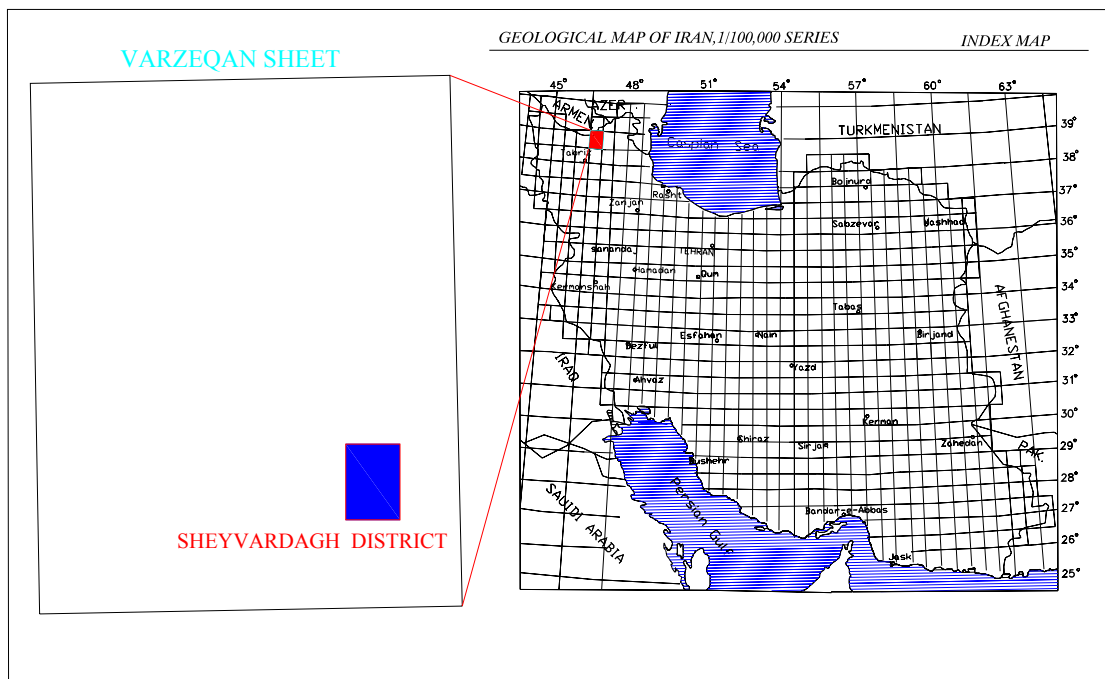


۲-۱- زمین شناسی عمومی

محدوده مورد مطالعه بعنوان بخشی از گستره نقشه های زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورزقان (اشکال ۱-۲ و ۲-۳) و ۱:۲۵۰۰۰۰ اهر، بر اساس پهنه بندی ارائه شده برای پوسته ایران زمین، توسط نبوی (۱۳۵۵)، در پهنه البرز باختر - آذربایجان واقع شده است (شکل ۲-۲). از وجوه زمین شناختی بارز پهنه مزبور، نمود سنگهای رسوبی - آتشفشانی قابل ملاحظه زمان ائوسن می باشد که بوسیله توده های نفوذی متعدد جوانتر، مورد تهاجم قرار گرفته و از اینرو با همراهی عوامل ثانویه دیگر، پهنه های اسکارنی، دگرگونی و دگرسانی گرمابی چشمگیری در آنها پدید آمده است.

ویژگی مهم مذکور بصورت تقریبا تیپیک در فراخنای محدوده مورد نظر نیز ظهور و بروز داشته و بدین سبب همانند سایر موقعیتهای همجوار خود نظیر گودال و مزرعه، بستر و مکان مناسبی جهت شکل گیری و توسعه کانسارهای مرتبط بوده است. شایان ذکر است، این خصوصیات سنگ شناختی و زمین شناسی مطلوب، با همراهی اثر بخش جنبه های ساختاری منطقه، در نهایت فرصت لازم جهت انجام برهم کنشهای فیزیکوشیمیایی مابین عامل اصلی کانسارساز، یعنی سیالات گرمابی و سنگهای در برگیرنده و ته نشست های کانیایی را فراهم ساخته است.

گستره مطالعاتی مورد بحث که در حوزه جغرافیایی محدوده معدنی شیور داغ و در مجاورت توده گرانیتوئیدی شیور واقع شده است، همانند مناطق فوق از دیرباز مورد توجه مکتشفین و معدنکاران گذشته و حال قرار داشته و با توجه به شواهد موجود، انجام عملیات استخراج عنصر مس در نقاط پرعیار آن صورت گرفته است. در واقع، این منطقه را می توان جزئی از پهنه متالورژی شمال باختر کشور در نظر گرفت که در شمال باختر شهرستان اهر و شمال خاور شهرستان ورزقان جای دارد.



شکل ۱-۲ - موقعیت منطقه مورد مطالعه در برگه یکصد هزارم ورزقان و مجموعه برگه های

یکصد هزارم ایران

بر اساس نتایج حاصل از پردازش داده های ماهواره ای *ASTER* و فتوژئولوژی عکسهای هوایی، در گام نخست، واحدهای مختلف چینه شناسی - ساختاری منطقه، بطور اولیه تفکیک و بر روی نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ مبناء پیاده سازی شدند. در ادامه و پس از انجام پیمایش ها و برداشتهای صحرائی، نقشه مزبور مورد اصلاح و تکمیل قرار گرفته و متعاقب آن واحدهای مختلف لیتولوژیک نامگذاری گردیدند (شکل ۲-۴). در این مجال به توصیف سیمای زمین شناختی - ساختاری محدوده مورد مطالعه در قالب دو موضوع کلی معرفی واحدهای چینه شناسی و وضعیت زمین شناسی ساختمانی خواهیم پرداخت. لازم بذکر است که در نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰

مبنا (تهیه شده برای اجرای پروژه حاضر)، سنین واحدهای مختلف چینه شناختی، از نقشه زمین شناسی یکصد هزارم برگه ورزقان (تهیه شده توسط سازمان زمین شناسی کشور) اقتباس گردیده که با مشاهدات صحرائی و نتایج سایر مطالعات، کنترل شده است.

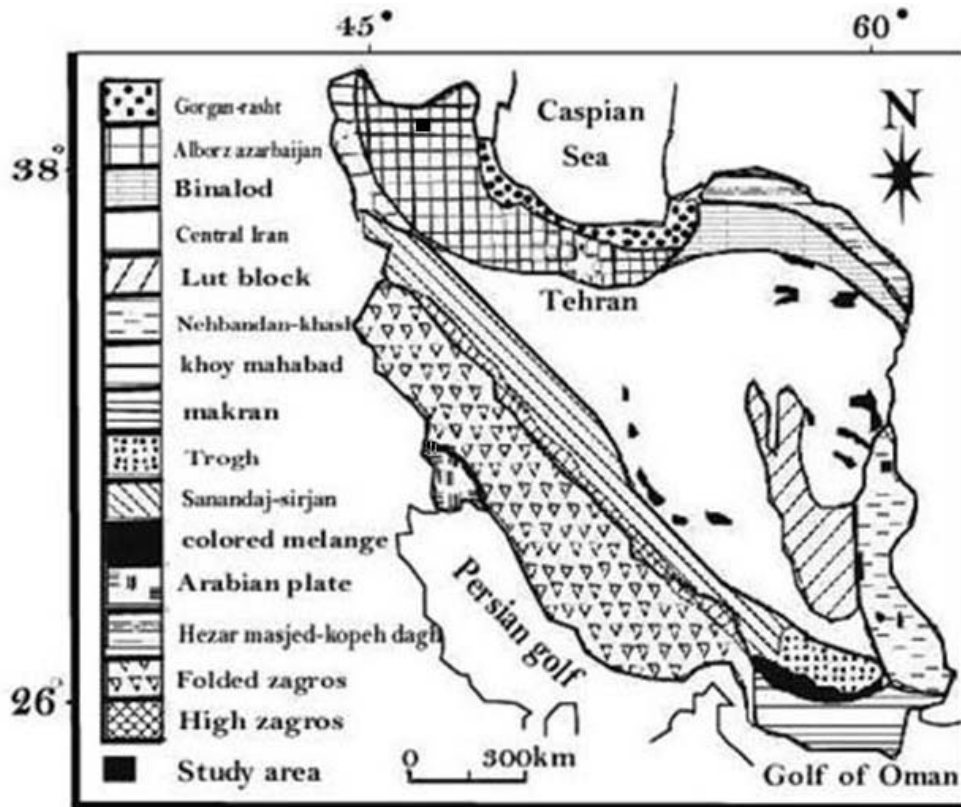
۲-۱-۱- واحدهای چینه شناسی

همانگونه که از نقشه شکل شماره ۲-۴ نیز مشخص می گردد، از دیدگاه کروئوآستراتیگرافی، آثار چینه شناسی دوره های کرتاسه، ائوسن، الیگوسن و کواترنر، در محدوده مورد مطالعه نمود داشته و به استثنای رسوبات عهد حاضر، حجم عمده تظاهرات سنگی این منطقه از نوع آذرین و دگرگونی می باشد.

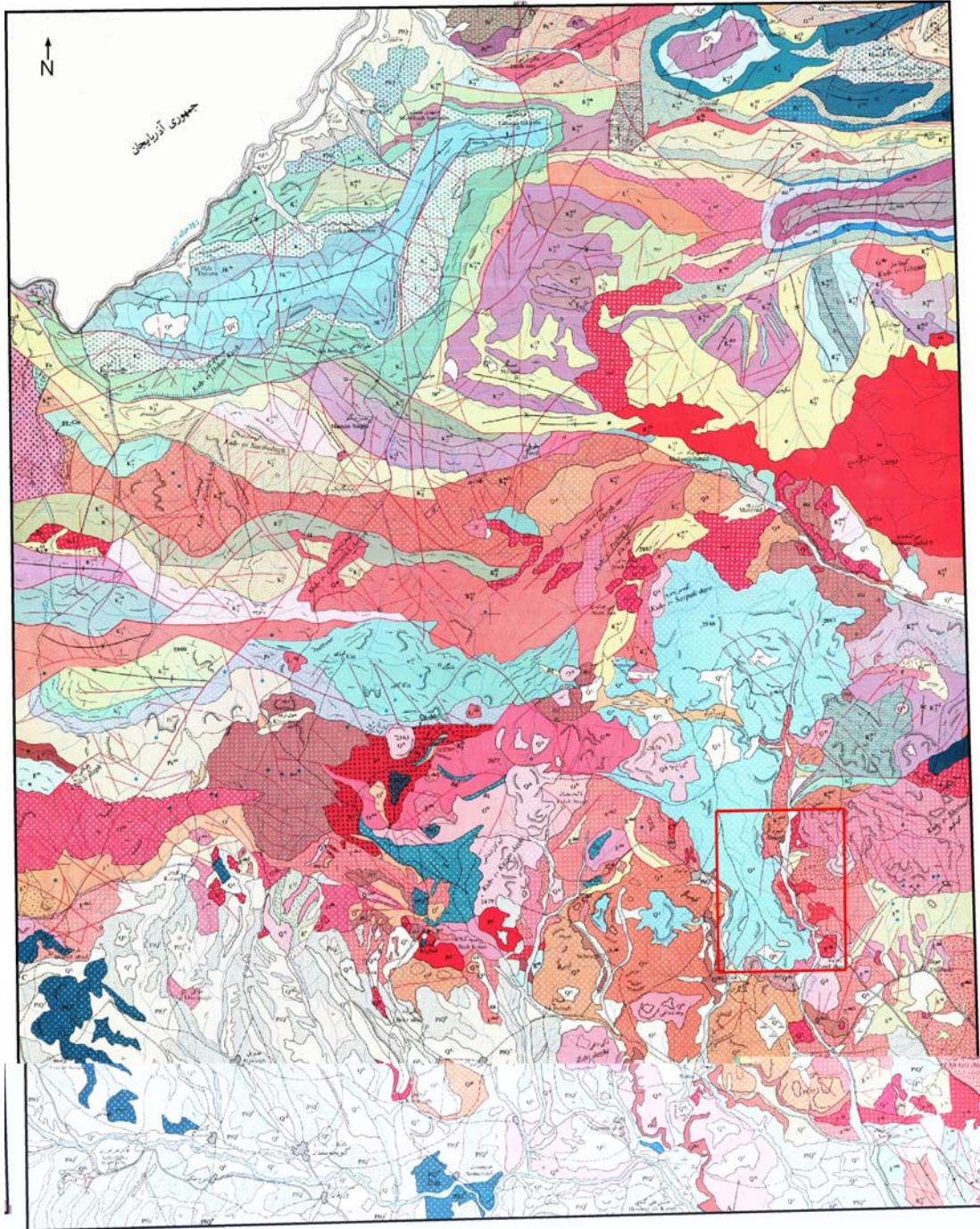
با عنایت به اینکه محتوای لیتولوژیک گستره مورد نظر، تحت تأثیر حرارت و سیالات منتج از توده نفودی و آبهای جوی قرار گرفته و در آنها تغییرات دگرگونی و دگرسانی متنوعی پدید آمده است، از اینرو جهت نامگذاری مجموعه های آذرین بویژه مواد آتشفشانی، با رعایت برداشت نمونه های سالم سنگی از مناطق کمتر متأثر و دور از هاله های متاسوماتیک، بطور عمده از نمودارهای ژئوشیمیایی مربوط، نظیر نمودارهای *TAS* از *Middlemost* (1985) و *Le Maitre* (1989) استفاده گردیده است (اشکال ۲-۱۶ و ۲-۱۷).

۳-۱-۱-۱- کرتاسه

شرایط خشکی - قاره ای اواخر ژوراسیک اکثر نقاط پوسته ایران زمین که در اثر عملکرد فاز کوهزایی سیمیرین پسین، بر آنها حکم فرما شده بود، در دوره کرتاسه و با پیشروی قابل ملاحظه دریاها بر قاره ای آن زمان، تغییر نموده و بویژه در طی سنومانین، همگی آنها در زیر آب قرار گرفته اند. در کنار این رویداد مهم و فراگیر، در اواخر کرتاسه پیشین و در نتیجه تأثیرات کوهزایی



شکل ۲-۲- موقعیت منطقه مورد مطالعه در واحدهای ساختاری - رسوبی ایران (نبوی، ۱۳۵۵)



شکل ۲-۳- موقعیت محدوده مورد مطالعه (کادر قرمز) در گستره نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ ورزقان

استرین، حوضه های فرونشینی متعددی در ناحیه آذربایجان پدید آمده که محل جایگیری نهشته های فلیش گونه و بعضا ولکانیکهای زیردریایی بوده اند.

وضعیت دریایی آذربایجان تا اواخر دوره کرتاسه پایا بوده ولی بعد از آن و به توسط تحرکات کوهزایی کرتاسه پسین و لارامید، شرایط خشکی و خارج از آب، دوباره بر سرتاسر این گستره پهناور، مستولی گردیده است.

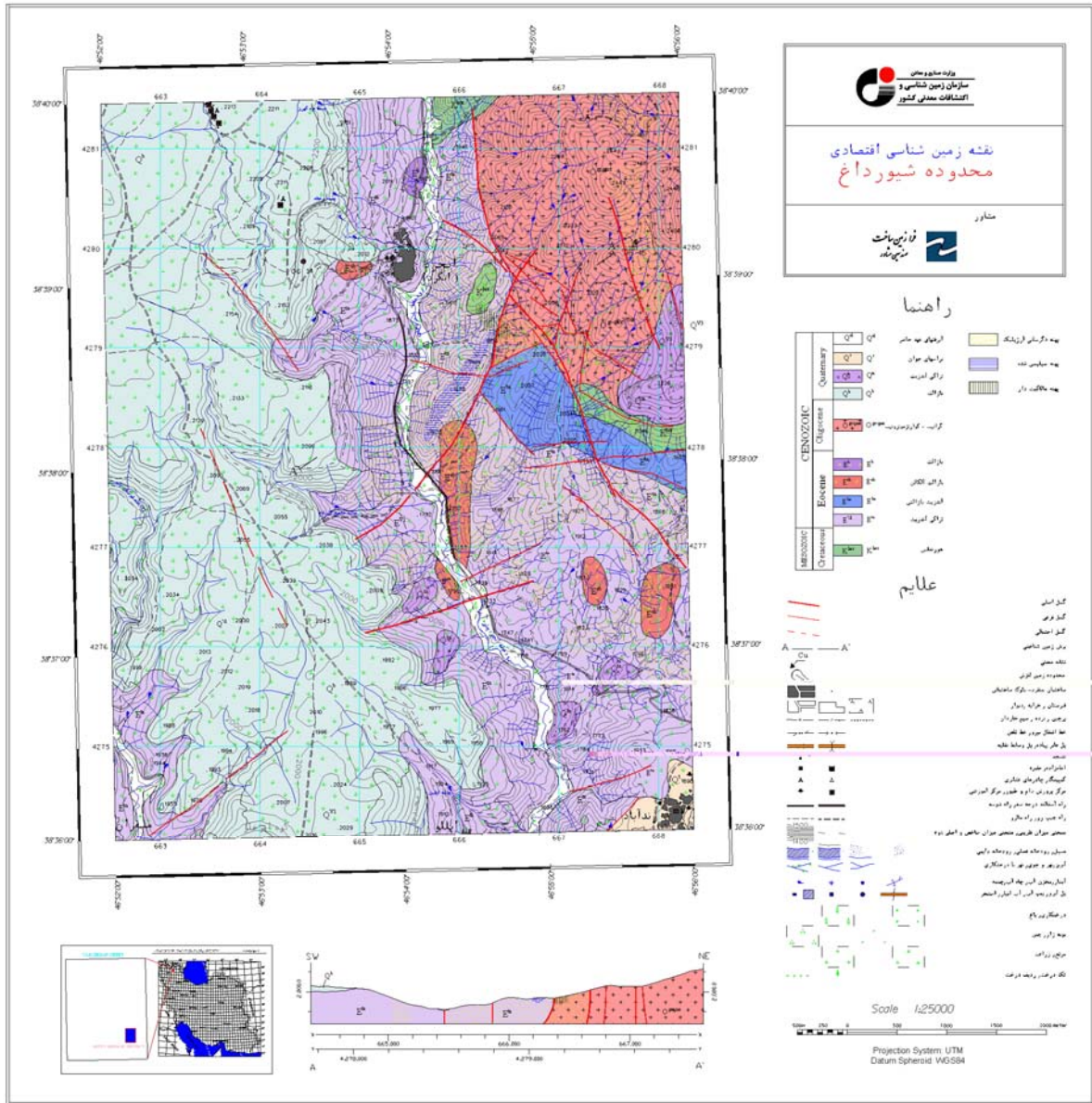
فرض مسلم گستردگی دریای کرتاسه، بر شواهد چینه ای قانع کننده ای نظیر وجود تناوبهای ضخیم لایه ای از رسوبات دریایی آهکی، شیلی، مارنی، ماسه سنگی و... استوار بوده که به همراه گستره های وسیعی از مواد ولکانوسدیمتر (عمدتا بصورت آتشفشانی های زیردریایی)، نقاط بسیاری از پوسته آذربایجان را پوشانده اند.

در پهنه ارسباران و برگه یکصد هزارم ورزقان نیز بعنوان بخشی از سرزمین آذربایجان، تظاهرات چینه ای کرتاسه، اکثرا بصورت نهشته های کربناته نمایان بوده که با حجمهای متغیری از مواد ولکانیکی و رسوبی آواری همراهی شده اند.

با توجه به نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ منطقه مورد مطالعه، رخنمونهای کرتاسه (K^{hor})، عمدتا بصورت لکه های محدود و پراکنده، در بخش شمال، شمال خاور و خاور گستره مورد نظر، شناسایی شده اند که در کل، حاشیه باختری و جنوبی برونزد پلوتونی شیور داغ را دور زده اند (شکل ۲-۴).

این همجواری، به سبب انتشار حرارتی توده مذکور و برقراری چرخه های گرمایی در پیرامون آن، مجموعه لیتولوژیهای کرتاسه (شیل، سیلتیستون و ماسه سنگ) را همانند سایرین، تحت تأثیر قرار داده و ضمن پدید آوردن هاله های دگرگونی مجاورتی (هورنفلسی - اپیدوتی)، رخدادهای اسکارن زایی، پهنه های دگرسانی و کانه زایی های گرمایی را سبب گردیده است (شکل ۲-۵).

بطور کلی، بافت عمومی متاپلیت های مشاهده شده، ریزدانه (هورنفلسی) بوده و در آنها پورفیروبلاستهائی از نوع پیروکسن، آمفیبول (ترمولیت - اکتینولیت) گارنت و اپیدوت دیده می شوند. کانیهای اخیر (گارنت و اپیدوت) در بسیاری مواقع، بصورت باندهای مشخص در حجم سنگها تظاهر یافته و زونهای گارنتی - اپیدوتی را تشکیل داده اند (شکل ۲-۶).

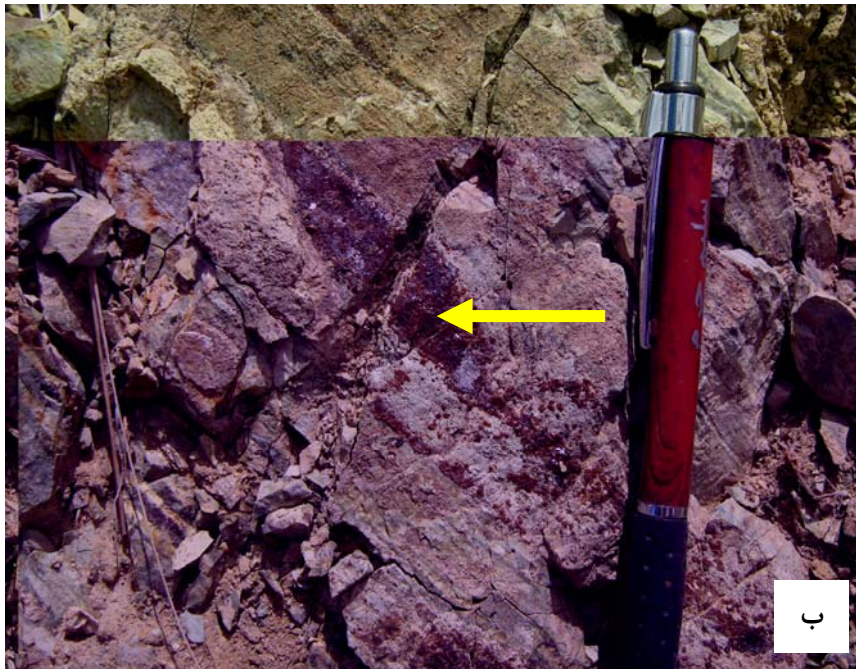


شکل ۲-۴- نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ محدوده مطالعاتی شیورداغ (تهیه شده توسط مشاور)



شکل ۲-۵- نماهایی از بروندهای هورنفلسی منطقه مورد مطالعه که در آنها لایه بندی نهشته های

پروتولیتی شیل - سیلتیستونی حفظ شده است



شکل ۲-۶- تصاویری از لایه های اپیدوتی (الف) و گارنتی (ب) در داخل زون اسکارنی منطقه مورد مطالعه

۲-۱-۱-۲- ائوسن

متعاقب تأثیرات حرکات فشارشی فاز کوهزایی لارامید (اواخر دوره کرتاسه) که موجب بسته شدن حوضه ها و چین خوردگی و بالازدگی ارتفاعات محلی گردید، کششهای موضعی و کم عمق فراوانی در پوسته البرز - آذربایجان پدید آمد که با رسوبگذاری و برون ریزی های آتشفشانی زیردریایی (بصورت گدازه و مواد آذرآواری) همراه بوده اند.

تکاپوهای ولکانوسدیمتری مزبور (فاز پیرنه) موجب انباشت ضخامتهای قابل ملاحظه ای از مواد ولکانیکی در سرتاسر گستره آذربایجان و البرز گردید که سازند های کرج (البرز) و مجیدآباد (ارسباران) نمونه آن می باشند. با تکیه بر شواهد ژئوشیمیایی و حضور برخی پدیده های زمین شناختی نظیر ته نشست های ایگنمبریتی که از مطالعات و مشاهدات انجام یافته قبلی در دست می باشند، محیط شکل گیری مذاب چنین فعالیت ماگمایی، گوشته تحول یافته در طول فرورانش اقیانوس تئیس جوان و تصادم پوسته های ایران و عربی می باشد که با آرایش های پوسته قاره ای همراه بوده است.

واحدهای چینه ای دوره ائوسن در محدوده مورد مطالعه (E^b , E^{bta2} , E^{bta1} , E^{ta}) تماما گدازه های آتشفشانی حدواسط تا بازیک می باشند که در طیف ترکیبی بازالت (E^b)، تراکی آندزیت و تراکی داسیت (E^{ta}) و تراکی آندزیت بازالتی (E^{bta1} , E^{bta2}) قرار دارند (شکل ۲-۱۶). با توجه به نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ (شکل ۲-۴)، حجم عمده محصولات ولکانیکی مذکور در نیمه خاوری گستره مورد نظر و پیرامون توده نفودی شیور داغ توسعه یافته است (شکل ۲-۷)، لیکن در منتهی الیه گوشه جنوب باختری منطقه و در مجاورت سنگهای آتشفشانی جوانتر نیز لکه محدودی از آنها (E^{ta}) قابل مشاهده است. گفتنی است تأثیرات دمایی قابل توجهی از نفوذ پلوتون شیور داغ در سنگهای مورد بحث در فرم هورنفلس های متابازیتی مشاهده نمی گردد، از طرفی

حاکم بودن شرایط شدید و فراگیر دگرسانی گرمابی، اندک تغییرات دگرگونی مجاورتی ضعیف را نیز در آنها غیر محسوس نموده است.

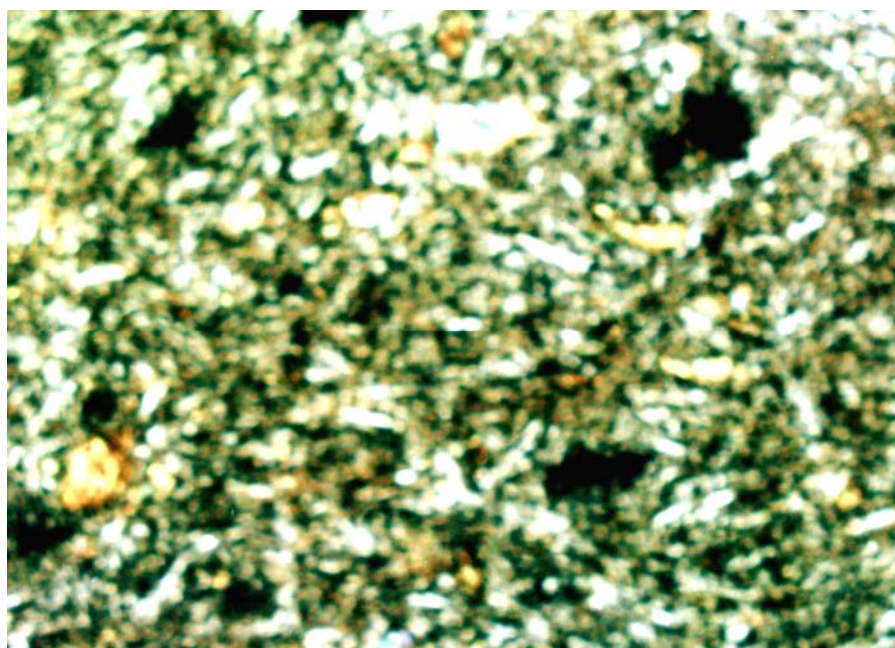


شکل ۲-۷- تصویری از سنگهای آتشفشانی ائوسن منطقه مورد مطالعه، سنگهای داخل

کادر زرد رنگ، ولکانیکهای جوان کواترنر می باشند

به لحاظ وسعت، واحد تراکی آندزیتی E^{ta} بصورت سنگهای ریزدانه تیره رنگ و گسترش شمالی - جنوبی، پهناورترین سیمای ولکانیکی ائوسن منطقه مورد مطالعه محسوب شده و ارتفاعات نیمه خاوری محدوده را تشکیل می دهد. رودخانه انجرد چای نیز با روند شمالی - جنوبی، واحد مذکور را برش داده و نمای دگرسان یافته آن را بخوبی به نمایش گذاشته است. فرآیند دگرسانی گرمابی بصورت گسترش پهنه آرژیلیکی و زیر پهنه های سیلیسی شده، مالاکیتی و پیریتی بویژه در پیرامون پلوتون شیور داغ، شدیداً این سنگها را متأثر نموده است. در نمونه های سالم از ولکانیکهای مزبور، بافت جریانیه در میکرولیتهای پلاژیوکلازی زمینه ریز و کریپتوکریستالین سنگ

بطور عمومی مشاهده می گردد (شکل ۲-۸). پلاژیوکلاز به همراه کانیهای ثانویه رسی، سریسیت، کلریت و اپیدوت که عمدتاً از تجزیه کانیهای فرومنیزین پدید آمده اند، از جمله کانیهای مشخص در متن سنگ می باشند که بوسیله کانه های پیریت، اکسید آهن و ملاکیت همراهی شده اند.

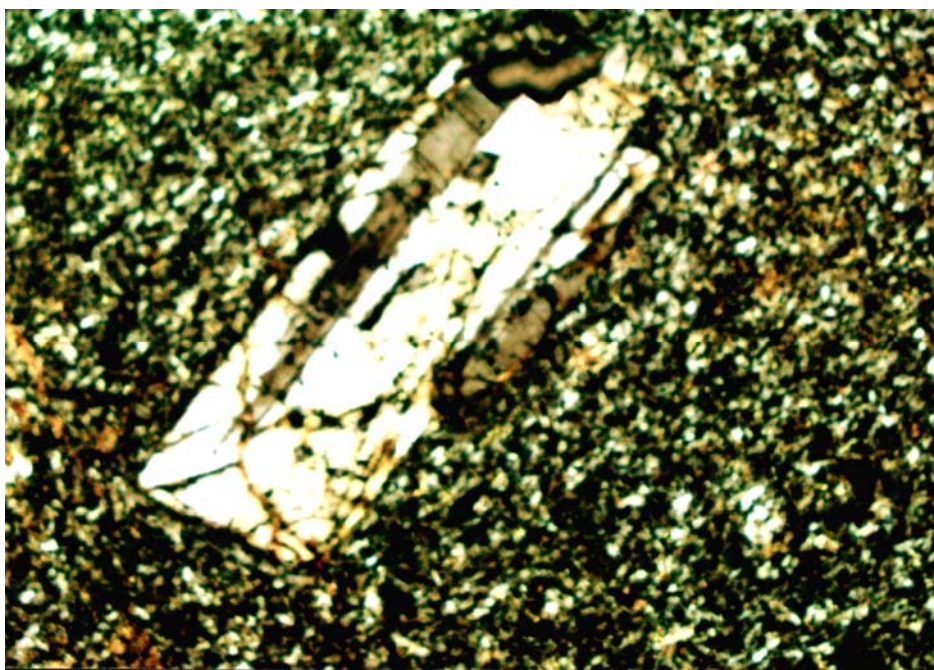


شکل ۲-۸- بافت جریانی در میکرولیتهای پلاژیوکلازی زمینه ریز و کریپتوکریستالین سنگهای

ولکانیک ائوسن منطقه مورد مطالعه ($\times 4$, XPL)

واحد تراکی آندزیت بازالتی (E^{bia2}) بصورت لکه های کوچک در برخی از نواحی گستره تراکی آندزیتی (E^{ta}) و واحد بازالتی (E^b) تنها در بخش شمالی محدوده مورد مطالعه و در میان گدازه های مزبور شناسایی شده اند. تراکی آندزیت بازالتی (E^{bia2}) با بافت و ساخت مگاپورفیری واجد فنوکریستهای درشت شکل دار پلاژیوکلاز در یک زمینه ریز بلور می باشند (شکل ۲-۹) و همانند سایر سنگهای اطراف توده نفوذی، در بعضی جاها تغییرات دگرسانی

گرمايي رخ داده در منطقه را تحمل نموده اند، ولي در بعضی جاها نيز بدون تغيير قابل مشاهده هستند. واحد ولکانیکی تراکی آندزیت بازالتی (E^{btal}) نیز در مرز بلا فصل با توده شیور داغ (O^{gr-qmz}) و هورنفلس های کرتاسه (K^{hor})، ترکیبی دیگر از مجموعه سنگهای آتشفشانی ائوسن گستره مورد مطالعه می باشد که با وجود تشابهات بافتی و کانیایی، تنها افتراقات عنصری (عناصر اصلی مورد استفاده جهت رده بندی شیمیایی سنگها، نمودار ۱-۲)، موجب جدایش این سنگها از دیگر ولکانیکهای این دوره شده است (به سبب عدم سن یابی دقیق، احتمال اینکه واحد مزبور همانند سایر ولکانیک های قدیمی مورد بحث، مربوط به فعالیتهای آذرین دوره کرتاسه باشد، دور از انتظار نمی نماید)،



شکل ۲-۹- بافت مگاپورفیری در تراکی آندزیت بازالتی (E^{btal2}) ائوسن منطقه مورد مطالعه که در آن فنوکریستهای درشت شکل دار پلاژیوکلاز در یک زمینه ریز بلور قرار دارند ($XPL, \times 4$)

۲-۱-۱-۳- الیگوسن

بر خلاف زمان ائوسن، در اواخر ائوسن و اوایل الیگوسن، فعالیت پلوتونیسم نسبت به ولکانیسم چیرگی مشهودی داشته و پس از خروج مقادیر متنابهی مواد آتشفشانی در ائوسن، تعداد زیادی توده نفودی با قرابت‌های ژنتیکی با سنگ‌های خروجی، بر پیکره پوسته این مناطق تزریق شده اند. توده پلوتونیک کوه شیور داغ (شکل ۲-۱۰)، از جمله شناخته شده ترین نفوذیه‌های رخنمون یافته در پهنه ارسباران می باشد که به سبب نقش آفرینی اش در گسترش محدوده های کانه زایی برای عناصر مختلف بویژه مس، طلا، آهن، مولیبدن، همواره مورد توجه بوده است.

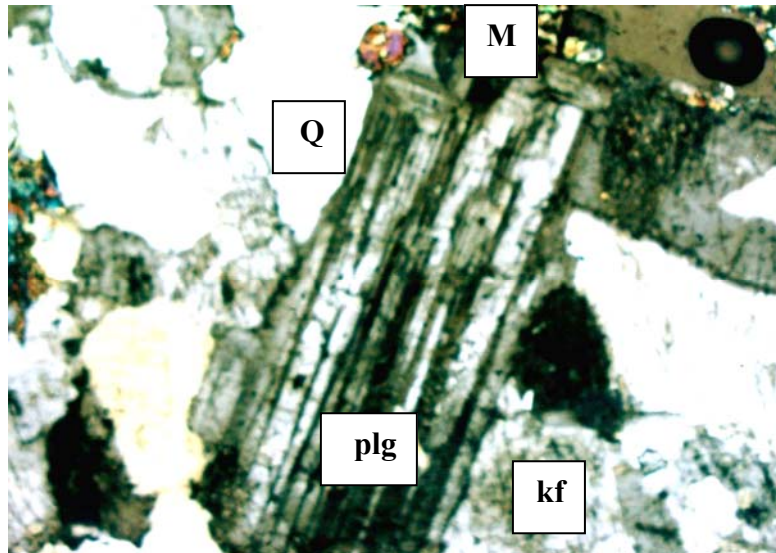


شکل ۲-۱۰- نمایی از توده نفودی شیور داغ در محدوده مورد مطالعه

پایانه باختری واحد آذرین مزبور (O^{gr-qmz})، در گوشه شمال خاوری محدوده مورد مطالعه، در داخل مجموعه سنگهای آتشفشانی و رسوبات پلیتی کرتاسه، رخنمون داشته و ضمن ایجاد هاله هورنفلسی و اسکارنی در رسوبات اخیر، منشاء تحولات دگرسانی گرمایی در پیرامون خود گردیده است (آهکهای کرتاسه در خارج از گستره مورد نظر واقع شده و از اینرو حجم عمده کانه زایی نوع اسکارنی در شمال منطقه با فاصله حدود ۳۰۰ متری قرار گرفته است).

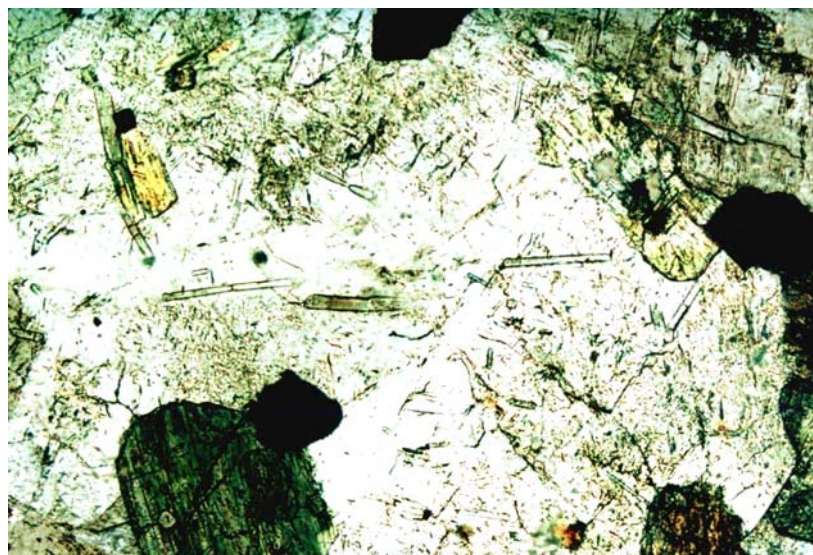
این تغییرات ثانویه، هم در خود توده و هم در سنگهای اطراف، با ایجاد پهنه های گسترده دگرسانی گرمایی بویژه از نوع آرژیلیک نمود یافته و در برخی مناطق نظیر دره علی جواد، واجد محتوای کانیایی با ارزش برای عناصر مس و طلا می باشد.

از نظر سنگ شناسی، پلوتون مزبور در محدوده ترکیبی گرانیات - مونزونیت کوارتزار واقع شده (شکل ۲-۱۷) و بطور عمده از کانیهای اصلی آلکالی فلدسپار، پلاژیوکلاز، کوارتز و کانیهای فرعی آمفیبول (هورنبلند)، بیوتیت، اسفن و کانیهای اپاک تشکیل یافته است (شکل ۲-۱۱). متشکله های مذکور بویژه کانیهای مافیک، در اثر عوامل مختلف جوی و دگرسانی گرمایی به کانیهای ثانویه کلریت، اپیدوت، بیوتیت ثانویه و اکسید آهن تجزیه شده اند. بسیاری از پلاژیوکلازهای موجود در سنگ، حاوی آپاتیت های سوزنی می باشند که گواهی بر پیش رس بودن کانی اخیر می باشد (شکل ۲-۱۲). بافت عمومی سنگ، گرانولار متوسط تا درشت دانه بوده (شکل ۲-۱۳) و بعضا آنکلاوهای تیره مافیک در سراسر توده به فراوانی قابل مشاهده می باشند (شکل ۲-۱۴). با توجه به ویژگیهای عنصری و ژئوشیمیایی، توده شیور داغ با کاراکتر کالک آلکالن پتاسیم بالا جزء گرانیتوئیدهای تیپ I بوده که ژنز ماگمای والد آن به یک محیط قوس قاره ای مربوط می گردد (رادمد، ۱۳۸۲).

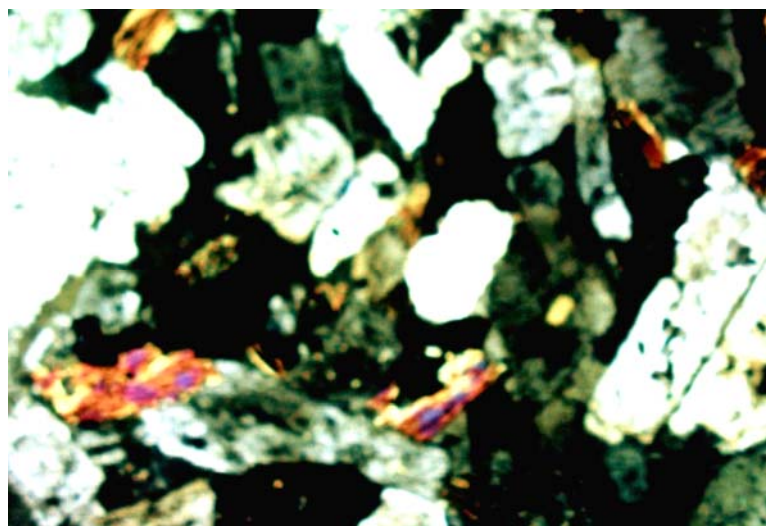


شکل ۲-۱۱- کانیهای اصلی تشکیل دهنده توده شیور داغ، آلکالی فلدسپار (*kf*)، کوارتز (*Q*)،

پلاژیوکلاز (*plg*) و کانیهای فرومنیزین (*M*) ($XPL, \times 4$)



شکل ۲-۱۲- آپاتیت های سوزنی در داخل پلاژیوکلازهای توده شیور داغ ($PPL, \times 4$)



شکل ۲-۱۳- بافت گرانولار در توده نفوذی شیورداغ (XPL, $\times 4$)



شکل ۲-۱۴- تصویری از آنکلاوهای تیره مافیک در توده شیورداغ

۲-۱-۱-۳- کواترنر

به گمان برخی از محققانی که بر روی پدیده های ماگمایی پوسته آذربایجان کار کرده اند، تظاهرات ولکانیکی کواترنر این نقطه از گستره ایران زمین همانند بسیاری از نواحی آتشفشانی آن، معلول فعالیتهای ساختاری منطقه ای نظیر همپوشانی گسلهای نرمال محلی و فراهم شدن محیط کشتی لازم جهت تشکیل و خروج مذابهای گوشته ای و پوسته ای می باشد.

علاوه بر لکه های پراکنده تراکی آندزیتی و تراکی آندزیت بازالتی کواترنر (Q^{ta})، به تقریب حجم عمده وسعت نیمه باختری محدوده مورد مطالعه که به لحاظ توپوگرافی، نسبت به نیمه دیگر، وضعیت هموار و پست تری دارد، از سنگهای آتشفشانی تراکی بازالتی کواترنر (Q^{tb}) (شکل ۲-۱۶) پوشیده شده است (شکل ۲-۱۵).

در مقایسه با ولکانیک های قدیمی تر که عموماً به سبب فرآیندهای ثانویه، ساخت و رنگ آنها دچار تغییر گردیده است، محصولات آتشفشانی جوان کواترنر با وضعیت سالم تر و تیره رنگ، کاملاً مشخص و متمایز می باشند. گمان می رود خروج واحدهای تراکی آندزیت به شکل نقطه ای و دهانه ای و فوران گدازه های بازالتی به فرم شکافی صورت گرفته باشد. شایان ذکر است، در قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه، بخشی از سنگهای تراکی بازالتی (Q^{tb}) بصورت روانه زمین لغزشی (*Landslide flow*) در مجاورت سنگهای ولکانیکی ائوسن (E^{ta}) قرار گرفته اند.

مسیر رودخانه انجرد چای حاوی مواد آبرفتی عهد حاضر و پیرامون روستای زندآباد، در برگیرنده تراسهای جوان با رسوبات عمدتاً ماسه و گراولی می باشد که به همراه سنگهای ولکانیکی فوق، مجموعه چینه ای کواترنر منطقه را تشکیل میدهند.

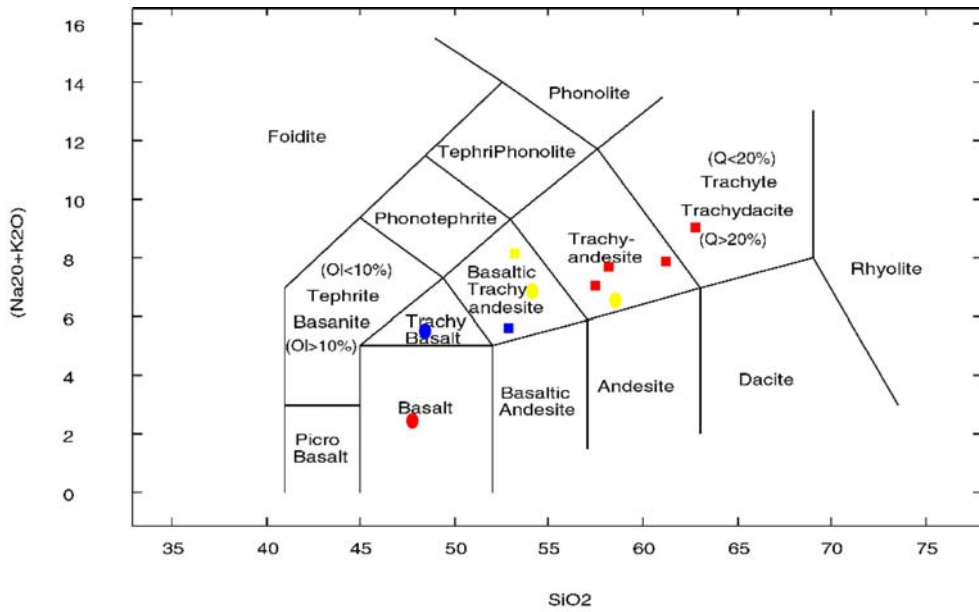


شکل ۲-۱۵- نمای از سنگهای آتشفشانی کواترنر در منطقه مورد مطالعه

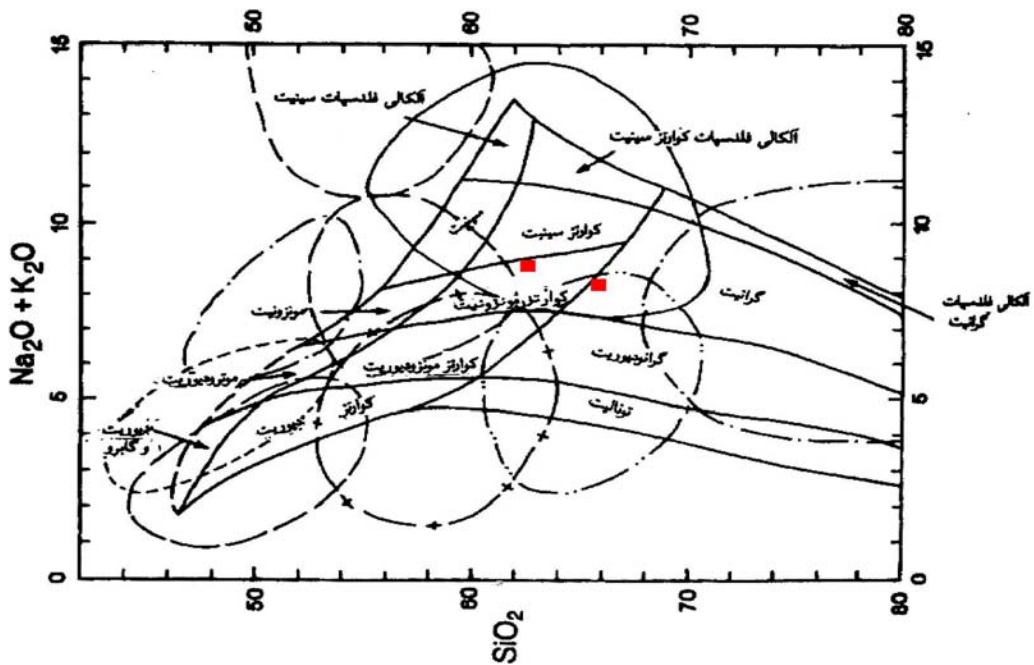
۲-۱-۲- سیمای ساختاری

فعالتهای زمین ساختی یکی از مهمترین عوامل مؤثر در کانه زایی در نظر گرفته می شود. در این میان، استفاده از تکنیکهای سنجش از دور کمک زیادی به شناسایی ساختارها و شکستگیهای عمده نموده است. گفتنی است، تصاویر ماهواره *ASTER* که در تهیه نقشه های زمین شناسی اقتصادی محدوده شیور داغ استفاده شده اند، برای این منظور بسیار مناسب می باشند. با پردازش تصاویر ماهواره *ASTER* و تهیه تصاویر ترکیبی و نسبی و نیز اعمال فیلترهای جهت دار، علاوه بر تفکیک واحدهای زمین شناسی و شناسایی زونهای آلتراسیون، گسلها و خطواره های عمده نیز شناسایی می شوند.

پردازش تصاویر ماهواره *ASTER* نشان می دهد که همبستگی و انطباق خوبی بین خطواره ها و گسلهای عمده با زونهای آلتراسیون هیدروترمال وجود دارد. علت این امر در رابطه بین گسلش و



شکل ۲-۱۶- نامگذاری سنگهای ولکانیک واحد E^{ta} (مربع قرمز)، واحد E^{btal} (مربع آبی)، واحد E^{btat} (مربع زرد) (مربع زرد)، واحد E^b (دایره قرمز)، واحد Q^{tb} (دایره آبی) و واحد Q^{ta} (دایره زرد) بر اساس نمودار *Le Maitre (1989)*



شکل ۲-۱۷- نامگذاری سنگهای پلوتونیک واحد O^{gr-qmz} بر اساس نمودار *Middlemost (1985)*

عبور سیالات نهفته است. گسلها و سیستم های شکستگی، مسیرهای مناسبی برای عبور سیالات جوی و هیدروترمال هستند (e.g. Gabrielov, 2007, Boullier et al, 2004).

از نظر هیدروژئولوژیکی می توان گسلها را به دو بخش هسته و پهنه آسیب دیده تقسیم نمود (Gudmundson et al, 2000).

هسته گسل عمدتاً متشکل از برش و سایر سنگهای کاتاکلاستیک است. خردشدگی سنگهای کاتاکلاستیک، باعث افزایش نفوذپذیری در آنها می شود. فرآیند انحلال نیز نفوذپذیری سنگهای کاتاکلاستیک را بطور مضاعف افزایش می دهد. متعاقب فرآیند انحلال، دگرسانی در سنگهای کاتاکلاستیک رخ می دهد. فرآیند عبور سیالات و دگرسانی منتج از آنها در پهنه آسیب دیده نیز صورت می گیرد. پهنه آسیب دیدگی (*Damage Zone*) متشکل از شکستگیهایی با اندازه متفاوت است. انتقال سیال در پهنه آسیب دیده از طریق شبکه متراکمی از این شکستگیها صورت می گیرد.

فرآیند گسلش علاوه بر اینکه می تواند معبری برای سیالات باشد، می تواند خود نیز توسط فشار سیالات گسترش یابد. فشار سیالات موجب کاهش اصطکاک شده و همچنین باعث کاهش مؤلفه نرمال تنش می شود که نتیجه آن تسریع و تسهیل گسیختگی و گسلش میباشد. بنابراین فرآیندهای گسلش و عبور سیالات رابطه متقابل با هم داشته و تأثیر مثبت بر یکدیگر دارند.

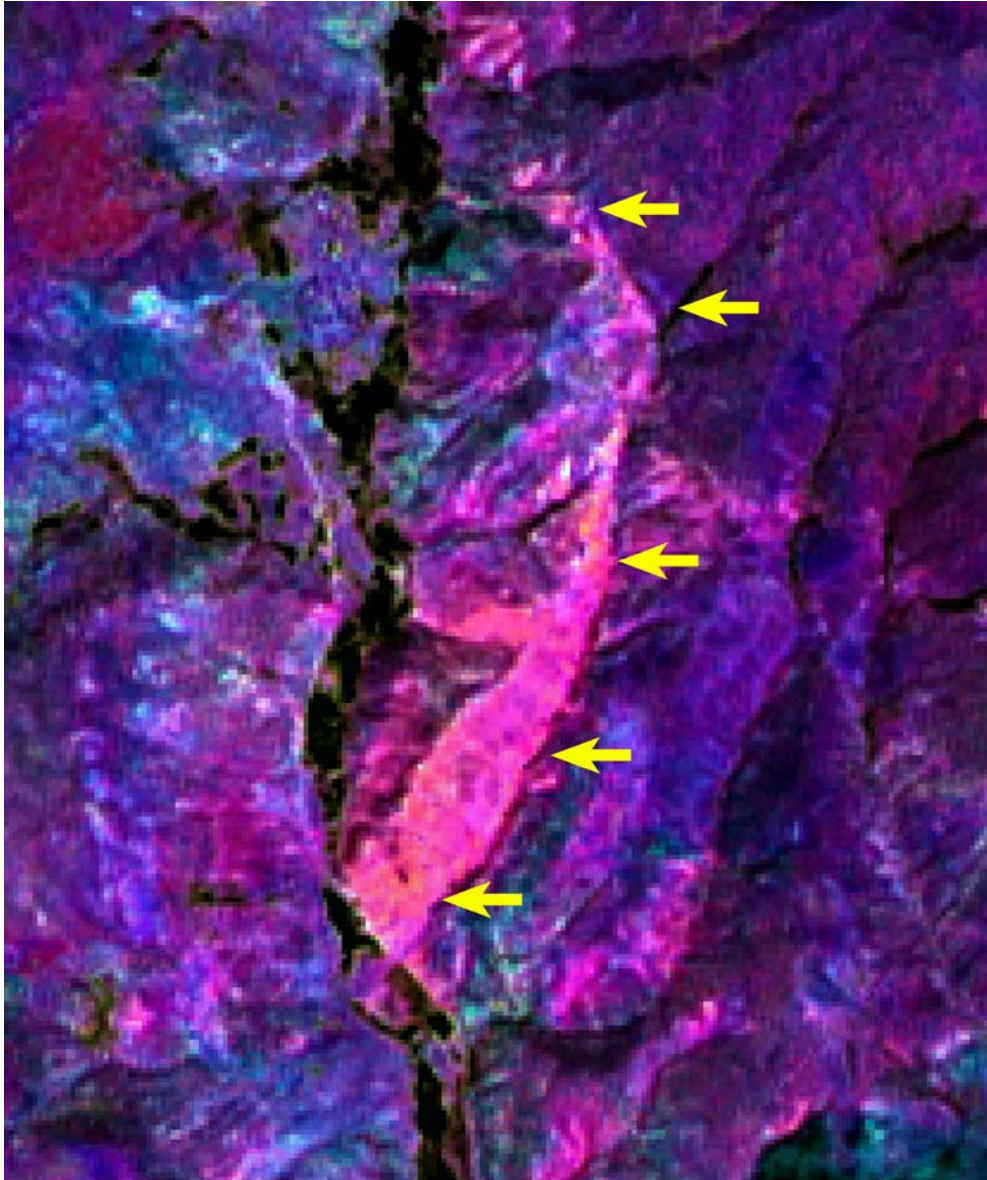
اشکال ۲-۱۸ و ۲-۱۹ تصاویر ماهواره *ASTER* از بخش هایی از محدوده شیور داغ را نشان می دهد، که در آنها نمونه ای از گسلهای محدوده نشان داده شده است.

به منظور مطالعه بهتر و دقیق تر گسلهای محدوده شیور داغ (شکل ۲-۲۰)، مختصات، طول و روند آنها محاسبه شده است (جدول ۲-۱). بررسی آماری گسلها و خطواره های محدوده شیور داغ و دیاگرام تهیه شده از آنها (شکل ۲-۲۱) نشان می دهد که شکستگیها و گسلهای

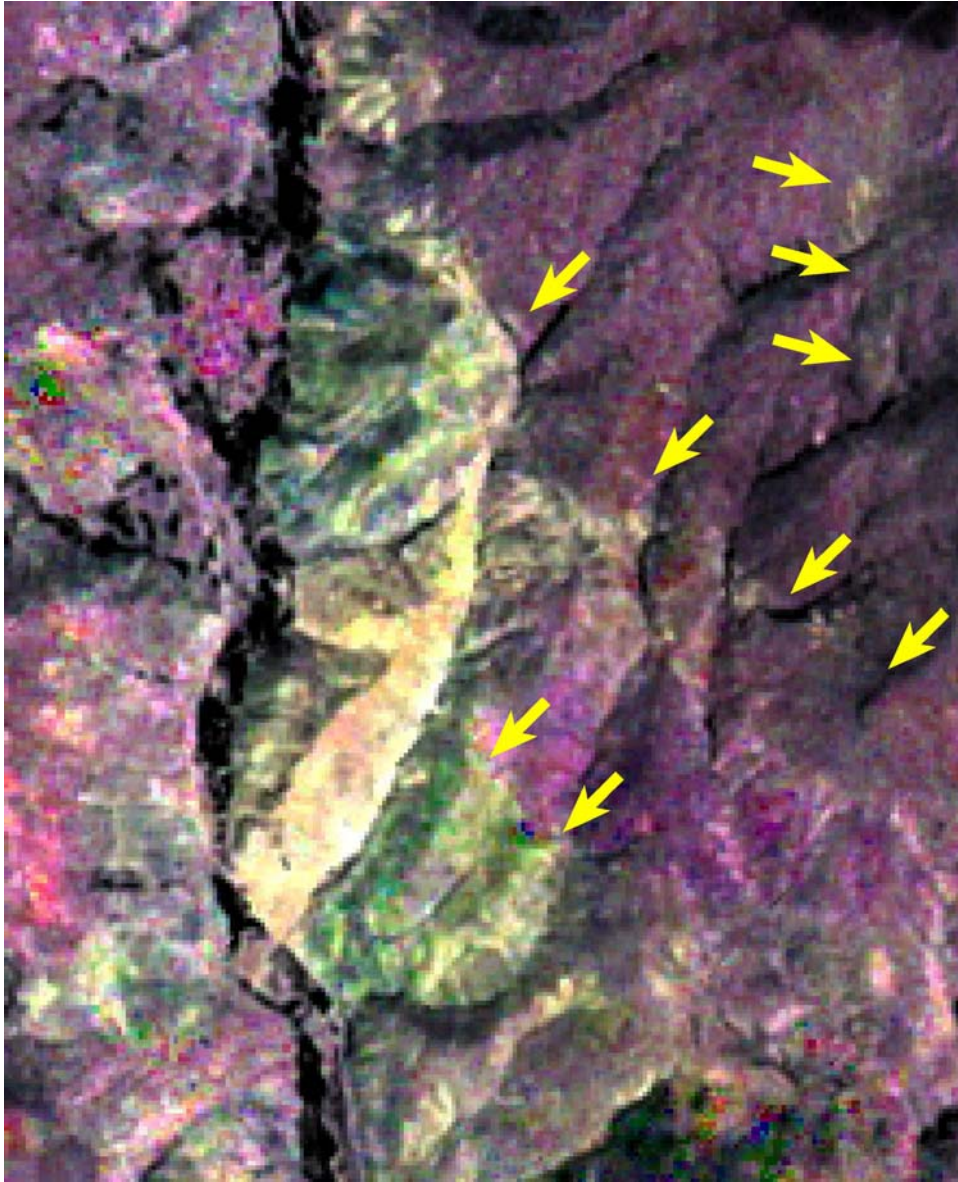
محدوده در روندهای $NNE-SSE$ و $NW-SE$ گسترش زیادی دارند و یک روند فرعی $ENE-WSE$ نیز وجود دارد.

با توجه به مطالب فوق الذکر در مورد ارتباط بین گسلش و آلتراسیون می توان نتیجه گرفت که در محدوده شیور داغ، دگرسانی گرمایی و کانه زایی نیز عمدتاً از روندهای $NW-SE$ و $NNW-SSE$ تبعیت می کند.

گفتنی است، بحث در مورد نوع جابجایی گسل ها در پهنه های آتشفشانی با محدودیتهایی مواجه است. مهمترین محدودیت نبود لایه های شاخص (*Key beds*) بوده تا بتوان با استفاده از آنها نوع حرکت و میزان جابجایی را اندازه گرفت. همچنین جابجایی مشاهده شده در تصاویر ماهواره ای نیز می تواند گمراه کننده باشد، چه بسا ممکن است حرکت شیب لغز گسل و فرایندهای فرسایش بعد از آن باعث ایجاد جابجایی ظاهری امتداد لغز شود. تنها راه مشخص کردن نوع حرکت گسل در این پهنه ها، مشاهده مستقیم صفحه گسل و خطوط خراش حاصل از آنها می باشد تا بتوان حرکت دقیق گسل را مشخص کرد. متأسفانه دگرسانی گرمایی در این پهنه ها که عمدتاً از شکستگیها تبعیت می کند، باعث از بین رفتن بافت و ساخت سنگها و خطوط خراش آنها گردیده و امکان بررسیهای ساختاری را سلب می کند. با این وجود با در نظر گرفتن جهت تنش ماکزیمم در عهد حاضر که بر پوسته آذربایجان اعمال می شود (یعنی تقریباً $N-S$) می توان نتیجه گرفت گسلهایی با روند $NW-SE$ مانند سایر روندهای عمده موجود در آذربایجان حرکت امتداد لغز راستگرد و گسلهایی با روند $NE-SW$ حرکت امتداد لغز چپگرد دارند. ولیکن این گسلها احتمالاً در هنگام نفوذ توده آذرین، به علت تغییر در میدان تنش (تنش ماکزیمم قائم) عملکرد نرمال داشته اند.

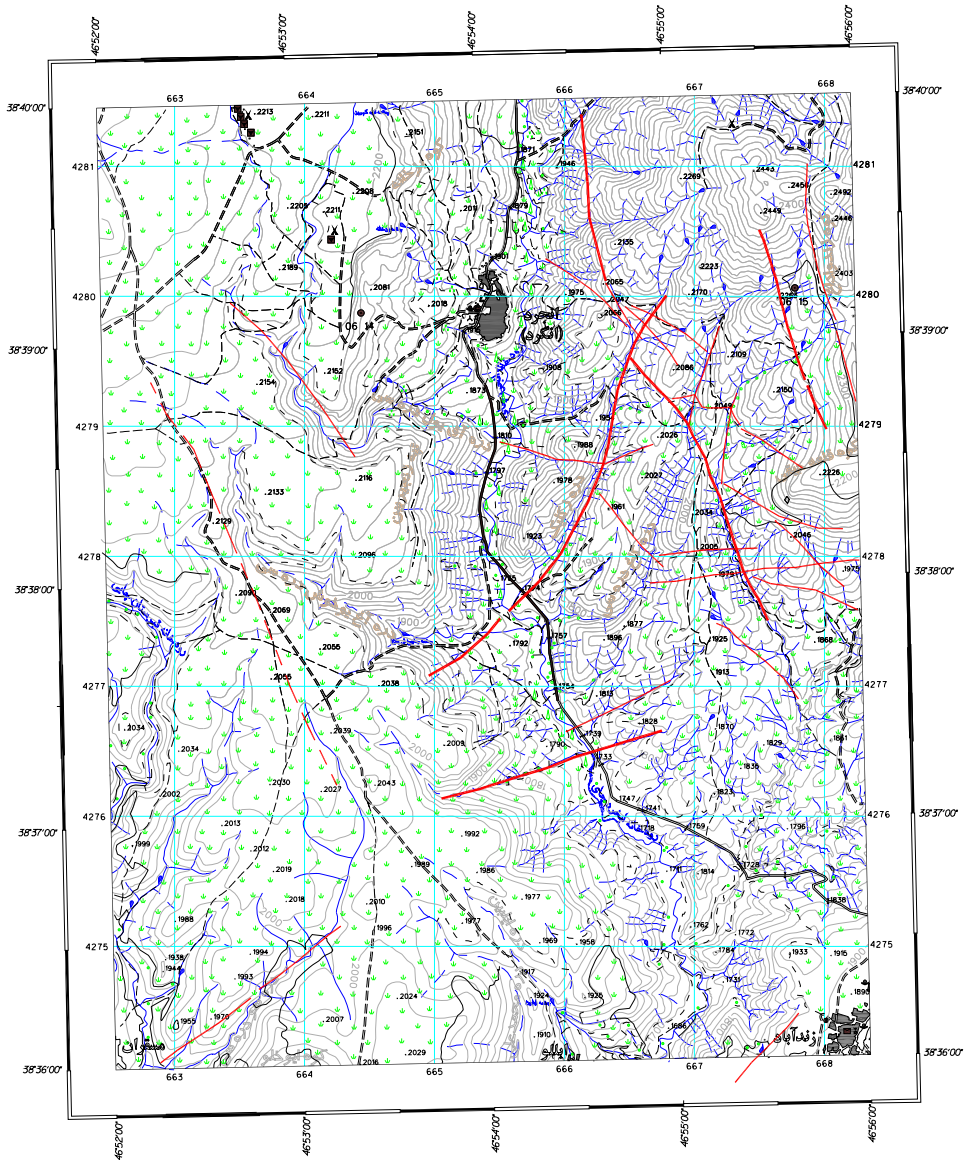


شکل ۲-۱۸- تصویر نسبتی ماهواره *ASTER* که با نسبت *ABRAM* تهیه شده است. در این تصویر محل گسل که تقریباً بر محل دره علی جواد منطبق شده است با پیکان نشان داده شده است. گسل سنگهایی با دگرسانی متفاوت را از هم جدا کرده است



شکل ۲-۱۹- تصویر نسبتی ماهواره *ASTER* با نسبت‌های ۴/۵ و ۴/۶ و ۴/۷ که در آن محل گسلها توسط

دگرسانی متفاوت سنگها مشخص شده است



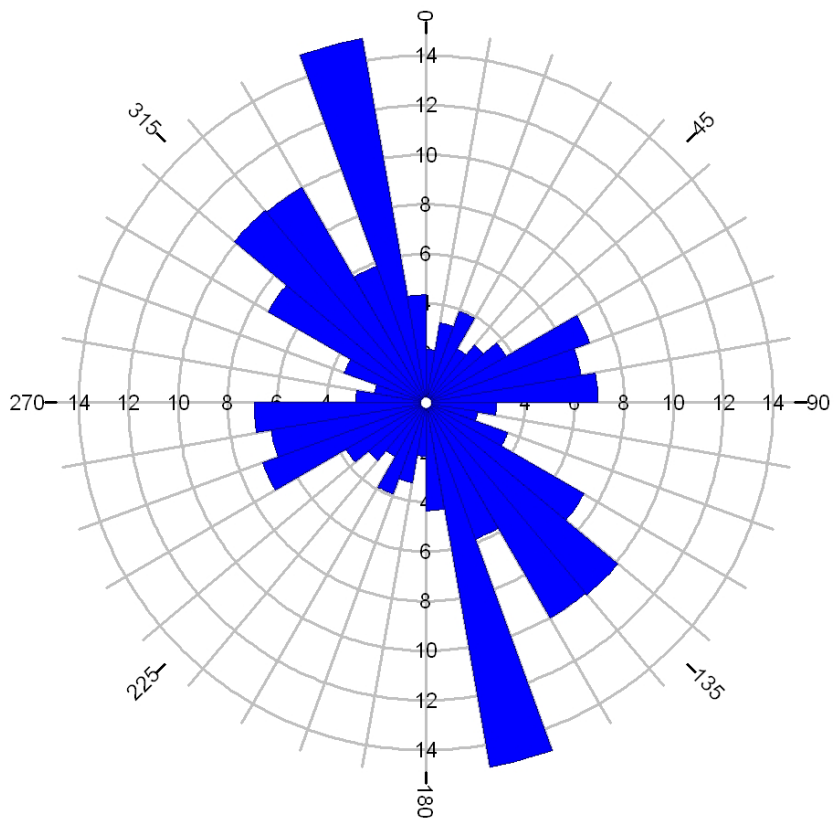
شکل ۲-۲۰- نقشه گسل‌های شناسایی شده در محدوده مورد مطالعه که بر روی نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰ مبناء نشان داده شده است

جدول ۱-۲- مشخصات گسلهای شناسایی شده در محدوده شیور داغ

<i>No</i>	<i>X1</i>	<i>Y1</i>	<i>X2</i>	<i>Y2</i>	<i>Length-Trend</i>	
1	666128	4281399	666189	4280606	807	175
2	666189	4280606	666317	4280118	493	165
3	666317	4280118	666596	4279671	527	150
4	665833	4280285	666480	4279764	839	125
5	666783	4280006	666534	7279627	455	36
6	666519	4279925	667096	4279574	684	117
7	666465	4279921	666871	4279470	609	138
8	666331	4279619	666340	4278877	769	19
9	666340	4278864	665913	4278007	969	23
10	665912	4278005	665555	4277578	556	42
11	665505	4277523	664955	4277081	713	48
12	666749	4276659	665054	4276136	1775	72
13	663426	4279948	664388	4278765	1532	143
14	665500	4278879	665933	4278748	452	108
15	665941	4278753	666315	4278715	383	97
16	666312	4278793	666834	4279049	580	61
17	666318	4278714	666680	4278864	392	67
18	666209	4278555	666759	4277919	842	140
19	666727	4278007	667483	4278663	759	83
20	666656	4277794	668268	4277971	1624	80
21	667497	4280511	667851	4279357	1208	163
22	667867	4279315	668016	4278979	367	154
23	668091	4279735	668241	4279191	564	165
24	666505	4279526	666938	4279033	656	136

ادامه جدول ۱-۲

<i>No</i>	<i>X1</i>	<i>Y1</i>	<i>X2</i>	<i>Y2</i>	<i>Length-Trend</i>	
25	666938	4279033	667082	4278756	312	151
26	667082	4278756	667127	4278604	158	164
27	667127	4278604	667482	4277688	982	162
28	667482	4277688	667565	4277507	199	156
29	667225	4278558	667652	4278308	494	120
30	667652	4278308	667955	4278217	314	107
31	667955	4278217	668142	4278212	185	91
32	666734	4279186	667098	4278640	656	149
33	666828	4279213	667001	4279244	176	77
34	666711	4279508	666997	4279310	348	124
35	667192	4279773	666999	4279231	576	19
36	667028	4279583	667174	4279173	435	155
37	666958	4279014	666999	4279230	219	11
38	667001	4279144	667059	4279147	113	149
39	667059	4279147	667271	4279146	218	89
40	667326	4279258	667208	4278555	716	10
41	667272	4279146	667355	4279005	164	145
42	667358	4278981	667831	4278679	562	126
43	667446	4277844	668255	4277589	856	115
44	667547	4277589	668276	4276788	1090	141
45	667799	4276902	667038	4277611	1046	133
46	666010	4276650	666817	4277047	899	64
47	662892	4274102	6642278	4275155	1742	51
48	667108	4274548	667927	4274808	862	68
49	667485	4274151	667801	4274486	461	45



شکل ۲-۲۱- رزیدیاگرام مربوط به گسلها و خطواره های محدوده شیور داغ