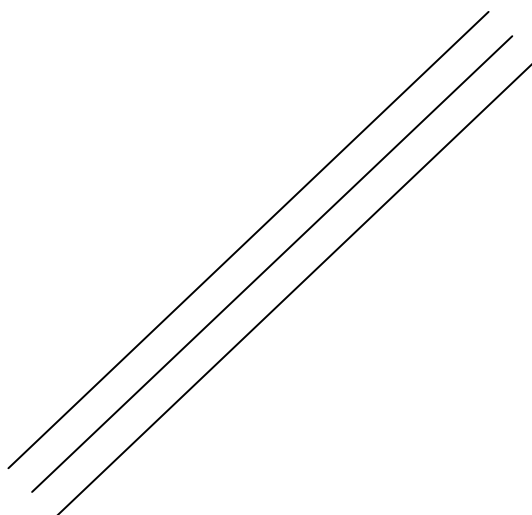


فصل دوم



زمین شناسی

۲-۱- جایگاه زمین شناسی و زمین ساخت محدوده مورد مطالعه

محدوده اکتشافی هیرد بر اساس تقسیم بندی پهنه های رسوبی - ساختاری عمده ایران در شرق خرد قاره ایران مرکزی واقع شده است. خرد قاره ایران مرکزی بخشی از ایران میانی است که با زمین درزهای افیولیتی سیستان، نائین - بافت، گسل درونه و افیولیت‌های کاشمر - سبزواری احاطه شده و توسط گسل های طویلی که به سمت غرب امتداد داشته و از انواع امتداد لغز راست گرد هستند قابل تقسیم به پهنه لوت، فرازمین شتری، فرونشست طبس، فرازمین کلمرد، بلوک پشت بادام، فروافتادگی بیاضه - بردسیر و بلوک لوت یزد است. (شکل ۱-۲)

محدوده معدنی هیرد در حاشیه شرق - شمال شرق پهنه لوت و در مجاورت زون فلیش شرق ایران قرار دارد. با توجه به جایگاه ویژه محدوده مورد مطالعه ذیلا به شرح وضعیت زمین شناسی و تکامل ساختاری این دو پهنه پرداخته می شود.

۲-۱-۱- بلوک لوت

بلوک لوت با درازای حدود ۹۰۰ کیلومتر، شرقی ترین بخش خرد قاره ایران مرکزی است. مرز شرقی آن با گسل نهبندان و حوضه فلیش شرق ایران و مرز غربی آن با گسل نایبند و بلوک طبس مشخص می شود. بر روی نقشه زمین ساخت ایران، مرز شمالی این بلوک با فروافتادگی جنوب کاشمر و مرز جنوبی آن با فرونشست جازموریان بسته می شود.

اشتوکلین (۱۹۶۸)، این بلوک را به دو بخش شرقی (بلوک لوت) و غربی (بلوک طبس) تقسیم نموده که توسط رشته کوههای شتری از یکدیگر جدا می شود. یافته های بعدی نشان داد که ویژگی های زمین شناسی این دو بلوک قابل قیاس نیستند برای نمونه روانه های آذرین بسیار ضخیم سنوزوئیک بلوک لوت در بلوک طبس وجود ندارد و حرکتهای زمین ساختی سیمیرین به ویژه سیمیرین میانی که با دگر شکلی و پایداری نسبی بلوک لوت همراه است در بلوک طبس نشانه های زمین زایی ملایمی دارند. با توجه به مطالب فوق و دیگر یافته های نوین، در گستره بلوک لوت بازنگری صورت گرفته و بلوک طبس، فرونشست جازموریان و کوههای بزمان به عنوان کمان ماگمایی، از این بلوک تفکیک شده است.

۲-۱-۱-۱-۱-۱-۲- زمین شناسی بلوک لوت :

بخش اعظم بلوک لوت را سنگهای آتشفشانی دوران سوم تشکیل می دهند ولی برونزدهایی از رسوبات اواخر دوران اول و مخصوصاً رسوبات دوران دوم نیز بطور پراکنده در آن رخنمون دارند. بعلاوه بخشی از بلوک لوت نیز توسط رسوبات قاره ای و چین نخورده پلیوسن - کواترنری پوشیده شده است. توده های گرانیتوئیدی به سن ژوراسیک بالایی و ترشیاری نیز در برخی نقاط، سنگهای قدیمی تر بلوک لوت را تحت تاثیر قرار داده اند. پهنه لوت دارای تاریخ چینه ای بسیار نزدیک با دیگر نواحی خرد قاره ایران مرکزی است ولی چهار ویژگی برجسته نگاری آن حاکم است. (آقانباتی ، ۱۳۸۳)

۱) تاثیر درخور توجه کوهزائی سیمیرین پیشین بر سنگهای کهن تر از تریاس میانی

۲) چین خوردگی ، فعالیتهای آتشفشانی و پلوتونیسیم به نسبت شدید ژوراسیک میانی (سیمیرین میانی) به ویژه در نواحی ده سلم، چهار فرسخ که با سخت شدگی و یا پایداری نسبی بلوک لوت همراه است.

۳) فراوانی سنگ های آتشفشانی ترشیاری بویژه ائوسن که با داشتن ضخامت حدود ۲۰۰۰ متر بیش از نیمی از بلوک لوت را می پوشانند.

۴) نهشته های دریاچه ای به تقریب افقی، پلیوسن - پلیستوسن به نام سازند لوت که نشانگر عملکرد ضعیف بازپسین رخداد چین خوردگی در این بلوک است.

۲-۱-۱-۲- ماگماتیسم در بلوک لوت

فعالیت های ماگمایی بلوک لوت از ژوراسیک آغاز و در کرتاسه ادامه داشته و در ترشیاری به اوج خود رسیده است. بطوریکه سنگهای آتشفشانی ترشیاری، به ویژه ائوسن، با ضخامت حدود ۲۰۰۰ متر بیش از نیمی از بلوک لوت را می پوشانند.

قدیمیترین توده های نفوذی لوت مرکزی را توده گرانیتی - گرانیتوئیدی سرخ کوه به سن اواسط تا اواخر ژوراسیک در ۲۰ کیلومتری جنوب غرب تلخشتک (جنوب غربی بیرجند) و دو باتولیت بزرگ گرانیت شاهکوه و چهار فرسخ به سن ژوراسیک میانی معرفی نموده اند. ترکیان و همکاران (۱۹۸۳) گرانودیوریت گزو در ۱۵ کیلومتری جنوب دیهوک را که همراه با کانی سازی مس است، به

اواخر کرتاسه نسبت داده اند. گرانودیوریت بجستان در شمال فردوس نیز معادل گرانودیوریت گزو می باشد.

امامی (۱۳۷۹) آتشفشانهای ترشیاری بلوک لوت را به دو بخش قدیم و جوان تفکیک نمود :

الف) سنگهای آتشفشانی پالئوژن که بیشتر اسیدی - حد واسط بوده و شامل سنگهای ریولیتی تا آندزیتی باشد.

ب) سنگهای آتشفشانی نئوژن و کواترنر که کم و بیش بازیک و عمدتاً از نوع بازالتی هستند.

سنگ های آتشفشانی پالئوسن عمدتاً در شمال لوت (مانند شرق بشرویه، جنوب غربی فردوس) شرق لوت و بین لوت مرکزی و زون فیلش رخمون دارند. آتشفشانهای ائوسن در دو ناحیه شرق بشرویه و شرق نایبندان (سه چنگی) رخمون دارند که شامل سنگ های آتشفشانی و آذرآواری اسیدی و ایگمبریتی است. تکاپوهای آتشفشانی ائوسن - الیگوسن در شمال بلوک لوت (شرق بشرویه)، در زون برخورداری لوت و حوضه فلیشی شرق ایران رخمون دارند. در منطقه سه چنگی، تایباد، بیرجند، قائن و گزیک گدازه های منسوب به الیگوسن رخمون دارند.

فازهای ماگمایی میوسن از جنس دیوریت و گرانودیوریت در بلوک لوت در چهارگوش نایبندان مشاهده می شود. در حد فاصل فردوس - بشرویه نیز آتشفشانهای نئوژن دیده می شود. آتشفشانهای پلیوسن نیز در شمال لوت، بشرویه، ده سلم، قائن، شاهرخت، بیرجند و گزیک مشاهده می شوند. همچنین سنگهای آتشفشانی کواترنری نشانگر آخرین تکاپوهای ماگمایی ایران هستند که در لوت نیز مشاهده می شود.

۲-۱-۱-۳- تکتونیک بلوک لوت

نظریات تکتونیکی مختلفی در مورد نحوه تشکیل بلوک لوت وجود دارد. بیشتر آنها وجود یک چرخه کامل کوهزایی شامل ریفتی شدن، تشکیل اقیانوس کوچک بین بلوک لوت و افغان، فرورانش پوسته اقیانوسی، بسته شدن اقیانوس و تصادم لوت و افغان را مطرح کرده اند. آنچه مسلم است وجود یکسری کانی سازی های مس پورفیری در زمانهای مختلف و همچنین توده های سری ایلمنیت و توده های نیمه عمیق با سنگهای متفاوت نشان دهنده وجود زون فرورانش و مرحله تصادم در

بلوک لوت می باشد. کسانی که مسئله فرورانش در شرق ایران را مطرح کرده اند اکثریت فرورانش پوسته اقیانوسی را به زیر بلوک افغان و به طرف شرق دانسته اند، در حالیکه بخش عظیمی از فعالیت‌های ماگماتیسیم و بویژه آتشفشانهای ترشیاری با ترکیب کالکوآلکان تا آلکان در بلوک لوت قرار گرفته است.

در حال حاضر تحقیقات زمین شناختی از جنبه های مختلف توسط محققان علوم زمین بر روی این بلوک ادامه دارد. در این خصوص فرضیه هایی ارائه شده از جمله اینکه بلوک لوت خود از خرد قاره های کوچکی تشکیل شده که در هر نقطه از آن شرایط ماگماتیکی و تکتونیکی خاص آن زمان برقرار بوده است.

۲-۱-۲- زون فیلیش شرق ایران

زمین درز سیستان یا زون فیلیش شرق ایران، با یک روند شمالی - جنوبی در شرق گسل بزرگ نهبندان قرار گرفته است. لیتولوژی و فاسیسیهای موجود در این زون (کالرد ملانژ) بیانگر وجود یک فرورانش در منطقه است. کمپ و گریفیس (۱۹۸۲)، ۵ مرحله برای شکل گیری زمین درز سیستان قائل شده اند.

(۱) کافتی شدن بین قاره ای

(۲) بازشدگی و گسترش اقیانوسی

(۳) فعالیت ماگمایی جزایر قوسی نوع آند حاشیه قاره

(۴) تصادم قاره بین بلوک لوت و هیرمند (افغان)

(۵) تکتونیک کششی بعد از تصادم

بطور کلی دو نظریه درمورد بلوک لوت و زون فیلیش شرق ایران ذکر شده است :

الف) افتخارنژاد (۱۹۷۲) معتقد است که با توجه به شباهت لیتولوژیکی و رخساره ای بین واحدهای رسوبی قبل از کرتاسه و کرتاسه تحتانی بلوک لوت و حوضه هیرمند در افغانستان و بخصوص تشابه زیاد بین رسوبات اینفراکامبرین و کامبرین پاکستان و ایران مرکزی، بلوک لوت و افغان و سایر اجزاء خرد قاره ایران مرکزی در زمان قبل از کرتاسه تحتانی به هم متصل بوده اند و جدایش

اجزاء و مخصوصاً تفکیک بلوک لوت و حوضه هیرمند از پلاتفرم واحد ، در زمان کرتاسه فوقانی موجب پیدایش و ایجاد حوضه رسوبی فلیش شده است. این کافت محل مناسبی برای جایگیری پوسته اقیانوسی و انباشت نهشته های فلیش گونه بوده است. ولی با انجام اشتقاق شرق ایران ، پوسته اقیانوسی به زیر پوسته قاره ای بلوک لوت فرورانش کرده و آمیزه های افیولیتی - فیلیشی شرق ایران بوجود آمده است. بر این اساس آتشفشانهای بخش شمالی لوت می توانند حاصل فرورانش بلوک افغان به زیر بلوک لوت و آتشفشانهای حاشیه جنوب لوت بخشی از کمان ماگمایی زون فرورانش مکران باشند.

ب) (Tirrul et al (1983), Camps & Griffis (1982) بر این باورند که جدایش افغان از پهنه لوت در زمان سنومانین انجام گرفته که با جایگزینی پوسته های اقیانوسی و انباشت رسوبات فلیشی همراه بوده است. در زمان ماستریشتین، فرورانش بلوک لوت به زیر بلوک افغان (برخلاف نظریه افتخارنژاد) رخ داده است و حاصل آن شکل گیری سنگ های آتشفشانی کالک آلکالن پالئوسن - ائوسن در حوضه فلیش شرق ایران می باشد. در ائوسن میانی، بر اثر برخورد نهایی دو بلوک فرورانش پایان گرفته است. از ائوسن میانی به بعد تکاپوی ماگمایی بیشتر از نوع قلیایی آلکالن است ولی همچنان گدازه ها و توده های نفوذی کلسیکی قلیایی (کالک آلکالن) نیز وجود دارد که به لحاظ خاتمه فرورانش ماگمای کالکوآلکالن پس از ائوسن میانی ، بیشتر باید نتیجه ذوب گوشته بالایی باشند.

۲-۲- زمین شناسی محدوده اکتشافی تارگت طلای شماره (۱) هیرد

نقشه توپوگرافی و زمین شناسی - معدنی منطقه اکتشافی (مقیاس ۱:۱۰۰۰) به منظور تفکیک دقیق واحدهای لیتولوژیکی ، نحوه گسترش افق کانه دار و مشخص نمودن زونهای آلتراسیون، گسلها و رگه های سیلیسی با همکاری کارشناسان گروه نقشه برداری سازمان زمین شناسی تهیه شده بعلاوه موقعیت برداشت نمونه ها ، محل حفر ترانشه ها و گمانه های اکتشافی ، شیب و امتداد لایه ها و برشهای زمین شناسی بر روی آن مشخص می باشد. مساحت محدوده اکتشافی حدود ۳۴۰ هکتار و توپوگرافی مربوطه در هفت شیت (A0) ترسیم شده است .

(لازم بذکر است جهت سهولت دسترسی به اطلاعات نقشه ها و مشاهده آنها در یک شیت ، نقشه زمین شناسی - معدنی در مقیاس ۱:۲۵۰۰ چاپ شده و پیوست گزارش میباشد .)

اساس کار تهیه نقشه های توپوگرافی و زمین شناسی - معدنی بزرگ مقیاس (۱:۲۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰) برداشت نقاط ارتفاعی و زمین شناسی با استفاده از دوربین نقشه برداری و به روش پلیگون بسته می باشد. بطوریکه برای نقشه های ۱:۱۰۰۰ کلیه واحدهای سنگی ، رگه ها ، زونهای کانی سازی ، گسلها و نقاط ارتفاعی با فاصله حداکثر ۱۰ متر بر روی زمین علامتگذاری شده و سپس توسط دوربین ، برداشت و بر روی نقشه منتقل می شود. گفتنی است که عوارض مهم زمین شناسی و معدنی با ضخامت حداقل ۰/۵ متر نیز در این برداشتها با بزرگنمایی و تمهیدات ویژه بر روی نقشه نشان داده می شود. پس از تهیه نقشه دسترنگ زمین شناسی - معدنی و کنترل و اعمال تصحیحات بر روی آن ، مراحل رقومی نمودن آن توسط رایانه و با استفاده از نرم افزار Autocad انجام شده است.

به منظور مطالعات میکروسکوپی واحدهای سنگی منطقه اکتشافی تارگت طلای شماره (۱) هیرد تعداد ۲۶ نمونه از سطح رخنمونهای سنگی برداشت و مقاطع نازک مربوطه تهیه و مطالعات پتروگرافی بر روی آنها انجام شده است. همچنین تعداد ۸ نمونه از سطح زونهای مینرالیزه و رگه های سیلیسی کانه دار جهت تهیه مقاطع صیقلی برداشت و مطالعات مینرالوگرافی بر روی آنها انجام گرفت. نتایج کلی مطالعات در جداول شماره (۱-۲) و (۲-۲) نشان داده شده است . همچنین شرح کامل مطالعات میکروسکوپی نمونه ها در پیوست شماره (۱) و (۲) گزارش مشاهده میشود .

محدوده مطالعاتی (تارگت طلای شماره ۱) در میانه نقشه زمین شناسی - معدنی هیرد با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰ واقع شده است. (شکل شماره ۱-۱) با توجه به نقشه مذکور قدیمی ترین واحدهای چینه شناسی در منطقه شامل واحد شیلی - ماسه سنگی ژوراسیک بوده که با یک دگر شیلی زاویه دار به توالی رسوبی کرتاسه بالایی تبدیل می شود. این توالی شامل واحدهای شیلی ، کنگلومرایی، ماسه سنگ، آهک مارنی، توفهای آهکی و آهک ماسه ای است که توسط یک کنگلومرای

ردیف	شماره نمونه	کانی های مشاهده شده در مطالعات مینرالوگرافی و در صد آنها
1	82/H/1P	اکسیدهای ثانویه و هیدروکسیدهای آهن ۲۵٪، پسیلوملان ۱۰٪
2	82/H/2P	پسیلوملان، پیریت ۵٪، اکسیدهای آبدار و ثانویه آهن، روتیل ۲٪
3	82/H/3P	پیریت ۴٪، اکسیدهای ثانویه آهن ۵٪
4	82/H/4P	اکسیدهای منگنز ۳۰٪، هماتیت ۵٪، اکسیدهای ثانویه آهن ۳٪
5	82/H/5P	پیریت ۷٪، هیدروکسیدهای ثانویه آهن ۳٪
6	82/H/6P	اکسیدهای ثانویه آهن ۳٪، هیدروکسیدهای ثانویه آهن ۳۰٪، مالاکیت
7	82/H/7P	پیریت ۳٪، بورنیت ۲٪، پیروتیت ۳٪، کالکوپیریت ۸٪، کالکوسیت ۱۰٪، کولیت ۲٪، تتراکسید ۳٪، استیبینیت ۱٪، مالاکیت ۲٪، اکسیدهای ثانویه و هیدروکسیدهای آهن ۳٪
8	82/H/8P	پیریت ۲٪، مارکاسیت، ایلمنیت، روتیل ۲٪

جدول شماره ۲-۲: نتایج کلی مطالعات مینرالوگرافی نمونه های سطحی برداشت شده از محدوده اکتشافی

قاعده ای پالئوسن و یک کنگلومرای قاعده ای ائوسن با بین لایه هایی از شیل های سیلیسیفاید و آهک های ناخالص دگرگون شده (سکارن) به سکانس ماگمایی ترشیاری میرسد.

سنگ های آتشفشانی ائوسن در گستره نقشه ۱:۲۰۰۰۰، هیرد شامل سنگ های آندزیتی، آندزیت پیروکسن دار، کوارتز آندزیت، آندزیت پورفیری، توفهای کریستال و شیشه ای، بازالت، بازالت آندزیتی، بازالت تراکیتی و لاتیت های شدیداً آلتزه هستند که توسط توده های نفوذی گرانیتی، کوارتز دیوریتی، مونزودیوریتی و گرانودیوریتی بعد از ائوسن تحت تاثیر قرار گرفته اند. توده های گرانیتی ایلمنیتی در منطقه هیرد علاوه بر ایجاد آلتراسیون موجبات کانی سازی طلا در سطح نسبتاً گسترده ای در زونهای گسله و شکستگیها را فراهم نموده اند.

ذیلا شرح واحدهای سنگی رخنمون یافته در محدوده تارگت طلای شماره (۱) هیرد از قدیم به جدید ارائه شده است:

۲-۲-۱- واحد آندزیت دگرسان شده (E^{ala}):

این واحد در شمال شرق محدوده اکتشافی و در مجاورت توده گابرو نوریت رخنمون دارد و نمونه های 84/H/1T , 84/H/2T , 84/H/3T , 84/H/12T از این واحد برداشته شده و همگی نوعی گدازه آندزیتی دگرسان شده را نشان می دهند که بافت پورفیری اولیه علیرغم دگرسانی شدید حفظ شده است. نتایج کلی مطالعات پتروگرافی این نمونه ها در جدول شماره (۲-۱) نشان داده شده است همچنین نتایج کامل مطالعات پتروگرافی همراه با تصاویر کانیها و بافتهای مختلف در پیوست شماره (۱) آورده شده است. مطالعات پتروگرافی نشان داده است که پلاژیوکلازهای این نمونه ها انواع مختلفی از دگرسانی را تجربه کرده که مهمترین و گسترده ترین آنها تشکیل مجموعه ای از کانیهای رسی مانند سریسیت + کائولینیت است که بیانگر آلتراسیون آرژیلیک می باشد. بعلاوه دگرسانی پلاژیوکلازها موجب بروز مقادیر قابل ملاحظه ای اپیدوت و کلینوزئوزیت همراه با کلریت + کلسیت + کوارتز + اسفن + کانیهای اوپک شده که این مجموعه از کانیها را می توان به نوعی دگرسانی پروپیلیتی نسبت داد.

هجوم محلولهای هیدروترمال غنی از CO₂ به این گروه از سنگها بدیهی است و بعضاً تشکیل کانه های سولفوری همزمان با دگرسانی آرژیلی را به نمایش می گذارد در بعضی از نمونه ها کانی های سولفوری همراه با کربناتهایی از نوع سیدریت و آنکریت تشکیل شده که این نمونه ها از نظر کانی سازی طلا حائز اهمیت می باشد.

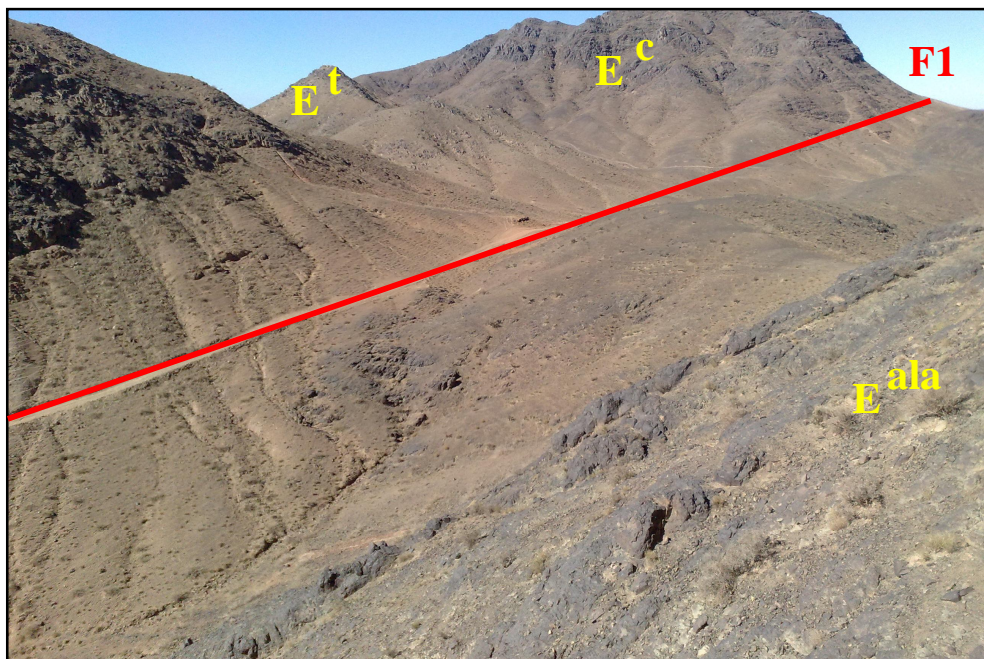
۲-۲-۲- توف، لیتیک توف و شیلهای سیلیسی (E^f):

این واحد بخش زیادی از منطقه مطالعاتی را در بر می گیرد و در بخش های جنوبی محدوده اکتشافی رخنمون دارد. کنتاکت آن با واحدهای زیرین گسله و واحد کنگلومرای ائوسن بطور دگرشیب بر روی آن قرار گرفته است. از این واحد سه نمونه 84/H/14T , 84/H/19T , 84/H/21T جهت مطالعات پتروگرافی برداشت شده است. (جدول شماره ۲-۱ و پیوست شماره ۱).

بر اساس بررسیهای سطحی و مطالعات پتروگرافی، این واحد یک مجموعه پیروکلاستیک شامل شیل، توف، لیتیک توف، کریستال توف و داسیت می باشد که زمینه اغلب این سنگها کربناتی و گاهاً قطعاتی سنگی از آتشفشانها و نفوذیهایی قدیمی در آنها دیده می شود. کانی های اصلی معمولاً شامل کوارتز و پلاژیوکلاز، کانیهایی فرعی شامل آپاتیت و کانیهایی اپک و کانیهایی آلتراسیون شامل کربنات، اپیدوت، کلریت، سربیسیت و اکسید آهن می باشد.

عکس شماره (۱-۲) نمایی از واحدهای لیتولوژیکی فوق در محدوده اکتشافی تارگت طلای

شماره (۱) هیرد را نشان میدهد.



عکس شماره ۱-۲: دورنمای واحدهای لیتولوژیکی در محدوده اکتشافی (دید به سمت غرب)

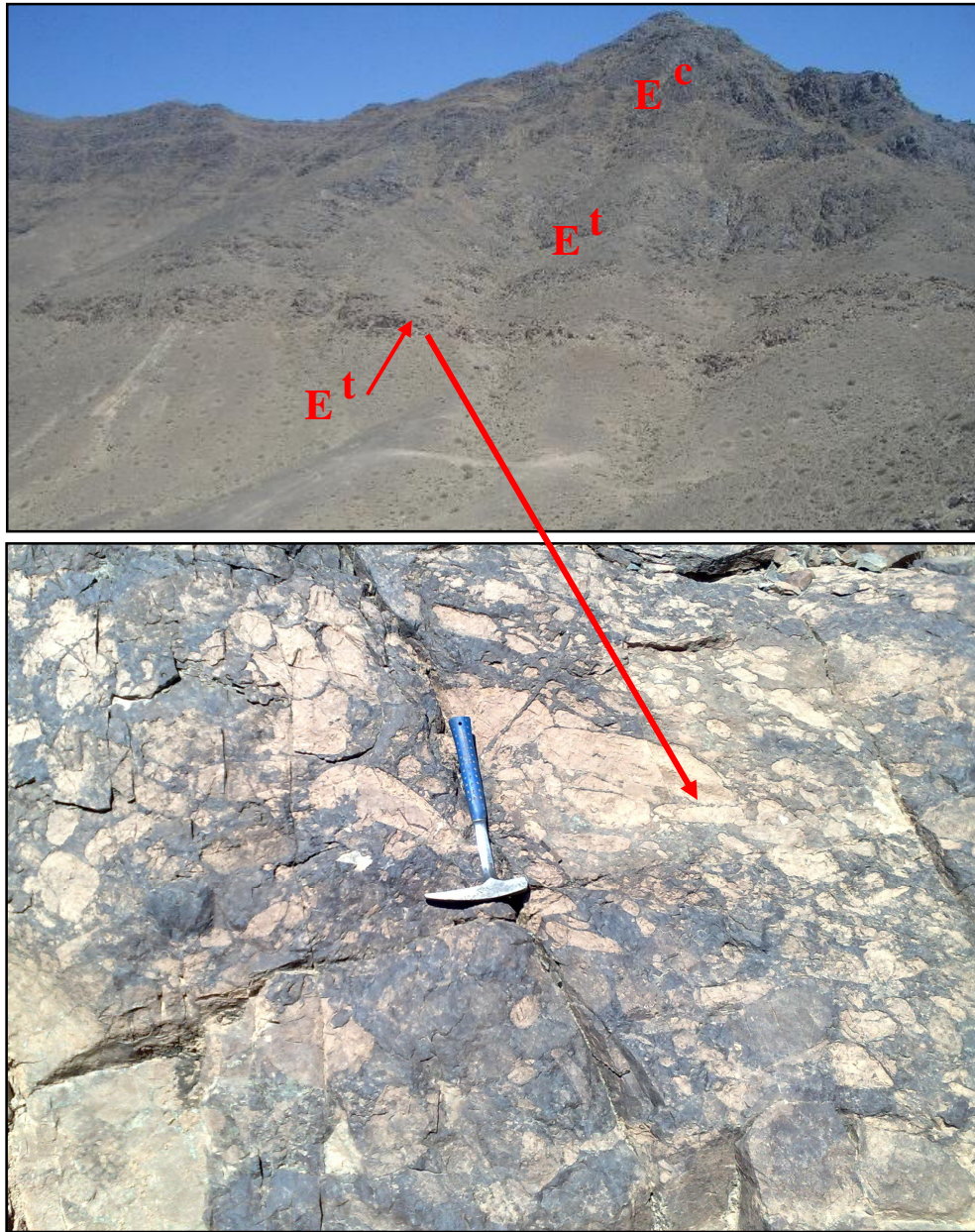
۲-۲-۳- کنگلومرای آهکی (E^{LC})

در بخش جنوبی کوه سیه کمر واحد کنگلومرای آهکی دگرگون شده به صورت لایه ای با ضخامت حداکثر ۱۰ متر درون واحد توفی قرار گرفته است. امتداد این واحد تقریباً شرقی - غربی و شیب به سمت شمال دارد. این واحد در بخشهایی در تماس با توده نفوذی گرانیتوئیدی بوده و از اینرو تحت تاثیر دگرگونی مجاورتی (اسکارنی شدن) قرار گرفته است. از این واحد نمونه های شماره 84/H/15T ، 84/H/16T ، 84/H/20T جهت مطالعات پتروگرافی برداشت گردید. بر اساس مطالعات میکروسکپی کانیهای اصلی تشکیل دهنده شامل گارنت، پیروکسن، کوارتز، کلسیت، دولومیت، اپیدوت، کلریت و ولاستونیت می باشد. گارنت از نوع گراسولار و آندرادیت بوده و کانیهای خانواده آمفیبول خیلی کم و در بعضی از مقاطع مشاهده می شوند.

مشاهدات صحرایی نشان می دهد که این واحد در واقع ریفهای آهکی حاشیه حوضه های دریایی بوده که در اثر جزر و مد قلوه هایی از سنگ های آتشفشانی و ماسه سنگ و دیگر قطعات سنگی در داخل آنها جا مانده است و ظاهری کنگلومرایی را به آن داده است. عکس شماره (۲-۲) این سنگها و واحدهای مجاور با توده گرانیتوئیدی ایلمنیتی دو مرحله اسکارنی شدن را تحمل نموده اند که این موضوع در بخش آلتراسیون مورد بحث قرار گرفته است ولی قدر مسلم آنکه کانی سازی مس و طلا در کنتاکت این واحد می تواند با دومین مرحله اسکارنی شدن مرتبط باشد.

۲-۲-۴- واحد کنگلومرا (E^c)

این واحد با گسترش زیاد در بخش شمالی محدوده اکتشافی واقع شده و بلندترین ارتفاعات منطقه که به نام سیه کمر خوانده می شود را بخود اختصاص داده است. واحد مذکور برروی واحد E^t قرار داشته و همراه آن میان لایه هایی از ماسه سنگ ، شیل ، مارن ، آهک ، توف ، توف آهکی ، داسیت مشاهده می شود امتداد کلی این مجموعه تقریباً شرقی - غربی با شیب متغیر است که این تغییر شیب بدلیل تاثیر گسل های فراوان تراستی و نرمال می باشد.



عکس شماره ۲-۲: نمایی از واحدهای کنگلومرا، توف و کنگلومرای آهکی در محدوده اکتشافی
(دید به سمت شمال)

واحد کنگلومرا در مقطع به رنگ قهوه ای تا خاکستری تیره ولی در سطح تازہ و درمغزه های حفاری با رنگ سبز تا سبز روشن مشاهده می شود. قطعات موجود در این کنگلومرا حداکثر به ۴۰ سانتیمتر می رسد در نمونه های دستی مهمترین قطعات که به چشم می خورد کوارتزهای شیری، آهک، ماسه سنگ و به ندرت قطعات گرانیت هستند. گردشگری در این قطعات خوب تا متوسط می باشد. این واحد مخصوصاً در مجاورت توده های نفوذی تحت تاثیر دگرگونی مجاورتی قرار گرفته و به اسکارن تبدیل شده است.

از این واحد تعداد ۵ نمونه (84/H/7T، 84/H/10T، 84/H/11T، 84/H/24T، 84/H/26T) جهت تهیه مقطع نازک و مطالعات پتروگرافی برداشت شده است که در مطالعات میکروسکوپی، زمینه اصلی سنگ کوارتز و کربنات ذکر شده و کانیهای حاصل از دگرسانی اپیدوت، کلریت، تورمالین، سریسیت و کانیهای رسی می باشند. قطعات کوارتزی، ماسه سنگ توفی، آهکی، آتشفشانی و گرانیتوئیدی نیز در آن مشاهده می شود.

در این واحد دو نوع چین خوردگی مشاهده شده است که در مبحث چین های محدوده مطالعاتی به آن اشاره شده است. گسل بزرگ سیه کمر که در مبحث مربوطه مورد بحث قرار گرفته است با امتداد N60-80 در دامنه شمالی کوه سیه کمر واقع شده و واحد کنگلومرای را قطع نموده است. پهنه برشی مربوط به این گسل از وسعت نسبتاً زیادی برخوردار است بطوریکه از حداقل ۵ متر تا حدود ۱۵۰ متر متغیر است و عمده کانی سازی و دگرسانی تارگت شماره (۱) در این زون گسله رخ داده است. با توجه به اینکه این پهنه گسله و کانی سازی و آلتراسیون مربوط به آن مهمترین بخش مورد نظر در محدوده مطالعاتی است و با توجه به شدت آلتراسیون و کانی سازی این زون به دو بخش تفکیک شده و بر روی نقشه زمین شناسی - معدنی مشخص گردیده است.

(۱) بخش با آلتراسیون نسبتاً شدید که بیشینه عیار طلا را نیز دارد و معمولاً به رنگ قهوه ای مایل به قرمز در سطح زمین نمایان است.

(۲) بخش با آلتراسیون کمتر که عیار طلا در آن پایین است و معمولاً به رنگ کرم مایل به زرد یا خاکستری در سطح زمین مشاهده می شود.

۲-۲-۵- ماگماتیسیم محدوده اکتشافی

توده های نفوذی موجود در محدوده معدنی هیرد و از جمله تارگت معدنی شماره (۱) را به دو دسته کلی می توان تقسیم نمود :

I. نفوذیهای تیپ I II. نفوذیهای تیپ S

توده های نفوذی تیپ I یا سری مگنتیت در زون فرورانش جزایر قوسی و حاشیه قاره ها تشکیل می شوند و کانیهای شاخص آنها مگنتیت، هورنبلند، بیوتیت، کلسیت و اسفن است. مقدار مگنتیت ۱-۲٪ درصد و پذیرفتاری مغناطیس آنها بیشتر از 60×10^{-5} SI می باشد. توده های نفوذی تیپ S یا سری ایلمنیتی مختص زونهای برخورد قاره بوده و عمدتاً در حد ترکیب گرانیت هستند و کانیهای شاخص آنها بیوتیت، مسکویت، ایلمنیت و تورمالین است. مقدار ایلمنیت در گرانیتوئیدهای تیپ S ۱-۵٪ درصد و پذیرفتاری مغناطیس آنها کمتر از 60×10^{-5} SI می باشد. در محدوده اکتشافی تارگت طلای شماره (۱) نیز هر دو تیپ این نفوذیها رخنمون دارند و رخدادهای دگرسانی و کانی سازی محدوده اکتشافی متأثر از این توده ها می باشد.

۲-۲-۵-۱ - گابرونوریت (Gb)

این واحد در بخش شمالی محدوده اکتشافی و در کنتاکت با کنگلومرا و واحد توفی مشاهده می شود و نسبت به سایر واحدها از مرفولوژی پستی برخوردار می باشد. از این واحد ۳ نمونه 84/H/6T, 84/H/17T, 84/H/18T جهت تهیه مقطع نازک و مطالعات پتروگرافی برداشت شد که نتایج این مطالعات در جدول شماره (۲-۱) و پیوست گزارش قابل مشاهده است. بررسیهای صحرایی و آزمایشگاهی بر روی نمونه های اخذ شده از این واحد، نقشه مغناطیس سنجی هوایی و مقایسه آن با نقشه زمین شناسی، داده های پترولوژیکی و مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی نمونه های سطحی و عمقی این واحد دلالت بر تیپ I بودن این توده نفوذی دارد. (کریمپور، ...، عسکری، ۱۳۸۵)

بر اساس مطالعات میکروسکوپی بافت سنگ هیپیدیمورفیک گرانولار تا پورفیری بوده و در این سنگ پلاژیوکلازها اکثراً شکل دار و تقریباً تمام کانیهای مافیک بی شکل می باشند. گاهاً بعضی از کانیهای مافیک مانند Augite آنچنان بزرگ اندازه هستند که به سنگ منظره بافت پورفیری داده اند.

کانیهای اصلی شامل پلاژیوکلاز، اوژیت، هیپرستن هستند و کانیهای فرعی آپاتیت، کوارتز، فلدسپات آلکان، فلوگوپیت و کانیهای اوپک می باشند.

به نظر می رسد تشکیل فلوگوپیت بخرج ارتوپروکسن و تشکیل مجموعه کوارتز + فلدسپات آلکان معلول هجوم ماگمای گرانیتی به دورن گابرونوریت و تبادلات متاسوماتیکی باشد.

۲-۲-۵-۲ - گرانیت، گرانودیوریت (Gr)

این واحد در بخش جنوب و جنوب شرق کوه سیه کمر و در داخل واحد آتشفشانی - رسوبی (شیلی - توفی) رخنمون دارد. واحد گرانیتی همچون واحد گابرونوریت نسبت به واحدهای همجوار دارای مورفولوژی پست بوده و در سطح زمین رنگ خاکستری متمایل به سبز را دارد البته در بعضی قسمتها شدیداً تورمالین شده که رنگ آن خاکستری مایل به تیره شده است. با توجه به بررسیهای انجام گرفته و مطالعات میکروسکوپی این واحد از جمله گرانیتوئیدهای تیپ S یا سری ایلمنیتی محسوب می شود که این گرانیتوئیدها نقش اساسی در کانی سازی طلا در محدوده هیرد را بر عهده دارند. نمونه های 84/H/4T , 84/H/9 , 84/H/23T از این واحد به منظور تهیه مقاطع نازک و مطالعات پتروگرافی برداشت شده است که نتایج مطالعات میکروسکوپی در جدول (۱-۲) پیوست گزارش قابل دستیابی است.

بر اساس مطالعات میکروسکوپی کانیهای اصلی این واحد سنگی شامل پلاژیوکلاز، فلدسپات آلکان، بیوتیت و اوژیت بوده و کانیهای فرعی آپاتیت، زیرکن، تورمالین و کانیهای اوپاک می باشد. کانیهای آلتراسیون نیز شامل سریسیت، کربنات، آرژلیک و اپیدوت است.

درمیانه واحد گرانیتوئیدی فوق، زونی با ظاهری کاملاً تیره رنگ از گرانیتها متمایز می شود. ترکیب کانی شناسی سنگهای این زون کوارتز و تورمالین است و به نظر می رسد این سنگها در اثر فعالیت‌های پنوماتولیتیک بر روی سنگهای رسوبی یا پیروکلاستیک منطقه بوجود آمده اند. در مبحث دگرسانی، در این خصوص مطالبی ذکر شده است.

۲ - ۳ - زمین شناسی ساختمانی محدوده اکتشافی

سامانه گسلی نهبدان که تمامی ایالت ساختاری سیستان را در بر می گیرد، در بخش شمالی با تغییر جهت به طرف غرب، به صورت تداخلی وارد پهنه لوت شده است. ناحیه معدنی هیرد تحت تاثیر یک سیستم برشی - فشارشی راست گرد که خود از سرشاخه های سیستم گسلی نهبدان در ۸۰ کیلومتری شرق آن می باشد، قرار گرفته است. در این سیستم برشی - فشارشی راست گرد، گسل های با راستای NW-SE (آزیموت ۳۱۰-۳۲۰) به عنوان پهنه های جابجایی اصلی عمل نموده اند. در داخل سیستم مذکور، انواع برش های هم سو و ناهم سو با پهنه های اصلی شکستگی های کششی شامل، گسل های عادی، رگه ها و دایکها، ساختارهای فشارشی از قبیل گسلهای معکوس و چین ها، به گونه ای حدوداً منطبق بر هندسه سیستم در بردارنده، شکل گرفته اند (قربانی و عسکری، ۱۳۸۷).

تفسیر داده های مغناطیس هوایی و استخراج خطواره های مغناطیسی در محدوده اکتشافی دلالت بر جهت گیری های عمده NW-SE و نیز N-S دارد. این جهت گیریها منطبق بر گسلهای عمدتاً راستالغز راست گرد در پایانه شمالی سامانه گسلی نهبدان و جایگاه تکتونیکی ویژه منطقه است. علاوه بر آن جهت گیری NE-SW که از فراوانی کمتری برخوردار است، منطبق بر گسل های معکوس و نیز گسل های راستالغز چپ گرد می باشند. بر اساس پردازش داده های ماهواره ای عمده شکستگیهای منطقه در ۳ راستای مهم ۳۳۰-۳۰۰ درجه، ۰۹۰-۰۷۰ درجه و نیز NNW رخ داده اند. تصویر شماره (۲-۳) نقشه شکستگیهای منطقه با استفاده از پردازش داده های ماهواره ای و برداشت های صحرایی، نشان می دهد.

تجزیه و تحلیل ساختاری دلالت بر جهت گیری عمومی ESE محور طویل شدگی و NNE محور کوتاه شدگی بیضی و اتنش، برای منطقه مطالعاتی است.

۲-۳-۱- گسل های اصلی محدود اکتشافی

بر اساس مطالعات انجام گرفته ، گسل های محدود اکتشافی به دو دسته گسل های اصلی و فرعی تقسیم شده اند. گسل های اصلی، گسل های بزرگ و از لحاظ کانی سازی مهم هستند که در صحرا دارای نشانه های حرکتی بوده و با نامهای F₁, F₂ , F₃ نامگذاری شده اند. گسل های فرعی گسل هایی هستند که در پردازش ماهواره ای به خوبی نمایانند ولی به خاطر ماهیت سنگ شناسی منطقه و تاثیر فرایندهای فرسایشی ، حرکات جابجایی آنها در منطقه بخوبی قابل مشاهده نیست. ذیلا به بیان ویژگیهای ساختاری مهمترین گسل های اصلی محدود مطالعاتی پرداخته می شود.

گسل شرق کوه سیه کمر (F₁)

این گسل در شرق کوه سیه کمر واقع شده و با حدود ۶۷۰۰ متر طول ، بزرگترین گسل موجود در محدود اکتشافی است. راستای میانگین گسل دارای آزیموت ۳۱۰ درجه، با شیب میانگین ۷۰ درجه به سوی جنوب غرب، دارای ساز و کار امتداد لغز راست گرد همراه با مولفه شیب لغز معکوس می باشد. این گسل از سرشاخه های اصلی گسل نهبندان است. عرض پهنه برشی این گسل متغیر و بین ۶۵ - ۱۰۰ متر اندازه گیری شده است که به دلیل رخداد دگرسانی و کانی سازی، رنگ پهنه برشی - گسلی کرم تا نخودی است. از لحاظ نوع سنگهای تشکیل شده در راستای این گسل، انواع گوژ گسلی، برش گسلی و کاتاکلاستیک ها در امتداد این گسل قابل مشاهده است.

گسل سیه کمر (F₂)

این گسل به عنوان اصلی ترین گسل کانه دار در محدود اکتشافی با حدود ۱ کیلومتر طول در دامنه شمالی کوه سیه کمر در جنوب غرب هیرد واقع شده است. راستای عمومی گسل دارای آزیموت ۰۸۰ - ۰۶۰ درجه است که با شیبی برابر ۳۵ - ۲۵ درجه به سوی جنوب شرق دارای ساز و کار معکوس می باشد. این گسل دارای ضخامتی متغیر از ۱۵۰-۲۰۰ متر می باشد و بخش عمده ای از دگرسانی و کانی سازی رخ داده در محدوده امید بخش معدنی (۱) را به خود اختصاص می دهد. سنگهای تشکیل دهنده فرادیواره و فرودیواره شامل کنگلومرا با میان لایه هایی از ماسه سنگ، شیل ، توف، توف آهکی و به ندرت سنگهای آتشفشانی است.

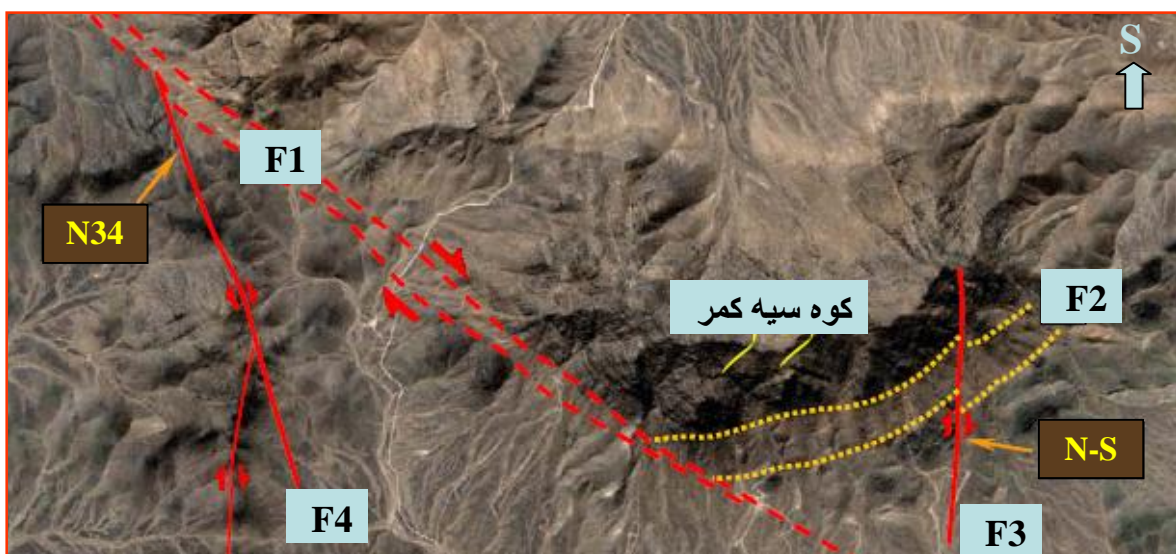
گسل سیه کمر (F₃)

یکی دیگر از گسل های مهم محدوده امید بخش معدنی (۱) گسل F₃ است که در بخش غربی کوه سیه کمر قرار دارد. این گسل طولی برابر ۹۰۰ متر دارد و دارای راستای ۳۶۰-۳۴۰ درجه و شیب نزدیک به قائم می باشد. برداشتهای صحرایی دلالت بر ساز و کار راستالغز راست گرد غالب با مولفه شیب لغز معکوس بسیار کوچک برای این گسل دارد. از دیگر نشانه های این گسل خرد شدگی در راستای گسل و تغییرات در میزان شیب لایه ها است.

گسل (F₄)

گسل F₄ با حدود ۳ کیلومتر طول، رو به شمال پایانه جنوبی گسل F₁ قرار دارد. این گسل در مجموعه ای از واحدهای آتشفشانی با ترکیب آندزیت با سن ائوسن قرار گرفته است. راستای عمومی این گسل بین آزیموتهای ۳۳۵-۳۴۵ درجه در تغییر است و شیب کلی آن ۷۰-۸۰ درجه به سوی جنوب غرب می باشد. به دلیل عبور از میان واحدهای آتشفشانی تصادم، عرضه پهنه برشی وابسته به این گسل بسیار کم و از ۳۵ متر در پایانه جنوبی (متاثر از پهنه برشی گسل اصلی F₁) تا ۱ متر در بخش های شمالی متغیر است.

تصویر شماره (۲-۳) گسل های مهم منطقه اکتشافی را نشان میدهد.



تصویر شماره ۲-۳: گسل های مهم منطقه اکتشافی تارگت طلای شماره (۱) بر روی تصویر ماهواره ای

همانطور که گفته شده سنگهای گسلی در پهنه های برشی وابسته به گسل ها شامل کلاستیکهای برگ واره دار و بدون برگواره برش و گوژی می باشند. فابریک در برش و کاتاکلاستیکهای بدون برگواره به صورت تصادفی است و با ظهور انواع سیستم شکستگی و رگه و رگچه و بطور کلی خرد شدگی همراه است. در یک پهنه برشی شکنا، همبری بین سنگهای گسلی و سنگ دیواره سالم اغلب بصورت یک پهنه انتقالی تدریجی در کاهش شدت دگر شکلی شکنا می باشد، به طوریکه در بخش داخلی پهنه، بیشینه شدن دگر شکلی و با فاصله گرفتن به سمت حاشیه های پهنه، شدت دگر شکلی کاهش می یابد. این موضوع در مورد پهنه برشی سیه کمر علاوه بر سطح زمین در بررسیهای عمقی نیز صادق می باشد. بطوریکه در گمانه های ۱۱ و ۱۸ بیشترین شدت دگرسانی شکنا که با ظهور انواع سیستم شکستگی، رگه و رگچه، برش گسلی و فابریک کاتاکلاستیک و بطور کلی خرد شدگی همراه است. در بخش داخلی پهنه دیده میشود. جالب توجه اینکه بیشینه عیار طلا نیز مربوط به همین قسمت از پهنه برشی می باشد. اما با فاصله گرفتن از پهنه مربوط به سمت سنگ دیواره، شدت دگرشکلی شکنا کاهش می یابد و به نسبت عیار طلا کمتری هم دارا می باشد.

۲-۳-۲- ویژگی ساختاری رگه ها

بر اساس مطالعات انجام شده ۳ نسل مختلف از رگه ها در منطقه قابل تشخیص اند. نسل اول رگه ها سیلیس اند که در قسمتی از شرق محدوده (۱) و نیز به صورت پراکنده در کل منطقه دیده می شوند و عموماً همراه با کانی سازی نیز هستند. این رگه ها دارای جهت گیری غالب ۳۶۰-۳۴۰ درجه می باشند و شیب آنها بین ۸۰-۹۰ درجه و اغلب به سوی جنوب غرب است. این رگه ها با طولی بین ۵۰ تا ۷۵۰ متر و عرض بین ۲۰ سانتیمتر تا ۴ متر بزرگترین رگه های منطقه را تشکیل می دهند. نسل دوم رگه ها، ترکیب سیلیسی - کربناتی دارند و تنها در محدوده پهنه های برشی گسل های سیه کمر و شرق سیه کمر قابل مشاهده اند. جهت گیری غالب این نسل از رگه ها که از فراوانی بسیار کمی برخوردارند بین آزیموتهای ۳۰-۲۰ درجه در تغییر است.

سومین نسل از رگه ها که از فراوانی بسیار زیاد در پهنه برشی گسل F1 و تاحدودی F2 برخوردارند رگه های کلسیتی - آراگونیتی هستند که جهت گیری غالب شمالی - جنوبی تا شمال شرق - جنوب غرب را نشان می دهند. بیشینه ضخامت این رگه ها ۴۰ سانتیمتر است. تنها تفاوت این دسته از رگه ها با رگه های نسل دوم ، ترکیبی عاری از کوارتز در آنها است.

۲-۳-۲- ویژگی های ساختاری چین ها

چین خوردگی در محدوده اکتشافی و نواحی هم جوار آن شامل حداقل ۳ مرحله اصلی است. تاثیر فاز کوهزایی سیمین بر رسوبات شیلی - ماسه سنگی ژوراسیک ، سبب چین خوردگی و تشکیل ریز چین هایی عمدتاً جناغی در آنها شده است.

مرحله بعدی چین خوردگی مربوط به فاز کوهزایی لارامین است که پس از فاز سیمین پسین و در کرتاسه پایانی - اوایل پالئوژن اثر کرده و تحت تاثیر این فاز ، رسوبات آهکی کرتاسه و واحدهای قبل از آن بصورت نامتقارن چین خورده است.

سومین و آخرین مرحله از چین خوردگی، چین خوردگی در واحدهای آذرآواری - کنگلومرایی ائوسن است که در محدوده تارگت معدنی (۱) و در کوه سیه کمر مشاهده می شود. همانطور که در توصیف گسل معکوس F2 عنوان شد، سنگهای تشکیل دهنده فرادیواره (بخش جنوبی گسل) و فرودیواره (بخش شمالی گسل) شامل کنگلومرا ، توف و شیل است که دارای لایه بندی ملایم با جهات شیب متفاوت می باشند، بطوریکه دربخش شمالی پهنه گسلی ، وضعیت میانگین لایه ها N30E,42NW است ولی دربخش جنوبی پهنه گسلی فرادیواره لایه بندی به صورت ملایم و چین های باز مشاهده می شود. جهت شیب لایه ها در طول گسل متفاوت و به سمت شمال و جنوب با شیب میانگین ۵_۱۵ درجه در تغییر است. شیب متفاوت یال ها در شمال و جنوب دلالت بر نامتقارن بودن چین سیه کمر دارند با توجه به مطالعات انجام گرفته توسط قربانی و عسکری ۸۷ محور چین سیه کمر تقریباً به موازات راستای گسل سیه کمر با آزیموت ۰۸۰-۰۶۰ است.

۲-۳-۴- ویژگی های ساختاری دایکها

دایکهای موجود در محدوده مطالعاتی از لحاظ ترکیب به دو گروه قابل تقسیم می باشند.

۱ - دایکهای با ترکیب بازیک که سنگ شناسی و کانی شناسی مشابه توده های آذرین بازیک منطقه دارند. ضخامت این دایکها بین ۵-۰/۵ متر در تغییر و با طول و فراوانی بیشتر نسبت به دسته دوم ، در واحدهای لیتولوژیکی منطقه نفوذ کرده اند.

۲ - دایکهای با ترکیب اسید (گرانیتی - بیوتیت گرانیت) که احتمالاً محصول نهایی تفریق توده های گرانیتوئیدی منطقه می باشند و از پراکندگی نسبتاً کمی برخوردارند. ضخامت این دایکها بین ۵۰-۱۰ سانتیمتر در تغییر است و در شمال هیرد و جنوب غربی کوه سیه کمر دیده می شوند.