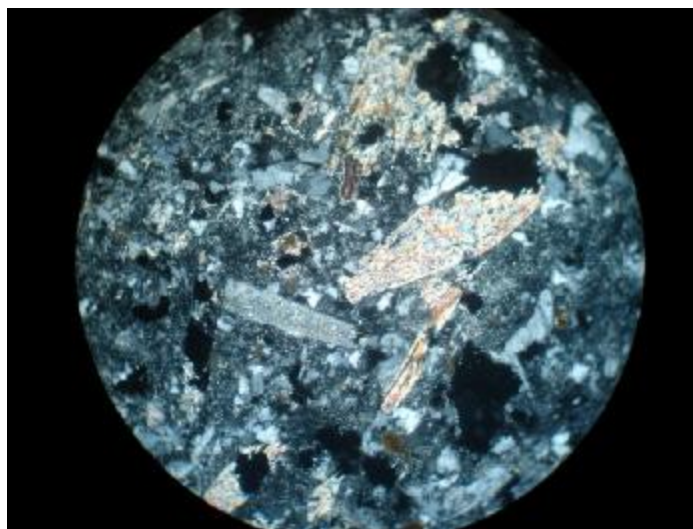
توصیف: این نمونه از یک سنگ بشدت دگرسان شده است. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، آکالی فلدسپار و کوارتز می باشد. پلاژیوکلاز عموماً ماکل پلی سنتتیک و کارلسپاد دارند. بیوتیت ها و آمفیبول ها عمدتاً خودشکل و سریسیتی شده است. ارتوزها عموماً سریسیتی-رسی شده اند. سنگ دارای ویژگی های بسیار سطحی است و هوازدگی باعث ایجاد حفرات انحلالی سطحی در نمونه گردیده است.

زمینه: میکروگرانولار و تا حدودی میکروکریستالین

بافت: پورفیری

دگرسانی: شدیداً آرژیلی و تا حدودی سریسیتی

نام سنگ: کوارتز مونزودیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-4: سریسیتی شدن کامل هورنبلند خودشکل و لوزوجهی (مرکز تصویر)، بیوتیت تخته ای (بالای تصویر)، پلاژیوکلازها و زمینه سنگ (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



شماره مقطع: Dj-A2-S 7 OR

توصیف: فنوکریست های فراوان پلاژیوکلاز، ارتوز و کوارتز در زمینه کوارتز-فلدسپاتیک و حاوی کانی های رسی فراوان می باشد. کانی های کدر فراوان بصورت دانه پراکنده در متن سنگ مشاهده می شود.

زمینه: کریپتوکریستالین و تا حدودی شیشه ای

بافت: یک سنگ آتشفشانی با بافت پورفیریتیک می باشد.

دگرسانی: آرژیلی شدید و تا حدودی سریسیتی.

نام سنگ: ریوداسیت-داسیت پورفیری

شماره مقطع: Dj-A2-S 8 OR

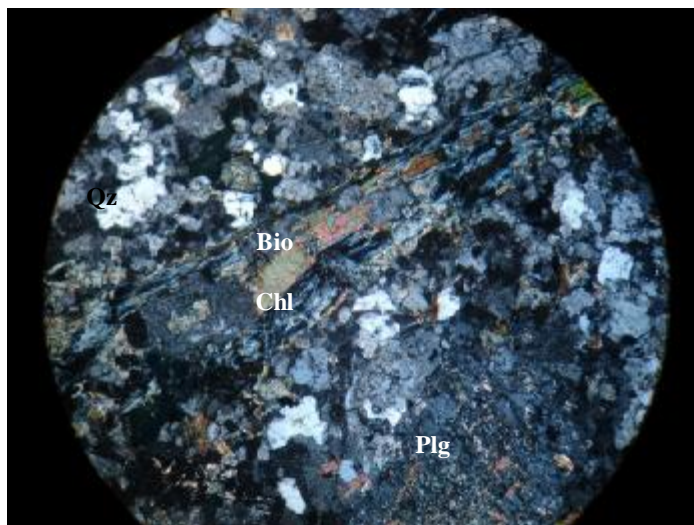
توصیف: این نمونه از دو بخش شامل فنوکریست ها و یک زمینه تمام بلورین و گرانولار تشکیل گردیده است. در واقع، یک سنگ آذرین نیمه عمیق با بافت پورفیری می باشد. فنوکریست ها عمدتاً شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز و ارتوز می باشد. پلاژیوکلازها، ماکل پلی سنتتیک با تیغه های پهن و زاویه خاموشی ماکلی بین 20 تا 30 درجه داشته و ترکیب الیگوکلاز-آندزین دارند. البته برخی از پلاژیوکلازها زونینگ شیمیایی نشان می دهند که ترکیب کلسیک تری دارند. آلبیتی شدن در بلور های پلاژیوکلاز دیده می شود. بیوتیت ها غالباً تخته ای و نیمه شکل دار هستند ولی گاهی بصورت تیغه ای و کشیده دیده می شوند که از حاشیه به کلریت تبدیل شده اند. کوارتز بصورت دانه پراکنده و نیمه شکل دار است. کانی های کدر و مالاکیت در زمینه سنگ بصورت رگچه ای و پرکننده فضاهای خالی دیده می شود.

دگرسانی: اغلب مجموعه سریسیت+کلسیت+کوارتز+آلبیت+کلینوزوئیزیت که نشاندهنده دگرسانی سوسوریتی

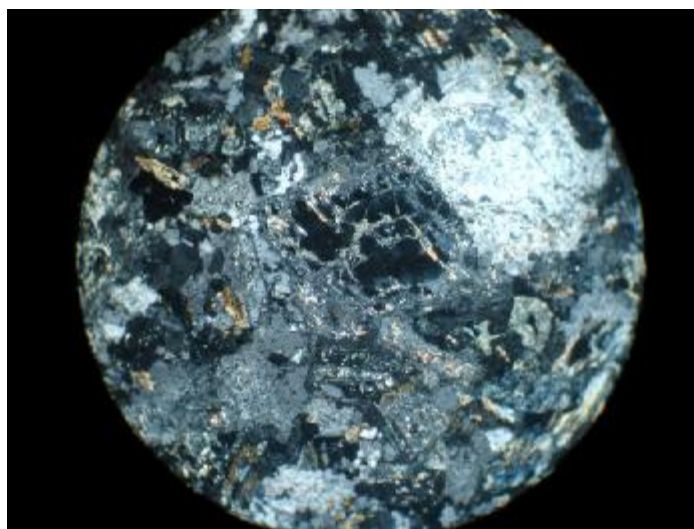
در سنگ است. فنوکریست های پلاژیوکلاز غنی از Ca (دارای زونینگ شیمیایی) از مرکز به سمت حاشیه سریسیتی شده اند.



نام سنگ: کوارتز دیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-5: بیوتیت از حاشیه به کلریت تبدیل شده است. (نور پلاریزه ، 10x).



تصویر شماره 4-6: پلاژیوکلاز غنی از Ca (مرکز: بیوتونیت، حاشیه: آندزین) به سریسیت (بویژه از مرکز) تجزیه شده است (نور پلاریزه ، 4x).



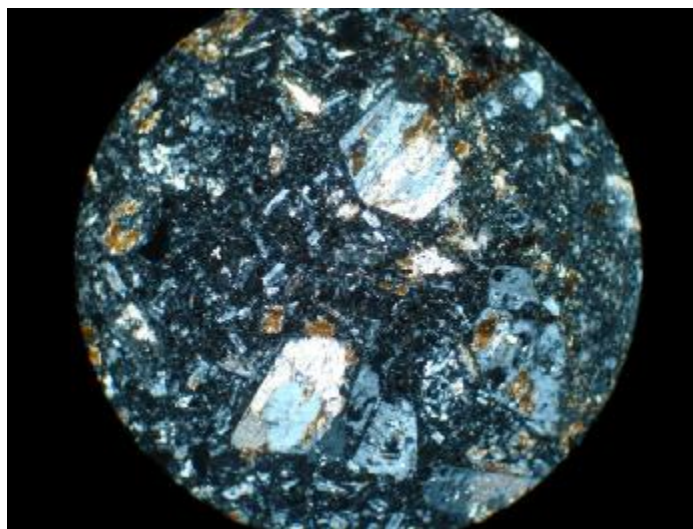
شماره مقطع: Dj-A2-S 9 OR

توصیف: پورفیروکلاست های پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز، بیوتیت و هورنبلند کلریتی شده در ابعاد درشت تا متوسط بلور مشاهده می شوند. پلاژیوکلاز بیشتر از ارتوز است. پلاژیوکلازها ترکیب حدواسط (الیگوکلاز-آندزین) دارند. کوارتز، خوردگی و تحلیل رفتگی نشان می دهند.

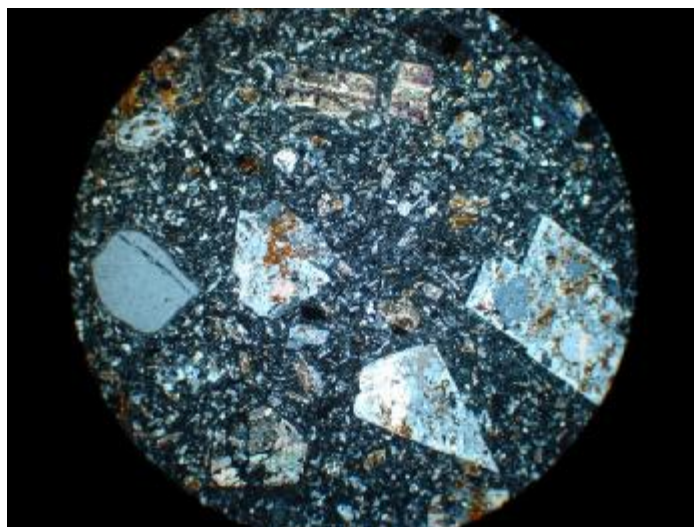
زمینه: کریستوکریستالین و حاوی میکروولیت های فلدسپار است.

دگرسانی: آرژیلی شدید و تاحدودی کربناتی-کلریتی

نام سنگ: توف پیروکلاستیک ریوداسیتی



تصویر شماره 4-7: جانشینی کلسیت در قالب پلاژیوکلازها. زمینه سنگ رسی شده است (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-8: نمای عمومی از بافت سنگ و پورفیر و کلاست های موجود در آن (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-S 10 OR

توصیف: بافت سنگ و زمینه آن نشانگر یک توده نفوذی نیمه عمیق (نزدیک به سطح) می باشد. وجود کانی سازی مس در این توده نفوذی پورفیری بسیار جالب توجه می باشد. این نمونه بشدت دگرسان است.

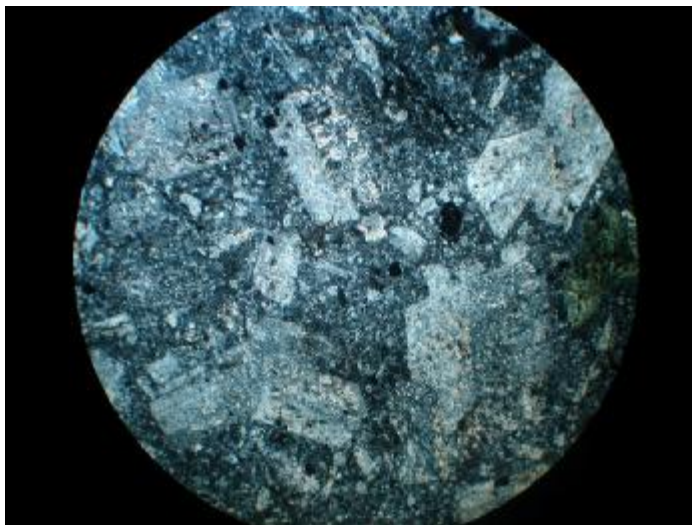
فنو کریست ها شامل: پلاژیوکلاز بشدت سریسیتی، ارتوز رسی شده، بیوتیت کلریتی-سریسیتی، کوارتز (کم) و کانی کدر دانه پراکنده و فراوان می باشد. کربنات مس (مالاکیت) در زمینه و درون شکاف های موجود در سنگ دیده می شود. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک و تیغه های ماکلی با فاصله متوسط بوده و زاویه خاموشی ماکلی آنها حدود 20 درجه می باشد که ترکیب الیگوکلاز را نشان می دهد.

زمینه: از بلورهای ریز تا متوسط فلدسپار تشکیل شده است. این زمینه فلدسپاتیک تقریباً بطور کامل به سریسیت و رس تبدیل شده است.

دگرسانی: دگرسانی شدید سریسیتی-آرژیلی. دگرسانی عمومی سنگ سریسیتی است که کل سنگ اعم از زمینه ریزبلور و فنو کریست ها را تحت تاثیر قرار داده است بطوریکه اغلب فلدسپارهای سنگ از در حال از بین رفتن هستند. کلریتی شدن نیز در مقادیر ناچیز دیده می شود.



نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری دارای زمینه میکروگرانولار.



تصویر شماره 4-9: دگرسانی سریسیتی در فنوکریست های پلاژیوکلاز و زمینه سنگ نفوذ نموده است (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-17 P

توصیف: فنوکریست ها عمدتاً پلاژیوکلاز، کوارتز، بیوتیت و آمفیبول (کم) می باشد. پلاژیوکلازها با ماکل پلی سنتتیک دارای تیغه های ماکلی نسبتاً پهن و زاویه خاموشی 40 تا 50 درجه ترکیب الیگوکلاز-آندزین دارند. این پلاژیوکلازها عمدتاً بطور کلی یا جزئی توسط سریسیت و کلسیت جانشین شده اند. کانی های فرومنیزین اغلب کلریتی و بسیار کم اپیدوتی شده اند. کانی های کدر غالباً دانه پراکنده و خودشکل تا نیمه شکل دار است. ارتوز نسبت به پلاژیوکلاز کمتر می باشد و اغلب به کانی های رسی تجزیه شده است.

زمینه: میکروگرانولار و کوارتز-فلدسپاتیک

دگرسانی: آرژیلی-کلریتی و تا حدودی کربناتی. متن سنگ آرژیلی شده است.

نام سنگ: توده نفوذی نیمع عمیق گرانودیوریت پورفیری



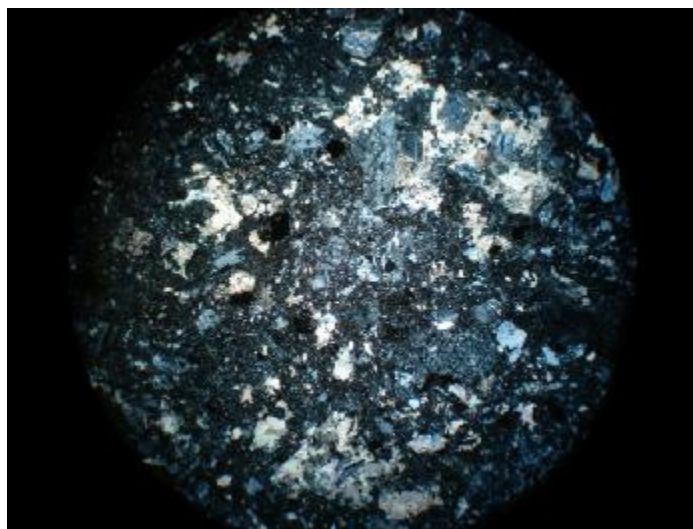
شماره مقطع: Dj-A2-19 P

توصیف: این نمونه از قطعات سنگی و پورفیروکلاستی در زمینه ای کریپتوکریستالین متشکل از خاکستر آتشفشانی و کانی های رسی تشکیل شده است. پورفیروکلاست ها اغلب پلاژیوکلاز با ترکیب الیگوکلاز-آندزین، کوارتز و کانی های فرومنیزین کاملاً دگرسان شده و حاوی اکسید آهن هستند. قطعات یک سنگ آذرین حدواسط و پورفیری این پورفیروکلاست ها را همراهی می نمایند.

زمینه: کریپتوکریستالین و حاوی خاکستر آتشفشانی و رس فراوان

دگرسانی: دگرسانی آرژیلی شدید که تمام متن سنگ را متاثر نموده است. این دگرسانی و حضور اکسید-هیدروکسیدهای آهن به سنگ ظاهری خاکستری مایل به قرمز داده است. کلسیتی شدن بصورت حفره پرکن و همچنین در قالب پورفیروکلاست های پلاژیوکلاز دیده می شود.

نام سنگ: توف پیروکلاستیک داسیتی



تصویر شماره 4-10: دگرسانی کربناتی-آرژیلی و تا حدودی سربستی در پیروکلاست ها و زمینه کریپتوکریستالین (نور پلاریزه ، 4x).



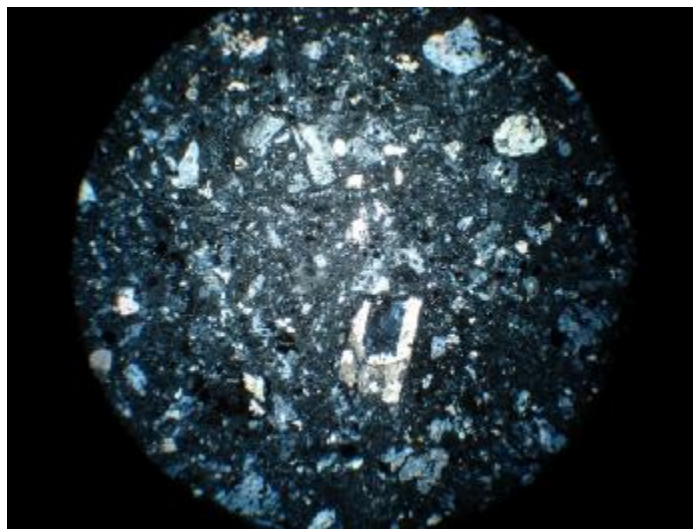
شماره مقطع: Dj-A2-20 P

توصیف: متوسط بلورهای پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، کوارتز و کانی کدر در زمینه ای کریپتوکریستالین از خاکستر و کانی های رسی قرار گرفته اند. پلاژیوکلاز دارای ترکیب آلبیت-الیگوکلاز و ارتوز دارای ماکل کارلسباد می باشد. بیوتیت ها اغلب بطور کامل سریسیتی شده اند. کوارتز ریز تا متوسط بلور در سنگ بوفور دیده می شود. کانی های کدر در تمام متن سنگ بصورت ریزبلور و نیمه شکل دار و دانه پراکنده مشاهده می شوند. البته اکسید-هیدروکسید آهن حاصل از تجزیه و اوپاستیتی شدن کانی های فرومنیزین سنگ در پیرامون این بلورها قابل تشخیص هستند.

زمینه: کریپتوکریستالین

دگرسانی: دگرسانی فراگیر آرژیلی. دگرسانی سریسیتی و کلریتی در بیوتیت و دگرسانی شدید کربناتی در پلاژیوکلاز به همراه هسته های ریزبلور اپیدوت زایی قابل تشخیص هستند. این دگرسانی ها یک حالت مرز بین دگرسانی آرژیلی-پروپلیتی را در هاله های دگرسانی اطراف یک توده نفوذی پورفیری مس دار نشان می دهد.

نام سنگ: توف ریوداسیتی دگرسان شده



تصویر شماره 4-11: فنوکلاست های پلاژیوکلاز و بیوتیت در زمینه کریپتوکریستالین. دگرسانی کربناتی-آرژیلی و کلریتی (در بیوتیت) مشاهده می شود (نور پلاریزه ، 4x).



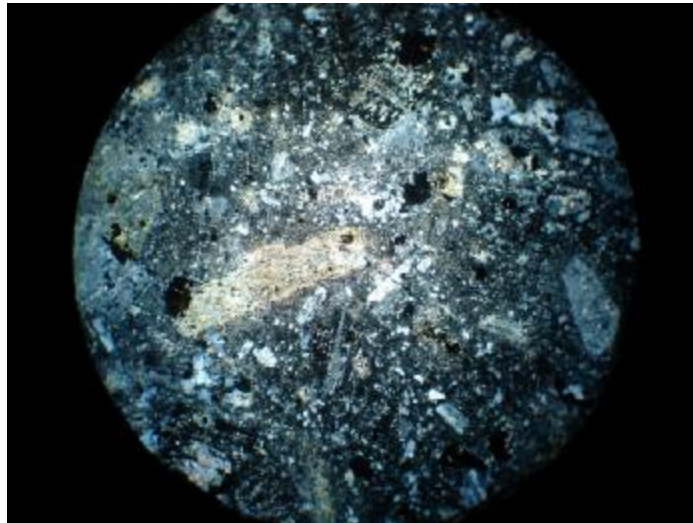
شماره مقطع: Dj-A2-21 P

توصیف: فنوکریست های پلاژیوکلاز، ارتوز، و گاهی بیوتیت در زمینه میکروکریستالین قرار دارند. ابعاد پلاژیوکلازها گاهی به 3 میلی متر می رسد. این پلاژیوکلازها ترکیب آلبیت-الیگوکلاز دارند و عموماً خودشکل تا نیمه شکل دار هستند. بیوتیت و سایر کانی های فرومنیزین اغلب بطور کامل با سریسیت جانشین شده اند. سریسیتی شدن شدید در این نمونه گاهی موجب شکل گیری هسته های اولیه ای از موسکویت شده است.

زمینه: میکروکریستالین و حاوی شیشه

دگرسانی: سریسیتی-سیلیسی شدید و کمی کلریتی شدن در اطراف پلاژیوکلازها و آرژیل شدن در بلورهای ارتوز قابل تشخیص است.

نام سنگ: سنگ نیمه خروجی (ساب ولکانیک) با ترکیب ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-12: دگرسانی عمومی سنگ. سریسیتی-آرژیلی-سیلیسی (نور پلاریزه ، 4x).



شماره مقطع: Dj-A2-22 P

توصیف: فنوکریست های پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، آمفیبول و اپیدوت در زمینه ای میکروکریستالین دیده می شود. پلاژیوکلاز اولیه دارای ترکیب کلسیک می باشد که آلبیتی شده است. بیوتیت و آمفیبول معمولاً بطور کامل توسط محصولات دگرسانی (نظیر کلسیت و سریسیت) جایگزین شده اند. تاثیر دگرسانی بر پلاژیوکلازها بصورت تشکیل رگچه ها و درزه های کوارتز-آلبیت و همچنین آلبیتی شدن و تشکیل ماکل کارلسباد ثانویه نمایان است.

زمینه: میکروکریستالین و کوارتز-فلسپاتیک

بافت: پورفیری

دگرسانی: دگرسانی پروپلیتی، اپیدوتی شدن شدید و تشکیل مجموعه اپیدوت-کلینوزوئیزیت-کلسیت-آلبیت-سریسیت-کلریت-کانی کدر دیده می شود.

نام سنگ: سنگ نیمه خروجی (ساب ولکانیک) با ترکیب داسیت پورفیری

شماره مقطع: Dj-A2-23 A P

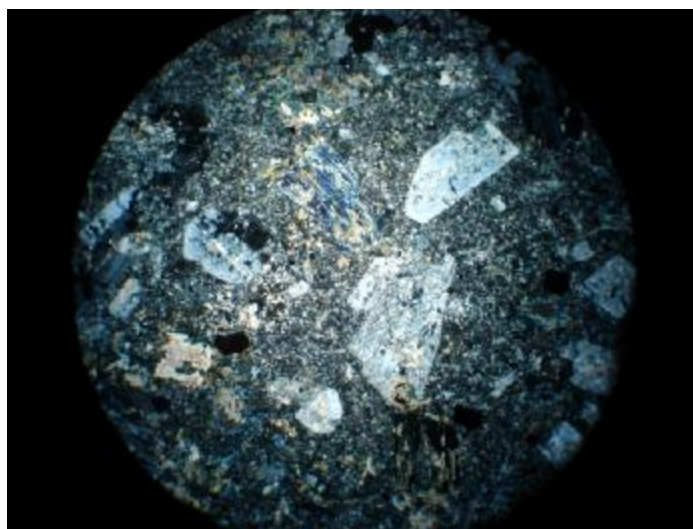
توصیف: فنوکریست های پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، کوارتز و آمفیبول در زمینه ای میکروکریستالین-کریپتوکریستالین مشاهده می شوند. شرایط جایگیری این سنگ، بسیار نزدیک به سطح زمین بوده و درحالیکه ویژگی های یک توده نفوذی را نشان می دهد، وجود بافت پورفیری و زمینه کریپتوکریستالین، شرایط بسیار نزدیک به سطح و یا خروجی را نمایان می سازد.

میزان پلاژیوکلاز نسبت به آلکالی فلدسپار بیشتر است ولی میزان کوارتز کم و تنها محدود به زمینه سنگ بوده و بیوتیت فراوان است. پلاژیوکلازها ترکیب آلبیت-الیگوکلاز دارند. بیوتیت ها عموماً به کلریت آبی-بنفش تبدیل شده است. قالب لوزی شکل و خودشکل بلورهای آمفیبول اولیه توسط کلریت ریزبلور و سوزنی جایگزین شده است. پلاژیوکلازها عموماً سریسیتی-کلسیتی شده اند.



زمینه: میکرو کریستالین تا کریپتوکریستالین حاوی ریزبلورهای کوارتز-فلدسپاتیک و کانی های رسی فراوان دگرسانی: کلریتی شدن شدید. دگرسانی سریسیتی-کلریتی-اپیدوتی (کم) و تا حدودی آرژیلی قابل تشخیص است.

نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-13: بافت عمومی سنگ و تاثیر دگرسانی کلریتی-کربناتی-اپیدوتی-آرژیلی (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-23 P

توصیف: سه نوع دانه بندی در این سنگ قابل تشخیص است: مرحله اول فنوکریست های درشت پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت و کوارتز (کم)، مرحله دوم کانی های متوسط بلور موجود در زمینه سنگ و مرحله سوم زمینه کریپتوکریستالین سنگ. به نظر می رسد که کانی های مراحل اول در اعماق، مرحله دوم در حین حرکت توده به سمت مناطق سطحی تشکیل شده و زمینه کریپتوکریستالین در شرایط بسیار سطحی تا خروجی شکل گرفته است.



مطالعات میکروسکوپی

فنوکریست های پلاژیوکلاز عموماً سالم و غیر دگرسان و دارای زونینگ اولیه غنی از Ca هستند. این بلورها بر اثر آلبیتی شدن ترکیب سدیک تری یافته اند. Ca مورد نیاز برای تشکیل کلسیت فراوان موجود در پیرامون این بلورها می تواند از همین فنوکریست های اولیه پلاژیوکلاز و کانی های فرومنیزین دگرسان شده منشاء گرفته باشد. بیوتیت های خودشکل تا نیمه شکل دار فراوان بوده و تا حدودی کلریتی شده اند. آثاری از استرس و دگرشکلی خفیف بصورت تغییرشکل بیوتیت و تغییر زاویه خاموشی فلدسپارها دیده می شود که مربوط به جایگیری توده در هنگام تشکیل است. کانی های کدر نیمه شکل دار و عموماً حاوی انکلوزیون های فراوان هستند.

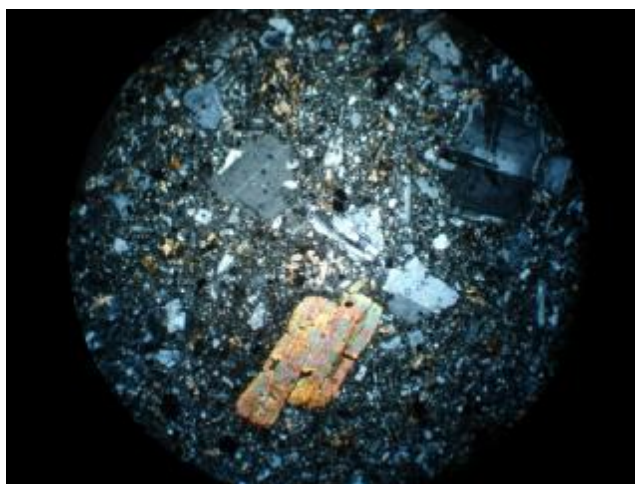
زمینه: زمینه میکرو کریستالین تا کریپتوکریستالین و حاوی کانی های متوسط بلور فلدسپار و بیوتیت در

زمینه ای بسیار ریزبلور.

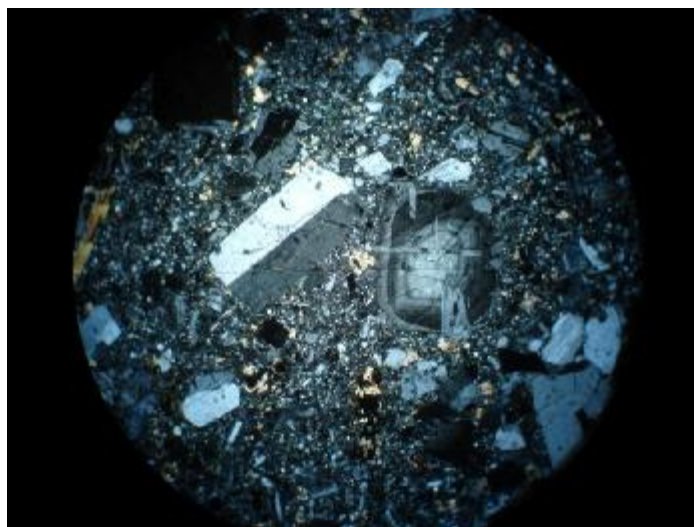
بافت: پورفیریتیک

دگرسانی: کمی کلریتی-کربناتی.

نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-14: پلاژیوکلاز، بیوتیت و ارتوز در زمینه میکروکریستالین با کوارتز فراوان (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر 4-15: پلاژیوکلاز دارای زونینگ و غنی از Ca و آلپیت با ماکل کارلسباد در زمینه میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین کوارتز-فلدسپاتیک به همراه محصولات دگرسانی (نور پلاریزه، $4\times$).

شماره مقطع: Dj-A2-32 OR

توصیف: نمونه از یک سنگ بشدت دگرسان شده می باشد. بافت سنگ پورفیریتیک است. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز، ارتوز و آمفیبول می باشد. پلاژیوکلازها با ترکیب آلپیت-الیگوکلاز اغلب توسط سریسیت جایگزین شده و قالب آنها برجای مانده است. بلورهای بیوتیت نیز تماماً به سریسیت تجزیه شده اند. آمفیبول بصورت خودشکل و لوزوجهی حضور داشته و کاملاً توسط سریسیت جانشین شده اند. ارتوز به کانی های رسی تبدیل شده است. کوارتز بصورت درشت بلور و نیمه شکل دار دیده می شود. درون شکستگی های کوارتز گاهی ریزبلورهای سولفید (پیریت) پر کرده است. دگرسانی شدید سریسیتی نمایانگر یک فاز هیدروترمالی K دار می باشد. دگرسانی: دگرسانی عمومی در این نمونه سریسیتی شدید و تا حدودی آرژیلی و سیلیسی (کم) می باشد. کانی های کدر موجود در متن سنگ عموماً دانه پراکنده، ریزبلور و بی شکل هستند. زمینه: میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک می باشد.

نام سنگ: یک سنگ آتشفشانی اسیدی (ریوداسیت پورفیری)



تصویر شماره 4-16: دگرسانی شدید سریسیتی در فنوکریست های فلدسپار و بیوتیت دیده می شود (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-33 OR

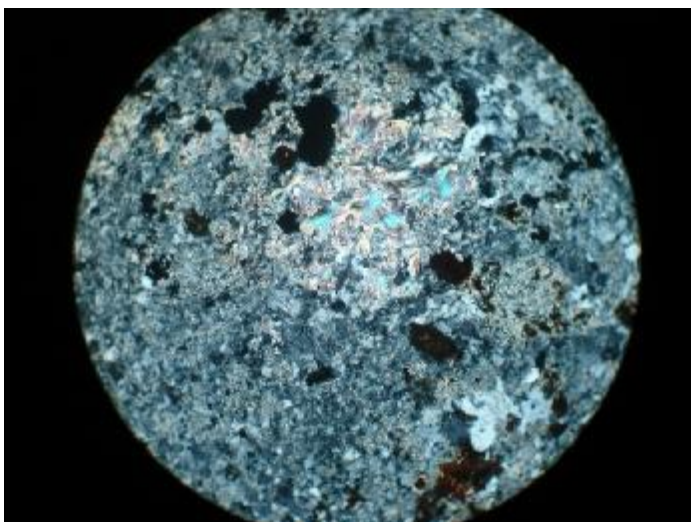
توصیف: نمونه از یک توده نیمه خروجی دارای دگرسانی شدید کوارتز-سریسیتی و تا حدودی رسی می باشد. فنوکریست های اصلی سنگ فلدسپار، بیوتیت و کوارتز هستند که کاملاً دگرسان شده اند. دو سیستم درزه حاوی اکسید آهن و کانی سازی احتمالی در سنگ مشاهده می شود. قالب برخی از فنوکریست های سنگ بر اثر هوازدگی سطحی بصورت حفره های خالی در آمده است. شدت دگرسانی و نفوذ محلول به درون سیستم های درزه ای تشخیص بافت و ترکیب اولیه سنگ رامشکل نموده است.

زمینه: میکرو گرانولار تا میکرو کریستالین.

دگرسانی: دگرسانی فراگیر سنگ سریسیتی شدن شدید است؛ ولی تا حدودی رسی شدن و سیلیسی شدن

قابل تشخیص می باشد.

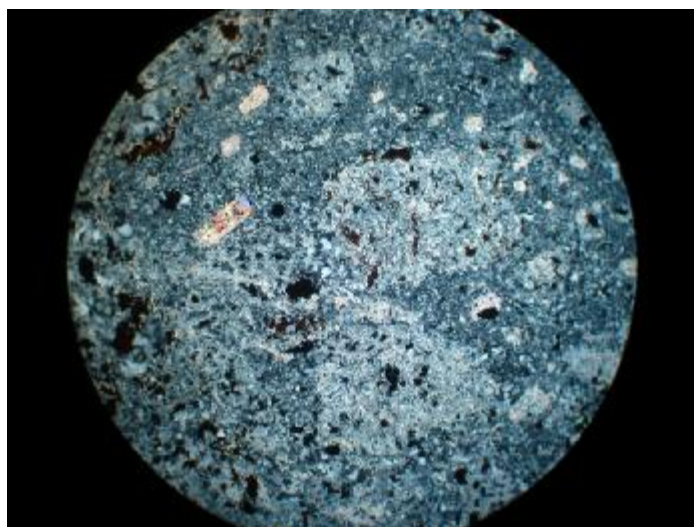
نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-17: دگرسانی سریسیتی و تا حدودی سیلیسی (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-18: درزه های متقاطع حاوی محلول هیدروترمالی که به سنگ نفوذ نموده است. زمینه سنگ سریسیتی-سیلیسی می باشد (نور پلاریزه ، 4x).



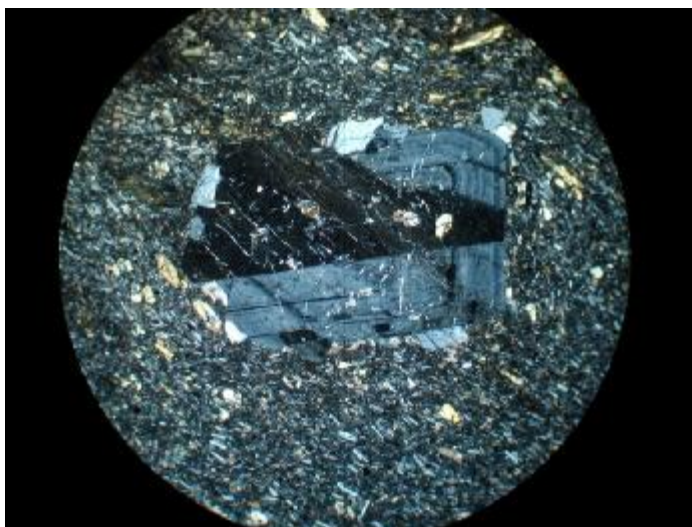
تصویر شماره 4-19: سریسیتی شدن شدید در زمینه و فنوکریست ها (نور پلاریزه، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-34 OR

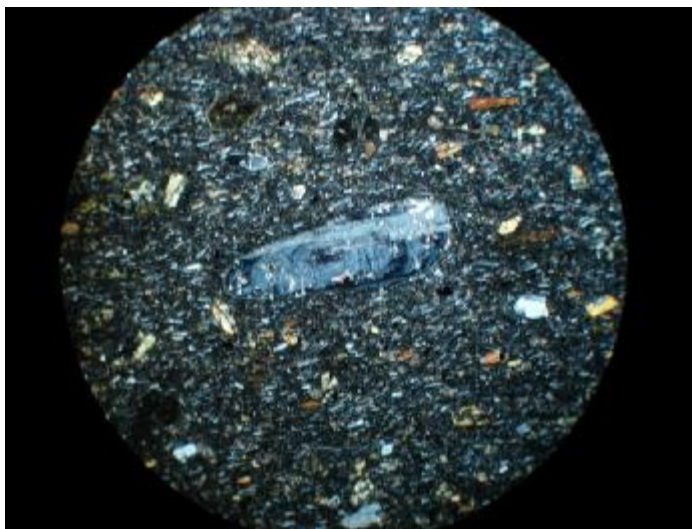
توصیف: این نمونه دارای بافت پورفیریتیک و زمینه میکروولیتی و جریان می باشد. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز (کم)، بیوتیت، آمفیبول، پیروکسن (کم) و کانی کدر می باشد. پلاژیوکلاز ها اغلب دارای ترکیب آلبیت-الیگوکلاز و ماکل پلی سنتتیک-لغزشی و گاهی دارای زونینگ و ترکیب کلسیک تری هستند. آمفیبول ها اغلب دارای ماکل ساده و خودشکل و دو سیستم رخ با زاویه حاده (124 و 56 درجه) می باشند. بیوتیت ها عموماً تخته ای و نیمه شکل دار هستند. پیروکسن بصورت خودشکل، دانه پراکنده و در مقادیر کم مشاهده می شود. زمینه: میکروولیتی-جریانی و حاوی شیشه است. ترکیب زمینه شامل فلدسپار و ریزبلورهای بیوتیت و لوکوکسن به همراه فرآورده های دگرسانی (اغلب سریسیت-رس) می باشد. نسبت زمینه به فنوکریست در این نمونه بالا می باشد.

دگرسانی: اغلب آرژیلی-سریسیتی و تاحدودی کربناتی-کلریتی

نام سنگ: یک گدازه جریانی با ترکیب حدواسط (اندزیت پورفیری)



تصویر شماره 4-20: پلاژیوکلاز خودشکل، غنی از Ca و حاوی زونینگ شیمیایی آشکار (ترکیب آندزین - لابرادور) در زمینه ای از میکروولیت های فلدسپار و سوزن های بیوتیت و آمفیبول. این زمینه جهت یافته، بدور درشت بلور چرخیده و حالت جریانی را نشان می دهند. این فنوکریست، آلبیتی شده و واجد ماکل کالسپاد (نیمه ای) شده است (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-21: پلاژیوکلاز غنی از Ca و دارای زونینگ شیمیایی (ترکیب آندزین - لابرادور) و حاشیه تحلیل رفته در زمینه ای شامل میکروولیت های فلدسپار و سوزن های بیوتیت و آمفیبول جهت یافته (نور پلاریزه ، 4x).



شماره مقطع: Dj-A2-35 OR

توصیف: این سنگ متشکل از فنوکریستهای درشت در یک زمینه میکروگرانولار است. فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، آلكالی فلدسپار (ارتوز)، هورنبلند-اکسی هورنبلند، پیروکسن (اوژیت)، کوارتز (کم) است. پلاژیوکلازها اغلب بسیار درشت بلور و یوهدرال تا سابهدرال بوده و گاهی تا 3 میلی متر طول دارند. این فنوکریستها اغلب از مرکز به حاشیه به طور جزئی و در مواردی کلی به سریسیت تبدیل شده اند. آلكالی فلدسپارها اغلب ارتوز بوده و مقدار آن به نسبت پلاژیوکلازها کمتر است. هورنبلند بصورت یوهدرال مشاهده شده و اغلب بیوتیتی-سریسیتی شده اند. کوارتز در مقادیر ناچیز، بی شکل و زمینه ساز است.

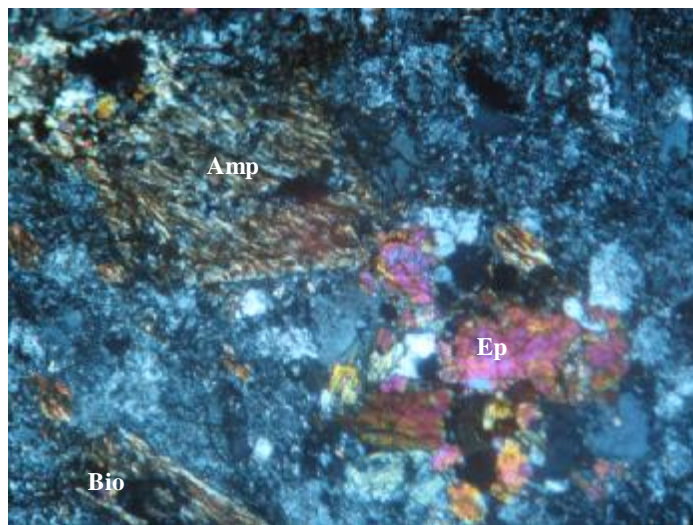
زمینه: میکروگرانولار

بافت: پورفیری

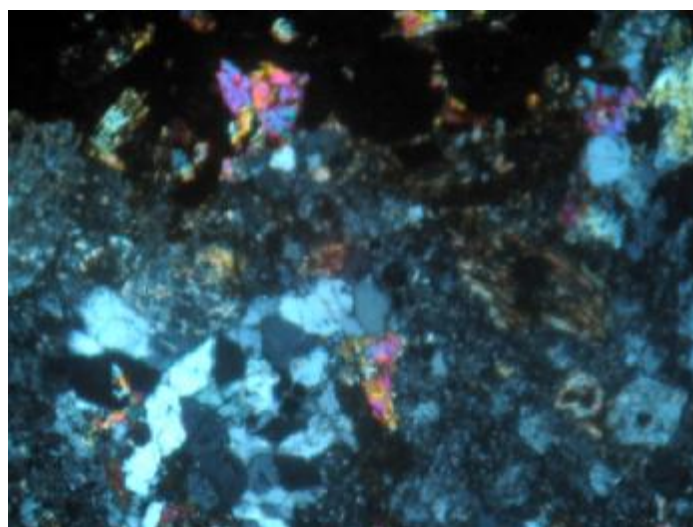
دگرسانی: پروپلیتی. مجموعه اپیدوت-کلینوزوئیزیت-سریسیت-کوارتز-کلسیت-کلریت در سنگ عمومیت دارد؛ ولی دگرسانی فراگیر سنگ، سریسیتی است. از دیگر متشکله های ثانویه لوکوکسن به رنگ قهوه ای و اکسید-هیدروکسید آهن به رنگ قرمز - نارنجی در مقادیر کم می باشد.



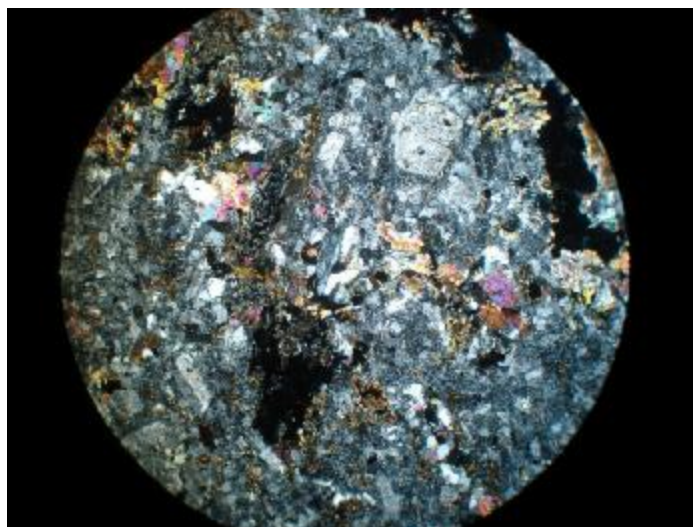
نام سنگ: کوارتز دیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-22: بلور یوهدرال آمفیبول که به بیوتیت-سریسیت (کم) تبدیل شده و مجموعه سیلیس + اپیدوت + سریسیت در بخشی از سنگ جانشین شده است. در گوشه تصویر یک بلور بیوتیت مشاهده می‌شود (نور پلاریزه متقاطع، 10x).



تصویر شماره 4-23: سیلیسی شدن (حفره پرکن)، اپیدوت و لوکوکسن-اکسید آهن (نور پلاریزه متقاطع، 10x).



تصویر شماره 4-24 : محصولات دگرسانی پروپلیتی (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-36 P

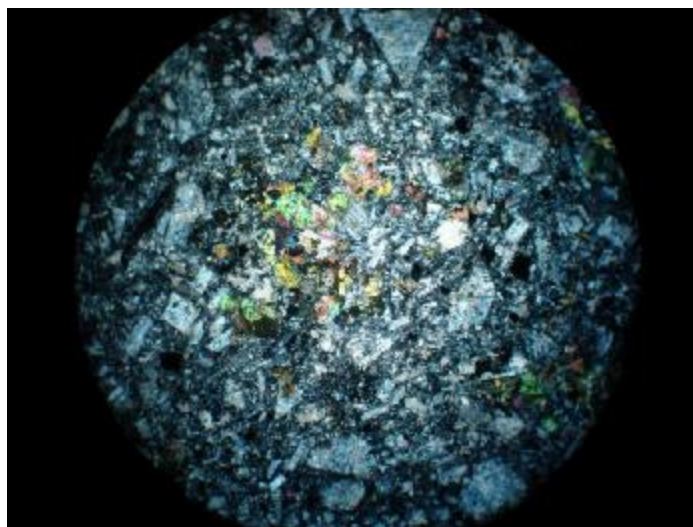
توصیف: نمونه از یک سنگ آذرین تمام بلورین، گرانولار متوسط بلور و تا حدودی پورفیری است. تقریباً 70 درصد سنگ را پلاژیوکلاز متوسط تا درشت بلور و نیمه شکل دار تشکیل داده است. درشت بلورهای پلاژیوکلاز گاهی 3 الی 4 میلی متر ابعاد دارند. زمینه پورفیری سنگ میکروکریستالین می باشد. بیوتیت بصورت خودشکل و تجزیه شده به کلریت دیده می شود. کانی های کدر عموماً بصورت دانه پراکنده در تمام زمینه سنگ حضور دارند.

زمینه: میکروکریستالین

دگرسانی: پروپلیتی شامل مجموعه اپیدوت-کلینوزوئیزیت-کلریت-کلسیت-آلیت-سریسیت-کوارتز و کانی

کدر

نام سنگ: تونالیت-گرانودیوریت با بافت گرانولار و پورفیری



تصویر شماره 4-25: دگرسانی عمومی پروپلیتی (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-37 P

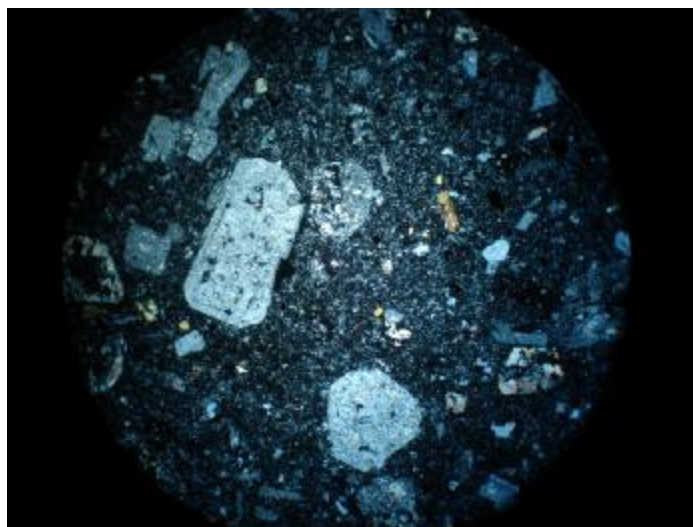
توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز خودشکل تا نیمه شکل دار با ترکیب آلبیت-الیگوکلاز، بیوتیت، ارتوز، آمفیبول و کوارتز می باشند. این درشت بلور ها در زمینه ای کریپتوکریستالین جای دارند. کانی های کدر در زمینه سنگ بصورت دانه پراکنده، ریزبلور و خود شکل تا نیمه شکل دار فراوان حضور دارند.

زمینه: کریپتوکریستالین

دگرسانی: سریسیتی-آرژیلی-کربناتی و کمی اپیدوتی-کلریتی. این دگرسانی ها نشاندهنده مرز بین دگرسانی

آرژیلی با پروپلیتی است.

نام سنگ: ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-26: نمای عمومی از بافت سنگ و محصولات دگرسانی سریسیتی-کربناتی-اپیدوتی-آرژیلی (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-38 P

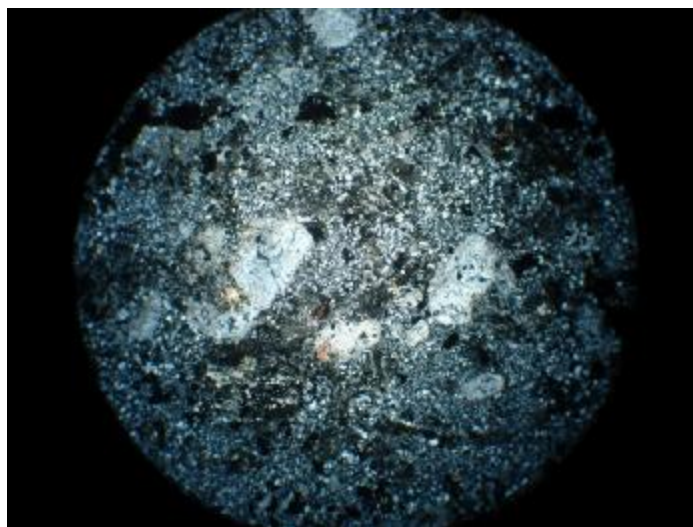
توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز و بیوتیت در زمینه میکروکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک است. البته میزان سیلیس موجود در زمینه بسیار زیاد است.

زمینه: میکروکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک.

دگرسانی: عمدتاً آرژیلی-سیلیسی می باشد ولی تا حدودی سریسیتی، کربناتی و اپیدوتی نیز قابل تشخیص

است.

نام سنگ: ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-27: پلاژیوکلاز کلسیک در زمینه ای کوارتز-فلسپاتیک و میکروکریستالین. دگرسانی آرژیلی - سیلیسی شدید به همراه سریسیتی-اپیدوتی شدن خفیف قابل تشخیص است (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-A2-39 P

توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول و ارتوز هستند. پلاژیوکلازها اغلب دارای زونینگ و نیمه شکل دار و ترکیب کلسیک بوده و سریسیتی زاسیون خفیفی نشان می دهند. این فنوکریست ها آلبیتی شده اند. بیوتیت و آمفیبول عمدتاً به کلریتی+کلسیت+اکسید آهن تجزیه شده اند. حاشیه این کانی های فرومنیزین اوپاستیتی شده است. کانی های کدر عمدتاً خودشکل بوده و در حجم قابل توجهی بصورت دانه پراکنده مشاهده می شوند.

زمینه: میکروکریستالین

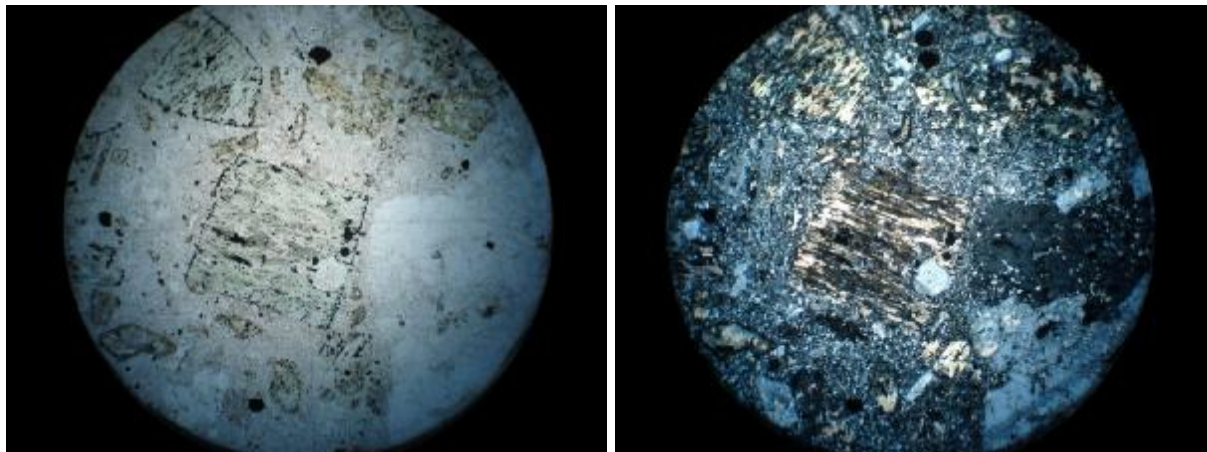
دگرسانی: دگرسانی فراگیر کربناتی-کلریتی و سپس سریسیتی-سیلیسی

نام سنگ: سنگ نیمه عمیق (ساب ولکانیک) داسیت پورفیری



الف

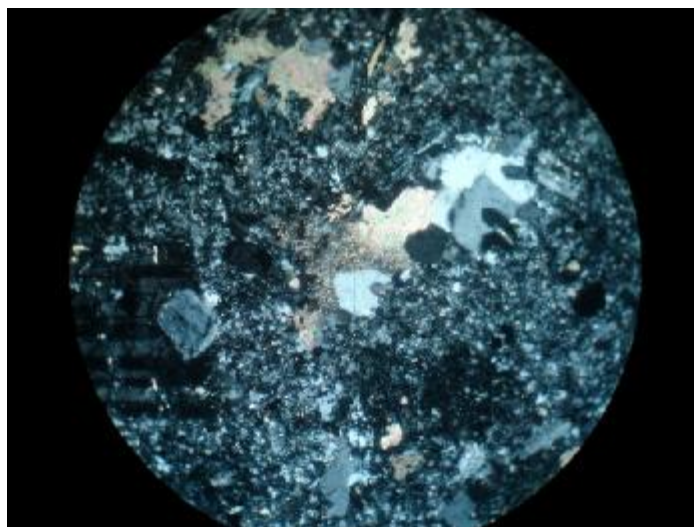
ب



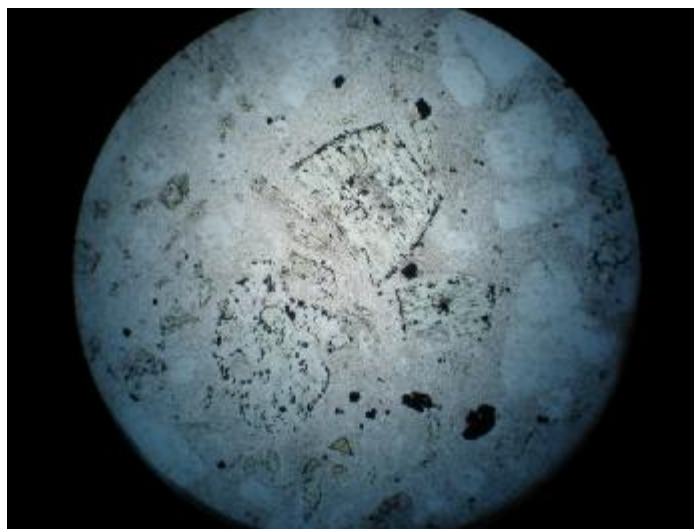
تصویر شماره 4-28: بیوتیت (درشت بلور و خودشکل) و آمفیبول (متوسط بلور و لوزی شکل)، اوپاستیتی و دگرسان شده اند سریسیتی شدن خفیف در پلاژیوکلاز مشخص می باشد. زمینه سنگ میکروکریستالین است (الف - نور پلاریزه ، ب - نور طبیعی 10x).



تصویر شماره 4-29: فنوکریست پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک-لغزشی و تیغه های باریک ماکلی (آلبیت - الیگوکلاز) در زمینه میکروکریستالین. دگرسانی عمومی سریسیتی-کلسیتی-آرژیلی (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-30: رشد بلور خودشکل کوارتز به همراه اسپاری کلسیت در یک حفره (نور پلاریزه ، 10x).



تصویر شماره 4-31: اوپاستیتی شدن و تشکیل کانی های کدر بسیار ریزبلور در حاشیه و سیستم رخ بیوتیت و آمفیبول (نور طبیعی ، 4x).



3-3-4- نمونه های گرفته شده از محدوده A3 :

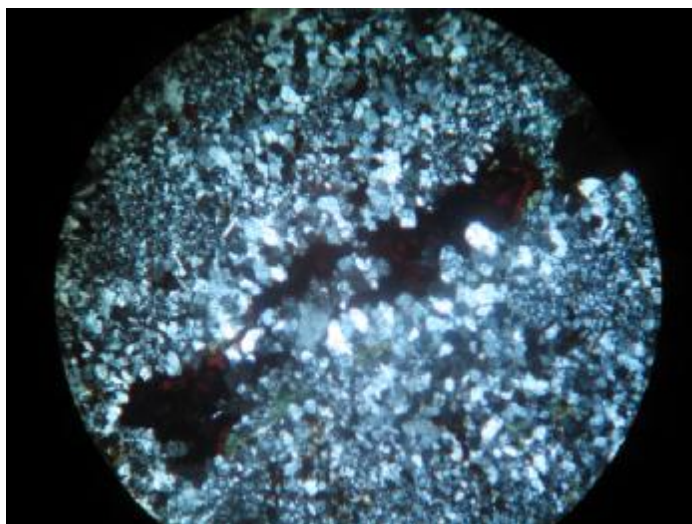
شماره مقطع : Dj-A3-58 OR

توصیف: نمونه از یک سنگ کاملاً دگرسان شده برداشت گردیده است. فنوکریست های پلاژیوکلاز و آلکالی فلدسپار عموماً متوسط بلور بوده و بطور کلی یا جزئی به کانی های رسی و سریسیت تجزیه شده اند. وجود حبابهای متعدد شیشه در سنگ می تواند دلیلی بر گدازه بودن این سنگ باشد. این حباب ها به انواع ناپایدار و شعاعی سیلیس (کالسدونی) تبدیل شده اند. بافت سنگ پورفیریتیک و فلسیتیک می باشد.

زمینه: میکروکریستالین-میکرولیتی و کوارتز-فلدسپاتیک است. زمینه سنگ، حاوی حفرات و حباب های شیشه می باشد.

دگرسانی: سیلیسی-آرژیلی-سولفیدی. سولفیدها عموماً ریزبلور و بی شکل هستند. لوکوسن و اکسید-هیدروکسیدهای آهن همراه کانی های دگرسانی دیده می شوند.

نام سنگ: گدازه ریولیتی پورفیری



تصویر شماره 4-32: رشد بلورهای کوارتز در یک حفره پر شده از ترکیبات اکسید-هیدروکسید آهن (نور پلاریزه ، 10x).



شماره مقطع: Dj-A3-59 OR

توصیف: این سنگ بشدت دگرسان و حاوی رگه-رگچه های فراوان سیلیسی کانه دار می باشد. کانی سازی سولفیدی در این سنگ فراوان و به دو صورت دانه پراکنده و رگچه ای مشاهده می شود. مالاکیت در این نمونه حضور دارد. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز و ارتوز می باشد که بطور کامل توسط محصولات دگرسانی سریسیتی-رسی جانشین شده و در بخش های دور از درزه-شکستگی ها تا حدودی قالب بلوری آنها حفظ شده است.

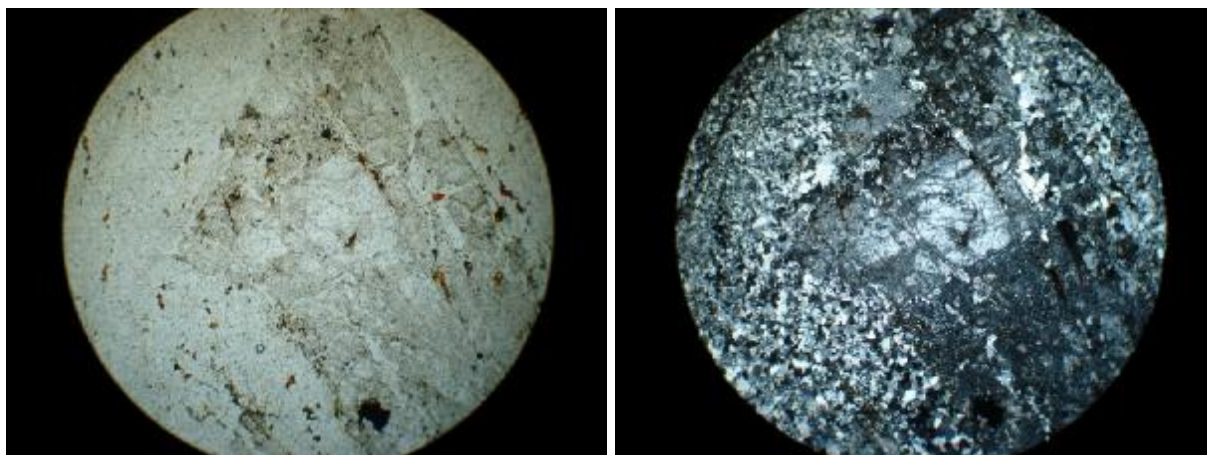
زمینه: میکروگرانولار تا میکروکریستالین

دگرسانی: سیلیسی-سولفیدی شدید و تا حدودی سریسیتی-آرژیلی. همچنین مالاکیت بصورت پراکنده فضاهای خالی دیده می شود. هجوم محلول سیلیسی بصورت رگه-رگچه ای که با خود کانی سازی را به سنگ آورده است.

نام سنگ: کوارتز دیوریت پورفیری

ب

الف



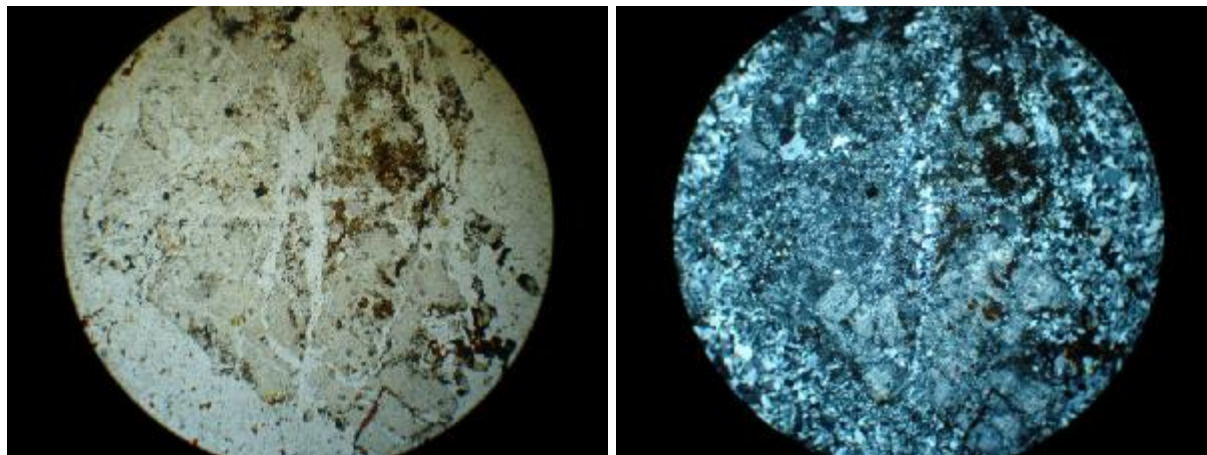
تصویر شماره 4-33: رگه سیلیسی، زمینه سنگ و فنوکریست پلاژیوکلاز را قطع کرده است

الف- نور پلاریزه، 4x، ب- نور طبیعی



الف

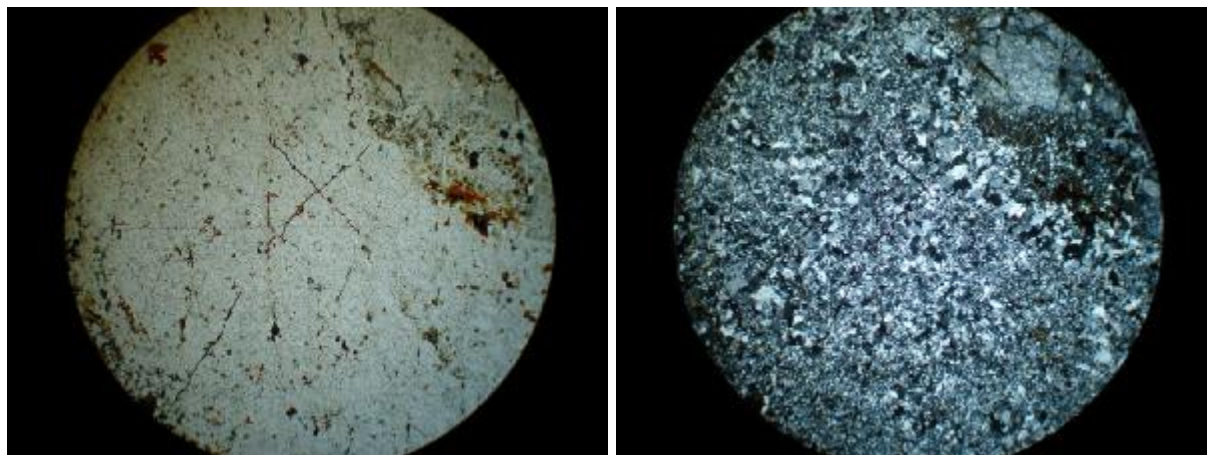
ب



تصویر شماره 4-34 : دگرسانی عمومی سیلیسی-سرسییتی-رسی. سریسیت در قالب پلاژیوکلاز و سیلیس هم در زمینه و درون رگچه ها دیده می شود الف- نور پلاریزه، 4x، ب - نور طبیعی

الف

ب



تصویر شماره 4-35 : سیلیسی شدن شدید و تا حدودی سریسیتی-آرژیلی الف - نور پلاریزه، 4x، ب - نور طبیعی

شماره مقطع: Dj-A3-60 OR

توصیف: این نمونه بشدت دگرسان شده است. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، کوارتز (کم)، آمفیبول نوع هورنبلند (کم) و کانی کدر (فراوان) می باشد. نمونه از یک سنگ آذرین نیمه عمیق، پورفیری و تمام بلورین برداشت شده که توسط رگه های سیلیسی کانه دار (مالاکیت) قطع شده است. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی



مطالعات میکروسکوپی

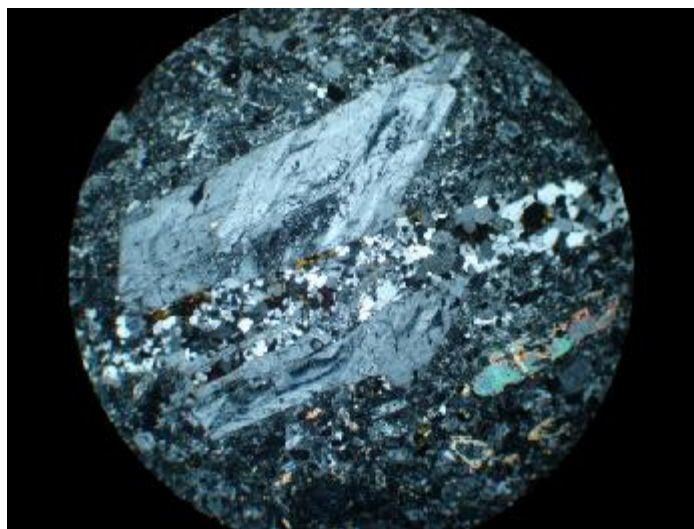
سنتتیک و گاهی زونینگ شیمیایی بوده و ترکیب حدواسط (الیگوکلاز-آندزین) دارند. هورنبلند عموماً بیوتیتی - کلریتی شده است.

زمینه: زمینه سنگ از بلورهای ریز کوارتز، فلدسپار، بیوتیت، سریسیت، کانی های رسی و اکسید- هیدروکسید آهن، کربنات و سیلیکات مس (مالاکیت و بروشانتیت؟) تشکیل شده است.

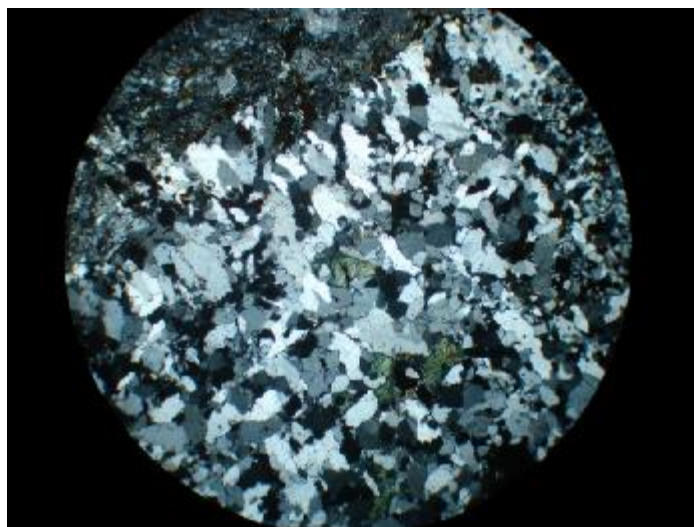
بافت: این سنگ دارای بافت پورفیری می باشد.

دگرسانی: سیلیسی - آرژیلی و تا حدودی سریسیتی است. وجود کربنات مس (مالاکیت) و سیلیکات مس (بروشانتیت) نمایانگر وجود کانه زایی مس در این نمونه است.

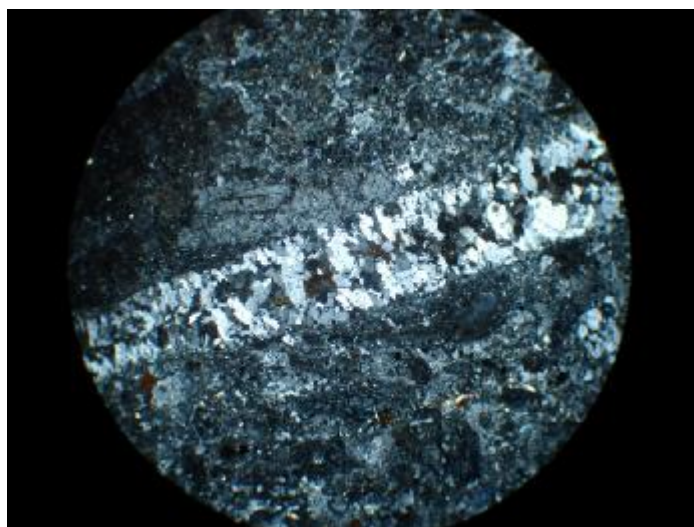
نام سنگ: کوارتز مونزودیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-36: رگه سیلیسی تاخیری، زمینه و فنوکریست پلاژیوکلاز را بریده است (نور پلاریزه، 4x).



تصویر شماره 4-37: رگه سیلیسی مالاکیت دار (نور پلاریزه ، 10x).

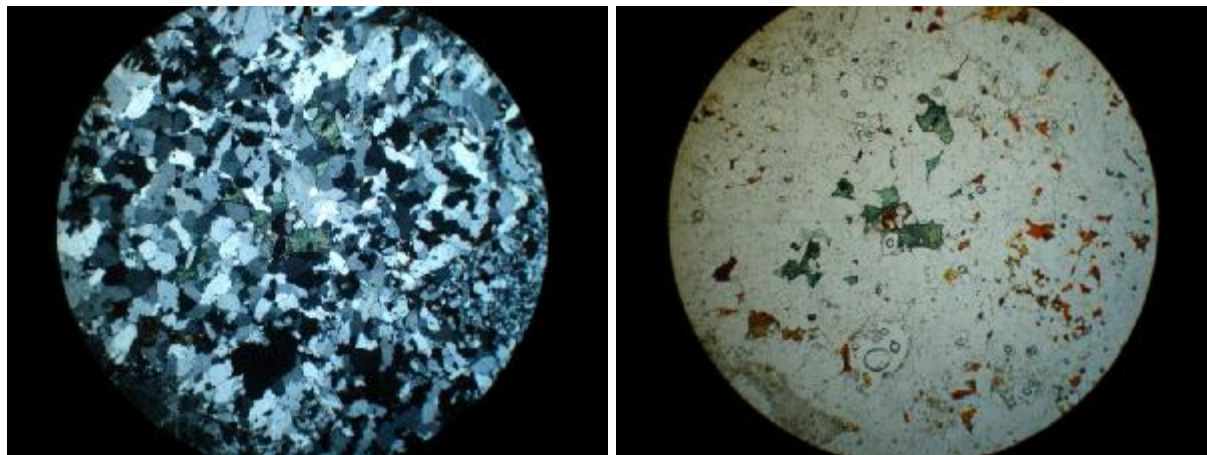


تصویر شماره 4-38: رگه سیلیسی-کششی حاوی کوارتز کشیده و جهت یافته که فنوکریست پلاژیوکلاز و زمینه را قطع کرده است. درون فضاهای خالی مرکز رگه، اکسید-هیدروکسید آهن جای گرفته است (نور پلاریزه ، 4x).

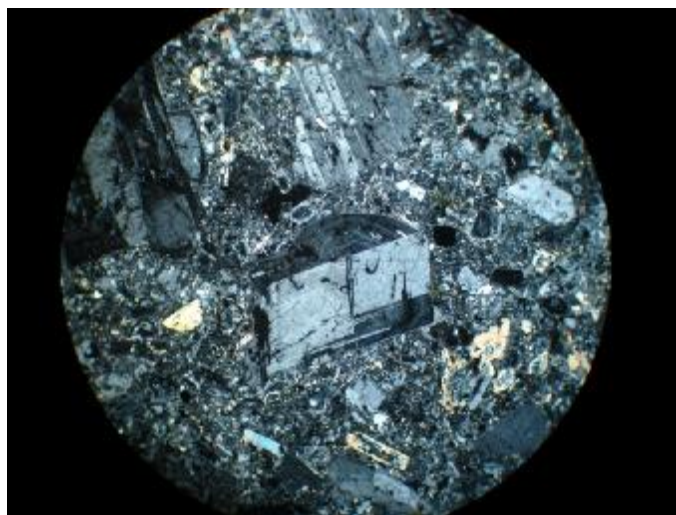


الف

ب



تصویر شماره 4-39: مالاکیت درون یک رگه سیلیسی بصورت پرکننده فضاهای خالی سنگ (الف - نور طبیعی، ب - نور پلاریزه، 4x).



تصویر شماره 4-40: پلاژیوکلاز، بیوتیت (تخته ای)، هورنبلند (لوزی شکل) در زمینه ای میکروگرانولار. پلاژیوکلاز با زونینگ اولیه (مرکز تصویر)، آلبیتی شده است. (نور پلاریزه، 4x).

4-3-4- نمونه های گرفته شده از محدوده B1 :

شماره مقطع: Dj-B1-S 11 OR

توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، ارتوز (کم) و کوارتز (کم) می باشد. پلاژیوکلازها اغلب درشت بلور و دارای ماکل پلی سنتتیک-لغزشی هستند. تیغه های ماکی پهن و زاویه خاموشی ماکی بالا (بین 50 تا



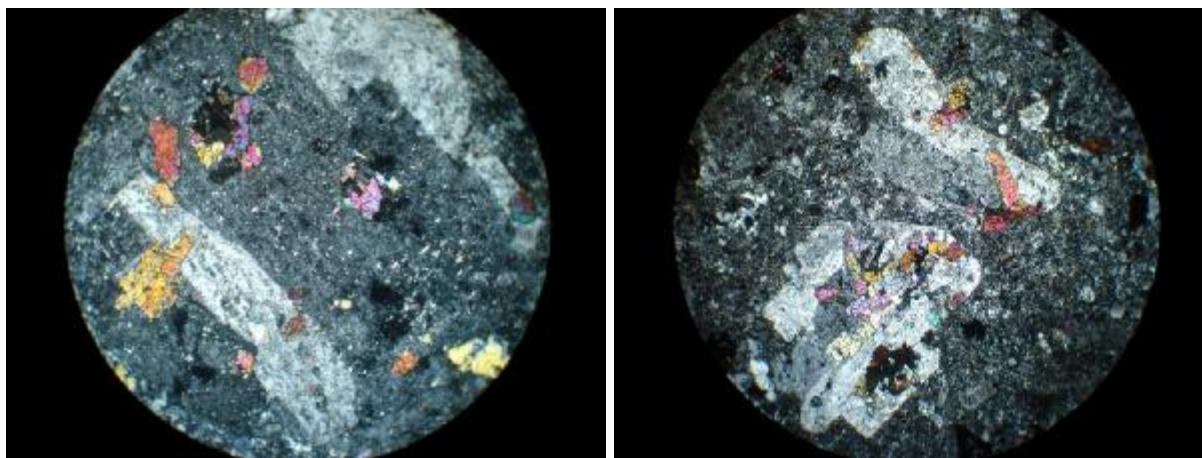
80 درجه)، ترکیب کلسیک (لابرادور-آنورتیت) را نشان می دهند. اغلب این بلورها دارای دگرسانی اپیدوتی - سربستی بوده و پیرامون آنها کوارتز ثانویه وجود دارد. بیوتیت ها اغلب کلریتی شده اند.

زمینه: کریپتوکریستالین

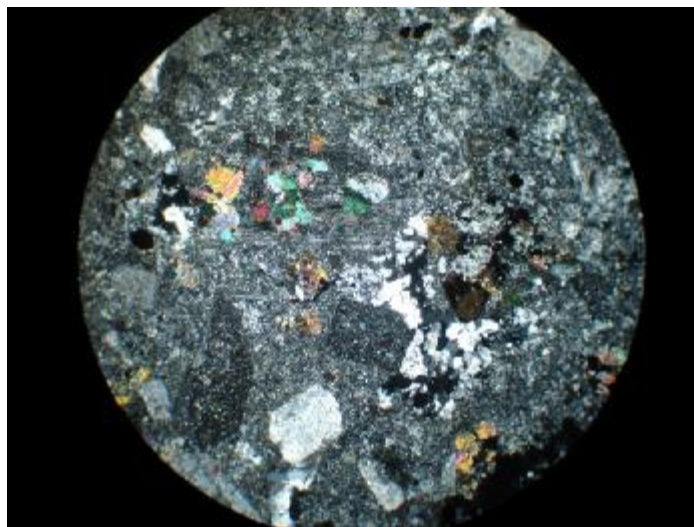
بافت: پورفیریتیک

دگرسانی: مجموعه اپیدوت - سربست - کلریت - سیلیس - کلسیت در این سنگ دیده می شود. اپیدوتی شدن وسیع در متن و درون پلاژیوکلاز به همراه سربستی شدن رخ داده است. کوارتز بصورت پرکننده فضاهای خالی و بی شکل بوده و دارای حاشیه مضرس و خاموشی موجی می باشد. کلریت درون بلورهای بیوتیت دیده می شود.

نام سنگ: آندزیت پورفیری



تصویر شماره 4-41: اپیدوتی شدن زمینه و درون پلاژیوکلازهای کلسیک. سربستی شدن در زمینه کریپتوکریستالین سنگ دیده می شود. (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-42 : محصولات دگرسانی شامل اپیدوت-سریسیت-کوارتز (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع : Dj-B1-S 15 OR

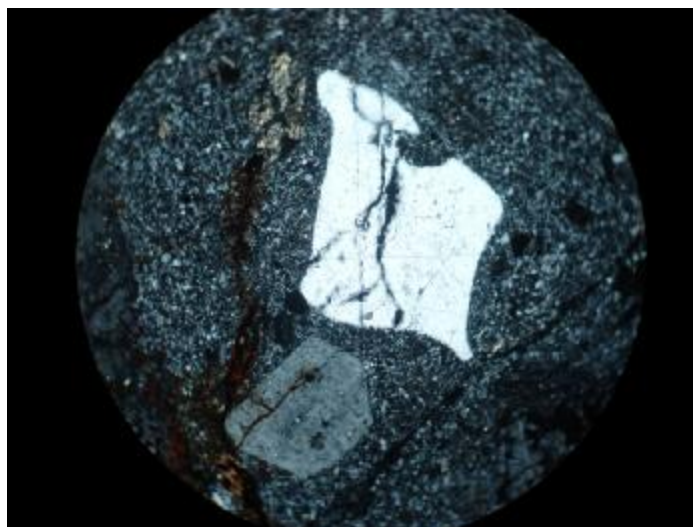
توصیف: نمونه شامل فنوکریست های پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز، ارتوز و آمفیبول (خودشکل) در زمینه ای کریپتوکریستالین می باشد. فنوکریست های پلاژیوکلاز گاهی تا 3 میلی متر ابعاد دارند. حاشیه های تحلیل رفته در بلورهای کوارتز بخوبی دیده می شود. این خوردگی و تحلیل رفتگی از ویژگی های سنگ های آتشفشانی است. بیوتیت ها و آمفیبول ها، اغلب کلریتی و گاهی سریسیتی شده اند. وجود کانی های کدر فراوان که به صورت خودشکل تا نیمه شکل دار و بصورت اکسید-هیدروکسید آهن قرمز رنگ (هماتیت-گوتیت) از ویژگی های این نمونه است.

زمینه: کریپتوکریستالین حاوی شیشه.

بافت: پورفیریتیک.

دگرسانی: آرژیلی و تا حدودی سریسیتی (فقط محدود به پلاژیوکلاز) و کلریتی شدن بیوتیت.

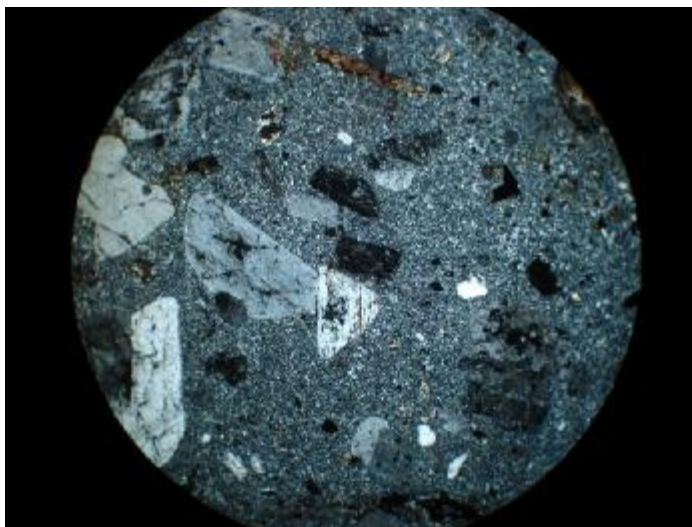
نام سنگ: ریوداسیت پورفیری.



تصویر شماره 4-43: تحلیل رفتگی بلور کوارتز و واکنش آن با زمینه. یک بلور آمفیبول خودشکل و سریسیتی - کلریتی شده در بالای تصویر مشاهده می شود (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-44: بافت عمومی سنگ شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز و کانی کدر در زمینه کریپتو کریستالین (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-45: نمای عمومی از بافت پورفیریتیک سنگ (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-19 OR

توصیف: فنوکریست ها شامل کوارتز، فلدسپار و بیوتیت بوده که در یک زمینه بلورین و دانه شکری جای گرفته اند.

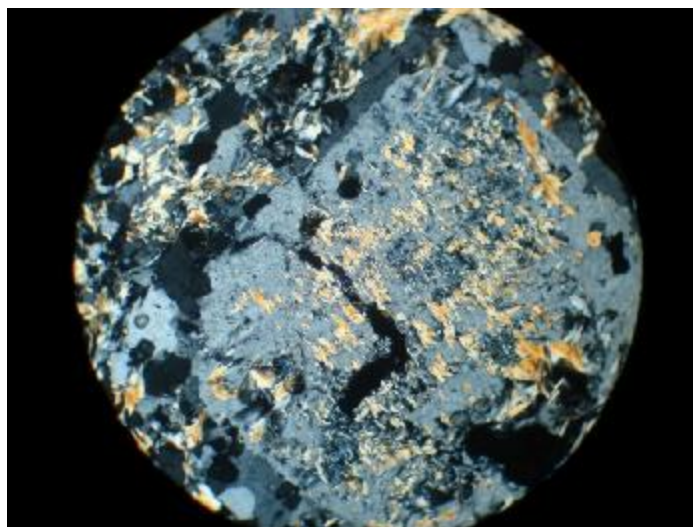
ترکیب سنگ و دانه بندی آن نشانگر یک توده نفوذی نیمه عمیق با بافت پورفیری است.

زمینه: گرانولار تا میکروگرانولار

بافت: پورفیری

دگرسانی: سریسیتی شدن شدید پلاژیوکلازها و تا حدودی کلریتی شدن بیوتیت

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-46: سریسیتی شدن فنوکریست پلاژیوکلاز و زمینه گرانولار سنگ (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-37 OR

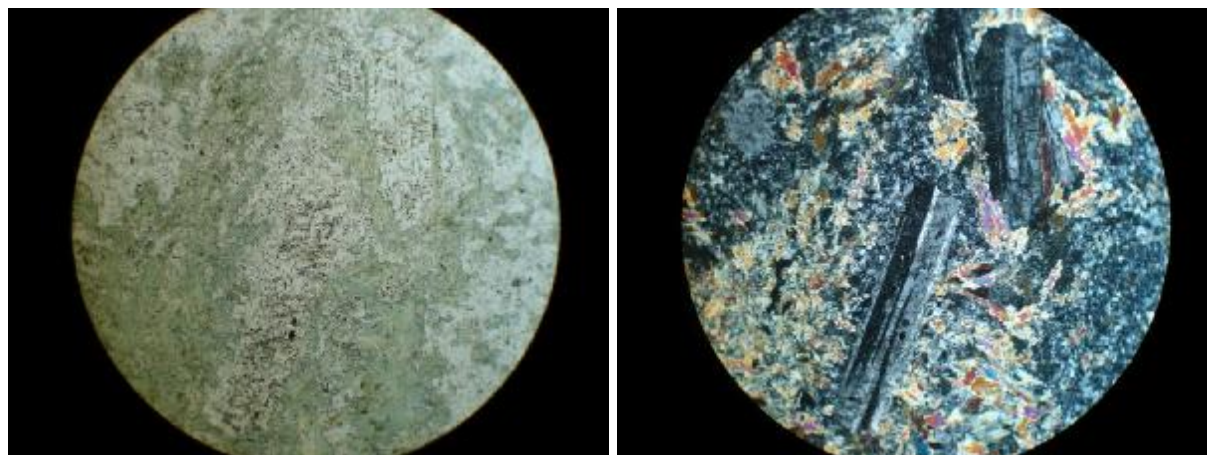
توصیف: مقطع ضخیم است. درشت بلورهای سنگ عمدتاً پلاژیوکلازهای کشیده و بلند با ماکل پلی سنتتیک-لغزشی (آلبیت-الیگوکلاز)، بیوتیت کلریتی شده، هورنبلند کلریتی شده و کوارتز هستند. کانی های فرومنیزین سنگ نظیر بیوتیت و هورنبلند سبز، به نسبت زیاد بوده که اغلب کلریتی شده اند. بیوتیت اولیه از حاشیه و سطوح رخ به کلریت تبدیل شده اند. کوارتز متوسط بلور در متن سنگ پراکنده است.

زمینه: کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین

بافت: پورفیریتیک

دگرسانی: کلریتی شدن فراگیر به همراه سیلیسی و کربناتی شدن

نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-47: پلاژیوکلازها و کانی های فرومنیزین کاملاً کلریتی شده در زمینه کوارتز-فلدسپاتیک و کریپتوکریستالین (الف - نور پلاریزه، ب - نور طبیعی، 10x).

شماره مقطع: Dj-B1-38 OR

توصیف: نمونه از یک توده نفوذی درشت بلور و گرانولار می باشد. پاراژنز کانیایی آن شامل پلاژیوکلاز، آلكالی فلدسپار، کوارتز و بیوتیت است. مقادیر پلاژیوکلاز کمی بیش از آلكالی فلدسپار است. ترکیب اولیه پلاژیوکلازها عموماً غنی از Ca بوده (وجود منطقه بندی شیمیایی با ترکیب لابرادور-بیتونیت) که بر اثر پدیده آلبیتی شدن، واجد ماکل کارلسباد و پلی سنتتیک ثانویه شده اند. آلكالی فلدسپارها از نوع ارتوز با بافت پرتیت و پریکلین می باشد. بافت گرافیکی کوارتز-ارتوز در برخی بخش ها مشاهده می شود. وجود حاشیه های مضرس در کوارتز و ماکل لغزشی در آلبیت می تواند شواهدی از یک دگرشکلی خفیف احتمالاً هنگام جایگیری توده نفوذی باشد.

زمینه: ندارد. ولی در برخی قسمت ها تا حدودی میکروگرانولار قابل تشخیص است.

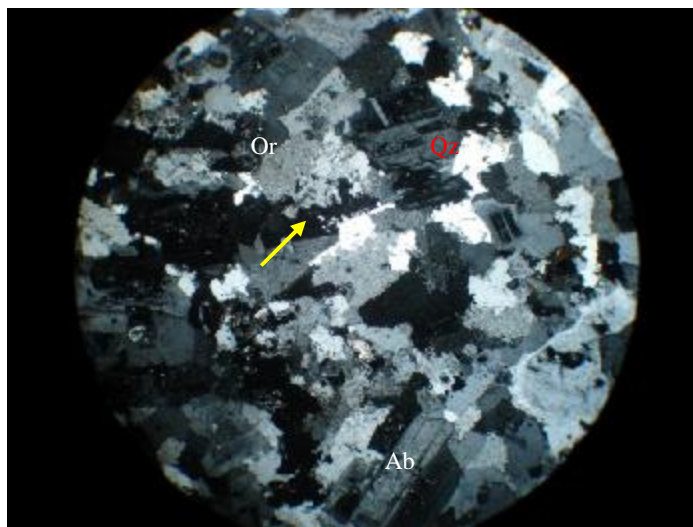
بافت: گرانولار درشت بلور و گاهی گرافیکی. در برخی بخش ها تا حدودی پورفیری می شود. این ویژگی ها نمایانگر بخش عمیق تر یک توده پورفیری است.

دگرسانی: نمونه چنداد دگرسان نیست. دگرسانی خفیف رسی در فلدسپار و کلریتی در سطوح رخ بیوتیت ها

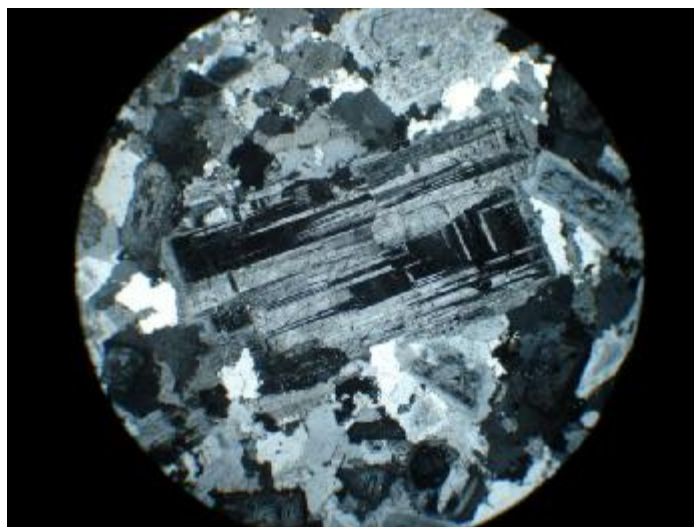
دید می شود.



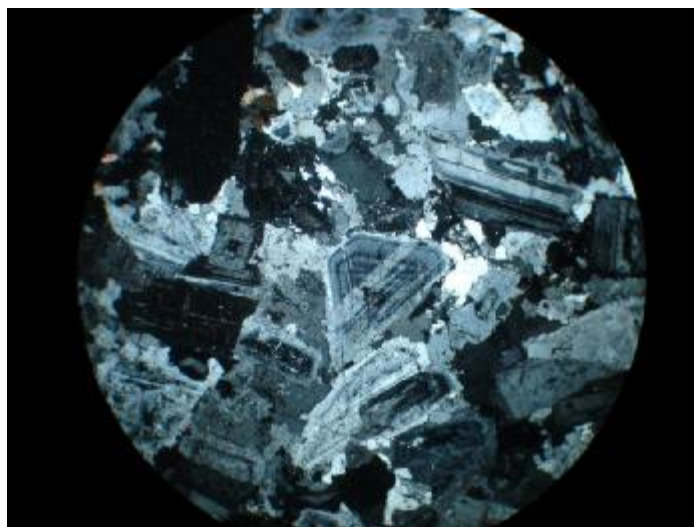
نام سنگ: گرانودیوریت تا کوارتز دیوریت گرانولار تا پورفیری (هلوکریستالین-هیپ ایدیومورف-پورفیری)



تصویر شماره 4-48: بافت گرافیکی درون ارتوز (فلش مرکز تصویر) بافت پریکلین و پرتیتی در ارتوز، وجود حاشیه مضرس در کوارتز (مرکز نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-49: ماکل لغزشی در یک فنوکریست پلاژیوکلاز (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-50: زونینگ اولیه در پلاژیوکلاز کلسیک (مرکز تصویر) که آلبیتی و دارای ماکل پلی سنتتیک شده است (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-51: بافت گرانولار (هلوکریستالین-هیپ ایدیومورف-پورفیری) سنگ (نور پلاریزه ، 4x).



شماره مقطع: Dj-B1-40 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، کوارتز، اپیدوت و کانیهای اوپک می باشد. پلاژیوکلازها حجم اصلی سنگ را تشکیل می دهند. این کانیها بیشتر از نوع حدواسط (انواع آندزین و اولیگوکلاز) هستند اما آلبيت نیز در بین آنها دیده می شود. کانیهای پلاژیوکلاز خودشکل هستند که این امر نشان دهنده وجود شرایط مناسب برای رشد آنها می باشد. در بلورهای پلاژیوکلاز زونینگ ضعیف و ماکل های کارلسباد قابل مشاهده است. بلورهای آلبيت ماکل لغزشی نشان می دهند.

زمینه: میکروکریستالین متشکل از ریزبلورهای کوارتز-فلدسپار

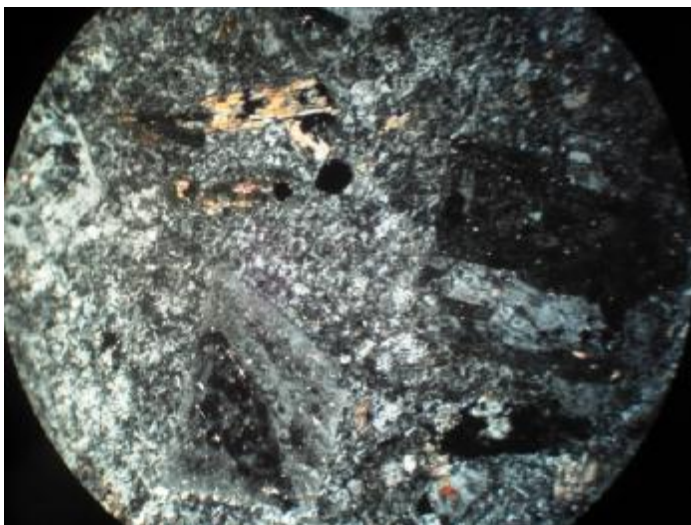
دگرسانی: دگرسانی اصلی سنگ شامل آرژیلی (رسی) شدن و آلبیتی شدن پلاژیوکلازها و کلریتی شدن بیوتیتها می باشد. دگرسانی در حد آرژیلی متوسط تا شدید.

بافت سنگ: پورفیریتیک با زمینه میکروکریستالین

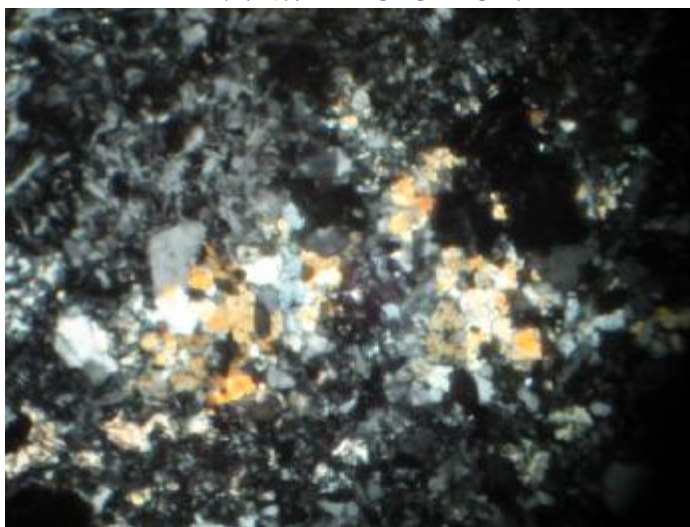
نام سنگ: ریوداسیت-داسیت



تصویر شماره 4-52: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز (آندزین و اولیگوکلاز) که تحت تاثیر آلبیتی شدن قرار گرفته- اند. زونینگ ضعیف و ماکل کارلسباد نیز در بلورها قابل مشاهده است (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-53: نمایی از بلورهای اصلی سنگ شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت و کانی های اوپک. آلبیت ها ماکل لغزشی نشان می دهند (نورپلاریزه ، 4x)



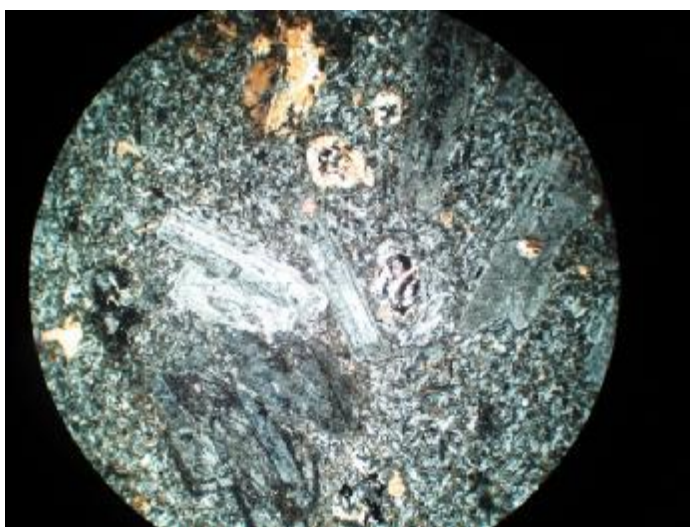
تصویر شماره 4-54: نمایی از بلورهای اپیدوت و کلینوزئوزیت (نورپلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-27 A P

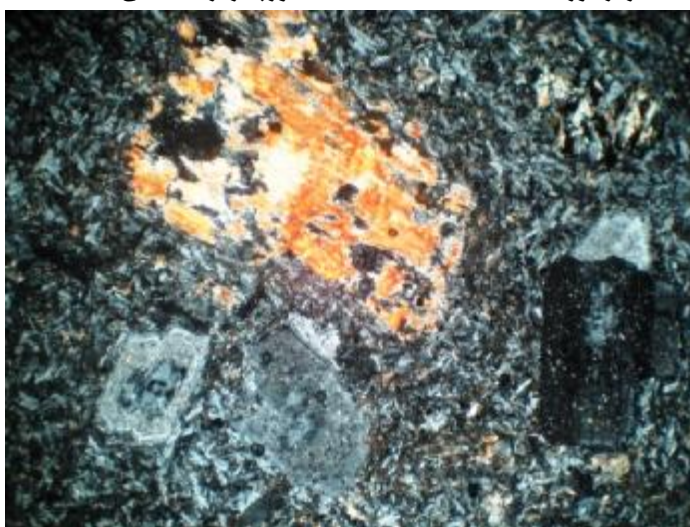
توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلازهای خودشکل، بیوتیت های خودشکل، اپیدوت و کانی های اوپک می باشد. پلاژیوکلازها حجم اصلی سنگ را تشکیل می دهند. این کانی ها بیشتر از نوع آلبیت هستند. کانی های پلاژیوکلاز خودشکل هستند که این امر نشان دهنده وجود شرایط مناسب برای رشد آنها می باشد. در بلورهای آلبیت ماکل لغزشی نشان می دهند.



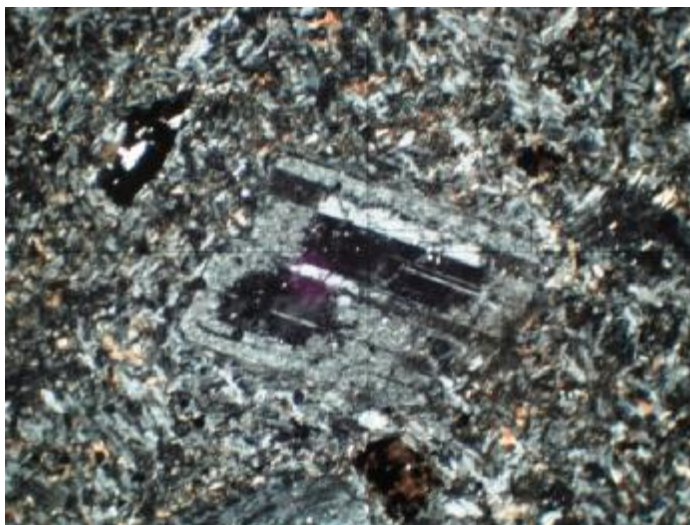
زمینه: متشکل از ریزبلورهای فلدسپار با بافت میکروولیتی تا میکروکریستالین
دگرسانی: دگرسانی اصلی سنگ شامل سریسیتی و رسی شدن و آلبیتی شدن پلاژیوکلازها و کلریتی شدن
بیوتیتها می باشد. دگرسانی در حد آرژیلی متوسط تا شدید.
بافت سنگ: پورفیریتیک سابولکان با زمینه میکروکریستالین
نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-55: نمایی از بلورهای درشت و خودشکل پلاژیوکلاز، بیوتیت و کانی های اوپک. اپیدوت در زمینه ریزبلور سنگ قابل مشاهده است (نورپلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-56: نمایی از درشت بلور بیوتیت در کنار بلورهای پلاژیوکلاز. دگرسانی سریسیتی و رسی پلاژیوکلازها در تصویر قابل مشاهده است (نورپلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-57: نمایی از درشت بلور آلبیت در زمینه میکروولیتی از بلورهای فلدسپار (نورپلاریزه متقاطع، 10x).



تصویر شماره 4-58: نمایی از درشت بلورهای آلبیت در زمینه میکروولیتی از بلورهای فلدسپار. آلبیتها از حاشیه سرسیتی شده اند (نورپلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-29 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، آمفیبولهای خودشکل، بیوتیت، کانیهای اوپک و کوارتز می باشد. پلاژیوکلازها حجم اصلی سنگ را تشکیل می دهند. این کانیها بیشتر از نوع آلبیت تا اولیگوکلاز بوده و



مطالعات میکروسکوپی

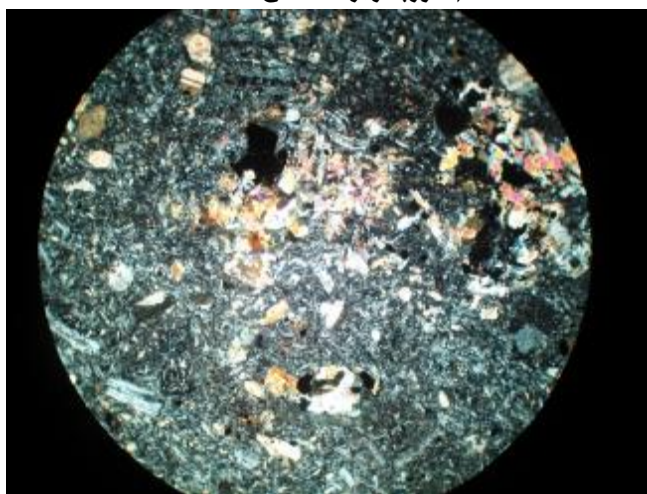
دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های نزدیک به هم می باشد. ارتوزها ماکل کارلسباد دارند. کانی های اوپک بی شکل تا نیمه خودشکل بوده و میزان کوارتز کم می باشد.
زمینه: دارای بافت میکروگرانولار تا میکروکریستالین و میکرولیتی متشکل از پلاژیوکلاز، ارتوز و بیوتیت می باشد.

دگرسانی: دگرسانی اصلی سنگ شامل کلریتی، اپیدوتی و تا حدی خیلی کم سریستی می باشد.

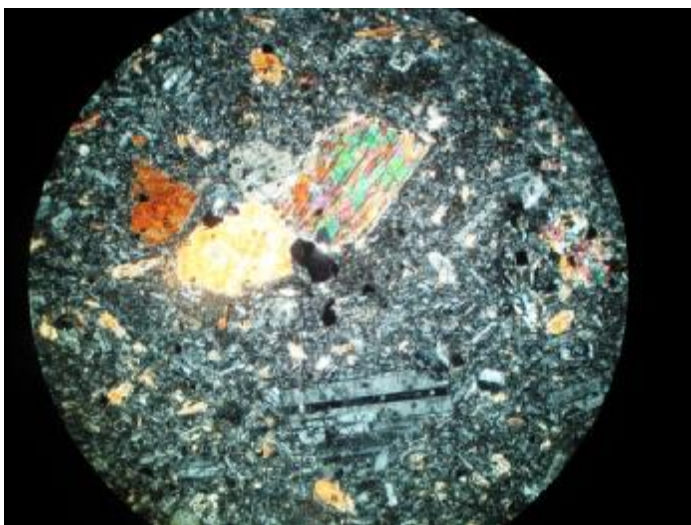
نام سنگ: لاتی آندزیت پورفیری



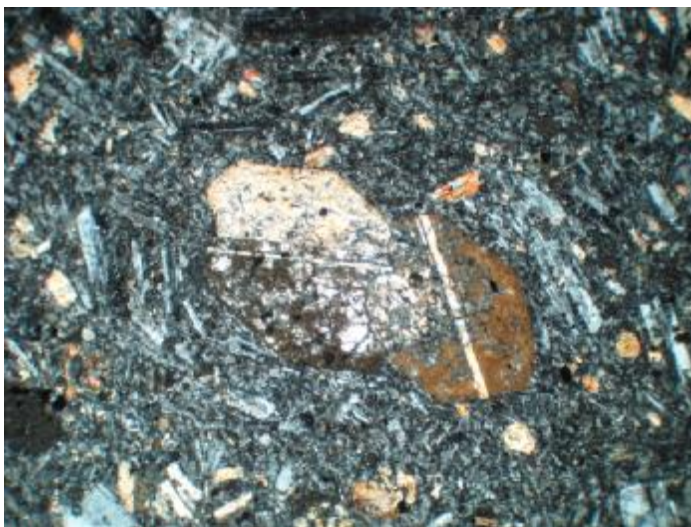
تصویر شماره 4-59: نمایی از فنوکریست پلاژیوکلاز با ترکیب آلبیت دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های نزدیک به هم (نورپلاریزه متقاطع، 10x).



تصویر شماره 4-60: نمایی از کانی های اوپک در کنار بلورهای بیوتیت کلریتی شده و اپیدوت (نورپلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-61: نمایی از بلور بیوتیت در کنار بلورهای آمفیبول بیوتیتی شده و پلاژیوکلاز (نورپلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-62: نمایی از بلورهای آمفیبول با ماکل مکرر به شکل میان تیغه ای (نورپلاریزه ، 4x).



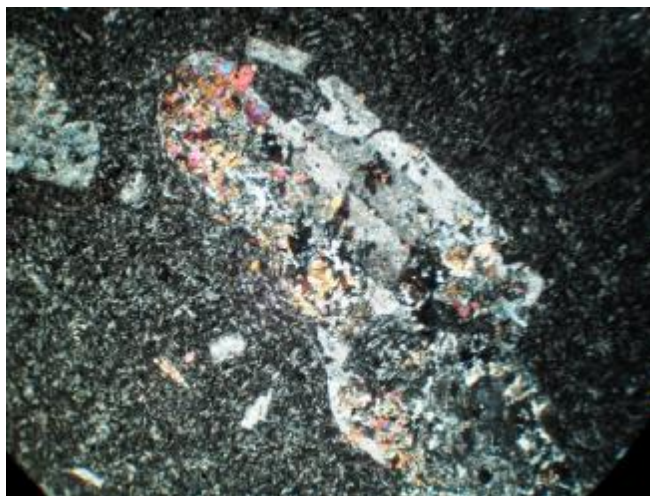
شماره مقطع: Dj-B1-25 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز و بیوتیت‌های تخته‌ای می‌باشد. پلاژیوکلازها به سریسیت دگرسان شده و بیوتیت‌ها نیز کلریتی شده‌اند. حاشیه فنوکریست‌های پلاژیوکلاز سوختگی یا تحلیل رفتگی نشان می‌دهد. این بلورها، ماکل پلی‌سنتتیک با تیغه‌های پهن دارند که نمایانگر ترکیب حدواسط (الیگولاز-آندزین) می‌باشد. بافت سنگ پورفیریتیک است.

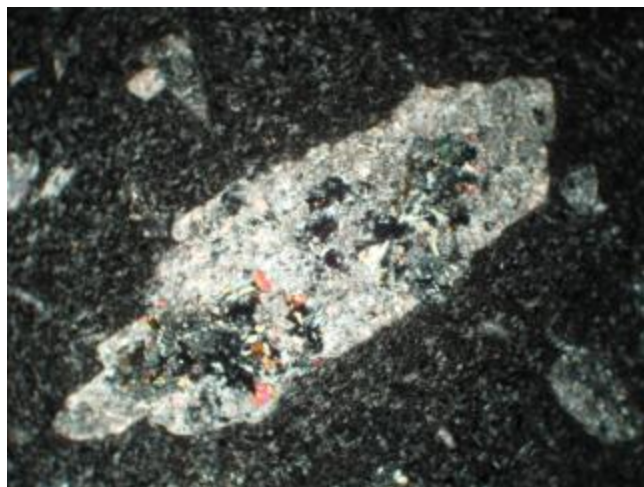
زمینه: از میکروولیت‌های فلدسپار در متن کریبتوکریستالین تشکیل یافته است.

دگرسانی: در حد پروپلیتیک شامل اپیدوتی-کلریتی و سریسیتی، کربناتی می‌باشد. کوارتز و کلینوزوئیزیت از دیگر محصولات دگرسانی می‌باشند. کوارتز بصورت ثانویه و به شکل رگچه‌های کوارتزی دیده می‌شود.

نام سنگ: سنگ آتشفشانی از نوع داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-63: نمایی از بلور پلاژیوکلاز حدواسط که به سریسیت، کلسیت، اپیدوت-کلینوزوئیزیت دگرسان شده است (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-64: نمایی از بلور پلاژیوکلاز با دگرسانی به اپیدوت، کوارتز، کلریت و سریسیت (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-24 P

توصیف: فنوکریستها شامل ارتوز، پلاژیوکلاز، بیوتیت و کوارتز می باشد که همگی خودشکل هستند.

زمینه: میکروکریستالین

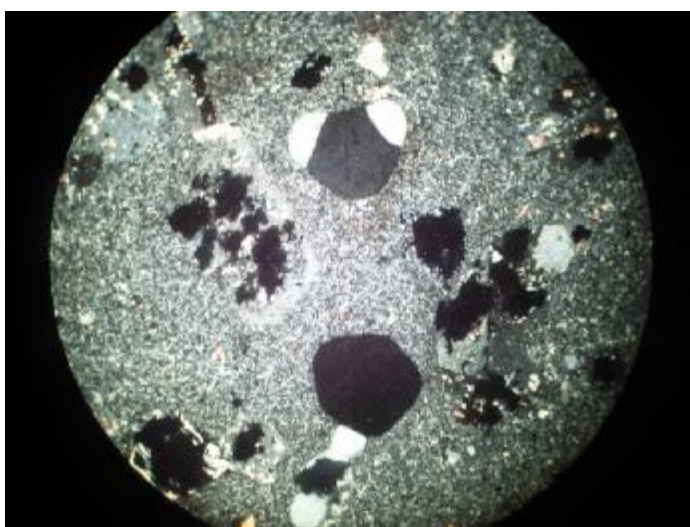
دگرسانی: شامل سریسیتی شدن پلاژیوکلازها و آرژیلی (رسی) شدن ارتوزها می باشد.

بافت: پورفیریتیک

نام سنگ: ریولیت-ریوداسیت پورفیری.



تصویر شماره 4-65: نمایی از فنوکریست‌های پلاژیوکلاز، بیوتیت و ارتوز. پلاژیوکلازها سریسیتی و ارتوزها رسی شده‌اند (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-66: نمایی از فنوکریست‌های پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز و بیوتیت در زمینه میکروکریستالین سنگ (نور پلاریزه، 4x).



شماره مقطع: Dj-B1-28 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت می باشد. پلاژیوکلازها خود شکل تا نیمه-خودشکل بوده و از نوع آلبیت تا الیگوکلاز تغییر می کنند. این کانی ها دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های نازک تا پهن می باشند. برخی از آنها (نوع آندزین-لابرادور) زونینگ اولیه نشان می دهند. آمفیبول ها دارای ماکل ساده و مکرر به شکل میان تیغه ای می باشند. کانی های اوپک به صورت بلورهای خودشکل تا نیمه خودشکل در متن کریپتوکریستالین سنگ پراکنده هستند. مقدار اندکی کوارتز نیز در متن سنگ دیده می شود. بافت سنگ پورفیریتیک است.

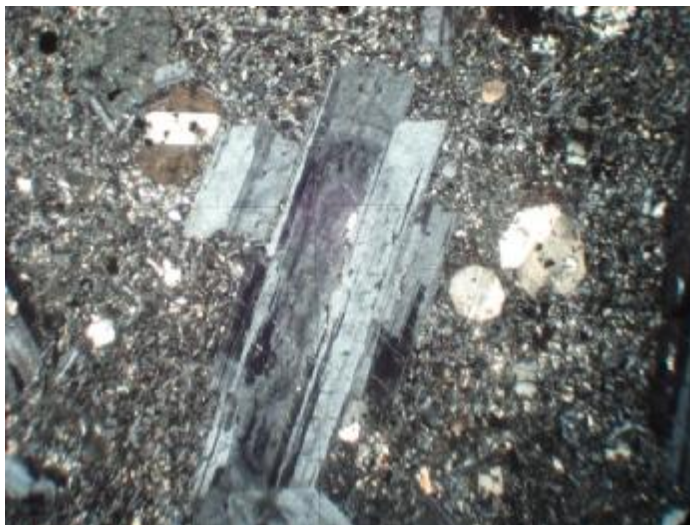
زمینه: کریپتوکریستالین با میکروولیت های فلدسپار.

دگرسانی: آمفیبول ها و بیوتیت ها کلریتی شده اند اما بلورهای پلاژیوکلاز اغلب سالم باقی مانده و گاهی تا حدی سرپسیتی شده اند.

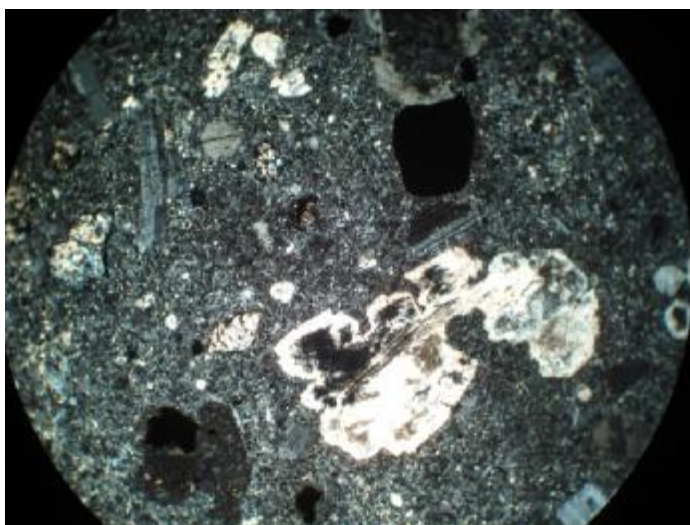
نام سنگ: کوارتز لاتی آندزیت پورفیری



تصویر شماره 4-67: نمایی از بلور پلاژیوکلاز حدواسط (آندزین) با ماکل پلی سنتتیک با تیغه های پهن که زونینگ نیز نشان می دهد (نورپلاریزه ، 10x).



تصویر شماره 4-68: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز (آلبیت) در کنار بلورهای آمفیبول با ماکل ساده و مکرر (نورپلاریزه، 10x).



تصویر شماره 4-69: نمایی از بلور بیوتیت تا حدی کلریتی شده در کنار بلورهای پلاژیوکلاز، آمفیبول و کانی‌های اوپک. ماکل مکرر آمفیبول‌ها در تصویر دیده می‌شود (نورپلاریزه، 4x).



شماره مقطع: Dj-B1-46 P

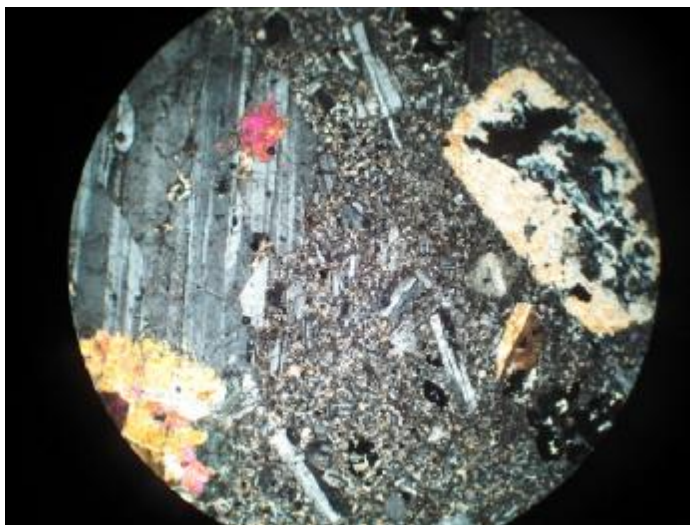
توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول، پیروکسن (اوزیت) و کانیهای اوپک می باشد. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک بوده و اکثر آنها دارای تیغه های پهن هستند. این کانیها تحت تاثیر پدیده آلبیتی شدن قرار گرفته و ماکل آلبیتی از خود نشان می دهند. آمفیبولها اکثراً ماکل ساده تا مکرر نشان داده و تا حدی کلریتی شده اند. پیروکسنها بی شکل بوده و تا حدی کلریتی شده اند. کانیهای اوپک بی شکل تا نیمه خود شکل بوده و از فراوانی به نسبت زیادی برخوردار هستند.

زمینه: میکروکریستالین حاوی میکروولیت های متقاطع است.

دگرسانی: کلریتی و سریسیتی

بافت: سنگ نیمه عمیق با بافت پورفیری

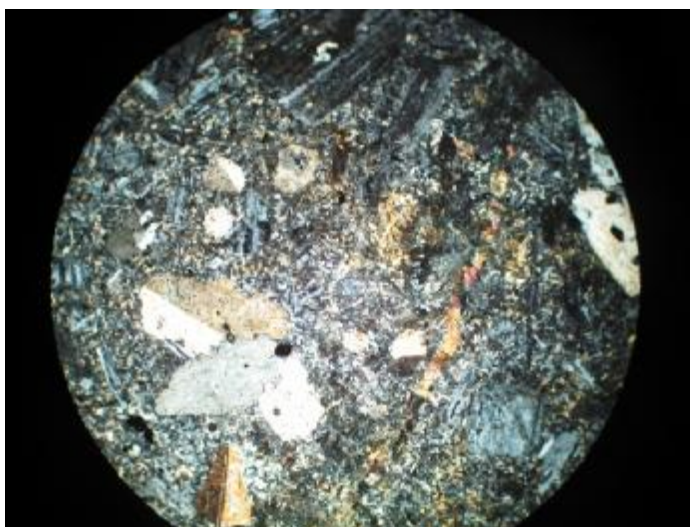
نام سنگ: میکرودیوریت پورفیری



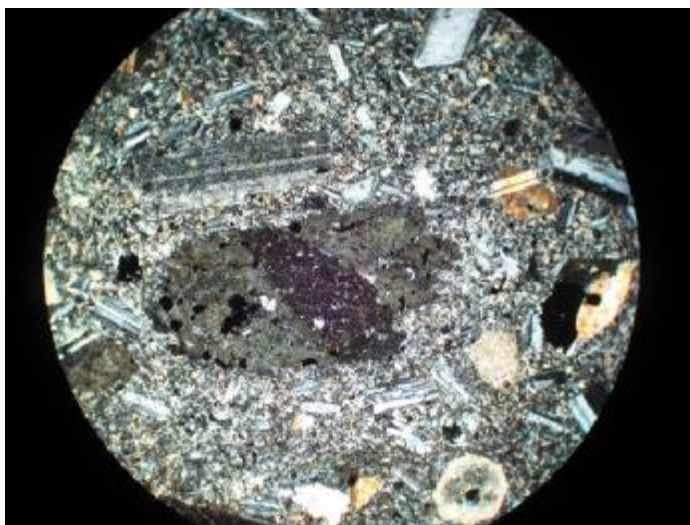
تصویر شماره 4-70: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز، آمفیبول و اوزیت در زمینه میکروکریستالین سنگ (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



تصویر شماره 4-71: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز، آمفیبول و کانی های اوپک در زمینه میکروکریستالین سنگ (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-72: نمایی از بلورهای آمفیبول، اوژیت، پلاژیوکلاز و کانی های اوپک در زمینه میکروکریستالین سنگ (نورپلاریزه ، 4x).



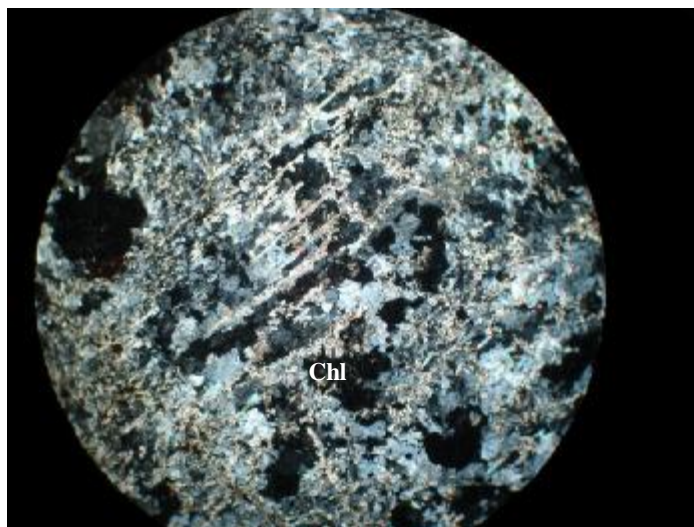
تصویر شماره 4-73: نمایی از درشت بلور آمفیبول کلریتی شده (وسط)، پلاژیوکلاز سریسیتی در بالای آن. بلورهای آمفیبول با ماکل مکرر و ساده نیز در تصویر دیده می شوند (نورپلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-S 12 OR

توصیف: شدت دگرسانی، تشخیص نوع و بافت اولیه سنگ را مشکل می نماید؛ ولی وجود یک زمینه ریزبلور سیلیسی و همچنین شیشه فراوان در سنگ نمایانگر یک سنگ خروجی یا آذرآواری با ترکیب اسیدی می باشد. پلاژیوکلاز و کوارتز اولیه در مقادیر زیاد در سنگ قابل تشخیص است. خاموشی موجی در بلورهای کوارتز مشاهده می شود. سریسیت های زمینه سنگ آثاری از یک جهت یافتگی را نمایان می سازند.

دگرسانی: سریسیتی شدن شدید و تشکیل هسته های اولیه موسکوویت به همراه دگرسانی آرژیلی-سیلیسی.

نام سنگ: سنگ آتشفشانی اسیدی با ترکیب ریولیتی.



تصویر شماره 4-74: سریسیتی شدن فراگیر سنگ به همراه تشکیل کوارتز و کلریت شعاعی در زمینه سنگ (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-33 P

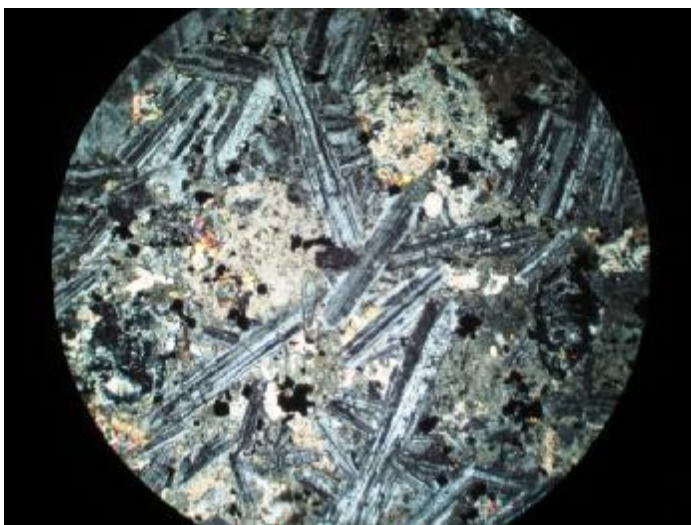
توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت می باشد. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های نسبتاً پهن می باشند. بلورهای آلبیت ماکل لغزشی نشان می دهند. این کانی ها بافت اینترسرتال از خود نشان می دهند. آمفیبول ها کلریتی شده اند.

زمینه: بسیار کم و ریزبلور می باشد.

دگرسانی: کلریتی، اپیدوت-کلینوزوئیتی

بافت: اینترسرتال

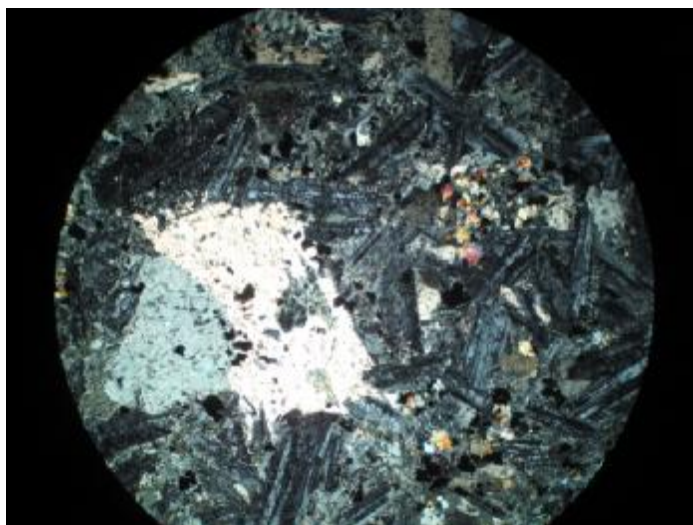
نام سنگ: سنگ نیمه عمیق با بافت اینترسرتال از نوع آندزیت



تصویر شماره 4-75: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز و آمفیبول به همراه کانی‌های اوپک و اپیدوت (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-76: نمایی از بلورهای درشت بیوتیت و پلاژیوکلاز به همراه کانی‌های اوپک و اپیدوت (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 77-4: نمایی از بلورهای بیوتیت کلریتی شده و پلاژیوکلاز به همراه کانی های اپیدوت و کلینوزوئزیت (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 78-4: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز و آمفیبول به همراه کانی های اپیدوت و زوئزیت (نورپلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-35 OR

توصیف: این سنگ تمام بلورین و دارای بافت پورفیری می باشد. فنوکریست ها متشکل از پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز، بیوتیت و کانی های کدر (فراوان) است. دگرسانی شدید سریسیتی-رسی تمام متن سنگ را متاثر نموده است.



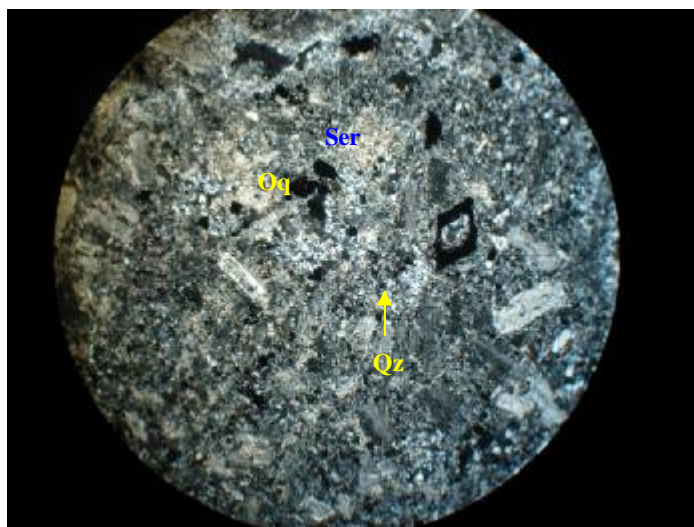
مطالعات میکروسکوپی

کانی های فرومنیزین سنگ شامل بیوتیت و آمفیبول بشدت سریسیتی شده اند. در حاشیه این بلورها، مجموعه ای از اکسید-هیدروکسیدهای آهن (هماتیت، منیتیت، اسپینل و مارتیت) مشاهده می شود که به پدیده اوپاستیتی شدن موسوم است. این پدیده به همراه دگرسانی شدید سریسیتی موجب گردیده تا فقط قالب کانی های فرومنیزین سنگ باقی بماند. در برخی بخش های سنگ، دگرسانی خفیف اپیدوتی-کلریتی-کلسیتی-سیلیسی دیده می شود.

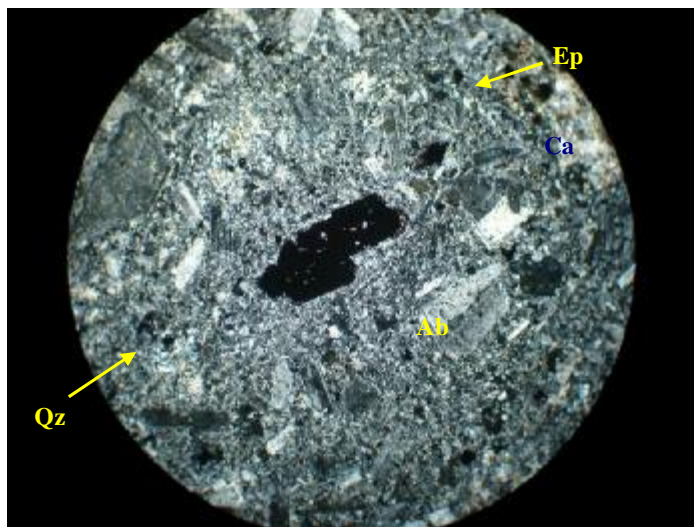
زمینه: میکروگرانولار و گاهاً حاوی میکروولیت های فلدسپار است. کوارتز ریزبلور با خاموشی موجی در زمینه و فضاهای خالی دیده می شود.

دگرسانی: شدیداً سریسیتی - آرژیلی-سیلیسی که زمینه و فنوکریست ها را دگرسان نموده است. از طرفی نیز دگرسانی اپیدوتی-کلریتی و کلسیتی در مقادیر کمتر دیده می شود. با توجه به این مشاهدات می توان این نمونه را از یک منطقه انتقالی زون دگرسانی کوارتز-سریسیتی و زون دگرسانی پروپلیتی دانست.

نام سنگ: سنگ آذرین نیمه عمیق با ترکیب کوارتز مونزودیوریت و بافت پورفیری



تصویر شماره 4-79: دگرسانی شدید سریسیتی در زمینه و فنوکریست ها. کوارتز ثانویه پرکننده فضاهای خالی دارای خاموشی موجی، اوپاستیتی شدن آمفیبول خودشکل (حاشیه اکسید آهن دار) و حضور دانه پراکنده کانی های کدر بخوبی آشکار است (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-80: محصولات دگرسانی شامل سریسیت (متن سنگ)، رس (متن سنگ)، اپیدوت، سیلیس، کلسیت و اکسید آهن (نور پلاریزه، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-39 OR

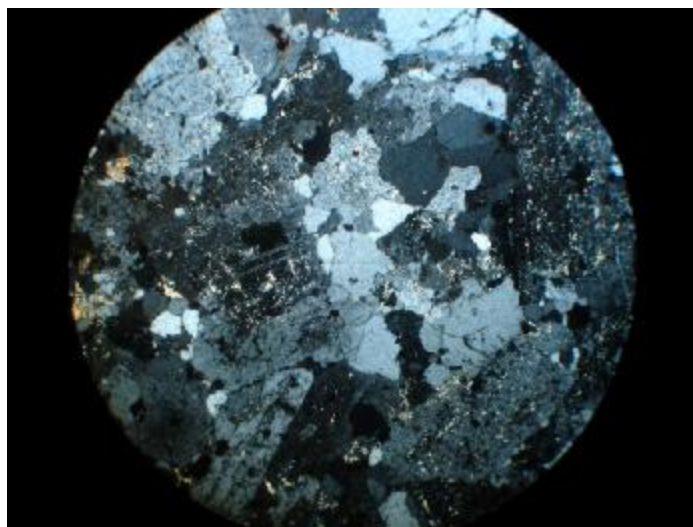
توصیف: نمونه تماماً گرانولار می باشد. ابعاد فنوکریست های درشت پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز و بیوتیت گاهی به بیش از 2 میلی متر می رسد. درصد پلاژیوکلاز نسبت به ارتوز بیشتر است.

زمینه: ندارد. این نمونه از بخش های عمیق تر توده نفوذی پورفیری در منطقه مورد نظر برداشت گردیده است. به همین دلیل فاقد بافت پورفیری بوده و زمینه چندان ریزبلوری ندارد.

بافت: گرانولار و تمام بلورین است.

دگرسانی: آرژیلی و تاحدودی سریسیتی و سیلیسی. کلریتی شدن بیوتیت گاهی دیده می شود.

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-81: بافت گرانولار سنگ. کوارتز، ارتوز و آلبیت و بیوتیت قابل تشخیص است (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-26 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، آمفیبول، ارتوز و کانیهای اوپک می باشد. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های پهن و لغزشی بوده و گاهی زونینگ شیمیایی از خود نشان می دهند. ترکیب این کانیها حدواسط از نوع اولیگوکلاز-آندزین و گاهی آندزین-لابرادور می باشد. پلاژیوکلازها تحت تاثیر پدیده آلبیتی شدن قرار گرفته و ماکل آلبیتی از خود نشان می دهند. آمفیبولها و بیوتیتها کلریتی شده اند. آمفیبولها دارای ماکل ساده و مکرر به شکل میان تیغه ای می باشند.

زمینه: میکروولیتی تا میکروکریستالین می باشد.

دگرسانی: کلریتی، اپیدوتی و رسی. کانیهای فرومنیزین اوپاستیزه شده و در حاشیه به اکسیدهای آهن تبدیل

شده اند.

نام سنگ: سنگ آتشفشانی با ترکیب حدواسط از نوع آندزیت



تصویر شماره 4-82: نمایی از بلورهای پلاژیوکلاز (نوع الیگوکلاز-اندزین)، بیوتیت و آمفیبول (نورپلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-27 P

توصیف: فنوکریستها شامل پلاژیوکلاز و بیوتیت می باشد. پلاژیوکلازها ترکیب حدواسط از نوع اولیگوکلاز-اندزین داشته و دارای ماکل پلی سنتتیک و زونینگ اولیه می باشند. این کانیها متحمل دگرسانی سریسیتی-رسی شده اند. بیوتیتها عمدتاً کلریتی و اوپاستیزه شده اند.

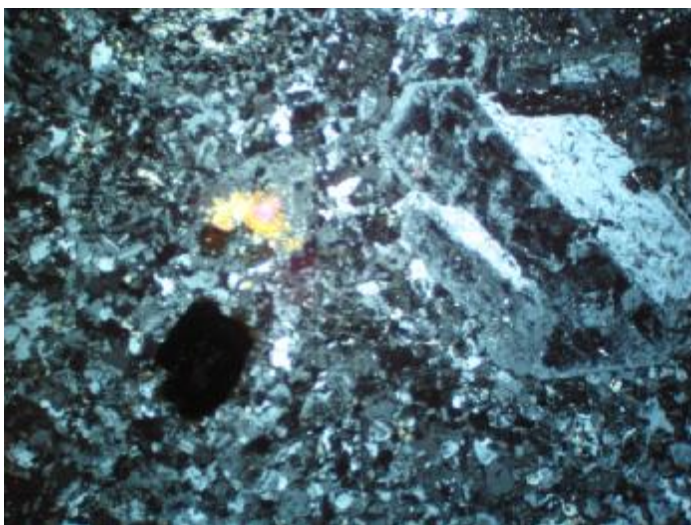
زمینه: میکروگرانولار دارای حفرات شیشه می باشد.

دگرسانی: سیلیسی، سریسیتی و اپیدوتی. کلریتی شدن بطور ضعیف رخ داده است. اکسیدها و هیدروکسیدهای

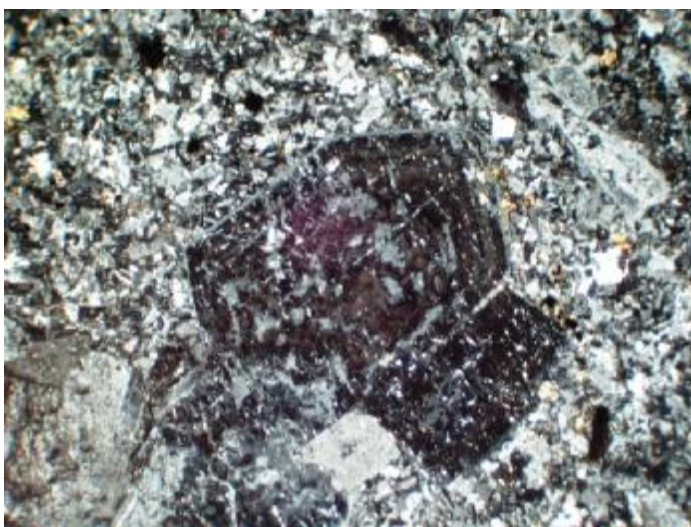
آهن از دیگر محصولات دگرسانی هستند.

بافت: پورفیری

نام سنگ: سنگ نفوذی نیمه عمیق با ترکیب گرانودیوریت پورفیری



تصویر شماره 4-83: نمایی از بلور خودشکل پلاژیوکلاز در زمینه میکروگرانولار سنگ. دگرسانی اپیدوتی در تصویر مشخص است (نورپلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-84: نمایی از بلور پلاژیوکلاز نوع آندزین دارای زونینگ اولیه (نورپلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-41 P

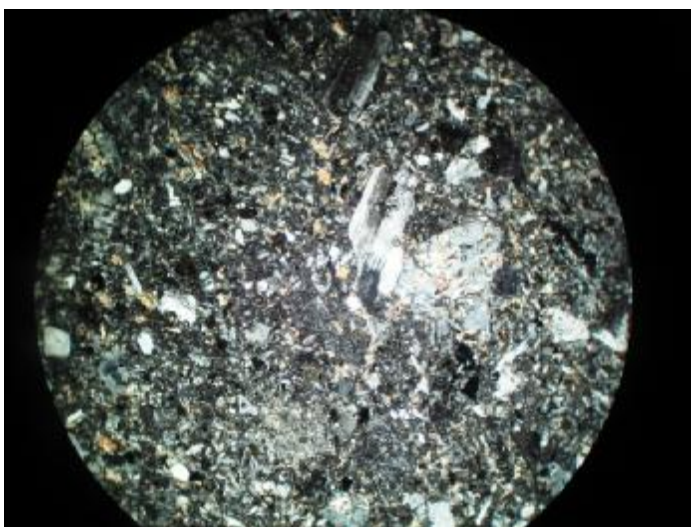
توصیف: فنوکریستها شامل فنوکلاستهای متوسط بلور پلاژیوکلاز و بیوتیت می باشد. آمفیبولها در مقادیر اندک به صورت خردشده در متن حضور دارند. پلاژیوکلازها متحمل دگرسانی رسی (آرژیلی) و بیوتیتها و آمفیبولها اندکی کلریتی شده اند.



زمینه: کریستوکریستالین می باشد.

دگرسانی: آرژیلی و کمی کلریتی

نام سنگ: توف پیروکلاستیک با ترکیب آندزیتی



تصویر شماره 4-85: نمایی از فنوکلاستهای خردشده پلاژیوکلاز در زمینه ریزبلور سنگ (نورپلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-36 OR

توصیف: ویژگی اصلی این نمونه، بافت پورفیریتیک سنگ می باشد. فنوکریستها عمدتاً پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، کوارتز و کانیهای کدر هستند. زمینه سنگ میکروگرانولار تا میکروکریستالین بوده و شامل فلدسپار و کوارتز می باشد.

فنوکریستهای ارتوز دارای ماکل کارلسباد و گاهی ماکل پریکلین هستند. برخی پلاژیوکلازها حاوی زونینگ اولیه و ترکیب غنی از Ca (ترکیب آندزین-لابرادور) بوده اند که سپس در قانون کارلسباد مجدداً ماکله شده اند. این رویداد نشانگر یک شرایط ناپایدار بعدی و از ویژگیهای سنگ های آتشفشانی و توده های پورفیری



نزدیک به سطح می باشد. اکثر پلاژیوکلازها با ماکل پلی سنتتیک و تیغه های ماکلی تقریباً نزدیک به هم (ترکیب آلیت-الیگوکلاز) دیده می شوند و گاهی ماکل لغزشی دارند.

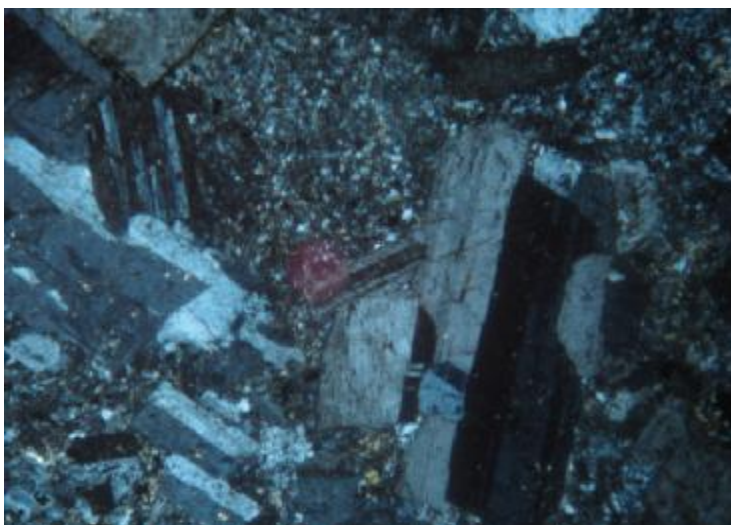
دگرسانی: عموماً سریسیتی-رسی است. زمینه ریزبلور نیز اغلب به سریسیت تبدیل شده است. کلریتی شدن بیوتیت، سریسیتی شدن پلاژیوکلاز و آرژیلی شدن ارتوز بخوبی دیده می شود.

کانی های کدر اغلب پیریت ریزبلور خودشکل بوده که بطور جزئی و از حاشیه ها، یا بطور کامل به اکسید-هیدروکسید آهن (گوتیت-هماتیت) تبدیل شده اند.

نام سنگ: داسیت-آندزیت پورفیری با زمینه میکروگرانولار تا میکروکریستالین.



تصویر شماره 4-86: پلاژیوکلاز با ترکیب اولیه غنی از Ca و دارای منطقه بندی شیمیایی و ماکل کارلسباد ثانویه (ترکیب سدیک). زمینه کوارتز-فلدسپاتیک سنگ، سریسیتی شده است (نور پلاریزه، 4x).



تصویر شماره 4-87: ماکل بندی های متنوع در چند بلور فلدسپار در زمینه ای میکروکریستالین (نور پلاریزه ، 4x).

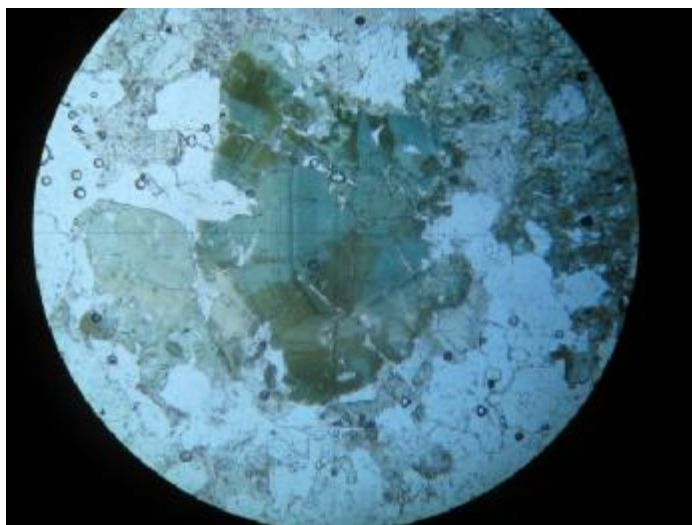
شماره مقطع: Dj-B1-17 OR

توصیف: درشت بلور های سنگ شامل: ارتوز و پریکلین با سطح رسی شده، تورمالین، کوارتز و آلیت می باشد. کوارتز اغلب دارای خاموشی عادی است ولی گاهی در حاشیه رگه ها دارای خاموشی موجی خفیف و حاشیه مضرس می باشد که می تواند استرین ناشی از فشارهای جزئی هنگام تشکیل رگه ها باشد. درشت بلورهای تورمالین اغلب دارای انکلوزیون های بزرگی از کوارتز است. یک رگه کوارتز تورمالین دار این سنگ آذرین درونی با ترکیب اسیدی را بریده است.

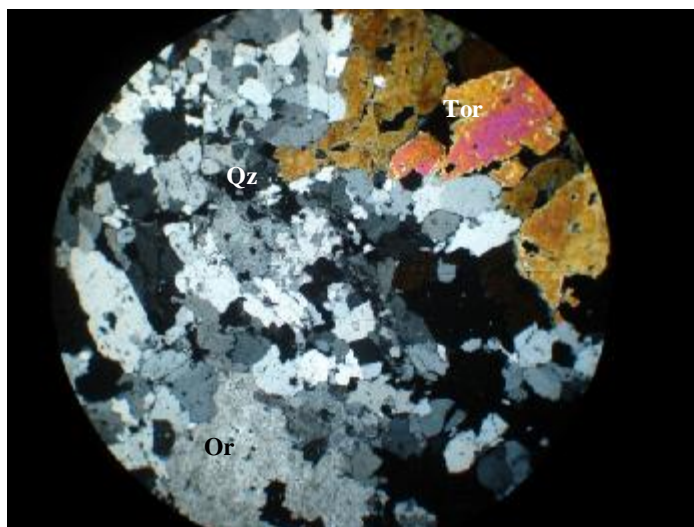
زمینه: زمینه سنگ، عمدتاً ریز تا متوسط بلور و کوارتز-فلدسپاتیک است. کوارتزها دانه شکری هستند درحالیکه ارتوز با سطوح ابرمانند و بی شکل همراه با بلورهای تورمالین تیغه ای دیده می شود.

دگرسانی: دگرسانی سیلیسی-تورمالینی.

نام سنگ: توده نفوذی گرانیتی حاوی رگه های کوارتز-تورمالین دار



تصویر شماره 4-88: زونینگ شیمیایی در بلور تورمالین (نور طبیعی، 4x).



تصویر شماره 4-89: کوارتز، تورمالین و ارتوز (رسی شده) در رگه سیلیسی (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-S 13A OR

توصیف: فنوکریست ها شامل ارتوز، پلاژیوکلاز، بیوتیت، کلریت، کوارتز (کم)، آپاتیت (ناچیز) و کانی های کدر (فراوان) است. پلاژیوکلازها بسیار درشت بلور و دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های پهن هستند. این ویژگی ها به همراه مطالعه زاویه خاموشی ماکلی آنها، ترکیب آلبیت-الیگوکلاز را نشان می دهد. این بلورها اغلب به سریسیت



و کلسیت تجزیه شده اند. میزان آکالی فلدسپار و پلاژیوکلاز در این سنگ تقریباً برابر است. ارتوز تا حدودی به کانی‌های رسی تبدیل شده است. بیوتیت اغلب تخته ای بوده و از سطوح رخ به کلریت تبدیل شده اند. کوارتز به دو صورت: متوسط بلور - نیمه شکل دار و بسیار ریز بلور در زمینه سنگ دیده می شود. درون شکستگی ها و شکاف های سنگ از کوارتز و کلریت قهوه ای - آبی پر شده است.

زمینه: کریپتوکریستالین و شیشه ای می باشد. بافت سنگ پورفیریتیک می باشد.

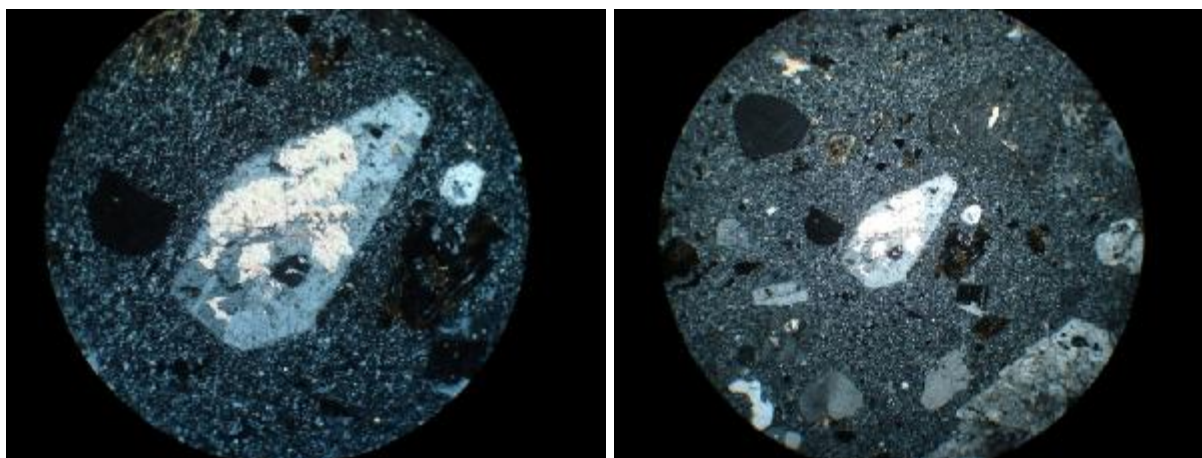
دگرسانی: دگرسانی سریسیتی - رسی - کلریتی - کلسیتی. کلریتی شدن بیوتیت ها، رسی شدن آکالی فلدسپار و

سریسیتی - کلسیتی شدن پلاژیوکلاز.

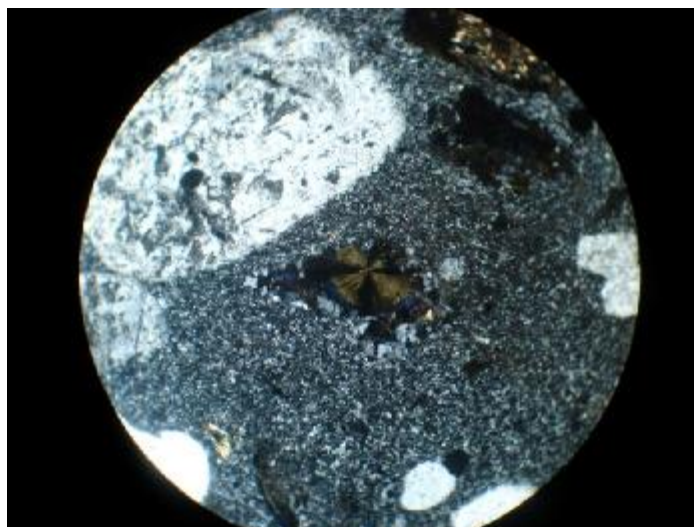
نام سنگ: ریوداسیت - داسیت پورفیری

ب

الف



تصویر شماره 4-90: بلور پلاژیوکلاز که توسط کلسیت اسپارایتی (دارای رخ رمبوندری) جایگزین شده است (الف - نور پلاریزه ، 4x و ب - نور پلاریزه ، 10x).



تصویر شماره 4-91: تشکیل کلریت سبز-آبی به همراه کوارتز در فضاهای خالی زمینه کریپتوکریستالین سنگ (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-S 14 OR

توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، بیوتیت، کوارتز و ارتوز در یک زمینه کریپتوکریستالین کوارتز-فلساتیک می باشد. پلاژیوکلاز ها عموماً نیمه شکل دار و دارای ترکیب آلبیت-لیگوکلاز بوده که سریسیتی-رسی شده اند. آلکالی فلدسپار دارای ماکل کارلسباد و دگرسانی رسی می باشد. بیوتیت در پیرامون خود دارای تحلیل رفتگی و خوردگی شیمیایی شده و حاشیه ای از کانی های کدر ریزبلور دارند. این پدیده را اوپاستیتی شدن بیوتیت می نامند. اوپاستیتی شدن ناشی از پایین آمدن سریع فشار بخار آب است که اغلب در سنگ های آتشفشانی و توده‌های نفوذی نیمه عمیق و نزدیک به سطح رخ می دهد (Pichler et al., 1995). بیوتیت ها اغلب حاوی انکلوزیون‌های فراوان کوارتز می باشند.

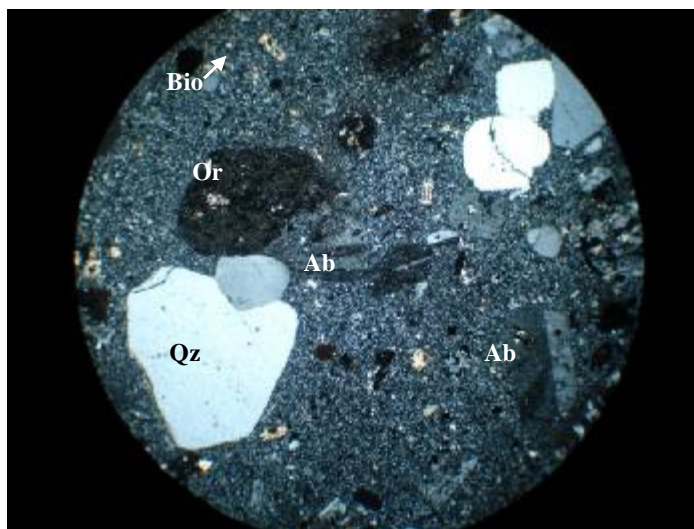
دگرسانی: دگرسانی عمده سنگ سیلیسی-آرژیلی-سولفیدی؟ است. پیریت و کالکوپیریت؟ بصورت دانه پراکنده و در ابعاد متوسط تا ریزبلور حضور دارد. کوارتز ریزبلور در زمینه سنگ وجود دارد که در برخی بخش ها تبلور مجدد یافته است.



سریسیتی شدن در پلاژیوکلازها و کلریتی شدن ضعیف در بیوتیت ها مشاهده می شود. کلسیت در مقادیر ناچیز دیده می شود.

زمینه: بافت سنگ پورفیریتیک و زمینه آن کریپتوکریستالین تا شیشه می باشد.

نام سنگ: ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-92: فنوکریست های کوارتز، آلبیت، ارتوز و بیوتیت در زمینه میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین. کوارتز دارای حاشیه تحلیل رفته (خوردگی) است که از پدیده های معمول در سنگ های آتشفشانی است (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-S 16 OR

توصیف: فنوکریست ها عمدتاً شامل ارتوز، پلاژیوکلاز و کوارتز است. کوارتزها دارای حاشیه تحلیل رفته و خوردگی شیمیایی هستند. پلاژیوکلازها دارای ماکل پلی سنتتیک و تیغه های ماکلی نزدیک به هم بوده و تماماً توسط سریسیت و تا حدودی کلسیت جایگزین شده اند. اکثراً تنها قالبی از این بلورها و یا قطعاتی از بلور اولیه باقی مانده است. بیوتیت بصورت تخته ای و کاملاً دگرسان شده به سریسیت مشاهده می شود. اکسید-هیدروکسیدهای آهن به همراه لوکوکسن در امتداد شکستگی ها تمرکز یافته است.

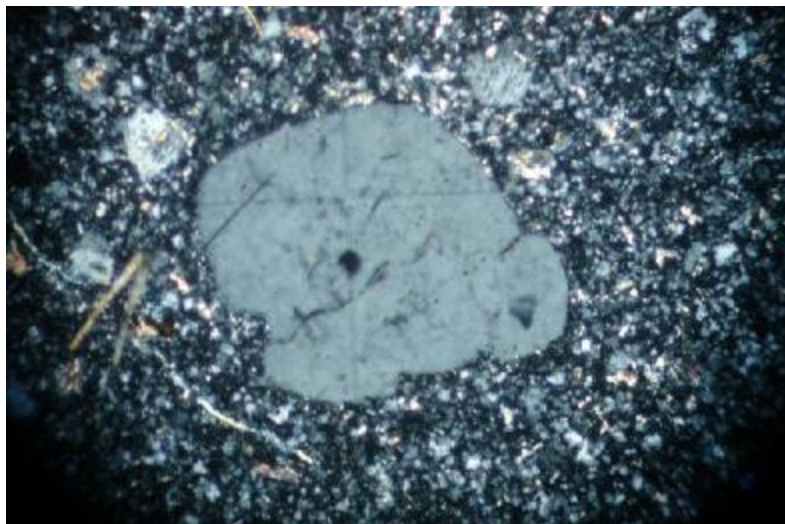


زمینه: میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک. در فلدسپارهای زمینه سنگ ماکل کارلسپاد قابل تشخیص است.

بافت: پورفیریتیک و فاقد جریان یافتگی

دگرسانی: شدت سربستی و سپس آرژیلی.

نام سنگ: ریولیت-ریوداسیت پورفیری. شدت دگرسانی، تشخیص ترکیب پلاژیوکلازها و وجود یا عدم کانیهای فرومنیزین را دچار مشکل می نماید.



تصویر شماره 4-93: تحلیل رفتگی و خوردگی در یک فنوکریست کوارتز. این پدیده در سنگ های آتشفشانی معمول می باشد (نور پلاریزه ، 10x).

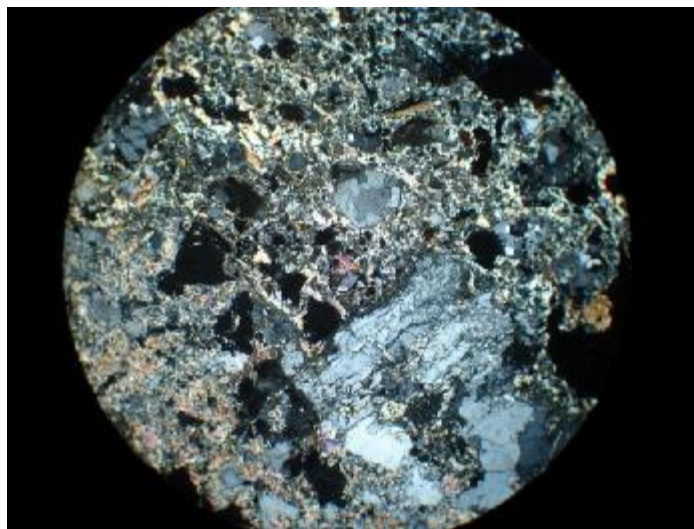
شماره مقطع: Dj-B1-18 OR

توصیف: فنوکلاست های درشت پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک و تیغه های ماکلی نزدیک به هم بیشترین حجم سنگ را شکل داده اند. بافت سنگ شدت حفره دار و تخریبی-آواری می باشد. قطعات بلوری اغلب زاویه دار می باشد که نزدیک بودن این رسوبات را به منشاء نشان می دهد. زمینه فنوکلاست های پلاژیوکلاز و ارتوز را کوارتز و سربستیت پر نموده است.



دگرسانی: سریسیتی شدن و آرژیلی شدن فنوکلاست های فلدسپار و تا حدودی سیلیسی شدن. کانی های کدر بصورت دانه پراکنده مشاهده می شود.

نام سنگ: ماسه سنگ کنگلومرایی با سیمان سیلیسی-سریسیتی و دارای خلل و فرج فراوان



تصویر شماره 4-94: بافت آواری سنگ. قطعات سنگی در یک سیمان سریسیت-رس-کوارتز و اکسید آهن قرار دارند حفرات و خلل و فرج زیادی در سنگ دیده می شود (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-B1-S 13 OR

توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، بیوتیت، کوارتز می باشد که در زمینه ای شامل کوارتز، فلدسپار، کلریت، سریسیت، مالاکیت، گوتیت-لپیدوکروزیت، کانی های رسی و ... قرار دارند. پلاژیوکلازها ماکل پلی سنتتیک با تیغه های ماکلی باریک و ترکیب آلبیت-الیگوکلاز دارند. ارتوز عموماً دگرسانی رسی نشان می دهد. حباب های کوچک شیشه داراری حاشیه واکنشی در زمینه سنگ قابل تشخیص است. با توجه به نفوذی بودن این سنگ، وجود شیشه می تواند مؤید نزدیک به سطح بودن شرایط جایگیری این توده باشد. در واقع این سنگ از یک توده نفوذی نیمه عمیق است.

زمینه: میکروگرانولار شامل کوارتز+آلبیت+ارتوز و محصولات دگرسانی نظیر سریسیت، کلریت، کانی های

رسی و همچنین سیلیس و مالاکیت حفره پر کن.



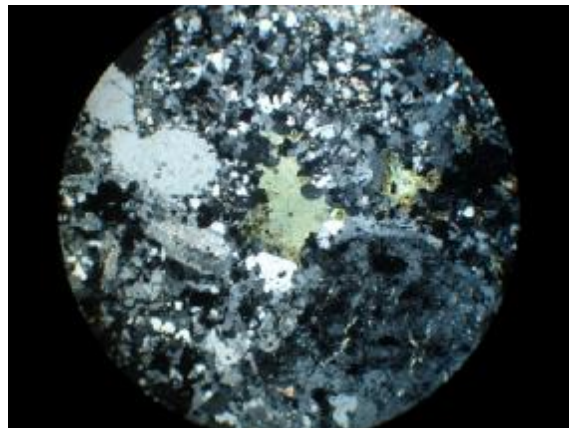
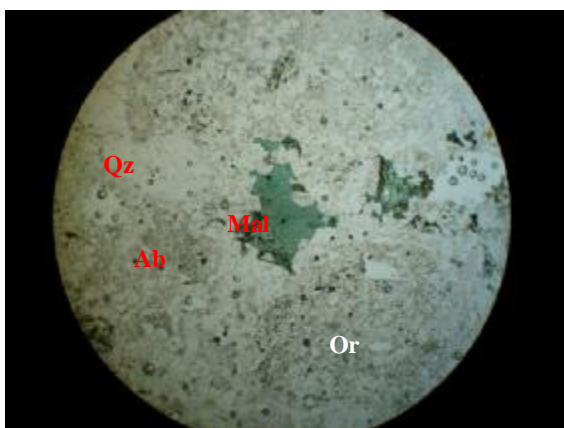
بافت: پورفیری

دگرسانی: سیلیسی شدن در زمینه سنگ مشاهده می شود. دگرسانی در مقیاس درون بلوری رخ داده و موجب سریسیتی شدن پلاژیوکلاز، کلریتی شدن بیوتیت، و رسی شدن آلکالی فلدسپار گردیده است. مالاکیت و اکسید-هیدروکسیدهای آهن (گوتیت-لپیدوکروزیت) بصورت پرکننده فضاهای خالی همراه با سیلیس در زمینه سنگ مشاهده می شوند.

نام سنگ: گرانودیوریت پورفیری

ب

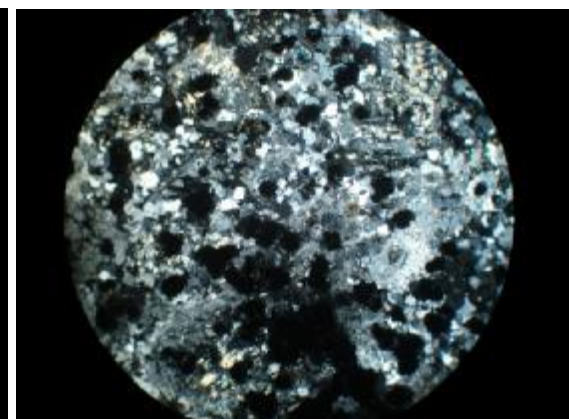
الف



تصویر شماره 95-4: مالاکیت همراه با گوتیت بصورت پرکننده فضای خالی در زمینه کوارتز-فلدسپات (الف - نور پلاریزه، 4x، ب - نور طبیعی 4x).

ب

الف



تصویر شماره 96-4: بافت عمومی سنگ (الف - نور پلاریزه، 4x، ب - نور طبیعی 4x)



4-3-5- نمونه های گرفته شده از محدوده C3 :

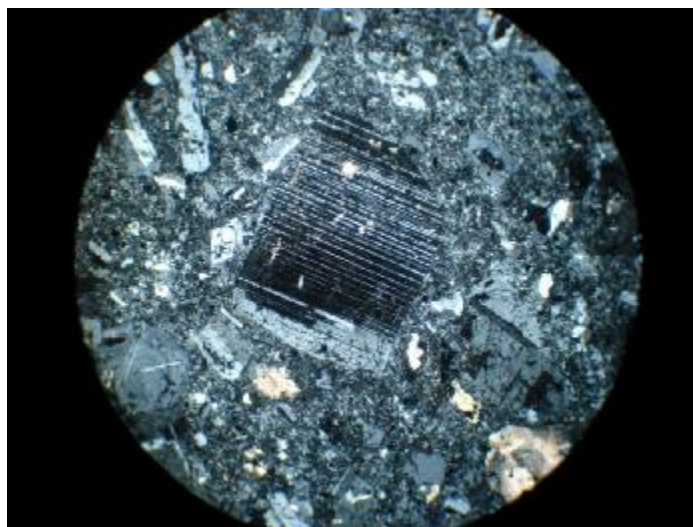
شماره مقطع: Dj-C3-43 P

توصیف: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز (فراوان)، ارتوز، کوارتز، بیوتیت و کانی کدر می باشد. پلاژیوکلاز در این نمونه از گسترش زیادی برخوردار بوده و اغلب دارای زونینگ اولیه غنی از Ca می باشد که سپس آلبیتی شده است. ابعاد پلاژیوکلازها گاهی به 5 میلی متر نیز می رسد. کانی های کدر سنگ اغلب خودشکل و دانه پراکنده هستند.

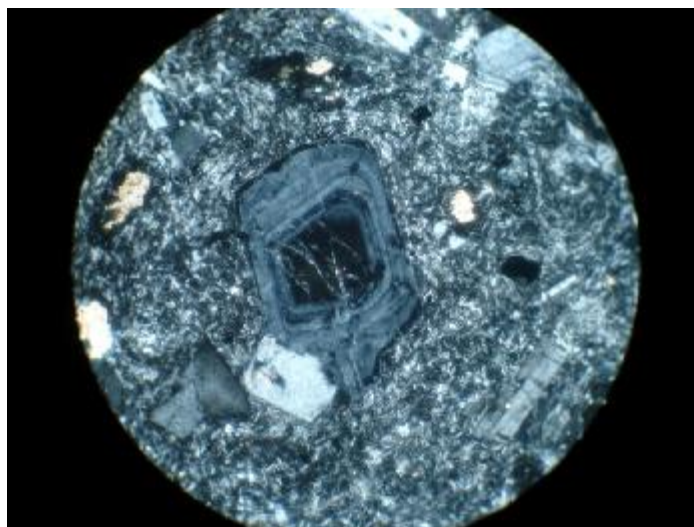
زمینه: میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین

دگرسانی: آرژیلی و تا حدودی کربناتی. کلسیتی شدن در قالب پلاژیوکلازها و درون حفرات سنگ را پر کرده است.

نام سنگ: کوارتز لاتیت پورفیری تا کوارتز لاتی آندزیت پورفیری



تصویر شماره 4-97: درشت بلور آلبیت با تیغه های ماکلی باریک و نزدیک به هم (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-98: پلاژیوکلاز دارای منطقه بندی اولیه غنی از Ca با ترکیب آندزین-لابرادور (نور پلاریزه، 4x).

4-3-6- نمونه‌های گرفته شده از محدوده D1 :

شماره مقطع: Dj-D1-1 P

توصیف: فنوکریست‌ها شامل پلاژیوکلاز، پیروکسن، آمفیبول، الیوین (ناچیز) و کانی کدر می‌باشد. پلاژیوکلازها بصورت منشوری، درهم رفته، متقاطع و بدون جهت یافتگی خاص قرار گرفته و فضای بین آنها را بلورهای پیروکسن پر کرده‌اند. بلورهای کشیده و بلند پلاژیوکلاز به همراه فنوکریست‌های پیروکسن نوع اوژیت و بلورهای کشیده و تیغه‌ای اکتینولیت و گاهی هورنبلند حجم عمده سنگ را شکل داده‌اند. فضای بین این فنوکریست‌ها توسط شیشه و ریزبلورهای فلدسپار پر شده است. پیروکسن نوع اوژیت از میان شکستگی‌ها و سطوح رخ‌آیدنکسیتی شده‌اند. الیوین در مقادیر ناچیز حضور دارد.

زمینه: شیشه و ریزبلورهای پلاژیوکلاز در حد بسیار ناچیز دیده می‌شوند.

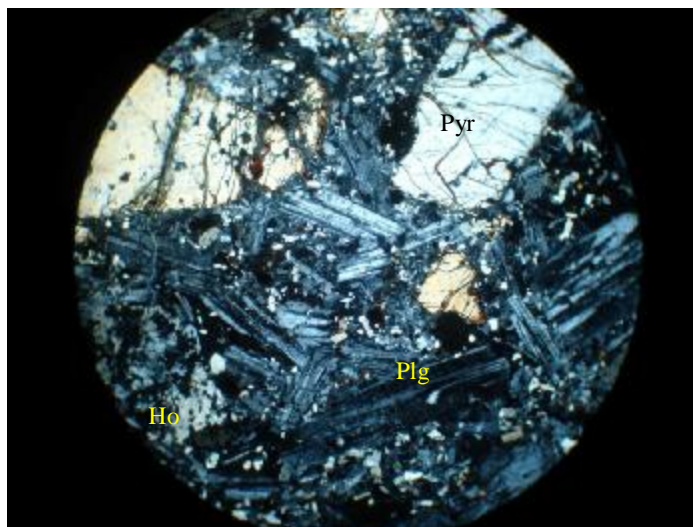
بافت: اینترستال

دگرسانی: دگرسانی خاصی مشاهده نشد و تنها کلریتی شدن ناچیز آمفیبول و آیدنکسیتی شدن پیروکسن قابل

اشاره است.



نام سنگ: بازالت با بافت اینترسرتال



تصویر شماره 4-99: بافت اینترسرتال سنگ. همراهی پیروکسن، پلاژیوکلاز و هورنبلند (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-D1-2 P

توصیف: این نمونه شامل دو بخش است: فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز و بیوتیت-اکسی بیوتیت در زمینه ای میکروکریستالین و حاوی میکروولیت های فلدسپار.

پلاژیوکلازها اغلب دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های پهن و ترکیب حدواسط (الیگوکلاز-آندزین) می باشند. بیوتیت بصورت تخته ای و نیمه شکل دار مشاهده می شود. فنوکریست های بیوتیت عموماً اوپاستیتی شده و حاشیه سیاه دارای کانی کدر دارند. در اطراف این بیوتیت ها گوتیت-هماتیت به رنگ قرمز بوفور دیده می شود.

زمینه: میکروولیتی و میکروکریستالین

بافت: پورفیریتیک

دگرسانی: آرژیلی و تشکیل اکسید-هیدروکسیدهای آهن، لوکوکسن و ایدنکسیتی شدن



نام سنگ: آندزیت پورفیری

4-3-7- نمونه های گرفته شده از محدوده D5 :

شماره مقطع: Dj-D5-20 OR

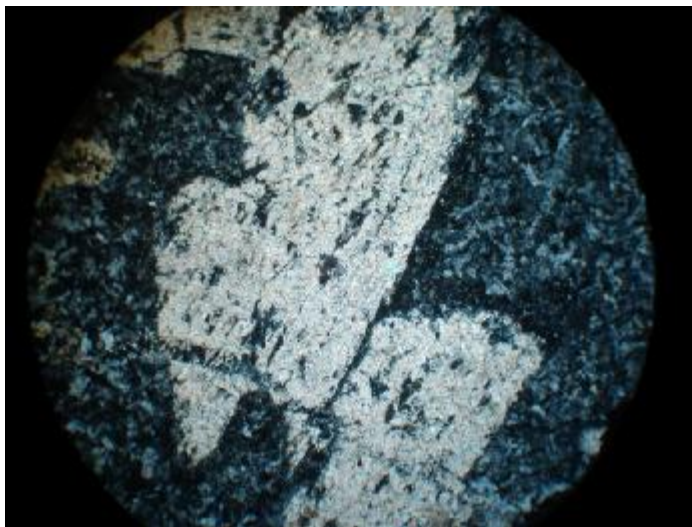
توصیف: این نمونه بشدت دگرسان شده می باشد. فنوکریست ها شامل پلاژیوکلاز، ارتوز، کوارتز و بیوتیت هستند. پلاژیوکلازها گاهی تا 4 میلی متر ابعاد دارند.

زمینه: میکروکریستالین تا میکروولیتی غیر جهت یافته و کوارتز-فلدسپاتیک.

بافت: پورفیریتیک.

دگرسانی: شدیداً سریسیتی-آرژیلی.

نام سنگ: توده نیمه عمیق ریوداسیت پورفیری



تصویر شماره 4-100 : پلاژیوکلاز کاملاً سریسیتی شده در زمینه میکروکریستالین و کوارتز-فلدسپاتیک.
(نور پلاریزه ، 4x).



شماره مقطع: Dj-D5-22 OR

توصیف: فنوکریست های درشت پلاژیوکلاز و ارتوز در زمینه کریپتوکریستالین و تا حدودی میکروولیتی جای دارند. پلاژیوکلازها دارای ترکیب غنی از Ca بوده و ترکیب الیگوکلاز-آندزین دارند. نکته جالب وجود زینولیت هایی از یک سنگ گرانولار است که دارای حاشیه سوخته و کلریتی شده می باشد. اپیدوتی شدن درون این زینولیت ها شدت بیشتری دارد.

زمینه: کریپتوکریستالین و تا حدودی میکروولیتی

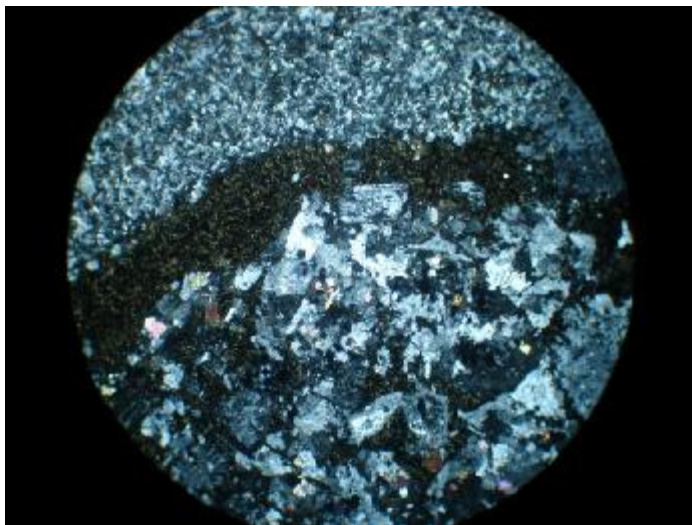
بافت: پورفیریتیک

دگرسانی: اپیدوتی شدن و سریسیتی شدن خفیف

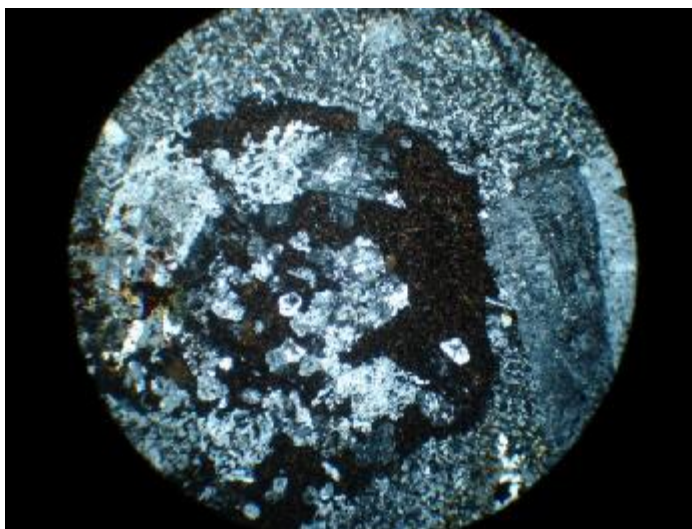
نام سنگ: داسیت-آندزیت پورفیری



تصویر شماره 4-101: پلاژیوکلاز کلسیک دارای ماکل پلی سنتتیک، تیغه های پهن ماکلی و زاویه زیاد خاموشی (30 الی 50 درجه) که نشانگر ترکیب الیگوکلاز-آندزین این فنوکریست ها می باشد (نور پلاریزه ، 4x).



تصویر شماره 4-102: بخش بالا: سنگ میزبان دارای زمینه کریپتوکریستالین. بخش پایین: زینولیتی با حاشیه کلریتی و زمینه اپیدوتی شده و بافت گرانولار (نور پلاریزه متقاطع، 10x).



تصویر شماره 4-103: یک زینولیت دیگر (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-D5-23 OR

توصیف: نمونه از یک رگه سیلیسی تورمالین دار و بشدت برشی و خرد شده با برداشت شده است. کوارتز،

آلیت، تورمالین و کلریت کانی های اصلی تشکیل دهنده سنگ می باشند. تورمالین عموماً بصورت سوزنی-تیغه ای



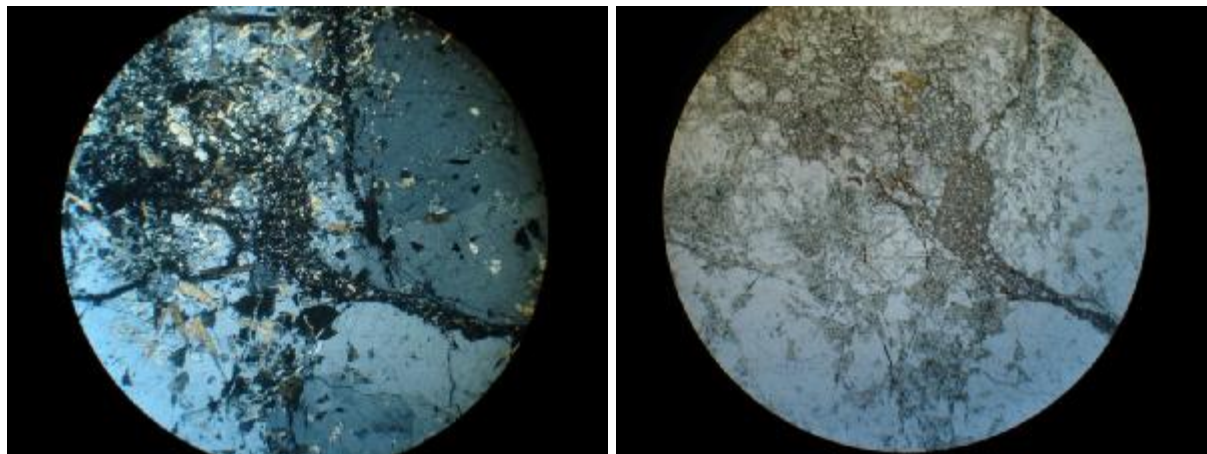
دیده می شود. حفرات ثانویه فراوانی در سنگ وجود دارد که عموماً توسط سیلیس شعاعی-رشته ای (کالسدونی) به همراه تورمالین و سریسیت پر شده است.

دگرسانی: سیلیسی-تورمالینی-سریسیتی و تا حدودی آلبیتی

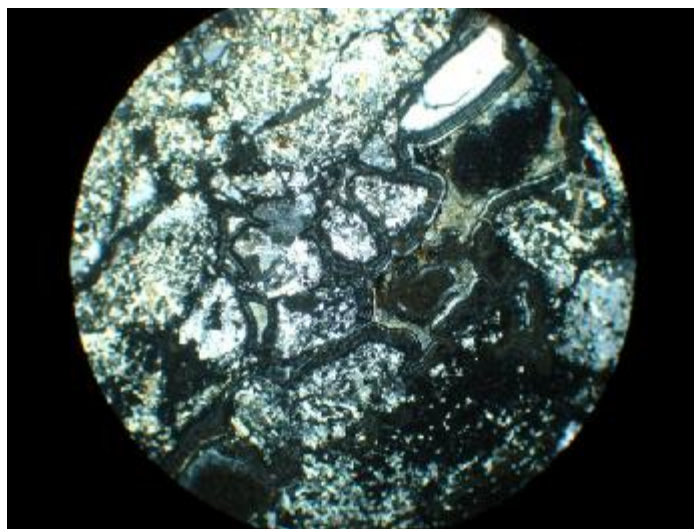
نام سنگ: رگه برشی کوارتز تورمالین دار

ب

الف



تصویر شماره 4-104: رگه سیلیسی-برشی. خرد شدگی شدید و تشکیل تورمالین های کشیده و تیغه ای همراه کوارتز (الف - نور طبیعی، ب - نور پلاریزه، 4x).



تصویر شماره 4-105: حفرات فراوان تاخیری که توسط کالسدونی (حاشیه خاکستری حفرات)، سریسیت و تورمالین پر شده اند. (نور پلاریزه، 10x).

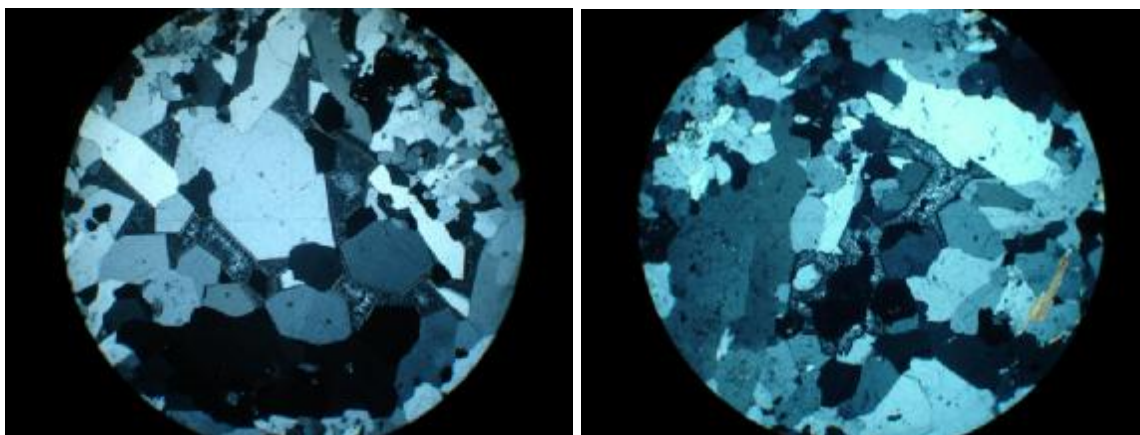


شماره مقطع: Dj-D5-24 OR

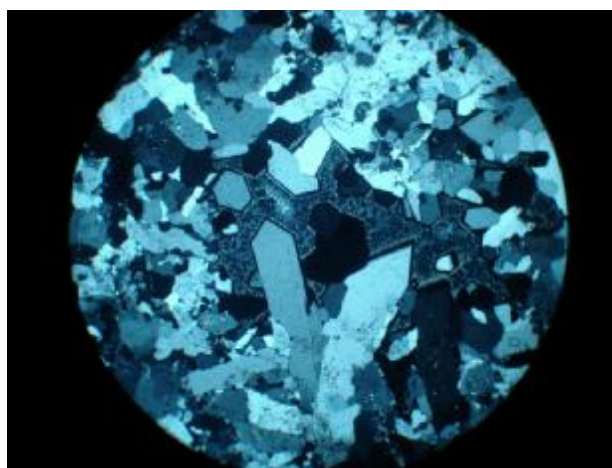
توصیف: متن رگه از درشت بلورهای کوارتز همراه با تیغه های نیمه شکل دار تورمالین تشکیل شده است. حفرات موجود در رگه مورد نظر توسط کالسدونی پر شده اند. کوارتزها دارای خاموشی مستقیم و حاشیه سالم می باشند. کانی های کدر درشت بلور در متن رگه سیلیسی مشاهده می شود.

دگرسانی: سیلیسی-تورمالینی-سولفیدی

نام سنگ: رگه کوارتز تورمالین کانه دار



تصویر شماره 4-106: درشت بلورهای کوارتز خودشکل تا نیمه شکل دار متن رگه را پوشانده اند. حفرات باقی مانده توسط کالسدونی پر شده است (نور پلاریزه ، 4x و 10x).



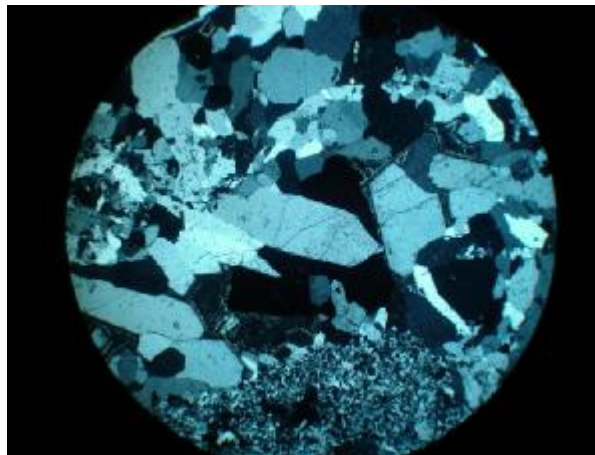
تصویر شماره 4-107: رشد بلورهای خودشکل کوارتز در فضاهای خالی موجود در رگه سیلیسی. درون حفرات باقی مانده را کالسدونی پر کرده است (نور پلاریزه ، 4x).



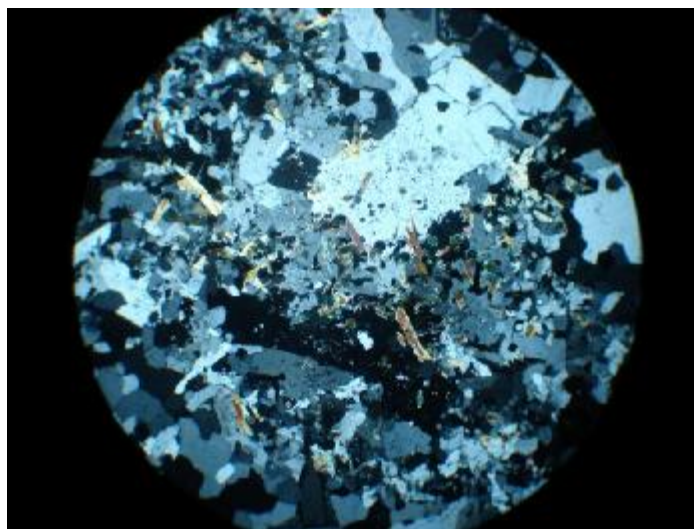
الف



ب



تصویر شماره 4-108 : رشد کوارتز خودشکل و پیریت در فضاهای خالی موجود در رگه سیلیسی (الف - نور پلاریزه، ب - نور طبیعی 4x).



تصویر شماره 4-109 : تورمالین به فرم منشورهای کوتاه تا سوزنی که در مقاطع عرضی بصورت مقطع مثلی دیده می شوند در زمینه ای از کوارتز درشت بلور (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

شماره مقطع: Dj-D5-30 P

توصیف: دگرسانی شدیدی در این سنگ مشاهده می شود. نمونه از یک سنگ آذرین نیمه عمیق با ویژگی های دایک یا گدازه ضخیم می باشد. در این نمونه بافت اینترسرتال و گاهی تراکیتی مشاهده می شود. فنوکریست های پلاژیوکلاز بصورت منشورهای باریک، بلند و کشیده و بصورت متقاطع و درهم رفته دیده می شوند.

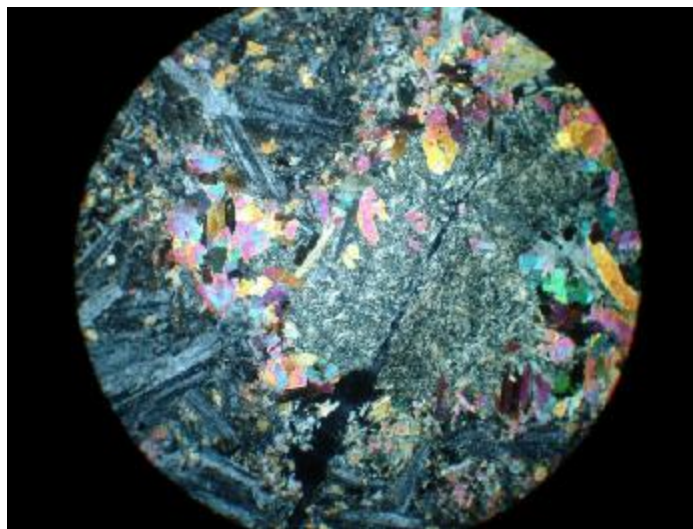


میان این پلاژیوکلازها را بلورهای پیروکسن و هورنبلند پر نموده اند. شدت دگرسانی کلریتی-اپیدوتی به حدی است که تقریباً بیشتر کانی های فرومنیزین و بخشی از پلاژیوکلازها را از بین برده است. زمینه: کمی زمینه میکروکریستالین در بین منشورهای پلاژیوکلاز و فنوکریستهای پیروکسن و آمفیبول قابل تشخیص است.

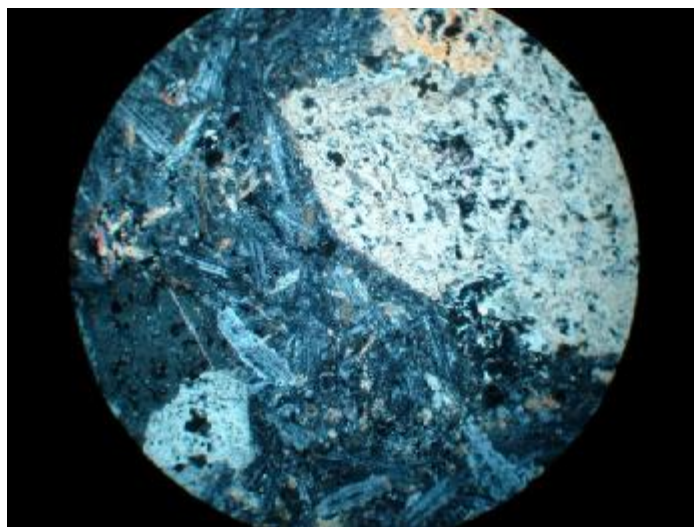
بافت: اینترسرتال و کمی تراکیتی

دگرسانی: کلریتی-اپیدوتی شدید و سریسیتی-آرژیلی خفیف و تا حدودی سرپانتینیتی

نام سنگ: تراکی آندزی بازالت با بافت اینترسرتال



تصویر شماره 4-110: دگرسانی شدید اپیدوتی-کلریتی بیشتر متن سنگ را متاثر نموده است. (نور پلاریزه متقاطع، 4x).



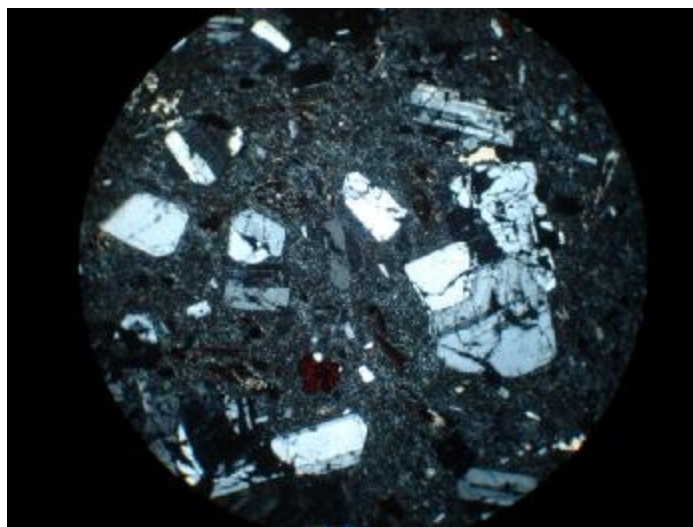
تصویر شماره 4-111: بافت عمومی سنگ. هورنبلند سبز درشت بلور در کنار منشورها و تیغه های کشیده پلاژیوکلاز در متنی میکروکریستالین (نور پلاریزه متقاطع، 4x).

4-3-8- نمونه های گرفته شده از محدوده D6 :

شماره مقطع: Dj-D6-44 P

توصیف: نمونه از یک سنگ آتشفشانی دارای زمینه کریپتوکریستالین می باشد. فنوکریست ها اغلب پلاژیوکلازهای غیر دگرسان می باشند. این پلاژیوکلازها اغلب دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های ماکیلی پهن (تربیب الیگوکلاز-آندزین) یا دارای زونینگ اولیه غنی از Ca (ترکیب آندزین-لابرادور) می باشند. برخی از این پلاژیوکلازها کاملاً خودشکل هستند. ارتوز با ماکل کارلسباد و خودشکل دیده می شود. نسبت پلاژیوکلاز به ارتوز بسیار بیشتر است. بیوتیت ها اغلب از حاشیه و سطوح رخ ایدنکسیتی شده اند. فراوانی لوکوکسن و اکسید-هیدروکسید آهن در زمینه سنگ به آن ظاهری قرمز-نارنجی داده است. کوارتز در این نمونه بسیار ناچیز است. زمینه: کریپتوکریستالین و حاوی خاکستر و شیشه آتشفشانی. نسبت زمینه به فنوکریست بالا می باشد. دگرسانی: زمینه سنگ آرژیلی شده است. کلسیتی شدن در پیرامون و درون برخی پلاژیوکلازها رخ داده است.

نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-112: بافت پورفیری سنگ. فنوکریست های نیمه شکل دار و گاهی دارای تحلیل رفتگی حاشیه بلوری در زمینه ای کریپتوکریستالین از خاکستر و شیشه قرار دارد (نور پلاریزه ، 4x).

شماره مقطع: Dj-D6-45 P

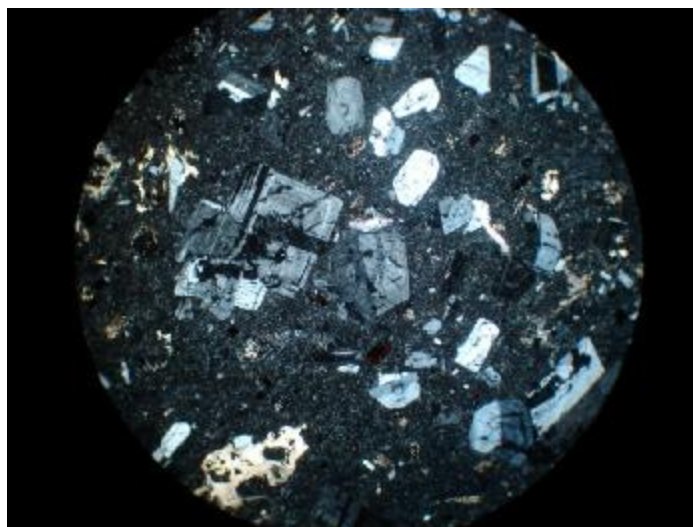
توصیف: این نمونه دارای ویژگی های یکسانی با نمونه 44P می باشد و تنها اختلاف آنها در کربناتی شدن بیشتر نمونه اخیر است. این نمونه از یک سنگ آتشفشانی با زمینه کریپتوکریستالین و فنوکریست های پلاژیوکلاز غیر دگرسان برداشت گردیده است. این پلاژیوکلازها اغلب دارای ماکل پلی سنتتیک با تیغه های ماکی پهن (تربیب الیگوکلاز-آندزین) و یا دارای زونینگ اولیه غنی از Ca (ترکیب آندزین-لابرادور) می باشند. برخی از این پلاژیوکلازها کاملاً خودشکل هستند. ارتوز با ماکل کارلسباد و خودشکل دیده می شود. نسبت پلاژیوکلاز به ارتوز بسیار بیشتر است. بیوتیت ها اغلب از حاشیه و سطوح رخ ایدنکسیتی شده اند. فراوانی لوکوسن و اکسید-هیدروکسید آهن در زمینه سنگ به آن ظاهری قرمز-نارنجی داده است. کوارتز در این نمونه بسیار ناچیز است.

زمینه: کریپتوکریستالین و حاوی خاکستر و شیشه آتشفشانی. نسبت زمینه به فنوکریست بالا می باشد.

دگرسانی: زمینه سنگ آرژیلی-کلسیتی شده است. کلسیتی شدن در پیرامون و درون برخی پلاژیوکلازها رخ

داده است. شدت کربناتی شدن در این نمونه نسبت به نمونه مشابه آن (نمونه 44P) به مراتب بیشتر است.

نام سنگ: داسیت پورفیری



تصویر شماره 4-113: نمایی از بافت عمومی سنگ (نور پلاریزه ، 4x).



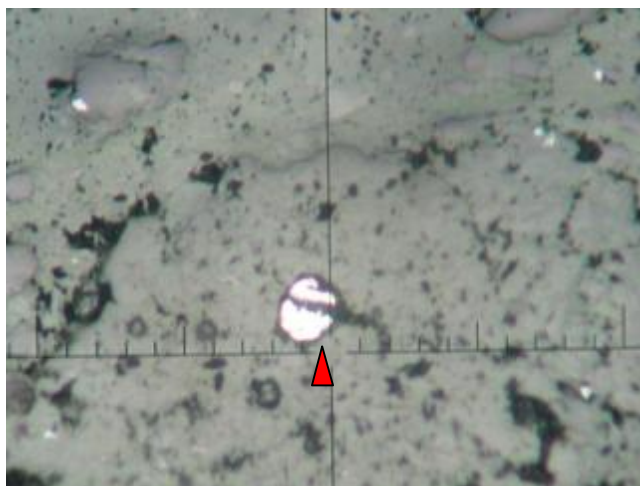
4-4- مطالعات کانه نگاری و مقاطع صیقلی

از برگه دهج در مجموع 35 نمونه برای مطالعات کانه نگاری و مقاطع صیقلی گرفته شد که در زیر نتایج آنها آورده شده است .

4-4-1- نمونه های گرفته شده از محدوده A1 :

مقطع شماره Dj-A1-28-OR

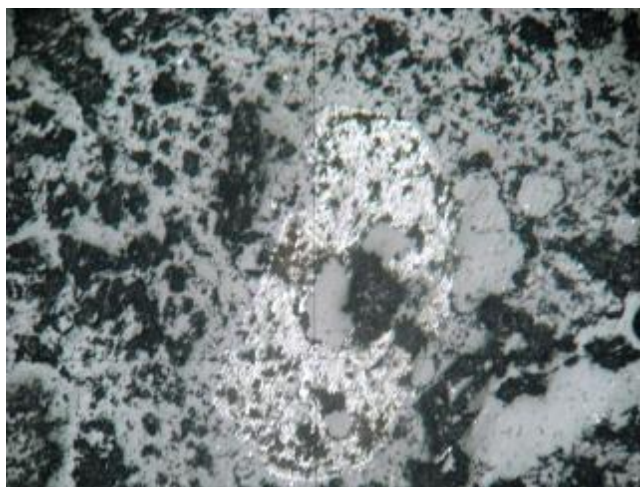
کانی سازی به شکل کولیت (شکافه پرکن) ذرات پراکنده و ریزبلور پیریت سالم و اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن رخ داده است. اندازه بلورها از ریز تا متوسط تغییر می کند.



تصویر شماره 4-114: نمایی از ریزبلور پیریت سالم که از اطراف و در امتداد شکستگی ها به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دگرسان شده است - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-A1-100-OR

کانی سازی به صورت دانه پراکنده و پرکننده فضای خالی (رگچه ای) شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می شود. ریزبلورهایی از پیریت های بی شکل به میزان کم در متن قابل مشاهده است.



تصویر شماره 4-115: نمایی از کانی سازی اکسیدهای آهن (هماتیت) در قالب کانی های قبلی - بزرگنمایی 10X

4-4-2- نمونه های گرفته شده از محدوده A2 :

شماره مقطع: Dj-A2-32-OR

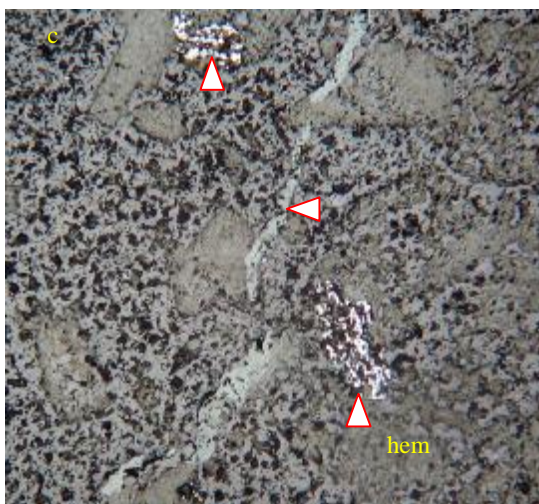
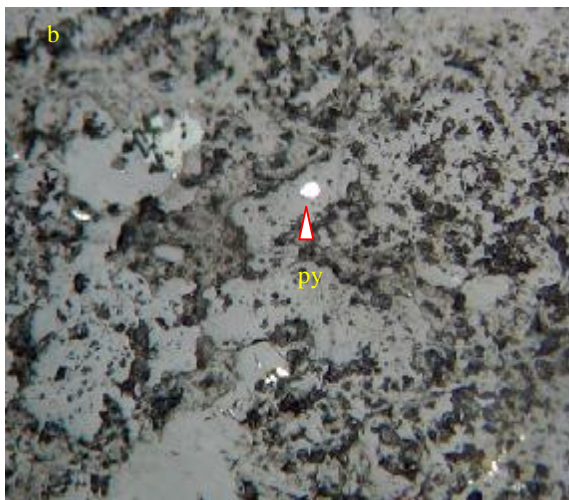
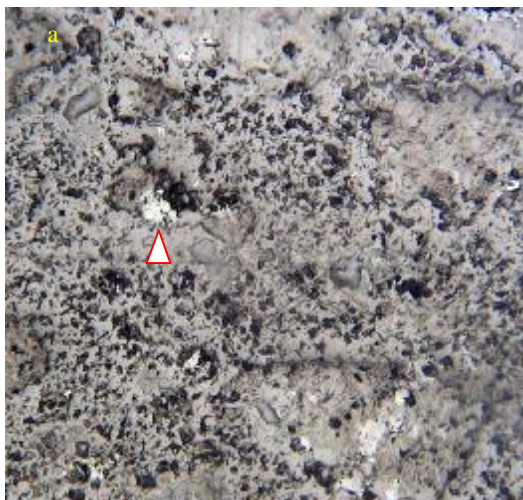
کانه ها: اسفالریت، هماتیت، پیریت

کانی سازی نسبتاً شدید هیدروکسیدهای آهن از مشخصات این مقطع می باشد. این هیدروکسیدها به صورت دانه پراکنده و رگه-رگچه در متن نمونه قابل مشاهده است و در نور عبوری به رنگ زرد تیره در دیده می شوند. تشکیل این کانی ها در ارتباط با هوازدگی و همچنین دگرسانی های رخ داده در منطقه است.

هماتیت به میزان کمی، به صورت دانه پراکنده حاصل اپاسیتی شدن کانی های مافیک نمونه در متن سنگ

پراکنده اند.

پیریت به میزان بسیار اندک به صورت دانه پراکنده و ریزدانه قابل مشاهده می باشد.



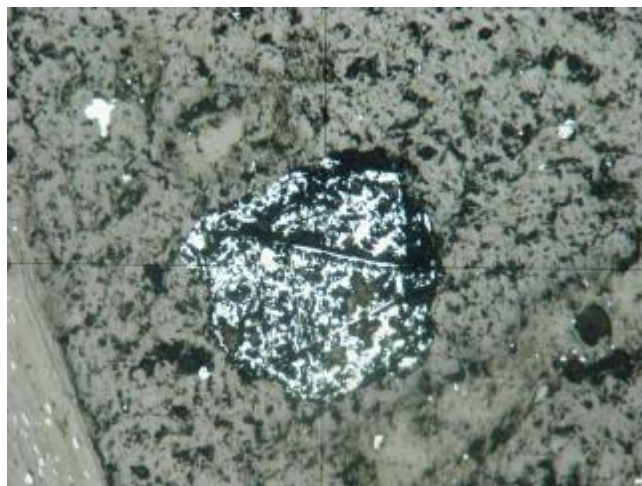
تصویر شماره 4-116 : هیدروکسیدهای پراکنده در نمونه
(10X). (b) پیریت به صورت دانه پراکنده (10X). (c) گوتیت
رگه ای در مرکز تصویر به همراه هماتیت های دانه پراکنده
(10X).



تصویر شماره 4-117 : هماتیت دانه پراکنده
حاصل اپاسیتی شدن بیوتیت. (20X)

مقطع شماره Dj-A2-S10-OR

کانی سازی با شدت متوسط به صورت دانه پراکنده و پرکننده فضای خالی شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می شود. اندازه بلورها از ریز تا متوسط بلور بی شکل تا نیمه خودشکل و خودشکل تغییر می کند.

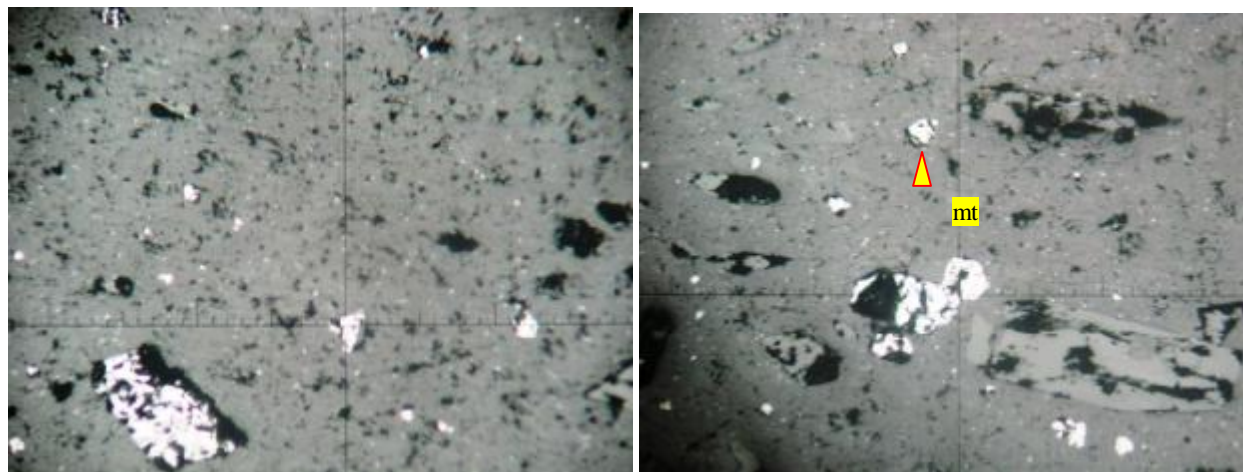


تصویر شماره 4-118 : نمایی از کانی های اکسید آهن (مگنتیت) نیمه خودشکل در قالب کانی پیریت اکسیده -
بزرگنمایی 10X



مقطع شماره Dj-A2-34-OR

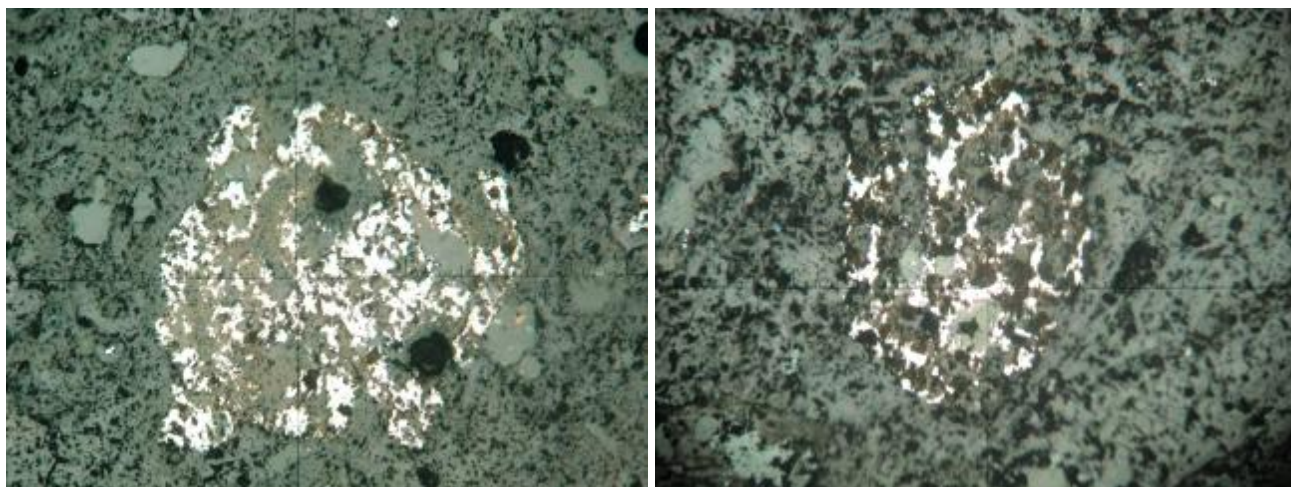
کانی سازی به شکل ذرات ریز بلور بی شکل تا نیمه خود شکل پیریت های اکسید شده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن به صورت دانه پراکنده رخ داده است. اندازه بلورها از ریز تا متوسط تغییر می کند. بافت مجوف در ذرات درشت قابل مشاهده است.



تصویر شماره 4-119: نمایی از ریز بلورهای دانه پراکنده پیریت دگرسان شده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن -
بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-A2-S6-OR

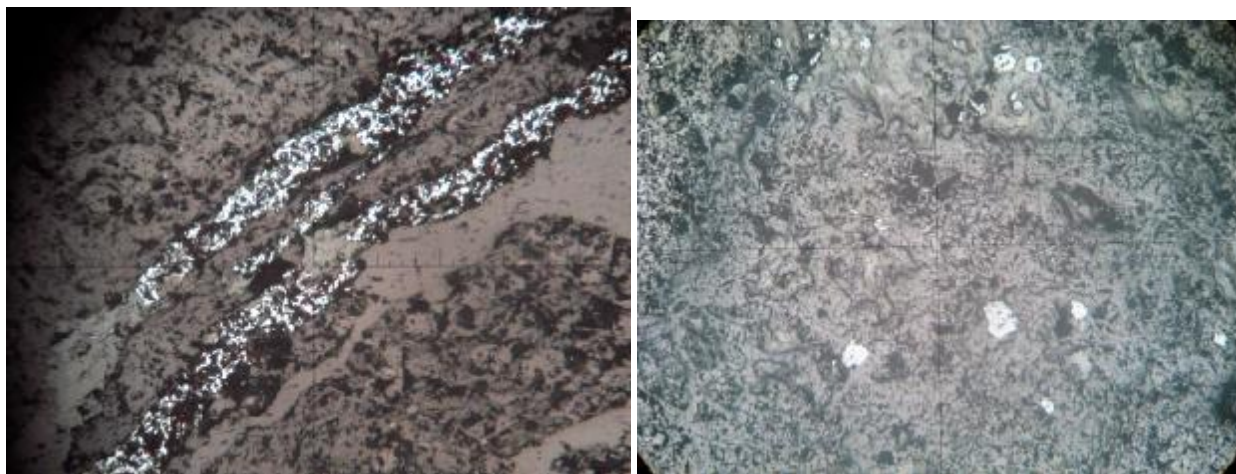
کانی سازی به صورت دانه پراکنده و پرکننده فضای خالی شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می شود.
اندازه بلورها از ریز تا متوسط بلور تغییر می کند.



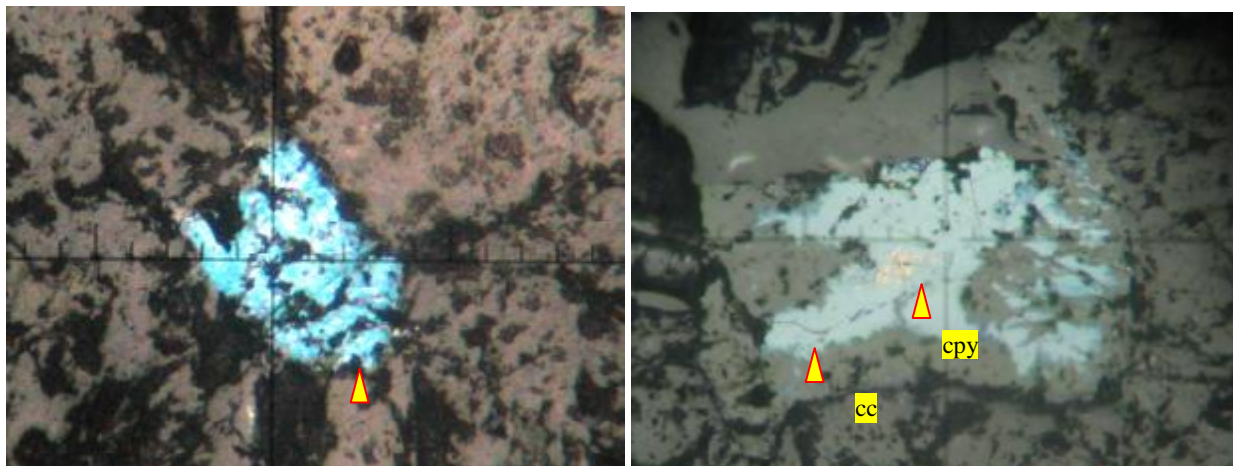
تصویر شماره 4-120: نمایی از اکسیدهای آهن (هماتیت) بی شکل تا نیمه خودشکل حاصل دگرسانی پیریت - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-A2-S8-OR

در این مقطع کانی سازی به صورت اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، کالکوپیریت و کالکوسیت و مقداری مالاکیت دیده می شود. کانی سازی ها به شکل دانه پراکنده و پرکننده فضاهای خالی رخ داده است. ذرات کالکوپیریت اکثرا به کالکوسیت دگرسان شده اند. کالکوسیت کانی سازی اصلی را شامل شده و حجم مالاکیت بسیار کم می باشد.



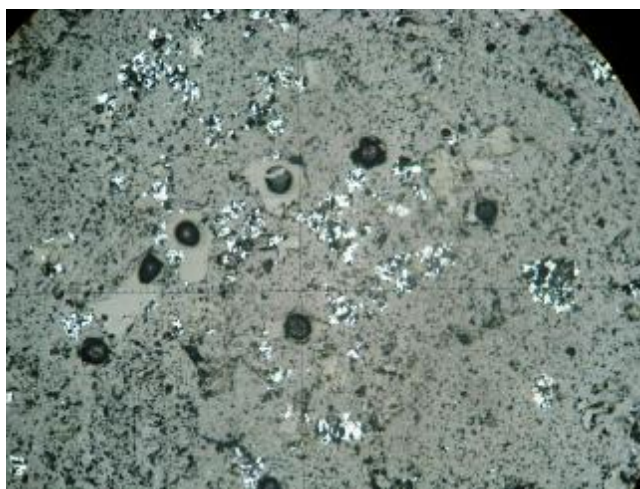
تصویر شماره 4-121: نمایی از کانی سازی اکسیدهای آهن (هماتیت) به شکل دانه پراکنده و رگچه ای - بزرگنمایی به ترتیب 5X و 10X



تصویر شماره 4-122: نمایی از کانی سازی کالکوپیریت با دگرسانی به کالکوسیت از اطراف (سمت راست) و کالکوسیت (سمت چپ) - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-A2-S7-OR

کانی سازی به صورت کالکوسیت با بافت دانه پراکنده و پرکننده فضاهای خالی دیده می شود. این کانی ها دارای اندازه ای از ریزبلور تا متوسط بلور بوده و حاصل دگرسانی کانی های کالکوپیریت هستند که در برخی بلورها اثری از کانی سازی کالکوپیریت باقی مانده است.

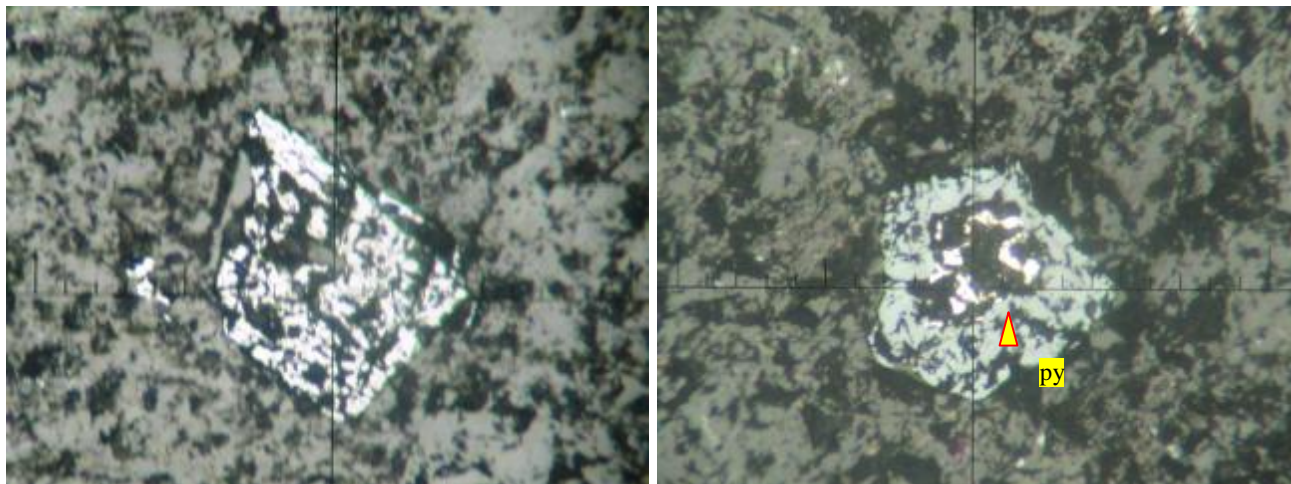


تصویر شماره 4-123: نمایی از کانی های ریزبلور کالکوسیت دانه پراکنده - بزرگنمایی 10X



مقطع شماره Dj-A2-S9-OR

کانه‌زایی به شکل دانه‌پراکنده شامل بلورهای متوسط بی‌شکل تا نیمه‌خودشکل متشکل از پیریت‌های سالم و اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، کالکوپیریت و کالکوسیت رخ داده است.

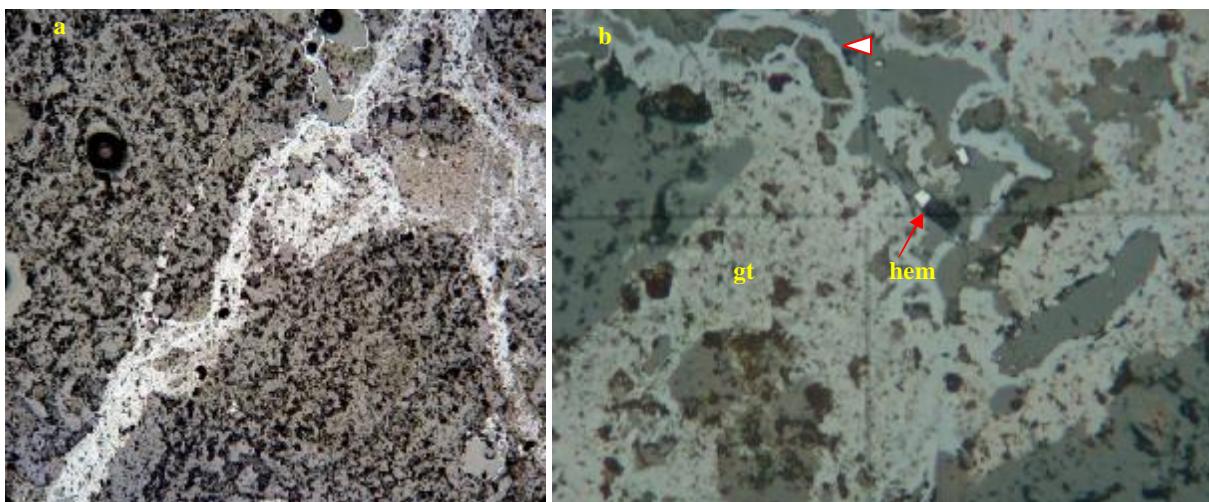


تصویر شماره 4-124: نمایی از بلورهای نیمه‌خودشکل پیریت که به اکسیدهای آهن دگرسان شده است. در تصویر سمت راست آثاری از پیریت در مرکز بلور باقی مانده است - بزرگنمایی 10X

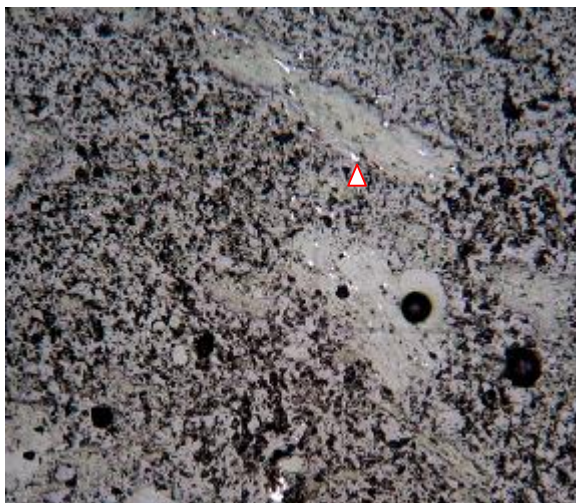
شماره مقطع: Dj-A2-33-OR

کانه‌ها: گوتیت، هماتیت، پیریت

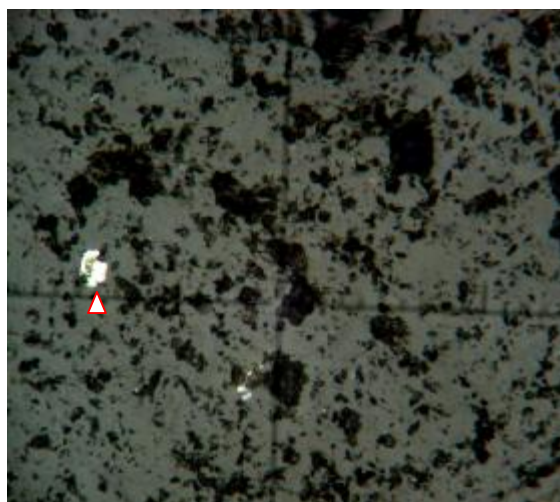
بخش عمده کانی‌های فلزی این نمونه شامل گوتیت می‌باشد که اغلب با بافت رگه-رگچه و شکافه‌پرکن در درون شکستگی‌ها دیده می‌شود. در محل بازشدگی این رگه‌ها، بافت گل‌کلمی این کانی قابل مشاهده می‌باشد. دیگر کانی فلزی فراوان در این مقطع هماتیت حاصل از اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک می‌باشد که به صورت بافت دانه‌پراکنده در متن سنگ دیده می‌شود. بخشی از این کانی، در برخی نقاط به گوتیت تبدیل شده است. پیریت، تنها کانی سولفیدی موجود در این نمونه، به میزان کم به صورت دانه‌های ریز پراکنده قابل مشاهده است.



تصویر شماره 4-125: تشکیل گوتیت به صورت بافت رگه‌ای در درون شکستگی‌های موجود در نمونه (10X). (b)
بافت گل‌کلمی گوتیت در محل بازشدگی رگه به همراه هماتیت (20X).



تصویر شماره 4-126: اپاسیتی شدن بیوتیت
و تشکیل هماتیت در امتداد رخ‌های موجود در
آن (10X)



تصویر شماره 4-127: پیریت دانه‌پراکنده ریز بلور.
(20X)

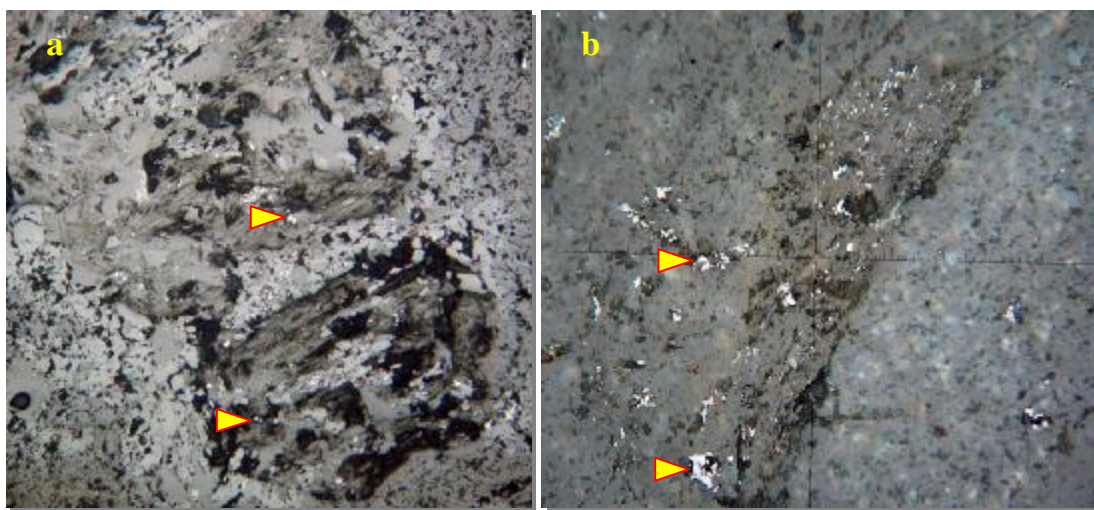


شماره مقطع: Dj-A2-35-OR

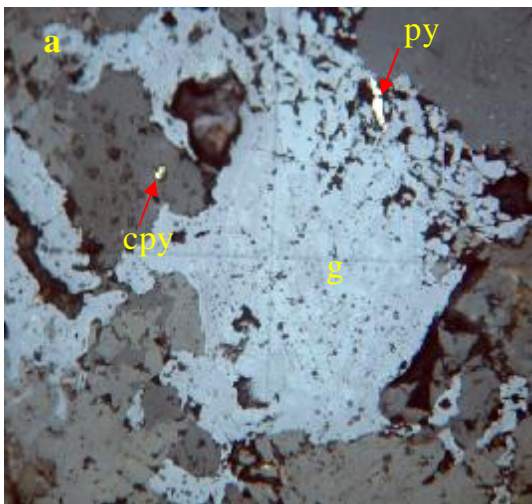
کانه‌ها: هماتیت، گوتیت، (پیریت، کالکوپیریت)

کانه عمده این نمونه شامل هماتیت و گوتیت می‌باشد که هماتیت به صورت دانه پراکنده در متن سنگ دیده می‌شود و اغلب حاصل اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک موجود در سنگ است. به نظر می‌رسد اپاسیتی شدن همراه با تبدیل آمفیبول به بیوتیت ثانویه است. اکسید آهن در برخی موارد به صورت رگچه‌های ریزی دیده می‌شوند. گوتیت در مواردی دارای بافت گل کلمی است.

برخی از اکسیدهای آهن از اکسید شدن پیریت حاصل گردیده‌اند و بافت باقی‌مانده پیریت در داخل آنها قابل مشاهده است. کانی‌های سولفیدی بسیار کم بوده و تنها در یک مورد پیریت و کالکوپیریت به صورت بافت باقی‌مانده دیده می‌شوند. این کانی‌ها از اطراف در حال تبدیل به گوتیت می‌باشند.



تصویر شماره 4-128: اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک و تشکیل هماتیت در حاشیه و امتداد شکستگی و رخ موجود در آنها (10X)



تصویر شماره 4-129: بافت باقی مانده پیریت و کالکوپیریت در درون هیدروکسید آهن (گوتیت) (20X)

شماره مقطع: Dj-A2-S10-OR

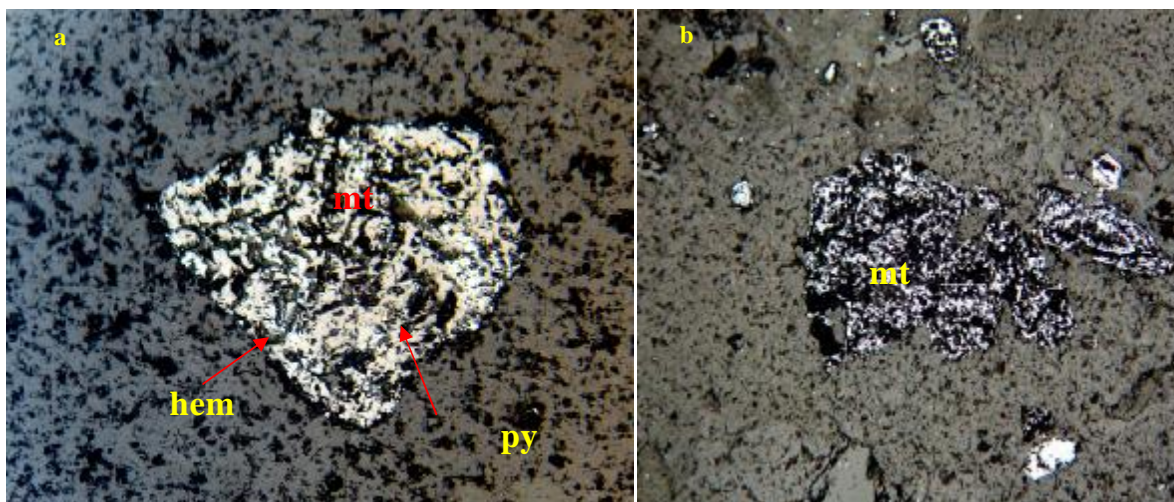
کانه‌ها: مگنتیت، هماتیت، گوتیت، پیریت، مالاکیت

کانه‌های عمده موجود در این مقطع شامل مگنتیت دانه‌پراکنده است که به صورت مارتیتی همراه با تیغه‌های هماتیت دیده می‌شود. هماتیت علاوه بر تیغه‌های مارتیتی همراه مگنتیت، بصورت دانه‌پراکنده در متن سنگ، در ارتباط با اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک، به ویژه بیوتیت، قابل مشاهده است. گوتیت به میزان بسیار کم همراه اکسید آهن دیده می‌شود.

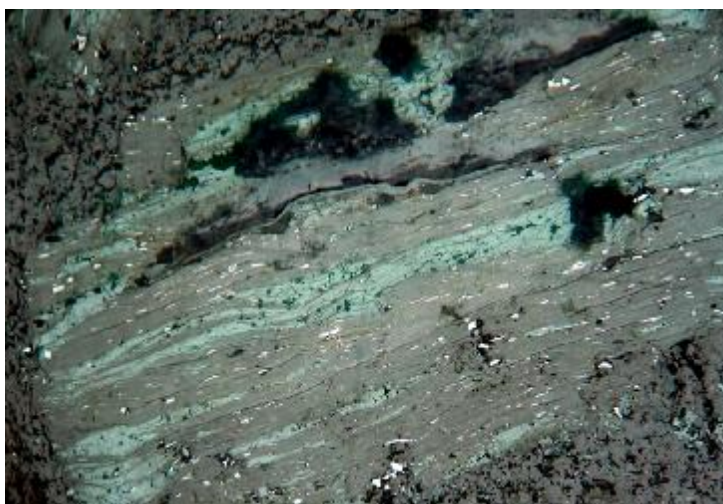
تنها سولفید قابل مشاهده در این نمونه شامل مقدار بسیار کمی پیریت می‌باشد که بصورت بافت باقی‌مانده در درون اکسیدهای آهن قابل مشاهده است. این امر نشان‌دهنده جانمایی پیریت توسط مگنتیت و سپس هماتیت است. علاوه بر کانی‌های اوپک، مالاکیت به صورت پرکننده فضای خالی، با بافت شعاعی و پراکنده در متن سنگ دیده می‌شود. با توجه به حضور مالاکیت در این نمونه، میزان کان‌زایی مس به صورت سوپرژن اکسیدی ضعیف تا متوسط ضعیف می‌باشد.



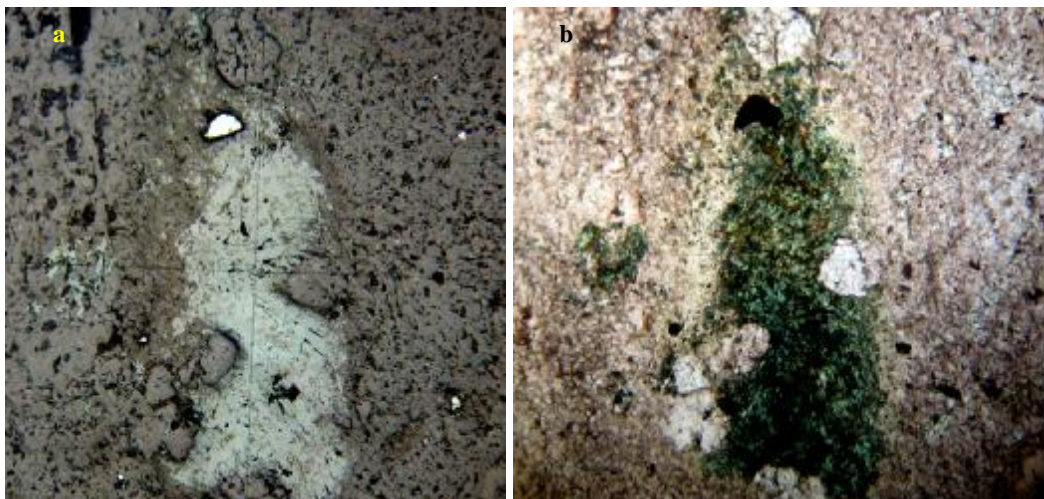
مطالعات میکروسکوپی



تصویر شماره 4-130: مگنتیت دانه پراکنده همراه با تیغه های هماتیتی (مارتیتی شدن). در تصویر a (20X) پیریت به صورت بافت باقی مانده در درون مگنتیت دیده می شود. (b10X)



تصویر شماره 4-131: اپاسیتی شدن کانی مافیک و تشکیل هماتیت در امتداد رخ های آن (10X)

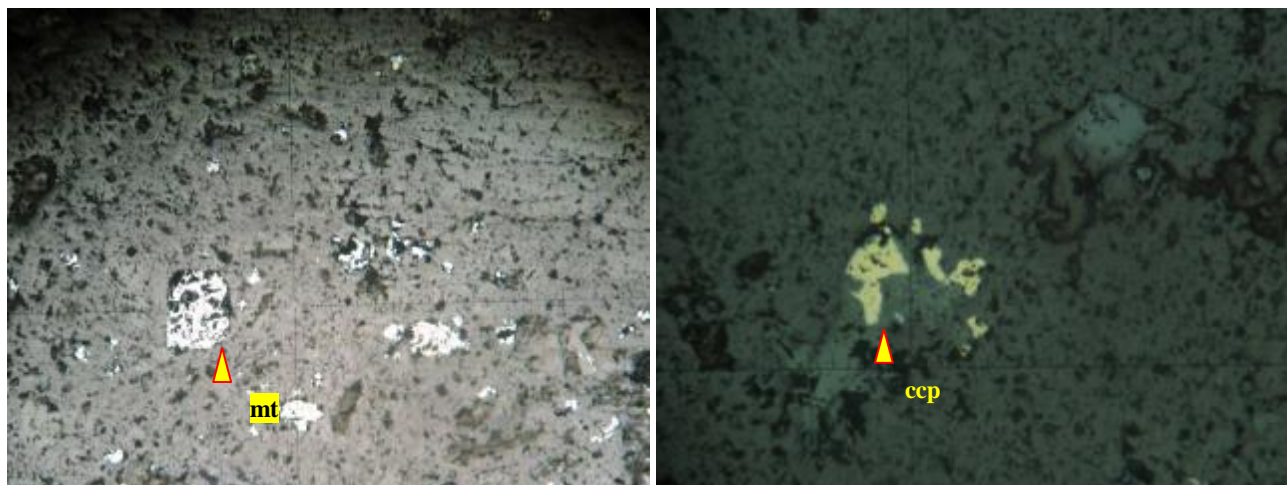


تصویر شماره 4-132 : تشکیل مالاکیت با بافت شعاعی. (a) نور انعکاسی (b) نور عبوری ppl (10X)

3-4-4 - نمونه های گرفته شده از محدوده A3 :

مقطع شماره Dj-A3-60-OR

کانی سازی شدید و به صورت دانه پراکنده شامل کالکوپیریت، کالکوسیت و اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می شود. حجم اصلی کانی سازی را کالکوپیریت تشکیل می دهد. بلورها از بی شکل تا نیمه خود شکل و بعضا شکل دار دیده می شوند. اندازه بلورهای کالکوپیریت بعضا تا 35 تار رتیکول نیز می رسد.

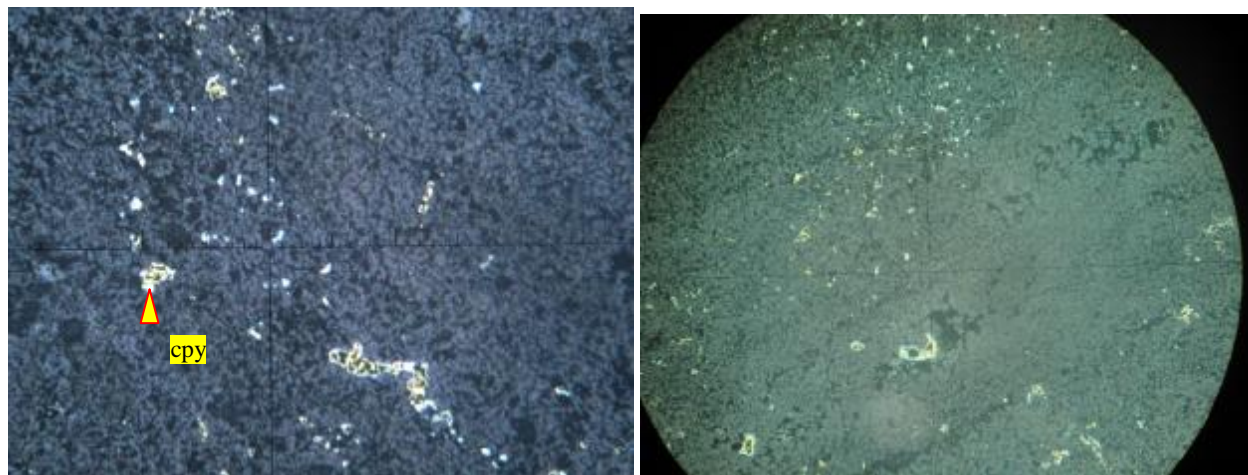


تصویر شماره 4-133 : نمایی از کانی سازی دانه پراکنده کالکوپیریت (سمت راست) و اکسیدهای آهن (سمت چپ). کالکوپیریت ها از اطراف به کالکوسیت دگرسان شده اند - بزرگنمایی 10X

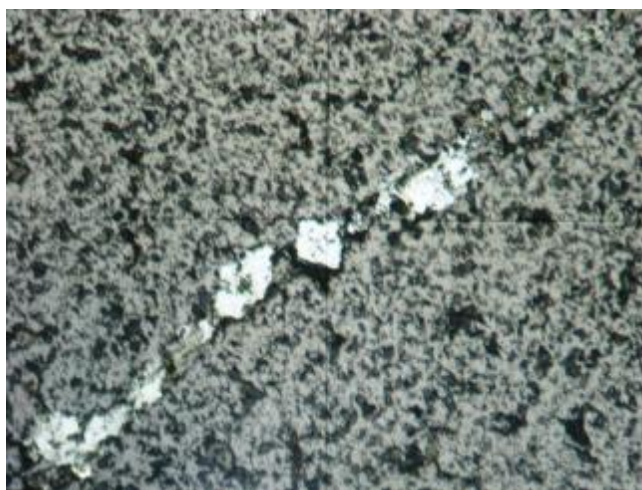


مقطع شماره Dj-A3-59-OR

کانی سازی به شکل دانه پراکنده و پرکننده فضاهای خالی (رگچه ای) شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن، کالکوپیریت و کالکوسیت می باشد. حجم اصلی کانی سازی را کالوپیریت تشکیل می دهد که در اثر دگرسانی به کالکوسیت تبدیل شده است.



تصویر شماره 4-134: نمایی از ریزبلورهای کالکوپیریت دانه پراکنده که از حاشیه به کالکوسیت دگرسان شده اند - بزرگنمایی 5X



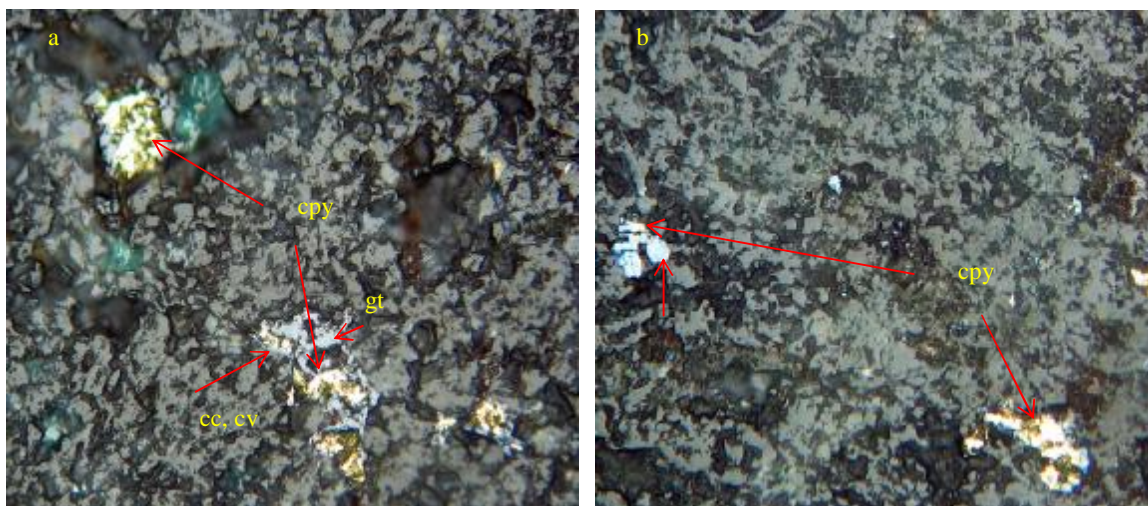
تصویر شماره 4-135: نمایی از بلورهای اکسیدهای آهن (هماتیت) در امتداد شکستگی ها به شکل رگچه ای - بزرگنمایی 10X



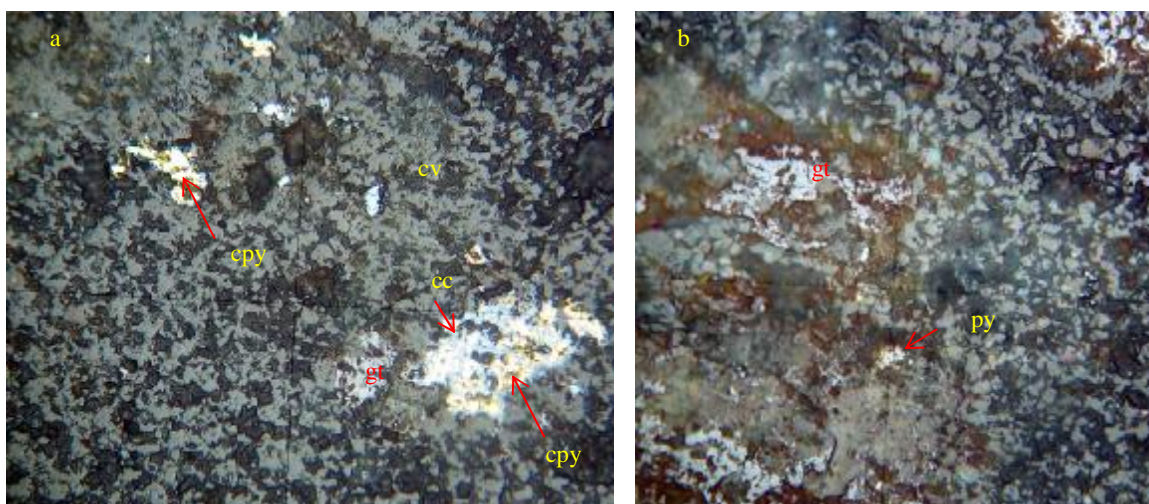
شماره مقطع: Dj-A3-58(1)-OR

کانه‌ها: کالکوپیریت، کوولیت، کالکوسیت، پیریت، گوتیت و هماتیت
کانی‌سازی مس در این نمونه به صورت تشکیل کانی کالکوپیریت با بافت دانه‌پراکنده قابل مشاهده است. اغلب کالکوپیریت‌ها در اثر فرایند سوپرژن، توسط کوولیت و کالکوسیت جانشین گردیده و این دو کانی به صورت هاله‌ای در اطراف و حواشی کالکوپیریت دیده می‌شود.
پیریت، به میزان کمی بصورت دانه‌ریز و پراکنده در نمونه تشکیل گردیده و بعضاً توسط هیدروکسید آهن جانشین شده است.

اکسید و هیدروکسیدهای آهن به صورت پراکنده و گاهی به شکل پرکننده فضای خالی درون شکستگی‌ها تشکیل گردیده‌اند. هیدروکسیدهای آهن در برخی موارد جانشین سولفیدهای مس شده و در اطراف برخی از کالکوپیریت‌ها دیده می‌شوند. مالاکیت، به میزان کمی در نمونه تشکیل شده است.



تصویر شماره 4-136: کالکوپیریت دانه‌پراکنده که از اطراف توسط کالکوسیت (cc)، کوولیت (cv) و گوتیت در حال جانشینی می‌باشد. (20X)



تصویر شماره 4-137: کالکوپیریت و تبدیل آن به کولیت و کالکوسیت. (b) بافت باقی‌مانده پیریت که از اطراف توسط هیدروکسید آهن جانشین شده است. (20X)

شماره مقطع: Dj-A3-58(2)-OR

کانه‌ها: کالکوپیریت، کولیت، کالکوسیت، بورنیت، گوتیت، مالاکیت

کانی‌سازی مس به صورت کالکوپیریت‌های دانه‌پراکنده در این نمونه خود را نشان می‌دهد. اغلب این کالکوپیریت‌ها در اثر فرایند سوپرژن، از حاشیه توسط کالکوسیت و کولیت جانشین گردیده‌اند. برخی از این کانیه‌ها نیز به طور کامل توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین گردیده‌اند.

دیگر کانیه سولفیدی موجود در این نمونه بورنیت می‌باشد که در حاشیه کالکوپیریت، جانشین آن گردیده است.

پیریت به میزان کم با بافت دانه‌پراکنده تشکیل گردیده است.

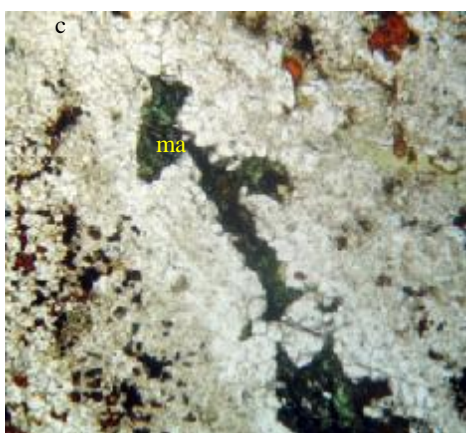
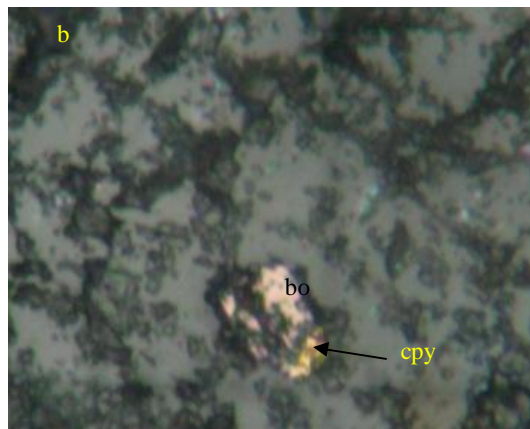
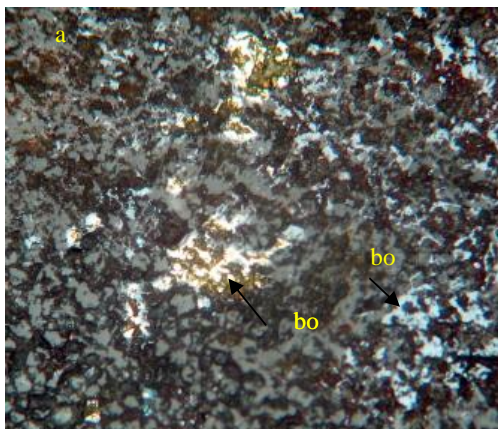
مالاکیت به همراه هیدروکسیدهای آهن در شکستگی‌ها به صورت رگه‌ای تشکیل گردیده‌اند و گاهی به صورت

پرکننده فضای خالی قابل مشاهده می‌باشند.

کانی‌سازی مس در حد متوسط ضعیف می‌باشد.



مطالعات میکروسکوپی



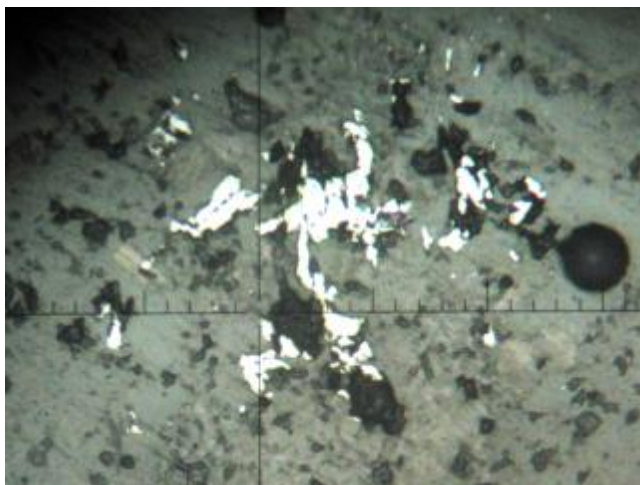
تصویر شماره 4-138 : کالکوپیریت با بافت
دانه‌پراکنده که در حواشی توسط کالکوسیت و
کولیت جانشین گردیده است (b). (20X) تبدیل
کالکوپیریت به بورنیت (c). (20X) تشکیل ملاکیت
در درون رگه به صورت پرکننده فضای خالی (10X).



4-4-4 - نمونه های گرفته شده از محدوده B1 :

مقطع شماره Dj-B1-17-OR

کانی سازی به صورت اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن به صورت دانه پراکنده دیده می شود.



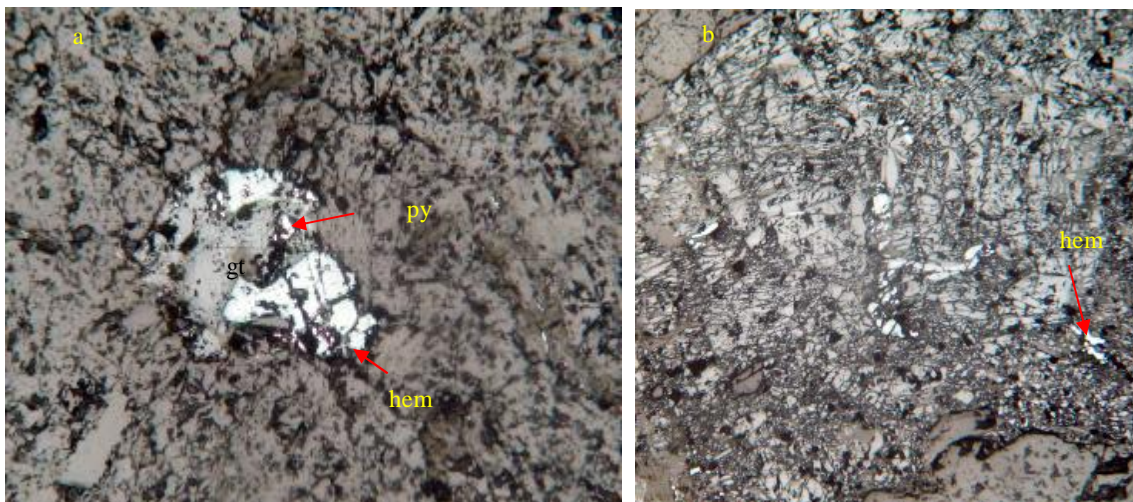
تصویر شماره 4-139 : نمایی از بلورهای اکسیدهای آهن (هماتیت) به شکل دانه پراکنده - بزرگنمایی 10X

شماره مقطع : Dj-B1-19-OR

کانه ها: هماتیت، گوتیتی، پیریت

پیریت، تنها سولفید موجود در این نمونه، دارای بافت دانه پراکنده بوده و به میزان کمی دیده می شود. اغلب پیریتها توسط هیدروکسید و اکسیدهای آهن جانشین گردیده است.

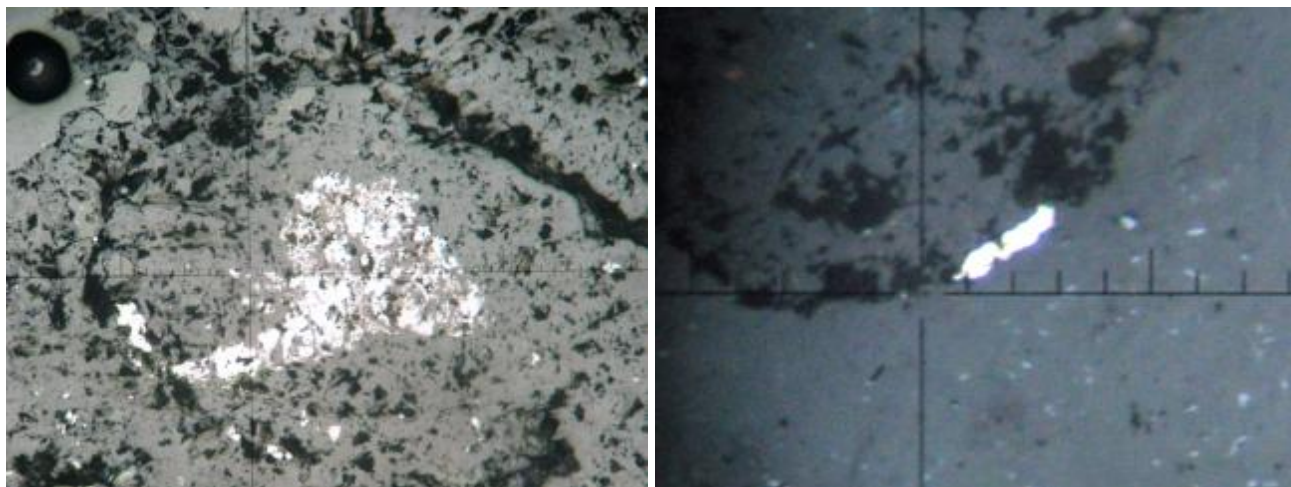
هماتیت دانه پراکنده در نمونه حاصل اپاسیتی شدن کانی های مافیک بوده و پراکندگی آن به فراوانی کانی های مافیک بستگی نشان می دهد. همچنین هیدروکسیدهای آهن در امتداد برخی از شکستگی های موجود در نمونه تشکیل یافته اند.



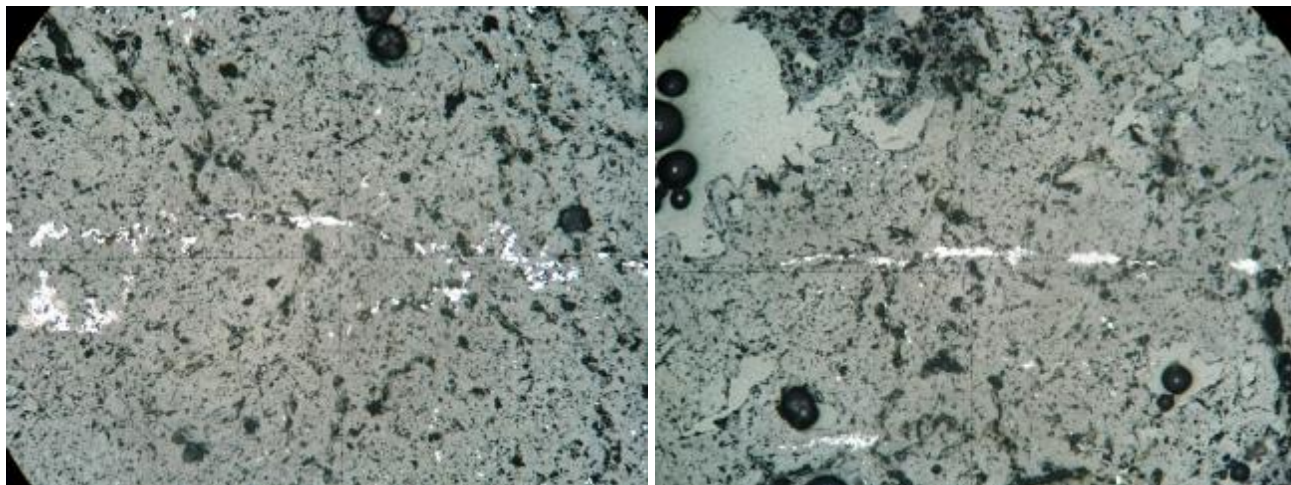
تصویر شماره 4-140: پیریت باقی مانده که توسط هماتیت و گوتیت جانشین گردیده است. (b) هماتیته تشنه شده ناشی از اپاسیتی شدن کانی مافیک. (10X)

مقطع شماره Dj-B1-S12-OR

کانه زایی به شکل دانه پراکنده و بعضا رگچه ای شامل پیریت های سالم و اکسید شده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن رخ داده است. بلورها اکثرا ریز و بی شکل و گاه نیمه خود شکل هستند. رخداد بلورهای درشت کم می باشد.



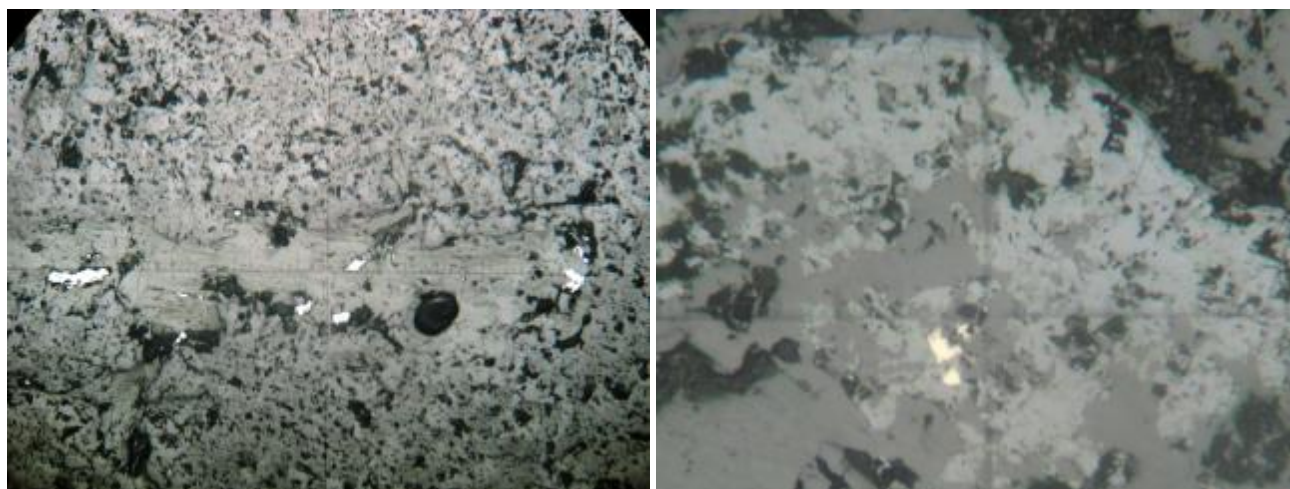
تصویر شماره 4-141: نمایی از ریز بلور پیریت سالم (سمت راست) و درشت بلور اکسید شده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (سمت چپ) - بزرگنمایی 10X



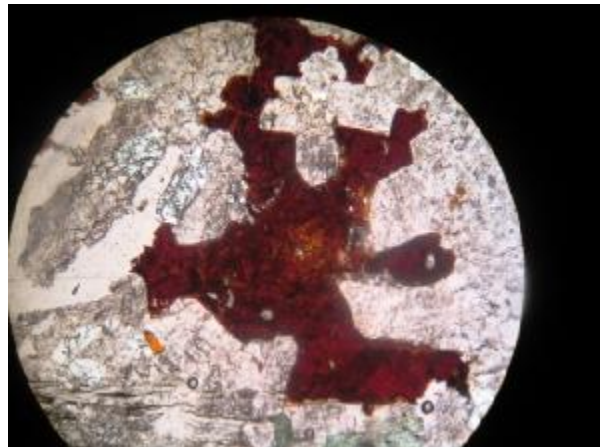
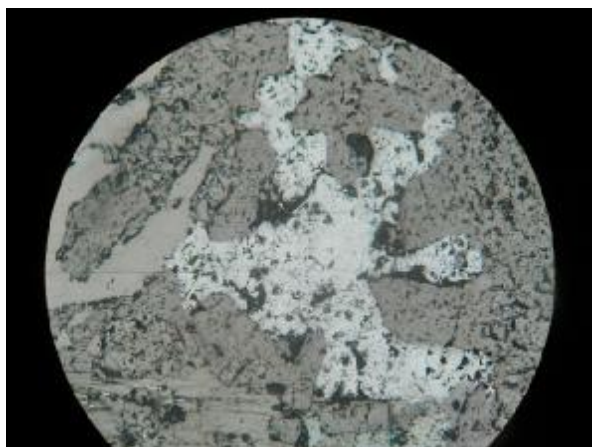
تصویر شماره 4-142: نمایی از رخداد کانه‌زایی به شکل رگچه‌ای شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-B1-S13-OR

کانی‌سازی به صورت ذرات ریزبلور پیریت سالم و اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن با بافت پراکنده و پرکننده فضاهای خالی خ داده است.



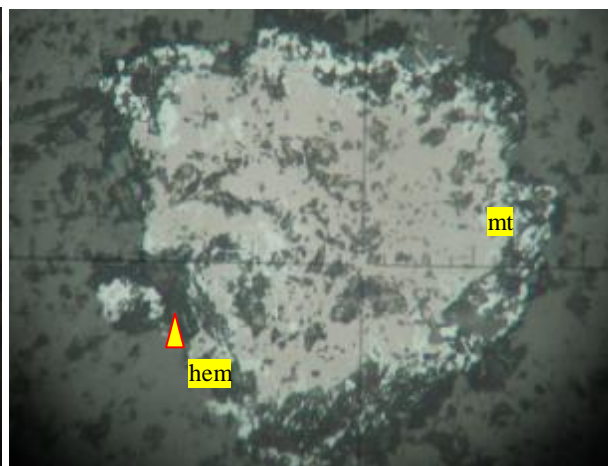
تصویر شماره 4-143: نمایی از ریزبلورهای پیریت اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن (سمت چپ) به همراه باقیمانده‌هایی از پیریت سالم (سمت راست) - بزرگنمایی 10X



تصویر شماره 4-144: نمایی از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن با بافت شکافه پرکن - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-B1-S14-OR

کانه زایی به شکل دانه پراکنده متشکل از ریزبلورها و درشت بلورهای بی شکل تا خودشکل پیریت های اکسید شده و مگنیتیت و هماتیت رخ داده است. مگنیتیت در اثر فرآیند مارتیتی شدن به هماتیت تبدیل شده است.

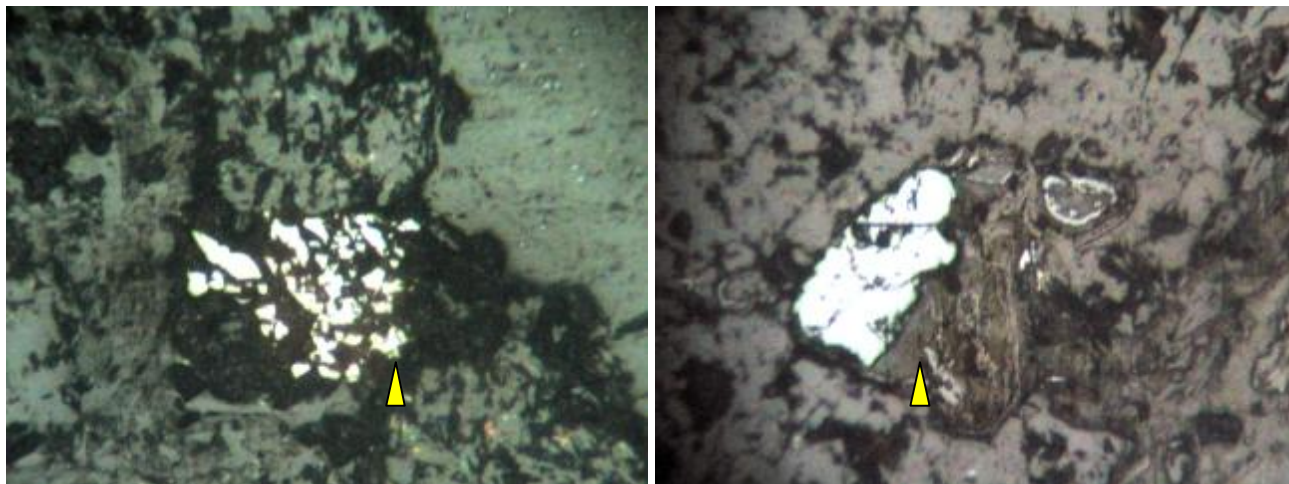


تصویر شماره 4-145: نمایی از بلورهای مگنیتیت (خاکستری تیره) که در اثر مارتیتی شدن به هماتیت (خاکستری روشن) تبدیل شده اند - بزرگنمایی 20X

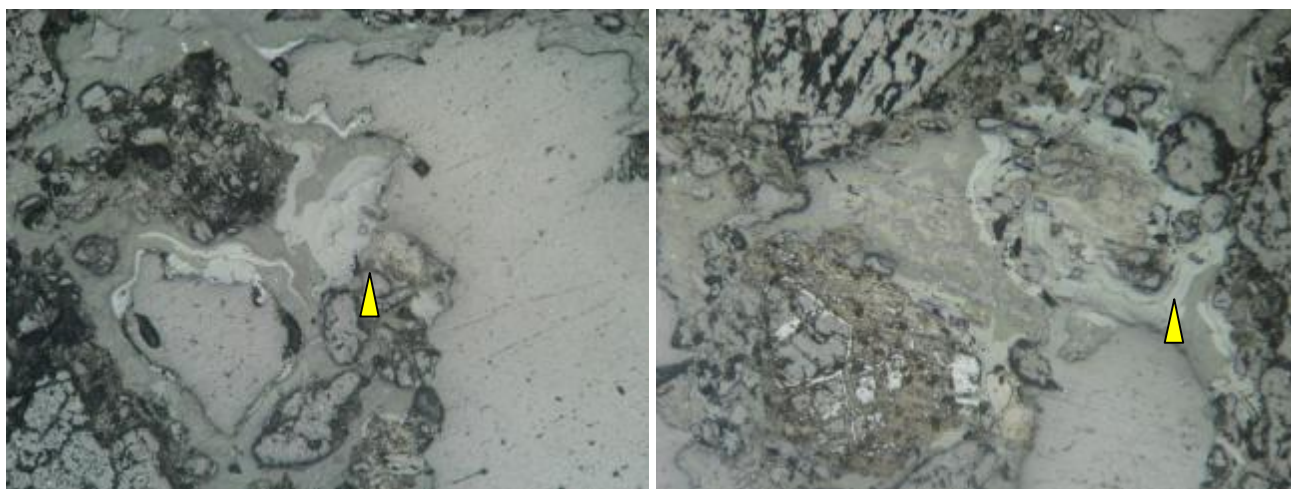


مقطع شماره Dj-B1-18-OR

کانی سازی شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن به صورت دانه پراکنده و به مقدار کمتر پرکننده فضاهای خالی رخ داده است. بافت پرکننده فضای خالی در امتداد شکستگی ها و در قالب کانی های قبلی اتفاق افتاده است.



تصویر شماره 4-146: نمایی از کانی سازی اکسیدهای آهن (هماتیت) در قالب کانی های قبلی - بزرگنمایی 10X



تصویر شماره 4-147: نمایی از کانی سازی هیدروکسیدهای آهن (گوتیت) در فضاها و قالب کانی های قبلی - بزرگنمایی 10X



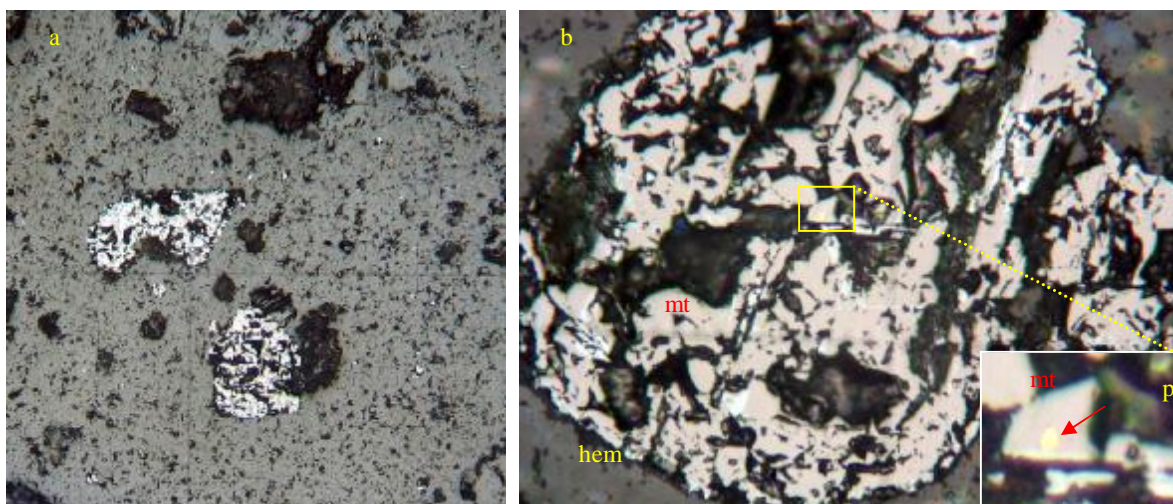
شماره مقطع: Dj-B1-S15-OR

کانه‌ها: مگنتیت، هماتیت، پیریت، گوتیت

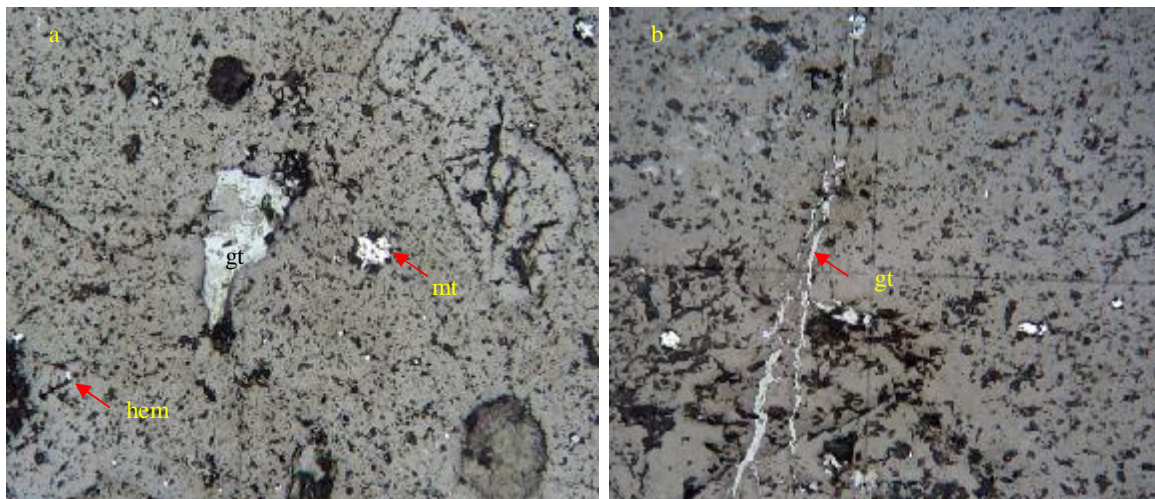
پیریت اولیه به صورت دانه پراکنده در متن نمونه قابل مشاهده است. اغلب این پیریت‌ها به دلیل جانشینی توسط مگنتیت از بین رفته‌اند. در برخی موارد پیریت به صورت بافت باقی مانده بسیار کوچک ناشی از جانشینی توسط مگنتیت، قابل مشاهده است. مگنتیت‌های حاصل نیز به دلیل مارتیتی شدن همراه با تیغه‌های هماتیت می‌باشند. شکل جانشینی پیریت توسط مگنتیت و مارتیتی شدن مگنتیت را نشان می‌دهد. پیریت به صورت بافت باقی مانده در درون مگنتیت قابل مشاهده می‌باشد.

علاوه بر کانه‌های ذکر شده، گوتیت به میزان بسیار کم و به صورت پرکننده فضای خالی و رگچه‌ای درون شکستگی‌ها، در نمونه قابل تشخیص می‌باشد.

هماتیت علاوه بر همراهی با مگنتیت در بافت مارتیتی، به صورت دانه پراکنده در متن سنگ قابل مشاهده می‌باشد. اغلب این هماتیت‌ها حاصل اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک موجود در نمونه، بخصوص بیوتیت است.



تصویر شماره 4-148: مگنتیت دانه پراکنده که تیغه‌های هماتیت همراه آن دیده می‌شود (10X). (b) بافت جانشینی مگنتیت به جای پیریت. مارتیتی شدن مگنتیت در این شکل واضح است. (20X)

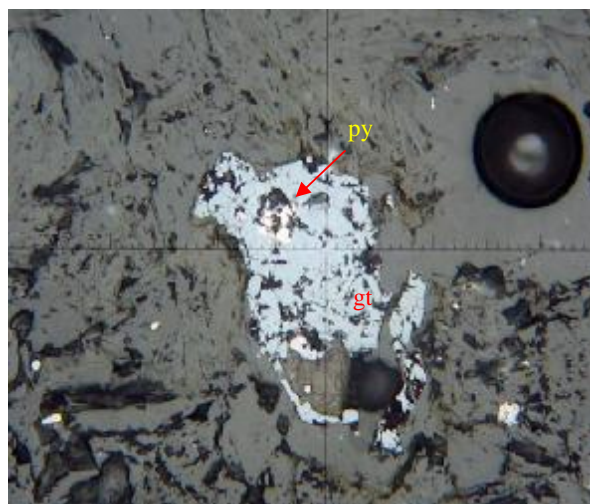
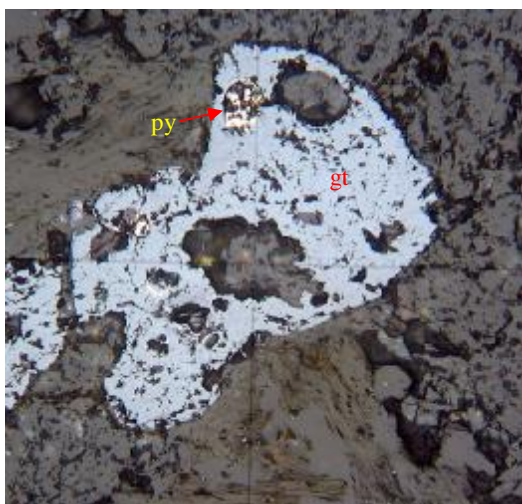


تصویر شماره 4-149: تشکیل گوتیت به صورت بافت پراکنده فضای خالی به همراه مگنتیت و هماتیت
دانه پراکنده. (b) رگه گوتیتی. (10X)

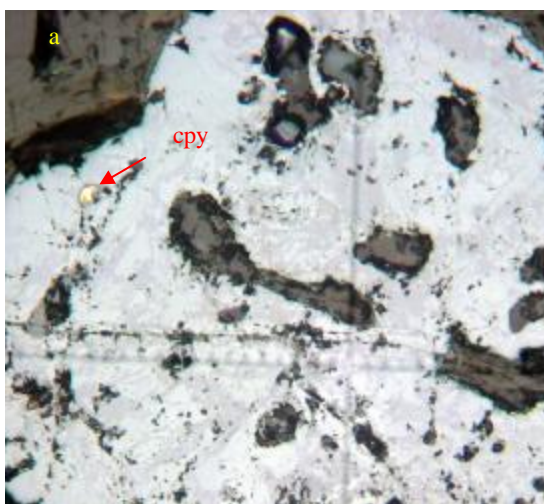
شماره مقطع: Dj-B1-39-OR

کانه‌ها: گوتیت، هماتیت، پیریت، کالکوپیریت

پیریت با بافت دانه پراکنده در متن سنگ به طور فراوان قابل مشاهده می‌باشد. اغلب این پیریت‌ها توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین گردیده‌اند و پیریت به صورت بافت باقی مانده در درون آنها دیده می‌شود. علاوه بر پیریت، کالکوپیریت که به میزان بسیار کمی در نمونه قابل مشاهده است، توسط هیدروکسیدهای آهن جانشین گردیده و به صورت بافت باقی مانده در درون هیدروکسید دیده می‌شود. هماتیت ناشی از اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک با بافت دانه پراکنده در متن سنگ فراوان می‌باشد. ابعاد این کانی‌ها عموماً ریز بوده و پراکندگی آنها با پراکنش کانی‌های مافیک مطابقت نزدیکی نشان می‌دهد.



تصویر شماره 4-150 : جانشینی پیریت دانه پراکنده توسط هیدروکسیدهای آهن (20X)



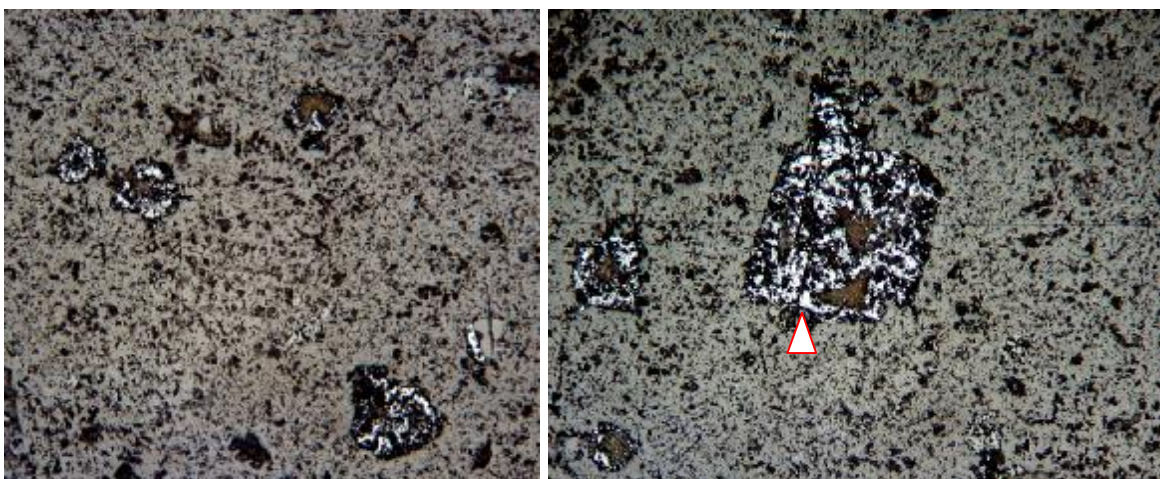
تصویر شماره 4-151 : کالکوپیریت در حال جانشینی توسط هیدروکسیدهای آهن (20X). (b) هماتیت دانه پراکنده حاصل اپاسیتی شدن کانی های مافیک (10X).



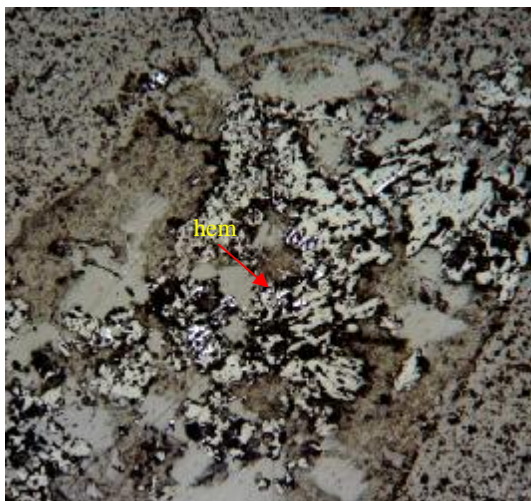
شماره مقطع: Dj-B1-S11-OR

کانه‌ها: مگنتیت، هماتیت، پیریت

اکسیدهای آهن تنها کان‌های موجود در این نمونه می‌باشند. این اکسیدها به صورت دانه‌پراکنده در متن سنگ دیده می‌شوند. غالب مگنتیت‌های موجود در این نمونه از اکسید شدن پیریت حاصل گردیده است و همراه با تیغه‌های هماتیت به صورت مارتیتی شدن می‌باشد. همچنین هماتیت از تخریب کانی‌های مافیک نیز ایجاد گردیده است. به دلیل آپاسیتی شدن کانی‌های مافیک در امتداد رخ‌ها، هماتیت تشکیل شده گاهی به شکل تیغه‌ای قابل مشاهده است.



تصویر شماره 4-152: مگنتیت دانه‌پراکنده همراه با تیغه‌های هماتیتی (مارتیتی شدن). اکسیدهای آهن شکل پیریت اولیه را حفظ نموده‌اند. (5X)



تصویر شماره 4-153 : تشکیل هماتیت ناشی از اپاسیتی شدن کانی مافیک (10X)

شماره مقطع : Dj-B1-36-OR

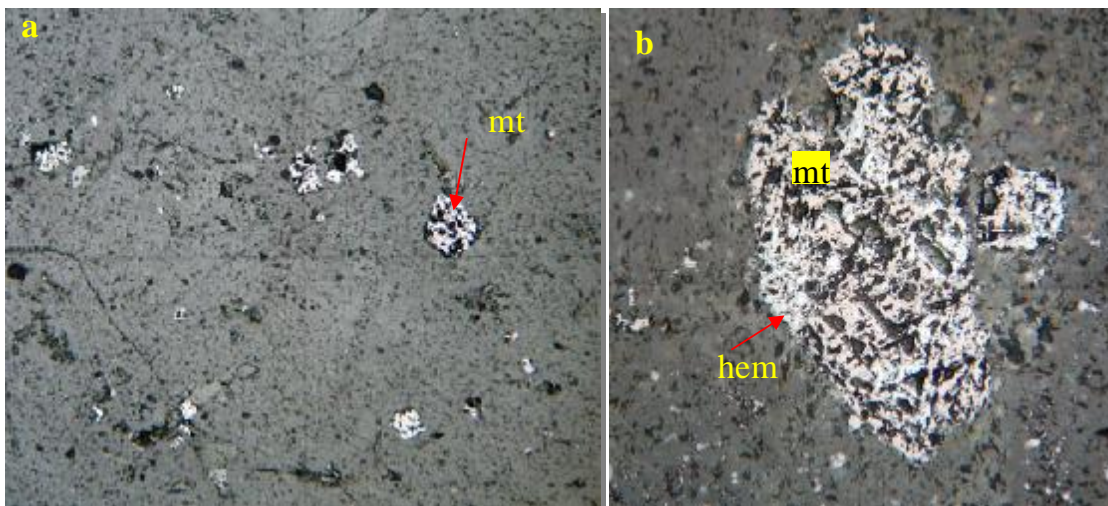
کانه‌ها: مگنتیت، هماتیت، گوتیت، (پیریت و کالکوپیریت)

کانه عمدۀ موجود در این نمونه شامل مگنتیت می‌باشد که با بافت دانه‌پراکنده دیده می‌شود. اغلب مگنتیت‌های موجود دچار ماریتی شدن گردیده‌اند و به همراه تیغه‌های هماتیت دیده می‌شوند.

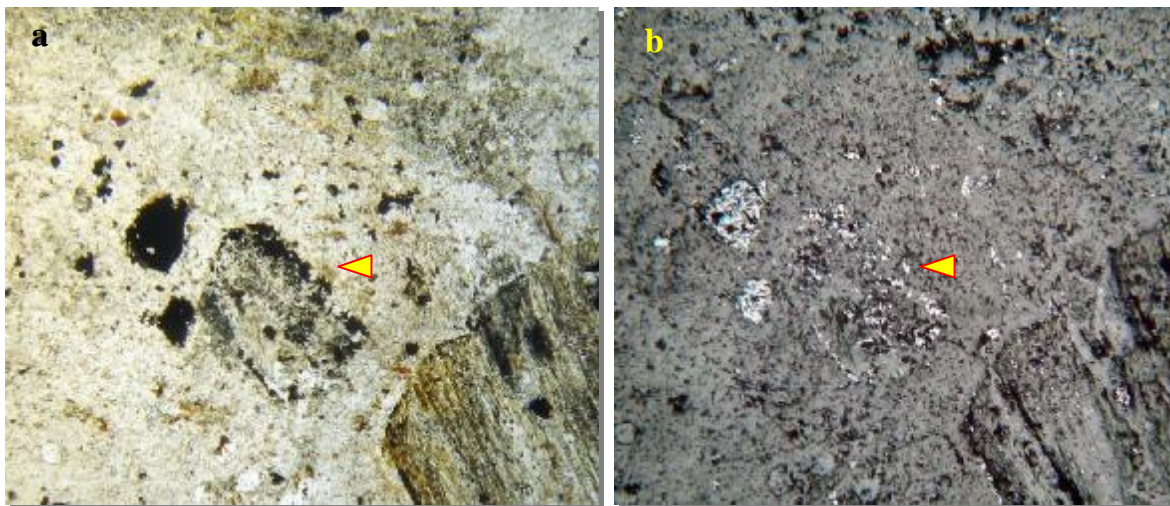
از پدیده‌های مهم موجود در این نمونه اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک نظیر بیوتیت و هورنبلند می‌باشد. اپاسیتی شدن در این کانی‌ها از اطراف و یا در امتداد رخ و شکستگی موجود در آنها رخ داده است. برخی از اکسیدهای آهن ناشی از اکسید شدن پیریت می‌باشد.

گوتیت به میزان کمتری نسبت به مگنتیت-هماتیت در این نمونه دیده می‌شود.

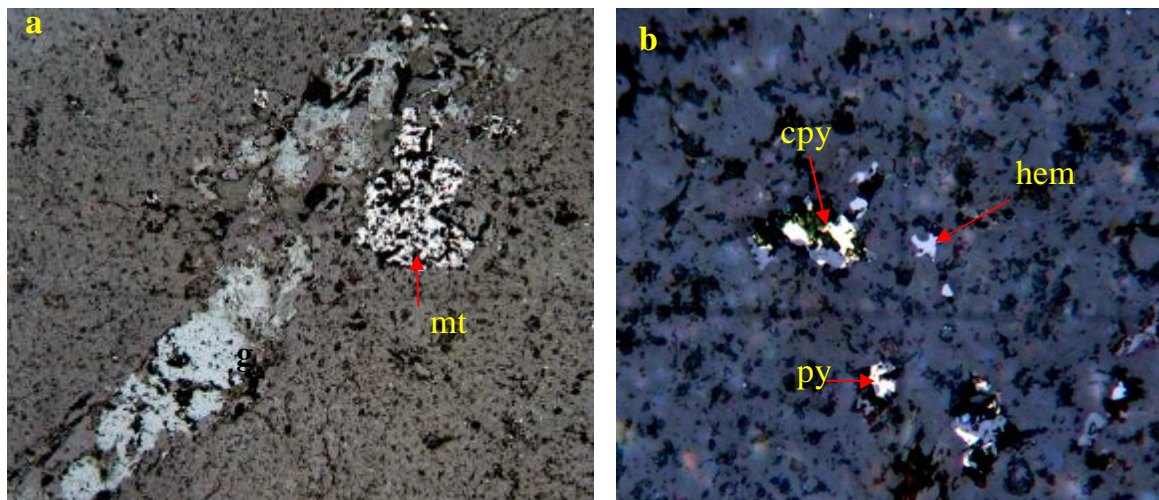
میزان کانی‌های سولفیدی بسیار ناچیز بوده و تنها در یک مورد کالکوپیریت در حال جان‌نشینی توسط اکسید آهن مشاهده گردید. میزان کانه‌زایی مس بسیار ضعیف است.



تصویر شماره 4-154: مگنتیت (mt) دانه‌پراکنده در متن سنگ (10X). (b) مارتیتی شدن مگنتیت (mt) از حاشیه و در امتداد شکستگی‌ها. هماتیت (hem) به صورت تیغه‌هایی جانشین مگنتیت شده است (20X).



تصویر شماره 4-155: اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک نمونه. اکسیدهای آهن در حاشیه، درون شکستگی و یا رخ موجود در کانی مافیک ایجاد گردیده است. (a) نور ppl (b) نور انعکاسی (5X)

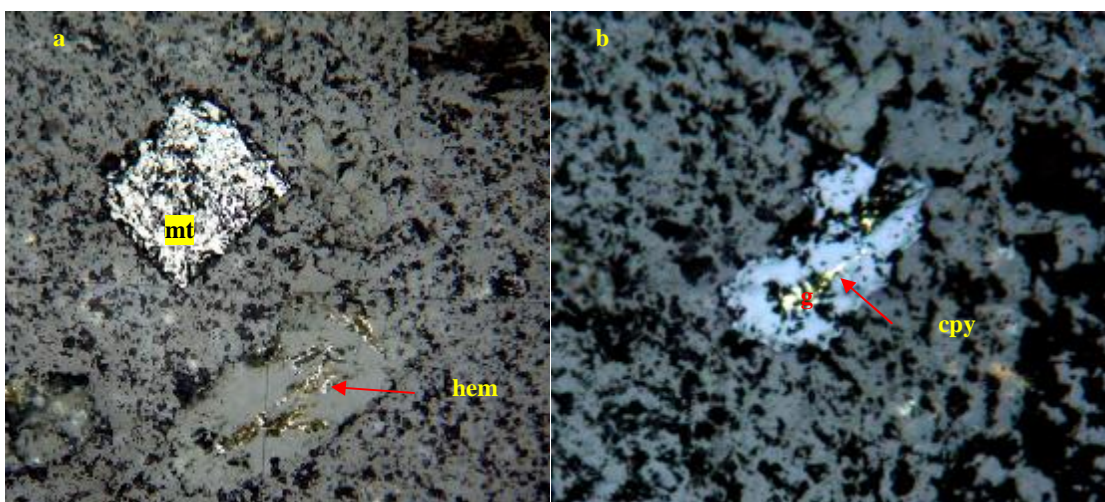


تصویر شماره 4-156 : تشکیل گوتیت (g) به همراه مگنتیت (10X). (b) کالکوپیریت (cpy) و پیریت (py) دانه پراکنده که از اطراف در حال جانشینی توسط اکسید و هیدروکسید آهن می باشد (20X).

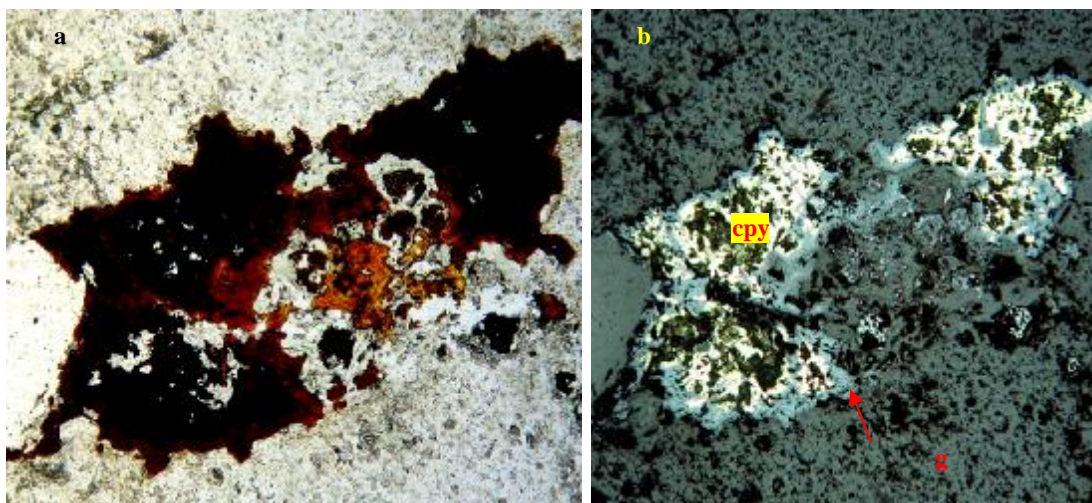
شماره مقطع: Dj-B1-S13A-OR

کانه‌ها: مگنتیت، هماتیت، گوتیت، کالکوپیریت، پیریت

مگنتیت با بافت دانه پراکنده به صورت مارتیتی همراه با تیغه‌های هماتیت در مقطع قابل مشاهده است. برخی از مگنتیت‌ها از جانشینی پیریت توسط اکسید آهن حاصل گردیده‌اند و شکل کوبیک پیریت را حفظ نموده‌اند. علاوه بر این، هماتیت از اپاسیتی شدن کانی‌های مافیک نمونه نیز حاصل گردیده است و به صورت بافت دانه پراکنده در نمونه دیده می‌شود. در مواردی هماتیت به صورت جزیره‌ای در درون گوتیت نمایان است و نشان‌دهنده تبدیل اکسید آهن به هیدروکسید می‌باشد. اغلب پیریت‌های موجود در نمونه اکسید شده‌اند. کالکوپیریت به صورت بافت دانه پراکنده به میزان کمی قابل مشاهده است. این کانی از حاشیه در حال جانشینی توسط گوتیت می‌باشد. کانی‌زایی مس ضعیف است.



تصویر شماره 4-157: مگنتیت دانه‌پراکنده همراه با تیغه‌های هماتیتی (مارتیتی شدن). مگنتیت جانشین پیریت شده است. هماتیت حاصل از تخریب کانی‌های مافیک در پایین تصویر نمایان است. (b) کالکوپیریت در حال جانشینی توسط هیدروکسید آهن. (20X)

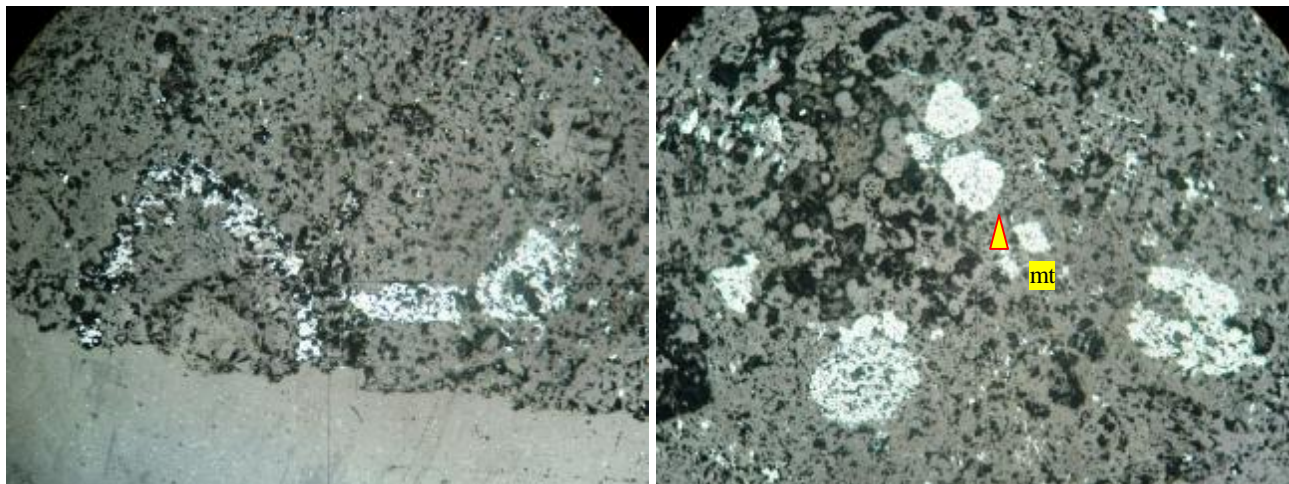


تصویر شماره 4-158: کالکوپیریت در حال جانشینی توسط هیدروکسید آهن از اطراف. (a) نور عبوری ppl و (b) نور انعکاسی. (10X)



مقطع شماره Dj-B1-35-OR

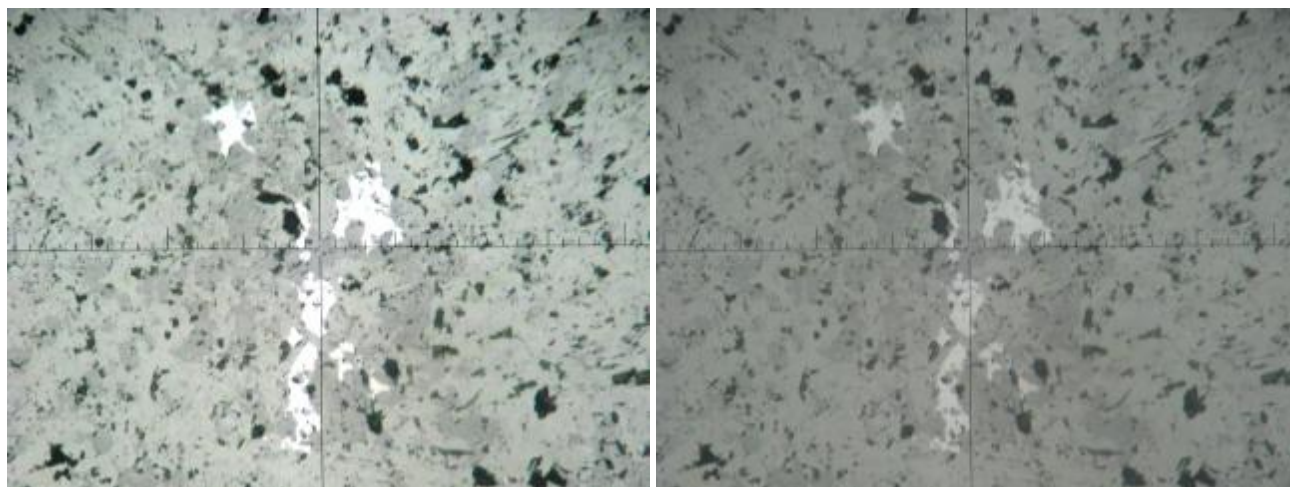
کانه‌زایی با شدت بالا و به شکل ریزبلورها و درشت‌بلورهای بی‌شکل تا نیمه‌خودشکل و بعضاً خودشکل پیریت‌های اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن رخ داده است.



تصویر شماره 4-159: نمایی از بلورهای بی‌شکل و نیمه‌خودشکل پیریت که به مگنتیت و هیدروکسیدهای آهن دگرسان شده است - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-B1-37-OR

کانه‌زایی از شدت ضعیفی برخوردار بوده و شامل بلورهای بی‌شکل تا نیمه‌خودشکل پیریت‌های اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن رخ داده است. از ویژگی‌های این مقطع تشکیل میزان بالاب ژاروسیت به صورت پرکننده فضای خالی می‌باشد.



تصویر شماره 4-160: تشکیل هیدروکسیدهای آهن - بزرگنمایی 10X

مقطع شماره Dj-B1-38-OR

کانی سازی به صورت خیلی ضعیف و به صورت دانه پراکنده شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن در قالب کانیهای قبلی (پیریت) دیده می شود. بعضا آثاری از پیریت های سالم نیز قابل مشاهده است.

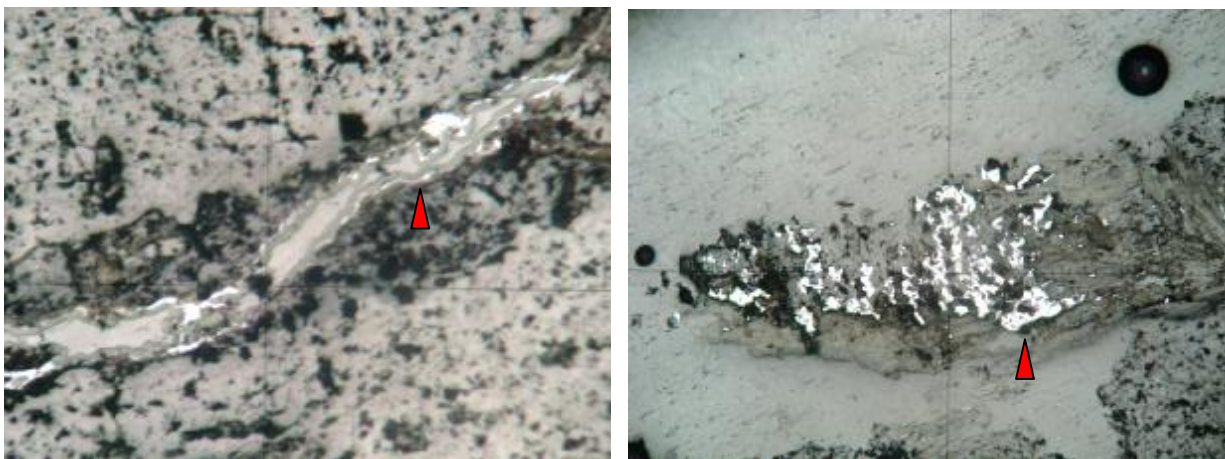


تصویر شماره 4-161: نمایی از یک ریزبلور پیریت دانه پراکنده و سالم - بزرگنمایی 10X



مقطع شماره Dj-B1-S16-OR

کانی سازی به صورت دانه پراکنده و پرکننده فضای خالی (رگچه ای) شامل اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن دیده می شود. ریزبلورهای از پیریت های بی شکل به میزان کم در متن قابل مشاهده است.



تصویر شماره 4-162: نمایی از کانی سازی اکسیدها (هماتیت) و هیدروکسیدهای (گوتیت) آهن به صورت رگچه ای (سمت چپ) و دانه پراکنده - بزرگنمایی 10X

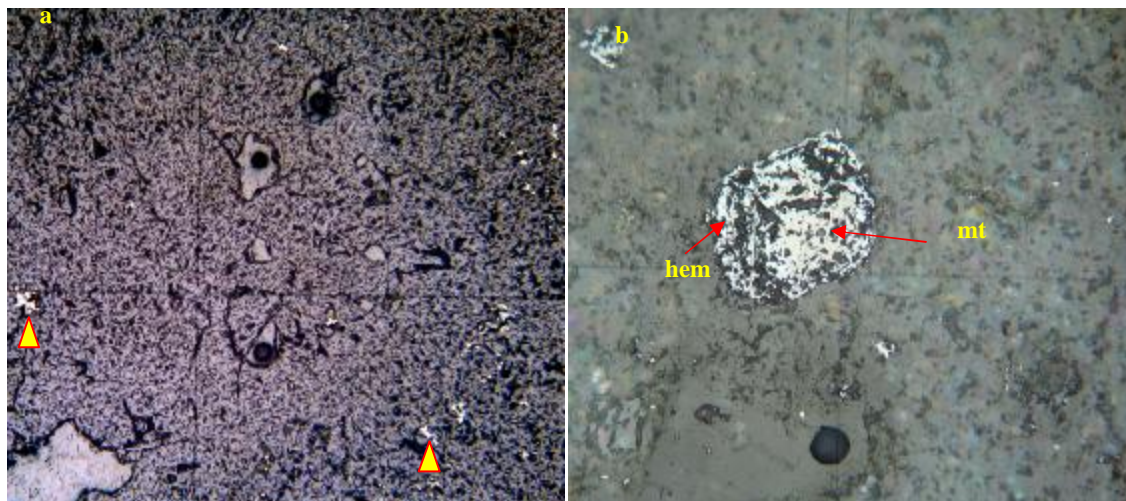
4-4-5 - نمونه های گرفته شده از محدوده D5

شماره مقطع: Dj-D5-24-OR

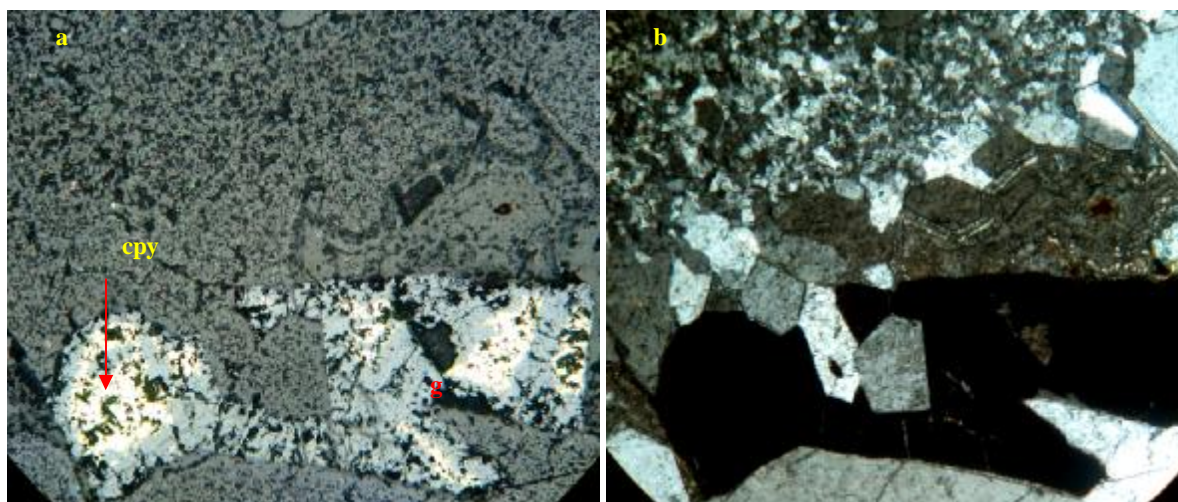
کانه ها: مگنتیت، هماتیت، گوتیت، کالکوپیریت، پیریت

مگنتیت به میزان کمی به صورت دانه پراکنده در متن سنگ دیده می شود. تیغه های هماتیتی به صورت مارتنیتی شدن، مگنتیت ها را همراهی می کنند. هماتیت های دانه پراکنده در این نمونه حاصل تخریب کانی های مافیک سنگ بوده و در اطراف یا درون این کانی ها قابل مشاهده است.

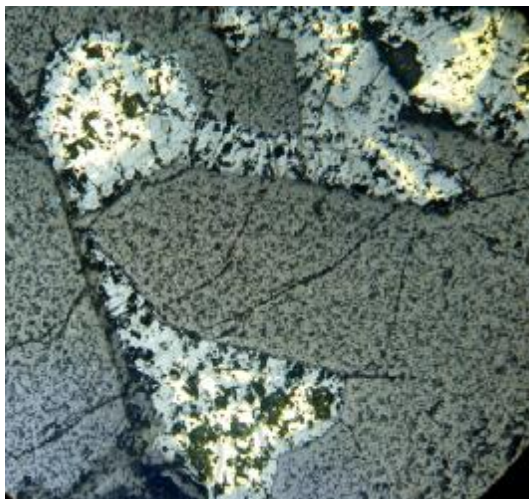
کالکوپیریت، که فراوانی آن در حدود کمتر از یک درصد نمونه است، بصورت پرکننده فضای خالی در اطراف رگه سیلیسی تشکیل گردیده است و از حاشیه در حال جانشینی توسط اکسید و هیدروکسید آهن می باشد.



تصویر شماره 4-163 : اکسیدهای آهن دانه‌پراکنده در متن سنگ (5X). (b) مگنتیت دانه‌پراکنده همراه با تیغه‌های هماتیته (مارتیتی شدن). (20X)



تصویر شماره 4-164 : کالکوپیریت به صورت بافت پرکننده فضای خالی و تبدیل آن به هیدروکسید آهن از اطراف. (a) نور انعکاسی و (b) نور عبوری xpl. (10X)



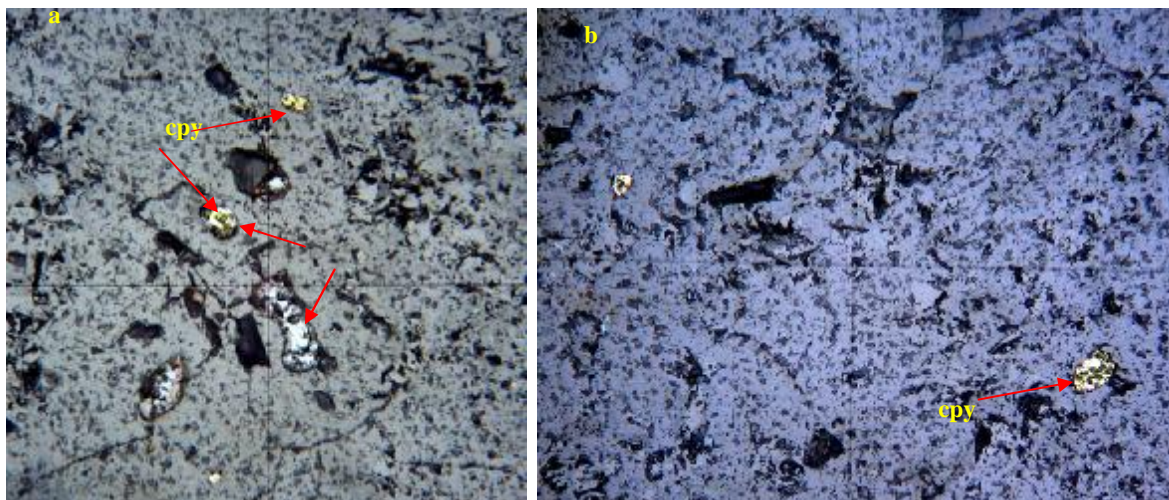
تصویر شماره 4-165: کالکوپیریت به صورت بافت پرکننده فضای خالی و تبدیل آن به هیدروکسید آهن از

شماره مقطع: Dj-D5-23-OR

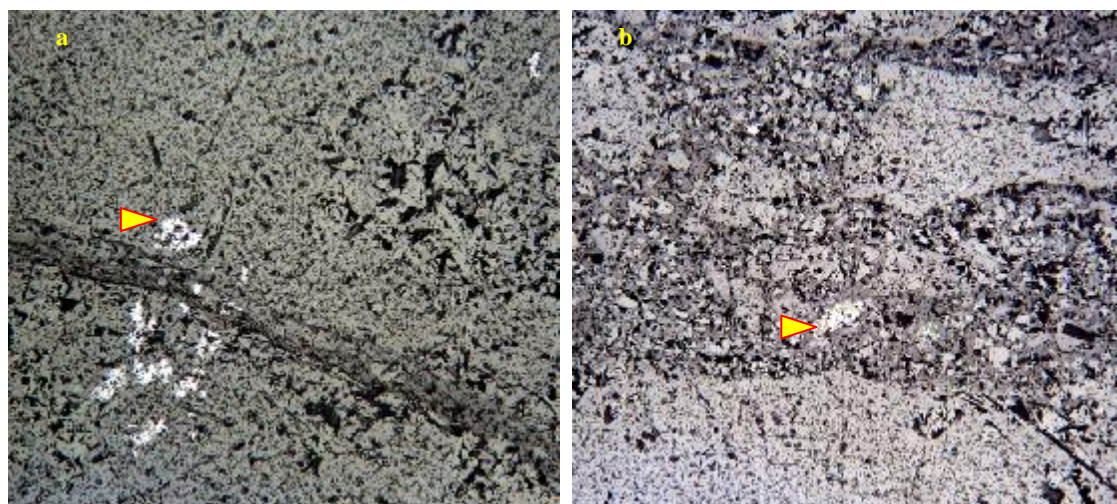
کانه‌ها: مگنتیت، گوتیت، هماتیت، کالکوپیریت، مالاکیت

میزان کانی‌های فلزی در این نمونه کم می‌باشد. کالکوپیریت به صورت ریزدانه با بافت دانه‌پراکنده در متن سنگ قابل مشاهده است. برخی از این کانی‌ها از اطراف در حال جانشینی توسط هیدروکسید آهن (گوتیت) می‌باشند. مگنتیت به همراه تیغه‌های هماتیت (مارتیتی شدن) به میزان بسیار کمی در این نمونه تشکیل شده است. هماتیت با بافت دانه‌پراکنده و ریزدانه در بین ذرات تشکیل دهنده سنگ دیده می‌شود که بعضاً به گوتیت تبدیل گردیده است. همچنین گوتیت در درون زمینه برشی شده سنگ، درون فضاهای خالی ایجاد شده به صورت پرکننده فضاها قابل مشاهده است.

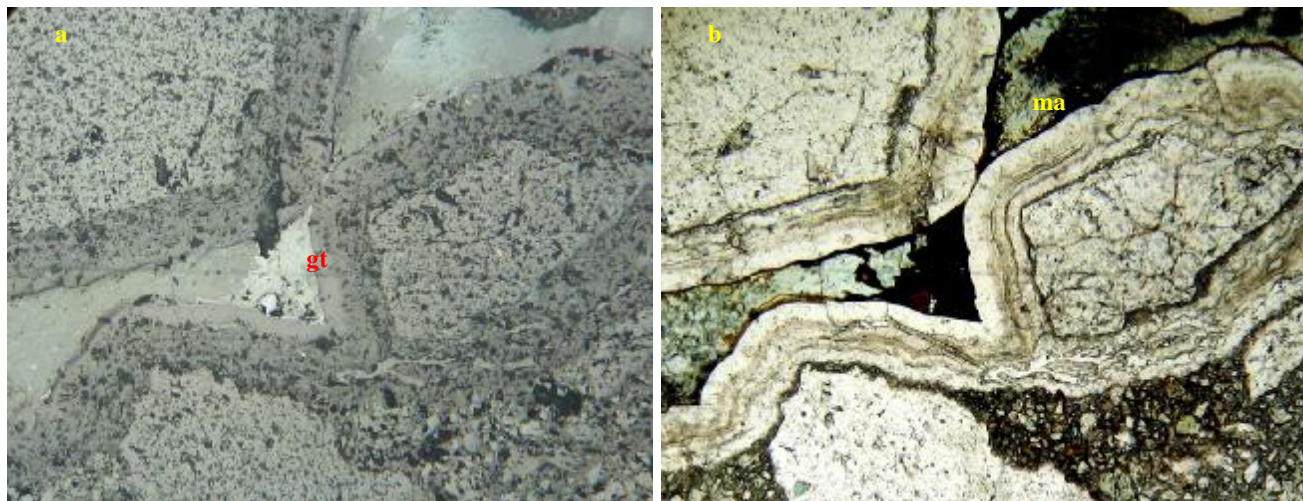
مالاکیت نیز، به صورت پرکننده فضای خالی، به میزان کم، همراه با گوتیت در مرحله سوپرژن اکسیدر سنگ، تشکیل گردیده است.



تصویر شماره 4-166: کالکوپیریت ریز بلور به صورت دانه‌پراکنده در بین ذرات تشکیل‌دهنده نمونه دیده می‌شود. کالکوپیریت از حاشیه در حال جانشینی توسط گوتیت می‌باشد (تصویر (a)) مشخص است. (20X)



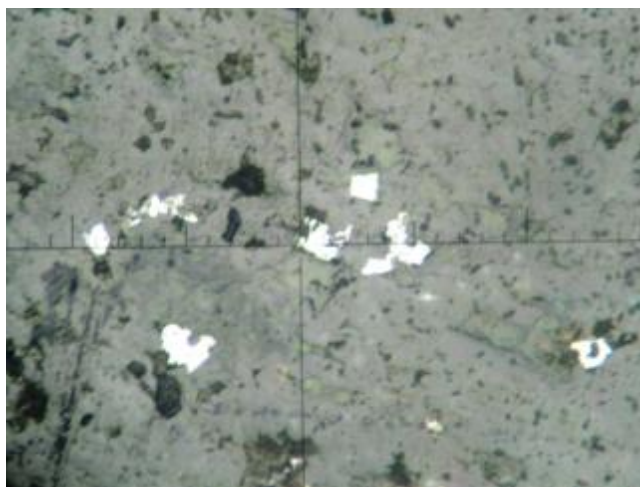
تصویر شماره 4-167: تشکیل گوتیت در میان بخش‌های برشی شده نمونه. (10X)



تصویر شماره 4-168 : تشکیل مالاکیت (ma) همراه با گوتیت به صورت پرکننده فضای خالی. (10X)

مقطع شماره Dj-D5-20-OR

کانی سازی به شکل ذرات ریزبلور بی شکل تا نیمه خودشکل پیریت اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن با بافت پراکنده رخ داده است.

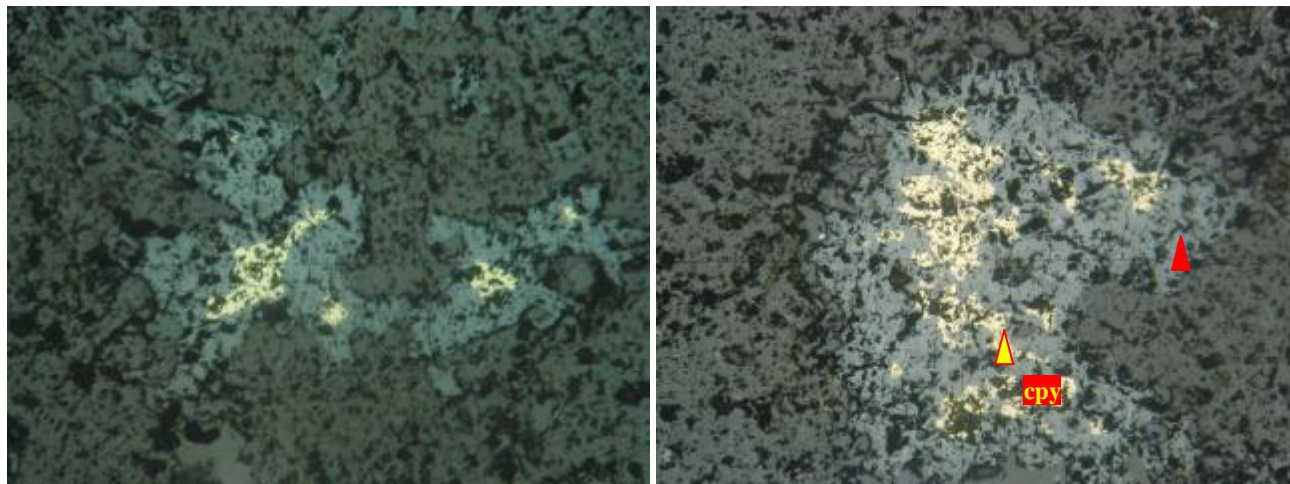


تصویر شماره 4-169 : نمایی از ریزبلورهای بی شکل تا نیمه خودشکل پیریت پراکنده اکسیدشده به اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن - بزرگنمایی 10X



مقطع شماره Dj-D5-22-OR

کانه‌زایی به صورت ضعیف شامل ریزبلورهای بی‌شکل پیریت و کالکوپیریت به همراه محصولات هوازده آنها (اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و کالکوسیت) رخ داده است.



تصویر شماره 4-170: بلورهای بی‌شکل کالکوپیریت که از اطراف به هیدروکسید آهن (فلش قرمز) دگرسان شده‌اند - بزرگنمایی 10X



5-1- نمونه برداری

پس از تهیه، مطالعه و پردازش اطلاعات اولیه مورد نیاز و تلفیق آن با اطلاعات حاصل از تصاویر پردازش شده ماهواره‌ای، اکیپ کارشناسان زمین شناسی - معدنی شرکت به منطقه اعزام و برابر شرح خدمات، فعالیت‌های ذیل را به انجام رسانیدند:

- پی جوئی و اکتشاف مواد معدنی فلزی و غیر فلزی در تمام محدوده برگه 1:50000 دهج.

- بررسی بهینه ترین نحوه نمونه برداری و سپس طراحی شبکه نمونه برداری با در نظر گرفتن اولویت محدوده‌های دگرسانی اصلی و فرعی که جمعاً 7 محدوده اصلی (A1 الی A4، B1، B2 و B4) و 10 محدوده فرعی (C1، C2، C3، D1 الی D7) را شامل می شود.

- برداشت نمونه به دو صورت انجام گرفته است:

(1) بر اساس طرح اولیه نمونه برداری و با توجه به اولویت بندی محدوده های دگرسانی، محدوده های اصلی به شبکه های 200 در 200 متر تقسیم گردید. لازم بذکر است که طراحی این روش نمونه برداری بمنظور پوشش کامل محدوده های اصلی و پیمایش دقیق تر آنها صورت گرفته است؛ لذا در طول مسیر پیمایشها، در صورت مشاهده هرگونه کانی سازی و دگرسانی یا تغییرات لیتوژیکی و عملکرد تکتونیکی مرتبط با کانی سازی، این شواهد ثبت و نمونه برداری مورد نیاز برداشت گردیده است. نمونه برداری در امتداد این شبکه ها به روش لقمه ای (Chip sampling) و بر اساس شعاع تاثیر هر نمونه اخذ گردیده است. بگونه ایکه هر نمونه نماینده شعاع تاثیری 100 متر از محل نمونه برداری می باشد. این روش نمونه برداری یکی از بهترین روشها در برداشتهای لیتوژئوشیمیایی با فرض وجود کانه زایی دانه پراکنده و پورفیری در محدوده های دگرسانی مدور می باشد.

(2) برداشت نمونه در محدوده های فرعی و کم اهمیت بصورت اکتشاف و پیمایش چکشی انجام گرفته است. بدلیل محدودیت تعداد نمونه برداری و همچنین اهمیت کمتر کانی سازی در این محدوده ها، برای این مناطق شبکه نمونه برداری طراحی نشده است.

با توجه به توضیحات مورد اشاره، عملیات برداشت نمونه در برگه دهج بشرح زیر انجام شده است:



مطالعات لیتوزئوشیمیایی

- برداشت تعداد 307 نمونه جهت آنالیز شیمیایی ICP (در بخش آزمایشگاه شرکت توسعه علوم زمین) و تشخیص احتمال وجود کانی سازی.
 - برداشت تعداد 18 نمونه جهت آنالیز بروش XRD (در کشور چین) بمنظور تشخیص نوع کانی های رسی و ماهیت دگرسانی.
 - برداشت تعداد 26 نمونه جهت آنالیز بروش XRF (در آزمایشگاه سازمان زمین شناسی) بمنظور تعیین اکسیدهای اصلی و عناصر اصلی و فرعی جهت پتروژنز و همچنین تشخیص کانیهای صنعتی احتمالی.
 - برداشت تعداد 35 نمونه جهت آماده سازی و مطالعه مقاطع صیقلی بمنظور تشخیص پاراژنز کانی سازی احتمالی، ساخت و بافت کانه زایی و ارتباط آن با سنگ دربرگیرنده.
 - برداشت تعداد 63 نمونه جهت آماده سازی و مطالعه مقاطع نازک بمنظور مطالعات سنگ شناسی.
- کلیه نمونه های برداشت شده پس از طی مراحل خردایش و نمایش به آزمایشگاههای مربوطه جهت انجام مراحل بعدی کار ارسال گردیده اند. کلیه نقاط نمونه برداری بر روی نقشه توپوگرافی آورده شده که در نقشه نمونه برداری پیوست گزارش نمایش داده شده است. در جدول شماره 5-1 تعداد و نوع نمونه های برداشت شده از برکه دهج به تفکیک منطقه آورده شده است.

جدول شماره 5-1- تعداد و نوع نمونه های برداشت شده از برکه دهج به تفکیک منطقه

منطقه	نمونه لیتوزئوشیمی	نمونه مینرالیزه	مقطع نازک	مقطع صیقلی	XRD	XRF	جمع کل هر منطقه
A1	94	28	4	2	-	-	128
A2	95	10	20	10	8	14	157
A3	4	-	3	4	3	3	17
B1	49	15	26	15	5	6	116
C1	3	-	-	-	-	-	3
C3	3	-	1	-	2	2	8
D1	1	-	2	-	-	-	3
D5	4	-	5	4	-	-	13
D6	1	-	2	-	-	1	4
جمع کل	254	53	63	35	18	26	449



5-2- بررسی خطای آنالیز

یکی از روش‌های بررسی دقت آنالیز، تحقیق در زمینه کنترل تکرارپذیری آزمایشگاهی با استفاده از آنالیز نمونه‌های تکراری می‌باشد. در این پروژه تعداد 25 نمونه تکراری در نظر گرفته شد. بدین منظور و پس از آماده‌سازی مقدماتی نمونه‌ها در حد 200- مش این تعداد از میان مجموع آن‌ها انتخاب و بعد از کدگذاری ویژه، همراه با نمونه‌های اصلی به آزمایشگاه فرستاده شد. لیست و نتایج آنالیز نمونه‌های تکراری در جداول پیوست گزارش آمده است.

5-2-1- روش گرافیکی تامسون - هوارث

روش رایج برای بررسی خطای آنالیز استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث است. با این روش خطای آنالیز عناصر Ag, As, Cd, Cu, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, W, Zn مورد ارزیابی قرار گرفته است. همانگونه که در اشکال شماره 5-1 تا 5-11 ملاحظه می‌شود، دقت آنالیز اکثر عناصر در حد قابل قبول بوده است و مشکل خاصی در آنالیز نمونه‌ها مشاهده نمی‌شود.



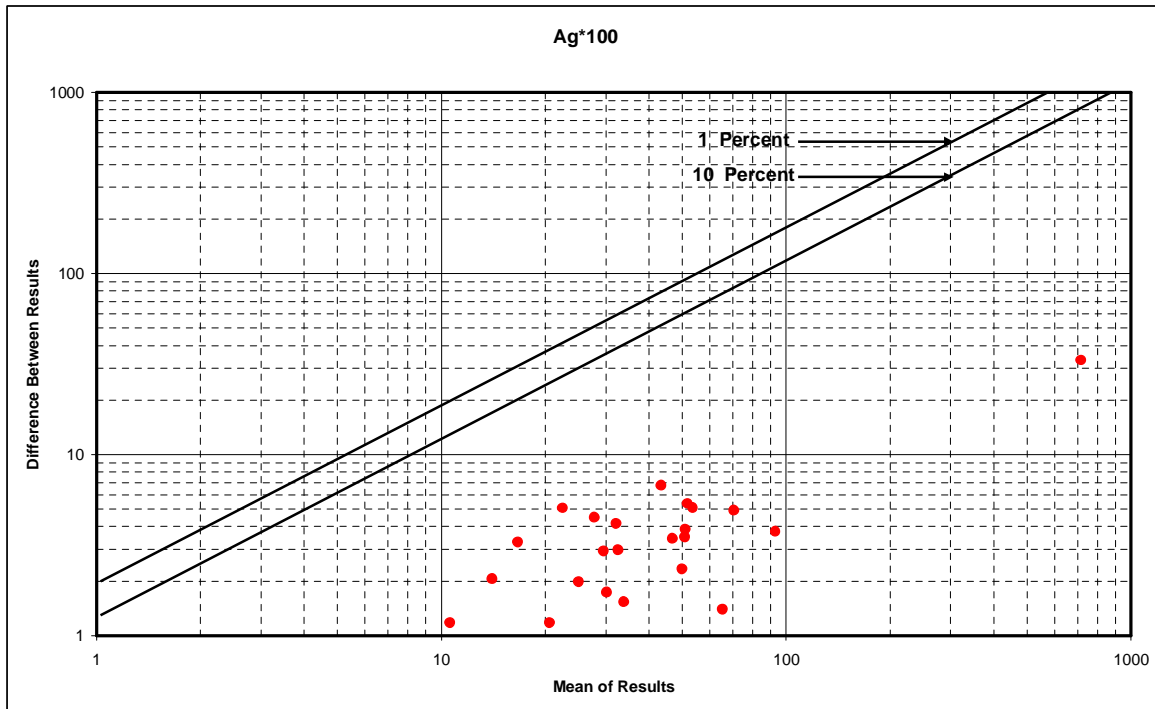
مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-1-ا لیست نمونه های تکراری و نتایج آنالیز

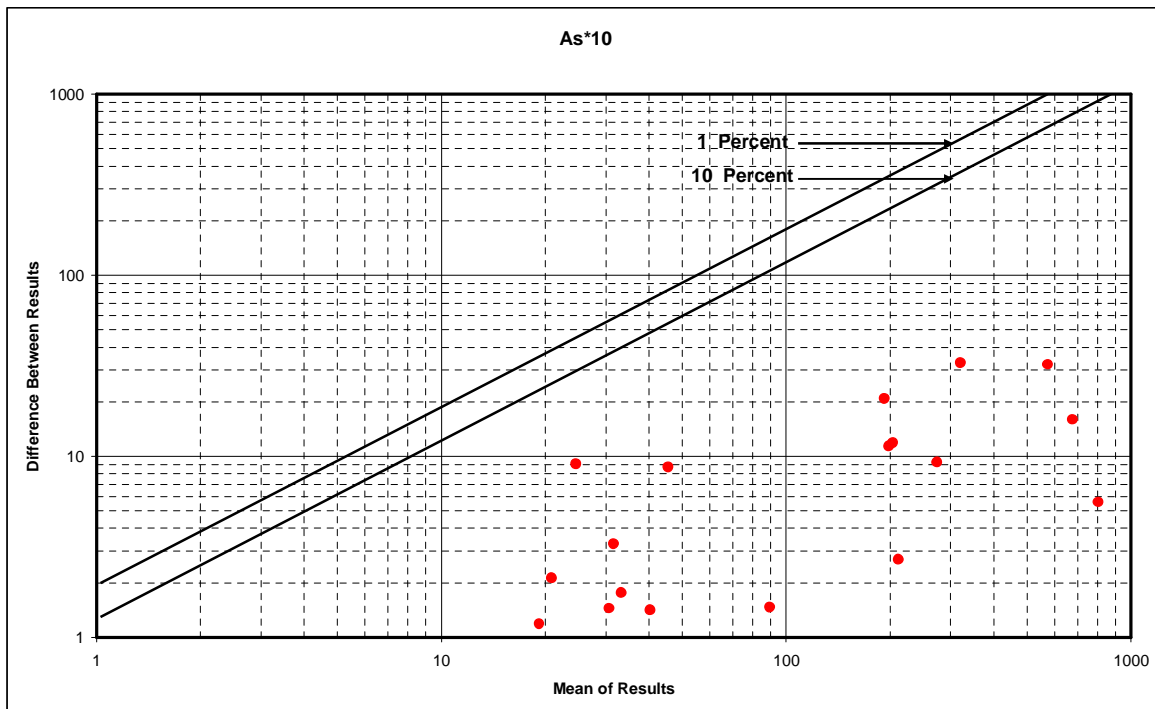
شماره نمونه اصلی	شماره نمونه تکراری	Ag1	Ag2	As1	As2	Cd1	Cd2	Cu1	Cu2	Mn1	Mn2	Mo1	Mo2
Dj-A1-L4-S1	DA1	0.26	0.30	20.29	18.20	0.10	0.11	8.72	7.67	38.89	35.70	2.34	2.14
Dj-A1-L7-S8	DA2	0.34	0.30	68.36	66.76	0.18	0.15	255.80	240.54	22.92	21.76	10.74	9.99
Dj-A1-L8-S10	DA3	0.18	0.15	79.98	80.54	0.43	0.40	624.00	600.87	48.92	46.76	6.87	5.55
Dj-A1-L10-S3	DA4	0.54	0.49	21.25	20.98	1.07	0.99	31.66	29.80	711.00	700.65	0.55	0.43
Dj-A1-S63	DA5	7.32	6.99	534.60	530.48	1.88	1.45	205.00	200.80	57.23	55.43	29.15	28.26
Dj-A1-S67	DA6	25.34	22.43	7465.00	7324.00	22.41	20.87	6152.00	6058.00	31.78	29.87	15.84	13.54
Dj-A2-L5-S2	DA7	0.15	0.13	0.38	0.38	0.12	0.11	68.58	65.90	732.30	700.00	1.21	1.99
Dj-A2-L7-S2	DA8	0.73	0.68	33.61	30.32	3.02	2.97	123.20	120.00	1213.00	1142.00	1.61	1.76
Dj-A2-L7-S7	DA9	0.28	0.31	9.02	8.87	0.08	0.08	157.90	154.67	109.10	100.12	2.87	2.54
Dj-A2-L9-S1	DA10	0.35	0.33	2.50	2.44	0.08	0.08	11.46	10.98	1016.00	1113.00	1.51	1.32
Dj-A2-L10-S1	DA11	0.47	0.40	20.37	19.23	0.58	0.51	73.76	72.22	1570.00	1453.00	1.56	1.43
Dj-A2-L10-S6	DA12	0.56	0.51	2.19	1.98	0.14	0.11	84.87	81.27	1828.00	1765.00	0.69	0.64
Dj-A2-L12-S1	DA13	0.49	0.51	27.82	26.89	0.51	0.49	128.80	122.67	909.40	900.00	2.29	2.10
Dj-A3-S52	DA14	0.95	0.91	58.88	55.66	0.25	0.20	64.21	62.56	86.19	85.46	4.53	3.96
Dj-A4-L1-S9	DA15	0.34	0.31	4.72	4.72	0.08	0.08	22.16	21.18	723.30	700.87	0.62	0.61
Dj-A4-L2-S10	DA16	0.53	0.49	0.38	0.38	0.08	0.08	45.26	43.53	970.80	967.98	1.68	1.64
Dj-A4-L4-S4	DA17	0.53	0.49	3.14	2.99	0.08	0.08	36.03	38.87	885.30	885.30	1.95	1.87
Dj-A4-L5-S10	DA18	0.11	0.10	3.96	4.10	0.08	0.08	20.84	18.76	932.50	945.76	1.13	1.12
Dj-A4-L6-S6	DA19	0.29	0.31	4.11	4.98	0.08	0.08	7.54	7.98	713.70	723.78	1.58	1.43
Dj-A4-L6-S11	DA20	0.24	0.26	3.32	2.99	0.08	0.08	11.77	10.98	737.20	700.87	1.67	1.02
Dj-A4-L10-S1	DA21	0.65	0.66	3.41	3.23	0.08	0.08	25.87	24.78	1006.00	9876.00	3.65	2.99
Dj-A4-L11-S4	DA22	0.48	0.45	20.95	19.76	0.11	0.12	19.78	21.76	1043.00	9876.00	1.25	1.18
Dj-B1-L3-S7	DA23	0.21	0.20	1.86	1.98	0.08	0.08	118.50	117.98	88.38	86.23	9.25	9.00
Dj-B1-L4-S8	DA24	0.15	0.14	2.91	2.00	0.08	0.08	146.10	144.53	103.20	100.00	1.63	1.98
Dj-B4-L3-S4	DA25	0.20	0.25	0.68	0.69	0.08	0.08	5.23	4.98	883.00	860.00	0.14	0.19
شماره نمونه اصلی	شماره نمونه تکراری	Pb1	Pb2	Sb1	Sb2	Sn1	Sn2	W1	W2	Zn1	Zn2		
Dj-A1-L4-S1	DA1	676.70	660.90	6.93	7.23	1.15	0.99	1.41	1.35	6.29	6.67		
Dj-A1-L7-S8	DA2	144.90	136.76	3.01	2.65	2.12	1.99	0.50	0.44	11.11	10.99		
Dj-A1-L8-S10	DA3	219.70	200.65	4.83	3.67	2.11	1.90	1.08	0.99	72.26	70.23		
Dj-A1-L10-S3	DA4	81.38	90.00	3.87	2.99	1.56	1.43	2.56	2.67	211.10	210.87		
Dj-A1-S63	DA5	8504.00	8453.00	206.20	202.76	3.06	2.99	2.88	2.11	42.96	40.00		
Dj-A1-S67	DA6	534.10	523.00	826.10	811.54	21.67	20.65	1.10	1.00	14.65	12.65		
Dj-A2-L5-S2	DA7	37.84	36.56	2.96	3.14	1.60	1.00	2.22	2.00	155.10	149.00		
Dj-A2-L7-S2	DA8	25.04	24.00	6.53	5.99	1.34	1.11	9.86	8.87	875.70	864.00		
Dj-A2-L7-S7	DA9	40.27	38.65	2.14	1.99	1.45	1.14	2.31	2.11	71.08	69.42		
Dj-A2-L9-S1	DA10	29.91	28.23	4.55	3.99	1.67	1.59	2.35	2.99	199.00	189.37		
Dj-A2-L10-S1	DA11	51.31	49.78	3.89	4.11	1.32	1.34	3.29	3.56	310.70	309.87		
Dj-A2-L10-S6	DA12	40.79	38.78	4.23	3.99	1.75	1.65	1.82	1.90	188.80	180.98		
Dj-A2-L12-S1	DA13	119.30	119.30	4.21	3.99	1.42	1.24	4.69	3.99	375.20	389.98		
Dj-A3-S52	DA14	129.40	127.87	5.68	6.65	2.25	2.00	1.22	1.11	62.65	61.28		
Dj-A4-L1-S9	DA15	7.90	6.98	1.82	1.35	1.41	1.32	0.69	0.52	51.49	50.54		
Dj-A4-L2-S10	DA16	17.06	15.64	2.97	3.12	1.84	1.76	1.07	0.99	89.48	91.28		
Dj-A4-L4-S4	DA17	13.22	12.09	4.75	5.30	1.73	1.43	1.17	1.11	71.57	68.98		
Dj-A4-L5-S10	DA18	6.45	6.68	1.65	1.89	1.16	1.26	0.95	0.92	57.60	56.98		
Dj-A4-L6-S6	DA19	16.55	15.55	5.91	7.00	0.90	0.85	1.18	1.00	92.74	90.87		
Dj-A4-L6-S11	DA20	22.14	21.24	1.71	1.76	1.29	1.10	0.85	0.81	54.62	53.98		
Dj-A4-L10-S1	DA21	12.27	11.78	5.54	4.99	1.53	2.01	0.75	0.76	63.87	60.54		
Dj-A4-L11-S4	DA22	19.76	21.84	6.14	5.09	1.92	2.01	0.95	0.93	66.40	65.98		
Dj-B1-L3-S7	DA23	24.04	23.48	0.78	0.76	3.79	4.10	6.72	6.54	15.97	15.87		
Dj-B1-L4-S8	DA24	29.12	30.98	0.62	0.63	2.40	2.38	1.76	1.65	15.84	16.01		
Dj-B4-L3-S4	DA25	9.46	11.10	2.01	1.90	1.16	1.12	0.58	0.55	71.20	70.87		



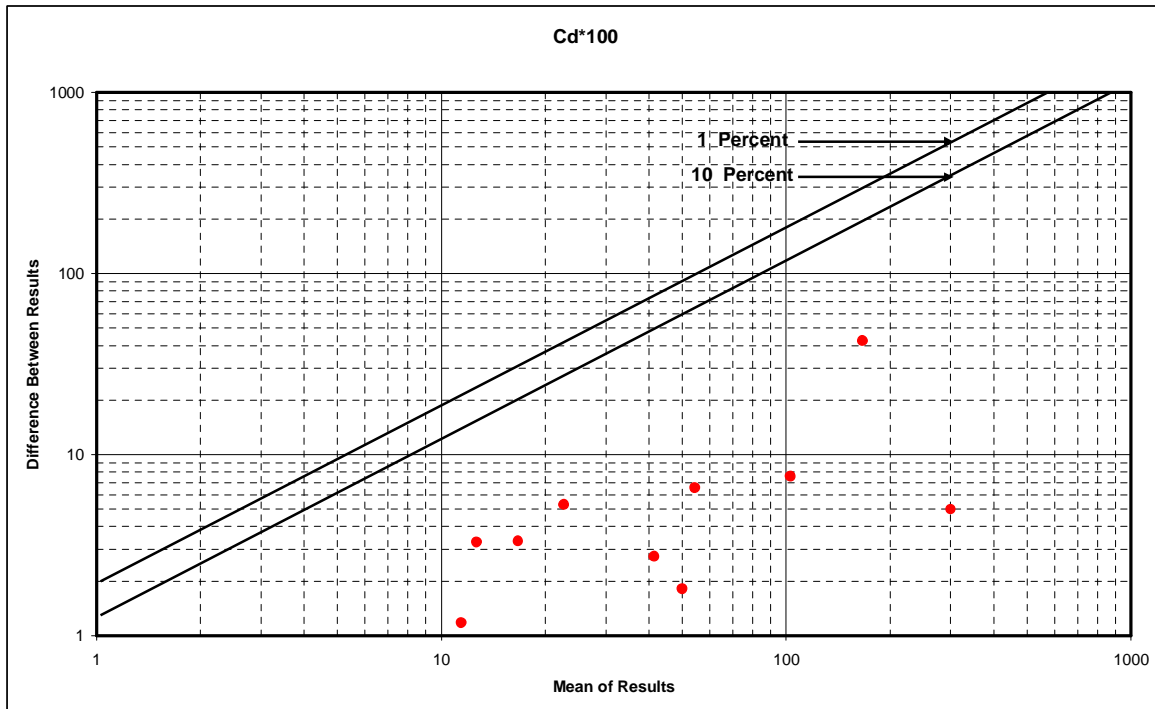
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



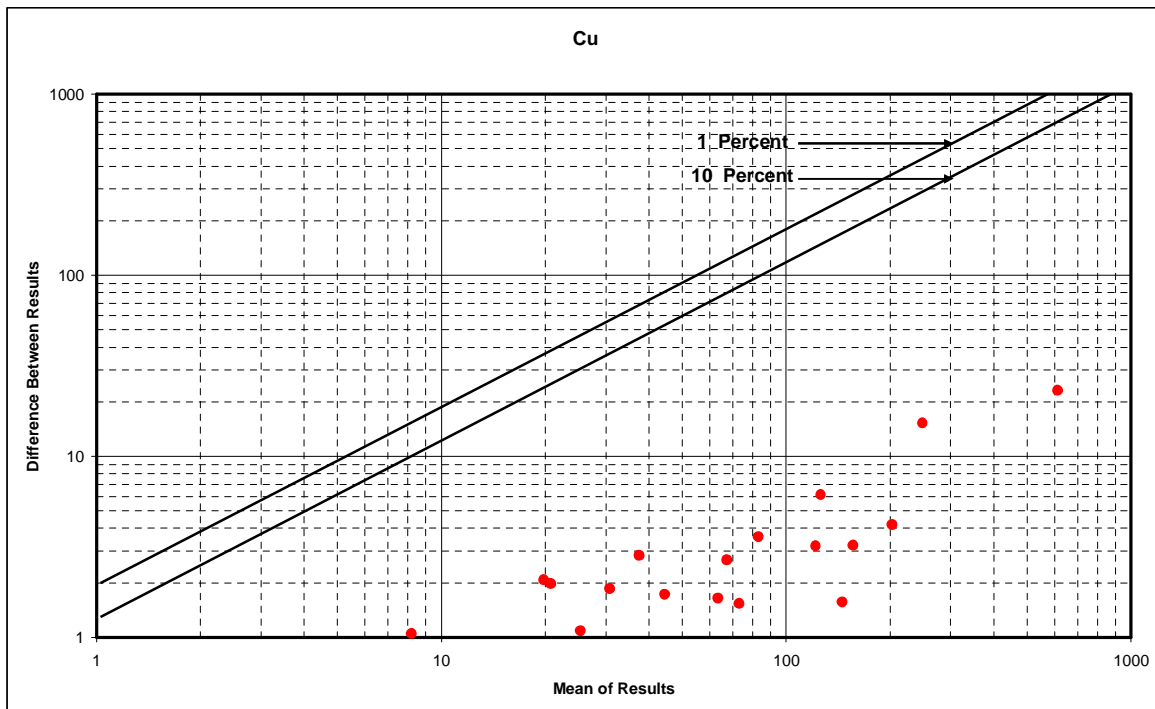
شکل شماره 5-1- خطای آنالیز نقره با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



شکل شماره 5-2- خطای آنالیز آرسنیک با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



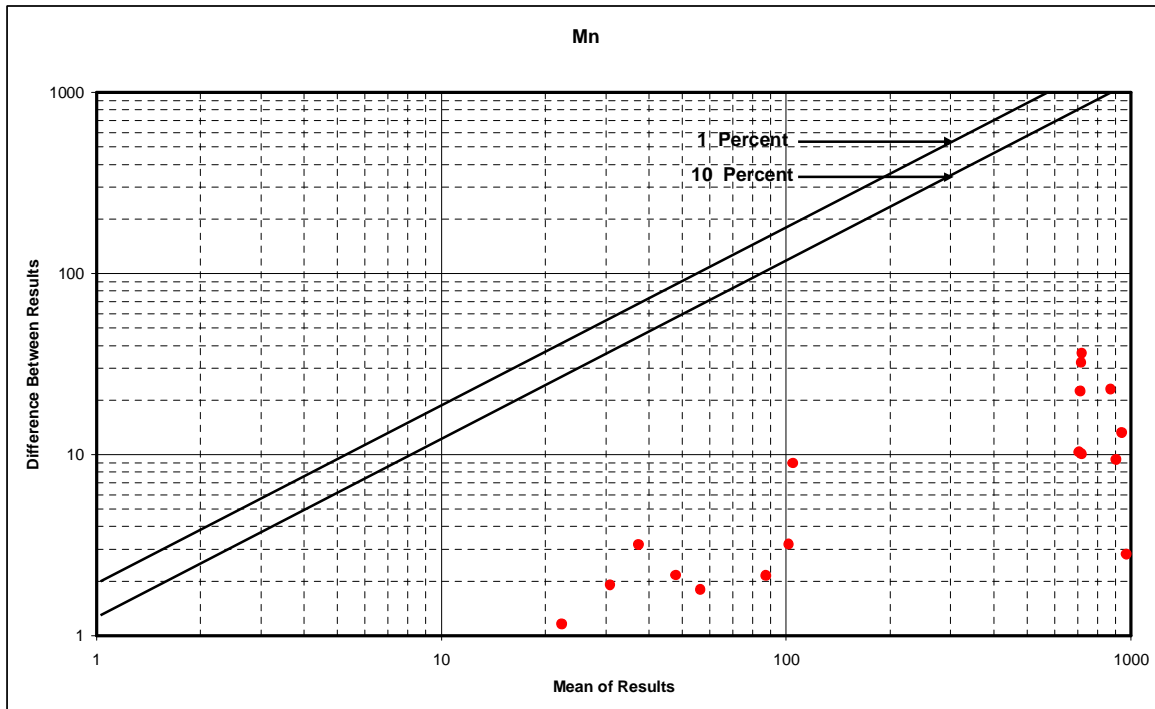
شکل شماره 5-3- خطای آنالیز کادمیم با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



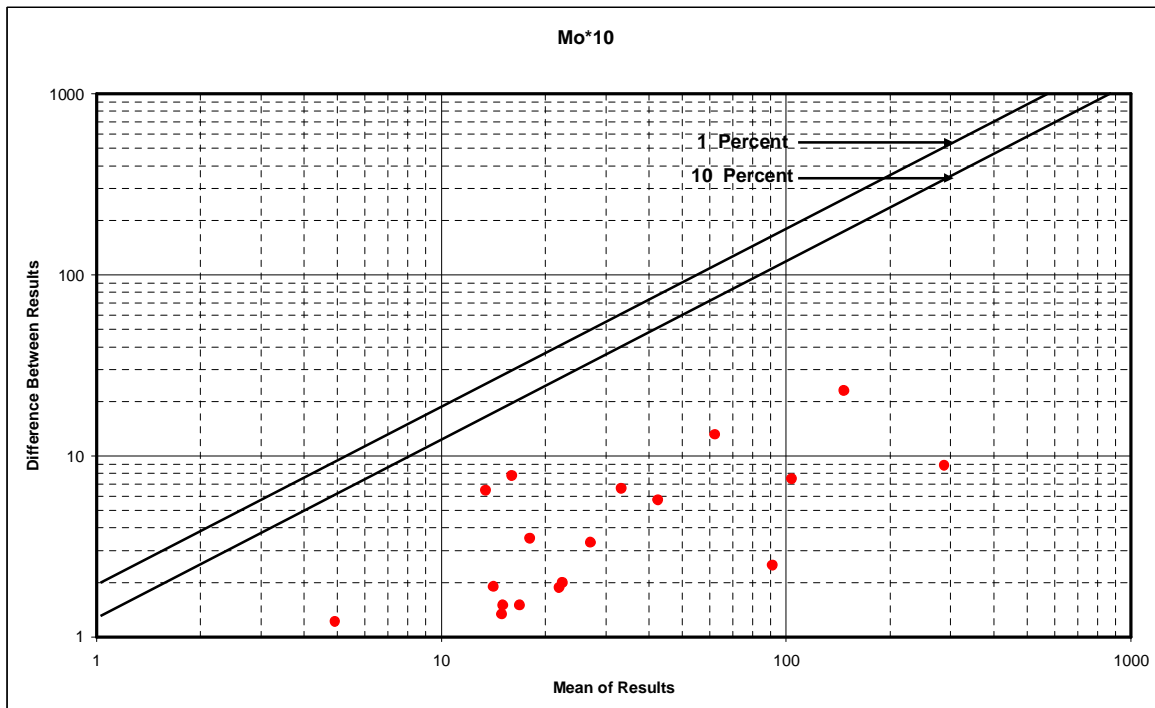
شکل شماره 5-4- خطای آنالیز مس با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



مطالعات لیتوزئوشیمیایی



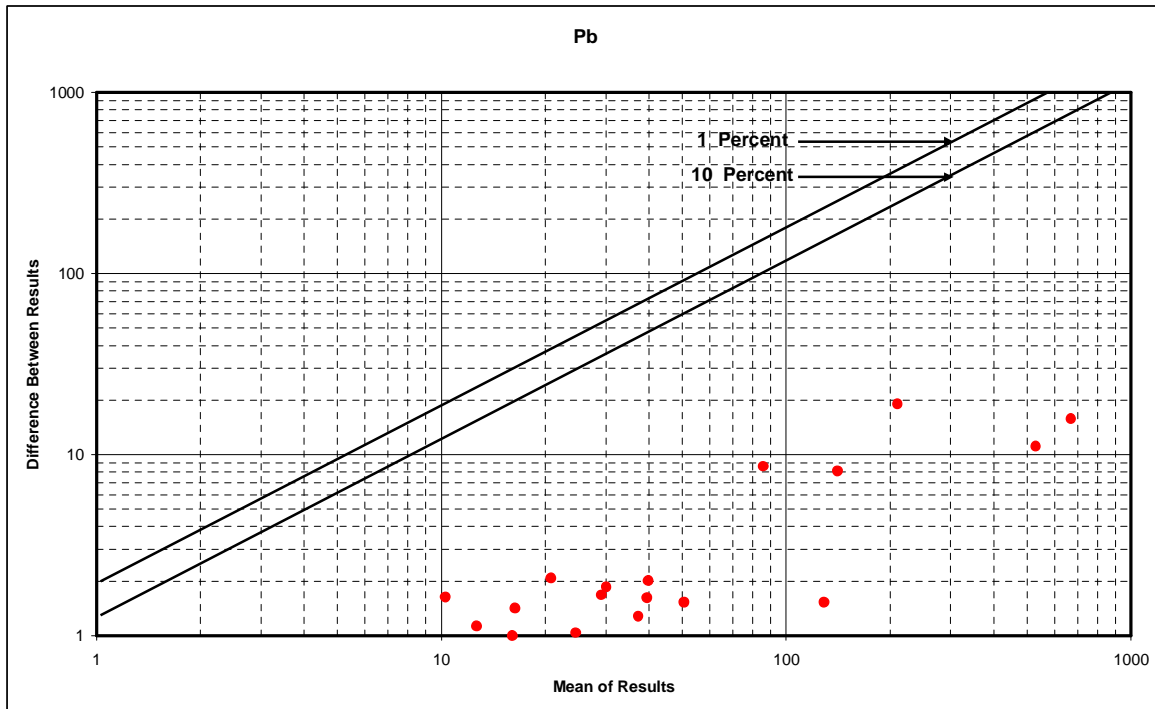
شکل شماره 5-5- خطای آنالیز منگنز با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



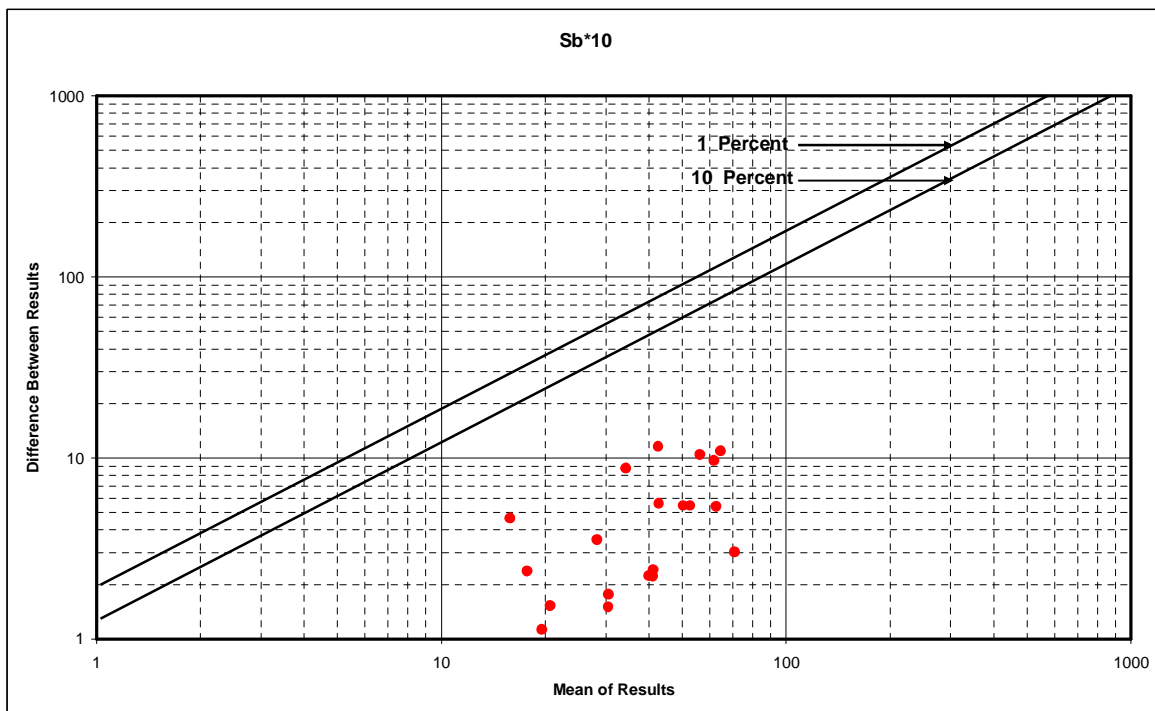
شکل شماره 5-6- خطای آنالیز مولیبدن با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



مطالعات لیتوزئوشیمیایی



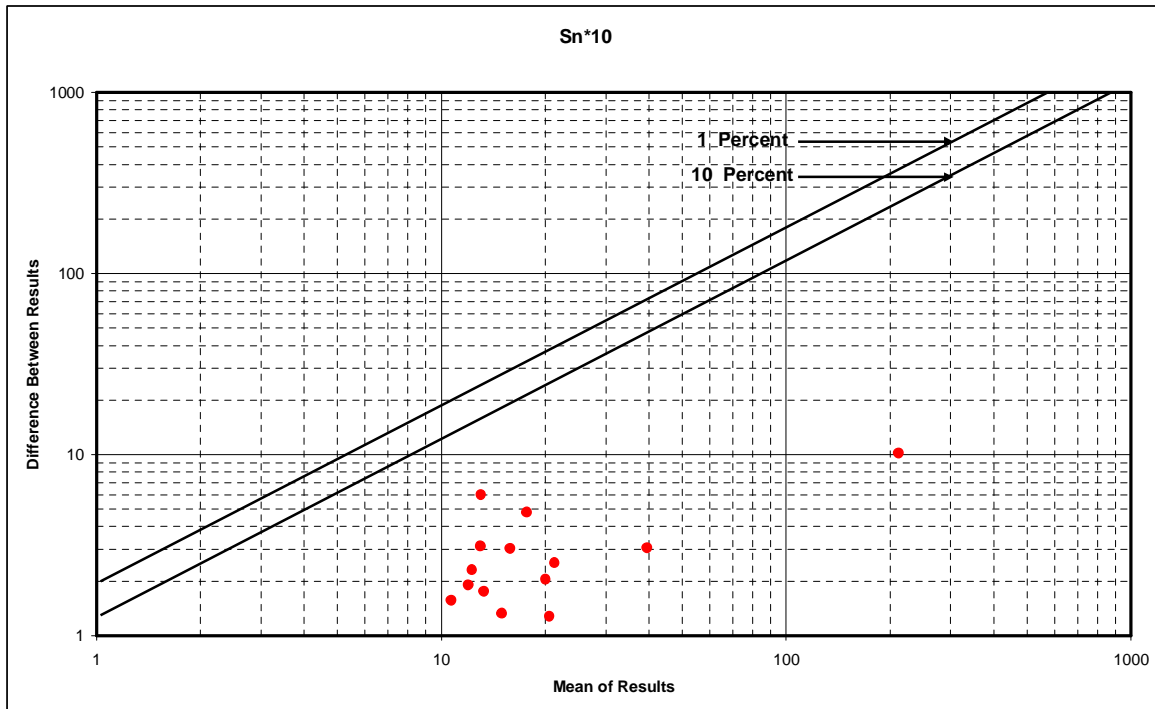
شکل شماره 5-7- خطای آنالیز سرب با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



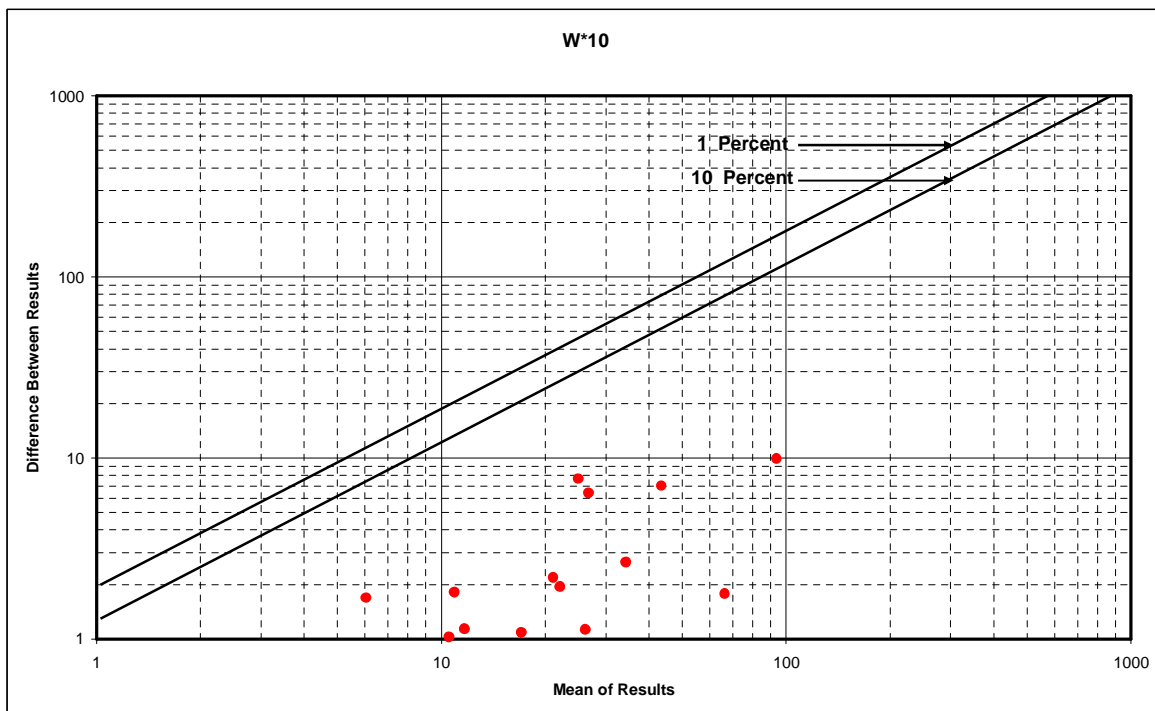
شکل شماره 5-8- خطای آنالیز آنتیموان با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



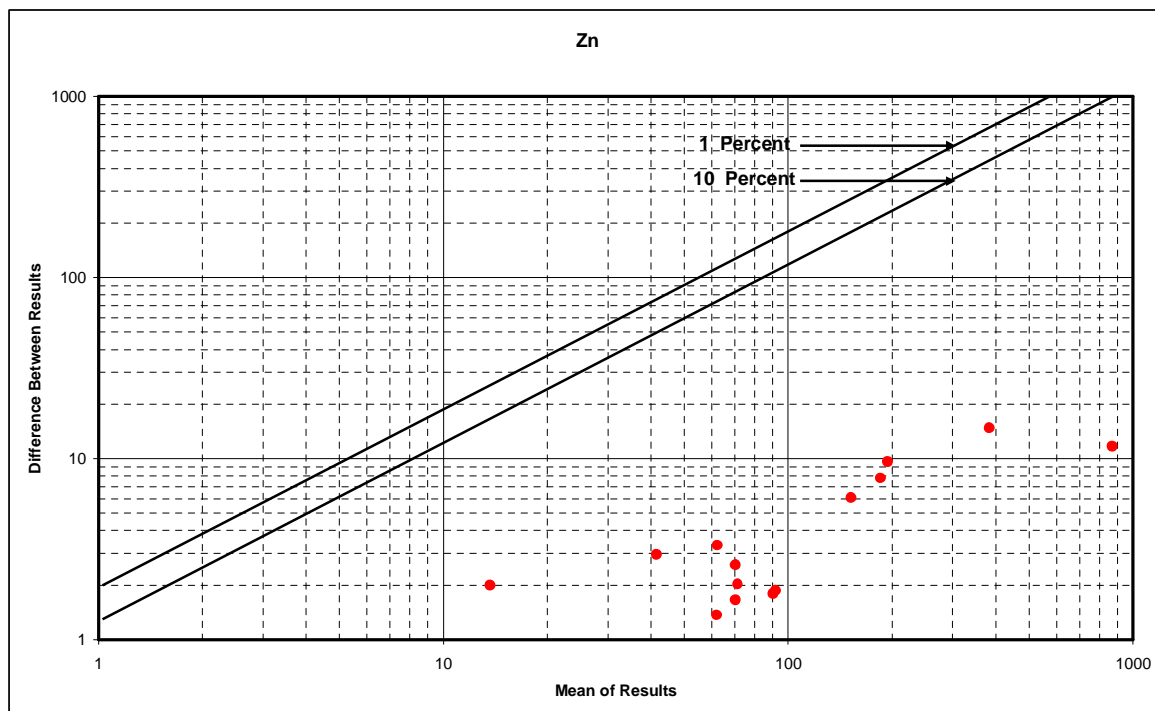
مطالعات لیتوزئوشیمیایی



شکل شماره 5-9- خطای آنالیز قلع با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



شکل شماره 5-10- خطای آنالیز تنگستن با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث



شکل شماره 5-11- خطای آنالیز روی با استفاده از روش گرافیکی تامسون - هوارث

3-5- داده‌پردازی

5-3-1- جایگزینی داده‌های سنسورد

گاهی مواقع به‌علت وجود عیارهای بسیار کم (کمتر از حد تشخیص پایینی دستگاه یا روش تجزیه) و یا عیارهای بسیار بالا (بیشتر از حد تشخیص بالایی دستگاه یا روش تجزیه) داده‌های دقیقی بدست نیامده و این مقادیر عیاری به‌صورت صفر (0)، یا مقادیر کمتر از حد پایینی دستگاه (<) و یا مقادیر بیشتر از حد بالایی دستگاه (>) گزارش می‌شوند. به این مقادیر داده‌های سنسورد گفته می‌شود. داده‌های سنسورد به‌صورت کمی نبوده و وجود آن‌ها در پردازش داده‌ها ایجاد اختلال می‌نماید. به همین دلیل می‌بایست با مقادیر عددی مناسب جایگزین گردند.

روش‌های مختلفی برای تعیین مقادیر جایگزین داده‌های سنسورد وجود دارد. از جمله این روش‌ها

می‌توان از روش آماری بیشترین درست‌نمایی، روش جایگزینی مقدار $\frac{3}{4}$ حد تشخیص پایینی دستگاه برای



داده‌های سنسورد کوچک تر از حد $(<)$ و $\frac{4}{3}$ حد تشخیص بالایی دستگاه برای داده‌های سنسورد بزرگتر از حد $(>)$ نام برد. در این پروژه از روش جایگزینی $\frac{3}{4}$ حد تشخیص پایینی دستگاه استفاده شده است.

لازم به توضیح است که صرف نظر از روش انتخابی، جایگزین کردن داده‌های سنسورد در مورد عناصری که درصد بالایی از داده‌های آنها بصورت داده‌های سنسورد می‌باشد، انجام نشده و این عناصر در پردازش داده‌ها مد نظر قرار نمی‌گیرند.

5-3-2- پردازش‌های آماری داده‌ها (روش‌ها)

پس از جایگزین نمودن داده‌های سنسورد، بانک داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و SPSS تهیه گردید. سپس داده‌ها بر حسب مورد در مطالعات آماری و تهیه هیستوگرام‌ها، باکس پلات‌ها، دندروگرام‌ها و... به کار برده شدند.

5-3-2-1- روش تهیه نقشه آنومالی‌ها

در این پروژه نقشه آنومالی داده‌های خام برای هر عنصر تهیه شده است. در ادامه پردازش‌های آماری، ابتدا با استفاده از نرم‌افزار Surfer داده‌ها، واریوگرافی شده و سپس با به‌کارگیری روش تخمین کریجینگ، نقشه‌های آنومالی عناصر Au, Ag, As, Cu, Mo, Pb, Sb, Zn تهیه شده‌اند. علاوه بر نقشه‌های مزبور نقشه سطح فرسایش نیز ترسیم شده که شرح آنها در ادامه ارائه گردیده است.

5-3-2-2- واریوگرافی

در نمودار واریوگرام ویژگی‌های مهم اکتشافی نظیر موقعیت و تداوم کانی‌سازی، شعاع تاثیر و همسانگردی و یا ناهمسانگردی بررسی می‌شود. به عبارت دیگر، واریوگرام بیانگر ساختار فضایی نمونه‌ها است. در محور x واریوگرام فاصله (h) و در محور y آن میانگین مجذور اختلاف عیارها (در اینجا غنی‌شدگی) در فاصله h که با $g(h)$ نشان داده می‌شود، قرار می‌گیرد. طبیعی است که با افزایش فاصله (h) به مقدار واریوگرام نیز افزوده

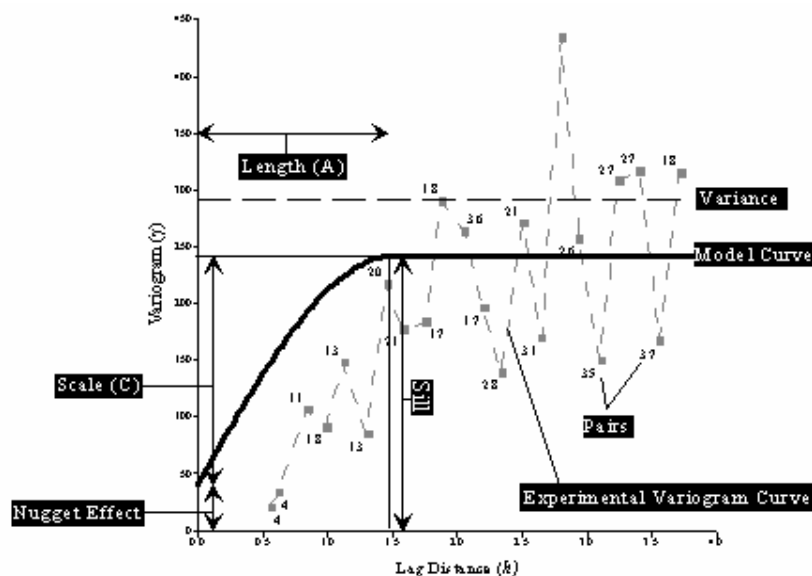


خواهد شد. این امر بیانگر تشابه یا تاثیر نمونه‌ها در فاصله معینی از یکدیگر خواهد بود. بنابراین شکل واریوگرام می‌تواند تا حدودی بیانگر چگونگی تداوم کانی‌سازی باشد. فاصله‌ای را که در آن واریوگرام به حد ثابتی رسیده و به حالت افقی نزدیک می‌شود، شعاع تاثیر می‌گویند. بدیهی است که در خارج از شعاع تأثیر، نمونه‌ها مستقل از یکدیگر خواهند بود (شکل شماره 5-12). مقدار واریوگرام پس از رسیدن به یک حد ثابت، سقف خوانده می‌شود. این مقدار در عین حال برابر واریانس کلی نمونه‌هایی می‌باشد که در محاسبه واریوگرام به کار گرفته شده است. مقدار واریوگرام در مبدأ مختصات یعنی $h = 0$ را اثر قطعه‌ای¹ می‌نامند که در حالت ایده‌آل بایستی برابر صفر باشد. زیرا دو نمونه که از یک نقطه $h = 0$ گرفته شده، از نظر تئوری دارای عیار یکسانی هستند، اما در عمل این امر هرگز مشاهده نمی‌شود. وجود اثر قطعه‌ای بیانگر احتمال بروز اشکالاتی است که در پیاده کردن شبکه نمونه‌برداری، آماده‌سازی، خطای آنالیز نمونه‌ها و در نهایت عدم ساختار فضایی کانسار در آن فاصله خواهد بود. همسانگردی یا ناهمسانگردی کانسار نیز از جمله اطلاعاتی است که از متن واریوگرام‌های جهتی و غیرجهتی قابل درک است. واریوگرام، تابعی برداری است، بنابراین جهت و فاصله در آن نقش دارد. مقدار این تابع نشان می‌دهد که در راستاهای مختلف، میانگین عیارها نسبت به فاصله چگونه تغییر می‌کند. بیان ریاضی واریوگرام عبارت است از:

$$2g(h) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

که در آن $2g(h)$ برابر با واریوگرام، n تعداد جفت نمونه، $z(x_i)$ عیار در نقطه x_i و $z(x_i + h)$ عیار نمونه در فاصله $x_i + h$ است.

¹ - Nugget Effect



شکل شماره 5-12- پارامترهای اصلی واریوگرام در حالت کلی

5-4- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه A1 (کدر)

5-4-1- بررسی پارامترهای آمار توصیفی

جدول آماری توصیفی داده‌ها تهیه و در جدول شماره 5-2 آورده شده است. در این جدول مقادیر میانگین،

میانه، ماکزیمم و مینیمم در مورد طلا بر حسب ppb و در مورد سایر عناصر ppm می باشد.

اولین گام در پردازش داده‌ها، داده پردازشی تک متغیره با تکیه بر آمار کلاسیک به صورت توصیفی و با

استفاده از نمودارهای گرافیکی است که به عنوان مقدمه‌ای بر داده‌پردازی دو متغیره و چند متغیره محسوب

می‌شود. جدول پارامترهای آماری توصیفی (جدول شماره 5-2) مقادیر ماکزیمم، مینیمم، واریانس، میانه، میانگین،

انحراف معیار، کشیدگی، چولگی و ضرایب تغییرات (CV%) را شامل می‌گردد. از آنجایی که انحراف معیار

جوامع، پارامتر مناسبی برای مقایسه درجه تغییرپذیری آنها نیست (صفحه 33 کتاب تحلیل داده های اکتشافی،

دکتر حسنی پاک، انتشارات دانشگاه تهران)، به همین سبب از ضریب تغییرات (CV%) که حاصل تقسیم

انحراف معیار به میانگین می‌باشد، استفاده می‌شود. این پارامتر معیاری از تغییر پذیری نسبی بوده و در مقام

مقایسه با تمامی عناصر نقش اساسی را بر عهده دارد. شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر با تقسیم حداکثر

عیار بر میانگین محاسبه و در ستون آخر جدول شماره 5-2 آمده است.



علاوه بر ضریب تغییرات، مقادیر مربوط به چولگی نیز مهم بوده و می‌بایست مد نظر قرار گیرد. هر چه مقدار عددی چولگی مثبت داده‌ها، بیشتر باشد، احتمال غیر عادی بودن عنصر نیز بیشتر خواهد شد. در داده‌های فوق بیشترین مقادیر مثبت چولگی به ترتیب مربوط به عناصر Sb, Au, Cr, Cd, La, Pb و As می‌باشد. بیشترین مقدار ضریب تغییرات نیز به ترتیب مربوط به عناصر $Sb, Au, Pb, Mn, As, Cd, Li, Mo$ و Cu است. بدین ترتیب در بین عناصری که ضریب تغییرات بالایی داشته‌اند، عناصر $Sb, Au, Pb, Mn, As, Cd, Mo$ و Cu اهمیت زیادی دارند و احتمال وجود کانی‌سازی‌های مربوط به آنها در محدوده بیشتر از عناصر دیگر می‌باشد.

5-4-2- ترسیم هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی

هیستوگرام نمایش گرافیکی داده‌ها بر مبنای کلاسه²‌های از پیش تعریف شده است. در این نمودارها محور x نمایانگر تعداد کلاسه‌ها و محور y نشاندهنده فراوانی هر یک از کلاسه‌ها می‌باشند. سه ویژگی موقعیت³، پراکندگی⁴ و شکل⁵ توسط هیستوگرام‌ها قابل ارائه است. محاسبه موقعیت در یک جامعه آماری با محاسبه میانگین حسابی و هندسی جامعه، مد و میانه و محاسبه پراکندگی با آمارهایی همچون حد⁶، انحراف درون چارکی⁷، واریانس و انحراف معیار انجام می‌گیرد. شکل یک هیستوگرام نیز از پارامترهایی همچون چولگی و کشیدگی تاثیر می‌پذیرد. هیستوگرام‌ها به همراه جدول پارامترهای آماری، اولین پارامترهایی هستند که امکان پردازش‌های بعدی را در اختیار کارشناسان قرار می‌دهند. تمام هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی این محدوده با استفاده از داده‌های همگن شده ترسیم شده اند. (اشکال 5-13 تا 5-16).

2 - Interval

3 - Location

4 - Dispersion

5 - Shape

6 - Range

7 - Interquartile Devision



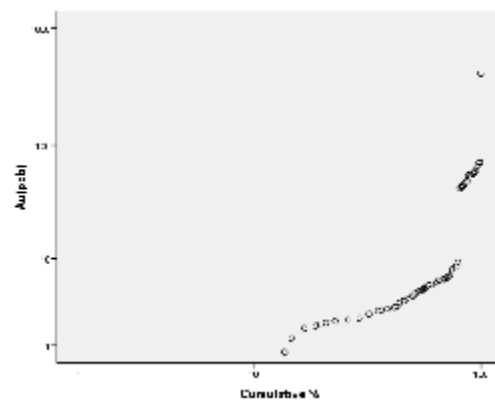
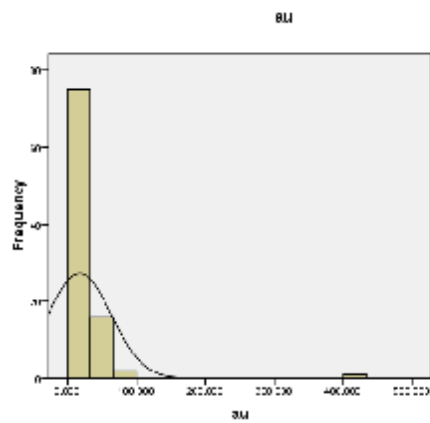
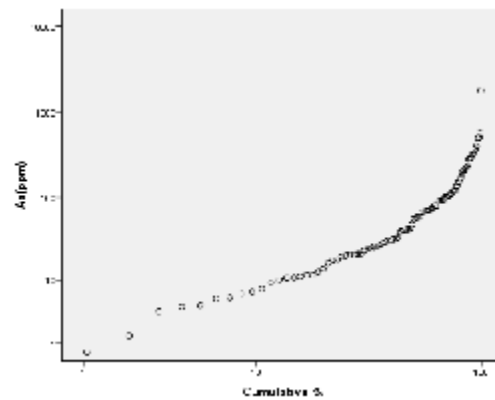
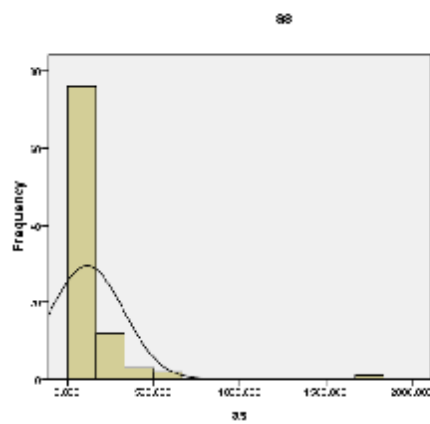
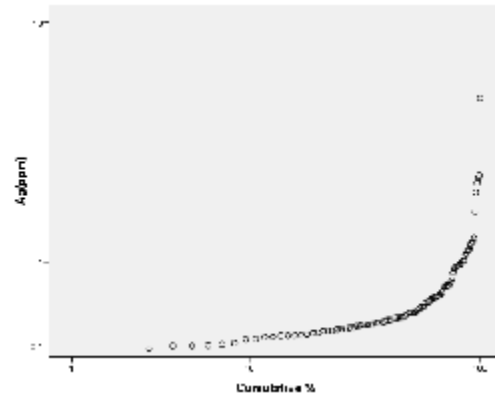
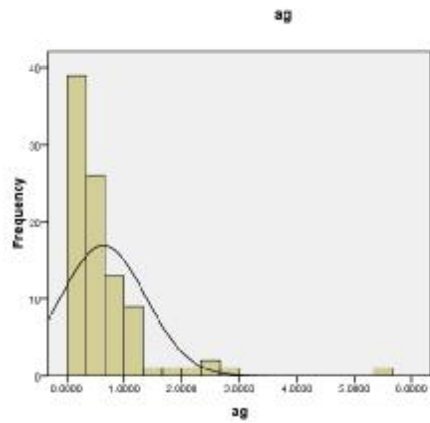
مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-2- پارامترهای آماری توصیفی در منطقه A1

Variable	N	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum	CV(%)	شدت غنی شدگی
Au	94	17.83	4.20	45.82	2099.84	6.98	58.56	0.75	410.00	257.03	97.62
Ag	94	0.63	0.39	0.74	0.55	3.72	19.10	0.08	5.41	116.59	13.80
Al	94	77126.91	79550.00	15963.44	254831283.93	-1.53	3.52	10480.00	102800.00	20.70	1.29
As	94	115.26	51.91	212.43	45125.63	5.68	41.93	0.56	1791.00	184.31	34.50
Ba	94	751.47	678.15	513.06	263233.67	3.78	19.22	155.40	3945.00	68.27	5.82
Be	94	0.74	0.71	0.39	0.15	0.71	0.56	0.15	2.12	52.42	2.98
Bi	94	2.02	1.71	1.46	2.13	3.18	13.98	0.18	10.43	72.18	6.09
Ca	94	4515.05	3015.50	4938.16	24385386.71	3.59	13.33	901.10	28710.00	109.37	9.52
Cd	94	0.46	0.22	0.77	0.60	6.55	53.32	0.08	6.94	168.36	30.88
Ce	94	37.98	35.44	17.11	292.62	4.85	34.91	14.89	167.10	45.04	4.72
Co	94	3.12	2.38	2.34	5.46	1.49	1.53	0.22	10.25	74.83	4.32
Cr	94	17.92	16.15	12.51	156.60	6.90	57.97	4.19	124.70	69.83	7.72
Cs	94	1.59	1.51	1.03	1.05	1.06	1.67	0.38	5.35	64.74	3.54
Cu	94	104.28	65.57	141.58	20046.22	4.30	22.03	3.57	1012.00	135.78	15.43
Fe	94	38622.33	33030.00	27684.84	766450161.45	3.44	17.10	3180.00	210500.00	71.68	6.37
Hg	94	0.09	0.10	0.02	0.00	-0.67	2.79	0.04	0.15	19.05	1.61
K	94	14766.90	14890.00	6325.14	40007450.24	0.39	0.37	1549.00	32040.00	42.83	2.15
La	94	19.37	18.55	11.68	136.32	6.50	54.54	5.85	117.60	60.28	6.34
Li	94	10.87	6.97	16.74	280.07	5.21	30.08	1.71	118.90	153.96	17.06
Mg	94	1322.25	865.30	1370.56	1878441.67	1.66	2.48	52.55	6294.00	103.65	7.27
Mn	94	174.50	62.19	341.28	116472.96	3.60	13.83	18.10	2058.00	195.57	33.09
Mo	94	6.51	3.62	9.87	97.48	3.77	15.45	0.53	57.40	151.67	15.87
Na	94	12586.86	9868.00	9389.24	88157912.03	1.29	1.34	364.60	42310.00	74.60	4.29
Nb	94	8.80	7.80	5.60	31.33	4.45	28.80	1.44	48.86	63.61	6.27
Ni	94	4.66	3.01	4.15	17.26	1.91	3.03	0.66	19.32	89.13	6.42
P	94	1404.65	1184.00	763.88	583511.82	2.11	5.57	366.50	4784.00	54.38	4.04
Pb	94	355.08	195.35	747.35	558534.08	6.10	39.12	2.09	5603.00	210.47	28.68
Rb	94	29.92	25.87	23.37	546.34	0.82	0.17	1.72	103.40	78.13	4.00
S	94	48998.85	35480.00	46685.71	2179555782.01	0.72	-0.79	335.30	152500.00	95.28	4.30
Sb	94	12.40	4.22	45.97	2113.63	8.76	80.83	0.08	437.40	370.64	103.70
Sc	94	5.09	4.92	2.73	7.43	3.18	17.79	0.76	22.31	53.54	4.53
Sn	94	1.61	1.49	0.57	0.33	3.38	18.05	0.89	5.30	35.69	3.55
Sr	94	1131.21	1073.50	653.99	427708.05	1.11	1.47	268.40	3328.00	57.81	3.10
Te	94	0.24	0.25	0.05	0.00	0.07	6.00	0.08	0.45	18.82	1.83
Th	94	10.10	9.62	4.07	16.54	0.41	-0.16	1.45	20.09	40.26	2.09
Ti	94	1642.45	1498.50	827.13	684140.25	0.78	0.25	225.70	4084.00	50.36	2.73
Tl	94	0.70	0.72	0.14	0.02	-0.32	1.29	0.38	1.17	20.09	1.62
U	94	0.69	0.45	0.77	0.59	3.12	11.12	0.15	4.77	110.62	10.59
V	94	68.58	69.35	20.16	406.37	0.69	4.35	15.55	160.20	29.39	2.31
W	94	1.25	0.98	1.03	1.05	3.57	17.06	0.39	7.62	81.90	7.75
Y	94	4.55	3.51	3.01	9.07	2.49	9.16	1.55	21.00	66.16	5.99
Zn	94	61.45	32.14	81.65	6666.48	2.85	8.98	3.35	413.40	132.86	12.86
Zr	94	39.99	39.48	18.96	359.32	0.59	0.37	5.50	95.97	47.40	2.43



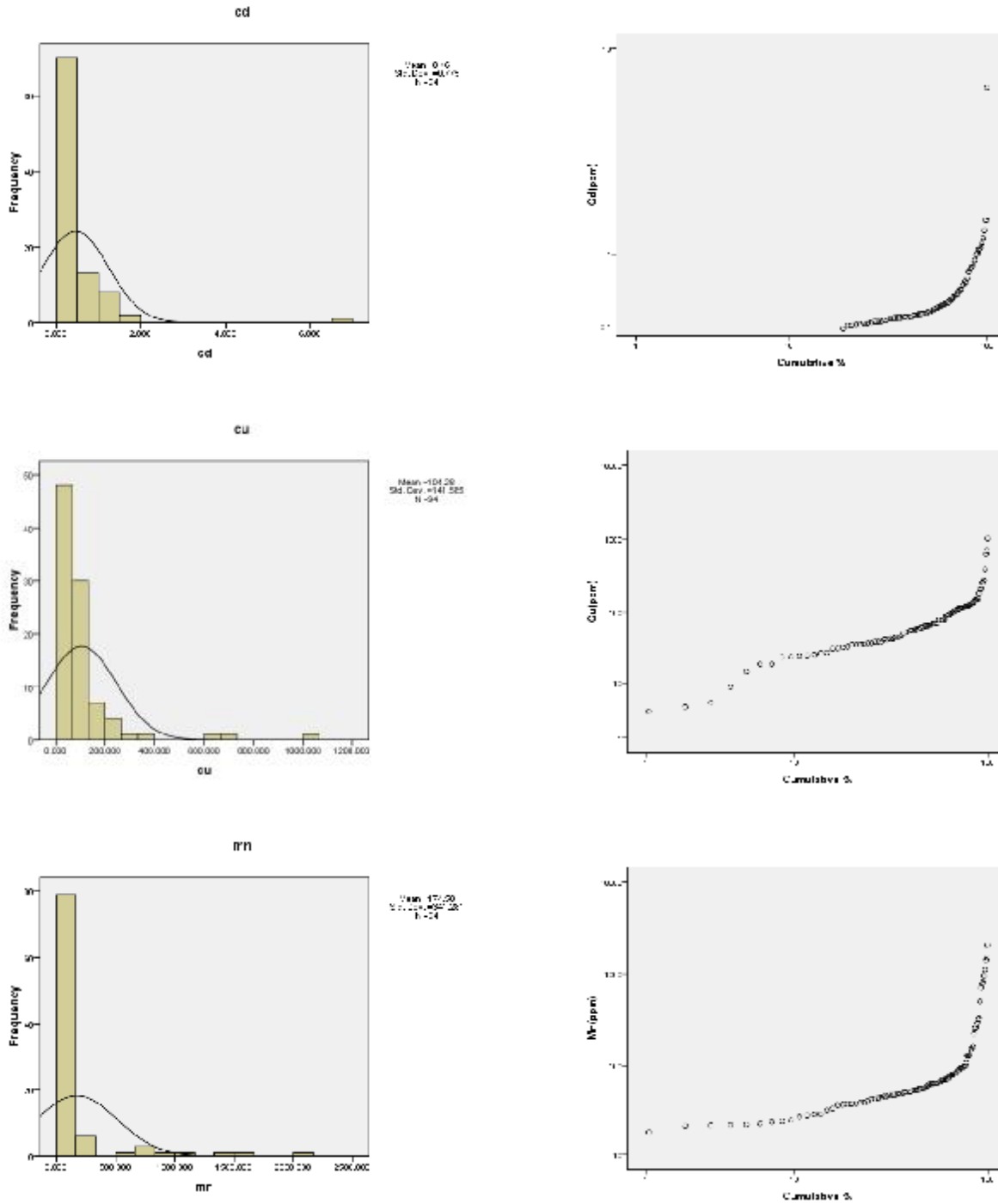
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-13- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Ag, As, Au



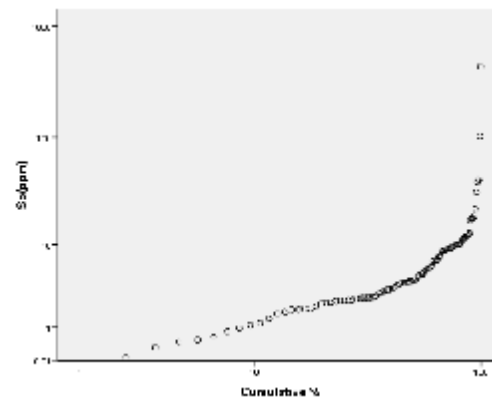
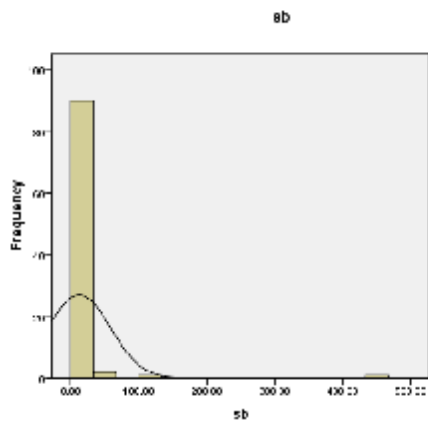
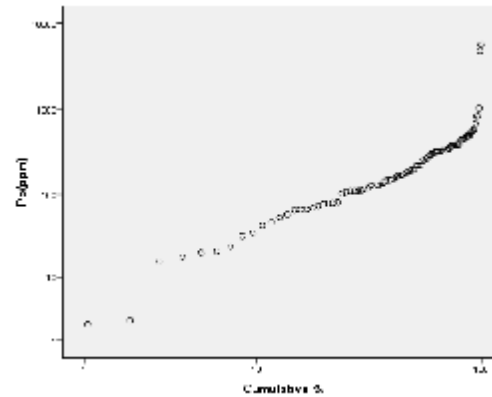
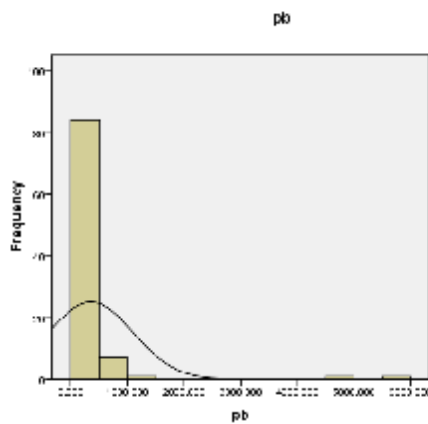
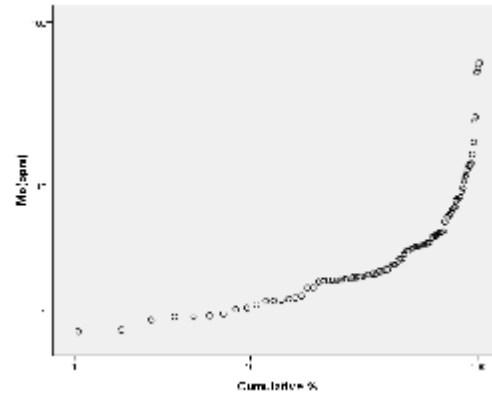
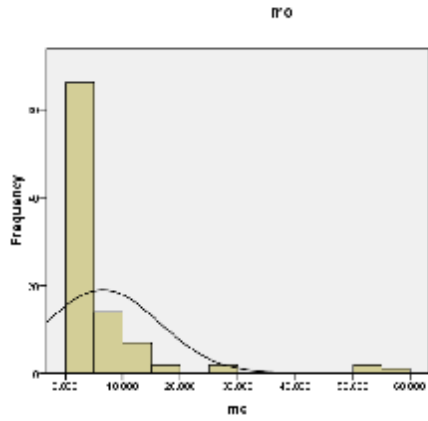
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-14- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Cd, Cu, Mn



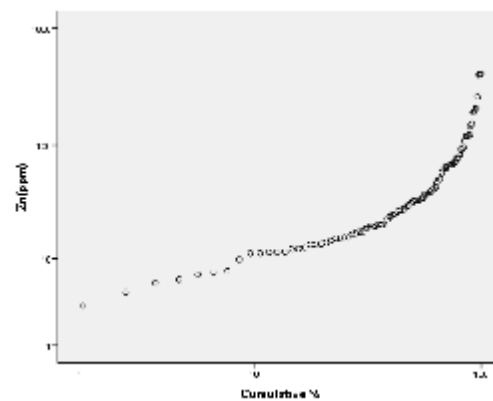
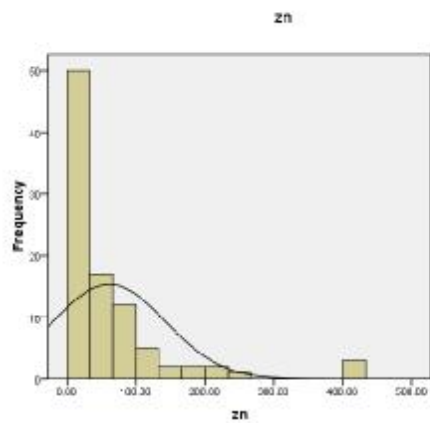
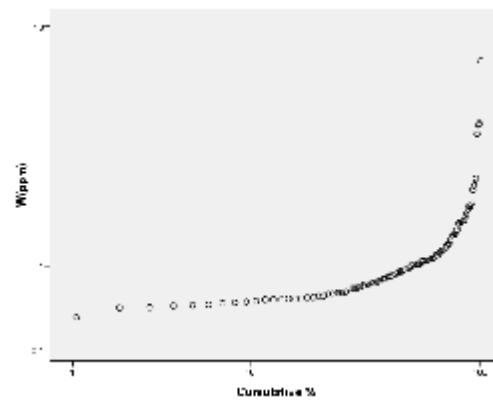
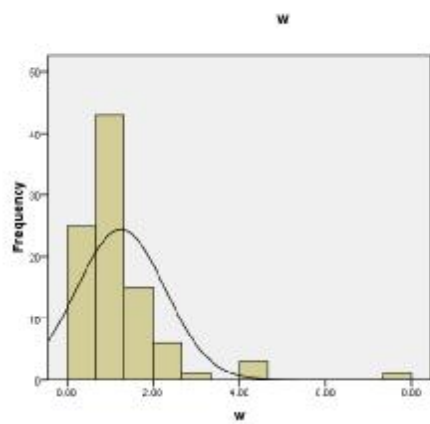
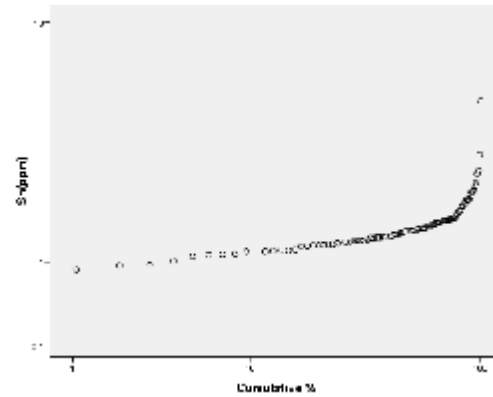
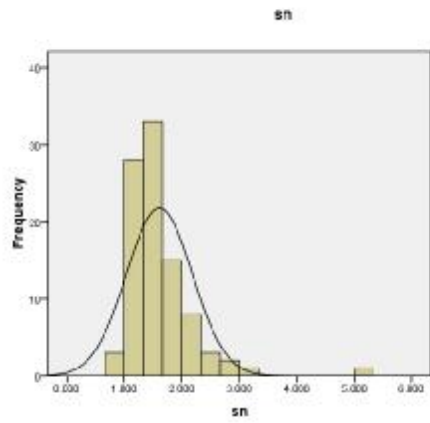
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-15 - هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Mo, Pb, Sb



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-16- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Sn, W, Zn



- نتایج حاصل از بررسی هیستوگرامها و نمودارهای درصد تجمعی عناصر به شرح زیر می باشد:
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی نقره می توان دو جمعیت متفاوت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی آرسنیک نیز می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی طلا بوضوح می توان دو جمعیت متفاوت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی کادمیم هم می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 6 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مس می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 600 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی منگنز نیز می توان دو جمعیت متفاوت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مولیبدن می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 50 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
 - در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی سرب می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 4000 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.



- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی آنتیموان می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 400 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی قلع تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که نشان از عادی بودن مقادیر این عنصر در منطقه است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی تنگستن می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 7 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی روی می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 400 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.



5-4-3- ترسیم باکس پلات ها

باکس پلاتها یا نمودارهای جعبه‌ای یکی از روش‌های نمایش توزیع داده‌ها در جوامع آماری است که با توجه به چارک‌های آن و حد بین چارکی⁸ انتخاب شده‌اند. در این نمودارها میزان حداقل، 25 درصد، میانگین، 75 درصد و حداکثر به نمایش گذارده شده و نمونه‌هایی نیز بر اساس حد بین چارکی به عنوان نمونه‌های خارج از رده⁹ یا فوق‌العاده¹⁰ محسوب شده‌اند. نمونه های خارج از رده به نمونه هایی اطلاق می شود که فرمول زیر در آن ها صادق باشد:

$$\text{Outlier} = 1.5 \sim 3 (75^{\text{th}} - 25^{\text{th}})$$

نمونه هایی که مقادیر عنصری آن‌ها بالاتر از این حد باشد به عنوان نمونه های فوق العاده نامیده می شوند. کشیدگی دم (Tail) باکس پلاتها می تواند معرف نمونه هایی باشد که در مقادیر غیر معمول خود را نشان داده اند. با توجه به باکس پلات ها می توان، به بررسی میزان مناسب حد تشخیص¹¹، میزان گستردگی حد بین چارکی، وضعیت میانگین در نمودار، نحوه گسترش نمونه های خارج از رده و فوق العاده و تمایز نسبی جوامع نرمال با سایر جوامع و احتمال پیدایش مقادیر ناهنجار را مشخص کرد (اشکال 5-17 تا 5-18).

⁸ - Interquartile Ranges

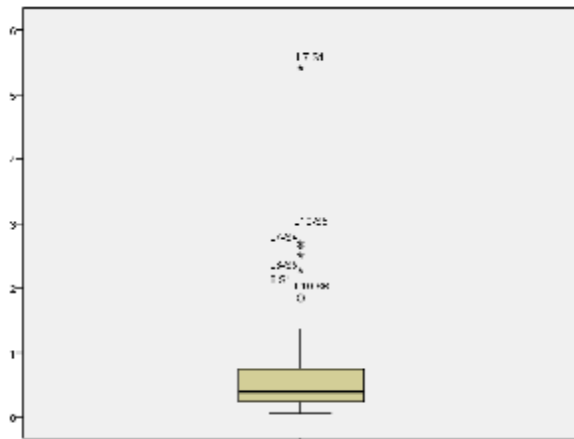
⁹ - Outlier

¹⁰ - Extreme

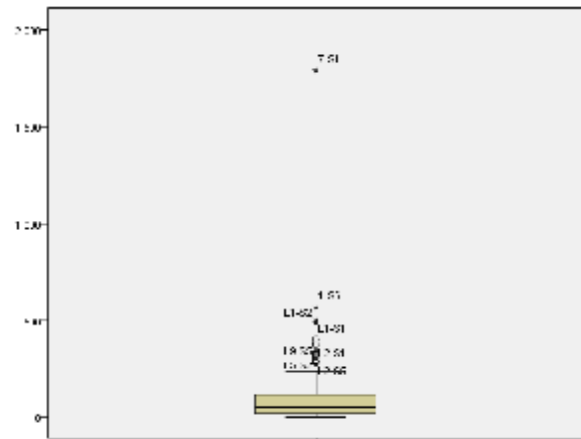
¹¹ - Detection Limit



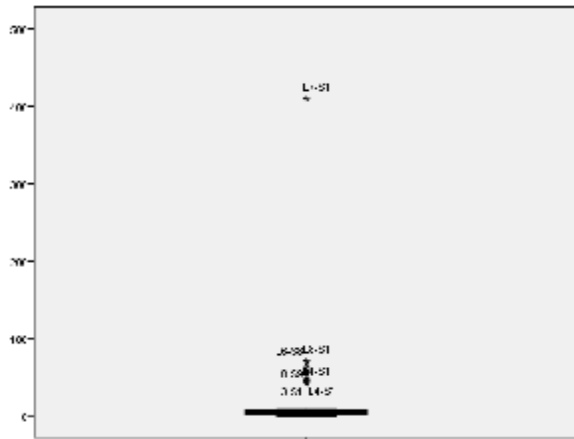
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



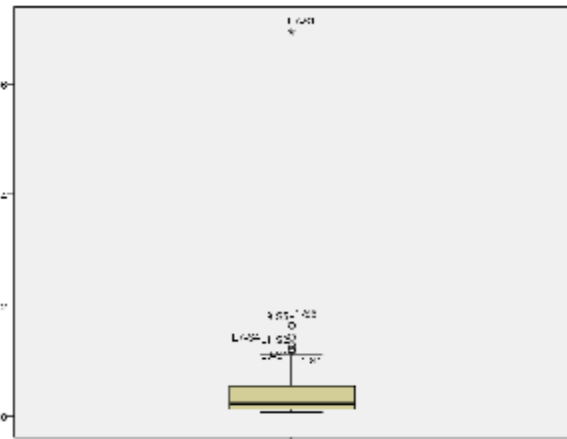
Ag



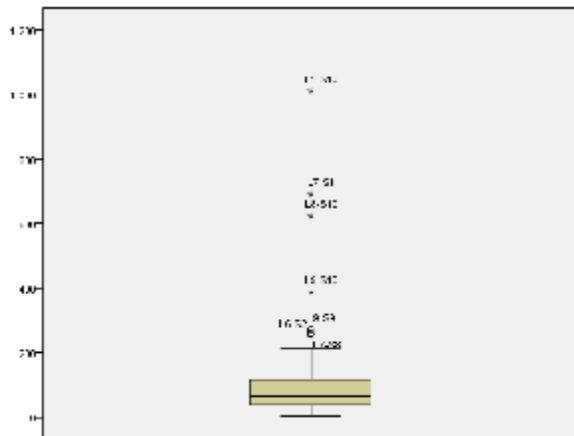
As



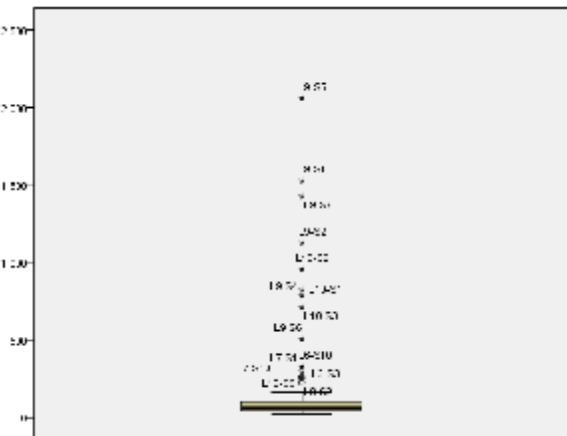
Au



Cd



Cu

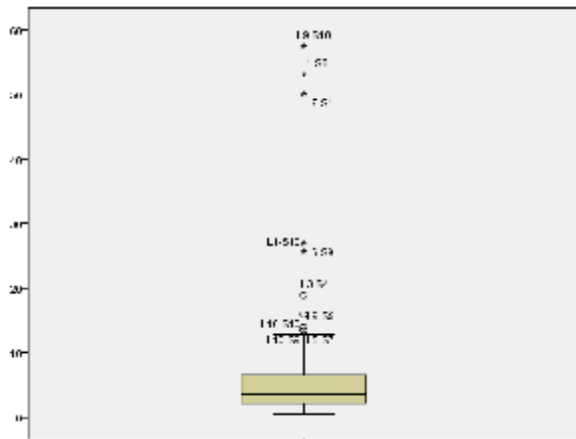


Mn

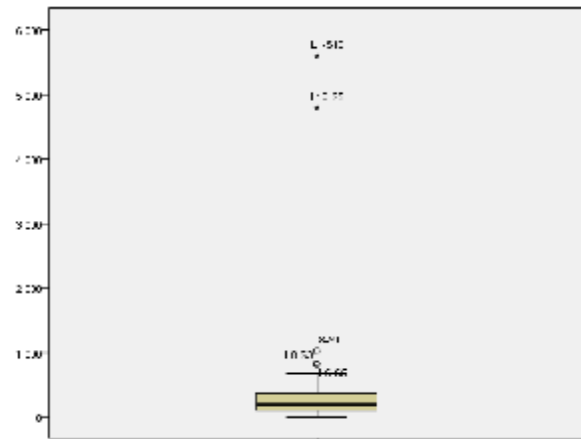
شکل شماره 5-17 - باکس پلات عناصر Ag, As, Au, Cd, Cu, Mn



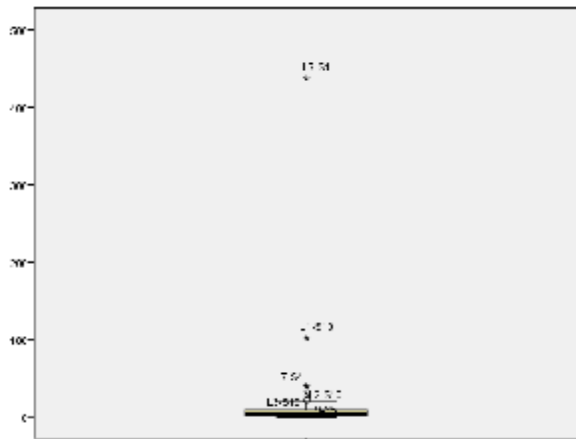
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



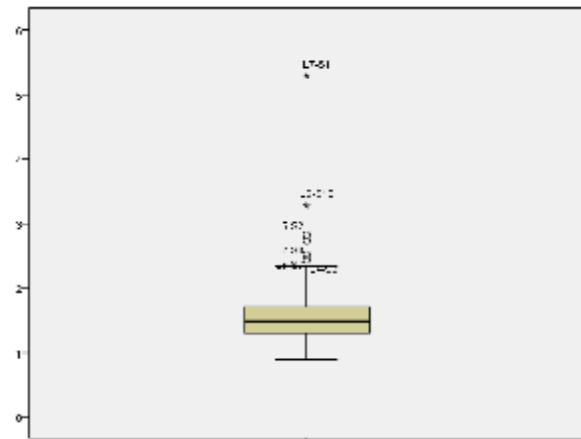
Mo



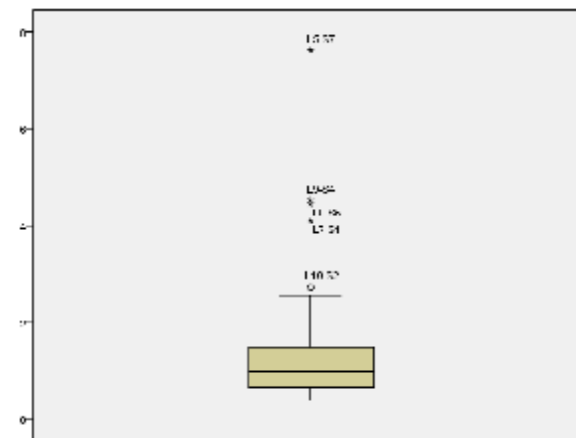
Pb



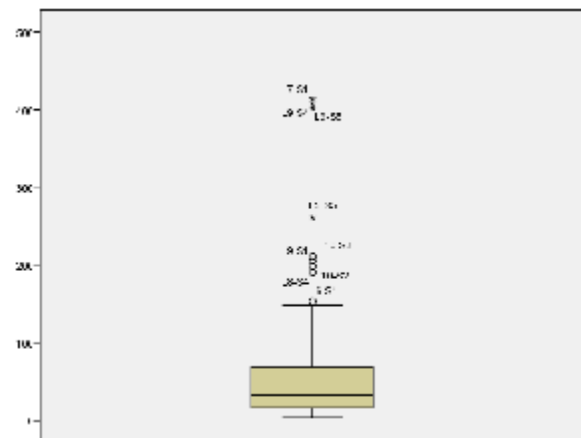
Sb



Sn



W



Zn

شکل شماره 5-18 - باکس پلات عناصر Mo, Pb, Sb, Sn, W, Zn



نتایج حاصل از بررسی باکس پلات عناصر به شرح زیر می باشد:

- نقره در نمونه های L7-S1, L10-S5, L7-S4, L6-S5 و L8-S1 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- آرسنیک در نمونه های L7-S1, L1-S6, L1-S2 و L1-S1 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- در باکس پلات طلا نمونه L7-S1 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
- در باکس پلات کادمیم نیز نمونه L7-S1 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
- مس در نمونه های L1-S10, L7-S1, L8-S10 و L9-S10 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- منگنز در نمونه های L9-S5, L9-S1, L9-S7, L9-S2, L10-S2 و ... بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- مولیبدن در نمونه های L9-S10, L1-S8, L7-S1 و L1-S10 و L6-S9 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- سرب در نمونه های L1-S10 و L10-S5 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- آنتیموان در نمونه های L7-S1 و L1-S10 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- در باکس پلات قلع نمونه L7-S1 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
- تنگستن در نمونه های L5-S7, L9-S4, L9-S5 و L7-S1 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- روی در نمونه های L7-S1, L9-S4, L9-S5 و L2-S5 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.

5-4-4- بررسی ضرایب همبستگی

بررسی روابط دو عنصر (متغیر) و نحوه ارتباط آنها از طریق محاسبه ضریب همبستگی قابل بررسی است. ضریب همبستگی دارای دامنه تغییراتی بین 1- و 1+ بوده به طوری که عدد 1- نمایانگر همبستگی کامل و منفی (ناهمسو)، عدد صفر معرف عدم وجود همبستگی بین دو عنصر (متغیر) و عدد 1+ نشانگر همبستگی مثبت (همسو) کامل و 100 درصد بین دو متغیر می باشد.



1- محاسبه ضریب همبستگی و بررسی اعتبار آن ها

محاسبه ضرایب همبستگی یکی از روش‌های آمار دو متغیره بوده و در تعیین دامنه پاراژنتیک عناصر از آن استفاده می‌شود. چندی پیش از این، برای اعتبار ضرایب همبستگی حدی تعریف شده (± 0.5) قرار داده و گروهی از صاحب‌نظران عقیده داشتند که برای محاسبه ضریب همبستگی می‌بایست از جوامع نرمال استفاده کرد. لذا با استفاده از نرم‌افزارهای گوناگون به نرمالایز کردن داده‌ها می‌پرداختند. ولی با توجه به پیشرفت نرم‌افزارهای آماری و توانایی آن‌ها در محاسبه حد اعتبار (Significant Level)، مبنای حد اعتبار تغییر نموده و بر اساس تعداد نمونه‌ها حد اعتبار می‌تواند پایین تر یا بالاتر از ± 0.5 در نظر گرفته شود.

ضریب همبستگی در واقع مبنای تغییرات دو متغیر نسبت به همدیگر است که می‌تواند دارای روند افزایشی، کاهشنده و یا فاقد هرگونه روند خاص باشد. ضریب همبستگی مبنای محاسبات رگرسیون و پیش بینی متغیری از روی متغیر دیگر و به دست آوردن فرمول دقیق رگرسیون می‌باشد. اما به نظر می‌رسد همیشه دامنه همبستگی‌ها معرف واقعیات پاراژنتیکی عناصر نباشد که دلایل آن به شرح زیر می‌باشد.

عوامل سیستماتیکی در دستگاه‌های آنالیز وجود دارد که بعضاً موجب ایجاد همبستگی‌های کاذب شده و کارشناسان را با مشکل روبرو می‌نماید. این عوامل در هنگام آنالیز نمونه‌ها می‌بایستی شناسایی شده و میزان آن‌ها به حداقل ممکن برسد.

در مجموعه کل داده‌ها وجود نمونه‌های خارج از رده (Outlier) می‌تواند ضریب همبستگی را افزایش دهد. در صورتی که همبستگی واقعی ممکن است کمتر از حدی باشد که نرم‌افزار گزارش نموده است.

در مطالعات نیمه تفصیلی و یا حتی تفصیلی همبستگی‌های یک جامعه معرف دو یا چند زیر خانواده می‌باشد که در هم ادغام شده و بعضاً همبستگی نسبتاً ضعیفی از خود نشان می‌دهند. اما اگر زیر خانواده‌ها که متأثر از عواملی همچون زمین شناسی، آلتراسیون، مینرالیزاسیون و ... می‌باشند، شناسایی شده و از یکدیگر تفکیک شوند، ضریب همبستگی اعتبار بیشتری خواهد یافت.

ضریب همبستگی متأثر از تعداد نمونه‌ای است که مبنای انجام محاسبات می‌باشد، در صورتی که تعداد نمونه‌ها کم باشد، بعضاً ضرایب همبستگی معتبری به دست نخواهد آمد.



علیرغم توجه به مطالب گفته شده محاسبه ضریب همبستگی در سری داده ها امری ضروری است. محاسبه ضریب همبستگی به شیوه های مختلف امکان پذیر است. حساسیت بعضی از آن ها به نرمال بودن تابع توزیع، مانع کارایی در سایر توابع توزیع می گردد. به همین دلیل انتخاب روش بهینه محاسباتی که وابستگی زیادی به نوع تابع توزیع نداشته باشد بسیار حائز اهمیت می باشد.

2- مقایسه چند روش در محاسبه ضریب همبستگی

در محاسبه ضریب همبستگی بعضی از متدها فرض نرمال بودن داده ها را به عنوان پیش فرض مطرح کرده اند، در صورت عدم دستیابی به این فرض، این روش ها نتایجی دور از واقعیت را به دست خواهند داد، با توجه به این پیش فرض، لزوم تبدیل داده ها به توزیع نرمال پیش می آید که در این صورت تعبیر و تفسیر همبستگی ها بایستی با دقت بیشتری همراه باشد. از جمله روشهایی که نیازمند جامعه نرمال است می توان به روش ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation Coefficient) اشاره کرد که بر اساس فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$R_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot s_x \cdot s_y}$$

در این فرمول x_i و y_i مقادیر متغیرهای x و y در نمونه i ، \bar{x} و \bar{y} میانگین متغیرها، n تعداد نمونه ها و S انحراف معیار جامعه است، اما روش محاسبه ضریب همبستگی اسپیرمن به عنوان یک روش ناپارامتری نسبت به توزیع داده ها حساس نمی باشد، این روش به گونه ای رتبه بندی سری افزاینده داده ها را در بر دارد، این ضریب از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$R_s = 1 - \frac{6 \sum (\Delta^2)}{n(n^2 - 1)}$$



در این فرمول $\sum(\Delta^2)$ جمع مربعات تفاضل شماره دو رتبه در دو سری داده به هم وابسته و n تعداد مشاهدات وابسته به یکدیگر است.

در جدول شماره 3-5 ماتریس ضرایب همبستگی در منطقه A1 نشان داده شده است. با توجه به ماتریس همبستگی بین عناصر در محدوده مورد مطالعه ملاحظه می شود که Au به عنوان یک عنصر مهم و محوری در کل محدوده قویترین همبستگی را با Cd و Sb و بعد از آن همبستگی خوبی با Ag, As, Sn و همچنین همبستگی متوسطی با Cu و Mo نشان داده است. از همبستگی های مهم دیگر می توان به همبستگی بین عناصر As-Cd-Sb و Co-Ni اشاره کرد. عنصر Cu در این منطقه همبستگی متوسطی را با Mo, Pb, Sb نشان می دهد.

میانگین عیار کلیه عناصر ذکر شده در همبستگی های فوق از 3 برابر مقدار زمینه آنها در کلیه سنگها (مطابق جداول پیوست) بالاتر می باشد. بنابراین می توان گفت که کلیه همبستگی های فوق الذکر در مرز عیار غیر عادی بوده و با اهمیت می باشد.



5-4-5- آنالیز خوشه ای داده ها (دندروگرام)

یکی دیگر از روش های آماری چند متغیره معمول در مطالعات ژئوشیمیایی و تحلیل داده ها استفاده از تکنیک آنالیز خوشه ای می باشد. در این تکنیک می توان به راحتی عناصر پارائنز و همچنین محیط مربوط به مجموعه موجود در خوشه را تشخیص داد. برای استفاده از این روش محاسبات مختلفی وجود دارد که در این پروژه از روش محاسباتی (Ward's Method) و با داده های همگن شده استفاده شده است.

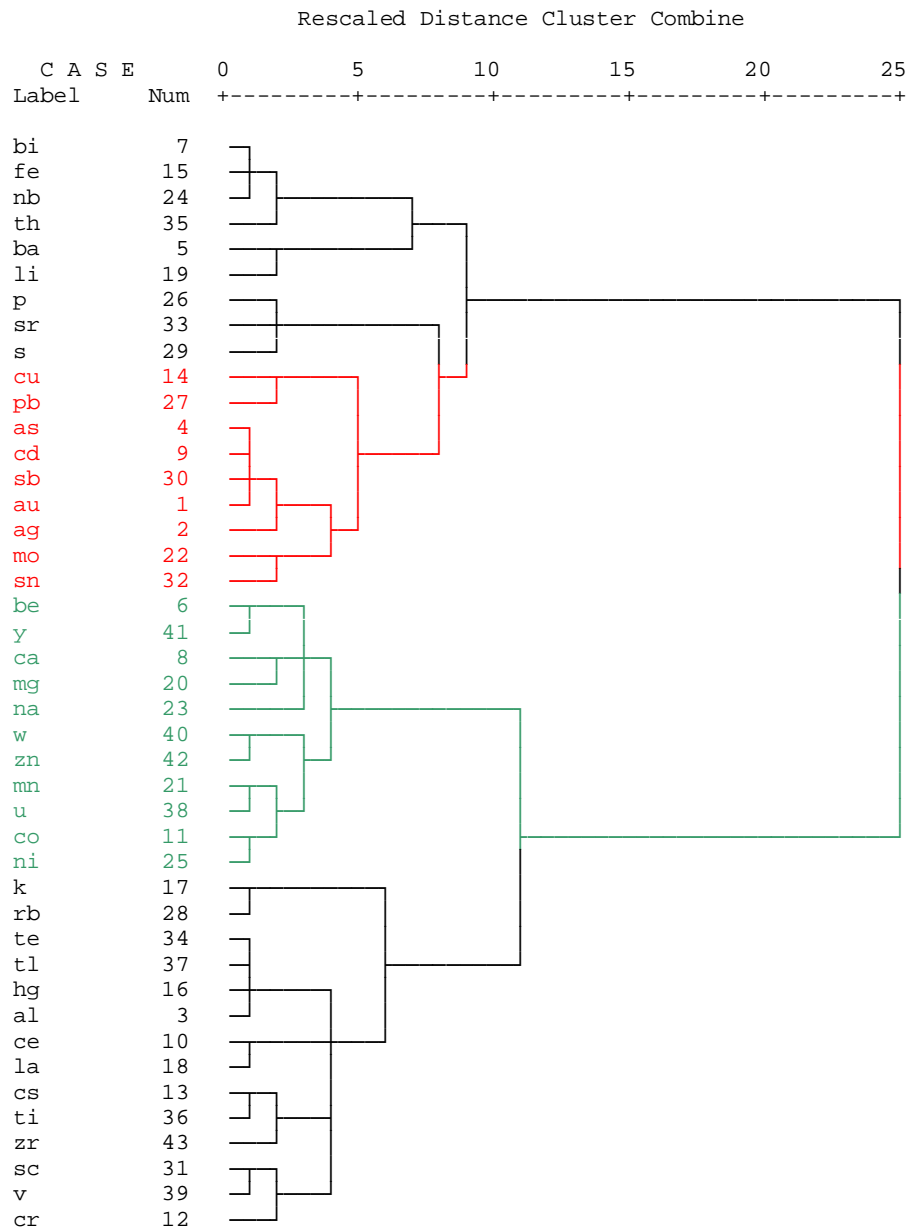
در این روش، معیار اتصال یک شی (هر متغیری) به یک خوشه یا دو خوشه به یکدیگر، با روش های محاسبه دیگر از جمله، اتصال نزدیک ترین همسایگی، دورترین همسایگی و اتصال میانگین تفاوت دارد. در این روش معیار اتصال یک شی به یک خوشه یا دو خوشه به یکدیگر، ایجاد کمترین افزایش در مجموع مربعات انحراف از میانگین خوشه مورد نظر است. نتایج حاصل از این روش از نظر ظاهری و حفظ سلسله مراتب ساختمانی مناسب می باشند. بدین دلیل روش Ward که در این پروژه استفاده شده به صورت یک انتخاب مناسب در تحلیل خوشه ای شناخته شده است (صفحه 351 کتاب تحلیل داده های اکتشافی دکتر حسنی پاک، انتشارات دانشگاه تهران).

در شکل شماره 5-19 دندروگرام مربوط به آنالیز خوشه ای داده ها منطقه A1 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود دندروگرام به دو خوشه اصلی تقسیم می شود که خوشه اول کانسار ساز و خوشه دوم سنگ ساز می باشد. خوشه کانسار ساز اصلی در این منطقه (خوشه قرمز رنگ)، زیر خوشه دوم از خوشه اول می باشد که شامل عناصر Cu, Pb, As, Cd, Sb, Au, Ag, Mo, Sn می باشد. زیر خوشه اول از خوشه دوم (خوشه سبز رنگ) شامل یک سری عناصر سنگ ساز و کانسار ساز بوده و به خوشه اول متصل شده است. در این مجموعه عناصر کانسار ساز (W, Zn) در کنار هم قرار گرفته اند.

در شکل شماره 5-20 دندروگرام مجموعه عناصر کانسار ساز در منطقه A1 رسم شده است. همانگونه که ملاحظه می شود خوشه اول که شامل عناصر As, Cd, Sb, Au, Ag می باشد از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه خوشه ها برخوردار می باشد.



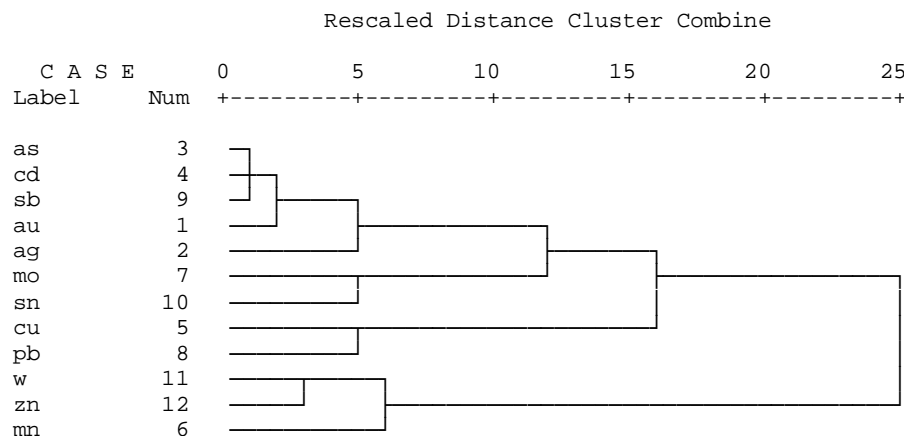
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-19 - دندروگرام داده ها به روش Ward



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-20- دندروگرام عناصر کانسارساز در منطقه

5-4-6- آنالیز فاکتوری داده ها

روش های آماری چند متغیره زمانی در علوم به عنوان یک راه حل مطرح گردید که جنبه تأثیر متغیره های گوناگون با یکدیگر فضایی گسترده تر از یک فضای سه بعدی را طلب می کرد. در این راه ابتدا روش های آنالیز تک متغیره گسترش پیدا کرده و سپس از نتایج آن ها در تکنیک های آماری چند متغیره و تجزیه تحلیل های چندگانه استفاده گردید.

در داده پردازی چند متغیره بر خلاف تک متغیره، که برای هر نقطه فقط مقدار یک عنصر مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد، چند متغیره به طور همزمان مورد بررسی و ارزیابی قرار می گیرند.

در بررسی های ژئوشیمیایی اکتشافی برای تفسیر داده ها همیشه نمی توان به نتایج حاصله از تجزیه و تحلیل فاکتوری متکی بود، زیرا این روش طوری طراحی شده که می تواند فقط مجموعه ای از فاکتورهایی که در توزیع آماری یک جمعیت ساده، اثر دارند را مشخص نماید. در حالی که در نواحی که هم از نظر زمین شناسی و هم از نظر نوع توده های کانساری ناهمگن هستند، تعداد بسیار زیادی از فرایندها (فاکتورها) می تواند روی یک متغیر (توزیع فراوانی یک عنصر) اثر گذارند. بررسی اثر تعداد زیادی از این فاکتورها روی تعدادی از متغیره ها، ممکن است خارج از گنجایش این روش تجزیه و تحلیل داده ها باشد (1971 Cameron-Hobbs).



ممکن است درصد تغییر پذیری هر مولفه مرتبط با تغییر پذیری لیتولوژی یا مشخصه های ژئوشیمیایی مرتبط با کانی سازی باشد. در اکثر موارد اولین و پس از آن گاهی دومین فاکتور می‌تواند مدل اثر تغییرات لیتولوژی منطقه را بیان کند.

متغیرهای فیزیکوشیمیایی محیطی نظیر pH و Eh، مقدار مواد ارگانیک، دما، فشار، ترکیب شیمیایی سنگ درونگیر، سرعت فرسایش، شیب توپوگرافی و مقدار ریزش‌های جوی متغیرهایی هستند که نقش مهمی را در فرآیندهای کانی سازی ایفا می‌کنند. در واقع هدف از تجزیه و تحلیل فاکتوری، تشخیص متغیرهای کنترل کننده اصلی از متغیرهای فرعی است. در این صورت می‌توان با حداقل تعداد متغیرهای فاکتوری، حداکثر تغییر پذیری بین داده‌ها را توجیه نموده و سهم نسبی هر یک از متغیرهای فاکتوری را در آن مشخص نمود.

مؤلفین متعددی خاطر نشان ساخته‌اند که علیرغم توانایی‌های آنالیز فاکتوری به‌عنوان یک روش پیچیده آماری در ارزش‌گذاری مجموعه‌های چند متغیره و تعیین متغیرهای اصلی، بایستی توجه کرد که در تفسیر نتایج حاصل از این روش بر روی داده‌های ژئوشیمیایی، همیشه می‌بایست نتایج حاصله با احتیاط به کار گرفته شده و در صورتی که تفسیر زمین شناسی بر آن‌ها انطباق ندارد کنار گذارده شوند.

نتایج مربوط به آنالیز فاکتوری در جداول شماره 5-4 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود 10 فاکتور اول در حدود 85 درصد از کل تغییرات جامعه را نشان داده است. فاکتور اول که 13 درصد از کل تغییرات جامعه را در بر گرفته، شامل عناصر Sb, Au, Cd, As, Sn, Ag, Mo می‌باشد که منعکس کننده کانی سازی این عناصر در منطقه است. Cu و Pb به تنهایی در فاکتور دهم نمایان شده‌اند که معرف کانی سازی این دو عنصر می‌باشد. این فاکتور تنها 3/6 درصد از کل تغییرات جامعه را نشان داده و در مقایسه با فاکتور اول از اهمیت کمتری برخوردار است.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-4 - نتایج مربوط به محاسبات فاکتوری

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11.336	26.363	26.363	11.336	26.363	26.363	5.683	13.216	13.216
2	7.818	18.181	44.544	7.818	18.181	44.544	5.418	12.600	25.815
3	4.762	11.075	55.619	4.762	11.075	55.619	5.259	12.231	38.046
4	3.225	7.501	63.120	3.225	7.501	63.120	4.438	10.320	48.366
5	2.432	5.655	68.775	2.432	5.655	68.775	4.083	9.495	57.861
6	1.919	4.463	73.238	1.919	4.463	73.238	4.080	9.487	67.349
7	1.469	3.417	76.654	1.469	3.417	76.654	2.437	5.668	73.016
8	1.415	3.291	79.945	1.415	3.291	79.945	2.047	4.760	77.776
9	1.168	2.717	82.662	1.168	2.717	82.662	1.614	3.754	81.530
10	1.077	2.504	85.166	1.077	2.504	85.166	1.563	3.635	85.166
11	.926	2.153	87.319						
12	.743	1.728	89.047						
13	.647	1.505	90.552						
14	.570	1.326	91.878						
15	.414	.962	92.840						
16	.385	.894	93.734						
17	.336	.780	94.515						
18	.312	.725	95.240						
19	.251	.585	95.825						
20	.232	.539	96.363						
21	.221	.515	96.878						
22	.199	.463	97.341						
23	.181	.421	97.763						
24	.160	.371	98.134						
25	.138	.322	98.456						
26	.122	.283	98.739						
27	.108	.251	98.990						
28	.081	.188	99.177						
29	.072	.168	99.345						
30	.057	.133	99.478						
31	.042	.097	99.575						
32	.036	.083	99.658						
33	.030	.070	99.728						
34	.026	.061	99.789						
35	.023	.053	99.843						
36	.021	.049	99.891						
37	.016	.037	99.928						
38	.011	.025	99.953						
39	.009	.020	99.973						
40	.006	.015	99.988						
41	.003	.006	99.994						
42	.002	.005	99.998						
43	.001	.002	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

ادامه جدول شماره 4-5
Rotated Component Matrix^a

	Component									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
sb	.912	-.148	.068	-.090	-.024	.156	-.040	.044	-.101	.144
au	.871	-.166	.047	-.184	-.066	.129	.085	.041	-.015	-.063
cd	.833	-.201	.261	-.073	-.102	.230	-.010	-.020	-.164	.061
as	.815	-.179	.021	-.106	-.084	.351	-.006	-.063	-.138	.064
sn	.815	.083	-.053	.163	.219	-.007	-.062	-.080	.173	-.116
ag	.632	-.174	.083	-.112	-.238	.253	.205	-.002	-.223	.277
mo	.611	-.210	-.126	.157	.213	-.092	-.084	-.338	.228	.145
hg	-.279	.866	.044	.112	.218	.114	-.106	.077	.042	-.010
al	-.259	.864	-.031	.180	.057	-.263	-.112	-.017	.060	-.027
te	-.023	.850	.119	.126	.267	.302	-.014	.092	.090	-.050
tl	-.146	.839	.205	.288	.225	.029	.068	.176	.122	-.051
v	-.140	.582	-.069	.207	.345	.396	.018	-.038	.404	-.043
zr	-.201	.506	.242	.165	.253	-.009	.104	.468	-.106	.154
ti	-.080	.497	.231	.276	.288	.015	.225	.457	.324	-.032
mn	-.024	-.027	.938	.126	-.050	-.019	.146	-.039	-.034	-.020
u	.011	.043	.929	.121	.045	.186	.120	-.040	.011	-.022
ni	.003	.104	.836	.171	.134	-.129	-.092	.187	.161	-.059
co	-.029	.299	.762	.145	.156	-.116	.144	.279	.156	-.063
zn	.421	.027	.737	.062	-.051	.176	-.012	.045	-.125	-.019
w	.307	.119	.551	.010	.510	.304	.128	-.067	-.086	.042
ca	-.106	-.230	.478	.231	.255	-.001	-.152	.460	-.032	-.049
rb	-.035	.251	.163	.900	.049	-.025	-.074	-.114	-.046	.011
s	-.155	-.013	-.149	-.809	-.098	-.052	-.292	-.199	-.107	.016
sr	.121	-.181	-.173	-.779	.117	-.102	-.091	-.125	-.125	.056
k	-.136	.365	-.023	.745	-.038	-.019	-.261	-.276	-.126	.000
mg	-.083	.118	.478	.689	.092	-.033	-.111	.360	.076	.007
p	.244	.004	-.042	-.592	.514	.187	-.088	-.154	-.072	.013
be	.285	.373	.336	.472	.412	.102	-.012	.317	-.051	-.092
la	-.124	.341	.102	-.022	.820	.223	.122	.085	-.020	.034
ce	-.128	.354	.086	-.145	.813	.197	.071	.085	.007	.023
Y	.072	.243	.562	.081	.617	.158	.061	.286	.019	-.084
sc	-.071	.493	.002	.284	.599	.168	.041	-.009	.379	-.106
bi	.269	.058	.031	-.040	.314	.883	.060	-.074	.026	-.006
fe	.232	.080	.027	-.026	.351	.878	.063	-.077	.048	-.002
th	.215	-.011	.035	.082	-.178	.873	.004	-.015	.137	.099
nb	.180	.181	.130	.011	.463	.801	.143	.016	.060	-.011
ba	.039	-.212	-.034	.098	.048	.046	.843	-.058	-.111	-.006
li	-.039	.028	.184	-.141	.017	.098	.840	-.142	.065	.132
cs	-.011	.335	.170	.239	.287	.060	.691	.320	.236	-.066
na	-.085	.331	.156	.067	-.016	-.245	-.191	.677	.171	-.136
cr	-.083	.203	.077	.032	-.032	.171	.028	.094	.815	.022
pb	.060	-.037	-.096	-.047	-.007	.013	.084	-.036	-.068	.942
cu	.551	-.050	-.074	.014	.018	.103	-.021	-.091	.211	.635

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 17 iterations.



5-4-7- پردازش های زمین آماری

تمامی پردازش های آماری تاکنون فارغ از موقعیت مکانی نمونه ها انجام پذیرفته است. در این بخش این نقص به کمک تکنیک های زمین آمار و با استفاده از نرم افزار Surfer برطرف، یا به گفته دیگر؛ توزیع فضایی داده ها نیز در پردازش های آماری به کار گرفته خواهد شد. نتیجه این پردازش ها نقشه های آنومالی عناصر خواهد بود. از نتایج واریوگرام می توان دامنه تأثیر، جهت و امتداد بیضوی آنیزوتروپی تخمین را ارزیابی کرد و سپس با روش کریجینگ به تخمین و ترسیم نقشه ها پرداخت.

1- واریوگرافی

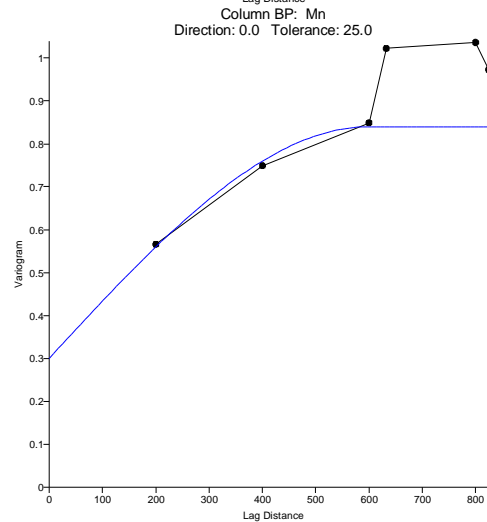
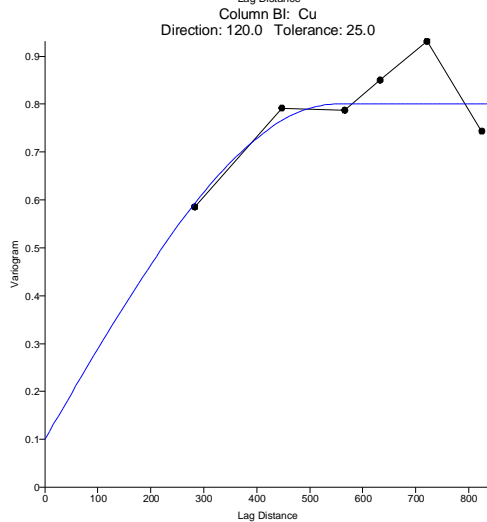
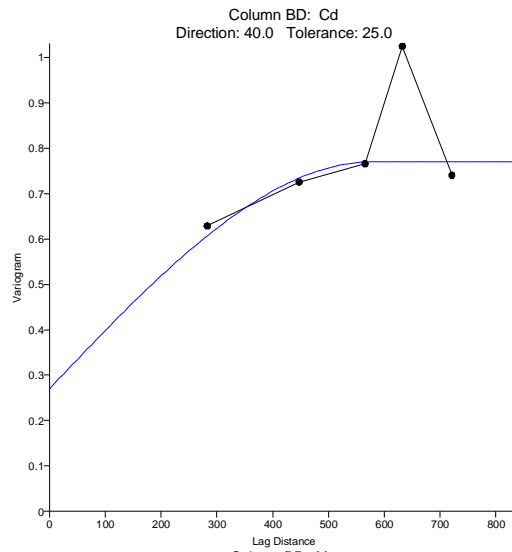
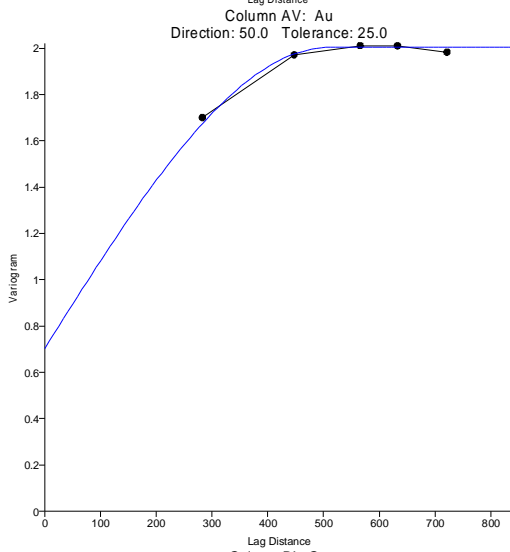
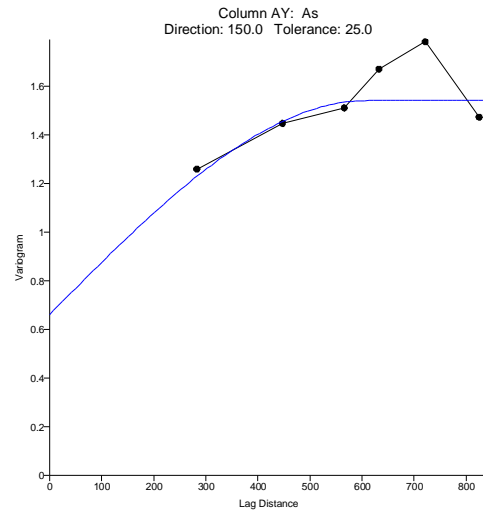
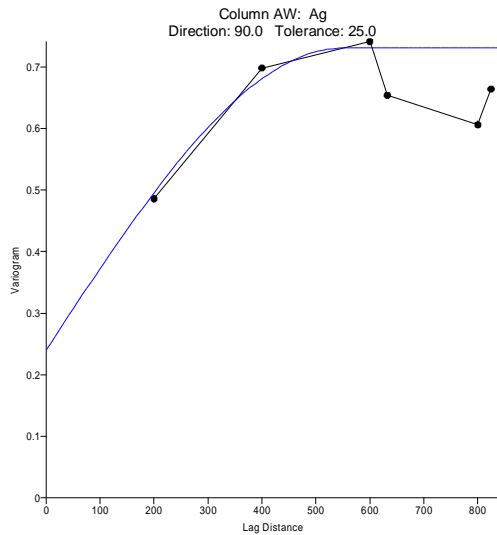
در ترسیم واریوگرام ها کوشش شده از امکاناتی استفاده شود تا بتوان با سود بردن از آنها بهترین مدل ممکن را که تداوم کانی سازی و جهت دار بودن یا غیر جهت دار بودن کانسار احتمالی را مشخص می کند برآزش نمود. در این پروژه از داده های همگن شده و در مورد تمامی عناصر از مدل برآزش کروی استفاده شده است. در ابتدای انجام مطالعات واریوگرافی، واریوگرام های غیر جهتی محاسبه و بهترین مدل بر آن ها برآزش شد. منظور از واریوگرام غیر جهتی این است تمام تخمین ها، شبکه بندی ها و ... فارغ از جهت باشد و تمام داده ها در تخمین و ارزیابی شرکت داده می شوند. پس از تهیه واریوگرام های غیر جهتی، بهترین واریوگرام در مناسب ترین جهت ترسیم گردید. مناسب ترین جهت منطبق بر جهتی است که حداکثر تغییرات در آن جهت مشاهده می شود.

در اشکال شماره 5-21 الی 5-22 نمودارهای واریوگرافی جهتی عناصر مورد بررسی در منطقه A1 نشان

داده شده است.



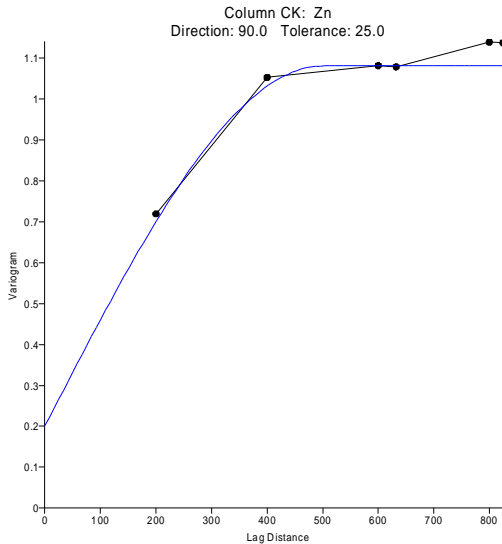
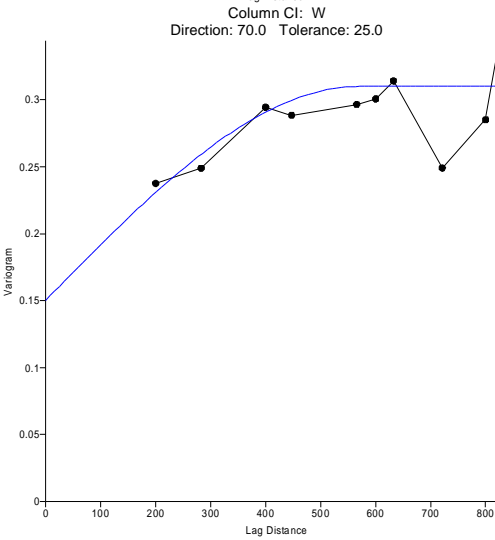
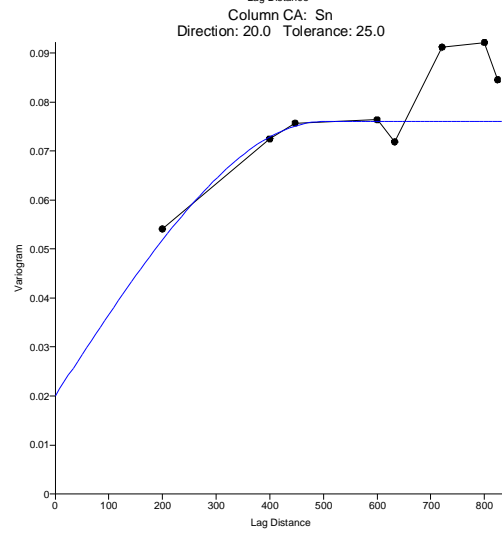
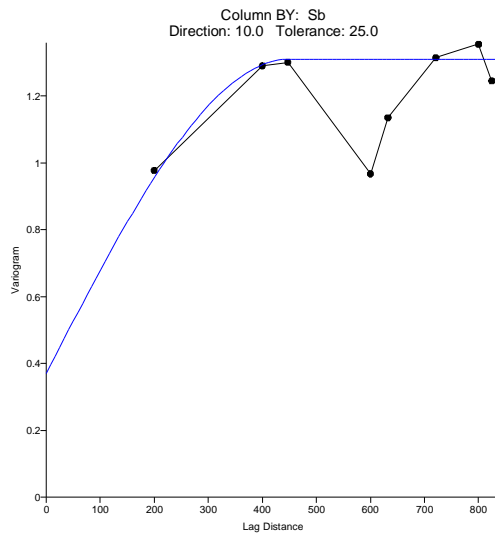
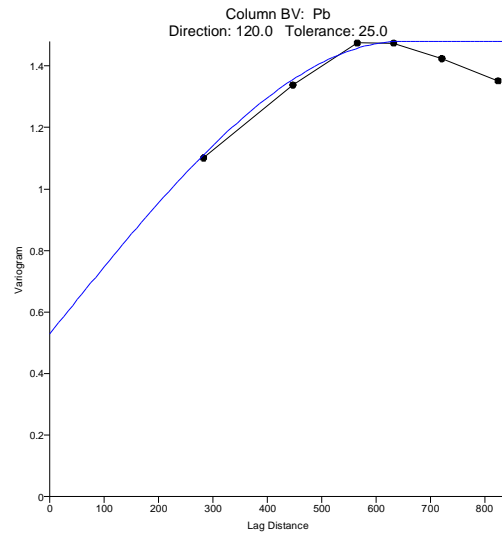
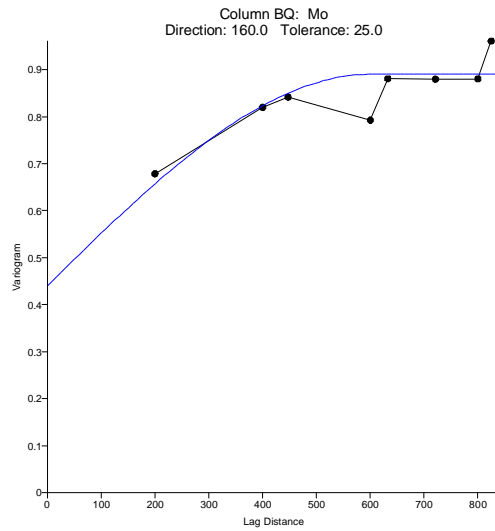
مطالعات لیتوزئوشیمیایی



شکل شماره 5-21 - نمودارهای واریوگرافی جهتی عناصر Ag, As, Au, Cd, Cu, Mn در منطقه A1



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-22 - نمودارهای واریوگرافی جهت عناصر Mo, Pb, Sb, Sn, W, Zn در منطقه A1



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

برای بیان استحکام یک ساختار فضایی از نسبت $\frac{C}{C0}$ میتوان استفاده نمود که در واقع نسبت بزرگی مولفه ساختاردار به مولفه بی ساختار واریوگرام است. اگر این نسبت کوچکتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار کمتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی ضعیف تلقی می شود. بدیهی است در چنین مواردی کاربرد زمین آمار چندان مفید واقع نمی شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار کمی برخوردار است. حال اگر نسبت فوق الذکر بزرگتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار بیشتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی قوی تلقی می شود. بنابراین در چنین مواردی کاربرد زمین آمار بسیار مفید واقع می شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

در این منطقه با توجه به واریوگرامهای جهتی رسم شده و جدول شماره 5-5، واریوگرام کلیه عناصر از استحکام بالایی برخوردار می باشد. در این بین بیشترین پایداری واریوگرام در عناصر Cu و Zn محاسبه شده است. بنابراین در این منطقه کاربرد زمین آمار بسیار مفید واقع می شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

جدول شماره 5-5 - مشخصه های واریوگرام های جهتی در منطقه A1

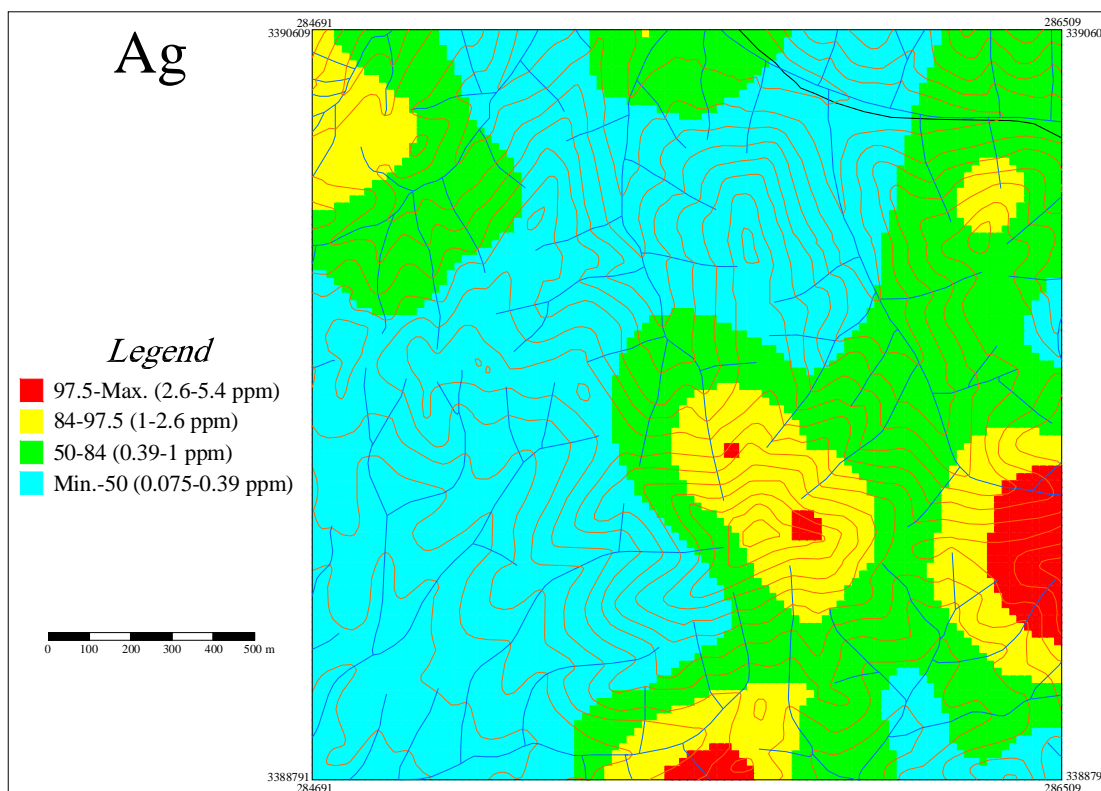
Variable	C0	C	a	Direction	Tolerance	$\frac{C}{C0}$
Ag	0.24	0.49	550	90	25	2.04
As	0.66	0.88	610	150	25	1.33
Au	0.7	1.3	510	50	25	1.86
Cd	0.27	0.5	580	40	25	1.85
Cu	0.1	0.7	550	120	25	7.00
Mn	0.3	0.54	600	0	25	1.80
Mo	0.44	0.45	600	160	25	1.02
Pb	0.53	0.95	650	120	25	1.79
Sb	0.37	0.94	450	10	25	2.54
Sn	0.02	0.056	500	20	25	2.80
W	0.15	0.16	570	70	25	1.07
Zn	0.2	0.88	500	90	25	4.40



5-4-8- شرح نقشه آنومالی های منطقه A1

1- آنومالی نقره

در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده های نقره (شکل شماره 5-23)، سه محدوده آنومالی مهم مشاهده می شود که عمدتاً در جنوب شرق منطقه واقع شده اند. آنومالی ضعیفتری نیز در منتهی الیه شمال غرب منطقه قرار گرفته است.



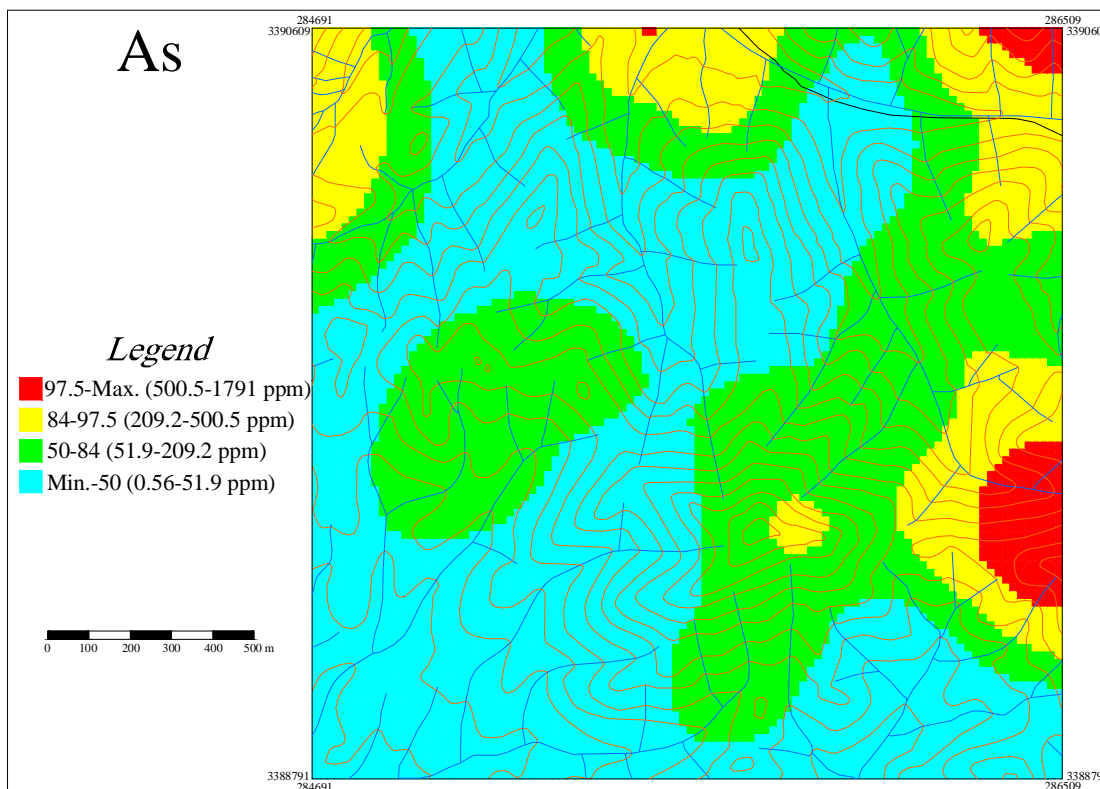
شکل شماره 5-23- نقشه آنومالی داده های Ag

2- آنومالی آرسنیک

در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده های آرسنیک (شکل شماره 5-24)، دو آنومالی درجه اول مشاهده می شود که اولی در منتهی الیه شمال شرقی منطقه و دومی در شرق منطقه قرار گرفته است. دو آنومالی درجه 2



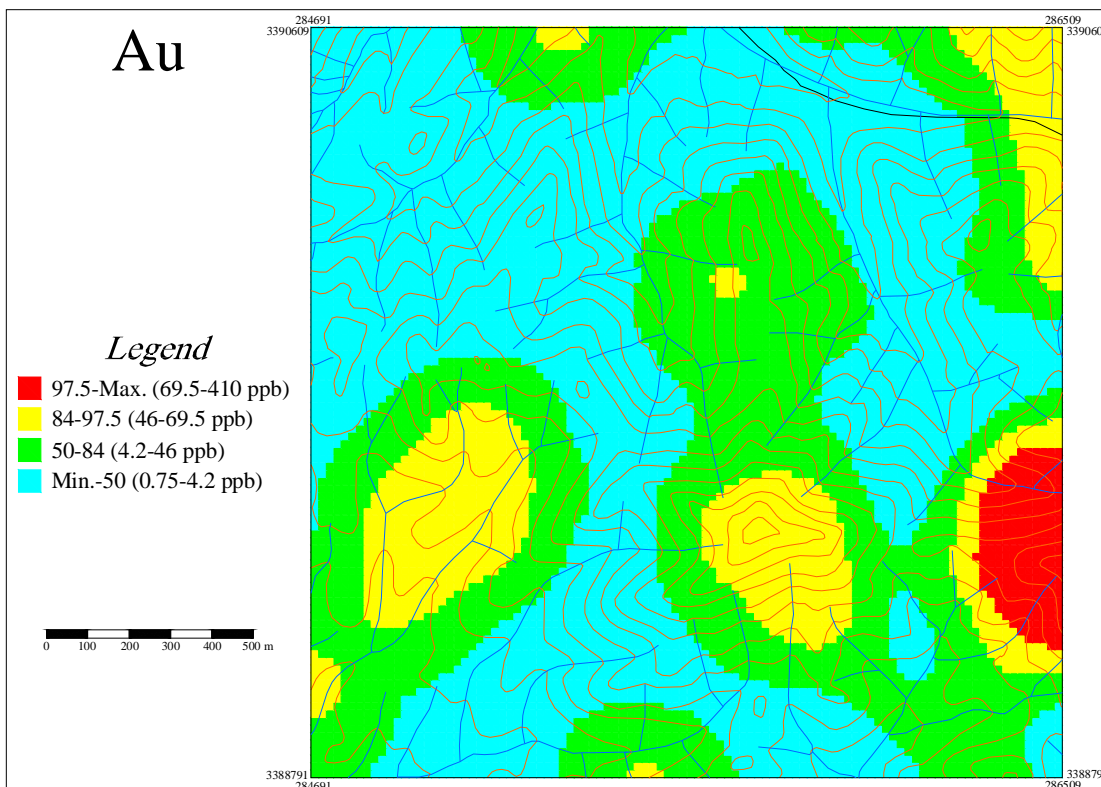
آرسنیک نیز در منطقه مشاهده می‌شود که اولی در شمال و دومی در منتهی الیه شمال غربی منطقه واقع شده‌اند.



شکل شماره 5-24- نقشه آنومالی داده های As

3- آنومالی طلا

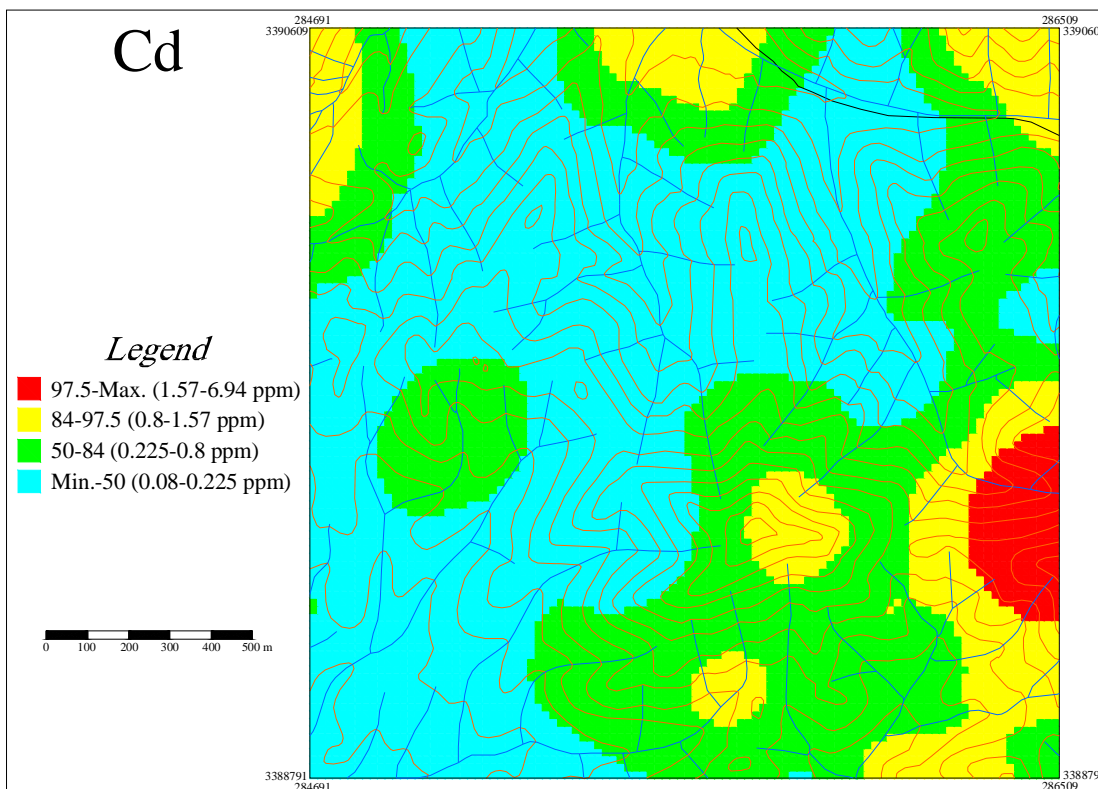
آنومالی‌های حاصل از پردازش داده‌های طلا، عمدتاً در نیمه جنوبی منطقه قرار گرفته‌اند که دارای یک امتداد شرقی - غربی می‌باشند. این سه آنومالی در مجاورت هم بوده و می‌توان آنها را در مجموع یک آنومالی بزرگ در نظر گرفت. از میان این 3 محدوده آنومالی، آنومالی که در منتهی الیه شرق منطقه جای گرفته، منطقه بندی خوبی را نشان می‌دهد. قسمت شمالی منطقه فقط دارای یک آنومالی طلای درجه دوم می‌باشد که در منتهی الیه شمال شرقی منطقه واقع شده است.



شکل شماره 5-25- نقشه آنومالی داده های Au

4- آنومالی کادمیم

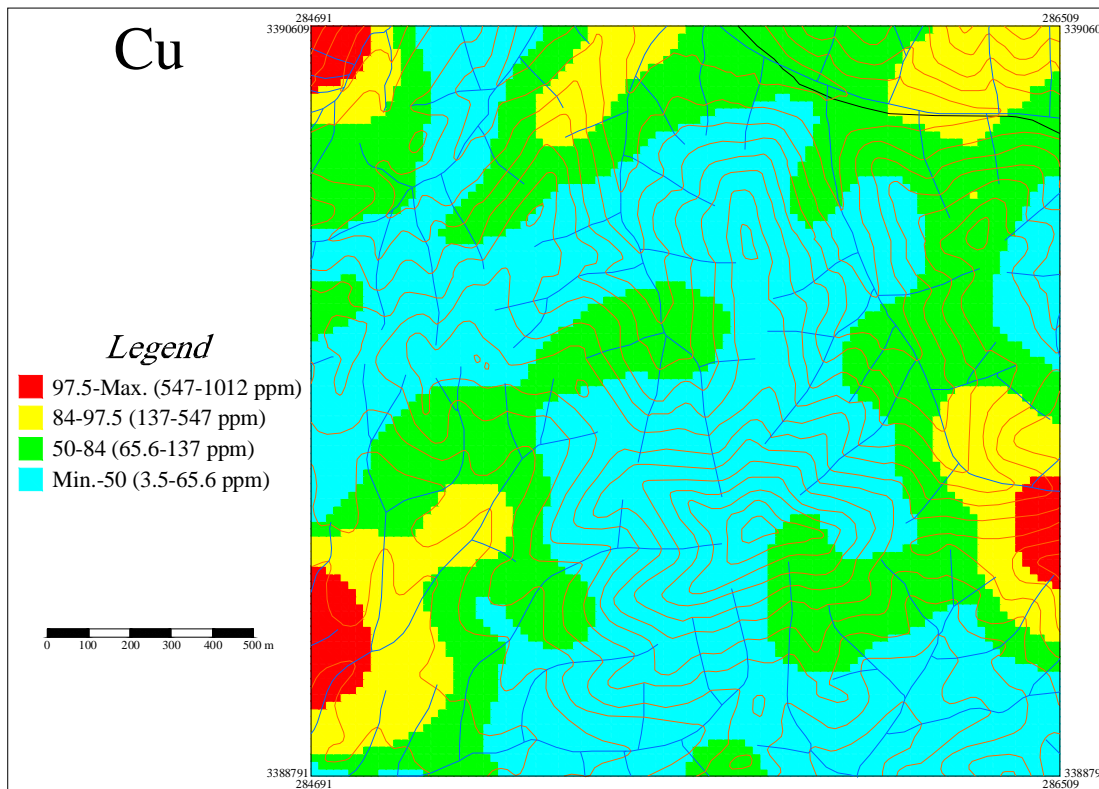
بر اساس نقشه پراکندگی حاصل از پردازش داده های کادمیم (شکل شماره 5-26)، آنومالی اصلی این عنصر در منتهی الیه جنوب شرق منطقه واقع شده است که منطقه بندی خوبی نیز نشان می دهد. بقیه آنومالی های کادمیم در شمال و جنوب شرق منطقه واقع شده اند.



شکل شماره 5-26- نقشه آنومالی داده های Cd

5- آنومالی مس

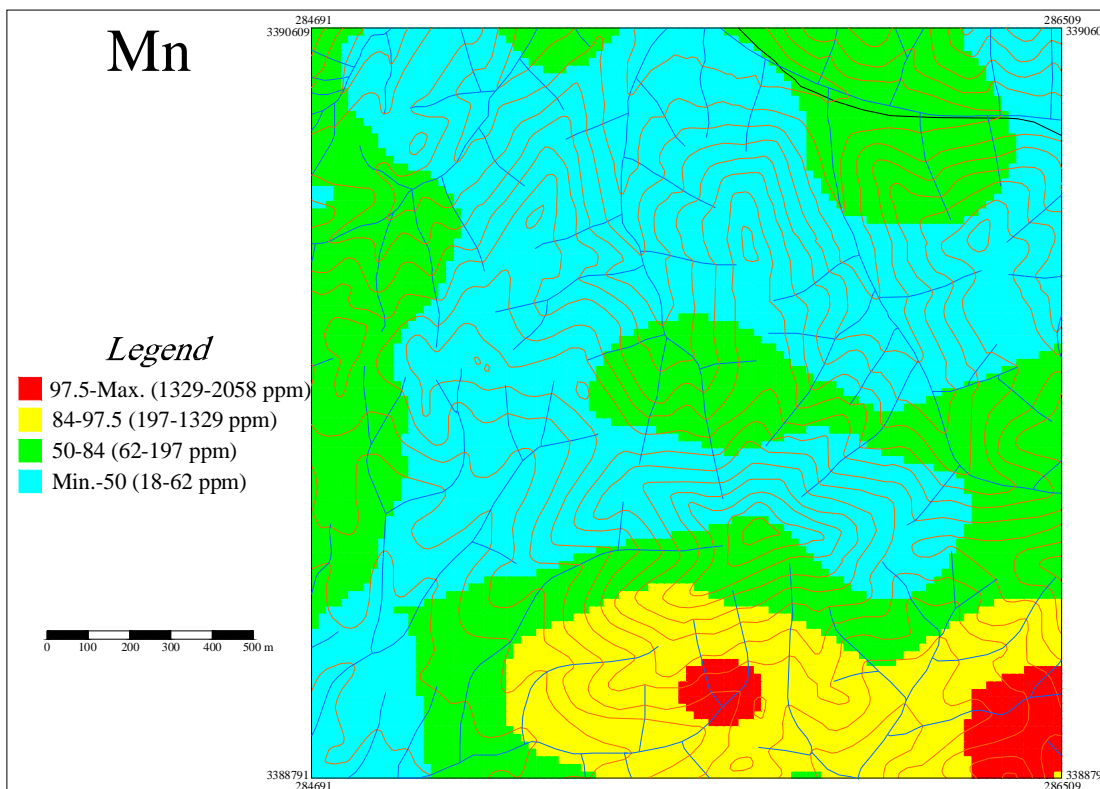
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده های مس (شکل شماره 5-27)، سه آنومالی درجه اول در این منطقه مشاهده می شود که همگی منطقه بندی بسیار خوبی را نشان می دهند. این 3 مرکز آنومالی در منتهی الیه شمال غرب، منتهی الیه جنوب غرب و جنوب شرق منطقه واقع شده اند. 2 مرکز آنومالی درجه دوم مس نیز در نیمه شمالی منطقه قرار گرفته است. نکته حائز اهمیت که در نقشه پراکندگی آنومالی های مس به چشم می خورد غنی شدگی این عنصر در حاشیه های منطقه است، در حالی که در میانه منطقه این عنصر تهی شدگی نشان می دهد.



شکل شماره 5-27- نقشه آنومالی داده های Cu

6- آنومالی منگنز

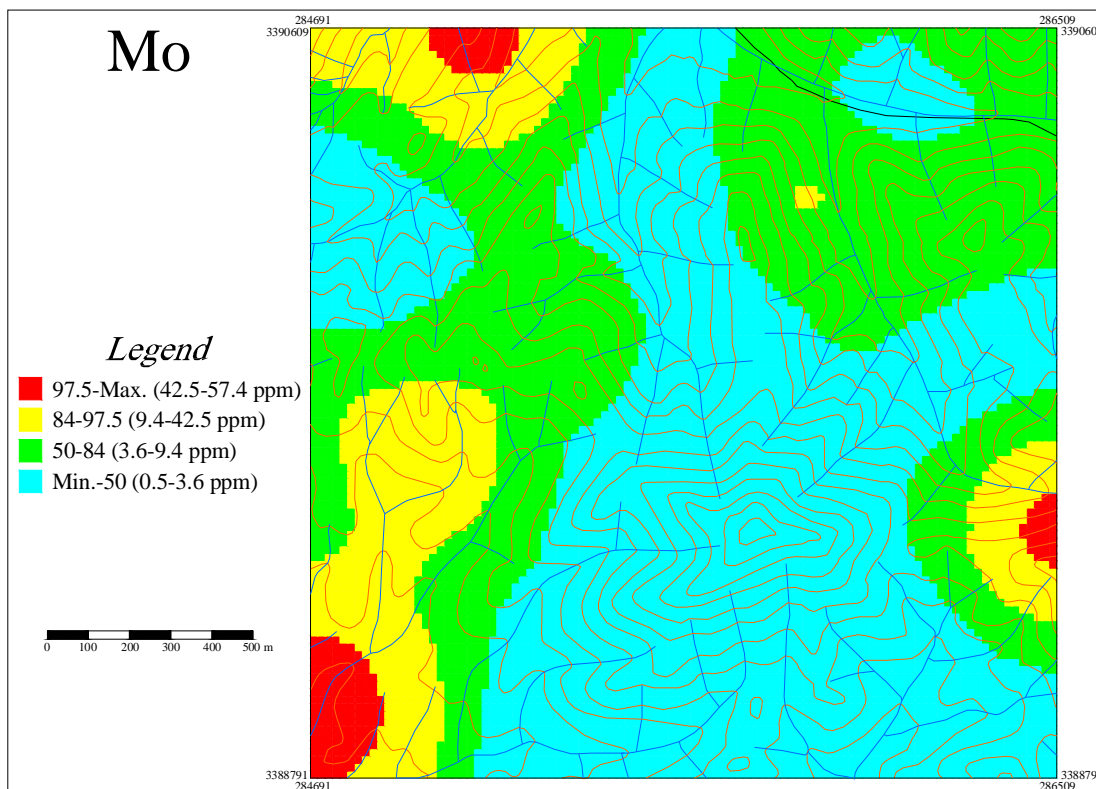
در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده‌های منگنز (شکل شماره 5-28)، دو محدوده آنومالی مهم مشاهده می‌شود که به هم متصل شده اند و می‌توان آن را یک آنومالی بزرگ در نظر گرفت. این آنومالی در منتهی الیه نیمه جنوبی منطقه واقع شده و دارای امتداد شرقی - غربی می‌باشد.



شکل شماره 5-28- نقشه آنومالی داده های Mn

7- آنومالی مولیبدن

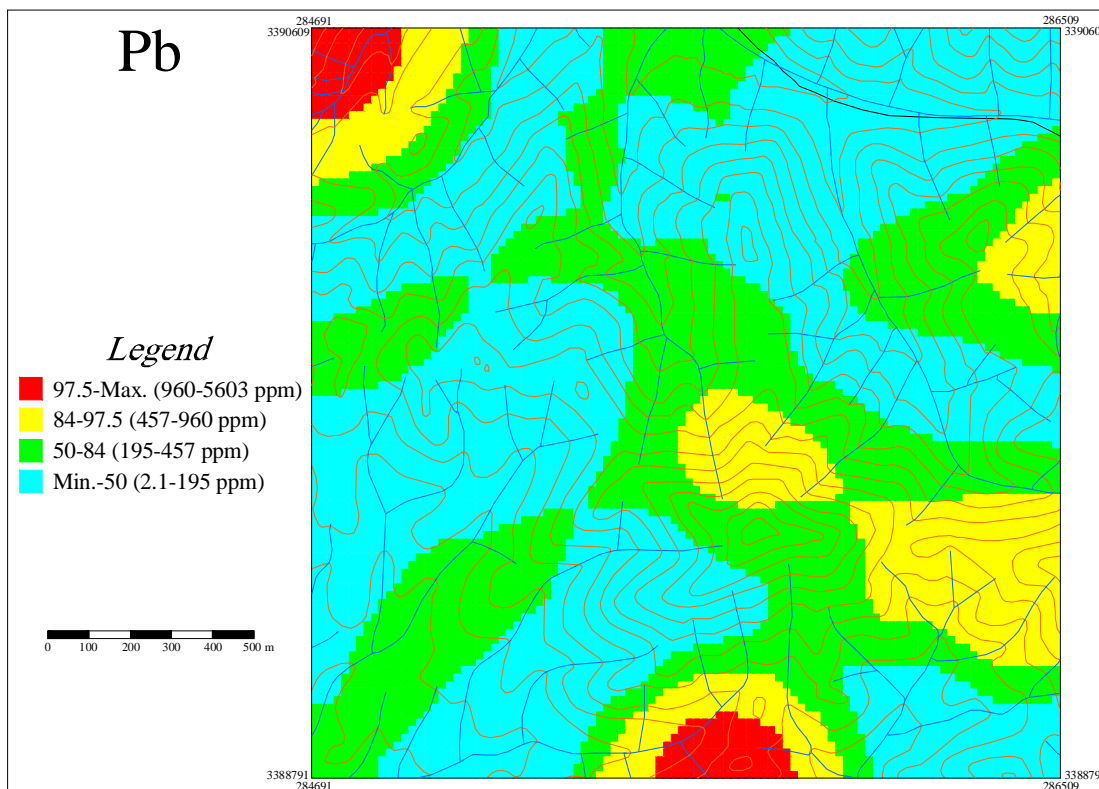
بر اساس نقشه آنومالی‌های حاصل از داده‌های عنصر مولیبدن (شکل شماره 5-29)، سه آنومالی درجه اول در این منطقه مشاهده می‌شود که همگی منطقه بندی بسیار خوبی را نشان می‌دهند. این 3 مرکز آنومالی در منتهی الیه شمال غرب، منتهی الیه جنوب غرب و جنوب شرق منطقه واقع شده اند. همبستگی قابل توجهی بین آنومالی های Cu و Mo وجود دارد که پتانسیل کانی سازی این دو عنصر را در منطقه نشان می‌دهد.



شکل شماره 5-29- نقشه آنومالی داده های Mo

8- آنومالی سرب

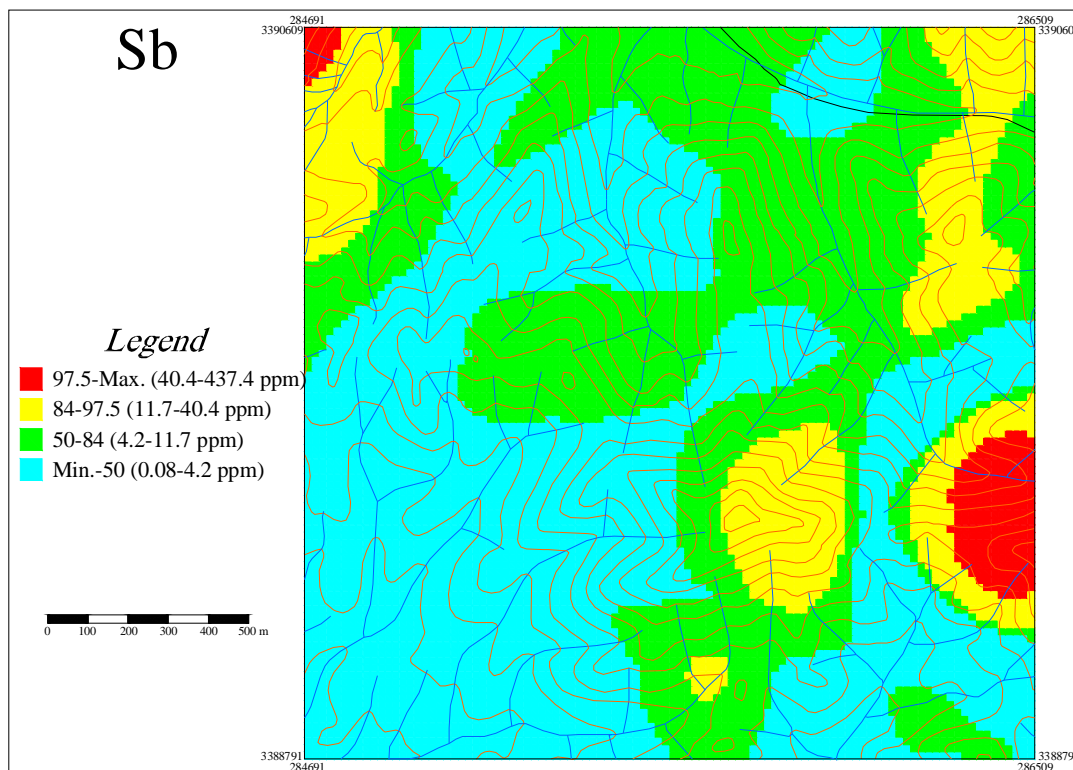
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر سرب (شکل شماره 5-30)، دو آنومالی درجه اول در این منطقه مشاهده می شود که اولی در منتهی الیه شمال غرب و دومی در منتهی الیه جنوب منطقه قرار گرفته است. هر دو آنومالی درجه اول در این منطقه منطقه بندی بسیار خوبی نشان می دهند. 3 آنومالی درجه دوم سرب نیز در منطقه دیده می شود که دو تا از این آنومالی ها که در امتداد شمال غرب- جنوب شرق و در مجاورت هم واقع شده اند را در حقیقت می توان یک آنومالی بزرگ در نظر گرفت. این آنومالی درجه دوم بزرگ نیز منطقه بندی خوبی نشان می دهد.



شکل شماره 5-30- نقشه آنومالی داده های Pb

9- آنومالی آنتیموان

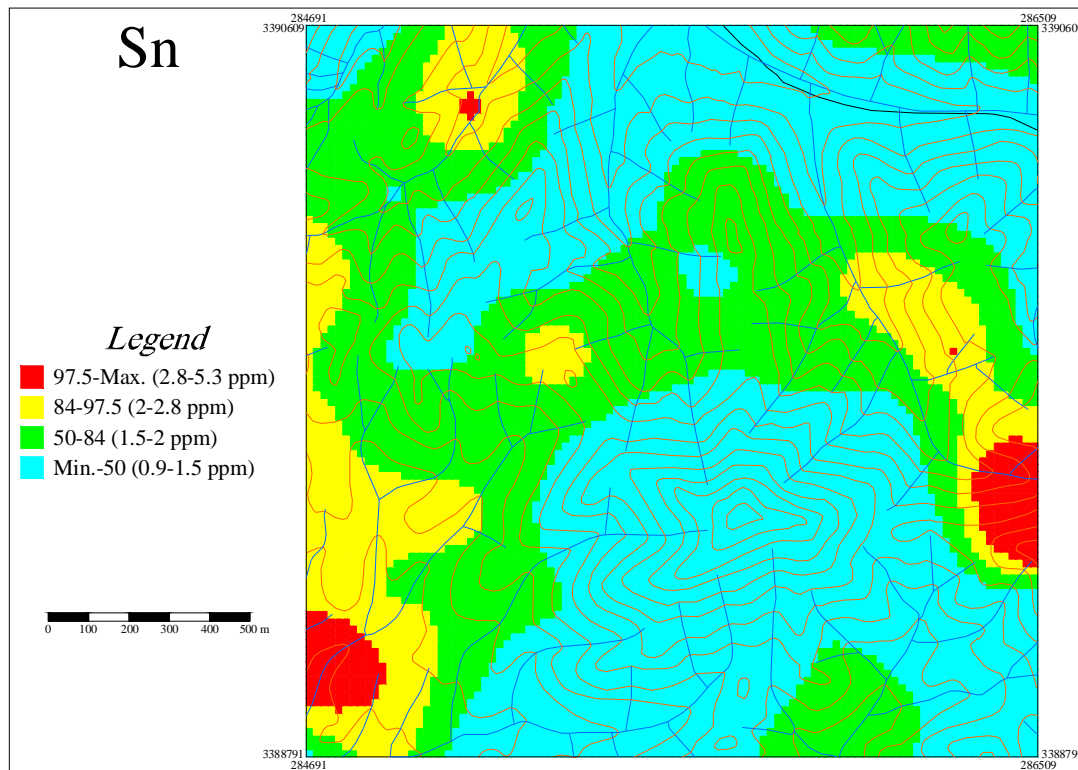
همانطور که در شکل شماره 5-31 مشاهده می شود، توزیع و پراکندگی آنومالی های حاصل از پردازش داده های عنصر آنتیموان تا حدود زیادی منطبق و مشابه با آنومالی های عنصر As است. به عبارت دیگر به علت همبستگی خوبی که بین این دو عنصر وجود دارد، در همان محل آنومالی های آرسنیک و با امتداد مشابه، آنومالی های آنتیموان نیز مشاهده می شود.



شکل شماره 5-31 - نقشه آنومالی داده های Sb

10- آنومالی قلع

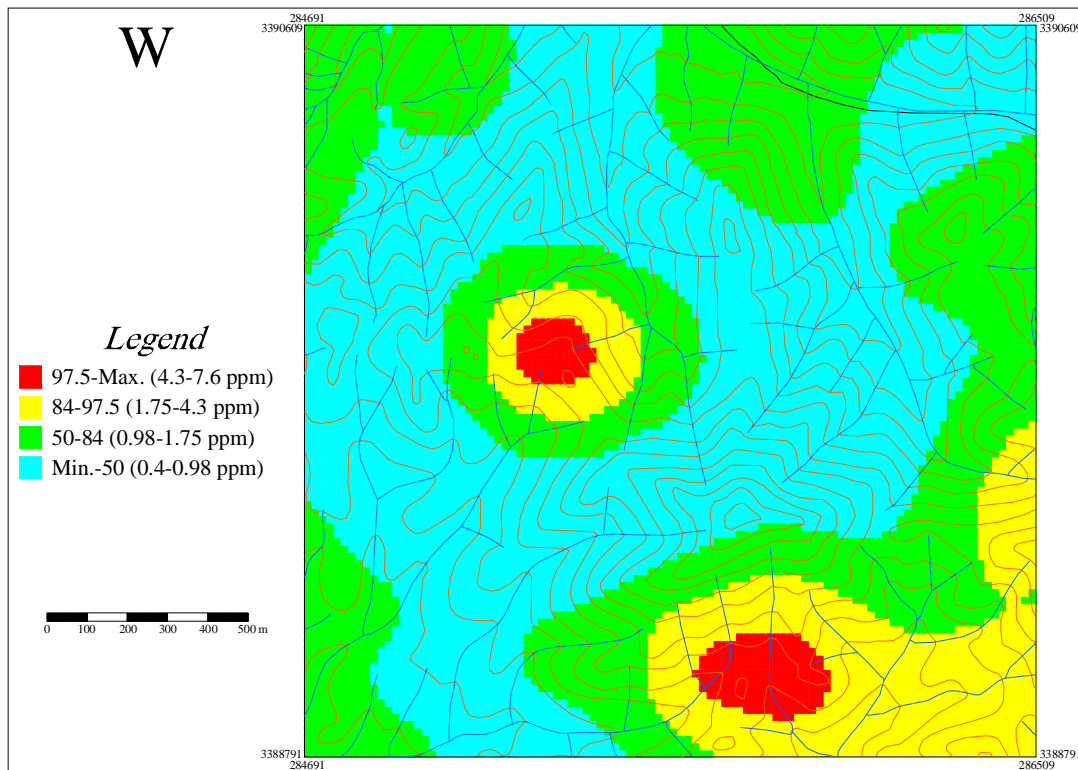
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر قلع (شکل شماره 5-32)، محل اصلی آنومالی‌های این عنصر به ترتیب در شمال غرب، منتهی الیه شرق و در نهایت در جنوب غرب منطقه قرار دارد. آنومالی که در شرق منطقه واقع شده دارای کشیدگی و منطقه بندی خوبی می باشد و دارای امتداد شمال غرب - جنوب شرق می باشد. آنومالی بزرگی که در جنوب غرب منطقه قرار دارد، دارای وسعت زیادی می باشد و احتمالاً آنومالی کوچک واقع در شمال این آنومالی نیز ادامه همین آنومالی می باشد. امتداد این آنومالی شمال شرق - جنوب غرب می باشد که عمود بر امتداد آنومالی شرق محدوده می باشد. نکته دیگر اینکه کلیه آنومالی های قلع در حاشیه منطقه بوده و در مرکز منطقه، اثری از آنومالی قلع دیده نمی شود.



شکل شماره 5-32 - نقشه آنومالی داده های Sn

11- آنومالی تنگستن

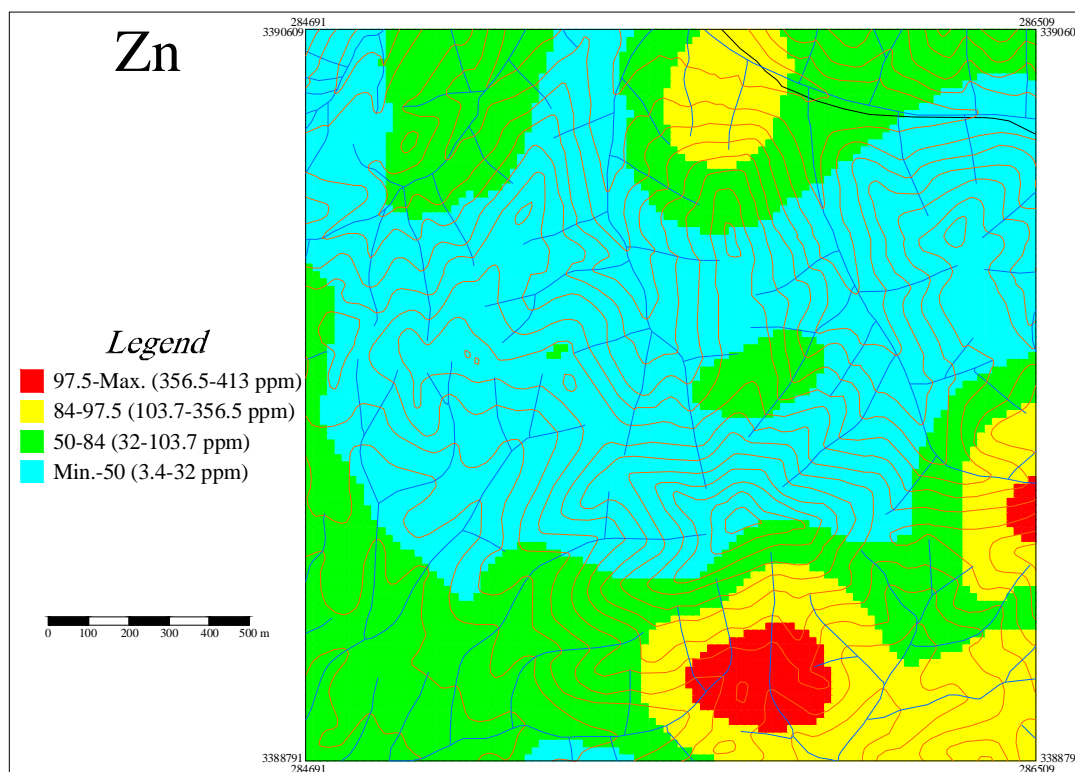
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر تنگستن (شکل شماره 5-33)، دو آنومالی مهم در این منطقه مشاهده می‌شود که آنومالی اصلی در جنوب شرقی منطقه واقع شده است. این آنومالی وسعت زیادی دارد و منطقه بندی خوبی نیز نشان می‌دهد. آنومالی مهم دیگر تقریباً در مرکز منطقه قرار گرفته که این آنومالی هم دارای منطقه بندی خوبی می‌باشد. از نحوه قرارگیری این دو آنومالی می‌توان حدس زد که کانی سازی تنگستن در منطقه دارای امتداد شمال غرب - جنوب شرق می‌باشد.



شکل شماره 5-33 - نقشه آنومالی داده های W

12- آنومالی روی

همانطور که در نقشه شکل شماره 5-34 مشاهده می‌شود، توزیع و پراکندگی آنومالی‌های حاصل از پردازش داده‌های عنصر روی تا حدود زیادی منطبق و مشابه با آنومالی‌های عناصر Mn و W است. به عبارت دیگر به علت همبستگی خوبی که بین این سه عنصر وجود دارد (در دندروگرام حاصل از کل عناصر و عناصر کانسار ساز نیز این سه عنصر در یک خوشه قرار گرفته بودند)، در همان محل آنومالی‌های منگنز و تنگستن و با امتداد مشابه، آنومالی‌های روی نیز مشاهده می‌شود.



شکل شماره 5-34- نقشه آنومالی داده های Zn

5-4-9- موقعیت سطح فرسایش نسبت به توده کانساری

ناهنجاریهای سطحی و عمقی یا به گفته دیگر رو و زیر کانسار با توجه به نظم و توالی تفریق عناصر از ماگما و محلول های هیدرو ترمال گوناگون است. این گونه گونی را ویژگی های عناصر تشکیل دهنده این کمپلکس مهاجر و شرایط محیط مهاجرت مانند فشار، درجه حرارت، Eh, pH، شرایط سنگ میزبان و سنگ های سر راه و ... رقم می زنند. از اینرو نظم و همگونی و تاحدودی زونالیتیه منظمی در جاگیری عناصر رو و زیر کانسار مشاهده می شود. کشف این نظم و تعمیم آن برای هدف های اکتشافی، کانسار های نهان راه، برای نخستین بار، بوس و گریگوریان از کشور روسیه ارائه و از آن پس به عنوان یک راهنمای مهم اکتشافی به کار گرفته شد.

توالی عناصر از سطح به عمق بر پایه پژوهش بر روی 300 کانسار به وسیله آنها به صورت زیر ارائه

شده است:



Ba, Sb, As₁, Hg, Cu₁, Cd, Ag, Pb, Zn, Sn₁, Au, Cu₂, Bi, Ni, Co, Mo, U, Sn₂, As₂, Be, W

البته این نظم و توالی در همه کانسارها دیده نمی‌شود. بخشی از آنها می‌تواند معرف فوق و تحت کانساری باشند که مطالعات بر روی آن‌ها صورت گرفته است. هاله‌های ثانویه عناصر مورد اشاره، بسته به محیطی که از آن نمونه برداری شده، موقعیت سطح فرسایش و نسبت‌های جمعی و ضربی گروهی این عناصر؛ می‌تواند شدت بخشی هاله‌های فوق و تحت کانسار را مشخص کند. بطور مثال برای کانسارهای مس پرفیری، شاخص‌ترین نسبت؛ Pb.Zn/Cu.Mo، معرفی و به اثبات رسیده است. گستردگی هاله‌های فوق کانسار Pb و Zn نسبت به Cu در مقابل محدود بودن هاله‌های مس و مولیبدن موجب می‌شود که این نسبت به هاله‌هایی قدرت بدهد که مرکزیت آنها بتواند معرف مرکز کانی‌سازی نهان باشد.

در این منطقه نیز با تشکیل نسبت معرف Pb.Zn/Cu.Mo، نسبت به بررسی و تعیین سطح فرسایش اقدام گردید. عناصر Pb و Zn به عنوان عناصر حرارت پائین و محرک که در بالای کانسار قرار می‌گیرند (عناصر فوق کانساری) محسوب شده و عناصر Cu و Mo که حرارت بالاتری دارند و عموماً در پایین‌ترین قسمت کانسار (تحت کانسار) جای می‌گیرند تعریف شده‌اند.

استفاده از نسبت‌های Pb.Zn/Cu.Mo در نمونه‌های مغزه‌های حفاری که تغییرات عنصری را با عمق نشان می‌دهد نتایج ارزنده‌ای را ارائه می‌دهد. البته در شرایطی که هر 4 عنصر متوسط مقدارشان بالاتر از مقدار زمینه یا عیار عادی در سنگ غالب منطقه باشد. اما در نمونه برداری‌های مربوط به این مطالعه که از سطح صورت گرفته دو عنصر Cu و Zn به دلیل انحلال پذیری کمتر در نمونه‌های سطحی هوازده افزودگی نشان می‌دهد که باعث افزایش دروغین این نسبت می‌گردد.

ترسیم داده‌های این شاخص بر اساس نسبت مقادیر Z-Score آن هاست. لازم به ذکر است که

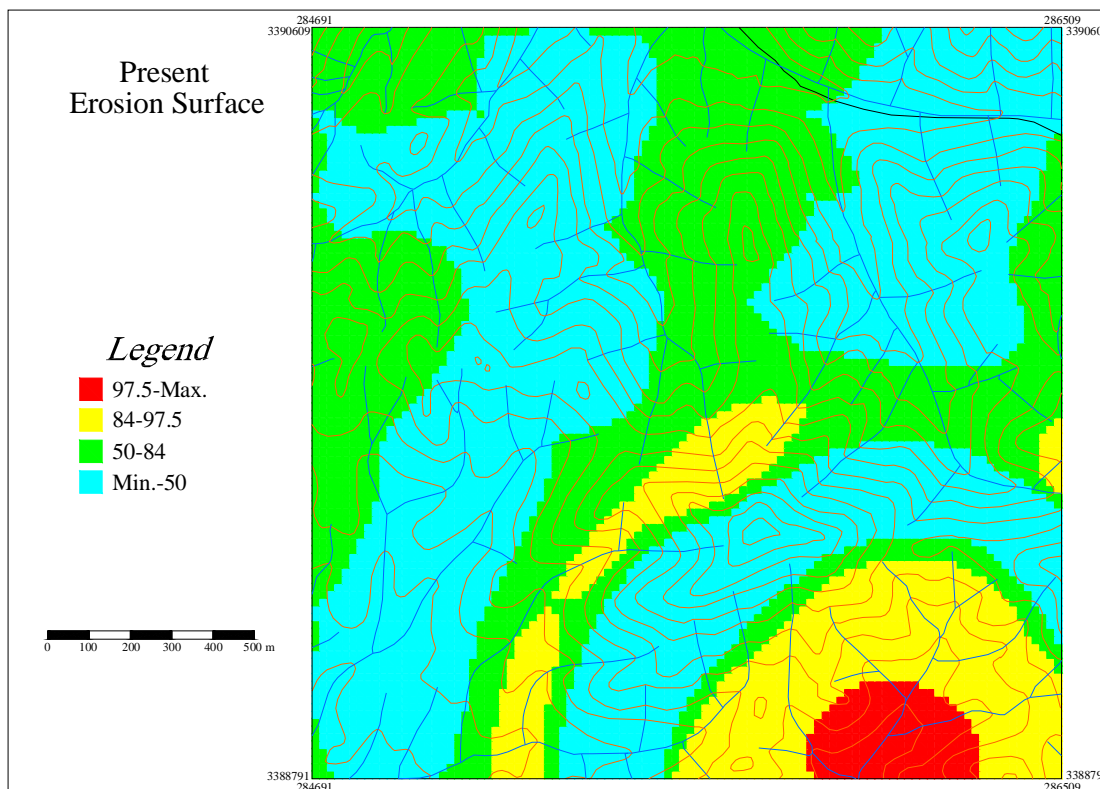
Z-Score نوعی استاندارد سازی داده‌ها است که بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$Zscore = (X - Min) / (Max - Min)$$



در این فرمول (X) عیار هر نمونه، (Min) کمترین و (Max) بیشترین مقدار جامعه است. با محاسبه این فرمول نتایج به صورت جامعه ای بین 0 تا 1 به دست خواهد آمد که تمامی آنها هم وزن بوده و قابل جمع، ضرب و تقسیم کردن با یکدیگر هستند.

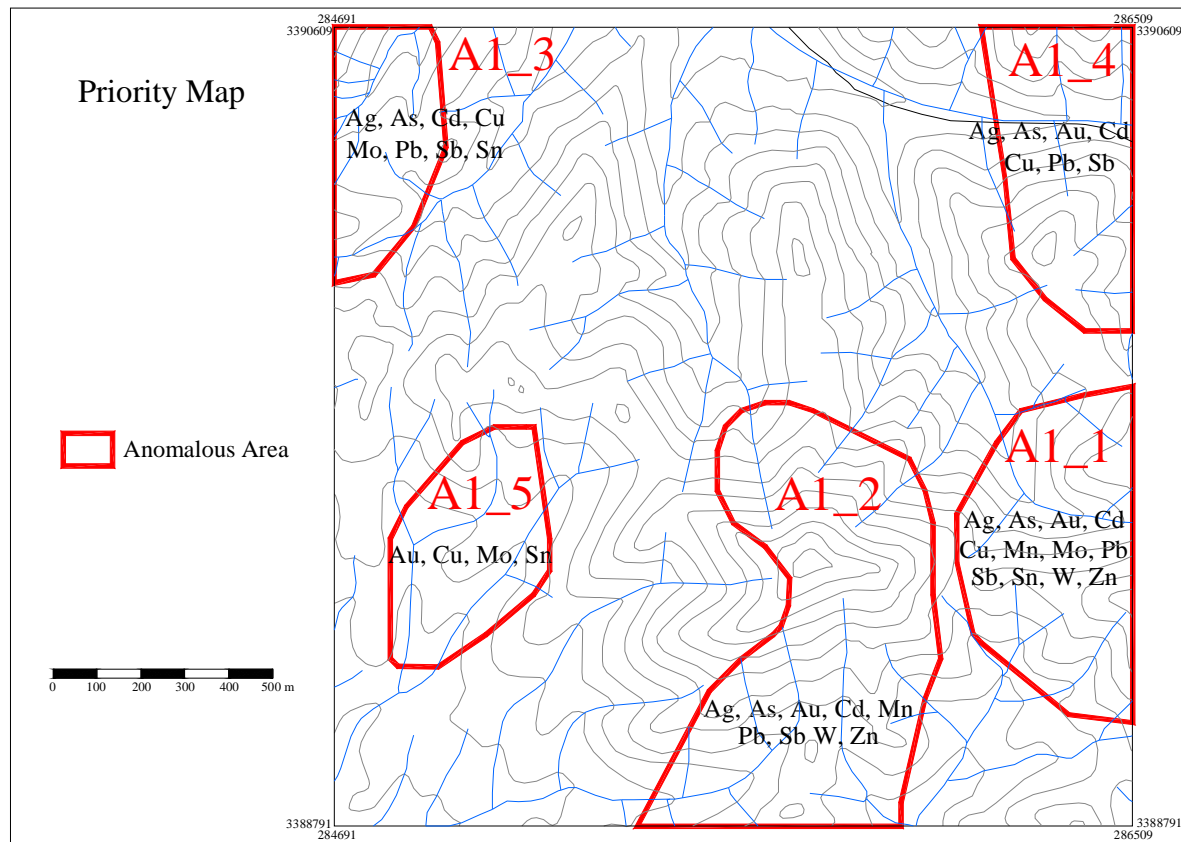
همانگونه که در نقشه Zn.Pb/Cu.Mo یا سطح فرسایش کنونی ملاحظه می شود، آنومالی هایی که مدفون بوده و به سطح راه نیافته اند، به طور عمده در نیمه شمالی و شرق منطقه قرار دارند. سطح فرسایش در محل آنومالی های Cu و Mo پایین بوده و به عبارت دیگر، تقریباً بدنه اصلی کانی سازی مس در عمق قرار دارد. سطح فرسایش فعلی نزدیک به کف کانی سازی سرب و روی است. نحوه توزیع آنومالی های نسبت معرف Pb.Zn/Cu.Mo در شکل شماره 5-35 نشان داده شده است.



شکل شماره 5-35 - نحوه توزیع آنومالی‌های PES (سطح فرسایش کنونی)

5-4-10 - شرح نقشه اولویت بندی آنومالی‌ها

در نهایت با در نظر گرفتن کلیه اطلاعات و نتایج بدست آمده، اقدام به اولویت بندی آنومالی‌های منطقه گردید. در شکل شماره 5-36 موقعیت آنومالی‌ها و رتبه‌بندی آن بر روی نقشه توپوگرافی نشان داده شده است. محدوده‌هایی که از A1_1 تا A1_5 نامگذاری شده و بر روی نقشه زیر نشان داده شده‌اند، محدوده‌هایی هستند که در آنها بیشترین تعداد آنومالی عناصر با همدیگر همپوشانی داشته‌اند. عناصر آنومال محدوده‌ها نیز در کنار هر محدوده ذکر شده و شماره‌های 1 تا 5 رتبه (اولویت) هر محدوده را نشان می‌دهد.



شکل شماره 5-36 - موقعیت آنومالی ها و رتبه بندی آنها بر روی نقشه توپوگرافی

5-4-11 - نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 28 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-6 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود در بین این نمونه ها، نمونه های A1-S66 و A1-S67 دارای بالاترین پتانسیل می باشند که تقریباً نسبت به کلیه عناصر کانساری در این منطقه غنی شدگی خیلی خوبی نشان می دهند. این دو نمونه در محدوده آنومالی A1_4 قرار می گیرند که همخوانی خوبی با نتایج لیتوژئوشیمی نشان می دهند و به نوعی این آنومالی را تأیید می کنند.

شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر نمونه های مینرالیزه با تقسیم حداکثر عیار بر میانگین محاسبه و در سطر آخر جدول شماره 5-6 آمده است. مقادیر شدت غنی شدگی عناصر Ag, Pb و Cu بالا بوده که نشان از آنومال بودن این عناصر در منطقه دارد.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-6- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه A1

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mn(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	Sn(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
A1-s1	2.4	0.32	60.36	0.39	36.27	580.90	1.64	91.38	10.44	1.57	2.42	136.70
A1-s2	400	41.73	171.40	0.66	37.62	196.10	12.48	173.30	74.88	1.35	3.13	76.25
A1-s3	91	1.66	152.90	0.58	41.09	91.70	6.50	530.20	11.88	1.43	2.45	115.90
A1-s4	3.2	0.47	123.80	0.42	23.92	17.94	2.46	448.20	5.61	1.17	1.29	9.08
A1-s5	1.9	0.21	43.58	0.13	48.16	13.85	2.52	443.80	4.40	1.14	1.07	11.69
A1-s6	36	0.22	261.90	0.97	155.50	59.34	37.76	319.50	15.18	1.76	2.11	42.06
A1-s7	5.7	1.47	753.30	2.26	166.40	32.85	19.86	412.00	35.45	0.76	0.99	53.81
A1-s8	2.9	0.14	118.40	0.37	21.28	93.91	4.30	49.03	5.38	0.31	0.50	31.76
A1-s9	59	1.58	1900.00	5.58	41.55	40.66	17.10	336.90	110.70	1.37	1.37	15.55
A1-s10	52	0.63	666.40	1.89	175.80	21.30	16.02	144.40	44.40	0.45	0.27	10.27
A1-s11	50	1.01	170.90	0.45	148.10	46.10	5.08	248.10	26.93	1.02	2.80	96.82
A1-S61	52	0.82	171.30	0.44	34.61	45.41	7.04	2328.00	30.45	1.41	1.73	32.93
A1-S100	42	0.64	478.60	1.30	188.60	29.38	3.64	349.80	21.55	1.27	1.52	15.39
A1-S101	6.2	1.29	398.60	1.19	231.80	186.20	2.95	1500.00	118.10	0.61	3.65	14.88
A1-S102	460	10.66	1016.00	2.87	185.60	53.93	82.56	931.40	71.64	3.94	1.01	42.73
A1-S103	37	0.79	153.90	0.31	487.50	17.40	5.39	339.40	12.37	1.53	2.36	25.02
A1-S104	7.6	0.08	56.40	0.10	84.86	49.38	14.18	77.82	3.59	0.66	0.87	29.11
A1-S105	1.9	0.08	32.16	0.12	26.23	31.81	7.61	135.10	2.94	1.43	0.64	12.87
A1-S106	88	0.44	116.10	0.30	331.00	38.84	29.59	1377.00	5.47	2.84	1.15	62.84
A1-S62	60	2.88	608.40	1.99	821.10	59.34	23.99	6868.00	128.10	2.94	4.37	50.60
A1-S63	114	7.32	534.60	1.88	205.00	57.23	29.15	8504.00	206.20	3.06	2.88	42.96
A1-S64	8	1.85	336.40	1.43	204.20	79.69	3.76	238.90	23.87	0.47	0.96	41.48
A1-S65	52	2.28	342.60	0.89	64.31	54.22	4.46	460.30	42.22	0.87	0.84	13.82
A1-S66	130	10.52	513.30	1.72	376.10	52.48	35.78	37855.00	124.00	1.70	5.43	380.70
A1-S67	400	25.34	7465.00	22.41	6152.00	31.78	15.84	534.10	826.10	21.67	1.10	14.65
A1-S80	60	0.33	242.30	0.66	287.60	132.60	8.82	519.50	33.91	2.45	2.96	103.90
A1-S81	52	0.28	35.44	0.08	28.12	57.00	2.05	80.39	2.20	1.42	0.45	9.63
A1-S82	6.2	1.62	339.20	0.93	40.74	105.70	5.44	204.40	14.07	0.72	0.99	9.91
شدت غنی شدگی	9.02	45.53	29.61	28.89	40.53	10.92	11.27	99.38	32.52	15.62	4.09	11.77



5-5- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه A2 (ایجو)

5-5-1- بررسی پارامترهای آمار توصیفی

جدول آماری توصیفی داده‌ها تهیه و در جدول شماره 5-7 آورده شده است. در این جدول مقادیر میانگین، میانه، ماکزیمم و مینیمم در مورد طلا بر حسب ppb و در مورد سایر عناصر ppm می باشد. شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر با تقسیم حداکثر عیار بر میانگین محاسبه و در ستون آخر جدول شماره 5-7 آمده است. بیشترین مقادیر مثبت چولگی به ترتیب مربوط به عناصر S، Cu، Cr، As، Ni، Au و Mo می باشد. بیشترین مقدار ضریب تغییرات نیز به ترتیب مربوط به عناصر S، Cu، Au، Cr، As، Ni، Mo و Cd است. بدین ترتیب در بین عناصری که ضریب تغییرات بالایی داشته‌اند، عناصر Cu، Au، As، Mo و Cd اهمیت زیادی دارند و احتمال وجود کانی‌سازی‌های مربوط به آنها در منطقه بیشتر از عناصر دیگر است.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-7- پارامترهای آماری توصیفی در منطقه A2

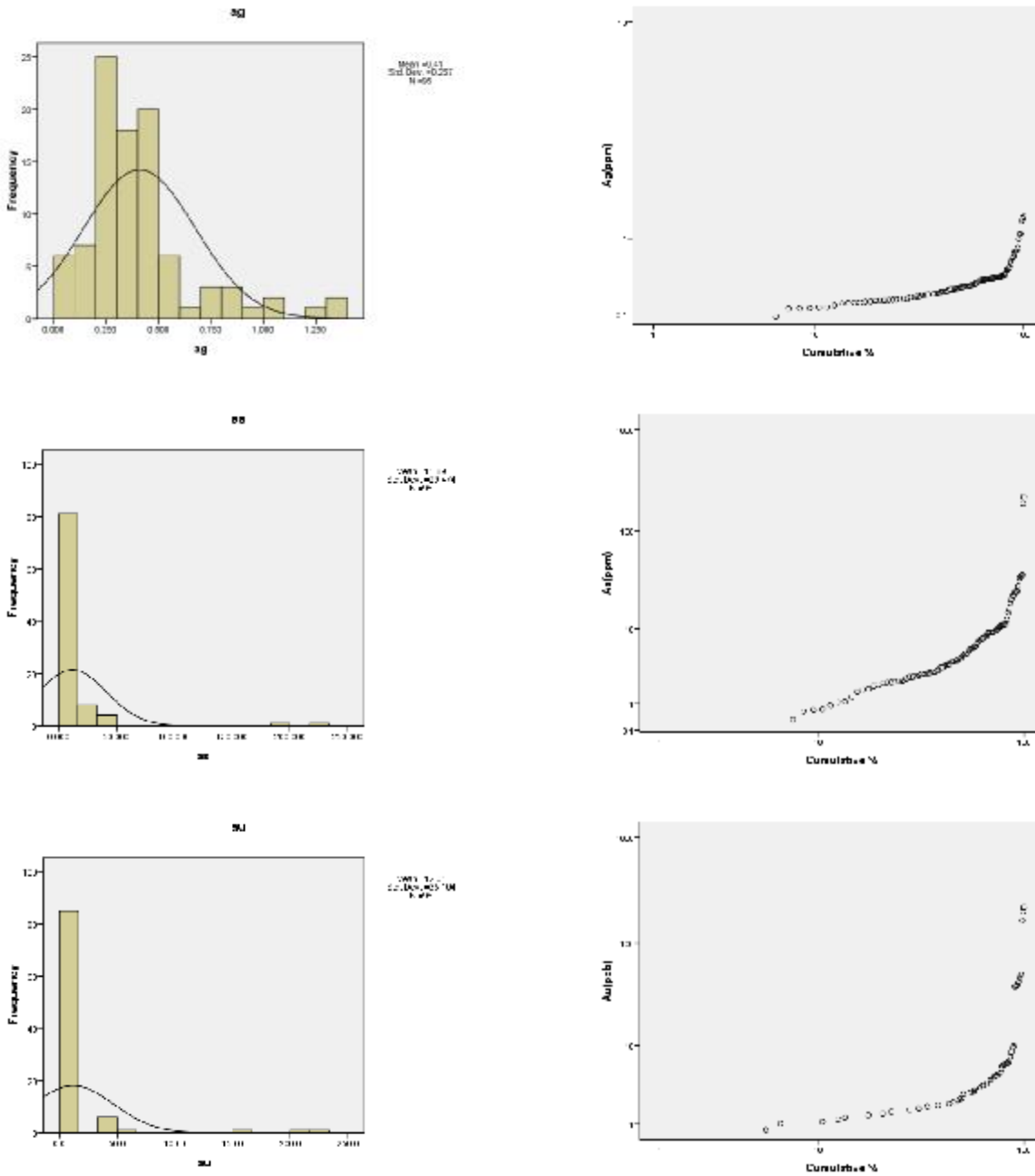
Variable	N	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum	CV(%)	شدت غنی شدگی
Au	95	12.01	2.50	35.10	1232.30	4.86	24.35	0.75	220.00	292.37	88.00
Ag	95	0.41	0.36	0.27	0.07	1.74	3.48	0.08	1.37	65.08	3.84
Al	95	87237.58	87290.00	9614.63	92441171.74	-0.74	1.59	54220.00	108300.00	11.02	1.24
As	95	11.89	4.64	29.47	868.74	6.04	38.54	0.38	218.10	247.81	47.04
Ba	95	670.02	633.70	288.75	83378.61	3.22	16.46	146.50	2350.00	43.10	3.71
Be	95	1.38	1.38	0.22	0.05	0.32	1.74	0.78	2.11	16.29	1.53
Bi	95	2.32	2.10	0.68	0.46	0.95	0.43	1.11	4.43	29.26	2.11
Ca	95	22280.97	20530.00	19323.83	373410571.39	2.23	7.52	1681.00	111800.00	86.73	5.45
Cd	95	0.28	0.08	0.46	0.21	3.56	15.10	0.08	3.02	163.71	40.27
Ce	95	41.37	40.47	10.19	103.75	0.37	0.07	17.73	70.27	24.62	1.74
Co	95	9.85	9.70	4.73	22.41	1.02	2.57	1.72	28.18	48.04	2.91
Cr	95	50.82	23.47	136.87	18734.72	6.39	43.94	8.03	1108.00	269.35	47.21
Cs	95	1.74	1.64	0.94	0.88	0.43	-0.61	0.38	4.06	53.85	2.47
Cu	95	132.97	51.89	407.54	166090.45	8.82	82.55	8.94	3932.00	306.49	75.78
Fe	95	42488.00	39340.00	10067.04	101345242.65	0.80	0.40	20050.00	70480.00	23.69	1.79
Hg	95	0.10	0.10	0.01	0.00	0.06	-0.23	0.07	0.14	13.57	1.35
K	95	20564.60	20350.00	6786.69	46059217.71	0.01	0.37	4428.00	37830.00	33.00	1.86
La	95	22.57	22.03	6.28	39.42	0.33	0.14	8.87	41.46	27.82	1.88
Li	95	10.05	9.41	5.29	27.97	1.64	4.72	2.10	33.39	52.64	3.55
Mg	95	7399.63	6007.00	7531.99	56730906.64	4.13	19.69	1445.00	51240.00	101.79	8.53
Mn	95	769.17	688.70	494.97	244999.44	1.02	1.35	44.52	2471.00	64.35	3.59
Mo	95	3.20	1.55	6.00	35.97	4.71	24.84	0.42	43.16	187.25	27.88
Na	95	25517.78	26460.00	7103.12	50454265.15	-0.65	0.75	5068.00	42100.00	27.84	1.59
Nb	95	9.72	9.56	1.44	2.08	-0.41	1.46	5.30	13.22	14.82	1.38
Ni	95	31.66	15.17	74.16	5499.79	4.98	25.85	3.02	497.90	234.21	32.82
P	95	1001.04	1029.00	275.84	76090.21	0.78	4.25	371.20	2293.00	27.56	2.23
Pb	95	61.02	36.95	58.86	3464.39	2.54	7.36	14.39	339.10	96.46	9.18
Rb	95	66.16	59.80	27.39	750.39	0.77	1.04	11.53	154.50	41.41	2.58
S	95	2326.88	337.10	13092.96	171425576.65	9.54	92.24	117.20	127700.00	562.68	378.82
Sb	95	3.41	3.32	1.20	1.44	0.98	2.31	0.11	7.42	35.21	2.24
Sc	95	8.29	7.00	3.33	11.12	1.97	4.00	3.03	21.13	40.20	3.02
Sn	95	1.68	1.61	0.39	0.15	2.81	12.54	1.13	3.93	22.98	2.44
Sr	95	593.10	606.00	277.99	77278.02	3.13	21.36	73.38	2474.00	46.87	4.08
Te	95	0.27	0.27	0.03	0.00	-0.36	0.72	0.18	0.33	10.20	1.23
Th	95	10.85	10.71	2.61	6.83	0.62	0.48	5.59	19.40	24.09	1.81
Ti	95	2752.58	2814.00	733.82	538488.54	-0.38	0.16	1073.00	4448.00	26.66	1.58
Tl	95	0.87	0.87	0.10	0.01	-0.07	-0.04	0.60	1.09	11.50	1.25
U	95	2.09	1.85	1.11	1.23	1.11	1.46	0.46	5.87	52.92	3.18
V	95	89.47	84.64	23.13	535.19	1.02	0.70	41.05	159.60	25.86	1.89
W	95	2.46	1.93	1.49	2.22	2.08	6.22	0.92	9.86	60.58	5.10
Y	95	11.76	11.39	4.48	20.08	0.43	0.37	2.72	23.50	38.10	2.06
Zn	95	185.26	122.80	154.92	24000.47	2.07	4.69	12.88	875.70	83.62	7.13
Zr	95	74.22	69.56	29.25	855.46	0.60	0.76	22.26	177.50	39.41	2.55



5-5-2- ترسیم هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی

تمام هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی این محدوده با استفاده از داده‌های همگن شده ترسیم

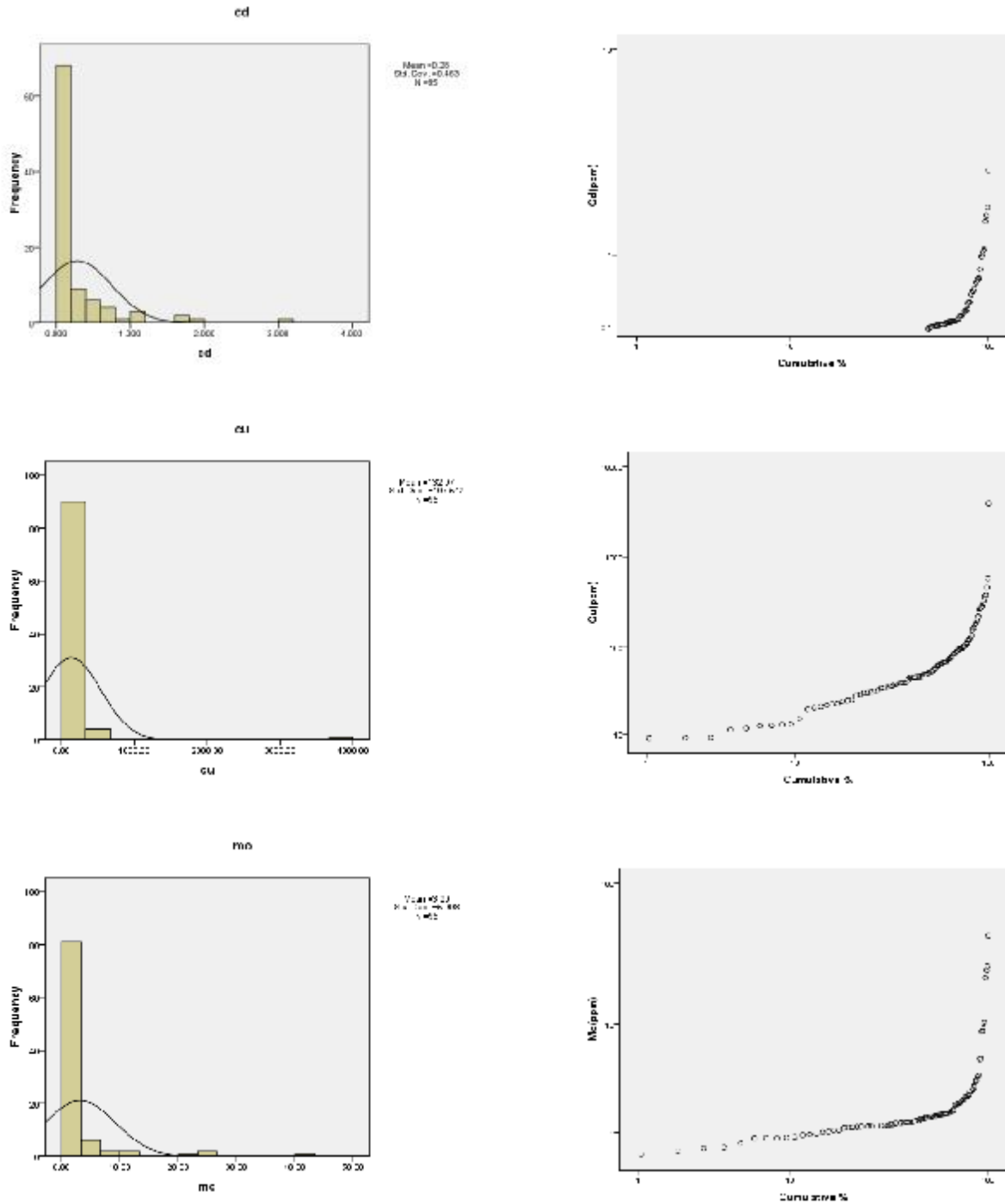
شده اند (اشکال 5-37 تا 5-40).



شکل شماره 5-37- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Ag, As, Au



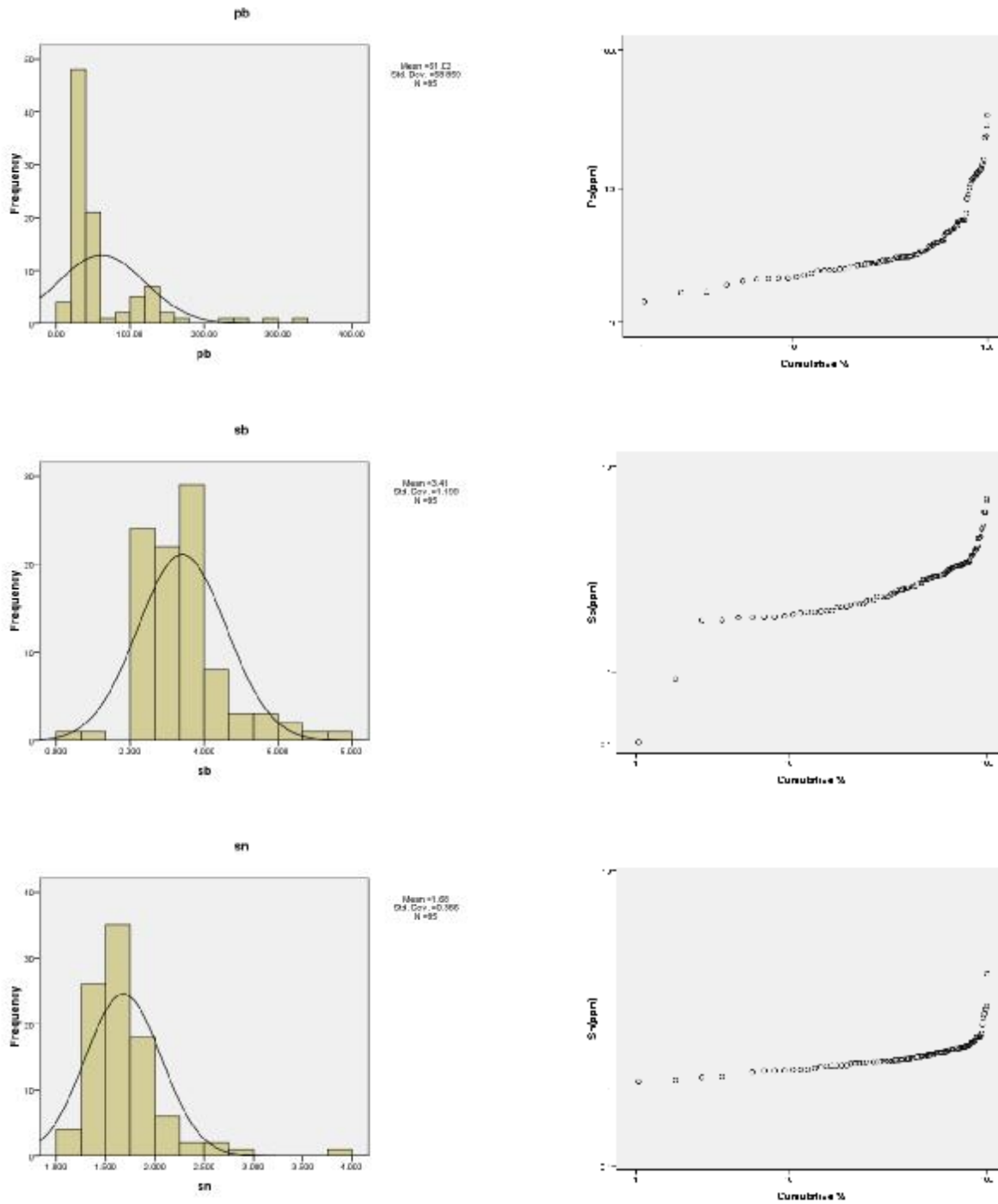
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-38- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Cd, Cu, Mo



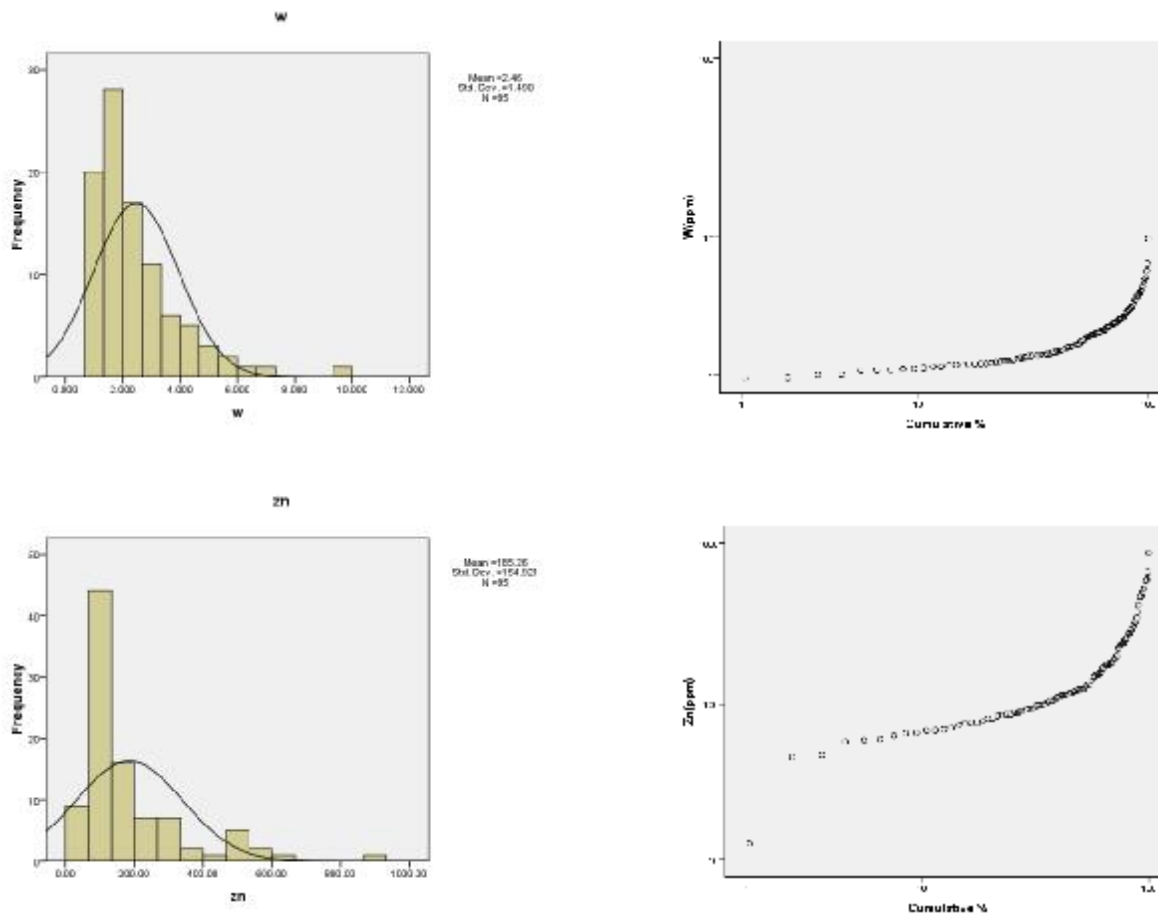
مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-39- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Pb, Sb, Sn



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-40- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های W, Zn

نتایج حاصل از بررسی هیستوگرامها و نمودارهای درصد تجمعی عناصر به شرح زیر می باشد:

- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی نقره تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که نشان از عادی بودن مقادیر این عنصر در منطقه است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی آرسنیک می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 150 ppm را شامل می شود، غیر عادی بوده است.

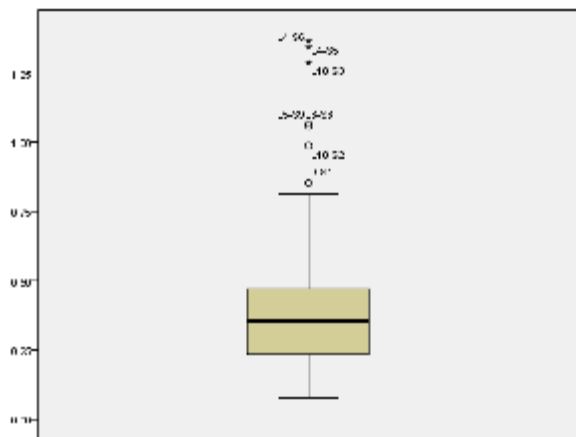


- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی طلا می توان سه جمعیت متفاوت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم و سوم غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی کادمیم هم می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 2 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مس می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 1000 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مولیبدن می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 10 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی سرب می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 200 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی آنتیموان تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که نشان از عادی بودن مقادیر این عنصر در منطقه است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی قلع تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که نشان از عادی بودن مقادیر این عنصر در منطقه است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی تنگستن تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 8 ppm در آن غیر عادی (آنومال) می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی روی تنها یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 800 ppm در آن غیر عادی (آنومال) می باشند.

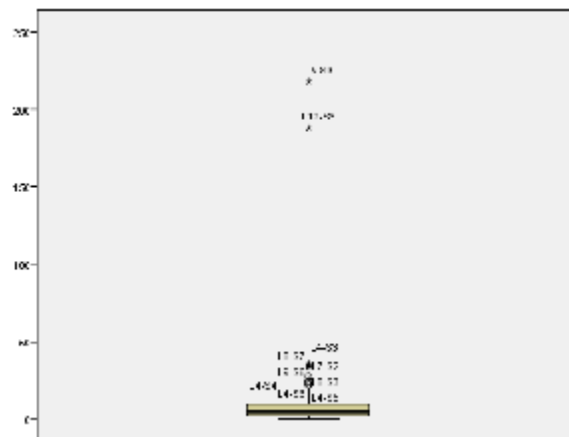


3-5-5- ترسیم باکس پلات ها

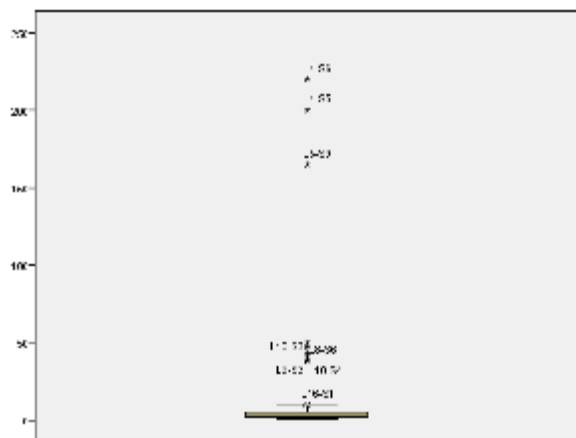
باکس پلات های این محدوده در اشکال 41-5 تا 42-5 نشان داده شده اند.



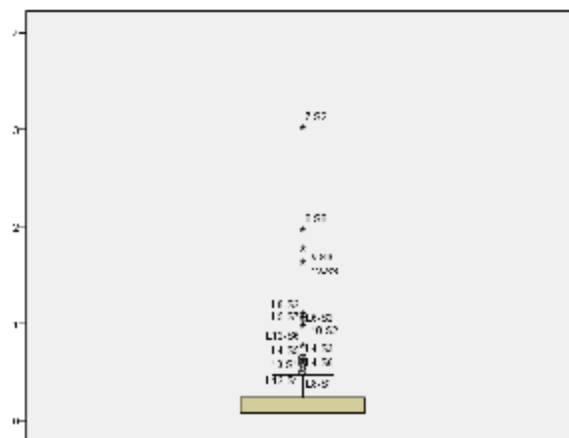
Ag



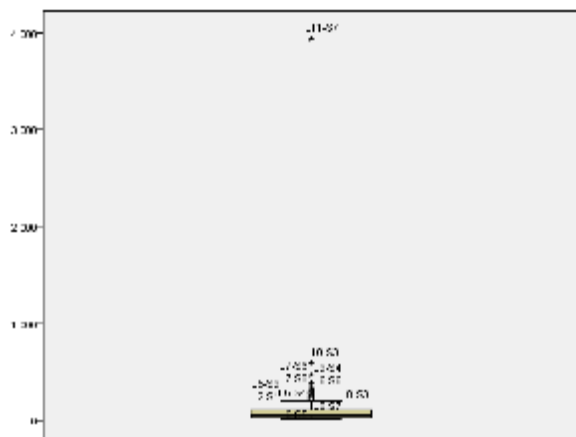
As



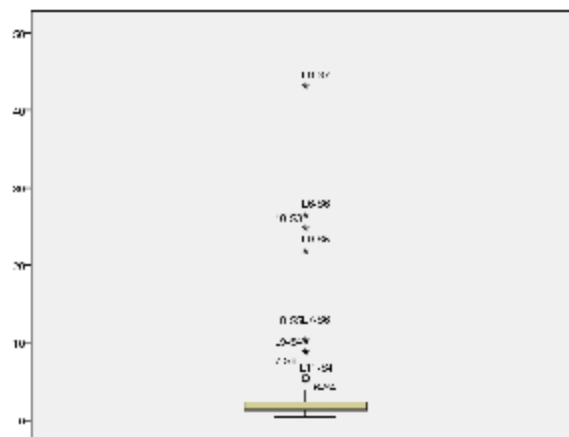
Au



Cd



Cu

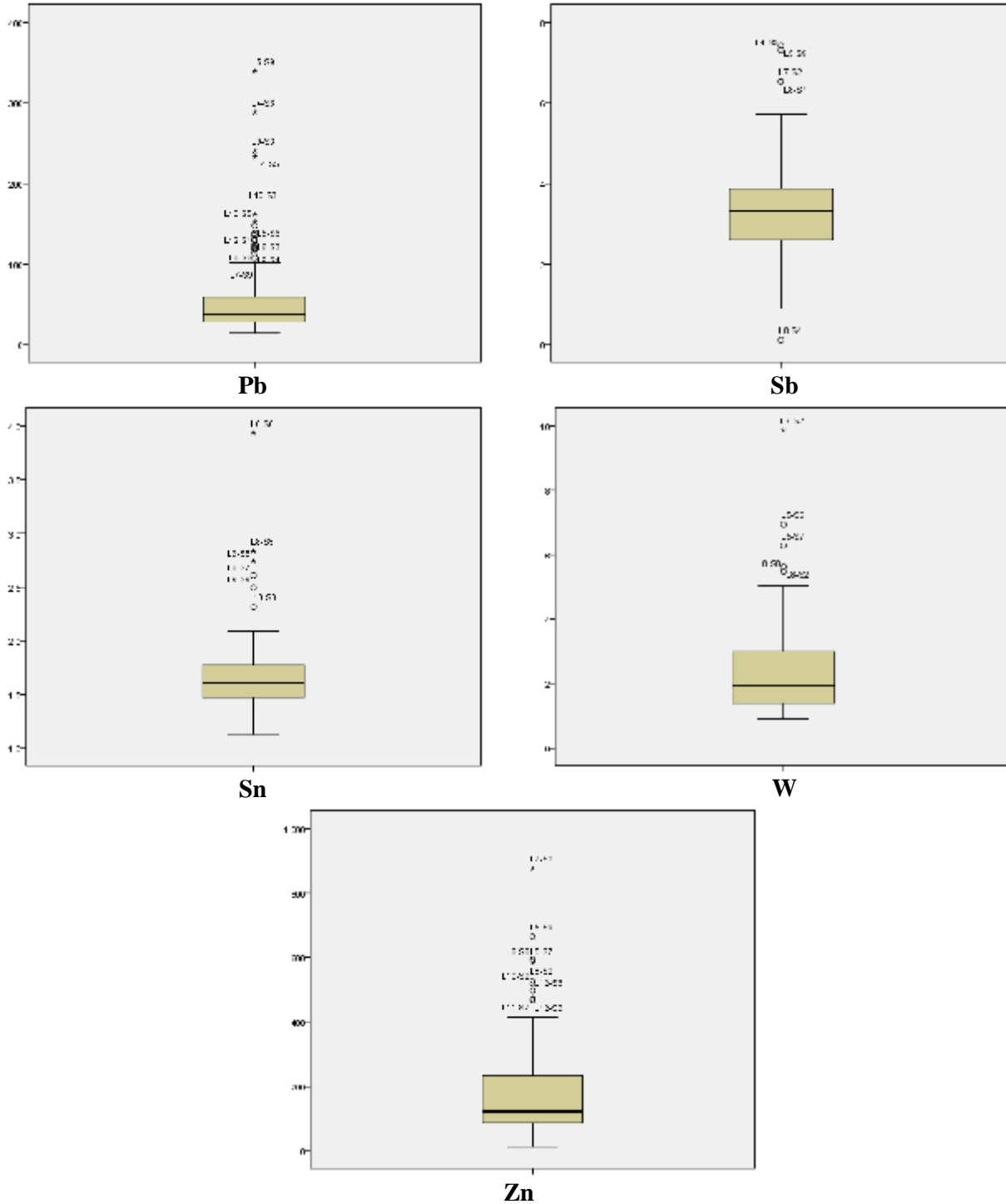


Mo

شکل شماره 41-5 - باکس پلات عناصر Ag, As, Au, Cd, Cu, Mo



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-42 - باکس پلات عناصر Pb, Sb, Sn, W, Zn



- نتایج حاصل از بررسی باکس پلات عناصر به شرح زیر می باشد:
- نقره در نمونه های L4-S6, L4-S5 و L10-S3 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - آرسنیک در نمونه های L5-S9 و L12-S6 با فاصله نسبتاً زیادی نسبت به دیگر نمونه ها بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - طلا در نمونه های L4-S6, L4-S5 و L5-S9 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - در باکس پلات کادمیم نمونه L7-S2 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - در باکس پلات مس نمونه L11-S7 بالاترین غنی شدگی را با فاصله خیلی زیاد نسبت به بقیه نمونه ها نشان داده است و خود را از جامعه پایینی جدا کرده است.
 - مولیبدن در نمونه های L8-S7, L6-S6, L10-S3 و L9-S5 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - سرب در نمونه های L5-S9, L4-S6, L9-S3 و L4-S5 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - در باکس پلات آنتیموان نمونه ای که غنی شدگی بالایی از خود نشان دهد مشاهده نمی شود و آنهم بدلیل نرمال بودن تابع توزیع آنتیموان می باشد.
 - در باکس پلات قلع نمونه L6-S6 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - در باکس پلات تنگستن نمونه L7-S2 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
 - در باکس پلات روی نیز نمونه L7-S2 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.

5-5-4- بررسی ضرایب همبستگی

در جدول شماره 5-8 ماتریس ضرایب همبستگی نشان داده شده است. با توجه به ماتریس همبستگی بین عناصر در محدوده مورد مطالعه ملاحظه می شود که یکی از بیشترین ضرایب همبستگی (قویترین همبستگی) بین مجموعه عناصر Cd-W-Zn با مقدار بیش از $r=0.8$ وجود دارد. Au به عنوان یک عنصر مهم بیشترین همبستگی را با Ag و Pb نشان داده است.

میانگین عیار عناصر ذکر شده در همبستگی مجموعه عناصر Cd-W-Zn از 3 برابر مقدار زمینه آنها در دیوریت (مطابق جداول پیوست) پایین تر است لذا این همبستگی در مرز عیار عادی می باشد ولی میانگین عیار



عناصر ذکر شده در همبستگی مجموعه عناصر Au-Ag-Pb از 3 برابر مقدار زمینه آنها در دیوریت (مطابق جداول پیوست) بالاتر است لذا این همبستگی در مرز عیار غیر عادی بوده و با اهمیت می باشد.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-8- ماتریس ضرایب همبستگی منطقه A2

	Au	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hg	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr						
Au	1.00																																																
Ag	0.69	1.00																																															
Al	0.13	0.14	1.00																																														
As	0.39	0.26	0.05	1.00																																													
Ba	0.08	0.02	0.27	-0.02	1.00																																												
Be	0.07	-0.08	0.60	-0.01	0.69	1.00																																											
Bi	-0.11	0.17	0.18	0.06	-0.03	-0.04	1.00																																										
Ca	-0.24	-0.26	-0.52	-0.15	-0.16	-0.29	0.20	1.00																																									
Cd	0.25	0.34	0.06	0.40	0.01	0.07	-0.02	-0.10	1.00																																								
Ce	0.13	-0.11	0.47	-0.08	0.25	0.54	-0.30	-0.30	-0.06	1.00																																							
Co	-0.19	-0.19	-0.11	-0.14	-0.06	0.02	0.51	0.63	-0.01	-0.22	1.00																																						
Cr	-0.05	-0.01	-0.33	-0.06	-0.32	-0.37	0.43	0.37	-0.01	-0.32	0.63	1.00																																					
Cs	0.18	-0.03	0.13	-0.09	0.44	0.41	-0.17	0.05	-0.10	0.22	0.27	-0.10	1.00																																				
Cu	0.03	0.04	0.12	0.03	-0.03	0.15	-0.02	-0.08	0.10	0.25	-0.05	-0.05	-0.12	1.00																																			
Fe	-0.12	0.09	0.08	0.03	0.00	0.00	0.92	0.34	-0.03	-0.36	0.66	0.46	0.04	-0.02	1.00																																		
Hg	0.03	0.00	0.39	0.01	0.12	0.30	0.34	0.25	-0.07	0.04	0.52	0.09	0.47	-0.08	0.47	1.00																																	
K	0.29	0.31	0.24	0.24	0.49	0.35	-0.31	-0.60	0.26	0.24	-0.62	-0.43	0.15	0.06	-0.37	-0.29	1.00																																
La	0.14	-0.07	0.43	-0.05	0.31	0.55	-0.35	-0.34	-0.05	0.98	-0.31	-0.37	0.20	0.23	-0.41	-0.03	0.31	1.00																															
Li	-0.12	-0.22	-0.23	-0.04	-0.08	-0.14	0.34	0.63	-0.06	-0.25	0.75	0.46	0.26	-0.08	0.51	0.41	-0.61	-0.31	1.00																														
Mg	-0.13	-0.05	-0.19	-0.11	-0.29	-0.25	0.60	0.48	0.00	-0.31	0.82	0.89	-0.04	-0.06	0.64	0.32	-0.62	-0.39	0.58	1.00																													
Mn	-0.23	0.03	-0.19	-0.15	-0.08	-0.02	0.29	0.56	0.34	-0.28	0.63	0.32	-0.04	-0.06	0.37	0.28	-0.37	-0.31	0.36	0.47	1.00																												
Mo	0.05	0.20	0.11	0.04	0.00	-0.03	0.23	-0.31	-0.11	-0.01	-0.39	-0.08	-0.24	0.12	0.15	-0.14	0.33	0.03	-0.29	-0.17	-0.36	1.00																											
Na	-0.25	-0.37	0.39	-0.17	0.06	0.49	-0.21	-0.06	-0.17	0.42	0.22	-0.24	0.35	0.01	-0.12	0.41	-0.24	0.36	0.12	-0.04	0.02	-0.25	1.00																										
Nb	0.00	0.03	0.15	-0.01	0.18	0.32	0.52	0.18	-0.04	0.01	0.49	-0.02	0.48	-0.03	0.63	0.46	-0.15	-0.05	0.37	0.22	0.23	-0.08	0.26	1.00																									
Ni	-0.09	-0.03	-0.31	-0.08	-0.35	-0.36	0.47	0.46	0.02	-0.32	0.72	0.96	-0.06	-0.05	0.51	0.17	-0.51	-0.39	0.55	0.92	0.39	-0.12	-0.17	0.05	1.00																								
P	-0.02	-0.26	0.43	-0.03	0.24	0.44	0.02	-0.02	0.00	0.55	0.11	-0.23	0.22	-0.01	0.03	0.29	-0.02	0.52	0.11	-0.09	0.06	-0.06	0.39	0.26	-0.20	1.00																							
Pb	0.74	0.74	0.11	0.41	0.01	-0.06	-0.08	-0.36	0.35	-0.09	-0.29	-0.05	-0.02	0.02	-0.12	-0.08	0.31	-0.03	-0.26	-0.15	-0.12	0.07	-0.27	-0.13	-0.09	-0.23	1.00																						
Rb	0.31	0.40	0.17	0.30	0.43	0.23	-0.18	-0.43	0.39	0.01	-0.47	-0.35	0.04	0.05	-0.20	-0.23	0.90	0.08	-0.48	-0.50	-0.14	0.26	-0.35	-0.14	-0.42	-0.10	0.37	1.00																					
S	0.09	-0.11	0.10	-0.02	-0.09	-0.14	-0.11	-0.11	-0.06	0.20	-0.20	-0.04	-0.18	-0.03	-0.19	-0.09	-0.12	0.22	0.00	-0.10	-0.16	0.08	-0.12	-0.34	-0.05	0.46	0.02	-0.17	1.00																				
Sb	0.13	0.33	0.15	0.40	0.14	0.01	0.53	-0.05	0.45	-0.27	0.18	0.11	-0.01	0.02	0.48	0.12	0.21	-0.27	0.08	0.16	0.23	0.08	-0.30	0.36	0.12	0.05	0.23	0.36	-0.10	1.00																			
Sc	-0.01	0.13	-0.03	-0.03	-0.07	-0.15	0.75	0.48	0.02	-0.37	0.82	0.69	0.15	-0.07	0.81	0.45	-0.47	-0.43	0.63	0.84	0.47	-0.15	-0.12	0.42	0.76	-0.13	-0.05	-0.30	-0.18	0.33	1.00																		
Sn	0.13	0.15	0.20	0.03	0.17	0.15	0.21	-0.21	-0.13	0.07	-0.10	-0.01	0.12	0.02	0.21	0.18	0.24	0.07	-0.07	-0.01	-0.28	0.65	-0.05	0.14	0.00	0.08	0.01	0.14	0.01	0.06	0.08	1.00																	
Sr	-0.05	-0.32	0.19	-0.18	0.08	0.20	-0.26	0.04	-0.20	0.40	0.08	-0.18	0.21	-0.10	-0.20	0.21	-0.25	0.38	0.19	-0.09	-0.08	-0.19	0.46	0.04	-0.16	0.69	-0.24	-0.37	0.66	-0.25	-0.23	-0.02	1.00																
Te	0.13	0.08	0.67	-0.02	0.32	0.54	0.29	-0.14	-0.05	0.25	0.31	-0.17	0.65	0.01	0.37	0.71	0.07	0.19	0.16	0.04	0.03	-0.06	0.44	0.62	-0.10	0.39	-0.02	0.03	-0.11	0.23	0.29	0.21	0.22	1.00															
Th	-0.11	0.08	0.30	0.03	0.06	0.14	0.88	0.17	-0.08	-0.05	0.48	0.35	0.09	0.01	0.86	0.44	-0.22	-0.08	0.36	0.50	0.17	0.25	-0.04	0.55	0.42	0.12	-0.14	-0.19	-0.13	0.44	0.70	0.29	-0.20	0.43	1.00														
Ti	0.11	0.00	0.13	-0.06	0.16	0.27	0.25	0.35	0.00	0.04	0.77	0.33	0.65	-0.04	0.43	0.60	-0.31	-0.03	0.55	0.52	0.34	-0.37	0.42	0.61	0.40	0.21	-0.04	-0.25	-0.26	0.12	0.61	0.04	0.18	0.55	0.33	1.00													
Tl	0.10	0.11	0.66	-0.02	0.27	0.52	0.38	0.01	0.08	0.21	0.54	0.05	0.56	-0.01	0.45	0.77	-0.07	0.15	0.27	0.28	0.29	-0.19	0.47	0.57	0.12	0.41	0.01	-0.03	-0.13	0.26	0.48	0.14	0.19	0.90	0.49	0.73	1.00												
U	-0.23	0.08	-0.07	-0.12	-0.10	0.01	0.43	0.51	0.34	-0.26	0.67	0.37	-0.10	-0.02	0.46	0.33	-0.40	-0.29	0.36	0.55	0.98	-0.31	0.03	0.25	0.45	0.08	-0.10	-0.17	-0.15	0.28	0.56	-0.23	-0.10	0.08	0.31	0.37	0.38	1.00											
V	0.04	0.16	0.22	-0.02	0.04	0.11	0.74	0.37	0.01	-0.25	0.77	0.46	0.25	-0.05	0.81	0.59	-0.39	-0.31	0.54	0.70	0.45	-0.15	0.05	0.56	0.54	0.01	-0.02	-0.23	-0.24	0.36	0.91	0.10	-0.18	0.49	0.73	0.67	0.66	0.55	1.00	</									



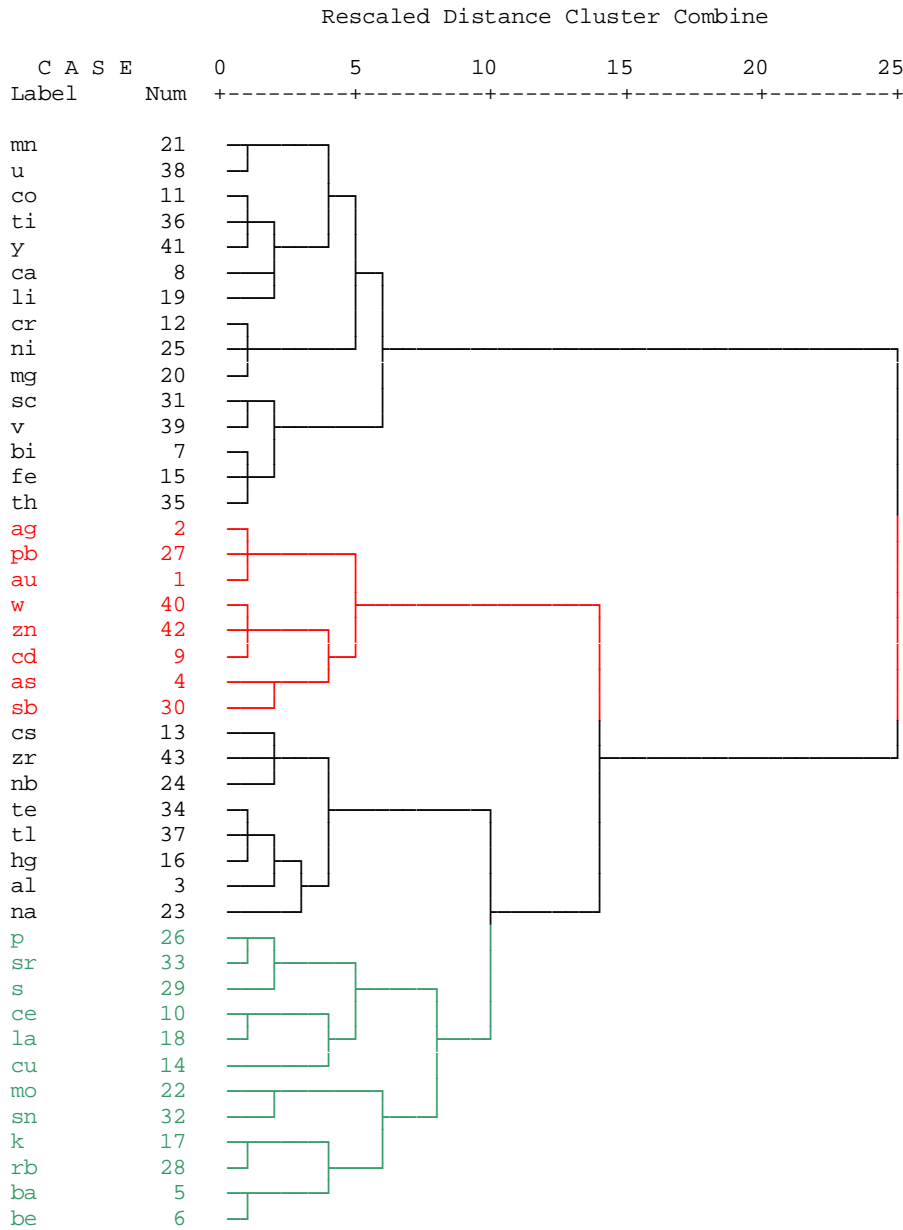
5-5-5- آنالیز خوشه ای داده ها (دندروگرام)

در شکل شماره 5-43 دندروگرام مربوط به آنالیز خوشه‌ای داده‌ها منطقه A2 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود دندروگرام به دو خوشه اصلی تقسیم می‌شود که خوشه اول سنگ ساز و خوشه دوم کانسار ساز می‌باشد. خوشه کانسار ساز اصلی در این منطقه (خوشه قرمز رنگ)، زیر خوشه اول از خوشه دوم می‌باشد که شامل عناصر Ag, Pb, Au, W, Zn, Cd, As, Sb می‌باشد. زیر خوشه دوم از خوشه دوم (خوشه سبز رنگ) شامل یک سری عناصر سنگ‌ساز و کانسار ساز بوده و به خوشه اول متصل شده است. در این مجموعه عناصر کانسار ساز (Cu, Mo, Sn) در کنار هم قرار گرفته‌اند.

در شکل شماره 5-44 دندروگرام مجموعه عناصر کانسار ساز در منطقه A2 رسم شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود خوشه اول که شامل عناصر W, Zn, Cd می‌باشد از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه خوشه‌ها برخوردار می‌باشد.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-43 - دندروگرام داده ها به روش Ward



جدول شماره 5-9 - نتایج مربوط به محاسبات فاکتوری

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	11.113	25.843	25.843	11.113	25.843	25.843	6.385	14.849	14.849
2	6.534	15.195	41.038	6.534	15.195	41.038	5.835	13.571	28.420
3	5.609	13.045	54.083	5.609	13.045	54.083	4.271	9.933	38.353
4	3.354	7.800	61.883	3.354	7.800	61.883	4.054	9.428	47.781
5	2.565	5.964	67.847	2.565	5.964	67.847	3.303	7.681	55.462
6	2.210	5.139	72.986	2.210	5.139	72.986	3.012	7.006	62.468
7	1.577	3.667	76.653	1.577	3.667	76.653	2.654	6.173	68.641
8	1.388	3.229	79.882	1.388	3.229	79.882	2.527	5.877	74.518
9	1.134	2.638	82.520	1.134	2.638	82.520	2.326	5.410	79.928
10	1.071	2.490	85.010	1.071	2.490	85.010	2.186	5.083	85.010
11	.948	2.206	87.216						
12	.736	1.711	88.927						
13	.669	1.557	90.484						
14	.567	1.318	91.802						
15	.460	1.071	92.873						
16	.407	.946	93.819						
17	.359	.835	94.654						
18	.295	.687	95.341						
19	.284	.661	96.002						
20	.248	.576	96.578						
21	.225	.523	97.101						
22	.184	.427	97.528						
23	.171	.397	97.925						
24	.149	.346	98.271						
25	.123	.287	98.558						
26	.115	.268	98.826						
27	.095	.221	99.046						
28	.073	.171	99.217						
29	.063	.145	99.363						
30	.059	.138	99.500						
31	.049	.115	99.615						
32	.037	.087	99.702						
33	.025	.058	99.761						
34	.023	.053	99.814						
35	.017	.041	99.855						
36	.015	.034	99.889						
37	.013	.030	99.919						
38	.011	.026	99.945						
39	.008	.018	99.963						
40	.007	.017	99.980						
41	.005	.011	99.991						
42	.003	.007	99.997						
43	.001	.003	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

ادامه جدول شماره 5-9

Rotated Component Matrix^a

	Component									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
tl	.896	.189	.219	.129	-.024	.057	.091	.100	.158	.033
te	.878	-.053	.263	-.004	-.012	.063	.074	.139	-.033	.025
hg	.752	.163	.225	-.076	.150	.050	.103	-.084	.112	-.103
na	.699	-.106	-.299	-.107	-.032	-.338	.087	-.204	-.005	.223
ti	.697	.474	-.020	.000	.386	.055	-.052	.090	.046	.028
cs	.651	.061	-.197	-.168	.316	.080	-.033	.444	-.184	-.033
al	.643	-.209	.234	.128	-.515	.070	.212	.020	-.019	.210
be	.584	-.217	.006	.111	-.117	-.136	.072	.466	.066	.382
nb	.573	-.025	.463	.012	.461	-.062	-.126	.062	.013	.044
zr	.496	.011	-.004	-.152	.484	.434	-.047	.068	.050	-.207
ni	-.080	.944	.139	.002	.091	-.021	-.061	-.150	.074	-.075
cr	-.152	.939	.109	-.008	.027	.010	-.065	-.096	.030	-.083
mg	.095	.882	.232	-.011	.138	-.062	-.044	-.217	.170	-.075
sc	.261	.718	.446	.015	.241	.080	-.146	-.072	.189	-.153
co	.397	.683	.160	.030	.430	-.198	-.030	-.099	.268	-.062
v	.496	.516	.490	.031	.202	.101	-.148	-.060	.224	-.097
bi	.147	.346	.862	.067	.032	-.028	-.060	-.120	.140	-.091
th	.307	.339	.805	-.023	.013	-.074	-.044	-.009	.022	.073
fe	.249	.392	.793	.021	.223	-.055	-.105	-.066	.131	-.122
mo	-.300	-.153	.562	-.190	-.369	.130	.007	.167	-.199	.121
sn	.056	.049	.453	-.253	-.212	.167	.065	.325	-.254	.083
zn	.075	.046	-.050	.903	-.113	.176	-.048	-.004	.219	.123
w	-.037	-.064	-.031	.877	-.151	.230	-.081	.103	.125	.092
cd	-.052	.034	-.064	.872	.009	.148	-.011	.090	.127	.021
as	-.033	-.064	.121	.641	.104	.153	-.008	-.076	-.546	-.063
sb	.069	.018	.552	.572	.136	.096	-.028	.159	-.040	-.228
ca	-.104	.352	.036	-.147	.688	-.193	-.011	-.128	.341	-.085
Y	.397	.444	.122	.044	.628	.160	.131	-.066	.212	.122
li	.208	.495	.137	-.072	.619	-.147	.128	-.143	.003	-.135
au	.077	-.006	-.075	.173	.089	.869	.090	.101	-.247	.100
ag	-.003	-.054	.183	.248	-.104	.862	-.165	.048	.115	-.013
pb	-.013	-.057	-.075	.334	-.146	.796	-.086	-.027	-.127	-.067
s	-.231	-.005	-.016	-.045	-.129	.078	.884	-.108	-.049	-.043
sr	.263	-.086	-.243	-.178	.140	-.126	.824	-.079	-.027	.045
p	.359	-.142	.091	.062	.096	-.197	.756	.137	.054	.220
ba	.266	-.199	.045	.009	.065	-.041	.050	.792	.033	.062
k	-.088	-.404	-.039	.264	-.334	.193	-.140	.689	-.220	.054
rb	-.125	-.354	.042	.390	-.214	.257	-.199	.629	-.049	-.084
mn	.096	.295	.044	.329	.282	-.123	-.040	-.058	.782	-.116
u	.147	.357	.158	.347	.192	-.104	-.028	-.112	.768	-.074
cu	-.108	-.059	.118	.147	.067	.024	-.158	-.120	-.015	.750
ce	.267	-.150	-.208	-.075	-.185	-.035	.369	.193	-.099	.721
la	.207	-.213	-.225	-.065	-.205	-.005	.364	.250	-.094	.693

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 18 iterations.



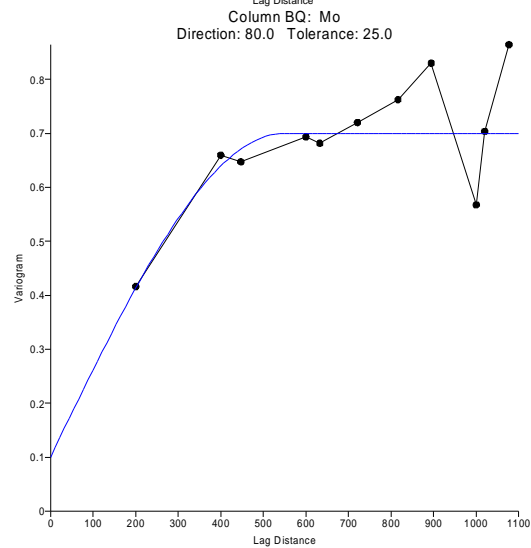
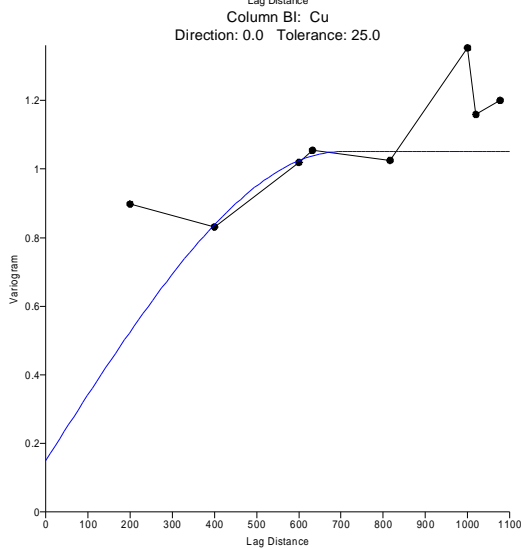
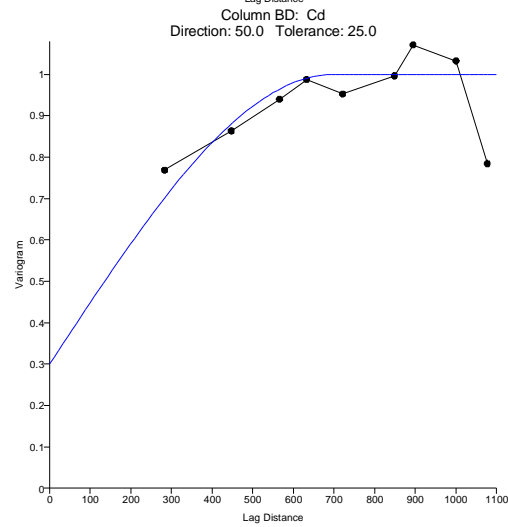
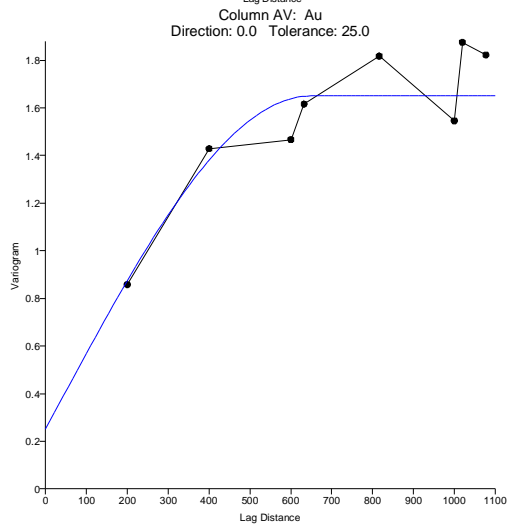
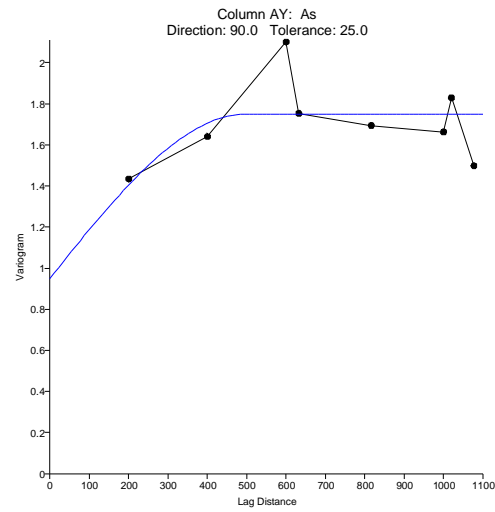
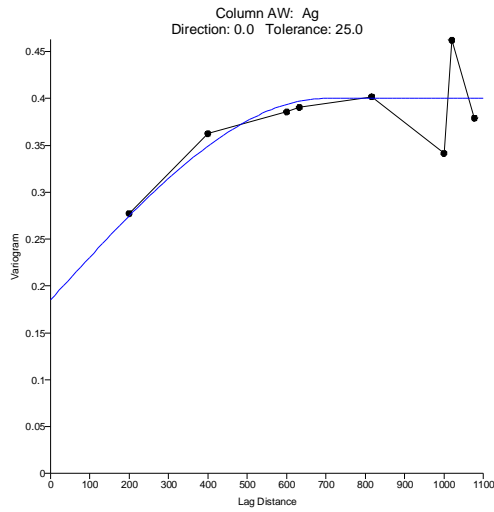
5-5-7- پردازش های زمین آماری و واریوگرافی

برای بیان استحکام یک ساختار فضایی از نسبت $\frac{C}{C_0}$ میتوان استفاده نمود که در واقع نسبت بزرگی مولفه ساختاردار به مولفه بی ساختار واریوگرام است. اگر این نسبت کوچکتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار کمتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی ضعیف تلقی می شود. بدیهی است در چنین مواردی کاربرد زمین آمار چندان مفید واقع نمی شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار کمی برخوردار است. حال اگر نسبت فوق الذکر بزرگتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار بیشتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی قوی تلقی می شود. بنابراین در چنین مواردی کاربرد زمین آمار بسیار مفید واقع می شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

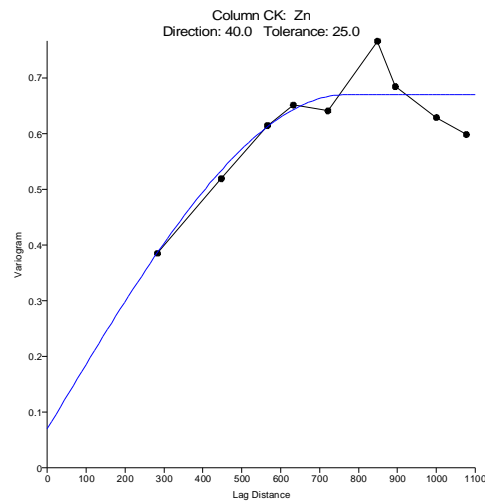
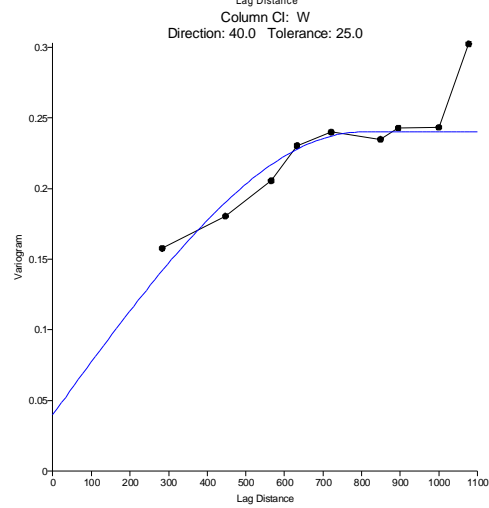
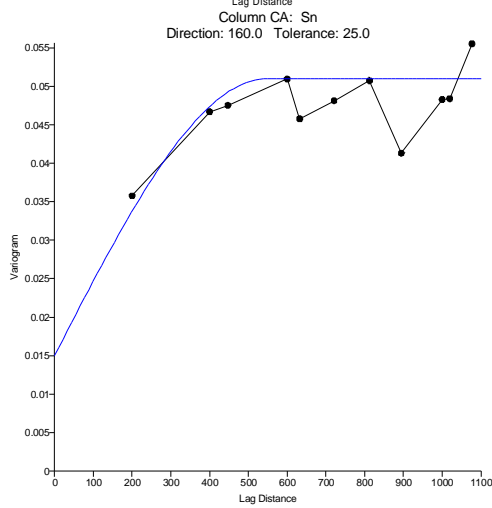
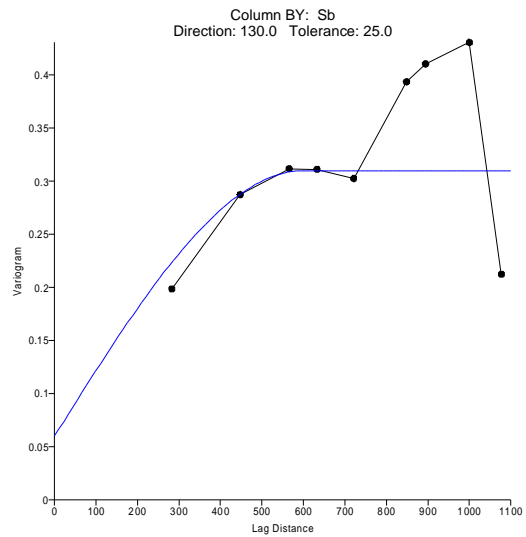
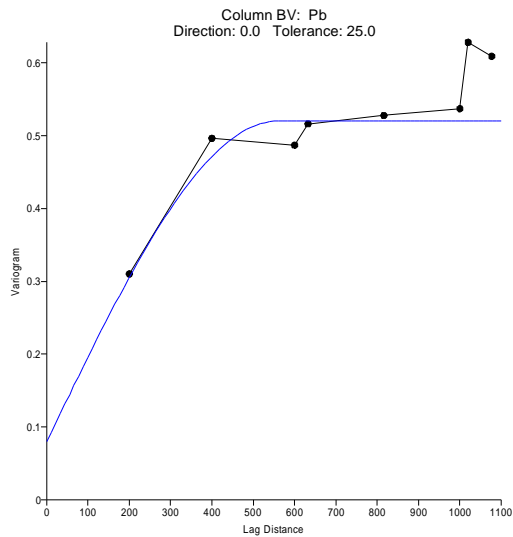
در این منطقه با توجه به واریوگرامهای جهتی رسم شده عناصر مورد بررسی در اشکال شماره 5-45 الی 5-46 و جدول شماره 5-10، واریوگرام کلیه عناصر به جز As از استحکام بالایی برخوردار می باشد. در این بین بیشترین پایداری واریوگرام در عناصر Cu، Mo و Zn محاسبه شده است. بنابراین در این منطقه کاربرد زمین آمار بسیار مفید واقع می شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

جدول شماره 5-10- مشخصه های واریوگرام های جهتی در منطقه A2

Variable	C0	C	a	Direction	Tolerance	$\frac{C}{C_0}$
Ag	0.19	0.22	700	0	25	1.16
As	0.95	0.8	500	90	25	0.84
Au	0.25	1.4	650	0	25	5.60
Cd	0.3	0.7	700	50	25	2.33
Cu	0.15	0.9	700	0	25	6.00
Mo	0.1	0.6	550	80	25	6.00
Pb	0.08	0.44	560	0	25	5.50
Sb	0.06	0.25	600	130	25	4.17
Sn	0.015	0.036	550	160	25	2.40
W	0.04	0.2	800	40	25	5.00
Zn	0.07	0.6	770	40	25	8.57



شکل شماره 5-45- نمودارهای واریوگرافی جهت عناصر Ag, As, Au, Cd, Cu, Mo در محدوده مورد مطالعه



شکل شماره 5-46- نمودارهای واریوگرافی جهت عناصر Pb,Sb,Sn,W,Zn در محدوده مورد مطالعه



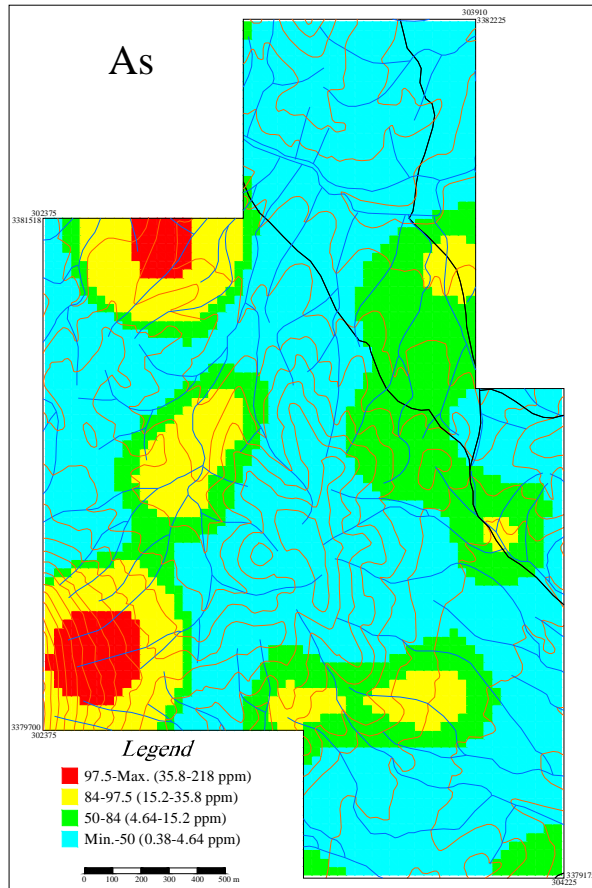
5-5-8- شرح نقشه آنومالی های منطقه A2

1- آنومالی نقره

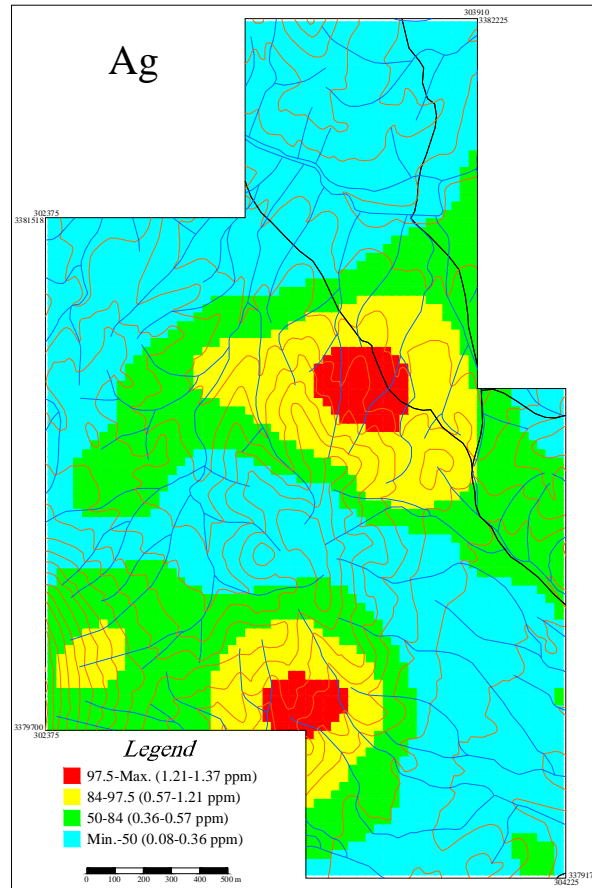
در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده های نقره (شکل شماره 5-47)، دو محدوده آنومالی مهم مشاهده می شود. آنومالی اول در مجاورت جاده ای که از منطقه می گذرد واقع شده و هم منطقه بندی خوبی هم نشان می دهد و هم وسعت زیادی دارد. در محدوده همین آنومالی، آنومالی سرب هم قرار گرفته که نشان از همبستگی این دو عنصر در منطقه دارد. آنومالی دوم در جنوب غرب منطقه واقع شده که همانند آنومالی اولی از وسعت و منطقه بندی خوبی برخوردار است. در محدوده این آنومالی نیز آنومالی سربی قرار گرفته که در شرح آنومالی های سرب بدان اشاره می شود.

2- آنومالی آرسنیک

در نقشه حاصل از پردازش داده های آرسنیک (شکل شماره 5-48)، دو مرکز آنومالی درجه اول مشاهده می شود که هر دو در غرب منطقه واقع شده اند و منطقه بندی خوبی نشان می دهند. تعدادی آنومالی درجه دوم آرسنیک دیده می شود که مهمترین آن در شمال شرق آنومالی درجه اول واقع در جنوب غرب منطقه مشاهده می شود. این آنومالی را به احتمال زیاد می توان ادامه آنومالی مذکور دانست.



شکل شماره 5-48- نقشه آنومالی داده های As



شکل شماره 5-47- نقشه آنومالی داده های Ag

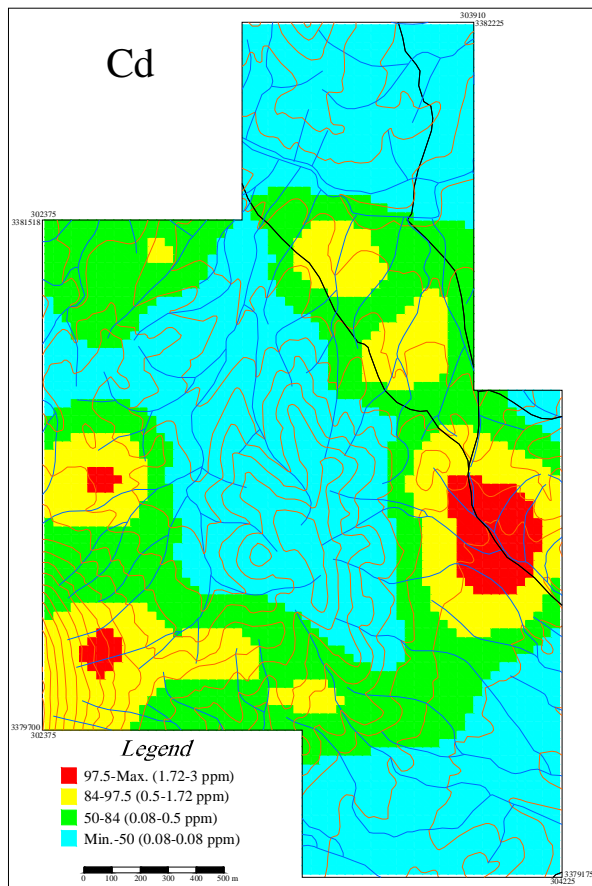
3- آنومالی طلا

آنومالی‌های حاصل از پردازش داده‌های طلا، عمدتاً در نیمه جنوبی منطقه واقع شده است که شامل دو آنومالی درجه اول و یک آنومالی درجه دوم می‌باشد. دو آنومالی درجه اول در مجاورت هم قرار گرفته و می‌توان آنها را بعنوان یک آنومالی بزرگ با منطقه بندی خوب در نظر گرفت. آنومالی درجه دوم نیز که در مجاورت جاده می‌باشد به خاطر دارابودن منطقه بندی و وسعت زیاد دارای اهمیت می‌باشد.

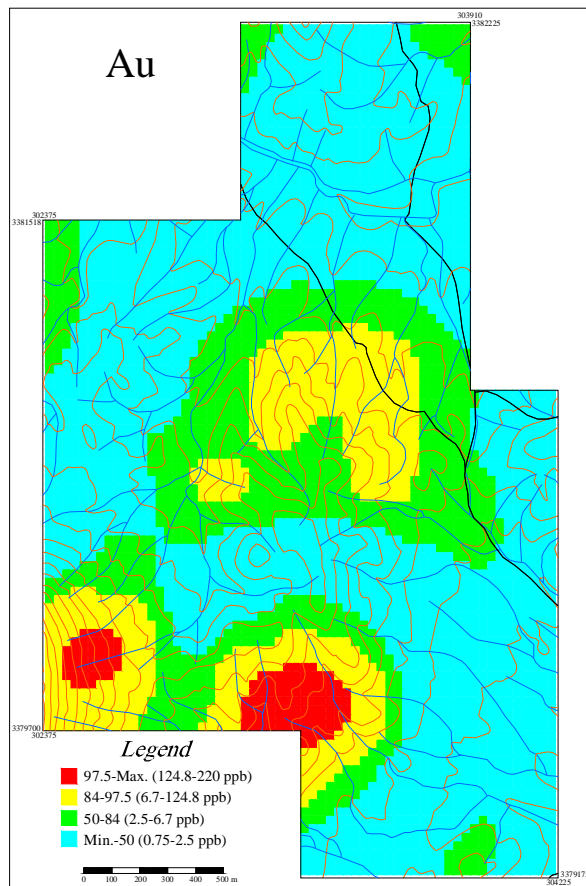


4- آنومالی کادمیم

بر اساس نقشه پراکندگی حاصل از پردازش داده‌های کادمیم (شکل شماره 5-50)، آنومالی‌های درجه اول و درجه دوم این عنصر به شکل حلقوی قرار گرفته اند که می تواند حائز اهمیت باشد. آنومالی‌های تنگستن و روی نیز یک چنین وضعیتی دارند که همبسته بودن خوب این سه عنصر را تأیید می کند.



شکل شماره 5-50- نقشه آنومالی داده های Cd



شکل شماره 5-49- نقشه آنومالی داده های Au

5- آنومالی مس

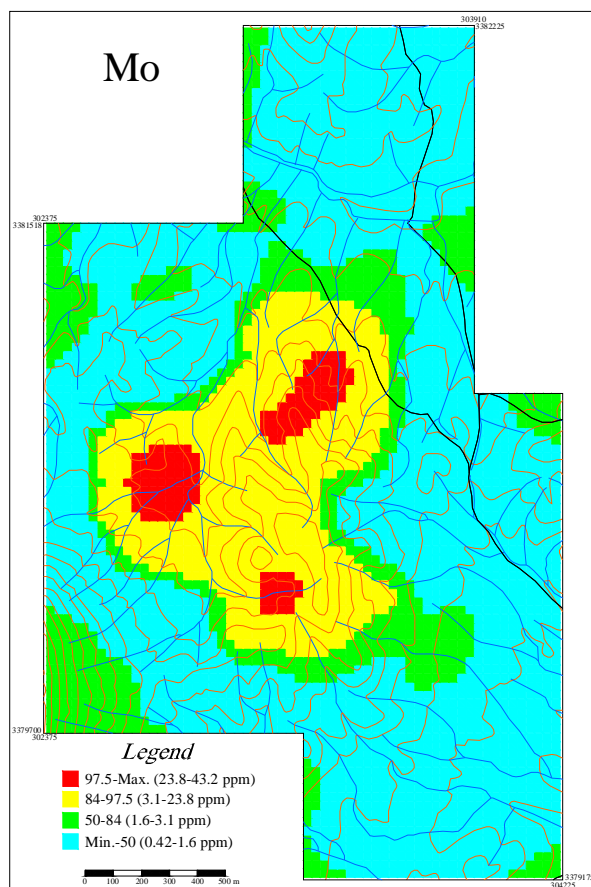
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های مس (شکل شماره 5-51)، آنومالی‌های این عنصر عمدتاً در نیمه غربی منطقه واقع شده‌اند. یک آنومالی درجه اول مس در منطقه دیده می شود که در منتهی الیه شمال غرب منطقه قرار دارد. بقیه آنومالی‌های مس که درجه دوم هستند و وسعت زیادی دارند، همگی در امتداد شمال شرق - جنوب غرب قرار گرفته



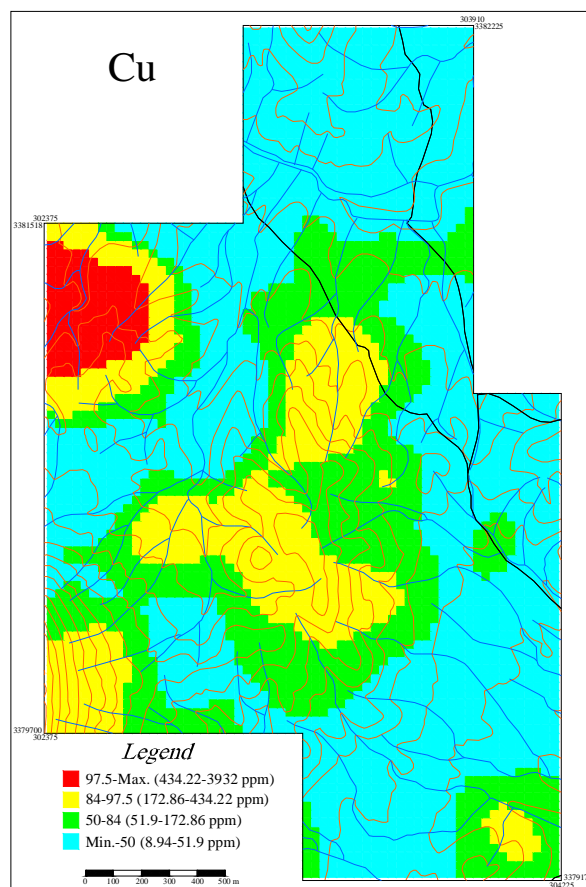
اند. نکته قابل توجه اینکه این آنومالی درجه دوم با وسعت زیاد، انطباق و همپوشانی زیادی با آنومالی های مولیبدن دارد که به اهمیت این آنومالی می افزاید.

6- آنومالی مولیبدن

بر اساس نقشه آنومالی‌های حاصل از داده‌های عنصر مولیبدن (شکل شماره 5-52)، سه مرکز آنومالی درجه اول در منطقه دیده می شود که هر سه بهم متصل شده و تشکیل یک آنومالی بزرگ با منطقه بندی خوب و وسعت زیاد را می دهند. این آنومالی همانگونه که در شرح آنومالی های مس بیان شد، با آنومالی های مس انطباق و تشابه زیادی دارد.



شکل شماره 5-52- نقشه آنومالی داده های Mo



شکل شماره 5-51- نقشه آنومالی داده های Cu

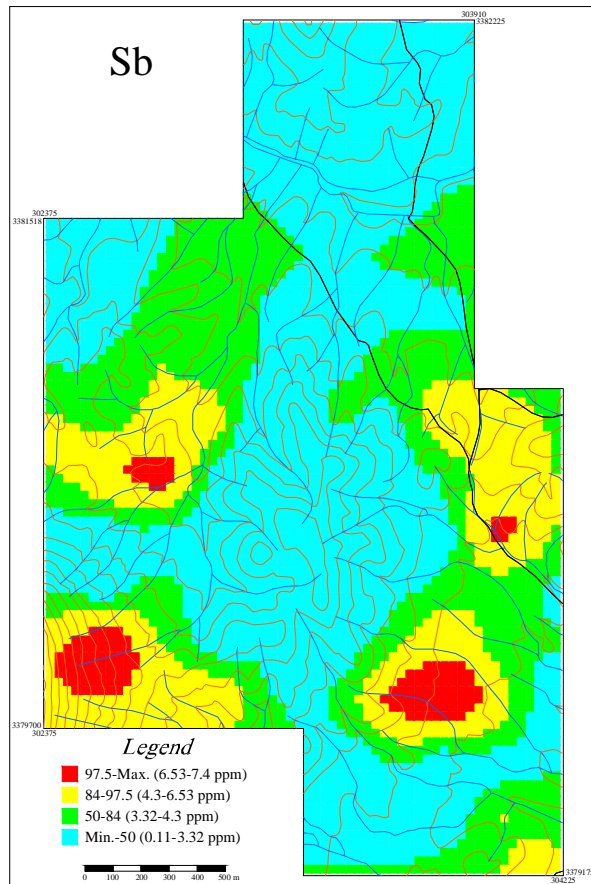


7- آنومالی سرب

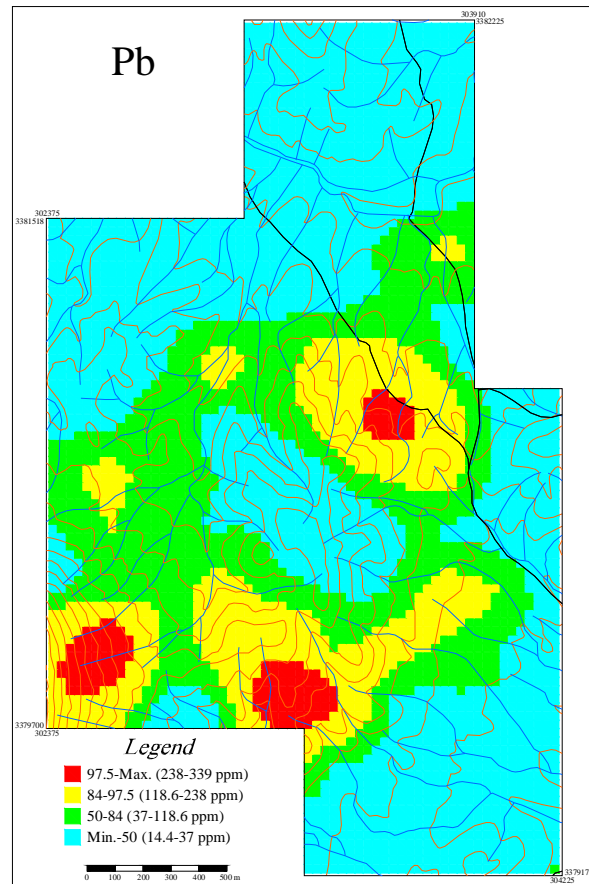
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر سرب (شکل شماره 5-53)، سه آنومالی درجه اول در این منطقه مشاهده می‌شود که بصورت حلقوی مانند در کنار هم قرار گرفته اند. همپوشانی نسبتاً خوبی بین آنومالی‌های سرب و آنتیموان به چشم می‌خورد که دلیل بر همبسته بودن این دو عنصر در منطقه است..

8- آنومالی آنتیموان

همانطور که در نقشه شکل شماره 5-54 مشاهده می‌شود، توزیع و پراکندگی آنومالی‌های حاصل از پردازش داده‌های عنصر آنتیموان تا حدود زیادی منطبق و مشابه با آنومالی‌های عناصر Pb و Cd است. به عبارت دیگر به علت همبستگی خوبی که بین این سه عنصر وجود دارد، در همان محل آنومالی‌های سرب و کادمیم و با امتداد مشابه، آنومالی‌های آنتیموان نیز مشاهده می‌شود.



شکل شماره 5-54- نقشه آنومالی داده های Sb



شکل شماره 5-53- نقشه آنومالی داده های Pb

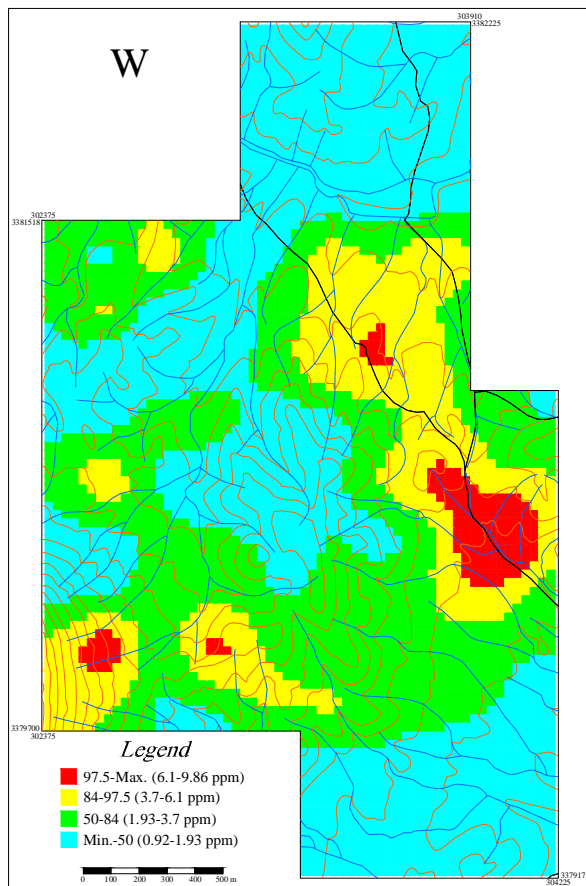
9- آنومالی قلع

بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر قلع (شکل شماره 5-55)، دو مرکز آنومالی درجه اول در منطقه دیده می‌شود که دارای امتداد شمالی - جنوبی می‌باشند و تشکیل یک آنومالی بزرگ را می‌دهند. سه آنومالی درجه دوم قلع نیز در منطقه مشاهده می‌شود. آنومالی های قلع یک همپوشانی 60 درصدی را با آنومالی های مولیبدن نشان می‌دهند.

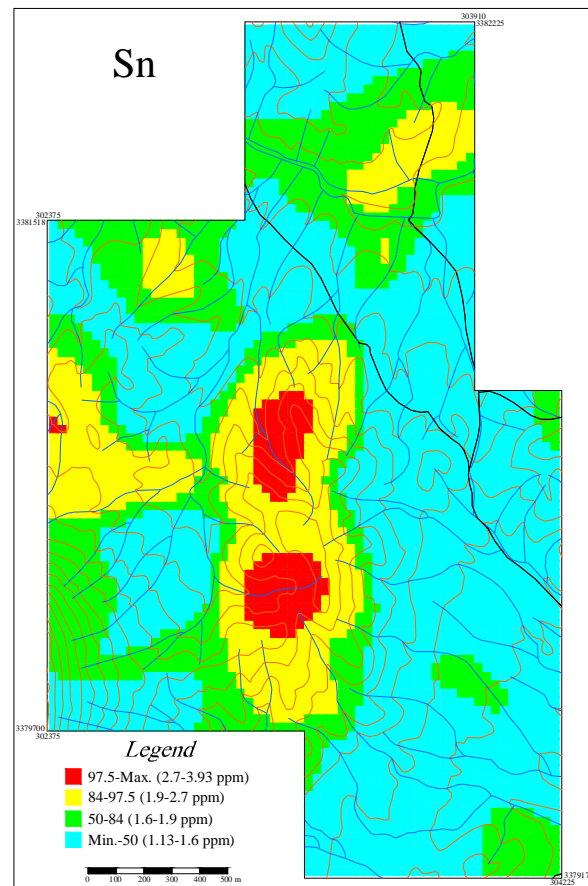


10- آنومالی تنگستن

بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر تنگستن (شکل شماره 5-56)، چهار آنومالی درجه اول در منطقه مشاهده می‌شود. دو آنومالی از این چهار آنومالی که در امتداد جاده واقع شده‌اند، بهم متصل بوده و تشکیل یک آنومالی بزرگ و با اهمیت را می‌دهند. دو آنومالی دیگر در جنوب غرب منطقه قرار گرفته‌اند و اهمیت آنها از دو آنومالی قبلی کمتر است. آنومالی‌های تنگستن همپوشانی خوبی با آنومالی‌های کادمیم نشان می‌دهند.



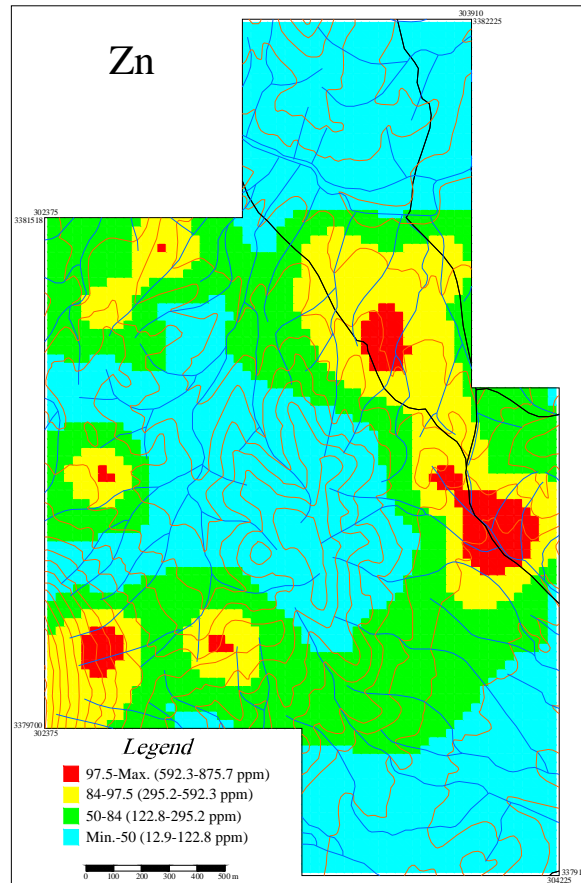
شکل شماره 5-56- نقشه آنومالی داده‌های W



شکل شماره 5-55- نقشه آنومالی داده‌های Sn

11- آنومالی روی

بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر روی (شکل شماره 5-57) و مقایسه آن با نقشه آنومالی‌های کادمیم و تنگستن مشاهده می‌شود که انطباق و تشابه بسیار زیادی بین آنومالی‌های این سه عنصر مشاهده می‌شود.

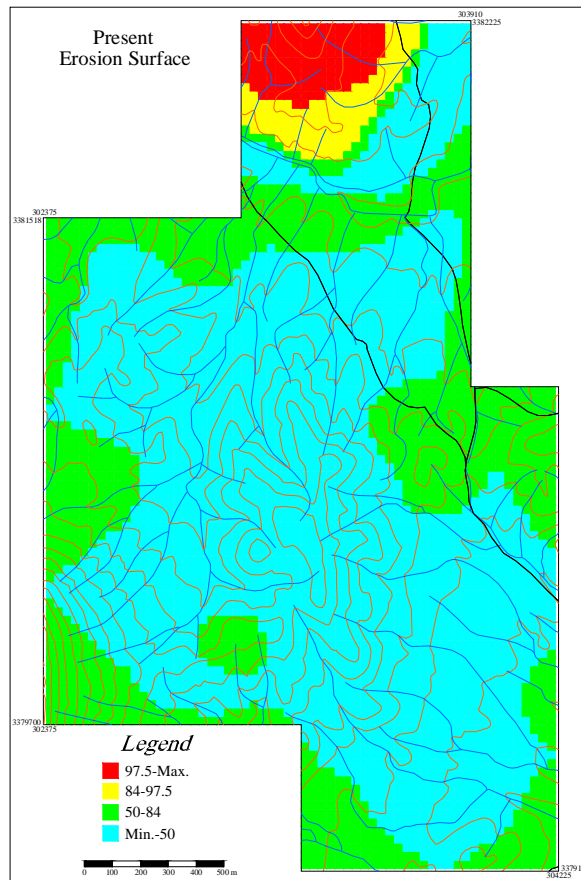


شکل شماره 5-57- نقشه آنومالی داده های Zn

9-5-5- موقعیت سطح فرسایش نسبت به توده کانساری

همانگونه که در نقشه Zn.Pb/Cu.Mo یا سطح فرسایش کنونی ملاحظه می شود، آنومالی هایی که مدفون بوده و به سطح راه نیافته اند، به طور عمده در نیمه جنوبی منطقه قرار دارند. سطح فرسایش در محل آنومالی های Cu و Mo پایین بوده و به عبارت دیگر، تقریباً بدنه اصلی کانی سازی مس در عمق قرار دارد.

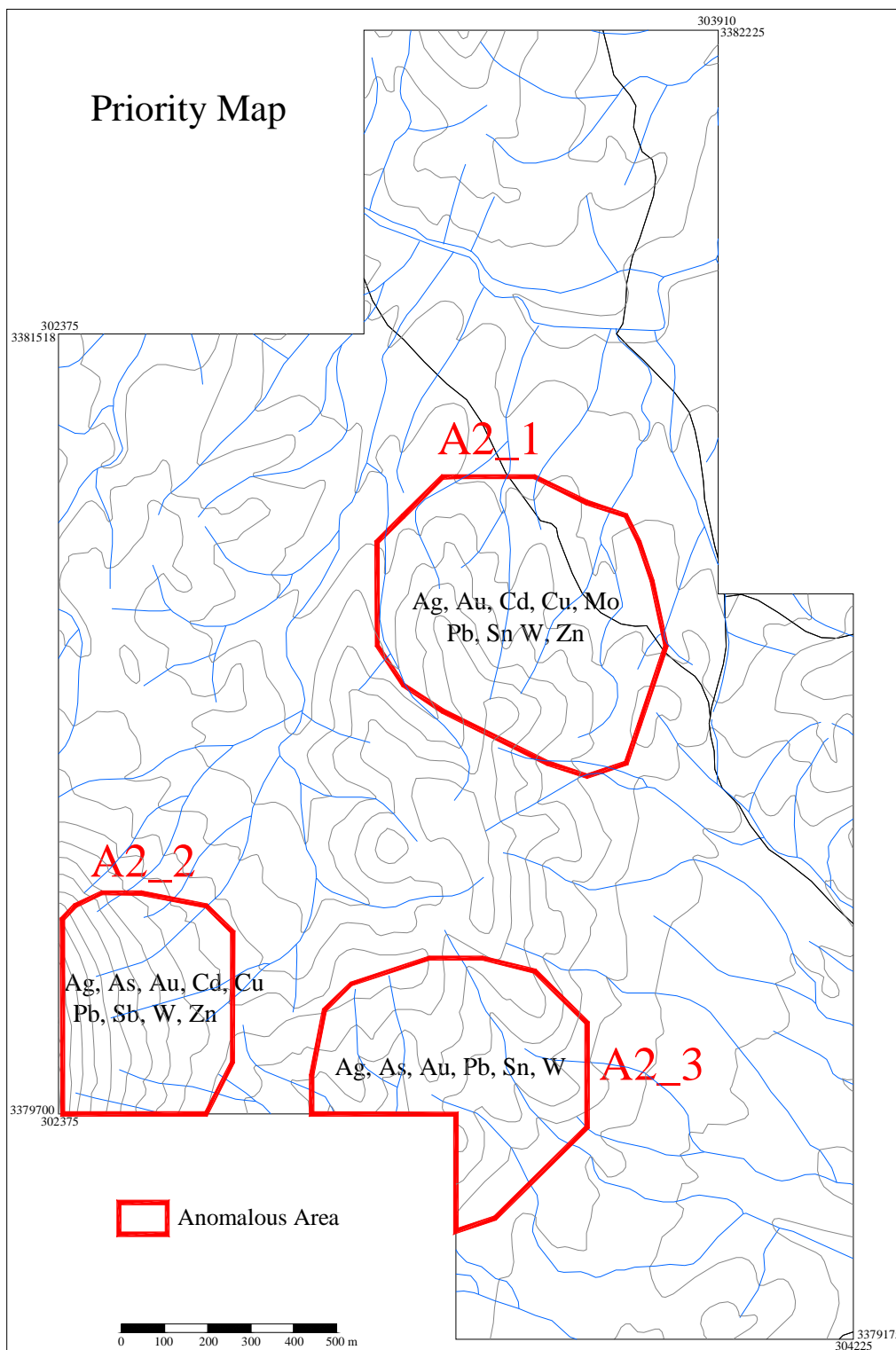
نحوه توزیع آنومالی های نسبت معرف Pb.Zn/Cu.Mo در شکل شماره 5-58 نشان داده شده است.



شکل شماره 5-58- نحوه توزیع آنومالی‌های PES (سطح فرسایش کنونی)

5-5-10- شرح نقشه اولویت بندی آنومالی‌ها

در نهایت با در نظر گرفتن کلیه اطلاعات و نتایج بدست آمده، اقدام به اولویت بندی آنومالی‌های منطقه گردید. در شکل شماره 5-59 موقعیت آنومالی‌ها و رتبه‌بندی آن بر روی نقشه توپوگرافی نشان داده شده است. محدوده‌هایی که از A2_1 تا A2_3 نامگذاری شده و بر روی نقشه زیر نشان داده شده اند، محدوده‌هایی هستند که در آنها بیشترین تعداد آنومالی عناصر با همدیگر همپوشانی داشته اند. عناصر آنومال محدوده‌ها نیز در کنار هر محدوده ذکر شده و شماره‌های 1 تا 3 رتبه (اولویت) هر محدوده را نشان می‌دهد.



شکل شماره 5-59- موقعیت آنومالی‌ها و رتبه‌بندی آنها بر روی نقشه توپوگرافی



5-5-11- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 10 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-11 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود در بین این نمونه ها، نمونه A2-S33 دارای بالاترین پتانسیل می باشد که نسبت به عناصر Zn, W, Sn, Mo, Cu در این منطقه غنی شدگی خیلی خوبی نشان می دهد. این نمونه در محدوده آنومالی A2_1 قرار می گیرد که همخوانی خیلی خوبی با نتایج لیتوژئوشیمی نشان می دهد و به نوعی این آنومالی را تأیید می کند. شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر نمونه های مینرالیزه با تقسیم حداکثر عیار بر میانگین محاسبه و در سطر آخر جدول شماره 5-11 آمده است. مقادیر شدت غنی شدگی عناصر Cu و Sn بالا می باشد که نشان از غیرعادی بودن این عناصر در منطقه دارد.

جدول شماره 5-11- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه A2

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	Sn(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
A2-S31	46.5	0.56	117.60	0.32	344.20	6.72	871.50	8.32	0.65	0.93	66.51
A2-S14	42	0.44	16.92	1.90	149.20	1.02	30.91	4.08	0.15	2.94	717.90
A2-S15	6.4	0.71	24.89	0.08	17.16	1.38	282.00	2.52	0.08	1.79	64.90
A2-S16	96.5	1.36	1.32	0.52	52200.00	3.09	27.93	2.00	0.08	1.41	128.90
A2-S17	2.2	0.20	1.27	0.08	125.80	1.07	38.30	2.14	0.08	2.26	109.20
A2-S18	5.5	0.23	7.88	0.08	996.20	4.73	46.11	2.75	0.78	0.81	61.18
A2-S19	2.2	0.34	40.73	0.08	57.62	0.21	0.15	4.73	0.08	0.08	8.16
A2-S32	4.1	0.28	19.16	0.08	1461.00	23.91	17.46	3.23	1.25	0.85	41.55
A2-S33	8.6	0.43	42.28	0.08	922.00	10.83	25.34	7.22	3.31	13.75	107.50
A2-S70	35	0.29	33.36	0.08	235.20	10.19	48.54	1.68	0.08	0.96	48.00
شدت غنی شدگی	12.87	3.53	5.34	25.37	180.19	6.11	25.18	2.78	29.61	11.57	10.93

5-5-12- نتایج آنالیز XRD

تعداد 8 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD با هدف تعیین دقیق نوع دگرسانی ها از این محدوده برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-12 آمده است. همانگونه که ملاحظه می شود دگرسانی غالب در کلیه نمونه ها از نوع پروپیلیتی می باشد.

جدول شماره 5-12- نتایج آنالیز نمونه های XRD منطقه A2

Sample No	Quartz	Albite or	Calcite	Muscovite	Clinochore	Kaolinite
DJ-A2-34XRD	38.8%	Al 12.4%	-	48.8%	-	-
DJ-A2-37X	%	%	%	-	-	%
DJ-A2-S11XR	19.9%	Al 56.1%	-	24.0%	-	-
DJ-A2-S12XR	27.5%	Al 55.4%	-	-	Cl 17.2%	-
DJ-A2-S13XR	14.3%	Al 52.0%	5.8%	16.7%	Cl 11.2%	-
DJ-A2-S15XR	17.7%	Al 54.7%	10.9%	-	Cl 16.6%	-
DJ-A2-S16XR	11.0%	Al 66.6%	2.7%	12.8%	Cl 6.9%	--
DJ-A2-S17XR	20.7%	Al 22.3%	-	44.1%	Cl 12.9%	-



5-6- نتایج محدوده A3 (تقین بادام)

5-6-1- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 4 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-13 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود در بین این نمونه ها، نمونه A3-S51 نسبت به مس و مولیبدن غنی شدگی بالایی نشان می دهد. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.

جدول شماره 5-13- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه A3

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
A3-S51	84	3.31	16.19	0.61	17780.00	20.80	202.60	6.32	2.75	249.40
A3-S53	2.8	1.54	509.00	1.61	878.40	15.63	53.15	28.20	3.11	326.80
A3-S54	3.2	0.51	4.62	0.29	38.75	1.04	52.92	4.46	2.97	298.30
A3-S55	1.3	0.31	6.78	0.59	179.10	1.29	40.86	5.15	6.56	715.30

5-6-2- نتایج آنالیز XRD

تعداد 3 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD با هدف تعیین دقیق نوع دگرسانی ها از این محدوده برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-14 آمده است. همانگونه که ملاحظه می شود دگرسانی غالب در کلیه نمونه ها از نوع پروپیلیتی می باشد.

جدول شماره 5-14- نتایج آنالیز نمونه های XRD منطقه A3

Sample No	Quartz	Albite or Andesine Anorthite	Calcite	Muscovite	Clinochore Motmorillonite	Kaolinite
DJ-A3-60XR	5.9%	44.3%	12.5%	-	M 25.0%	12.3%
DJ-A3-59XR	16.8%	54.4%	7.7%	-	Cl 21.1%	-
DJ-A3-58XR	%		%			



5-7- مطالعات لیتوژئوشیمیایی منطقه B1 (کوه بنداشکسته) در سنگ میزبان دیوریت - گرانودیوریت

5-7-1- بررسی پارامترهای آمار توصیفی

جدول آماری توصیفی داده‌ها تهیه و در جدول شماره 5-15 آورده شده است. در این جدول مقادیر میانگین، میانه، ماکزیمم و مینیمم در مورد طلا بر حسب ppb و در مورد سایر عناصر ppm می باشد. شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر با تقسیم حداکثر عیار بر میانگین محاسبه و در ستون آخر جدول شماره 5-15 آمده است.

بیشترین مقادیر مثبت چولگی به ترتیب مربوط به عناصر Au, Ag, Mo, Zn, As, S, Cu و W می باشد. بیشترین مقدار ضریب تغییرات نیز به ترتیب مربوط به عناصر Au, S, Cu, Mo, As, Ag, Cr, Ni و Zn است. بدین ترتیب در بین عناصری که ضریب تغییرات بالایی داشته‌اند، عناصر Au, Cu, Mo, As, Ag و Zn اهمیت زیادی دارند و احتمال وجود کانی‌سازی‌های مربوط به آنها در منطقه بیشتر از عناصر دیگر است.



جدول شماره 5-15 - جدول پارامترهای آماری توصیفی منطقه B1

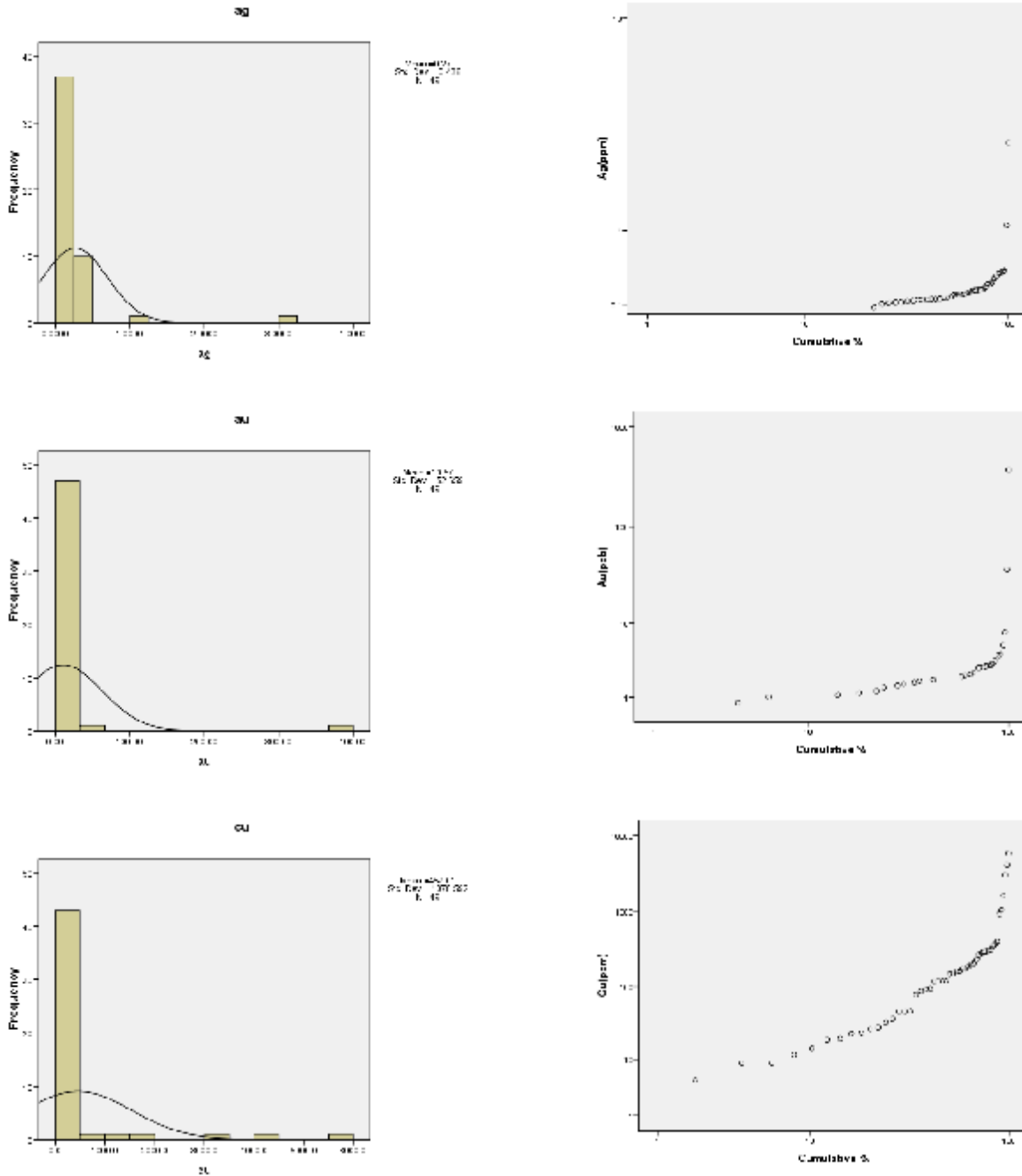
Variable	N	Mean	Median	Std. Deviation	Variance	Skewness	Kurtosis	Minimum	Maximum	CV(%)	شدت غنی شدگی
Au	49	10.57	2.20	52.66	2772.93	6.91	48.05	0.75	370.00	498.12	168.18
Ag	49	0.27	0.16	0.44	0.19	5.67	35.38	0.08	3.04	163.85	18.42
Al	49	88671.63	89910.00	5656.84	31999888.95	-0.47	0.20	76000.00	101600.00	6.38	1.13
As	49	30.91	10.71	68.85	4740.59	4.10	18.82	0.38	402.40	222.73	37.57
Ba	49	623.14	662.60	288.99	83515.75	0.34	-0.38	97.79	1379.00	46.38	2.08
Be	49	2.42	1.99	1.14	1.31	2.10	4.76	1.28	6.57	47.30	3.30
Bi	49	2.18	1.85	1.30	1.68	0.57	0.10	0.28	5.94	59.54	3.21
Ca	49	27634.43	26860.00	10683.91	114145919.21	-0.07	-0.83	7173.00	45890.00	38.66	1.71
Ce	49	42.70	40.86	12.24	149.80	0.13	-0.35	19.03	73.77	28.67	1.81
Co	49	11.43	10.00	6.28	39.41	0.48	-0.96	2.84	25.47	54.94	2.55
Cr	49	40.84	11.43	51.22	2623.59	1.65	1.85	2.12	189.40	125.41	16.57
Cs	49	4.50	3.44	2.49	6.21	0.47	-1.04	0.67	8.98	55.38	2.61
Cu	49	457.01	146.10	1078.59	1163360.79	3.85	15.44	4.87	5848.00	236.01	40.03
Fe	49	46661.84	42240.00	24601.13	605215539.26	0.40	-0.10	8285.00	115600.00	52.72	2.74
Hg	49	0.11	0.11	0.02	0.00	0.25	-0.62	0.08	0.15	14.70	1.31
K	49	22554.24	21620.00	10219.39	104435952.27	0.27	0.01	4624.00	48880.00	45.31	2.26
La	49	22.17	22.68	6.60	43.62	0.01	0.25	8.31	39.87	29.80	1.76
Li	49	6.64	5.24	4.39	19.29	2.12	5.26	2.12	23.02	66.19	4.40
Mg	49	6846.78	4846.00	5438.33	29575427.93	0.92	-0.21	814.10	20390.00	79.43	4.21
Mn	49	394.72	298.80	332.35	110454.12	1.43	2.31	29.39	1563.00	84.20	5.23
Mo	49	4.32	1.50	9.81	96.33	4.66	22.67	0.58	58.39	227.09	38.82
Na	49	31997.35	31710.00	7872.85	61981799.06	0.41	-0.08	16080.00	52510.00	24.60	1.66
Nb	49	12.14	12.18	5.58	31.13	-0.04	-1.50	3.31	20.91	45.96	1.72
Ni	49	19.78	11.10	22.74	517.01	2.70	9.18	2.90	125.10	114.93	11.27
P	49	1212.44	1125.00	526.04	276719.01	0.86	0.77	328.90	2725.00	43.39	2.42
Pb	49	29.09	28.56	9.51	90.52	2.60	10.78	13.99	75.27	32.70	2.64
Rb	49	79.69	67.50	42.79	1830.68	0.61	0.00	11.88	204.60	53.69	3.03
S	49	1394.38	185.50	3674.86	13504617.58	3.94	16.59	83.02	20390.00	263.55	109.92
Sb	49	2.85	2.75	1.67	2.79	0.55	0.00	0.30	7.58	58.63	2.75
Sc	49	11.82	8.28	6.64	44.06	0.80	-0.60	3.55	29.16	56.13	3.52
Sn	49	2.72	2.80	1.08	1.17	0.22	-1.00	1.14	5.09	39.81	1.82
Sr	49	712.16	659.60	168.84	28505.47	0.18	-1.31	426.30	1060.00	23.71	1.61
Te	49	0.33	0.32	0.05	0.00	0.21	-1.17	0.25	0.41	14.04	1.26
Th	49	12.99	11.87	5.56	30.89	0.01	-1.25	3.78	22.97	42.80	1.94
Ti	49	4357.37	3379.00	1997.87	3991468.70	0.31	-1.30	1244.00	8070.00	45.85	2.39
Tl	49	1.02	0.98	0.18	0.03	0.22	-1.26	0.71	1.35	17.46	1.37
U	49	1.34	1.17	0.87	0.76	0.93	0.63	0.15	4.03	64.64	3.45
V	49	114.67	89.30	53.95	2910.41	0.73	-0.61	40.83	249.70	47.04	2.80
W	49	2.29	1.73	1.98	3.92	3.52	14.89	0.96	12.48	86.56	7.21
Y	49	21.59	14.88	12.79	163.49	0.37	-1.24	4.03	51.21	59.22	3.44
Zn	49	61.72	54.68	55.60	3091.12	4.46	25.73	14.06	390.00	90.09	7.13
Zr	49	62.99	55.29	37.66	1418.34	1.52	3.37	3.96	189.90	59.79	3.43



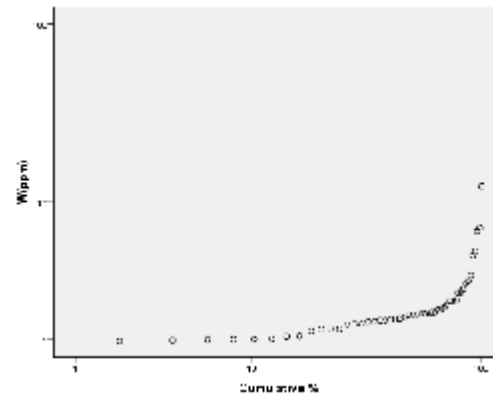
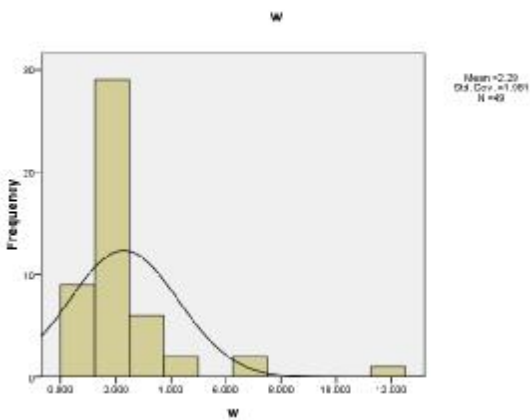
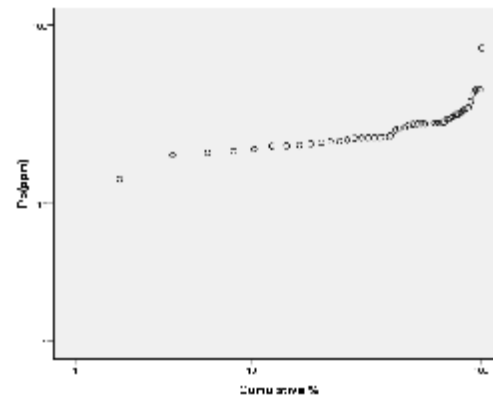
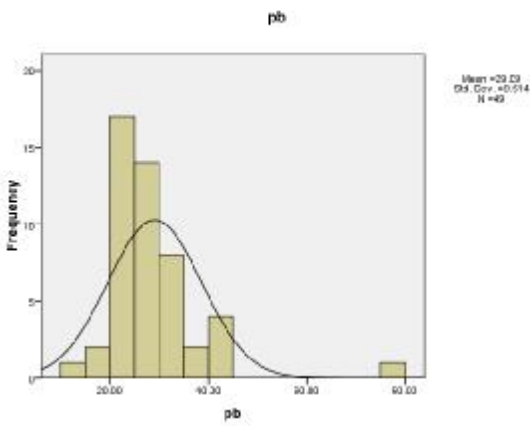
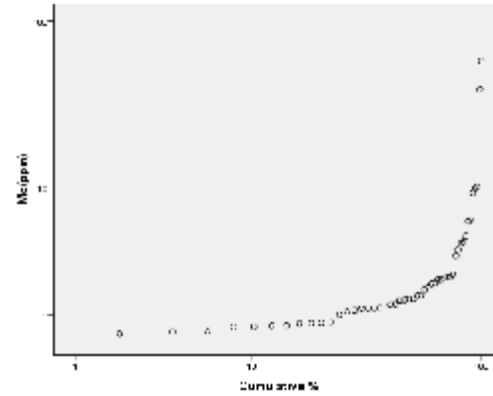
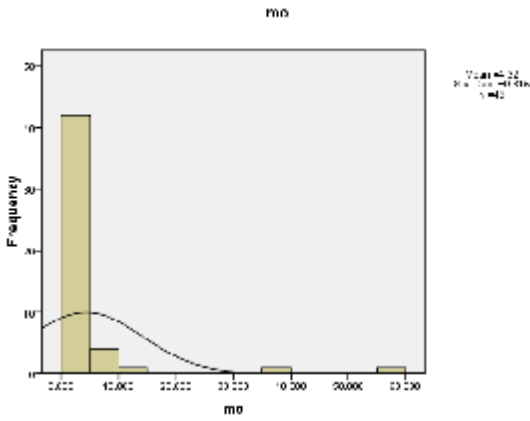
5-7-2- ترسیم هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی

تمام هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی این محدوده با استفاده از داده‌های همگن شده ترسیم شده‌اند

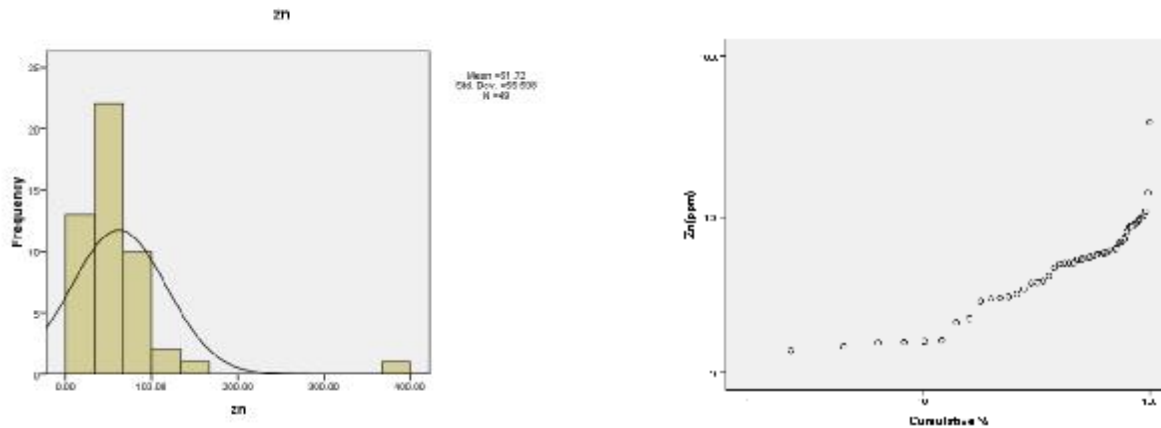
(شکال 5-60 تا 5-62).



شکل شماره 5-60- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده‌های Ag, Au, Cu



شکل شماره 5-61- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Mo, Pb, W



شکل شماره 5-62- هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی داده های Zn

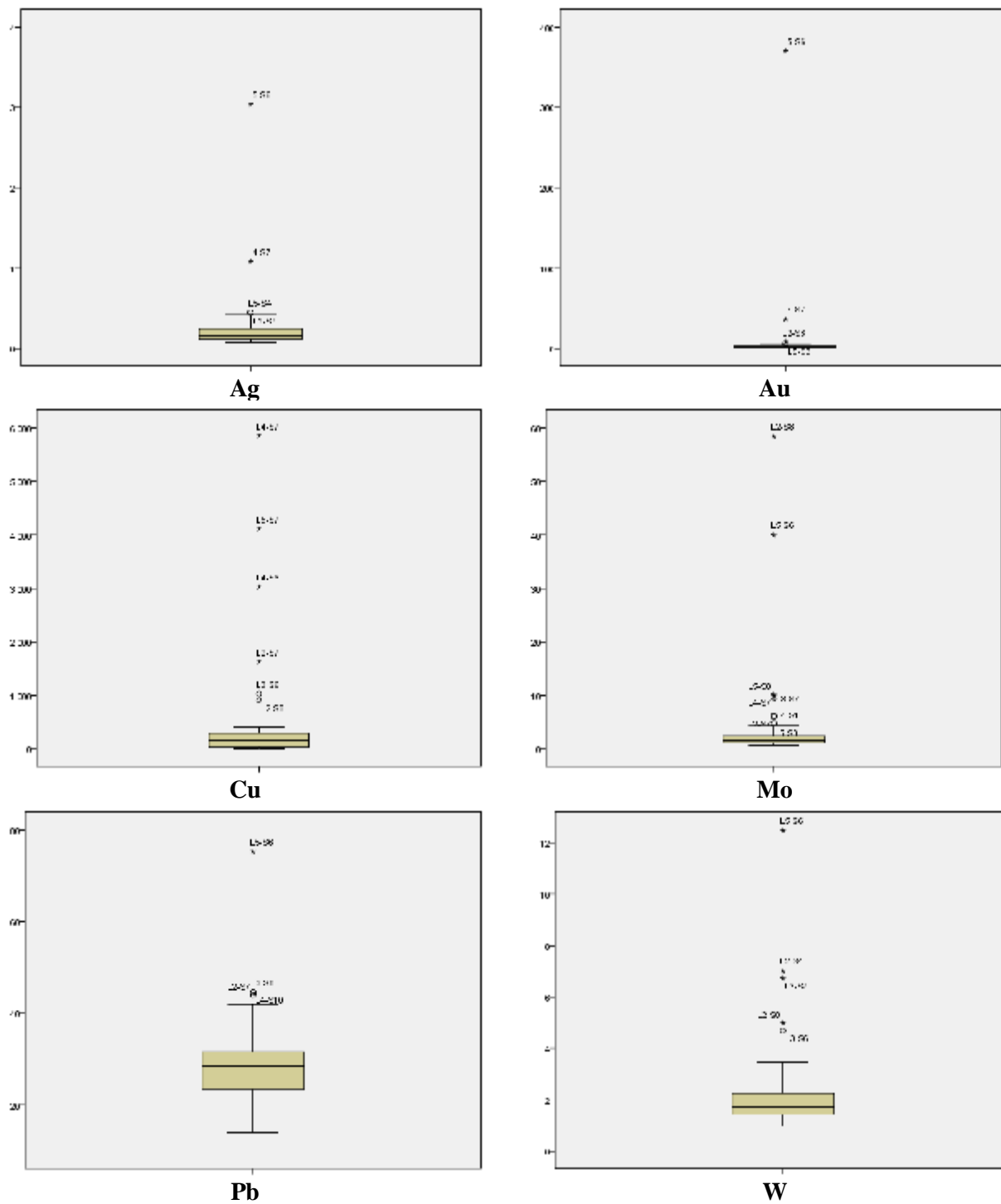
نتایج حاصل از بررسی هیستوگرام‌ها و نمودارهای درصد تجمعی عناصر به شرح زیر می باشد:

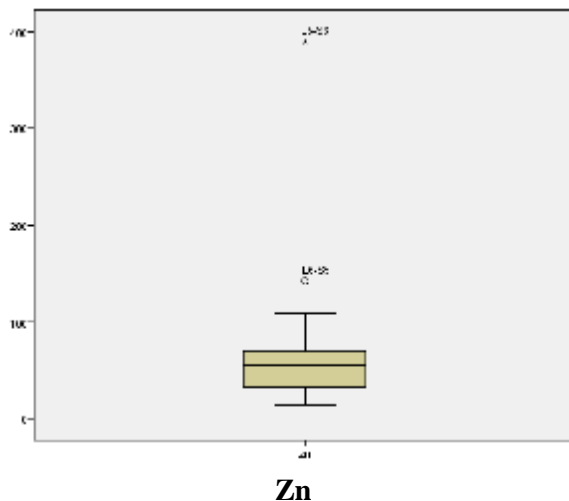
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی نقره یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 3 ppm در آن غیرعادی می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی طلا یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 300 ppb در آن غیرعادی می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مس یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 3000 ppm در آن غیرعادی می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی مولیبدن می توان دو جمعیت را تشخیص داد که جمعیت اول عادی بوده و مقدار زمینه این عنصر را در منطقه نشان می دهد و جمعیت دوم که مقادیر بیشتر از 30 ppm را شامل می شود، غیر عادی است.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی سرب یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 60 ppm در آن غیرعادی می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی تنگستن یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 10 ppm در آن غیرعادی می باشند.
- در هیستوگرام و نمودار درصد تجمعی روی یک جمعیت تشخیص داده می شود که مقادیر بالاتر از 300 ppm در آن غیرعادی می باشند.



3-7-5- ترسیم باکس پلات ها

باکس پلات های این محدوده در اشکال 5-63 تا 5-64 نشان داده شده اند.





شکل شماره 5-64 - باکس پلات عنصر Zn

نتایج حاصل از بررسی باکس پلات عناصر به شرح زیر می باشد:

- نقره در نمونه های L5-S6 و L4-S7 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- طلا در نمونه L5-S6 بیشترین غنی شدگی را با فاصله زیاد نسبت به بقیه نمونه ها نشان داده است.
- مس در نمونه های L4-S7، L5-S7، L4-S6 و L2-S7 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- مولیبدن در نمونه های L2-S8 و L5-S6 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- سرب در نمونه L5-S6 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.
- تنگستن در نمونه های L5-S6، L2-S4، L3-S7 و L2-S8 بیشترین غنی شدگی را نشان داده است.
- در باکس پلات روی نیز نمونه L5-S6 بالاترین غنی شدگی را نشان داده است.

5-7-4- بررسی ضرایب همبستگی

در جدول شماره 5-16 ماتریس ضرایب همبستگی نشان داده شده است. از همبستگی های مهم می توان به

همبستگی عناصر Au-Ag-Zn-W-Pb-Mo-As اشاره کرد.



میانگین عیار عناصر ذکر شده در همبستگی مجموعه عناصر W-Zn از 3 برابر مقدار زمینه آنها در گرانودیوریت و آندزیت (مطابق جداول پیوست) پایین تر است لذا این همبستگی در مرز عیار عادی می باشد ولی میانگین عیار عناصر ذکر شده در همبستگی مجموعه عناصر Au-Ag-Pb-Mo-As از 3 برابر مقدار زمینه آنها در گرانودیوریت و آندزیت (مطابق جداول پیوست) بالاتر است لذا این همبستگی در مرز عیار غیر عادی بوده و با اهمیت می باشد.

5-7-5- آنالیز خوشه ای داده ها (دندروگرام)

در شکل شماره 5-65 دندروگرام مربوط به آنالیز خوشه ای داده ها منطقه B1 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود دندروگرام به دو خوشه اصلی تقسیم می شود که خوشه اول سنگ ساز و خوشه دوم کانسار ساز می باشد. خوشه کانسار ساز اصلی در این منطقه خوشه قرمز رنگ می باشد که شامل عناصر Au, Ag, Zn, W, Pb, Mo, Cu می باشد. در شکل شماره 5-66 دندروگرام مجموعه عناصر کانسار ساز در منطقه B1 رسم شده است. همانگونه که ملاحظه می شود خوشه اول که شامل عناصر Au, Ag, Zn می باشد از اهمیت بیشتری نسبت به بقیه خوشه ها برخوردار می باشد.



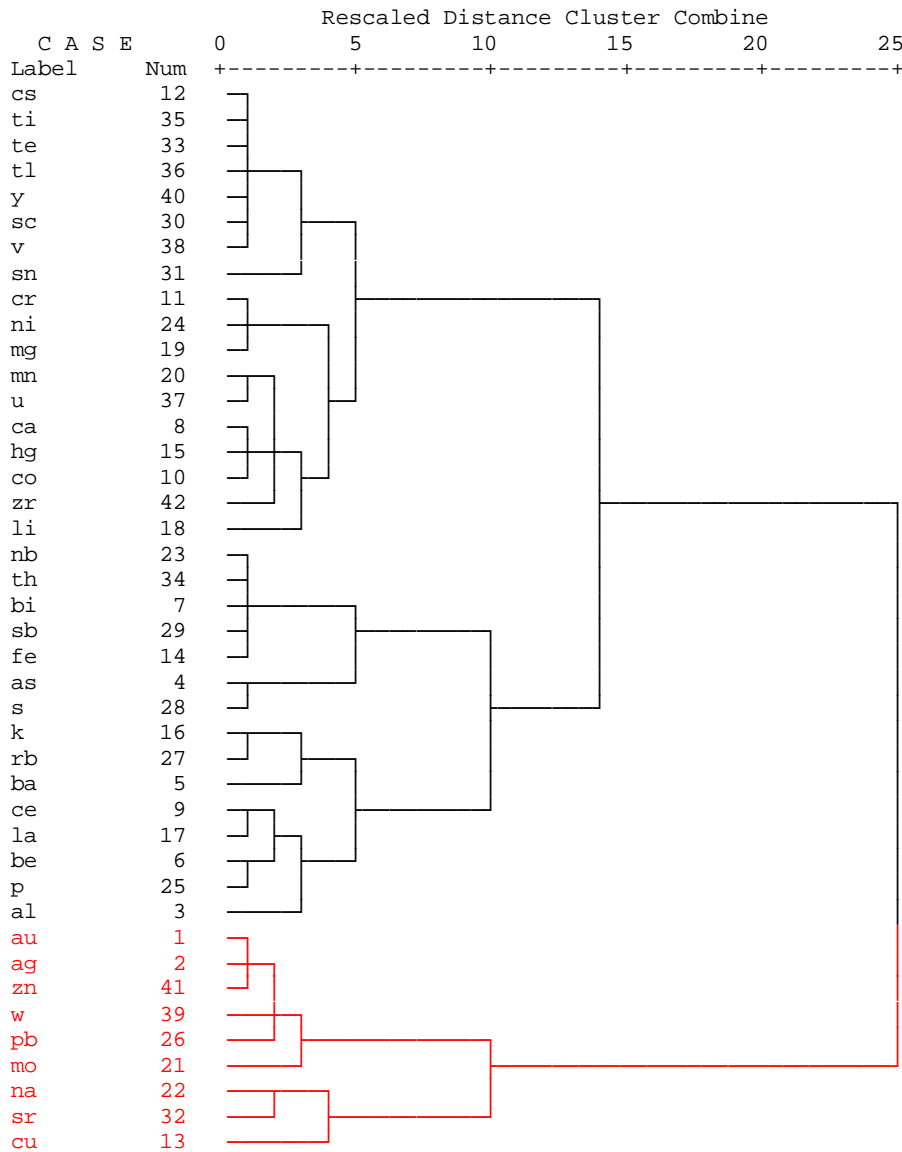
مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-16- ماتریس ضرایب همبستگی منطقه B1

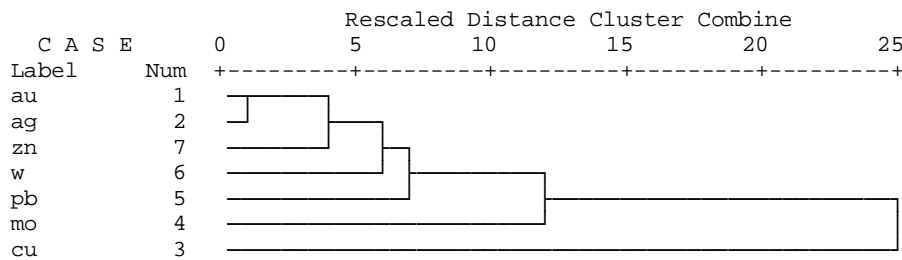
	Au	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Fe	Hg	K	La	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sb	Sc	Sn	Sr	Te	Th	Ti	Tl	U	V	W	Y	Zn	Zr									
Au	1.00																																																		
Ag	0.95	1.00																																																	
Al	-0.31	-0.40	1.00																																																
As	0.42	0.39	-0.39	1.00																																															
Ba	0.04	0.03	-0.04	0.14	1.00																																														
Be	-0.15	-0.23	0.43	-0.05	0.19	1.00																																													
Bi	0.40	0.34	-0.14	0.61	0.12	0.27	1.00																																												
Ca	-0.27	-0.32	0.41	-0.27	-0.41	0.27	0.32	1.00																																											
Ce	-0.09	-0.11	0.38	-0.07	0.08	0.62	0.50	0.53	1.00																																										
Co	-0.17	-0.19	0.29	-0.05	-0.29	0.30	0.52	0.74	0.57	1.00																																									
Cr	-0.10	-0.14	0.02	0.05	-0.46	0.06	0.48	0.64	0.39	0.72	1.00																																								
Cs	-0.20	-0.24	0.17	-0.03	-0.41	0.40	0.46	0.73	0.67	0.79	0.72	1.00																																							
Cu	0.06	0.24	-0.04	-0.10	-0.02	-0.20	-0.32	-0.25	-0.25	-0.05	-0.20	-0.28	1.00																																						
Fe	0.39	0.32	-0.12	0.58	0.11	0.21	0.91	0.24	0.47	0.47	0.43	0.43	-0.32	1.00																																					
Hg	-0.07	-0.14	0.40	-0.03	-0.16	0.40	0.61	0.81	0.66	0.74	0.58	0.70	-0.37	0.53	1.00																																				
K	0.23	0.20	-0.03	0.14	0.63	0.43	0.51	-0.17	0.45	0.15	-0.01	0.10	-0.16	0.53	0.21	1.00																																			
La	0.01	0.01	0.27	0.00	0.37	0.53	0.49	0.28	0.92	0.36	0.16	0.42	-0.22	0.48	0.51	0.58	1.00																																		
Li	0.02	0.01	0.11	0.07	0.01	0.24	0.47	0.36	0.40	0.42	0.34	0.30	-0.27	0.43	0.46	0.31	0.38	1.00																																	
Mg	-0.14	-0.16	0.14	-0.05	-0.35	0.24	0.53	0.78	0.56	0.81	0.87	0.75	-0.25	0.48	0.68	0.07	0.32	0.46	1.00																																
Mn	-0.10	-0.15	0.36	-0.12	-0.10	0.37	0.56	0.76	0.61	0.74	0.55	0.59	-0.26	0.49	0.78	0.28	0.48	0.71	0.73	1.00																															
Mo	0.55	0.59	-0.33	0.19	-0.10	-0.23	0.08	-0.32	-0.06	-0.27	-0.14	-0.23	0.17	0.07	-0.25	-0.08	0.07	-0.08	-0.21	-0.22	1.00																														
Na	-0.29	-0.30	0.27	-0.26	-0.33	-0.06	-0.71	-0.08	-0.28	-0.40	-0.30	-0.22	0.12	-0.67	-0.37	-0.72	-0.37	-0.46	-0.35	-0.45	-0.01	1.00																													
Nb	0.20	0.13	0.04	0.40	0.07	0.56	0.91	0.47	0.74	0.65	0.52	0.70	-0.35	0.82	0.73	0.55	0.66	0.50	0.62	0.67	-0.05	-0.60	1.00																												
Ni	-0.10	-0.14	0.04	0.02	-0.35	0.05	0.42	0.54	0.32	0.63	0.93	0.56	-0.18	0.37	0.49	0.01	0.12	0.28	0.83	0.47	-0.17	-0.26	0.43	1.00																											
P	-0.14	-0.21	0.43	-0.11	0.07	0.82	0.45	0.56	0.81	0.55	0.39	0.54	-0.22	0.37	0.61	0.42	0.67	0.43	0.58	0.68	-0.20	-0.20	0.69	0.37	1.00																										
Pb	0.71	0.68	0.05	0.19	0.20	0.15	0.17	-0.31	0.02	-0.28	-0.36	-0.35	0.05	0.14	-0.15	0.27	0.12	0.15	-0.28	0.00	0.39	-0.08	0.09	-0.34	0.11	1.00																									
Rb	0.14	0.11	0.17	0.08	0.39	0.62	0.58	0.15	0.61	0.38	0.18	0.29	-0.20	0.56	0.46	0.85	0.63	0.52	0.36	0.49	-0.13	-0.64	0.67	0.20	0.66	0.25	1.00																								
S	0.35	0.37	-0.54	0.72	0.39	-0.20	0.40	-0.48	-0.21	-0.25	-0.17	-0.25	-0.09	0.37	-0.27	0.26	-0.08	-0.01	-0.28	-0.25	0.18	-0.31	0.17	-0.18	-0.22	0.26	0.07	1.00																							
Sb	0.31	0.24	-0.12	0.66	0.22	0.35	0.94	0.23	0.50	0.45	0.35	0.42	-0.35	0.85	0.55	0.54	0.50	0.42	0.42	0.49	-0.06	-0.65	0.89	0.30	0.46	0.17	0.58	0.47	1.00																						
Sc	-0.14	-0.16	0.05	0.04	-0.32	0.15	0.55	0.70	0.55	0.79	0.74	0.89	-0.25	0.52	0.70	0.12	0.33	0.29	0.78	0.61	-0.20	-0.41	0.66	0.58	0.38	-0.35	0.26	-0.05	0.48	1.00	0.49																				
Sn	0.27	0.21	0.11	0.05	-0.42	0.49	0.31	0.32	0.44	0.40	0.32	0.64	-0.12	0.24	0.43	0.13	0.22	0.07	0.30	0.28	0.16	-0.05	0.54	0.19	0.41	0.20	0.27	-0.09	0.30	0.49	1.00																				
Sr	-0.24	-0.18	0.18	-0.12	0.14	-0.38	-0.50	-0.25	-0.32	-0.49	-0.52	-0.51	0.08	-0.51	-0.36	-0.44	-0.16	-0.33	-0.56	-0.40	0.04	0.54	-0.58	-0.45	-0.40	-0.05	-0.55	0.01	-0.41	-0.52	-0.48	1.00																			
Te	-0.02	-0.09	0.36	0.17	-0.12	0.51	0.72	0.68	0.79	0.79	0.63	0.84	-0.27	0.68	0.85	0.35	0.63	0.38	0.70	0.71	-0.19	-0.39	0.87	0.52	0.68	-0.11	0.52	-0.12	0.69	0.79	0.56	-0.45	1.00																		
Th	0.24	0.19	-0.03	0.42	0.13	0.42	0.94	0.41	0.68	0.60	0.51	0.60	-0.32	0.86	0.68	0.57	0.64	0.43	0.59	0.63	-0.02	-0.67	0.95	0.42	0.62	0.10	0.65	0.28	0.90	0.65	0.41	-0.51	0.83	1.00																	
Ti	-0.21	-0.26	0.19	-0.01	-0.25	0.48	0.52	0.69	0.74	0.79	0.67	0.98	-0.31	0.49	0.73	0.23	0.53	0.31	0.73	0.61	-0.26	-0.30	0.77	0.53	0.60	-0.32	0.39	-0.19	0.50	0.89	0.62	-0.51	0.88	0.67	1.00																
Tl	-0.16	-0.23	0.35	0.04	-0.20	0.52	0.60	0.72	0.80	0.80	0.65	0.93	-0.34	0.57	0.82	0.28	0.60	0.36	0.73	0.69	-0.26	-0.31	0.81	0.53	0.67	-0.22	0.45	-0.20	0.58	0.85	0.60	-0.45	0.97	0.74	0.96	1.00															
U	-0.04	-0.10	0.29	0.02	-0.16	0.41	0.69	0.77	0.69	0.81	0.64	0.73	-0.31	0.62	0.84	0.31	0.53	0.66	0.79	0.97	-0.19	-0.50	0.81	0.54	0.70	-0.03	0.52	-0.17	0.62	0.74	0.43	-0.50	0.84	0.76	0.76	0.83	1.00														
V	-0.09	-0.13	0.13	0.02	-0.30	0.31	0.60	0.75	0.64	0.82	0.69	0.92	-0.25	0.56	0.78	0.19	0.42	0.31	0.79	0.68	-0.18	-0.43	0.75	0.55	0.51	-0.28	0.36	-0.15	0.53	0.96	0.57	-0.56	0.87	0.72	0.92	0.91	0.82	1.00													
W	0.75	0.73	-0.31	0.64	-0.07	-0.08	0.35	-0.																																											



مطالعات لیتوژئوشیمیایی



شکل شماره 5-65- دندروگرام داده ها به روش Ward



شکل شماره 5-66- دندروگرام عناصر کانسار ساز در منطقه



5-7-6- آنالیز فاکتوری داده ها

نتایج مربوط به آنالیز فاکتوری در جداول شماره 5-17 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود 8 فاکتور اول در حدود 89 درصد از کل تغییرات جامعه را نشان داده است. فاکتور اول به تنهایی در حدود 37 درصد از تغییرات را نشان داده است. سه فاکتور اول نیز 60 درصد از کل تغییرات را نشان می دهند. فاکتور اول بیشترین اثر پذیری را از مجموعه عناصر سنگ ساز که منعکس کننده نوع لیتولوژی منطقه می باشند دارد.

در فاکتور دوم که به تنهایی 12 درصد از کل تغییرات جامعه را در بر گرفته، عناصر Au, Ag, Zn, W, Pb, Mo نقش به سزایی دارند. این فاکتور گویای کانی سازی پلی متال در منطقه مورد مطالعه است. Cu نیز با اختلاف زیاد در این فاکتور خود را نمایان ساخته است.



جدول شماره 5-17 - نتایج مربوط به محاسبات فاکتوری

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	18.333	43.650	43.650	18.333	43.650	43.650	15.361	36.573	36.573
2	7.249	17.259	60.909	7.249	17.259	60.909	5.007	11.920	48.494
3	3.597	8.565	69.474	3.597	8.565	69.474	4.962	11.814	60.308
4	2.620	6.238	75.712	2.620	6.238	75.712	3.740	8.905	69.214
5	1.795	4.273	79.985	1.795	4.273	79.985	2.852	6.792	76.005
6	1.481	3.526	83.512	1.481	3.526	83.512	2.378	5.661	81.666
7	1.121	2.670	86.181	1.121	2.670	86.181	1.524	3.628	85.294
8	1.008	2.401	88.582	1.008	2.401	88.582	1.381	3.288	88.582
9	.890	2.119	90.701						
10	.718	1.710	92.411						
11	.516	1.229	93.639						
12	.432	1.030	94.669						
13	.405	.964	95.633						
14	.359	.854	96.487						
15	.234	.558	97.045						
16	.196	.467	97.512						
17	.167	.399	97.911						
18	.145	.346	98.257						
19	.121	.288	98.545						
20	.103	.245	98.790						
21	.095	.227	99.017						
22	.071	.169	99.185						
23	.060	.144	99.329						
24	.053	.125	99.454						
25	.046	.110	99.564						
26	.040	.096	99.660						
27	.032	.076	99.736						
28	.028	.066	99.802						
29	.024	.058	99.860						
30	.018	.044	99.903						
31	.011	.026	99.929						
32	.010	.023	99.952						
33	.005	.012	99.964						
34	.005	.011	99.975						
35	.004	.008	99.983						
36	.003	.007	99.990						
37	.002	.004	99.994						
38	.001	.003	99.997						
39	.001	.001	99.998						
40	.000	.001	99.999						
41	.000	.001	100.000						
42	.000	.000	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

ادامه جدول شماره 5-17

Rotated Component Matrix^a

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
v	.954	-.033	.105	.055	-.024	.009	.060	.061
cs	.947	-.113	.013	-.022	.077	-.120	.102	.135
ti	.932	-.145	.157	.030	.109	-.128	.056	.143
sc	.926	-.107	.044	.088	-.168	.005	.069	.064
tl	.921	-.088	.165	.096	.247	-.017	-.049	.122
Y	.897	-.094	.106	.011	.317	-.020	.130	.018
te	.883	.026	.217	.213	.286	.059	-.091	.018
co	.849	-.103	.089	-.009	.079	.260	.101	-.139
mg	.822	-.097	.007	-.003	.016	.395	.234	-.043
u	.796	.058	.219	.055	.192	.436	.005	.137
hg	.786	-.009	.134	.026	.213	.310	-.133	.199
cr	.781	-.098	-.144	.096	-.119	.295	.315	-.105
ca	.780	-.169	-.183	-.182	.197	.361	-.089	.081
nb	.727	.204	.423	.394	.196	.083	.042	.160
zr	.698	-.140	.266	-.129	-.077	.088	-.039	.410
ce	.691	.033	.470	-.082	.345	-.020	-.258	.079
th	.677	.203	.449	.466	.085	.132	-.022	.069
mn	.657	.014	.225	-.065	.223	.585	-.023	.122
ni	.637	-.147	-.119	.115	-.064	.365	.353	-.193
sn	.597	.427	-.044	-.081	.302	-.412	.263	.206
au	-.101	.899	.080	.220	-.095	.031	.094	-.062
ag	-.121	.896	.112	.152	-.216	.000	.042	-.153
zn	.187	.832	.142	.320	.128	.268	.053	.057
w	-.186	.786	-.112	.422	.012	-.122	.120	.041
pb	-.315	.764	.193	.037	.339	.108	-.004	.078
mo	-.096	.726	-.060	-.072	-.248	-.183	-.185	-.078
k	.077	.104	.920	.174	.085	.013	.142	.035
rb	.283	.115	.800	.067	.270	.174	.216	.107
ba	-.417	-.158	.734	.261	.064	.008	-.244	-.070
na	-.311	-.173	-.664	-.255	.359	-.300	-.176	.003
la	.459	.092	.654	-.024	.241	-.008	-.431	.053
as	.001	.283	-.016	.896	-.071	-.064	.022	.020
s	-.239	.180	.189	.754	-.272	-.143	.018	.099
sb	.475	.212	.392	.688	.084	.150	-.009	.158
bi	.561	.321	.351	.607	-.007	.250	.015	.083
fe	.511	.289	.363	.576	-.048	.223	.015	.067
be	.288	-.055	.411	-.014	.759	-.169	.178	.169
al	.169	-.188	-.058	-.286	.726	.203	-.278	-.081
p	.528	-.033	.397	-.036	.623	.161	.059	.044
li	.296	.118	.316	-.024	.042	.640	.059	.354
sr	-.491	-.203	-.330	-.028	.019	-.030	-.705	.000
cu	-.193	.129	-.034	-.225	-.061	-.137	.015	-.806



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

Rotated Component Matrix^a

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
v	.954	-.033	.105	.055	-.024	.009	.060	.061
cs	.947	-.113	.013	-.022	.077	-.120	.102	.135
ti	.932	-.145	.157	.030	.109	-.128	.056	.143
sc	.926	-.107	.044	.088	-.168	.005	.069	.064
tl	.921	-.088	.165	.096	.247	-.017	-.049	.122
Y	.897	-.094	.106	.011	.317	-.020	.130	.018
te	.883	.026	.217	.213	.286	.059	-.091	.018
co	.849	-.103	.089	-.009	.079	.260	.101	-.139
mg	.822	-.097	.007	-.003	.016	.395	.234	-.043
u	.796	.058	.219	.055	.192	.436	.005	.137
hg	.786	-.009	.134	.026	.213	.310	-.133	.199
cr	.781	-.098	-.144	.096	-.119	.295	.315	-.105
ca	.780	-.169	-.183	-.182	.197	.361	-.089	.081
nb	.727	.204	.423	.394	.196	.083	.042	.160
zr	.698	-.140	.266	-.129	-.077	.088	-.039	.410
ce	.691	.033	.470	-.082	.345	-.020	-.258	.079
th	.677	.203	.449	.466	.085	.132	-.022	.069
mn	.657	.014	.225	-.065	.223	.585	-.023	.122
ni	.637	-.147	-.119	.115	-.064	.365	.353	-.193
sn	.597	.427	-.044	-.081	.302	-.412	.263	.206
au	-.101	.899	.080	.220	-.095	.031	.094	-.062
ag	-.121	.896	.112	.152	-.216	.000	.042	-.153
zn	.187	.832	.142	.320	.128	.268	.053	.057
w	-.186	.786	-.112	.422	.012	-.122	.120	.041
pb	-.315	.764	.193	.037	.339	.108	-.004	.078
mo	-.096	.726	-.060	-.072	-.248	-.183	-.185	-.078
k	.077	.104	.920	.174	.085	.013	.142	.035
rb	.283	.115	.800	.067	.270	.174	.216	.107
ba	-.417	-.158	.734	.261	.064	.008	-.244	-.070
na	-.311	-.173	-.664	-.255	.359	-.300	-.176	.003
la	.459	.092	.654	-.024	.241	-.008	-.431	.053
as	.001	.283	-.016	.896	-.071	-.064	.022	.020
s	-.239	.180	.189	.754	-.272	-.143	.018	.099
sb	.475	.212	.392	.688	.084	.150	-.009	.158
bi	.561	.321	.351	.607	-.007	.250	.015	.083
fe	.511	.289	.363	.576	-.048	.223	.015	.067
be	.288	-.055	.411	-.014	.759	-.169	.178	.169
al	.169	-.188	-.058	-.286	.726	.203	-.278	-.081
p	.528	-.033	.397	-.036	.623	.161	.059	.044
li	.296	.118	.316	-.024	.042	.640	.059	.354
sr	-.491	-.203	-.330	-.028	.019	-.030	-.705	.000
cu	-.193	.129	-.034	-.225	-.061	-.137	.015	-.806

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

Rotated Component Matrix^a

	Component							
	1	2	3	4	5	6	7	8
v	.954	-.033	.105	.055	-.024	.009	.060	.061
cs	.947	-.113	.013	-.022	.077	-.120	.102	.135
ti	.932	-.145	.157	.030	.109	-.128	.056	.143
sc	.926	-.107	.044	.088	-.168	.005	.069	.064
tl	.921	-.088	.165	.096	.247	-.017	-.049	.122
Y	.897	-.094	.106	.011	.317	-.020	.130	.018
te	.883	.026	.217	.213	.286	.059	-.091	.018
co	.849	-.103	.089	-.009	.079	.260	.101	-.139
mg	.822	-.097	.007	-.003	.016	.395	.234	-.043
u	.796	.058	.219	.055	.192	.436	.005	.137
hg	.786	-.009	.134	.026	.213	.310	-.133	.199
cr	.781	-.098	-.144	.096	-.119	.295	.315	-.105
ca	.780	-.169	-.183	-.182	.197	.361	-.089	.081
nb	.727	.204	.423	.394	.196	.083	.042	.160
zr	.698	-.140	.266	-.129	-.077	.088	-.039	.410
ce	.691	.033	.470	-.082	.345	-.020	-.258	.079
th	.677	.203	.449	.466	.085	.132	-.022	.069
mn	.657	.014	.225	-.065	.223	.585	-.023	.122
ni	.637	-.147	-.119	.115	-.064	.365	.353	-.193
sn	.597	.427	-.044	-.081	.302	-.412	.263	.206
au	-.101	.899	.080	.220	-.095	.031	.094	-.062
ag	-.121	.896	.112	.152	-.216	.000	.042	-.153
zn	.187	.832	.142	.320	.128	.268	.053	.057
w	-.186	.786	-.112	.422	.012	-.122	.120	.041
pb	-.315	.764	.193	.037	.339	.108	-.004	.078
mo	-.096	.726	-.060	-.072	-.248	-.183	-.185	-.078
k	.077	.104	.920	.174	.085	.013	.142	.035
rb	.283	.115	.800	.067	.270	.174	.216	.107
ba	-.417	-.158	.734	.261	.064	.008	-.244	-.070
na	-.311	-.173	-.664	-.255	.359	-.300	-.176	.003
la	.459	.092	.654	-.024	.241	-.008	-.431	.053
as	.001	.283	-.016	.896	-.071	-.064	.022	.020
s	-.239	.180	.189	.754	-.272	-.143	.018	.099
sb	.475	.212	.392	.688	.084	.150	-.009	.158
bi	.561	.321	.351	.607	-.007	.250	.015	.083
fe	.511	.289	.363	.576	-.048	.223	.015	.067
be	.288	-.055	.411	-.014	.759	-.169	.178	.169
al	.169	-.188	-.058	-.286	.726	.203	-.278	-.081
p	.528	-.033	.397	-.036	.623	.161	.059	.044
li	.296	.118	.316	-.024	.042	.640	.059	.354
sr	-.491	-.203	-.330	-.028	.019	-.030	-.705	.000
cu	-.193	.129	-.034	-.225	-.061	-.137	.015	-.806

a. Rotation converged in 11 iterations.



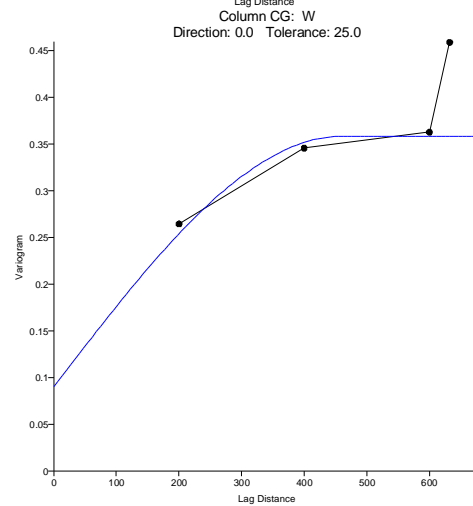
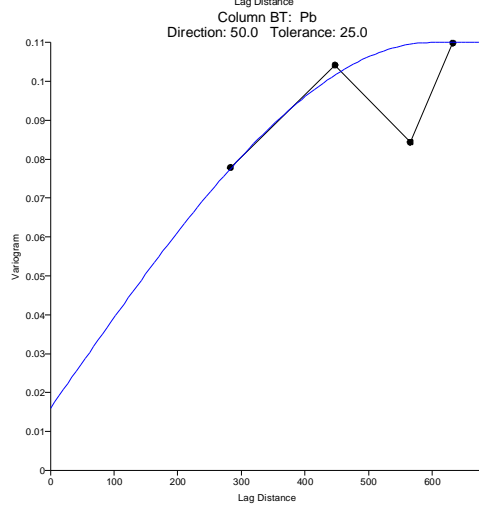
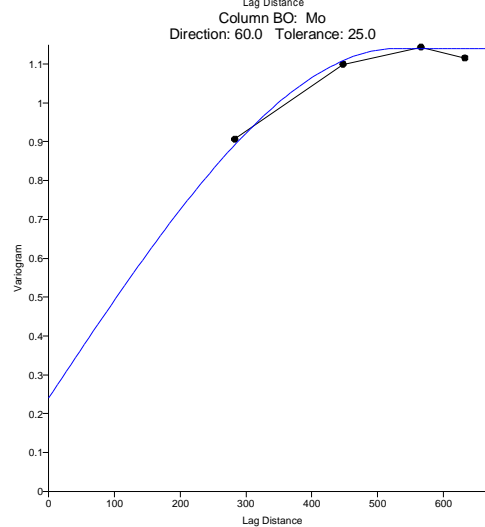
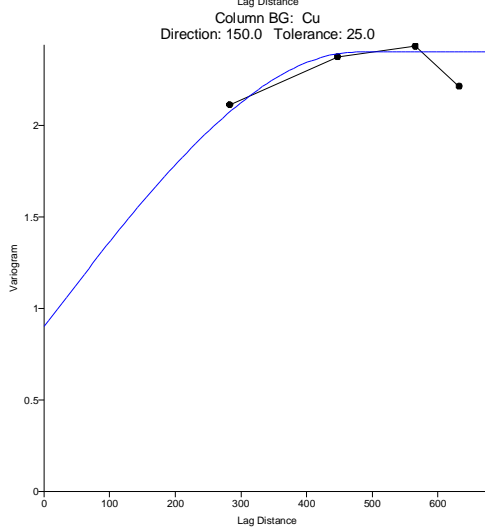
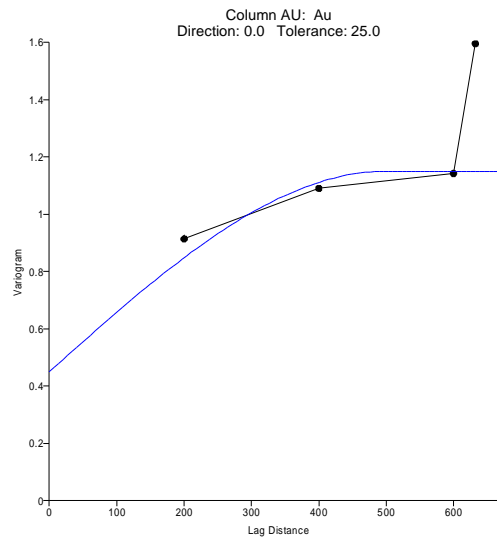
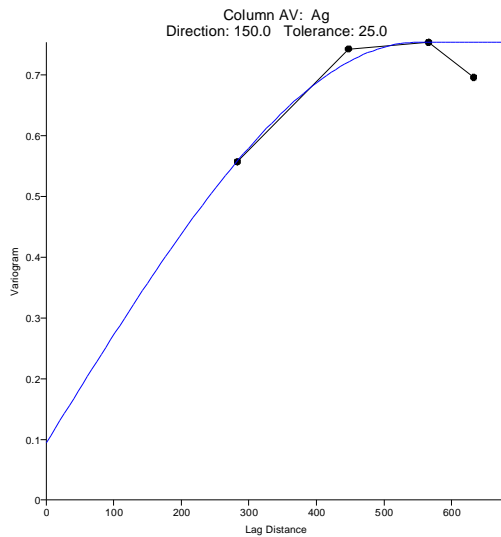
5-7-7- پردازش های زمین آماری و واریوگرافی

برای بیان استحکام یک ساختار فضایی از نسبت $\frac{C}{C0}$ میتوان استفاده نمود که در واقع نسبت بزرگی مولفه ساختاردار به مولفه بی ساختار واریوگرام است. اگر این نسبت کوچکتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار کمتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی ضعیف تلقی می شود. بدیهی است در چنین مواردی کاربرد زمین آمار چندان مفید واقع نمی شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار کمی برخوردار است. حال اگر نسبت فوق الذکر بزرگتر از 1 باشد، نقش مولفه ساختاردار بیشتر از بی ساختار است و در نتیجه ساختار فضایی قوی تلقی می شود. بنابراین در چنین مواردی کاربرد زمین آمار بسیار فید واقع می شود زیرا استنباط ها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

در این منطقه با توجه به واریوگرامهای جهتی رسم شده عناصر مورد بررسی در اشکال شماره 5-67 الی 5-68 و جدول شماره 5-16، واریوگرام کلیه عناصر از استحکام بالایی برخوردار می باشد. در این بین بیشترین پایداری واریوگرام در عناصر Ag، Pb و Mo محاسبه شده است. بنابراین در این منطقه کاربرد زمین آمار بسیار مفید واقع می شود زیرا استنباطها و تخمین های زمین آماری وابسته به آن از اعتبار بالایی برخوردار است.

جدول شماره 5-18 - مشخصه های واریوگرام های جهتی در منطقه B1

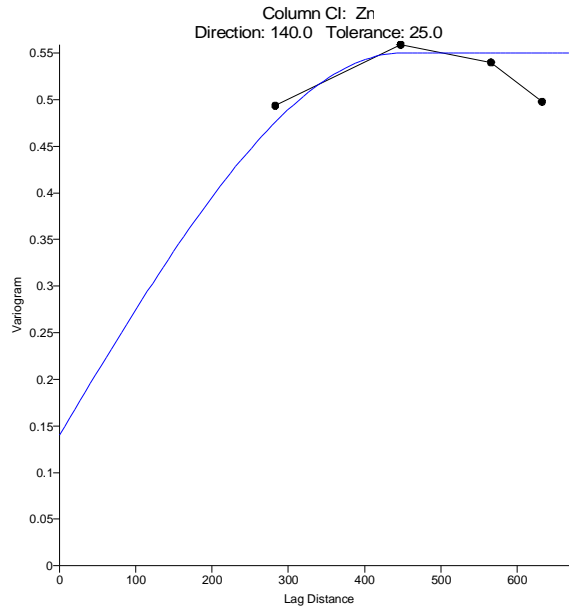
Variable	C0	C	a	Direction	Tolerance	$\frac{C}{C0}$
Ag	0.094	0.66	550	150	25	7.02
Au	0.45	0.7	500	0	25	1.56
Cu	0.9	1.5	480	150	25	1.67
Mo	0.24	0.9	530	60	25	3.75
Pb	0.016	0.094	600	50	25	5.88
W	0.09	0.268	460	0	25	2.98
Zn	0.14	0.41	450	140	25	2.93



شکل شماره 5-67- نمودارهای اریوگرافی جهتی عناصر Ag, Au, Cu, Mo, Pb, W در محدوده مورد مطالعه



مطالعات لیتوزئوشیمیایی

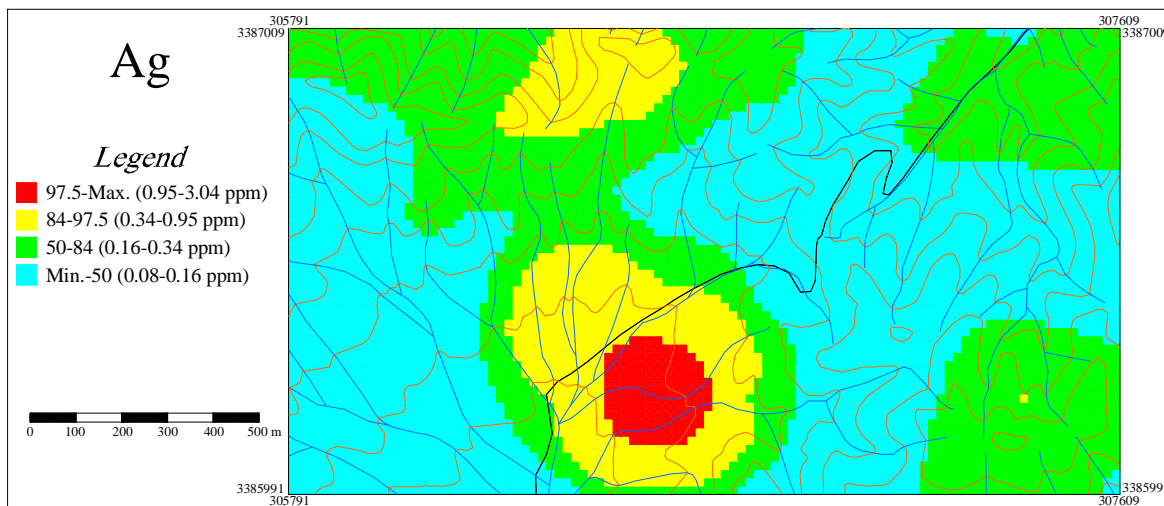


شکل شماره 5-68- نمودار واریوگرافی جهتی عنصر Zn در محدوده مورد مطالعه

5-7-8- شرح نقشه آنومالی‌های منطقه B1

1- آنومالی نقره

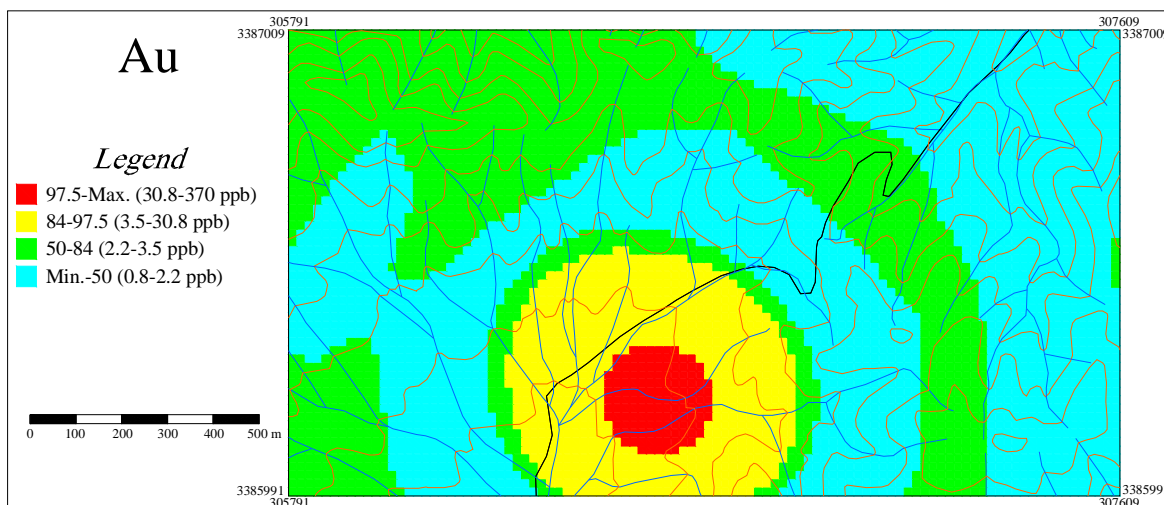
در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده‌های نقره (شکل شماره 5-69)، دو محدوده آنومالی درجه اول و درجه دوم مشاهده می‌شود. آنومالی درجه اول در جنوب منطقه قرار گرفته که دارای وسعت زیاد و منطقه بندی خوبی می‌باشد. آنومالی درجه دوم در شمال منطقه واقع شده و به نوعی می‌توان آن را ادامه آنومالی قبلی فرض نمود.



شکل شماره 5-69- نقشه آنومالی داده های Ag

2- آنومالی طلا

در نقشه حاصل از پردازش داده‌های طلا (شکل شماره 5-70)، تنها یک آنومالی در جنوب منطقه مشاهده می‌شود که هم وسعت زیادی دارد و هم منطقه بندی خوبی نشان می‌دهد. این آنومالی همپوشانی خوبی با محدوده آنومالی نقره در منطقه دارد.

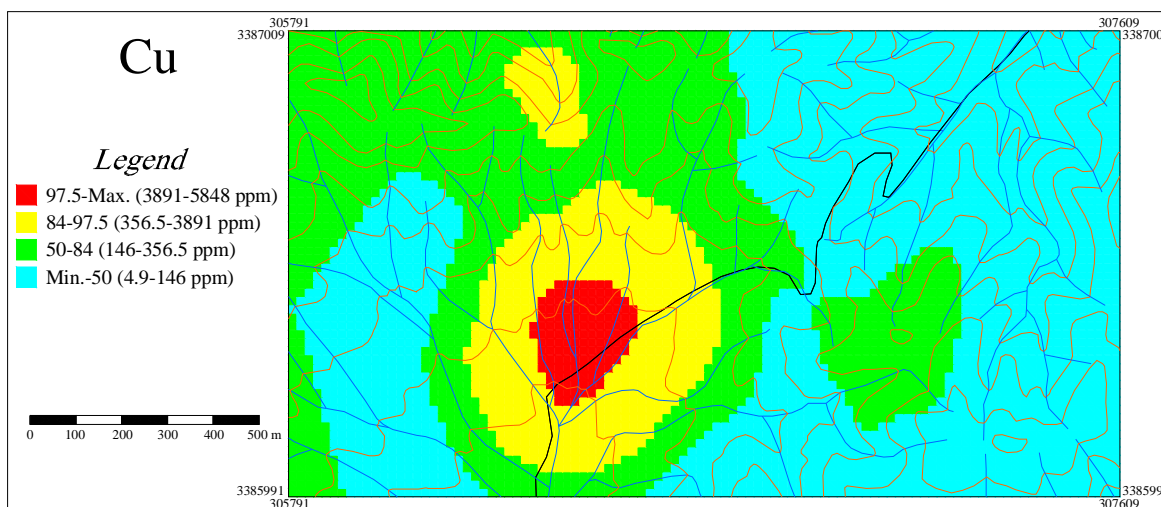


شکل شماره 5-70- نقشه آنومالی داده های Au



3- آنومالی مس

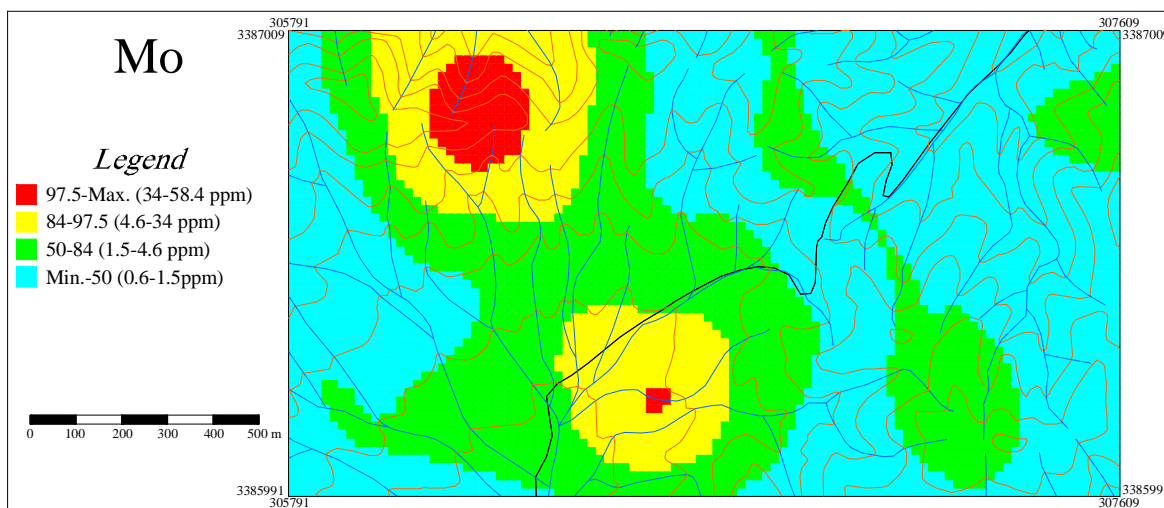
بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های مس (شکل شماره 5-71)، یک آنومالی بزرگ درجه اول و یک آنومالی کوچک درجه دوم در منطقه مشاهده می‌شود. آنومالی درجه اول در جنوب منطقه واقع شده و از وسعت و منطقه بندی خوبی برخوردار است. این آنومالی نیز همپوشانی خوبی با آنومالی های طلا و نقره در محدوده این آنومالی دارد که به اهمیت این آنومالی می‌افزاید.



شکل شماره 5-71 - نقشه آنومالی داده های Cu

4- آنومالی مولیبدن

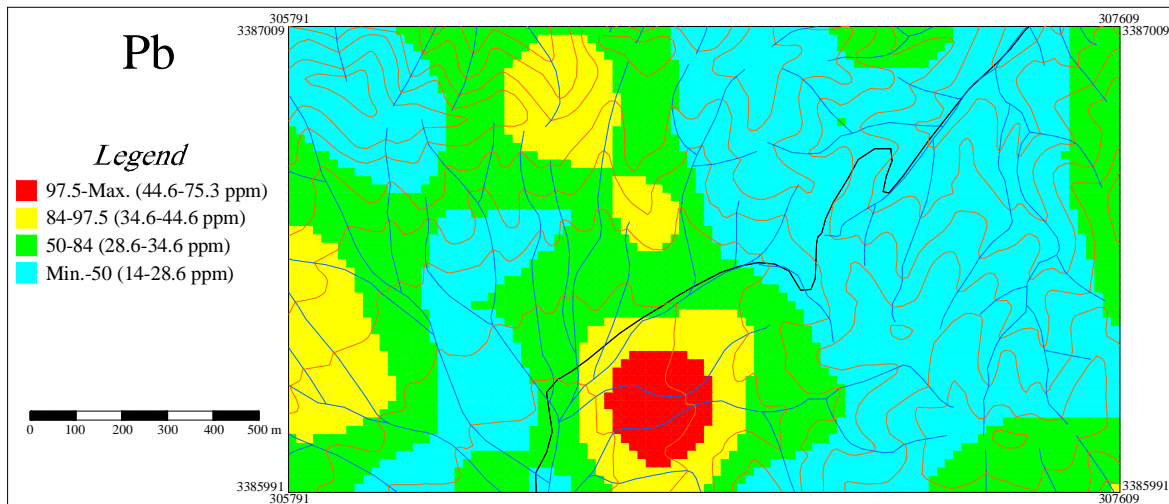
بر اساس نقشه پراکندگی حاصل از پردازش داده‌های مولیبدن (شکل شماره 5-72)، دو آنومالی مهم در منطقه مشاهده می‌شود. آنومالی اول در شمال غرب منطقه قرار گرفته و دارای منطقه بندی خوبی می‌باشد. آنومالی دوم نیز در جنوب منطقه واقع شده و منطبق بر آنومالی های مس، طلا و نقره در این محدوده می‌باشد. این دو آنومالی دارای روند شمال غرب - جنوب شرق می‌باشند.



شکل شماره 5-72- نقشه آنومالی داده های Mo

5- آنومالی سرب

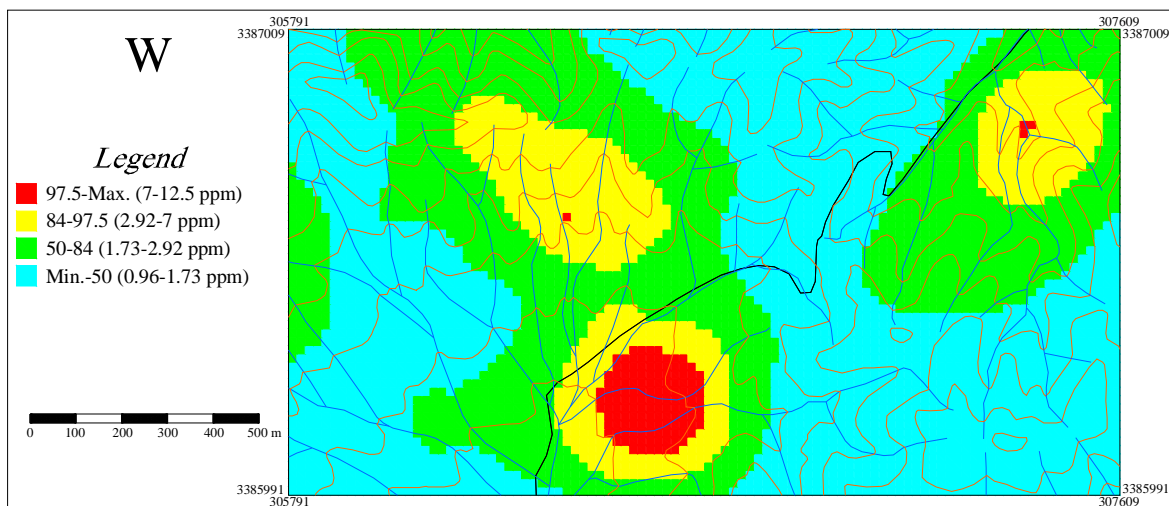
در نقشه آنومالی حاصل از پردازش داده‌های سرب (شکل شماره 5-73)، یک محدوده آنومالی درجه اول و سه محدوده آنومالی درجه دوم مشاهده می‌شود. آنومالی درجه اول در جنوب منطقه قرار گرفته که منطبق بر محدوده آنومالی عناصر مس، طلا، نقره و مولیبدن می‌باشد. دو محدوده آنومالی درجه دوم در شمال آنومالی درجه اول واقع شده اند که می‌توان آنها را یک آنومالی فرض کرد. آنومالی درجه دوم دیگر در غرب منطقه قرار دارد و منطبق بر آنومالی درجه دومی از عنصر روی در همین محدوده آنومالی می‌باشد.



شکل شماره 5-73 - نقشه آنومالی داده های Pb

6- آنومالی تنگستن

بر اساس نقشه حاصل از پردازش داده‌های تنگستن (شکل شماره 5-74)، سه مرکز آنومالی مهم در این منطقه دیده می‌شود که شامل یک آنومالی درجه اول و دو آنومالی درجه دوم می‌باشد. آنومالی درجه اول در جنوب منطقه و با منطقه بندی خوب، منطبق بر محدوده آنومالی عناصر قبلی است. دو آنومالی درجه دوم یکی در شمال شرق منطقه و دیگری در شمال آنومالی درجه اول قرار گرفته اند.

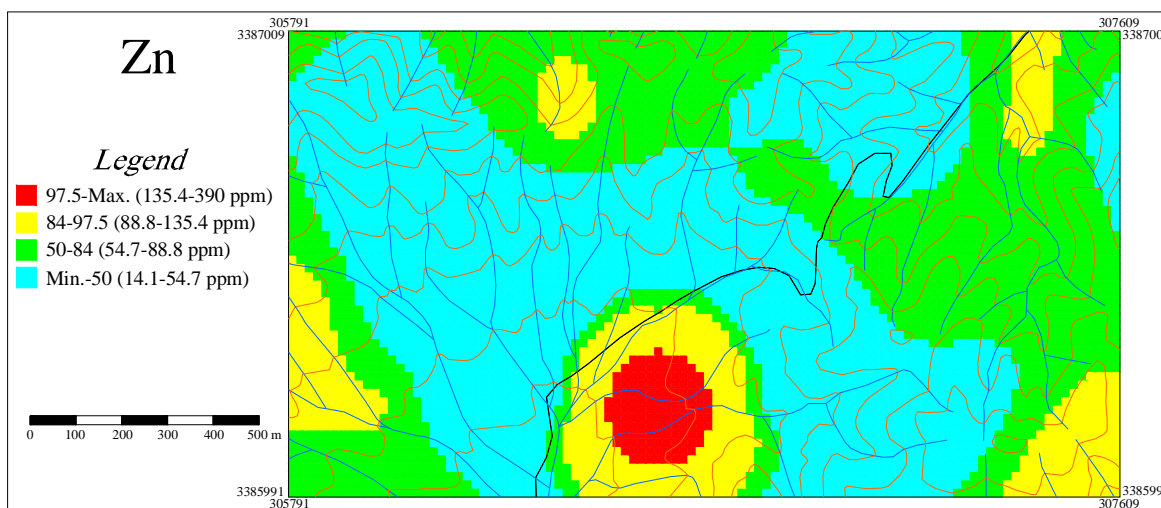


شکل شماره 5-74 - نقشه آنومالی داده های W



7- آنومالی روی

در نقشه حاصل از پردازش داده‌های عنصر روی (شکل شماره 5-75)، یک آنومالی درجه اول در جنوب منطقه و منطبق بر آنومالی عناصر Ag, Au, Cu, Mo, Pb, W مشاهده می‌شود. چهار آنومالی درجه دوم روی نیز در حاشیه منطقه دیده می‌شود.

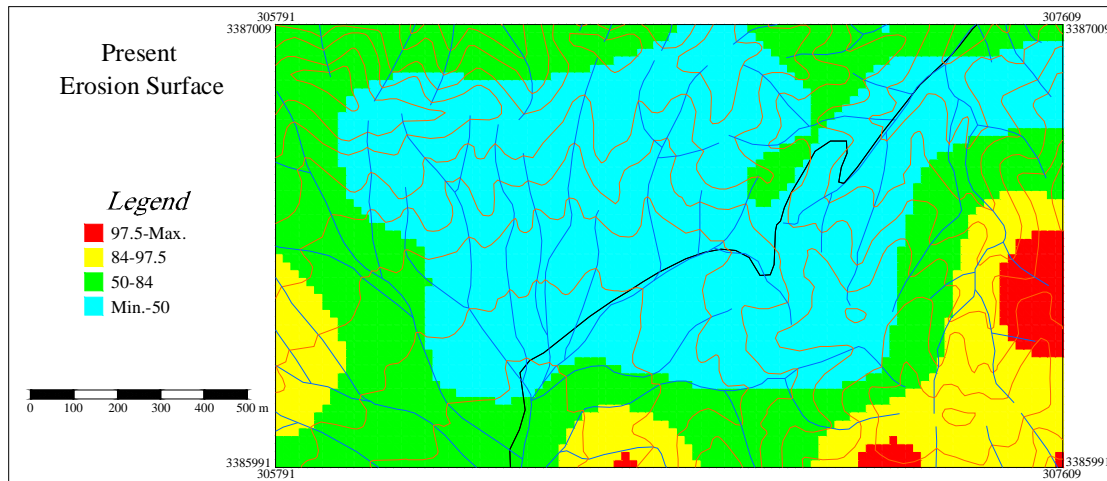


شکل شماره 5-75 - نقشه آنومالی داده های Zn

5-7-9- موقعیت سطح فرسایش نسبت به توده کانساری

همانگونه که در نقشه Zn.Pb/Cu.Mo یا سطح فرسایش کنونی ملاحظه می‌شود، آنومالی‌هایی که مدفون بوده و به سطح راه نیافته‌اند، به طور عمده در نیمه شمالی منطقه قرار دارند. سطح فرسایش در محل آنومالی‌های Cu و Mo پایین بوده و به عبارت دیگر، تقریباً بدنه اصلی کانی‌سازی مس در عمق قرار دارد. سطح فرسایش فعلی نیز نزدیک به بخشی از کانی‌سازی سرب و روی است.

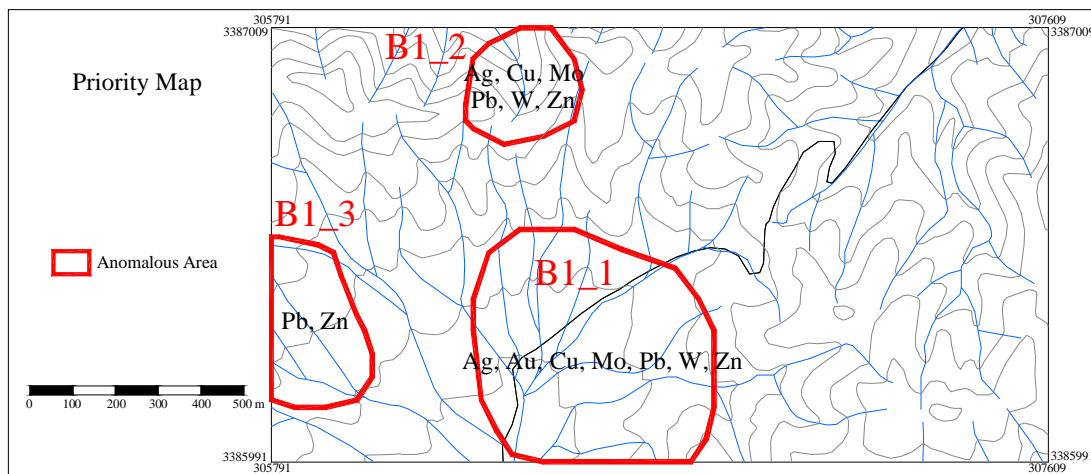
نحوه توزیع آنومالی‌های نسبت معرف Pb.Zn/Cu.Mo در شکل شماره 5-76 نشان داده شده‌است.



شکل شماره 5-76 - نحوه توزیع آنومالی‌های PES (سطح فرسایش کنونی)

5-7-10 - شرح نقشه اولویت بندی آنومالی‌ها

در نهایت با در نظر گرفتن کلیه اطلاعات و نتایج بدست آمده، اقدام به اولویت بندی آنومالی‌های منطقه گردید. در شکل شماره 5-77 موقعیت آنومالی‌ها و رتبه‌بندی آن بر روی نقشه توپوگرافی نشان داده شده است. محدوده‌هایی که از B1_1 تا B1_3 نامگذاری شده و بر روی نقشه زیر نشان داده شده‌اند، محدوده‌هایی هستند که در آنها بیشترین تعداد آنومالی عناصر با همدیگر همپوشانی داشته‌اند. عناصر آنومال محدوده‌ها نیز در کنار هر محدوده ذکر شده و شماره‌های 1 تا 3 رتبه (اولویت) هر محدوده را نشان می‌دهد.



شکل شماره 5-77 - موقعیت آنومالی‌ها و رتبه‌بندی آنها بر روی نقشه توپوگرافی



5-7-11- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 15 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-17 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود نمونه های B1-S34 و B1-S69 بالاترین پتانسیل را در بین نمونه های مینرالیزه در منطقه دارند. نکته قابل توجه غنی شدگی مس در حد درصد در اکثر نمونه هاست که نشان از پتانسیل بالای کانی سازی مس در منطقه دارد.

شدت غنی شدگی نیز برای کلیه عناصر نمونه های مینرالیزه با تقسیم حداکثر عیار بر میانگین محاسبه و در سطر آخر جدول شماره 5-19 آمده است. مقادیر شدت غنی شدگی عناصر Pb و As بالا می باشد که نشان از غیرعادی بودن این عناصر در منطقه دارد. در کل مقادیر شدت غنی شدگی کلیه عناصر در این منطقه بالا بوده که نشان دهنده پتانسیل بالای کانی سازی منطقه است.

جدول شماره 5-19- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه B1

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
B1-S34	6.4	2.29	146.40	3.28	820.20	1.90	29.51	27.32	847.90
B1-S35	3.4	1.15	779.10	2.03	1314.00	0.85	0.75	13.55	193.50
B1-S36	2.6	0.65	56.85	0.58	21160.00	4.58	16.33	4.34	157.70
B1-S37	7.9	0.50	23.42	0.08	5411.00	17.80	32.75	1.63	52.75
B1-S20	1.1	0.20	0.88	0.08	15.97	0.83	16.88	1.28	65.04
B1-S21	1.3	0.31	77.03	0.41	2377.00	4.47	17.56	7.92	46.29
B1-S22	155.00	1.50	0.77	0.08	6190.00	2.02	13.07	0.61	42.93
B1-S23	34.5	0.39	77.62	9.04	5865.00	28.98	71.48	1.71	311.40
B1-S24	38	1.60	35.54	1.50	22650.00	116.50	36.02	1.13	164.60
B1-S38	46	1.59	25.29	0.17	27025.00	8.70	33.27	4.62	76.45
B1-S25	0.75	0.69	10.26	0.44	75000.00	15.02	30.99	2.73	201.20
B1-S26	8	0.44	21.09	0.08	6945.00	25.04	9.82	2.14	46.55
B1-S27	3.4	0.08	2.05	0.08	292.90	1.16	13.80	2.15	35.69
B1-S68	4.6	0.40	13.72	0.08	20680.00	108.50	18.61	9.54	47.71
B1-S69	27	9.88	1199.00	4.78	10392.00	18.76	3312.00	11.30	41.90
شدت غنی شدگی	24.22	15.23	47.41	21.84	12.12	13.40	177.97	10.02	13.04



5-7-12- نتایج آنالیز XRD

تعداد 5 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD با هدف تعیین دقیق نوع دگرسانی ها از این محدوده برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-20 آمده است.

جدول شماره 5-20- نتایج آنالیز نمونه های XRD منطقه B1

Sample No	Quartz	Albite or Andesine Anorthite	Calcite	Muscovite	Clinochore Motmorillonite	Kaolinite
DJ-B1-38XR	16.8%	An 48.2%	-	35.0%	-	-
DJ-B1-18XR	%	-	-	-		%
DJ-B1-19XR	%	%	%	-	%	%
DJ-B1-20XR	12.8%	Al 68.9%	-	-	M 13.6%	4.7%
DJ-B1-22XR						

5-8- نتایج محدوده C1 (عباس آباد)

در مجموع تعداد 3 نمونه جهت آنالیز ژئوشیمیایی از این محدوده برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-21 آمده است. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.

جدول شماره 5-21- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه C1

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
C1-S40	1.2	0.18	10.84	127.40	0.32	29.71	1.02	0.51	59.31
C1-S41	1.4	0.12	8.69	32.92	0.38	16.50	1.44	0.47	39.50
C1-S42	1.5	0.18	5.15	44.77	0.44	21.71	1.03	0.18	26.83

5-9- نتایج محدوده C3 (دره حمزه)

5-9-1- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 3 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-22 آورده شده است. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.



مطالعات لیتوژئوشیمیایی

جدول شماره 5-22- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه C3

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
C3-S56	3.9	0.31	3.44	76.65	0.69	35.75	5.11	0.63	44.41
C3-S57	1.2	0.16	< 0.5	55.71	1.01	28.11	2.41	0.80	61.89
C3-S58	1.7	0.16	< 0.5	58.35	0.46	30.07	0.91	0.64	56.56

5-9-2- نتایج آنالیز XRD

تعداد 2 نمونه برای بررسیهای کانی شناسی به روش XRD با هدف تعیین دقیق نوع دگرسانی ها از این محدوده برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-23 آمده است.

جدول شماره 5-23- نتایج آنالیز نمونه های XRD منطقه C3

Sample No	Quartz	Albite or Andesine Anorthite	Calcite	Muscovite	Clinochore Motmorillonite	Kaolinite
DJ-C3-57XR	10.0%	AnS 69.9%	-	13.9%	Cl 6.2%	-
DJ-C3-56XR	8.2%	77.9%	-	8.3%	Cl 5.6%	-

5-10- نتایج محدوده D1 (کپتور)

5-10-1- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 1 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-24 آورده شده است. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.

جدول شماره 5-24- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه D1

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
D1-S1	1.7	1.01	171.10	0.49	24.60	3.67	94.42	2.45	1.64	66.91



5-11- نتایج محدوده D5

5-11-1- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 4 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-25 آورده شده است. همانگونه که ملاحظه می شود این نمونه ها غنی شدگی بالایی نسبت به عناصر Ag, As, Cd, Cu, Mo, Pb نشان می دهند. این غنی شدگی بالا بعلت برداشت نمونه از محدوده معدنی دارای کانی سازی مس می باشد. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.

جدول شماره 5-25- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه D5

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cd(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
D5-S28	70	4.49	269.90	2.16	62600.00	32.73	90.49	4.04	6.84	279.80
D5-S30	36.5	4.75	1081.00	6.70	16950.00	162.20	7564.00	1.70	2.44	160.20
D5-S39	50	9.51	2126.00	8.64	7791.00	86.42	1687.00	47.34	4.07	70.69
D5-S29	-	2.42	80.69	0.70	6722.00	3.97	73.48	5.05	5.51	221.60

5-12- نتایج محدوده D6 (کسوئیه علیا)

5-12-1- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه

در این منطقه تعداد 1 نمونه مینرالیزه برداشت گردید که نتایج آن در جدول شماره 5-26 آورده شده است. برای نمونه های مینرالیزه این منطقه چون تعداد نمونه ها کم بود شدت غنی شدگی محاسبه نشده است.

جدول شماره 5-26- نتایج آنالیز نمونه های مینرالیزه منطقه D6

Sample No.	Au(ppb)	Ag(PPm)	As(PPm)	Cu(PPm)	Mo(PPm)	Pb(PPm)	Sb(PPm)	W(PPm)	Zn(PPm)
D6-S59	1.2	0.29	16.46	48.08	1.28	36.66	1.26	0.82	44.10



6-1- نتیجه گیری

کلیه محدوده های آنومال معرفی شده حاصل از مطالعات لیتوژئوشیمیایی در برگه 1:50,000 دهج اولویت بندی شدند که نتیجه آن در جدول شماره 5-1 آمده است. همانگونه که ملاحظه می شود در این جدول مساحت آنومالی ها و عناصر پاراژنز هر آنومالی نیز درج شده است.

جدول شماره 5-1- اولویت بندی آنومالی های حاصل از مطالعات لیتوژئوشیمی در برگه 1:50,000 دهج

ردیف	شماره آنومالی	وسعت (هکتار)	عناصر پاراژنز
1	A1_1	24	Ag, As, Au, Cd, Cu, Mn, Mo, Pb, Sb, Sn, W, Zn
2	A2_1	35	Ag, Au, Cd, Cu, Mo, Pb, Sn W, Zn
3	A2_2	19	Ag, As, Au, Cd, Cu, Pb, Sb, W, Zn
4	A1_2	42	Ag, As, Au, Cd, Mn, Pb, Sb W, Zn
5	A1_3	12	Ag, As, Cd, Cu, Mo, Pb, Sb, Sn
6	B1_1	26	Ag, Au, Cu, Mo, Pb, W, Zn
7	A1_4	19	Ag, As, Au, Cd, Cu, Pb, Sb
8	B1_2	6	Ag, Cu, Mo, Pb, W, Zn
9	A2_3	25	Ag, As, Au, Pb, Sn, W
10	A1_5	14	Au, Cu, Mo, Sn
11	B1_3	7	Pb, Zn

با توجه به کلیه اطلاعات بدست آمده از مطالعات صحرایی، زمین شناسی، ماهواره ای، لیتوژئوشیمی و آزمایشگاهی در ورقه یک پنجاه هزارم دهج در استان کرمان نتایج زیر حاصل شده است:

1- در سه نمونه از منطقه A1 (A1-S2, A1-S67, A1-S102) که از رگه های سیلیسی - برشی برداشت شدند، طلا از خود غنی شدگی نشان داده است. بیشترین مقدار طلا در این نمونه ها $Au=460ppb$ و در دو نمونه دیگر $400ppb$ بوده است.

2- سنگهای پیروکلاستیکی و ولکانیکی ائوسن عمدتاً مورد نفوذ توده های نفوذی اسید تا نیمه اسید با سن اولیگو- میوسن قرار گرفته و دگرسانی به همراه کانی سازی از نوع پورفیر را بوجود آورده است.



نتیجه گیری و پیشنهادات

- 3- مناطق دگرسان با کانی سازیهای از نوع پورفیر مس و طلا همخوانی دارد.
- 4- ارتباط تنگاتنگی بین کانی سازی مس و زون های شکستگی و گسله وجود دارد. این شکستگی ها عمدتاً در ارتباط با گسیختگی های حاصل از گسل های منطقه می باشند.
- 5- کانی سازی های مس همگی در داخل زون های دگرسانی و یا در مجاورت این زون ها قرار گرفته اند.
- 6- چهار منطقه آنومالی اصلی به ترتیب A1، B1 و A2 اولویت بندی شدند.



2-6- پیشنهادات

در انتهای پروژه و بر اساس نتایج حاصله، ادامه انجام مطالعات اکتشافی تفصیلی در محدوده های کانی ساز

A2, B1, A1 توسط این مهندسين مشاور به ترتيب زير پیشنهاد می گردد:

- 1- درخواست پروانه اکتشاف برای محدوده های اولویت دار بالا
 - 2- انجام نمونه برداری فشرده 50×50 و یا 100×100 برای محدود کردن مناطق با عیار غیرعادی و تجزیه شیمیایی نمونه ها
 - 3- تهیه نقشه توپوگرافی در مقیاس 1:1000 از محدوده آنومالی های اولویت دار
 - 4- تهیه نقشه آلتراسیون در مقیاس 1:1000 از محدوده آنومالی های اولویت دار
 - 5- تهیه نقشه زمین شناسی در مقیاس 1:1000 از محدوده آنومالی های اولویت دار
 - 6- انجام مطالعات مقاطع صیقلی و بررسی پاراژنهای کانه های فلزی
 - 7- طراحی و حفر گمانه به میزان لازم در محل آنومالی ها
 - 8- بررسی لاگ گمانه ها و نمونه برداری از آنها
 - 9- نتیجه گیری و معرفی مدل سه بعدی کانی سازی و تعیین محدوده عمقی کانسار
 - 10- انجام مطالعات فنی و اقتصادی مقدماتی
 - 11- جمع بندی، تحلیل، پردازش و ارائه گزارش نهایی
- در صورتی که نتایج مطالعات پیشنهادی در محدوده های اولویت دار قابل قبول ارزیابی گردد می توان این مطالعات را در محدوده های اولویت دار بعدی نیز اجرا نمود.



7- منابع

- 1- پرند سیمین، 1375، روشهای اکتشاف ژئوشیمیایی ذخایر معدنی، سازمان زمین شناسی کشور
- 2- حسنی پاک علی اصغر، 1374، بهینه سازی پروژه های اکتشافی، انتشارات دانشگاه یزد
- 3- حسنی پاک علی اصغر، 1378، اکتشاف ذخایر طلا، انتشارات دانشگاه تهران
- 4- حسنی پاک علی اصغر، 1380، تحلیل داده های اکتشافی، انتشارات دانشگاه تهران
- 5- حسنی پاک علی اصغر، 1381، اصول اکتشافات ژئوشیمیایی، انتشارات دانشگاه تهران
- 6- حسنی پاک علی اصغر، 1382، ژئوشیمی اکتشافی محیط های سنگی، انتشارات دانشگاه تهران
- 7- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی 1:250000 انار، 1981
- 8- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی 1:100000 انار، 1972
- 9- سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، نقشه زمین شناسی 1:100000 دهج، 1973
- 10- مقدمه ای بر کانسارهای مس پورفیری، ناصرعابدیان، 1360، سازمان زمین شناسی
- 11- بررسی زمین شناسی و کانه زایی و عوامل کنترل کننده ژنز کانسار مس پورفیری درآلو در استان کرمان، پایان نامه، اکرم جباری نژاد کرمانی، سازمان زمین شناسی
- 12- تکوین ژئوشیمیایی و متالوژنی سنگهای آذرین پتاسیم دار در کمربند آتشفشانی نفوذی دهج، ساردوئی، استان کرمان با نگرشی ویژه به عناصر خاص، پایان نامه، حبیبه عطاپور، 1386
- 13- کانسارهای مس ناحیه کرمان، تعبیر و تفسیر متالوژیک، مرتضی مؤمن زاده 1367، سازمان زمین شناسی
- 14- سنگهای آذرین پتاسیم دار و کانسار سازی طلا و مس وابسته به آنها، دانیل مولو، دیوید آی گرو (1962)، کرمان - سازمان زمین شناسی، سال 1997، ترجمه: 1386
- 15- روشهای اکتشافات ژئوشیمیایی ذخایر معدنی، الف، الف، بئوس و گریگوریان، 1375، کتاب فارسی، ترجمه: سیمین پرند، سازمان زمین شناسی



- 16- مطالعات اکتشافی مقدماتی 10 ندیس مس در استان کرمان، محمدرضا سهندی و دیگران، 1377، سازمان زمین شناسی
- 17- بررسی پراکندگی طلا، نقره، مولیبدن، مس و عناصر دیگر در گوش‌های اطراف سرچشمه (کرمان) و کاربرد اکتشافی آنها، حبیبه عطاپور، 1378، مقاله هجدهمین گردهمایی علوم زمین
- 18- گزارش مطالعات دورسنجی در ورقه 1:100000 شهر بابک، گزارش شماره 1، سیمین مهدی زاده تهرانی، 1376، سازمان زمین شناسی
- Gansser , 1955; Aspect of the geology in central Iran, Geological survey of Iran
 - Dimitrijevic, 1973; Geology of kerman Region, Geological Survey of Iran
 - Alavi, M. (1994), Tectonic of Zagros orogenic belt of Iran, New data and interpretation
 - Titly, S. R. , 1966 Hicks, C. L.; Geology of the porphyry copper deposits, south wester of America, University of Arizona press
 - Berberian and king, 1981, Touard a paleogeography and tectonic evaluation iran, Canasian journal of earth
 - Milosakovic, R., Ciric, V. Go kovic, S., 1971 Report on prespecting for useful Minerals, sheets: Dehaj, Anar, Robat, Zaru, sahr-e-babak, Institute for Geological and Mining Exploration Beograd – Yugoslavia – Hollister, V.F. (1978), Geology of porphyry Copper Deposits of the western Hemisphere, society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical, and petroleum Engineers
 - Brown, S., 1976, Model of Classic – type porphyry copper deposits Model,