

عنوان گزارش:

گزارش فنی مطالعات اکتشافی مرحله پی جویی در محدوده پروانه

اکتشافی واقع در استان کرمان، شهرستان فاریاب

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

چکیده:

محدوده اکتشافی فاریاب در ۲۴ کیلومتری شمال شهر فاریاب در استان کرمان قرار دارد با توجه به وضعیت زمین‌شناسی واحدهای مختلف در محدوده فاریاب، پروفیل‌های پیمایش با فواصل ۵۰ متری طراحی شد و با روند شرقی-غربی در نظر گرفته شد. پس از پیمایش پروفیل‌های طراحی شده، در نهایت تعداد ۱۲ نمونه جهت انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر فرعی و تعداد ۲۶ نمونه جهت انجام آنالیز طلا به روش Fire Assay و همچنین تعداد ۳ نمونه برای آنالیز XRF برداشت شد از لحاظ وضعیت سنگ‌شناسی، محدوده فاریاب شامل واحدهای دگرگونی از جمله انواع شیست‌ها، آمفیبولیت و مرمر به سن پالئوزوئیک می‌باشد که به طور ناپیوستگی توسط سنگ‌های آهکی به سن کرتاسه زیرین پوشیده شده‌اند. برداشت‌های ساختاری در محدوده فاریاب شامل گسل‌ها و لایه‌بندی واحدهای کربناته و دگرگونی می‌باشد. بر اساس برداشت‌های صحرایی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای ۱۱۰ شکستگی- گسله عمده شناسایی و ثبت گردید. غالب شکستگی‌های برداشت شده با این روند در واحد کربناته رخ داده‌اند و عملکرد نرمال آنها قابل مشاهده است. در دیواره صفحات گسلی کانی‌سازی به صورت اکسید آهن شامل لیمونیت و هماتیت مشاهده می‌شود. مهمترین کانی‌زایی فلزی مشاهده شده در محدوده اکتشافی فاریاب شامل رخداد کانی‌زایی هماتیت اولیه (اسپیکولاریت) همراه با شیست‌ها می‌باشد که در بخش شمال شرق محدوده فاریاب رخ داده است. ضخامت این افق‌های کانی‌زا بین نیم تا یک متر و طول آنها حداکثر ۵۰۰ متر می‌باشد. همراه با این سنگهای دگرگونی عدسی‌های سیلیسی با تعداد نسبتاً زیادی در این محدوده رخ داده‌اند. ابعاد این عدسی‌های سیلیسی از حدود چند سانتی‌متری تا بیش از دو متر عرض می‌باشند و طول آنها در بعضی از این عدسی‌های سیلیسی به ده تا ۱۵ متر می‌رسد. بیشترین مقدار طلای در این محدوده ۴۱ ppb می‌باشد که از یک عدسی کوارتزی دارای اکسیدهای آهن و در داخل سنگ دگرگونی برداشت شد و در کل عیار طلا در نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی چندان بالا نبوده و نمی‌توان به عنوان آنومالی قابل توجهی در نظر گرفت. عنصر آرسنیک که معمولاً به عنوان یک ردیاب برای طلا در نظر گرفته می‌شود در نمونه‌های آنالیز شده حداکثر مقدار آن ۳۴ ppm می‌باشد و در کل عیار آن پائین می‌باشد و احتمالاً به همین دلیل عیار طلا نیز پائین می‌باشد. بیشترین مقدار آنومالی مس با عیار ۲۱۷ ppm در بخش شمال غرب محدوده فاریاب و همراه با یک عدسی سیلیسی در داخل سنگ دگرگونی رخ داده است. بقیه نمونه‌ها عیار پائینی از مس را نشان می‌دهند. بر اساس اطلاعات حاصل از بازدید میدانی، دو اولویت اکتشافی در این محدوده معرفی شده است. اولویت اکتشافی اول در بخش شمال شرق محدوده فاریاب با مساحت ۱۲ هکتار می‌باشد. رخدادهای نسبتاً قابل توجهی از افق‌های شیستی دارای هماتیت اولیه و در جهت شیستوزیته در سنگهای دگرگونی این منطقه رخ داده است. اولویت اکتشافی دوم در بخش مرکزی محدوده اکتشافی فاریاب با مساحت ۱۴ هکتار می‌باشد. این بخش عمدتاً از واحد سنگ آهک کرم رنگ پوشیده شده است و با توجه به گستردگی و کیفیت نسبتاً مناسب سنگ آهک آن (پائین بودن مقدار سیلیس و اکسید آهن و بالا بودن مقدار اکسید کلسیم و LOI)، پیشنهاد می‌شود برای تولید پودر میکرونیزه مد نظر قرار گیرد.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ موقعیت جغرافیایی محدوده فاریاب..... ۹
- ۱-۲ راه دسترسی..... ۱۰
- ۱-۳ پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی..... ۱۱
- ۱-۴ وضعیت اجتماعی و اقتصادی منطقه..... ۱۲
- ۱-۵ توپوگرافی منطقه..... ۱۲
- ۱-۶ زمین شناسی اقتصادی (نشانه های معدنی)..... ۱۴
- ۱-۷ ژئوشیمی آبراهه های با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰..... ۱۵
- ۱-۷-۱ بررسی و پردازش داده های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگه پاگذار..... ۱۶

فصل دوم: تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ محدوده اکتشافی فاریاب

- ۲-۱ زون های ساختاری ایران..... ۲۳
- ۲-۲ تاریخچه چینه نگاری سنندج - سیرجان..... ۲۴
- ۲-۳ دگرگونی سنندج - سیرجان..... ۲۴
- ۲-۴ زمین ساخت سنندج - سیرجان..... ۲۶
- ۲-۵ توان معدنی سنندج - سیرجان..... ۲۶
- ۲-۶ نقشه زمین شناسی پاگذار..... ۲۷
- ۲-۷ زمین ریخت شناسی..... ۲۷
- ۲-۸ موقعیت ناحیه فاریاب در زمین شناسی ایران..... ۲۸
- ۲-۹ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک..... ۳۰
- ۲-۱۰ ساختمان های چین خورده و گسله..... ۳۱
- ۲-۱۱ شرح واحدهای سنگی در نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ محدوده فاریاب..... ۳۲
- ۲-۱۲ واحدهای سنگی دگرگونی در محدوده فاریاب..... ۳۵
- ۲-۱۲-۱ سنگ مرمر..... ۳۵
- ۲-۱۲-۲ موسکویت شیستها..... ۳۹

۳-۱۲-۲	گرافیت- موسکویت شیست	۴۵
۴-۱۲-۲	موسکویت کالک شیست	۴۸
۵-۱۲-۲	بیوتیت- موسکویت- گارنت شیست	۵۴
۶-۱۲-۲	آپیدوت- آمفیبول شیست	۶۲
۷-۱۲-۲	واحد سنگ آهک محدوده فاریاب	۶۸
۸-۱۲-۲	برداشته‌های ساختاری در محدوده فاریاب	۷۱

فصل سوم: بازدید میدانی نمونه برداری

۱-۳	مقدمه	۸۰
-----	-------	----

فصل چهارم: کانی‌زایی و ژئوشیمی در محدوده فاریاب

۱-۴	مقدمه	۸۵
۲-۴	مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده فاریاب	۹۴
۳-۴	تعبیر و تفسیر داده‌ها و نقشه‌های ژئوشیمیایی	۱۰۰
۴-۴	معرفی مناطق دارای اولویت اکتشافی در محدوده فاریاب	۱۰۵
۱-۴-۴	اولویت اکتشافی اول	۱۰۶
۲-۴-۴	اولویت اکتشافی دوم	۱۰۷

ضمیمه‌ها	۱۱۰
----------	-----

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱. موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب بر روی تصویر گوگل ارث ----- ۹
- شکل ۲-۱. مسیر دسترسی به محدوده اکتشافی فاریاب از شهر کرمان که شامل مسافت و زمان تقریبی رسیدن به شهرستان فاریاب می باشد. ----- ۱۰
- شکل ۳-۱. نقشه جاده‌های منطقه فاریاب و راه دسترسی به محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۱۱
- شکل ۴-۱. نقشه توپوگرافی و خطوط کنتور منطقه مورد مطالعه ----- ۱۳
- شکل ۵-۱. نقشه پراکندگی نقاط کنترلی و خطوط کنتور منطقه مورد مطالعه ----- ۱۴
- شکل ۶-۱. موقعیت مکانی نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای برداشت شده در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در برگه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۱۶
- شکل ۷-۱. موقعیت مکانی نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای برداشت شده در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در برگه پاگدار (نقاط سبز رنگ) و تصحیح موقعیت آنها در نقشه آبراهه‌ای (نقاط قرمز رنگ). ----- ۱۷
- شکل ۸-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر مس در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۱۸
- شکل ۹-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر سرب در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۱۸
- شکل ۱۰-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر روی در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۱۹
- شکل ۱۱-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر گوگرد در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۱۹
- شکل ۱۲-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر منگنز در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۲۰
- شکل ۱۳-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر نیکل در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۲۰
- شکل ۱۴-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر تیتانیوم در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ----- ۲۱
- شکل ۱-۲. پهنه‌های رسوبی- ساختاری عمده ایران، (آقنباتی، ۱۳۸۵)، ستاره سفید رنگ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می دهد ----- ۲۳
- شکل ۲-۲. نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰،۰۰۰ سبزواران (واله و همکاران، ۱۳۷۱) به همراه موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۲۹
- شکل ۳-۲. نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ برگه پاگدار و موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب بر روی این نقشه (برگرفته از ناظم زاده شعاعی، ۱۳۸۳) ----- ۲۹
- شکل ۴-۲. نمایش پروفیل‌های طراحی شده با فواصل ۵۰ متری از یکدیگر (خطوط قرمز رنگ)، مسیرهای پیمایش شده (خطوط آبی رنگ) و موقعیت نمونه‌های برداشت شده جهت مطالعات میکروسکوپی (نقاط سبز رنگ) در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۳۲
- شکل ۵-۲. نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ از محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۳۴
- شکل ۶-۲. رخداد سنگ مرمر در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۳۶

شکل ۷-۲. الف) نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت در نور XPL. ب) نمایش پر شدگی شکستگی ها توسط درشت بلورهای ثانویه کلسیت نور PPL.-----۳۷

شکل ۸-۲. الف و ب) نمایش بلورهای کلسیت تبلور مجدد یافته و بلورهای فرعی کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ).-----۳۸

شکل ۹-۲. رخداد موسکویت شیست ها در محدوده اکتشافی فاریاب.-----۳۹

شکل ۱۰-۲. الف وب، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت و لایه های نازک اپاک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). ج و د، نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز، فلدسپار پتاسیم دار و بلورهای کشیده موسکویت در نور XPL.-----۴۲

شکل ۱۱-۲. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج) نمایش تبلور مجدد بلورهای کوارتز و تشکیل بافت هسته-گوشته در نور XPL.-----۴۴

شکل ۱۲-۲. رخداد گرافیت مسکویت شیست در منطقه اکتشافی فاریاب. به چین خوردگی های موجود در این سنگ ها توجه شود.-----۴۵

شکل ۱۳-۲. الف، ب، ج و د) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های ممتد گرافیت که در نتیجه سه فاز دگرشکلی به شدت چین خورده اند و فابریک S-C را ایجاد کرده اند در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.-----۴۷

شکل ۱۴-۲. رخداد موسکویت کالک شیست در محدوده اکتشافی فاریاب. به وجود رگه های گرافیتی در این سنگ ها توجه شود.-----۴۸

شکل ۱۵-۲. الف و ب) نمایش پورفیروبلست آمفیبول در بین لایه های گرافیت و موسکویت در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به جانشینی بلورهای آمفیبول توسط بلورهای ثانویه کلریت توجه شود. ج و د) نمایش لایه های گرافیت، موسکویت و بلورهای کشیده کلریت و اسفن در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به چین خوردگی بلورها و لایه توجه شود.-----۵۱

شکل ۱۶-۲. الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند و بلورهای کوارتز و کلسیت در بخش میکرولیتون سنگ در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به اشکال فلس ماهی در بلورهای موسکویت توجه شود.-----۵۳

شکل ۱۷-۲. رخداد بیوتیت-موسکویت-گارنت شیست در محدوده اکتشافی فاریاب.-----۵۴

شکل ۱۸-۲. الف، ب، ج و د) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت دگرسان شده (توسط کلریت جانشین شده است) و پورفیروبلست های گارنت در نورهای PPL (شکل الف، ج و د) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. با توجه به روابط فازی، گارنت های موجود در اشکال الف و ب از نوع بعد از تکتونیک و در اشکال ج و د از نوع همزمان با تگتونیک می باشند.-----۵۷

شکل ۱۹-۲. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و لایه های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت افشان در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).-----۵۹

شکل ۲-۲۰. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و لایه های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته اند در نور PPL (شکل الف و ب). ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت بین دانه ای در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).-----۶۱

شکل ۲-۲۱. رخداد اپیدوت- آمفیبول شیست در محدوده اکتشافی فاریاب-----۶۲

شکل ۲-۲۲. الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده اپاک، اسفن و آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و ریز بلورهای اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.-----۶۵

شکل ۲-۲۳. الف، ب و ج) نمایش بلورهای کشیده آمفیبول و ریز بلورهای پراکنده اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط بیوتیت جانشین شده است در نور PPL. د، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده است در نور XPL.-----۶۷

شکل ۲-۲۴. رخداد واحد سنگ آهک در محدوده اکتشافی فاریاب-----۶۸

شکل ۲-۲۵. الف، ب و ج، نمایش قطعات کلسیتی و ماسه سنگ (S.S) در سنگ آهک که با سیمان ماتریکسی به یکدیگر متصل شده اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب و ج). د، نمایش بلورهای اپاک که به صورت بین بلوری و افشان در متن سنگ دیده می شوند در نور XPL.-----۷۰

شکل ۲-۲۶. نقشه گسلهای شناسایی شده در محدوده اکتشافی فاریاب با مقیاس ۱:۵۰۰۰-----۷۱

شکل ۲-۲۷. نمودار گل سرخی گسل های محدوده فاریاب-----۷۲

شکل ۲-۲۸. همبری شیست و واحد کربناته به صورت گسله با مشخصات $N050,60SE$ به همراه استریونت آن-----۷۳

شکل ۲-۲۹. گسل در واحد کربناته با مشخصات $N035,75SE$ و استریونت مرتبط با آن-----۷۴

شکل ۲-۳۰. پرتگاه گسله در واحد کربناته با روند شمال شرقی - جنوب غربی-----۷۵

شکل ۲-۳۱. گسل در واحد کربناته با مشخصات $N155,74SW$ و استریونت مرتبط با آن-----۷۶

شکل ۲-۳۲. گسلش چپ بر با راستای $N100$ درجه موجب بریدگی رگه سیلیسی فاقد کانی‌زایی شده است-----۷۷

شکل ۲-۳۳. همبری شیست و واحد کربناته به صورت گسله با مشخصات $N185,85W$ به همراه استریونت آن-----۷۸

شکل ۳-۱. موقعیت پروفیل‌های طراحی شده با فواصل ۵۰ متری در محدوده فاریاب-----۸۰

شکل ۳-۲. موقعیت مسیرهای پیمایش به همراه پروفیل‌ها در محدوده فاریاب-----۸۱

شکل ۳-۳. موقعیت نمونه‌های برداشت شده برای انجام مطالعات پتروگرافی به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب-----۸۱

شکل ۳-۴. موقعیت نمونه‌های برداشت شده برای انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب-----۸۲

شکل ۳-۵. موقعیت نمونه‌های برداشت شده به همراه نوع آنالیز و پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب-----۸۲

شکل ۴-۱. رخداد لایه شیستی دارای هماتیت به رنگ تیره و با ضخامت بین نیم متر تا یک متر در جهت شیستوزیته سنگهای دگرگونی در محدوده اکتشافی فاریاب-----۸۶

شکل ۴-۲. رخداد لایه شیستی دارای هماتیت با ضخامت حدود نیم متر در جهت شیستوزیته سنگهای دگرگونی در محدوده اکتشافی فاریاب-----۸۷

شکل ۴-۳. تصویر نمونه دستی از شیست دارای کانی هماتیت اولیه و ثانویه در محدوده اکتشافی فاریاب-----۸۸

شکل ۴-۴. تصویر میکروسکوپی کانی هماتیت اولیه (احتمالا اسپکیولاریت) در افق شیستی دارای هماتیت در محدوده اکتشافی فاریاب-----۸۹

- شکل ۴-۵. موقعیت عدسی‌ها و رگه‌های سیلیسی مشاهده شده به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب ۹۰
- شکل ۴-۶. رخداد عدسی‌های سیلیسی با ابعاد مختلف در داخل سنگهای دگرگونی محدوده اکتشافی فاریاب----- ۹۱
- شکل ۴-۷. رخداد عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای ثانویه آهن در داخل سنگهای دگرگونی در بخش غربی محدوده اکتشافی فاریاب----- ۹۲
- شکل ۴-۸. رخداد رگه‌های سیلیسی به گونه‌ایکه شلیستوزیته سنگهای دگرگونی را قطع کرده‌اند. ضخامت این رگه‌ها کمتر از نیم‌متر می‌باشد.----- ۹۳
- شکل ۴-۹. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی طلا (آنالیز شده توسط شرکت زرآزما) در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان----- ۱۰۱
- شکل ۴-۱۰. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی طلا (آنالیز شده توسط شرکت زرکاوان البرز) در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان----- ۱۰۲
- شکل ۴-۱۱. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی نقره در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان - ۱۰۲
- شکل ۴-۱۲. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی آرسنیک در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان----- ۱۰۳
- شکل ۴-۱۳. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی مس در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان - ۱۰۳
- شکل ۴-۱۴. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی سرب در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ۱۰۴
- شکل ۴-۱۵. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی روی در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان - ۱۰۴
- شکل ۴-۱۶. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی گوگرد در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان ۱۰۵
- شکل ۴-۱۷. موقعیت مناطق دارای اولویت جهت انجام اکتشافات تکمیلی در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان----- ۱۰۶
- شکل ۴-۱۸. موقعیت و مختصات اولویت اول اکتشافی در محدوده فاریاب----- ۱۰۷
- شکل ۴-۱۹. موقعیت و مختصات اولویت دوم اکتشافی در محدوده فاریاب----- ۱۰۸

فهرست جداول

- جدول ۱-۱ مختصات محدوده اکتشافی فاریاب در سیستم متریک (UTM) ----- ۹
- جدول ۱-۲. مختصات و ارتفاع نقاط کنترلی ----- ۱۳
- جدول ۱-۳. مشخصات داده‌های ژئوشیمیایی آبراه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۱۵
- جدول ۱-۲. مختصات نمونه‌های برداشت شده جهت تهیه و مطالعه میکروسکوپی در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۳۳
- جدول ۱-۳. مشخصات و مختصات نمونه‌های برداشت شده به همراه توصیف نمونه‌های برداشت شده در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۸۳
- جدول ۱-۴. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از محدوده اکتشافی فاریاب به روش ICP-MS (مقادیر بر حسب PPM) ----- ۹۵
- جدول ۲-۴. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی به روش FIRE ASSAY برای عنصر طلا (آنالیز شده در شرکت زرآزما) ----- ۹۶
- جدول ۳-۴. نتایج آنالیز نمونه‌های تکراری و نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی به روش FIRE ASSAY برای عنصر طلا و مقایسه نتایج آنالیز دو شرکت زرآزما و زرکاوان البرز ----- ۹۷
- جدول ۴-۴. نتایج آنالیز XRF یک نمونه از سنگ شیشستی دارای هماتیت و دو نمونه از سنگ آهک موجود در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۹۸
- جدول ۴-۵. نتایج آنالیز عناصر فرعی سه نمونه برداشت شده از شایست های هماتیت دار در محدوده اکتشافی فاریاب ----- ۹۹



فصل اول: کلیات

۱-۱ موقعیت جغرافیایی محدوده فاریاب

محدوده اکتشافی فاریاب در ۱۰ کیلومتری شمال غربی شهر فاریاب در استان کرمان قرار دارد. این محدوده از نظر توپوگرافی نسبتاً مرتفع با پوشش گیاهی کم از نوع بوته ای می باشد. لیتولوژی محدوده از نوع دگرگونی بوده و راه دسترسی به آن از طریق جاده خاکی می باشد (شکل ۱-۱) (جدول ۱-۱).



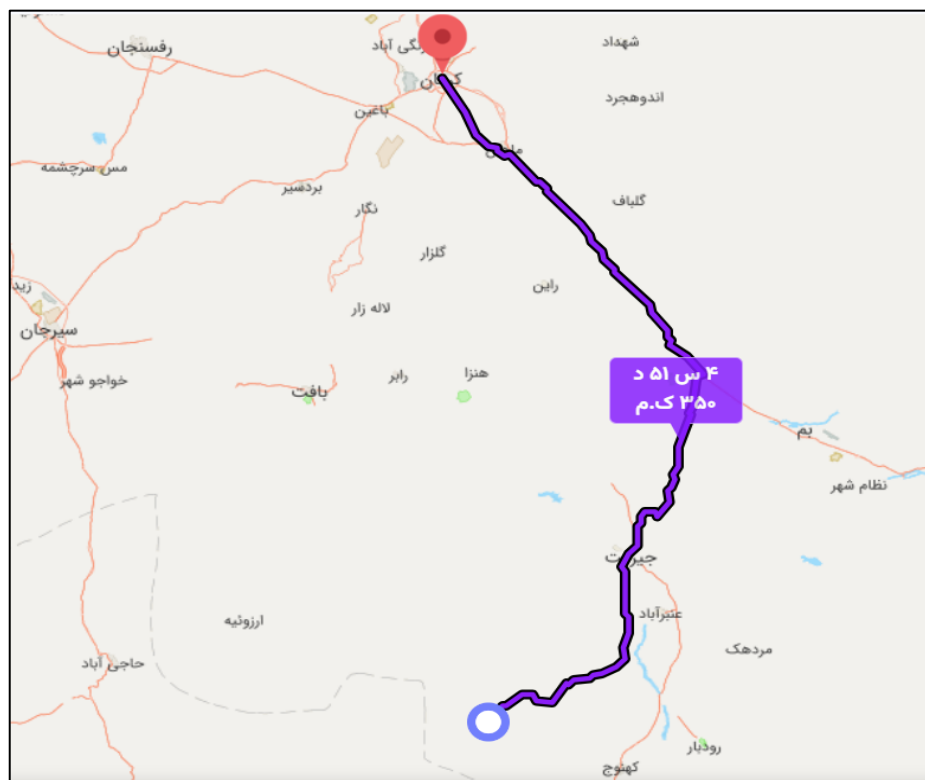
شکل ۱-۱. موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب بر روی تصویر گوگل ارث

جدول ۱-۱ مختصات محدوده اکتشافی فاریاب در سیستم متریک (UTM)

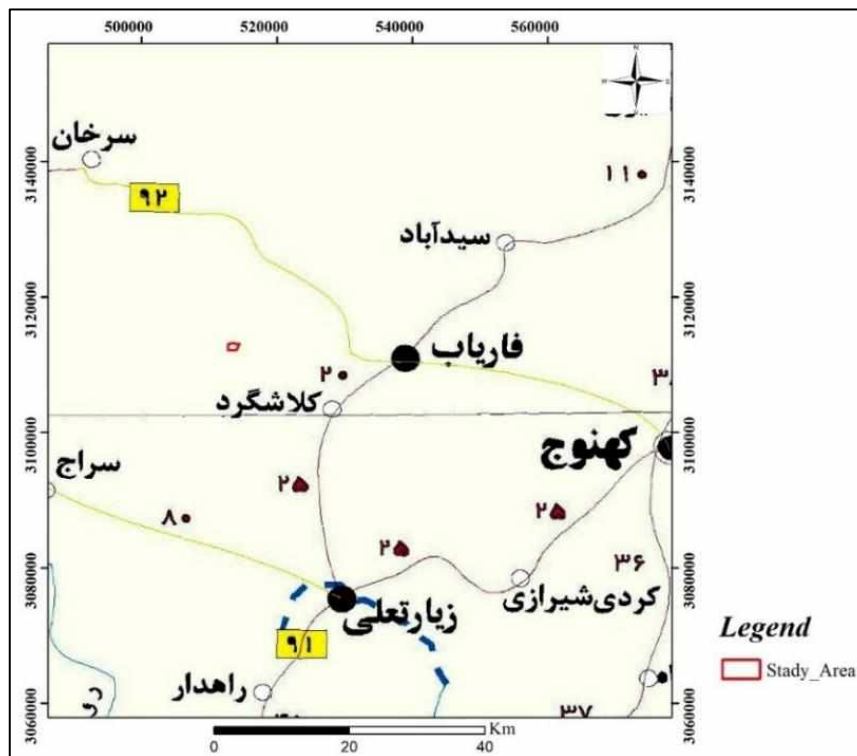
Y	X	
۵۱۴۴۴۹.۹۶ E	۳۱۱۳۱۱۰.۹۳ N	A
۵۱۳۹۴۷.۳۸ E	۳۱۱۳۰۶۰.۷۸ N	B
۵۱۳۶۱۲.۹۷ E	۳۱۱۳۲۵۲.۴۸ N	C
۵۱۲۷۷۹.۷۱ E	۳۱۱۳۰۳۱.۱۳ N	D
۵۱۲۷۷۷.۱۸ E	۳۱۱۲۱۲۴.۴۳ N	E
۵۱۳۹۵۹.۸۹ E	۳۱۱۲۱۳۰.۹۹ E	F

۲-۱ راه دسترسی

محدوده اکتشافی فاریاب در ۱۰ کیلومتری شمال غرب شهرستان فاریاب قرار دارد. راه دسترسی به محدوده از شهر کرمان تا شهر فاریاب و با مسافت ۳۵۰ کیلومتر جاده آسفاته می‌باشد که از شهرهای جیرفت، بلوک و در نهایت به شهرستان فاریاب می‌رسد (شکل ۲-۱). از شهر فاریاب تا محدوده اکتشافی جاده از نوع خاکی درجه دو می‌باشد و عمدتاً عشایر محلی از آن استفاده می‌کنند. این جاده برای رسیدن به محدوده و انجام فعالیت‌های اکتشافی مناسب می‌باشد اگر چه ممکن است در اثر سیلاب‌های محلی بخشهایی از آن در فصول مشخصی از سال غیر قابل استفاده باشد و نیاز به اصلاح داشته باشد (شکل ۳-۱).



شکل ۲-۱. مسیر دسترسی به محدوده اکتشافی فاریاب از شهر کرمان که شامل مسافت و زمان تقریبی رسیدن به شهرستان فاریاب می‌باشد.



شکل ۳-۱. نقشه جاده‌های منطقه فاریاب و راه دسترسی به محدوده اکتشافی فاریاب

۳-۱ پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی

پوشش گیاهی و شرایط آب و هوایی منطقه فاریاب به گونه‌ای است که این منطقه را به یک منطقه کشاورزی حاصلخیز تبدیل کرده است. آب و هوای فاریاب گرم و خشک است و دارای جلگه‌های سرسبز با محصولات متنوعی از جمله هندوانه، ذرت، خیار سبز، گوجه فرنگی، پیاز، خرما و مرکبات است. درختان کهور، کنار، گز و اسکنبیل از مهم‌ترین پوشش‌های گیاهی منطقه فاریاب هستند. محصولات کشاورزی این منطقه شامل هندوانه، خیار سبز، گوجه فرنگی، لوبیا سبز، کدو، گندم، جو، عدس، ذرت، مرکبات (پرتقال، لیمو، گریپ فروت، نارنج) و همچنین خرما، پیاز، سیر و زردآلو، انار و گردو از محصولات کشاورزی منطقه هستند. شرایط آب و هوایی شهرستان فاریاب دارای آب و هوای گرم و خشک است و در فاریاب، تابستان‌ها گرم و طولانی و زمستان‌ها معتدل و کوتاه است. بادهای غالب در فاریاب از سمت جنوب غربی و با سرعت متوسط است. میزان رطوبت نسبی هوا در فاریاب معمولاً بین ۲۷ تا ۳۱ درصد متغیر است. میزان بارندگی در فاریاب کم است.



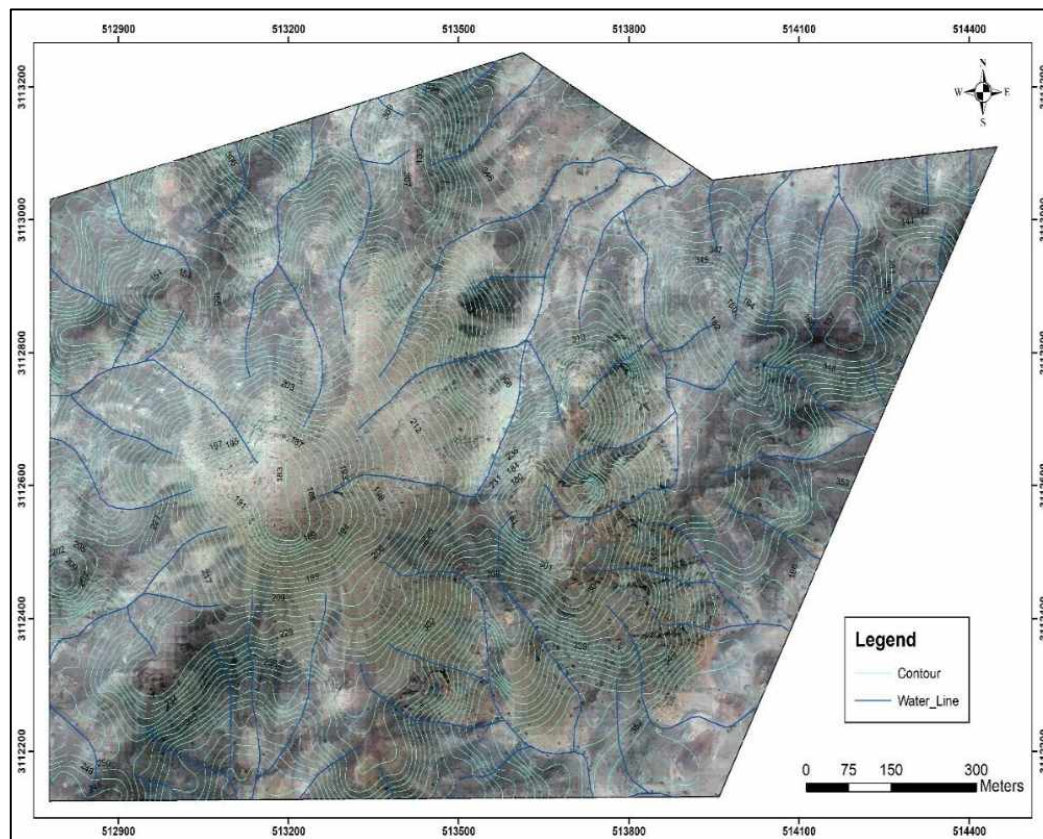
۴-۱ وضعیت اجتماعی و اقتصادی منطقه

مهمترین فعالیت مردمان ساکن در منطقه فاریاب شامل کشاورزی، دامداری و معدنکاری می باشد. دشت جنوبی فاریاب به سبب داشتن آب قنات و زمین های هموار و هوای مساعد، جایگاهی نسبتاً مناسب را برای کشاورزی فراهم آورده است. معادن کرومیت، منیزیت، مس و چند معدن سنگ ساختمانی سبب اشتغال تعدادی از ساکنین روستاهای این منطقه شده است. نزدیکترین پاسگاه نیروی انتظامی در شهر فاریاب و در جنوب محدوده اکتشافی فاریاب واقع شده است. همچنین شبکه برق سراسری و سیستم آب لوله کشی در ده کیلومتری این محدوده و در شهر فاریاب وجود دارد.

۵-۱ توپوگرافی منطقه

در شکل ۴-۱ نقشه خطوط کنتور ۵۰۰۰ منطقه فاریاب را نمایش می دهد. بر طبق این نقشه، منطقه مورد مطالعه یک منطقه کوهستانی و نسبتاً مرتفع می باشد که بیشترین ارتفاع آن ۱۰۲۰ متر و کمترین ارتفاع به ۸۰۰ متر می رسد. در این نقشه علاوه بر خطوط کنتور آبراهه ها و راه خاکی که وارد منطقه می شود نشان داده شده است.

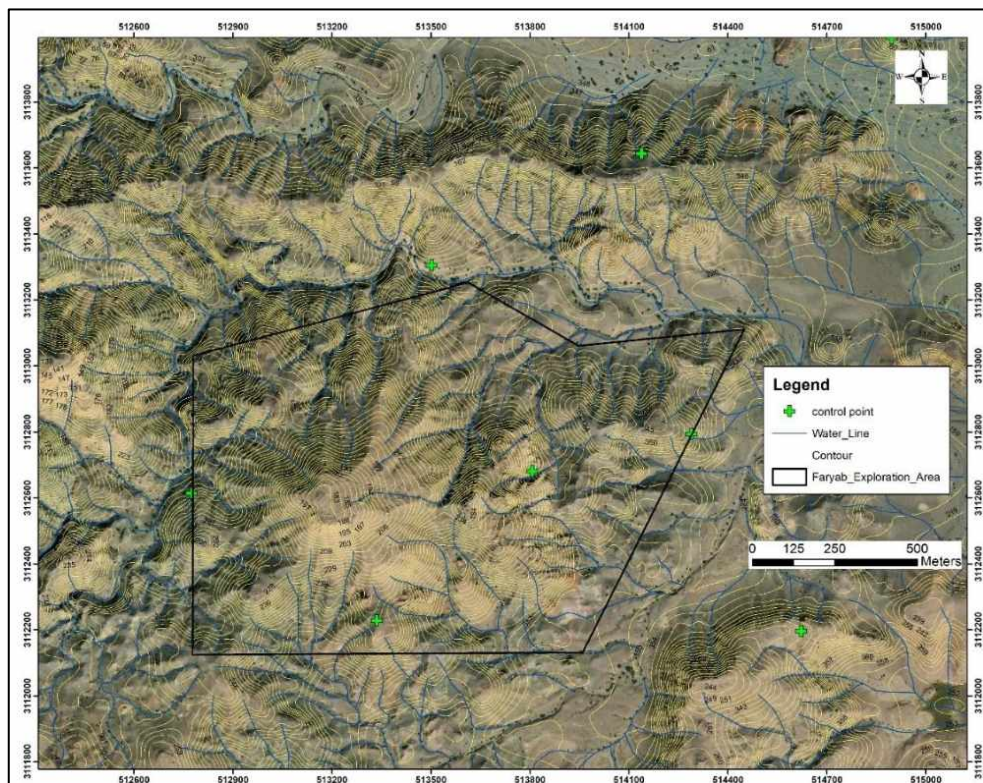
مطابق جدول ۱-۲ و شکل ۵-۱ به منظور بررسی خطوط کنتوری یازده نقطه به عنوان نقاط کنترلی زمینی معرفی و مورد بررسی زمینی قرار گرفت.



شکل ۱-۴. نقشه توپوگرافی و خطوط کنتور منطقه مورد مطالعه

جدول ۱-۲. مختصات و ارتفاع نقاط کنترلی

Name	X	Y	Z
G۱	۵۱۳۸۰۷	۳۱۱۲۶۸۰	۳۳۸
G۲	۵۱۳۳۳۶	۳۱۱۲۲۳۰	۲۳۸
G۳	۵۱۲۷۷۵	۳۱۱۲۶۱۰	۳۰۵
G۴	۵۱۴۶۲۳	۳۱۱۲۲۰۰	۳۴۶
G۵	۵۱۴۱۳۹	۳۱۱۳۶۴۰	۳۰۲
G۶	۵۱۴۲۹۰	۳۱۱۲۷۹۰	۳۴۹
G۷	۵۱۳۵۰۳	۳۱۱۳۳۰۰	۳۵۱
G۸	۵۱۳۲۰۱	۳۱۱۱۵۸۰	۳۴۴
G۹	۵۱۴۷۱۵	۳۱۱۱۶۱۰	۳۵۸
G۱۰	۵۱۲۶۳۶	۳۱۱۴۱۳۰	۳۰۶
G۱۱	۵۱۴۸۹۷	۳۱۱۳۹۹۰	۴۹



شکل ۱-۵. نقشه پراکندگی نقاط کنترلی و خطوط کنتر منطقه مورد مطالعه

۱-۲ زمین‌شناسی اقتصادی (نشانه‌های معدنی)

کرومیت (Cr): در سنگ‌های دونیتی مجموعه‌های الترامافیک جنوب و نیز در برخی از سنگ‌های دگرگونه گوشه شمال باختر برگه فاریاب، اندیس‌های پراکنده‌ای از کرومیت وجود دارند که از لحاظ کانی‌زایی کرومیت ممکن است حائز اهمیت باشد. سنگ‌های کرومیت‌دار به فرم‌های لایه‌ای و عدسی شکل مشاهده می‌گردد.

منیزیت، مس (Cu, Mg): در گوشه شمال باختر برگه و به ترتیب در سنگ‌های دگرگونه تریاس و پالئوزویک (واحد‌های mg و واحد P_z^3) اندیس‌های پراکنده‌ای از منیزیت و مس وجود دارد.

منگنز (Mn): در سنگ‌های دگرگونی ژوراسیک (واحد J^h) واقع در شمال برگه فاریاب، اندیس‌های پراکنده‌ای از منگنز در درزه‌ها و شکاف‌های سنگ‌ها دیده می‌شود. ضخامت رگه‌های منیزیتی عمدتاً ناچیز می‌باشد.

سنگ مرمر: در مجموعه دگرگونه پالئوزویک، از مرمرهای به نسبت خالص می‌توان برای تهیه سنگ‌های

تزئینی یا به عنوان سنگ بنا استفاده نمود.



سنگ لاشه: سنگ‌های پیروکلاستیک نظیر توف‌های اسپیلیتی، توف‌های ریولیتی، لیتیک توف‌ها و کلا

سنگ‌های نرم فرسا و پست‌تر (آتشفشانی- دگرگونه) موجود در برگه قابل مصرف در راه سازی می‌باشند.

شن و ماسه: ته نشست‌های دوره پلیوسن و کواترنری که از گسترش نسبتاً زیاد برخوردار است از لحاظ

ذخیره شن و ماسه درخور توجه است.

کانی‌های زینتی: سنگ‌های گارنت‌دار مجموعه‌های دگرگونه واقع در شمال برگه فاریاب و نیز کوارتزهایی

که بصورت بلوری و یا بی‌شکل رشد کرده‌اند بعنوان کانی‌های زینتی توسط ساکنین روستاها بهره برداری می‌گردند.

۷-۱ ژئوشیمی آبراه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰

محدوده اکتشافی فاریاب در شمال شهر فاریاب در برگه ژئوشیمی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ پاگذار واقع شده

است. در برگه ژئوشیمی پاگذار تعداد ۷۶۳ نمونه از رسوبات آبراه‌ای برداشت شده است و این نمونه‌ها برای

۴۱ عنصر مورد آنالیز ژئوشیمیایی قرار گرفته‌اند (جدول ۱-۳). برای بررسی آنومالی ژئوشیمیایی رسوبات

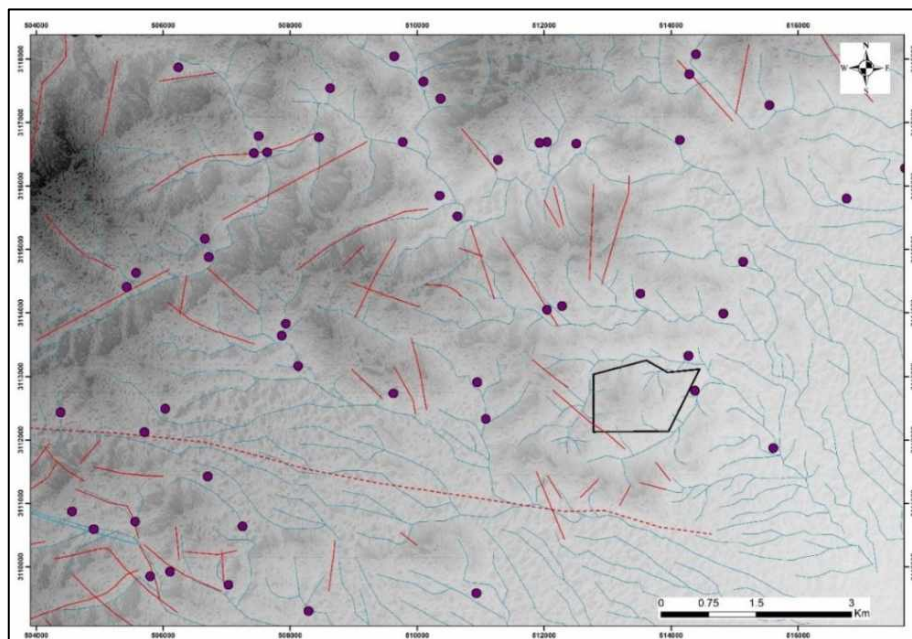
آبراه‌ای در اطراف محدوده اکتشافی فاریاب علاوه بر خود محدوده فاریاب، اطراف این محدوده با یک بافر به

قطر تقریبی ۳ تا ۴ کیلومتری نیز مورد بررسی قرار گرفته است. موقعیت نمونه‌های برداشت شده از رسوبات

آبراه‌ای در اطراف محدوده اکتشافی فاریاب در شکل ۱-۶ آورده شده است.

جدول ۱-۳. مشخصات داده‌های ژئوشیمیایی آبراه‌ای ۱:۱۰۰,۰۰۰ در محدوده اکتشافی فاریاب

ردیف	نام نقشه ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰	تعداد نمونه برداشت شده	تعداد عنصر آنالیز شده
۱	فاریاب	۷۶۳	۴۱



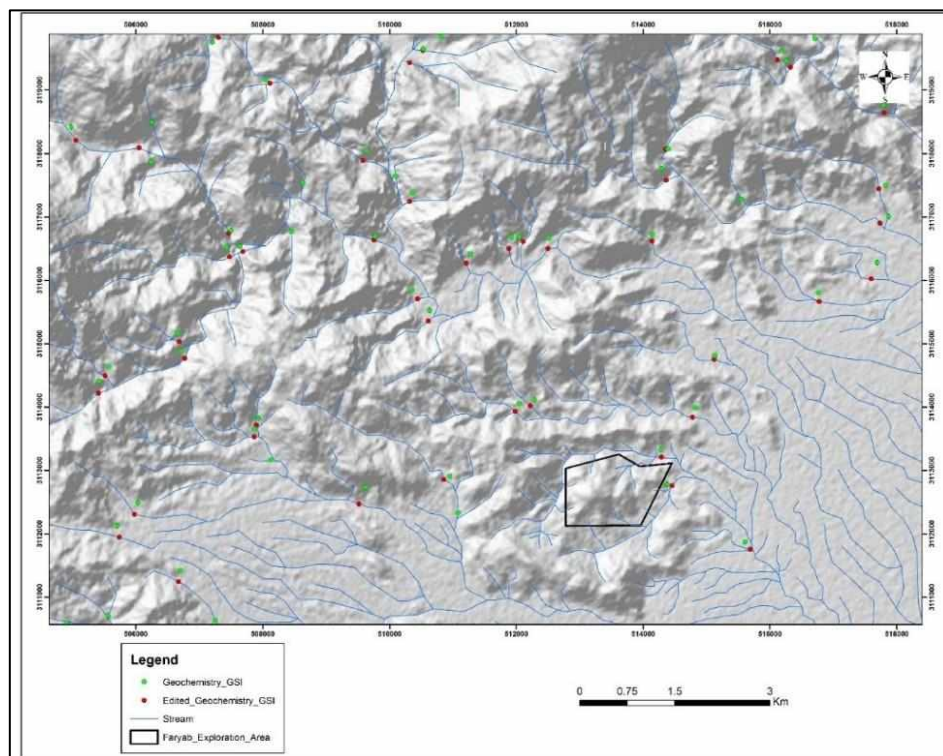
شکل ۱-۶. موقعیت مکانی نمونه‌های رسوبات آبراهه‌ای برداشت شده در مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ در برگه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان

۱-۷-۱ بررسی و پردازش داده‌های ژئوشیمی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگه پاگدار

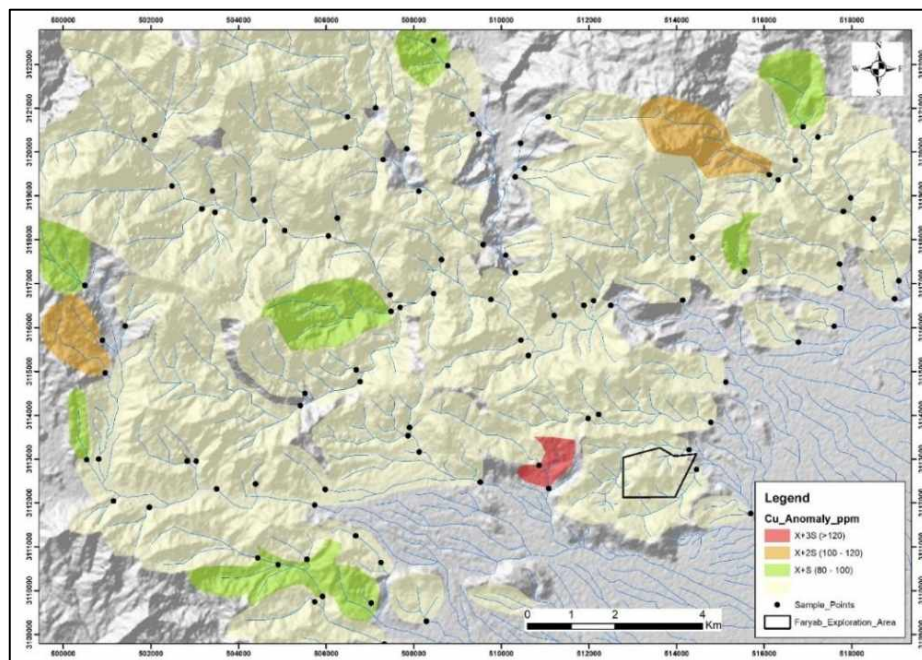
برای بررسی تغییرات ژئوشیمیایی عناصر مهم در رسوبات آبراهه‌ای برگه ژئوشیمی پاگدار و تاثیر این آنومالی‌ها بر روی محدوده اکتشافی فاریاب، یک بافر تقریباً ۳ تا ۴ کیلومتری در اطراف این محدوده اکتشافی در نظر گرفته شد که در این محدوده تعداد ۱۰۲ نمونه از رسوبات آبراهه‌ای برداشت شده قرار می‌گیرد (شکل ۱-۷). با توجه به جابجایی نقاط نمونه‌برداری شده نسبت به شبکه آبراهه‌ای، ابتدا موقعیت نقاط نمونه‌برداری تصحیح شد (شکل ۱-۷) و سپس تغییرات ژئوشیمیایی و آنومالی ژئوشیمیایی (آنومالی قطعی، احتمالی و ممکن) این نمونه‌ها در اطراف محدوده اکتشافی فاریاب بررسی شده است (شکل ۱-۸ تا شکل ۱-۱۴)

آنومالی قطعی مس با عیار بیش از ۱۲۰ ppm در بخش غربی محدوده فاریاب رخ داده است (شکل ۱-۸). آنومالی قطعی سرب در رسوبات آبراهه‌ای با عیار بیش از ۳۳ ppm در بخش شمالی محدوده فاریاب و با فاصله نسبتاً زیادی از این محدوده وجود دارد (شکل ۱-۹). اکثر نمونه‌های ژئوشیمی آبراهه‌ای در اطراف محدوده فاریاب فاقد آنومالی سرب می‌باشند. عنصر روی در محدوده اکتشافی فاریاب آنومالی ممکن نشان می‌دهد و اکثر نمونه‌های ژئوشیمی در اطراف این محدوده آنومالی ژئوشیمیایی نشان می‌دهند (شکل ۱-۱۰). عنصر گوگرد نیز با فاصله نسبتاً زیاد نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب و در بخش غربی و جنوب غربی این محدوده

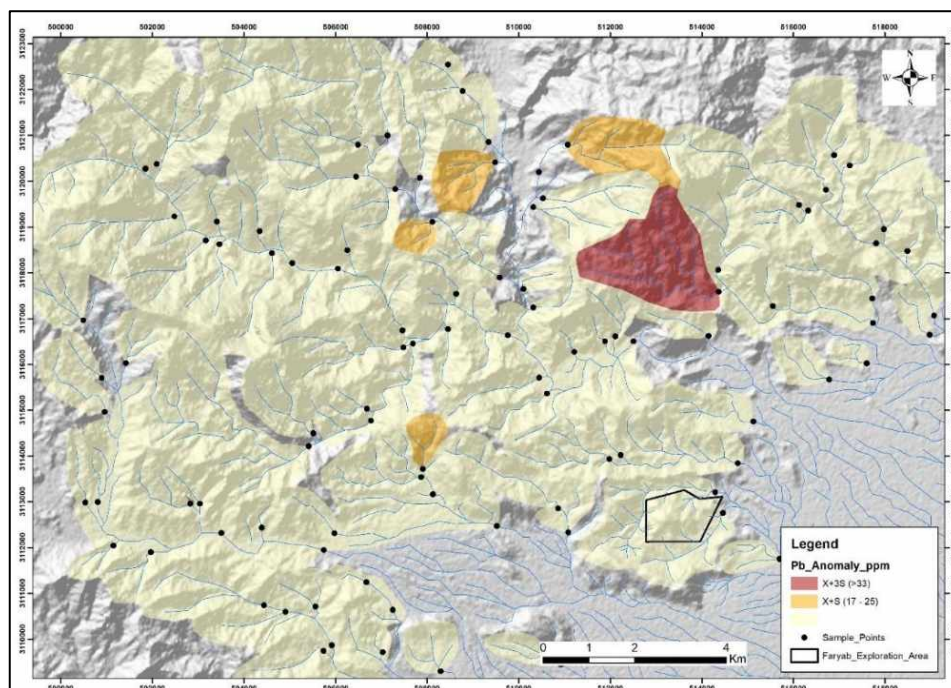
آنومالی قطعی نشان می دهد. البته اکثر نمونه های ژئوشیمی آبراهه ای در اطراف محدوده فاریاب نیز آنومالی احتمالی و ممکن نیز نشان می دهند (شکل ۱-۱۱). عنصر منگنز نیز در خود محدوده اکتشافی فاریاب آنومالی ممکن نشان می دهد و اکثر نمونه های نیز در اطراف محدوده فاریاب نیز آنومالی احتمالی و به مقدار کمتر در بخش غربی این محدوده نیز آنومالی قطعی نشان می دهد (شکل ۱-۱۲). عنصر نیکل در محدوده اکتشافی فاریاب آنومالی نشان نمی دهد اما در بخش غربی و منطبق بر واحدهای سنگی اولترابازیک آنومالی قطعی از خود نشان می دهد (شکل ۱-۱۳). عنصر تیتانیوم نیز در محدوده اکتشافی فاریاب فاقد آنومالی می باشد اما در بخش مشالی و غربی این محدوده به صورت محدود آنومالی از خود نشان می دهد (شکل ۱-۱۴).



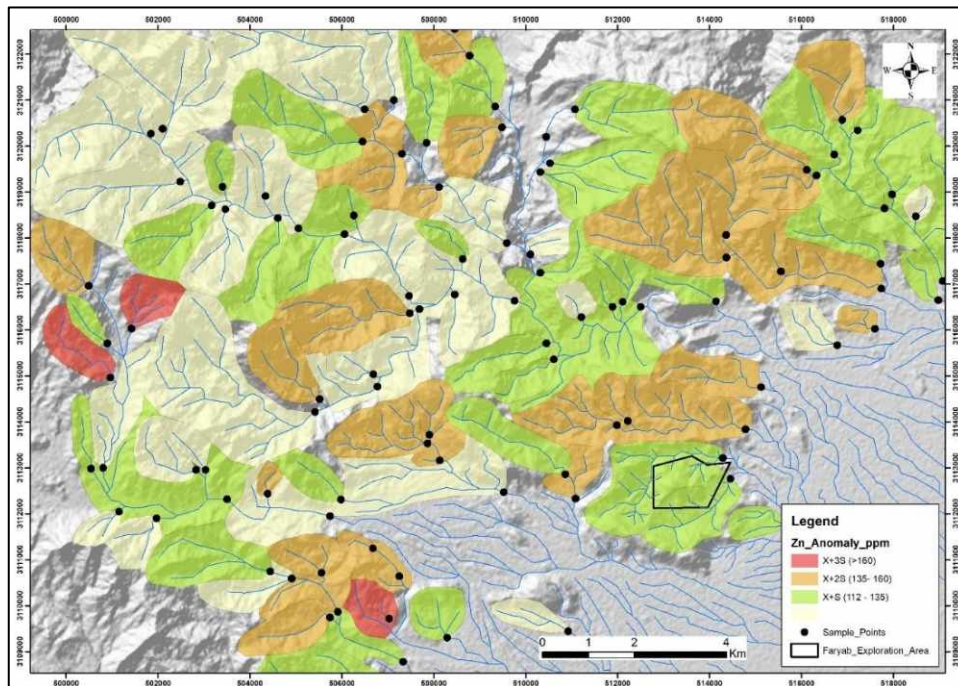
شکل ۱-۷. موقعیت مکانی نمونه های رسوبات آبراهه ای برداشت شده در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در برگه پاگدار (نقاط سبز رنگ) و تصحیح موقعیت آنها در نقشه آبراهه ای (نقاط قرمز رنگ).



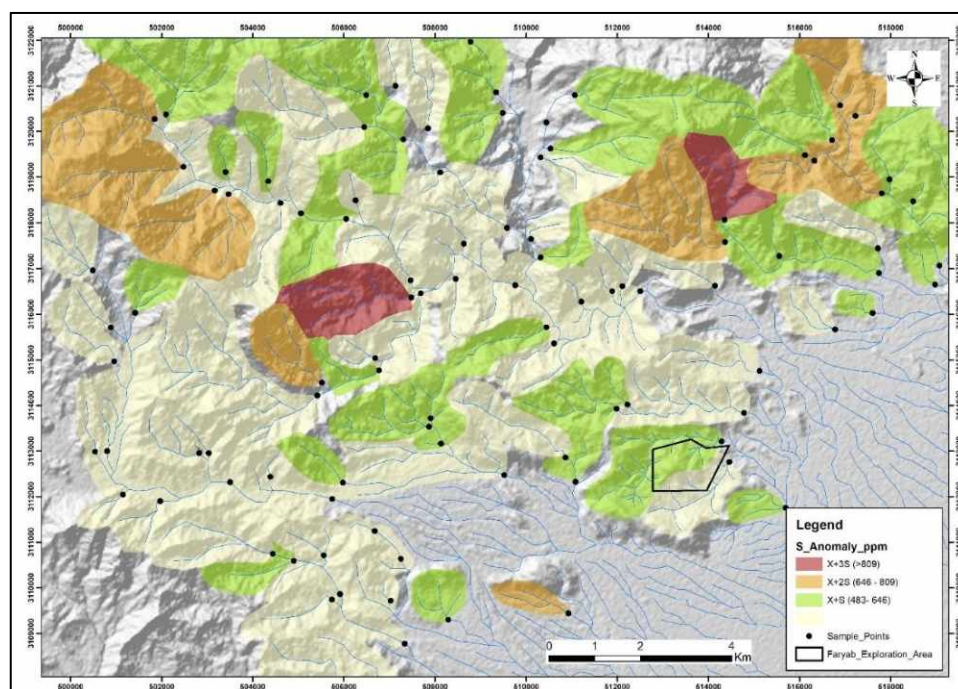
شکل ۱-۸. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر مس در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



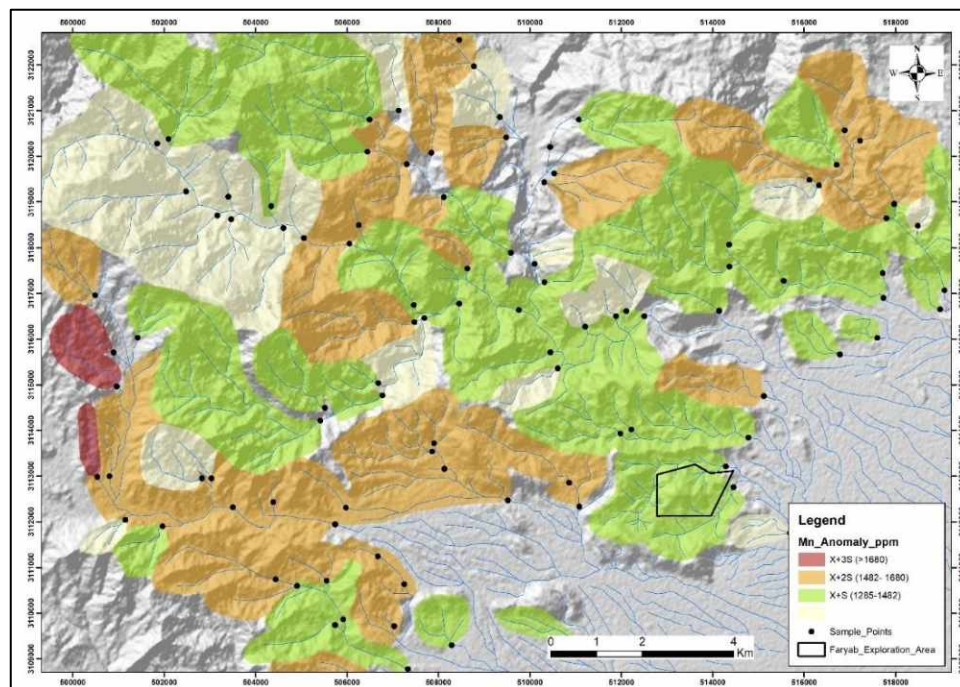
شکل ۱-۹. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر سرب در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



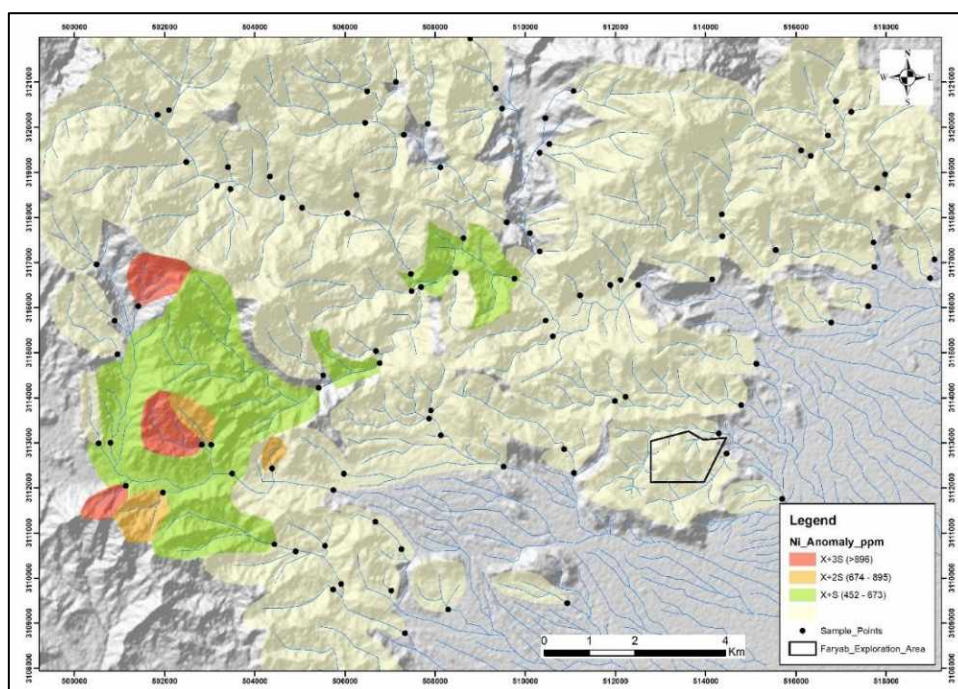
شکل ۱-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر روی در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



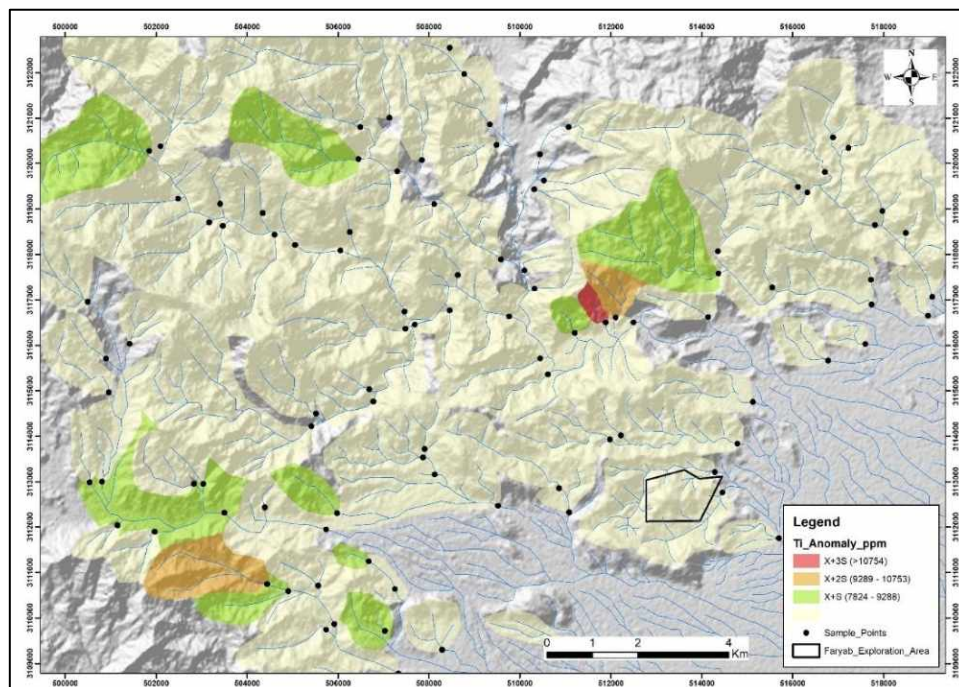
شکل ۱-۱. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر گوگرد در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



شکل ۱-۱۲. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر منگنز در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



شکل ۱-۱۳. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر نیکل در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



شکل ۱-۱۴. نقشه آنومالی ژئوشیمیایی عنصر تیتانیوم در رسوبات آبراهه‌ای با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه پاگدار نسبت به محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



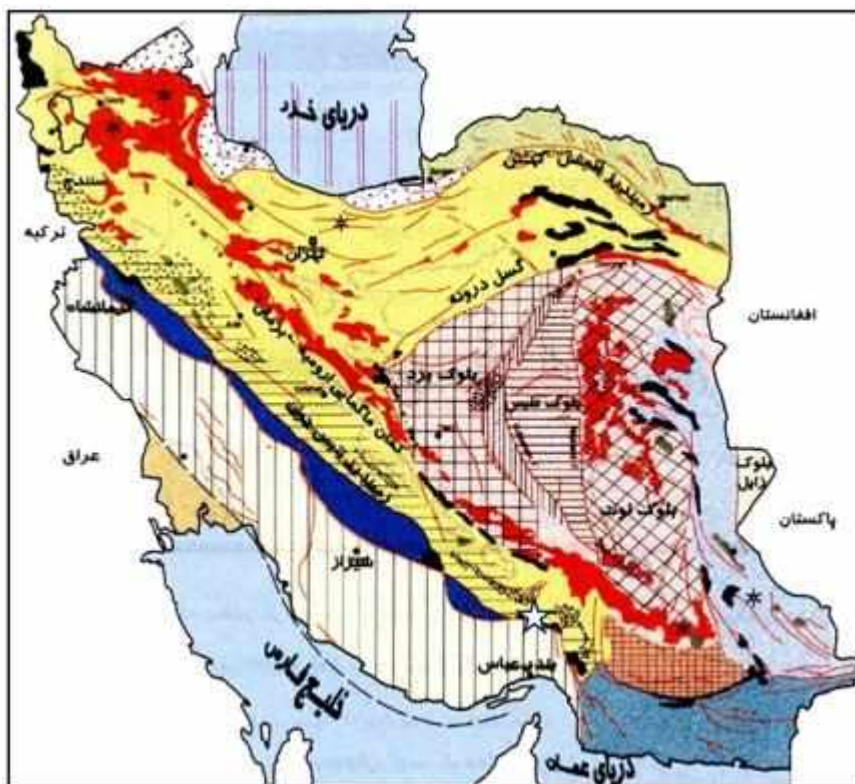
فصل دوم

تهیه نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰

محدوده اکتشافی فاریاب

۱-۲ زون‌های ساختاری ایران

نقشه زون بندی، ایران را از لحاظ ساختارهای تکتونیکی و روندهای کانیه زایی به ۱۰ زون تقسیم شده است. سنندج - سیرجان باریکه‌ای از جنوب غرب ایران میانی است که در بلا فصل شمال شرق راندگی اصلی زاگرس قرار دارد. ویژگی‌های سنگی و ساختاری سنندج - سیرجان معرف یک گودی ژرف (Trough) و یا کافت میانه بلوک در سپر پرکامبرین ایران و عربستان است. از این رو ویژگی‌های زمین‌شناختی آن با پهنه‌های مجاور تفاوت‌های آشکار دارد. تفاوت‌های ویژه این زون سبب شده است تا از گذشته‌های دور مورد توجه و مطالعه زمین‌شناسان باشد. درازای زون سنندج - سیرجان حدود ۱۵۰۰ و پهنای آن ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر است که از غرب دریاچه ارومیه آغاز می‌شود و در یک راستای شمال غرب - جنوب شرق تا گسل میناب، در شمال بندرعباس، ادامه می‌یابد (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲. پهنه‌های رسوبی - ساختاری عمده ایران، (آقاباتی، ۱۳۸۵)، ستاره سفید رنگ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد



۲-۲ تاریخچه چینه‌نگاری سنندج - سیرجان

در زون سنندج - سیرجان، پدیده‌های دگرگونی، ماگماتیسم و زمین‌ساخت پی در پی و هم‌آهنگ با فازهای زمین‌ساختی شناخته شده در مقیاس جهانی در بیشترین مقدار است. این زون نا آرام‌ترین و به گفته‌ای دیگر پویاترین پهنه زمین‌ساختی ایران است.

سبزه‌ئی (۱۳۷۳)، پی‌سنگ پرکامبرین سنندج - سیرجان را با نواحی رودان قیاس کرده و پی‌سنگ را نوعی پوسته اقیانوسی می‌داند. از اواخر پالئوزویک پیشین، این زون به حوضه‌ای در حال نشست تبدیل و با نهشته‌های آواری انباشته شده است. نیروهای کششی مؤثر در فرونشست، موجب ظهور و خروج ماگماهای بازالتی از نوع قلیایی قاره‌ای شده که اوج آن در دونین بالایی است. نبود سنگ‌های کربنیفر بالایی نشان می‌دهد که حرکت‌های خشکی‌زای فلات ایران همچنان بر این زون اثرگذار بوده است که بارزترین اثر آن، ایجاد پستی و بلندی است.

۲-۳ دگرگونی سنندج - سیرجان

نا آرامی‌های مکرر و هم‌آهنگ با فازهای زمین‌ساختی شناخته شده در مقیاس جهانی، سبب شده تا ردیف‌های پالئوزویک - تریاس و همچنین فلیش توریدیت‌های مزوزویک، گاهی در مرز رخساره آمفیبولیت دگرگون شوند. در گذشته، بخش درخور توجهی از این دگرگونی‌ها به سن پرکامبرین و پی‌سنگ ناحیه انگاشته می‌شد. ولی یافته‌های تازه نشانگر آن است که به جز نواحی کوچکی از گلپایگان و سیرجان، در دیگر نواحی، سنگ‌های دگرگونی بیشتر در ارتباط با جنبش‌های کوهزایی جوان‌تر است. در سیرجان و اسفندقه، بخش عمده دگرگونی‌ها، ماسه سنگ‌ها و سنگ‌آهک‌های تبلور یافته و متاگابرو - بازالت، به سن سیلورین - دونین هستند. در ناحیه اقلید آواری‌های ژوراسیک پایینی - میانی دگرگون شده و بر روی آنها، ژوراسیک بالایی قرار گرفته است (هوشمندزاده، ۱۳۵۷). در همدان شیست‌های دگرگونه سن ژوراسیک دارند که در فاز سیمرین میانی نخستین رویداد دگرگونی بر آنها تحمیل شده، ولی فرآیندهای دگرگونی همچنان در زمان کرتاسه و حتی در اثر جایگیری توده‌های نفوذی تکرار شده است و سرانجام در بخش شمال غربی سنندج - سیرجان،



بخش عمده سنگ‌های دگرگونی نواحی سنندج و مهاباد وابسته به کرتاسه‌اند و فرآیند دگرگونی یک پدیده

آلپی هم‌ارز رخداد لارامید است.

از نگاه سبزه‌ئی همه دگرگونی‌های سنندج - سیرجان را می‌توان در دو گروه بزرگ زیر جای داد:

سنگ‌های دگرگونی پالئوزویک - اوایل مزوزویک که بیشتر در بخش جنوب شرقی رخنمون دارند.

۱. سنگ‌های دگرگونی مزوزویک - اوایل سنوزویک که بیشتر در بخش شمال غربی دیده می‌شوند.

از ویژگی‌های اصلی در هر دو دگرگونی، چند فاز بودن آن است که از روندی ویژه پیروی می‌کند. به

گفته دیگر در هر دو دگرگونی سنگ‌ها پیش از چین‌خوردگی به گونه‌ای ایستا دگرگون شده‌اند و سپس در

روند چین‌خوردگی نیز برگوارگی تازه در آنها به وجود آمده که پارائز دگرگونی ایستا را تحت تأثیر قرار داده

است، اما به رغم شدت تحولات، هنوز پارائز اولیه به جا مانده است.

در پی دگرگونی دینامیک، نوعی دگرگونی گرمایی از نوع همبری مشخص است که در نقاطی بر روی دو

حادثه پیشین اثر گذاشته است. دگرگونی همبری با تشکیل کانی‌هایی مشخص می‌شود که پس از شیس‌توزیته

پدیدار شده‌اند. سبزه‌ئی عامل اصلی این دگرگونی‌ها را نفوذ دیاپیرهای گرم به درون پوسته جامد زمین می‌داند

که مهم‌ترین آثار آن عبارت است از

✓ شکافتن پوسته و تشکیل کافت،

✓ ایجاد چین‌خوردگی در رسوبات،

✓ تأمین حرارت لازم برای دگرگونی ناحیه‌ای و دگرگونی همبری.

گفتنی است که از دیدگاه سبزه‌ئی، رخدادهای دگرگونی حین کوهزایی و فازهای دگرگونی پس از آن قابل

تفسیر با الگوی فرورانش نیست. اما علوی (۱۹۹۴)، دگرگونی و حتی پلوتونیسم تریاس میانی - پسین را

مربوط به فاز کششی حاصل از تشکیل تئیس جوان می‌داند بی‌آن که دلیلی ارائه دهد.



۲-۴ زمین ساخت سنندج - سیرجان

مُحَجَل و سهندی (۱۳۷۸) الگوی ساختاری سنندج - سیرجان را از نوع چین‌های بسته و هم راستا در مقیاس کیلومتری می‌داند، ولی علوی (۱۹۹۴)، زمین ساخت سنندج - سیرجان را به طور عمده از ساختارهای دوپلکس (Duplex) مرکب بزرگ مقیاس و همچنین سیستم‌های فلسی (Imbricated) کوچک و بزرگ زاویه، با شیب شمال خاوری می‌داند که در اثر آن ورقه‌هایی از سنگ‌های فانروزوییک دگرگون شده، به اندازه‌های ناهمسان، جابه‌جا شده‌اند. شواهد چین‌نگاشتی و کنگلومراهای همزمان با کوهزایی، نشانگر آن است که این راندگی‌ها از کرتاسه پسین آغاز شده‌اند. شواهد ساختاری (Shear Sense) جهت راندگی‌ها را از شمال شرق به جنوب غرب نشان می‌دهد. جابه‌جایی و انباشتگی ورقه‌های راندگی، سبب افزایش ضخامت پوسته قاره‌ای به اندازه تقریبی ۱۰ تا ۱۵ کیلومتر شده که بی‌هنجاری گرانی بوگه منفی موید این پدیده است.

۲-۵ توان معدنی سنندج - سیرجان

همانگونه که گفته شد زون سنندج - سیرجان نوعی کافت درون قاره‌ای است که تکاپوهای ماگمایی و پدیده‌های دگرگونی عواملی مؤثر در ایجاد نهشته‌های معدنی هستند از این رو توان معدنی در خور توجه دارد و جدا از ذخایر و نشانه‌های شناخته شده امید دستیابی به نهشته‌های معدنی جدید در آن دور از انتظار نیست. قربانی (۱۳۸۱) از دیدگاه زمین‌شناسی اقتصادی و پراکندگی کانسارها زون سنندج - سیرجان را به سه بخش زیر تقسیم می‌کند. در این زون بخش جنوبی به داشتن کروم در اولترامافیک‌های اسفندقه فاریاب، آهن و آهن منگنز در گل‌گوهر، هنشک و بافت، سرب - روی، مس در چاه‌گز، قنات مروان با سن پرکامبرین پسین تا کرتاسه پیشین شاخص است. در بخش میانی، کانی‌سازی اصلی سرب و روی است. که در مناطق شمس‌آباد - نظام‌آباد (با کانی‌سازی سرب و روی و نقره، آهن و منگنز)، آهن‌گران (با کانی‌سازی سرب و روی و نقره، آهن و منگنز) و موته در بیشترین مقدار است. افزون بر آن، در این بخش کانسارهای تالک، گرافیت، باریت و سنگ‌های ساختمانی، اهمیت ویژه دارند. در بخش شمالی، کانی‌سازی آهن، (معدن آهن همه‌کسی شمال همدان و شمال سُتْقَر، شمال باختری دیواندره)، طلا، طلا - آنیتموان، (معدن داشکسن)، و کانه‌های



آلومینیوسیلیکاتی را می توان نام برد. گفتنی است آنچه که پیش از همه می تواند در زون سندج – سیرجان از نظر اقتصادی با اهمیت باشد، وجود انواع مختلف سنگ های تزئینی و نما با ذخایر زیاد است.

۶-۲ نقشه زمین شناسی پاگدار

ورقه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ پاگدار در محدوده جنوب باختر چهار گوش ۱:۲۵۰۰۰۰ سبزواران واقع شده است. این نقشه ها توسط سازمان زمین شناسی تهیه شده اند. روستاهای زیادی در سطح ورقه پراکنده اند که مهمترین آن ها عبارتند از فاریاب، شارب ماه، دره شور، مهرویه، فاریاب، اکبرآباد، مرادآباد و گلویه، راه اصلی نقشه، جاده آسفالتی اکبرآباد – فاریاب است که با امتداد شمال شرقی-جنوب غربی و در بخش جنوبی برگه جای دارد. جاده های خاکی درجه سه و انشعابی از جاده اصلی، دسترسی به مناطق دور افتاده ورقه را ممکن می سازد. مهمترین فعالیت مردمان ساکن این محدوده کشاورزی، دامداری و معدنکاری است. دشت جنوب شرقی ورقه به سبب داشتن آب قنات و زمین های هموار و هوای مساعد، جایگاهی نسبتاً مناسب و شایسته را برای کشاورزی فراهم آورده است. معادن کرمیت، منیزیت، مس و چند معدن سنگ ساختمانی سبب اشتغال تعدادی از ساکنین روستاهای منطقه شده است. این منطقه دارای آب و هوای گرم و خشک است، تابستان بسیار گرم و زمستان معتدل دارد، فصل های پر باران نظیر بهار و زمستان گاهی باعث ایجاد سیل های ویرانگر می گردد.

۷-۲ زمین ریخت شناسی

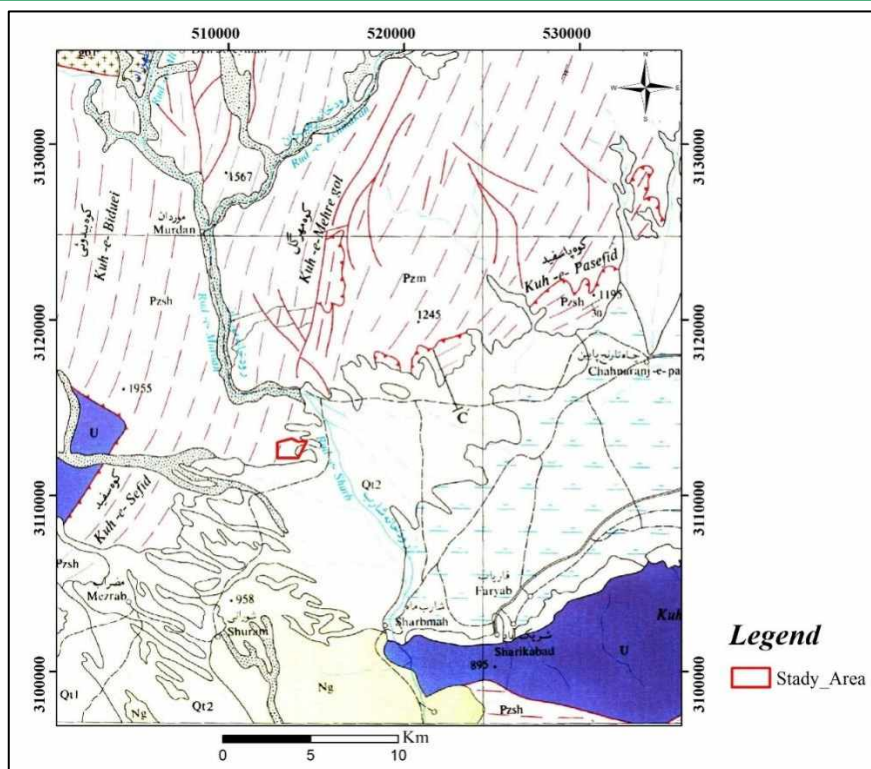
بخش عمده ارتفاعات محدوده ورقه در برگیرنده سنگ های دگرگونه، آتشفشانی و سنگ های رسوبی پالئوزوئیک، مزوزوئیک، و دیگر سنگ های تشکیل دهنده نظیر سنگ های اولترامافیک، فلیش و مجموعه آمیزه رنگین است. بلندی های برگه فاریاب ریختاری بسیار ناهموار را پدید آورده است که گذر از آنها بخصوص در شمال و غرب منطقه دشوار است. این سنگ ها در بیشتر جاها برجستگی هایی را پدید آورده اند که بیشتر از ساخت های چین ها و گسله ها پیروی می کند و به نظر می رسد بیشتر ریختارها توسط رویداد های تکتونیکی و زمین ساختی پدید آمده اند. مناطق پراکنده ای از برگه دارای توپوگرافی پست و ملایم تر است و از لحاظ زمین ریخت شناسی پهنه های آبرفتی، بادرفتی، و مخروط افکنه هایی در نزدیکی تپه های کم ارتفاع و



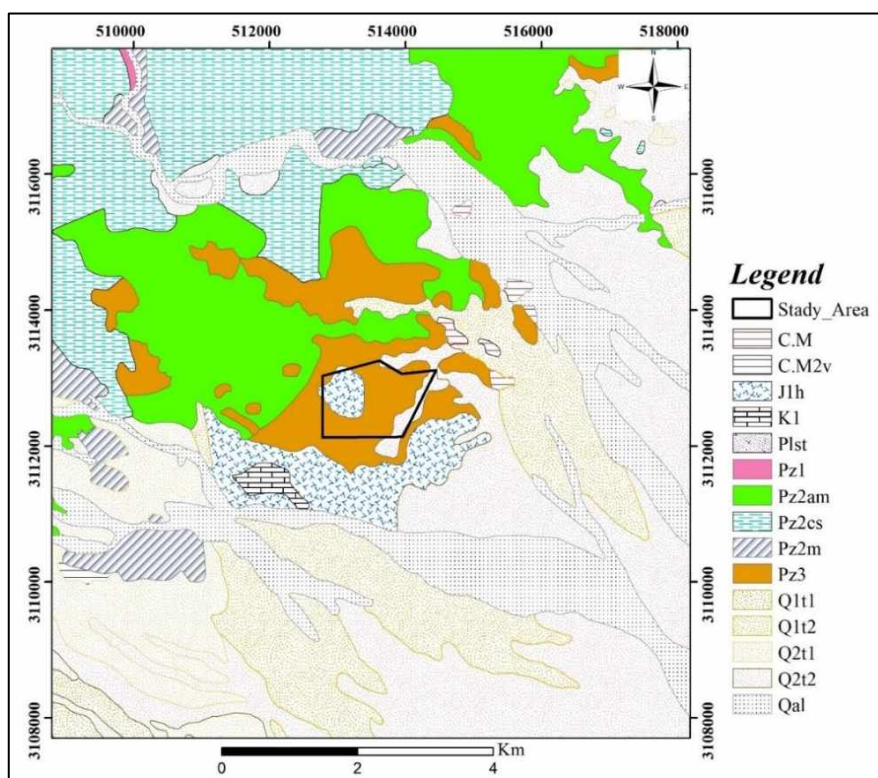
کوهستان ها را تشکیل داده اند این نهشته ها بطور عمده از جنس دانه های شن و ماسه می باشند. نوع این انباشته ها بیشتر به سنگ منشاء بستگی دارد. ضخامت این رسوبات متغیر و به نسبت کم است و طبقه بندی در نهشته های یاد شده ممکن است، افقی یا مورب دیده شود. رسوبگذاری در برخی از رودخانه ها به علت کاهش ناگهانی سرعت و جذب آب بسیار سریع انجام میگیرد. رودخانه های این نوع محیط های خشک و بیابانی بیشتر، ویژگی بریده بریده دارند و در بیشتر روزهای سال کم آب و خشک هستند. همه آبریزهای نیمه شمالی و بخشی از نیمه جنوبی برگه از مسیر رودخانه های شارب، گسک چوغان، وارد دشت فاریاب می گردد.

۸-۲ موقعیت ناحیه فاریاب در زمین شناسی ایران

ورقه زمین شناسی فاریاب به مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ بخش جنوب باختر چهارگوش ۱:۲۵۰,۰۰۰ سبزواران است که توسط واله و همکاران (۱۳۷۱) تهیه و توسط باباخانی تلفیق شده است. منطقه مورد مطالعه، از دیدگاه ساختاری جزئی از پهنه ساختاری سنندج-سیرجان است که از سمت خاور توسط گسل سبزواران غربی (واقع در ورقه محمد آباد) از دیگر پهنه ها جدا شده است و مرز جنوبی آن به وسیله گسل های رورانده واقع در ورقه نودز از زون ساختاری زاگرس تفکیک شده است. در این محدوده به ویژه در نیمه جنوبی رخنمون هایی از افیولیت - ملانژ (mélangé Colored) بصورت فلس های تکتونیکی در حدفاصل دو زون یاد شده مشاهده می گردد (شکل ۲-۲ و شکل ۳-۲).



شکل ۲-۲. نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰,۰۰۰ اسبزواریان (واله و همکاران، ۱۳۷۱) به همراه موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۲-۳. نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰,۰۰۰ برگه پاگدار و موقعیت محدوده اکتشافی فاریاب بر روی این نقشه (برگرفته از ناظم زاده شعاعی، ۱۳۸۳)



۹-۲ زمین شناسی ساختمانی و تکتونیک

گستره ورقه فاریاب از نگاه زمین ساخت صفحه‌ای، بخشی از زون تکتونیکی سنندج - سیرجان با ساختار زمین شناسی پیچیده‌ای است که سرگذشت ساختاری آن از پالئوزویک زیرین آغاز شده است. گمان می‌رود در طی پالئوزویک زیرین روانه‌های ماگمای بازیک تا اولترابازیک از راه کافت‌های میان قاره‌ای بر روی سطح زمین جاری شده‌اند. افزون بر وجود ماگماتیسم که در حوضه‌های کششی پوسته قاره‌ای رخ داده است، رسوبات سیلیسی کالستیک - کربناته نیز با ضخامت‌های گوناگون بجا گذاشته شده‌اند که به گمان قوی بر اثر جنبش‌های کوهزاد کیمیرین پیشین این سن ها دگرگون شده‌اند. کهن ترین این دگرگونه‌ها هم ارز مجتمع دگرگونی آبشور (complex Abshur) است که به عقیده سبزه یی و همکاران (۱۳۷۲) سن آن پالئوزویک زیرین (هم ارز با سازند سلطانیه و لالون) می باشد. به گفته ایشان این مجموعه دگرگونی کال از دگرگونی ناحیه‌ای بخش بالایی یک مجموعه افیولیتی بوجود آمده است. در تریاس بالایی با شروع فازهای فشاری جنبش‌های کوهزاد کیمیرین پیشین این حوضه‌ها در نهایت بسته شده است. به عقیده سبزه یی (۱۹۹۴) پیشروی دریای ژوراسیک زیرین، آغاز فصل جدیدی در تحولات ساختاری این سرزمین بوده که خود در ژوراسیک میانی جولانگاه فعالیت ماگمای بازالتی بوده است. در برگه فاریاب بخش زیرین تا میانی زوراسیک عمدتاً از گدازه‌های بازیکی و توف پدید آمده است. این روانه‌های بازیکی در ادامه به نهشته‌های فلیش گونه ژوراسیک میانی - بالایی مربوط به کیمیرین میانی؟ و در نهایت با ناپیوستگی توسط آهک‌های کالپیونلادار ژوراسیک - کرتاسه پوشیده شده است. به عقیده سبزه یی، این وضعیت تا آلبین و حتی کرتاسه بالایی ادامه داشته است. آمیزه رنگین متشکل از سنگ های آتشفشانی نظیر آندزیت، بازالت اسپیلیتی، کراتوفیر و هیالوکلاست به همراه میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های پلاژیک به دلیل قرارگیری در یک زون برخوردی نظم چینه‌ای خاصی را نشان نمی‌دهند. در پایان کرتاسه، فاز فشاری لارامید سبب راندگی پوسته اقیانوسی (سنگ‌های اولترامافیک) و رسوب‌های همراه بر روی هم و بر روی نهشته‌های زاگرس (خارج محدوده برگه فاریاب) شده است. از آنجاییکه در این برگه سنگ‌های پالئوسن تا میوسن رخنمون ندارند لذا چگونگی تاثیر فازهای تکتونیکی بعد از لارامید را می‌بایست از نواحی مجاور بررسی کرد و فقط به توصیف عمومی عملکرد جنبش‌های پس از میوسن مختصری می پردازیم. در



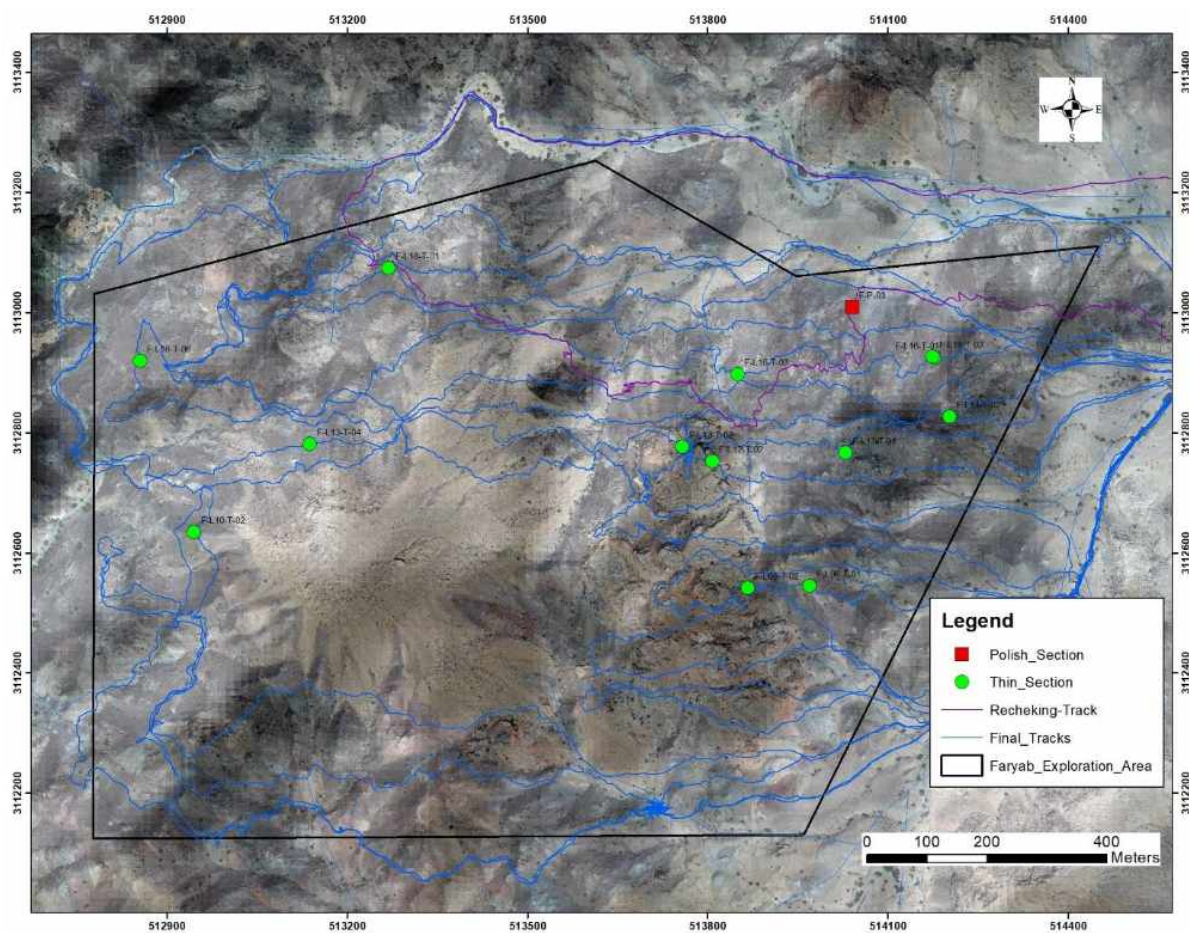
ادامه جنبش های مزبور در اواخر میوسن و ادامه سیکل جدید، انباشته های دریای کم عمق تا قاره ای پلیوسن با دگرشیبی بر روی واحدهای سنگی قدیمی تر جای می گیرد و سرانجام به واسطه ساز و کار جنبش های پلیوسن- پلیستوسن نهشته های پلیوسن و کهن تر ناحیه به شدت چین خورده و موجب دگرشیبی کلی در پی انباشته های کواترنری در سراسر ناحیه شده و وضعیتی بسیار نزدیک به وضعیت زمین ساخت کنونی ناحیه را پدید آورده است. در محدوده برگه زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰ پاگذار گسله ها عمدتاً فرعی و ساختمان های چین خورده تکتونیزه دیده می شوند که در ذیل معرفی می گردند.

۲-۱ ساختمان های چین خورده و گسله

در پهنه تکتونیکی سندرچ - سیرجان و در سنگ های پالئوزویک، چین خوردگی ها، در ابتدا وابسته به گسله ها و جابجایی های مربوط به رویداد زمین ساختی کیمبرین پیشین است که مجدداً تحت تاثیر جنبش های تکتونیکی جوانتر بخصوص فازهای زمین ساختی پس از لارامید قرار گرفته است در نیمه جنوبی برگه با نزدیک شدن به محل برخورد زون زاگرس و سندرچ - سیرجان در خارج برگه فاریاب، راندگی ها (فلس های تکتونیکی) گسترش بیشتری دارد و روند آنها از راندگی های شمال - شمال خاوری بسوی جنوب - جنوب باختری پیروی می کند. ولی به سوی نیمه شمالی برگه و دور شدن از محل برخورد دو پهنه، روند چین خوردگی و گسله ها بی نظم تر می باشند. گسله ها عمدتاً در شمال و باختر برگه مشاهده می گردند. در قسمت های مرکزی و جنوب (دشت های آبرفتی با رسوبات جوان) واقع در گسل هایی وجود دارند که فقط از روی عکس های هوایی و ماهواره ای قابل تشخیص هستند و فاقد هرگونه اثری در روی زمین می باشند. به عقیده عزیزان و نادری (۱۳۸۵) زون های برشی که در حقیقت فرآورده راندگی ها است، در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی، بویژه در همبری راندگی های اصلی نمود دارند. زون های برشی، در همه سطح نقشه مشاهده شده و بیشترین نمود آنها در سنگ های اولترامافیکی واحدهای آمیزه رنگین است. در محدوده مورد مطالعه به علت یکنواختی نسبی سنگ شناسی و نیز دگرریختی نرم، تشخیص این چین ها و همچنین جهت جوان شدن (Face) آن ها و یا نوع گسله های موجود دشوار است.

۱۱-۲ شرح واحدهای سنگی در نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ محدوده فاریاب

به منظور بررسی دقیق واحدهای سنگی موجود در منطقه مورد مطالعه، پروفیل های سیستماتیک با فواصل ۵۰ متری از یکدیگر و با روند شرقی- غربی طراحی شده است (شکل ۲-۴). بر اساس مشاهدات صحرایی و همچنین مطالعه مقاطع میکروسکوپی تهیه شده از نمونه های سنگی (جدول ۲-۱)، از لحاظ وضعیت سنگ شناسی، محدوده فاریاب شامل واحدهای دگرگونی از جمله انواع شیست ها، آمفیبولیت و مرمر به سن پالئوزوئیک می باشد که به طور دگرشیب توسط سنگ های آهکی به سن کامپانین- ماستریشین پوشیده شده اند (شکل ۲-۵).

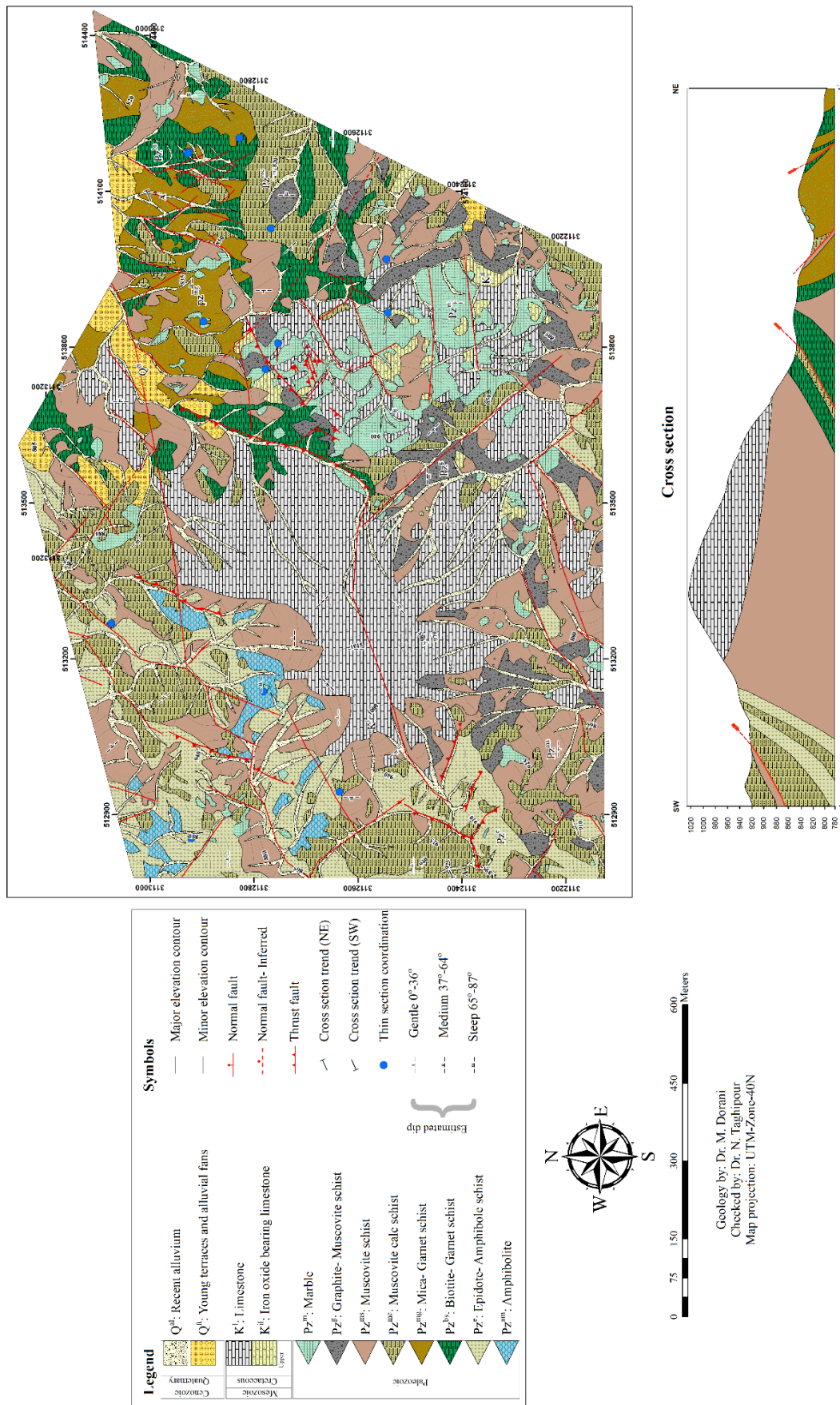




جدول ۱-۲. مختصات نمونه‌های برداشت شده جهت تهیه و مطالعه میکروسکوپی در محدوده اکتشافی فاریاب

Row	Sample Name	Zone	X	Y
۱	F-L۱۳-T-۰۴	۴۰	۵۱۳۱۳۸	۳۱۱۲۷۸۱
۲	F-L۱۶-T-۰۳	۴۰	۵۱۳۸۵۰	۳۱۱۲۸۹۷
۳	F-L۱۴-T-۰۲	۴۰	۵۱۴۲۰۳	۳۱۱۲۸۲۷
۴	F-L۱۶-T-۰۶	۴۰	۵۱۲۸۵۵	۳۱۱۲۹۲۰
۵	F-L۱۳-T-۰۱	۴۰	۵۱۴۰۲۹	۳۱۱۲۷۶۷
۶	F-L۱۳-T-۰۲	۴۰	۵۱۳۷۵۸	۳۱۱۲۷۷۷
۷	F-L۰۸-T-۰۱	۴۰	۵۱۳۹۷۰	۳۱۱۲۵۴۵
۸	F-L۰۸-T-۰۲	۴۰	۵۱۳۸۶۷	۳۱۱۲۵۴۲
۹	F-L۱۲-T-۰۲	۴۰	۵۱۳۸۰۸	۳۱۱۲۷۵۳
۱۰	F-L۱۰-T-۰۲	۴۰	۵۱۲۹۴۵	۳۱۱۲۶۳۵
۱۱	F-L۱۸-T-۰۱	۴۰	۵۱۳۲۶۹	۳۱۱۳۰۷۴
۱۲	F-L۱۶-T-۰۱	۴۰	۵۱۴۱۷۷	۳۱۱۲۹۲۵
۱۳	F-L۱۶-T-۰۲	۴۰	۵۱۴۱۷۴	۳۱۱۲۹۲۷
۱۴	F-P-۰۳	۴۰	۵۱۴۰۴۲	۳۱۱۳۰۰۹

The Geological Map of Faryab Exploration Area (Scale, 1:5000)



شکل ۲-۵. نقشه زمین شناسی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ از محدوده اکتشافی فاریاب



۱۲-۲ واحدهای سنگی دگرگونی در محدوده فاریاب

بخش بزرگی از واحدهای سنگی تشکیل دهنده در محدوده فاریاب، از سنگهای دگرگونی تشکیل شده است. مجموعه دگرگونی فاریاب به سن پالئوزوئیک فوقانی شامل سنگ های مسکویت شیست، گرافیت-مسکویت شیست، موسکویت کالک شیست، بیوتیت-موسکویت-گارنت شیست، بیوتیت-گارنت شیست، اپیدوت-آمفیبول شیست، آمفیبولیت و مرمر می باشند. سنگهای این محدوده، با توجه به شرایط فشار لیتواستاتیک وارد شده بر آنها، در بخش های مختلف دارای ترکیبات متفاوتی می باشند. به طوریکه به سمت بخش های شمال غربی این محدوده درجه دگرگونی سنگ ها افزایش پیدا می کند و به حد آمفیبولیت می رسد. در ادامه مشخصات میکروسکوپی واحدهای دگرگونی فاریاب به همراه نام نمونه ذکر شده است:

۱۲-۲-۱ سنگ مرمر:

رخنمون غالب سنگ های مرمر در بخش های شرقی محدوده مورد مطالعه و به صورت توده های نسبتاً کوچک و پراکنده و بیشتر در مجاورت سنگ های آهکی، موسکویت شیست ها و موسکویت کالک شیست ها دیده می شوند. درصد خلوص سنگ های مرمر مشاهده شده در این منطقه نسبتاً بالاست و مقادیر کمی از ناخالصی های کوارتزی و اپاک در بخش هایی از آن ها وجود دارد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶. رخداد سنگ مرمر در محدوده اکتشافی فاریاب

نمونه ۰۲-T-۱۲-F

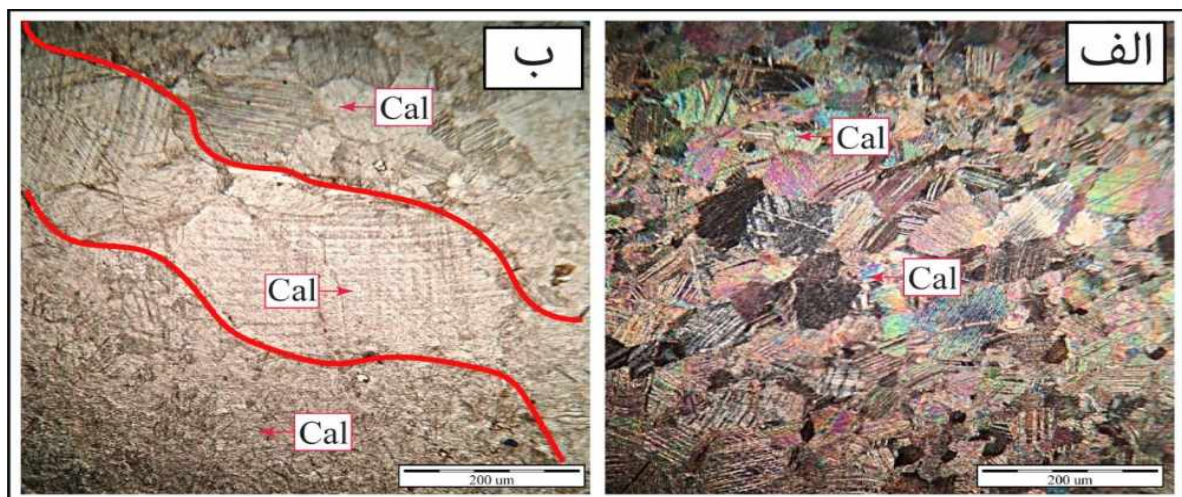
اسم سنگ: مرمر

کانی های اصلی: کلسیت

کانی های فرعی: اپاک

بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ آهک تبلور مجدد یافته (مرمر) است که بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این نمونه را می توان به عنوان یک مرمر تقریباً خالص در نظر گرفت هر چند که ذرات بسیار ریزی از بلورهای اپاک در متن سنگ به صورت پراکنده دیده می شوند. شکستگی های ایجاد شده در این سنگ در دو مرحله توسط بلورهای ثانویه کلسیت پر شده اند. به طوریکه، در مرحله اول درشت بلورهای کلسیت با ابعاد بیشتر از ۱۰ میلی متر و در مرحله دوم ریز بلورهای کلسیت شکستگی ها را پر کرده اند (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷. الف) نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت در نور XPL. ب) نمایش پر شدگی شکستگی ها توسط درشت بلورهای ثانویه کلسیت نور PPL.

نمونه F-L۱۶-T-۰۳

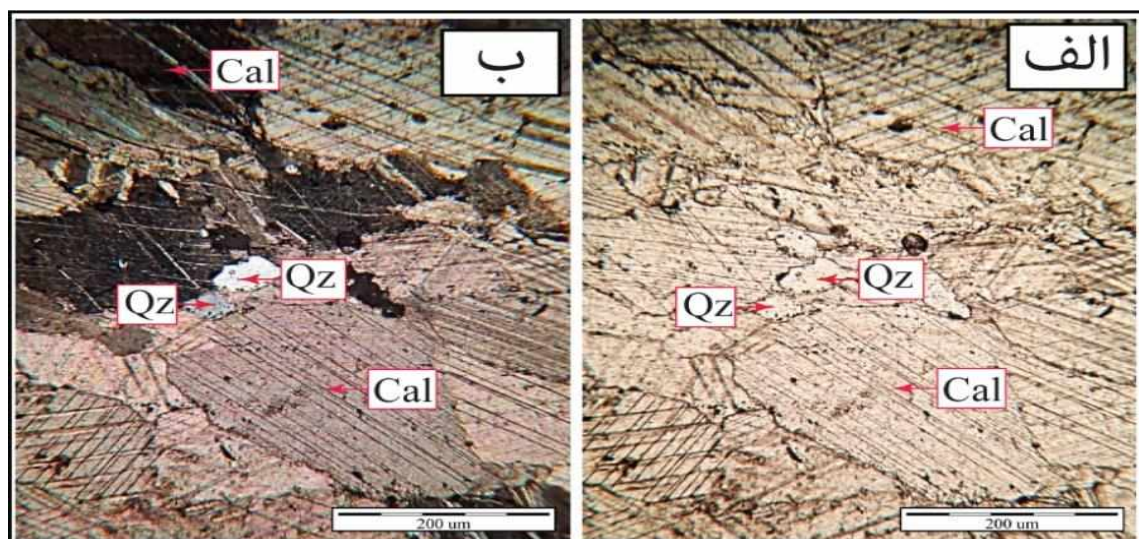
اسم سنگ: مرمر

کانی‌های اصلی: کلسیت

کانی‌های فرعی: اپاک - کوارتز

بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ آهک تبلور مجدد یافته (مرمر) است که بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۷ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند و در نتیجه فشار وارد شده به سنگ، پهن شدگی ضعیفی نشان می‌دهند. تک بلورهای انهدرال و پراکنده کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر در متن سنگ دیده می‌شوند. وجود این بلورها نشان دهنده ناخالصی سنگ آهک اولیه می‌باشد. این بلورها دارای خاموشی موجی و پهن شدگی ضعیفی در راستای کلیواژ سنگ دارند. در برخی قسمت‌ها، می‌توان لایه‌های نازک و منقطع اپاک را در راستای کلیواژ سنگ مشاهده نمود که نشان دهنده تشکیل این بلورها قبل از تکتونیک می‌باشد (شکل ۸-۲ تا شکل ۸-۴).



شکل ۸-۲. الف و ب) نمایش بلورهای کلسیت تبلور مجدد یافته و بلورهای فرعی کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ).

۲-۱۲-۲ موسکویت شیستها

موسکویت شیستها غالب ترین نمونه سنگی در محدوده اکتشافی فاریاب هستند که در سرتاسر منطقه قابل مشاهده می باشند. در اکثر موارد در نمونه ای دستی، آثار چین خوردگی در این سنگ ها به خوبی دیده می شود (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹. رخداد موسکویت شیست ها در محدوده اکتشافی فاریاب



نمونه ۰۱-T-۱۸-F

اسم سنگ: موسکویت شیست

کانی های اصلی: کوارتز - موسکویت

کانی های فرعی: فلدسپار پتاسیم دار - اپاک - پلاژیوکلاز - کلسیت - بیوتیت - زیرکن

بافت: پورفیروبلاستیک - شطرنجی - فلس ماهی (Mica Fish) - پرتیت - گرانوبلاستیک - لپیدوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، مقادیر فرعی بلورهای کشیده بیوتیت و همچنین رگه های باریک و غیر ممتد بلورهای اپاک تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱).

در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S_۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. بخش میکرولیتون عمدتاً از بلورهای کوارتز و مقادیر کمتر پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم دار، کلسیت و مقادیر بسیار فرعی زیرکن (۰/۱ میلی متر) و اپاک (۰/۲ میلی متر) تشکیل شده است. بلورهای کوارتز با ابعاد خیلی ریز تا حداکثر ۰/۷ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی، تبلور مجدد از نوع تورمی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و Window می باشند. بلورهای کوارتز به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ



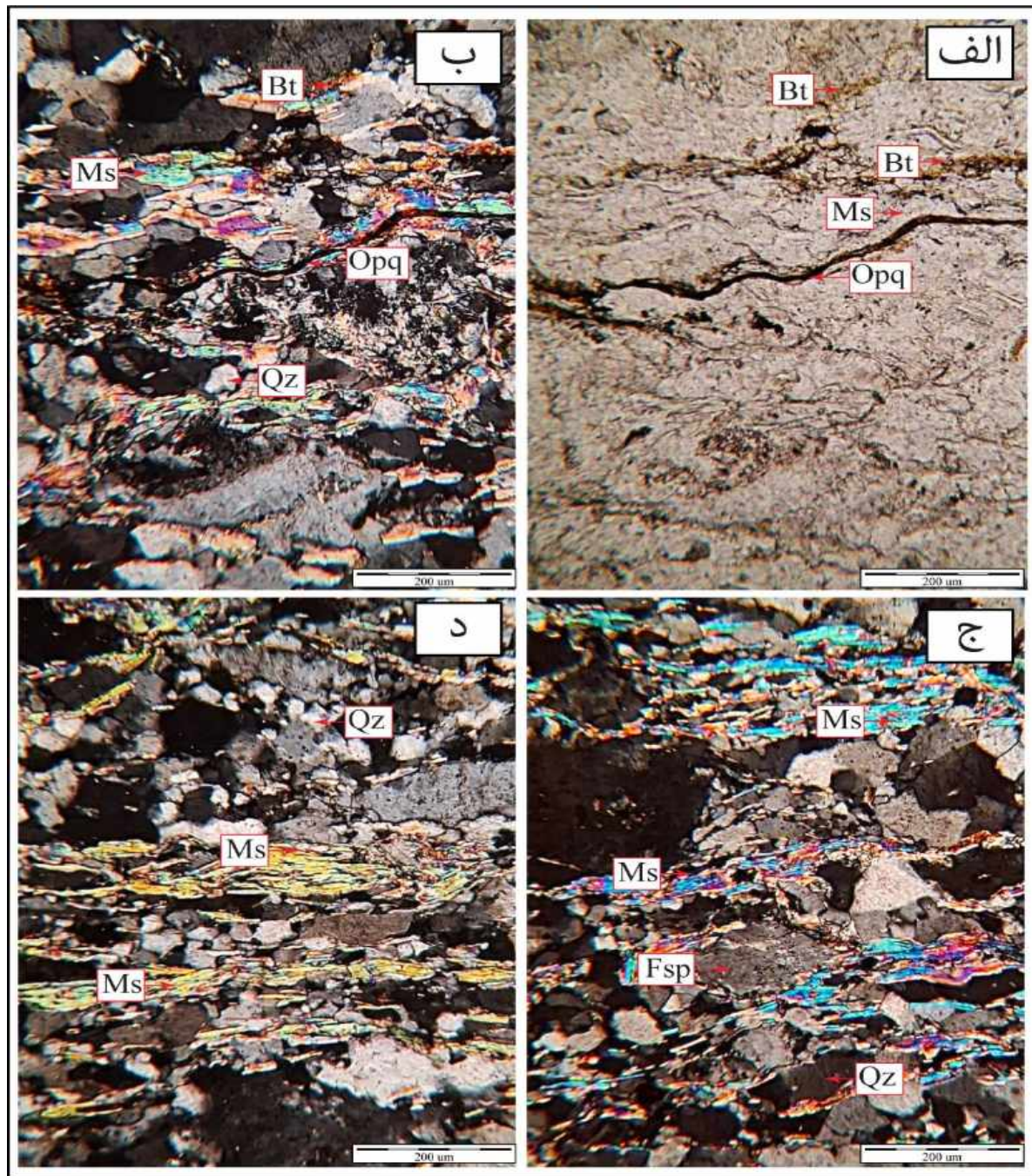
سنگ پهن شدگی نشان می دهند. در برخی قسمت ها، اجتماع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای دیده می شوند که دارای بافت شطرنجی می باشند.

شکستگی های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز و مقادیر کمتر کلسیت پر شده اند و هیچگونه آثار پهن شدگی در این گروه از بلورهای کوارتز دیده نمی شود.

بلورهای انهدرال فلدسپار پتاسیم دار با ابعاد بین $0/3$ تا 15 میلی متر به صورت پراکنده در بخش میکرولیتون دیده می شوند. پورفیروبلاست های انهدرال فلدسپار پتاسیم دار (بافت پورفیروبلاستیک) غالباً در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی کمی نشان می دهند و دارای شکستگی های درون بلوری و بافت پرتیت از نوع رشته ای (String) و شاخه شاخه (Braided) می باشند.

بر اساس روابط فازی بین پورفیروبلاست های فلدسپار و حوزه کلیواژ، زمان تشکیل پورفیروبلاست های فلدسپار پتاسیم دار به عنوان قبل از تکتونیک در نظر گرفته می شود.

ریز بلورهای انهدرال پلاژیوکلاز با ابعاد متوسط $0/3$ میلی متر به صورت پراکنده در میکرولیتون دیده می شوند و دارای ماکل های اولیه پلی سنتتیک و ماکل های ثانویه تغییر شکلی می باشند (شکل ۲-۱۰).



شکل ۲-۱۰. الف و ب، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت و لایه های نازک اپاک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). ج و د، نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز، فلدسپار پتاسیم دار و بلورهای کشیده موسکویت در نور XPL.



نمونه ۰۱-T-۰۸-L-F

اسم سنگ: موسکویت شیست

کانی های اصلی: موسکویت - کوارتز

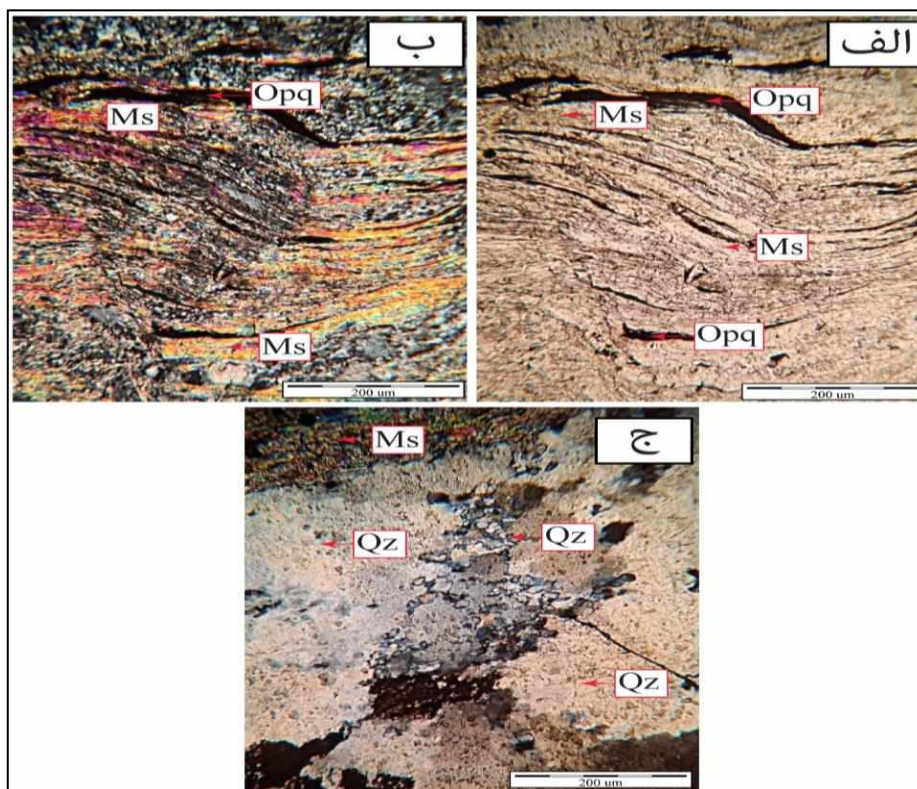
کانی های فرعی: اپاک

بافت: لپیدوبلاستیک - شطرنجی - پورفیروبلاستیک - هسته و گوشته (Core & Mantle)

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکروولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و رگه های باریک و منقطع بلورهای اپاک تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل سه فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S₁). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S₂). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در سومین فاز دگرشکلی، بخش حوزه کلیواژ در اثر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ مجدداً چین خورده است. در نتیجه فاز سوم دگرشکلی، بخش های سخت تر سنگ که انعطاف پذیری کمتری دارند (کوارتز) دچار شکستگی شده و متعاقباً توسط بلورهای اپاک پر شده اند.

ریز بلورهای کوارتز در بخش میکروولیتون با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان

می دهند. در برخی قسمت ها، اجتماع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای دیده می شوند که دارای خاموشی موجی، رگه های التیام یافته، شکستگی های درون بلوری و بافت های شطرنجی و هسته- گوشته (Core & Mantle) می باشند. تک بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد حداکثر ۰/۵ میلی متر به صورت پراکنده در متن سنگ دیده می شوند (بافت پورفیروبلاستیک). بر اساس روابط فازی بین پورفیروبلاست های کوارتز و حوزه کلیواژ، زمان تشکیل پورفیروبلاست های کوارتز به عنوان قبل از تکتونیک در نظر گرفته می شود. در برخی قسمت ها، ریز بلورهای سابهدرال اپاک با ابعاد متوسط ۰/۳ در متن سنگ دیده می شوند. بر اساس روابط فازی بین بلورهای اپاک و سایر بخش های سنگ، زمان تشکیل این گروه از بلورهای اپاک مربوط به بعد از تکتونیک می باشد (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۱۱. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج) نمایش تبلور مجدد بلورهای کوارتز و تشکیل بافت هسته- گوشته در نور XPL.

۳-۱۲-۲- گرافیت- موسکویت شیست:

گرافیت موسکویت شیست ها غالباً در بخش های جنوبی منطقه مورد مطالعه و اکثراً در مجاورت با موسکویت شیست ها دیده می شوند. ویژگی شاخص این گروه از سنگ ها در مقیاس دستی، برگوارگی و رنگ تیره آن ها می باشد. این گروه از سنگ ها به خوبی حداقل سه فاز دگرشکلی را به صورت چین خوردگی های پیچیده نشان می دهند (شکل ۲-۱۲).



شکل ۲-۱۲. رخداد گرافیت موسکویت شیست در منطقه اکتشافی فاریاب. به چین خوردگی های موجود در این سنگ ها توجه شود.

نمونه ۰۲-T-۱۳-F

اسم سنگ: گرافیت - موسکویت شیست

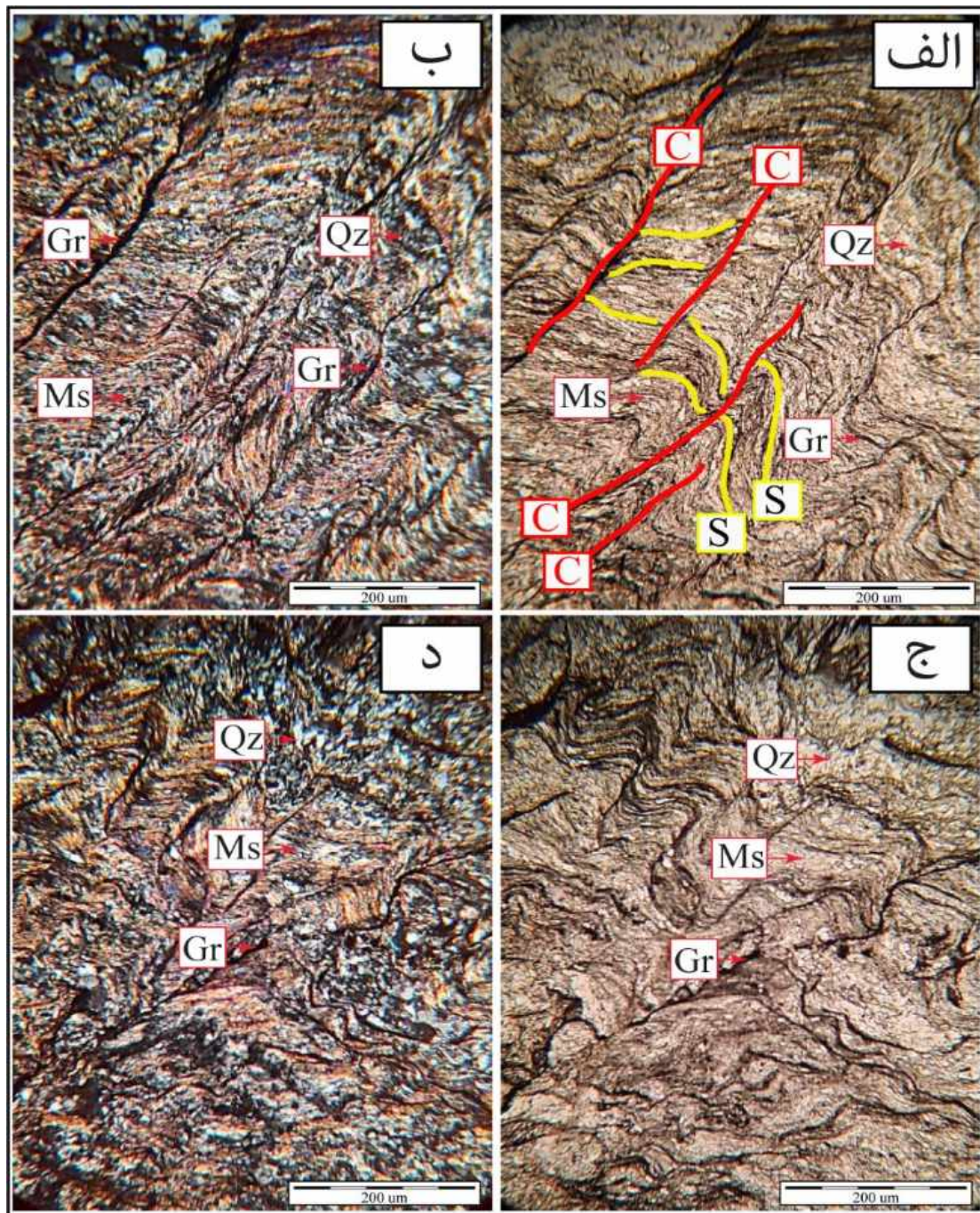
کانی های اصلی: کوارتز - گرافیت - موسکویت

کانی های فرعی: اپاک

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - فلس ماهی (Mica Fish) - فابریک S-C

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان گرافیت - موسکویت شیست نامگذاری می شود و در واقع یک فیلونیت است یعنی سنگی شدیداً برش خورده که سرشار از فیلوسیلیکات ها (از جمله موسکویت) است. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ این سنگ از بلورهای کشیده و باریک موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و لایه های ممتد گرافیت تشکیل شده است با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل سه فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S_۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در سومین فاز دگرشکلی، بخش حوزه کلیواژ در اثر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ مجدداً چین خورده است و باعث ایجاد فابریک های C-S در سنگ شده است. در بخش میکرولیتون، ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی می باشند.

شکستگی های ایجاد شده در این سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز پر شده اند (شکل ۲-۱۳).



شکل ۲-۱۳. الف، ب، ج و د) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های ممتد گرافیت که در نتیجه سه فاز دگرشکلی به شدت چین خورده اند و فابریک S-C را ایجاد کرده اند در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.

۲-۱۲-۴ موسکویت کالک شیست

سنگ های موسکویت کالک شیست تقریباً به صورت حلقه ای در اطراف منطقه مورد مطالعه و غالباً در مجاورت با موسکویت شیست ها دیده می شوند. در برخی قسمت ها، در نمونه های دستی، لایه های روشن کربنات تبلور مجدد یافته و رگه های گرافیت چین خورده قابل مشاهده می باشند (شکل ۲-۱۴).



شکل ۲-۱۴. رخداد موسکویت کالک شیست در محدوده اکتشافی فاریاب. به وجود رگه های گرافیتی در این سنگ ها توجه شود.

نمونه ۰۲-T-L۱۰-F

اسم سنگ: موسکویت کالک شیست

کانی های اصلی: کلسیت - کوارتز - موسکویت

کانی های فرعی: اپاک - اسفن - بیوتیت - گرافیت - پلاژیوکلاز - ایلمنیت - کلینوزوئیسیت - آمفیبول -

کلریت

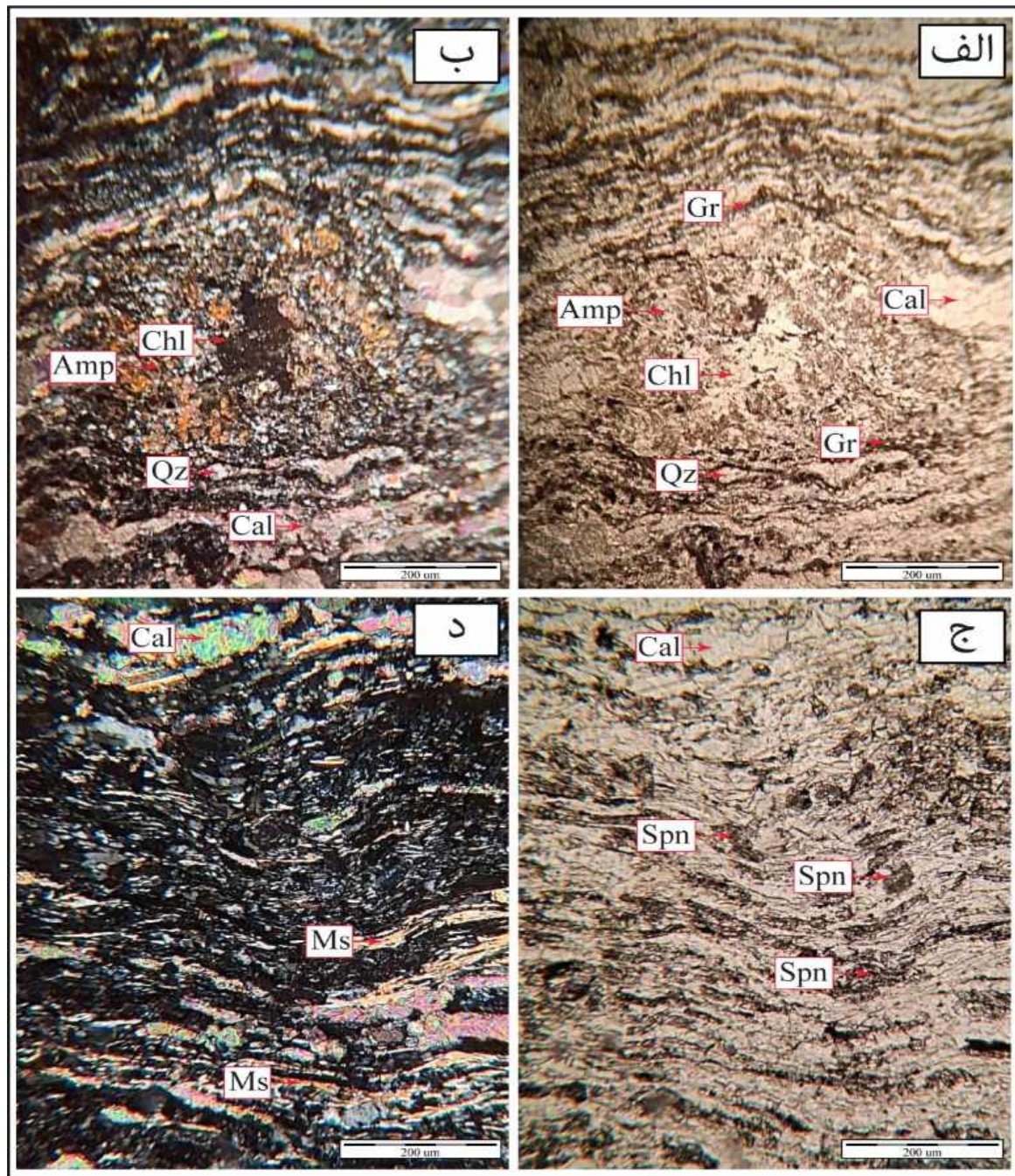
بافت: لپیدوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پورفیروبلاستیک - شطرنجی

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به ترکیب کانی شناسی و فراوانی بلورهای کربناته، در گروه کالک سیلیکات ها طبقه بندی می شود و بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت کالک شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، مقادیر فرعی بلورهای کشیده کلریت و بقایای اندکی از بلورهای اولیه بیوتیت و همچنین رگه های باریک و ممتد گرافیت تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و کلریت در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی ضعیفی شده اند (S_۲). علاوه بر این، در بخش حوزه کلیواژ، ریز بلورهای کشیده اپاک با ابعاد بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی متر و تولی هایی از ریز بلورهای تقریباً کشیده اسفن در راستای کلیواژ کلی سنگ دیده می شوند. در اغلب موارد می توان در مرکز بلورهای اسفن بقایای یک بلور اپاک را مشاهده نمود که نشان دهنده تشکیل بلور اسفن در نتیجه دگرسانی یک بلور غنی از Ti (احتمالاً ایلمنیت) می باشد.

در بخش میکرولیتون این سنگ بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر و مقادیر کمتری از بلورهای کوارتز با بافت گرانوبلاستیک دیده می شوند. در اغلب موارد بلورهای کلسیت دارای پهن شدگی در راستای کلیواژ سنگ می باشند. ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. علاوه بر این، ریز بلورهای بی شکل کلینوزوئیسیت، اپیدوت و اپاک به صورت پراکنده در متن سنگ دیده می شوند.

بلورهای انهدرال پلاژیوکلاز با ابعاد حداکثر ۰/۵ میلی متر به طور پراکنده در متن سنگ دیده می شوند (بافت پورفیروبلاستیک) و دارای ماکلهای اولیه کارلزداد و پلی سنتتیک و ماکل های ثانویه (از نوع شعله شمعی) می باشند. علاوه بر این، بقایای اندکی از پورفیروبلاست های انهدرال آمفیبول با ابعاد حداکثر ۰/۸ میلی متر را می توان در زمینه سنگ مشاهده نمود که در نتیجه دگرسانی، بخش های اعظم آن توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده اند و دارای ادخال هایی از ریز بلورهای اپاک می باشند (بافت پوئی کیلوبلاستیک). بر اساس روابط فازی و زمان تشکیل، پورفیروبلاست های پلاژیوکلاز و آمفیبول در گروه قبل از تکتونیک تقسیم بندی می شوند (شکل ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵. (الف و ب) نمایش پورفیروبلست آمفیبول در بین لایه های گرافیت و موسکویت در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به جانشینی بلورهای آمفیبول توسط بلورهای ثانویه کلریت توجه شود. ج و د) نمایش لایه های گرافیت، موسکویت و بلورهای کشیده کلریت و اسفن در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به چین خوردگی بلورها و لایه توجه شود.



نمونه ۰۱-T-L۱۳-F

اسم سنگ: موسکویت کالک شیست

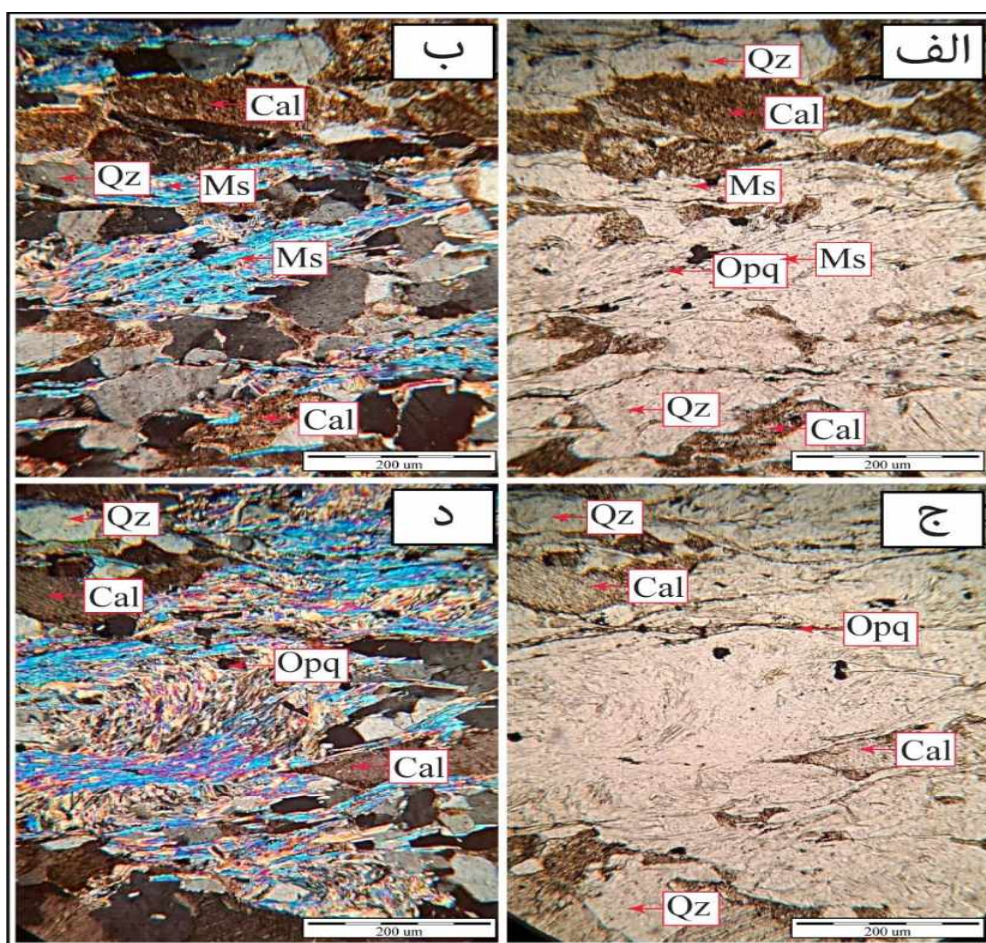
کانی های اصلی: موسکویت - کوارتز - کلسیت

کانی های فرعی: اپاک - بیوتیت - کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به ترکیب کانی شناسی و فراوانی بلورهای کربناته، در گروه کالک سیلیکات ها طبقه بندی می شود و بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت کالک شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و مقادیر فرعی بلورهای کلریتی شده بیوتیت (با ابعاد متوسط ۰/۵ میلی متر) تشکیل شده است. علاوه بر این، به ندرت می توان بلورهای کشیده و باریک اپاک را در این بخش مشاهده نمود. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S^۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S^۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در بخش میکرولیتون، بلورهای درشت و کشیده کلسیت با اندازه متوسط ۰/۵ میلی متر همراه با تک بلورهای پراکنده کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. در برخی قسمت ها، وجود ریز بلورهای کوارتز در داخل بلورهای کلسیت باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک در سنگ شده است. ریز بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد حداکثر ۰/۴ میلی متر در بخش میکرولیتون و در داخل و یا بین بلورهای کلسیت دیده می شوند. ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز دارای آثار خاموشی موجی، رگه های التیام یافته و مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Left over،

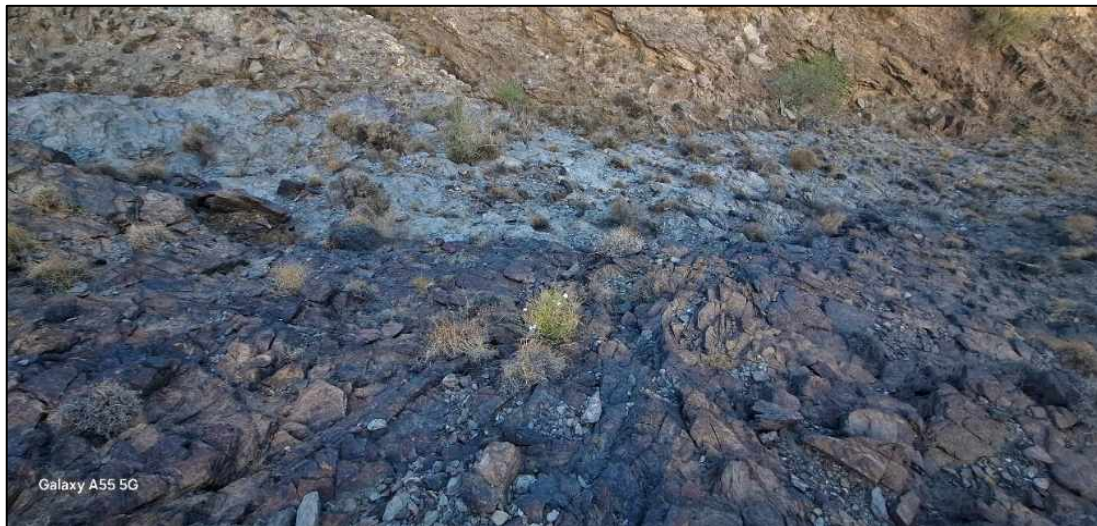
Dragging و Window می باشند. علاوه بر این، بلورهای کوارتز به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. در برخی قسمت ها به صورت فرعی و پراکنده می توان ریز بلورهای سابهدرال اپاک را با ابعاد متوسط ۰/۱ میلی متر مشاهده نمود که دارای نشانه های تشکیل بعد از تکتونیک می باشند. شکستگی های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای ثانویه کلسیت پر شده اند (شکل ۲-۱۶).



شکل ۲-۱۶. الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند و بلورهای کوارتز و کلسیت در بخش میکرولیتون سنگ در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به اشکال فلس ماهی در بلورهای موسکویت توجه شود.

۵-۱۲-۲ بیوتیت-موسکویت-گارنت شیست

نمونه های بیوتیت-موسکویت-گارنت شیست (میکا گارنت شیست) غالباً در بخش های شمال شرقی منطقه اکتشافی دیده می شوند و در نمونه دستی به صورت لایه های تیره و روشن چین خورده دیده می شوند (شکل ۱۷-۲ شکل ۱۷-۲).



شکل ۱۷-۲. رخداد بیوتیت-موسکویت-گارنت شیست در محدوده اکتشافی فاریاب.

نمونه ۰۱-T-L۱۶-F

اسم سنگ: بیوتیت - موسکویت - گارنت شیست

کانی های اصلی: گارنت - موسکویت

کانی های فرعی: اپاک - کوارتز - بیوتیت - اپیدوت - اسفن - کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پورفیروبللاستیک - پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان بیوتیت - موسکویت - گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکروولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ این سنگ از بلورهای کشیده و باریک موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، بیوتیت، کلریت های ثانویه حاصل از دگرسانی بلورهای اولیه بیوتیت و رگه های باریک و منقطعی از بلورهای اپاک تشکیل شده است با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S۲).

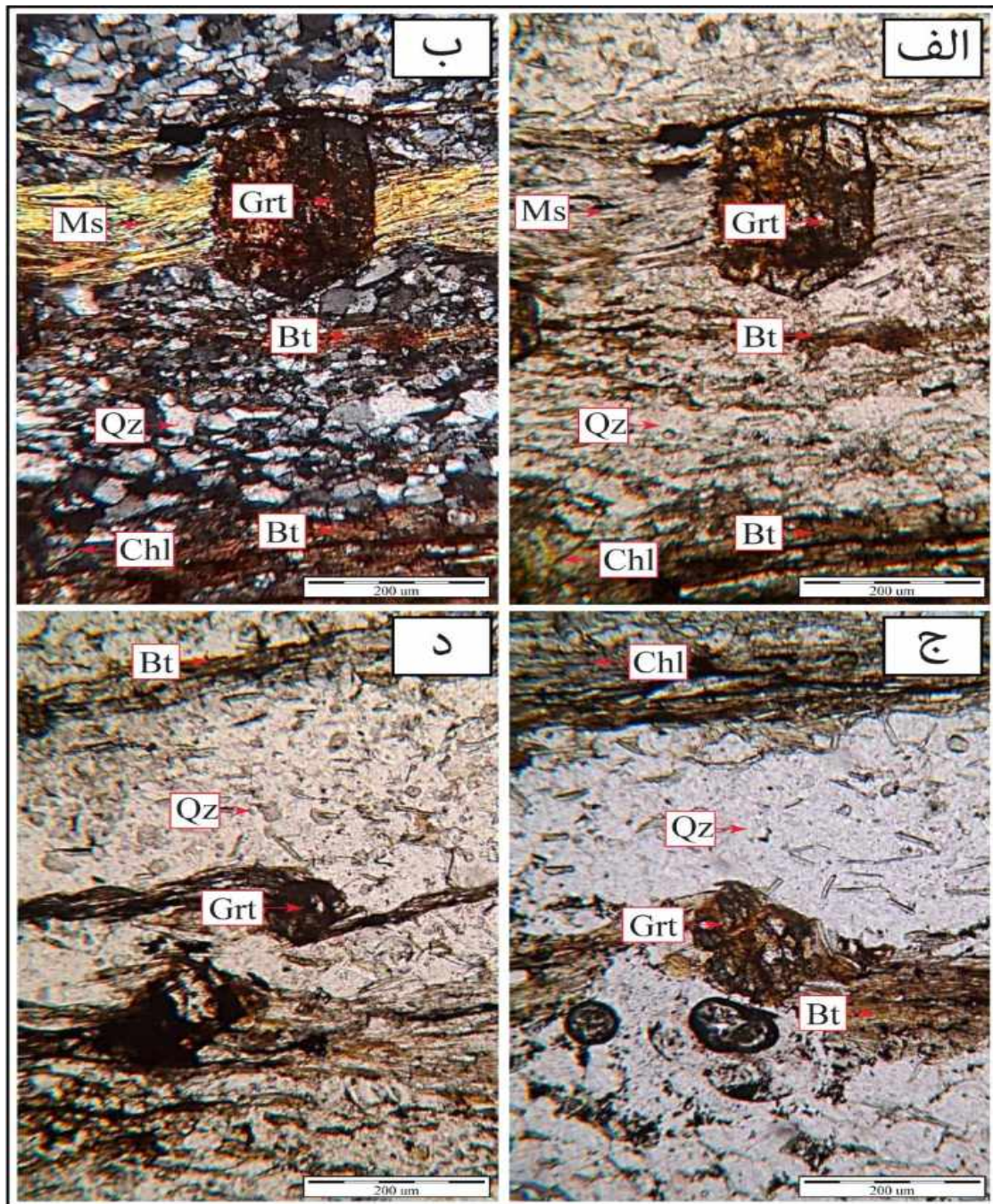
در برخی قسمت ها، پورفیروبللاست های سابهedral بیوتیت با ابعاد حداکثر ۲/۵ میلی متر بر روی حوزه کلیواژ قرار گرفته اند که دارای ادخال هایی از ریز بلورهای اپیدوت و گارنت می باشند. بر اساس روابط فازی، این پورفیروبللاست ها از نظر زمان تشکیل در گروه بعد از تکتونیک طبقه بندی می شوند. علاوه بر این، ریز بلورهای انهدرال اپاک با ابعاد حداکثر ۰/۲ میلی متر در سرتاسر متن سنگ به صورت پراکنده دیده می شوند و دارای شواهد تشکیل در مراحل بعد از تکتونیک می باشند.



بلورهای یوهدرال تا سابهدرال گارنت با ابعاد بین ۰/۱ تا ۰/۵ میلی متر در سرتاسر متن سنگ دیده می شوند. این بلورها دارای شکستگی های داخلی فراوانی می باشند و اکثراً تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفته اند. از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، بلورهای گارنت دارای یک روند تدریجی از مرحله همزمان با تکتونیک تا بعد از تکتونیک می باشند. به طوریکه، حجم عمده بلورهای گارنت در مرحله بعد از تکتونیک شکل گرفته اند. در بخش میکروولیتون، بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این بلورها دارای آثار بلور مجدد، خاموشی موجی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و ادخال ریز بلورهای موسکویت (بافت پوئی کیلوبلاستیک) می باشند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها، تجمع ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای دیده می شوند که دارای بافت شطرنجی می باشند.

شکستگی های ایجاد شده در این سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز با بافت گرانولار پر شده اند (شکل

۲-۱۸).



شکل ۲-۱۸. الف، ب، ج و د) نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت دگرسان شده (توسط کلریت جانشین شده است) و پورفیروبلاست های گارنت در نورهای PPL (شکل الف، ج و د) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. با توجه به روابط فازی، گارنت های موجود در اشکال الف و ب از نوع بعد از تکتونیک و در اشکال ج و د از نوع همزمان با تکتونیک می باشند.



نمونه ۴-T-L۱-F

اسم سنگ: بیوتیت - گارنت شیست

کانی های اصلی: بیوتیت - کوارتز - گارنت

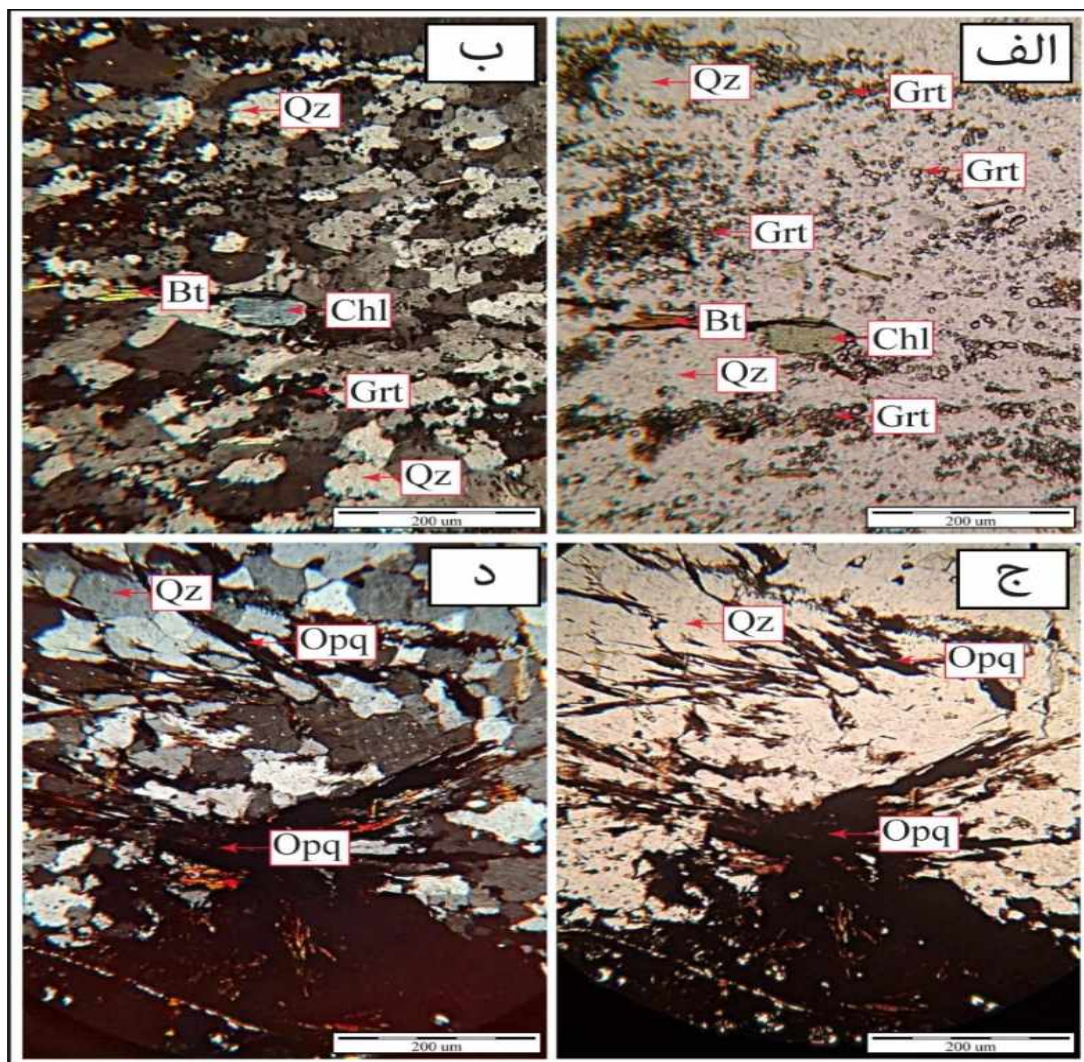
کانی های فرعی: اپاک - کلسیت - کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - شطرنجی

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان بیوتیت - گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ این سنگ از سه جزء اصلی تشکیل شده است. جزء اول شامل ردیف های ممتدی می شود که شامل ریز بلورهای سابهدرال تا انهدرال گارنت می باشند و به موازات یکدیگر و در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند. جزء دوم بلورهای انهدرال و کشیده اپاک با اندازه های خیلی ریز تا حداکثر ۲ میلی متر هستند و جزء سوم مربوط به بلورهای سابهدرال تا انهدرال بیوتیت می باشد که با ابعاد حداکثر ۰/۸ میلی متر در راستای کلیواژ سنگ و عمدتاً در مجاورت بلورهای اپاک قرار گرفته اند. این بلورها دارای کشیدگی و پهن شدگی متوسطی می باشند (بافت لپیدوبلاستیک) و در اغلب موارد در نتیجه دگرسانی توسط بلورهای ثانویه کلریت جانشین شده اند.

در بخش میکرولیتون، بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این بلورها دارای آثار بلور مجدد، خاموشی موجی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و Window و ادخال ریز بلورهای گارنت (بافت پوئی کیلوبلاستیک) می باشند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها، تجمع ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز باعث ایجاد بافت شطرنجی شده است.

گروهی از بلورهای اپاک به صورت بین بلوری در بخش میکرولیتون و در بین بلورهای کوارتز و یا به صورت افشان دیده می شوند و نحوه قرار گیری آن ها از کلیواژ سنگ تبعیت نمی کند. گروه دیگری از بلورهای اپاک به صورت پرکننده شکستگی ها در سنگ دیده می شوند که به صورت عمود بر کلیواژ کلی سنگ قرار گرفته اند و آن را قطع می کنند. علاوه بر بلورهای اپاک، بلورهای ثانویه کلسیت نیز به عنوان پر کننده شکستگی ها در سنگ دیده می شوند (شکل ۱۹-۲ تا شکل ۱۹-۴).



شکل ۱۹-۲. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و لایه های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت افشان در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).



نمونه ۰۲-T-L۱۶-F

اسم سنگ: بیوتیت - گارنت شیست

کانی های اصلی: گارنت - بیوتیت - کوارتز

کانی های فرعی: اپاک - کلسیت - کلریت

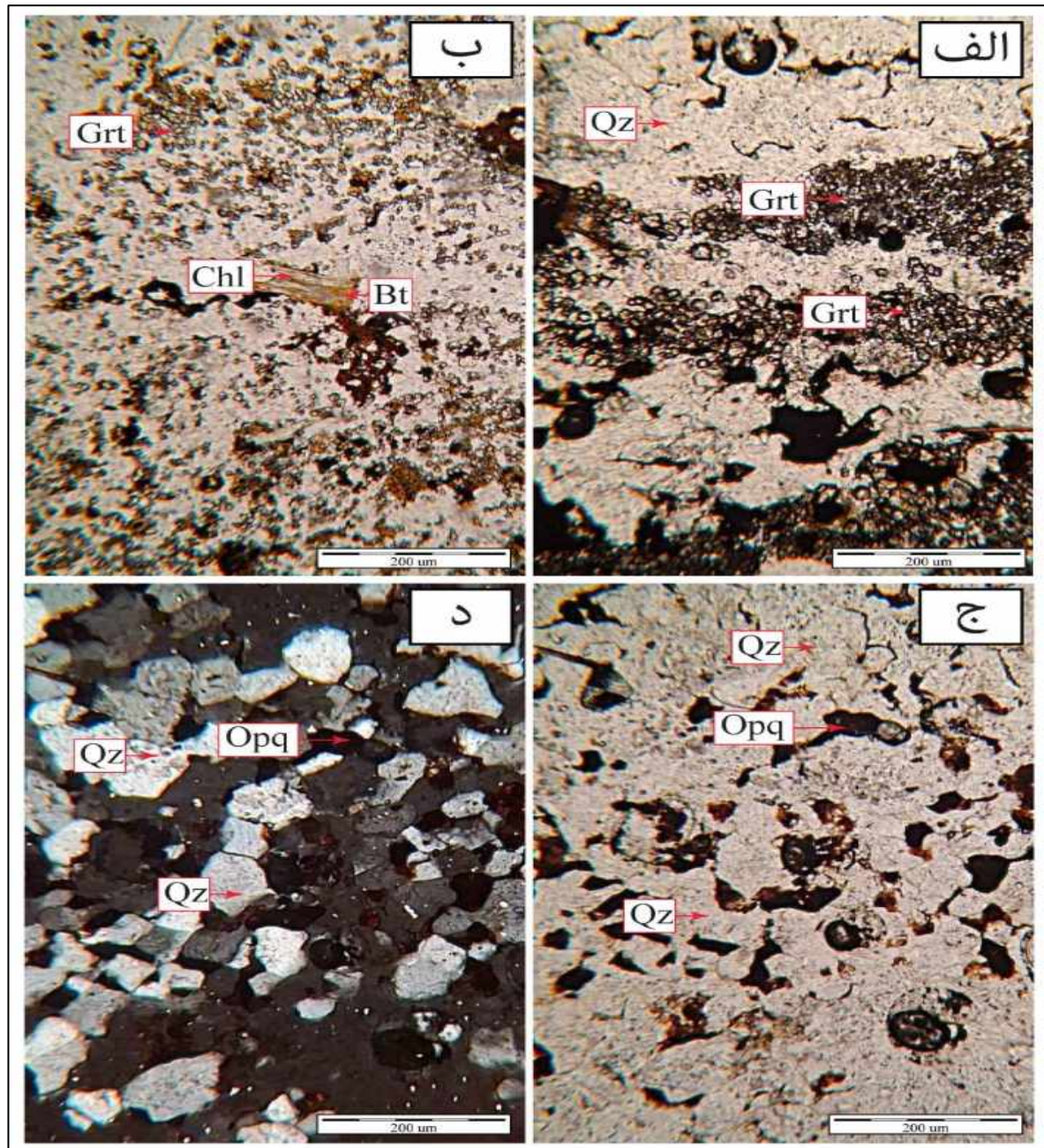
بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان بیوتیت - گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. در بخش حوزه کلیواژ لایه بندی ترکیبی و انتخابی از یکسری بلورها (بدون جهت یابی ترجیحی) دیده می شود.

بخش حوزه کلیواژ این سنگ از تجمع ریز بلورهای گارنت تشکیل شده است که به صورت لایه هایی ممتد به موازات یکدیگر و در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند. بلورهای گارنت موجود در این لایه ها هیچگونه کشیدگی را نشان نمی دهند. علاوه بر این، در بخش حوزه کلیواژ می توان بلورهای سابهدرال تا انهدرال اپاک (با ابعاد بین ۰/۰۵ تا ۰/۴ میلی متر) و بیوتیت (با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر) را مشاهده نمود. زمان تشکیل این دو گروه از کانی ها مربوط به بعد از تکتونیک می اشد و بلورهای بیوتیت غالباً در نتیجه دگرسانی توسط بلورهای ثانویه کلریت جانشین شده اند.

در بخش میکرولیتون ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز با بافت گرانوبلاستیک دیده می شوند. این بلورها دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. بلورهای اپاک موجود در بخش میکرولیتون به صورت بین بلوری و یا اجتماعات

تیغه‌ای شکل افشان دیده می‌شوند. علاوه بر این، در برخی قسمت‌ها، شکستگی‌های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای اپاک پر شده‌اند (شکل ۲-۲۰).



شکل ۲-۲۰. الف و ب) نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده‌اند و لایه‌های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته‌اند در نور PPL (شکل الف و ب). ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت بین دانه ای در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).

۲-۱۲-۶ اپیدوت- آمفیبول شیست:

نمونه‌های اپیدوت- آمفیبول شیست غالباً در بخش‌های غربی و شمال غربی محدوده اکتشافی و اکثراً در مجاورت با سنگ‌های موسکویت شیست، موسکویت کالک شیست و آمفیبولیت دیده می‌شوند. در نمونه دستی، چین خوردگی ضعیفی دیده می‌شود (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۱. رخداد اپیدوت- آمفیبول شیست در محدوده اکتشافی فاریاب

نمونه ۰۶-T-L۱۶-F

اسم سنگ: اپیدوت - آمفیبول شیست

کانی های اصلی: کوارتز - اپیدوت - آمفیبول

کانی های فرعی: اپاک - کلسیت - کلریت - بیوتیت - اسفن

بافت: لپیدوبلاستیک - پورفیروبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان اپیدوت - آمفیبول شیست نامگذاری می شود که دارای کلیواژ پیوسته (شیستوزیته) است.

ریز بلورهای یوهدرال تا سابهدرال آمفیبول با ابعاد متوسط ۰/۵ میلی متر در راستای کلیواژ سنگ دارای کشیدگی می باشند (بافت لپیدوبلاستیک) و در برخی قسمت ها در نتیجه پدیده دگرسانی توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده اند. علاوه بر این، می توان ادخال های ریزی از بلورهای اسفن و اپاک را در داخل بلورهای آمفیبول مشاهده نمود (بافت پوئی کیلوبلاستیک). با توجه به شکل و نحوه قرارگیری بلورهای کشیده آمفیبول می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر گرفت. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای آمفیبول در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده آمفیبول تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی ضعیفی شده اند (S_۲).

ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز در سرتاسر متن سنگ و در لابه لای بلورهای کشیده آمفیبول دیده می شوند. این بلورها دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند.



در برخی قسمت ها، تجمع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صوت عدسی های کشیده دیده می شوند که دارای ادخال هایی از ریز بلوهای اپیدوت و آمفیبول می باشند و باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک در سنگ شده اند.

بلورهای اپاک به سه صورت در این سنگ دیده می شوند:

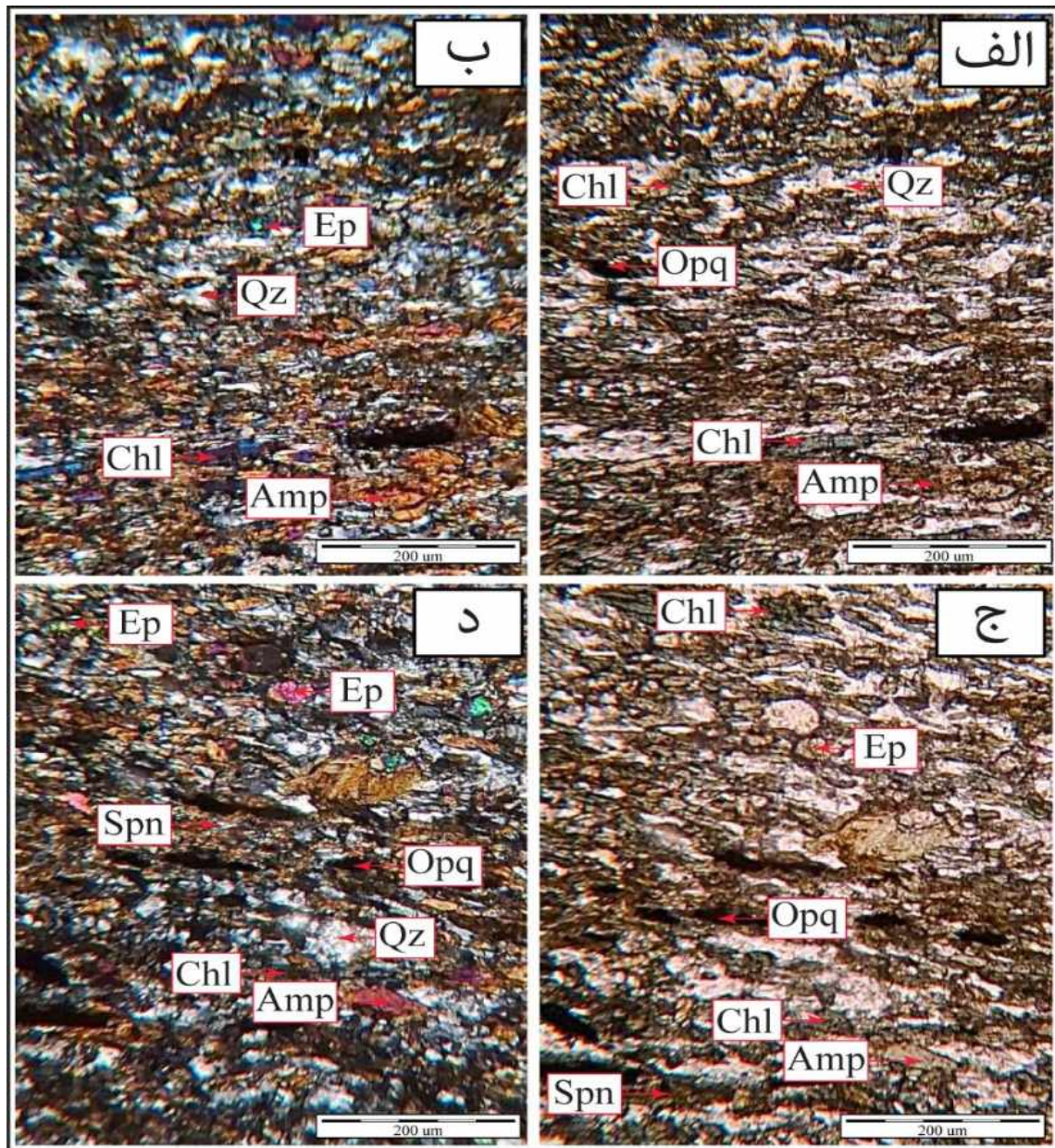
*- به صورت ریز بلورهای کشیده با ابعاد متوسط $0/3$ میلی متر که در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند.

*- به صورت بلورهای یوهدرال تا سابهدرال اپاک با ابعاد بین $0/1$ تا $0/4$ میلی متر که در متن سنگ پراکنده شده اند و از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، در گروه بعد از تکتونیک طبقه بندی می شوند.

*- به صورت پر کننده شکستگی های ایجاد شده در سنگ دیده می شوند.

ریز بلورهای بی شکل اپیدوت با ابعاد حداکثر $0/3$ میلی متر در سرتاسر متن سنگ گسترده شده اند و دارای شکستگی های درون بلوری فراوانی می باشند. بلورهای درشت تر اپیدوت باعث ایجاد بافت پورفایرولاستیک در سنگ شده اند و از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، در گروه قبل از تکتونیک طبقه بندی می شوند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها گروه دیگری از بلورهای اپیدوت (با ابعاد متوسط $0/4$ میلی متر) شکستگی های ایجاد شده در سنگ را پر کرده اند.

نمونه مورد مطالعه دچار چندین نسل شکستگی شده است و در هر مرحله توسط یک و چند کانی پر شده است. به طور مثال، شکستگی ها در مرحله توسط کوارتز، در مرحله دوم توسط کلسیت، در مرحله سوم توسط کلسیت و مقادیر کمتر اپیدوت، در مرحله چهارم توسط اپیدوت و در مرحله پنجم توسط بلورهای اپاک پر شده اند (شکل ۲-۲۲ شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲. الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده اپاک، اسفن و آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و ریز بلورهای اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.



نمونه ۰۴-T-L۱۳-F

اسم سنگ: آمفیبولیت

کانی های اصلی: آمفیبول

کانی های فرعی: کلریت - اپیدوت - کوارتز - اسفن - اپاک - بیوتیت - کلینوزوئیسیت - موسکویت

بافت: لپیدوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - پورفیروبللاستیک

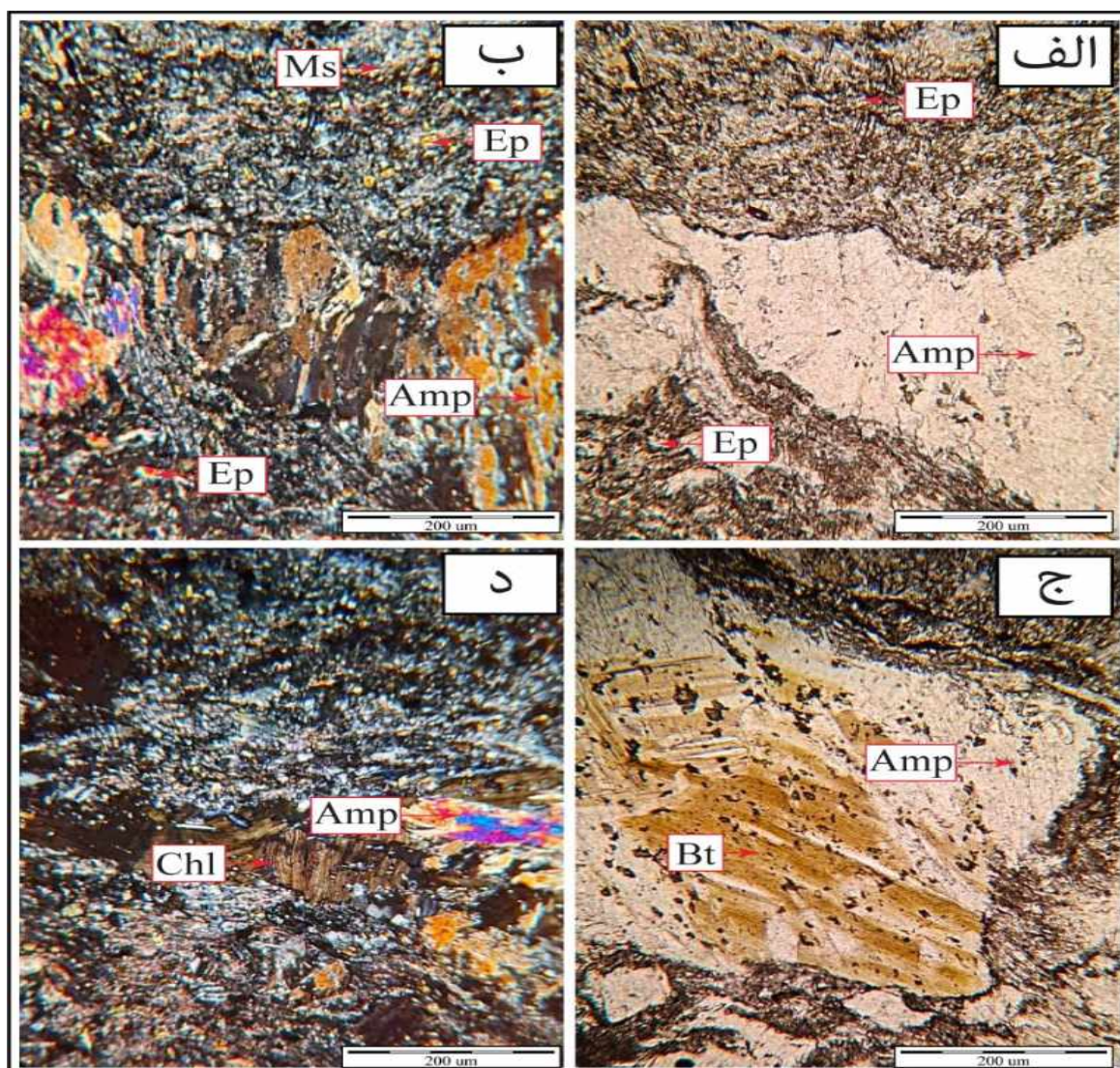
شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی با کلیواژ پیوسته (شیستوزیته) است که به علت فراوانی و اهمیت بلورهای آمفیبول، آمفیبولیت نامگذاری شده است.

بلورهای انهدرال و کشیده آمفیبول با ابعاد بین ۰/۱ تا ۹ میلی متر در راستای شیستوزیته سنگ قرار گرفته اند (بافت لپیدوبلاستیک) و به احتمال زیاد دارای ترکیب کلسیک (احتمالاً اکتینولیت) می باشند. این بلورها در برخی قسمت ها به علت دگرسانی به صورت جزئی توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده اند. وجود ریز بلورهای اپیدوت و اپاک در داخل درشت بلورهای آمفیبول باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک در سنگ شده است. نحوه قرارگیری و شکل پورفیروبللاست های آمفیبول نشان دهنده زمان تشکیل آن ها قبل از تکتونیک می باشد.

علاوه بر این، در راستای شیستوزیته سنگ ریز بلورهای باریک و کشیده موسکویت و کلریت دیده می شوند. ریز بلورهای انهدرال اپاک یا به صورت تک بلور و یا به صورت لایه های نازک و منقطع در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند.

بلورهای اسفن به وفور در سرتاسر متن سنگ و غالباً در اطراف بلورهای اپاک دیده می شوند که نشان دهنده تشکیل بلورهای اسفن از یک بلور اولیه غنی از Ti (احتمالاً ایلمنیت) و در نتیجه دگرسانی می باشد. ریز بلورهای سابهدرال تا انهدرال اپیدوت و کلینوزوئیسیت با ابعاد متوسط ۰/۱ میلی متر به وفور در سرتاسر متن سنگ دیده می شوند. ریز بلورهای انهدرال و تبلور مجدد یافته کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر در

متن سنگ به صورت فرعی و پراکنده دیده می شوند که دارای خاموشی موجی و پهن شدگی در راستای کلیواژ سنگ می باشند (شکل ۲۳-۲ شکل ۲۳-۲).



شکل ۲۳-۲. الف، ب و ج) نمایش بلورهای کشیده آمفیبول و ریز بلورهای پراکنده اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط بیوتیت جانشین شده است در نور PPL. د، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده است در نور XPL.

۷-۱۲-۲ واحد سنگ آهک محدوده فاریاب

سنگ‌های کربناته بطور محلی در بخش‌های مرکزی و شرقی محدوده مطالعاتی رخنمون دارند و بیشتر از سنگ آهک‌های کریستالین سفید تا خاکستری رنگ (فاقد فسیل) و به ندرت آهک‌های آلومیکال فسیل دارو نیز پلاژیک (عمدتاً قرمز رنگ) تشکیل شده است. با توجه به نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه شده از این منطقه، سنگ آهک‌های مورد مطالعه، از نظر سنی، در قاعده پالئوسن قرار می‌گیرند (شکل ۲-۲۴ شکل ۲-۲۴).



شکل ۲-۲۴. رخداد واحد سنگ آهک در محدوده اکتشافی فاریاب



نمونه F-L۰۸-T-۰۲

اسم سنگ: آهک

کانی های اصلی: کلسیت

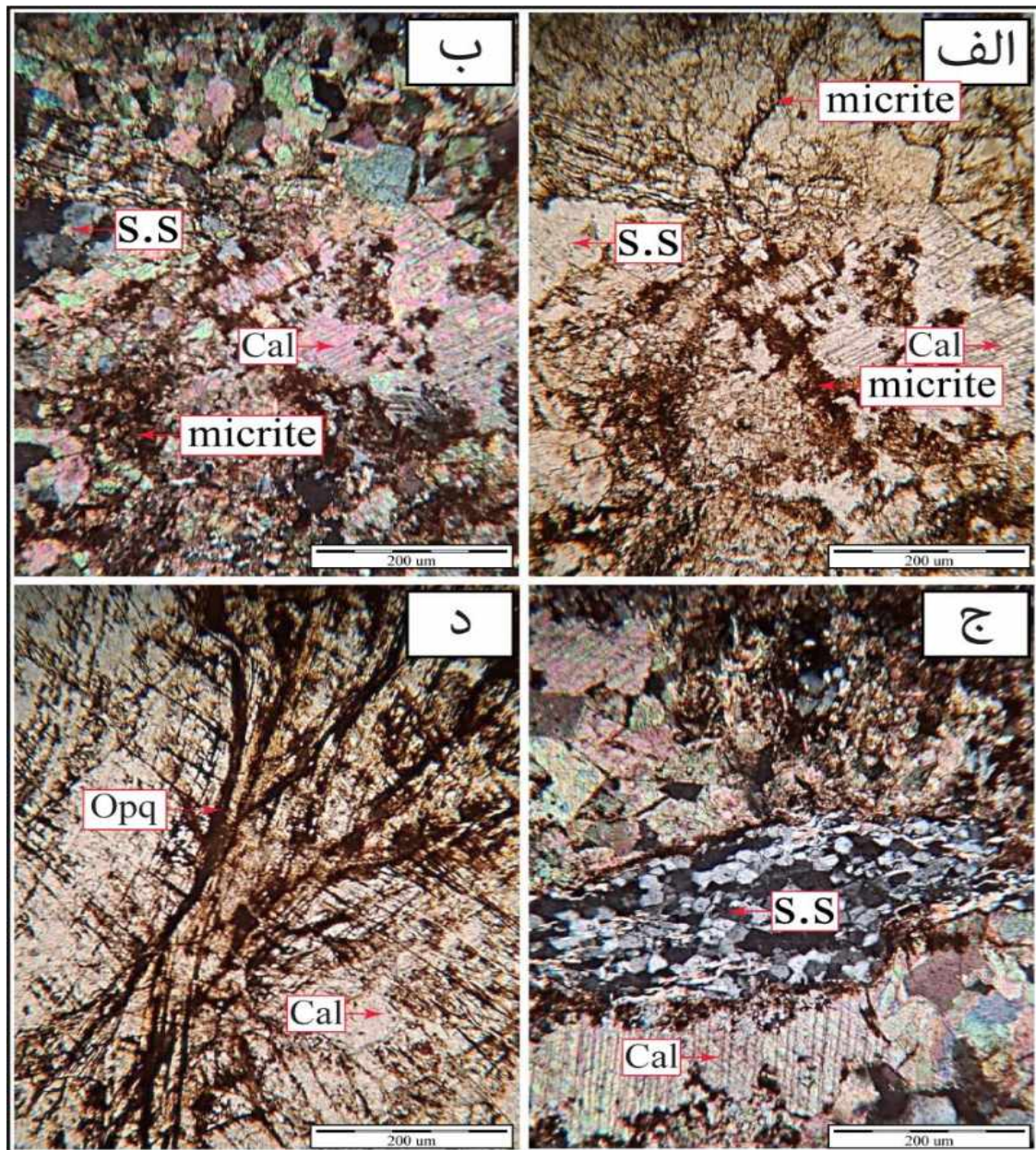
کانی های فرعی: اپاک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد نظر یک سنگ رسوبی است که از قطعاتی با اندازه های متفاوت (بین ۱ تا ۶ میلی متر) تشکیل شده است. قطعات تشکیل دهنده این سنگ شامل موارد زیر می شود:

- *- قطعات رسوبات کربناته و درشت بلورهای کلسیت با ابعاد بیش از ۵ میلی متر
- *- قطعاتی از آهک های تبلور مجدد یافته (مرمر)
- *- دانه های کروی یا بیضوی که دارای یک هسته مرکزی و لایه های متحدالمرکز در اطراف خود می باشند (اووئیدها)
- *- قطعات پراکنده ماسه سنگی با ابعاد متوسط ۲ میلی متر

تمامی قطعات تشکیل دهنده سنگ توسط یک سیمان تیره رنگ میکریته به یکدیگر متصل شده اند. علاوه بر این، می توان بلورهای انهدرال اپاک را به صورت بین بلوری و افشان در متن سنگ مشاهده نمود. در برخی قسمت ها، سیمان کلسیت اسپاری حفرات کوچک را اشغال کرده است و در واقع به صورت سیمان مستقیماً در حفرات ته نشین شده است.

با توجه به اینکه اجزای اصلی تشکیل دهنده این سنگ در هنگام رسوبگذاری به یکدیگر متصل شده اند، در نتیجه این سنگ را باید در گروه آهک های بایندستون طبقه بندی نمود (شکل ۲-۲۵ تا شکل ۲-۲۵).



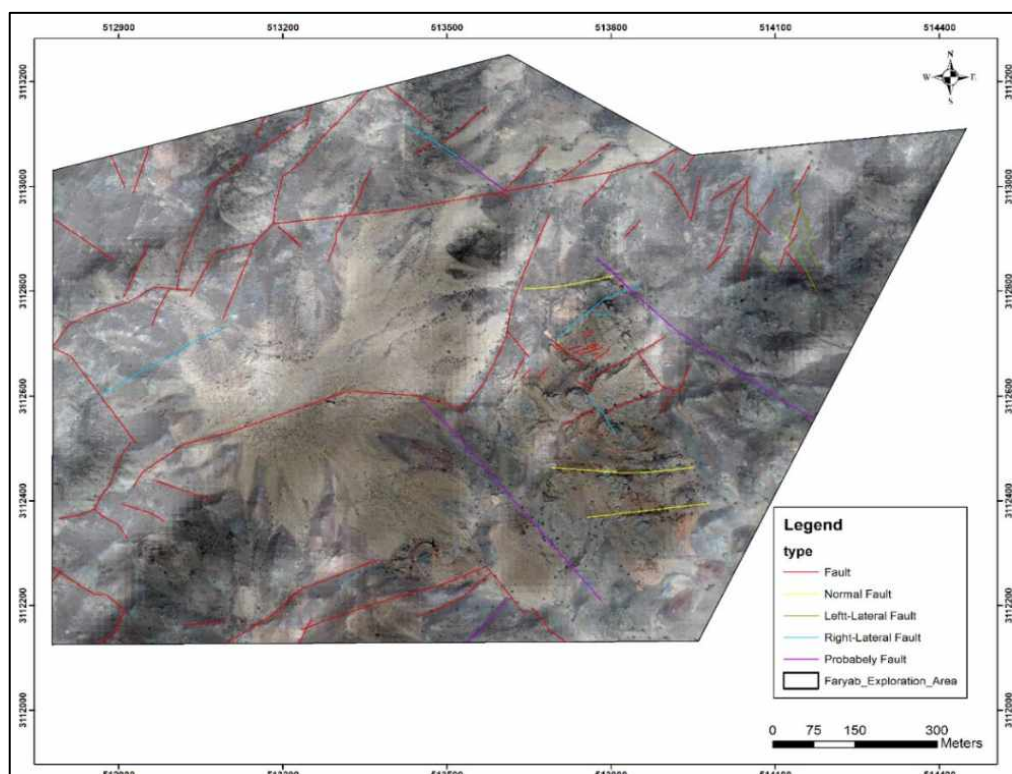
شکل ۲-۲۵. الف، ب و ج، نمایش قطعات کلسیتی و ماسه سنگ (S.S) در سنگ آهک که با سیمان ماتریکسی به یکدیگر متصل شده اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب و ج). د، نمایش بلورهای اپاک که به صورت بین بلوری و افشان در متن سنگ دیده می شوند در نور XPL.

۸-۱۲-۲ برداشت‌های ساختاری در محدوده فاریاب

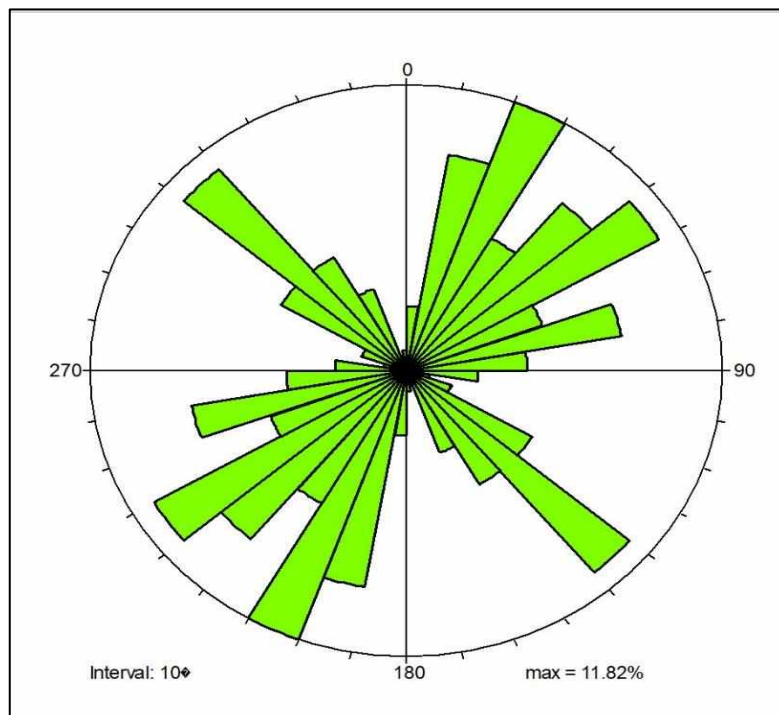
با توجه به اهمیت ساختارهای زمین‌شناسی، به منظور روشن شدن ارتباط بین ساختارهای منطقه با رگه زایی و همچنین پیش‌بینی وضعیت ساختارهای زمین‌شناسی در عمق و تاثیر آن بر کانی‌زایی و گسترش رگه‌های سیلیسی در محدوده مورد مطالعه، به بررسی جزئیات ساختارها و شکستگیها در مقیاس ۱:۵۰۰۰ پرداخته شده است. بدین منظور، برداشت‌های ساختاری شامل اندازه‌گیری شکستگی‌ها، مشخصات لایه‌بندی، مشخصات صفحات گسل، در نقاط مختلف محدوده اکتشافی صورت گرفته است، که در ادامه به آن پرداخته شده است.

۸-۱۲-۲ برداشت‌های صحرایی ساختاری

برداشت‌های ساختاری در محدوده فاریاب شامل گسل‌ها و لایه‌بندی واحدهای کربناته و دگرگونه می‌باشد. بر اساس برداشت‌های صحرایی و بررسی تصاویر ماهواره‌ای ۱۱۰ شکستگی-گسله عمده شناسایی و ثبت گردید (شکل ۲-۲۶) که بر اساس سوگیری آنها نمودار گل سرخی ترسیم گردیده است (شکل ۲-۲۷ شکل ۲-۲۶ شکل ۲۶-۲۷).



شکل ۲-۲۶. نقشه گسل‌های شناسایی شده در محدوده اکتشافی فاریاب با مقیاس ۱:۵۰۰۰



شکل ۲-۲۷. نمودار گل سرخی گسل های محدوده فاریاب

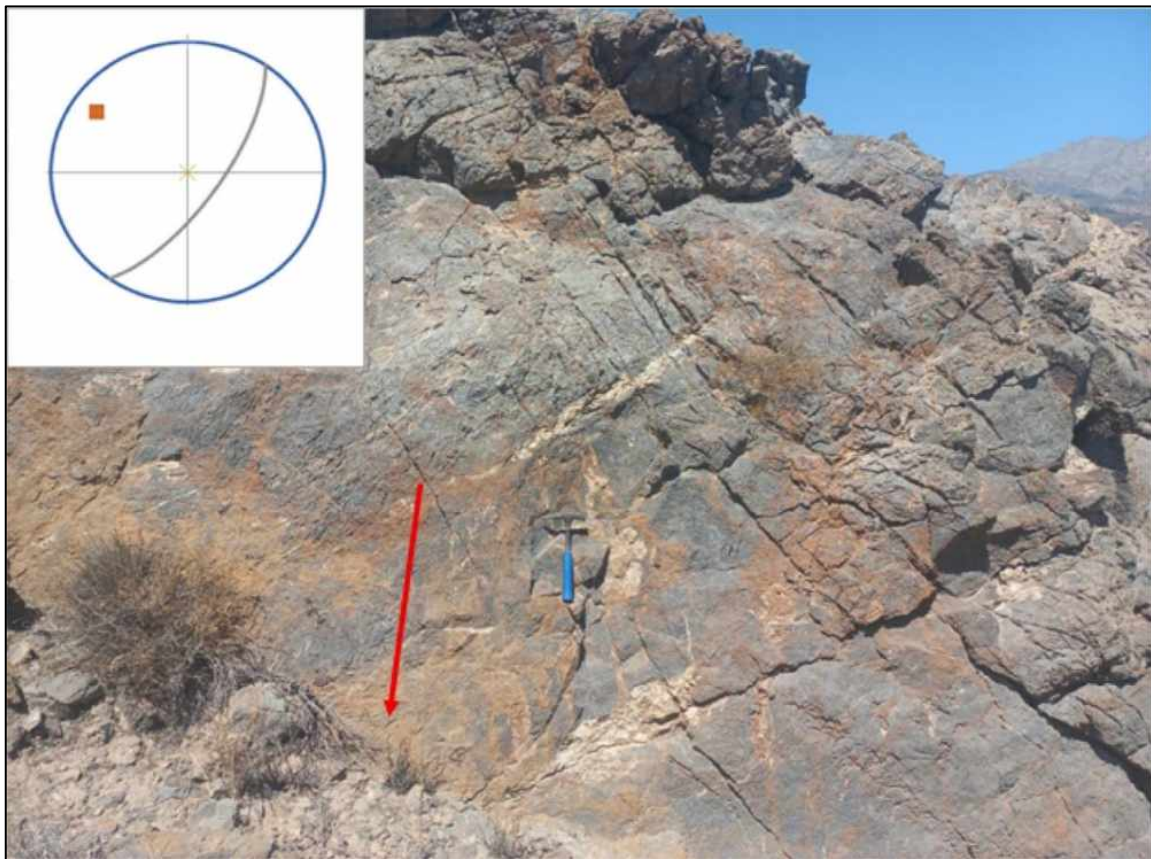
همانطور که در تصویر مشاهده می شود روندهای شمال غربی - جنوب شرقی و شمال غربی - جنوب غربی بیشترین تعداد را شامل می شوند.

۲-۱۲-۲ گسل های با روند شمال شرقی - جنوب غربی:

غالب شکستگی های برداشت شده با این روند در واحد کربناته رخ داده اند و عملکرد نرمال آنها قابل مشاهده است در دیواره صفحات گسلی کانی سازی به صورت اکسید آهن لیمونیت و هماتیت بیشتر مشاهده می شود. در یک نمونه از این گسل ها که در شکل ۲-۲۸ شکل ۲-۲۸ دیده می شود. مرز واحد کربناته و شیست را تشکیل داده اند.

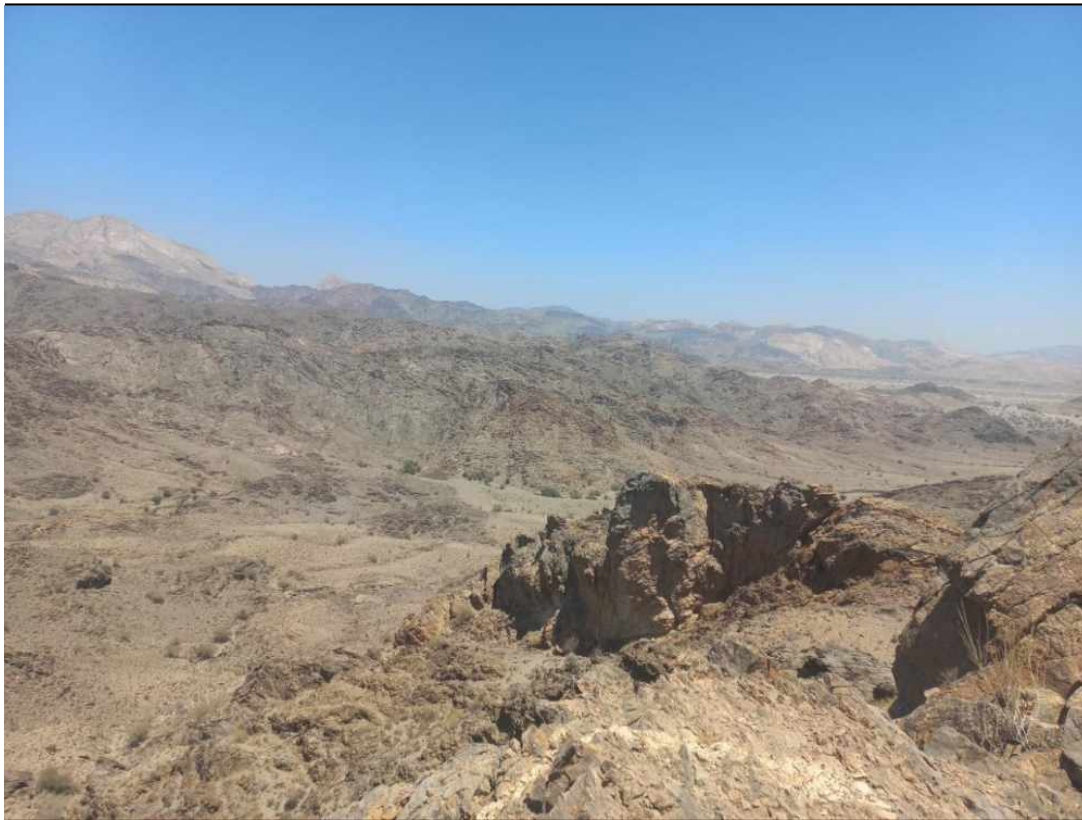


شکل ۲-۲۸. همبندی شیست و واحد کربناته به صورت گسله با مشخصات $N050,60SE$ به همراه استریونت آن
همچنین در شکل ۲-۲۹ شکل ۲-۲۹ گسل با مشخصات $N035,70SE$ در مرکز محدوده را نمایش می‌دهد
که با عملکرد نرمال واحد کربناته را بریده است.



شکل ۲-۲۹. گسل در واحد کربناته با مشخصات $N 35, 75^{\circ} SE$ و استریونت مرتبط با آن

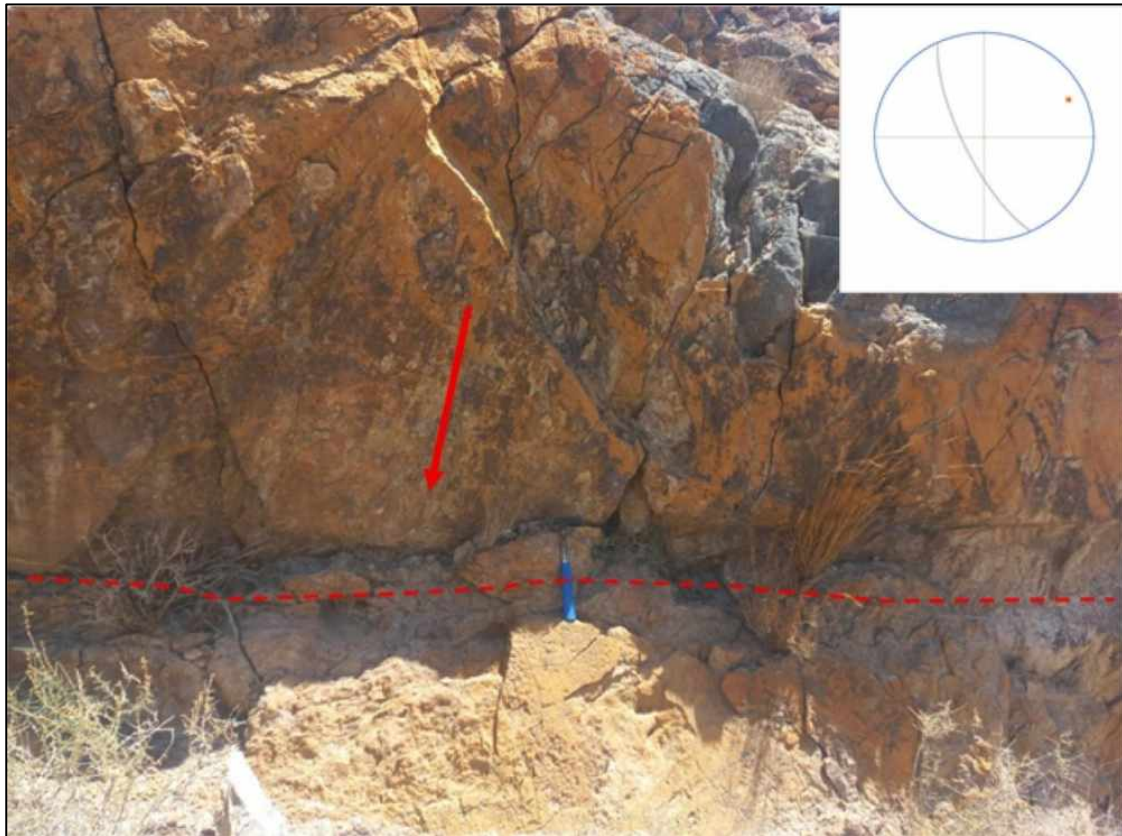
در شکل ۲-۳۰ یکی از شاخه های گسل اصلی در محدوده نمایش داده شده است که با همین راستا و با عملکرد نرمال واحد کربناته را بریده است و پرتگاه گسله قابل توجهی را ایجاد نموده است.



شکل ۲-۳۰. پرتگاه گسله در واحد کربناته با روند شمال شرقی - جنوب غربی

۲-۱۲-۸-۳ گسل های با روند شمال غربی - جنوب شرقی:

این نوع شکستگی ها دارای تنوع بیشتری هستند و عملکرد آنها بیشتر به صورت شیب لغز می باشد. بیشتر این گسل ها دارای شیب زیاد و بیش از ۷۰ درجه می باشند. به عنوان مثال در شکل ۶ گسل با مشخصات N۱۵۵,۷۴SW واحد کربناته را بریده و در زون گسلش کانی سازی لیمونیتی صورت گرفته است (شکل ۲-۳۱).



شکل ۲-۳۱. گسل در واحد کریناته با مشخصات $N155,74SW$ و استریونت مرتبط با آن

۲-۱۲-۴ گسل‌های با روند شرقی - غربی:

این روند گسلی دارای عملکردهای متنوع است (شکل ۲-۳۲) و بیشتر واحد را تحت تاثیر قرار داده است و در برخی موارد عملکرد راستالغز آن مشهود می‌باشد.



شکل ۲-۳۲. گسلش چپ بر با راستای $N100$ درجه موجب بریدگی رگه سیلیسی فاقد کانی‌زایی شده است

۲-۱۲-۵ گسل های با روند شمالی - جنوبی:

عملکرد ناشی از این گسل ها موجب فراخاست واحد کربناته شده است که در شکل ۲-۳۳ می توان آن را مشاهده نمود.



شکل ۲-۳۳. همبری شیست و واحد کربناته به صورت گسله با مشخصات $N185,85W$ به همراه استریونت آن

به طور کلی کانی سازی در منطقه چندان مشهود نیست و در شکستگی های ایجاد شده نیز تنها آثاری از کانی سازی اکسید آهن مشاهده می شود.



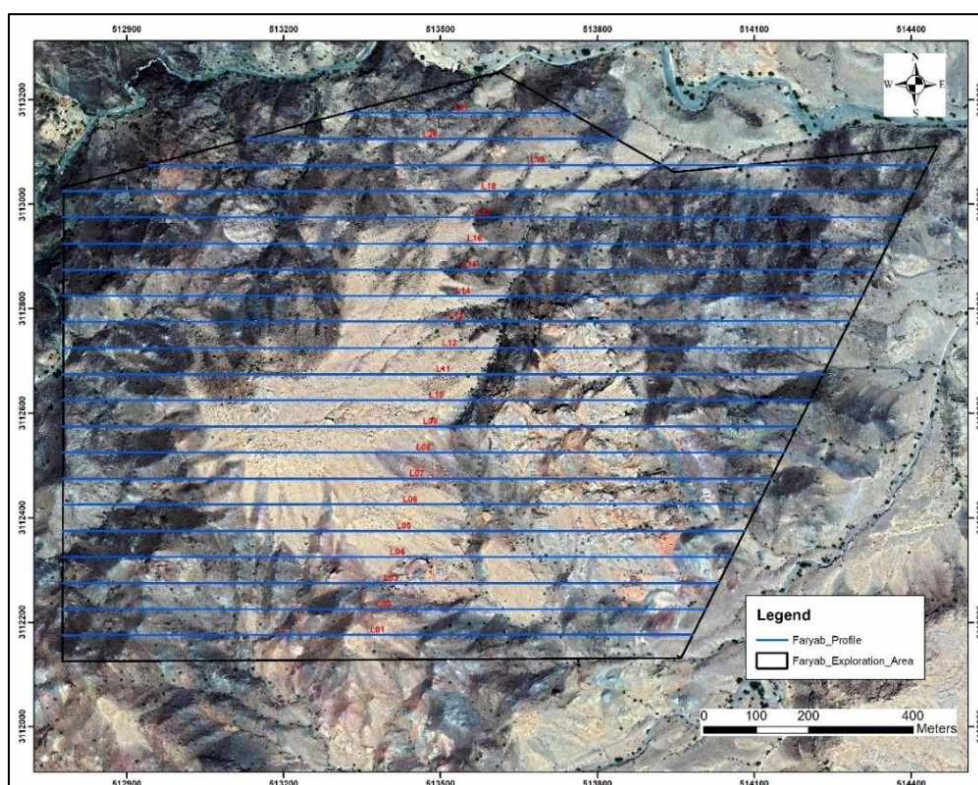
فصل سوم

بازدید میدانی نمونه برداری

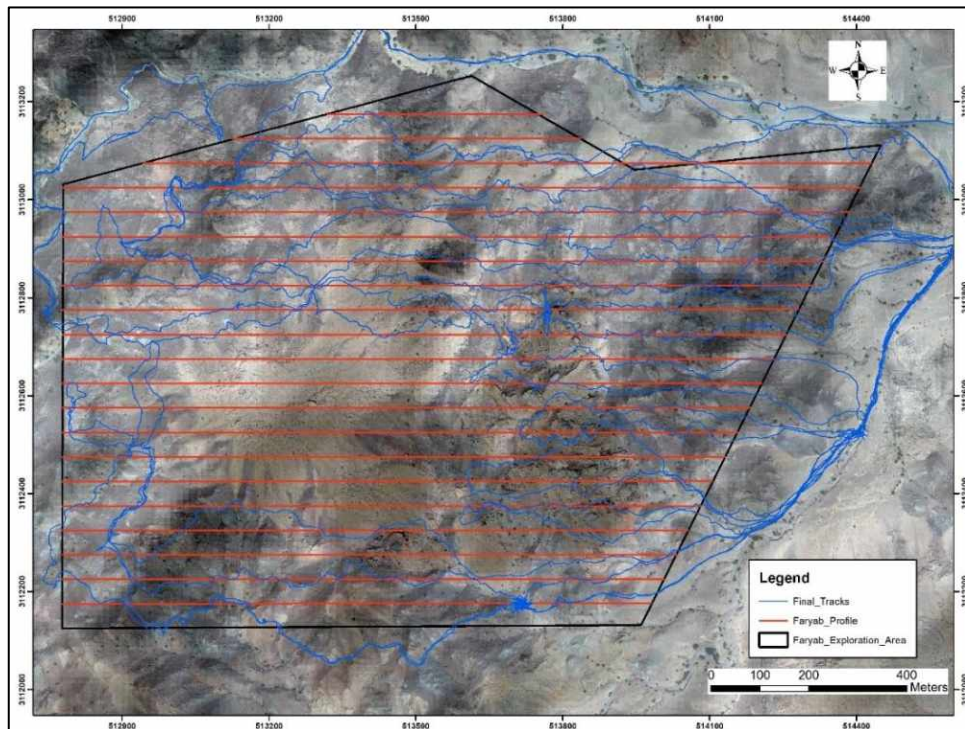
۱-۳ مقدمه

پس از بررسی اطلاعات زمین‌شناسی و ژئوشیمی با مقیاس ۱:۱۰۰,۰۰۰، پروفیل‌های پیمایش با فواصل ۵۰ متری طراحی شد. با توجه به وضعیت زمین‌شناسی واحدهای مختلف در محدوده فاریاب، روند پروفیل‌ها شرقی-غربی در نظر گرفته شد و این روند پیمایش باعث پیمایش از مرزهای واحدهای مختلف در این محدوده می‌باشد (شکل ۱-۳).

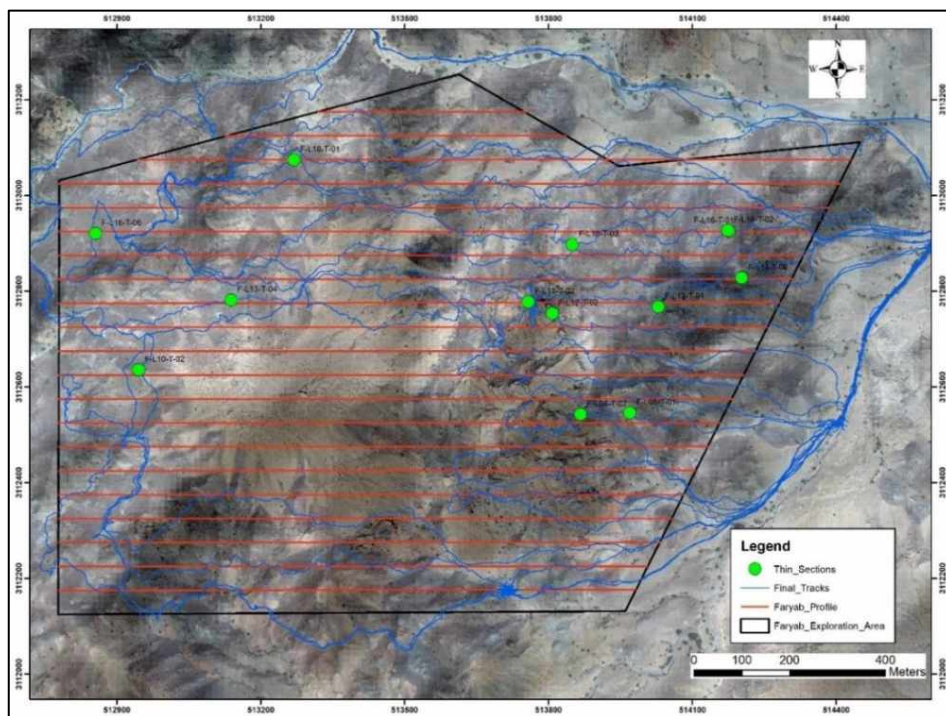
پس از تأیید این پروفیل‌ها توسط کارفرما، پیمایش آنها انجام شد (شکل ۲-۳) و در این پیمایش واحدهای سنگی، مورد بازدید و بررسی قرار گرفت و در نهایت تعداد ۱۴ نمونه برای تهیه مقاطع نازک و صیقلی (شکل ۳-۳)، تعداد ۱۲ نمونه جهت انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی عناصر فرعی و تعداد ۲۶ نمونه جهت انجام آنالیز طلا به روش Fire Assay (شکل ۳-۴ و شکل ۳-۵) و همچنین تعداد ۳ نمونه برای آنالیز XRF برداشت شد. توصیف نمونه‌های برداشت شده نیز در جدول ۱-۳ آورده شده است.



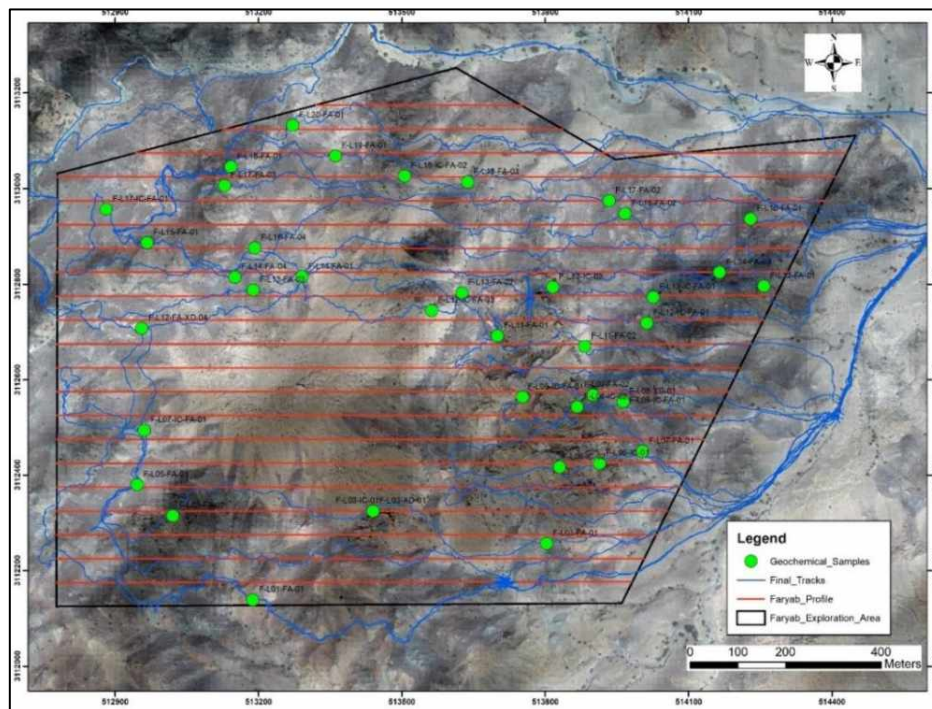
شکل ۱-۳. موقعیت پروفیل‌های طراحی شده با فواصل ۵۰ متری در محدوده فاریاب



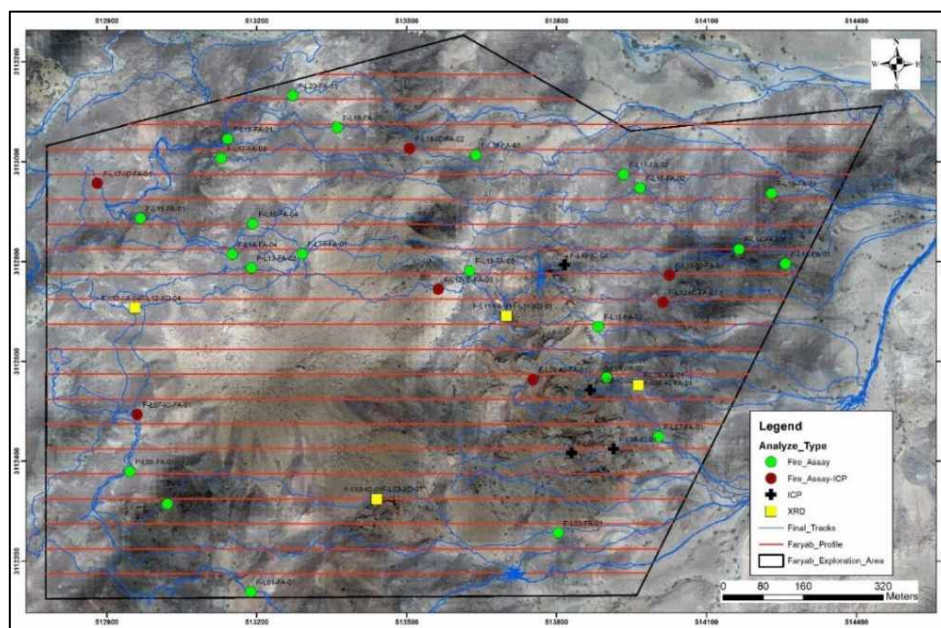
شکل ۳-۲ موقعیت مسیرهای پیمایش به همراه پروفیل‌ها در محدوده فاریاب



شکل ۳-۳. موقعیت نمونه‌های برداشت شده برای انجام مطالعات پتروگرافی به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب



شکل ۳-۴. موقعیت نمونه‌های برداشت شده برای انجام آنالیزهای ژئوشیمیایی به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب



شکل ۳-۵. موقعیت نمونه‌های برداشت شده به همراه نوع آنالیز و پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب

جدول ۳-۱. مشخصات و مختصات نمونه‌های برداشت شده به همراه توصیف نمونه‌های برداشت شده در محدوده اکتشافی فاریاب

	Sample_Name	Zone	X	Y	Analytical Type			Discription
					Fire Assay	ICP MS	XRD	
1	F-L13-IC-FA-01	40	514026	3112772	*	*		نمونه از یک عدسی کوارتزی دارای اکسیدهای آهن و به طول ۵ متر و عرض نیم متر برداشت شد
2	F-L13-FA-03	40	513189	3112787	*			نمونه از عدسی کوارتزی با ابعاد دو متر در نیم متر و عدسی شکل و در جهت شیستوزیت سنگ دگرگونی رخ داده است. دارای اکسیدهای آهن می باشد
3	F-L03-FA-01	40	513803	3112256	*			نمونه از یک رگه سیلیسی که سنگهای دگرگونی شست تیره را قطع کرده برداشت شد. طول ۱۵ متر و عرض ۲۰ سانتیمتر
4	F-L03-FA-02	40	513021	3112314	*			نمونه از یک رگه سیلیسی به طول یک متر و عرض ده سانتیمتر که سنگ دگرگونی شست تیره را قطع کرده، برداشت شد
5	F-L16-FA-01	40	514230	3112936	*			نمونه از یک عدسی کوارتزی به طول دو متر و عرض نیم متر برداشت شد
6	F-L01-FA-01	40	513188	3112138	*			نمونه از یک رگه سیلیسی به طول بیست متر و ضخامت یک متر و در دو لایه متناوب دیده می شود
7	F-L03-IC-01	40	513440	3112324		*		نمونه از سنگ آهک دارای اکسیدهای آهن برداشت شد
8	F-L07-IC-FA-01	40	512961	3112493	*	*		نمونه از یک عدسی بزرگ سیلیسی دارای اکسیدهای آهن با ابعاد ۱۵ تا ۲۰ متر و عرض یک متر برداشت شد. بزرگترین عدسی سیلیسی مشاهده شده در این محدوده می باشد
9	F-L05-FA-01	40	512946	3112379	*			نمونه از یک زون اکسید آهن دارای هماتیت و لیمونیت به طول یک متر و ضخامت نیم متر در زیر یک عدسی سیلیسی برداشت شد.
10	F-L18-IC-FA-02	40	513506	3113026	*			نمونه از یک عدسی بزرگ سیلیسی دارای اکسیدهای آهن و با ابعاد پنج متر در یک متر داخل شستهای تیره و با میان لایه های آهک برداشت شد
11	F-L13-FA-02	40	513626	3112781	*			نمونه از رگه کوارتزی دارای اکسیدهای آهن با ضخامت حداکثر ۲۰ سانتیمتر و طول دو متر برداشت شد
12	F-L13-FA-01	40	514258	3112795	*			نمونه از رگه کوارتزی که شیستوزیت را قطع کرده و به طول ۷ متر و عرض نیم متر برداشت شد.
13	F-L13-IC-02	40	513816	3112793		*		نمونه از سنگ آهک متبلور و دارای اکسیدهای آهن مانند لیمونیت برداشت شد. این واحد بر روی شستها قرار دارد
14	F-L09-IC-FA-01	40	513753	3112563	*	*		نمونه از یک عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای آهن برداشت شد در داخل شست های تیره که بوسیله آهک های کرتاسه پوشیده شده
15	F-L06-IC-02	40	513830	3112416		*		نمونه از سنگ آهک دارای اکسیدهای آهن برداشت شد
16	F-L07-FA-01	40	514004	3112449	*			نمونه از یک عدسی کوارتزی دارای اکسیدهای آهن و به طول ۱۰ متر و عرض یک متر برداشت شد
17	F-L08-IC-FA-01	40	513963	3112553	*	*		نمونه از یک پیج سیلیسی دارای اپیدوت و رگه های سیلیسی برداشت شد
18	F-L09-FA-02	40	513900	3112567	*			عدسی بزرگ سیلیسی در جهت شیستوزیت با ابعاد ۶ متر در یک و نیم متر
19	F-L17-FA-02	40	513934	3112974	*			نمونه از یک عدسی کوارتزی دارای اکسیدهای آهن و به طول ۵ متر و عرض نیم متر برداشت شد
20	F-L20-FA-01	40	513272	3113132	*			نمونه از عدسی کوارتزی با ابعاد دو متر در نیم متر و عدسی شکل و در جهت شیستوزیت سنگ دگرگونی رخ داده است.
21	F-L06-IC-01	40	513914	3112424		*		
22	F-L08-IC-02	40	513867	3112542		*		نمونه از سنگ آهک قرمز دارای رگه و رگچه های اکسید آهن برداشت شد
23	F-L15-FA-01	40	512967	3112886	*			نمونه از یک رگه سیلیسی که سنگ دگرگونی تیره را قطع کرده است برداشت شد.
24	F-L16-FA-02	40	513967	3112947	*			نمونه از عدسی سیلیسی در داخل شست های روشن برداشت شد ابعاد دو متر در یک متر
25	F-L17-FA-03	40	513129	3113006	*			نمونه از سنگ آهک دارای اکسیدهای آهن برداشت شد
26	F-L18-FA-01	40	513142	3113045	*			نمونه از عدسی کوارتزی داخل شست برداشت شد. دارای اکسیدهای آهن و ابعاد نیم در نیم متر است
27	F-L16-FA-04	40	513192	3112875	*			نمونه از عدسی کوارتزی به ابعاد یک در نیم متر داخل سنگ دگرگونی شستی برداشت شد
28	F-L18-FA-03	40	513638	3113013	*			نمونه از عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای آهن و با ابعاد یک و نیم در یک متر داخل شست تیره متورق و در جهت شیستوزیت برداشت شد
30	F-L14-FA-01	40	513291	3112815	*			عدسی سیلیسی مجموعه ای از چند رگه سیلیسی در واحد شست واجد اکسید آهن لیمونیت و کلریتی شده به مساحت ۳۰ متر مربع
31	F-L14-FA-03	40	514165	3112824	*			رگه سیلیسی با روند ۱۰ درجه با رخمون قابل مشاهده بیش از ۲۰ متر و ضخامت ۵۰ سانتی متر واجد لیمونیت و اندکی کلریتی شده
32	F-L19-FA-01	40	513361	3113068	*			عدسی سیلیسی مجموعه ای از چند رگه سیلیسی در واحد شست واجد اکسید آهن لیمونیت و کلریتی شده
33	F-L11-FA-01	40	513700	3112691	*			رگه کربناته سیلیسی؟ در زون گسل واحد آهکی لیمونیتی شده
34	F-L17-IC-FA-01	40	512881	3112956	*	*		رگه سیلیسی کربناته با روند ۲۰۰ درجه دارای اکسید آهن هماتیتی و لیمونیتی شده
35	F-L14-FA-04	40	513151	3112814	*			عدسی سیلیسی آغشتگی هماتیت و لیمونیت اندک
36	F-L11-FA-02	40	513883	3112669	*			نمونه ای از رگه سیلیسی در داخل شست ها حاوی اکسیدهای آهن و اندکی کلریتی شده
37	F-L12-IC-FA-03	40	513563	3112744	*	*		رگه سیلیسی کربناته با گسترش قابل توجه و عرض ۷ متر که لیمونیتی و هماتیتی شده است
38	F-L12-IC-FA-01	40	514013	3112718	*	*		نمونه ای از رگه سیلیسی واجد لیمونیت به ضخامت ۷۰ سانتیمتر و طول قابل مشاهده ۵ متر
39	F-L12-FA-04	40	512956	3112707	*			رگه سیلیسی آرزلیک حاوی لیمونیت و هماتیت
40	F-L11-XD-01	40	513700	3112691			*	رگه کربناته سیلیسی؟ در زون گسل واحد آهکی لیمونیتی شده
41	F-L12-XD-04	40	512956	3112707			*	رگه سیلیسی آرزلیک حاوی لیمونیت و هماتیت
42	F-L03-XD-01	40	513440	3112324			*	نمونه از سنگ آهک دارای اکسیدهای آهن برداشت شد
43	F-L08-XD-01	40	513963	3112553			*	نمونه از یک پیج سیلیسی با همراه اپیدوت برداشت شد



فصل چهارم

کانی زایی و ژئوسیمی در محدوده فاریاب

۱-۴ مقدمه

مهمترین کانی‌زایی فلزی مشاهده شده در محدوده اکتشافی فاریاب شامل رخداد کانی‌زایی هماتیت اولیه (اسکیولاریت) همراه با شیست‌ها می‌باشد که در بخش شمال شرق محدوده فاریاب رخ داده است (شکل ۴-۱). بر اساس بازدیدهای میدانی، رخدادهای نسبتاً قابل توجهی از افق‌های شیستی دارای هماتیت اولیه و در جهت شیستوزیته در سنگهای دگرگونی این منطقه رخ داده است. ضخامت این افق‌های کانی‌زا بین نیم تا یک متر می‌رسد و طول آنها حداکثر ۵۰۰ متر می‌باشد. این رخداد افق شیستی دارای هماتیت که با رنگ تیره از دیگر افق‌های سنگهای دگرگونی منطقه قابل تفکیک می‌باشد و توسط گسل‌های متعددی دچار جابجایی شده است (شکل ۴-۲). روند کلی این لایه‌های شیستی آهنگار شمالی-جنوبی و با شیب ملایم به سمت شرق می‌باشند. حضور کانی هماتیت اولیه و اکسیدهای ثانویه آهن مانند هماتیت و لیمونیت در نمونه دستی نیز به خوبی قابل شناسایی می‌باشد (شکل ۴-۳). همچنین در مطالعه مقطع صیقلی تهیه شده از این واحد نیز کانی هماتیت اولیه با رنگ سفید و دارای آنیزوتروپی و به صورت رشته‌ای شناسایی شد که گویای رخداد هماتیت از نوع اسکیولاریت می‌باشد. کانی هماتیت ثانویه نیز در این مقطع مشاهده شد که نشان‌دهنده تاثیر فرایندهای هوازدگی بر روی این رخداد معدنی می‌باشد (شکل ۴-۴). سنگهای دگرگونی اصلی‌ترین و گسترده‌ترین واحد سنگی در محدوده فاریاب می‌باشند. همراه با این سنگهای دگرگونی عدسی‌های سیلیسی با تعداد نسبتاً زیادی در این محدوده رخ داده‌اند (شکل ۴-۵). ابعاد این عدسی‌های سیلیسی از حدود چند سانتی‌متری تا بیش از دو متر عرض می‌باشند و طول آنها در بعضی از این عدسی‌های سیلیسی به ده تا ۱۵ متر می‌رسد (شکل ۴-۶). اغلب این عدسی‌های سیلیسی از سیلیس به همراه اکسیدهای ثانویه آهن مانند هماتیت و لیمونیت تشکیل شده‌اند (شکل ۴-۷). این عدسی‌های سیلیسی عمدتاً از روند شیستوزیته سنگهای دگرگونی منطقه تبعیت می‌کنند.

علاوه بر این، رگه‌های سیلیسی با ضخامت‌های بین چند سانتی متر تا نیم متری نیز در داخل سنگهای دگرگونی رخ داده‌اند که بر خلاف عدسی‌های سیلیسی، از روند شیستوزیته سنگهای دگرگونی تبعیت نمی‌کنند و این روند را قطع کرده‌اند. فراوانی این رگه‌های سیلیسی کمتر از عدسی‌های سیلیسی می‌باشد (شکل ۴-۸).



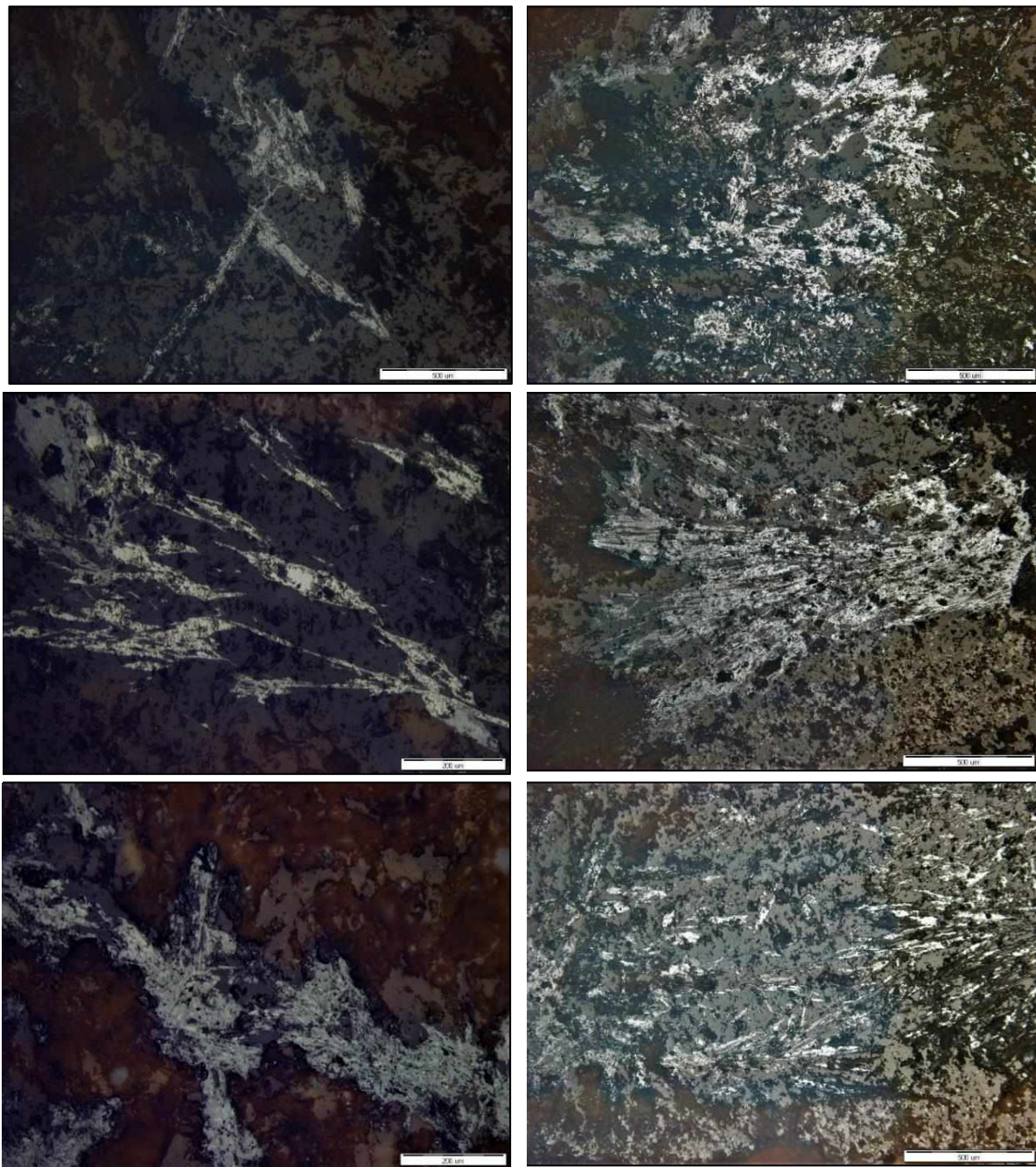
شکل ۴-۱. رخداد لایه شیستی دارای هماتیت به رنگ تیره و با ضخامت بین نیم متر تا یک متر در جهت شیبستوزیته سنگهای دگرگونی در محدوده اکتشافی فاریاب



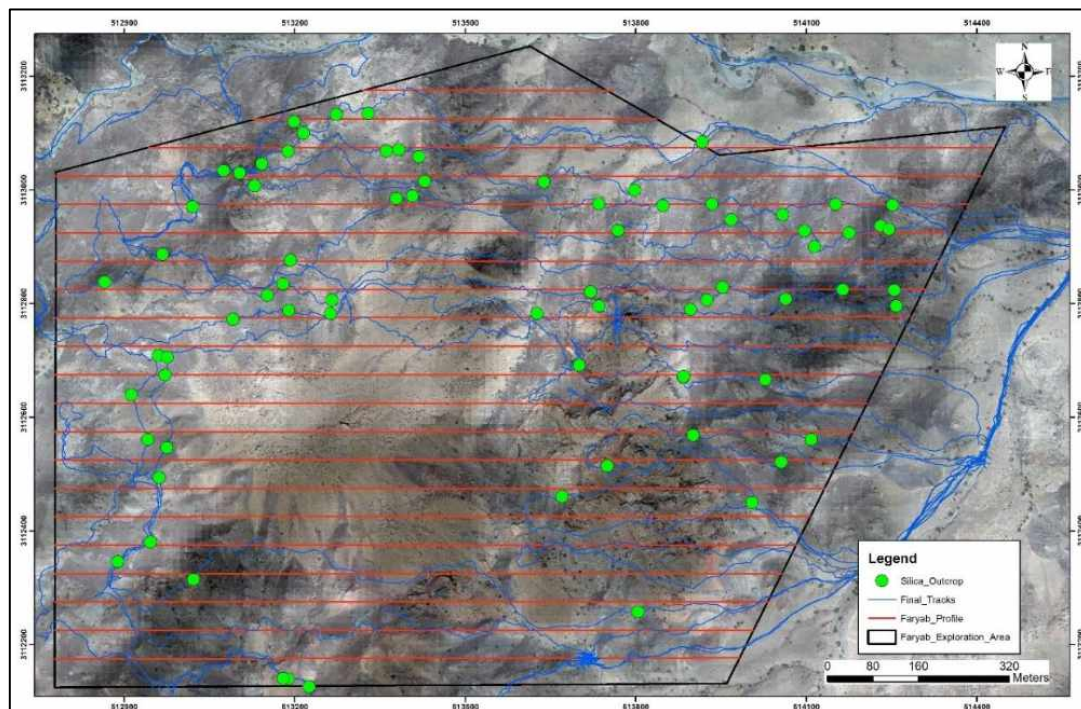
شکل ۴-۲. رخداد لایه شیستی دارای هماتیت با ضخامت حدود نیم متر در جهت شیستوزیته سنگهای دگرگونی در محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۳-۴. تصویر نمونه دستی از شیست دارای کانی هماتیت اولیه و ثانویه در محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۴-۴. تصویر میکروسکوپی کانی هماتیت اولیه (احتمالا اسپکیولاریت) در افق شیبستی دارای هماتیت در محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۴-۵. موقعیت عدسی‌ها و رگه‌های سیلیسی مشاهده شده به همراه پروفیل‌ها و مسیرهای پیمایش در محدوده فاریاب



شکل ۴-۶. رخداد عدسی‌های سیلیسی با ابعاد مختلف در داخل سنگهای دگرگونی محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۴-۷. رخداد عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای ثانویه آهن در داخل سنگهای دگرگونی در بخش غربی محدوده اکتشافی فاریاب



شکل ۴-۸. رخداد رگه‌های سیلیسی به گونه‌ایکه شلیستوزیته سنگهای دگرگونی را قطع کرده‌اند. ضخامت این رگه‌ها کمتر از نیم‌متر می‌باشد.



۲-۴ مطالعات ژئوشیمیایی در محدوده فاریاب

سنگهای دگرگونی لیتولوژی غالب در محدوده اکتشافی فاریاب را تشکیل می دهند. این واحدهای سنگی دارای عدسی های سیلیسی با اندازه های مختلف می باشند و عمدتاً از روند شیستوزیته آنها تبعیت می کنند. همراه با عدسی های سیلیسی نیز اسیدهای ثانویه آهن مانند هماتیت و لیمونیت نیز حضور دارد. همچنین رگه های کوارتزی نیز در سنگهای دگرگونی حضور دارند و شیستوزیته این سنگها را قطع می کنند که نشاندهنده رخداد آنها بعد از فرایند دگرگونی می باشد. از نظر اقتصادی حضور این عدسی ها و رگه های سیلیسی می تواند حائز اهمیت باشد. بنابراین در پیمایش های صورت گرفته بر روی پروفیل های با فواصل ۵۰ متری از عدسی ها و رگه های سیلیسی و همچنین از رخنمون آهک های خردشده و دارای اکسیدهای آهن نمونه برداری انجام شد و بر روی ۲۶ نمونه برای اندازه گیری مقدار طلا از روش Fire Assay و برای ۱۲ نمونه به منظور اندازه گیری مقادیر عناصر فرعی نیز از روش ICP-MS در آزمایشگاه زرآزما استفاده شده است. نتایج آنالیز عناصر فرعی نیز در جدول ۱-۴ و نتایج آنالیز طلا در جدول ۲-۴ آورده شده اند.

بر اساس نتایج آنالیز طلا با روش Fire Assay مشخص شد که عیار طلا در اغلب نمونه ها کمتر از حد تشخیص دستگاه بوده اند (۵ppb) (جدول ۲-۴). به همین خاطر در مرحله چک کردن آنومالی ها و بازدید میدانی از تعدادی دیگر (۷ نمونه) از عدسی های سیلیسی و افق شیستی دارای هماتیت اولیه نمونه برداری شد و همچنین تعداد ۵ نمونه از نمونه های قبلی که توسط شرکت زرآزما آنالیز شده بودند، انتخاب شدند و برای اندازه گیری مقدار طلای آنها به روش Fire Assay به شرکت زرکاوان البرز ارسال شدند. نتایج آنالیز طلا بر روی این نمونه ها در جدول ۳-۴ آورده شده اند و همچنین در این جدول مقایسه ای بین مقادیر طلای اندازه گیری شده در نمونه های تکراری از دو شرکت زرآزما و زرکاوان البرز آورده شده است.

در نهایت نتایج آنالیز نمونه های برداشت شده از محدوده فاریاب را در نرم افزار ARCGIS مورد بررسی قرار داده و نقشه پراکندگی ژئوشیمیایی عناصر مختلف ترسیم شده است.



جدول ۴-۱. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از محدوده اکتشافی فاریاب به روش ICP-MS (مقادیر بر حسب ppm)

Sample Name	F-L13-IC-FA-01	F-L03-IC-01	F-L17-IC-FA-01	F-L08-IC-02	F-L12-IC-FA-03	F-L06-IC-02	F-L07-IC-FA-01	F-L13-IC-02	F-L09-IC-FA-01	F-L08-IC-FA-01	F-L06-IC-01	F-L12-IC-FA-01
X	514026	513440	512881	513867	513563	513830	512961	513816	513753	513963	513914	514013
Y	3112772	3112324	3112956	3112542	3112744	3112416	3112493	3112793	3112563	3112553	3112424	3112718
Au_ppb	5		9		5		5		8	5		5
Ag	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Al	2619	731	19537	1491	12818	1815	3208	1307	5509	46790	1864	2433
As	21.4	16.2	34.4	20	21.8	29.2	23.4	15.9	23.4	23.2	19.1	23.6
Ba	130	58	169	981	99	103	93	30	509	207	147	220
Be	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	1.1	0.4	0.4
Bi	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.4	<0.1	0.9	0.2	<0.1	3.3
Ca	40783	>10%	>10%	>10%	9652	>10%	47788	>10%	53457	6719	>10%	31830
Cd	0.4	0.3	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1
Ce	9	12	13	11	15	6	12	9	10	18	13	8
Co	2.5	<1	12.1	1.8	2.6	3.5	4.3	<1	5.1	<1	1.7	2.6
Cr	32	15	49	12	49	41	49	19	29	21	24	18
Cs	0.7	0.7	1.3	0.7	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	1.1	0.7	0.8
Cu	10	6	217	4	9	4	11	3	9	6	4	5
Dy	1.6	1.2	2.3	0.4	0.8	0.4	1	0.4	1.3	2.6	1	1.3
Er	0.8	0.6	1.5	0.2	0.3	0.1	0.5	0.3	0.9	1.5	0.6	1.2
Eu	0.12	<0.1	0.42	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Fe	16653	39619	43592	16240	10442	>10%	19110	34018	30760	4711	57381	18480
Gd	2.47	1.31	2.81	0.93	1.54	0.89	1.46	0.91	1.6	3.18	1.34	1.65
Hf	0.7	0.7	0.8	0.7	1	0.7	0.7	0.7	0.7	1.9	0.7	0.7
In	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
K	355	235	6330	126	1943	313	530	257	283	3836	373	357
La	3	7	8	5	6	4	3	5	3	8	7	2
Li	13	9	19	9	14	9	12	9	12	15	11	14
Lu	0.2	0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.1	0.3	<0.1	0.3
Mg	714	>2%	14826	16472	771	>2%	4365	>2%	2662	2193	>2%	818
Mn	1393	677	1910	316	345	305	3189	457	646	246	555	2385
Mo	2.8	1.2	3.8	0.8	3.1	4.2	3.8	<0.5	4.3	2.3	1.1	0.9
Na	518	<100	1799	<100	4429	<100	458	<100	1508	28807	231	268
Nb	2.1	1.6	2.2	1.6	3.5	1.7	1.7	1.6	1.7	7.6	1.5	1.8
Nd	1.7	0.9	4	<0.5	2.3	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	8.1	0.9	<0.5
Ni	9	6	16	15	8	62	17	7	19	5	25	12
P	121	114	171	94	311	209	228	75	134	77	174	94
Pb	11	8	5	5	15	20	5	3	33	15	5	83
Pr	0.98	0.94	1.61	0.44	1.5	0.48	0.63	0.36	0.76	2.84	1	0.64
Rb	12	11	30	10	16	11	13	11	12	24	11	12
S	190	538	606	529	163	1560	293	404	502	189	629	265
Sb	0.6	0.8	0.9	1.1	0.6	5.2	0.7	0.7	1.1	1	0.8	0.6
Sc	0.6	<0.5	8.4	<0.5	1.1	<0.5	0.8	<0.5	1.4	3.7	<0.5	0.7
Se	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Sm	2.9	1.5	3.2	1.7	2.3	1.2	1.6	1.2	1.8	4.1	1.7	2
Sn	0.5	0.3	0.7	0.3	0.6	0.4	0.5	0.4	0.5	2.7	0.4	0.5
Sr	63.7	239.1	245.7	256.5	39.7	323.9	161.7	131.1	124.8	54.1	321.7	70.5
Ta	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	1.6	<0.1	<0.1
Tb	0.3	0.2	0.5	<0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.5	0.2	0.2
Te	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Th	1.3	0.7	1.7	0.6	3.2	0.8	1	0.6	1.8	12.6	0.7	1
Ti	<10	<10	1086	<10	481	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Tl	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	0.1	0.2	<0.1	<0.1
Tm	0.2	0.1	0.3	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<0.1	0.2	0.3	0.1	0.3
U	1.1	1.2	1.1	0.5	0.8	4	0.6	0.6	3.9	1.9	1.2	1
V	5	4	66	2	8	9	6	2	7	1	5	3
W	<1	<1	1.7	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Y	9.6	10.4	16.8	4.1	3.3	4.2	6.2	3.9	8.1	9.3	8.3	10.9
Yb	0.74	0.55	1.2	0.21	0.52	0.3	0.62	0.19	0.69	1.49	0.4	1.51
Zn	26	23	58	16	18	28	21	9	67	19	20	25
Zr	<5	<5	7	<5	21	8	<5	<5	<5	26	5	<5



جدول ۴-۲. نتایج آنالیز نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی به روش Fire Assay برای عنصر طلا (آنالیز شده در شرکت زرآزما)

	Sample Name	X	Y	Au_ppb
۱	F-L۱۳-FA-۰۳	۵۱۳۱۸۹	۳۱۱۲۷۸۷	۵
۲	F-L۰۳-FA-۰۱	۵۱۳۸۰۳	۳۱۱۲۲۵۶	۵
۳	F-L۰۳-FA-۰۲	۵۱۳۰۲۱	۳۱۱۲۳۱۴	۵
۴	F-L۱۶-FA-۰۱	۵۱۴۲۳۰	۳۱۱۲۹۳۶	۵
۵	F-L۰۱-FA-۰۱	۵۱۳۱۸۸	۳۱۱۲۱۳۸	۵
۶	F-L۰۵-FA-۰۱	۵۱۲۹۴۶	۳۱۱۲۳۷۹	۵
۷	F-L۱۸-IC-FA-۰۲	۵۱۳۵۰۶	۳۱۱۳۰۲۶	۵
۸	F-L۱۳-FA-۰۲	۵۱۳۶۲۶	۳۱۱۲۷۸۱	۵
۹	F-L۱۳-FA-۰۱	۵۱۴۲۵۸	۳۱۱۲۷۹۵	۵
۱۰	F-L۰۷-FA-۰۱	۵۱۴۰۰۴	۳۱۱۲۴۴۹	۵
۱۱	F-L۰۹-FA-۰۲	۵۱۳۹۰۰	۳۱۱۲۵۶۷	۱۵
۱۲	F-L۱۷-FA-۰۲	۵۱۳۹۳۴	۳۱۱۲۹۷۴	۵
۱۳	F-L۲۰-FA-۰۱	۵۱۳۲۷۲	۳۱۱۳۱۳۲	۵
۱۴	F-L۱۵-FA-۰۱	۵۱۲۹۶۷	۳۱۱۲۸۸۶	۵
۱۵	F-L۱۶-FA-۰۲	۵۱۳۹۶۷	۳۱۱۲۹۴۷	۵
۱۶	F-L۱۷-FA-۰۳	۵۱۳۱۲۹	۳۱۱۳۰۰۶	۵
۱۷	F-L۱۸-FA-۰۱	۵۱۳۱۴۲	۳۱۱۳۰۴۵	۵
۱۸	F-L۱۶-FA-۰۴	۵۱۳۱۹۲	۳۱۱۲۸۷۵	۵
۱۹	F-L۱۸-FA-۰۳	۵۱۳۶۳۸	۳۱۱۳۰۱۳	۵
۲۰	F-L۱۴-FA-۰۱	۵۱۳۲۹۱	۳۱۱۲۸۱۵	۵
۲۱	F-L۱۴-FA-۰۳	۵۱۴۱۶۵	۳۱۱۲۸۲۴	۵
۲۲	F-L۱۹-FA-۰۱	۵۱۳۳۶۱	۳۱۱۳۰۶۸	۵
۲۳	F-L۱۱-FA-۰۱	۵۱۳۷۰۰	۳۱۱۲۶۹۱	۵
۲۴	F-L۱۴-FA-۰۴	۵۱۳۱۵۱	۳۱۱۲۸۱۴	۵
۲۵	F-L۱۱-FA-۰۲	۵۱۳۸۸۳	۳۱۱۲۶۶۹	۵
۲۶	F-L۱۲-FA-۰۴	۵۱۲۹۵۶	۳۱۱۲۷۰۷	۵



جدول ۳-۴. نتایج آنالیز نمونه‌های تکراری و نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی به روش Fire Assay برای عنصر طلا و مقایسه نتایج آنالیز دو شرکت زرآزما و زرکاوان البرز

	Samples Name	X	Y	Au_ppb Zarazma Lab.	Au_ppb Zarkavan Lab.
نمونه‌های برداشت شده در مرحله چک کردن آنومالی	F-FA-۰۱	۵۱۴۳۸۳	۳۱۱۲۹۹۵		۳۲
	F-FA-۰۲	۵۱۴۲۴۷	۳۱۱۳۰۳۲		۴۱
	F-FA-۰۳	۵۱۴۰۴۲	۳۱۱۳۰۰۹		۱۳
	F-FA-۰۴	۵۱۴۰۶۱	۳۱۱۲۹۶۱		۶
	F-FA-۰۵	۵۱۳۹۷۶	۳۱۱۲۹۱۰		۱۸
	F-FA-۰۶	۵۱۳۷۷۱	۳۱۱۲۸۸۹		۲۳
	F-FA-۰۷	۵۱۳۶۶۶	۳۱۱۲۸۶۹		۲۹
نمونه‌های تکراری	F-L۱۷-IC-FA-۰۱	۵۱۲۸۸۱	۳۱۱۲۹۵۶	۹	۳۰
	F-L۰۷-IC-FA-۰۱	۵۱۲۹۶۱	۳۱۱۲۴۹۳	۵	۵
	F-L۱۸-FA-۰۱	۵۱۳۱۴۲	۳۱۱۳۰۴۵	۵	۲۰
	F-L۰۹-FA-۰۲	۵۱۳۹۰۰	۳۱۱۲۵۶۷	۱۵	۱۳
	F-L۱۲-IC-FA-۰۱	۵۱۴۰۱۳	۳۱۱۲۷۱۸	۵	۱۵



نتایج آنالیز XRF یک نمونه از شیست دارای هماتیت نشان می دهد که بیش از ۷۵ درصد این نمونه از SiO_2 تشکیل شده است و مقداری Fe_2O_3 آن ۱۲ درصد می باشد (جدول ۴-۴) که به نظر می رسد مقدار اکسید آهن آن پائین می باشد و لازم است تست های فرآوری به منظور پرعیارسازی بر روی آن انجام شود.

همچنین دو نمونه از رخنمون گسترده سنگ آهک در این محدوده نیز مورد آنالیز XRF قرار گرفتند که دارای مقدار نسبتا پائین SiO_2 و Fe_2O_3 و بالا بودن مقدار CaO می باشد که گویای کیفیت نسبتا بالای این سنگ آهک می باشد (جدول ۴-۴). همچنین نتایج آنالیز عناصر فرعی و طلا در سه نمونه برداشت شده از شیست های هماتیت دار که در شرکت زرکاوان البرز و به روش ICP-OES مورد آنالیز قزاز گرفته است در جدول ۴-۵ آورده شده است. بر اساس این نتایج مشخص شده است که اینیکی از نمونه های دارای عیار ۳.۸ ppm نقره می باشد و همچنین این نمونه ها آنومالی خوبی از مس، سرب و روی نشان می دهند.

جدول ۴-۴. نتایج آنالیز XRF یک نمونه از سنگ شیستی دارای هماتیت و دو نمونه از سنگ آهک موجود در محدوده اکتشافی فاریاب

Element	شیست هماتیت دار	سنگ آهک	
	F-XF-۰۳	F-XF-۰۸	F-XF-۰۹
SiO_2	۷۵,۶۴	۳,۶۹	۰,۷۷
Al_2O_3	۳,۱۱	۰,۸۸	۰,۱۴
BaO	۰,۰۸	۰,۰۱	<۰,۰۱
CaO	۱,۸۴	۵۱,۹۴	۵۴,۷۷
Fe_2O_3	۱۲	۰,۴	۰,۲۶
K_2O	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۰۱
MgO	۰,۳۹	۰,۷۲	۰,۴۳
MnO	۳,۱۴	۰,۰۱	۰,۰۱
Na_2O	۰,۰۹	۰,۰۹	۰,۰۴
P_2O_5	۰,۱۶	۰,۰۷	۰,۰۳
SO_2	۰,۰۹	۰,۱۹	۰,۱۳
TiO_2	۰,۱۲	۰,۰۵	۰,۰۱
Cr_2O_3	۰,۰۱	<۰,۰۱	<۰,۰۱
Cu	<۰,۰۱	<۰,۰۱	<۰,۰۱
Pb	<۰,۰۱	<۰,۰۱	<۰,۰۱
Zn	<۰,۰۱	<۰,۰۱	<۰,۰۱
LOI	۳,۱۱	۴۱,۷۳	۴۳,۳۹
Total	۱۰۰	۱۰۰	۹۹,۹۹



جدول ۴-۵. نتایج آنالیز عناصر فرعی سه نمونه برداشت شده از شیبست های هماتیت دار در محدوده اکتشافی فاریاب

Element	Unit	NTF ^۱	NTF ^۲	NTF ^۳
Au	ppb	۵	۶	۹
Ag	ppm	۳,۸	۰,۲	۰,۳
Al	%	۲,۵۲	۳,۰۳	۲,۰۱
As	ppm	۵۸	۹۸	۴۳
Ba	ppm	۹۱۸	۲۳۲	۱۴۴
Ca	%	۱,۸۵	۱,۵۲	۲,۳۱
Cd	ppm	۲,۰	۱,۹	۱,۷
Co	ppm	۷۵	۶۹	۴۵
Cr	ppm	۱۴۱	۱۱۲	۱۲۹
Cu	ppm	۳۱۵	۷۲۷	۶۳۸
Fe	%	۹,۷۴	۸,۵۲	۷,۹۸
K	%	۰,۱۱	۰,۱۷	۰,۱۳
La	ppm	۴۳	۴۰	۳۱
Li	ppm	۲۴	۲۰	۲۰
Mg	%	۰,۷۲	۱,۱۷	۱,۰۵
Mn	%	۲,۲۶	۲,۰۰	۱,۵۲
Mo	ppm	۵	۴	۵
Na	%	۰,۳۴	۰,۳۱	۰,۳۲
Ni	ppm	۱۹۶	۱۷۵	۱۵۵
Pb	ppm	۳۸۰	۵۵	۱۴۱
S	%	۰,۰۹	۰,۰۵	۰,۰۸
Sb	ppm	۶	۵	۴
Sn	ppm	۴	۳	۴
Sr	ppm	۳۶۱	۲۴۷	۲۳۳
Th	ppm	۴	۱	۲
Ti	%	۰,۱۱	۰,۱۳	۰,۰۸
U	ppm	۳	۲	۲
V	ppm	۹۷	۱۴۷	۱۶۷
W	ppm	۱۰	۹	۱۲
Zn	ppm	۲۰۵	۱۲۸	۱۲۰
Zr	ppm	۸۵	۱۰۱	۵۶

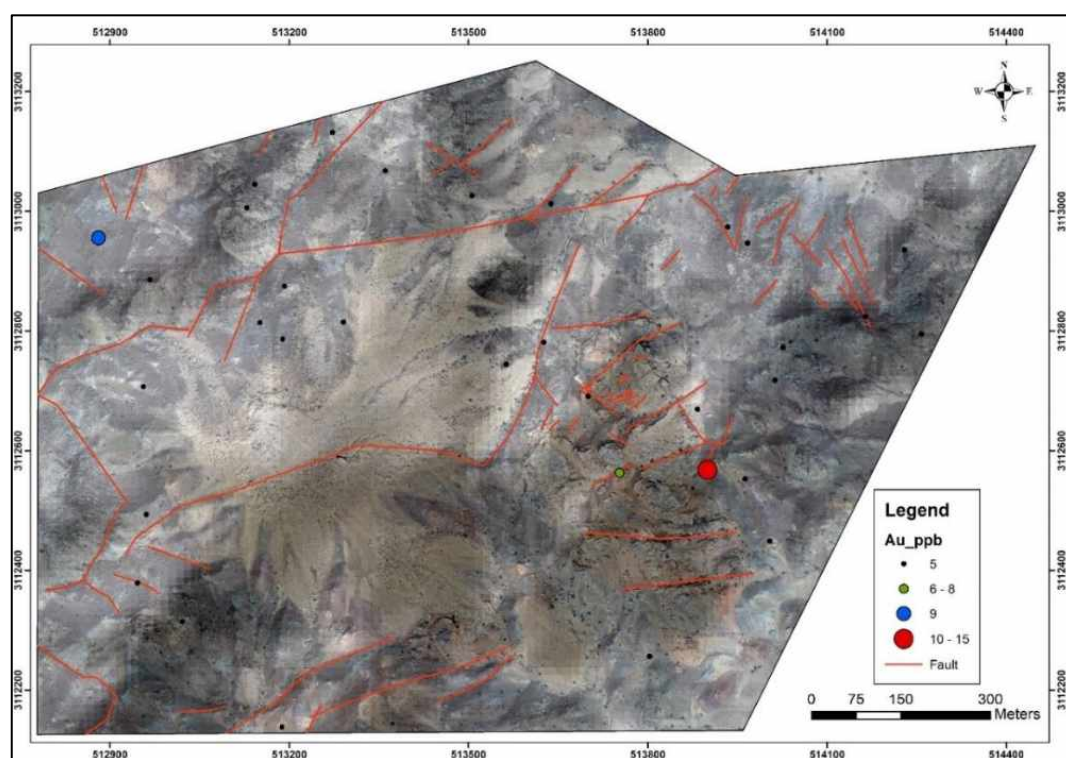
۴-۳ تعبیر و تفسیر داده‌ها و نقشه‌های ژئوشیمیایی

پس از دریافت نتایج آنالیز نمونه‌های ژئوشیمی برداشت شده از عدسی‌ها و رگه‌های سیلیسی همراه با سنگهای دگرگونی و همچنین نمونه‌های برداشت شده از بخش سنگ آهک دارای اکسیدهای آهن، نقشه پراکندگی آنومالی برای عناصر مهمی مانند طلا، نقره، مس، آرسنیک، سرب، روی و گوگرد ترسیم شد (شکل ۴-۹ تا شکل ۴-۱۶). اکثر نمونه‌هایی که برای اندازه‌گیری طلا آنالیز شدند از عدسی‌ها و رگه‌های سیلیسی موجود در سنگهای دگرگونی منطقه انتخاب شدند. بر اساس نتایج آنالیز Fire Assay که توسط شرکت زرآرما آنالیز شده‌اند، بیشترین عیار طلا ۱۵ ppb گزارش شده است و اکثر نمونه‌ها عیار طلا در آنها کمتر از حد تشخیص دستگاه (۵ ppb) بیان شده است (شکل ۴-۹). به دلیل تعداد زیاد نمونه‌هایی که عیار طلای آنها کمتر از حد تشخیص دستگاه توسط شرکت زرآرما گزارش شده بود و همچنین در نتایج آنالیز چند عنصری مقدار آرسنیک بعضی از این نمونه‌ها بالا بود، لذا در مرحله چک کردن آنومالی‌ها، از تعدادی از عدسی‌های سیلیسی نمونه‌برداری شد و همچنین تعداد ۵ نمونه از نمونه‌های قبلی که توسط شرکت زرآرما آنالیز شده بودند نیز انتخاب شد و برای اندازه‌گیری مقدار طلا به روش Fire Assay برای شرکت زرکاوان البرز ارسال شدند. نتایج آنالیز این نمونه‌ها گویای افزایش عیار نمونه‌های تکراری بین ۳ تا ۵ برابر نسبت به نتایج آنالیز شرکت زرآرما گزارش شد. بیشترین مقدار طلای گزارش شده در این نمونه‌ها ۴۱ ppb می‌باشد که از یک عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای آهن و در داخل سنگ دگرگونی برداشت شد (شکل ۴-۱۰). اگر چه نتایج آنالیز صورت گرفته توسط شرکت زرکاوان البرز مقادیر بیشتری نسبت به نتایج آنالیز شرکت زرآرما نشان می‌دهد اما در کل عیار طلا در نمونه‌های برداشت شده از عدسی‌های سیلیسی چندان بالا نبوده و نمی‌توان به عنوان آنومالی قابل توجهی در نظر گرفت.

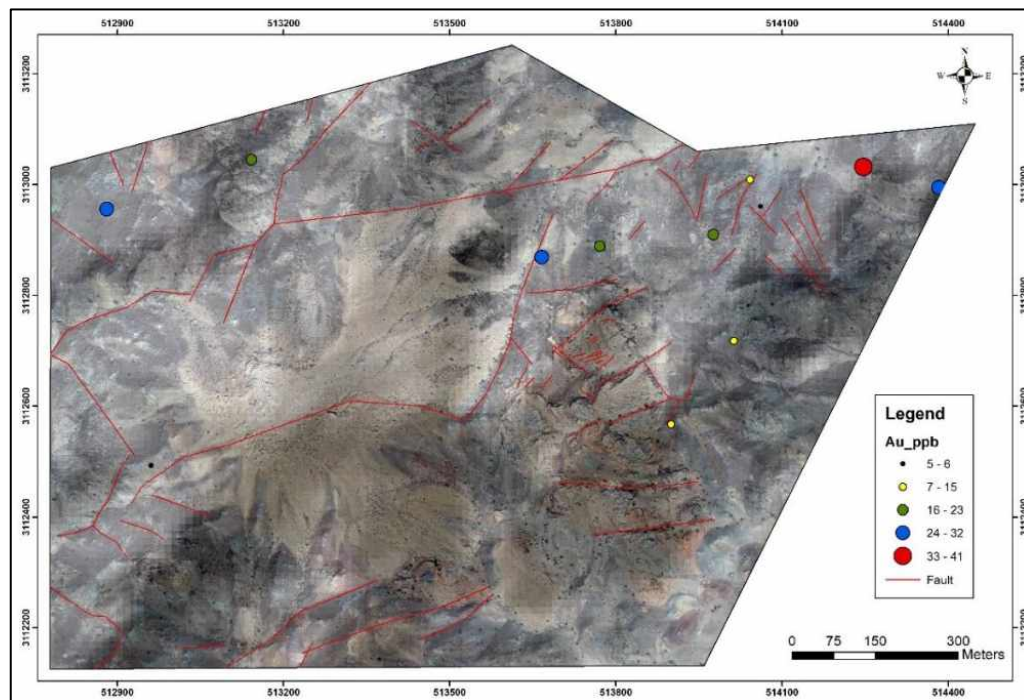
در این نمونه‌ها نقره از عیار پائینی برخوردار است و بیشتر مقدار آن ۰.۵ ppm از یک عدسی سیلیسی دارای اکسیدهای ثانویه آهن می‌باشد (شکل ۴-۱۱). عنصر آرسنیک که معمولاً به عنوان یک ردیاب برای طلا در نظر گرفته می‌شود در نمونه‌های آنالیز شده حداکثر مقدار آن ۳۴ ppm می‌باشد و در کل عیار آن پائین می‌باشد و احتمالاً به همین دلیل عیار طلا نیز پائین می‌باشد (شکل ۴-۱۲).

بیشترین مقدار آنومالی مس با عیار ۲۱۷ ppm در بخش شمال غرب محدوده فاریاب و همراه با یک عدسی سیلیسی در داخل سنگ دگرگونی رخ داده است. بقیه نمونه‌ها عیار پائینی از مس را نشان می‌دهند (شکل ۴-۱۳). در پیمایش انجام شده هیچگونه آثاری از کانی‌زایی مس به صورت اولیه و یا ثانویه (مثل مالاکیت و آزوریت) مشاهده نشد. بیشترین آنومالی سرب و روی منطبق بر نمونه برداشت شده با بیشترین عیار مس در بخش شمال غربی محدوده فاریاب می‌باشد که از یک عدسی سیلیسی به همراه اکسیدهای ثانویه آهن برداشت شده است (شکل ۴-۱۴ و شکل ۴-۱۵).

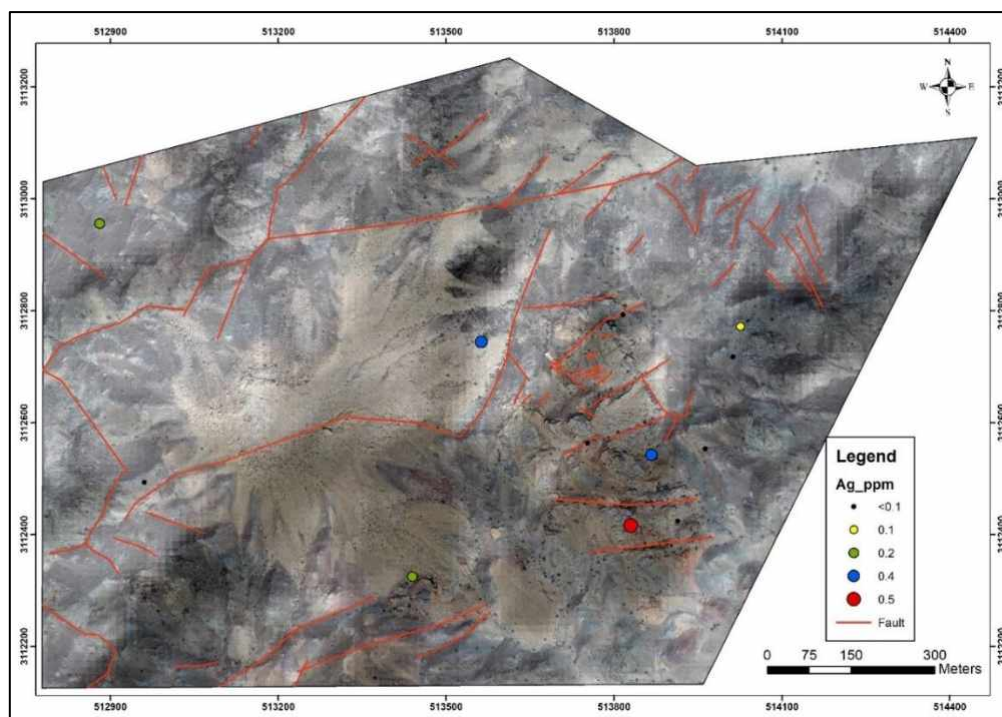
نمونه‌های با بیشترین عیار گوگرد در بخش غربی محدوده فاریاب واقع شده‌اند و این نمونه‌ها از زون آهن خردشده و دارای اکسیدهای آهن ثانویه برداشت شده است (شکل ۴-۱۶). در مابقی نمونه‌ها که از عدسی‌ها و رگه‌های سیلیسی برداشت شده‌اند، عیار گوگرد خیلی پائین می‌باشد و گویای عدم رخداد کانی‌زایی سولفیدی در داخل این عدسی‌های سیلیسی می‌باشد.



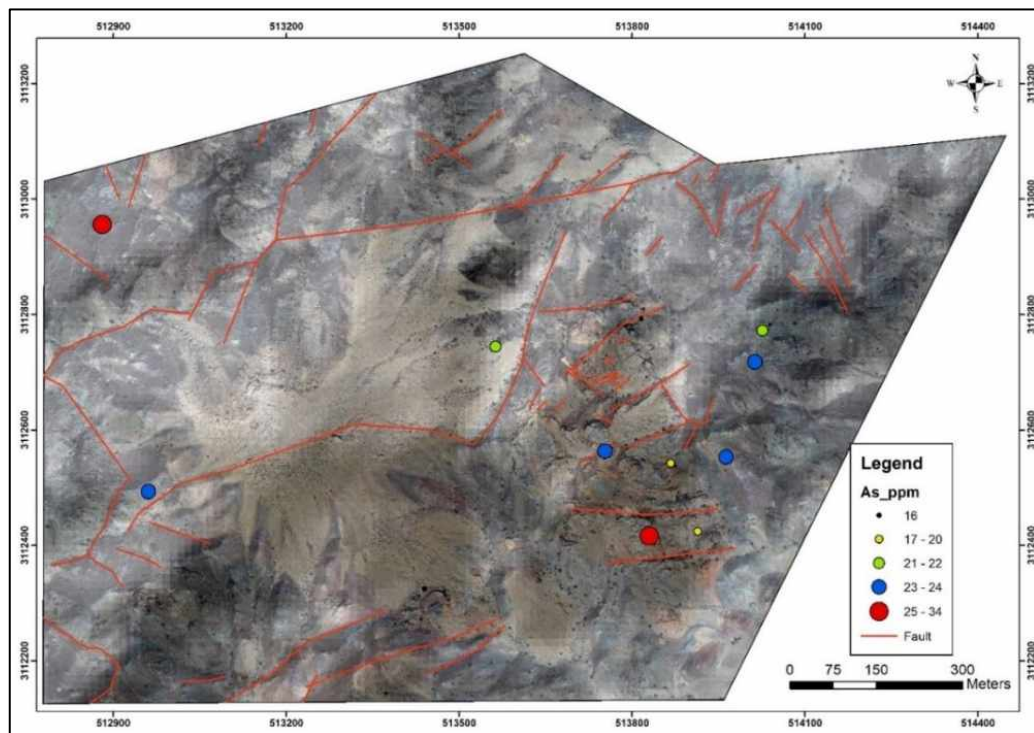
شکل ۴-۹. موقعیت نمونه‌های لیتوژنوشیمی به همراه آنومالی طلا (آنالیز شده توسط شرکت زراآما) در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



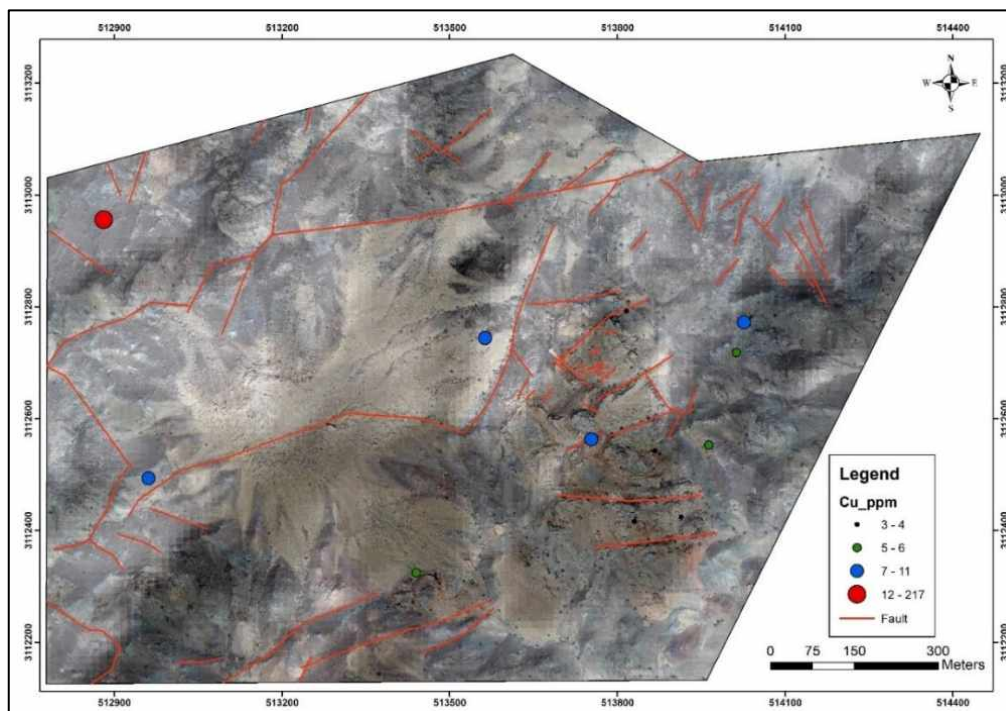
شکل ۴-۱۰. موقعیت نمونه‌های لیتوژنوشیمی به همراه آنومالی طلا (آنالیز شده توسط شرکت زرکاوان البرز) در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



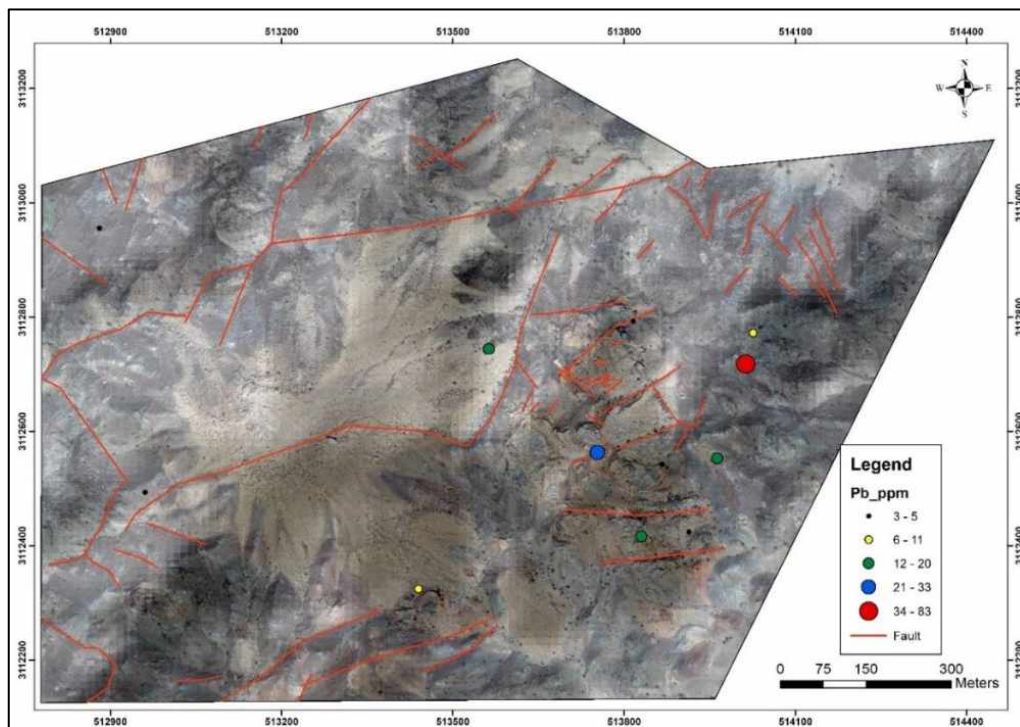
شکل ۴-۱۱. موقعیت نمونه‌های لیتوژنوشیمی به همراه آنومالی نقره در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



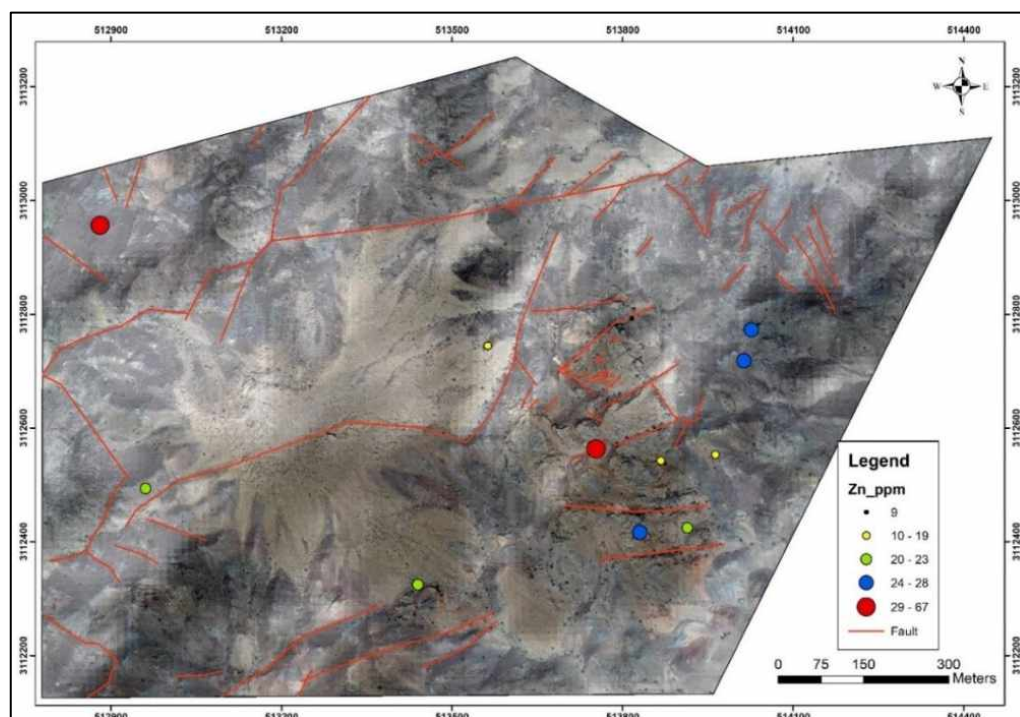
شکل ۴-۱۲. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی آرسنیک در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



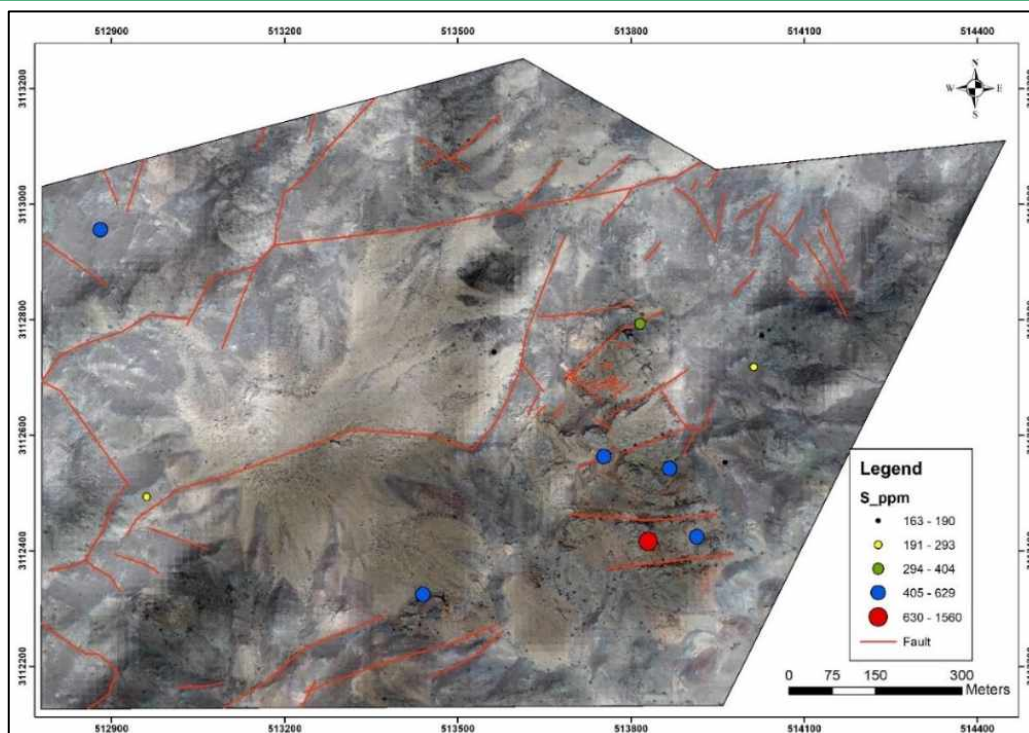
شکل ۴-۱۳. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی مس در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



شکل ۴-۱۴. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی سرب در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان



شکل ۴-۱۵. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی روی در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان

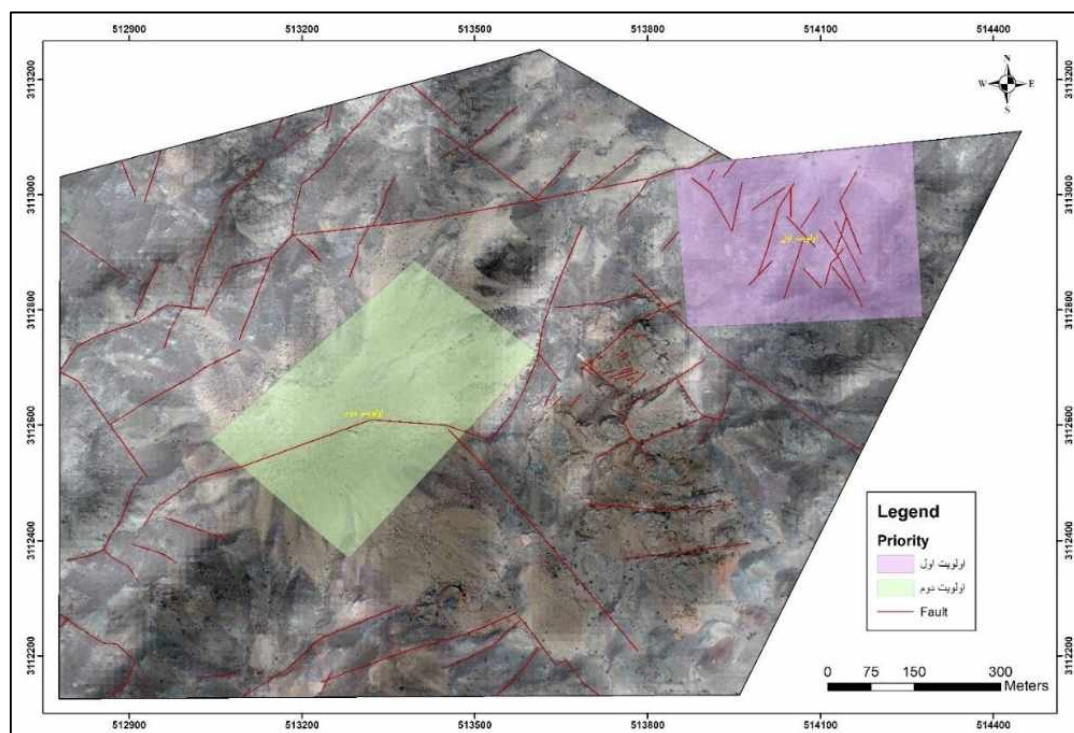


شکل ۴-۱۶. موقعیت نمونه‌های لیتوژئوشیمی به همراه آنومالی گوگرد در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان

۴-۴ معرفی مناطق دارای اولویت اکتشافی در محدوده فاریاب

در محدوده اکتشافی فاریاب مطالعاتی شامل بررسی داده‌های موجود، تهیه نقشه زمین‌شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰ و همچنین پیمایش پروفیل‌های با فواصل ۵۰ متری و نمونه‌برداری از عدسی‌ها و رگه‌های کوارتزی موجود در سنگهای دگرگونی و همچنین نمونه‌برداری از بخش آهکی قرمز رنگ انجام شد و مورد آنالیز- Fire Assay, ICP-MS قرار گرفتند. بر اساس نتایج آنالیزهای انجام شده، آنومالی خاصی از طلا، مس، نقره، سرب و روی و ... در این نمونه‌ها شناسایی شدند. اما بر اساس بازدید میدانی مطابق با پروفیل‌های طراحی شده در این محدوده، رخنمون‌های خوبی از افق‌های شیبستی دارای هماتیت به موازت شیبستوزیته سنگهای دگرگونی در بخش شمال شرق این محدوده شناسایی شدند که با انجام معالعه مقطع صیقلی، حضور کانی هماتیت اولیه و با مقدار قابل توجهی در این افق شناسایی شد. همچنین بر روی سنگهای دگرگونی در این منطقه، توده نسبتاً خالصی از سنگ آهک رخ داده است که به نظر می‌رسد می‌توان از این واحد سنگی برای تولید پودر سنگ آهک میکرونیزه استفاده نمود. بنابراین با توجه به نتایج ضعیف نمونه‌های آنالیز شده، نمی‌توان از تلفیق این داده‌ها در لایه‌های اطلاعاتی مانند زمین‌شناسی برای معرفی مناطق دارای پتانسیل استفاده نمود. لذا بر اساس اطلاعات حاصل از بازدید میدانی، دو اولویت اکتشافی در

این محدوده معرفی شده است (شکل ۴-۱۷). توضیحات هر کدام از این اهداف اکتشافی در زیر آورده شده اند.



شکل ۴-۱۷. موقعیت مناطق دارای اولویت جهت انجام اکتشافات تکمیلی در محدوده اکتشافی فاریاب، جنوب استان کرمان

۴-۴-۱ اولویت اکتشافی اول:

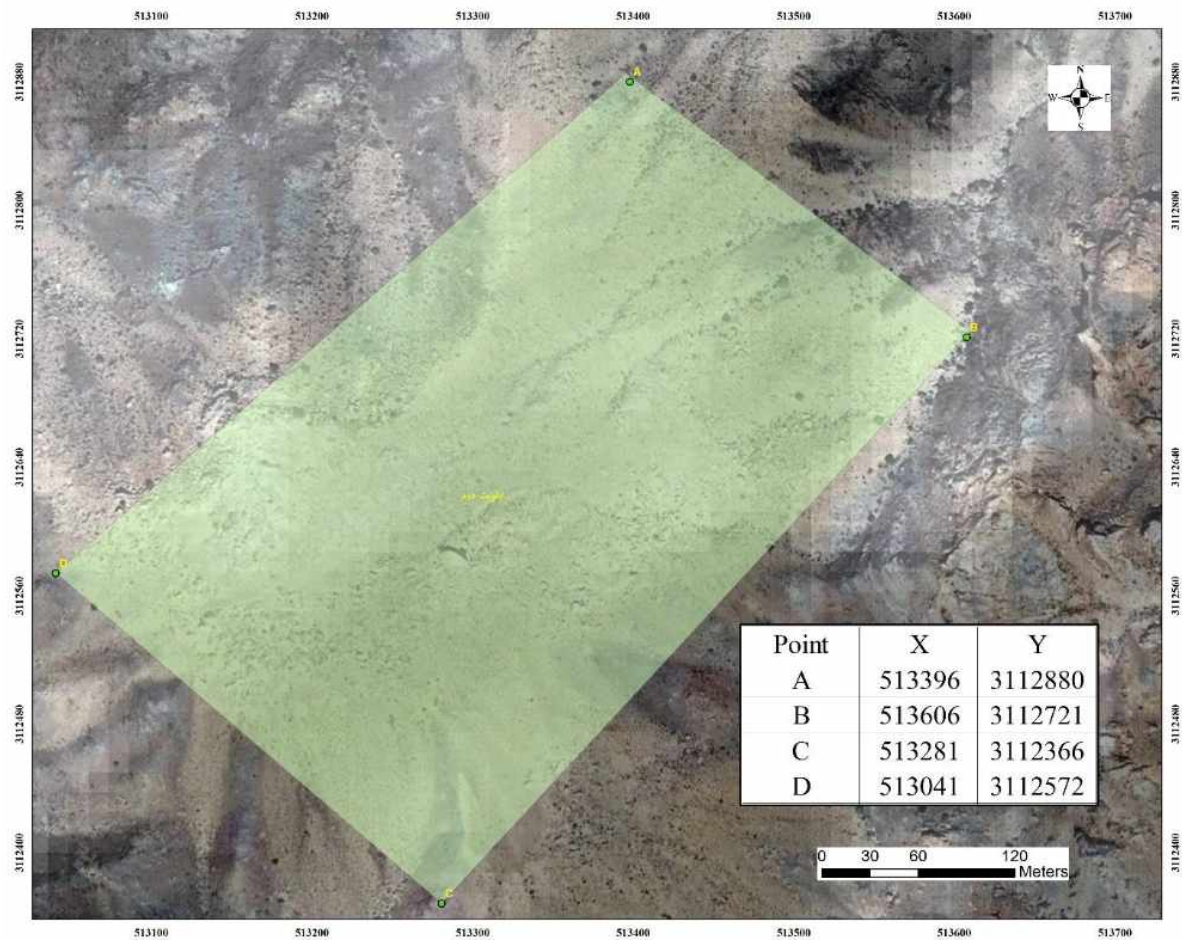
اولویت اکتشافی اول در بخش شمال شرق محدوده فاریاب واقع شده است. مساحت این بخش ۱۲ هکتار می باشد (شکل ۴-۱۸) و بر اساس بازدیدهای میدانی، رخدادهای نسبتاً قابل توجهی از افق های شیستی دارای هماتیت اولیه و در جهت شیستوزیته در سنگهای دگرگونی این منطقه رخ داده است. ضخامت این افق های کانی زابین نیم تا یک متر می رسد و طول آنها حداکثر ۵۰۰ متر می باشد. این رخداد افق شیستی دارای هماتیت که با رنگ تیره از دیگر افق های سنگهای دگرگونی منطقه قابل تفکیک می باشد و توسط گسل های متعددی دچار جابجایی شده است. این لایه های شیستی آهنگار برای انجام ادامه اکتشافات تکمیلی در مقیاس ۱:۱۰۰۰ پیشنهاد می شود و لازم است علاوه بر تهیه نقشه زمین شناسی و توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰، پروفیل های با فواصل ده متری نیز پیمایش انجام شود و همچنین با انجام مطالعات مگنتومتری و حفر ترانشه و احتمالاً انجام حفاری مغزه ای و پودری می توان اطلاعات تکمیلی از وضعیت گسترده گی جانبی و عمودی ماده معدنی دست یافت.



شکل ۴-۱۸ موقعیت و مختصات اولویت اول اکتشافی در محدوده فاریاب

۴-۲ اولویت اکتشافی دوم:

اولویت اکتشافی دوم در بخش مرکزی محدوده اکتشافی فاریاب واقع شده است. مساحت این بخش ۱۴ هکتار می باشد (شکل ۴-۱۹). این بخش عمدتاً از واحد سنگ آهک کرم رنگ پوشیده شده است و با توجه به گستردگی و کیفیت نسبتاً مناسب سنگ آهک آن (پائین بودن مقدار سیلیس و اکسید آهن و بالا بودن مقدار اکسید کلسیم و LOI)، پیشنهاد می شود با توجه به یکنواختی ترکیب سنگی این اولویت اکتشافی، نیازی به نمونه برداری لیتوژئوشیمی سیستماتیک نمی باشد. اما پیشنهاد می شود نمونه برداری بیشتری به منظور انجام آنالیز XRF انجام شود و در صورت مثبت بودن نتایج این آنالیزها، تست های اولیه برای خردایش و استفاده از آن به صورت دانه بندی انجام شود. در صورت مناسب بودن کیفیت این واحد آهکی، می توان تولید پودر میکرونیزه سنگ آهک را مد نظر قرار داد.



شکل ۴-۱۹. موقعیت و مختصات اولویت دوم اکتشافی در محدوده فاریاب

منابع:

- آقاباتی، س.ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، زرعیان، س، ۱۳۷۶، پترولوژی دگرگونی، انتشارات موسسه تحقیقاتی و انتشاراتی نور، ۵۷۹ صفحه.
- معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۰، علائم استاندارد نقشه های زمین شناسی، نشریه شماره ۵۳۹.
- واله، ن، علوی تهرانی، ن، اوهانیان، ف، و سبزه یی، م، ۱۳۷۱، نقشه زمین شناسی سبزواران، مقیاس ۱:۲۵۰،۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Whitney, D.L., and Evans, D.W., ۲۰۱۰, Abbreviations for names of rock-forming minerals, American Mineralogist, Volume ۹۵, pages ۱۸۵–۱۸۷.



ضمیمه ها



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران، بلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

14040101 تاریخ درخواست:
14040101 تاریخ دریافت نمونه:
14040207 تاریخ اعلام آزمون:
14040207 تاریخ صدور نتیجه:
روش آزمون:
هرچه آزمون (باز):

شرکت محترم توسعه عمران و تکنالوجی نوین کرمان
404ZK0264 AU
موسسه مطالعات معدنی زرازمه‌ماهان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پرونده:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
انحصار مشتری:
نام و سمت مسئول گشایش:

تلفن: 034 - 32152037 فکس: 034 - 32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

404ZK0264 AU

404ZK0264 AU	
Element	Au
Unit	ppb
DL	5
Method	PM-001
Date	1404/02/07
Code	
8.5	11
10.5	25
F-L01-FA-01	5
F-L03-FA-01	5
F-L03-FA-02	5
F-L05-FA-01	5
F-L07-FA-01	5
F-L07-IC-FA-01	5
F-L08-IC-FA-01	5
F-L09-FA-02	15
F-L09-IC-FA-01	8
F-L11-FA-01	5
F-L11-FA-02	5
F-L12-IC-FA-01	5
F-L12-IC-FA-03	5
F-L12-FA-XD-04	5
F-L13-FA-01	5

تأیید شده انجام می‌گردد: RA
کوچکتر از حد تشخیص دستگاه می‌باشد: <



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران، بلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

14040101 تاریخ درخواست:
14040101 تاریخ دریافت نمونه:
14040207 تاریخ اعلام آزمون:
14040207 تاریخ صدور نتیجه:
روش آزمون:
هرچه آزمون (باز):

شرکت محترم توسعه عمران و تکنالوجی نوین کرمان
404ZK0264 AU
موسسه مطالعات معدنی زرازمه‌ماهان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پرونده:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
انحصار مشتری:
نام و سمت مسئول گشایش:

تلفن: 034 - 32152037 فکس: 034 - 32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

404ZK0264 AU

404ZK0264 AU	
Element	Au
Unit	ppb
DL	5
Method	PM-001
Date	1404/02/07
Code	
F-L13-FA-02	5
F-L13-FA-03	5
F-L13-ICP-FA-01	5
F-L14-FA-01	5
F-L14-FA-03	5
F-L14-FA-04	5
F-L15-FA-01	5
F-L16-FA-01	5
F-L16-FA-02	5
F-L16-FA-04	5
F-L17-FA-02	5
F-L17-FA-03	5
F-L17-IC-FA-01	9
F-L18-FA-01	5
F-L18-FA-03	5
F-L18-IC-FA-02	5
F-L19-FA-01	5
F-L20-FA-01	5

تأیید شده انجام می‌گردد: RA
کوچکتر از حد تشخیص دستگاه می‌باشد: <



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران، بلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

1404/02/27
1404/02/27
1404/02/29
1404/02/29
AF-01

تاریخ دریافت نمونه:
تاریخ انجام آزمایش:
تاریخ صدور نتیجه:
روش آزمایش:
هزینه آزمایش (ریال):

شرکت معزم توسعه عمران و تکنیکات نوین کرمان
404ZK0688 AF
موسسه مطالعات معدنی زرازمهان

معاون فنی: وحید خواجه
معاون عملی: حمید شاکریان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پروانه:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
امضاء مدیر فنی:
نام و سمت تصدیق کننده:

تلفن: 034 - 32152037
فکس: 034 - 32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

404ZK0688 AF

Element	SiO2	Al2O3	BaO	CaO	Fe2O3	K2O	MgO	MnO	Na2O	P2O5	SO3	TiO2	Cr2O3	Cu	Pb	Zn	LOI
Unit	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
DL	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Scheme	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01	WR-01
Date	1404/02/29																
Code																	
F-XF-03	75.64	3.11	0.08	1.84	12	0.22	0.39	3.14	0.09	0.16	0.09	0.12	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	3.11
F-XF-08	3.69	0.88	0.01	51.94	0.4	0.22	0.72	0.01	0.09	0.07	0.19	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	41.73
F-XF-09	0.77	0.14	<0.01	54.77	0.26	0.01	0.43	0.01	0.04	0.03	0.13	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	43.39

این کار برگه فقط به صورت فیزیکی در دسترس می باشد.
RA: 034 - 32152039



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران، بلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

1404/01/17
1404/01/21
1404/02/17
1404/02/17
MMS

تاریخ دریافت نمونه:
تاریخ انجام آزمایش:
تاریخ صدور نتیجه:
روش آزمایش:
هزینه آزمایش (ریال):

شرکت معزم توسعه عمران و تکنیکات نوین کرمان
404ZK0264 MMS-01
موسسه مطالعات معدنی زرازمهان

معاون فنی: وحید خواجه
معاون عملی: حمید شاکریان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پروانه:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
امضاء مدیر فنی:
نام و سمت تصدیق کننده:

تلفن: 034 - 32152037
فکس: 034 - 32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

404ZK0264 MMS-01

Element	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Fe	Gd	Hf
DL	0.1	100	0.5	1	0.2	0.1	100	0.1	0.5	1	1	0.5	1	0.1	0.1	0.1	100	0.05	0.5
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Method	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01
Date	1404/02/17																		
Code																			
F-L03-IC-01	0.2	731	16.2	58	0.5	<0.1	>10%	0.3	12	<1	15	0.7	6	1.2	0.6	<0.1	39619	1.31	0.7
F-L06-IC-01	<0.1	1864	19.1	147	0.4	<0.1	>10%	0.2	13	1.7	24	0.7	4	1	0.6	<0.1	57381	1.34	0.7
F-L06-IC-02	0.5	1815	29.2	103	0.4	<0.1	>10%	0.3	6	3.5	41	0.8	4	0.4	0.1	<0.1	>10%	0.89	0.7
F-L07-IC-FA-01	<0.1	3208	23.4	93	0.4	0.4	47788	0.2	12	4.3	49	0.8	11	1	0.5	<0.1	19110	1.46	0.7
F-L08-IC-02	0.4	1491	20	981	0.3	<0.1	>10%	0.1	11	1.8	12	0.7	4	0.4	0.2	<0.1	16240	0.93	0.7
F-L08-IC-FA-01	<0.1	46790	23.2	207	1.1	0.2	6719	0.1	18	<1	21	1.1	6	2.6	1.5	<0.1	4711	3.18	1.9
F-L09-IC-FA-01	<0.1	5509	23.4	509	0.4	0.9	53457	0.3	10	5.1	29	0.7	9	1.3	0.9	<0.1	30760	1.6	0.7
F-L12-IC-FA-01	<0.1	2433	23.6	220	0.4	3.3	31830	0.1	8	2.6	18	0.8	5	1.3	1.2	<0.1	18480	1.65	0.7
F-L12-IC-FA-03	0.4	12818	21.8	99	0.5	0.1	9652	0.1	15	2.6	49	0.9	9	0.8	0.3	<0.1	10442	1.54	1
F-L13-ICP-FA-01	0.1	2619	21.4	130	0.5	<0.1	40783	0.4	9	2.5	32	0.7	10	1.6	0.8	0.12	16653	2.47	0.7
F-L17-IC-FA-01	0.2	19537	34.4	169	0.5	0.1	>10%	0.4	13	12.1	49	1.3	217	2.3	1.5	0.42	43592	2.81	0.8
F-L13-IC-02	<0.1	1307	15.9	30	0.5	<0.1	>10%	0.3	9	<1	19	0.7	3	0.4	0.3	<0.1	34018	0.91	0.7

این کار برگه فقط به صورت فیزیکی در دسترس می باشد.
RA: 034 - 32152039



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران-جلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

تاریخ درخواست: 1404/01/31
تاریخ دریافت نمونه: 1404/01/31
تاریخ انجام آزمایش: 1404/02/17
تاریخ صدور نتیجه: 1404/03/17
روش آزمون: MMS
هزینه آزمون (ریال):
مدیر عامل: مجید شاکریان
مدیر فنی:

شرکت معزم توسعه عمران و اکتشافات نوین کرمان
4042K0264 MMS-01
موسسه مطالعات محلی زارازماهان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پرونده:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
امضاء مسئول فنی:
نام و سمت مسئول کننده:

این برگه بدون مهر و امضاء آقا دراز می باشد
بالمقدّمه نمونه ها به مدت 15 روز پس از ارائه نتایج نتایج آزمایش می شود و پس از این مدت شرکت مسئولی بر آلودگی ها و آلوده
تأیید ارائه داده فقط مربوط به نمونه تحویل از طرف مشتری می باشد. و این شرکت هیچگونه تعهداتی ندارد و بر مبنای آن به انجام ترسیده است
همه فعالیت اندازه گیری در سطح اعتبارات 2&105 محاسبه شده است و بر صورت درخواست مشتری ارائه می شود.

تلفن: 034-32152037
فکس: 034-32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

4042K0264 MMS-01	4042K0264 MMS-01															
Element	In	K	La	Li	Lu	Mg	Mn	Mo	Na	Nb	Nd	Ni	P	Pb	Pr	Rb
DL	0.5	100	1	1	0.1	100	5	0.5	100	1	0.5	1	10	1	0.05	1
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Method	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01
Date																
Code																
F-L03-IC-01	<0.5	235	7	9	0.1	>2%	677	1.2	<100	1.6	0.9	6	114	8	0.94	11
F-L06-IC-01	<0.5	373	7	11	<0.1	>2%	555	1.1	231	1.5	0.9	25	174	5	1	11
F-L06-IC-02	<0.5	313	4	9	<0.1	>2%	305	4.2	<100	1.7	<0.5	62	209	20	0.48	11
F-L07-IC-FA-01	<0.5	530	3	12	0.1	4365	3189	3.8	458	1.7	<0.5	17	228	5	0.63	13
F-L08-IC-02	<0.5	126	5	9	<0.1	16472	316	0.8	<100	1.6	<0.5	15	94	5	0.44	10
F-L08-IC-FA-01	<0.5	3836	8	15	0.3	2193	246	2.3	28807	7.6	8.1	5	77	15	2.84	24
F-L09-IC-FA-01	<0.5	283	3	12	0.1	2662	646	4.3	1508	1.7	<0.5	19	134	33	0.76	12
F-L12-IC-FA-01	<0.5	357	2	14	0.3	818	2385	0.9	268	1.8	<0.5	12	94	83	0.64	12
F-L12-IC-FA-03	<0.5	1943	6	14	<0.1	771	345	3.1	4429	3.5	2.3	8	311	15	1.5	16
F-L13-IC-FA-01	<0.5	355	3	13	0.2	714	1393	2.8	518	2.1	1.7	9	121	11	0.98	12
F-L17-IC-FA-01	<0.5	6330	8	19	0.3	14826	1910	3.8	1799	2.2	4	16	171	5	1.61	30
F-L13-IC-02	<0.5	257	5	9	<0.1	>2%	457	<0.5	<100	1.6	<0.5	7	75	3	0.36	11

آلودگی مجدد انجام می گیرد: RA
کوچکتر از حد تشخیص دستگاه می باشد: <



ZARAZMA Mahan

کرمان، جاده تهران-جلوار راه آهن،
شهرک صنعتی شماره 3

تاریخ درخواست: 1404/01/31
تاریخ دریافت نمونه: 1404/01/31
تاریخ انجام آزمایش: 1404/02/17
تاریخ صدور نتیجه: 1404/03/17
روش آزمون: MMS
هزینه آزمون (ریال):
مدیر عامل: مجید شاکریان
مدیر فنی:

شرکت معزم توسعه عمران و اکتشافات نوین کرمان
4042K0264 MMS-01
موسسه مطالعات محلی زارازماهان

نوع نمونه:
نام شرکت:
شماره پرونده:
نام آزمایشگاه:
آدرس مشتری:
امضاء مسئول فنی:
نام و سمت مسئول کننده:

این برگه بدون مهر و امضاء آقا دراز می باشد
بالمقدّمه نمونه ها به مدت 15 روز پس از ارائه نتایج نتایج آزمایش می شود و پس از این مدت شرکت مسئولی بر آلودگی ها و آلوده
تأیید ارائه داده فقط مربوط به نمونه تحویل از طرف مشتری می باشد. و این شرکت هیچگونه تعهداتی ندارد و بر مبنای آن به انجام ترسیده است
همه فعالیت اندازه گیری در سطح اعتبارات 2&105 محاسبه شده است و بر صورت درخواست مشتری ارائه می شود.

تلفن: 034-32152037
فکس: 034-32152039

CERTIFICATE OF ANALYSIS

4042K0264 MMS-01	4042K0264 MMS-01															
Element	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te	Th	Ti	Ti	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn
DL	0.1	0.1	1	0.1	0.1	0.5	0.1	10	0.1	0.1	0.1	1	1	0.5	0.05	1
Unit	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Method	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01	MMS-01
Date																
Code																
F-L03-IC-01	1.5	0.3	239	<0.1	0.2	<0.5	0.7	<10	<0.1	0.1	1.2	4	<1	10.4	0.55	23
F-L06-IC-01	1.7	0.4	322	<0.1	0.2	<0.5	0.7	<10	<0.1	0.1	1.2	5	<1	8.3	0.4	20
F-L06-IC-02	1.2	0.4	324	<0.1	0.1	<0.5	0.8	<10	0.6	<0.1	4	9	<1	4.2	0.3	28
F-L07-IC-FA-01	1.6	0.5	162	<0.1	0.2	<0.5	1	<10	<0.1	0.1	0.6	6	<1	6.2	0.62	21
F-L08-IC-02	1.7	0.3	257	<0.1	<0.1	<0.5	0.6	<10	<0.1	<0.1	0.5	2	<1	4.1	0.21	16
F-L08-IC-FA-01	4.1	2.7	54.1	1.6	0.5	<0.5	12.6	<10	0.2	0.3	1.9	1	<1	9.3	1.49	19
F-L09-IC-FA-01	1.8	0.5	125	<0.1	0.2	<0.5	1.8	<10	0.1	0.2	3.9	7	<1	8.1	0.69	67
F-L12-IC-FA-01	2	0.5	70.5	<0.1	0.2	<0.5	1	<10	<0.1	0.3	1	3	<1	10.9	1.51	25
F-L12-IC-FA-03	2.3	0.6	39.7	0.1	0.2	<0.5	3.2	481	<0.1	0.1	0.8	8	<1	3.3	0.52	18
F-L13-IC-FA-01	2.9	0.5	63.7	0.3	0.3	<0.5	1.3	<10	0.1	0.2	1.1	5	<1	9.6	0.74	26
F-L17-IC-FA-01	3.2	0.7	246	<0.1	0.5	<0.5	1.7	1086	0.2	0.3	1.1	66	1.7	16.8	1.2	58
F-L13-IC-02	1.2	0.4	131	<0.1	0.1	<0.5	0.6	<10	<0.1	<0.1	0.6	2	<1	3.9	0.19	9

آلودگی مجدد انجام می گیرد: RA
کوچکتر از حد تشخیص دستگاه می باشد: <

Zarazma Mahan



Client: شرکت محترم توسعه عمران و اکتشافات نوین کرمان

404ZK0264

1404/01/31

1404/01/31

1404/02/15

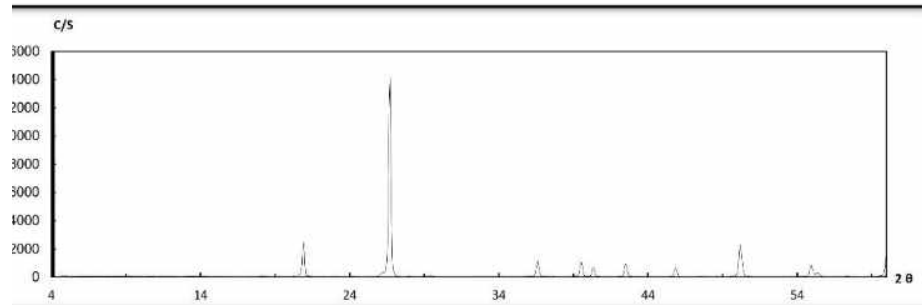
1404/02/15

تاریخ درخواست:

تاریخ دریافت نمونه:

تاریخ انجام آزمایش:

تاریخ صدور نتیجه:



Sample	Major Phase(s)	Minor Phase(s)	Trace Phase(s)
F-12-FA-XD-04	Quartz (33-1161)	Calcite (05-0586)	Albite (09-0466)
LAB : 581	SiO2	CaCO3	NaAlSi3O8
Date :			Clay Mineral
21.2.2025			Illite ?
kV = 40			Gothite (29-0713)
mA = 30			FeO(OH)
Ka = Cu			

Zarazma Mahan



Client: شرکت محترم توسعه عمران و اکتشافات نوین کرمان

404ZK0264

1404/01/31

1404/01/31

1404/02/15

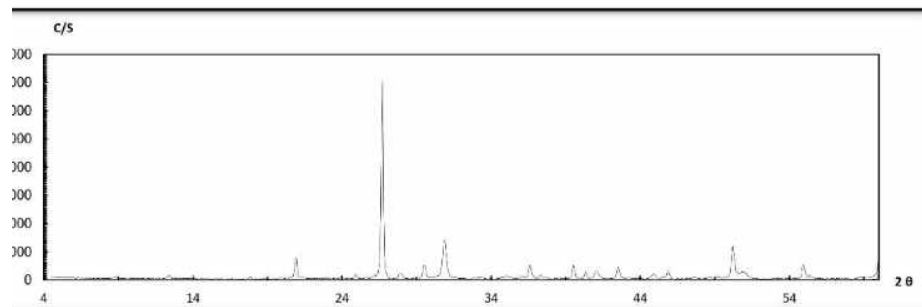
1404/02/15

تاریخ درخواست:

تاریخ دریافت نمونه:

تاریخ انجام آزمایش:

تاریخ صدور نتیجه:



Sample	Major Phase(s)	Minor Phase(s)	Trace Phase(s)
F-11-FA-01	Quartz (33-1161)	Albite (09-0466)	--
LAB : 580	SiO2	NaAlSi3O8	
Date :	Dolomite (36-0426)	Calcite (05-0586)	
21.2.2025	CaMg(CO3)2	CaCO3	
kV = 40	Kaolinite (29-1488)	Potassium Feldspar	
mA = 30	Al2Si2O5(OH)4	KAlSi3O8	
Ka = Cu	Muscovite - Illite (26-0911)	Gothite (29-0713)	
	KAl2Si2AlO10(OH)2	FeO(OH)	

اسم سنگ: موسکویت کالک شیست

کانی های اصلی: کلسیت - کوارتز - موسکویت

کانی های فرعی: اپاک - اسفن - بیوتیت - گرافیت - پلاژیوکلاز - ایلمنیت - کلینوزوئیسیت - آمفیبول -

کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پورفیروبلاستیک - شطرنجی

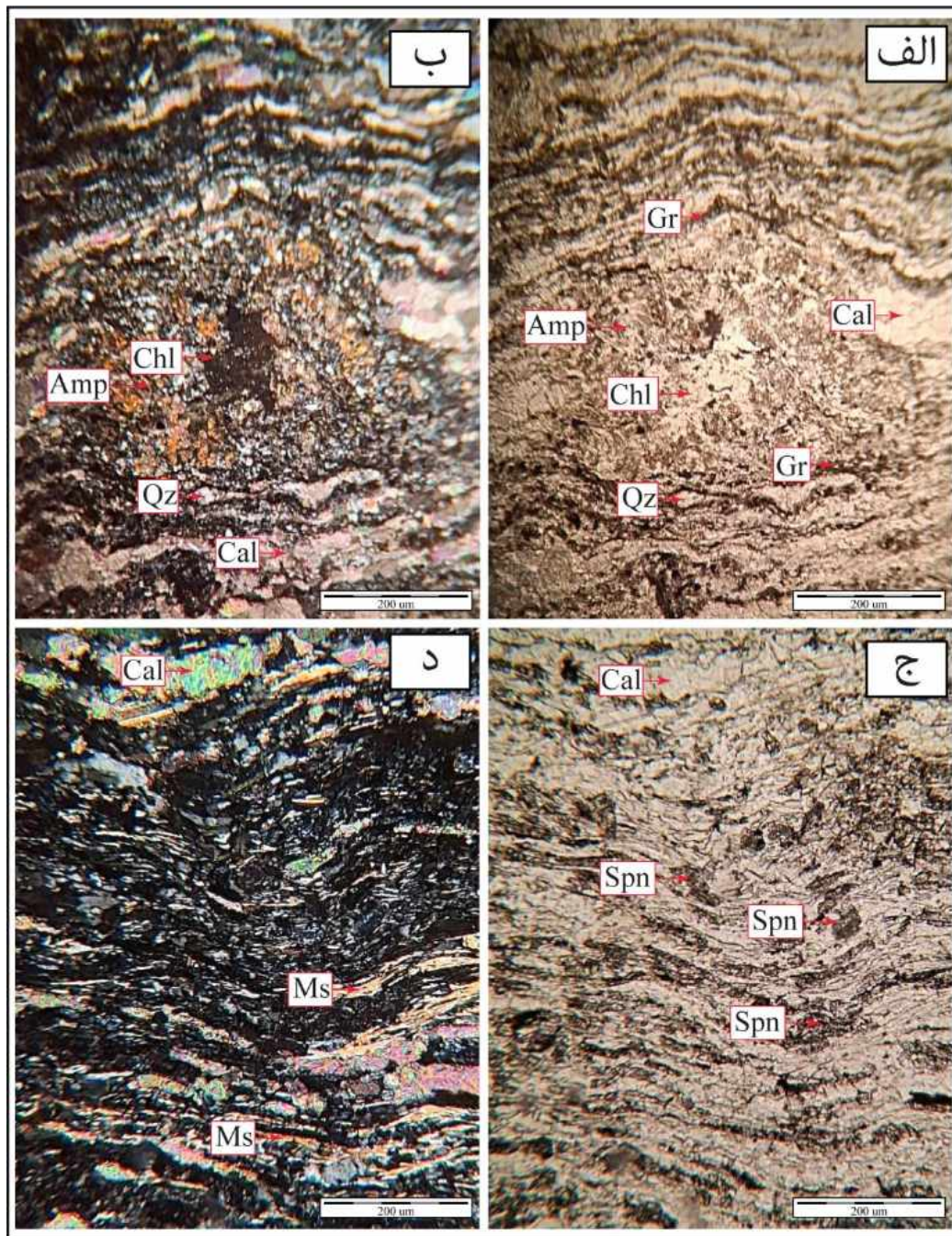
شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به ترکیب کانی شناسی و فراوانی بلورهای کربناته، در گروه کالک سیلیکات ها طبقه بندی می شود و بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت کالک شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، مقادیر فرعی بلورهای کشیده کلریت و بقایای اندکی از بلورهای اولیه بیوتیت و همچنین رگه های باریک و ممتد گرافیت تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و کلریت در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی ضعیفی شده اند (S_۲). علاوه بر این، در بخش حوزه کلیواژ، ریز بلورهای کشیده اپاک با ابعاد بین ۰/۱ تا ۰/۲ میلی متر و تولی هایی از ریز بلورهای تقریباً کشیده اسفن در راستای کلیواژ کلی سنگ دیده می شوند. در اغلب موارد می توان در مرکز بلورهای اسفن بقایای یک بلور اپاک را مشاهده نمود که نشان دهنده تشکیل بلور اسفن در نتیجه دگرسانی یک بلور غنی از Ti (احتمالاً ایلمنیت) می باشد.



در بخش میکرولیتون این سنگ بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر و مقادیر کمتری از بلورهای کوارتز با بافت گرانوبلاستیک دیده می شوند. در اغلب موارد بلورهای کلسیت دارای پهن شدگی در راستای کلیواژ سنگ می باشند. ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. علاوه بر این، ریز بلورهای بی شکل کلینوزوئیسیت، اپیدوت و اپاک به صورت پراکنده در متن سنگ دیده می شوند.

بلورهای انهدرال پلاژیوکلاز با ابعاد حداکثر ۰/۵ میلی متر به طور پراکنده در متن سنگ دیده می شوند (بافت پورفیروبلاستیک) و دارای ماکلهای اولیه کارلزداد و پلی سنتتیک و ماکل های ثانویه (از نوع شعله شمعی) می باشند. علاوه بر این، بقایای اندکی از پورفیروبلاست های انهدرال آمفیبول با ابعاد حداکثر ۰/۸ میلی متر را می توان در زمینه سنگ مشاهده نمود که در نتیجه دگرسانی، بخش های اعظم آن توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده اند و دارای ادخال هایی از ریز بلورهای اپاک می باشند (بافت پوئی کیلوبلاستیک). بر اساس روابط فازی و زمان تشکیل، پورفیروبلاست های پلاژیوکلاز و آمفیبول در گروه قبل از تکتونیک تقسیم بندی می شوند (شکل-۱).



شکل-۱ الف و ب، نمایش پورفیروبلست آمفیبول در بین لایه های گرافیت و موسکویت در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به جانشینی بلورهای آمفیبول توسط بلورهای ثانویه کلریت توجه شود. ج و د، نمایش لایه های گرافیت، موسکویت و بلورهای کشیده کلریت و اسفن در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). به چین خوردگی بلورها و لایه توجه شود.

F-L۱۲-T-۰۲

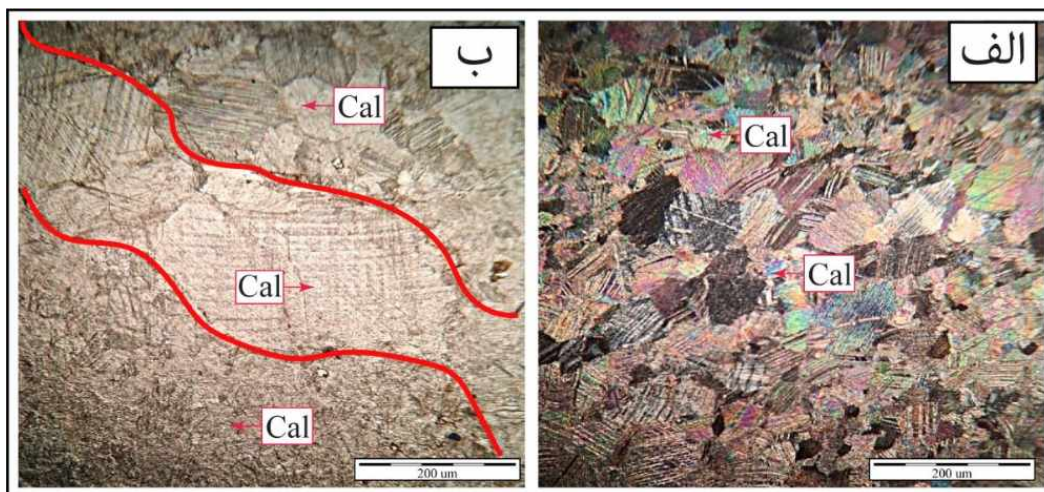
اسم سنگ: مرمر

کانی های اصلی: کلسیت

کانی های فرعی: اپاک

بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ آهک تبلور مجدد یافته (مرمر) است که بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این نمونه را می توان به عنوان یک مرمر تقریباً خالص در نظر گرفت هر چند که ذرات بسیار ریزی از بلورهای اپاک در متن سنگ به صورت پراکنده دیده می شوند. شکستگی های ایجاد شده در این سنگ در دو مرحله توسط بلورهای ثانویه کلسیت پر شده اند. به طوریکه، در مرحله اول درشت بلورهای کلسیت با ابعاد بیشتر از ۱۰ میلی متر و در مرحله دوم ریز بلورهای کلسیت شکستگی ها را پر کرده اند (شکل-۲).



شکل-۲ الف، نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت در نور XPL. ب، نمایش پر شدگی شکستگی ها توسط درشت بلورهای ثانویه کلسیت در نور PPL.



اسم سنگ: موسکویت شیست

کانی های اصلی: کوارتز - موسکویت

کانی های فرعی: فلدسپار پتاسیم دار - اپاک - پلاژیوکلاز - کلسیت - بیوتیت - زیرکن

بافت: پورفایروبلاستیک - شطرنجی - فلس ماهی (Mica Fish) - پرتیت - گرانوبلاستیک - لپیدوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

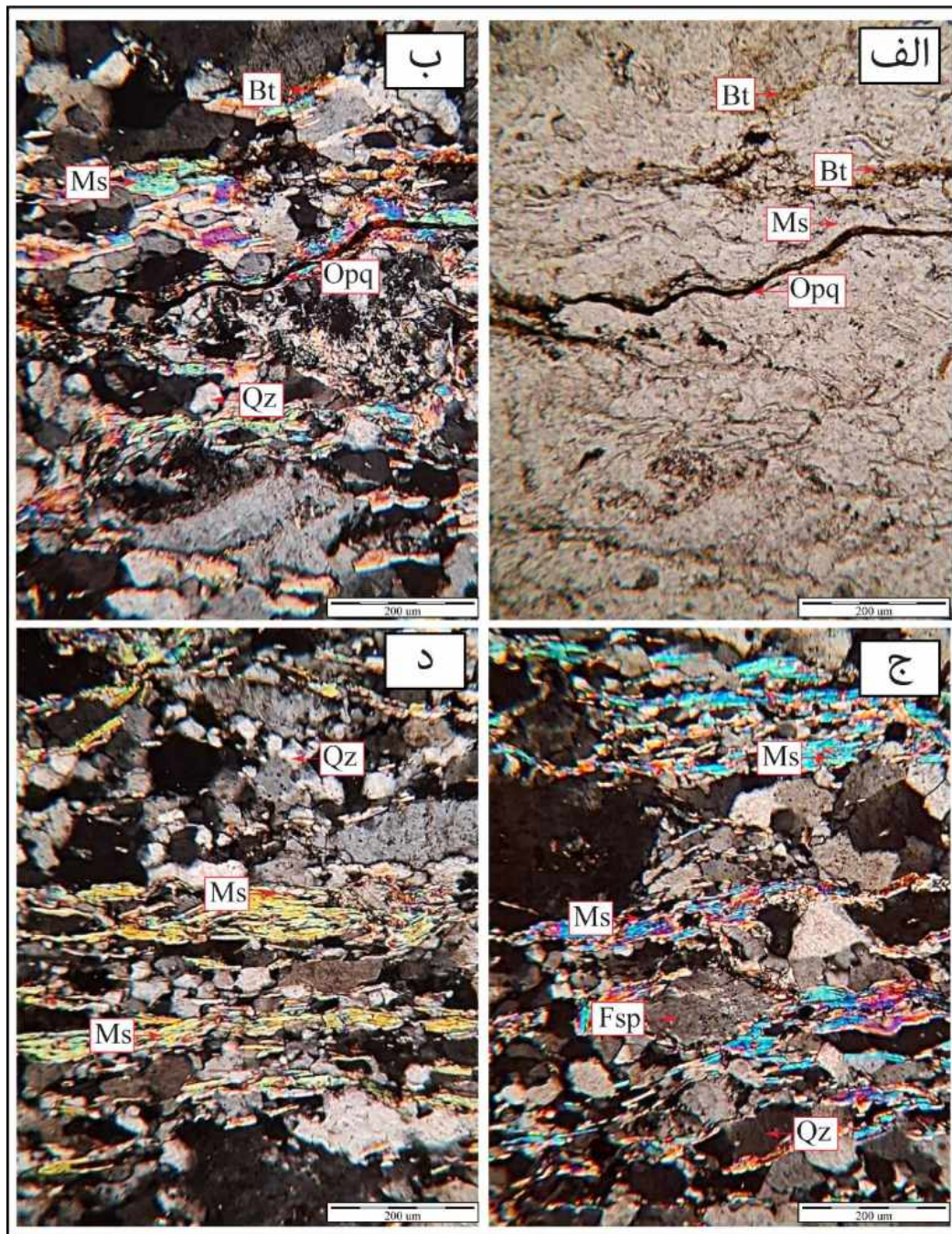
حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، مقادیر فرعی بلورهای کشیده بیوتیت و همچنین رگه های باریک و غیر ممتد بلورهای اپاک تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S_۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. بخش میکرولیتون عمدتاً از بلورهای کوارتز و مقادیر کمتر پلاژیوکلاز، فلدسپار پتاسیم دار، کلسیت و مقادیر بسیار فرعی زیرکن (۰/۱ میلی متر) و اپاک (۰/۲ میلی متر) تشکیل شده است. بلورهای کوارتز با ابعاد خیلی ریز تا حداکثر ۰/۷ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی، تبلور مجدد از نوع تورمی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و Window می باشند. بلورهای کوارتز به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی



نشان می دهند. در برخی قسمت ها، اجتماع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای دیده می شوند که دارای بافت شطرنجی می باشند. شکستگی های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز و مقادیر کمتر کلسیت پر شده اند و هیچگونه آثار پهن شدگی در این گروه از بلورهای کوارتز دیده نمی شود.

بلورهای انهدرال فلدسپار پتاسیم دار با ابعاد بین $0/3$ تا 15 میلی متر به صورت پراکنده در بخش میکرولیتون دیده می شوند. پورفیروبلاست های انهدرال فلدسپار پتاسیم دار (بافت پورفیروبلاستیک) غالباً در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی کمی نشان می دهند و دارای شکستگی های درون بلوری و بافت پرتیت از نوع رشته ای (String) و شاخه شاخه (Braided) می باشند. بر اساس روابط فازی بین پورفیروبلاست های فلدسپار و حوزه کلیواژ، زمان تشکیل پورفیروبلاست های فلدسپار پتاسیم دار به عنوان قبل از تکتونیک در نظر گرفته می شود.

ریز بلورهای انهدرال پلاژیوکلاز با ابعاد متوسط $0/3$ میلی متر به صورت پراکنده در میکرولیتون دیده می شوند و دارای ماکل های اولیه پلی سنتتیک و ماکل های ثانویه تغییر شکلی می باشند (شکل-۳).



شکل-۳ الف و ب، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت و لایه های نازک اپاک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ). ج و د، نمایش بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز، فلدسپار پتاسیم دار و بلورهای کشیده موسکویت در نور XPL.

F-L۱۶-T-۰۳

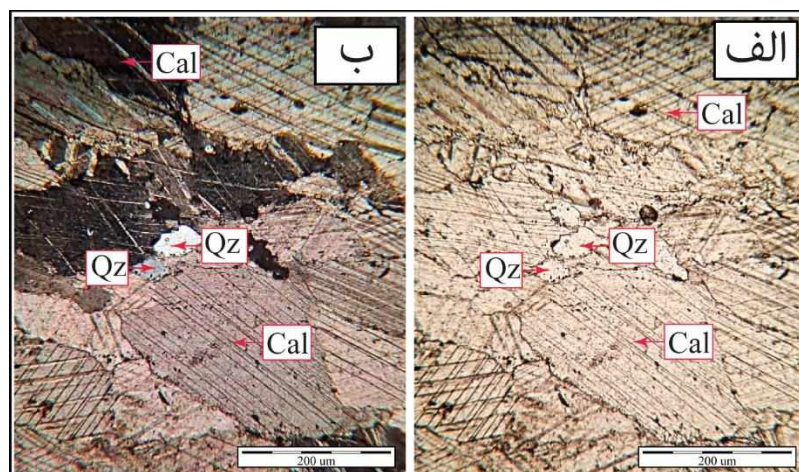
اسم سنگ: مرمر

کانی های اصلی: کلسیت

کانی های فرعی: اپاک - کوارتز

بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ آهک تبلور مجدد یافته (مرمر) است که بلورهای تبلور مجدد یافته کلسیت با ابعاد متوسط ۰/۷ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و در نتیجه فشار وارد شده به سنگ، پهن شدگی ضعیفی نشان می دهند. تک بلورهای انهدرال و پراکنده کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر در متن سنگ دیده می شوند. وجود این بلورها نشان دهنده ناخالصی سنگ آهک اولیه می باشد. این بلورها دارای خاموشی موحی و پهن شدگی ضعیفی در راستای کلیواژ سنگ دارند. در برخی قسمت ها، می توان لایه های نازک و منقطع اپاک را در راستای کلیواژ سنگ مشاهده نمود که نشان دهنده تشکیل این بلورها قبل از تکتونیک می باشد (شکل-۴).



شکل-۴ الف و ب، نمایش بلورهای کلسیت تبلور مجدد یافته و بلورهای فرعی کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در نورهای PPL (سمت راست) و XPL (سمت چپ).

اسم سنگ: آهک

کانی های اصلی: کلسیت

کانی های فرعی: اپاک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد نظر یک سنگ رسوبی است که از قطعاتی با اندازه های متفاوت (بین ۱

تا ۶ میلی متر) تشکیل شده است. قطعات تشکیل دهنده این سنگ شامل موارد زیر می شود:

*- قطعات رسوبات کربناته و درشت بلورهای کلسیت با ابعاد بیش از ۵ میلی متر

*- قطعاتی از آهک های تبلور مجدد یافته (مرمر)

*- دانه های کروی یا بیضوی که دارای یک هسته مرکزی و لایه های متحدالمرکز در اطراف خود می

باشند (اوئیدها)

*- قطعات پراکنده ماسه سنگی با ابعاد متوسط ۲ میلی متر

تمامی قطعات تشکیل دهنده سنگ توسط یک سیمان تیره رنگ میکریتی به یکدیگر متصل شده اند. علاوه

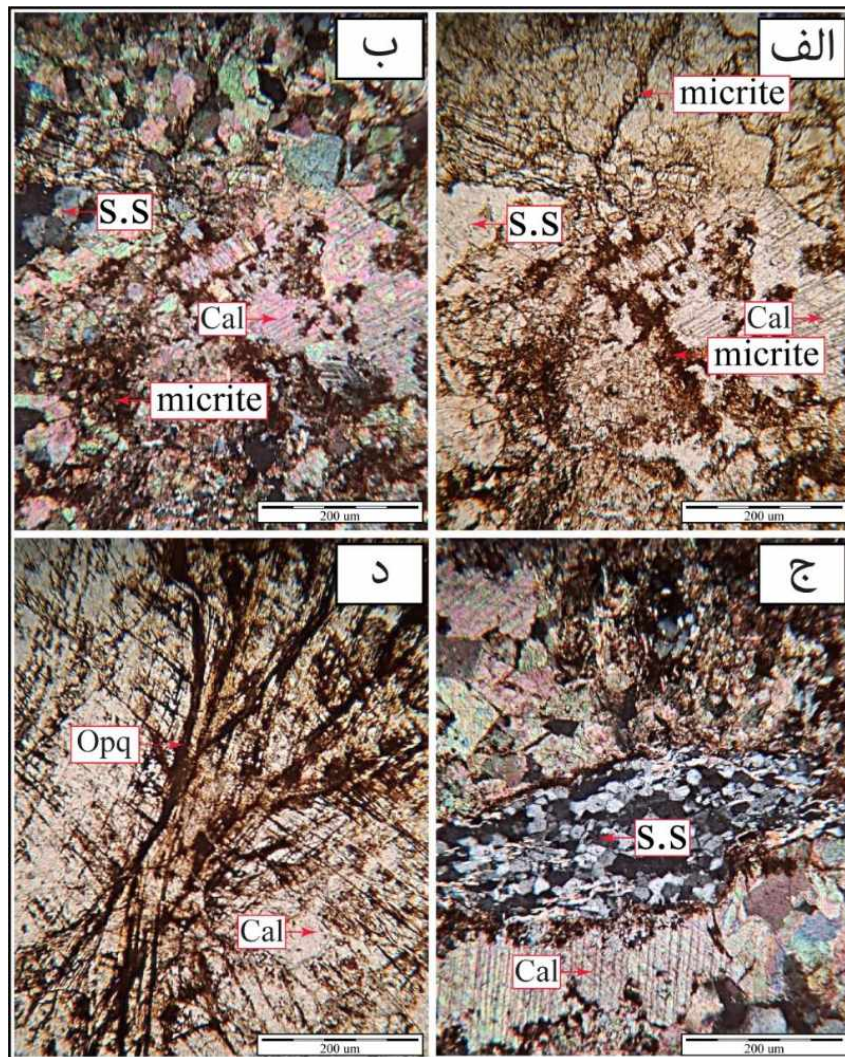
بر این، می توان بلورهای انهدرال اپاک را به صورت بین بلوری و افشان در متن سنگ مشاهده نمود.

در برخی قسمت ها، سیمان کلسیت اسپاری حفرات کوچک را اشغال کرده است و در واقع به صورت

سیمان مستقیماً در حفرات ته نشین شده است.

با توجه به اینکه اجزای اصلی تشکیل دهنده این سنگ در هنگام رسوبگذاری به یکدیگر متصل شده اند،

در نتیجه این سنگ را باید در گروه آهک های بایندستون طبقه بندی نمود (شکل-۵).



شکل-۵ الف، ب و ج، نمایش قطعات کلسیتی و ماسه سنگ (S.S) در سنگ آهک که با سیمان ماتریکسی به یکدیگر متصل شده اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب و ج). د، نمایش بلورهای اپاک که به صورت بین بلوری و افشان در متن سنگ دیده می شوند در نور XPL.



F-L۱۳-T-۰۴

اسم سنگ: آمفیبولیت

کانی های اصلی: آمفیبول

کانی های فرعی: کلریت - اپیدوت - کوارتز - اسفن - اپاک - بیوتیت - کلینوزوئیسیت - موسکویت

بافت: لپیدوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - پورفیروبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی با کلیواژ پیوسته (شیستوزیته) است که به

علت فراوانی و اهمیت بلورهای آمفیبول، آمفیبولیت نامگذاری شده است.

بلورهای انهدرال و کشیده آمفیبول با ابعاد بین ۰/۱ تا ۹ میلی متر در راستای شیستوزیته سنگ قرار گرفته

اند (بافت لپیدوبلاستیک) و به احتمال زیاد دارای ترکیب کلسیک (احتمالاً اکتینولیت) می باشند. این بلورها

در برخی قسمت ها به علت دگرسانی به صورت جزئی توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده

اند. وجود ریز بلورهای اپیدوت و اپاک در داخل درشت بلورهای آمفیبول باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک

در سنگ شده است. نحوه قرارگیری و شکل پورفیروبلاست های آمفیبول نشان دهنده زمان تشکیل آن ها

قبل از تکتونیک می باشد.

علاوه بر این، در راستای شیستوزیته سنگ ریز بلورهای باریک و کشیده موسکویت و کلریت دیده می

شوند. ریز بلورهای انهدرال اپاک یا به صورت تک بلور و یا به صورت لایه های نازک و منقطع در راستای کلیواژ

سنگ قرار گرفته اند.

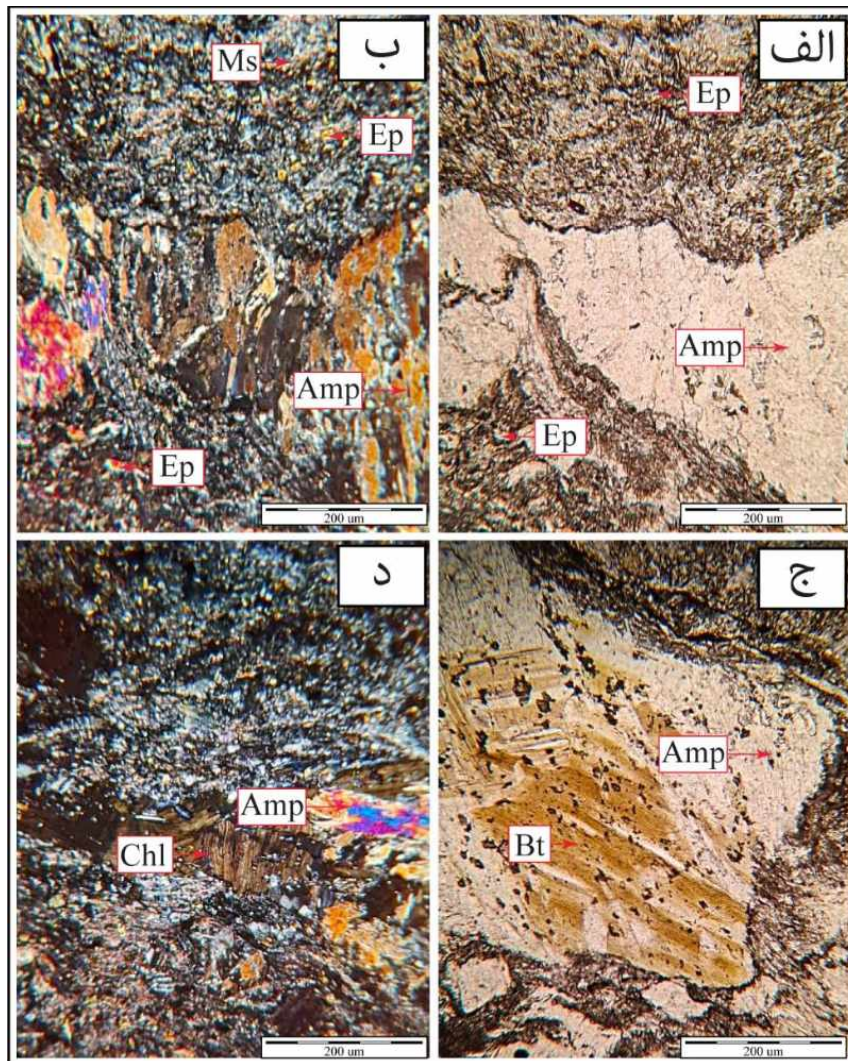
بلورهای اسفن به وفور در سرتاسر متن سنگ و غالباً در اطراف بلورهای اپاک دیده می شوند که نشان

دهنده تشکیل بلورهای اسفن از یک بلور اولیه غنی از Ti (احتمالاً ایلمنیت) و در نتیجه دگرسانی می باشد.

ریز بلورهای سابهدرال تا انهدرال اپیدوت و کلینوزوئیسیت با ابعاد متوسط ۰/۱ میلی متر به وفور در سرتاسر

متن سنگ دیده می شوند.

ریز بلورهای انهدرال و تبلور مجدد یافته کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر در متن سنگ به صورت فرعی و پراکنده دیده می شوند که دارای خاموشی موجی و پهن شدگی در راستای کلیواژ سنگ می باشند (شکل-۶).



شکل-۶ الف، ب و ج، نمایش بلورهای کشیده آمفیبول و ریز بلورهای پراکنده اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط بیوتیت جانشین شده است در نور PPL. د، نمایش بلور آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده است در نور XPL.



اسم سنگ: موسکویت شیست

کانی های اصلی: موسکویت - کوارتز

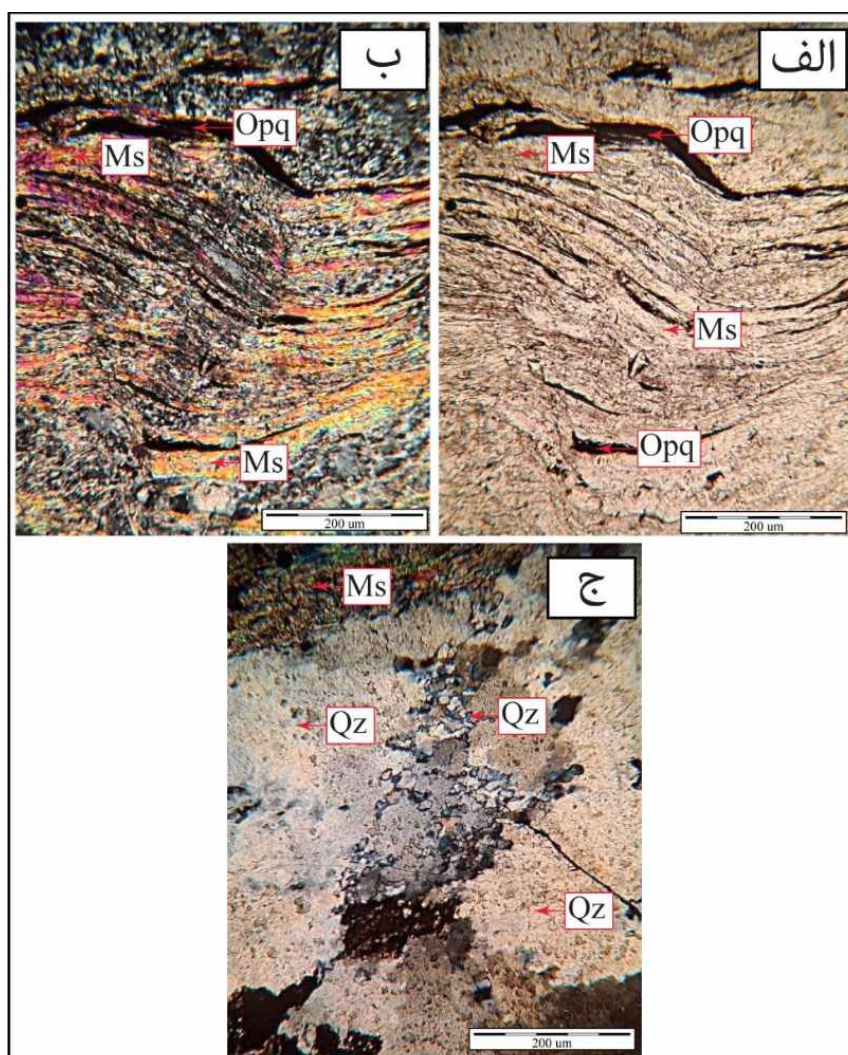
کانی های فرعی: اپاک

بافت: لپیدوبلاستیک - شطرنجی - پورفیروبلاستیک - هسته و گوشته (Core & Mantle)

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکروولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و رگه های باریک و منقطع بلورهای اپاک تشکیل شده است. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل سه فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S₁). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S₂). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در سومین فاز دگرشکلی، بخش حوزه کلیواژ در اثر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ مجدداً چین خورده است. در نتیجه فاز سوم دگرشکلی، بخش های سخت تر سنگ که انعطاف پذیری کمتری دارند (کوارتز) دچار شکستگی شده و متعاقباً توسط بلورهای اپاک پر شده اند. ریز بلورهای کوارتز در بخش میکروولیتون با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. در برخی قسمت ها، اجتماع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای

دیده می شوند که دارای خاموشی موجی، رگه های التیام یافته، شکستگی های درون بلوری و بافت های شطرنجی و هسته- گوشته (Core & Mantle) می باشند. تک بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد حداکثر ۰/۵ میلی متر به صورت پراکنده در متن سنگ دیده می شوند (بافت پورفیروبلاستیک). بر اساس روابط فازی بین پورفیروبلاست های کوارتز و حوزه کلیواژ، زمان تشکیل پورفیروبلاست های کوارتز به عنوان قبل از تکتونیک در نظر گرفته می شود. در برخی قسمت ها، ریز بلورهای سابهدرال اپاک با ابعاد متوسط ۰/۳ در متن سنگ دیده می شوند. بر اساس روابط فازی بین بلورهای اپاک و سایر بخش های سنگ، زمان تشکیل این گروه از بلورهای اپاک مربوط به بعد از تکتونیک می باشد (شکل-۷).



شکل-۷ الف و ب، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). ج، نمایش تبلور مجدد بلورهای کوارتز و تشکیل بافت هسته- گوشته (Core & Mantle) در نور XPL.



اسم سنگ: موسکویت کالک شیست

کانی های اصلی: موسکویت - کوارتز - کلسیت

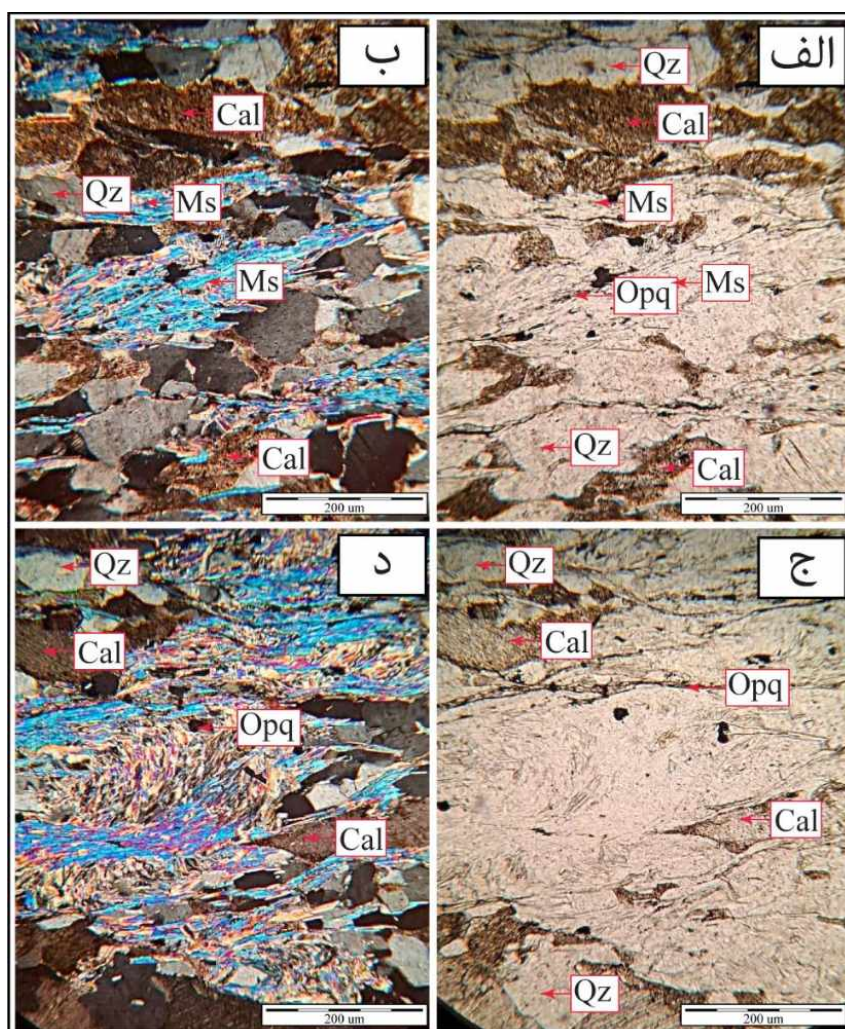
کانی های فرعی: اپاک - بیوتیت - کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به ترکیب کانی شناسی و فراوانی بلورهای کربناته، در گروه کالک سیلیکات ها طبقه بندی می شود و بر اساس فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان موسکویت کالک شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ از بلورهای باریک و کشیده موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و مقادیر فرعی بلورهای کلریتی شده بیوتیت (با ابعاد متوسط ۰/۵ میلی متر) تشکیل شده است. علاوه بر این، به ندرت می توان بلورهای کشیده و باریک اپاک را در این بخش مشاهده نمود. با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S_۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در بخش میکرولیتون، بلورهای درشت و کشیده کلسیت با اندازه متوسط ۰/۵ میلی متر همراه با تک بلورهای پراکنده کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. در برخی قسمت ها، وجود ریز بلورهای کوارتز در داخل بلورهای کلسیت باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک در سنگ شده است. ریز بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد حداکثر ۰/۴ میلی متر در بخش میکرولیتون و در داخل و یا بین بلورهای کلسیت دیده می شوند. ریز بلورهای تبلور

مجدد یافته کوارتز دارای آثار خاموشی موجی، رگه های التیام یافته و مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Left over، Dragging و Window می باشند. علاوه بر این، بلورهای کوارتز به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. در برخی قسمت ها به صورت فرعی و پراکنده می توان ریز بلورهای سابهدرال اپاک را با ابعاد متوسط ۰/۱ میلی متر مشاهده نمود که دارای نشانه های تشکیل بعد از تکتونیک می باشند. شکستگی های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای ثانویه کلسیت پر شده اند (شکل ۸-).



شکل ۸- الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های منقطع اپاک که تحت تأثیر چین خوردگی قرار گرفته اند و بلورهای کوارتز و کلسیت در بخش میکرولیتون سنگ در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به اشکال فلس ماهی در بلورهای موسکویت توجه شود.

اسم سنگ: بیوتیت - گارنت شیست

کانی های اصلی: بیوتیت - کوارتز - گارنت

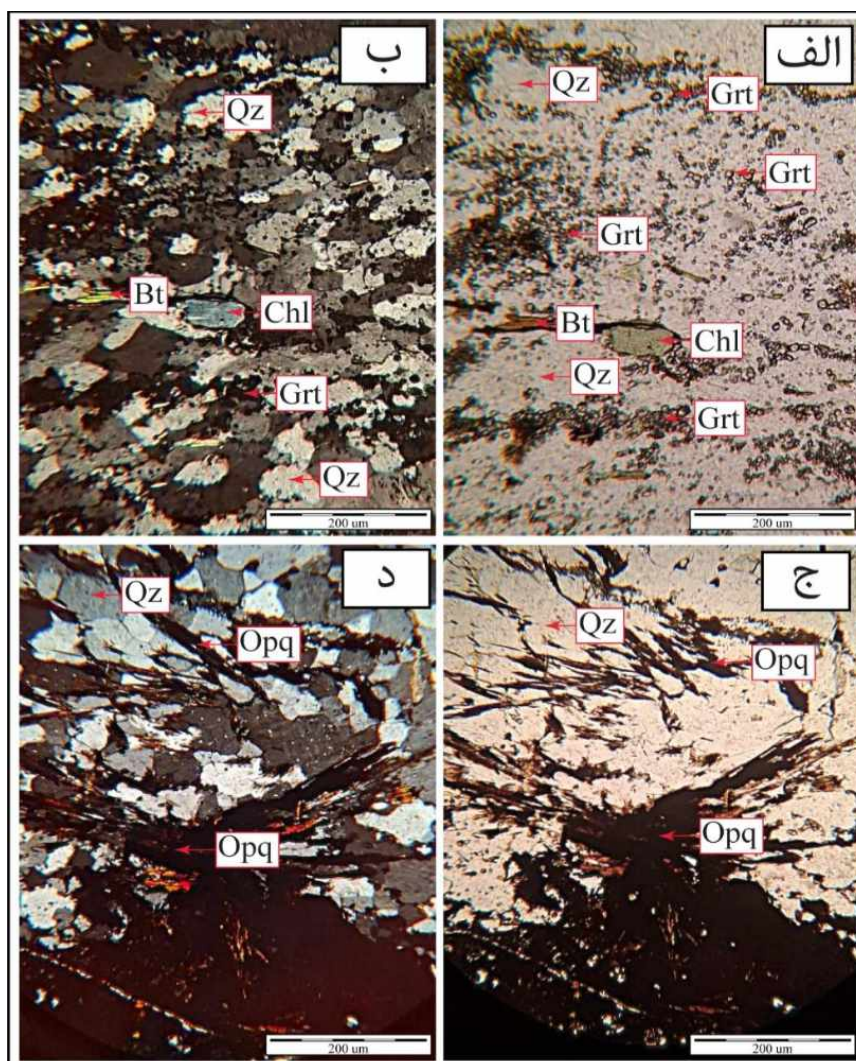
کانی های فرعی: اپاک - کلسیت - کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - پوئی کیلوبلاستیک - شطرنجی

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان بیوتیت - گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. حوزه کلیواژ این سنگ از سه جزء اصلی تشکیل شده است. جزء اول شامل ردیف های ممتدی می شود که شامل ریز بلورهای سابهدرال تا انهدرال گارنت می باشند و به موازات یکدیگر و در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند. جزء دوم بلورهای انهدرال و کشیده اپاک با اندازه های خیلی ریز تا حداکثر ۲ میلی متر هستند و جزء سوم مربوط به بلورهای سابهدرال تا انهدرال بیوتیت می باشد که با ابعاد حداکثر ۰/۸ میلی متر در راستای کلیواژ سنگ و عمده‌تاً در مجاورت بلورهای اپاک قرار گرفته اند. این بلورها دارای کشیدگی و پهن شدگی متوسطی می باشند (بافت لپیدوبلاستیک) و در اغلب موارد در نتیجه دگرسانی توسط بلورهای ثانویه کلریت جانشین شده اند.

در بخش میکرولیتون، بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این بلورها دارای آثار بلور مجدد، خاموشی موجی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و Window و ادخال ریز بلورهای گارنت (بافت پوئی کیلوبلاستیک) می باشند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها، تجمع ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز باعث ایجاد بافت شطرنجی شده است.

گروهی از بلورهای اپاک به صورت بین بلوری در بخش میکرولیتون و در بین بلورهای کوارتز و یا به صورت افشان دیده می شوند و نحوه قرار گیری آن ها از کلیواژ سنگ تبعیت نمی کند. گروه دیگری از بلورهای اپاک به صورت پرکننده شکستگی ها در سنگ دیده می شوند که به صورت عمود بر کلیواژ کلی سنگ قرار گرفته اند و آن را قطع می کنند. علاوه بر بلورهای اپاک، بلورهای ثانویه کلسیت نیز به عنوان پر کننده شکستگی ها در سنگ دیده می شوند (شکل-۹).



شکل-۹ الف و ب، نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و لایه های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته اند در نورهای PPL (شکل الف) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت افشان در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).

اسم سنگ: اپیدوت- آمفیبول شیست

کانی های اصلی: کوارتز- اپیدوت- آمفیبول

کانی های فرعی: اپاک- کلسیت- کلریت- بیوتیت- اسفن

بافت: لپیدوبلاستیک- پورفیروبلاستیک- پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان اپیدوت- آمفیبول شیست نامگذاری می شود که دارای کلیواژ پیوسته (شیستوزیته) است.

ریز بلوهای یوهدرال تا سابهدرال آمفیبول با ابعاد متوسط ۰/۵ میلی متر در راستای کلیواژ سنگ دارای کشیدگی می باشند (بافت لپیدوبلاستیک) و در برخی قسمت ها در نتیجه پدیده دگرسانی توسط بلورهای ثانویه بیوتیت و کلریت جانشین شده اند. علاوه بر این، می توان ادخال های ریزی از بلورهای اسفن و اپاک را در داخل بلورهای آمفیبول مشاهده نمود (بافت پوئی کیلوبلاستیک). با توجه به شکل و نحوه قرارگیری بلورهای کشیده آمفیبول می توان دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر گرفت. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای آمفیبول در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده آمفیبول تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی ضعیفی شده اند (S_۲).

ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز در سرتاسر متن سنگ و در لابه لای بلورهای کشیده آمفیبول دیده می شوند. این بلورها دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند.



در برخی قسمت ها، تجمع بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صوت عدسی های کشیده دیده می شوند که دارای ادخال هایی از ریز بلوهای اپیدوت و آمفیبول می باشند و باعث ایجاد بافت پوئی کیلوبلاستیک در سنگ شده اند.

بلورهای اپاک به سه صورت در این سنگ دیده می شوند:

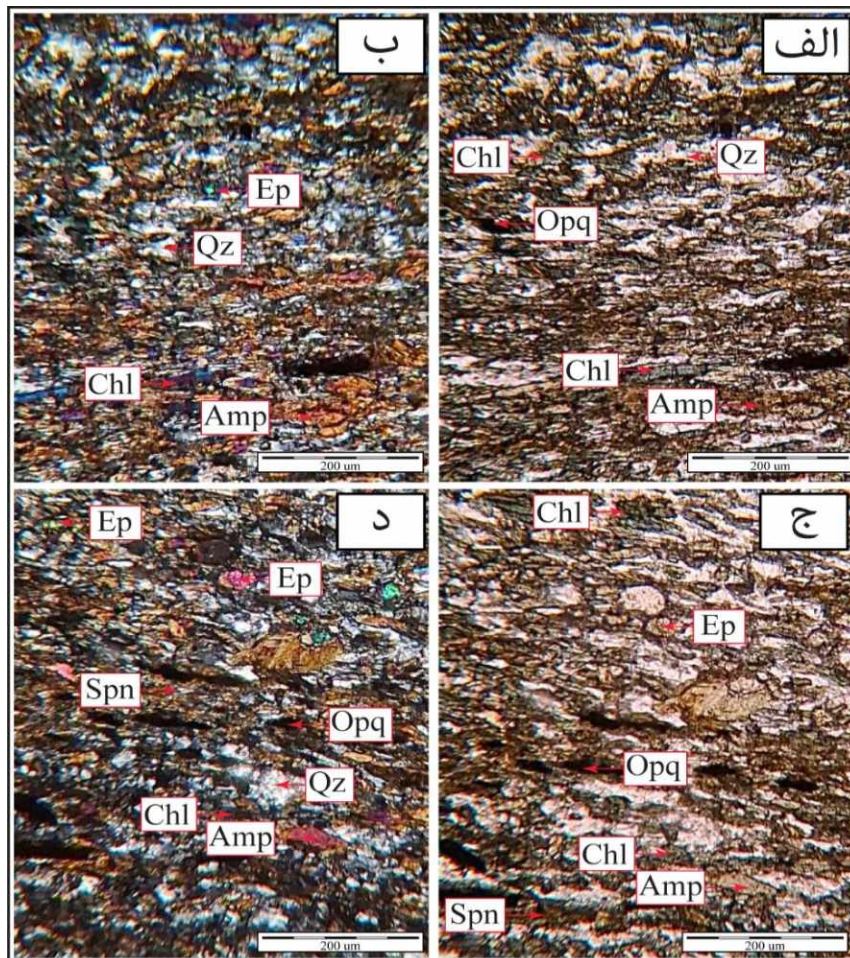
*- به صورت ریز بلورهای کشیده با ابعاد متوسط $0/3$ میلی متر که در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند.

*- به صورت بلورهای یوهدرال تا سابهدرال اپاک با ابعاد بین $0/1$ تا $0/4$ میلی متر که در متن سنگ پراکنده شده اند و از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، در گروه بعد از تکتونیک طبقه بندی می شوند.

*- به صورت پر کننده شکستگی های ایجاد شده در سنگ دیده می شوند.

ریز بلورهای بی شکل اپیدوت با ابعاد حداکثر $0/3$ میلی متر در سرتاسر متن سنگ گسترده شده اند و دارای شکستگی های درون بلوری فراوانی می باشند. بلورهای درشت تر اپیدوت باعث ایجاد بافت پورفیروبلاستیک در سنگ شده اند و از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، در گروه قبل از تکتونیک طبقه بندی می شوند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها گروه دیگری از بلورهای اپیدوت (با ابعاد متوسط $0/4$ میلی متر) شکستگی های ایجاد شده در سنگ را پر کرده اند.

نومنه مورد مطالعه دچار چندین نسل شکستگی شده است و در هر مرحله توسط یک و چند کانی پر شده است. به طور مثال، شکستگی ها در مرحله توسط کوارتز، در مرحله دوم توسط کلسیت، در مرحله سوم توسط کلسیت و مقادیر کمتر اپیدوت، در مرحله چهارم توسط اپیدوت و در مرحله پنجم توسط بلورهای اپاک پر شده اند (شکل-۱۰).



شکل- ۱۰ الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده اپاک، اسفن و آمفیبول که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و ریز بلورهای اپیدوت در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.

اسم سنگ: گرافیت - موسکویت شیست

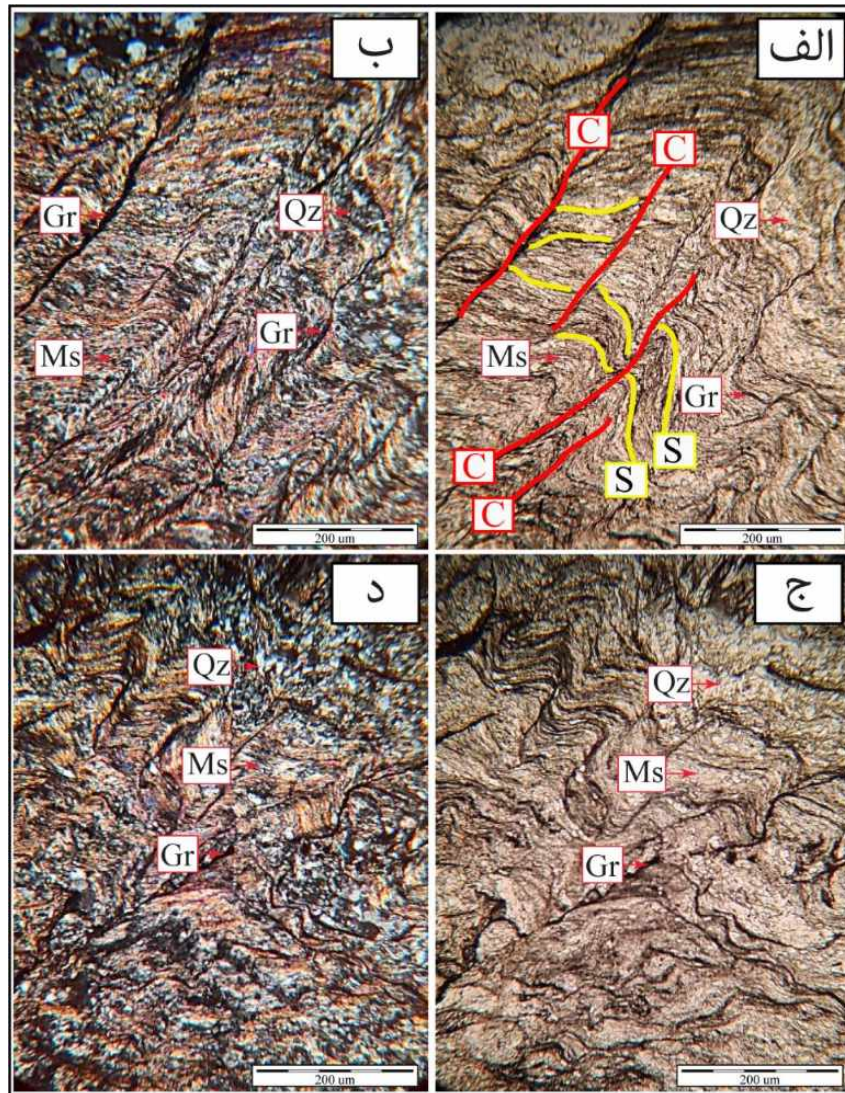
کانی های اصلی: کوارتز - گرافیت - موسکویت

کانی های فرعی: اپاک

بافت: لپیدوبلاستیک - گرانوبلاستیک - فلس ماهی (Mica Fish) - فابریک S-C

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان گرافیت - موسکویت شیست نامگذاری می شود و در واقع یک فیلونیت است یعنی سنگی شدیداً برش خورده که سرشار از فیلوسیلیکات ها (از جمله موسکویت) است. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ این سنگ از بلورهای کشیده و باریک موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک) و لایه های ممتد گرافیت تشکیل شده است با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل سه فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S_۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S_۲). اشکال فلس ماهی دیده شده در بلورهای موسکویت در نتیجه فاز دوم دگرشکلی ایجاد شده اند. در سومین فاز دگرشکلی، بخش حوزه کلیواژ در اثر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ مجدداً چین خورده است و باعث ایجاد فابریک های C-S در سنگ شده است. در بخش میکرولیتون، ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و دارای آثار خاموشی موجی می باشند. شکستگی های ایجاد شده در این سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز پر شده اند (شکل - ۱۱).



شکل-۱۱ الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و لایه های ممتد گرافیت که در نتیجه سه فاز دگرشکلی به شدت چین خورده اند و فابریک S-C را ایجاد کرده اند در نورهای PPL (شکل الف و ج) و XPL (شکل ب و د). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود.



اسم سنگ: میکا- گارنت شیست

کانی های اصلی: گارنت- موسکویت

کانی های فرعی: اپاک- کوارتز- بیوتیت- اپیدوت- اسفن- کلریت

بافت: لپیدوبلاستیک- گرانوبلاستیک- پورفیروبللاستیک- پوئی کیلوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان میکا- گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته (ریز چین) است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است.

حوزه کلیواژ این سنگ از بلورهای کشیده و باریک موسکویت (بافت لپیدوبلاستیک)، بیوتیت، کلریت های ثانویه حاصل از دگرسانی بلورهای اولیه بیوتیت و رگه های باریک و منقطعی از بلورهای اپاک تشکیل شده است با توجه به شکل بلورها در حوزه کلیواژ، می توان حداقل دو فاز دگرشکلی را برای این سنگ در نظر بگیریم. در اولین فاز دگرشکلی، بلورهای موسکویت، بیوتیت و اپاک در جهت عمود بر استرس وارد شده بر سنگ دچار کشیدگی شده اند (S۱). در دومین فاز دگرشکلی، بلورهای کشیده تحت تأثیر فشارهای جانبی وارد شده به سنگ، دچار چین خوردگی شده اند (S۲).

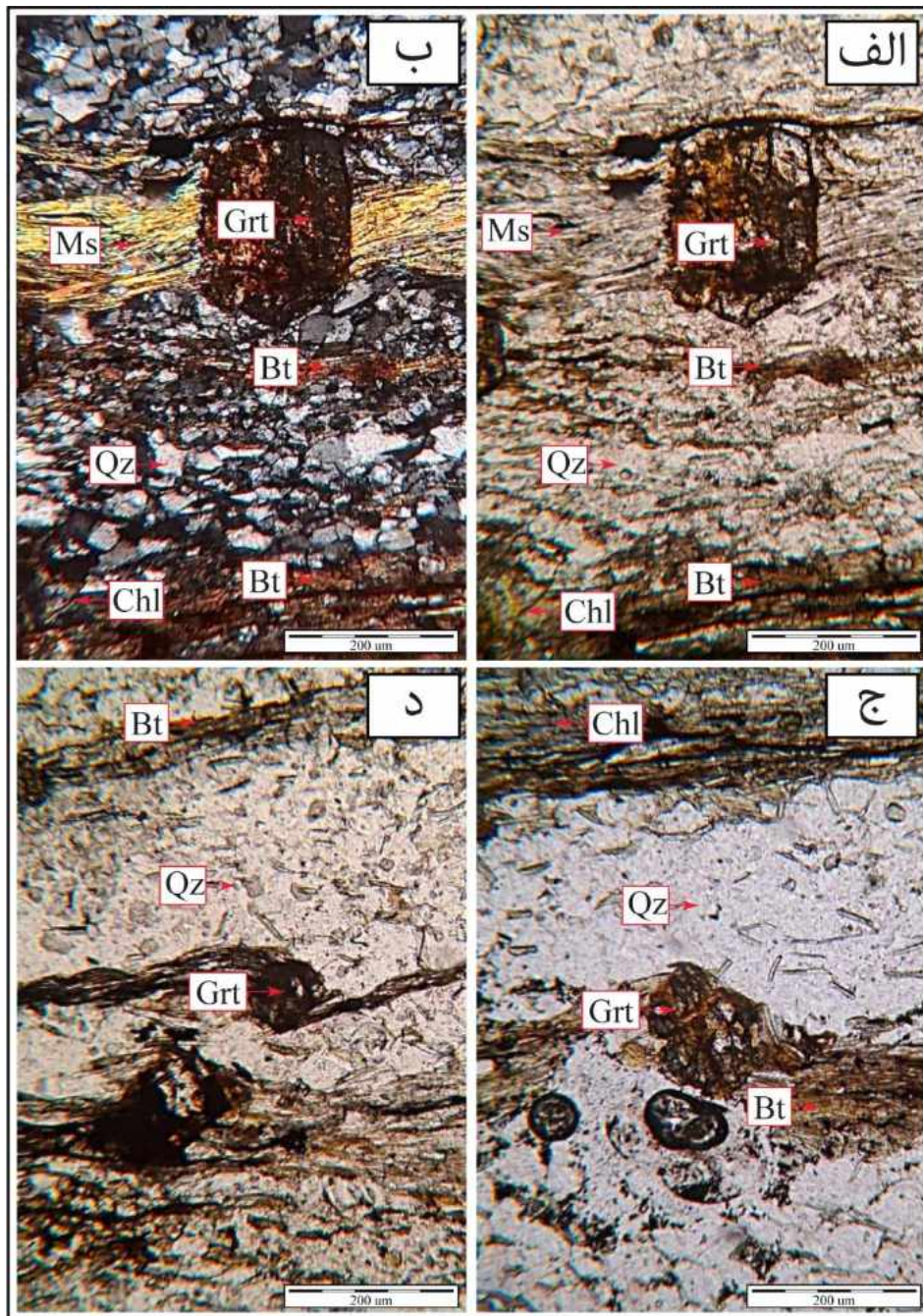
در برخی قسمت ها، پورفیروبللاست های سابهدرال بیوتیت با ابعاد حداکثر ۲/۵ میلی متر بر روی حوزه کلیواژ قرار گرفته اند که دارای ادخال هایی از ریز بلورهای اپیدوت و گارنت می باشند. بر اساس روابط فازی، این پورفیروبللاست ها از نظر زمان تشکیل در گروه بعد از تکتونیک طبقه بندی می شوند. علاوه بر این، ریز بلورهای انهدرال اپاک با ابعاد حداکثر ۰/۲ میلی متر در سرتاسر متن سنگ به صورت پراکنده دیده می شوند و دارای شواهد تشکیل در مراحل بعد از تکتونیک می باشند.



بلورهای یوهدرال تا سابهدرال گارنت با ابعاد بین ۰/۱ تا ۰/۵ میلی متر در سرتاسر متن سنگ دیده می شوند. این بلورها دارای شکستگی های داخلی فراوانی می باشند و اکثراً تحت تأثیر دگرسانی قرار گرفته اند. از نظر زمان تشکیل و روابط فازی، بلورهای گارنت دارای یک روند تدریجی از مرحله همزمان با تکتونیک تا بعد از تکتونیک می باشند. به طوریکه، حجم عمده بلورهای گارنت در مرحله بعد از تکتونیک شکل گرفته اند. در بخش میکروولیتون، بلورهای انهدرال کوارتز با ابعاد متوسط ۰/۲ میلی متر با بافت گرانوبلاستیک در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. این بلورها دارای آثار بلور مجدد، خاموشی موجی، مهاجرت مرز دانه ای (Grain Boundary Migration) از نوع Dragging و ادخال ریز بلورهای موسکونین (بافت پوئی کیلوبلاستیک) می باشند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها، تجمع ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز به صورت عدسی های کشیده ای دیده می شوند که دارای بافت شطرنجی می باشند.

شکستگی های ایجاد شده در این سنگ توسط بلورهای ثانویه کوارتز با بافت گرانولار پر شده اند (شکل-

۱۲).



شکل-۱۲ الف، ب، ج و د، نمایش بلورهای کشیده موسکویت و بیوتیت دگرسان شده (توسط کلریت جانشین شده است) و پورفیروبلست های گارنت در نورهای PPL (شکل الف، ج و د) و XPL (شکل ب). به حالت پهن شدگی در بلورهای کوارتز توجه شود. با توجه به روابط فازی، گارنت های موجود در اشکال الف و ب از نوع بعد از تکتونیک و در اشکال ج و د از نوع همزمان با تکتونیک می باشند.

اسم سنگ: بیوتیت - گارنت شیست

کانی های اصلی: گارنت - بیوتیت - کوارتز

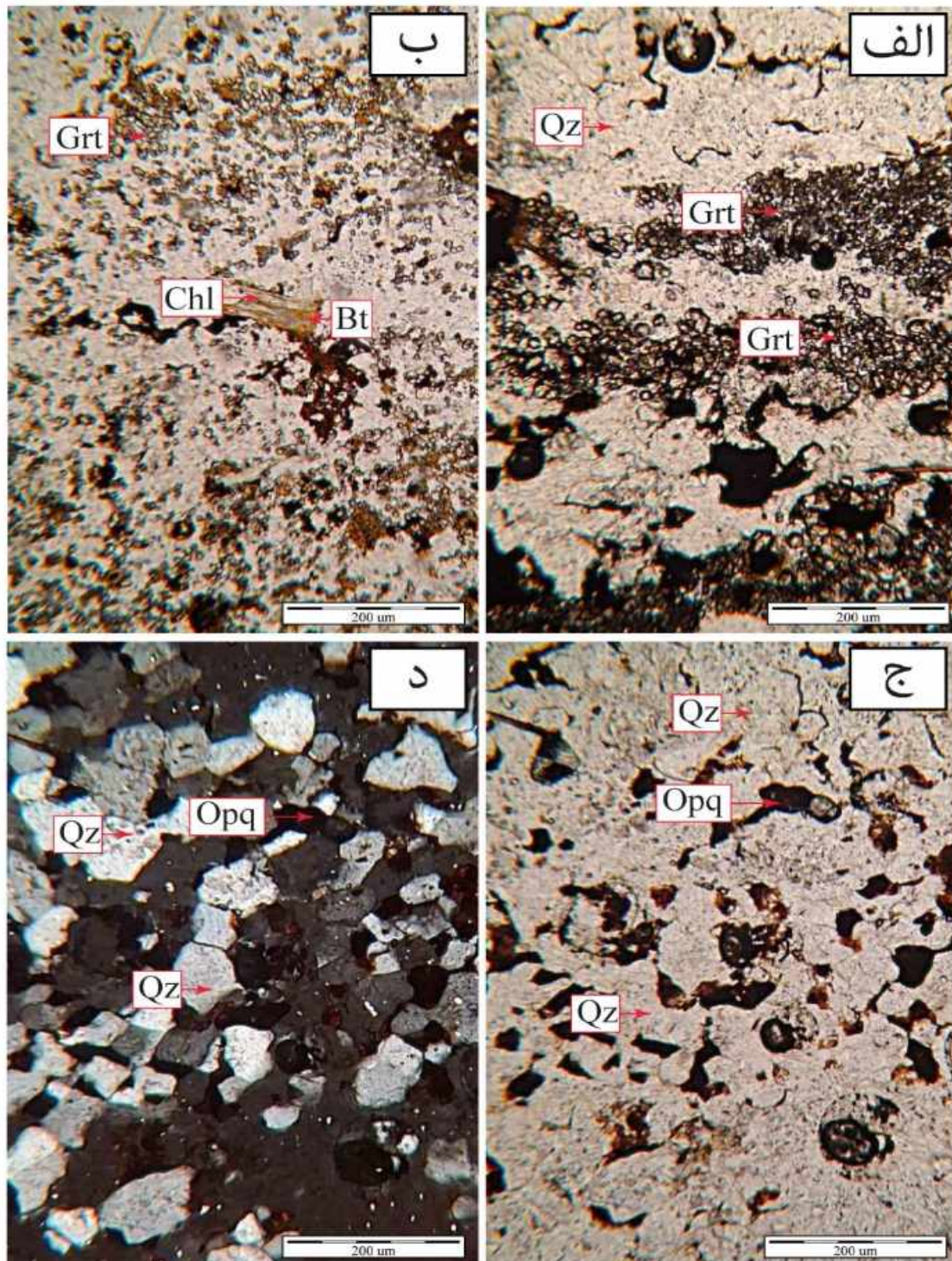
کانی های فرعی: اپاک - کلسیت - کلریت

بافت: گرانوبلاستیک

شرح میکروسکوپی: نمونه مورد مطالعه یک سنگ دگرگونی است که با توجه به فراوانی و اهمیت کانی های موجود در آن، به عنوان بیوتیت- گارنت شیست نامگذاری می شود. این نمونه دارای کلیواژ ناپیوسته است که از دو بخش حوزه کلیواژ و میکرولیتون تشکیل شده است. در بخش حوزه کلیواژ لایه بندی ترکیبی و انتخابی از یکسری بلورها (بدون جهت یابی ترجیحی) دیده می شود. بخش حوزه کلیواژ این سنگ از تجمع ریز بلورهای گارنت تشکیل شده است که به صورت لایه هایی ممتد به موازات یکدیگر و در راستای کلیواژ سنگ قرار گرفته اند. بلورهای گارنت موجود در این لایه ها هیچگونه کشیدگی را نشان نمی دهند. علاوه بر این، در بخش حوزه کلیواژ می توان بلورهای سابهدرال تا انهدرال اپاک (با ابعاد بین ۰/۰۵ تا ۰/۴ میلی متر) و بیوتیت (با ابعاد متوسط ۰/۳ میلی متر) را مشاهده نمود. زمان تشکیل این دو گروه از کانی ها مربوط به بعد از تکتونیک می باشد و بلورهای بیوتیت غالباً در نتیجه دگرسانی توسط بلورهای ثانویه کلریت جانشین شده اند.

در بخش میکرولیتون ریز بلورهای تبلور مجدد یافته کوارتز با بافت گرانوبلاستیک دیده می شوند. این بلورها دارای آثار خاموشی موجی می باشند و به علت فشارهای وارد شده به سنگ و در نتیجه پدیده روان شدگی هندسی (Geometric Softening) (به منظور کاهش استرس اعمال شده) در راستای کلیواژ سنگ پهن شدگی نشان می دهند. بلورهای اپاک موجود در بخش میکرولیتون به صورت بین بلوری و یا اجتماعات

تیغه ای شکل افشان دیده می شوند. علاوه بر این، در برخی قسمت ها، شکستگی های ایجاد شده در سنگ توسط بلورهای اپاک پر شده اند (شکل-۱۳).



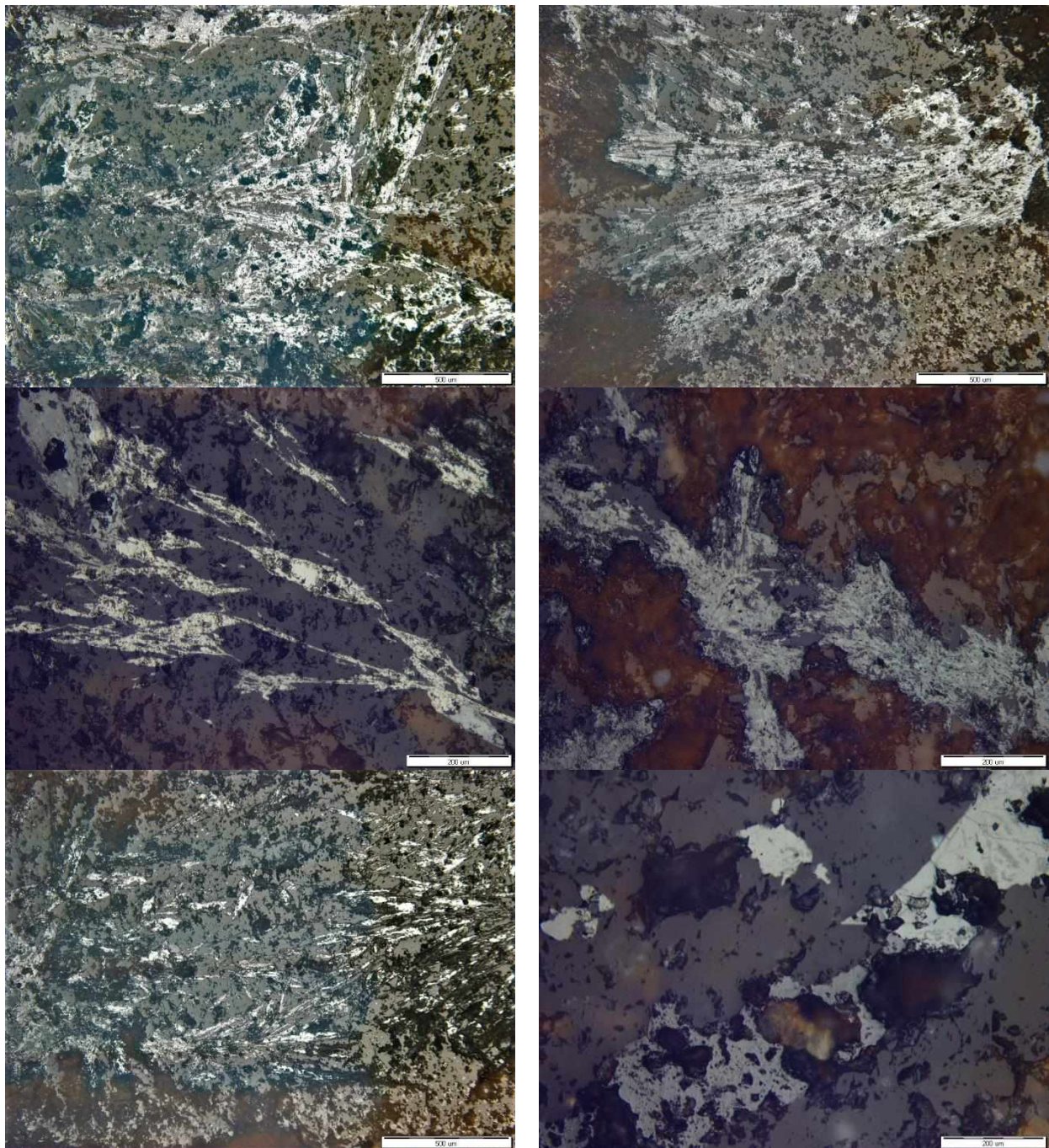
شکل-۱۳ الف و ب، نمایش بلورهای کشیده بیوتیت که در نتیجه دگرسانی توسط کلریت جانشین شده اند و لایه های متشکل از ریز بلورهای گارنت که در راستای کلیواژ قرار گرفته اند در نور PPL (شکل الف و ب). ج و د، نمایش بلورهای اپاک به صورت بین دانه ای در متن سنگ در نورهای PPL (شکل ج) و XPL (شکل د).

کانه ها: هماتیت اولیه (اسپکیولاریت)، هماتیت ثانویه

بافت: شعاعی، تیغه‌ای،

رخداد تشکیل: ذرات ریز و درشت شعاعی و تیغه‌ای

توصیف: هماتیت اولیه (اسپکیولاریت) مهمترین و اصلی‌ترین کانی فلزی در این نمونه می‌باشد که با رنگ سفید قابل شناسایی می‌باشد. این کانی فلزی به صورت بلورهای تیغه‌ای و با بافت شعاعی و دسته جارویی که در نتیجه کنار هم قرار گرفتن بلورهای تیغه‌ای هماتیت می‌باشند، تشکیل شده است. به نظر می‌رسد این کانی هماتیت از نوع اسپکیولاریت می‌باشد که به صورت دسته جارویی نیز رخ داده است. اندازه تجمعات بلورهای تیغه‌ای هماتیت از ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون می‌رسد. همچنین مقدار کمی کانی ثانویه اکسید آهن مانند هماتیت ثانویه و لیمونیت نیز حاصل از هوازدگی کانیهای اولیه دارای آهن در این نمونه مشاهده می‌شود و از فراوانی کمی برخوردار می‌باشد (شکل-۱۴).



شکل-۱۴ تصویر میکروسکوپی رخداد کانی اولیه هماتیت با بافت تیغه‌ای و همچنین کانی ثانویه هماتیت حاصل از هوازدگی کانیهای اولیه دارای آهن در محدوده اکتشافی فاریاب