

۲-۱- تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰

نقشه توپوگرافی در ناحیه سیاه معدن، به مقیاس ۱:۱۰۰۰، و مساحت ۱۰۰ هکتار توسط دستگاه پیشرفته روز توتال استیشن (تی سی ۴۰۷) لایکا ساخت سوئیس انجام گرفته است. برای این منظور تعداد ۹ ایستگاه اصلی نقشه برداری و تعداد ۳۹ ایستگاه فرعی نقشه برداری انتخاب شد. حاصل برداشت عملیات نقشه برداری در مقیاس ۱:۱۰۰۰ تعداد ۶۳۳۳ نقطه بصورت دیتا همراه با ۴۸ نقطه ایستگاه‌های اصلی و فرعی به انضمام ۲۱۳ نقطه زمین شناسی و کتاکت معدنی جمعاً به تعداد ۶۶۵۶ نقطه در سیستم UTM : WGS 84 می باشد. فاصله کانتورهای اصلی (منحنی تراز) ۵ متر و کانتورهای فرعی ۱ متر می باشد. کلیه اطلاعات برداشت شده توسط نرم افزار SDR map پردازش و نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۱۰۰۰ تهیه گردید که در فرمت ACAD نیز ارائه می گردد.

۲-۲- تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰

در این بخش بر اساس مشاهدات بدست آمده از پیمایش‌های زمین شناسی در منطقه، ابتدا به تشریح پیکره‌های سنگی می پردازیم. پس از آن نتایج حاصل از بررسی و مطالعه مقاطع پتروگرافی و صیقلی، جهت بیان ویژگی‌های تفصیلی این پیکره‌ها و در نهایت تصحیح و تکمیل نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰ ارائه می گردد.

۲-۲-۱- تشریح پیکره های سنگی منطقه مورد مطالعه

الف- واحد $J_1^{P.L}$

این واحد عموماً از گدازه های بالشی با ترکیب بازالت های تولییتی و میان لایه هایی از گدازه های متراکم Massive Basalt (در مواردی با بافت پورفیری) تشکیل شده که قدیمی ترین واحد منطقه مورد مطالعه می باشد.

از ویژگیهای بارز این واحد، پروپلیتی شدن بسیار شدید این واحد و تشکیل زونهای غنی از اپیدوت (Epidosite) و غنی از Pumpellyite (Pumpellyite) می باشد (شکل ۲-۱). اپیدوزیت ها

در فضای بین پیلوها تشکیل شده (شکل ۲-۲) و در بعضی از موارد توده های کاملاً خالصی متشکل از اپیدوت و کمی کوارتز را تشکیل می دهند.

ترکیب کانی شناختی اکثر آنها عمدتاً پلاژیوکلازهای سریستی شده و اپیدوتی و کلینوپروکسن های (Pigeonite) دگرسان شده به کلریت و اپیدوت می باشد. بافت اکثر آنها بین دانه ای (Intergranular) در بعضی موارد Variolitic بوده و در مواردی دارای حفره های پر شده از کلسیت+اپیدوت+کلریت می باشند.

گدازه های متراکم درون این گدازه ها، علامت $J_1^{v.m}$ و اپیدوزیت ها با علامت (ep) نشان داده شده است.

در درون این گدازه های بالشی مقدار کمی رسوبات سیلیسی (از نوع ژاسپیلیت های غنی از منگنز یا چرت های لایه ای)، سیلت ها و شیل های سیلیسی دیده می شود که رنگ آنها قرمز، بنفش تیره می باشند. این رسوبات با علائم J_1^{sed1} و J_1^{sed2} نشان داده شده اند.

پروپیلیتی شدن واحد های $J_1^{v.m}$ و $J_1^{P.L}$ از مشخص ترین ویژگی های آنها بوده و وجود اپیدوزیت و پومپلوزیت ها بهترین ردیاب اکتشاف برای زونهای امیدبخش ماسیوسولفاید می باشد. این نوع دگرسانی در واحدهای دیگر منطقه مخصوصاً در گدازه های متراکم واحد $J_2^{v.m}$ و دایک های J_2^d وابسته به آنها دیده نمی شود، لذا دگرسانی پروپیلیتی یک ارزش چینه شناختی داشته و این نیز از دیگر ویژگی های امیدبخش سولفورهای متراکم می باشد که جذابیت منطقه را از این دیدگاه نیز مطرح می سازد.

بخش هایی از این واحد های آذرین رسوبی ($J_1^{P.L}$ و J_1^{sed1} و J_1^{sed2}) تحت تاثیر دگرسانی سیلیسی - آرژیلیک قرار گرفته و ساخت آن بصورت استوکورکی می باشد (شکل ۲-۴) که شبیه به ساخت های موجود در زون های استرینگر (Stringer zone) توده های سولفوری ماسیو می باشد.

در سرزمین هایی که گمان کانی سازی ماسیو سولفید می رود و دگرسانی هایی از قبیل اپیدوتی شدن و پومپلی ایتی شدن پروپیلیتی شدن دیده می شود، سنگ هایی که با مشخصات زیر همراه با

این گدازه‌های دگرسان شده دیده می‌شوند، نماینده زون استرینگر می‌باشند:

۱- سنگ‌هایی با دگرسانی سیلیسی-آرژیلی

۲- سنگ‌هایی که دارای ساخت داربستی (Stock Work) هستند و در شبکه شکستگی‌های

آن پیریت دگرسان شده (لیمونیت و گوتیت) دیده می‌شود.

هنگامی که این دو ویژگی در یک سری سنگ دگرسان شده همراه سنگ‌های پروپیلیتی شده دیده می‌شود، احتمال وجود زون استرینگر است. در این مناطق اگر بر روی این زون داربستی یا استرینگر زون رسوبات سیلیسی کربناتی (Jaspillite) نیز وجود داشته باشد، احتمال وجود ماسیوسولفید بر روی زون داربستی بیشتر می‌شود. در این منطقه مقدار کمی رسوبات سیلیسی کربناتی (Jaspillite) نیز دیده می‌شود. با توجه به تمامی این دلایل احتمال استرینگر بودن سنگ‌های دگرسان شده (سیلیسی - آرژیلی) وجود دارد.

در این زون سنگها به رنگ سفید بوده و شبکه درهمی از رگه های هماتی- لیمونیتی آنها قطع می نمایند که به احتمال قوی نشانه دگرسانی سولفورهای پراکنده (عمدتاً پیریتی) در این زون می باشد. این زون در نقشه با علامت S.Z نشان داده شده است. بر تارک این زون مقدار بسیار کمی اکسیدهای آهن (احتمالاً هماتیت و منیتیت) دیده می شود که به احتمال بسیار قوی بقایای اکسید شده سولفورهای متراکم می باشد و در نقشه زمین شناسی با علامت M.S نشان داده شده است. در نقاط تماس زون استرینگر احتمالی با رسوبات و گدازه های بالشی مقدار کمی ژاسپیلیت روی این زون از دیگر نکات امید بخش برای اکتشافات سولفورهای متراکم می باشد. ژاسپیلیت در نقشه زمین شناسی با علامت J_s نشان داده شده است.



شکل ۱-۲- دگرسانی پروپیلیتی در گدازه‌های بالشی واحد $J_1^{P.L}$ - موقعیت : X=545716 و Y=3139483



شکل ۲-۲- دگرسانی پروپیلیتی در گدازه‌های بالشی واحد $J_1^{P.L}$ - موقعیت دورین: X=545813, Y=3139270 دید به سمت جنوب غرب



شکل ۲-۳- دگرسانی پروپلیتی در فضای بین گدازه‌های بالشی - موقعیت: $X=545723$, $Y=3139562$.



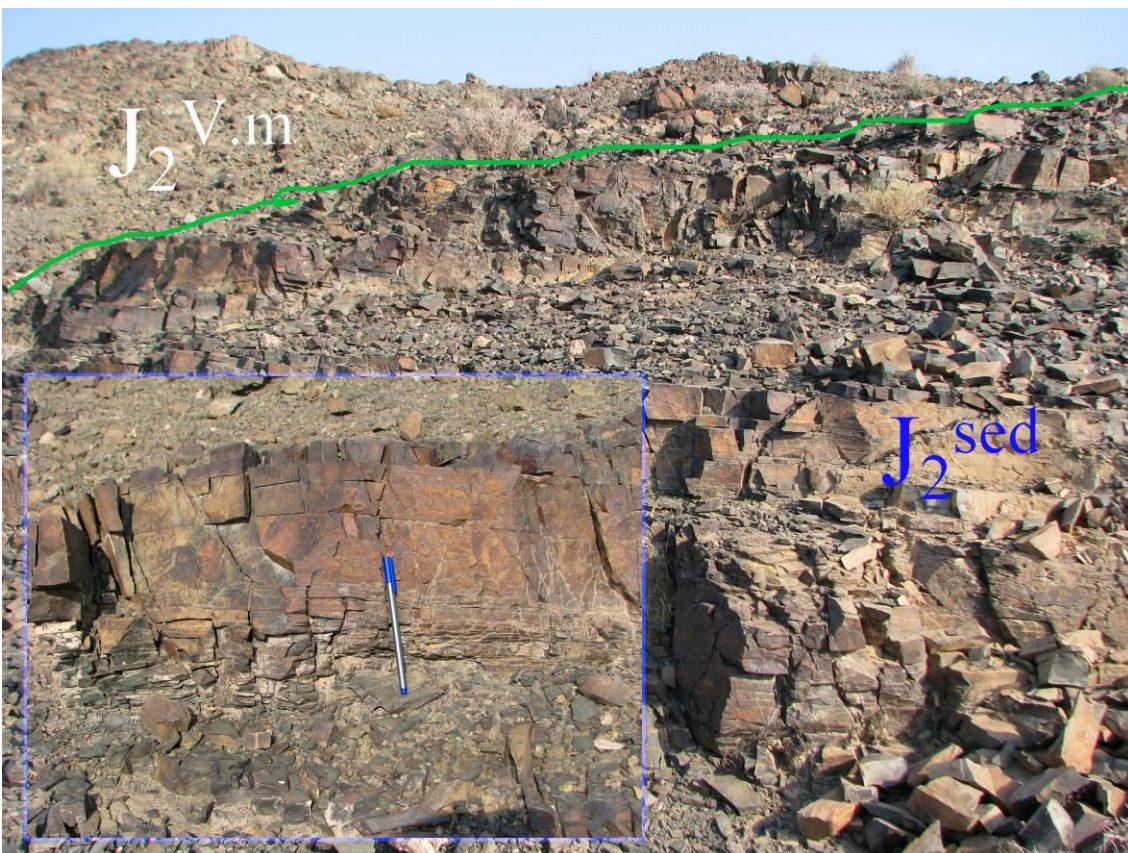
شکل ۲-۴- ساختار داربستی زون استرینگر احتمالی در منطقه سیاه معدن- موقعیت: $X=544910$, $Y=3139569$.

ب- واحدهای J_2^{sed} ، J_2^d ، $J_2^{v.m}$

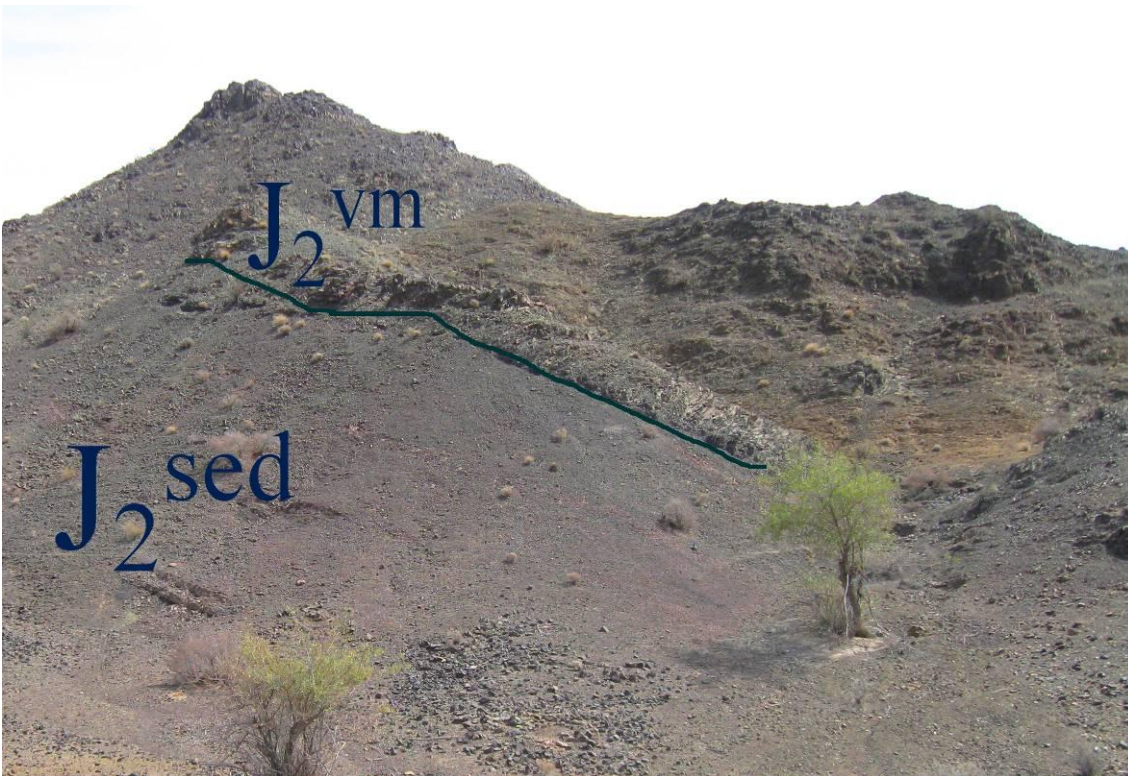
این واحدها بطور مشخص بر روی واحدهای بند الف قرار دارند. $J_2^{v.m}$ از گدازه های بازالتی تولییتی با بافت اینترگرانولار تا افیتیک تشکیل شده و J_2^d از دایک های بازیگ تولییتی با بافت افیتیک تشکیل شده است. واحد J_2^d بطور مشخص گدازه های بازالتی پروپیلیتی شده واحد الف را قطع نموده و تکه هایی از این گدازه های بالشی را بصورت بیگانه Xenolith در خود گرفته است. تشابه بسیار زیاد کانی شناختی و بافتی گدازه های متراکم و دایک های واحد J_2^d این احتمال را قوت می دهد که دایک های واحد J_2^d دایک های تغذیه کننده گدازه های $J_2^{v.m}$ می باشند (Feeder Dyke). این گدازه ها و دایک ها برخلاف گدازه های بالشی و ماسیو واحدهای بند الف اصلاً دگرسانی پروپیلیتی را تحمل ننموده اند. بنابراین اگر سولفور متراکمی در منطقه بوجود آمده باشد باید در فاصله زمانی بین تشکیل واحدهای الف و واحدهای ب تکوین یافته باشد، لذا کارهای اکتشافی باید روی مناطق بین این دو واحد که بر روی زون استرینگر احتمالی قرار دارند تمرکز یابند. در بعضی از برونزدها واحد J_2^d بصورت یک توده نفوذی گابرویی مشاهده شد که علامت J_2^k را برای آن انتخاب نمودیم.



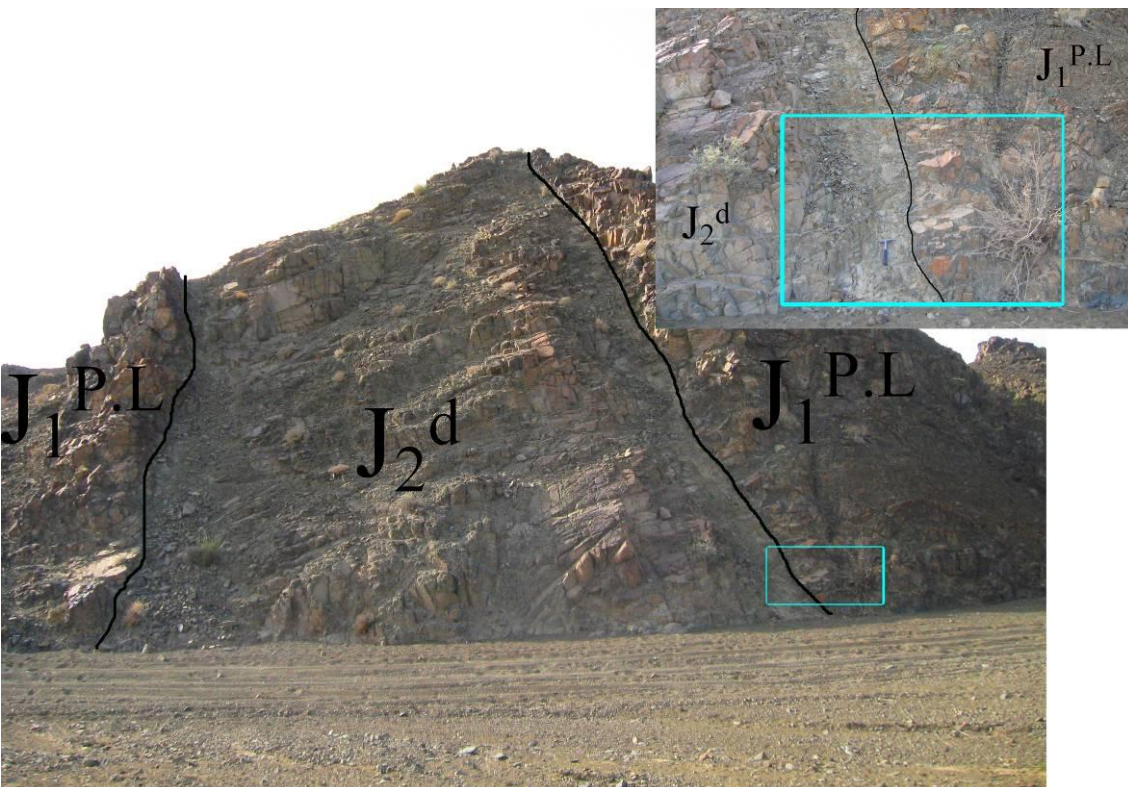
شکل ۲-۵- نمای از واحد $J_2^{v.m}$ (دوربین نمای دور: $X=545061, Y=3139296$ دید به سمت شرق).



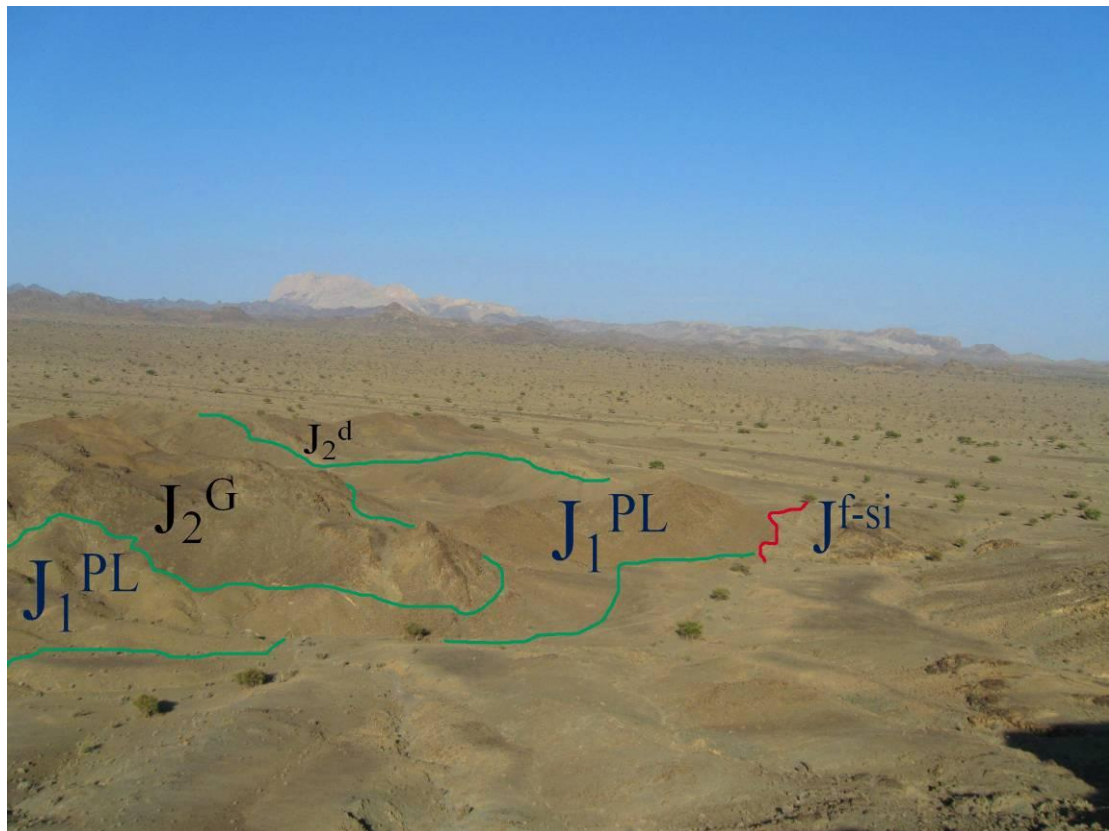
شکل ۲-۶- نمای از واحد J_2^{sed} (دوربین: $X=544131, Y=3139052$ دید به سمت شمال).



شکل ۷-۲- کنتاكت واحد J_2^{vm} و J_2^{sed} (دوربين: $X=544990, Y=3139416$ ديد به سمت جنوب شرق).



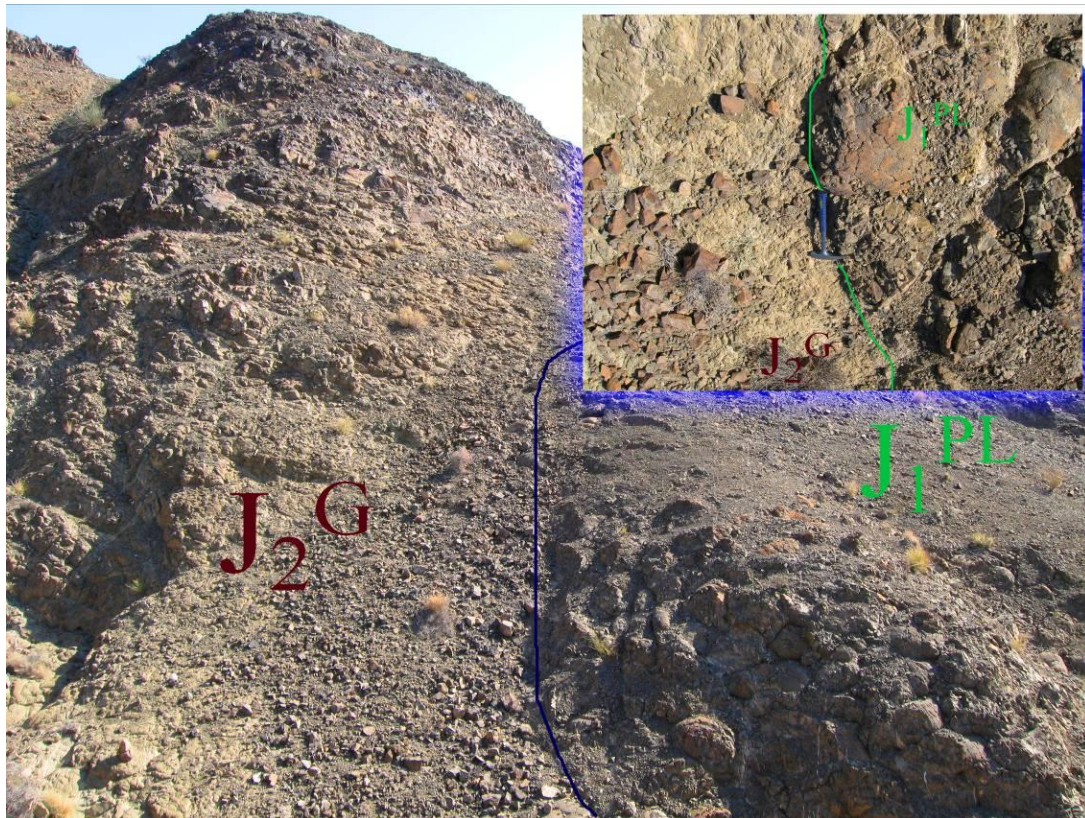
شکل ۸-۲- قطع شدن واحد $J_1^{P.L}$ با دایک J_2^d (موقعیت دوربین: $X=545780, Y=3139602$ ديد به سمت جنوب).



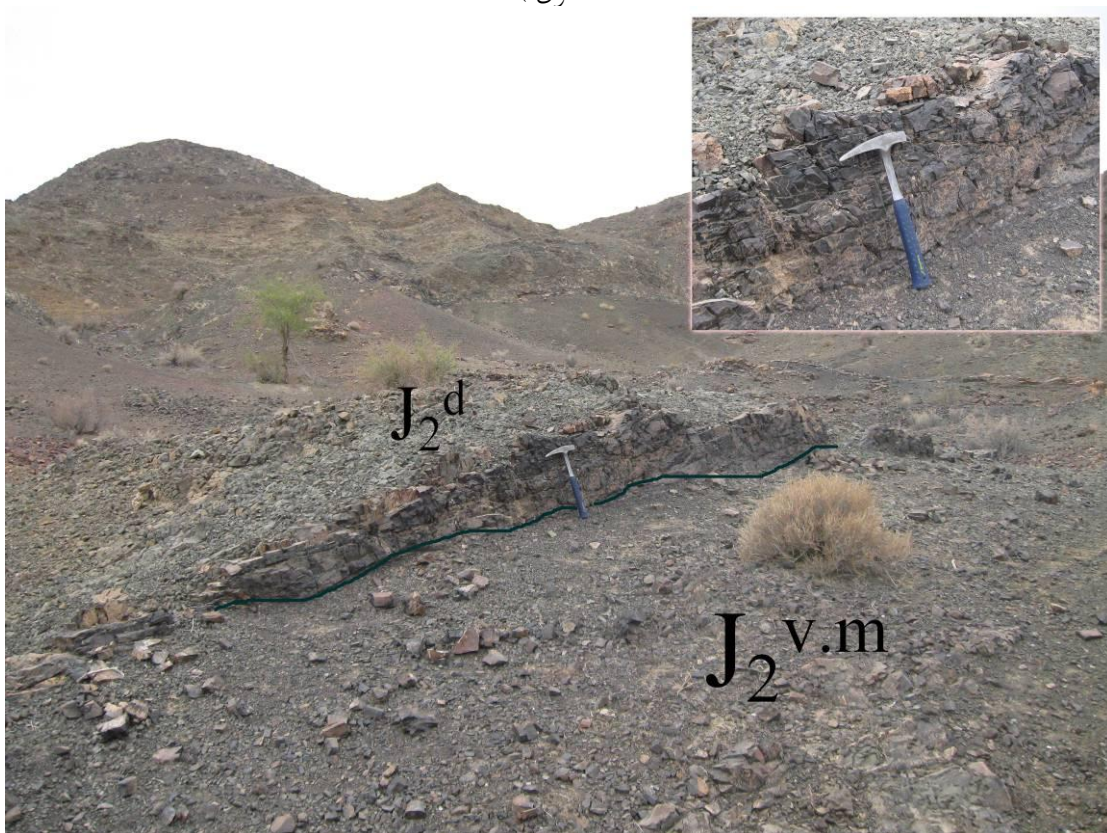
شکل ۲-۹- دور نمایی از واحدهای $J_1^{P.L}$ ، J_2^d ، J_2^g ، J_2^{f-si} (موقعیت دوربین: $X=545513, Y=3138968$)
دید به سمت NE).



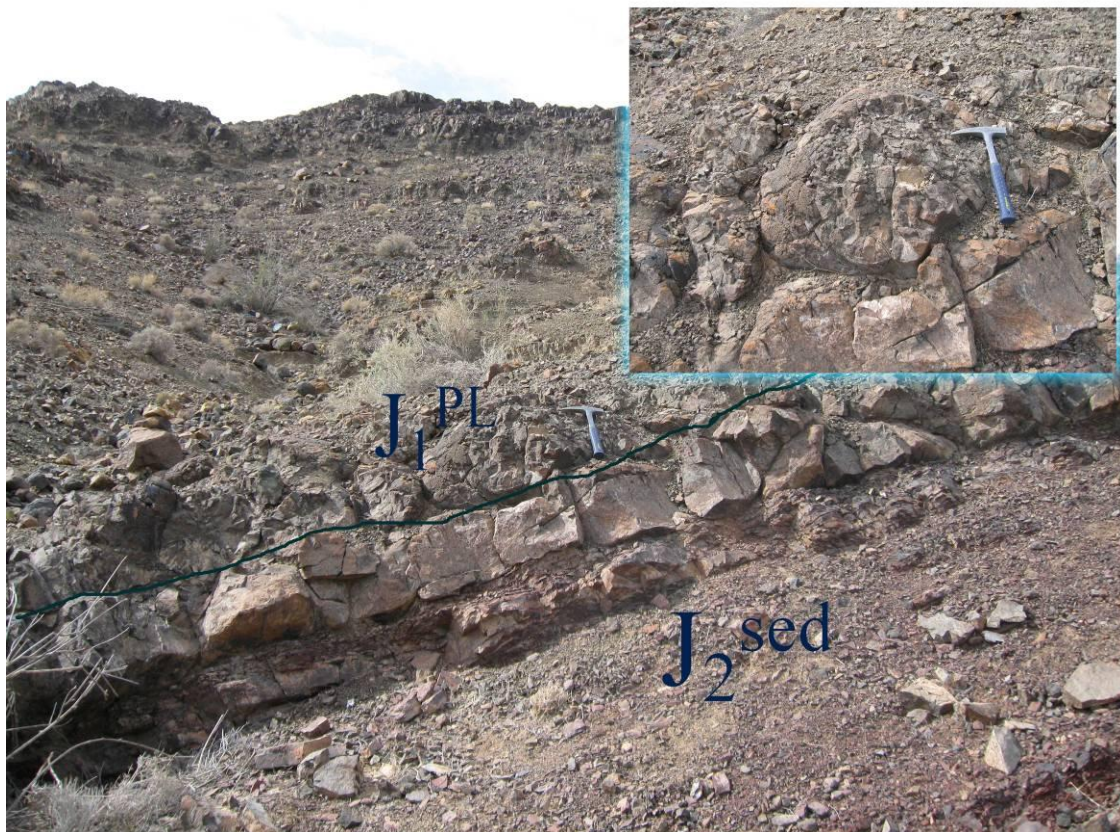
شکل ۲-۱۰- گدازه های بالشی $J_1^{P.L}$ در نزدیکی کنتاكت واحد J_2^g (موقعیت دوربین:
 $X=545730, Y=3139311$ دید به سمت جنوب).



شکل ۲-۱۱- مرز دو واحد J_1^{PL} و J_2^G (موقعیت دوربین: $X=545592, Y=3139248$ دید به سمت شرق).



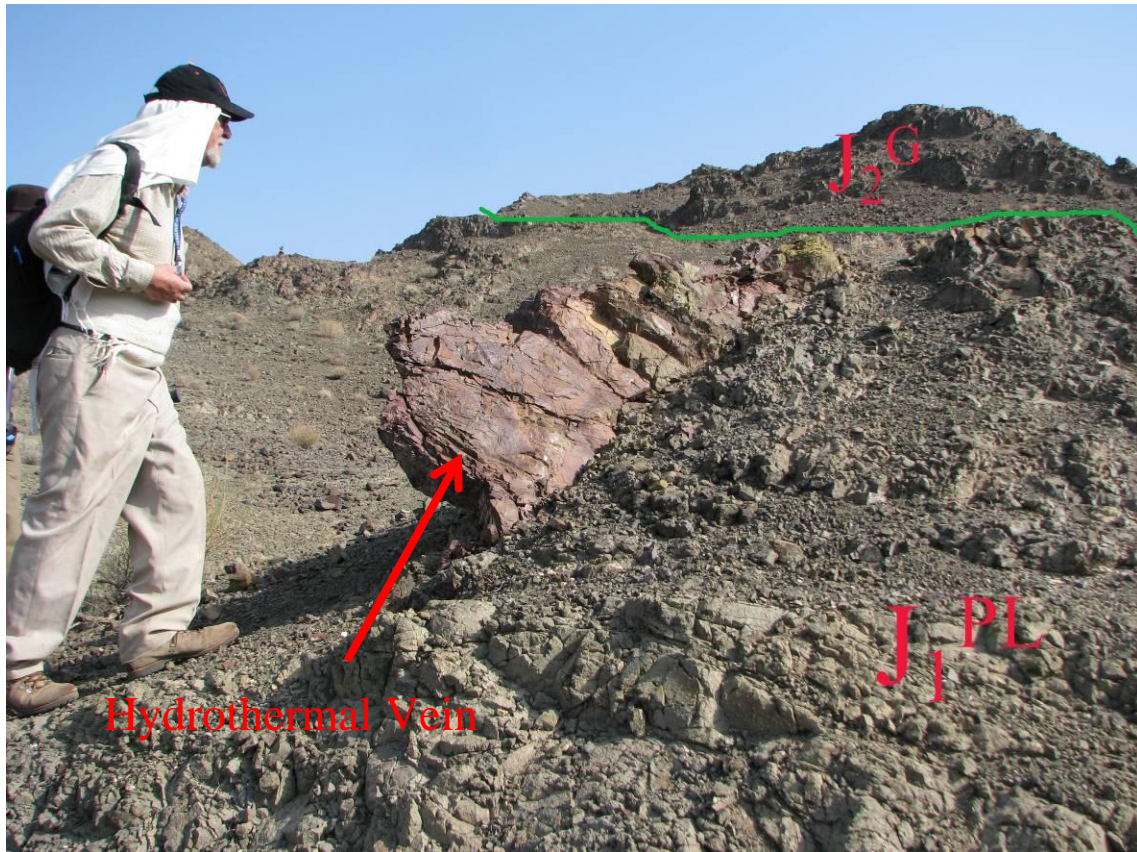
شکل ۲-۱۲- قطع شدن واحد $J_2^{v.m}$ توسط دایک J_2^d (موقعیت دوربین: $X=545030, Y=3139453$ دید به سمت SW).



شکل ۲-۱۳- مرز دو واحد J_1^{PL} و J_2^{sed} (موقعیت دوربین: $X=545160, Y=3139469$ دید به سمت جنوب).

ج- رگه های هیدروترمال

رگه های هیدروترمال با امتداد عمومی شمال $N15W$ با ترکیب کانی شناختی Epidote + Quartz + Calcite تمامی واحدهای الف و واحدهای ب را قطع می نماید این رگه ها عموماً از تیپ پرشدگی های کششی (Extensional Veins) بوده و بنظر می رسد بعد از تکوین دو واحد الف و ب بر اثر رویدادهای تکتونیکی بوجود آمده باشد.



شکل ۲-۱۴- رگه هیدروترمال Epidote + Quartz + Calcite

(موقعیت دوربین: X=545509, Y=3139208 دید به سمت جنوب).



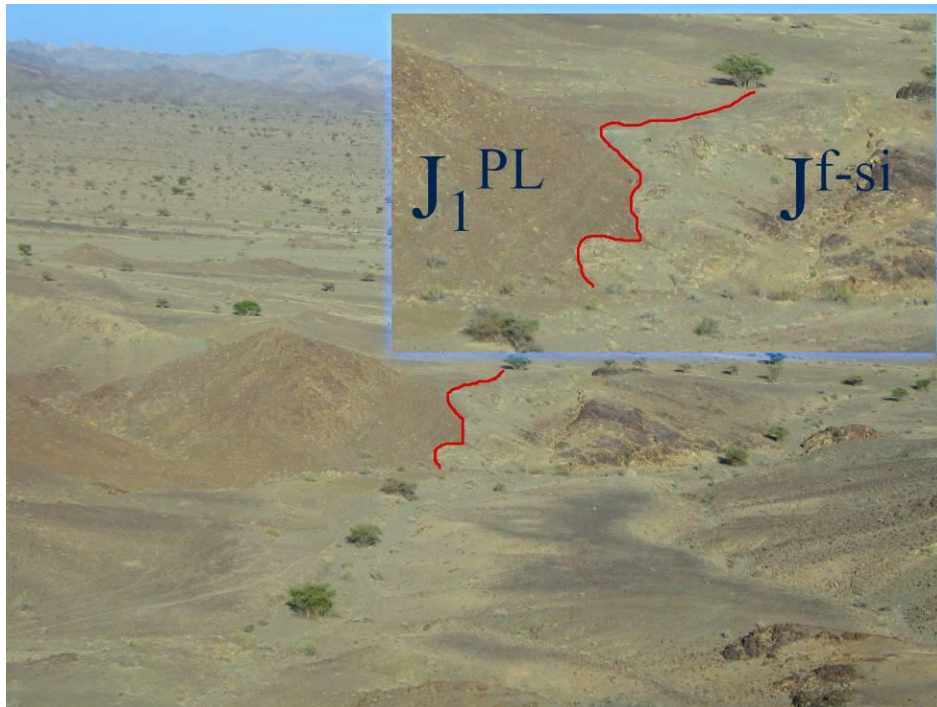
شکل ۲-۱۵- دورنمایی از بقایای اکسید شده سولفورهای متراکم در سیاه معدن (موقعیت دوربین: X=545100, Y=3139437 دید به سمت N-NW).



شکل ۲-۱۶- دورنمایی از بقایای اکسید شده سولفورهای متراکم در سیاه معدن (موقعیت دوربین: X=545127, Y=3139380 دید به سمت N-NW).

د- فلیش های سیلیسی شده J^{f-Si}

در بخش جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه بخشی از فلیش های ژوراسیک (عمدتاً شیل و ماسه سنگ و سیلیت) رخنمون یافته که بصورت یک تراشه تکتونیک (Tectonic Slice) در یک زون روزاندگی برونزد دارد. این فلیش ها در اثر واکنش با محلولهای هیدروترمال بشدت سیلیسی شده اند.



شکل ۲-۱۷- نمایی از مرز دو واحد J_1^{PL} و J^{f-Si} (موقعیت دوربین: X=545513, Y=3138968 دید به سمت NE، Zoom 4X)

ه- رسوبات کواترنری

رسوبات کواترنری را می توان به سه دسته اصلی تقسیم نمود:

- ۱- تراس ها و پادگانه های آبرفتی و دشت های آبرفتی جوان که مربوط به اوایل هولوسن بوده و بطور سنتی آنها را در نقشه های زمین شناسی بصورت Q^{l2} نمایش می دهند. این رسوبات آبرفتی در بسیاری از نقاط پادگانه ها و بادبزنها آبرفتی (Q^{l1}) را بریده اند و لذا از Q^{l1} جوانتر می باشند.
- ۲- آبرفت های بستر رودخانه های فعلی که در نقشه با Q^{al} نشان داده شده است عمدتاً از شن و ماسه و قلوه سنگ تشکیل شده است.

۳- واریزه‌های دامنه کوهستانها از جوانترین رسوبات کواترنری بوده و تقریباً از نظر زمانی هم ارز Q^{al} می باشد و با علامت اختصاری Sc بر روی نقشه نمایش داده شده است.



شکل ۲-۱۸- شکستگی‌های شعاعی درون گدازه‌های بالشی در اثر سرد شدگی (موقعیت: $X=545955, Y=3139445$).



شکل ۲-۱۹- فرسایش پوست پیازی در گدازه‌های متراکم بر اثر عملکرد درزه‌های عمود بر هم.



شکل ۲-۲۰- گدازه‌های بالشی (Pillow Lava) در منطقه سیاه معدن (موقعیت: $X=545768, Y=3139579$).

۲-۲-۲- تشریح پتروگرافی

جهت تهیه نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰ در محدوده سیاه معدن، تعداد ۴۰ نمونه پتروگرافی برداشت گردید که پس از مطالعه و بررسی میکروسکوپی، نتایج بدست آمده به همراه عکس‌های مربوطه در گروه‌های مختلف سنگی، به شرح زیر آورده می‌شود.

۲-۲-۲-۱- گدازه‌های بالشی ($J_1^{P.L}$) و گدازه‌های متراکم همراه آن ($J_1^{V.m}$)- گدازه‌های بالشی واحد ($J_1^{P.L}$)

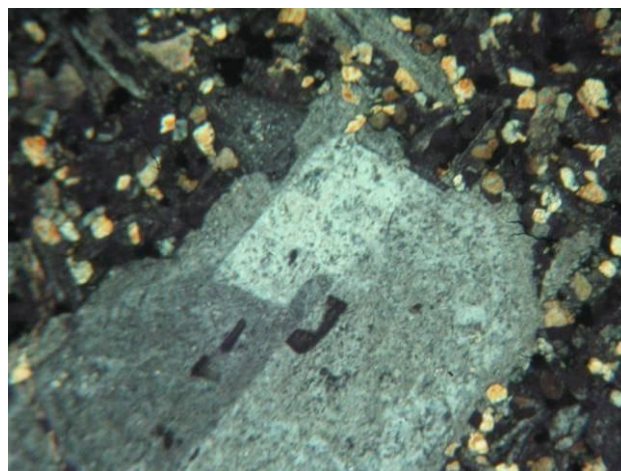
از این واحد سنگی ۷ نمونه گرفته شده که عبارتند از 10002، 10005، 10006، 10007، 10016، 10018 و 10028. این سنگ‌ها عموماً دارای بافت پورفیری می‌باشند. زمینه این سنگ‌ها بافت arboriscent و variolitic دارند. بافت variolitic (آبله‌ای) یا arboriscent (شاخه‌ای) تجمع بلورهای ریز پلاژیوکلاز همراه یا بدون کلینوپیروکسن و به شکل شعاعی در سنگ‌های بازیک است. بسیاری از این گدازه‌ها دو مرحله بسیار متمایز تبلور را از سر گذرانده‌اند. در مرحله اول بلورهای اولیه کلینوپیروکسن و پلاژیوکلاز با آرایش Ophitic و در مرحله دوم زمینه واریولیتیک شکل گرفته که عمدتاً از پلاژیوکلاز بوده و بین پلاژیوکلازها را کلینوپیروکسن‌های ریز دانه و کانه‌های اویپاک اشغال نموده‌اند. بعضی از نمونه‌ها مانند 10002 بافت پورفیری بوده و زمینه اینترگرانولار تا Subophitic می‌باشد. اندازه بعضی از بلورهای اولیه (فنوکریست‌ها) درموردی به ۵ میلیمتر نیز می‌رسد. برخی از سنگ‌ها دارای بافت افیتیک می‌باشند و این نمونه از مرکز گدازه‌های بالشی گرفته شده است. فنوکریست‌ها در مواردی که سنگ‌ها بافت پورفیری دارند هم از پلاژیوکلاز و هم از جنس کلینوپیروکسن می‌باشند.

پلاژیوکلاز دارای ترکیب آندزین تا اوایل لابرادوریت بوده و در بیشتر موارد فنوکریست‌ها هم دگرسان شده‌اند. محصول دگرسانی این کانی‌ها عبارتند از: کلسیت + پومپلیت + آنالسیم + کلریت + پلاژیوکلازهای سدیک‌تر + زئولیت + پرهنیت + سربیسیت. کلینوپیروکسن‌ها به احتمال قوی از نوع Pigeonite می‌باشند. این کانی‌ها هم به صورت فنوکریست و هم به صورت بلورهای کوچک در زمینه اینترگرانولار و هم بصورت arboriscent در زمینه دیده می‌شود (رخساره پر مانند).

کانی‌های اوپاک هم در زمینه و هم به صورت ادخال‌های شکل‌دار در درون پلاژیوکلازها دیده می‌شود. این کانه‌ها به احتمال قوی از نوع تیتانومنیستیت و منیتیت بوده‌اند زیرا بعضی از آنها از اطراف تبدیل به اسفن شده‌اند.

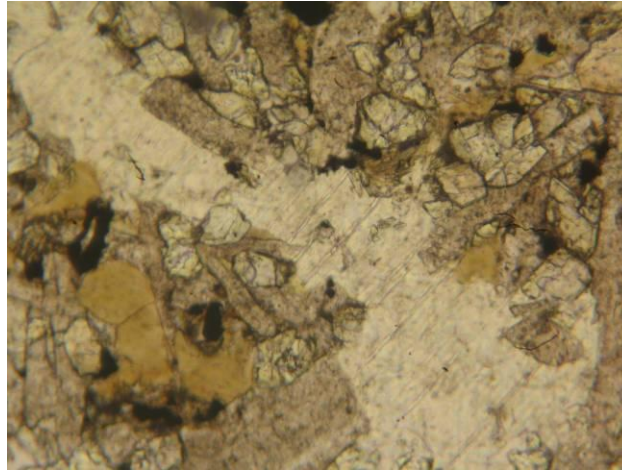
بعضی از این سنگ‌ها دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای کلسیت ثانوی می‌باشند که درجای پلاژیوکلازها و گاهی درجای کلینوپیروکسن نشسته‌اند. نتیجه تبعی این تحولات تشکیل کوارتزهای ثانوی و آلپیت ثانوی می‌باشد. کلریتی شدن کانه‌های مافیک یکی از گسترده‌ترین انواع دگرسانی در این سنگ‌هاست. در بعضی از این سنگ‌ها مانند سنگ شماره 10007 پومپلیتی شدن (Pumpellytization) پلاژیوکلازهای زمینه بسیار گسترده می‌باشد. تشکیل سنگ‌هایی که منحصرراً از Pumpellyite تشکیل شده یا در حقیقت Pumpellosite ها (سنگ‌های شماره 10041 و 10025) از پدیده‌های بسیار جالب دگرسانی این سنگ‌هاست.

Pumpellosite ها سنگ‌هایی هستند بسیار دانه ریز و یکدست که بجز مقدار بسیار کمی کلسیت رگه-ای و کوارتز کانی دیگری غیر از Pumpellyite ندارند. این سنگ‌ها به صورت رگه و به صورت پرشدگی فضاها بین بالش‌ها در گدازه‌های بالشی تشکیل شده‌اند. رگه‌هایی که این سنگ‌ها را قطع می‌کنند، عبارتند از رگه‌های سولفوری (نمونه 10016) رگه‌های کلسیتی (مانند رگه‌هایی که Pumpellosite را قطع می‌کنند) و رگه کلسیتی که نمونه 10028 را قطع می‌کنند و رگه‌های کوارتز+ آلپیتی که سنگ شماره 10014 را قطع می‌کنند. کانی‌های فرعی این سنگ‌ها عبارتند از کانه‌های اوپاک و آپاتیت.

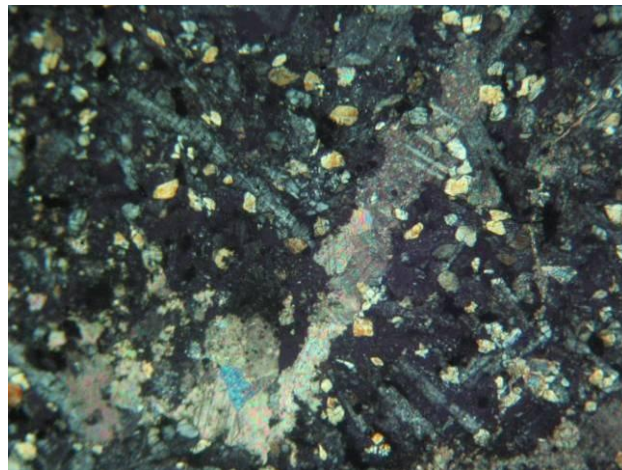


شکل ۲-۲۱- بافت پورفیری گدازه‌ها، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10002، واحد $J_1^{P.L}$ ، (موقعیت نمونه:

(X=545570, Y=3139222)



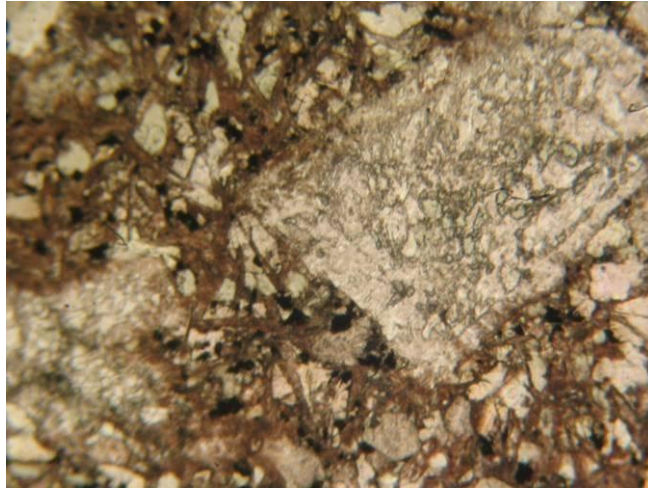
شکل ۲-۲۲- کلسیت و کلریت ثانوی، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10002، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545570, Y=3139222



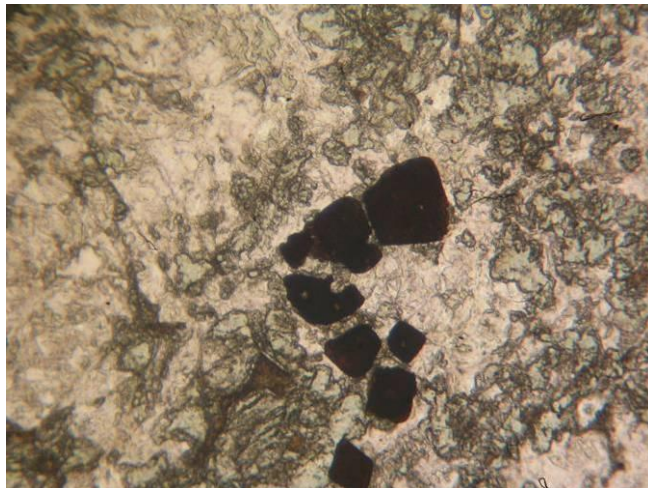
شکل ۲-۲۳- کلسیت ثانویه و بافت ایترگرانولار (plg + cpx)، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10002، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545570, Y=3139222



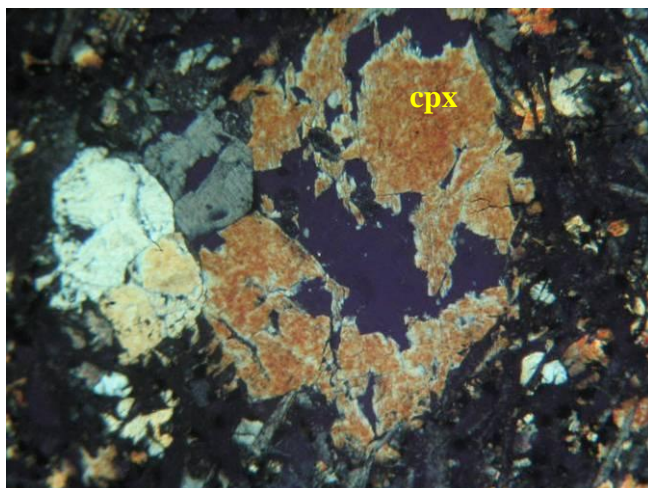
شکل ۲-۲۴- دونوع تبلور: (۱) تبلور دانه درشت افیتیک (۲) تبلور دانه ریز افیتیک پومپلیتی شده، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10014، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545431, Y=3139481



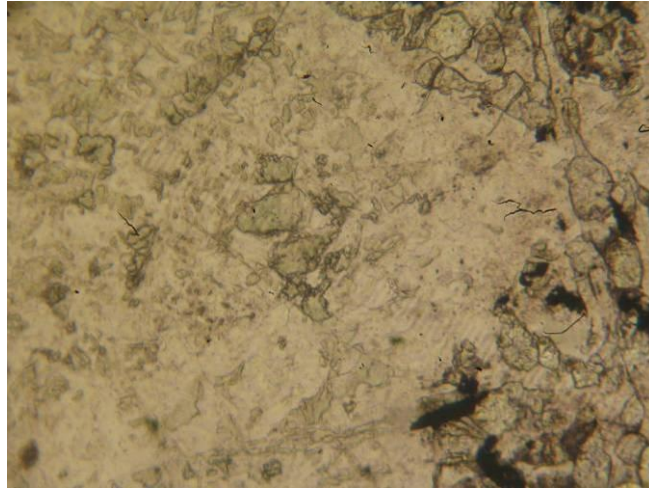
شکل ۲-۲۵- بافت پورفیری و پومپلیتی شدن گسترده پلاژیوکلازها، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10007 واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=544346, Y=3139342)



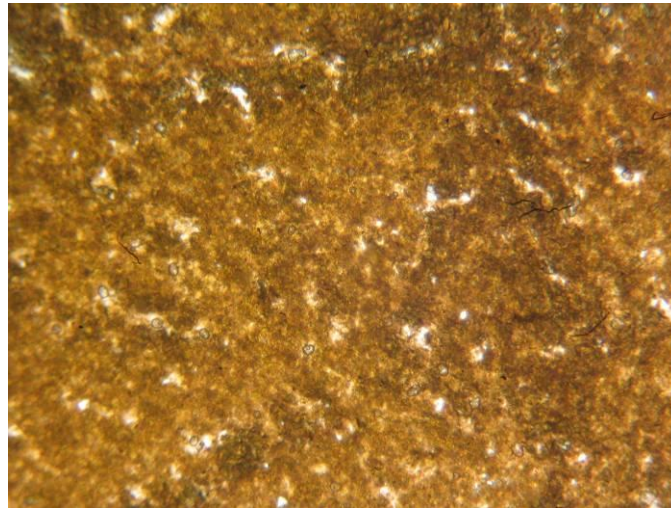
شکل ۲-۲۶- چند بلور کرم اسپینل داخل پلاژیوکلازهای اولیه، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10007، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=544346, Y=3139342)



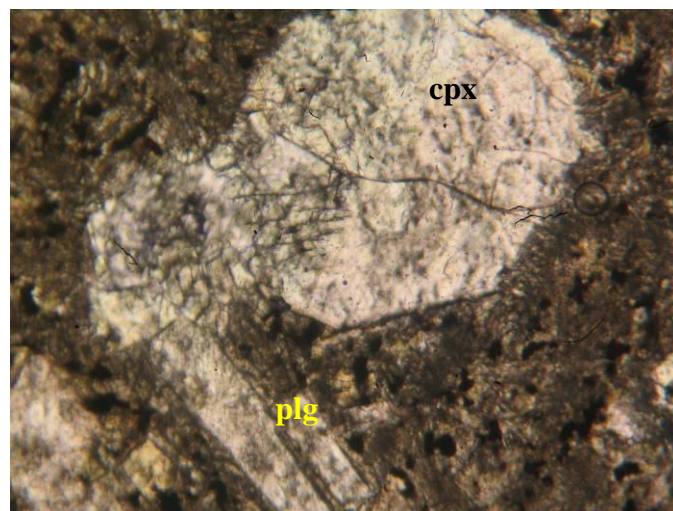
شکل ۲-۲۷- چند بلور کلینوپیروکسن اولیه درشت اندازه، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10007، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=544346, Y=3139342)



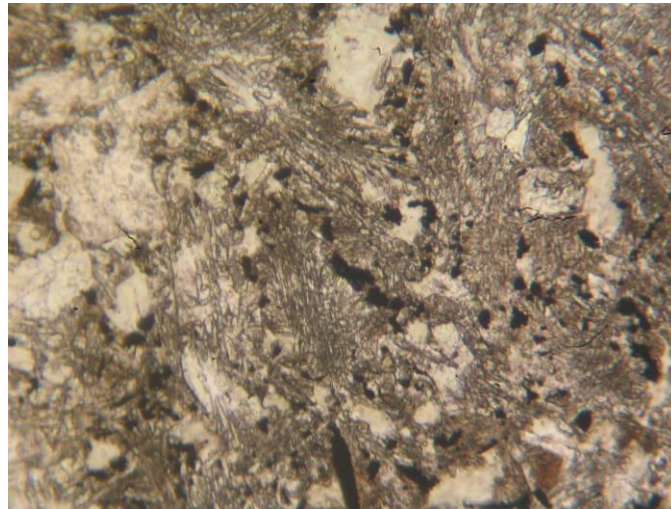
شکل ۲-۲۸- پلاژیوکلاز کلریتی شده، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10018، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545958, Y=31399525



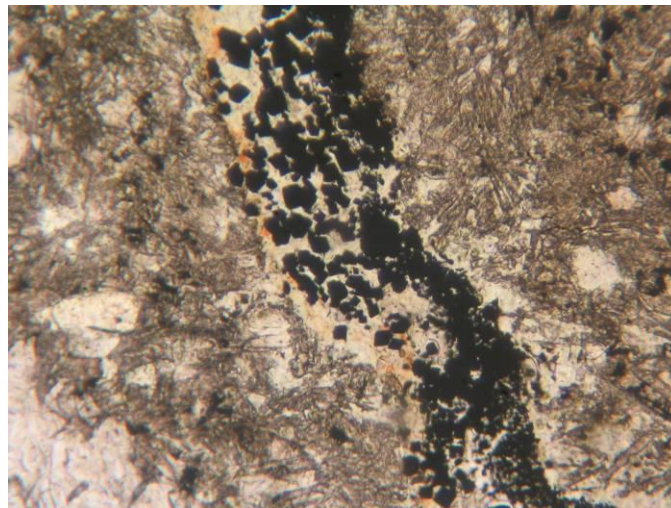
شکل ۲-۲۹- نمای کلی از pumpelloseite، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10025، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545779, Y=3139263



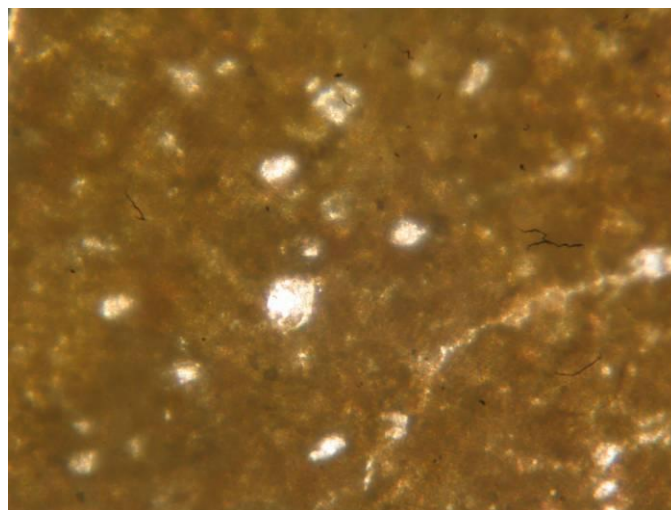
شکل ۲-۳۰- پورفیرهای cpx و plg و زمینه پومپلیتی شده، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10028، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: (X=545280, Y=3139502



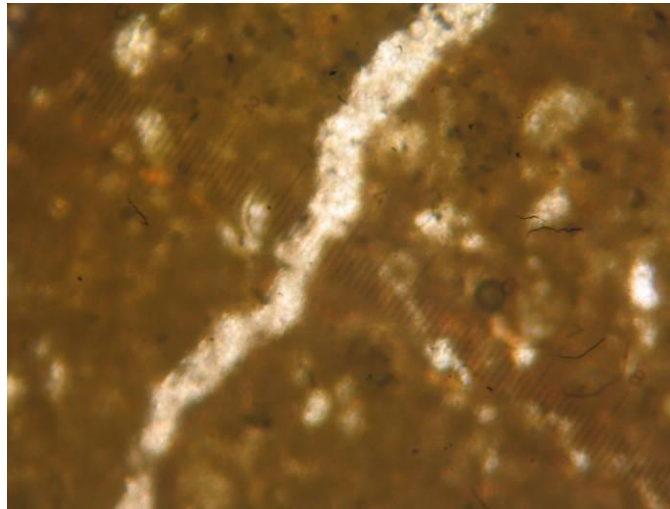
شکل ۲-۳۱- بافت واریولیتی زمینه و cpx واریولیتی، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10016، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=545639, Y=3139413)



شکل ۲-۳۲- رگه حاوی سولفور اکسیدی شده، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10016، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=545639, Y=3139413)



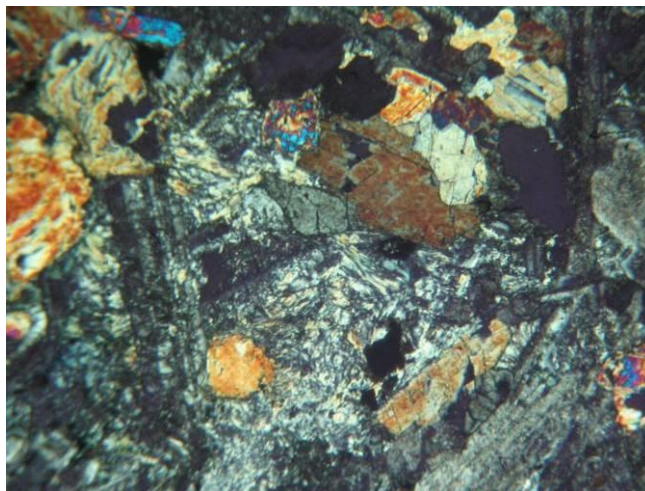
شکل ۲-۳۳- پومپلوزایت با بافت دانه ریز، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10041، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=545781, Y=3139258)



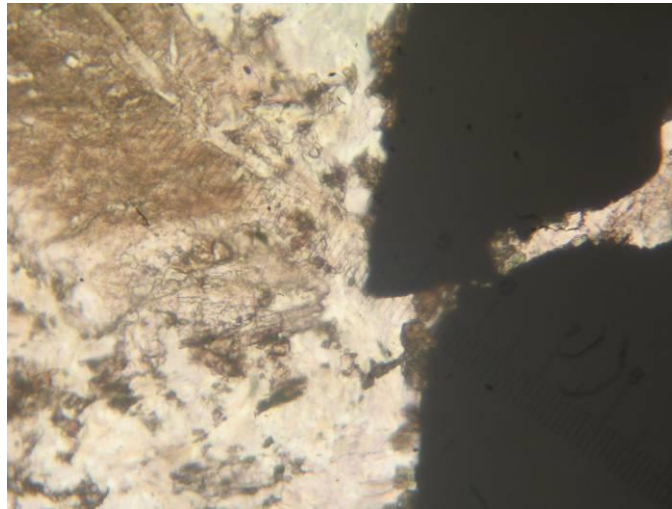
شکل ۲-۳۴- نمایش رگه کلسیتی که پومپلوزایت را قطع می کند، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10041، واحد $J_1^{P.L}$ (موقعیت نمونه: X=545781, Y=3139258)

- گدازه های متراکم ($J_1^{V.m}$)

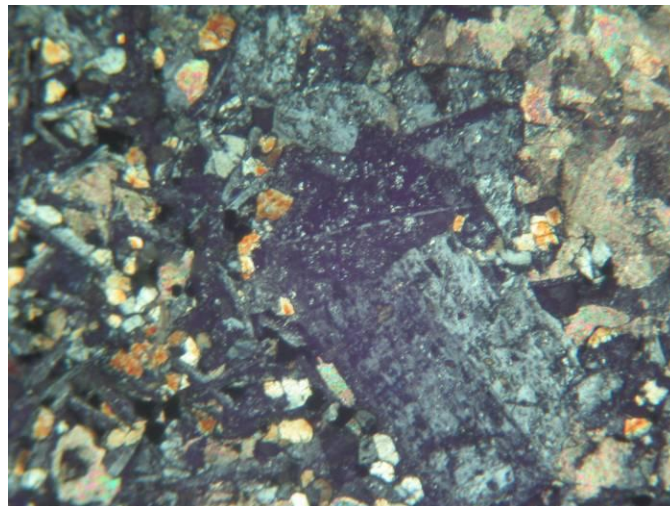
از این واحد نمونه های 10011 و 10012 گرفته شده است. این گدازه ها یا دارای بافت پرفیری و زمینه اینترگرانولار می باشد یا فقط دارای بافت Ophitic هستند. ترکیب کانی شناسی آنها با گدازه های بالشی تفاوتی ندارد. دگرسانی گسترده کلریتی شدن کانه های مافیک (کلینوپیروکسن) در این سنگ ها دیده می شود. تأثیر پومپلییتی شدن در این سنگ ها ضعیف تر از گدازه های بالشی واحد $J_1^{P.L}$ می باشد.



شکل ۲-۳۵- کلریتی شدن کلینوپیروکسن، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10011، واحد $J_1^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=544830, Y=3139595)



شکل ۲-۳۶- تشکیل اسفن بخرج کانه‌های اوپاک در گدازه‌های متراکم واحد $J_1^{v.m}$ ، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10011. (موقعیت نمونه: X=544830, Y=3139595)



شکل ۲-۳۷- بافت پورفیری گدازه‌های متراکم واحد $J_1^{v.m}$ ، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10012، واحد $J_1^{v.m}$ (موقعیت نمونه: X=544855, Y=3139721)

- رسوبات همراه

Jaspillite یا Jasperoid های همراه واحدهای $J_1^{P.L}$ و $J_1^{v.m}$ به خصوص واحد $J_1^{P.L}$ سنگ‌هایی هستند که رنگ قرمز بسیار تندی دارند و در نور معمولی هنوز آثار بقایای اسکلت رادیولارها در آنها دیده می‌شود. سنگ شماره 10039 یکی از این نوع سنگ‌هاست که اسکلت رادیولارها در آن دیده می‌شود که در وضعیت فعلی تمامی این اسکلت‌ها توسط Pumpellyite جانشین شده است. این سنگ‌ها به احتمال قوی در اصل از اکسیدهای منگنز، آهن، رسوبات سیلیسی (چرت‌های سیلیسی) و مقداری کربنات تشکیل شده بوده است ولی در اثر دگرسانی و دگرگونی به نوعی ژاسپیلیت حاوی Pumpellyite تبدیل شده است. کانی‌های اولیه قابل تشخیص عبارتند از

اکسیدهای آهن و منگنز اوپاک، مقدار کمی کربنات‌های تیره (احتمالاً سیدریت)، تعداد کمی بلورهای کوارتز و کانه‌های دگرگونی عمدتاً از مجموعه‌های بسیار ریزدانه Pumpellyite تشکیل شده که هم در زمینه سنگ و هم در رگه‌ها و هم در اسکلت رادیولارها جایگزین شده است.

به نظر می‌رسد که پومپلثیت در دو نسل بوجود آمده باشد. نسل اول که بطور گسترده در سنگ تشکیل شده و احتمالاً بر اثر واکنش بین کانی‌های رسی و کانی‌های سیلیسی و کانه‌های کربناتی و اکسید آهن شکل گرفته است و نسل دوم که اسکلت جایگزین شده رادیولارها را قطع می‌کند و در رگه‌ها تشکیل شده است.

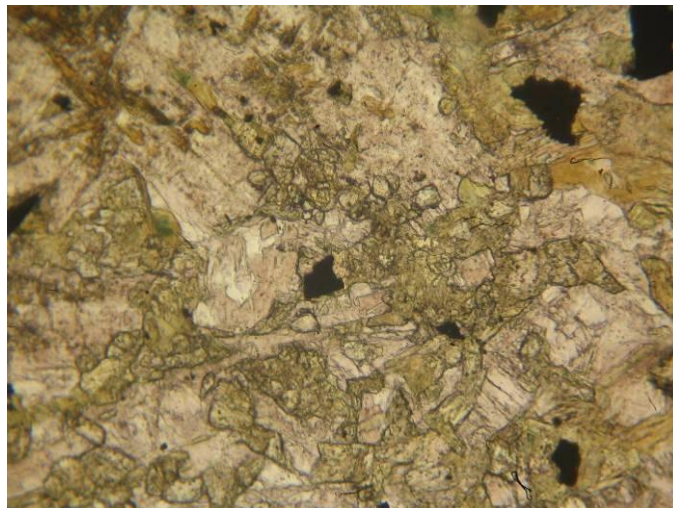
۲-۲-۲-۲- گدازه‌های متراکم و دایک‌های وابسته

- گدازه‌های متراکم $J_2^{V.m}$

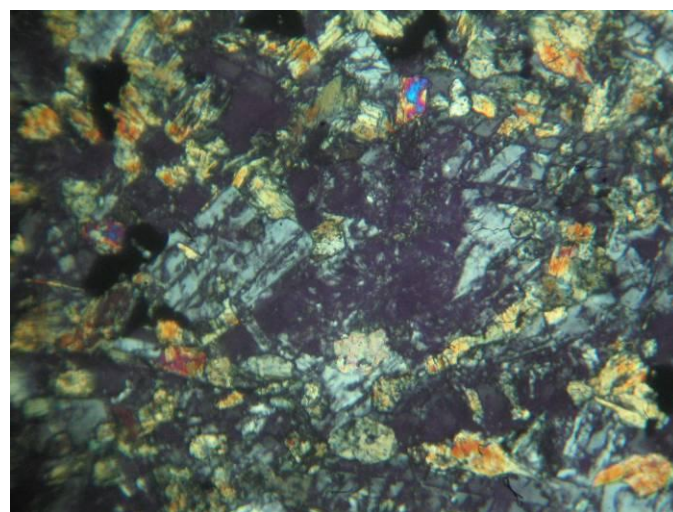
از این گدازه‌ها نمونه‌های 10004 و 10008 و 10009 و 10010 و 10022 و 10034 گرفته شده است. این گدازه‌ها بطور عموم از دیدگاه دگرسانی سالم‌تر از گدازه‌های بالشی بوده و فقط در نواحی اطراف رگه‌های مهاجم (واحد Ve) تحت تاثیر دگرسانی قرار گرفته‌اند. بافت این سنگ‌ها بطور عموم Ophitic می‌باشد ولی در بعضی از نمونه‌ها بافت پورفیری با زمینه ایتترگرانولار دیده می‌شود. در برخی از نمونه‌ها دو بخش متمایز دیده می‌شود، یک بخش دارای بافت Ophitic بوده و فضای بین این بخش‌ها دارای بافت پورفیری و زمینه ایتترگرانولار می‌باشد. در سنگ‌های دارای بافت پورفیری دارای تعداد معدودی فنوکریست درشت وجود دارد، لذا بهتر است آنها را slightly porphyritic بدانیم. از دیدگاه کانی‌شناختی تفاوت فاحشی بین این سنگ‌ها و سنگ‌های گروه قبلی وجود ندارد، با این تفاوت که در این سنگ‌ها پلاژیوکلازها کلسیک‌تر بوده و به حدود لابرادوریت می‌رسد و این کانی‌ها نسبتاً سالم مانده‌اند. کلینوپیروکسن که احتمالاً از نوع pigeonite می‌باشد در مواردی مانند سنگ شماره 10004 اورالیتی شده‌اند. علاوه بر این در این نمونه آنالسیمی شدن (Analcimization) بخش مرکزی پلاژیوکلازها دیده می‌شود. آنالسیمی شدن عبارت است از تبدیل بخشی از پلاژیوکلازها به آنالسیم به فرمول $NaAlSi_2O_6 \cdot H_2O$. این پدیده در اثر ورود آب و CO_2 به محیط سنگ و واکنش این سیالات با آنها به وقوع می‌پیوندد (چون Ca موجود در پلاژیوکلازها میل ترکیبی با CO_2 دارد). بنابراین بخش کلسیک پلاژیوکلازها عموماً تبدیل به کربنات

شده و بخش سدیک بصورت آنالسیم در می آید. کلریتی شدن خفیف کلینوپیروکسن در این سنگها امری عادی است. کانی های اوپاک از اطراف به اسفن تبدیل شده اند. مقدار بسیار کمی از پلاژیوکلازها به سریسیت + پومپلئیت + پرهنیت + زئولیت تبدیل شده اند. کانی فرعی این سنگها عبارتست از کانی های اوپاک + آپاتیت + اسفن.

برخی از این سنگها که مورد هجوم شدید رگه های ثانوی قرار گرفته اند اول به شدت پومپلی ایتی شده اند ثانیاً پرهنیت + کلسیت در این رگه ها تشکیل شده است. در این موارد کانه های اوپاک به کلی فروپاشی نموده و به مخلوطی از لوکوکسن + اسفن تبدیل شده اند.



شکل ۲-۳۸- اورالیتی شدن کلینوپیروکسن ها، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10004، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545047, Y=3139308)



شکل ۲-۳۹- آنالسیمی شدن بخش مرکزی پلاژیوکلازها + کلسیت، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10004، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545047, Y=3139308)



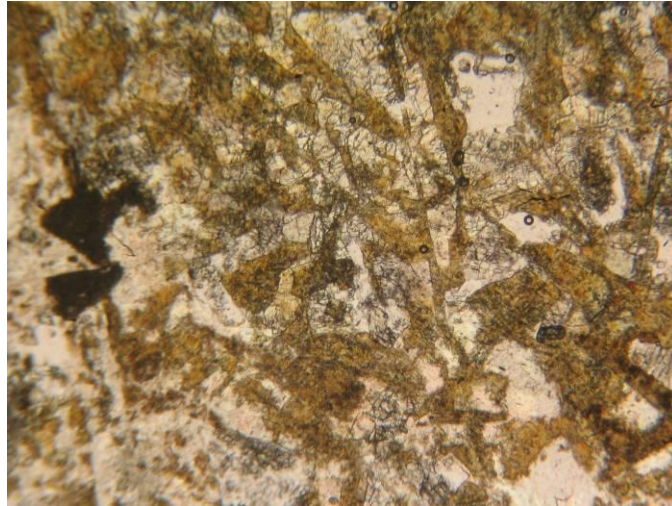
شکل ۲-۴۰- بافت افیتیکی، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10004، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545047, Y=3139308)



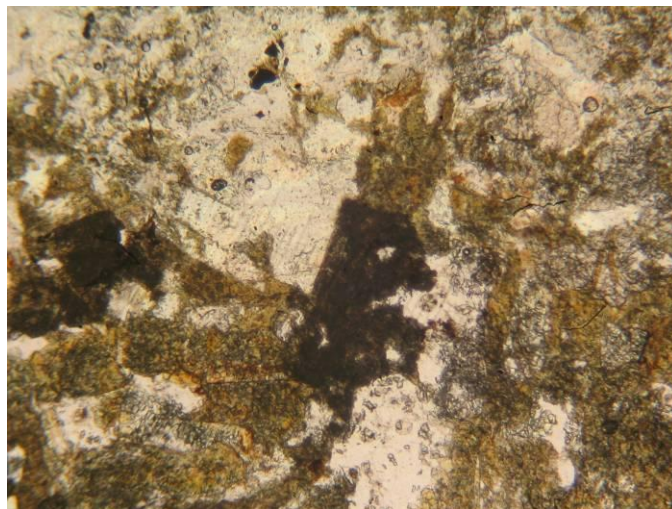
شکل ۲-۴۱- دو نوع بلور، درشت دانه اولیه و ریز دانه زمینه، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10008، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545171, Y=3139089)



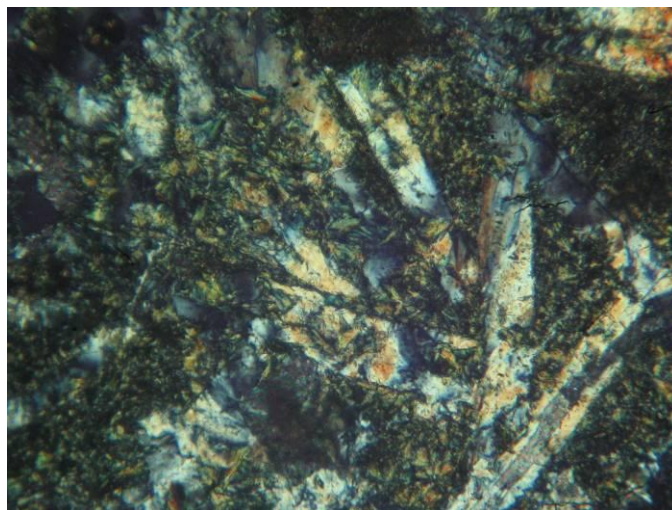
شکل ۲-۴۲- پرهنیت، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 100022، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545088, Y=3139142)



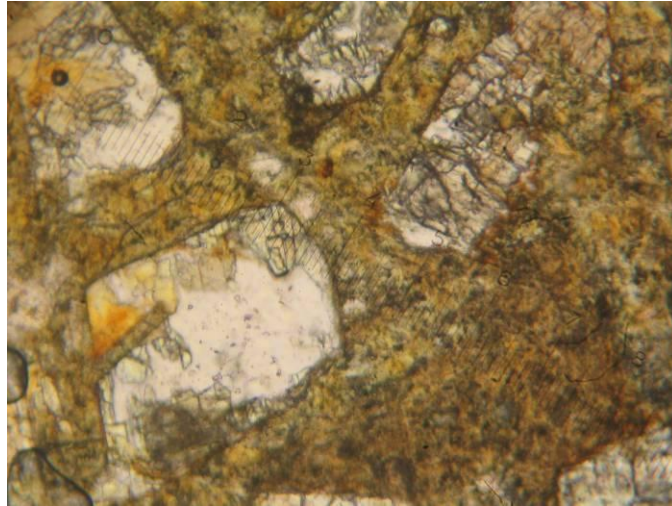
شکل ۲-۴۳- پومپلیتی شدن گسترده پلائوکلازها، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10022، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545088, Y=3139142)



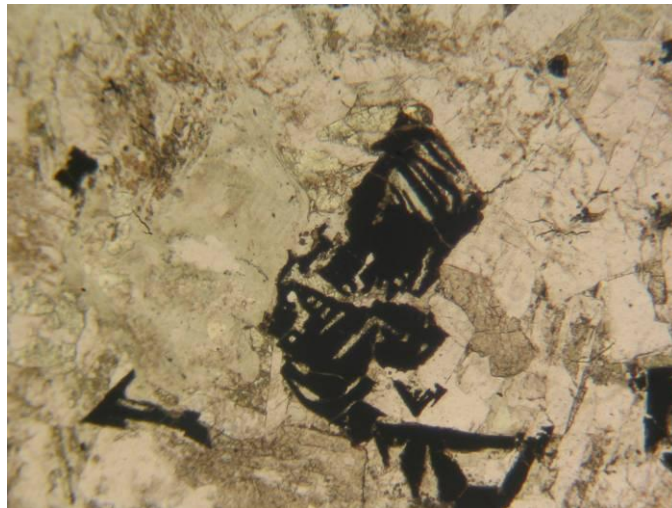
شکل ۲-۴۴- تبدیل کانه‌های اوپاک به اسفن و لوکوکسن، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10022، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545088, Y=3139142)



شکل ۲-۴۵- پرهیتی شدن پلائوکلازها و تبدیل پیروکسن‌ها به پومپلیت، نور LP، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10022، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545088, Y=3139142)



شکل ۲-۴۶- بقایای کلینوپیروکسن و زمینه پلاژیوکلازی پومپلیتی شده، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10022، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=545088, Y=3139142)



شکل ۲-۴۷- بافت داربستی کانه‌های اوپک (احتمالاً تیتانومینیت)، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10010، واحد $J_2^{V.m}$ (موقعیت نمونه: X=544963, Y=3139256)

- رسوبات همراه J_1^{sed2}

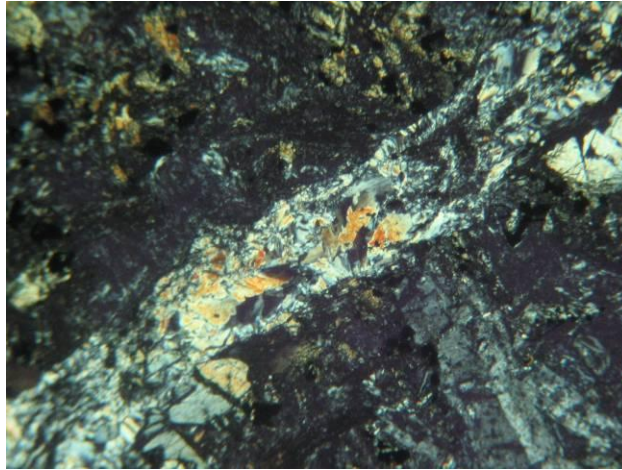
سه نمونه از این رسوبات به شماره‌های 10020 و 10023 و 10036 مورد مطالعه میکروسکوپی قرار گرفتند.

شماره 10020 یک سنگ رسوبی سیلیسی- مزوزن می‌باشد که دارای لایه‌بندی ظریفی می‌باشد. بعضی از لایه‌ها از کانی‌های اوپاک غنی بوده و لایه‌های روشن از سیلیس دانه‌ریز غنی می‌باشند. این رسوبات احتمالاً از نوع چرت‌های نازک لایه آهن و منگنز دار می‌باشند. در لایه‌های روشن مقدار قابل ملاحظه‌ای بلورهای بسیار ریز کوارتز و مقدار کمی بلورهای منفرد کوارتز تا ابعاد ۰/۰۸ میلیمتر دیده می‌شود که احتمالاً آواری می‌باشد.

از دیگر انواع سنگ‌های رسوبی همراه گدازه‌های متراکم رسوبات سیلیسی آرژیلی هستند که اساساً از سیلیس رسوبی و بلورهای کوارتز آواری نسبتاً غنی بوده و مقدار کمی کانه‌های رسی در آنها دیده می‌شود. مقدار کمی بیوتیت، کانه‌های اوپاک، آپاتیت نیز در این سنگ دیده می‌شود. این سنگ‌ها را می‌توان نوعی چرت رس دار نامید. سنگ‌های شماره 10023 و 10036 از این نوع می‌باشند.

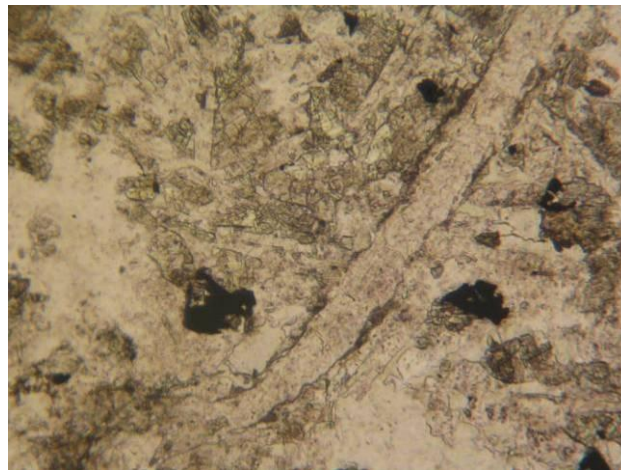
- دایک‌ها و توده نفوذی دیابازی (J_2^d و J_2^g)

مقاطع نازک شماره‌های 10001، 10003، 10013، 10015، 10017، 10019، 10024، 10026 و 10027 از این دایک‌ها تهیه شده است. حاشیه سرد شده دایک‌ها (شماره 10027) دارای بافت پورفیری و زمینه واریولیتیک بسیار غنی از پیروکسن‌های ریزدانه می‌باشد که در درون آن پلاژیوکلازهای تیغه ای دم‌چلچله ای تبلور یافته است (Swallow tail Plagioclase) کلینوپيروكسن‌های زمینه تا اندازه زیادی به نوعی آمفیبول ریزدانه (احتمالاً Actinolite) تبدیل شده‌اند. کلینوپيروكسن اولیه (فنوکریست‌ها) نسبتاً سالم می‌باشند و به احتمال بسیار قوی از نوع Diopsidic Augite می‌باشند. اندازه کلینوپيروكسن‌های اولیه به حدود ۳ میلیمتر و اندازه پلاژیوکلازهای اولیه تا حدود ۶ میلیمتر نیز می‌رسد. پلاژیوکلازها بسیار سالم بوده و از دگرسانی محفوظ مانده‌اند. ترکیب آنها لابرادوریت تا اوائل بیتونیت (Bytownite) می‌رسد. کانه‌های اوپاک فقط در زمینه دانه‌ریز دیده می‌شوند. در زمینه دانه‌ریز این سنگ‌ها مقداری کلریت نیز (احتمالاً بخرج کلینوپيروكسن‌ها) بوجود آمده است. کلریت در امتداد شکاف‌های ریزی که پلاژیوکلازها را قطع نموده نیز تشکیل شده است. دایک‌ها و توده نفوذی دیابازی که با علامت J_2^d و J_2^g مشخص شده‌اند دارای بافت پورفیری و زمینه Ophitic تا اینترگرانولار می‌باشند. این سنگ‌ها از نظر کانی‌شناختی از کلینوپيروكسن و پلاژیوکلاز تشکیل شده‌اند. در مواردی که رگه‌های هیدروترمال به این سنگ‌ها هجوم نموده‌اند کانی‌های پره‌نیت و کلسیت و آنالسیم هم در رگه‌ها و هم بخرج پلاژیوکلازها پدیدار گشته و کلینوپيروكسن‌ها به کلریت و کانه‌های اوپاک تبدیل شده‌اند. کانه‌های اوپاک نیز در این موارد از اطراف به اسفن تبدیل شده و حکایت از آن دارد که تیتانیوم دارند (تیتانومینیت و ایلمنیت).



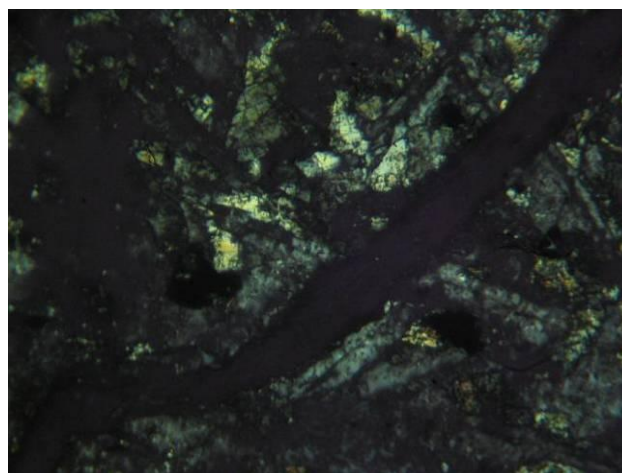
شکل ۲-۴۸- رگه پرهنیت، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664،

(Y=3139196



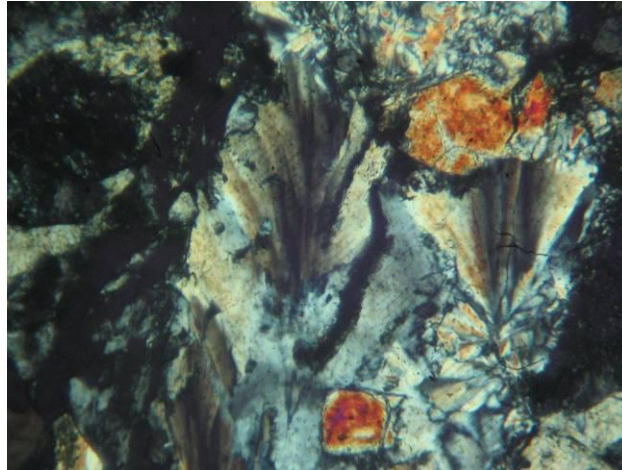
شکل ۲-۴۹- رگه آنالسیم، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664،

(Y=3139196

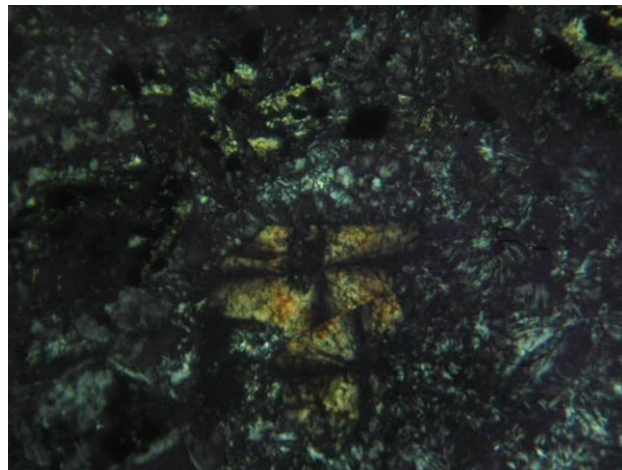


شکل ۲-۵۰- رگه آنالسیم، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664،

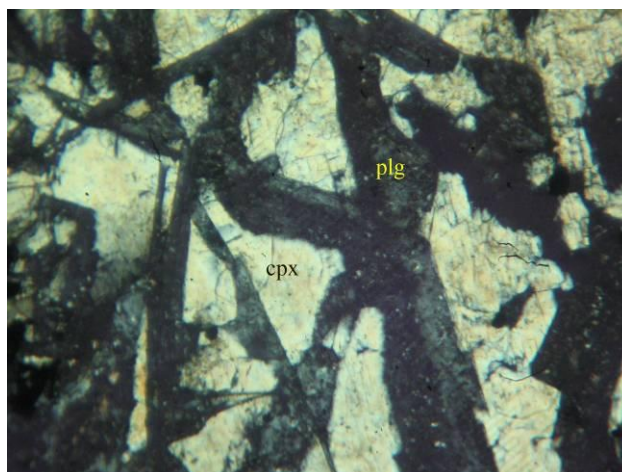
(Y=3139196



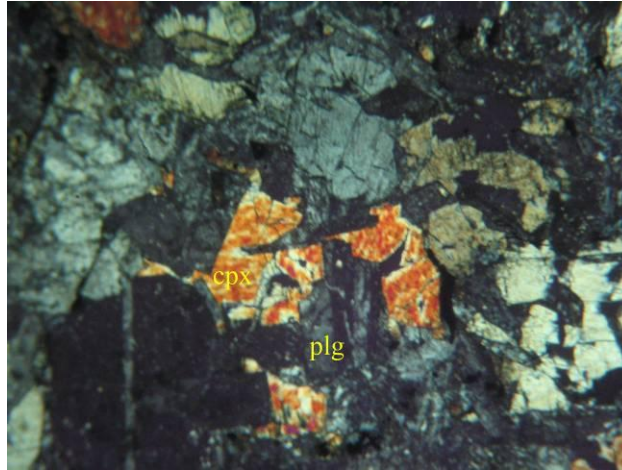
شکل ۲-۵۱- رگه پرهنیت، نور LP، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664, Y=3139196)



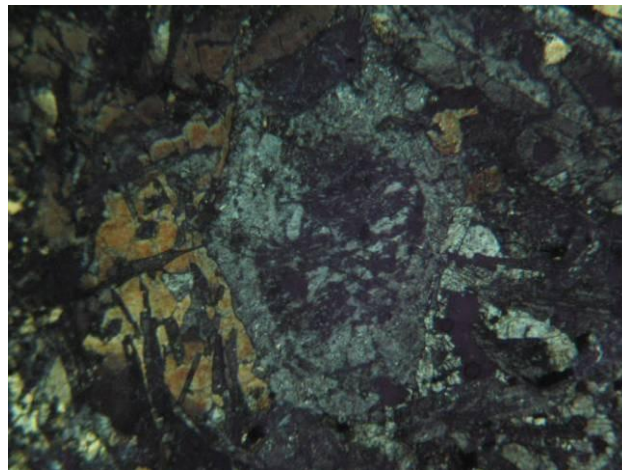
شکل ۲-۵۲- پومپلینیت شعاعی، نور LP، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10001 واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664, Y=3139196)



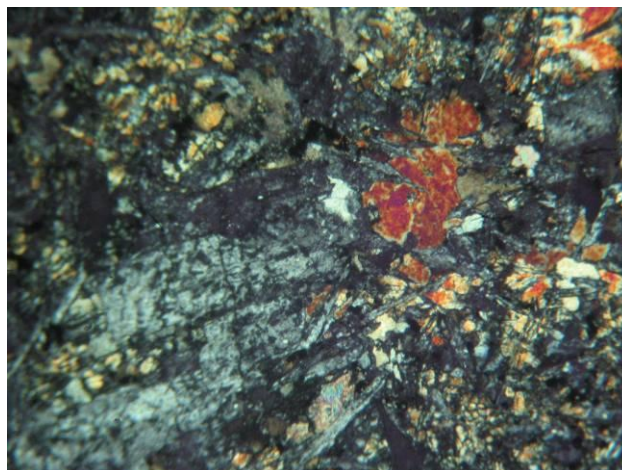
شکل ۲-۵۳- رشد افنیک پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن، نور LP، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^g (موقعیت نمونه: X=545664, Y=3139196)



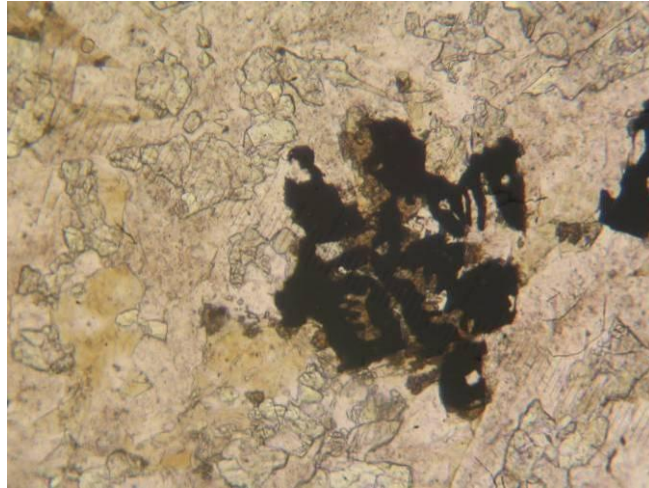
شکل ۲-۵۴- رشد افیتیک پلاژیوکلاز و کلینوپیروکسن، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^S (موقعیت نمونه: X=545664, Y=3139196)



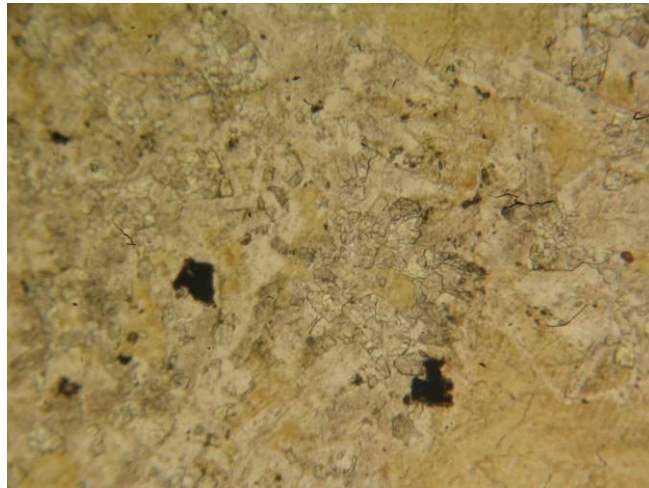
شکل ۲-۵۵- آنالسیمی شدن بخش مرکزی پلاژیوکلازهای زونه، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10001، واحد J_2^S (موقعیت نمونه: X=545664, Y=3139196)



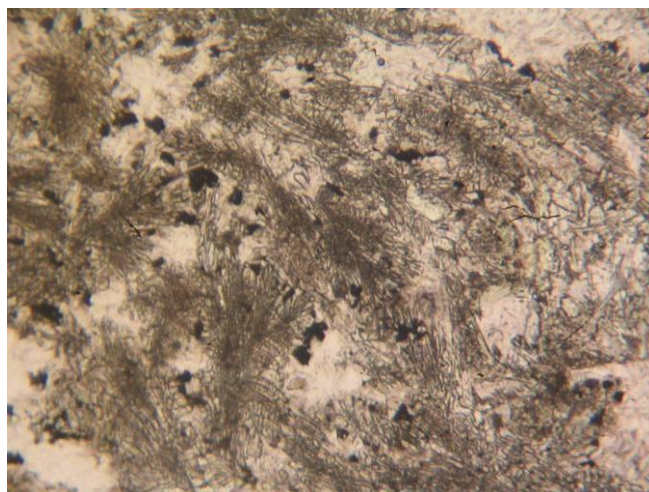
شکل ۲-۵۶- بافت پورفیری و زمینه افیتیک، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10003، واحد J_2^S (موقعیت نمونه: X=545360, Y=3139197)



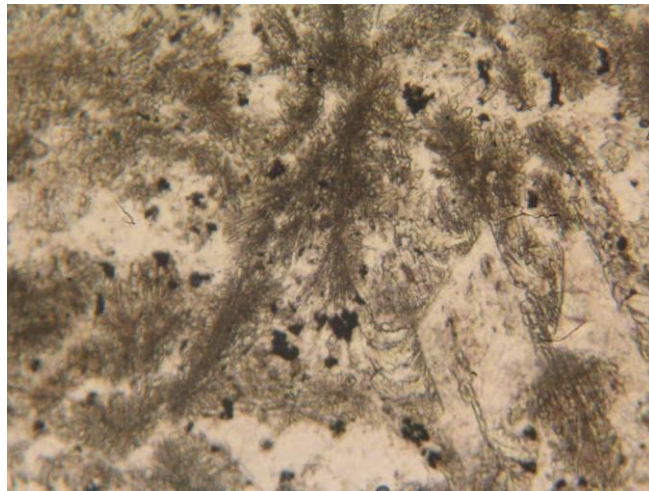
شکل ۲-۵۷- تشکیل اسفن بخرج کانی های اوپک، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10013، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=544895, Y=3139548)



شکل ۲-۵۸- کلریتی شدن کلینوپیروکسن، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10013، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=544895, Y=3139548)



شکل ۲-۵۹- بافت پورفیری و زمینه واریولیتیک (variolitic)، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10017، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=545798, Y=3139478)



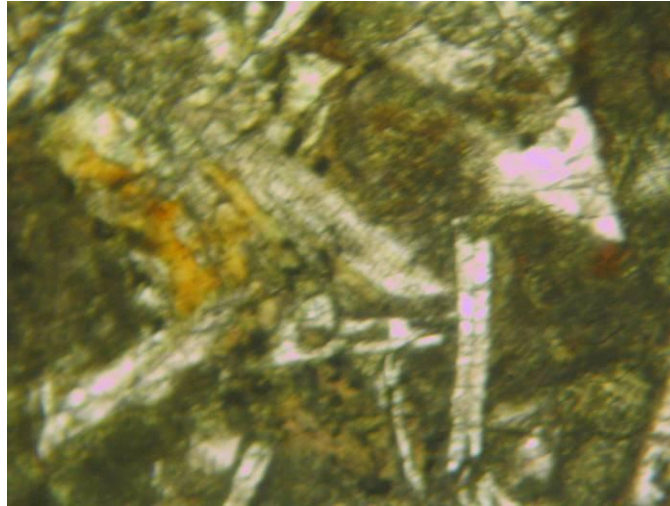
شکل ۶۰-۲- بافت پورفیری و زمینه واریولیتیک (variolitic)، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10017، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=545798, Y=3139478)



شکل ۶۱-۲- بلورهای سوزنی آکتینولیت که بخرج cpx بوجود آمده است، نور LN، بزرگنمایی 25X، مقطع شماره 10019، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=545836, Y=3139332)



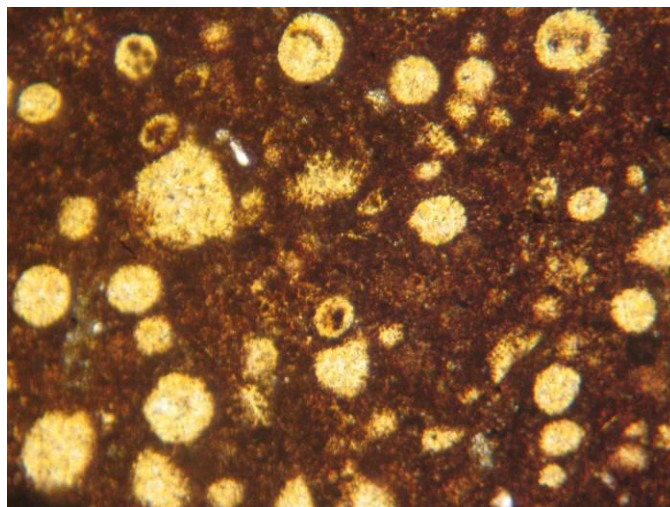
شکل ۶۲-۲- زمینه دانه ریز آکتینولیتی شده و بافت پورفیری، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10027، واحد J_2^d (موقعیت نمونه: X=545834, Y=3139349)



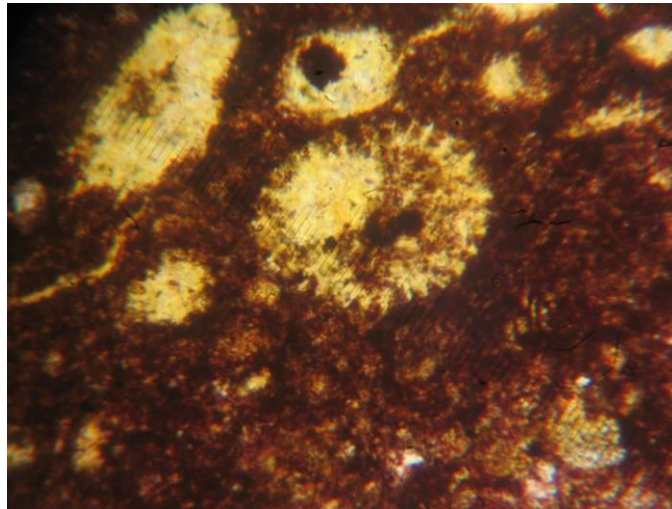
شکل ۲-۶۳- رخساره دم چلچله‌ای پلاژیوکلاز در زمینه، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10027، واحد J_2^d
(موقعیت نمونه: X=545834, Y=3139349)

۳-۲-۲-۲ واحد فیلیش J^{f-si}

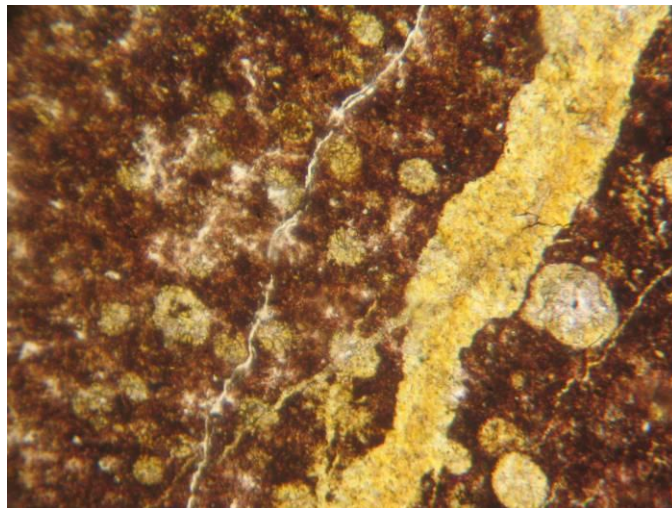
نمونه 10038 که نماینده این واحد است دارای لایه‌بندی ظریف و ریتمی دارد و تناوبی از سیلت دانه درشت و سیلت دانه‌ریز می‌باشد. دانه‌های آواری عمدتاً کوارتز، کمی فلدسپات آلکالن، پلاژیوکلاز، کانه‌های اوپاک، آلانیت و کلریت می‌باشد که در سیمانی از کانی‌های رسی قرار دارد. همین سنگ‌ها در زون‌های رورانگی و بر اثر واکنش با محلول‌های غنی از SiO_2 دگرگون شده و مقدار زیادی کوارتز دانه‌ریز به همراه مقدار کمی آمفیبول (احتمالاً از نوع آکتینولیت) و موسکویت و بیوتیت در آنها پدیدار گشته است. آمفیبول‌ها به این سنگ (10038) بافت لکه‌ای داده‌اند.



شکل ۲-۶۴- بقایای اسکلت رادیولارها که توسط پومپلینت جانشین شده است، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10038، واحد J^{f-si} (موقعیت نمونه: X=545850, Y=3139180)



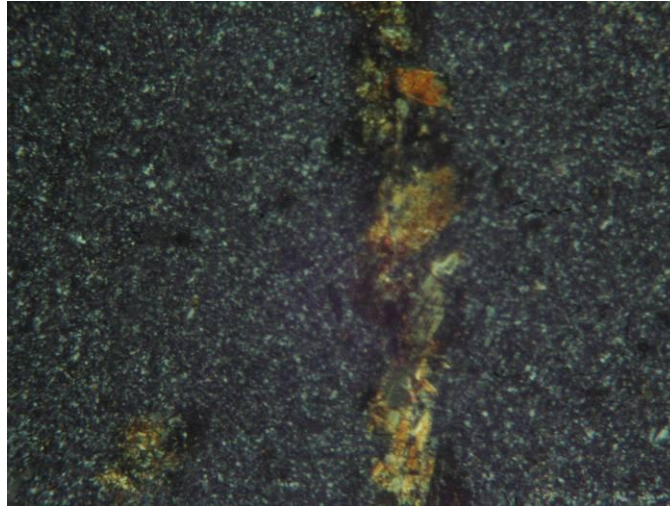
شکل ۲-۶۵- اسکلت رادیولارها که توسط پومپلثیت جانشین شده است، نور LN، بزرگنمایی 25X، مقطع شماره 10038، واحد J^{f-si} (موقعیت نمونه: X=545850, Y=3139180)



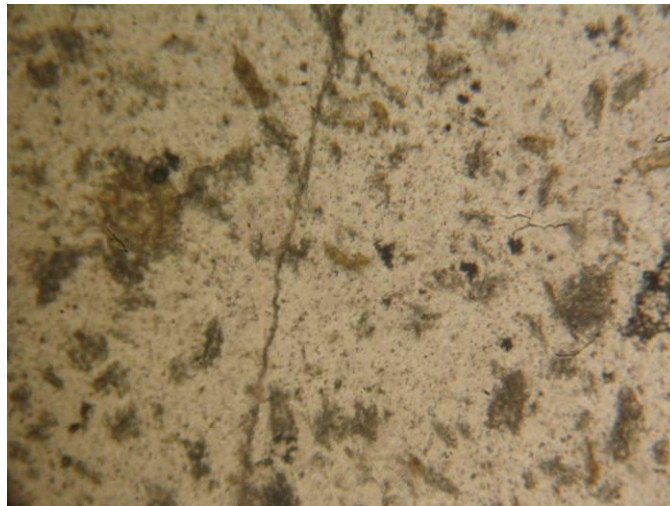
شکل ۲-۶۶- پومپلثیت رگه‌ای و پومپلثیت که جانشین اسکلت رادیولارها شده است (دو نسل پومپلثیت)، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10038، واحد J^{f-si} (موقعیت نمونه: X=545850, Y=3139180)



شکل ۲-۶۷- تناوب سیلت دانه درشت و دانه ریز، نور LP، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10038، واحد J^{f-si} (موقعیت نمونه: X=545841, Y=3139187)



شکل ۲-۶۸- رگه آمفیبول (اکتینولیت) در فلیش سیلیسی شده، نور LN، بزرگنمایی 10X، مقطع شماره 10038 واحد J^{f-si}
(موقعیت نمونه: X=545850, Y=3139180)



شکل ۲-۶۹- بافت لکه‌ای حاوی اکتینولیت، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10038، واحد J^{f-si} (موقعیت نمونه: X=545850, Y=3139180)

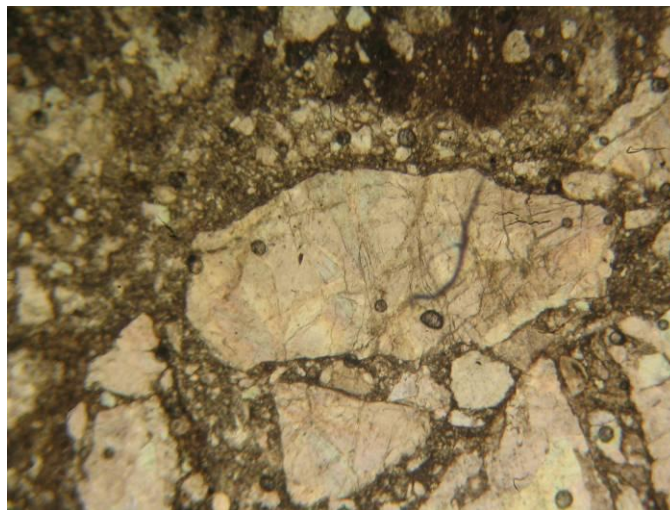
۲-۲-۲-۴- رگه‌ها

از این رگه‌ها دو نمونه گرفته شده است (10042 و 10043). این رگه‌ها یا از کلسیت و کمی پومپلثیت (مانند 10042) و یا از مجموعه پرهنیت (Prehnite) + پومپلی‌ایت + کلسیت (10043) تشکیل شده است. این رگه‌ها دارای بافت برشی می‌باشند. در مورد نوع 10043 ترکیب اصلی این قسمت از رگه‌ها عمدتاً پرهنیت می‌باشد که مقدار کمی پومپلثیت و کلسیت آنرا همراهی می‌نماید. پرهنیت با بافت دانه‌ای نسبتاً درشت، بافت دسته جاروئی (Bowtie) و اسفرولیتی دیده می‌شود. پومپلثیت به صورت دانه‌های بسیار ریز در فضاهای بین قطعات برشی پرهنیتی شده دیده می‌شود.

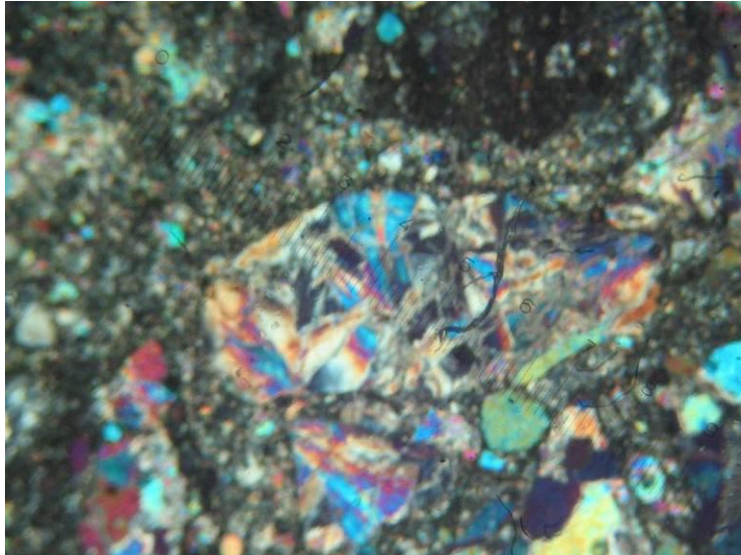
کانه‌های اوپاک که از اطراف به اسفن تبدیل شده‌اند در این سنگ‌ها دیده می‌شود که گمان می‌رود بقایای کانه‌های اوپاک گدازه‌های بالشی و دایک‌هایی باشد که سر راه این رگه‌ها ماهیت خود را از دست داده‌اند.



شکل ۲-۷۰-بافت برشی رگه‌ها، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10043 (موقعیت نمونه: X=544348, Y=3139416)



شکل ۲-۷۱-کانی‌های روشن پره‌نیت و کانی‌های تیره پومپلثیت، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10043 (موقعیت نمونه: X=544348, Y=3139416)



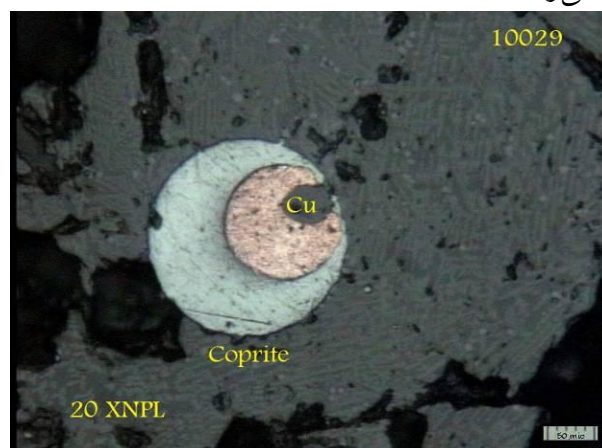
شکل ۲-۷۲- پره‌نیت، نور LN، بزرگنمایی 4X، مقطع شماره 10043 (موقعیت نمونه: X=544348, Y=3139416)

۲-۲-۳- تشریح مقاطع صیقلی

به منظور تعیین نوع کانی‌های موجود در سنگ‌های محدوده مورد مطالعه، جمعاً ۸ مقطع صیقلی از سنگ‌های مختلف (از جمله سرباره یا slag، بازالت، شیل، ژاسپروئید، ماسیوسولفید) تهیه و مطالعه گردید. در مطالعه سرباره‌ها مس خالص و کالکوپیریت مشاهده شد که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، پیروتیت و بورنیت نیز از دیگر کانی‌های مشاهده شده می‌باشند. در نمونه ماسیوسولفید نیز کانی اکسید منگنز (پسیلوملان) و مس خالص قابل رویت است. منیتیت، پیریت و کالکوپیریت نیز کانی‌های حائز اهمیت در بازالت‌ها می‌باشند. در زیر به شرح هر یک از نمونه‌ها می‌پردازیم.

۲-۲-۳-۱- نمونه 10029

این نمونه از سرباره‌ها در موقعیت $X=545017, Y=3139548$ برداشت شده است و تنها کانی فلزی موجود در این نمونه کریستالهای مس ناتیو (native copper) است که در ابعاد ۱۰۰-۳ میکرون و به تعداد کم و محدود تشکیل شده‌اند. اکثر کریستالها اندازه‌ای مابین ۷-۳ میکرون دارند. این کانی از اطراف در حال آلتراسیون به کوپریت (Cu_2O) بوده و برخی از آنها کاملاً به کوپریت تبدیل شده‌اند و در حال حاضر اثری از مس (Cu) در متن آنها به چشم نمی‌خورد. ابعاد مس باقیمانده در برخی از بلورها حداکثر به ۵۰ میکرون می‌رسد.



شکل ۲-۷۳- تصویر کریستال مس و کانی آن در نمونه 10029

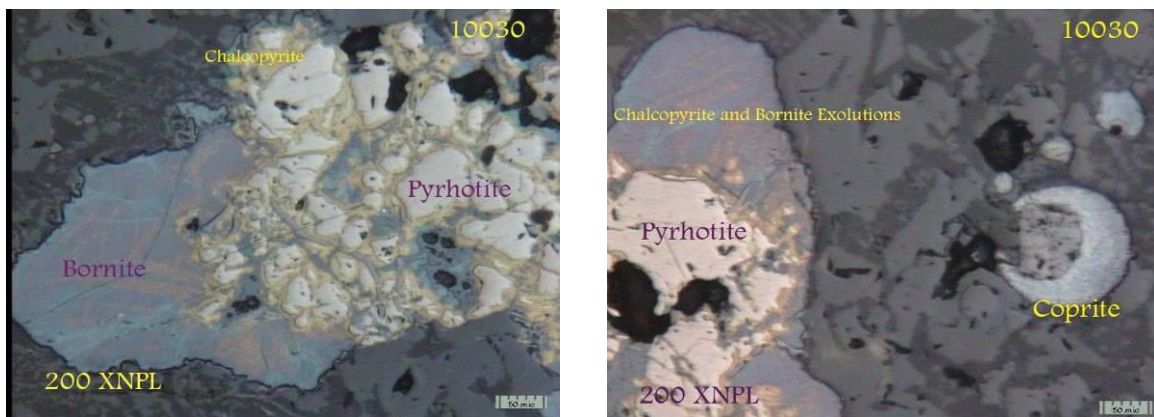
۲-۲-۳-۲- نمونه 10030

این نمونه نیز متعلق به سرباره‌ها در مختصات $X=544934, Y=3139572$ می‌باشد. کانیهای فلزی که در این نمونه به صورت لکه‌های کوچک با چشم غیر مسلح مشاهده می‌شوند مجموعه‌ای از کانیهای پیروتیت ($Fe_{1-n}S$) و اکسولوشن کالکوپیریت ($CuFeS_2$) و بورنیت (Cu_5FeS_4) است.

۱- کریستالهای پیروتیت با شکل غیرهندسی در ابعادی بین ۳ الی ۷۰ میکرون تشکیل شده و لکه‌های درشت‌تری را ایجاد کرده‌اند که توسط کالکوپیریت و بورنیت احاطه شده‌اند. این دو کانی علاوه بر حواشی بلورهای پیروتیت، در فواصل بین آنها نیز کانی سازی کرده است. جدایش کریستالهای کالکوپیریت از بورنیت نشان دهنده افت حرارت محیط تشکیل آنهاست. حدود ۲٪ نمونه توسط پیروتیت و ۳٪ توسط کالکوپیریت و بورنیت اشغال شده است.

۲- مس ناتیو (native copper): در ابعاد ۵ الی ۳۰ میکرون و به تعداد انگشت شمار دیده می‌شود. این کریستالها با حاشیه نسبتاً ضخیمی در حال آلتراسیون به کانی کوپریت هستند. بافت کانی سازی فلزی در این نمونه open space filling می‌باشد.

توالی کانی سازی فلزی عبارت است از: پیروتیت، کالکوپیریت، بورنیت، مس.



شکل ۲-۷- تصاویر کانی های مس در نمونه 10030

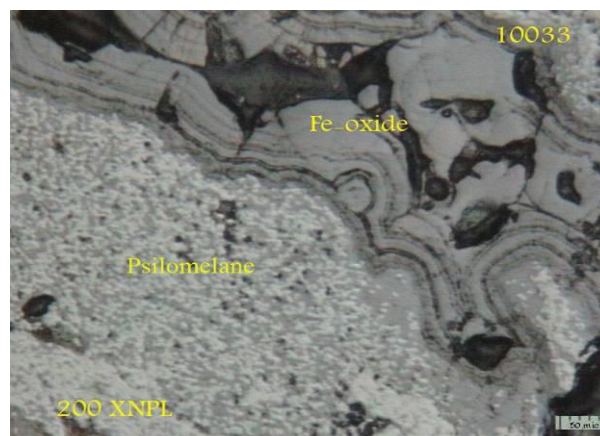
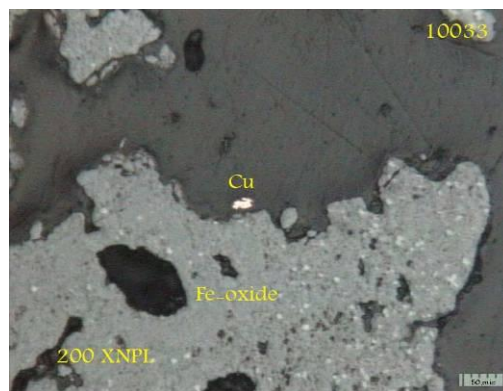
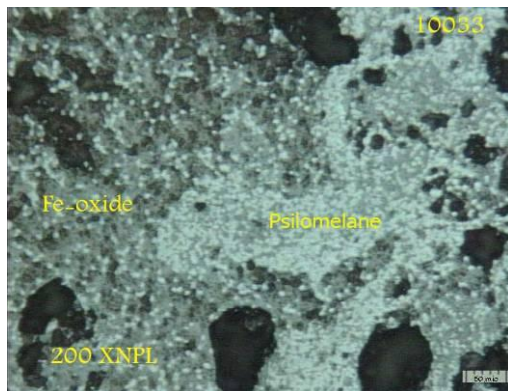
۲-۳-۳- نمونه 10033

این نمونه از قسمت فوقانی سامانه استرینگر زون و خود ماسیوسولفاید در مختصات

$X=545033, Y=3139534$ برداشت شده و دارای اختصاصات زیر می‌باشد:

۱- کانی فلزی تشکیل شده کریستالهای ریز و کوچک پسیلوملان (MnO) است که بصورت اشکال کروی و اغلب به شکل لکه‌های درشت حاصل از تجمع کریستالهای کوچک، همراه با اکسیدهای آبدار و ثانویه آهن به مقدار بسیار فراوان در حفرات و فضاهای باز سنگ در برگیرنده با بافت open space کانی سازی کرده‌اند. این مجموعه حدود ۶۰ درصد نمونه را فرا گرفته است که مقدار حضور پسیلوملان بیشتر از اکسیدهای آبدار و ثانویه آهن می‌باشد.

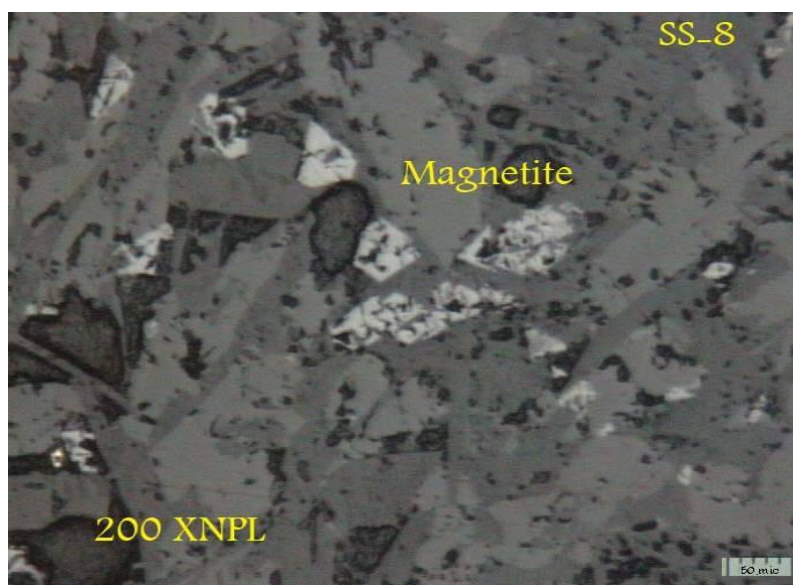
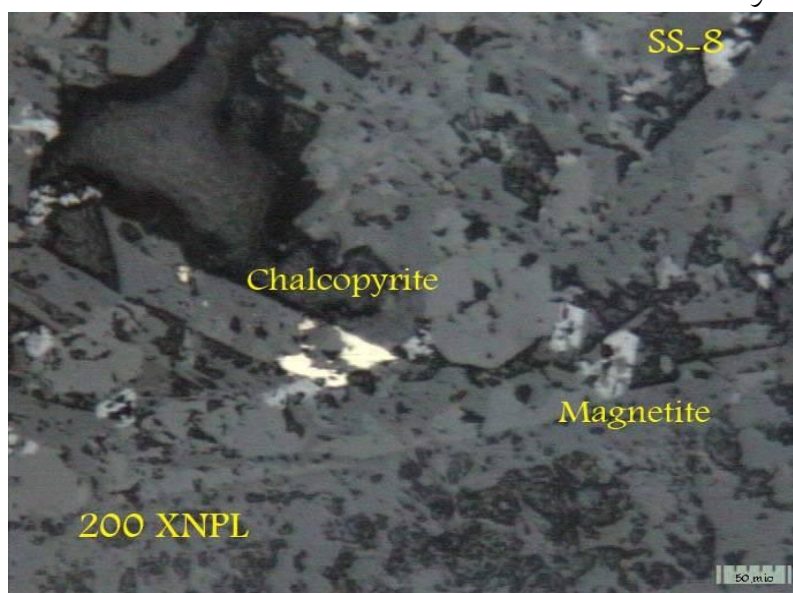
۲- چند دانه انگشت شمار کریستال مس ناتیو (Cu) حداکثر در اندازه ۱۰ میکرون در نقطه‌ای از نمونه مشاهده گردید.



شکل ۲-۷۵- تصاویر کانی های آهن و منگنز و مس در نمونه 10033

SS.8-۲-۳-۴-نمونه

این نمونه متعلق به بازالت‌ها در مختصات $X=544399, Y=3139420$ بوده و اصلی‌ترین و فراوان‌ترین کانی فلزی تشکیل شده در این نمونه، کریستالهای منیتیت ($FeFe_2O_4$) است که در اشکال مختلف در ابعاد ۵ الی ۶۰ میکرون و با فراوانی حدود ۴٪ در متن نمونه پراکنده‌اند. در لابلای این کریستالها و فضای خالی سنگ میزبان، به تعداد کم و محدود کریستالهایی از کانی کالکوپیریت مشاهده می‌شود که ابعاد آنها بین ۳ الی ۳۰ میکرون است. این کانی گاه قسمتی از قالب نوعی کانی غیر فلزی را اشغال کرده است.



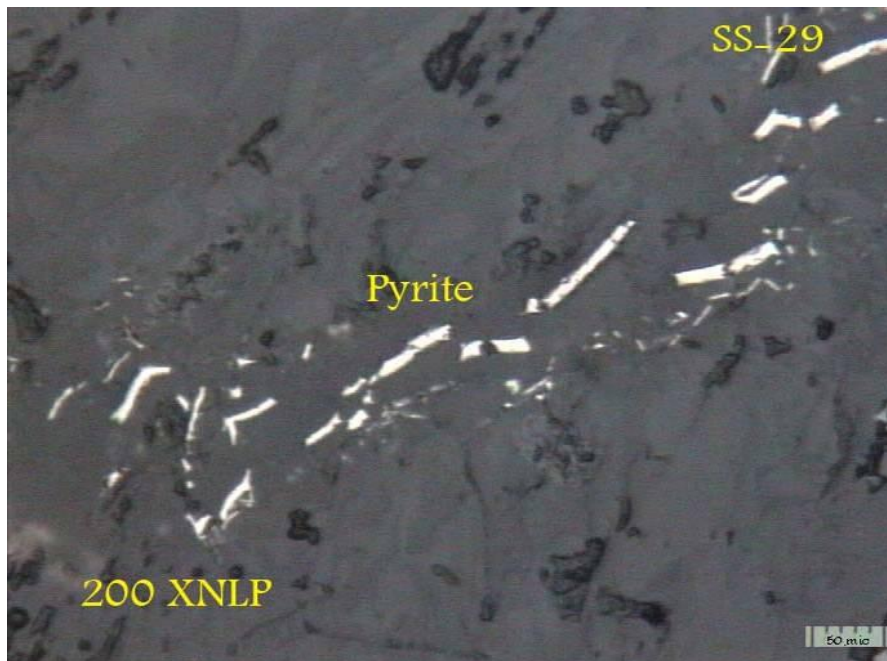
شکل ۲-۷۶- تصاویر کانی های آهن و مس در نمونه SS.8

SS.29-۵-۳-۲-۲-نمونه

این نمونه نیز از مجموعه بازالت‌ها در محل $X=545781$, $Y=3139252$ برداشت شده است.

۱- پیریت (FeS_2): به شکل کریستالهای غیرهندسی در درزها و شکافها و حفرات سنگ میزبان کانی سازی کرده و رگچه‌های ظریفی را ایجاد نموده است که در نمونه دستی با چشم غیر مسلح کاملاً قابل رویت هستند. این کریستالها اغلب در حال عبور از مرحله ژله‌ای (ملینکویت) و تبدیل به پیریت متبلور می‌باشند. حدود ۳٪ نمونه توسط این کانی اشغال شده است.

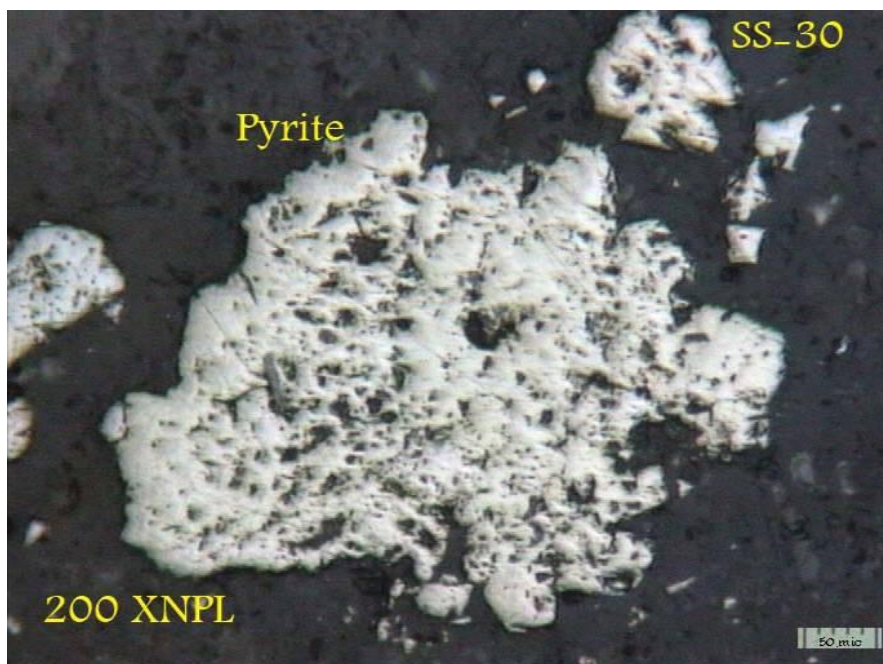
۲- منیتیت: در اشکال مختلف و در ابعاد ۳ الی ۶۰ میکرون و با فراوانی حدود ۴٪ تشکیل شده‌اند. در برخی نقاط اتصال چند کریستال کوچک لکه باریک و کشیده‌ای را ایجاد کرده است.



شکل ۲-۷۷- تصویر منیتیت و پیریت در نمونه SS-29

۲-۲-۳-۶-نمونه SS.30

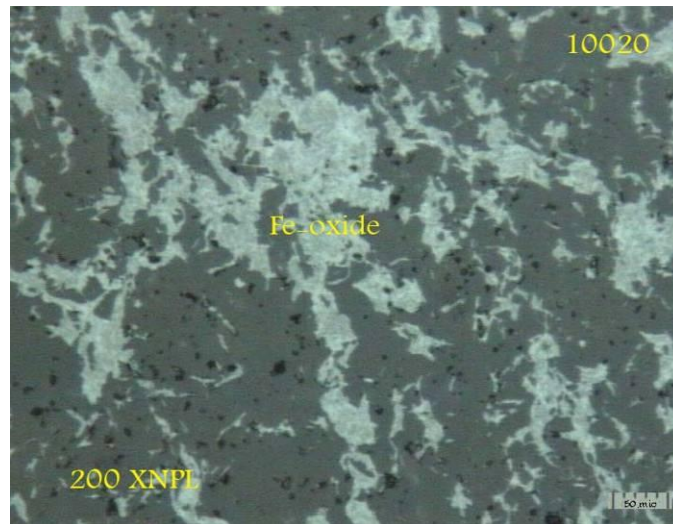
این نمونه نیز بازالت است که در مختصات $X=545531$, $Y=3139557$ برداشت شده است. کانیهای فلزی موجود در این نمونه و شرح کانی شناسی آن شبیه به نمونه SS.29 می باشد با این تفاوت که میزان حضور کانی پیریت در این نمونه به مراتب کمتر از نمونه قبلی و حدوداً کمتر از ۱٪ است.



شکل ۲-۷۸- تصویر پیریت در نمونه SS-30

۲-۲-۳-۷-نمونه 10020

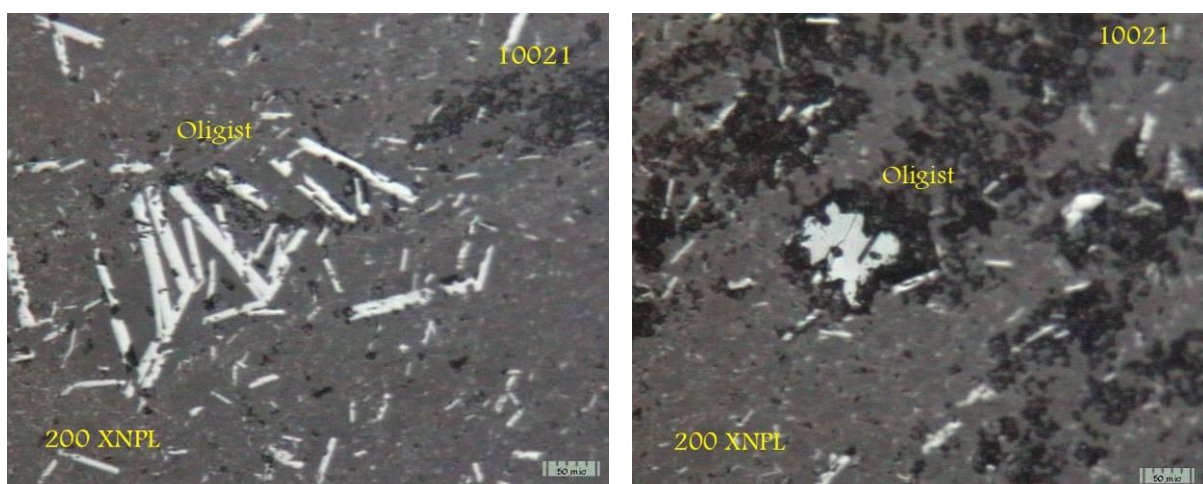
این نمونه مربوط به ژاسپروئید در محل $X=545021$, $Y=3139528$ بوده و تنها کانی فلزی در این نمونه اکسیدهای آبدار و ثانویه آهن است که بصورت لکه های نسبتاً کوچک ولی فراوان در فضاهای مناسب سنگ در برگیرنده مستقر شده اند. طرز قرار گیری این اکسیدها در فضاهای خالی سنگ میزبان در نمونه دستی با چشم غیر مسلح به شکل نواری دیده می شود. کانی فلزی دیگری در این نمونه مشاهده نگردید.



شکل ۲-۷۹- تصویر اکسید آهن در نمونه 10029

۲-۲-۳-۸-نمونه 10021

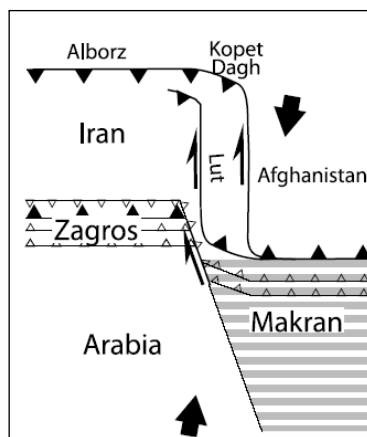
این نمونه از رسوبات شیلی در محل $X=545129, Y=3139404$ محدوده برداشت شده است. کریستالهای باریک و کشیده الیژیست تنها کانی فلزی تشکیل شده در این نمونه است که به طول ۳ الی ۱۵۰ میکرون و با فراوانی حدود ۳ درصد با بافت open space filling در جهات مختلف تشکیل شده‌اند. این کانی به ندرت به شکل پهن و حداکثر در اندازه ۵۰ میکرون مشاهده می‌شود.



شکل ۲-۸۰- تصاویر کانی الیژیست در نمونه 10021

۲-۲-۴- تکتونیک منطقه و الگوی ساختاری

محدوده معدنی سیاه معدن بخشی از زون سنندج - سیرجان است. زون سنندج - سیرجان باریکه ای از جنوب باختری ایران میانی است که در بلا فصل شمال خاوری راندگی اصلی زاگرس قرار دارد. ویژگی های سنگی و ساختاری سنندج - سیرجان معرف یک گودی ژرف و یا کافت میانه بلوک در سپر پرکامبرین ایران و عربستان است. به همین رو ویژگی های زمین شناختی آن با پهنه های مجاور تفاوت های آشکار دارد. تفاوت های ویژه این زون سبب شده است تا از گذشته های دور مورد توجه و مطالعه زمین شناسان باشد. درازای زون سنندج - سیرجان حدود ۱۵۰۰ و پهنای آن ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است که از باختر دریاچه ارومیه آغاز می شود و در یک راستای شمال باختری - جنوب خاوری تا گسل میناب، در شمال بندر عباس ادامه می یابد. نیاز به یادآوری است که در پهنه مکران باریکه ای از پوسته قاره ای به نام کمپلکس دورکان وجود دارد که مک کال (۱۹۸۵) آن را ادامه خاوری زون سنندج - سیرجان می داند. در جهت شمال باختر، گودی درون قاره ای سنندج - سیرجان تا جنوب خاوری ترکیه ادامه دارد که پس از تعبیری در روند آن تاماسیف بیتلیس ادامه می یابد. منطقه مورد مطالعه در پهنه گذار زاگرس - مکران (Zagros- Makran transfer zone) واقع شده است که بخشی از روند مهم ژئوتکتونیک عمان (Oman line) است (شکل ۲-۸۱). منطقه از نظر زمینساختی فعال بوده و آثار این فعالیت هم با شواهد زمینریخت شناختی و هم با زلزله های رخ داده در منطقه قابل پیگیری است. [22]



شکل ۲-۸۱- نقشه ساده شده که موقعیت پهنه تراگذر زاگرس - مکران (Zagros- Makran transfer zone) را نشان می دهد. [22]

گستره مورد مطالعه در محل تقاطع دو سامانه گسلی راستالغز مهم قرار دارد. یکی از این سامانه‌های گسلی با راستای شمالی- جنوبی و سازوکار راستبر مرتبط با عملکرد پهنه تراگذار زاگرس- مکران می‌باشد و سامانه گسلی دیگر راستای حدود N060 داشته و سازوکار غالب آن چپ بر است.

همچنین یک سامانه دگرریختی فشاری با راستای باختری-خاوری در بخشهایی از منطقه وجود دارد و موجب توسعه راندگی با همین راستا شده است.

۲-۲-۴-۱- ساختارها

الف) گسل‌ها

گسل‌های توسعه یافته در منطقه شامل سه سامانه گسلی عمده به شرح زیر می‌باشند:

۱- گسل‌های راستالغز راستبر با راستای شمال- جنوب تا شمال باختر- جنوب خاور

۲- گسل‌های راستالغز چپ بر با راستای شمال خاوری- جنوب باختری (تقریباً N060).

۳- گسل‌های راندگی با راستای تقریباً خاوری- باختری.

بر روی نقشه ۱-۲ گسل‌های محدوده سیاه معدن که برداشت و مطالعه شده و با کد مورد نظر و به ترتیب زیر آمده است:

گسل‌های با روند شمال- جنوب (N-S): شامل گسل‌های F1 تا F5

گسل‌های با روند شمال غرب- جنوب شرق (NW-SE) که شامل گسل‌های F6 تا F12 است. باید

گفت گسل‌های F9 در ادامه گسل F8 و گسل F11 در ادامه گسل F10 قرار گرفته است.

گسل‌های با روند جنوب غرب- شمال شرق (SWW-NEE) که شامل گسل‌های F13 تا F15 می‌باشد.

همچنین راندگیهایی که در محدوده مطالعه و برداشت شده اند شامل: F16, F17, F18, F19 می

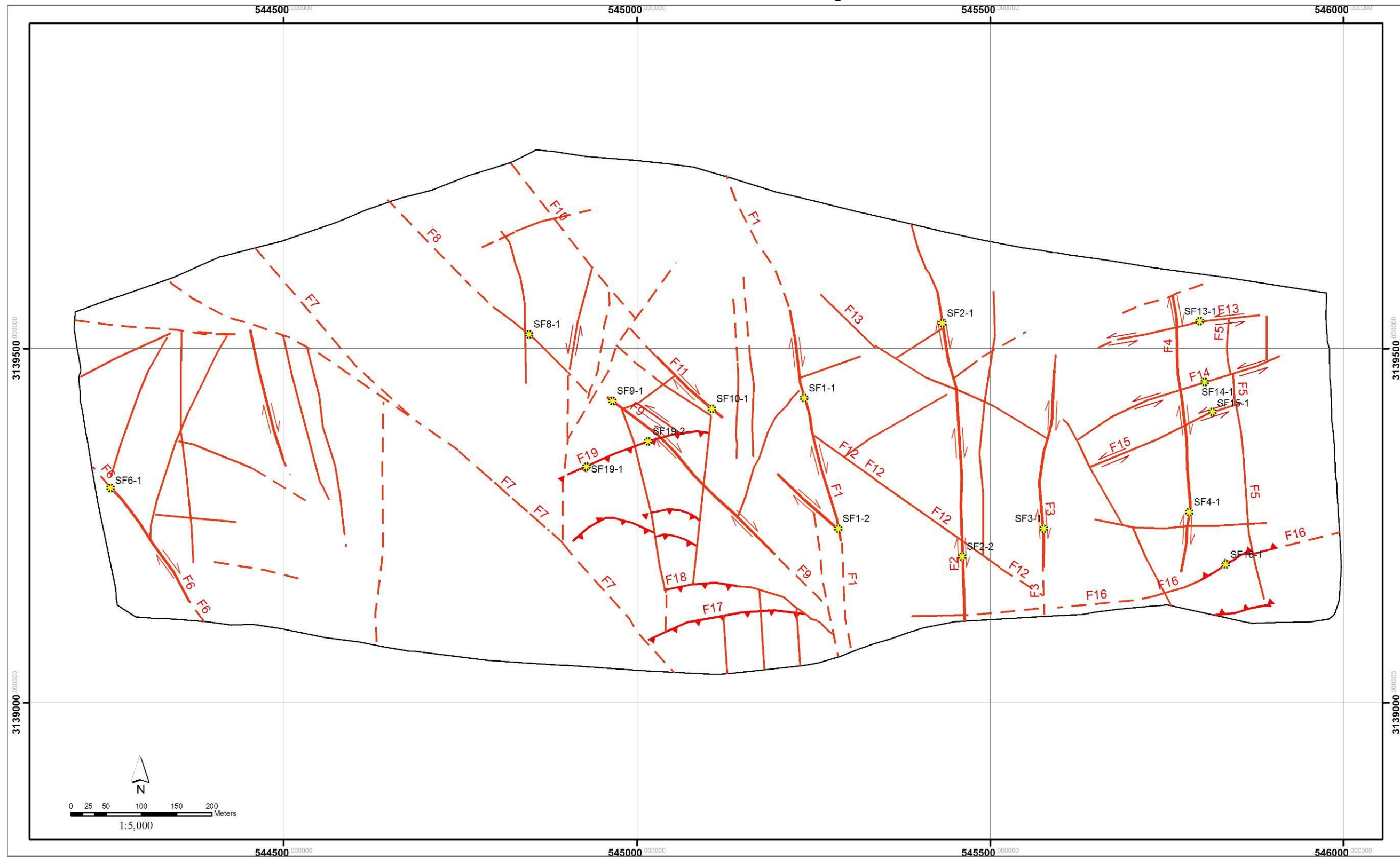
باشد. همچنین محل مطالعه و برداشت گسل‌های فوق در جدول ۱-۲ آورده شده است

در این بخش نمودار امتدادی گسل‌های محدوده سیاه معدن در نمودار ۱-۲ ترسیم شده است. روش

اندازه گیری مربوط به نمودار امتدادی گسل‌ها روش استفاده از گسل‌های نقشه می‌باشد. معمولاً دو

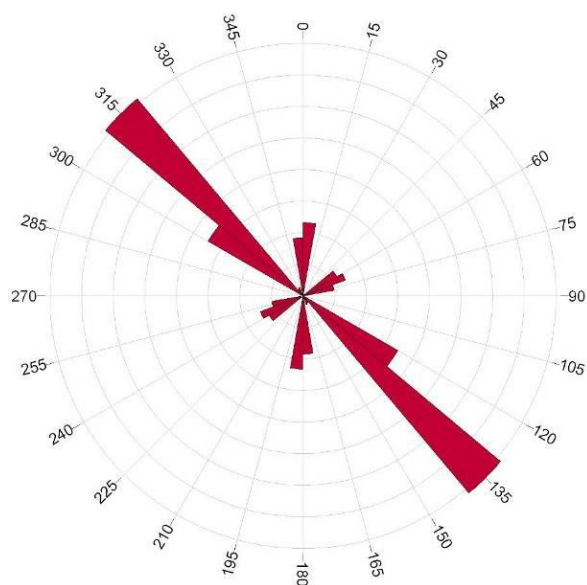
روش اندازه گیری و ترسیم گسل ها وجود دارد. ۱- برداشت گسل ها (براساس فراوانی و ترسیم نمودار امتدادی) ۲- با استفاده از گسل های موجود روی نقشه (براساس طول گسل ها و با استفاده از نرم افزار Rock work، نقشه ، گسل ها یا Fault Map ترسیم و سپس نمودار امتدادی آنها ترسیم می شود).

نقشه ۱-۲ - انواع گسلهای محدوده سیاه معدن به همراه ایستگاه مطالعه گسل (SF)



جدول ۱-۲- ایستگاه های مطالعه و برداشت گسلها

Fault surveying station	POINT_X	POINT_Y
SF16-1	545833.96	3139195.10
SF15-1	545815.24	3139410.69
SF14-1	545804.28	3139452.71
SF13-1	545796.97	3139538.57
SF4-1	545782.35	3139269.10
SF3-1	545576.36	3139245.80
SF2-1	545432.95	3139535.83
SF2-2	545460.81	3139206.52
SF1-2	545285.42	3139245.80
SF1-1	545237.46	3139430.33
SF10-1	545106.38	3139415.25
SF19-2	545016.40	3139369.12
SF19-1	544929.16	3139333.50
SF9-1	544965.70	3139426.21
SF8-1	544847.86	3139520.30
SF6-1	544255.47	3139303.35



نمودار ۱-۲- نمودار امتدادی گسل ها در محدوده نقشه گسل های محدوده سیاه معدن



شکل ۲-۸۲- گسل با راستای تقریباً شمالی- جنوبی و سازوکار راستالغز راستبر. (موقعیت دوربین: X=545196, Y=3139319 سوی عکس به سمت خاور).



شکل ۲-۸۳- گسل راستالغز راستبر در بخش خاوری محدوده مورد مطالعه. (موقعیت: X=545210, Y=3139358 سوی عکس به سمت جنوب خاور).

گسل اصلی با سازوکار راستالغز راستبر و راستای شمال‌باختری، بلوک باختری محدوده را از بخش خاوری جدا نموده است (گسل F7). آثار فعالیت‌های جوان این پهنه گسل در دشت آبرفتی بین دو بلوک قابل پیگیری است. اکثر آبراهه‌های اصلی در نتیجه عملکرد این پهنه توسعه یافته‌اند. بلوک باختری منطقه به شدت متأثر از گسل‌های با راستای شمالی- جنوبی و سازوکار راستالغز راستبر بوده و در بخش‌هایی از این بلوک برگشتگی در واحدهای سنگی دیده می‌شود که این برگشتگی با گدازه‌های بالشی برگشته در این بخش قابل تشخیص است.

سیستم گسل‌های راستالغز چپ‌بر با راستای شمال‌خاوری بویژه در بخش خاوری منطقه توسعه قابل توجهی دارند. بطور مثال دایک رخنمون یافته در بخش خاوری منطقه با راستای شمالی- جنوبی با عملکرد گسل‌های راستالغز شمال‌خاور بصورت چپ‌بر بریده و جابجا شده است (گسل‌های F14، F15). گسل‌های راستالغز چپ‌بر در منطقه عمدتاً راستای میانگین N060 دارند اما در بخش‌های میانی منطقه گسل‌های راست‌بر با راستای NNE-SSW برداشت گردیده‌اند (مثال: گسل‌های F1، F2، F3).

در بخش میانی منطقه مورد مطالعه (در جنوب رخنمون ماده معدنی)، سیستم گسل‌های راندگی با راستای خاوری- باختری حضور دارند. شیب این راندگیها کمتر از ۳۰ درجه است و اکثر آنها به سمت جنوب شیب دارند است (مثال F17، F18، F19).

آینه‌های گسلی (slickenside)، خطوط لغزشی (slickenline)، ساختارهای S-C، چین‌های کشان (drag folds)، رخ گسلی (fault cleavage) و غیره بعنوان نشانگرهای جنبشی گسل‌ها (fault kinematic indicators) در محدوده مورد مطالعه برداشت گردیدند و از آنها به‌عنوان داده‌های تکمیلی برای تحلیل کینماتیک گسل‌ها استفاده شد (شکل‌های ۲-۸۴ الی ۲-۸۷)



شکل ۲-۸۴- برخی از نشانگرهای جنبشی (Kinematic indicators) مورد استفاده برای تحلیل سازوکار گسل‌ها، خطوط لغزشی. (موقعیت: $X=545779, Y=3139252$)



شکل ۲-۸۵- برخی از نشانگرهای جنبشی (Kinematic indicators) مورد استفاده برای تحلیل سازوکار گسل‌ها، چینهای کشان (drag folds) (موقعیت: $X=545095, Y=3139427$).



شکل ۲-۸۶- برش گسلی (fault breccia) (موقعیت: X=545246, Y=3139393).



شکل ۲-۸۷- شکستگیهای موازی هم توسعه یافته در پهنه گسل (fault cleavage) (موقعیت:

X=545092, Y=3139418)

ب) درزه‌ها

برداشت درزه در ۱۴ ایستگاه در گستره مورد مطالعه انجام گرفته است (شکل‌های ۲-۸۸ و ۲-۸۹) و بر اساس آن نمودار امتدادی و یا استریوگرافیکی درزه‌های برداشت شده در ایستگاه‌های مختلف ترسیم شده‌اند. با مقایسه نمودار امتدادی گسل‌ها در منطقه و نمودارهای امتدادی درزه‌ها و بر اساس انطباقی که بین جهت‌یابی بیشتر درزه‌ها با سیستم‌های گسلی موجود در منطقه وجود دارد می‌توان گفت که بیشتر درزه‌های توسعه‌یافته در منطقه مرتبط با عملکرد پهنه‌های گسلی می‌باشند. عمده این درزه‌ها تقریباً موازی با راستای اصلی پهنه گسلی هستند و برخی از آنها مرتبط با شکستگیهای P, R, R' این پهنه‌های گسلی هستند و با زوایای خاصی نسبت به راستای اصلی ایجاد شده‌اند. درزه‌های با راستای میانگین N060، فراوانترین درزه‌های توسعه‌یافته در بیشتر ایستگاه‌های برداشت درزه می‌باشند که مرتبط با راستای پهنه‌های گسلی راستالغز با همین امتداد هستند. تعیین سن نسبی درزه‌ها در ایستگاه شماره ۹، نشان می‌دهد این سیستم جوانترین سیستم شکستگی در این محل است.

درزه‌های با راستای شمالی-جنوبی در اکثر ایستگاه‌ها برداشت شده‌اند و بعنوان یکی از دسته درزه‌های اصلی در منطقه می‌باشند. درزه‌های با این جهت‌یابی احتمالاً شکستگیهای مرتبط با حرکت گسل - های راستالغز راستبر با راستای شمال-جنوب هستند. درزه‌های در رابطه با گسل‌های شمال‌باختر-جنوب‌خاور با راستای میانگین N135 نیز در اغلب ایستگاه‌های برداشت شده توسعه زیادی دارند. همچنین مجموعه‌ای از درزه‌های کشتی با راستای شمالی-جنوبی در منطقه برداشت گردیده‌اند.

در ایستگاه‌هایی که درزه در نزدیکی گسل‌های راندگی برداشت شده است، شکستگیهای با راستای خاوری-باختری و با شیب کم توسعه قابل توجهی از خود نشان می‌دهند.



شکل ۲-۸۸- تصویری از ایستگاه شماره ۹ برداشت درزه. به توسعه سه سیستم درزه عمود بر هم (یک سیستم موازی لایه-

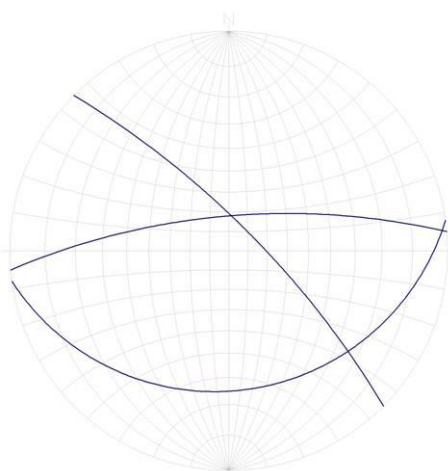
بندی و دو سیستم عمود بر لایه بندی) و یک سیستم تاخیری با راستای شمال باختری (N060) توجه نمائید (موقعیت:

(X=544885, Y=3139580)

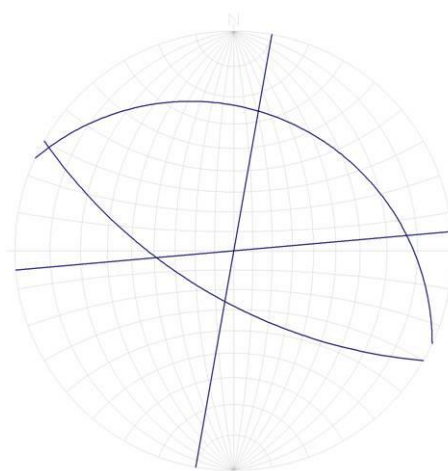
جدول ۲-۲- موقعیت ایستگاه های مطالعه درزه و واحد سنگی ایستگاه ها در محدوده سیاه معدن

Station	X	Y	Rock Unit
1	545127	3139244	J ₂ ^{v.m}
2	545202	3139060	J ₁ ^{sed2}
3	545387	3139428	J ₂ ^g
4	545498	3139341	J ₂ ^g
5	545350	3139334	J ₂ ^g
6	544390	3139498	J ₁ ^{P.L}
7	545826	3139281	J ₂ ^d
8	545169	3139348	J ₂ ^{v.m}
9	544885	3139580	J ₁ ^{sed2}
10	545788	3139249	J ₁ ^{P.L}
11	544992	3139333	J ₂ ^{v.m}
12	545019	3139522	J ₂ ^d
13	544897	3139510	J ₁ ^{sed2}
14	544345	3139511	J ₁ ^{P.L}

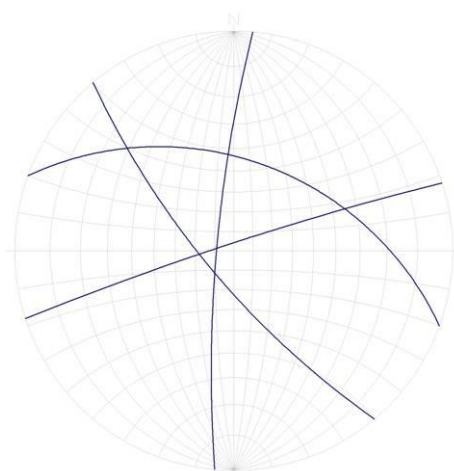
شکل ۲-۸۹- ترسیم استریوگرافیک و نمودارهای امتدادی درزه‌های برداشت شده در منطقه. در ایستگاههای ۱۰ تا ۱۴، تعداد برداشت‌ها بیش از ۱۰۰ درزه بوده که از آنها برای ترسیم نمودار گلسرخ‌ی استفاده شده است. در ایستگاههای ۱ تا ۹ تعداد برداشت‌ها کم و برداشت‌ها کنترل شده بوده‌اند بگونه‌ای که هر کدام از سطوح نشان داده شده، نماینده یک سیستم درزه است که برای این ایستگاهها ترسیم استریوگرافیک ارائه شده است.



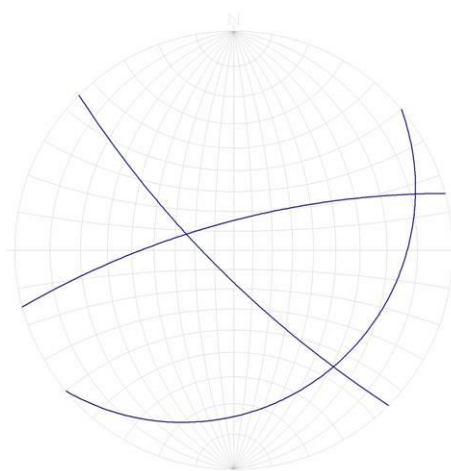
ایستگاه ۱



ایستگاه ۲

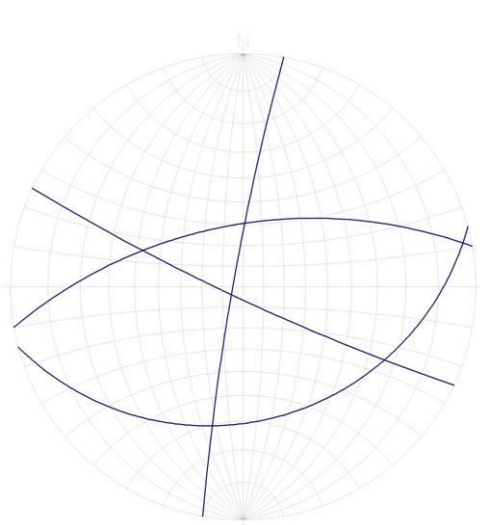


ایستگاه ۳

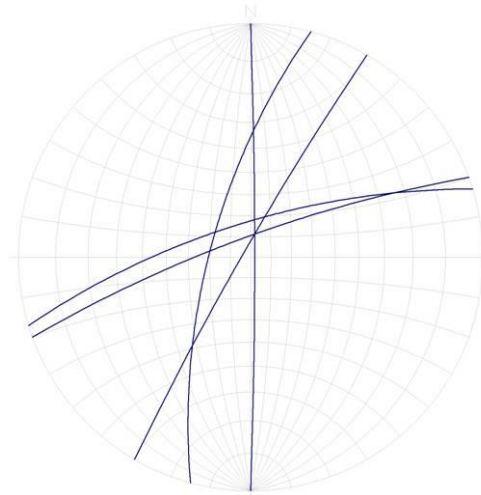


ایستگاه ۴

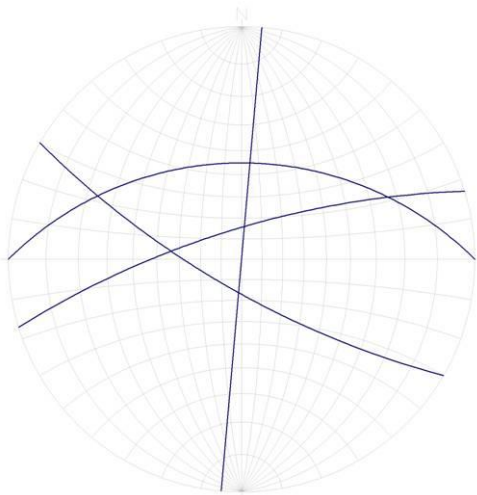
ادامه شکل ۲-۸۹



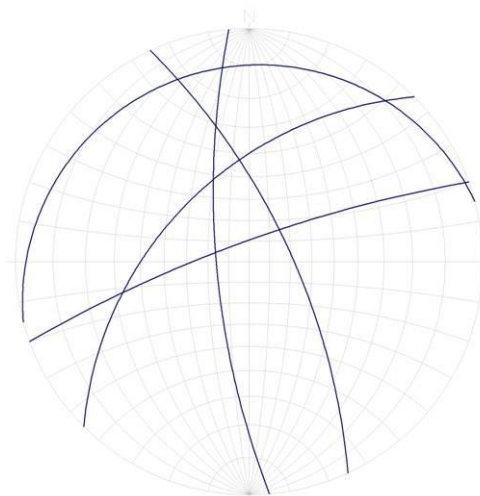
ایستگاه ۵



ایستگاه ۶

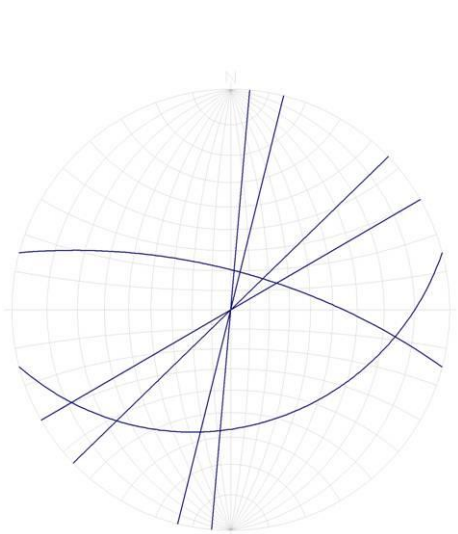


ایستگاه ۷

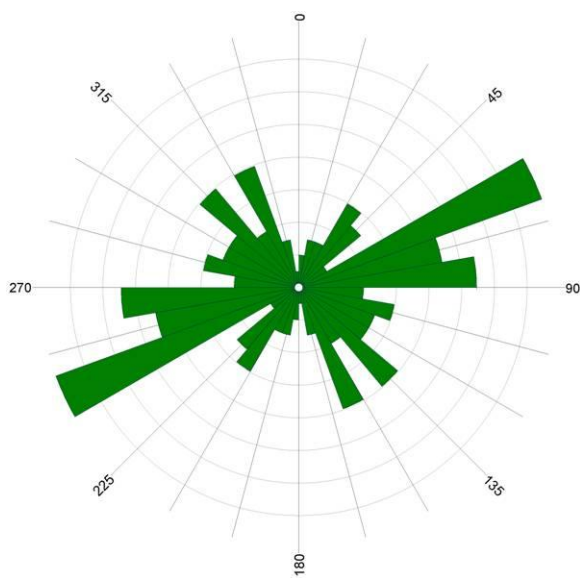


ایستگاه ۸

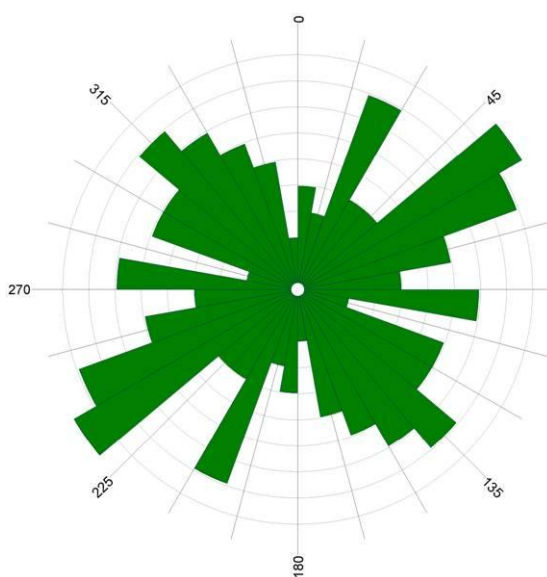
ادامه شکل ۲-۸۹



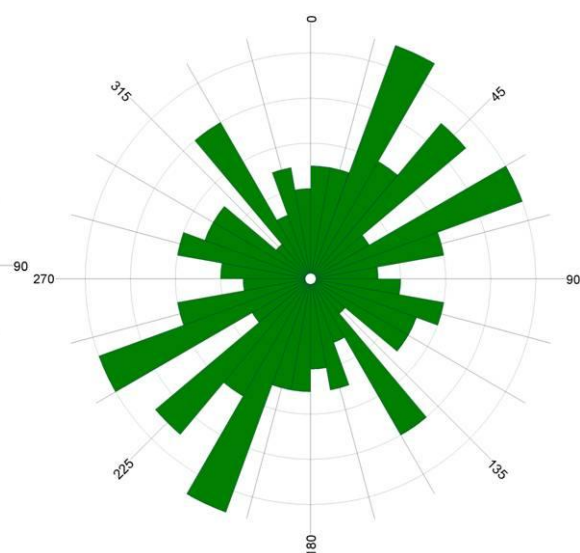
ایستگاه ۹



ایستگاه ۱۰

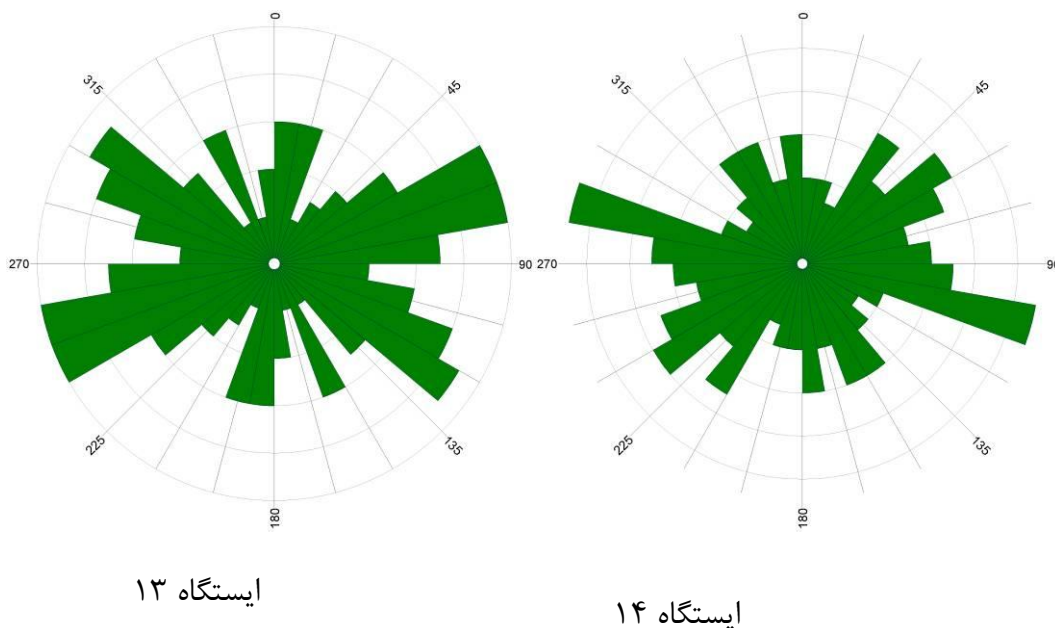


ایستگاه ۱۱



ایستگاه ۱۲

ادامه شکل ۲-۸۹



۲-۲-۵- استعداد بالقوه کانی سازی

شواهد زیر نشان از آن دارد که منطقه مورد مطالعه دارای استعداد بالقوه کانی سازی از نوع سولفور متراکم می باشد:

۱ - وجود سر باره های غنی از فایالیت: سر باره های غنی از فایالیت (شکل ۲-۹۰) با قطره های مس خالص که اغلب در اثر دگرسانی تبدیل به مالاکیت شده اند نشان از آن دارند که پیشینیان یا مواد معدنی پر عیار و یا اساساً سولفورهای متراکم را ذوب می نموده اند زیرا در فرآیندهای ذوب آنها با رسیدن هوا در دمای قابل ملاحظه سولفورها را ذوب می نموده اند. این فرآیند براساس واکنش زیر بوده است:



پیریت + کالکوپیریت

فایالیت

بنابراین سر باره های غنی از فایالیت می تواند دلیل بر وجود سولفورهای متراکم باشد. کارهای قدیمی چندی در اطراف این سر باره که فعلاً بر اثر گذشت زمان نوع و عمق آنها مشخص نیست، تأیید دیگری بر پتانسیل کانی سازی در این منطقه دارد. (سبزه یی، اظهارات شفاهی)

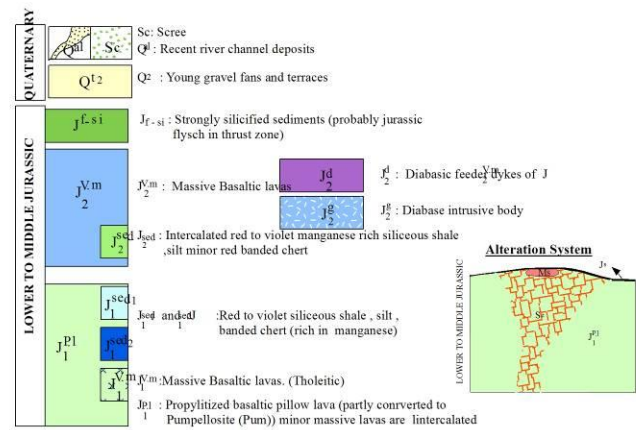
- ۲ - با وجود نشانه‌هایی مانند بقایای سولفورهای متراکم در زون استرینگر احتمالی با ساختار داربستی، حضور یک سامانه سولفوری متراکم Massive Sulfide System محتمل است. به خصوص که این زون داربستی Stock Work با رسوباتی مانند ژاسپیلیت پوشش داده شده است.
- ۳ - وجود دگرسانی پروپیلیتی گسترده و بویژه تشکیل اپیدوزیت و بمقدار کمتر Pumpollosite در گدازه‌های بالشی واحدهای $J_1^{v.m}$ $J_1^{P.L}$ و عدم حضور آن در واحدهای گدازه‌های متراکم و دایک‌های وابسته به آن، نشان از آن دارد که این دگرسانی در یک برهه زمانی بین زمان تشکیل و سرد شدن گدازه‌های بالشی و نفوذ به اعماق زیر و رسیدن و نزدیک شدن به مخازن ماگمایی عمیق و گرم شدن و تشکیل یک سیستم هدایتی Convective و شستشوی مس و روی از مقطع گدازه‌ها و تخلیه آن در نقاط خاص که دودخان‌های سیاه Black Smokers فعالیت داشته تکوین یافته‌اند. از تمام این شواهد چنین بر می آید که گامهای اکتشافی بعدی در این منطقه از توجیه معقولی بر خوردار می باشد.



شکل ۲-۹۰- سرباره‌های (slag) غنی از فایالیت در منطقه سیاه معدن (موقعیت دوربین: X=344898, Y=3139571) دید به سمت شمال شرق).

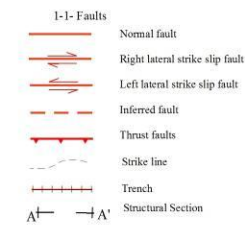
نقشه ۲-۲- زمین شناسی محدوده سیاه معدن

LEGEND



SYMBOLS

1- Geological Symbols



2- Prospection Symbols



3- Geographic Symbols

