





دانشکده: علوم زمین

گروه پترولوژی و زمین شناسی اقتصادی

پایان نامه کارشناسی ارشد

موضوع:

کانی شناسی، ژئوشیمی و الگوی تشکیل کانسار باریت -

کائولن - مس پشته، شرق سمنان

نگارش:

گلشن غفاری

استاد راهنما:

دکتر فردین موسیوند

تابستان ۱۳۹۶

شماره: ۱۸۸-۲
تاریخ: ۹۲, ۷, ۲

باسمه تعالی



فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خانم گلشن شفقاری با شماره دانشجویی ۹۳۱۲۵۸۴ رشته زمین شناسی گرایش اقتصادی تحت عنوان کانی شناسی، ژئوشیمی، دگرسانی و الگوی تشکیل کانسار باریت-کائولن-مس پشته در تاریخ ۹۶/۶/۱۹ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید. به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با امتیاز ۲۰.۳۰ درجه علمی) مردود
نوع تحقیق: نظری عملی

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر فردین موسیوند	استادیار	
۲- استاد راهنمای دوم	-	-	-
۳- استاد مشاور	-	-	-
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی جعفرزاده	استادیار	
۵- استاد ممتحن اول	دکتر مهدی رشایی	استادیار	
۶- استاد ممتحن دوم	دکتر فرج اله فردوست	استادیار	



نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر پروین حسینی
تاریخ و امضاء و مهر دانشکده: ۵۷/۷/۱۹

تجربه: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم بہ

پدر و مادر عزیزم و خانواده فداکارم

سپاسگزاری

- ❖ سپاس و ستایش خداوند بخشنده مهربان را که همه مرید اراده اوئیم.
 - ❖ در به نتیجه رسیدن این تحقیق، خود را مدیون زحمات و مساعدت‌های عزیزان بسیاری میدانم که بی‌تردید، بدون همکاری و پشتیبانی ایشان، امکان بثمر رسیدن مطلوب آن وجود نمی‌داشت. لذا برخورد لازم میدانم بدین‌وسیله زحماتشان را ارج نهاده و از همه آن‌ها صمیمانه قدردانی و تشکر نمایم.
 - ❖ استاد راهنمای دلسوز، صبور و بزرگووارم، جناب آقای دکتر موسیوند، که بی‌شک راهنمایی‌های ارزنده، دانش و دلسوزی‌های ایشان سبب به انجام رسیدن این تحقیق شده‌است و این حقیر در این راه از دانش و راهنمایی‌های ایشان بهره بسیار برده‌ام استادی که در بسیاری از جنبه‌ها از جمله علمی، اخلاقی، معنوی و اجتماعی الگو و راهنما بودند.
 - ❖ جناب آقایان دکتر فردوست، دکتر علی‌پور اصل استادانی مهربان و دلسوز که افتخار سه سال شاگردی در محضر ایشان را داشته‌ام. همچنین از آقایان مهندس میرباقری مسئول آزمایشگاه اپتیک، مهندس محمدیان مسئول کارگاه مقطع، خانم مهندس فارسی مسئول آموزشگاه دانشکده علوم زمین و همچنین خانم مهندس سعیدی جهت زحماتشان، قدردانی و تشکر می‌نمایم.
 - ❖ جناب آقایان مهندس ابیانه و مهندس آل حکمت، مسئولین محترم "معدن باریت پشته" که بنده را در طول این تحقیق حمایت و پشتیبانی کردند تشکر و قدردانی می‌نمایم.
 - ❖ دوستان عزیز و گرامی، به خاطر همکاری در طول مراحل تحقیق و همچنین بسیاری از عزیزانی که متأسفانه اینجا امکان تشکر از تک تک ایشان مقدور نیست، تشکر و قدردانی می‌کنم.
- این پژوهش با حمایت مالی سازمان مرکز تحقیقات فرآوری مواد معدنی ایران (ایمیدرو) انجام شده است.

تعهد نامه

اینجناب گلشن غفاری دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین شناسی اقتصادی دانشکده علوم

زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه کانی شناسی، ژئوشیمی و الگوی تشکیل کانسار

باریت-کائولن-مس پشته، شرق سمنان تحت راهنمایی دکتر فردین موسیوند متعهد می شوم.

- تحقیقات در این رساله توسط اینجناب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در رساله بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

کانسار باریت-فلزات پایه پشته در ۱۸ کیلومتری شرق سمنان در کمربند ماگمایی البرز در توالی آتشفشانی - رسوبی ائوسن رخ داده است. توالی میزبان از پایین به بالا از سه بخش اصلی سنگی تشکیل شده است: الف) بخش رسوبی شامل کنگلومرا، آهک و ماسه سنگ، ب) بخش غنی از گدازه و پ) بخش غنی از توف. کانه زایی در قسمت بالایی بخش غنی از گدازه و قاعده بخش غنی از توف رخ داده است. سنگهای درونگیر این کانسار، بیشتر توف و سنگهای گدازه ای آندزیتی و داسیتی هستند. در پیکره های معدنی این کانسار از پایین به بالا چهار رخساره کانسنگی مشاهده می شود: ۱) رخساره رگه- رگچه ای- برشی یا تغذیه کننده (استرینگر)، ۲) رخساره سولفید توده ای، ۳) رخساره باریت لایه ای سولفیددار و ۴) رخساره رسوبات بروندمی نواری غنی از آهن و منگنز. بافت و ساخت ماده معدنی شامل رگه - رگچه ای، برشی، نواری، توده ای و دانه پراکنده است. این کانهزایی حاوی کانیهای اولیه باریت، پیریت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، آرژانتیت، پیرولولزیت و پسیلوملان و کانیهای ثانویه ملاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز می باشد. به طور کلی چهار افق کانه دار در این کانسار قابل تشخیص است: افق ۱، از پایین به بالا دارای رخساره رگه- رگچه ای (استرینگر) سولفیدی، عدسی سولفید توده ای و باریت لایه ای سولفید دار می باشد. افق ۲، دارای پهنه استرینگر باریتی در زیر و رسوبات بروندمی نواری غنی از منگنز در بالا بوده و افق ۳، دارای پهنه استرینگر باریتی، باریت لایه ای و رسوبات بروندمی منگنز دار می باشد. در افق ۴ تنها رخساره استرینگر باریتی رخنمون داشته و بقیه آن توسط آبرفت پوشیده شده است. دگرسانیهای عمده در این کانسار شامل کلریتی، سرسیتی-آرژیلی، سیلیسی و اپیدوتی است. بر مبنای مطالعات ژئوشیمیایی، سنگهای آتشفشانی دارای ترکیب آندزیت، بازالت، تراکیت و ریولیت و ماهیت کالکوالکالن می باشند. بیشترین میزان نقره مربوط به رخساره سولفید توده ای و برابر ۴۵ ppm و بیشترین میزان طلا مربوط به رخساره باریت لایه ای و برابر ۳۹۰ ppb می باشد. در مجموع، عناصر سرب و روی بیشترین غنی شدگی را در رخساره استرینگر، عناصر مس، کادمیوم، آرسنیک و نقره بیشترین غنی شدگی را در رخساره سولفید توده ای، عناصر آنتیموان و استرانسیوم بیشترین غنی شدگی را در رخساره باریت لایه ای و منگنز نیز بیشترین غنی شدگی را در رخساره بروندمی نشان می دهد. مطالعات سیالات درگیر بر روی کانیهای باریت، کوارتز و کلسیت، دمای همگن شدن برابر ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد و شوری از ۸ تا ۱۸ درصد وزنی معادل نمک طعام و چگالی از ۰/۹۵ تا ۱/۱ و فشار کمتر از ۵۰ اتمسفر را نشان می دهد. با توجه به وجود شواهد جوشش، عمق آب دریا کمتر از ۱۰۰۰ متر بوده است. بر اساس مطالعات ساختاری، چینه شناسی، شکل هندسی ماده معدنی، دگرسانی، ساخت و بافت و کانی شناسی ماده معدنی، سیالات درگیر و ژئوشیمی

بنظر می‌رسد کانسار باریت- فلزات پایه پشته در اثر فعالیت های آتشفشانی – برون‌دمی زیردریایی در یک حوضه درون کمانی بصورت سولفید توده ای آتشفشانزاد (VMS) نهشته شده است. براساس مقایسه این کانه زایی با تیپهای مختلف سولفید توده ای آتشفشانزاد، کانسار باریت-فلزات پایه پشته بیشترین شباهت را با کانسارهای نوع کوروکو (Kuroko-type) نشان می دهد. قابل ذکر است که در این کانسار قطعاتی از معابر سیال (cunduits) و دودکشهای سیاه و سفید (black and white chimneys) تشخیص داده شد که برای اولین بار در ایران گزارش می گردد.

کلیدواژه‌ها: باریت، فلزات پایه، سولفید توده ای، کوروکو، افق کانه دار، پشته، سمنان، البرز

مقالات مستخرج شده از پایان نامه:

۱- غفاری، گ.، موسیوند، ف.، (۱۳۹۵)، کانسار باریت- فلزات پایه پشته سمنان: کانه زایی سولفید توده ای آتشفشانزاد نوع کوروکو در کمان ماگمایی البرز، هشتمین همایش زمین شناسی اقتصادی ایران، زنجان.

۲- غفاری، گ.، موسیوند، ف.، (۱۳۹۶)، کانی شناسی، ساخت و بافت، دگرسانی و افق های کانه دار در کانسار سولفید توده ای آتشفشانزاد پشته، شمال شرق سمنان. نهمین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی، بیرجند.

۳- موسیوند، ف.، غفاری، گ. (۱۳۹۶)، اولین تشخیص قطعات دودکشهای سیاه و سفید در کانسارهای سولفید توده ای آتشفشانزاد ایران. نهمین همایش ملی انجمن زمین شناسی اقتصادی، بیرجند.

فصل اول کلیات	۱
۱-۱ مقدمه	۲
۲-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه معدنی پشته و راه های دسترسی به کانسار مورد مطالعه	۳
۳-۱ شرایط آب و هوای منطقه	۴
۴-۱ زمین ریخت شناسی منطقه پشته	۴
۵-۱ طرح مسأله و هدف از مطالعه	۸
۶-۱ روش مطالعه	۹
۱ ۶ ۱ گردآوری اطلاعات	۹
۱ ۶ ۱ مطالعات صحرایی	۹
۱ ۶ ۱ مطالعات آزمایشگاهی	۱۰
۷-۱ نواع کانسارهای باریت	۱۱
۱ ۷ ۱ کانسارهای باریت ایران	۱۳
فصل دوم زمین شناسی ناحیه ای	۱۷

۱۸.....	مقدمه	۱-۲
۱۹.....	ویژگی های پهنه البرز.....	۲-۲
۲۱.....	ویژگی های کمر بند ماگمایی البرز:.....	۳-۲
۲۳.....	توالی شمال ایران مرکزی.....	۴-۲
۲۴.....	ولکانیسم ترشیری در البرز مرکزی.....	۱ ۳ ۲
۲۵.....	چینه شناسی ترشیاری.....	۲ ۳ ۲
۲۶.....	چینه شناسی منطقه جام.....	۳ ۳ ۲
۲۹.....	سنگ های آذرین ناحیه جام.....	۴ ۳ ۲
۳۰.....	تکتونیک و زمین ساخت ناحیه جام.....	۵ ۳ ۲
۳۳.....	زمین شناسی منطقه معدنی.....	فصل سوم
۳۴.....	مقدمه.....	۱-۳
۳۶.....	سنگ های آتشفشانی.....	۲-۳
۳۶.....	چینه شناسی و سنگ شناسی منطقه.....	۱ ۲ ۳
۳۶.....	واحد اصلی (E).....	۳-۳
۵۷.....	کانه زایی و دگرسانی.....	فصل چهارم

۵۸	..... ۱-۴ مقدمه
۵۸	..... ۲-۴ افق های کانه دار در کنسار پشته و رخساره های کانه دار آنها
۷۱	..... ۳-۴ دگرسانی
۷۱	..... ۱ ۳ ۴ دگرسانی کلریتی
۷۲	..... ۲ ۳ ۴ دگرسانی سیلیسی و اپیدوتی
۷۳	..... ۳ ۳ ۴ دگرسانی آرژیلی - سرسیتی
۷۶	..... ۴ ۳ ۴ پهنه بندی دگرسانی
۷۹	..... فصل پنجم کانی شناسی، ساخت، بافت و توالی پاراژنز کانه ها
۸۰	..... ۱-۵ مقدمه
۸۰	..... ۲-۵ ساخت
۸۴	..... ۱ ۲ ۵ بافت کلوفرمی
۸۵	..... ۲ ۲ ۵ بافت جانشینی
۸۶	..... ۳ ۲ ۵ بافت فرامبوئیدال
۸۷	..... ۴ ۲ ۵ کانی های سولفیدی و سولفاتی
۹۵	..... ۵ ۲ ۵ کانی های ثانویه
۹۷	..... ۳-۵ توالی پاراژنتیک کانی ها
۹۸	..... ۱ ۳ ۵ بروندمی - آتشفشانی
۹۸	..... ۲ ۳ ۵ مرحله دیاژنز
۹۹	..... ۳ ۳ ۵ مرحله سوپرژن و هوازدگی

فصل ششم مطالعات سیال درگیر ۱۰۱

۱-۶ مقدمه ۱۰۲

۲-۶ روش انجام مطالعات ۱۰۳

۱ ۲ ۶ پتروگرافی میانبارهای سیال ۱۰۳

۳-۶ مطالعات دماسنجی سیالات درگیر ۱۰۸

۱ ۳ ۶ گرمایش ۱۰۹

۲ ۳ ۶ انجماد ۱۱۳

فصل هفتم مطالعات ژئوشیمیایی ۱۱۷

۱-۷ مقدمه ۱۱۸

۲-۷ طبقه بندی سنگ های آذرین منطقه ۱۱۸

۳-۷ محیط تکتونیکی کانسار باریت-فلزات پایه پشته ۱۲۰

۴-۷ الگوی نمودارهای ژئوشیمیایی چند عنصری ۱۲۲

۱ ۴ ۷ الگوی نمودارهای چند عنصری در سنگهای میزبان ۱۲۲

۲ ۴ ۷ الگوی نمودارهای چند عنصری در رخساره های مختلف معدنی ۱۲۳

۵-۷ ژئوشیمی رخساره های کانه دار در کانسار پشته و ضرایب همبستگی عناصر ۱۲۴

۱ ۵ ۷ ویژگی های ژئوشیمیایی رخساره کانه دار ۱۲۴

۲ ۵ ۷ ضرایب همبستگی عناصر ۱۲۷

۶-۷	نتایج آنالیز الکترون میکروپروب (EPMA) و فایر اسی (Fire Assay)	۱۲۸
فصل هشتم الگوی تشکیل، بحث و نتیجه گیری		
۱-۸	مقدمه	۱۳۴
۲-۸	مختصری از شواهد مشاهده در کانسار باریت، فلزات پایه پشته	۱۳۴
۱-۲-۸	سنگ میزبان و همراه	۱۳۴
۲-۲-۸	شکل هندسی ماده معدنی	۱۳۴
۳-۲-۸	رخساره های کانه دار	۱۳۵
۴-۲-۸	کانی شناسی	۱۳۵
۵-۲-۸	ساخت و بافت و منطقه بندی آن ها	۱۳۶
۶-۲-۸	دگرسانی و منطقه بندی آن ها	۱۳۶
۷-۲-۸	ویژگی های سیال کانه ساز	۱۳۶
۸-۲-۸	نتایج ژئوشیمی:	۱۳۷
۹-۲-۸	آنالیز الکترون میکروپروب	۱۳۸
۱۰-۲-۸	محیط تکتونیکی تشکیل	۱۳۸
۳-۸	الگوی تشکیل کانسار باریت پشته	۱۳۹
۱ ۲ ۸	مقایسه قطعات دودکشها و معابر سیال	۱۴۰

۴-۸- شباهت ها و تفاوت های کانسار پشته ۱۴۶

۵-۸- نتیجه گیری کلی ۱۵۰

۶-۸- پیشنهادات علمی و اکتشافی ۱۵۱

۷-۸- منابع ۱۵۲

فهرست اشکال

شماره صفحه

- شکل ۱-۱ الف - موقعیت منطقه معدنی در استان سمنان. ب-راه های دسترسی به منطقه معدنی پشته..... ۳
- شکل ۲-۱ موقعیت کانسار باریت -فلزات پایه پشته در تصویر هوایی، (دید به سمت شمال شرقی)..... ۳
- شکل ۳-۱ تصویر صحرایی از محل معدن فلزات پایه پشته،(دید به سمت جنوب)..... ۵
- شکل ۴-۱ یال تاقدیس با روند محوری شرقی-غربی، دید به سمت شمال (آثار معدن کاری قدیمی)..... ۶
- شکل ۵-۱ نمایی کلی از منطقه معدنی و آثار معدن کاری جدید..... ۷
- شکل ۱-۲ موقعیت کانسار باریت پشته..... ۱۸
- شکل ۲-۲ نقشه زمین شناسی کانسار باریت پشته، از برگرفته از نقشه زمین شناسی، ۱..... ۱۹
- شکل ۳-۲ تصویر صحرایی از رخنمون سازند کرج در منطقه مورد مطالعه، (دید به سمت شمال)..... ۲۴
- شکل ۱-۳ توالی آتشفشانی-رسوبی در منطقه معدنی پشته..... ۳۴
- شکل ۲-۳ نقشه زمین شناسی از منطقه معدنی پشته..... ۳۵
- شکل ۳-۳ نیم رخ شماتیک محدوده معدنی کانسار باریت پشته..... ۳۵
- شکل ۴-۳ نمایی از گدازه آندزیتی و تصویر میکروسکوپی در زیر افق غنی از گدازه..... ۳۷
- شکل ۵-۳ تصویر میکروسکوپی از یک توفیت با قطعات درشت و ریز فلدسپات در زمینه شیشه ای..... ۳۷
- شکل ۶-۳ الف، تصویر صحرا از واحد غنی از توف..... ۳۸
- شکل ۷-۳ تصویر نمونه دستی و میکروسکوپی سنگ دیوریت..... ۳۹
- شکل ۸-۳ الف- تصویر صحرایی از بازالت های منشوری..... ۴۰
- شکل ۹-۳ الف و ب- تصویر صحرا و نمونه دستی از توده نفوذی (سیل)..... ۴۱
- شکل ۱۰-۳ تصویر میکروسکوپی از توده نفوذی به همراه پیروکسن (PYX)..... ۴۲
- شکل ۱۱-۳ تصویر صحرا و میکروسکوپی از گدازه آندزیتی..... ۴۳
- شکل ۱۲-۳ تصویر صحرا و میکروسکوپی از گدازه آندزیتی که دارای دگرسانی کلریتی می باشد (سبز رنگ)..... ۴۳
- شکل ۱۳-۳ تصویر نمونه دستی از توف دگرسان شده همراه با رگه و رگچه باریت..... ۴۴
- شکل ۱۴-۳ تصویر صحرایی از واحد تغذیه کننده یا استرینگر در واحد غنی از گدازه..... ۴۵
- شکل ۱۵-۳ تصویر نمونه دستی از گدازه تراکیتی در واحد غنی از گدازه..... ۴۶
- شکل ۱۶-۳ الف- تصویر میکروسکوپی از بافت تراکیتی..... ۴۶

- شکل ۳-۱۷ تصویر صحرایی از توف سیلیسی به رنگ سبز در واحد غنی از گدازه. ۴۷.....
- شکل ۳-۱۸ الف- تصویر میکروسکوپی از وجود فلدسپات در گدازه های دگرسان. ۴۷.....
- شکل ۳-۱۹ الف- تصویر نمونه دستی از یکی از قطعات برش ولکانیکی. ۴۸.....
- شکل ۳-۲۰ الف- نمایی از توف سبز دگرسان شده که برشی شده است. ۴۹.....
- شکل ۳-۲۱ الف: تصویر نمونه دستی از توف دگرسان شده. ۵۰.....
- شکل ۳-۲۲ نمایی از توده نفوذی (سیل) که دچار فرسایش پوست پیازی شده است. ۵۱.....
- شکل ۳-۲۳ نمایی از توده نفوذی (سیل). ۵۲.....
- شکل ۳-۲۴ الف و ب- تصویر نمونه دستی (الف) و میکروسکوپی (ب) از توف سفید در افق کانه زایی دوم. ۵۳.....
- شکل ۳-۲۵ تصویر صحرایی از توالی باریت سولفید دار، استرینگر و توف سفید. ۵۳.....
- شکل ۳-۲۶ تصویر صحرایی از توده نفوذی (دایک) در افق دوم کانه زایی. ۵۴.....
- شکل ۳-۲۷ الف- تصویر نمونه دستی از واحد چرتی. ۵۵.....
- شکل ۳-۲۸ تصویر صحرایی از توده نفوذی (سیل) در افق کانه زایی سوم. ۵۶.....
- شکل ۳-۲۹ تصویر نمونه دستی (بالا سمت راست) و میکروسکوپی (بالا سمت چپ) از سیل. ۵۶.....
- شکل ۴-۱ تصویر ستون چینه شناسی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته. ۶۰.....
- شکل ۴-۲ تصویر نقشه محدوده معدنی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته بر اساس تصویر ماهواره ای. ۶۰.....
- شکل ۴-۳ تصویر نقشه محدوده معدنی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته بر اساس تصویر ماهواره ای. ۶۱.....
- شکل ۴-۴ الف- تصویر میکروسکوپی از رخساره رگه -رگچه ای. ۶۲.....
- شکل ۴-۵ تصویر نمونه دستی از ساختار لوله مانند مرکز دودکش های سیاه. ۶۳.....
- شکل ۴-۶ تصویر نمونه دستی از مرکز دودکش سیاه. ۶۳.....
- شکل ۴-۷ تصاویر نمونه دستی از سطح مقطع دودکشهای سیاه. ۶۴.....
- شکل ۴-۸ تصویر صحرایی از نحوه قرار گیری باریت لایه ای سولفید دار. ۶۵.....
- شکل ۴-۹ تصویر نمونه دستی از مقطع صیقلی و میکروسکوپی از باریت لایه ای. ۶۵.....
- شکل ۴-۱۰ پرشدگی بعدی کائولن در شکافهای واحد گدازه ای دگرسان در رخساره استرینگر افق دوم کانه دار. ۶۶.....
- شکل ۴-۱۱ تصویر صحرایی از واحد بروندمی منگنز که در سنگ میزبان توفی تشکیل شده است. ۶۷.....
- شکل ۴-۱۲ الف- تصویر نمونه دستی از سنگ توفی. ۶۸.....
- شکل ۴-۱۳ الف- تصویر نمونه دستی از واحد رگه و رگچه ای. ۶۸.....

- شکل ۴-۱۴ الف و ب- تصویر نمونه دستی از واحد رگه و رگچه ای همراه با باریت و گالن.....۶۹
- شکل ۴-۱۵ الف- تصویر نمونه دستی از باریت نواری. ب- تصویر نمونه دستی از باریت لایه ای سولفید دار.۶۹
- شکل ۴-۱۶ تصویر صحرایی از واحد رگه و رگچه ای افق کانه دار.۷۰
- شکل ۴-۱۷ دگرسانی کلریتی (CHL): الف- تصویر نمونه دستی، ب- میکروسکوپی (XPL)۷۱
- شکل ۴-۱۸ تصاویر نمونه دستی (الف) و میکروسکوپی۷۲
- شکل ۴-۱۹ نتایج XRD برای دگرسانی سیلیسی۷۳
- شکل ۴-۲۰ تصویر میکروسکوپی از دگرسانی کوارتز۷۳
- شکل ۴-۲۱ تصویر نمونه دستی (الف) و میکروسکوپی (ب) از دگرسانی سریستی و دگرسانی آرژیلی (ج) ..۷۴
- شکل ۴-۲۲ نتایج آنالیز XRD انجام گرفته۷۵
- شکل ۴-۲۳ تصویر آنالیز XRD از نمونه کائولینیتی.۷۵
- شکل ۴-۲۴ دگرسانی آرژیلی که به طور ثانویه کانی ژپس را تشکیل داده است.۷۶
- شکل ۴-۲۵ تصویر شماتیک از پهنه بندی دگرسانی در کانسار باریت پشته.۷۷
- شکل ۵-۱ الف) ساخت رگه - رگچه ای در سنگ میزبان توفی.....۸۱
- شکل ۵-۲ الف و ب تصویر نمونه دستی از ساخت برشی به همراه دگرسانی کلریتی در پهنه رگه -رگچه ای.....۸۲
- شکل ۵-۳ تصویر صحرایی از ساخت سولفید توده ای که در قسمت زیرین از سولفید توده ای و در بالا از باریت لایه۸۲
- شکل ۵-۴ تصویر نمونه دستی از باریت لایه ای سولفید دار.۸۳
- شکل ۵-۵ تصویری از ساخت نواری در رسوبات برونومی غنی از منگنز.۸۳
- شکل ۵-۶ تصویر نمونه دستی از ساخت حلقوی در دودکش سفید.۸۴
- شکل ۵-۷ الف- تصویر مقطع صیقلی از پیریت های گل کلمی. ب-تصویر میکروسکوپی از پیریت های گل کلمی.....۸۵
- شکل ۵-۸ الف- تصویر میکروسکوپی از رخساره سولفید توده ای۸۵
- شکل ۵-۹ تصویر میکروسکوپی از پیریت های فراموئیدال۸۶
- شکل ۵-۱۰ الف- تصویر میکروسکوپی از باریت به همراه پیریت۸۷
- شکل ۵-۱۱ الف- تصویر نمونه دستی از باریت رگه ای در رخساره رگه و رگچه ای.....۸۸
- شکل ۵-۱۲ الف- تصویر نمونه دستی از پیریت های کلوفرمی ب استرینگر به همراه باریت در سنگ میزبان توفی.....۸۹
- شکل ۵-۱۳ تصویر میکروسکوپی از کالکوپیریت در داخل پیریت در رخساره سولفید توده ای.۹۰
- شکل ۵-۱۴ تصویر میکروسکوپی از اسفالریت که توسط کولین جانشین شده است در رخساره سولفید توده ای.....۹۱

- شکل ۵-۱۵ الف- تصویر میکروسکوپی از اسفالریت و کولین در رخساره استرینگر ۹۱
- شکل ۵-۱۶ الف- تصویر نمونه دستی از گالن دانه ۹۲
- شکل ۵-۱۷ تصویر میکروسکوپی از مارکازیت به همراه پیریت در رخساره سولفید توده ای. ۹۳
- شکل ۵-۱۸ تصویر میکروسکوپی از آرژانتیت که جانشین اسفالریت شده است. ۹۴
- شکل ۵-۱۹ الف، ب- تصویر میکروسکوپی از کولین. ۹۵
- شکل ۵-۲۰ تصویر نمونه دستی و میکروسکوپی از ملاکیت به همراه آزوریت. ۹۶
- شکل ۵-۲۱ تصویر نمونه دستی از آهن و منگنز گل کلمی. ۹۶
- شکل ۵-۲۲ تصویر میکروسکوپی اکسید های آهن و منگنز که به صورت ثانویه تشکیل شده اند ۹۷
- شکل ۵-۲۳ توالی پارازنتیک کانی های کانسار باریت پشته ۱۰۰
- شکل ۶-۱ بلورهای نیمه وجه دار گالن همراه در زمینه باریت درشت بلور ۱۰۵
- شکل ۶-۲ الف- تجمع میانبارهای تک فازی مایع..... ۱۰۶
- شکل ۶-۳ الف- بلورهای کلسیت اسپاری درشت که رخ مشخص دارند ۱۰۸
- جدول ۶-۱ نتایج ریز دماسنجی از نمونه های انتخاب شده در کانسار پشته ۱۰۹
- شکل ۶-۴ نمودار هیستوگرام درجه حرارت همگن شدگی میانبارهای سیال. ۱۱۱
- شکل ۶-۵ نمودار هیستوگرام میزان معادل شوری میانبارهای سیال. ۱۱۱
- شکل ۶-۶ نمودار هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن. ۱۱۲
- شکل ۶-۷ نمودار هیستوگرام. ۱۱۳
- شکل ۶-۸ نمودار تعیین چگالی سیالات در گیر بر حسب دمای همگن شدن ۱۱۵
- شکل ۶-۹ الف- تعیین فشار بخار بر اساس دمای همگن شدن ۱۱۵
- شکل ۷-۱ موقعیت سنگ ۱۱۹
- شکل ۷-۲ محدوده سنگ های نفوذی کانسار باریت پشته، WICHESTER AND FLOYD, 1977. ۱۲۰
- شکل ۷-۳ محدوده تکتونیکی سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه در نمودار (PEARCE AND NORRY, 1979). ۱۲۱
- شکل ۷-۴ نمودار موقعیت تکتونیکی منطقه مورد مطالعه در نمودار (WOOD, 1977). ۱۲۱
- شکل ۷-۵-۷ MESCHDE, 1986، برای تعیین موقعیت تکتونیکی ۱۲۲
- شکل ۷-۶ مقایسه نمودار ژئوشیمیایی عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی ۱۲۳
- شکل ۷-۷ مقایسه نمودار ژئوشیمیایی عناصر کمیاب و نادر خاکی ۱۲۴

- شکل ۷-۸ نمودار های هیستوگرام عناصر مختلف برای رخساره های کانسار باریت پشته. ۱۲۵.....
- نتایج محاسبه همبستگی عناصر در جدول ۷-۱ ارائه شده است. ۱۲۷.....
- جدول ۷-۱ ضرایب همبستگی عناصر در کانسار باریت پشته. ۱۲۸.....
- شکل ۷-۹ تصویر BACK SCATTER از نمونه سولفید توده ای (BP) آنالیز شده به روش EPMA. ۱۲۹.....
- شکل ۷-۱۰ تصاویر BACK SCATTER از نمونه دودکش سیاه (BP-THIN) آنالیز شده به روش EPMA. ۱۳۰.....
- جدول ۷-۲ نتایج آنالیز میکروپروپ از نمونه BP، مربوط به دودکش. ۱۳۱.....
- جدول ۷-۳ نتایج آنالیز میکروپروپ برای نمونه BP-THIN از رخساره سولفید توده ای. ۱۳۱.....
- جدول ۷-۴ جدول نتایج آنالیز طلای نمونه های کانسنگ کانسار پشته به روش FIRE ASSAY در شرکت زر آزما. ۱۳۲.....
- شکل ۸-۱ مقدار شوری و دمای همگن سازی در برخی تیپ کانسارها. ۱۳۷.....
- شکل ۸-۲ محیط کمانی تشکیل سنگهای اشفشانی. ۱۳۹.....
- شکل ۸-۳ مدل ساده شماتیک نشان دهنده رخساره های کانه دار کانسار پشته. ۱۴۰.....
- شکل ۸-۴ نمودار مفهومی که مشخصات سیالات و الگوی چرخه. ۱۴۱.....
- شکل ۸-۵ مقطع عرضی نمادین از نهشته های سولفید (7). ۱۴۲.....
- شکل ۸-۶ قطعات و ساخت های مختلف دودکش ها (MASLENNIKOV ET AL., 2019; 2017). ۱۴۴.....
- شکل ۸-۷ تصویر نمونه دستی از قطعه دودکش. ۱۴۵.....
- شکل ۸-۸ تصویر نمونه دستی از قطعات دودکش همراه با پهنه بندی. ۱۴۶.....

فهرست علائم اختصاری

Plag: plagioclas

Srp: serpentine

Cal: calcite

Tuff: Tuffa

Fe: ferrion

PY: pyrite

Ga: galena

Fsp: feldspar

Zeo: Zeolite

Mag: magnetite

Ba: Barite

Hem: hematite

CV: coveline

Mn: manganese

AP: apatite

Py: pyroxene

Cl: chlorite

Qz: Quartz

Sr: Strancium

Sph: Sphalerite

Ag: Argantite

فصل اول

کلیات

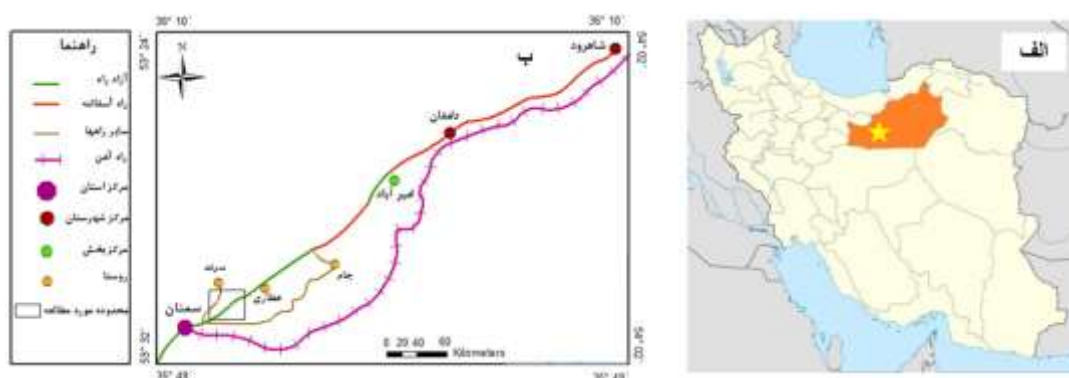
۱-۱ مقدمه

باریت ترکیب طبیعی سولفات باریم به فرمول $BaSO_4$ می باشد که به نام Heavy Spar نیز شناخته می شود و جزو گروه سولفات ها می باشد. نام باریت از واژه یونانی barys به معنای سنگین و به دلیل سنگینی ویژه و بالای آن گرفته شده است. سیستم تبلور آن ارتورومیک می باشد. از باریت در حفاری چاه های گاز طبیعی و نفت استفاده می شود. در این فرآیند باریت فشرده شده و با آب مخلوط می شود و سایر افزودنی ها اضافه شده و سپس به داخل حفره چاه پمپ می شود. وزن بالای این مخلوط از خروج نفت و گاز با فشار از زمین جلوگیری می کند. این باعث می شود از انفجار گاز و نفت آزاد شده از زمین جلوگیری بعمل آید. باریت بعنوان افزودنی به رنگ ها، در لعاب دادن (مینا کاری)، پلاستیک ها، در تولید به اصطلاح کریستال سرب و یا شیشه سرب گرفته، برای جلوگیری از پرتوافشانی اشعه های مانیتور و لامپ تصویر تلویزیون، و منابع باریم در مواد شیمیایی کاربرد دارد. میزان تولید باریت در سال ۱۹۹۶ در دنیا حدود ۴/۵ میلیون تن بوده است. انگلستان، رومانی، چک، اسلواکی، مراکش، الجزایر، آلمان، روسیه، مکزیک، کانادا و امریکا از کشورهای مهم تولید کننده باریت در دنیا هستند. معادن متعددی از باریت در ایران وجود دارد. حدود ۲۰ معدن فعال باریت در ایران وجود دارند که سالیانه قریب به ۱۶۰۰۰۰ تن باریت تولید و روانه بازار داخلی و خارجی می کنند. یکی از این معادن فعال، معدن باریت پشته (شرکت باریت ایران) می باشد که طبق گفته های مسئولین معدن از سال ۱۳۷۱ این معدن شروع به فعالیت کرده و از سال ۱۳۷۲ روس ها و کارشناسان ایرانی در منطقه گمانه زنی و پیمایش های زمین شناسی را انجام داده اند. با توجه به کاربرد فراوان باریت و نیاز فراوان روز افزون آن ها در صنایع مختلف مطالعه و اکتشاف کانسارهای جدید این ماده معدنی بسیار ضروری است. در این راستا مطالعه چگونگی تشکیل باریت فلزات پایه پشته به عنوان یکی از بزرگترین کانسارهای معدنی غنی از باریت ایران از اهداف اصلی این تحقیق بوده است.

۲-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه معدنی پشته و راه های دسترسی به

کانسار مورد مطالعه

کانسار مورد مطالعه در استان سمنان و در منطقه پشته قرار گرفته است. دسترسی به کانسار پشته از طریق جاده آسفalte شاهرود- دامغان- سمنان امکان پذیر می باشد. همچنین این کانسار در ۱۸ کیلومتری شرق سمنان (گردنه آهوان) قرار گرفته است (شکل ۱-۱ و ۲-۱).



شکل ۱-۱ الف - موقعیت منطقه معدنی در استان سمنان. ب-راه های دسترسی به منطقه معدنی پشته.



شکل ۲-۱ - موقعیت کانسار باریت - فلزات پایه پشته در تصویر هوایی، (دید به سمت شمال شرقی).

۱-۳ شرایط آب و هوای منطقه

این ناحیه دارای آب و هوای نسبتاً سرد و خشک در زمستان و گرم و خشک در تابستان است. بر اساس تقسیمات گوسن (۱۳۶۶) منطقه مورد مطالعه دارای اقلیم مدیترانه ای و گرم و خشک است. میزان بارندگی سالیانه ناچیز و از سمنان به سمت گردنه آهوان افزایش می‌یابد. ولی میزان متوسط سالیانه آن ۱۳۰ میلی‌متر می باشد. افزایش ارتفاع به سمت شمال، نفوذ ابرهای شمالی دریای خزر در بعضی نقاط کوهستانی و تأثیر پذیری از آب و هوای مدیترانه ای فاکتورهای مثبتی هستند که این مناطق را از نظر شرایط اقلیمی در وضعیت بهتری نسبت به سمنان قرار می دهند. اختلاف درجه حرارت در شب و روز زیاد است. حداکثر دما در مرداد ماه و حداقل آن در بهمن ماه است. خاک های موجود در دامنه ها بیشتر حالت واریزه ای دارند و از نوع گراولی و سندی لوم می باشد که به سرعت آب از آن زهکشی شده و از دسترس گیاه خارج می‌گردد. بدین سبب پوشش گیاهی این ناحیه بر خلاف قسمت های شمالی تر ضعیف و پراکنده است و اغلب شامل بوته های کوتاه قد و خاردار بیابانی است (شاه حسینی، ۱۳۸۶).

۱-۴ زمین ریخت شناسی منطقه پشته

منطقه پشته را میتوان بخشی از واحد زمین ساختی البرز و بخشی از واحد زمین ساختی ایران مرکزی دانست. که هر کدام از این واحدها از نظر سرگذشت زمین شناسی و شیوه چین خوردگی به ترتیب از واحد زمین ساختی البرز و ایران مرکزی پیروی می کنند. این دو بخش را گسلی بزرگ با شیب حدود ۸۰ درجه در سوی جنوب از یکدیگر متمایز می‌کند. این گسل در ناحیه جام بنام گسل عطاری نامیده شده و حد پالئوژئوگرافی (پارینه جغرافیایی) و مرز جدا کننده کوه های البرز ایران مرکزی در ناحیه جام به شمار می آید و آخرین حرکات آن راست گرد می باشد. ساختارهای موجود در منطقه مورد مطالعه (اعم از چین ها و گسل ها)، همانند اکثر بخش های البرز خاوری از روند شمال خاوری- جنوب باختری یا باختری- خاوری پیروی می کنند. دره های پهن این ناحیه که در آن تراس های

آبرفتی و دشت های سیلابی وجود دارند تقریباً از همین روند تبعیت می کنند. خط الرأس کوه ها اغلب مسطح است. حداکثر ارتفاع قله ها در محدوده مورد مطالعه ۱۸۸۰ متر از سطح دریاست. در بخش های شمالی تر به تدریج میزان ارتفاع افزایش می یابد به طوری که در ناحیه کوهستانی و ناهموار قله هایی متعدد با بیش از ۲۰۰۰ متر دیده می شود.

براساس مطالعات انجام گرفته، زمین ریخت شناسی در کانسار پشته شامل یک ناودیس و تاقدیس بوده که دارای روند محوری (NW-SE) می باشد. توالی آتشفشانی رسوبی این ناحیه محدود به سن ائوسن است که به دلیل فعالیت های آتشفشانی- برونومی در داخل یک حوضه کششی در حال فرو نشست که همراه با خروج مواد آتشفشانی بوده است تشکیل شده و در نهایت در اثر فازهای کوهزایی جوان بعدی به همراه سنگ های درونگیر خود دچار چین خوردگی شده و در یال جنوبی تاقدیس قرار گرفته است. همچنین در بین این تاقدیس و ناودیس یک گسل باعث جا به جایی واحدها و ایجاد کانسار پشته شده است (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳ تصویر صحرایی از محل معدن فلزات پایه پشته، (دید به سمت جنوب)

فعالیت های معدن کاری منطقه و تاریخچه مطالعات و کارهای انجام شده قبلی

مطالعات انجام شده در منطقه از قدیم به جدید به شرح زیر است:

سوابق معدن کاری منطقه پشته:

شرکت تعاونی معدنی کائولن و باریت ایران در سال ۱۳۷۱ با موضوع فعالیت تامین و تولید مواد اولیه صنایع کاشی و سرامیک و همچنین تولید پودرهای معدنی مورد مصرف در حفاری های نفت و گاز تاسیس گردید. شرکت از بدو تاسیس تا کنون علاوه بر بهره برداری از معادن بزرگ باریت ، بنتونیت و کائولن در نقاط مختلف کشور، نسبت به احداث کارخانجات فرآوری مواد معدنی و تولید پودرهای میکرونیزه در استان سمنان اقدام نموده است و هم اکنون از جمله تولید کنندگان بزرگ محصولات مورد مصرف صنایع مختلف کشور می باشد. در سالهای گذشته همواره تولیدات شرکت به کشور های همسایه مانند عراق ، امارات متحده عربی ، ترکمنستان و آذربایجان صادر شده است . وجود آزمایشگاه مجهز کنترل کیفی و نیروهای متخصص با تجربه تضمین کننده رضایت مشتریان و مصرف کنندگان محصولات تولیدی شرکت بوده است . همچنین این معدن به صورت رو باز استخراج می شود که مجموعاً ۲۵ سینه کار وجود دارد که در سینه کار شماره ۱۲ در عمق ۲۵ متری و در سینه کار ۱۰ در عمق ۳۲ متری باریت وجود دارد. که محدوده معدن ۳ کیلومتر مربع می باشد (شکل ۱-۴ و ۵).



شکل ۱-۴ یال تاقدیس با روند محوری شرقی-غربی، دید به سمت شمال (آثار معدن کاری قدیمی).



شکل ۱-۵ نمای کلی از منطقه معدنی و آثار معدن کاری جدید.

- در سال ۱۳۷۶ نقشه زمین شناسی چهارگوش ۱:۱۰۰۰۰۰ جام، از طرف سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور توسط علوی - نایینی منتشر شده است.

- محسنی (۱۳۸۱)، در پایان نامه ارشد خود مهم ترین گسل که منطقه را ساخته است گسل عطاری معرفی نموده است و همچنین سنگ های آذرین منطقه مورد مطالعه شامل سنگ های آتشفشانی و پلوتونیک معرفی شده اند و همچنین سنگ های آتشفشانی، بخشی از کمر بند ولکانیکی ائوسن البرز هستند که به صورت گدازه و ولکانو کلاستیک گسترش یافته و دارای ترمهای آندزیت بازالت- آندزیت- تراکی آندزیت- تراکیت- داسیت- ریوداسیت و ریولیت می باشد و در آخر سنگ های ولکانیکی منطقه با ولکانیسم را مرتبط با فرورانش پوسته اقیانوسی نئوتتیس به زیر پوسته ایران دانسته است.

- حاجی بهرامی (۱۳۹۰)، کانسار آهن همیرد واقع در شمال شرق سمنان را از دیدگاه پتروگرافی، ژئوشیمی و ژنز مطالعه نموده است که رخنمون های سنگی محدوده مورد مطالعه متشکل از مجموعه سنگ های آتشفشانی و پیروکلاستیکی با سن ائوسن میانی می باشد که ترکیب سنگ ها آندزیت تا آندزیت بازالت و توف می باشد. این مجموعه تحت تأثیر تزریق توده های نفوذی نیمه عمیق با ترکیب مونزونیت تا مونزودیوریت قطع شده اند.

- شهری (۱۳۹۰)، اسکارن زایی، متاسوماتیسم و کانه زایی مرتبط با آن در منطقه زرتول شمال شرق سمنان را مورد بررسی قرار داده است، که سنگ های آتشفشانی و آتشفشانی- رسوبی منطقه را به سن ائوسن میانی- فوقانی نسبت داده است و همچنین توده های نفوذی منطقه را با طیف ترکیبی

گابرو تا گرانیت معرفی کرده است که به درون توالی سنگی نفوذ کرده اند و گسل های بزرگ سمنان و عطاری را نقش موثری در ایجاد فضاهای باز و مناسب جهت جایگزینی توده های نفوذی و ایجاد پهنه تکتونیکی خرد شده برای جایگزینی سیالات کانسار ساز میدانند و رگه های باریت، کلسیت و دگرسانی گرمابی به فراوانی در منطقه تشکیل شده است.

- خراسانی (۱۳۹۳)، دگر ریختی واحدهای سنگی مزوزوئیک و سنوزوئیک در شمال خاوری سمنان (شمال گردنه آهوان) را مورد بررسی قرار داده است که مطالعات چینه نگاری در این منطقه، وجود واحدهای سنگی مزوزوئیک و سنوزوئیک با راستای کلی شمال خاوری-جنوب باختری تا خاوری-باختری را تایید کرده است.

- خانه دار (۱۳۹۵)، شیمی کانی سنگ های نفوذی و کاربرد سنجش از دور در شناسایی سنگ های موجود در گردنه آهوان، شمال شرق سمنان را مورد بررسی قرار داده است که توده های نفوذی منطقه را تحت عنوان ترکیب گابرو، مونزودیوریت، گرانودیوریت و گرانیات معرفی کرده است که در سنگ های آتشفشانی، مارنی، آهکی و ماسه سنگی ائوسن میانی- بالایی نفوذ کرده اند. و سنگ های آتشفشانی را به سن ائوسن میانی- بالایی معرفی کرده است.

۱-۵ طرح مسأله و هدف از مطالعه

کانسار باریت-فلزات پایه پشته در ۱۸ کیلومتری شرق سمنان (گردنه آهوان)، در کمربند ماگمایی البرز قرار دارد. تاکنون هیچگونه فعالیت علمی بر روی این کانسار انجام نگرفته است. سنگهای منطقه مورد مطالعه بطور عمده شامل گدازه، توف آندزیتی و توف ریولیتی با سن ائوسن هستند. سنگ های ولکانیکی ائوسن بیشتر از نوع آندزیت، تراکی آندزیت همراه با پیروکسن، آگلومر، توف های داسیتی و ریولیتی هستند. این کانسار به عنوان یک معدن باریت (کائولن) فعال بوده و برای اولین بار در این

تحقیق، فلزات پایه در این کانسار مورد توجه قرار می‌گیرد. در این فصل به کلیاتی در مورد این کانسار و همچنین چگونگی و روش کار پرداخته خواهد شد.

۱-۶ روش مطالعه

انجام این تحقیق طی چند مرحله به شرح زیر صورت گرفته است:

۱۶۱ گردآوری اطلاعات

- مطالعه کلیه منابع لازم در ارتباط با موضوع تحقیق

- جمع آوری اطلاعات مربوط به منطقه مورد مطالعه (جمع آوری نقشه های زمین شناسی

۱/۱۰۰۰۰۰ جام، ۲۵۰۰۰۰/۱ سمنان).

۲۶۱ مطالعات صحرایی

- بازدید های مقدماتی به منظور آشنایی با محدوده مورد مطالعه و انطباق اطلاعات موجود با

مشاهدات صحرایی.

- تهیه نقشه زمین شناسی معدنی به صورت نیم رخ در مقیاس ۱/۵۰۰۰ از منطقه معدنی کانسار

باریت پشته که در برگیرنده اهداف ذیل است:

- شناسایی و تفکیک دقیق واحدهای سنگی و چگونگی ارتباط با یک دیگر و همچنین برداشت

ساختارهای مهم موجود در محدوده مورد مطالعه.

- مشخص نمودن موقعیت فعالیت های معدنی و چگونگی ارتباط آن ها با واحدهای سنگی و

افقهای معدنی احتمالی.

-مطالعه شکل هندسی، ساخت و بافت ماده معدنی در مقیاس های ناحیه ای، محلی، رخنمون و نمونه دستی.

- مشخص نمودن موقعیت فعالیت های معدنی و چگونگی ارتباط آن ها با واحدهای سنگی و افق های معدنی احتمالی.

-نمونه برداری لیتوژئوشیمیایی از تونل های معدن: نمونه برداری عمود بر روند ساختارها (لایه بندی) صورت گرفته و مبنای آن تغییرات سنگ شناسی، رنگ و بافت بوده.

۳ ۶ ۱ مطالعات آزمایشگاهی

تهیه ۲۰مقطع نازک صیقلی و ۵۰ مقطع نازک و ۲۰ مقطع صیقلی از نمونه های سنگی مختلف و مطالعه بافت و ساخت، کانی شناسی و پاراژنز کانه ها.

تهیه ۵ مقطع دوبر صیقلی برای انجام مطالعات میکروترمومتری سیالات درگیر بر روی آن ها.

تجزیه ۷ نمونه به روش پراش پرتو (XRD) به منظور شناسایی کانی ها.

-تجزیه ۱۷ نمونه به منظور تعیین میزان عناصر کمیاب (Trace element) و بررسی های ژئوشیمی افق های کانه دار کانسار باریت- کائولن- مس پشته با روش (ICP-MS).

-تجزیه ۲ نمونه به منظور شناسایی عناصر فلزی مانند طلا و نقره در افق اول با روش الکترون میکروپروپ (EPMA).

- به موازات انجام کارهای فوق، تحقیقات کتابخانه ای و اینترنتی جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و تلفیق آن ها برای تدوین پایان نامه انجام گرفته است.

تحلیل داده ها و نگارش پایان نامه

نتایج حاصل از مراحل قبل با مطالعه کتب مرجع و مقالات و استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری از جمله Arc Gis، Excel، GCDkit 3.00، دسته بندی، پردازش و تلفیق گردیده و در نگارش پایان نامه از آن ها بهره برداری شده است.

۷-۱ انواع کانسارهای باریت

باریم جز ده عنصر برجسته در پوسته زمین نیست، ولی به عنوان سنگ ترین در میان عناصری که عیار فراوانی آن ها در پوسته زمین 380 ppm می باشد و وزن مخصوص آن در مهمترین کانی میزبان که باریت می باشد چگالی ظاهری $4/35 \text{ gr/cm}^3$ را دارا می باشد. باریت به صورت رگه ای و پرشدگی حفره ای، در لنزها و به صورت سنگی تشکیل می شود (Bao 6%). اگرچه با محتوای کمتری از باریم نسبت به ویتريت (Bao 77.7%)، باریت اقتصادی تر و با اهمیت تر از کربنات باریم (Wnag and lee., 1981) است. باریت در اسید نا محلول است (غیر سمی) و بسیار فراوان تر و گسترده تر از ویتريت است که در کانسارهای دما پایین رگه ای تشکیل می شود. باریت به طور معمول همراه با فلوریت در مدل های مختلف کانسارها همراه است و اجتماع پاراژنتیک کانی ها را تشکیل میدهد که نشان دهنده کانی زایی است که شامل گالن و اسفالریت می باشند.

بر اساس طبقه بندی Chessboard از (Dill 2010) کانسارهای باریت به ۶ دسته تقسیم بندی

می-شوند:

۱. کانسارهای باریت ماگمایی که شامل :

-کانسار باریت مرتبط با سنگ های نفوذی آلكالين و كربناتيت ها، (مثال: كانی سازی باریت- استرونتیانیت در منطقه ترنسبایکالیان، روسیه)

-کانسارهای سولفید آتشفشانی نوع کوروکو (Kuroko) (VMS)، کانسارهای کوروکوی ژاپن

-کانی زایی باریت همراه با اسکارن ها

۲. کانسارهای مرتبط با ساختارها که شامل :

-اپی ترمال (آب داغ) رگه های برشی فلورین- باریت

-اپی ترمال، مرتبط با ناپیوستگی (رگه های کم عمق) کانسارهای Ba-Pb-Zn، کانسارهای اپی ترمال فلورین-باریت (مارس)

- رگه های ویتريت

-رگه های تراستباند باریت-سیدریت و کانسارهای جایگزینی، (معادن دروژیاک (Drodiak)، زلاتنیک (Zlatnik)، چک و اسلواکی)

-کانسارهای ترکیبی تیپ رگه ای مرتبط با ناپیوستگی

معادن باریت کوتایسی (Kutaisi) واقع در جمهوری گرجستان شوروی و معدن مگنت کا و (Magnet Cove) در ایالت آرکانزاس آمریکا از نوع رگه ای هستند.

۳. کانسارهای رسوبی

-کانسارهای کارستی برجا مرتبط با باریت (سرب-روی)، مثال (ذخایر آرکانزاس در ایالات متحده آمریکا، یوکون (Yukon) در کانادا).

-کانسارهای باریت-سرب-روی (نقره) با میزبان کربناته (سولفیدی و غیر سولفیدی)

مثال: (Meggen) در آلمان و راملز برگ (Rammels-berg) در آلمان

۴. کانسارهای باریت-سلسستین مرتبط با دیاپیرها

۵. کانسارهای باریت نواری در سنگ های سیلیسی

-کانسارهای سرب-روی-نقره (باریم) سدکس-اس ام اس

-سنگ های سیلیکلاستیک و چرت بدون سولفید

۶. کانسارهای باریت-پیریت در رسوبات ترکیبی سیلیکلاستیک-فلات کربناته

۷. کانسارهای باریت-سلسستین در محیط های پلایا

۱۷۱ کانسارهای باریت ایران

زمین شناسی و پراکندگی باریت در ایران

معادن و کانسارهای گوناگونی از باریت در ایران وجود دارد که از لحاظ حجم و کیفیت در سطح جهانی قابل توجه هستند. کانی سازی باریت در ایران از پرکامبرین دیده شده است و معادن باریت در ایران در اکثر سازندهای زمین شناسی یافت می‌شوند.

بیشتر معادن و ذخایر باریت در ایران از نوع رگه ای و پرشدگی در شکاف ها می باشد و انواع دیگر در صورتی که وجود داشته باشند بسیار نادرند. سنگ درونگیر بیشتر ذخایر رگه ای در ایران کربناتی و از نوع آهک دولومیتی است و در برخی از موارد توف های آهکی و توف های آندزیتی نیز به عنوان سنگ میزبان مشاهده می شوند/ عیار این نهشته ها در سنگ میزبان اغلب پایین تر از ۵۰٪ است.

از دیدگاه زمین ساختی، پراکندگی ذخایر باریت ایران به ترتیب در زون های ایران مرکزی و البرز بیشتر از سایر زون ها و از دیدگاه زمین شناختی نیز عمدتاً سنگ های دوران سنوزوئیک که در برگیرنده این ذخایر می باشد، هرچند این پراکندگی در سایر دوران های زمین شناختی نیز دیده می شود.

ذخایر معدنی باریت در بسیاری از نقاط ایران یافت می شود ولی بزرگترین و مهم ترین آن ها در این نواحی قرار دارند.

حاجی آباد خور و دره کاشان در استان اصفهان، الیت در استان مازندران، جوشالو و آغچه مزار در استان قزوین، باریت الماس در استان آذربایجان شرقی، باریتین ار در استان تهران، اردکان و هفتعر عقدا و دشت ه در استان یزد.

علاوه بر این این ها عدسی ها، لایه ها و رگه های بسیاری در نقاط مختلف از جمله اطراف فریدون شهر، ساوه، درود، آباد، سمنان، تربت جام، کرج، آشتیان، ورامین و... کشف شده است، ولی وسعت و حجم این ذخایر محدود است.

-هیدروترمال: کانسار باریت هفت هر، عقدا

-رگه ای: معدن باریت اردکان، یزد، معدن باریت دشت ده، معدن باریت نیوک

-باریت لایه ای: معدن باریت الیت، مازندران

-سولفید توده ای- کوروکو: معدن باریت باریکا، سردشت و دره کاشان

- گرمایی: کانسار رود شور شاهدشت

- با میزان کربناته: معدن کمشچه اصفهان

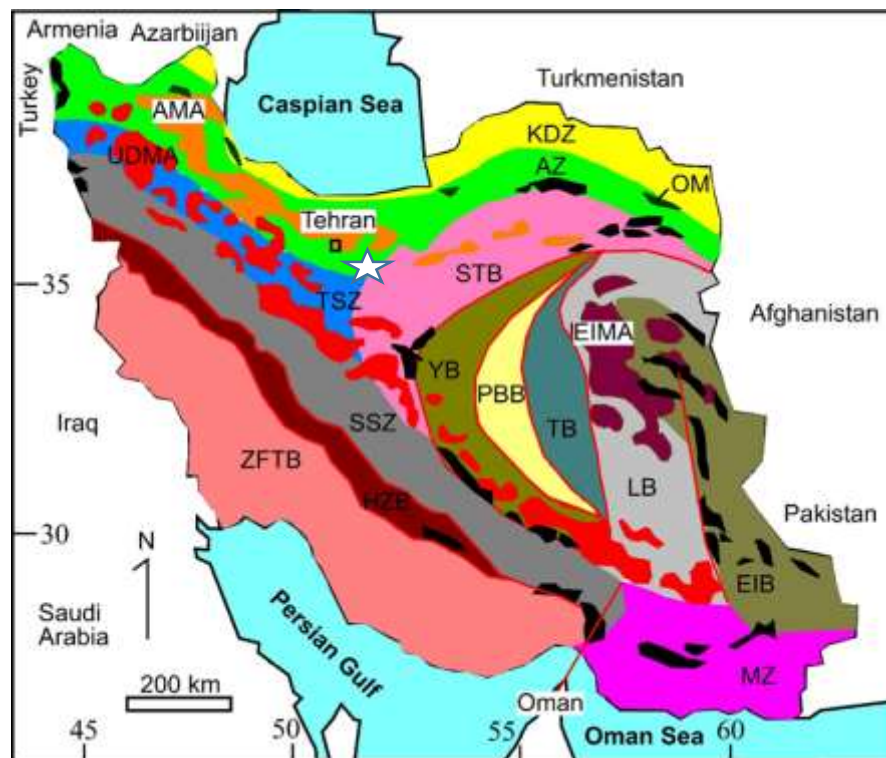
فصل دوم

زمین شناسی ناحیه ای

۱-۲ مقدمه

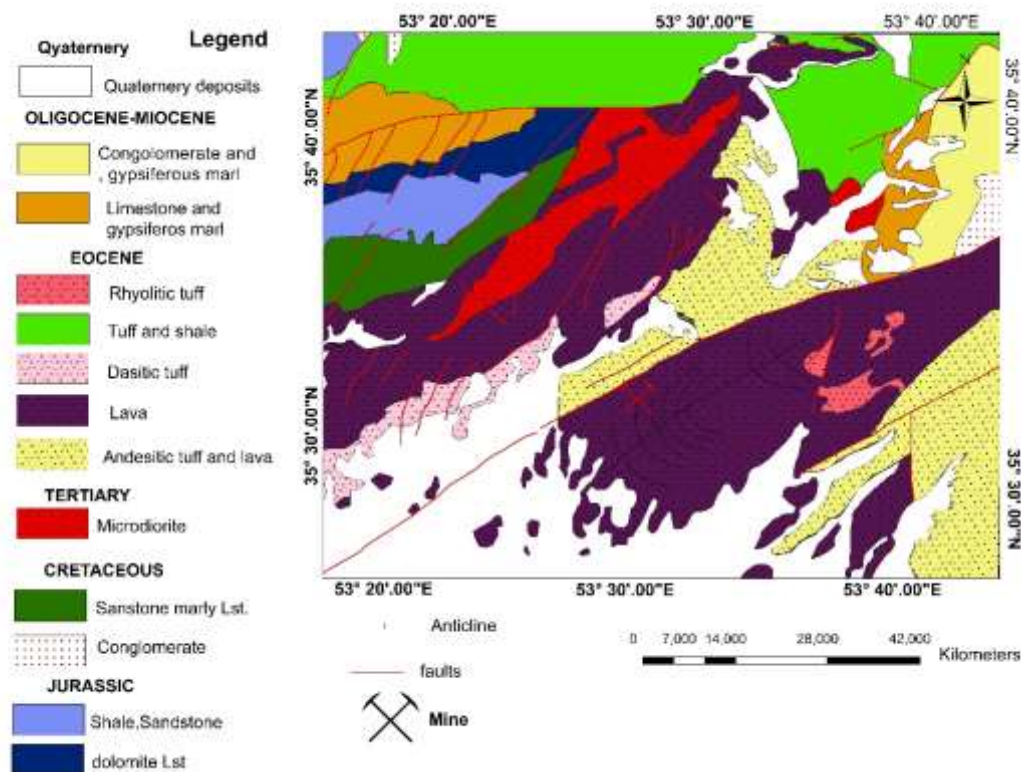
منطقه معدنی باریت پشته در کمر بند ماگمایی البرز (شکل ۱-۲) و در محدوده در نقشه

۱:۱۰۰۰۰۰ جام (علوی-نائینی، ۱۳۷۶) (شکل ۲-۲) قرار دارد.



شکل ۱-۲ موقعیت کانسار باریت پشته (علامت ستاره) در کمان ماگمایی البرز (AMA)، نقشه از

(آقناباتی، ۱۳۸۳) (Alvai.,1984).



شکل ۲-۲ نقشه زمین شناسی کانسار باریت پشته، از برگرفته از نقشه زمین شناسی، ۱:۱۰۰,۰۰۰، جام (از علوی نایینی)

گسل عطاری مهمترین گسل منطقه است. همچنین واحد های گدازه های آندزیتی و ردیف هایی از شیل و سنگ های آتشفشانی (Evsh)، داسیتی (Evd) و ریولیتی (Evr) و سنگ های آتشفشانی (Ev) مشاهده می شوند که هم عرض سازند کرج شناخته می شوند. با توجه به این که منطقه مورد مطالعه در مرز پهنه البرز (حاوی سازند آتشفشانی-رسوبی کرج) و کمر بند ماگمایی البرز (یا کمر بند ماگمایی شمال ایران مرکزی) قرار دارد، در ادامه ویژگی های این پهنه های ساختاری ارائه می شود.

۲-۲ ویژگی های پهنه البرز

البرز از دیدگاه جغرافیایی- زمین شناسی رشته کوهی است که از هندوکش افغانستان شروع و تا آذربایجان ادامه دارد. حد شمالی آن بین تپه ماهورهای دامنه شمالی و دشت ساحلی خزر واقع است. مرز جنوبی آن خیلی واضح نیست. در جنوب تهران و گرمسار تا سمنان به صورت تپه

ماهورهایی با ارتفاع کم ظاهر می شود که ویژگی های زمین شناسی ایران مرکزی را نشان میدهد. این ویژگی یعنی شباهت با ایران مرکزی در حاشیه جنوبی البرز در بیشتر مناطق به چشم میخورد و این شباهت در جهت خاوری از دیدگاه چینه شناسی بارزتر می شود.

اشتوکلین (Stoelin, 1974) البرز را از شمال به جنوب به شش پهنه (بیشتر از دیدگاه ساختمانی) تقسیم نموده است:

۱. پهنه برآمده و بالا زده گرگان
۲. پهنه نئوژن شمالی،
۳. پهنه شمالی مرکزی،
۴. پهنه جنوبی ترسیری
۵. پهنه بالا آمده پیشانی جنوبی

البرز به واحدهای مختلفی تقسیم شده است از جمله:

- البرز خاوری و کپه داغ یا پهنه بینالود که پهنه تدریجی بین ایران مرکزی و

البرز می باشد (نبوی، ۱۳۵۵).

- البرز مرکزی

- البرز باختری و آذربایجان

به طور خلاصه توالی سنگی منطقه مورد مطالعه با توجه به نقشه زمین شناسی تهیه شده از نقشه

۱:۱۰۰۰۰۰ جام (علوی-نائینی، ۱۳۷۶) از قدیم به جدید شامل بخش های زیر می باشد:

پس از ائوسن: از میکرودیوریت ها تشکیل شده

ژوراسیک: دولومیت به همراه سنگ آهک، شیل و ماسه سنگ

کرتاسه: کنگلومرا به همراه ماسه سنگ و سنگ آهک های مارنی

اٲوسن (از پايين به بالا): توف آندزيتي و گدازه، توف داسيتي، توف و شيل و توف ريوليتي

اليگوسن-ميوسن: سنگ آهك و ژيپس هاي مارني و كنگلومرا

و در نهايت در بالا واحد هاي كواترنري قرار گرفته اند (شكل ۲-۲).

۲-۳ ويژگي هاي كمر بند ماگمايي البرز:

- سازند كرج:

با توجه به گسترش سازند كرج در شمال منطقه معدني پشته، ويژگي هاي اين سازند بصورت زير

است:

۱. مطالعه برخي از قطعات آتشفشاني محفوظ مانده در توفيت ها (بالاي لشگرک) از يك

طرف و تعيين تركيب پلاژيوكلاز موجود در توفيت هاي دره كرج (اليگوكلاز-آندزين اسيد)

از طرف ديگر نشان مي دهد كه گدازه سازنده توفيت ها از انواع اسيدي تا حد واسط

(ريوداسيت، داسيت و غيره) بوده است كه در واقع از انواع آتشفشان هاي انفجاري هستند.

۲. ستبرا و گسترش اين رسوبات نشان دهنده تداوم فعاليت انفجاري آتشفشان هاي زير

دريائي است كه به طور متناوب مراحل آرامش نيز وجود داشته اند (تنوب توفيت ها با

رسوبات آهكي، شيلي و راديولاريتي). قطعات آتشفشاني حاصل از انفجار به صورت خاكستر

در آب پخش شده اند كه در بين آن ها قطعات فلدسپات، كوارتز و بيوتيت (در حال

تجزيه) نيز ديده مي شود.

۳. لايه بندي توفيت ها منظم و تدريجي است كه با توجه به ابعاد دانه هاي تخريبي

نشان دهنده رخساره كم عمق است. كف دريائي تشكيل دهنده در امتداد گسل ها و

شكستگي ها به تدريج در حال فرو نشستن بوده است. در مسير اين شكستگي ها و در

برخي از نقاط آن، امكان رسيدن گدازه هاي غليظ اسيدي تا حد واسط نيز به سطح زمين

تسهیل شده است. برخورد این گدازه ها با آب دریا که در داخل شکاف ها صورت می گرفته، صفت انفجاری اصلی آن ها را تشدید کرده و سبب پراکندگی قطعات در آب دریا شده است (درویش زاده، ۱۳۷۰).

به عقیده آنلز و همکاران (Annells et al., 1975) رسوب گذاری آهک های کم عمق و ایجاد یک محیط پلایایی، فاز اولیه تشکیل سازند کرج بوده که در ائوسن اتفاق افتاده است. فاز دوم ائوسن فوران بازالتی کم قدرتی بوده است که فوران داسیتی را نیز در بین خود داشته است. فاز سوم تشکیلات کرج با فوران های انفجاری ریولیتی و داسیتی همراه بوده است.

حرکات پوسته ای در انتهای الیگوسن افزایش یافته و در بعضی نواحی نیز گدازه های بازالتی - آندزیتی دیده می شود.

سنگ های آتشفشانی - رسوبی سازند کرج را در شمال و خاور تهران در درجه اول توف های شیشه ای بلور دار و توف های شیشه ای کربناتی و در درجه دوم توفیت ها تشکیل می دهند. ایگنمبریت و توف های جوش خورده نیز به طور پراکنده دیده میشوند. سنگ های آذرین نیمه ژرف مانند دیابازها نیز در بخش های زیرین این سازند به طور پراکنده دیده میشوند. سنگ های آذرین نیمه ژرف مانند دیابازها نیز در بخش های زیرین این سازند به طور پراکنده دیده می شوند.

به طور کلی سن سازند کرج ائوسن میانی می باشد و در برخی نقاط ممکن است تا اواخر ائوسن ادامه داشته باشد. به نظر میرسد که سنگ های سری سبز که گرایش توفی و گاه توفیتی دارند و تغییر رخساره سنگ شناسی خاصی در بیشتر گستره البرز مرکزی نشان نمی دهند متعلق به ائوسن میانی باشند و در ائوسن پسین و احتمالاً تا الیگوسن پیشین این ولکانیسم با گرایش بیشتر گدازه ای ادامه داشته است. البته این موضوع بیشتر در باختر و البرز مرکزی یعنی از منطقه کرج به بعد مشاهده می شود.

به عقیده اشتادلر (stadler,1971) سری های ولکانیک شامل پیروکلاستیک ها و فورانی ها ممکن است با بخش های توف بالایی و میانی از سازند کرج با سن های ائوسن میانی تا پسین و احتمالاً الیگوسن پیشین قابل تطابق باشند. این نهشته ها به طور معمول با توف شروع و با گدازه ها خاتمه می یابند (قربانی، ۱۳۹۳).

۴-۱ توالی شمال ایران مرکزی

بیان تمام دیدگاه ها در خصوص ایران مرکزی (ورق ایران) نتیجه گیری را دشوار می سازد. ولی، با تکیه و تلفیق نظرهای چیره، میتوان بخش ایرانی ورق مورد نظر را به زیر پهنه های سنندج-سیرجان، البرز، خرد قاره ایران مرکزی، بلوک لوت و حوضه فلیشی خاور ایران را تقسیم کرد. در یک نگاه کلی واحد های چینه شناختی-ساختاری ایران میانی عبارتست از:

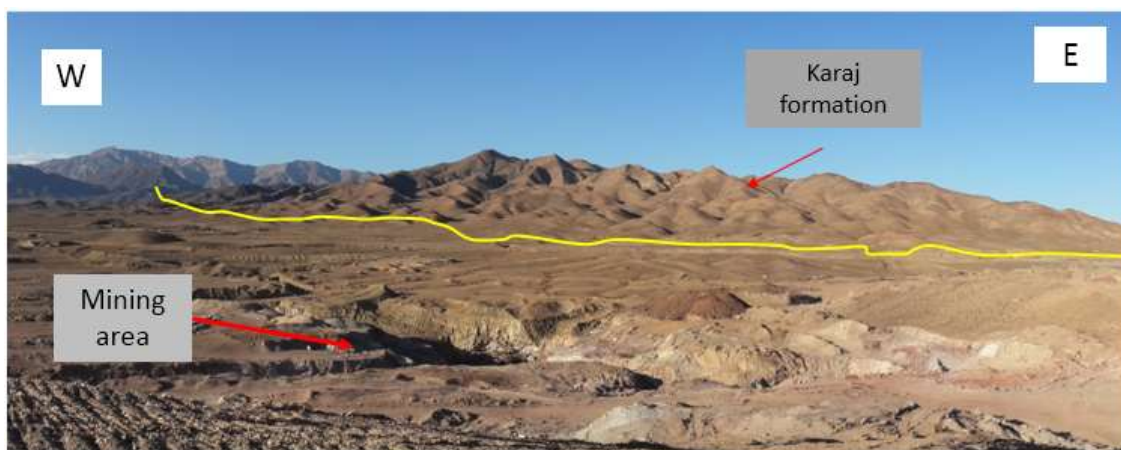
- ۱- پی سنگ دگرگونی پرکامبرین
- ۲- ردیف های سکویی پرکامبرین پسین-تریاس میانی
- ۳- انباشته های زغال دار تریاس پسین-ژوراسیک میانی-کرتاسه
- ۳- رسوب های دریایی ژوراسیک میانی-کرتاسه به همراه فعالیت های آتشفشانی
- ۴- فعالیت های ماگمایی دریایی و رسوب های همزمان با کوهزایی پالئوژن
- ۵- فعالیت های ماگمایی خشکی و رسوب های قاره ای نئوژن-کواترنر

۱۳۲ ولکانیسم ترشیری در البرز مرکزی

البرز مرکزی از ناحیه فیروزکوه شروع شده و تا نواحی شمال، شمال باختری قزوین-رشت ادامه می‌یابد.

ترشیر در البرز مرکزی به ویژه دامنه جنوبی آن از نظر سنگ های آتشفشانی به خصوص آتشفشانی-رسوبی جایگاه ویژه ای دارد. سنگ های آتشفشانی ترشیر در البرز، سازندی آتشفشانی-رسوبی را به وجود می آورند که به سازند کرج معروف می باشد.

این سازند در گردنه آهوان و شمال منطقه مورد مطالعه رخنمون دارد (شکل ۲-۳).



شکل ۲-۳ تصویر صحرایی از رخنمون سازند کرج در منطقه مورد مطالعه، (دید به سمت شمال).

برش نمونه این سازند در دره کرج کنار جاده چالوس قرار دارد.

ستبرای کل مقطع نمونه ۳۳۰ متر بوده و به وسیله ددوال (Dedual, 1976) به پنج بخش تقسیم شده است.

مشخصات سنگ شناسی بخش های مذکور به شرح زیر خلاصه می شود:

۱. بخش شیلی زیرین به ستبرای ۱۰۵۵ متر که از شیل های آهکی و سیلیسی خاکستری تیره تشکیل شده است و در آن قسمت های توفی همراه با لایه های توف خاکستر و توف شیشه ای به رنگ خاکستری دیده می‌شوند. در نزدیکی قاعده این بخش ۲۰ متر گدازه پورفیریت اوژیت دار وجود دارد.
۲. بخش توفی میانی به ستبرای ۱۱۷۷ متر که در آن توف های ضخیم لایه و شیشه های، توف های خاکستر به رنگ سبز مایل به آبی تا سبز روشن همراه با لایه هایی از آهک دیده می‌شوند. گاه در قسمت بالایی این بخش توف های شیشه ای سفید رنگ دیده می‌شوند که غنی از فلدسپات پتاسیک می باشند.
۳. بخش های شیل آستارا به ستبرای ۱۶۷ متر که متشکل از شیل های آهکی با لایه های فرعی از توف و شیل توفی می باشند.
۴. بخش توفی بالایی به ستبرای ۹۱۷ متر که عمدتاً از نوع توف سبز است و در داخل آن لایه هایی از شیل توفی و ماسه سنگ توف دار و شیل آهکی دیده می شود.
۵. بخش شیل های کندوان که در شمال گردنه کندوان و در داخل یک ناودیس تنگ و فشرده وجود دارند (قربانی، ۱۳۹۳).

۲ ۳ ۲ چینه شناسی ترشیاری

همانند بیشتر جای های دیگر ایران، حرکات کوهزایی برابر لارامین ناحیه جام را نیز تحت تاثیر خود قرار داده است، آن سان که رسوب های ترشیری با دگر شیبی زاویه ای و با کنگلومرای قاعده بر روی سنگ های کهنتر جای گرفته است. در ناحیه جام چهار مجموعه لیتولوژی کاملاً متفاوت در زمان ائوسن و آغاز الیگوسن در خور تشخیص است. این چهار مجموعه از پایین به بالا عبارتند از مجموعه

کنگلومرایی و آهکی به سن ائوسن و احتمالاً بخش های بالایی پالتوسن، ردیف هایی از توف و شیل همراه با میان لایه هایی از سنگ های آتشفشانی و ماسه سنگی، ردیف هایی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا به سن ائوسن میانی و بالاخره ردیف هایی از مارن و توف های سبز همراه با میان لایه هایی از آهک و گچ به سن ائوسن بالایی و الیگوسن پایینی.

ائوسن و احتمالاً بخش های بالایی پالتوسن (Ef) با ۷۰۰ متر کنگلومرا با عناصر متفاوت و ماسه سنگهای آهکی آغاز می شود، که می تواند هم ارز سازند فجن باشد، بر روی این کنگلومرا گاهی حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر آهک های ماسه ای همراه با نومولیت های وابسته ائوسن زیرین جای گرفته است (En).

۲ ۳ ۳ چینه شناسی منطقه جام

همانند بیشتر جای های دیگر ایران، حرکات کوهزایی برابر لارامین ناحیه جام را نیز تحت تأثیر خود قرار داده است، آن سان که رسوب های ترشیری با دگر شیبی زاویه ای و با کنگلومرای قاعده بر روی سنگ های کهنتر جای گرفته است. در ناحیه جام چهار مجموعه سنگ شناسی کاملاً متفاوت در زمان ائوسن و آغاز الیگوسن در خور تشخیص است. این چهار مجموعه از پایین به بالا عبارتند از مجموعه کنگلومرایی، و آهکی به سن ائوسن و احتمالاً و بخش های بالایی پالتوسن، ردیف هایی از توف و شیل همراه با میان لایه هایی از سنگ های آتشفشانی و ماسه سنگی، ردیف هایی از مارن، ماسه سنگ و کنگلومرا به سن ائوسن میانی و بالاخره ردیف هایی از مارن و توف های سبز همراه با میان لایه هایی از آهک و گچ به سن ائوسن بالایی و الیگوسن پائینی.

ائوسن و احتمالاً بخش های بالایی پالتوسن (Ef) با ۷۰۰ متر کنگلومرا و با عناصر متفاوت و ماسه سنگ های آهکی آغاز می شود، که می تواند هم ارز سازند فجن باشد. بر روی این کنگلومرا گاهی حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر آهک های ماسه ای همراه با نومولیت های وابسته به ائوسن زیرین جای گرفته است (En). این آهک ها هم ارز سازند زیارت است. بر روی این واحد به تدریج یک سری به ستبرای حدود

۱۶۰۰ متر شامل ردیف هایی از ماسه سنگ (Esl)، لاواهای آندزیتی و توف (Evt)، شیل های سیاه رنگ یکنواخت (Esh)، ردیف هایی از شیل و سنگ های آتشفشانی (Evsh)، توف های داسیتی (Evd) و ریولیتی (Evr) و سنگ های آتشفشانی (Ev) جای گرفته است. این سری از نظر موقعیت چینه ای و کم و بیش ترکیب سنگ شناختی هم ارز سازند کرج سنجیده شده است. این ردیف در ناحیه جام به تدریج با ردیف هایی از مارن گچ دار، کنگلومرا و ماسه سنگ (Em) به ستمبرای حدود ۱۵۰۰ متر پوشیده شده، که به نام مارن دوزهیر نامگذاری شده است. گاهی در بخش های زیرین، میانی و بالایی این ردیف ها، افق های کنگلومرایی چنان ستمبرایی دارد، که می توان آن ها را جداگانه برداشت نمود. بر پایه بررسی های فسیل شناسی انجام شده در این ردیف ها، سن ائوسن میانی برای آن تعیین شده است. بر روی مارن دو زهیر ردیف هایی حدود ۴۰۰ متر از مارن های سبز، آبی و کرم و توف های سبز و سفید (Eor) جای گرفته است. که اغلب همراه با یک لایه آهک نومولیت دار (n) و یک لایه گچ (g) می باشد. این ردیف ها در ناحیه جام توف های رزاقی نامگذاری شده است. با توجه به نومولیت های موجود در لایه آهکی سن توف های رزاقی ائوسن بالایی (پریابونین) و احتمالاً بخش های زیرین الیگوسن تعیین شده است.

کنگلومراهای الیگوسن (Oml) در ناحیه جام هم ارز سازند قرمز زیرین (L.R.F) است، که رخساره آواری و مردابی دارد. این سازند بیشتر از کنگلومرا، ماسه سنگ و عدسی هایی از گچ درست شده و در همه موارد بر روی توف های رزاقی (Eor) جای گرفته است. این کنگلومرا که تنها در نواحی جنوبی ناحیه مورد بررسی برونزد دارد، هیچ گاه بر روی لایه های کهن تر از توف های رزاقی نمی شیند. الیگوسن پایانی و میوسن (Omq) در ناحیه جام با سازند قم در جای های دیگر ایران سنجیده شده است. این سازند کنگلومراهای سازند قرمز زیرین را با ناپیوستگی هم شیب و سازند های کهن تر از آن را با ناپیوستگی دگر شیب می پوشاند. سازند قم در ناحیه جام بیشتر از آهک های سفید رنگ، آهک های مارنی و مارن های سبز روشن و خاکستری ساخته شده و به طور متوسط حدود ۵۰۰ متر ستمبرا دارد.

چنین به نظر می‌رسد که پیشروی دریایی که نهشته های سازند قم را در ناحیه جام از خود بر جای می نهاده است، از جنوب خاوری به سوی شمال و شمال خاوری بوده است، زیرا سن لایه های زیرین این سازند در ناودیس آبگرم (واقع در جنوب ناحیه) الیگوسن بالایی، در حوالی ایستگاه گرداب آکی تانین و در حوالی روستای عطاری حد واسط الیگوسن بالایی به سن میوسن تعیین شده است. سازند قرمز بالایی (U.R.F) در شمال و جنوب ناحیه مورد بررسی، رخساره کاملاً یکنواختی ندارد. در بخش شمالی ناحیه جام (جنوب سازند قرمز با روستای عطاری) سازند قرمز بالایی ۳۸۰ متر ستبراً دارد، که همشیب و بتدریج بر روی سازند قم جای گرفته است. در بخش شمالی، این سازند از دو واحد متفاوت از یک دیگر تشکیل می‌شود. یک سوم بخش زیرین با ردیف‌هایی از کنگلومرا و مارن‌های ماسه‌ای قرمز رنگ درست شده است (MI) در صورتی که بخش بالایی را مارن‌های ماسه‌ای قرمز رنگ همراه با افق‌های نازکی از گچ می‌سازد (M2). سن این سازند با توجه به موقعیت چینه‌ای آن میوسن بالایی تا پلیوسن زیرین تعیین شده است. در ناحیه جام نهشته‌های جوان‌تر از میوسن بالایی و پلیوسن زیرین (U.R.F) از پایین به بالا شامل واحد‌های زیر می‌باشد:

۱-ردیف‌هایی از مارن، کنگلومرا و رس‌های ماسه‌دار (PI) که سن احتمالی پلیوسن برای آن در نظر گرفته شده است.

۲-ردیف‌هایی از کنگلومرا، ماسه سنگ‌آهکی و رس (Qp1)، که در برخی نواحی به دو بخش کاملاً متفاوت از یک دیگر کنگلومرا (C) در زیر و رس‌های ماسه‌ای (a) در بالا می‌توان آن را جدا کرد.

۳-تراست‌های آبرفتی کهن (Qt₁) که به تراست‌های بلند، متوسط و کوتاه قابل جدا کردن است.

۴-دشت‌های آبرفتی (Qt₂)، مخروط‌های افکنه، رسوب‌های رودخانه‌ای (Qal) و دشت‌های رسی

(گزارش نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ جام، علوی-نائینی، ۱۳۷۶).

۴ ۳ ۲ سنگ های آذرین ناحیه جام

سنگ های آذرین ناحیه را بیشتر سنگ های آتشفشانی و هیپوپولکانیک تشکیل می دهد و عملاً سنگ های پلوتونیک در ناحیه برون زد چندانی ندارد بطور کلی سنگ های آذرین بخش های بزرگی از ورقه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ جام را پر کرده و میتوان آن ها را به سه دسته تقسیم کرد:

- سنگ های آذرین موجود در کوه وطن و بزکوه که بیشتر از دیاباز، میکرودیوریت و تراکی آندزیت درست شده و سن آن ها احتمالاً پالئوزوئیک است.

- سنگ های موجود در حوالی دهکده جام که بیشتر از نوع دیاباز و سن آن ها احتمالاً ائوسن است.

- بالاخره سنگ های آذرین موجود در کوه های خیر آباد و ردیمک و چاه محمد (غرب ناحیه) که بیشتر آن ها از نوع آتشفشان های زیر دریایی و همراه با رسوب های وابسته به ائوسن است.

دیابازها و میکرودیوریت های کوه وطن دارای بافت افیتیک هستند و کانی های اصلی آن آندزیت و لابرادوریت است. این پلاژیوکلاز ها گاهی به سرسیت و کلسیت تبدیل شده اند. کانی های دیگر این سنگ عبارت است از پیروکسن های مونوکلینیک (اوژیت) و کمی بیوتیت، کانی های فرعی آن آپاتیت و اکسید های آهن است، که در متن سنگ به رنگ تیره می باشد.

میکرودیوریت ها بافت میکروگرونولار و کانی های فراوان آن پلاژیوکلازهایی است که بیشتر به کلریت تبدیل شده اند. کانی های اصلی این سنگ ها عبارتند از الیگوکلاز، آندزیت بیوتیت، کانی های فرعی آن سریسیت، کلسیت، کلریت و اپیدوت و اکسید آهن است، تراکی آندزیت ها همراه با سازند بز کوه (سیلورین) به فاصله کمی در خاور ناحیه مورد بررسی در دامنه کوهی به نام بزکوه برونزد دارد، سن این تراکی آندزیت ها احتمالاً سیلورین است.

فعالیت های آتشفشانی ترشیری در ناحیه جام محدود به ائوسن میانی است و به طور کلی بخش بزرگی از تشکیل دهنده های سازند کرج را در این ناحیه سنگ های آتشفشانی درست میکند. توف های سبز رزاقی به سن ائوسن پایانی و الیگوسن آغازی فرآورده فعالیت آتشفشان هایی بیرون از ناحیه جام است. سنگ های ولکانیکی ائوسن بیشتر از نوع آندزیت، تراکی آندزیت همراه با پیروکسن، آگلومر، توف های داسیتی و ریولیتی است.

۲ ۳ ۵ تکتونیک و زمین ساخت ناحیه جام

ناحیه جام دارای خصوصیتی است که در آن میتوان دو واحد زمین ساختی مختلف را تشخیص داد. بخشی که در شمال باختری ناحیه مورد بررسی قرار گرفته از نظر سرگذشت زمین شناسی و شیوه چین خوردگی از واحد زمین ساختی البرز پیروی می نماید در صورتی که بخشی که در جنوب خاوری این ناحیه جای دارد وابسته به واحد زمین ساختی ایران مرکزی و دارای ویژگی های این واحد است. این دو بخش را گسلی بزرگ با شیب حدود ۸۰ درجه در سوی جنوب از یکدیگر متمایز می کند. این گسل در ناحیه جام به نام گسل عطاری نامیده شده و حد پالئوژئوگرافی (پارینه جغرافیایی) و مرز جدا کننده کوه های البرز از ایران مرکزی در ناحیه جام به شمار می آید و آخرین حرکات آن راست گرد می باشد. به طور کلی فازهایی که ناحیه جام را تحت تأثیر قرار داده است عبارت است از:

- فاز تکتونیکی برابر هرسین (Hercynian): این فاز در قاعده سازند درود قرار دارد و به صورت خشکی زایی است.

- فاز برابر کیمرین پیشین (Early Kimmerian): این فاز در ناحیه جام با یک دگر شیبی خفیف میان سازند شمشک (که قاعده آن سنی برابر نورین دارد) و لایه های کهن تر بویژه رسوب های پرمین قابل تشخیص است.

- فاز کیمرین میانی (Middle Kemmerian): این فاز مانند نقاط دیگر ایران میان باژوسین زیرین (که رخساره پسروند دارد و بخش بالایی سازند شمشک را پدید آورده) و باژوسین بالایی (که رخساره پیشرونده دارد و قاعده سازند دلیچای را پدید آورده) قابل تشخیص است.

- فاز برابر کیمرین پسین (Late Kimmerian): این فاز در قاعده نهشته های وابسته به کرتاسه زیرین جای دارد و در ناحیه جام با دگر شیئی زاویه ای میان آهک های بدولین (Bedulian) و سازند بغمشاه همراه با کنگلومرای قاعده قابل تشخیص است.

- فاز برابر اتریشی (Austrian): فاز کوهزایی اتریشی در قاعده کرتاسه بالایی قرار دارد و در ناحیه جام با قرار گرفتن ماسه سنگ های گلوکونیتی سنومانین بر روی شیل های آلبین مشخص می شود. در این ناحیه این فاز با چین خوردگی همراه نیست، بلکه بصورت خشکی زایی عمل نموده است.

فاز برابر لارامید (laramian): در پایان کرتاسه بالایی و در آغاز ائوسن، کوهزایی لارامید ناحیه جام را بشدت تحت تاثیر خود قرار داده است و این کوهزایی با جای گرفتن کنگلومرای سازند فجن با دگر شیئی زاویه ای بر روی تشکیلات کرتاسه بالایی و کهنتر مشخص می شود.

افزون بر فازهای کوهزایی و خشکی زایی یاد شده و فازهای کوهزایی پیش از نهشته های الیگوسن پایانی، میوسن (سازند قم)، پلیوسن و کواترنری در ناحیه جام شناسایی شده است (گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰۰ جام، علوی-نائینی، ۱۳۷۶).

در بعضی از نواحی ایران مرکزی نیز رسوبات ترشیاری با کنگلومرای قاعده ای و ماسه سنگ شروع می شود که به ور دگر شیب، سنگ های قدیمی تر را می پوشاند. میتوان گفت که به دنبال فاز کوهزایی اواخر کرتاسه، بخش مهمی از ایران مرکزی از آب خارج می شود و به این ترتیب در قاعده سنگ های ترشیاری این دگرشیبی مهم را به وجود می آورد. فرسایش ارتفاعات حاصل از این کوهزایی سبب تجمع رسوبات کنگلومرایی در دامنه ها و نقاط پست شده است که به آن کنگلومرای کرمان می گویند. فوران

های آتشفشانی در این زمان، این رسوبات کنگلومرای را در بیشتر نقاط ایران مرکزی پوشانده است و از طرف دیگر فرسایش این سنگ های آتشفشانی، رخساره های فلیشی را در حاشیه قاره ها و بعضی حوضه های داخلی به جا گذاشته است.

این فعالیت های آتشفشانی که در بعضی نواحی در اواخر کرتاسه شروع شده بود در تمام ائوسن ادامه داشت و فعالیت آن ها تا نئوژن و کواترنر نیز طول کشید.

فاز کوهزایی پیرنه سبب خروج این ناحیه از آب و نبود رسوب گذاری بین ائوسن و الیگوسن شد. سپس بر اثر پیشروی در دریای الیگوسن، رسوبات قرمز قاره ای تشکیل شد (سازند قرمز زیرین).

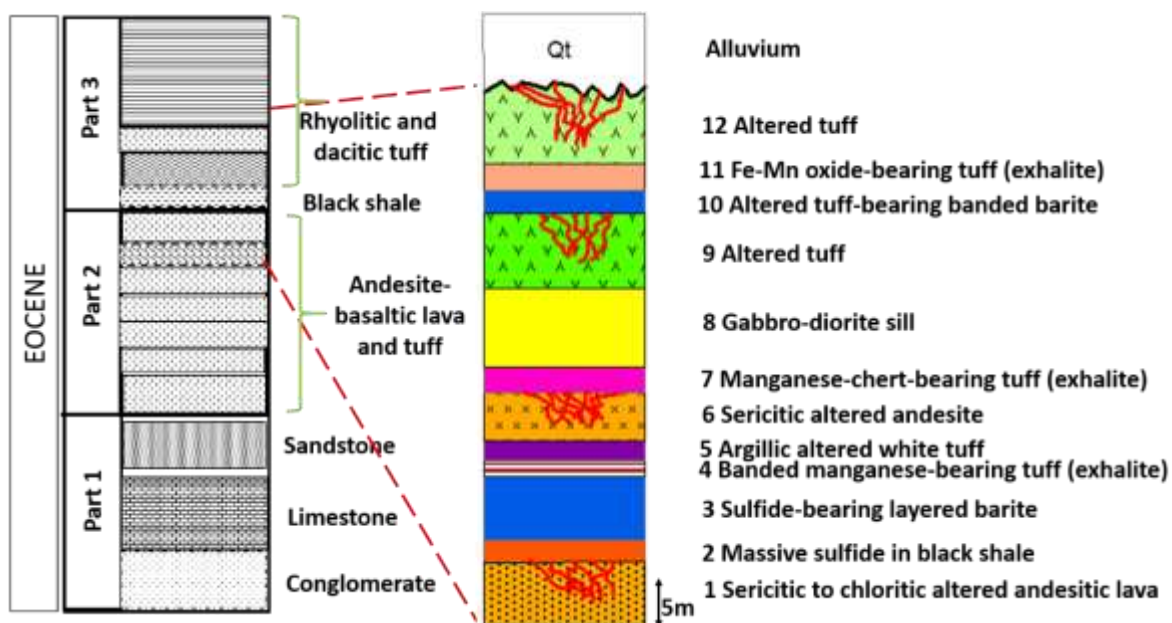
با پیشروی دریا در الیگوسن میانی، سازند دریایی قم ته نشین شد. در فاز کوهزایی میوسن این سازند دچار چین خوردگی شده، از آب خارج شد و بر روی آن مجددا رسوبات قرمز قاره ای به نام سازند قرمز بالایی تشکیل شد. با تأثیر فاز کوهزایی پلیوسن آغازی، بخش مهمی از ایران مرکزی از آب خارج شد. از فرسایش آن ها رسوبات کنگلومرای که باید آن را معادل و هم سن کنگلومرای بختیاری به حساب آورد ته نشین شد (درویش زاده، ۱۳۸۹).

فصل سوم

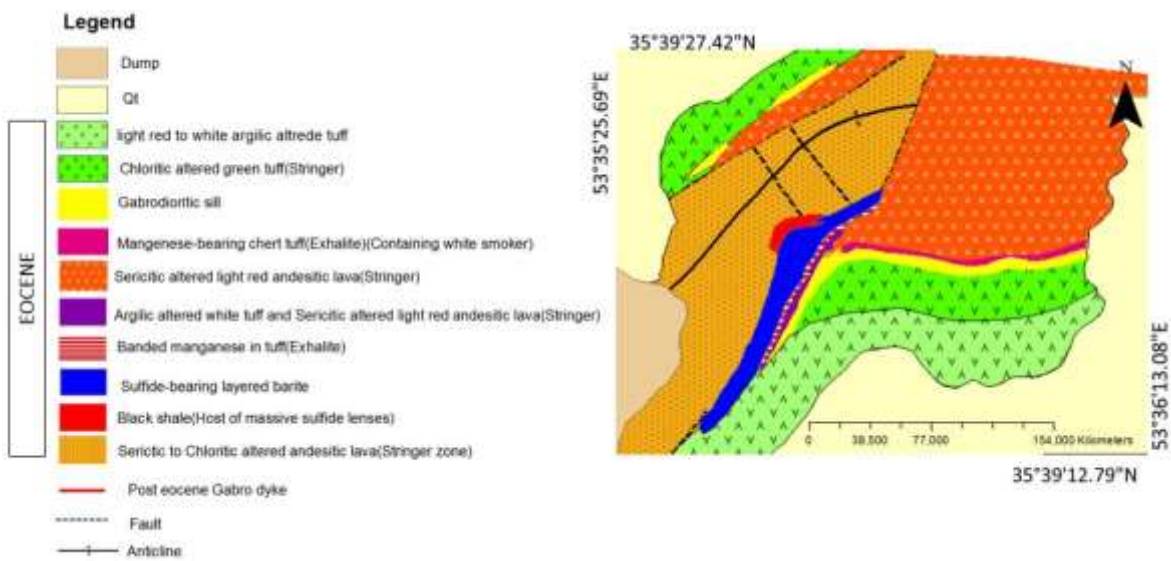
زمین شناسی منطقه معدنی

۱-۳ مقدمه

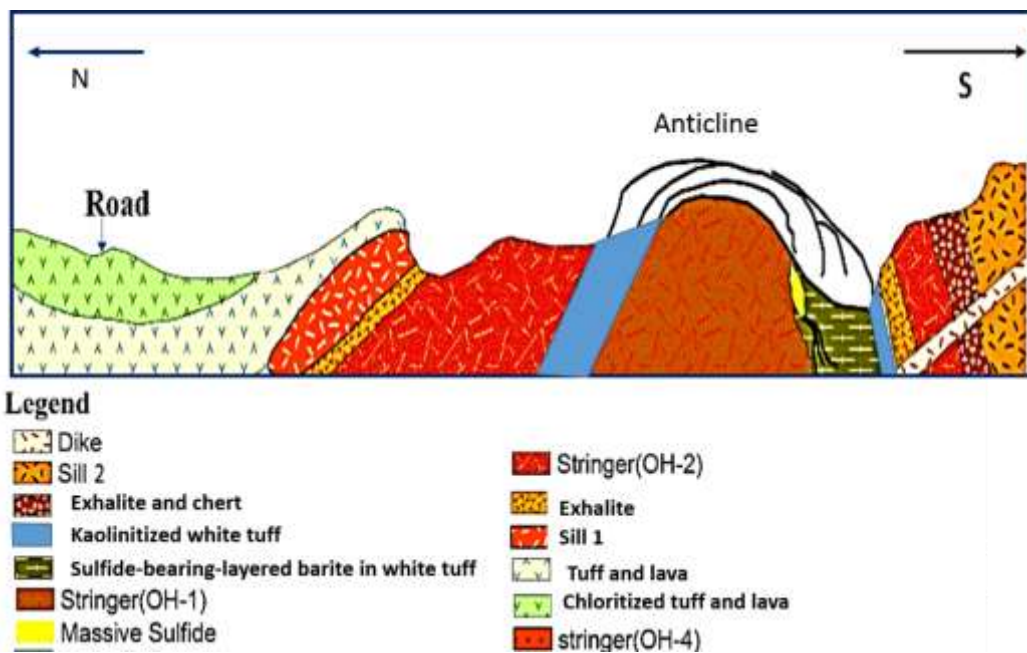
در این بخش پتروگرافی دو گروه عمده سنگ های ناحیه از لحاظ نمونه دستی و مقطع میکروسکوپی مورد بررسی قرار می گیرند. از آن جا که توالی آتشفشانی-رسوبی ائوسن میزبان کانی زایی باریت-کائولن-مس می باشد، به همین دلیل با استفاده از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ جام، تصاویر ماهواره ای و عملیات صحرائی (پیمایش های عرضی) صورت گرفته در محدوده معدنی، ابتدا ستون چینه شناسی عمومی (شکل ۱-۳) و نقشه زمین شناسی و ساختاری به صورت نیمرخ در مقیاس ۱:۵۰۰۰ از محدوده مورد مطالعه و کانسار پشته تهیه گردید (شکل ۳-۳ و ۲ و ۱).



شکل ۱-۳ توالی آتشفشانی-رسوبی در منطقه معدنی پشته



شکل ۲-۳ نقشه زمین شناسی از منطقه معدنی پشته.



شکل ۳-۳ نیم رخ شماتیک محدوده معدنی کانسار باریت پشته.

۳-۲ سنگ های آتشفشانی

۱ ۲ ۳ چینه شناسی و سنگ شناسی منطقه

توالی آتشفشانی-رسوبی ائوسن میزبان کانه زایی باریت-فلزات پایه پشته می باشد. توالی میزبان از پایین به بالا از سه واحد اصلی سنگی تشکیل شده است: الف) بخش اول (Part 1): واحد رسوبی شامل کنگلومرا، آهک و ماسه سنگ، ب) بخش دوم (Part 2): غنی از گدازه و ج) بخش سوم (Part 3): غنی از توف. بخش اول در منطقه پشته رخنمون ندارد و لذا از لحاظ سنگ شناسی بررسی نشده است. کانه زایی در بخش بالایی بخش غنی از گدازه و قاعده بخش غنی از توف رخ داده است (شکل ۳-۱). سنگهای درونگیر این کانسار، بیشتر توف و سنگهای گدازه ای آندزیتی و داسیتی هستند. در ادامه توصیف سنگهای توالی میزبان به ترتیب شماره در شکل ۳-۱ از قدیم به جدید ارائه می گردد.

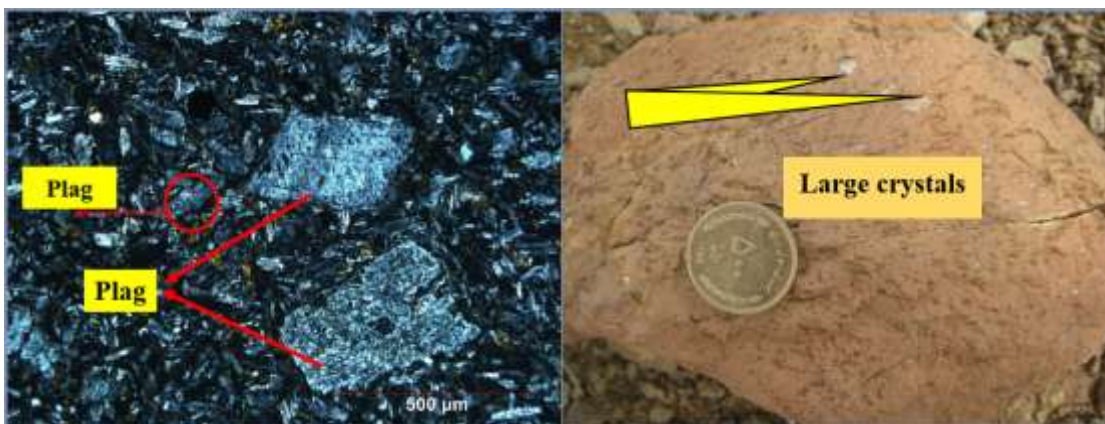
۳-۳ واحد اصلی (E)

۱ ۳ ۳ بخش غنی از گدازه

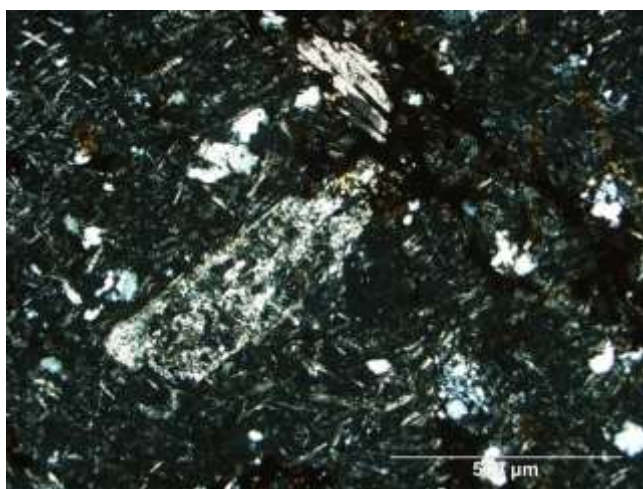
ضخامت این بخش از توالی سنگی منطقه حدوداً ۲۸۰ متر می باشد که به طور هم شیب نسبت به یکدیگر قرار گرفته اند. این واحد در بخش شمالی محدوده معدنی قرار گرفته است. گدازه ها بیشتر از جنس آندزیت و تراکیت می باشند و توده های نفوذی این واحد با جنس گابرو و دیوریت هستند (شکل ۳-۴). همچنین بازالت های منشوری نیز در این ناحیه مشاهده می شود و توف ها بیشتر دانه ریز و با ترکیب توف شیلی هستند. این بخش دارای ریخت شناسی خشن تر و کمتر فرسایش یافته است و دارای رنگ رخساره ای خاکستری تا سبز می باشد. همچنین در این بخش، واحد تغذیه کننده یا استرینگر باریتی که میزبان آن سنگ های توفی هستند مشاهده می شود. این بخش از زیر واحدهای کوچکتری تشکیل شده است که قدیم به جدید به شرح آن ها می پردازیم.

۳-۱-۱-۱ گدازه های آندزیتی (شماره ۱ در شکل ۳-۱)

ضخامت این واحد که در دامنه کوه در شمال جاده سمنان-شاهرود قرار گرفته حدود ۳۰ متر می باشد که جنس آن گدازه و رنگ آن قهوه ای روشن تا تیره می باشد و سنگ های آن از جنس آندزیت و بخش هایی از آن از جنس توفیت می باشند. بافت این سنگها تمام بلورین تا نیمه بلورین با خمیره آفانیتی است و از نظر ترکیب شبیه دیوریتها هستند (شکل ۳-۴و۵).



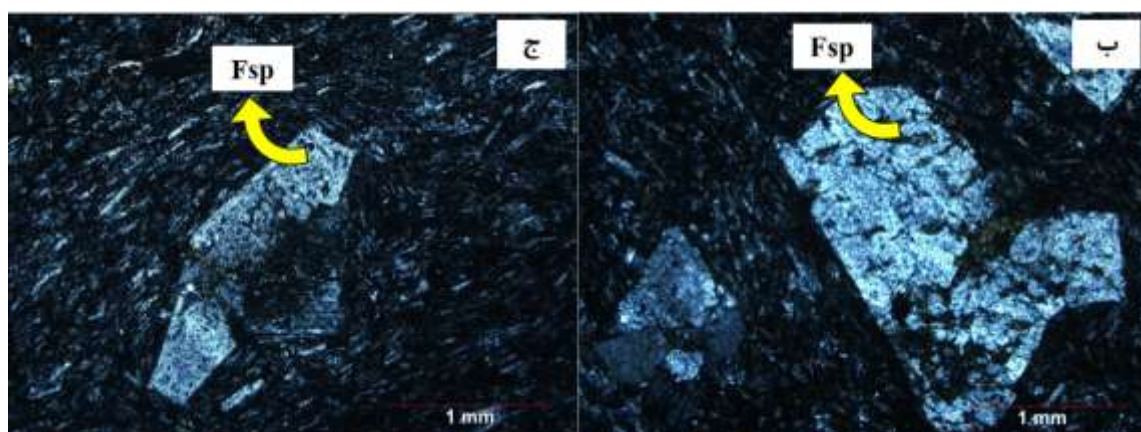
شکل ۳-۴ نمایی از گدازه آندزیتی و تصویر میکروسکوپی در زیر افق غنی از گدازه.



شکل ۳-۵ تصویر میکروسکوپی از یک توفیت با قطعات درشت و ریز فلدسپات در زمینه شیشه ای.

۳-۱-۲-۳ توف

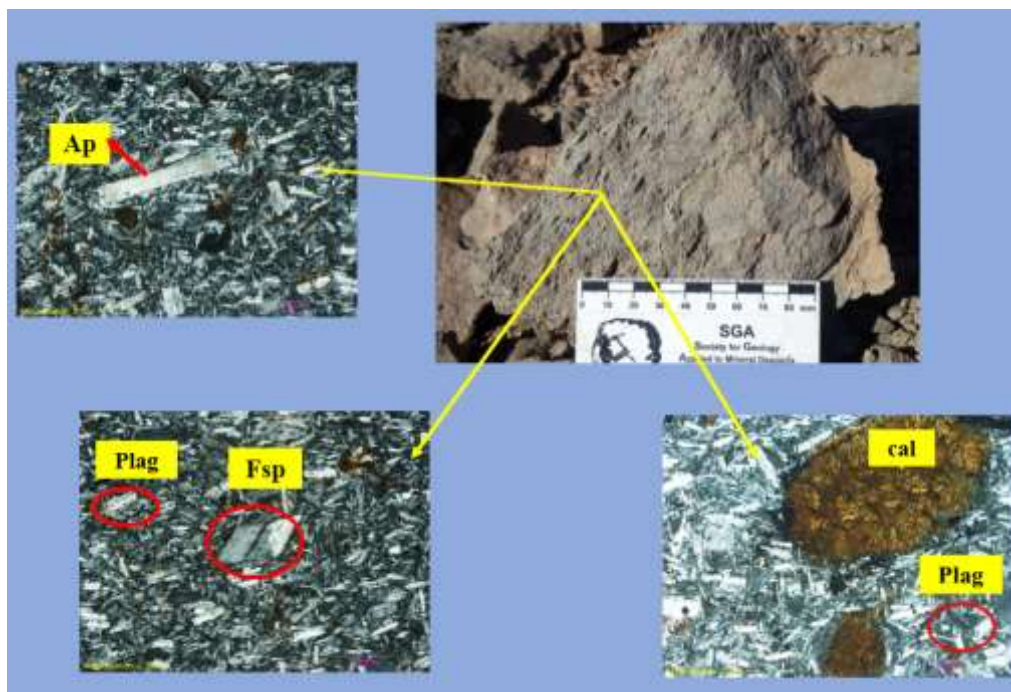
ضخامت این واحد که در دامنه کوه در شمال جاده سمنان-شاهرود قرار گرفته حدود ۲۰ متر می باشد و جنس آن توف است که به علت دگرسانی تغییر رنگ روشن را در آن مشاهده می کنیم (شکل ۳-۶).



شکل ۳-۶ الف، تصویر صحرا از واحد غنی از توف، ب و ج- تصویر میکروسکوپی از توف که قطعات درشت و ریز فلدسپات در آن مشاهده می شود.

۳-۱-۳-۳ سیل دیوریتی

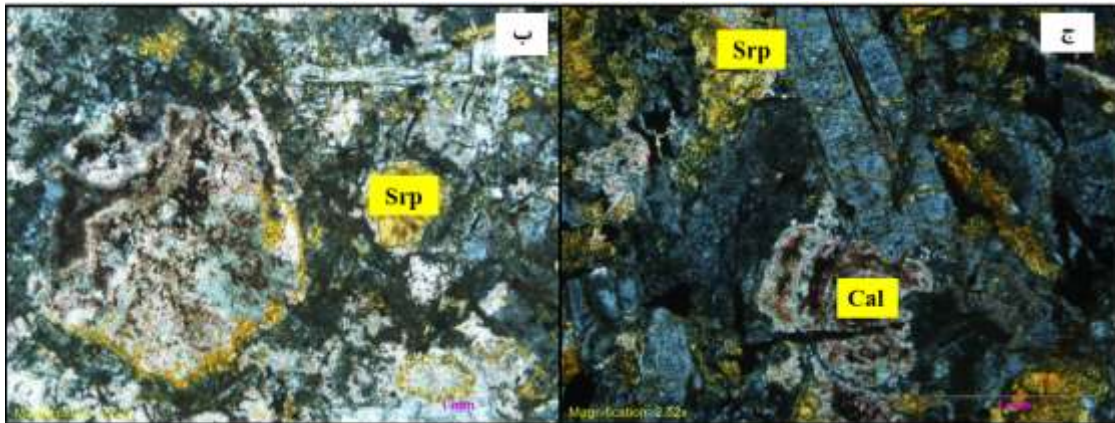
ضخامت این واحد حدود ۲۰ متر است که در دامنه کوه در شمال جاده سمنان-شاهرود قرار گرفته و جنس آن دیوریت می باشد که کانی آن بیشتر از قطعات پلاژیوکلاز و فلدسپات و همچنین آپاتیت و زئولیت است که حالت شعاعی را به خوبی در تصویر نشان می دهند تشکیل شده است که از کانی های اصلی تشکیل دهنده دیوریت ها می باشند و بافت آن حالت تراکیتی دارد. با توجه با این شواهد، این واحد می تواند یک سنگ نیمه عمیق باشد (شکل ۷-۳).



شکل ۷-۳ تصویر نمونه دستی و میکروسکوپی سنگ دیوریت نیمه عمیق از واحد ۳، (Ap: آپاتیت).

۳-۱-۳-۴ گدازه بازالتی-آندزیتی

ضخامت این واحد حدوداً ۱۵ الی ۲۰ متر است که در دامنه کوه در شمال جاده سمنان-شاهرود قرار گرفته و جنس آن در محدوده بازالت-آندزیت است که در نمونه دستی حالت نیمه منشوری بازالت ها مشهود است. همچنین چون بلورها بزرگ و درهم هستند می تواند یک سنگ نیمه عمیق هم باشد (تصویر ۸-۳، الف، ب و ج).



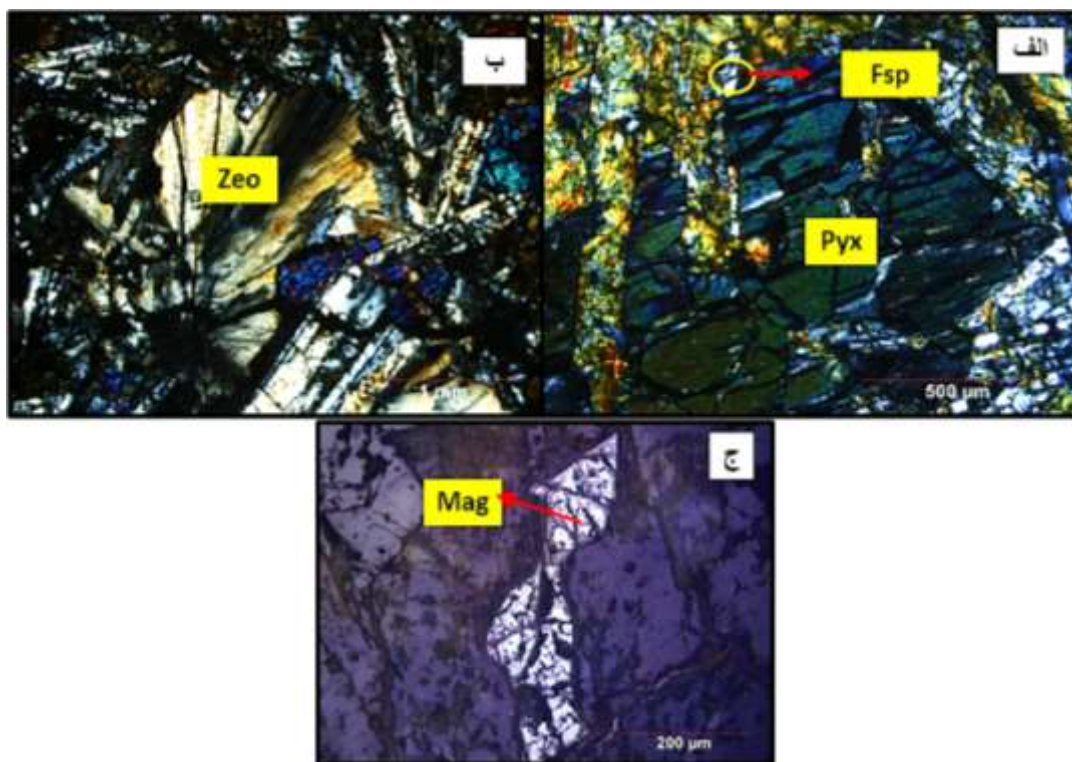
شکل ۳-۸ الف- تصویر صحرایی از بازالت های منشوری، ب، وج، تصویر میکروسکوپی از بازالت های منشوری،
علائم اختصاری: سrpانتین، Cal) کلسیم.

۳-۳-۱-۵ سیل گابرویی

این توده نفوذی در زیر گدازه و در حدود ۲۷۰ متر شمال جاده سمنان-شاهرود قرار گرفته و ضخامت آن حدوداً ۱۵ متر است و به این دلیل که همروند و با شیب ملایم نسبت به لایه بندی تشکیل شده است و سن آن نسبت به سنگ های اطراف جوان تر است (شکل ۳-۹-الف) و رنگ آن با واحدهای بالا و پایین خود تفاوت دارد و بافت آن در نمونه دستی دانه درشت است و همچنین شواهد میکروسکوپی هم بیان می کنند که یک سیل است و به دلیل داشتن بلورهای درشت پیروکسن و پلاژیوکلاز جنس سنگ گابرو است. به این دلیل که بلورهای ریز پلاژیوکلاز در داخل بلورهای درشت پیروکسن تشکیل شده اند بافت آن در مقیاس میکروسکوپی افیتیک می باشد (شکل ۳-۱۰-ب).



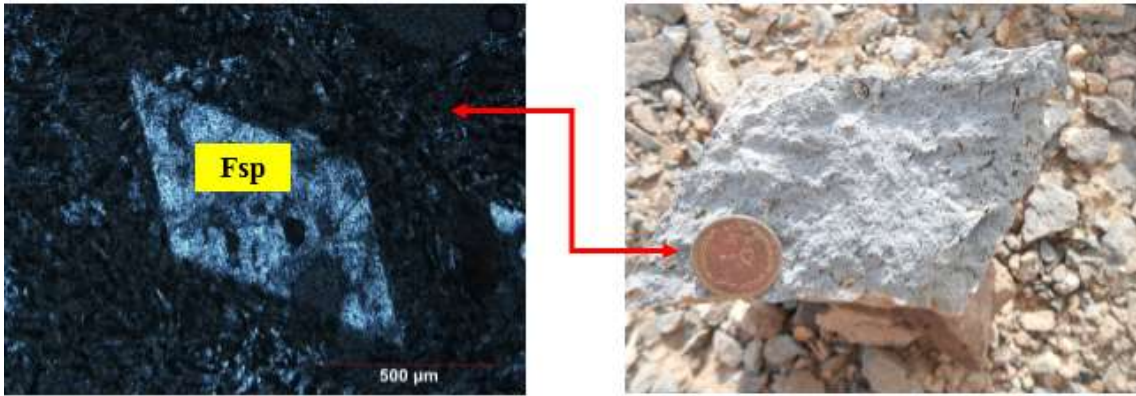
شکل ۳-۹-الف و ب- تصویر صحرا و نمونه دستی از توده نفوذی (سیل).



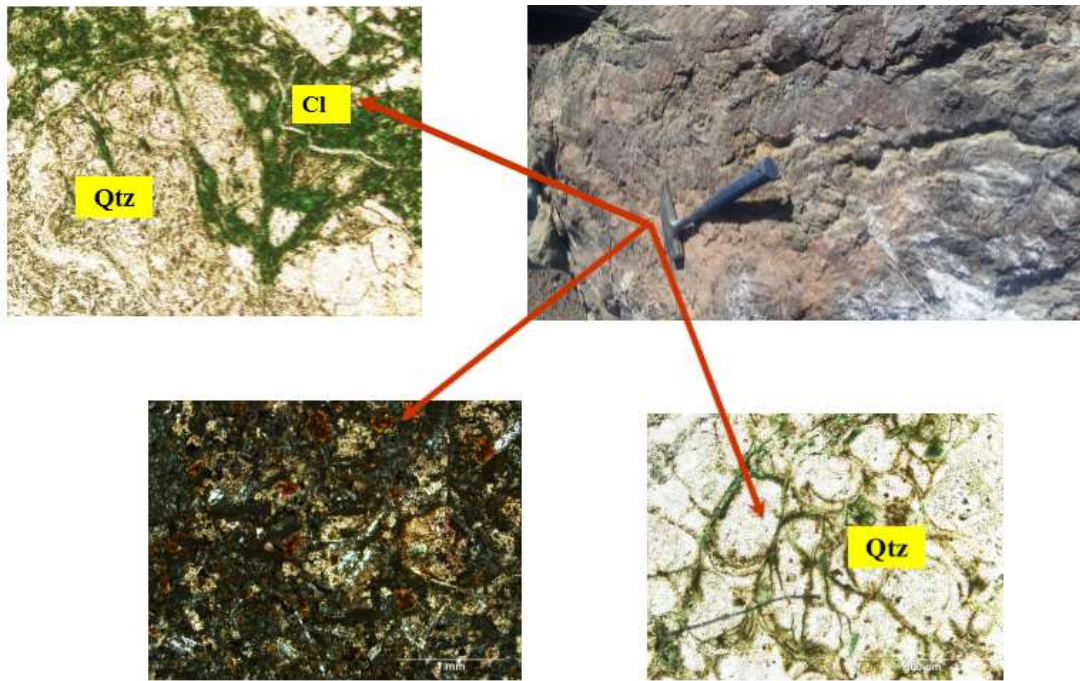
شکل ۳-۱۰ تصویر میکروسکوپی از توده نفوذی به همراه پیروکسن (Pyx) و فلدسپات (Fsp). ب- تصویر میکروسکوپی از توده نفوذی که بلورهای زئولیت (Zeo) به وضوح دیده میشوند. ج- تصویر میکروسکوپی از توده نفوذی که بلورهای مگنتیت (Mag) در آن دیده میشود.

۳-۱-۶ گدازه آندزیتی دگرسان شده کلریتی

ضخامت این واحد حدود ۳۰ متر است که در ۲۵۰ متری شمال جاده سمنان-شاهرود رخنمون دارد و ترکیب آن به علت رنگ روشن و ریز دانه بودن آن و مقادیر پلاژیوکلاز فروان در متن سنگ، ترکیب این سنگ یک آندزیت است که از سنگ های کم عمق هستند. همچنین این واحد دچار دگرسانی کلریتی شده که به شرح آن در فصل های آینده می پردازیم (شکل ۳-۱۱) و (شکل ۳-۱۲).



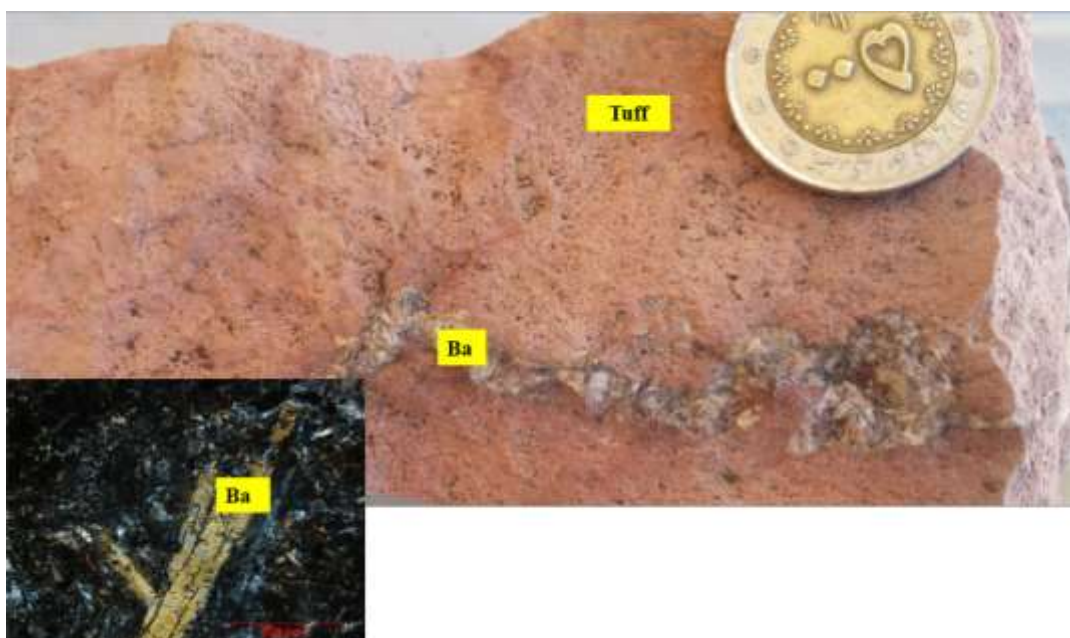
شکل ۱۱-۳ تصویر صحرا و میکروسکوپی از گدازه آندزیتی.



شکل ۱۲-۳ تصویر صحرا و میکروسکوپی از گدازه آندزیتی که دارای دگرسانی کلریتی می باشد (سبز رنگ).

۳-۱-۷ واحد توفی دگرسان

ضخامت این واحد حدود ۴۰ متر می باشد که در ۱۵۰ متری شمال جاده سمنان-شاهرود رخنمون دارد و به طور هم شیب و هم روند با لایه های بالا و پایین خود قرار گرفته است و بافت آن در نمونه دستی دانه ریز و دارای رگه و رگچه باریتی در درون سنگ می باشد. جنس سنگ به علت رنگ روشن و دانه ریز بودن آن و وجود قطعات درشت و ریز در مقیاس میکروسکوپی یک توف است (شکل ۳-۱۳). با توجه به وسعت این لایه و وجود رگه و رگچه فراوان باریت این لایه یک واحد تغذیه کننده (استرینگر) است (شکل ۳-۱۴).



شکل ۳-۱۳ تصویر نمونه دستی از توف دگرسان شده همراه با رگه و رگچه باریت.



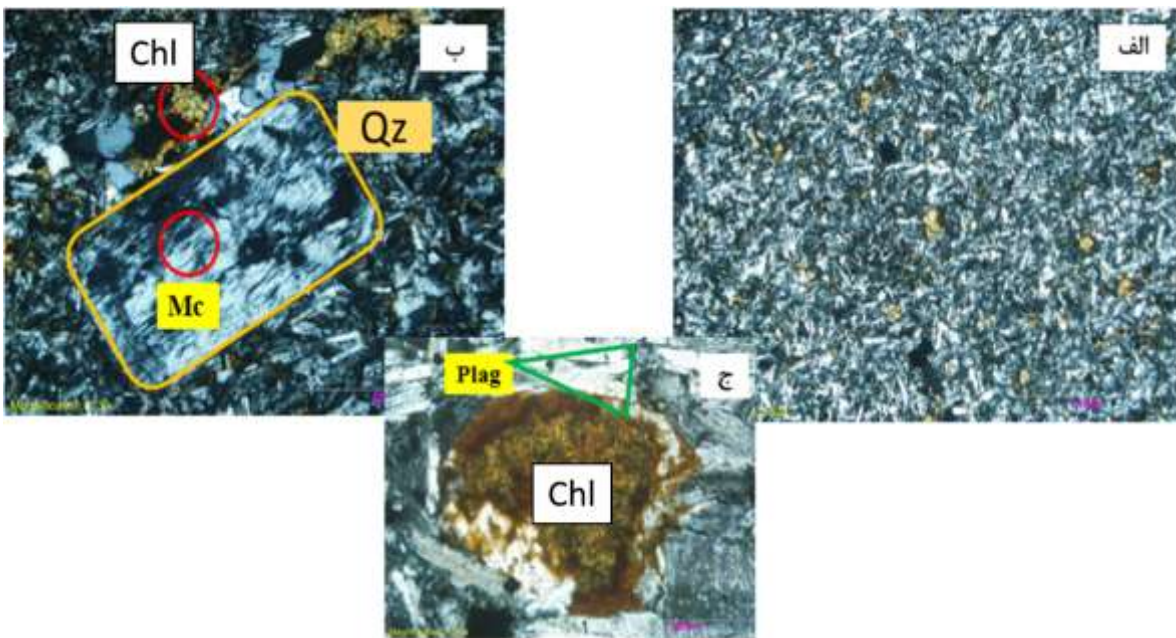
شکل ۳-۱۴ تصویر صحرایی از واحد تغذیه کننده یا استرینگر در واحد غنی از گدازه.

۳-۳-۱-۸ گدازه تراکی آندزیتی دگرسان

ضخامت این واحد ۴۰ متر است که در زیر واحد تغذیه کننده (استرینگر) قرار گرفته است. همچنین جنس سنگ به علت داشتن آلکالن فلدسپات فراوان و بافت تراکیتی در مقیاس میکروسکوپی، تراکیت است (شکل ۳-۱۵). همچنین در این مقطع آمیگدال های کلریتی-کلسیتی نیز مشاهده می شود (شکل ۳-۱۶) و پلاژیوکلازها در اطراف به کانی رسی تبدیل شده اند (شکل ۳-۱۶).



شکل ۳-۱۵ تصویر نمونه دستی از گدازه تراکیتی در واحد غنی از گدازه.



شکل ۳-۱۶ الف- تصویر میکروسکوپی از بافت تراکیتی و پلاژیوکلازهایی که به کانی رسی (سرسیت) تبدیل شده اند. ب- تصویر میکروسکوپی از میکروکلین (Mc). ج- تصویر میکروسکوپی از آمیگدال های کلریتی (Chl)- کلسیتی در وسط به همراه پلاژیوکلازها.

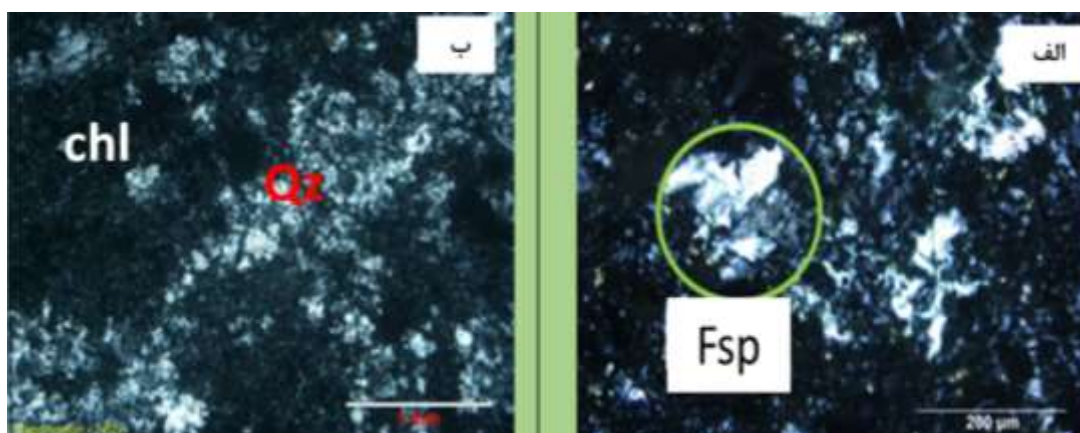
۳-۱-۳-۹ توف سبز روشن

ضخامت این واحد حدود ۲۰ متر است که در کناره جنوبی جاده سمنان-شاهرود به طور همروند و همشیب با دیگر لایه ها قرار گرفته است و دانه های سنگ بسیار دانه ریز هستند و رنگ آن متمایل

به سبز است (شکل ۳-۱۷) و کانی های آن شامل کوارتز، فلدسپات، سریسیت و کلسیت هستند و با توجه به وجود بلورهای درشت و ریز کانی های مختلف در متن سنگ و بافت ریز دانه در نمونه دستی و داشتن سیلیس و کلریت فراوان می تواند یک توف با دگرسانی کلریتی-سیلیسی باشد (شکل ۳-۱۸).



شکل ۳-۱۷ تصویر صحرایی از توف سیلیسی به رنگ سبز در واحد غنی از گدازه.

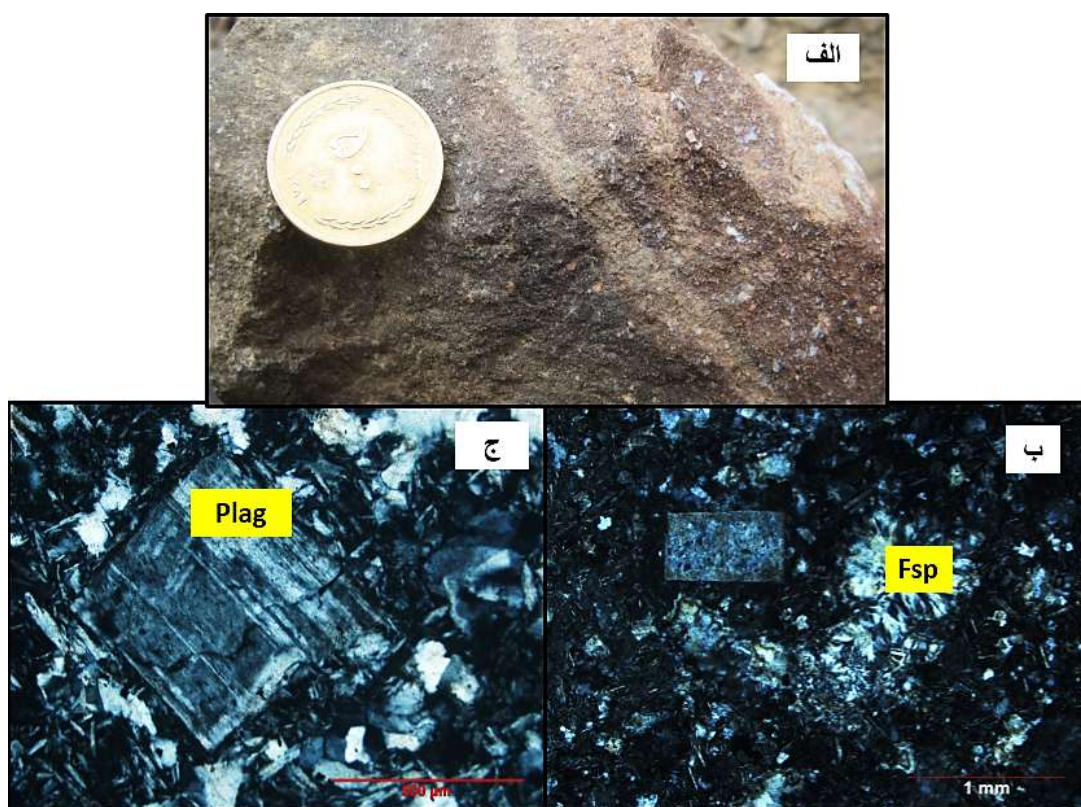


شکل ۳-۱۸ الف- تصویر میکروسکوپی از وجود فلدسپات در گدازه های دگرسان، در نور XPL. ب - تصویر

میکروسکوپی از دگرسانی کلریتی-سیلیسی در گدازه ها، در نور XPL.

۱۰-۱-۳-۳ برش ولکانیکی

ضخامت این واحد حدود ۲۰ متر بوده و یک برش ولکانیکی است که در کناره شمالی جاده سمنان-شاهرود رخنمون دارد. دگرسانی آن نیز از نوع کلریتی بوده که نشان دهنده نهشته شدن در کف دریا است. همچنین در متن سنگ پلاژیوکلازها که ماکل مشبک دارند به همراه قطعات گدازه ای که سیلیسی شده اند نیز مشاهده می شود. بافت آن پورفیری بوده و حفرات گاهاً توسط سیلیس پر شده اند (شکل ۳-۱۹).



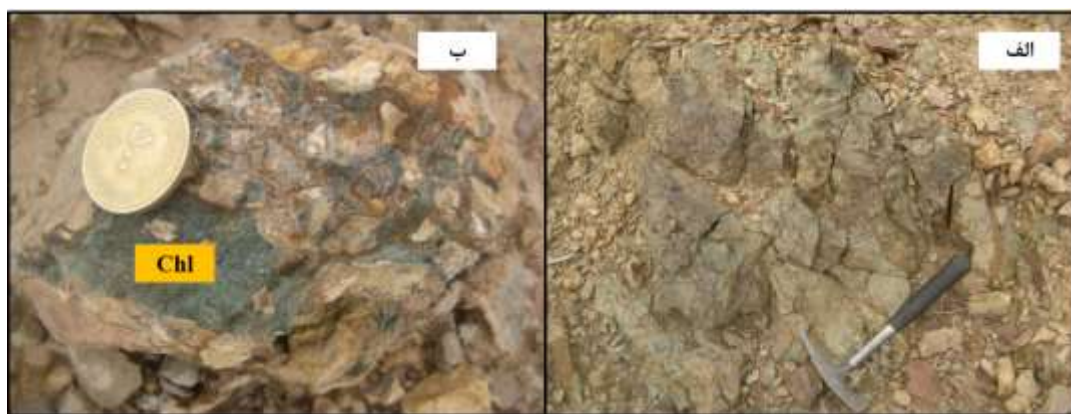
شکل ۳-۱۹ الف- تصویر نمونه دستی از یکی از قطعات برش ولکانیکی در مرز واحد غنی از گدازه و واحد غنی از توف. ب- تصویر میکروسکوپی از برش ولکانیکی که بلورهای فلدسپار (Fsp) در آن دیده می شود. ج- تصویر میکروسکوپی از برش ولکانیکی.

۱۱-۱-۳-۳ بخش غنی از توف

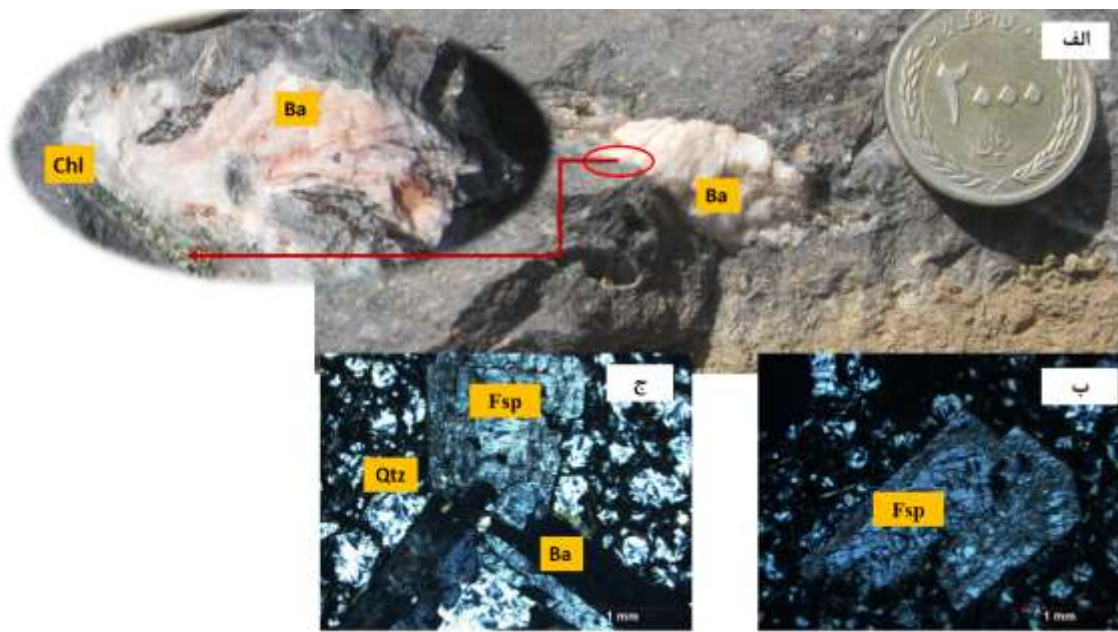
این بخش به سن ائوسن در بالای بخش غنی از گدازه قرار گرفته است که بخش اصلی میزبان کانه زایی کانسار باریت پشته می باشد. این واحد از شیل های توفی و توف سبز تشکیل شده است. توده های نفوذی (سیل و دایک) در این بخش رخنمون بیشتری دارند و جنس آن ها گابرویی می باشد.

۱-۱۱-۱-۳-۳ توف سبز به همراه برش ولکانیکی: (شماره ۹ در شکل ۳-۱)

بخشی از این واحد در بخش انتهایی واحد غنی از گدازه و بخش دیگر آن در قاعده واحد غنی از توف قرار گرفته است. جنس آن به علت داشتن بافت بسیار ریز دانه و همچنین وجود کانی های ریز و درشت در متن سنگ و همچنین به این دلیل که منطقه مورد مطالعه در سازند کرج قرار گرفته است و در این سازند توف های سبز فراوان هستند یک توف می باشد که در اطراف آن دگرسانی کلریتی رخ داده است (شکل ۳-۲۲). همچنین در بخش هایی از این قسمت برش های هیدروترمال مشاهده می شوند که دگرسانی کلریتی به همراه کانه زایی باریت (شکل ۳-۲۰) که قطعات زاویه داری را نیز ایجاد کرده است مشاهده می شود.



شکل ۳-۲۰ الف- نمایی از توف سبز دگرسان شده که برشی شده است. ب- تصویر نمونه دستی از ساخت برشی که در اطراف کلریتی شده است.



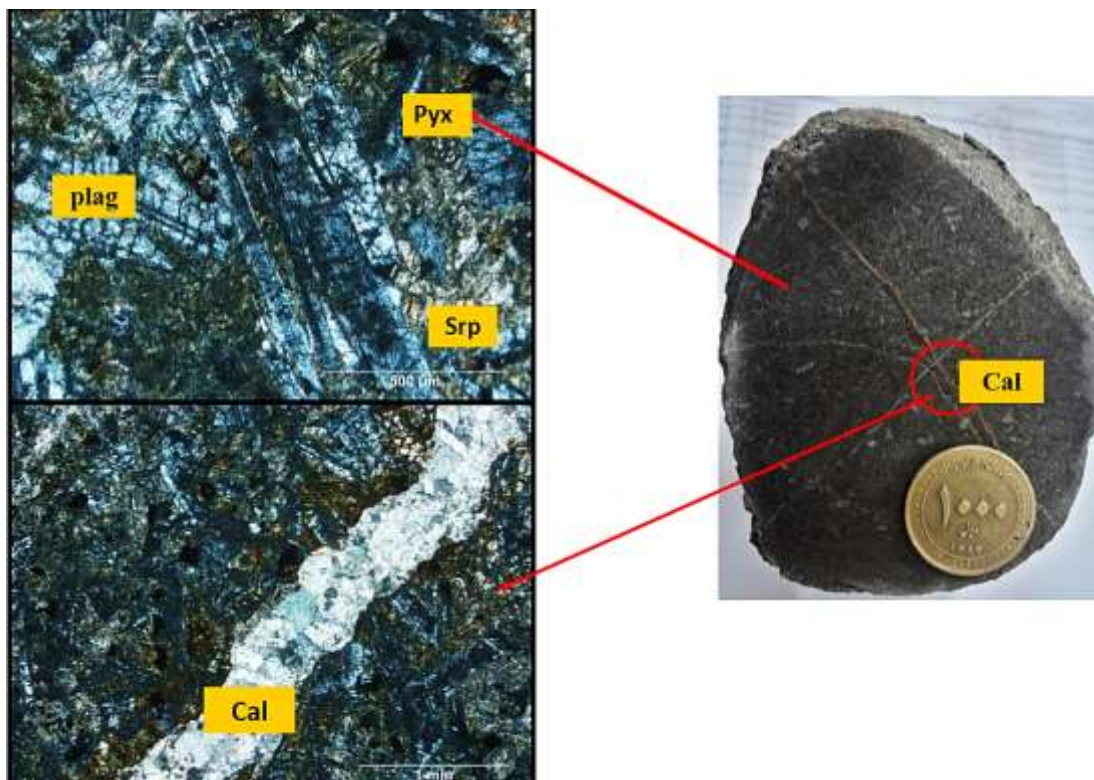
شکل ۳-۲۱ الف: تصویر نمونه دستی از توف دگرسان شده که در مرکز کانه زایی باریت و در اطراف آن کلریتی شده است. ب و ج: تصویر میکروسکوپی از توف دگرسان شده که قعات درشت فلدسپات به همراه باریت کنار قطعات ریز کوارتزهای نیمه شکل دار مشاهده می‌شوند.

۳-۱۱-۱-۳-۳ سیل گابروئی (معادل شماره ۸ در شکل ۳-۱)

این توده در قسمت شمالی کانسار واقع بوده و در بالای بخش توف سبز و همروند و همشیب با آن قرار گرفته است و رنگ آن قهوه‌ای تیره بوده و بافتی درشت دانه دارد و دچار فرسایش پوست پیازی شده است (شکل ۳-۲۲). به این علت که جنس و رنگ آن با لایه‌های اطراف تفاوت دارد و جوان تر از لایه‌های اطراف است می‌تواند یک توده نفوذی باشد و به این علت که به طور همروند و همشیب با لایه‌های دیگر قرار گرفته است از نوع سیل می‌باشد. همچنین در مقطع میکروسکوپی درشت بودن اندازه کانی‌ها و وجود کانی‌هایی چون پیروکسن، پلاژیوکلاز، سرپانتین و رگه و رگچه‌های کلسیتی این قضیه را اثبات می‌کند و با توجه به این شواهد جنس سنگ گابرو است (شکل ۳-۲۳).



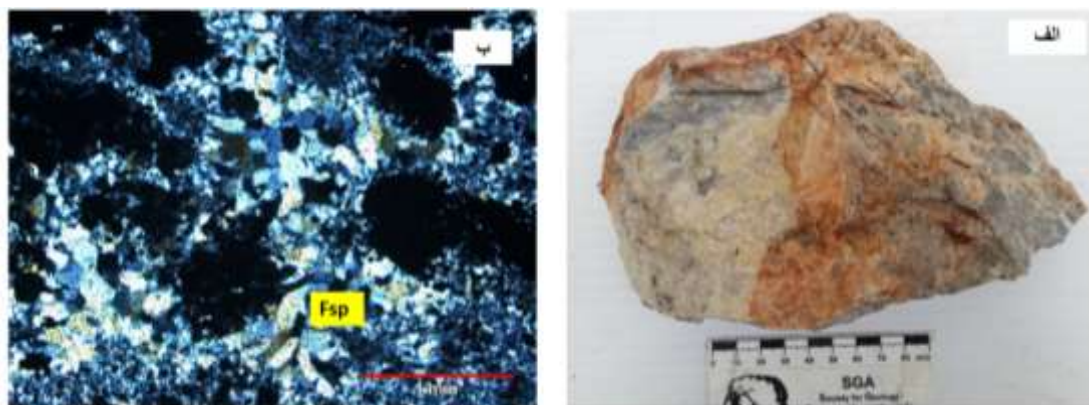
شکل ۲۲-۳ نمایی از توده نفوذی (سیل) که دچار فرسایش پوست پیازی شده است.



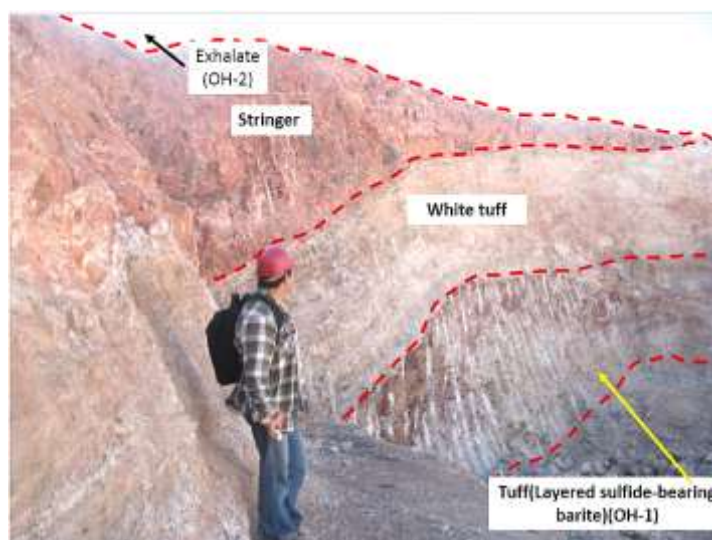
شکل ۳-۲۳ نمایی از توده نفوذی (سیل) همراه با رگه کلسیت و سرپانتین ها و کلسیت که از تجزیه پیروکسن ها به وجود آمده اند.

۳-۱۱-۱-۳-۳ -توف سفید: (شماره ۵ در شکل ۳-۱)

این واحد سنگی با توجه به بافت دانه ریز و وجود قطعات ریز و درشت در متن سنگ در مقیاس میکروسکوپی جنس آن توف می باشد (شکل ۳-۲۴). این واحد ضخامت بسیار کمی دارد (حدوداً ۵ متر) و در بالای باریت لایه ای سولفید دار (شکل ۳-۲۵) قرار گرفته است که بافت آن دانه ریز بوده و رنگ آن قهوه ای تا سفید می باشد.



شکل ۳-۲۴- الف و ب- تصویر نمونه دستی (الف) و میکروسکوپی (ب) از توف سفید در افق کانه زایی دوم.



شکل ۳-۲۵ تصویر صحرایی از توالی باریت سولفید دار، استرینگر و توف سفید نسبت به یک دیگر. دید به سمت شمال.

۳-۳-۱-۱۲ - توده نفوذی (دایک)

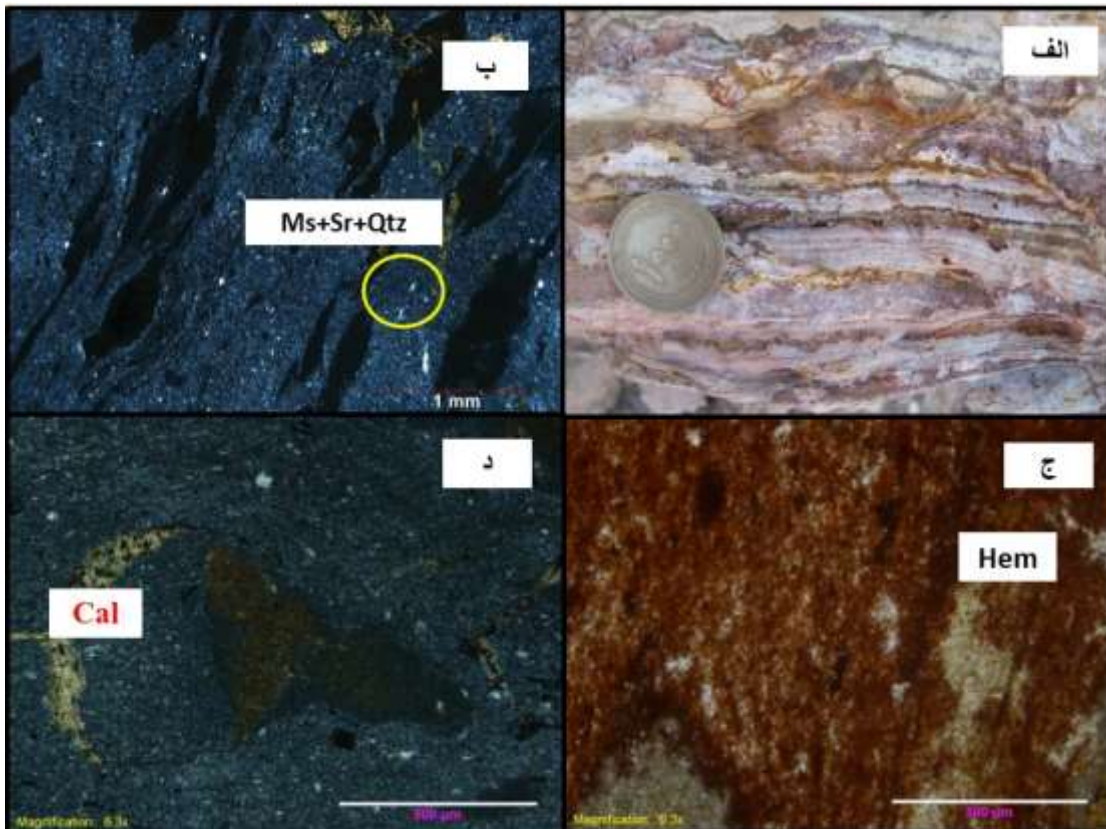
این واحد به صورت غیر همشیب واحد توف سفید و واحد برون‌دمی چرتی آهن-مگنز دار را قطع کرده است. همچنین با توجه به تفاوت رنگ آن با لایه های دیگر و داشتن بافت درشت و کانیهای پلاژیوکلاز و آمفیبول یک توده نفوذی گابرو-دیوریتی است و به این دلیل که لایه های دیگر را قطع کرده است از نوع دایک می باشد (شکل ۳-۲۶).



شکل ۳-۲۶ تصویر صحرایی از توده نفوذی (دایک) در افق دوم کانه زایی.

۱۳-۱-۳-۳ - واحد چرتی-سیلیسی: (شماره ۷ در شکل ۳-۱)

این قسمت بین استرینگر افق دوم و واحد توده نفوذی (سیل) که در بالای آن است قرار گرفته است، و به صورت نواری تشکیل شده و ضخامت آن حدوداً بین ۲-۳ متر است. که جنس آن به علت وجود کانی‌هایی چون مسکویت-سریسیت-کوارتز و در نهایت کلسیت و هماتیت و داشتن زمینه‌ای دانه ریز یک چرت سیلیسی می‌باشد (شکل ۳-۲۷).



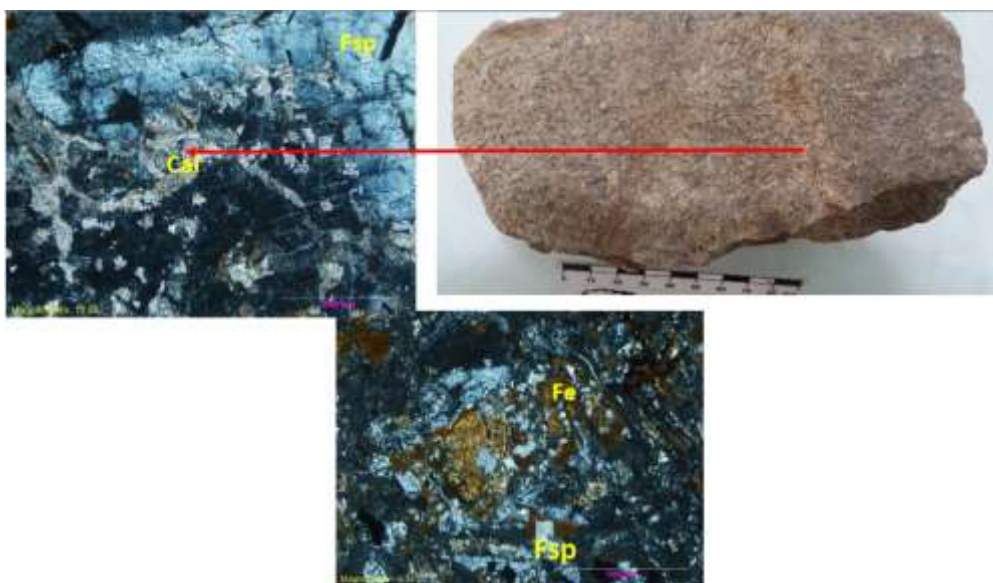
شکل ۳-۲۷ الف- تصویر نمونه دستی از واحد چرتی- سیلیسی به صورت نوارهایی از اکسید آهن. ب- تصویر میکروسکوپی از واحد چرتی- سیلیسی. ج- کانه هماتیت در تصویر میکروسکوپی. د- تصویر میکروسکوپی از رگه کلسیت.

۳-۳-۱-۱۴ - سیل دیوریتی (شماره ۸ در شکل ۳-۱)

این توده در قسمت جنوبی کانسار رخنمون داشته و در بالای واحد برونومی غنی از منگنز به طور همشیب و همروند با آن قرار گرفته است. به دلیل رنگ تیره این قسمت و بافت بسیار دانه درشت و داشتن فلدسپارهایی که هنوز سالم هستند و دگرسان نشده‌اند جنس سنگ آن یک دیوریت است که یک سنگ آذرین درونی است و چون به طور همشیب با دیگر لایه‌ها قرار گرفته است یک توده نفوذی از نوع سیل می باشد (شکل ۳-۲۹ و ۲۸).



شکل ۳-۲۸ تصویر صحرایی از توده نفودی (سیل) در افق کانه زایی سوم.



شکل ۳-۲۹ تصویر نمونه دستی (بالا سمت راست) و میکروسکوپی (بالا سمت چپ) از سیل به همراه کانی های آهن (Fe) و فلدسپات (Fsp) و کلسیت (cal).

فصل چهارم

کانه زاپی و دکرسانی

۴-۱ مقدمه

دو اصل مهم در هر مطالعه زمین شناسی مشاهدات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی می باشد و یکی از اصول اولیه در مطالعه چگونگی تشکیل یک کانسار بررسی این دو اصل در کنار هم می باشد. شکل گیری ذخایر و ارتباط آن ها با فرآیند های زمین ساختی راهنمای ارزشمندی برای کشف ذخایر جدید و یا ارزیابی مجدد ذخایر می باشد. لذا طی بازدید های متعدد در منطقه، پهنه های کانه زایی به همراه گستره ای از دگرسانی ها مورد مطالعه قرار گرفت. در این فصل به تحلیل کانه زایی و بررسی انواع دگرسانی در کانسار باریت پشته خواهیم پرداخت.

۴-۲ افق های کانه دار در کانسار پشته و رخساره های کانه دار آنها

براساس مشاهدات و برداشتهای صحرایی از پایین به بالا چهار افق کانه دار در کانسار پشته قابل تفکیک و تشخیص است (شکل ۴-۱). کانه زایی در پایان بخش دوم و داخل بخش سوم توالی میزبان رخ داده است (شکل ۴-۲). شکل ماده معدنی به صورت پیکره های چینه سان همروند با لایه بندی بوده که دارای قسمت ناهمخوان زیرین است.

کانی سازی در کانسار باریت-فلزات پایه پشته بر اساس ساخت، بافت، کانی شناسی و نوع ارتباط با سنگ میزبان از پایین به بالا به چهار رخساره متفاوت تقسیم می شود:

الف- رخساره رگه و رگچه ای^۱

^۱ Stringer facies

ب- رخساره کانسنگ توده ای^۱

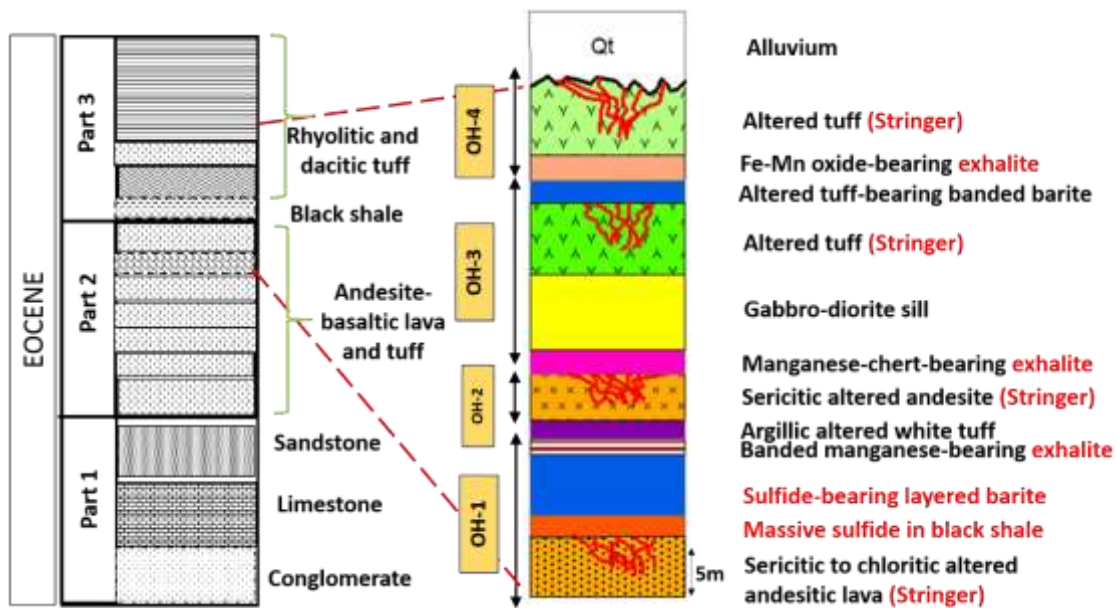
پ- رخساره کانسنگ باریت لایه ای سولفیددار^۲

ت- رخساره رسوبات برونمی حاوی منگنز نواری و چرت

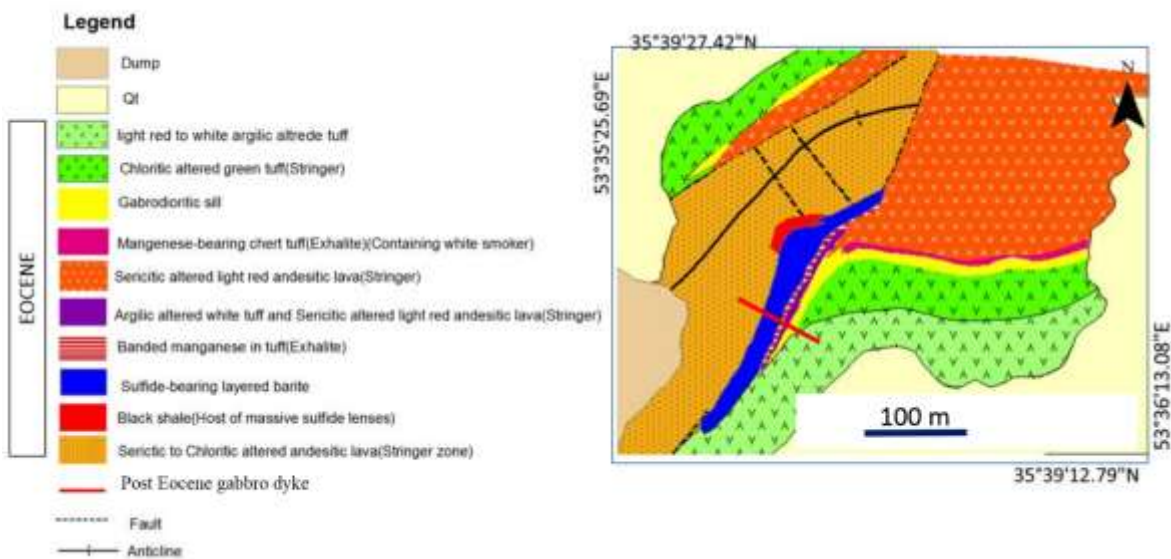
به دلیل غیر افقی بودن لایه های باریتی و همخوان و همروند بودن با سنگ های میزبان این رخساره ها به صورت سطحی در سطح زمین مشاهده میشوند که ۴ افق در یال جنوبی تاقدیس واقع شده اند. همچنین بر اساس مطالعات نمونه های دستی، میکروسکوپی و بررسی های صحرایی تشخیص این رخساره ها میسر گردید. ویژگی های هر یک از این رخساره ها به شرح زیر می باشد:

^۱ Massive ore facies

^۲ Banded-bedded ore facies



شکل ۱-۴ تصویر ستون چینه شناسی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته.



شکل ۲-۴ تصویر نقشه محدوده معدنی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته بر اساس تصویر ماهواره ای.

۱ ۲ ۴ افق اول کانه دار(OH-1)

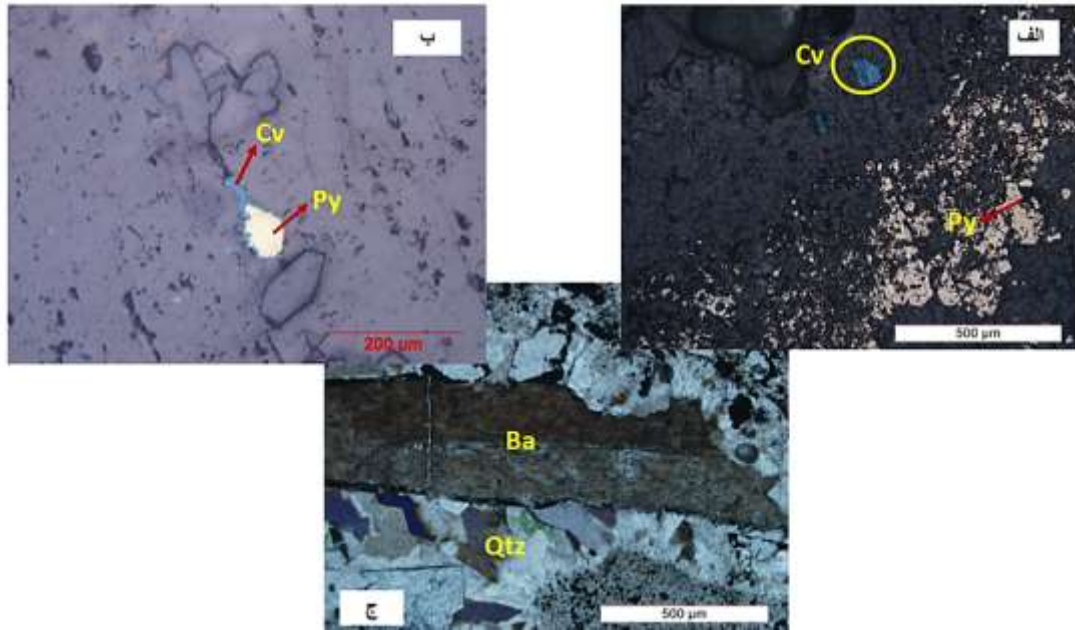
این افق کانه دار از پایین به بالا دارای رخساره رگه- رگچه ای (استرینگر) سولفیدی، عدسی سولفید توده ای و باریت لایه ای سولفید دار می باشد. کانی های سولفیدی اولیه بطور عمده پیریت، اسفالریت، گالن، مارکاسیت و کالکوپیریت را شامل می شود. سنگ میزبان رخساره استرینگر بیشتر گدازه دگرسان و سنگ میزبان رخساره های سولفید توده ای و باریت لایه ای سولفیددار به ترتیب شامل شیل سیاه و توف دگرسان می باشد. هم اکنون عمده باریت از بخش باریت لایه ای افق اول استخراج می شود.

۲ ۲ ۴ رخساره رگه و رگچه ای یا تغذیه کننده (استرینگر):

این بخش از کانسار در زیر رخساره سولفید توده ای قرار گرفته است که از بخش های اصلی یک کانسار سولفید توده ای می باشد که در سنگ های آتشفشانی تشکیل می شود که دارای کانه های سولفیدی از قبیل پیریت، باریت و کمی کالکوپیریت می باشد (شکل ۳-۴) و در مرکز آن کانی سازی باریت تشکیل شده است (شکل ۴-۴) که نشان دهنده مرحله اکسیدان تر در طی تشکیل کانسار است. سنگ میزبان آن یک توف فلسیک است که دارای خاکسترهای آتشفشانی بسیار دانه ریز است که نشان می دهد در یک محیط آرام نهشت پیدا کرده است.



شکل ۳-۴ تصویر نقشه محدوده معدنی و افق های کانه دار کانسار باریت پشته بر اساس تصویر ماهواره ای.



شکل ۴-۴ الف- تصویر میکروسکوپی از رخساره رگه -رگچه ای حاوی کانی پیریت و کالکوپیریت (که به کولین تبدیل شده)، ب- کانی کالکوپیریت که در حاشیه آن کولین تشکیل شده است. ج- کانی باریت (Ba) در مرکز که اطراف آن کوارتز (Qtz) مشاهده می شود.

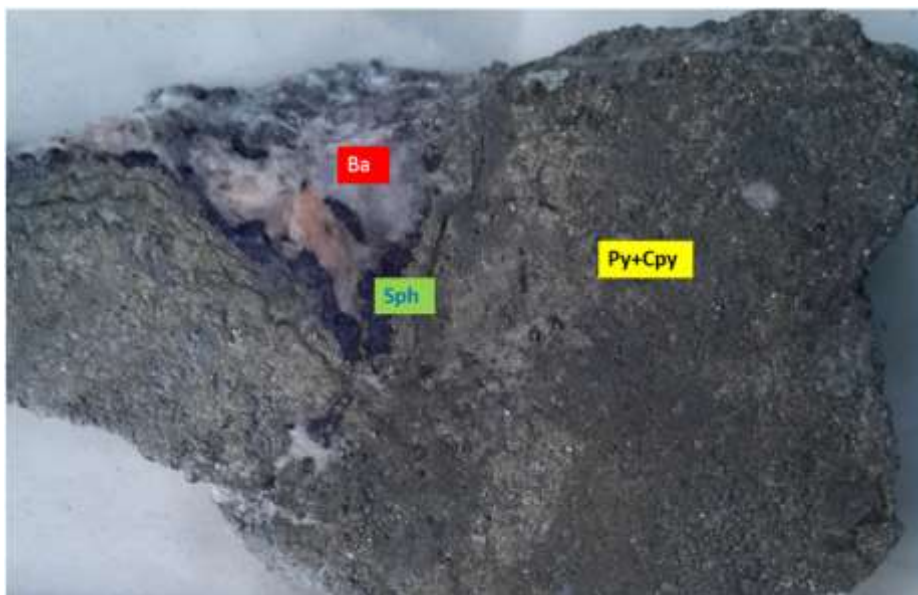
۴ ۲ ۳ -رخساره سولفید توده ای

این قسمت از کانسار در بالای بخش رگه و رگچه ای قرار گرفته است که از بخش های مهم افق کانه زایی باریت پشته می باشد که به صورت رخساره توده ای یا عدسی دیده می شود که میزبان آن توف و شیل های سیاه می باشند. در این بخش برخلاف افق های دیگر کانسنگ سولفید توده ای دیده می شود که با توجه به میزبان شیل سیاه در این افق کانه دار و رخداد کانسنگ سولفیدی غنی از پیریت و کالکوپیریت و پهنه استرینگر سولفیدی می توان عمق بیشتر تشکیل و محیط احیایی و دمایی بالای سیال کانه ساز را برای رخداد این افق کانه دار در نظر گرفت. البته در بالای این افق کانه دار لایه باریت سولفیددار وجود دارد که خود می تواند نشانه کاهش دما و اکسیدان تر شدن سیال کانه ساز باشد. در این رخساره، قطعاتی مشابه قطعات دودکش ها (chimneys) و معابر سیال (cundoints) در کانسارهای

سولفید توده ای آتشفشانزاد (به فصل آخر مراجعه شود). نیز وجود دارد که ساختار لوله مانند (شکل ۴-۵) دارند و حاوی کانی هایی چون پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و باریت هستند (شکل ۴-۶).



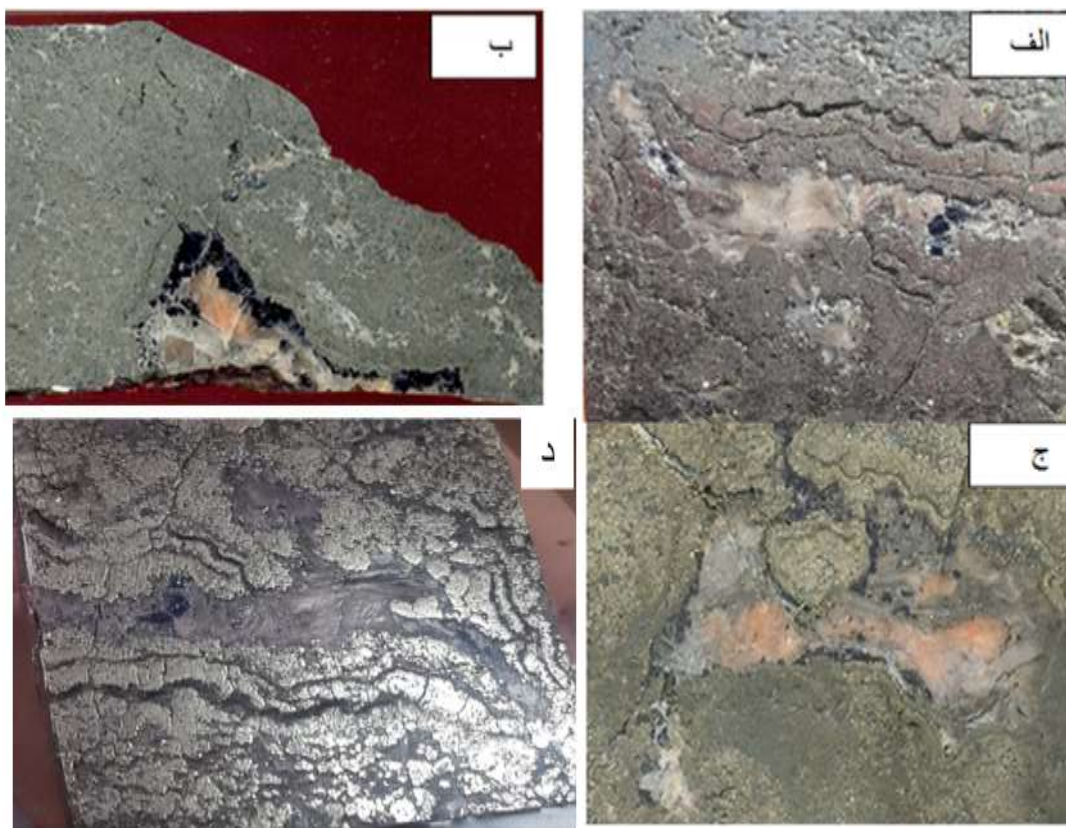
شکل ۴-۵ تصویر نمونه دستی از ساختار لوله مانند مرکز دودکش های سیاه.



شکل ۴-۶ تصویر نمونه دستی از مرکز دودکش سیاه که از کانی های باریت، اسفالریت و کالکوپیریت تشکیل شده است

۴-۲-۳-۱ انواع قطعات دودکش در کانسار پشته

قطعات دودکش های سیاه و سفید بصورت اشکال حلقوی تا نامنظم بوده (شکل ۴-۷) و بترتیب در افق اول و افق دوم کانه دار دیده می شوند. از حاشیه به سمت مرکز در دودکش های سیاه به ترتیب مجموعه های کانیایی پیریت-کالکوپیریت و باریت-اسفالریت-آرژانتیت دیده می شود. دودکشهای سفید هم بطور غالب از باریت تشکیل شده اند (شکل ۴-۹). البته آثار به هم ریختگی و دگرشکلی نیز در دودکش ها دیده می شود.



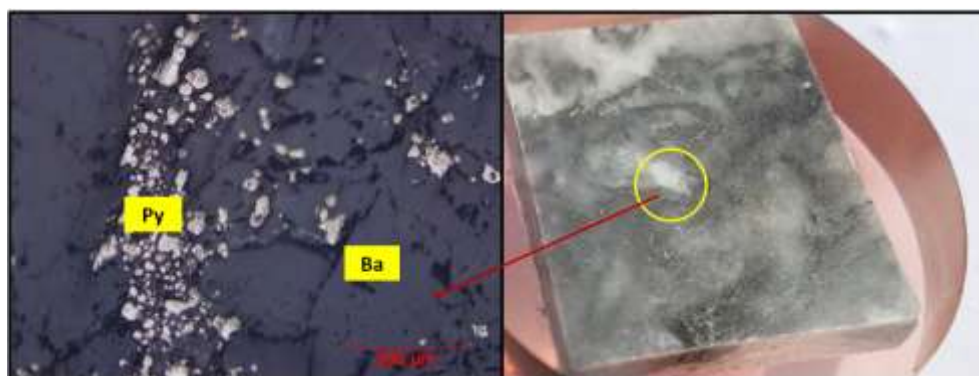
شکل ۴-۷ تصاویر نمونه دستی از سطح مقطع دودکشهای سیاه که در حواشی غنی از پیریت و کالکوپیریت و به سمت مرکز به ترتیب غنی از اسفالریت (سیاه) و باریت (سفید) می شوند.

۴۲۴ - رخساره باریت لایه ای سولفید دار

این بخش از کانسار در بالای رخساره سولفید توده ای به طور همروند و همشیب با آن قرار گرفته است (شکل ۴-۸) که نشان دهنده کاهش دما و اکسیدان تر شدن سیال کانه ساز می باشد. کانی های تشکیل دهنده این رخساره شامل باریت، پیریت، اسفالریت و کمی گالن می باشند (شکل ۴-۹). کانیهای پیریت دارای بافتهای کلوپورمی از جمله فرامبوئیدال، اسفریکال و اسفروئیدال می باشند (شکل ۴-۱۰).



شکل ۴-۸ تصویر صحرایی از نحوه قرار گیری باریت لایه ای سولفید دار و رخساره رگه و رگچه ای افق کانه دار ۱.



شکل ۴-۹ تصویر نمونه دستی از مقطع صیقلی و میکروسکوپی از باریت لایه ای سولفید دار که کانی پیریت و باریت در مقیاس میکروسکوپی مشاهده می شود.

۵ ۲ ۴ افق کانه دار دوم (OH-2)

این افق به ترتیب از رخساره رگه و رگچه و رخساره رسوبات برون دمی نواری غنی از منگنز تشکیل شده است.

۱-۵-۲-۴- رخساره رگه و رگچه ای (استرینگر):

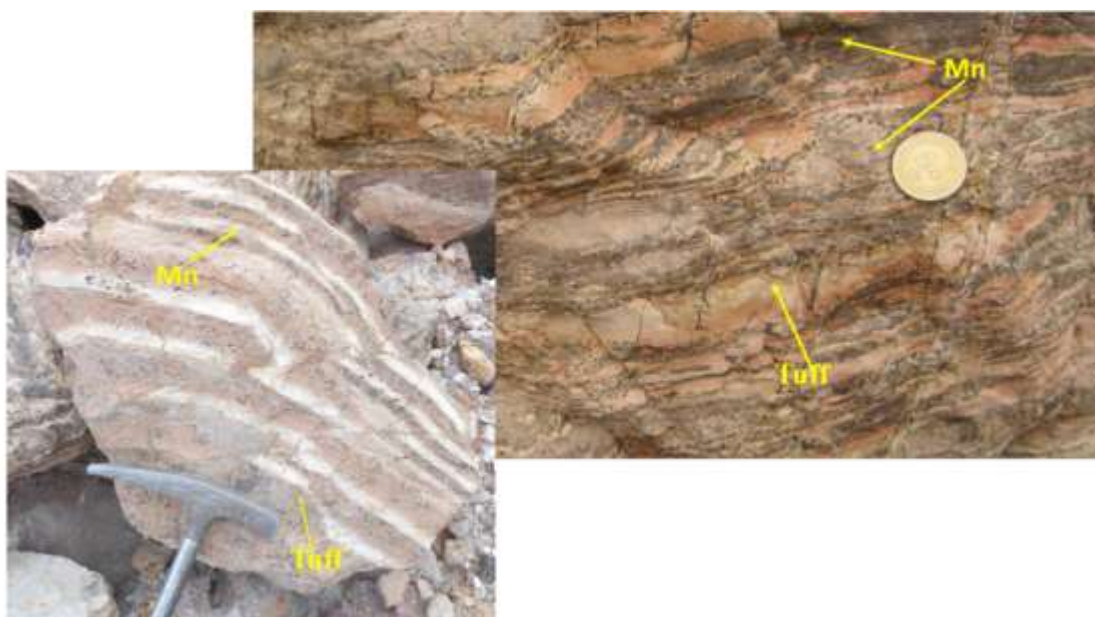
این واحد با توجه به شکل (۱-۴) در بالای واحد سفید رنگ که جنس آن از توف می باشد قرار گرفته است که درون آن رگه و رگچه های باریتی وجود دارد و در شکافهای ثانویه نیز پرشدگی بعدی کائولن دیده می شود (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴ پرشدگی بعدی کائولن در شکافهای واحد گدازه ای دگرسان در رخساره استرینگر افق دوم کانه دار

۴-۲-۵-۲ رخساره برون‌دمی نواری غنی از منگنز:

این واحد در بالای واحد رگه و رگچه ای قرار گرفته و سنگ توف دگرسان میزبان نوارهای غنی از منگنز، هستند که این رخساره نشان دهنده آرام شدن و اکسیدان تر شدن محیط تشکیل کانسار می باشد (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱ تصویر صحرایی از واحد برون‌دمی منگنز که در سنگ میزبان توفی تشکیل شده است.

۴ ۲ ۴ - رخساره برون‌دمی - نواری غنی از منگنز:

این قسمت در بالای واحد اگزالات قرار گرفته است که به صورت ساخت کلوفرمی دیده می شود که از کانی های اکسید آهن (هماتیت) و منگنز (تیره رنگ) تشکیل شده که بسیار فرسوده شده است و در بخش هایی به صورت ثانویه کانی ژئپس تشکیل شده است. این بخش می تواند نشان دهنده مراحل آخر تشکیل کانسار و اکسیدان شدن محیط تشکیل باشد (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲ الف- تصویر نمونه دستی از سنگ توفی همراه با کانی های اکسید آهن و منگنز که در قسمت بالا به صورت ثانویه ژئوپس تشکیل شده است. ب-تصویر نمونه دستی از گل اخرا با ساخت کلوفرمی منگنز و اکسید آهن.

۴ ۲ ۷ افق کانه دار سوم (OH-3)

-رخساره رگه و رگچه ای

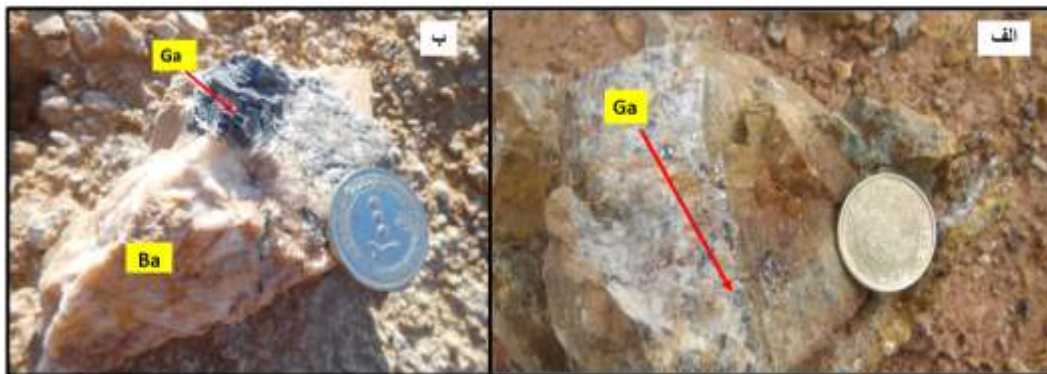
این قسمت در قاعده افق سوم قرار دارد و درون رگه و رگچه ها کانی سازی باریت تشکیل شده است. که میزبان آن از جنس توف دگرسان می باشد (شکل ۴-۱۳).



شکل ۴-۱۳ الف- تصویر نمونه دستی از واحد رگه و رگچه ای افق کانه زایی سوم. ب- تصویر نمونه دستی از واحد رگه و رگچه ای (استرینگر) افق سوم که درون رگه ها کانه زایی باریت رخ داده است.

-رخساره رگه و رگچه ای غنی از گالن

این قسمت با ضخامت کم در پایین واحد توده نفوذی (سیل) قرار گرفته است و رگه و رگچه های از جنس گالن همراه با باریت را در سنگ میزبان توفی تشکیل داده است (شکل ۴-۱۴).



شکل ۴-۱۴ الف و ب- تصویر نمونه دستی از واحد رگه و رگچه ای همراه با باریت و گالن.

-باریت لایه ای:

این قسمت در بالای واحد رگه و رگچه ای قرار گرفته و ضخامت آن کم است. همچنین در بالای این واحد بخشی از باریت به صورت توده ای تشکیل شده است (شکل ۴-۱۵).



شکل ۴-۱۵ الف- تصویر نمونه دستی از باریت نواری. ب- تصویر نمونه دستی از باریت لایه ای سولفید دار.

-رسوبات بروندهی منگنز دار:

این واحد در بالای واحد باریت نواری قرار گرفته است که کانی سازی منگنز به صورت نواری که میزبان آن توف دگرسان می باشد تشکیل شده است. این قسمت نیز نشان دهنده اکسیدان تر شدن محیط و آرام شدن آن دارد.

۸ ۲ ۴ افق کانه دار چهارم (OH-4)

در این افق تنها رخساره استرینگر باریتی (با میزبان گداز و توف دگرسان) رخنمون دارد و بقیه آن توسط آبرفت پوشیده شده است. هم اکنون عمده باریت از بخش باریت لایه ای افق اول استخراج می شود (۱۶-۴).



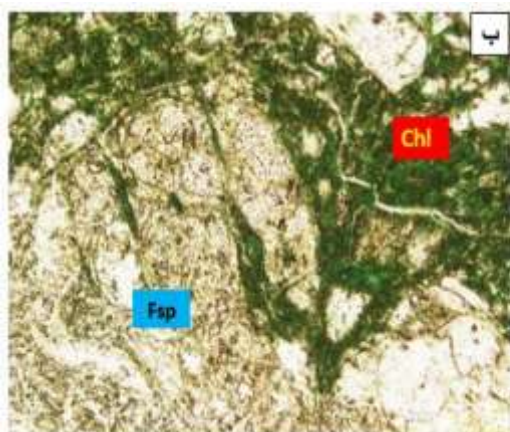
شکل ۱۶-۴ تصویر صحرایی از واحد رگه و رگچه ای افق کانه دار.

۴-۳ دگرسانی

دگرسانی سنگ های درونگیر در این کانه زایی بیشتر شامل دگرسانی سیلیسی، کلریتی و سرسیتی- آرژیلی است و بیشتر در پهنه استرینگر دیده می شوند. دگرسانی های کلریتی، سیلیسی و سرسیتی بصورت اولیه و دگرسانی آرژیلی بصورت ثانویه می باشد. البته کمی هم دگرسانی اپیدوتی مشاهده می شود.

۴ ۳ ۱ دگرسانی کلریتی

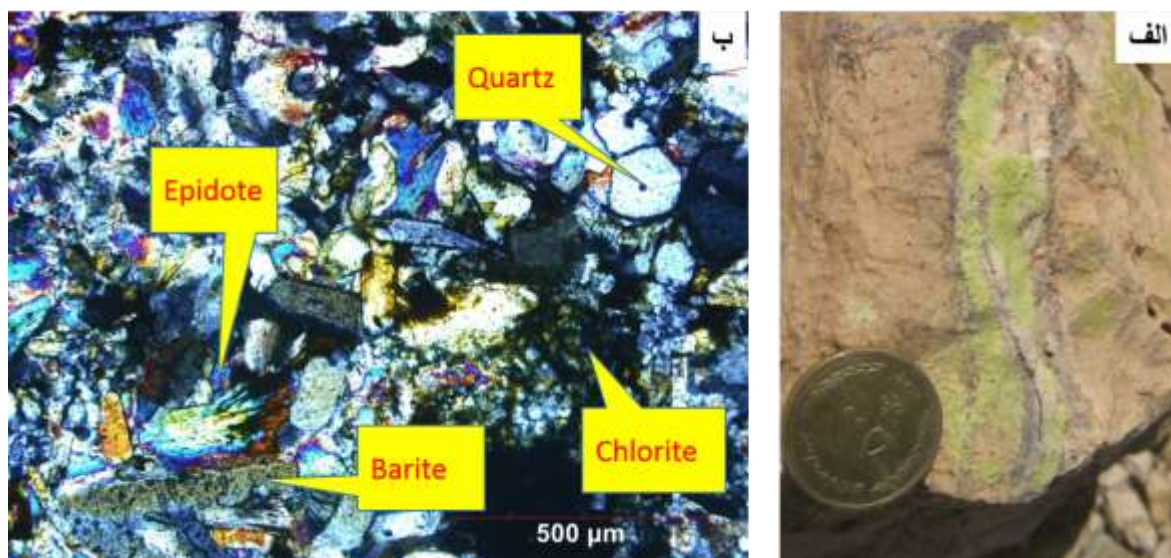
این دگرسانی، گسترده ترین نوع دگرسانی در کانسار باریت پشته بوده که بیشتر در رخساره استرینگر و بخش غنی از گدازه یا کمر پایین کانسار و قاعده افق اول کانه زایی دیده می شود. سنگ های این بخش به شدت دگرسان شده و دارای رنگ سبز تیره می باشد. محلول های ماگمایی و یا گرمایی غنی از Mg, Fe, Al در سنگ های آذرین در دمای مناسب موجب تشکیل کلریت می شوند. این آلتراسیون مخصوص ذخایر ماسیولفید بوده که در قسمت داخلی سیستم قرار دارد که بخشی از ذخیره در آن واقع می شود. شکل این پهنه غالباً استوانه ای می باشد و از اطراف غالباً به پهنه سرسیتی و از بالا به پهنه سیلیسی محدود می شود. (شکل ۴-۱۷).



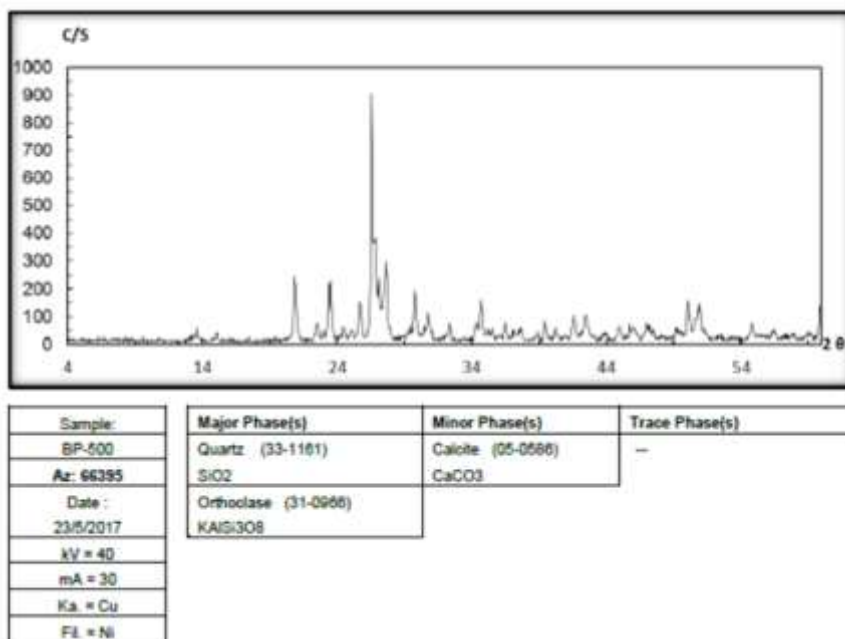
شکل ۴-۱۷ دگرسانی کلریتی (Chl): الف- تصویر نمونه دستی، ب- میکروسکوپی (XPL)

۲ ۳ ۴ دگرسانی سیلیسی و اپیدوتی

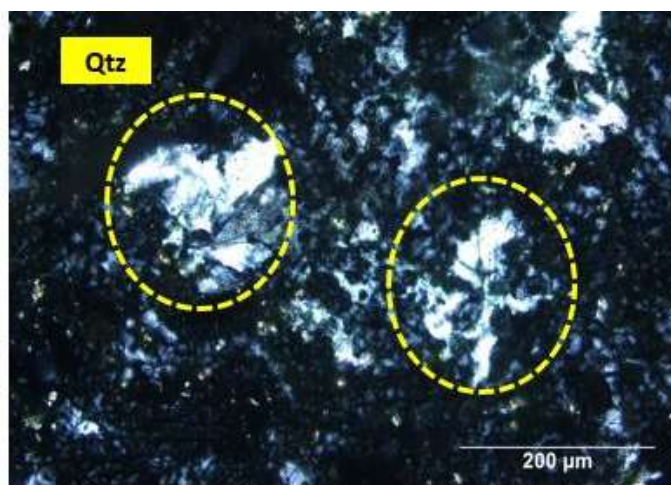
این دگرسانی بیشتر در پهنه استرینگر و اطراف باریت ها مشاهده می شود که به رنگ سبز تیره تا سبز روشن مشاهده می شود (شکل ۴-۱۸). همچنین از قسمت های سبز روشن تا سبز تیره نمونه برداری و برای آنالیز (XRD) فرستاده شد که نتایج کانی سبز را ارتوکلاز تشخیص داده بود که طبق مشاهدات میکروسکوپی اپیدوت می باشد (شکل های ۴-۱۸ تا ۴-۲۰). ساختار فلدسپاتها را می توان حالت پر شده ساختارهای SiO_2 از راه ورود AL به شبکه چهاروجهی و هم زمان با آن جایگزینی Na^+ (یا K^+) یا Ca^{2+} در حفره های موجود فرض کرد. هنگامی که فقط یک Si^{4+} به وسیله Al^{3+} جانشین می شود، ساختار می تواند با ورود یک K^+ یا یک Na^+ خنثی شود.



شکل ۴-۱۸ تصاویر نمونه دستی (الف) و میکروسکوپی (ب) از دگرسانی سیلیسی و اپیدوتی (رنگ سبز روشن) که در پهنه استرینگر دیده می شود.



شکل ۴-۱۹ نتایج XRD برای دگرسانی سیلیسی

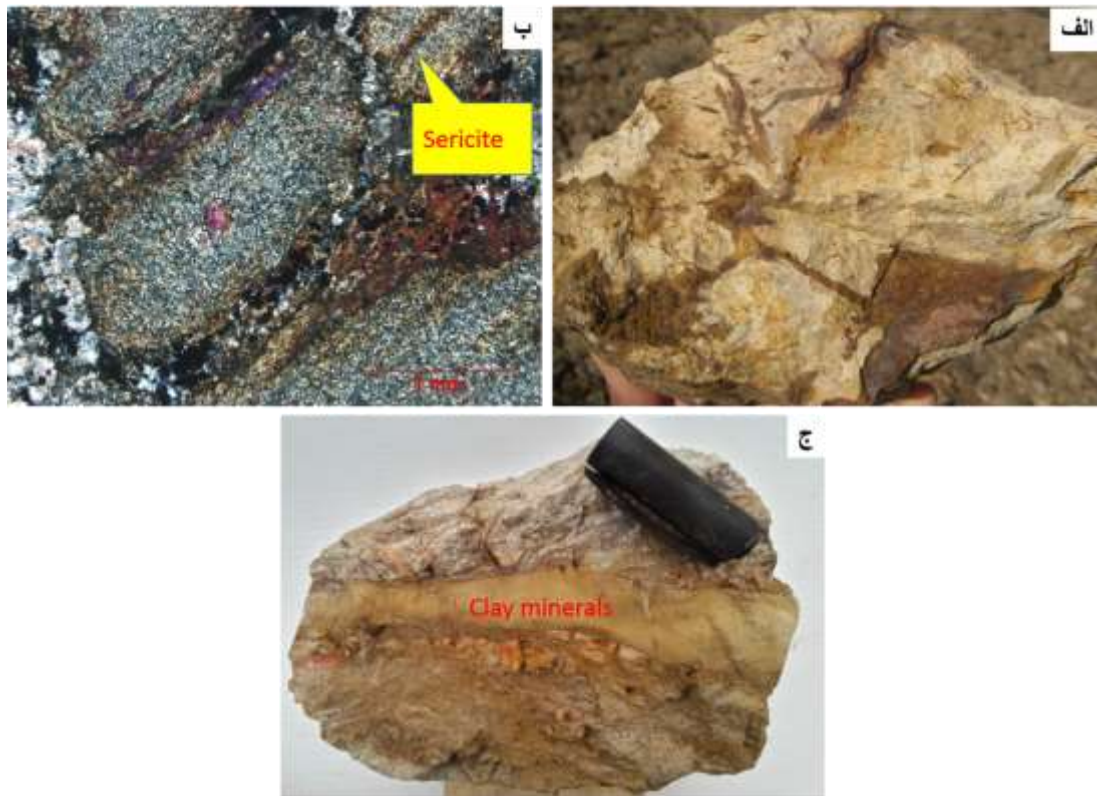


شکل ۴-۲۰ تصویر میکروسکوپی از دگرسانی کوارتز

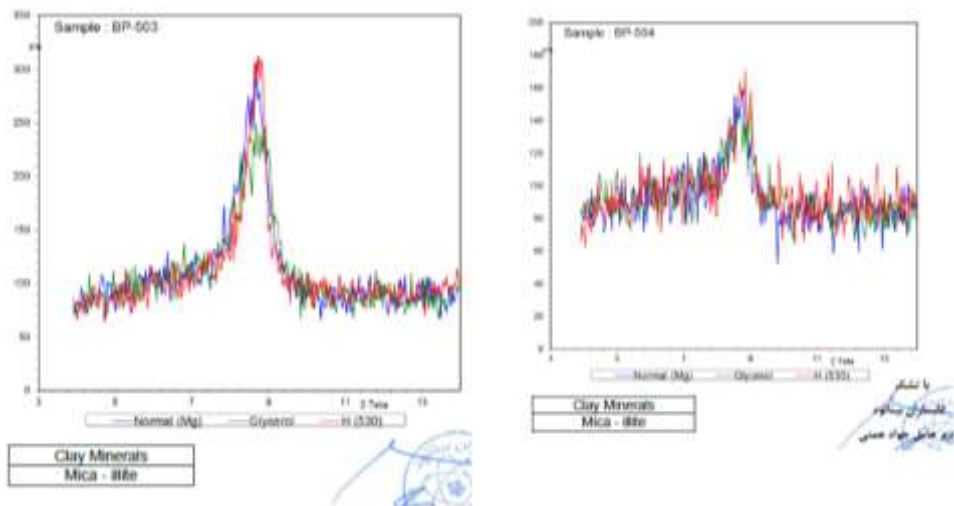
۳ ۳ ۴ دگرسانی آرژیلی - سرسیتی

این دگرسانی اطراف پهنه استرینگر و پهنه توده‌ای می‌باشد که به صورت ثانویه تشکیل شده است. کانی‌هایی که در دگرسانی آرژیلی مشاهده شده و در آنالیز (XRD) تشخیص داده شده

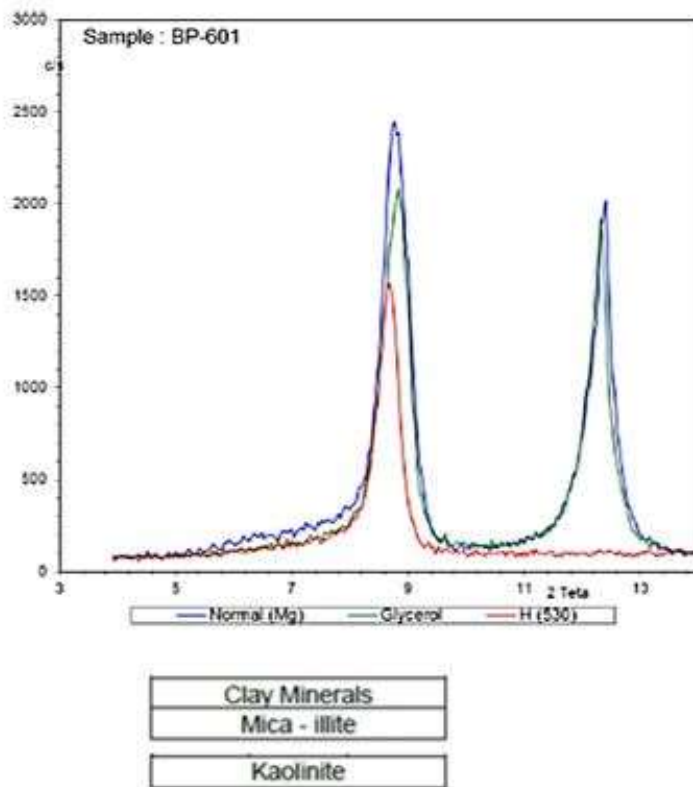
شامل: کائولینیت، ایلیت و آلونیت می باشد. همچنین کانی های دگرسانی سریستی شامل سریست (مسکویت دانه ریز)، ژیپس و کوارتز می باشد (شکل های ۴-۲۱ تا ۴-۲۴).



شکل ۴-۲۱ تصویر نمونه دستی (الف) و میکروسکپی (ب) از دگرسانی سریستی و دگرسانی آرژیلی (ج).



شکل ۴-۲۲ نتایج آنالیز XRD انجام گرفته از هر دو قسمت سفید رنگ و کرم رنگ تصویر بالا که کانی های آن میکا (دگرسانی سرسیتی) و ایلیت (دگرسانی آرژیلی) می باشد.



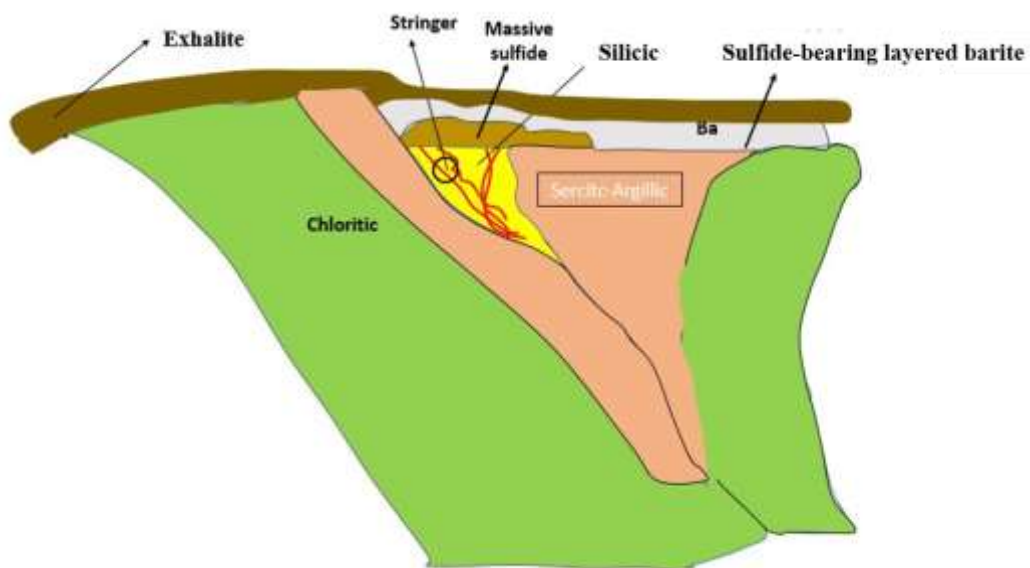
شکل ۴-۲۳ تصویر آنالیز XRD از نمونه کائولینیتی.



شکل ۴-۲۴ دگرسانی آرژیلی که به طور ثانویه کانی ژیپس را تشکیل داده است.

۴ ۳ ۴ پهنه بندی دگرسانی

با توجه به شواهد کانی شناسی و بررسی های صحرایی انجام شده و مطالعات انجام شده دگرسانی کانسار باریت پشته به ترتیب دگرسانی سیلیسی، سرسیتی- (آرژیلیک ثانویه) و کلریتی می باشد که دگرسانی سیلیسی و دگرسانی سرسیتی- آرژیلیک در مرکز کانسار و در زیر رخساره توده ای قرار گرفته و دگرسانی کلریتی در اطراف قرار گرفته اند (شکل ۴-۲۵). البته در اطراف رگه های باریتی استرینگر کمی دگرسانی اپیدوتی نیز دیده می شود.



شکل ۴-۲۵ تصویر شماتیک از پهله بندی دگرسانی در کانسار باریت پشته.

فصل پنجم کانی شناسی،

ساخت، بافت و توالی پارازیت

کانه

۵-۱ مقدمه

مطالعات ساخت و بافت ماده معدنی و تشخیص دقیق پاراژنز و توالی پاراژنتیکی کانی های معدنی و سنگ ساز از پایه های اساسی الگوی پیدایش نهشته ها بخصوص در نواحی که دچار دگر شکلی شده اند می باشد. به همین دلیل در منطقه معدنی مطالعه از رخساره های مختلف کانه زایی و سنگ دربرگیرنده آن ها در مقیاس مقطع صیقلی و نازک بررسی و مطالعه شد.

بر اساس مشاهدات، شکل ماده معدنی به صورت پیکره های چینه سان همروند با لایه بندی بوده که دارای قسمت ناهمخوان زیرین است. ماده معدنی دارای بافتهای توده ای، برشی، رگه- رگچه ای و دانه پراکنده می باشد. بافت توده ای به صورت غنی از باریت و پیریت دیده می شود که مقداری کالکوپیریت نیز همراه آنها دیده می شود.

در این فصل ابتدا ساخت و بافت کانه و ارتباط آن با کانی های تشکیل دهنده سنگ درونگیر و سپس کانی های اولیه و ثانویه را بررسی میکنیم و در نهایت به بررسی پاراژنز و توالی پاراژنز کانی ها می پردازیم.

۵-۲ ساخت

تمایز و تفکیک کامل اصطلاحات ساخت و بافت کار دشواری است ولی به اعتقاد بسیاری از زمین شناسان ساخت به خصوصیتی از سنگ اطلاق می شود که بتوان آن ها را بر روی زمین یا نمونه دستی تشخیص داد مانند لایه بندی حاصل از جریان گدازه ها. این ساخت ها در کانسار باریت عبارتند از: رگه- رگچه ای، برشی، توده ای- لایه ای، نواری و ساخت حلقوی.

۱۲۵ - ساخت رگه - رگچه ای

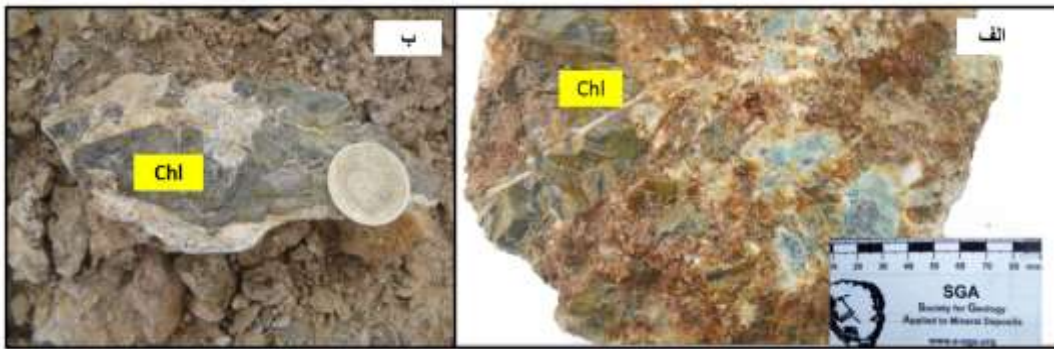
این ساخت به صورت رگه و رگچه های سولفیدی و باریتی هستند که سنگ میزبان توفی را در جهات مختلف قطع کرده اند که به دو صورت رگه و رگچه های باریتی و سولفیدی که دارای پیریت و کالکوپیریت می باشند دیده می شود. این ساخت بیشتر در افق اول کانه زایی و قاعده واحد غنی از گدازه دیده می شود (شکل ۵-۱).



شکل ۵-۱ الف) ساخت رگه - رگچه ای در سنگ میزبان توفی که بصورت رگه های باریت و سولفیددار می باشند. ب) ساخت رگه - رگچه ای که رگه ها در اطراف حاوی پیریت و کالکوپیریت و در وسط حاوی کانی باریت می باشند. ج) ساخت رگه - رگچه ای در سنگ میزبان توفی که رگه های باریت در جهات مختلف سنگ میزبان را قطع کرده اند.

۲۲۵ - ساخت برشی

این ساخت در پهنه استرینگر وجود دارد که سنگ میزبان و ماده معدنی به صورت قطعه قطعه و اشکال زاویه دار درآمده اند و با دگرسانی همراه می باشند (شکل ۵-۲).



شکل ۲-۵ الف و ب تصویر نمونه دستی از ساخت برشی به همراه دگرسانی کلریتی در پهنه رگه -رگچه ای

۳ ۲ ۵ ساخت عدسی

این ساخت در قسمت پایین با سولفید توده ای و در بالا با باریت لایه ای سولفید دار پوشیده شده است. که این رخساره در افق اول کانه زایی مشاهده می شود (شکل ۳-۵).



شکل ۳-۵ تصویر صحرایی از ساخت سولفید توده ای که در قسمت زیرین از سولفید توده ای و در بالا از باریت

لایه

۴۲۵ ساخت لایه ای

این ساخت خود به دو بخش ساخت باریت لایه ای سولفید دار و رسوبات برون‌دمی تقسیم می‌شود. این ساخت بیشتر در افق کانه دار اول و افق کانه دار سوم و چهارم مشاهده می‌شود که دارای کانی‌های باریت و کانی‌های سولفیدی شامل پیریت می‌باشد (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵ تصویر نمونه دستی از باریت لایه ای سولفید دار.

۵۲۵ ساخت نواری

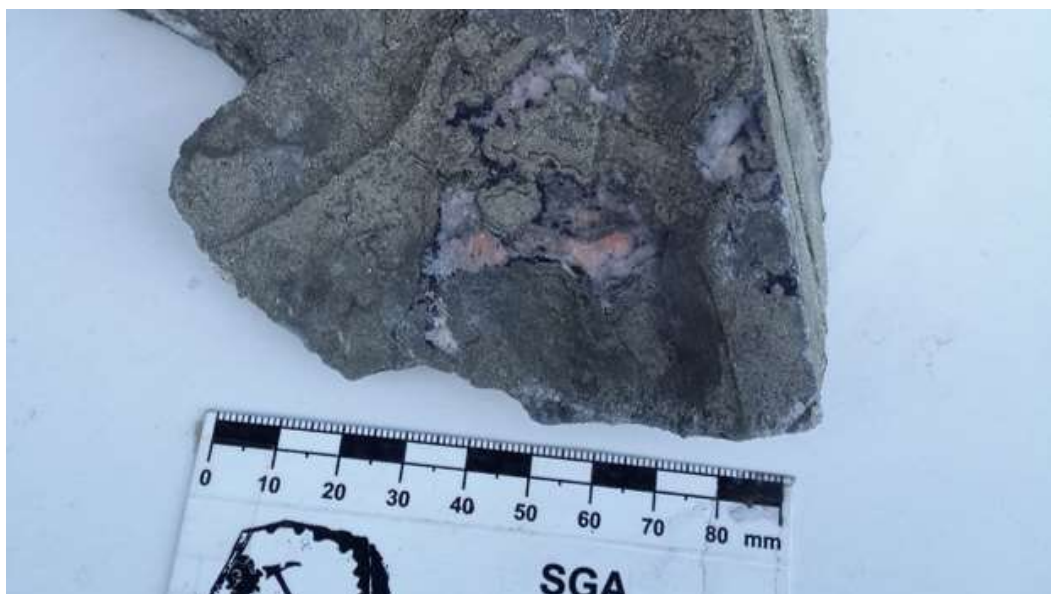
این ساخت به صورت رسوبات نواری و لایه لایه غنی از منگنز در قسمت فوقانی افق کانه زایی دوم دیده می‌شود (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵ تصویری از ساخت نواری در رسوبات برون‌دمی غنی از منگنز.

۶۲۵ - ساخت حلقوی

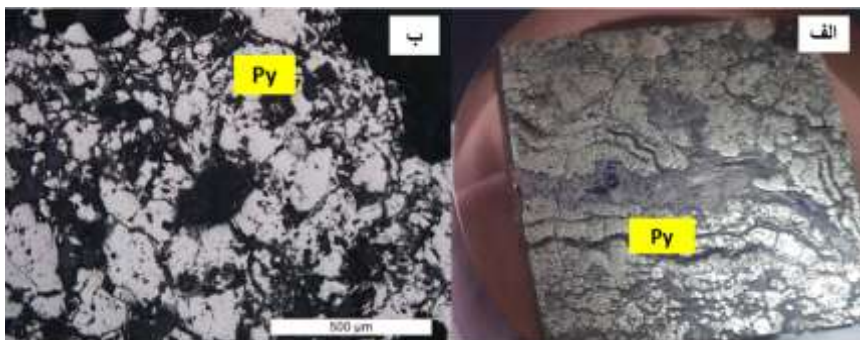
این ساخت تنها در افق یک و در محل رخساره توده ای و در محل دودکش ها (chimneys) و معابر سیال (cundoits) (Revan et al., 2014) دیده می‌شود که دارای کانی های باریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن و سایر کانی های سولفیدی می‌باشد.



شکل ۵-۶ تصویر نمونه دستی از ساخت حلقوی در دودکش سفید.

۷۲۵ بافت کلوفرمی

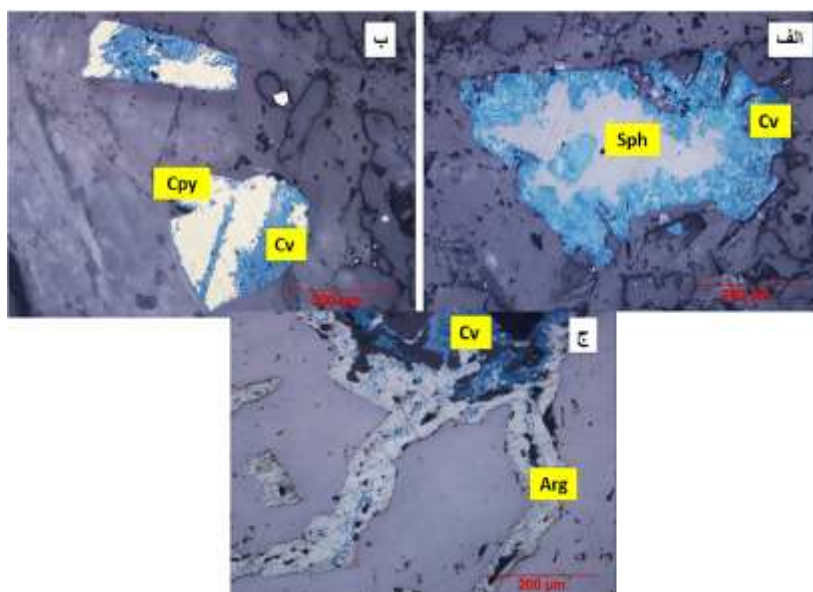
این بافت بیشتر در پیریت ها و در افق کانه زایی اول و در رخساره توده ای که محل رخداد دودکش ها هستند مشاهده می‌شود (شکل ۵-۷). این بافت نشان دهنده مخلوط شدن محلول های هیدروترمالی با آب های سرد دریا است و پیریت غالباً کانی شناسی پهنه بیرونی را در برمی گیرد و در بیشتر مورفولوژی ها ظاهر می‌شود (Revan et al., 2014).



شکل ۷-۵ الف- تصویر مقطع صیقلی از پیریت های گل کلمی. ب- تصویر میکروسکوپی از پیریت های گل کلمی.

۸ ۲ ۵ بافت جانشینی

این بافت جز بافت های اولیه است که بیشتر در رخساره سولفید توده ای مشاهده می شود که کانی های آرژانتیت، اسفالریت و کالکوپیریت توسط کولین جانشین شده اند (شکل ۸-۵).

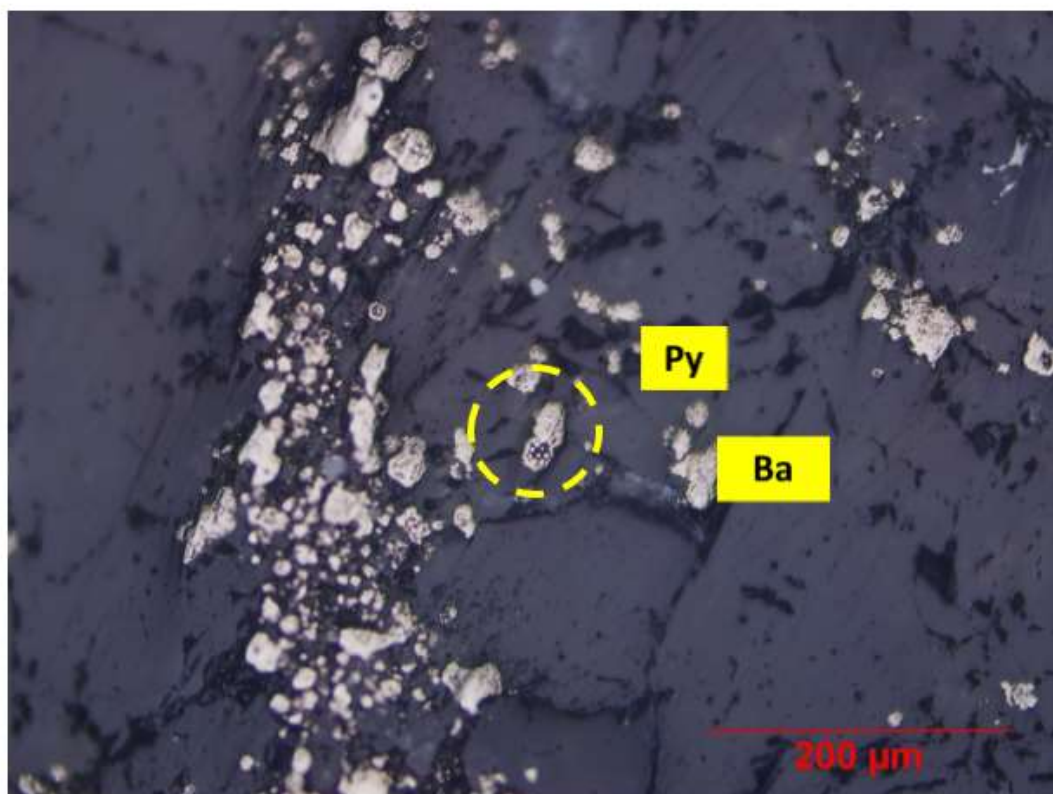


شکل ۸-۵ الف- تصویر میکروسکوپی از رخساره سولفید توده ای که کولین جانشین اسفالریت شده است. ب-

جانشینی کولین به جای کالکوپیریت، ج- تصویر میکروسکوپی از رخساره سولفید توده ای که کولین جانشین آرژانتیت شده است.

۹ ۲ ۵ بافت فرامبوئیدال

این بافت شامل تجمع پیریت های ریز دانه می باشد که به حالت خوشه ای و تمشک مانند در کنار هم قرار گرفته و در حاشیه ها تبلور مجدد پیدا کرده است. این بافت جز بافت های اولیه است و در رخساره توده ای کانسنگ باریتی در قسمت قطعات دودکش دیده می شود (شکل ۵-۹). پیریت های فرامبوئیدی در واقع در بیشتر پهنه های دودکش حضور دارند (Revan et al., 2014).

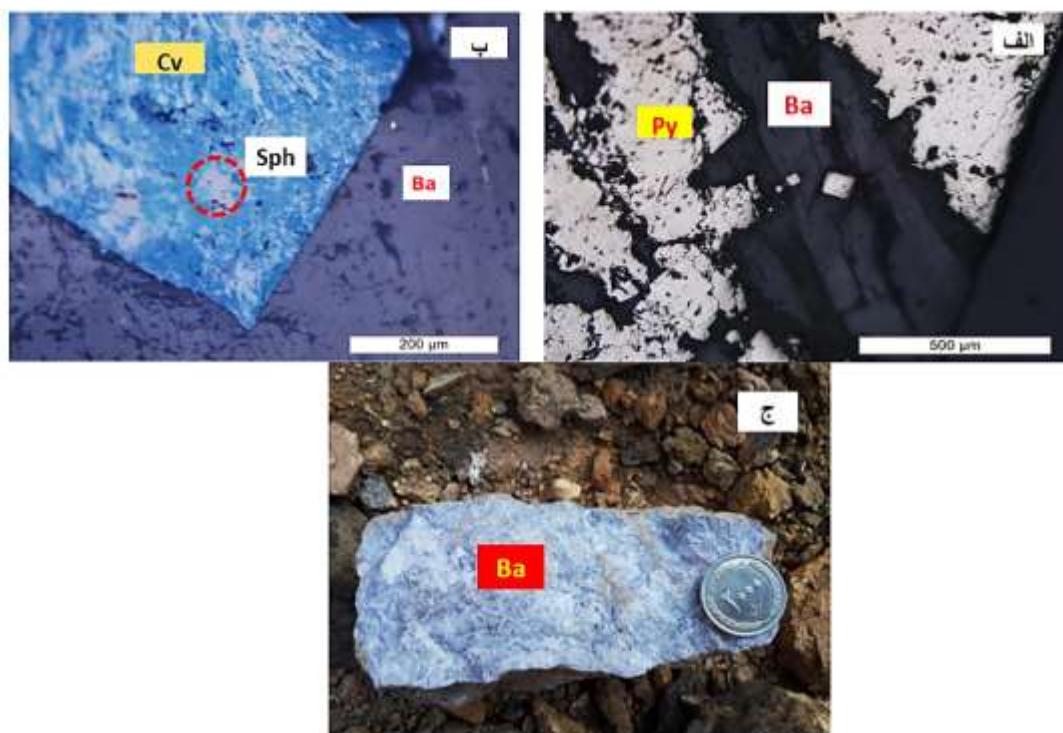


شکل ۵-۹ تصویر میکروسکوپی از پیریت های فرامبوئیدال به همراه باریت در رخساره سولفید توده ای. کانی های اصلی

۵-۳ کانی های سولفیدی و سولفاتی

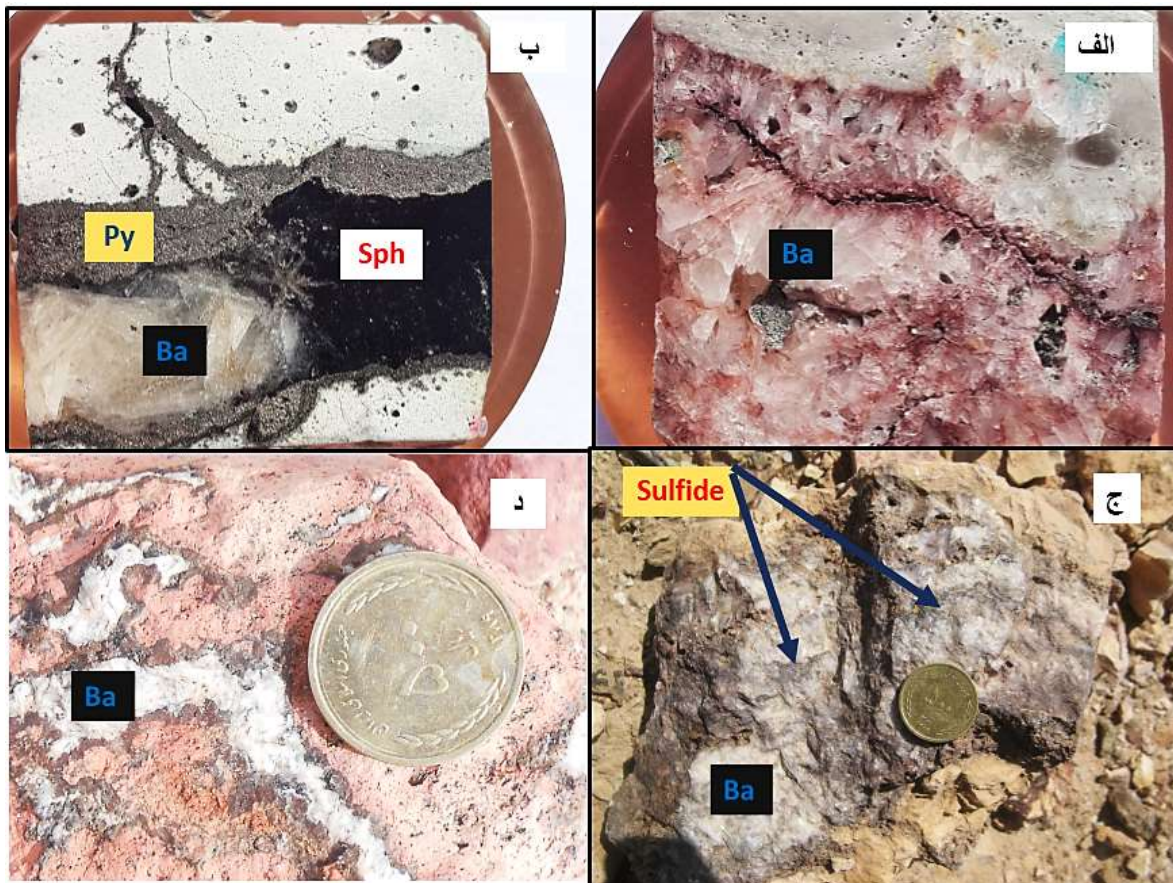
۵ ۳ ۱ باریت ($BaSO_4$)

باریت سولفات باریم است که از کانی های اصلی تشکیل دهنده کانسار پشته می باشد که به صورت های مختلف (نواری، توده ای، رگه رگچه ای) در این منطقه تشکیل شده است و همچنین به صورت توده ای در مرکز دودکش ها همراه با پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت و کولین در شیل های سیاه در افق کانه زایی اول در رخساره توده ای دیده می شود. همچنین در بخش های بالایی افق کانه زایی اول به صورت نواری و رگه و رگچه و در افق های بالاتر بیشتر به صورت نواری و رگه و رگچه دیده می شود (شکل ۵-۱۰ و ۵-۱۱).



شکل ۵-۱۰ الف- تصویر میکروسکوپی از باریت به همراه پیریت در رخساره سولفید توده ای. ب- تصویر

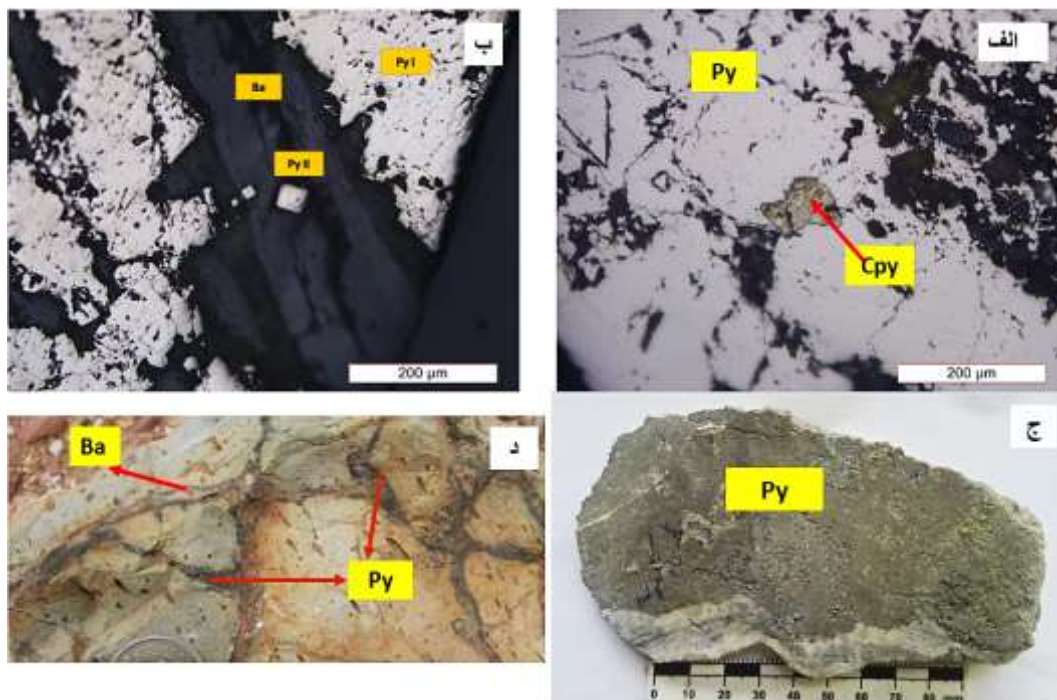
میکروسکوپی از باریت به همراه اسفالریت (Sph) و کولین (Cv). ج- تصویر نمونه دستی از باریت لایه ای سولفید دار.



شکل ۵-۱۱ الف- تصویر نمونه دستی از باریت رگه ای در رخساره رگه و رگچه ای. ب- تصویر نمونه دستی از باریت رگه و رگچه ای در رخساره استرینگر سولفیدی به همراه پیریت (Py) و اسفالریت (Sph). ج- تصویر نمونه دستی از باریت نواری. د- تصویر نمونه دستی از باریت رگه ای در سنگ میزبان توفی

۲ ۳ ۵ پیریت (Fes)

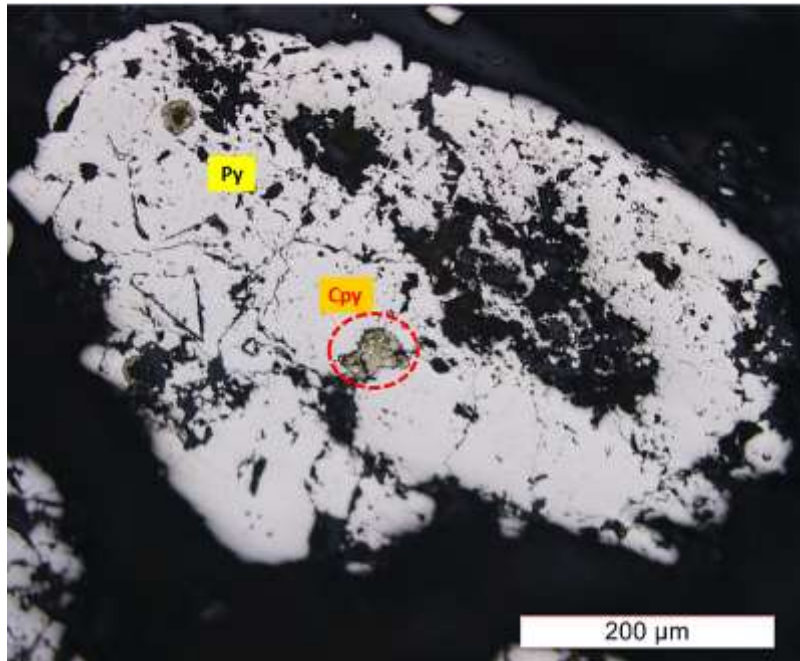
پیریت از کانی های اصلی کانسار پشته می باشد که به صورت گل کلمی و توده ای و رگه رگچه ای دیده می شود که بیشتر تجمع آن در افق کانه زایی اول و در رخساره سولفید توده ای در قسمت دودکش می باشد که پیریت ها در قسمت دودکش از دو نسل تشکیل شده اند که نسل اول به صورت اشکال نیمه منظم و نامنظم و نسل دوم به صورت اشکال منظم و کوبیک دیده می شود (شکل ۵-۱۲).



شکل ۵-۱۲ الف- تصویر نمونه دستی از پیریت های کلوفرمی به همراه کالوپیریت. ب- تصویر میکروسکوپی از پیریت های نسل اول (Py |) که اشکال نامنظم دارند به همراه پیریت های نسل دوم (Py ||) که به صورت کوبیک هستند. ج) تصویر نمونه دستی از پیریت های توده ای. د) تصویر نمونه دستی از پیریت های رگه و رگچه ای در رخساره استرینگر به همراه باریت در سنگ میزبان توفی.

۳ ۳ ۵ کالکوپیریت ($CuFeS_2$)

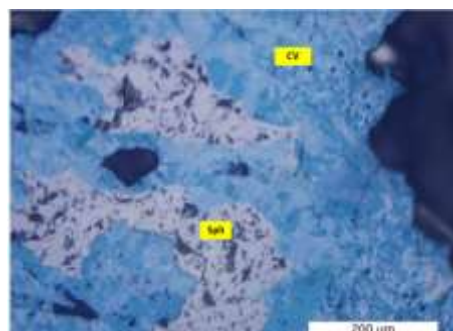
از کانی های سولفید مس و اصلی کانسار پشته می باشد و تنها در افق کانه دار اول و در بخش های رخساره سولفید توده ای و استرینگر مشاهده می شود که در رخساره سولفید توده ای به صورت دانه پراکنده و در رخساره استرینگر به صورت پراکنده و رگه و رگچه دیده می شود (شکل ۵-۱۳).



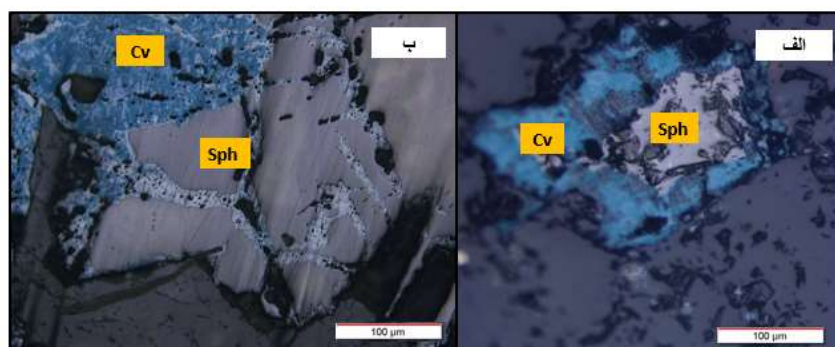
شکل ۵-۱۳ تصویر میکروسکوپی از کالکوپیریت در داخل پیریت در رخساره سولفید توده ای.

۴ ۳ ۵ اسفالریت (Fes)

اسفالریت کانی است که فقط در افق کانه دار اول و تنها در رخساره سولفید توده ای و استرینگر دیده می شود که در بیشتر موارد به کولین تبدیل شده است که نشانه وجود مقادیر مس در ساختار اسفالریت می باشد. اسفالریت ها از دو نسل تشکیل شده اند که نسل اول با رنگ خاکستری تیره و در رخساره سولفید توده ای می باشد و در دمای بالاتری تشکیل شده است و اسفالریت نسل دوم با رنگ خاکستری روشن است که در رخساره استرینگر بوده و در دمای پایین تری تشکیل شده است. هم چنین این کانی بیشتر به صورت رگه ای و دانه پراکنده همراه با کانی هایی از قبیل پیریت، مارکازیت، کالکوپیریت و گالن می باشد (شکل ۵-۱۴ و ۵-۱۵).



شکل ۵-۱۴ تصویر میکروسکوپی از اسفالریت که توسط کولین جانشین شده است در رخساره سولفید توده ای.



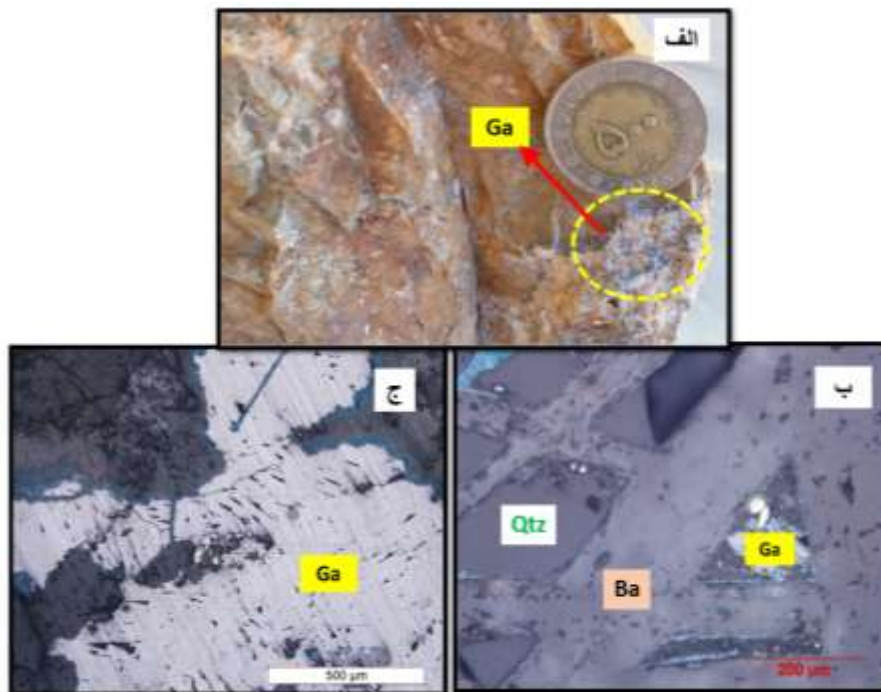
شکل ۵-۱۵ الف- تصویر میکروسکوپی از اسفالریت و کولین در رخساره استرینگر با رنگ خاکستری روشن. ب-

تصویر میکروسکوپی از اسفالریت و کولین در رخساره سولفید توده ای با رنگ خاکستری تیره.

گالن (Pbs) ۵ ۳ ۵

از کانی های سولفیدی سرب است که به صورت دانه پراکنده در رخساره استرینگر و سولفید توده

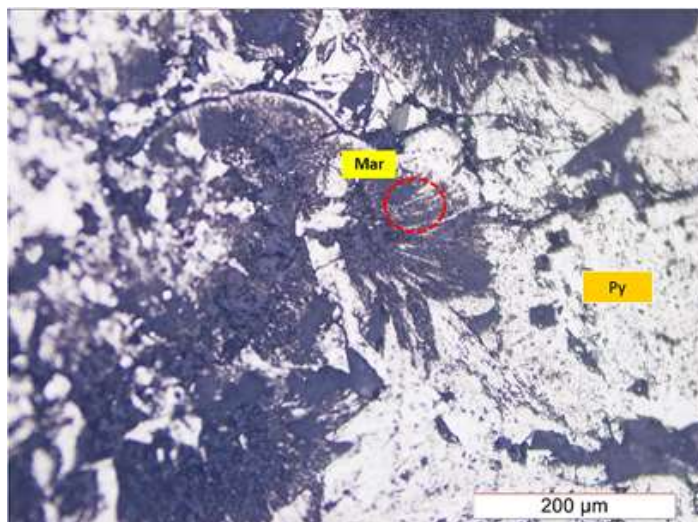
ای دیده می شود که همراه با اسفالریت و باریت دیده می شود (شکل ۵-۱۶).



شکل ۵-۱۶ الف-تصویر نمونه دستی از گالن دانه پراکنده در رخساره استرینگر. ب-تصویر میکروسکوپی از گالن و باریت در رخساره سولفید توده ای، ج)تصویر میکروسکوپی از گالن در رخساره استرینگر.

۵ ۳ ۶ مارکازیت (FeS_2)

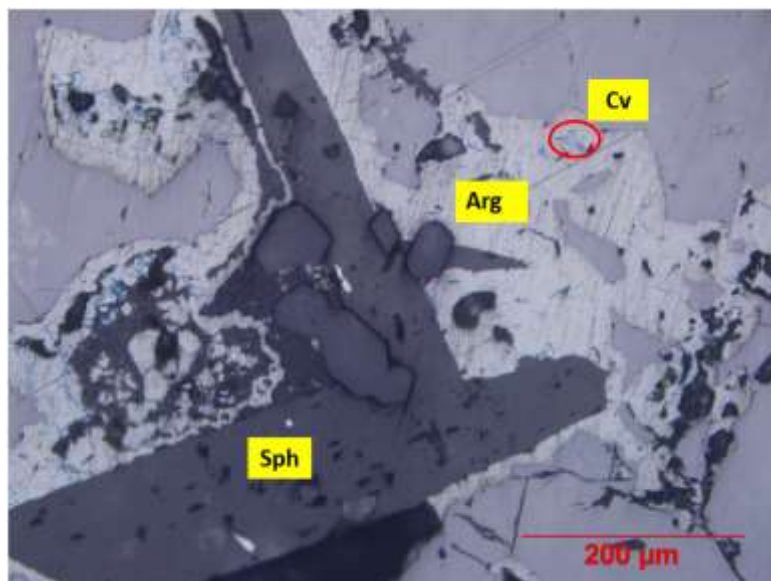
از کانی های سولفیدی آهن است که همراه با پیریت در رخساره سولفید توده ای دیده می شود که به صورت اشکال تیغه ای شکل در مقیاس میکروسکوپی و به صورت دانه پراکنده همراه با پیریت دیده میشود (شکل ۵-۱۷).



شکل ۱۷-۵ تصویر میکروسکوپی از مارکازیت به همراه پیریت در رخساره سولفید توده ای.

۷ ۳ ۵ آرژانتیت (Ag_2S)

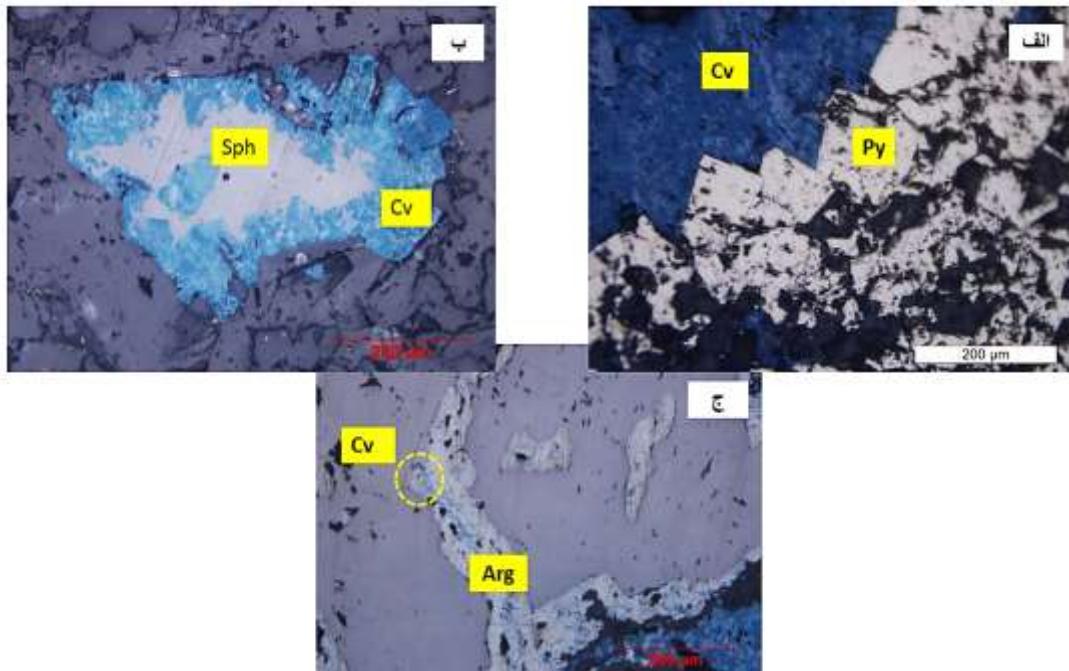
از کانی های سولفیدی نقره است که همراه با کولین در رخساره سولفید توده ای در افق کانه دار اول به صورت دانه پراکنده و به صورت جانشینی به جای اسفالریت در مقیاس میکروسکوپی دیده می شود (شکل ۱۸-۵).



شکل ۵-۱۸ تصویر میکروسکوپی از آرژانتیت که جانشین اسفالریت شده است.

۵ ۳ ۸ کولین (Cus)

کولین از کانی های سولفیدی مس است که تنها در رخساره سولفید توده ای و در افق کانه دار اول دیده می شود که همراه با کانی های پیریت، آرژانتیت، اسفالریت و کالکوپیریت به صورت بافت جانشینی دیده می شود (شکل ۵-۱۹).



شکل ۵-۱۹، ب-تصویر میکروسکوپی از کولین که بطور کامل جانشین اسفالریت شده است در رخساره سولفید توده ای. ج-تصویر میکروسکوپی کولین که جانشین آرژانتیت شده است در رخساره سولفید توده ای.

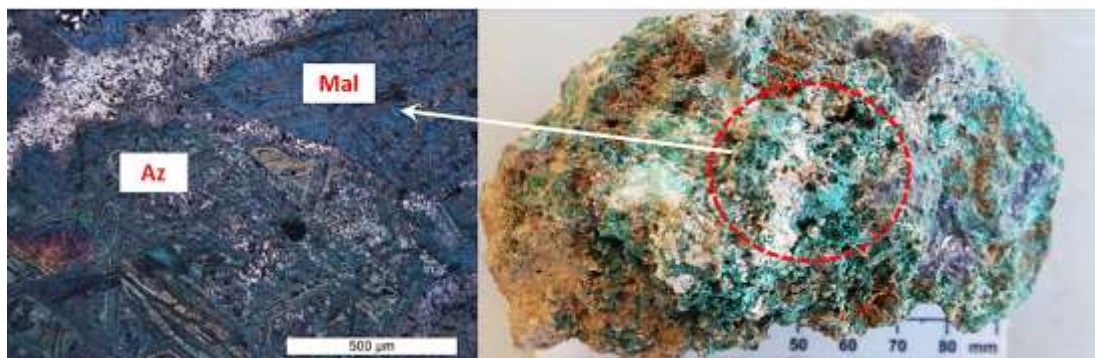
۴-۵ کانی های ثانویه

شامل مالاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز می باشد.

۱۴۵ مالاکیت و آزوریت

از کانی های کربنات مس هستند که به صورت دانه پراکنده در این کانسار یافت میشوند و بیشتر

در افق دوم و سوم کانه زایی دیده می شوند (شکل ۵-۲۰).



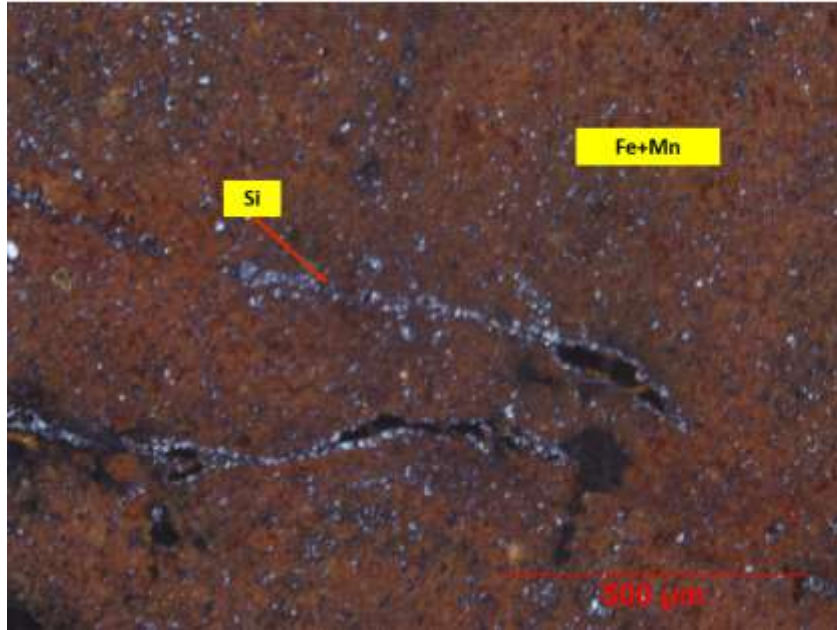
شکل ۲۰-۵ تصویر نمونه دستی و میکروسکوپی از مالاکیت به همراه آزوریت.

۲۴۵ اکسیدو هیدروکسید آهن و منگنز

کانی های اکسید و هیدروکسید آهن (هماتیت، لیمونیت و گوتیت) و منگنز از کانی های فرعی و ثانویه در کانسار پشته هستند که به صورت گل کلمی و نواری در این منطقه دیده میشوند که بیشتر در افق کانه زایی دوم و سوم مشاهده می شود (شکل ۲۱-۵ و ۲۲-۵).



شکل ۲۱-۵ تصویر نمونه دستی از آهن و منگنز گل کلمی.



شکل ۵-۲۲ تصویر میکروسکوپی اکسید های آهن و منگنز که به صورت ثانویه تشکیل شده اند

۵

سایر کانی ها از قبیل سرسیت، کوارتز و کلریت در فصل قبل در بخش دگرسانی به آن ها اشاره شده است.

۵-۵ توالی پاراژنتیک کانی ها

بر اساس مطالعات بافتی و کانی شناسی، تشکیل کانسار باریت-کائولن-مس پشته شامل سه مرحله عمده بروندمی-آتشفشانی، دیاژنز، و هوازدگی و سوپرژن است (شکل ۵-۲۳).

۱۵۵ برون‌دمی-آتشفشانی

مرحله برون‌دمی-آتشفشانی را با توجه به انواع رخساره های کانه دار در هر زیر افق میتوان به چهار قسمت مجزا تقسیم کرد این مراحل شامل مرحله مربوط به تشکیل رخساره رگه-رگچه ای، مرحله تشکیل رخساره توده ای، رخساره باریت لایه ای سولفید دار و رسوبات گرمایی برون‌دمی آهن و منگنز است.

۱- مرحله تشکیل رخساره رگه و رگچه ای، همراه با پاراژنز کانیایی باریت پیریت، کالکوپریت و مارکازیت است که پیریت ها از دو نسل تشکیل شده اند که پیریت های نسل اول نسبت به پیریت های نسل دوم در دمای بالاتری تشکیل شده اند. مرحله رخساره رگه-رگچه ای در کانسار باریت پشته همراه با بافت رگه ای و برشی شدن کانه ها که دچار دگرسانی سیلیسی، سریسیتی و کلریتی میباشد مشخص میشود.

۲- مرحله رخساره سولفید توده ای همراه با پاراژنز کانیایی، پیریت، کالکوپریت، اسفالریت، آرژانتیت و باریت که به صورت بافت دانه پراکنده هستند تشکیل شده و رخساره توده ای و چینه سان کانسار را تشکیل میدهد.

۳- مرحله تشکیل رخساره باریت لایه ای سولفید دار همراه با پاراژنز کانیایی باریت، پیریت، اسفالریت و کمی گالن میباشد.

۴- مرحله تشکیل رخساره سوبات برون‌دمی همراه با پاراژنز کانیایی هیدروکسید آهن و منگنز می باشد که به صورت بافت های نواری تشکیل شده اند.

۲۵۵ مرحله دیاژنز

در طی مرحله تدفین و دیاژنز، کانی پسیلوملان آب خود را از دست داده و تبدیل به پیرولولوزیت می شود. البته برخی کانیها از جمله پیریت در اثر دیاژنز متبلور می شوند و حالت شکل دار تا نیمه شکل دار پیدا می کنند.

۳ ۵ ۵ مرحله سوپرژن و هوازدگی

در این مرحله کانیهای سولفیدی دچار هوازدگی می شوند. تشکیل کانیهای ثانویه مثل کوولین، آلونیت و برخی کانیهای رسی مربوط و اکسید و هیدروکسیدهای آهن و منگنز و کانیهای سروزیت، مالاکیت و آزوریت مربوط به این مرحله می باشد.

همچنین به طور کلی سیالات کانه ساز از سه فاز تشکیل شده اند که فاز اول غنی از پیریت و کالکوپیریت بوده و فاز دوم غنی از اسفالریت و فاز سوم غنی از باریت، آرژانتیت و کالکوپیریت بوده است.

minerals		Volcanic-Exhalative				Diagenesis	Supergene/Weathering
		Stringer zone	Massive ore	Sulfide-bearing layered barite	Exhalative sediments		
Minerals	Barite	—————	—————	—————			
	Pyrite I	—————	—————	—————			
	Pyrite II	—————	—————	—————			
	Chalcopyrite	- - - - -	- - - - -			- - - - -	
	Sphalerite I	- - - - -					
	Sphalerite II	- - - - -					
	Galena	- - - - -					
	Covellite						- - - - -
	Argentite		—————				
	Hematite		—————			—————	
	Malachite						- - - - -
	Azurite						- - - - -
	Pyrotesite					- - - - -	
	psilomelane				—————		
Alunite						—————	
Alteration	Quartz	—————					
	Adularia	—————					
	Chlorite	—————					
	Sericite	—————					
	Clay minerals I	—————					
	Clay minerals II						—————
Texture	Bedded and laminated			- - - - -		- - - - -	
	Framboidal		—————				
	Disseminated	—————	—————	—————	—————		
	Massive		—————				
	Vein-Veinlet	—————					
	Breccia	—————					
	Replacement		—————				—————
	Chimney		—————				
	Open space filling	—————					

شکل ۵-۲۳ توالی پارازنتیک کانی های کانسار باریت پشته

فصل ششم

مطالعات سیال در کیر

۶-۱ مقدمه

در سالیان اخیر، مطالعه انکلوزیون های سیال بیش از هر روش دیگری در تعیین دمای نهشت کانه ها مورد توجه بوده است. دقت و درستی نتایج این گونه مطالعات، به خوبی ثابت شده است و از این رو بیش از پیش مورد استفاده قرار میگیرد. انکلوزیون های سیال، علاوه بر معرفی دما و فشار نهشت، آگاهی شایان توجهی نیز از ویژگی های سیال به دست می دهند. بلور ها همچنان که رشد می کنند، ممکن است مقداری از گازها یا مایعاتی را که از آن ها متبلور میشوند، در خود حبس کنند. اگر ضمن رشد یک بلور کوارتز یا اسفالریت، یک نقص ساختمانی یا جا به جایی ایجاد شود، حفره ای به وجود می آید که سر انجام با ادامه رشد بلور به همان شکل محصور می ماند. اما اگر بلور در سیال غرق باشد همچنان که این حفره یا انکلوزیون مهر و موم می شود، مقداری هرچند ناچیز از آن سیال به دام می افتد. فرض بر این است که حفره ها هنگامی که در کانی میزبان به وجود آمده اند که آن کانی در حال تشکیل بوده است و محتوای این حفره ها نمونه واقعی محلول های اولیه است. تصور می شود که سیال های موجود در این حفره ها، پیش از سرد شدن همگن بوده اند. اگر اسیر شدن در دماهای بالا صورت گرفته باشد، در دماهای پایین تر که سیال منقبض می شود و آرام میگیرد یا از آن رفع فشار می شود، سیال آبگون به یک مایع و یک گاز تفکیک می گردد. اگر قابلیت انحلال مواد نیز با افت دما کاهش یابد، بلور های جداگانه ای که کانی های دختر نامیده میشوند، ممکن است در داخل حفره تشکیل هسته بدهند و رشد کنند.

۶-۲ روش انجام مطالعات

برای مطالعه سیالات درگیر یک نمونه باریت از رخساره باریت لایه ای سولفید دار و یک نمونه گالن از رخساره رگه و رگچه ای از افق کانه دار دوم انتخاب و ۲ نمونه مقطع دو بر صیقل از آن ها تهیه شد. مطالعات پتروگرافی و مطالعات ریز دماسنجی در شرکت زمین ریز کاوان واقع در تهران انجام شد.

۱۲۶ پتروگرافی میانبارهای سیال

-نمونه غنی از گالن (BP-10):

۶-۲-۱-۱ کانی شناسی نمونه:

این نمونه از باریت درشت بلور همراه با سولفیدها تشکیل شده است. کانی سولفیدی را کانی گالن به صورت بلورهای نیمه وجه دار تشکیل میدهد. میان بارهای سیال شناسایی شده در کانی باریت برای مطالعات میکروترمومتری مناسب می باشند. بلورهای باریت اغلب کدر هستند و شناسایی میان بارها فقط در بخش های روشن این کانی امکان پذیر است.

انواع میانبارهای سیال: میانبارهای تک فازی، تک فازی مایع، دو فازی غنی از مایع.

میانبارهای تک فازی گازی با فراوانی قابل توجه حضور دارد که اندازه آن ها از ۳ تا ۱۰ میکرون متغیر و به طور غالب حدود ۵ میکرون است. این میانبارها اغلب بیضوی شکل و اشکی شکل دارند و با فاز گازی به رنگ تیره دیده می شوند.

میان بارهای تک فازی مایع به فراوانی در این نمونه مشاهده می شود. اغلب اشکال نامنظم تا بیضوی دارند. اندازه آن ها از ۱ تا ۵ میکرون تغییر می کند ولی غالب آن ها حدود ۳ میکرون است.

همچنین میانبارهای دو فازی غنی از مایع در نمونه مشاهده می شود که از یک فاز مایع و یک حباب بخار تشکیل شده اند. در این میان بارها حجم فاز بخار از ۲۰ تا ۳۰ درصد حجم میانبار تغییر

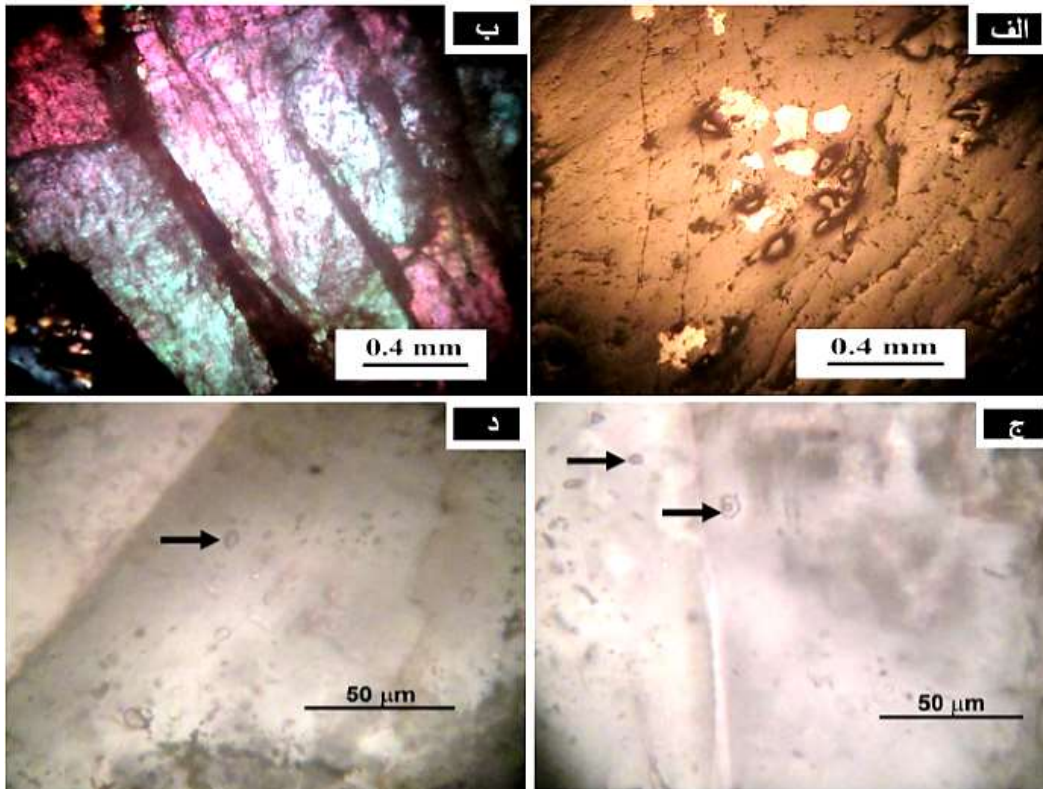
می‌کند. اندازه این میانبارها از ۱ تا ۱۰ میکرون تغییر می‌کند و اغلب اشکال نامنظم و بیضوی دارند. فراوانی این میانبارها متوسط است.

۲-۱-۲-۶ رخدادهای میانبارهای سیال:

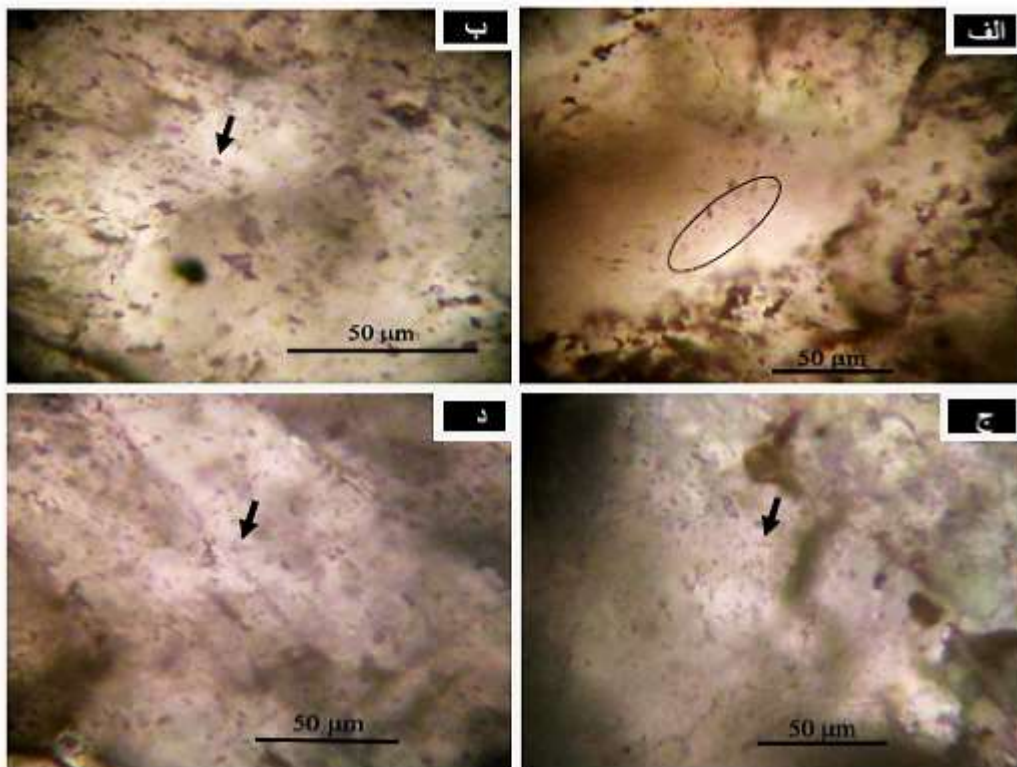
میانبارهای تک فازی گازی اغلب به صورت منفرد در زمینه باریت مشاهده می‌شوند. همچنین همراه با میان بارهای دو فازی غنی از مایع دیده شده اند که می تواند از شواهد فرآیند جوشش سیال (boiling) باشد. این میان بارها به دلیل تک فازی بودن جهت مطالعات ریز دماسنجی قابل استفاده نمی باشند.

میان بارهای تک فازی مایع اغلب به صورت دنباله و تجمعات پراکنده در نمونه مشاهده می‌شود. همچنین در پهنه های رشدی (Crystal growth Zones) بلور باریت مشاهده شده است. فراوانی این میانبارها زیاد است ولی به دلیل تک فازی بودن برای مطالعات ریز دماسنجی مناسب نمی‌باشند.

میانبارهای دو فازی غنی از مایع اغلب به صورت منفرد و به مقدار کمتر به صورت تجمعات پراکنده مشاهده می‌گردد. در اشکال نامنظم از این میانبارها شواهد تراوش (leakage) مشاهده می‌شود. همراهی میانبارها با میانبارهای تک فازی گازی از شواهد فرآیند جوشش سیال است. در این نمونه، میانبارهای دو فازی غنی از مایع برای مطالعات ریز دماسنجی مناسب هستند.



شکل ۶-۱ بلورهای نیمه وجه دار گالن همراه در زمینه باریت درشت بلور در نور بازتابشی. ب-بلورهای درشت باریت در نور عبوری. ج-از شواهد فرایند جوشش: همراهی میانبرهای دوفازی غنی از مایع با میانبار تک فازی گازی. د-میانبار تک فازی گازی منفرد.



شکل ۲-۶ الف- تجمع میانبارهای تک فازی مایع. ب- یک میانبار تک فازی گازی منفرد. ج- یک میانبار دو فازی غنی از مایع. د- یک میانبار دو فازی غنی از مایع منفرد.

شماره و نوع نمونه: باریت لایه ای سولفید دار، BP-34

کانی شناسی نمونه:

این نمونه از کربنات و کوارتز تشکیل شده است. به نظر می‌رسد یک رگه کلسیتی درشت بلور است که سپس رگچه های کوارتزی آن را قطع نموده اند. همچنین کانی های سولفیدی همراه با رگچه کوارتز-کربنات مشاهده می‌گردد. بلورهای کلسیت اغلب اسپاری و درشت بلور و با رخ مشخص می‌باشند. متأسفانه بلور های کلسیت اغلب کدر و دارای میانبارهای بسیار ریز هستند که قابل استفاده برای ریز دماسنجی نیستند ولی کانی کوارتز و میانبارهای موجود در آن برای ریز دماسنجی مناسب هستند.

۶-۲-۱-۳ انواع میانبارهای سیال: میانبارهای تک فازی بخار، میانبارهای دو فازی

غنی از مایع.

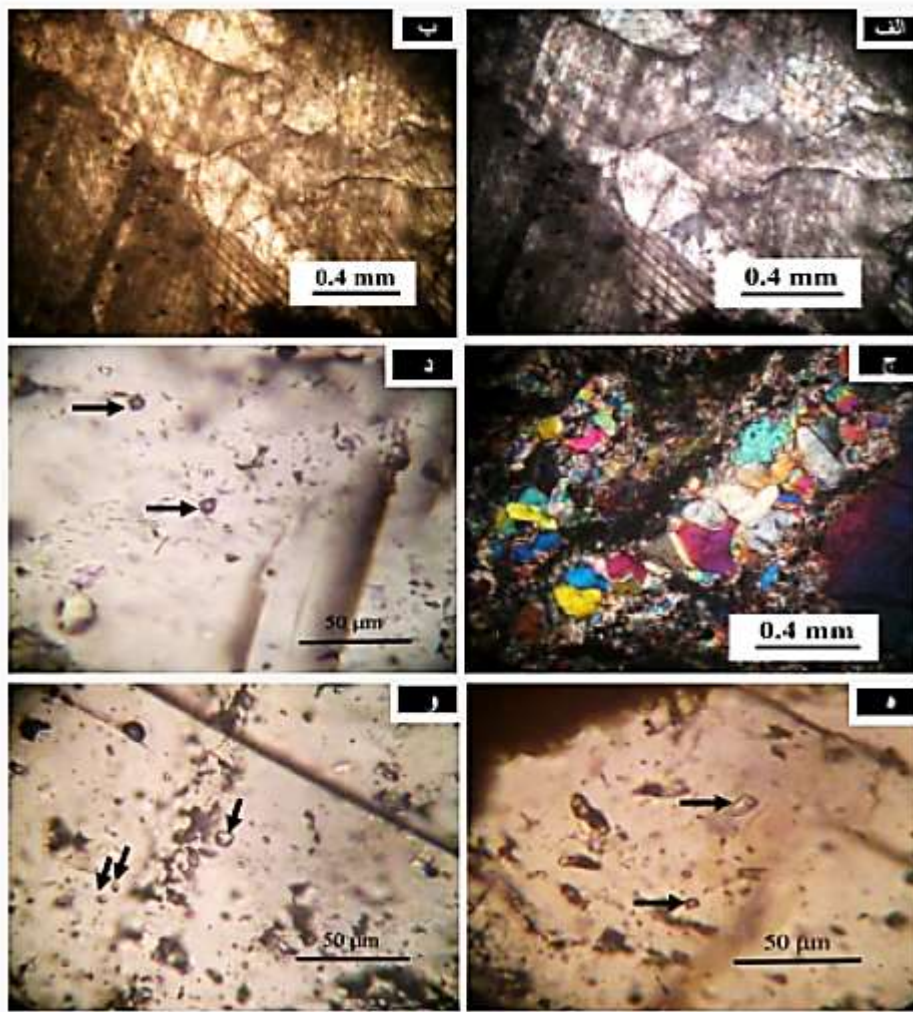
در این نمونه میانبارهای تک فازی گازی با فراوانی متوسط حضور دارد که اندازه آن ها از ۳ تا ۱۰ میکرون متغیر و به طور غالب حدود ۵ میکرون است. این میانبارها اغلب بیضوی شکل و اشکی شکل هستند. به دلیل این که از فاز گاز تشکیل شده اند به رنگ تیره مشاهده می شوند. میانبارهای تک فازی گازی همراه با میانبارهای دو فازی غنی از مایع به طور همزیست مشاهده شده اند که می تواند رخداد فرایند جوشش سیال در نمونه باشد.

همچنین میانبارهای دو فازی غنی از مایع مشاهده گردید که از یک فاز مایع و یک حباب بخار تشکیل شده اند. در این میانبارها حجم فاز بخار ۲۰ تا ۳۰ درصد حجم میانبار را تشکیل میدهد. اندازه این میانبارها از ۵ تا ۱۰ میکرون تغییر میکند و اغلب اشکال نامنظم، بیضوی و کشیده دارند.

رخداد میانبارهای سیال:

میانبارهای تک فازی گازی اغلب به صورت منفرد و به طور کمتر به صورت تجمعاتی در نمونه مشاهده می شوند. این میانبارها به دلیل تک فازی بودن جهت مطالعات میکروترمومتری قابل استفاده نمی باشند. این میانبارها همچنین همراه با میانبارهای دو فازی غنی از مایع دیده می شوند که می تواند از شواهد رخداد جوشش در سیال باشد.

میانبارهای دو فازی غنی از مایع به صورت منفرد و به مقدار کمتر به صورت تجمع مشاهده می گردد. در این نمونه، میانبارهای دو فازی غنی از مایع برای مطالعات میکروترمومتری مناسب می - باشند. این میانبارها در نمونه فراوانی متوسط دارند و شواهد تراوش (Leakage) در آن ها دیده می شود.



شکل ۳-۶ الف- بلورهای کلسیت اسپاری درشت که رخ مشخص دارند و کدر می باشند (نور XPL). ب- بلورهای کلسیت اسپاری درشت که رخ مشخص دارند و کدر می باشند (نور PPL). ج- رگه های کوارتزی که بلورهای کلسیت اسپاری را قطع می کنند. د- میانبرهای تک فازی گازی پراکنده. ه- فرایند جوشش: همراهی میانبار دو فازی غنی از مایع و میانبار تک فازی گازی. و- تجمعی از میانبرهای دو فازی غنی از مایع.

۳-۶ مطالعات دماسنجی سیالات درگیر

دماسنجی در تمام سیالات درگیر به روش حرارت دادن برای تعیین دمای همگن شدن صورت می گیرد که حداقل دمای تشکیل کانسار را نشان می دهد. مطالعات میکروترمومتری بر اساس مراحل گرمایش و سرمایش بنا شده است که نتایج آن در جدول ۵-۱ آورده شده است.

جدول ۱-۶ نتایج ریز دماسنجی از نمونه های انتخاب شده در کانسار پشته (Bp-34، باریت لایه ای سولفید

دارافق اول کانه دار، Bp-10، استرینگر گالن دار افق دوم)

No.	Fluid Inclusion ID	Type	Host Mineral	Size (µm)	Shape	Phases (30°C)	liquid (%)	Vapour (%)	T mi (last) (°C)	Salinity (wt% NaCl equiv)	Density	Th(V→L) (°C)
1	PB-10-1	Primary	Barite	4.4	Oval	L+V	80	20	-1.8	2.956	0.975	108.2
2	PB-10-2	Primary	Barite	4.8	Irregular	L+V	80	20	-4.5	7.105	0.991	124.7
3	PB-10-3	Primary	Barite	5.7	Spherical	L+V	85	15	-1.9	3.117	0.972	114.1
4	PB-10-4	Primary	Barite	5.4	Irregular	L+V	70	30	-0.6	0.993	0.956	117.1
5	PB-10-5	Primary	Barite	5.4	Oval	L+V	70	30	-2.2	3.598	0.961	132.7
6	PB-10-6	Primary	Barite	3.8	Oval	L+V	75	25	-1.2	1.979	0.968	109.4
7	PB-10-7	Primary	Barite	5.7	Oval	L+V	80	20	-1.7	2.794	0.925	166.3
8	PB-10-8	Primary	Barite	5.1	Oval	L+V	90	10	-1.4	2.306	0.956	128.9
9	PB-10-9	Primary	Barite	5.4	Rectangular	L+V	80	20	-2.3	3.757	0.971	120.3
10	PB-10-10	Primary	Barite	8.3	Irregular	L+V	80	20	-4.3	6.815	0.954	164.2
11	PB-10-11	Primary	Barite	3.5	Oval	L+V	80	20	-2.5	4.074	0.971	123.3
12	PB-10-12	Primary	Barite	4.7	Oval	L+V	75	25	-1.2	1.979	0.977	95.4
13	PB-10-13	Primary	Barite	9.4	Irregular	L+V	75	25	-6.7	10.101	1.006	131.2
14	PB-10-14	Primary	Barite	5.1	Spherical	L+V	70	30	-4.6	7.250	0.951	171.9
15	PB-10-15	Primary	Barite	4.2	Spherical	L+V	85	15	-1.6	2.632	0.983	92.3
16	PB-10-16	Primary	Barite	4.5	Irregular	L+V	85	15	-2.2	3.598	0.983	99.4
17	PB-10-17	Primary	Barite	5.7	Oval	L+V	80	20	-3.1	5.012	0.962	142.2

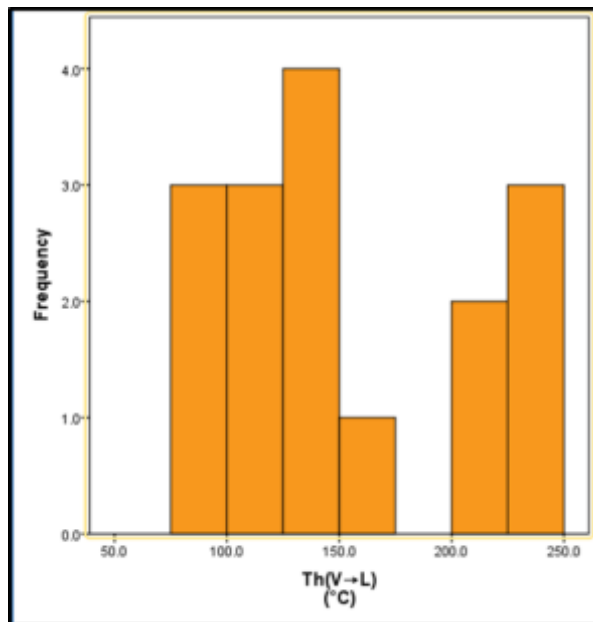
No.	Fluid Inclusion ID	Type	Host Mineral	Size (µm)	Shape	Phases (30°C)	liquid (%)	Vapour (%)	T mi (last) (°C)	Salinity (wt% NaCl)	Density	Th(V→L) (°C)
1	PB-34-1	Primary	Q-C	7.5	Spherical	L+V	80	20	-3.8	6.076	0.893	221.7
2	PB-34-2	Primary	Q-C	4.3	Oval	L+V	75	25	-4.2	6.669	0.876	239.5
3	PB-34-3	Primary	Q-C	6.2	Irregular	L+V	90	10	-10.1	14.051	1.029	139.6
4	PB-34-4	Primary	Q-C	6.6	Elongate	L+V	85	15	-11.7	15.667	1.072	97.2
5	PB-34-5	Primary	Q-C	3.4	Oval	L+V	75	25	-11.1	15.077	1.038	137.4
6	PB-34-6	Primary	Q-C	5.6	Oval	L+V	80	20	-6.8	10.228	0.906	241.9
7	PB-34-7	Primary	Q-C	5.8	Irregular	L+V	70	30	-7.5	11.101	1.023	119.5
8	PB-34-8	Primary	Q-C	4.1	Oval	L+V	70	30	-14.7	18.368	1.073	124.1
9	PB-34-9	Primary	Q-C	5.6	Elongate	L+V	75	25	-6.3	9.583	1.017	112.6
10	PB-34-10	Primary	Q-C	9.4	Spherical	L+V	75	25	-18.4	21.237	1.122	86.2
11	PB-34-11	Primary	Q-C	6.1	Rectangular	L+V	75	25	-3.9	9.054	0.908	230.5
12	PB-34-12	Primary	Q-C	7.6	Oval	L+V	85	15	-9.1	12.967	0.96	205.9
13	PB-34-13	Primary	Q-C	5.4	Elongate	L+V	85	15	-8	11.702	0.992	161.7
14	PB-34-14	Primary	Q-C	7.5	Elongate	L+V	80	20	-8.3	12.055	1.022	129.5
15	PB-34-15	Primary	Q-C	10.3	Irregular	L+V	70	30	-13.7	17.511	1.047	149.5
16	PB-34-16	Primary	Q-C	5.3	Oval	L+V	75	15	-13.1	16.977	1.084	94.7

۱۳۶ گرمایش

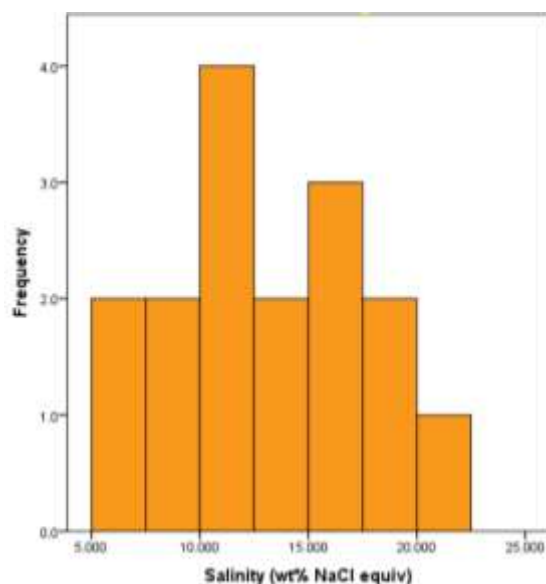
هدف اصلی مطالعه گرمایش، اندازه گیری دمای نهایی همگن شدن است، یعنی دمایی که در آن سیال درگیر به یک سیستم تک فاز تبدیل می شود. این دما در حالت عادی، دمای همگن شدن کلی مایع-بخار (THTT_{0t}) است اما برای سیالات درگیر حاوی کانیهای نوزاد، می تواند دمای انحلال نمک (Ts) نیز باشد. در مورد سیالات درگیر CO₂-H₂O، دمای همگن شدن (TH) دماییست که CO₂ مایع و فاز مایع آبگین کاملاً مخلوط (میژاک) می شوند. دمای همگن شدن نهایی (Ts یا TH) همراه با یافته های ترکیبی حاصل از مطالعات انجماد می توانند برای محاسبات چگالی کل سیال بکار روند. با بهره گیری از اصول رسم ایزوکور، از این اطلاعات می توان برای تخمین شرایط PT در زمان بدام افتادن انکلوژیون استفاده کرد.

هیستوگرام فراوانی سیال های درگیر در این آزمایش نشان می دهد که بیشترین فراوانی دمای همگن شدن در نمونه باریت لایه ای سولفید دار حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد و در نمونه استرینگر گالن دار حدود ۹۰ تا ۱۴۰ درجه سانتی گراد است (شکل ۶-۶ و ۴). همچنین هیستوگرام فراوانی شوری نشان میدهد که بیشترین فراوانی در نمونه باریت لایه ای سولفید دار حدود ۱ تا ۱۸ درصد وزنی معادل نمک طعام و در نمونه استرینگر گالن دار حدود ۲ تا ۸ درصد وزنی معادل نمک طعام می باشد (شکل ۶-۵ و ۷).

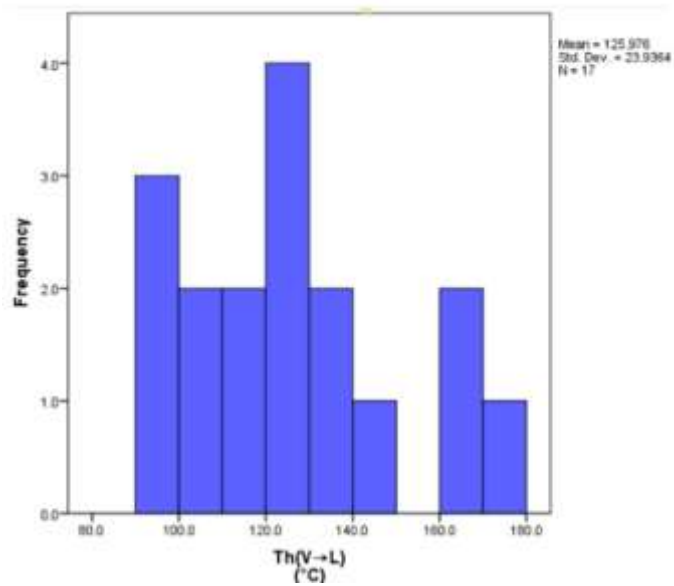
در نهایت بر اساس دماهای محاسبه شده منطقی به نظر می‌رسد که سیالات با شوری متوسط و دمای همگن شدن بالا را برای نمونه های باریت دار و گالن دار را مسئول کانه زایی در کانسار پشته دانست.



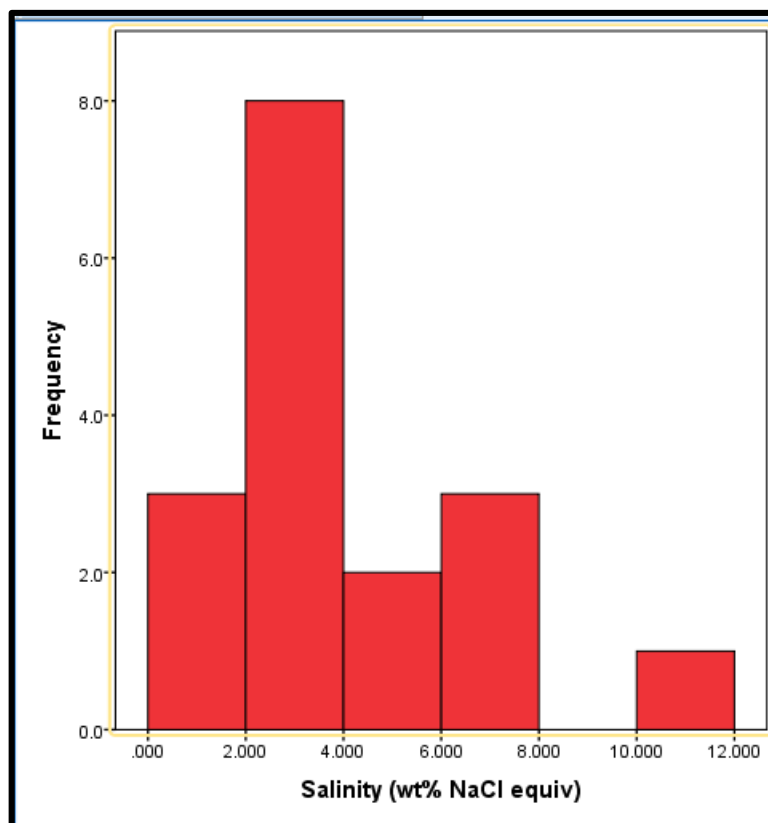
شکل ۴-۶ نمودار هیستوگرام درجه حرارت همگن شدگی میانبارهای سیال نسبت به فراوانی آنها در نمونه باریت لایه ای سولفید دار کانسار پشته که بیشترین فراوانی مربوط به محدوده حرارتی ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد می باشد.



شکل ۵-۶ نمودار هیستوگرام میزان معادل شوری میانبارهای سیال نسبت به فراوانی آنها در نمونه باریت لایه ای سولفید دار که بیشترین فراوانی مربوط به شوری ۱۰ تا ۱۵ درصد وزنی معادل نمک طعام می باشد.



شکل ۶-۶ نمودار هیستوگرام فراوانی دمای همگن شدن نمونه های استرینگر گالن دار افق دوم که بیشترین فراوانی مربوط به محدوده دمایی ۹۰ تا ۱۴۰ درجه سانتیگراد می باشد.



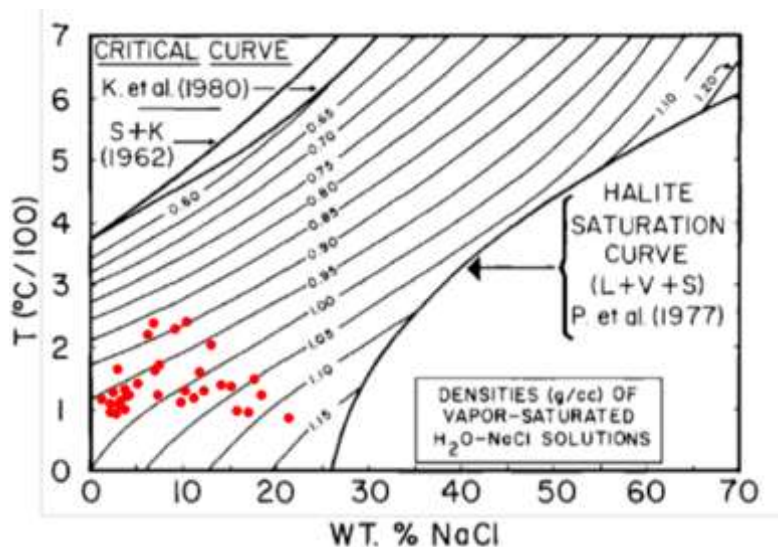
شکل ۶-۷ نمودار هیستوگرام نمودار هیستوگرام میزان معادل شوری میانبرهای سیال نسبت به فراوانی آنها در نمونه های استرینگر گالن دار افق دوم که بیشترین فراوانی مربوط به شوری ۲ تا ۴ درصد وزنی معادل نمک طعام می باشد.

۲ ۳ ۶ انجماد

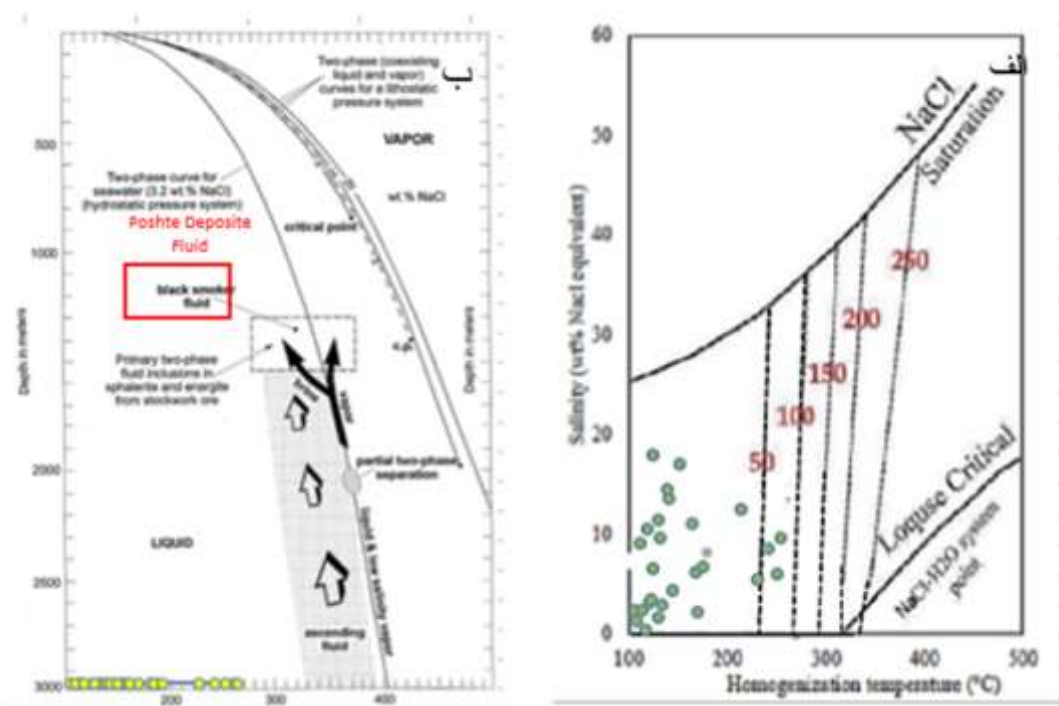
با استفاده از روش انجماد (یخ زدگی) نوع و میزان املاح سیالات درگیر را می توان مشخص کرد. کلرورسدیم (NaCl) مهمترین ترکیب نمک سیالات درگیر را تشکیل می دهد. در مرحله بعد کلروپتاسیم (KCl) و به مقدار جزئی $CaCl_2$ ، $MgCl_2$ ، $CaSO_4$ ، و... قرار دارند.

دمایی که در آن آخرین قطعه یخ ذوب می شود T_m نام دارد. با استفاده از دمای شروع ذوب یا به عبارت دیگر دمای نقطه یو تکتیک نوع املاحی را که در سیال درگیر موجود است می توان برآورد کرد.

براساس نمودارهای ارائه شده بر پایه شوری و دمای همگن شدن، چگالی سیالات موثر در سیستم های کانه زائی را میتوان تعیین نمود (Bodnar, 1983). چگالی سیالات درگیر نمونه های بررسی شده در رخساره های افق کانه دار کانسار باریت پشته از لحاظ دمایی و شوری در محدوده چگالی (۰/۹۵-۱/۱) قرار می گیرند (شکل ۶-۸). با استفاده از نمودار درجه حرارت همگن شدن سیالات درگیر و میزان شوری می توان فشار را محاسبه نمود. میزان فشار برای سیالات درگیر کانسار پشته کمتر از ۵۰ اتمسفر است (شکل ۶-۹-الف). با استفاده از نمودار درجه حرارت جوشش و منحنی های فشار (canigham, 1978, Bishof and pitzer, 1985 and luderset al. T2001) میتوان عمق آب را محاسبه نمود. بنابر این، بر اساس نمودار و با توجه به رخداد جوشش، عمق آب، کمتر از ۱۰۰۰ متر بوده است. (شکل ۶-۹-ب). با توجه به دو پارامتر شوری و دمای همگن شدن که از طریق سیالات درگیر حاصل می شود میتوان ارتباط بین سیالات درگیر و کانه زایی را به دست آورد که در فصل نتیجه گیری جهت تیپ کانه زایی به آن پرداخته می شود.



شکل ۸-۶ نمودار تعیین چگالی سیالات درگیر بر حسب دمای همگن شدن و شوری در کانسار پشته، بر گرفته از نمودار تعیین چگالی (Bodnar, 1983).



شکل ۹-۶ الف- تعیین فشار بخار بر اساس دمای همگن شدن و میزان شوری، ب- نمودار تعیین عمق بر حسب دمای همگن شدن در کانسار پشته، بر اساس نمودار ارائه شده برای سیالات درگیر در بخش استوک ورک در کمر پایین.

فصل، منقسم

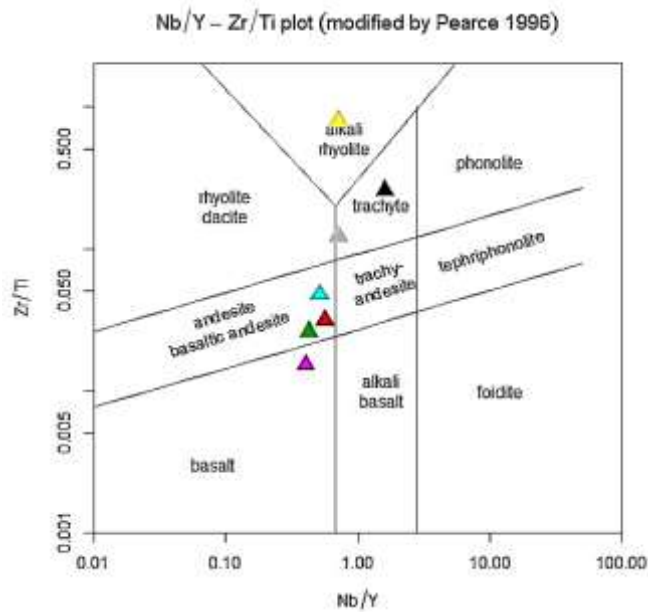
مطالعات ژئوشیمیایی

۷-۱ مقدمه

چگونگی توزیع و پراکندگی عناصر مختلف در محیط های سنگی هر منطقه و تشخیص ارتباط و وابستگی این عناصر با یک دیگر از مهمترین جنبه هایی است که همواره در مطالعات ژئوشیمیایی مد نظر قرار میگیرد و با استفاده از این داده ها میتوان ویژگی های محیط تشکیل و فرآیند های موثر در تشکیل یک ذخیره معدنی پی برد (Piercey, 2011). از طرف دیگر مطالعات ژئوشیمیایی در کانسار های مختلف، علاوه بر آن که راهنمای بسیار خوبی در فهم تشکیل یک کانسار است و بعنوان یک ابزار قدرتمند، در اکتشاف ذخایر مشابه کار آمد خواهد بود. از این رو بررسی فراوانی و توزیع عناصر اصلی، فرعی و کمیاب موجود در ذخایر سولفیدی، به منظور درک بهتر رفتار سولفید ها و ارتباط آن ها با دیگر عناصر، در ارائه الگوها و روش های مناسب جهت اکتشاف ذخایر مشابه سودمند می باشد (Piercey, 2010; 2011). هدف از مطالعه حاضر دسته بندی سنگ شناسی توالی آتشفشانی جهت تعیین محیط تکتونیکی کانسار مورد مطالعه در منطقه پشته و بررسی ژئوشیمیایی رخساره های کانه دار (رخساره رگه و رگچه ای؛ رخساره لایه ای و رخساره توده ای) و رخساره بروندمی می باشد که بر اساس عملیات صحرائی شامل نمونه برداری سیستماتیک از رخساره های مختلف و افق های کانه دار می باشد. مقدار عیار متوسط در این کانسار در رخساره های کانه دار افق های معدنی دارای تغییراتی می باشد که در این فصل به آن پرداخته می شود. همچنین مطالعات الکترون میکروپروب (EPMA) بر روی رخساره توده ای جهت وجود طلا و کانی های ناشناخته از موضوعاتی هستند که در این فصل مورد بررسی قرار می گیرند.

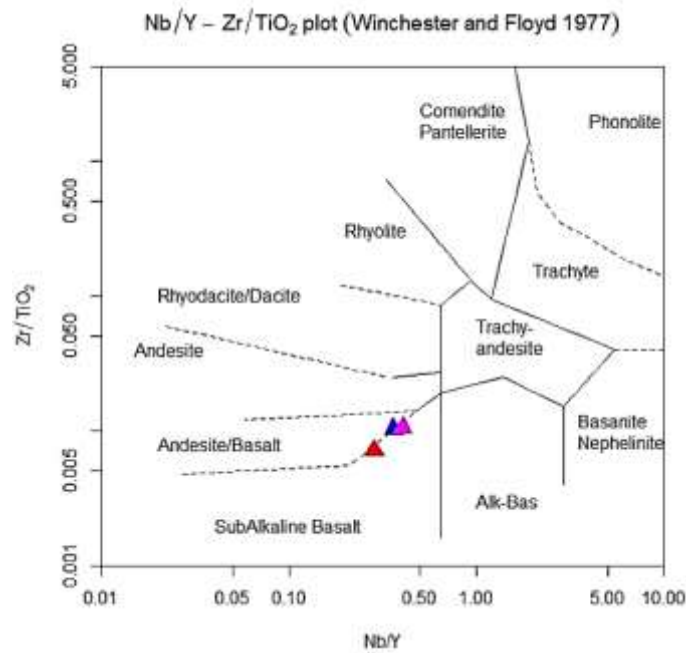
۷-۲ طبقه بندی سنگ های آذرین منطقه

برای طبقه بندی سنگهای آذرین منطقه از نمودار (Pearce 1996) استفاده شده است. با توجه به نمودار، سنگ های آتشفشانی منطقه در محدوده بازالت، بازالت-آندزیت، تراکیت و آلكالی ریولیت قرار می گیرند (شکل ۷-۱).



شکل ۷-۱ موقعیت سنگ

در منطقه مورد مطالعه توده های نفوذی (سیل و دایک) وجود دارند که برای نام گذاری آن از نمودار Winchester and floyd, 1987 استفاده می شود که در آن از نسبت های زیر کونیوم، نیوبیوم و اکسید تیتانیوم استفاده می شود که طبق این نمودار سنگ ها در محدوده بازالت که معادل درونی آن ها گابرو می باشد قرار گرفته اند (شکل ۷-۲).



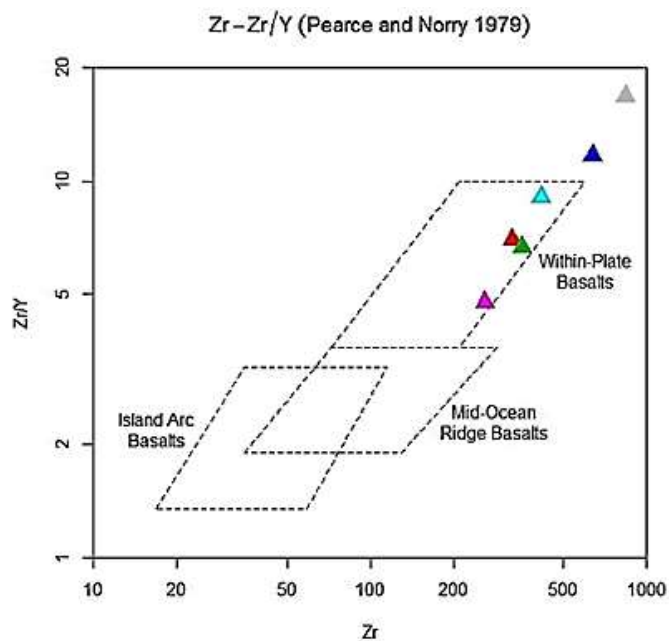
شکل ۲-۷ محدوده سنگ های نفوذی کانسار باریت پشته، Winchester and Floyd, 1977.

۳-۷ محیط تکتونیکی کانسار باریت-فلزات پایه پشته

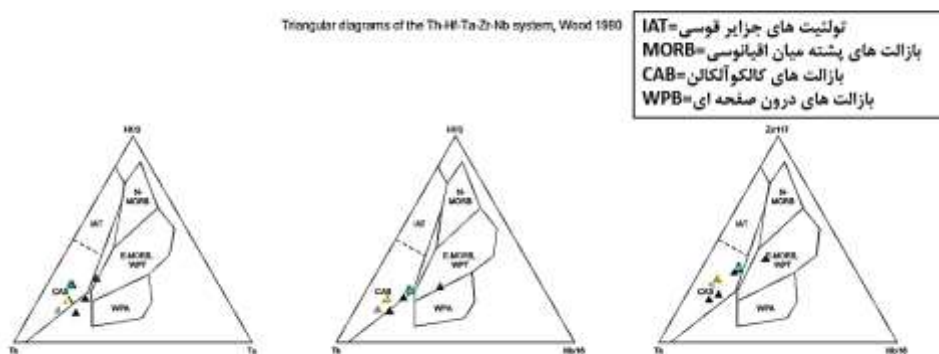
از آن جا که ارتباط خاصی بین شیمی عناصر اصلی و نادر با محیط تکتونیکی ماگمایی سنگ ها وجود دارد، امروزه از نمودارهای ژئوشیمیایی برای تعیین محیط تکتونیکی سنگ ها استفاده می شود. همان گونه که پیشتر عنوان شد، جنس سنگ ها بیشتر در محدوده بازالت و آندزیت بازالت قرار می گیرند. نمونه های آتشفشانی در نمودار (Pearce and Norry (1977) که نسبت زیرکونیوم در برابر ایریدیوم محاسبه میشود چون نسبت زیرکونیوم به ایریدیوم بیشتر از ۳ می باشد، بازالت ها در محدوده بازالت های درون صفحه ای قرار می گیرند (شکل ۳-۷).

در نمودار Wood, 1977 که موقعیت تکتونیکی بازالت ها بر اساس مقادیر زیرکونیوم، هافنیم، تالیوم، زیرکونیوم و تلوریم تعیین می شود بازالت ها در بازالت های کالکواکالین قرار می گیرند (شکل ۴-۷).

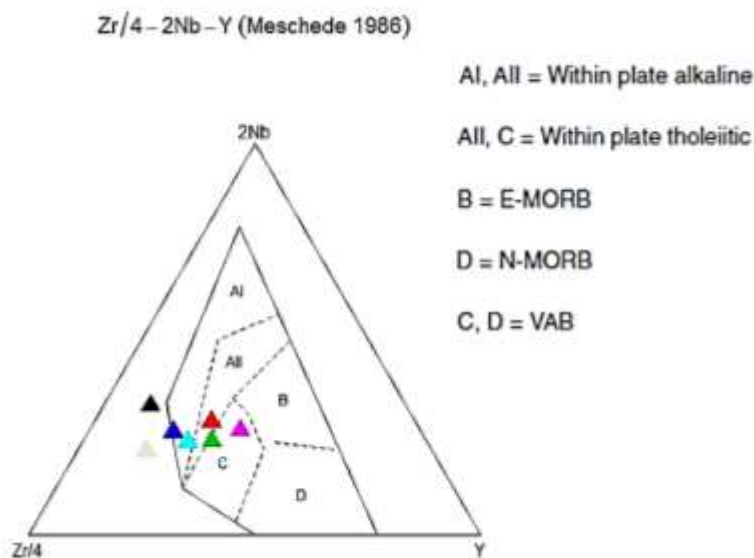
در نمودار Meschede, 1986 که بر اساس نسبت های زیرکونیوم، ایریدیوم و نیوبیوم میباشد موقعیت تکتونیکی سنگ ها در محدوده (C) که مربوط به بازالت های آلكالین می باشد قرار گرفته است (شکل ۷-۵).



شکل ۷-۳ محدوده تکتونیکی سنگ های آتشفشانی منطقه مورد مطالعه در نمودار (Pearce and Norry, 1979).



شکل ۷-۴- نمودار موقعیت تکتونیکی منطقه مورد مطالعه در نمودار (Wood, 1977).



شکل ۷-۵-۱۹۸۶، Meschede، برای تعیین موقعیت تکتونیکی

۴-۷ الگوی نمودارهای ژئوشیمیایی چند عنصری

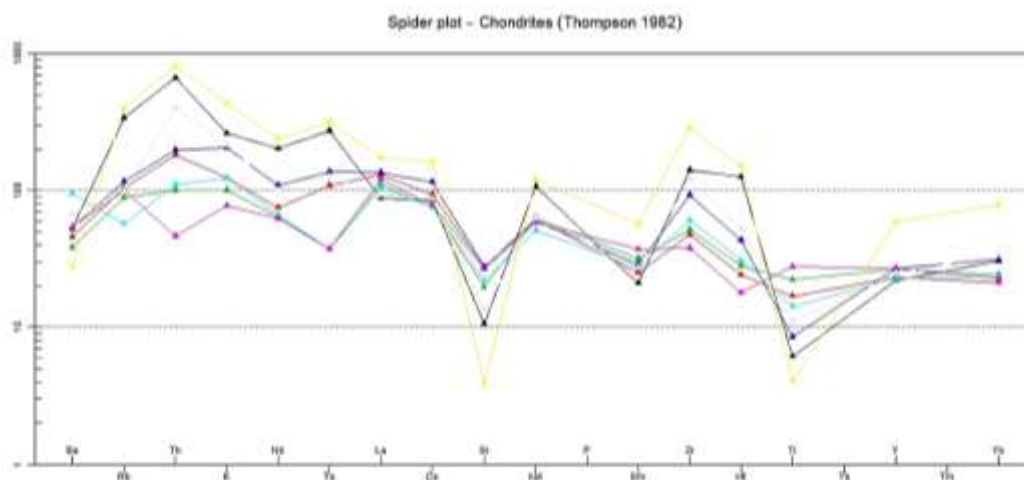
در راستای مطالعه و بررسی رفتار عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی، تعداد ۱۷ نمونه سنگی از رخساره های مختلف شامل رگه و رگچه ای، توده ای، لایه ای و رسوبات بروندمی از افق های مختلف تهیه و به شرکت ایمیدرو جهت آنالیز ICP-MS فرستاده شد.

۱۴۷ الگوی نمودارهای چند عنصری در سنگهای میزبان

الگوی تغییرات عناصر در نمودار عنکبوتی بهنجار شده نسبت به کندریت (۱۹۸۲) (شکل ۷-۶) نشان می دهد که الگوی کلی تغییرات با الگوی تغییرات عناصر در سنگ های آتشفشانی توالی میزبان با الگوی سنگهای آتشفشانی مرتبط با زون های فرو رانش سازگار است. در مجموع عناصر نادر خاکی سبک و عناصر سنگ دوست بزرگ یون، غنی شدگی قابل توجهی نشان می دهند.

عناصر HFSE (نظیر، Hf، Zr، Y) نیز غنی شدگی قابل توجهی نشان می‌دهند. از طرف دیگر Sr و Ti فقیر شدگی یا تهی شدگی نشان می‌دهند.

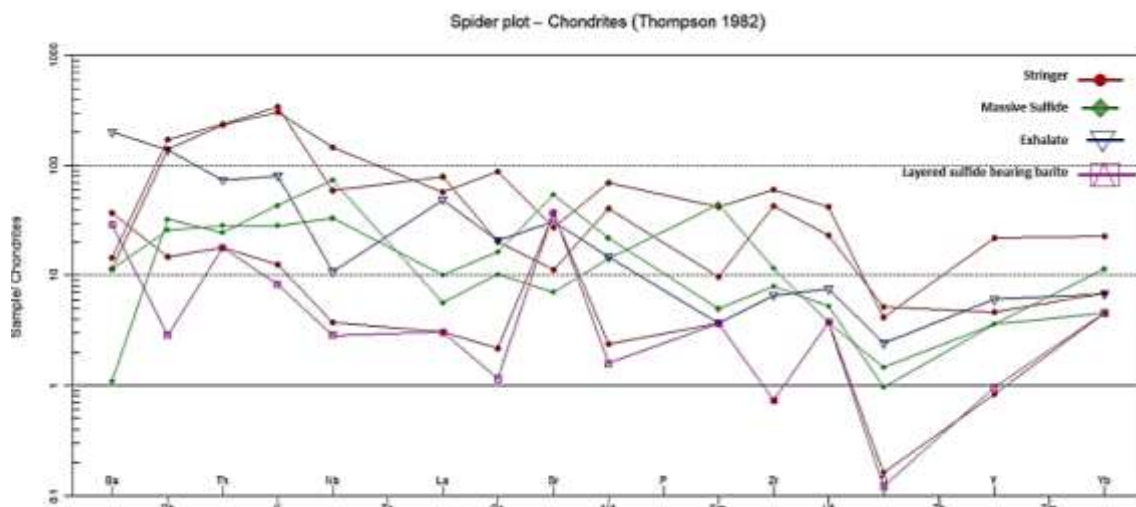
مجموع این تغییرات با ویژگی های سنگ های آتشفشانی مرتبط با فرورانش همخوانی دارند. این گونه سنگ آتشفشانی معمولاً از یک گوشته متاسوماتیسم شده واقع در بالای زون فرورانش سرچشمه گرفته اند.



شکل ۶-۷ مقایسه نمودار ژئوشیمیایی عناصر اصلی، کمیاب و نادر خاکی (نرمالیزه شده به کندریت) در سنگهای میزبان کانه زایی

۲۴۷ الگوی نمودارهای چند عنصری در رخساره های مختلف معدنی

نمودار چندعنصری مربوط به رخساره های مختلف معدنی در شکل ۷-۷ ارائه شده است. بطور کلی براساس این نمودار نظم خاصی در وضعیت ژئوشیمیایی رخساره های مختلف مشاهده نمی شود. البته تعداد نمونه ها و کیفیت آنالیز در نتیجه بدست آمده بی تأثیر نیست. قابل ذکر است که مواد معدنی میزبان خوبی برای بسیار از عناصر بویژه عناصر نادر خاکی نیستند و این نیز می تواند از جمله دلایل این بی نظمی باشد.



شکل ۷-۷ مقایسه نمودار ژئوشیمیایی عناصر کمیاب و نادر خاکی (نرمالیزه شده به کندریت) در رخساره های مختلف معدنی

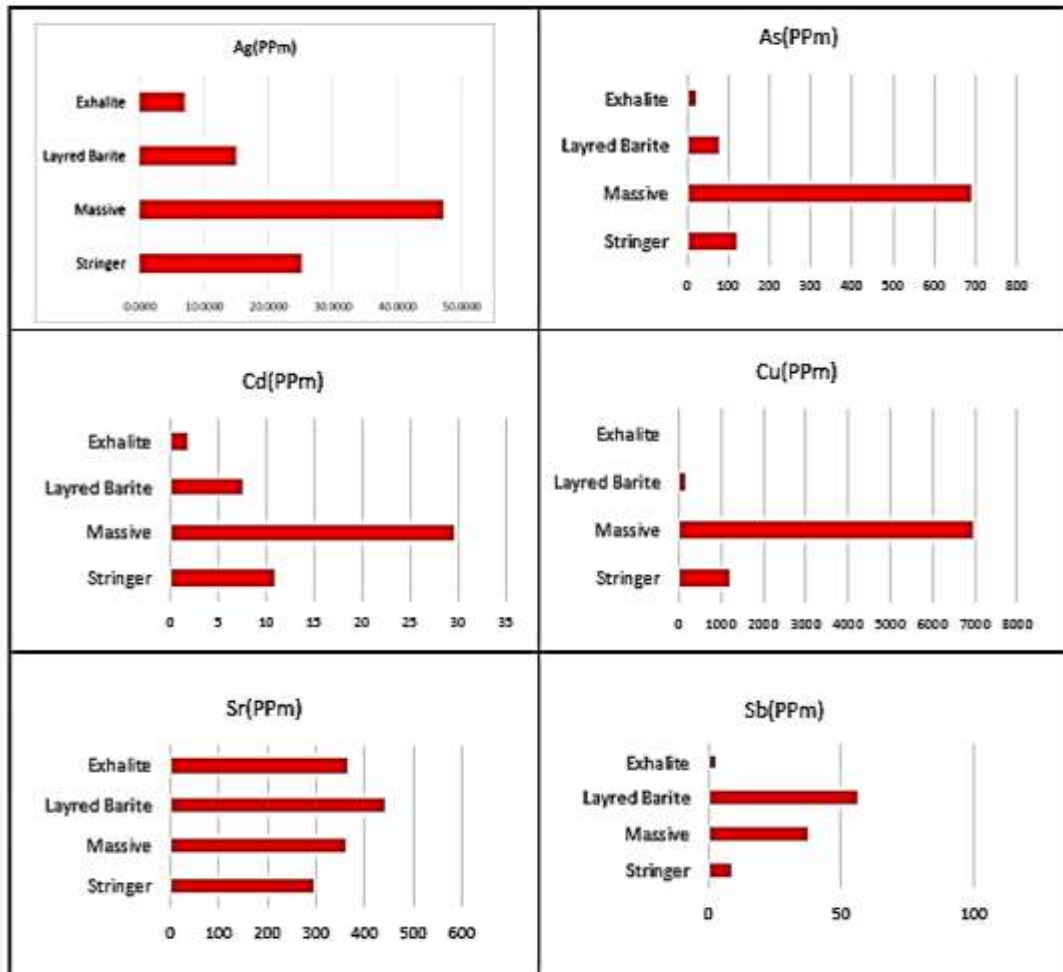
۷-۵ ژئوشیمی رخساره های کانه دار در کانسار پشته و ضرایب

همبستگی عناصر

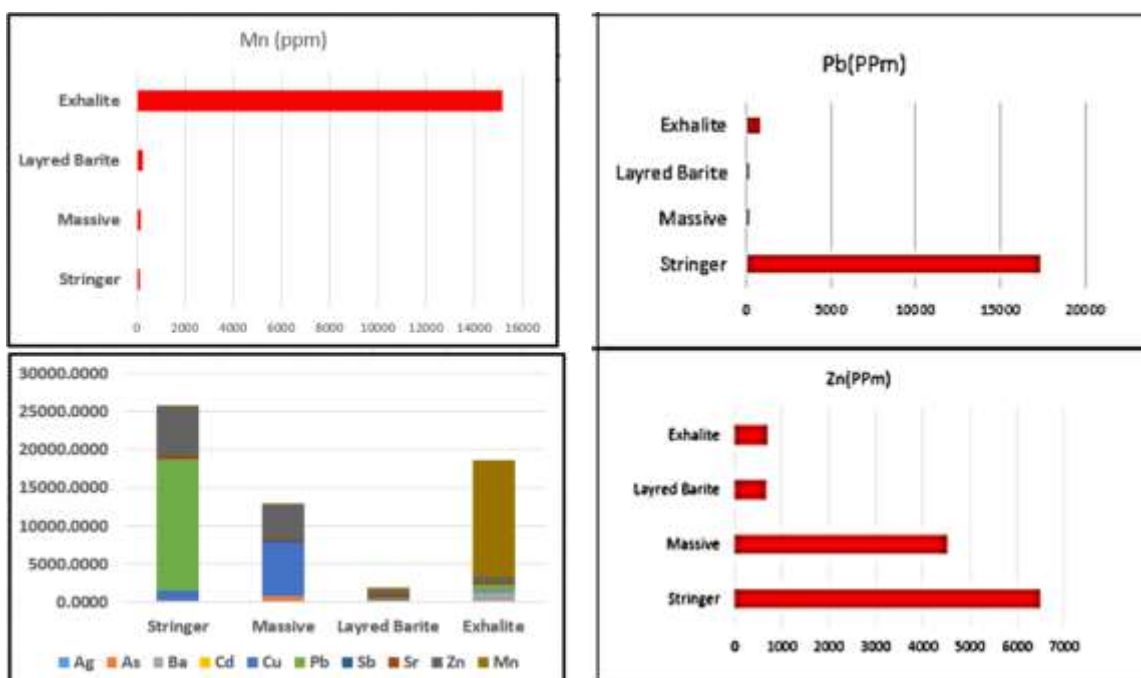
برای مطالعات ژئوشیمیایی زیر افق های کانه دار کانسار پشته تعداد ۷ نمونه به صورت سیستماتیک از رخساره های مختلف (توده ای، لایه ای، رگه و رگچه و برون‌دمی) جهت اندازه گیری عناصر اصلی و کمیاب برداشت شده به روش ICP-MS توسط شرکت ایمیدرو آنالیز گردیده است.

۷ ۵ ۱ ویژگی های ژئوشیمیایی رخساره کانه دار

مقایسه ژئوشیمی رخساره های مختلف برای تعدادی از عناصر در شکل ۷-۸ ارائه شده است. این نمودار مقدار میانگین هر عنصر در رخساره های مختلف را نشان می دهد.



شکل ۷-۸ نمودار های هیستوگرام عناصر مختلف برای رخساره های کانسار باریت پشته.



ادامه شکل ۷-۸

نقره (Ag): با توجه به نمودار بالا، نقره بیشترین مقدار (میانگین حدود ۴۷ ppm) را در رخساره توده ای دارا می‌باشد.

آرسنیک (As): بیشترین مقدار حدود (میانگین حدود ۶۸۸ ppm) مربوط به رخساره توده ای است.

کادمیم (Cd): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۲۹ ppm) مربوط به در رخساره توده ای می‌باشد.

مس (Cu): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۶۹۷۲ ppm) در رخساره توده ای است.

سرب (Pb): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۱۷۳۰۲ ppm) مربوط به رخساره رگه -رگچه ای می‌باشد.

استرانسیوم (Sr): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۴۴۱ ppm) مربوط به رخساره باریت لایه ای است.

آنتیموان (Sb): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۵۶ ppm) در رخساره باریت لایه ای دیده می‌شود.

روی (Zn): بیشترین مقدار آن (میانگین حدود ۶۴۰۰ ppm) مربوط به رخساره رگه -رگچه ای است.

منگنز (Mn): بیشترین مقدار آن (۱۵۱۸۰ ppm) مربوط به رخساره بروندمی است.

در مجموع، عناصر سرب و روی بیشترین غنی‌شدگی را در رخساره استرینگر، عناصر مس، کادمیم، آرسنیک و نقره بیشترین غنی‌شدگی را در رخساره سولفید توده ای، عناصر آنتیموان و استرانسیوم بیشترین غنی‌شدگی را در رخساره باریت لایه ای و منگنز نیز بیشترین غنی‌شدگی را در رخساره بروندمی نشان می‌دهد.

۲۵۷ ضرایب همبستگی عناصر

نتایج محاسبه همبستگی عناصر در جدول ۷-۱ ارائه شده است.

- با توجه به این جدول نقره (Ag) بیشترین همبستگی را با روی و کمترین همبستگی را آلومینیوم دارد.
- باریم بیشترین همبستگی را با منگنز و کمترین همبستگی را با مس دارد.
- آلومینیوم بیشترین همبستگی را با تیتانیوم و کمترین همبستگی را با روی دارد.
- کلسیم بیشترین همبستگی را با فسفر و کمترین همبستگی را با مس دارد.
- آهن بیشترین همبستگی را با تیتانیوم و کمترین همبستگی را با روی نشان می‌دهد.
- فسفر کمترین همبستگی را با روی و بیشترین همبستگی را با سرب نشان می‌دهد.
- سرب بیشترین همبستگی را با روی و کمترین همبستگی را با استرانسیم نشان می‌دهد.
- استرانسیم بیشترین همبستگی را با روی و کمترین همبستگی را با تیتانیوم نشان می‌دهد.
- مس بیشترین همبستگی را با روی و کمترین همبستگی را با فسفر نشان می‌دهد.
- منگنز بیشترین همبستگی را با فسفر و کمترین همبستگی را با روی نشان می‌دهد.

جدول ۱-۷ ضرایب همبستگی عناصر در کانسار باریت پشته

Correlations												
	Log(Ag)	Log(Ba)	Log(Al)	Log(Ca)	Log(Cu)	Log(Fe)	Log(Mn)	Log(P)	Log(Pb)	Log(Sr)	Log(Ti)	Log(Zn)
Log(Ag)	1											
Log(Ba)	-302	1										
Log(Al)	-0.806	.190	1									
Log(Ca)	-412	.628	.192	1								
Log(Cu)	.727	-.664	-.391	-.680	1							
Log(Fe)	-.398	-.462	.526	-.162	-.107	1						
Log(Mn)	-.433	.690	.505	.081	-.665	.107	1					
Log(P)	-.440	.577	.196	.563	-0.818	-.158	.553	1				
Log(Pb)	.177	.350	-.080	-.281	-.168	.087	.100	.051	1			
Log(Sr)	.186	.624	-.205	.329	.054	-0.87	.151	.000	-.088	1		
Log(Ti)	-.556	-.154	.838	-.114	-.148	.556	.240	.233	-.150	-.461	1	
Log(Zn)	.0819	.249	-.617	-.146	.486	-.655	-.095	-.286	.379	.618	-.616	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

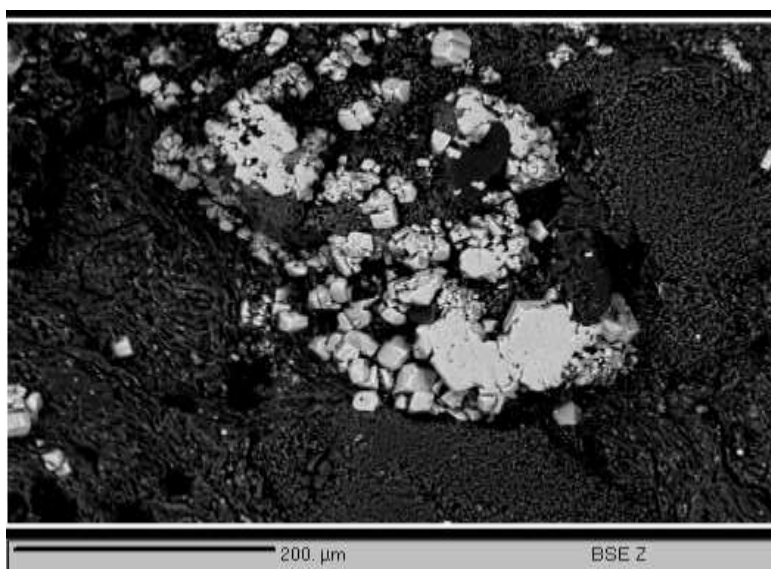
۷-۶ نتایج آنالیز الکترون میکروپروب (EPMA) و فایر اسی (Fire Assay)

در مجموع دو نمونه برای آنالیز الکترون میکروپروب فرستاده شد که نمونه اول از رخساره سولفید توده ای با کد (BP) (شکل ۷-۹) و نمونه دیگر از دودکش سیاه با شماره (BP-thin) (شکل ۷-۱۰) به صورت مقطع نازک-صیقلی می باشد. راهنمایی علائم بکار رفته در تصاویر مربوطه در جدول ۷-۲ و نتایج آنالیز الکترون میکروپروب در جدولهای ۷-۳ و ۷-۴ ارائه شده است.

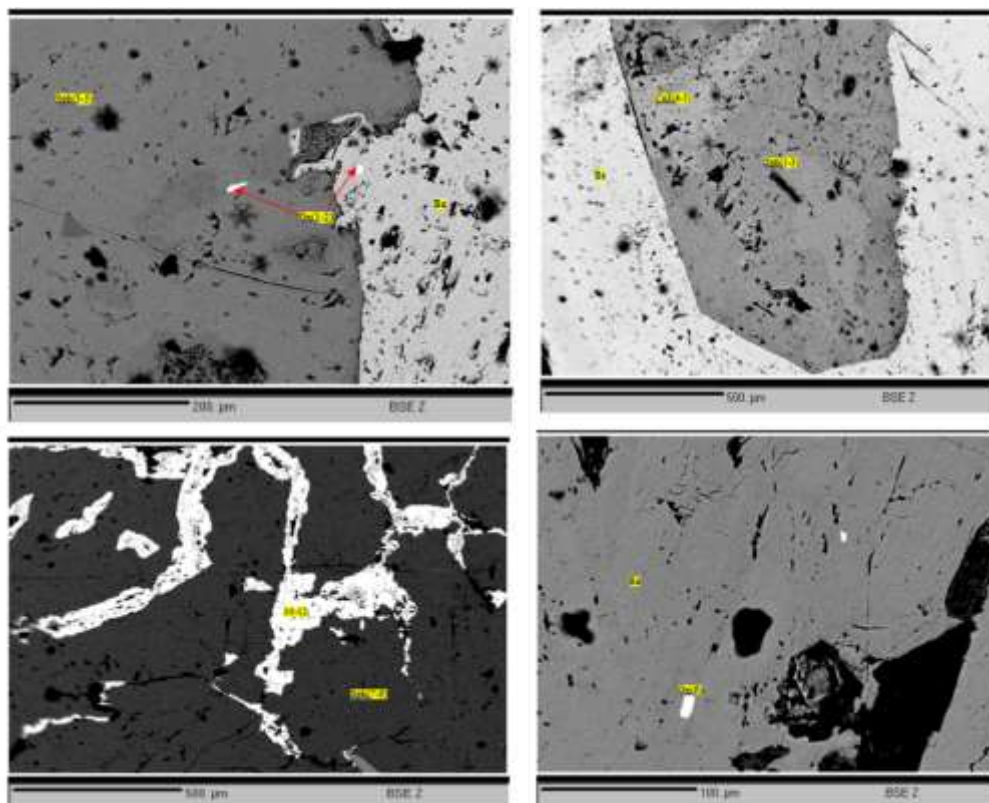
در آنالیز های به دست آمده از آنالیز الکترون میکروپروب هیچ گونه طلایی مشاهده نشده است اما در نمونه ارسال شده از رخساره دودکش مقادیر نقره و سولفید در نقاط ۱۰ تا ۱۲ بسیار بالاست که پس از مطالعات انجام گرفته و مشاهده میکروسکوپی به وجود کانی سولفید نقره (آرژانتیت) پی برده شد. برای آنالیز فایر اسی (Fire Assay) تعداد ۵ نمونه از رخساره های مختلف (باریت لایه ای سولفید دار، سولفید توده ای و رگه-رگچه ای) برای شرکت زر آزما فرستاده شد که در یکی از نمونه ها که مربوط به رخساره باریت لایه ای سولفید دار می باشد مقدار ۳۹۰ PPb طلا اندازه گیری شده است (جدول ۷-۵).

جدول ۷-۲- راهنمای علائم اختصاری و نشانه های روی اشکال

علائم	نام
Py	پیریت
Sph	اسفالریت
Ba	باریت
Gn	گالن
→	مسیر آنالیز
1-2	نقاط آنالیز



شکل ۷-۹ تصویر Back Scatter از نمونه سولفید توده ای (BP) آنالیز شده به روش EPMA



شکل ۷-۱۰ تصاویر Back Scatter از نمونه دودکش سیاه (BP-thin) آنالیز شده به روش EPMA

۷

جدول ۲-۷ نتایج آنالیز میکروپروپ از نمونه BP، مربوط به دودکش.

Cameca sx100, DL100ppm, Grade%																		
Point.No	Fe	Mg	Ca	Mn	Si	Ti	Al	S	Cu	Zn	As	Ag	Au	Pb	Ga	Ge	Cd	Total
1 / 1 .	45.34	0.02	0	0.35	0	0.01	0	53.85	0.1	0.03	0.02	0	0	0.27	0	0	0	99.99
2 / 1 .	45.02	0.03	0.05	0.01	0.05	0.02	0.03	54.04	0.06	0.01	0	0	0	0.26	0	0	0	99.58
3 / 1 .	2.19	0.38	0.43	0.01	0.25	0	2.82	1.38	0.08	49.58	0	0.01	0	2	0	0	0	59.13

جدول ۳-۷ نتایج آنالیز میکروپروپ برای نمونه BP-thin از رخساره سولفید توده ای

Cameca sx100, DL100ppm, Grade%																		
Point.No	S	Zn	Ag	Cd	Au	Pb	Cu	As	Se	Sb	Te	Bi	Fe	Total				
1 / 1 .	32.41	82.16	0.05	0.06	0	0.16	3.46	0	0	0.05	0	0.2	0.6	99.17				
2 / 1 .	34	64.39	0	0.16	0	0.2	0	0	0.17	0	0	0.08	0.58	99.58				
3 / 1 .	33.5	64.33	0	0.16	0	0.27	0	0	0.1	0.01	0.02	0.35	0.39	99.13				
4 / 1 .	22.6	0	0.06	0	0	0.07	76.43	0	0	0	0.02	0	0	99.18				
5 / 1 .	22.66	0	0.15	0	0	0.12	75.89	0	0	0	0.05	0.13	0.02	99.02				
Point.No	S	Zn	Ag	Cd	Au	Pb	Cu	As	Se	Sb	Te	Bi	Fe	Total				
1 / 1 .	13.83	0.14	0.06	0.12	0	85.8	0.19	0	0	0	0.06	0.39	0.01	100.6				
2 / 1 .	13.09	0.26	0.02	0.02	0	84.55	1.5	0	0	0.05	0.06	0.22	0	99.79				
3 / 1 .	33.86	64.26	0	0.21	0	0.08	0	0	0	0.01	0	0.14	1.08	99.64				
4 / 1 .	33.53	65.04	0	0.21	0	0.11	0.41	0	0	0	0.02	0.03	0.05	99.4				
5 / 1 .	34.03	63.82	0	0.11	0	0.16	0.33	0	0	0	0	0.15	0.66	99.28				
6 / 1 .	13.83	0	0.05	0.07	0	86.42	0.3	0.02	0	0	0.01	0.48	0	100.96				
7 / 1 .	34.2	64.73	0.05	0.15	0	0.1	0	0	0.05	0	0	0.18	0.41	99.87				
8 / 1 .	33.95	64.45	0	0.14	0	0.06	0	0.01	0.06	0	0.04	0.04	0.36	99.11				
9 / 1 .	33.73	64.78	0	0.16	0	0.24	0.05	0.01	0.13	0.05	0	0.08	0.41	99.64				
10 / 1 .	13.66	0.01	84.97	0.78	0	0.02	0.09	0	0	0	0.09	0.11	0.02	99.77				
11 / 1 .	12.78	0.31	83.83	0.7	0	0.06	0.08	0	0.1	0	0.15	0.07	0.04	98.12				
12 / 1 .	13.18	0.88	83.87	0.87	0	0.02	0.17	0	0.18	0	0.18	0.08	0.03	99.46				

جدول ۴-۷ جدول نتایج آنالیز طلای نمونه های کانسنگ کانسار پشته به روش Fire Assay در شرکت زر آزما

CERTIFICATE OF ANALYSIS		95ZR0729Au
95ZR0729Au		
Element	Au	
Unit	ppb	
DL	5	
Method	PM-001	
CO		
CO		
BP-10	28	
BP-19	27	
BP-27	<	
BP28	6	
BP-34	390	

فصل ہشتم

انکروی سسٹمیں، بحث و

نتیجہ گیری

۸-۱ مقدمه

در این فصل با توجه به شواهد صحرایی، مطالعات کانی شناسی و سنگ شناسی و داده های حاصل از مطالعات سیال درگیر و ژئوشیمی ابتدا به ارائه الگو و مدل تشکیل برای این نوع کانه زایی و مقایسه آن با تیپ های کانه زایی مشابه در جهان پرداخته می شود و سپس پیشنهاداتی جهت کارهای اکتشافی و تحقیقاتی تکمیلی بعدی ارائه می گردد.

۸-۲ مختصری از شواهد مشاهده در کانسار باریت، فلزات پایه پشته

۸-۲-۱- سنگ میزبان و همراه

توالی میزبان کانسار پشته ماهیت آتشفشانی- رسوبی دارد. سنگهای درونگیر این کانسار، واحدهای توفی، توف شیلی و گدازه های آندزیتی هستند. توالی میزبان از لحاظ چینه شناسی از پایین به بالا از سه بخش اصلی سنگی تشکیل شده است: الف) بخش رسوبی، ب) بخش غنی از گدازه و ج) بخش غنی از توف. این توالی سنگی نشان می دهد محیط تشکیل کانسار یک محیط زیر دریایی بوده است که در آن فعالیتهای آتشفشانی وجود داشته است.

۸-۲-۲- شکل هندسی ماده معدنی

بر اساس مشاهدات شکل ماده معدنی به صورت پیکره های چینه سان همروند با لایه بندی بوده که دارای قسمت ناهمخوان زیرین است. به طور کلی ماده معدنی به صورت رگه و رگچه، لایه ای و نواری و توده ای دیده می شود. مهمترین شکل کانه زایی در ذخایر سولفید توده های آتشفشانزاد بصورت عدسیهای سولفیدی و باریتی توده ای، به حالت استراتی فورم در قسمت فوقانی ذخیره و پهنه استرینگر به صورت قیفی شکل در قسمت تحتانی ذخیره می باشد. (Gemmell et al., 1998; Haninngton et al., 1999). که در کانسارهای تیپ کوروکو معمول می باشد و در کانسار پشته نیز به این شکل دیده میشود.

۸-۲-۳- رخساره های کانه دار

رخساره های کانسنگ از پایین به بالا عبارتند از: ۱) رخساره رگه- رگچه ای- برشی یا تغذیه کننده، ۲) رخساره توده ای- لایه ای باریتی- سولفیدی و ۳) رسوبات برونمی نواری غنی از منگنز. که افق اول کانه زایی تمام رخساره های آن به طور کامل تشکیل شده است که کانسار های مسیو سولفید نیز دارای رخساره های توده ای، رگه- رگچه و لایه ای هستند.

۸-۲-۴- کانی شناسی

کانیهای اصلی اولیه در کانسار باریت- فلزات پایه پشته شامل باریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، مارکاسیت، آرژانتیت، پیرولولوزیت و پسیلوملان بوده و کانی های ثانویه شامل مالاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز می باشند. که در کانسار باریت پشته در افق اول کانه زایی و در رخساره سولفید توده ای دو نسل پیریت تشخیص داده شد که پیریت های نسل اول به صورت بی شکل و پیریت های نسل دوم به صورت شکل دار و در اشکال منظم تشکیل شده اند که پیریت های نسل اول در دمای بالاتری نسبت به پیریت های نسل دوم تشکیل شده اند. همچنین دو نسل اسفالریت داشتیم که اسفالریت های نسل اول که در رخساره سولفید توده ای در افق اول بوده و دما بالاتر و تیره تر هستند و اسفالریت های نسل دوم که در رخساره رگه و رگچه ای در افق اول بوده و نسبت به نسل اول روشن تر بوده و در دمای پایین تری تشکیل شده اند.

کانسارهای مسیو سولفید نوع کوروکو نیز دارای کانی های اصلی اسفالریت، گالن، تتراهدريت، پیریت، کالکوپیریت و کانی های فرعی مالاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز میباشند.

۸-۲-۵- ساخت و بافت و منطقه بندی آن ها

کانسار باریت پشته به طور کلی از ساخت رگه-رگچه یا استرینگر که بیشتر در افق اول و در افق دوم و سوم کانه زایی مشاهده میشود که در افق اول همراه با کانه زایی باریت و کانی های سولفیدی است و در افق دوم و سوم تنها با کانه زایی باریت همراه است. همچنین دارای ساخت های دیگر از جمله ساخت برشی در رخساره رگه-رگچه ای، ساخت توده ای در رخساره سولفید توده ای، ساخت لایه ای، ساخت برونمی نواری و ساخت حلقوی در رخساره سولفید توده ای در قسمت دوکش ها می باشد که همراه با کانی سازی آهن و منگنز است.

بافت های میکروسکوپی کانه ها در کانسار باریت پشته عبارتند از: بافت کلوفرمی، بافت جانشینی و بافت فرامبوئیدال.

به طور کلی عمومی ترین ساخت و بافت ها در کانسارهای VMS، توده ای، نواری، لامینه ای، دانه پراکنده و پرکننده فضاهای خالی می باشد (e.g., Large, 1992; Gibson and Kerr, 1998; Franklin et al., 1998; Taylor et al., 1999) که در کانسار پشته نیز این ساخت و بافت ها مشاهده شده است.

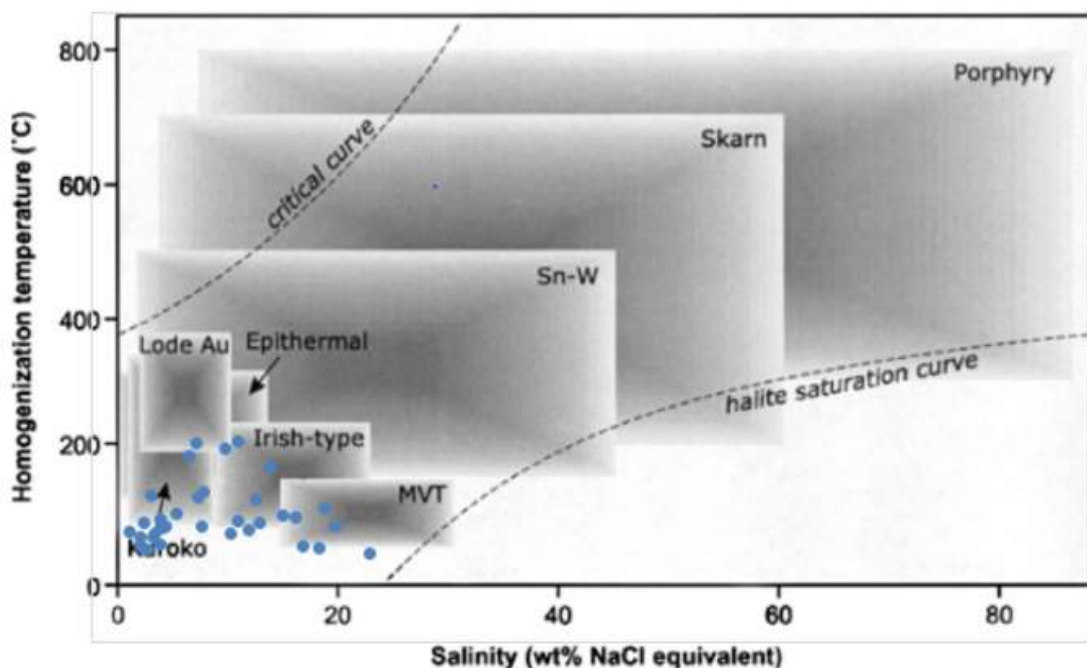
۸-۲-۶- دگرسانی و منطقه بندی آن ها

دگرسانی در این منطقه از مرکز به حاشیه به ترتیب شامل دگرسانی سیلیسی، سرسیتی-آرژیلی و کلریتی می باشد.

۸-۲-۷- ویژگی های سیال کانه ساز

بر اساس شواهد ایزوتوپی، ژئوشیمیایی، سیالات درگیر و مقایسه آن ها با موارد مشابه در سیستم های هیدروترمالی امروزی، اغلب محققین بر این عقیده اند که سیالات کانه ساز در کانسارهای VMS توسط آب دریا تامین می گردد به این صورت که در اثر گردش سیالات از میان سنگ های کمر پایین و توده های نفوذی نیمه عمیق، به طور غیر معمول گرم و فلزات را از درون این سنگ های کمر پایین و

توده ای نفوذی نیمه عمیق می شویند و همراه با خود وارد حوضه رسوبی می کنند (Gibson and Kerr, 1998; Lydon, 1998; Franklin et al., 1993; Franklin et al., 2005). در کنار سایر شواهد ژنتیکی، سیالات کانه ساز در کانسار باریت پشته نیز شباهتهایی با سیالات تشکیل دهنده کانسارهای کوروکو نشان می دهد (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱ مقدار شوری و دمای همگن سازی در برخی تیپ کانسارها (Wilkinson, 2001) و موقعیت نتایج سیالات درگیر کانسار پشته.

۸-۲-۸- نتایج ژئوشیمی:

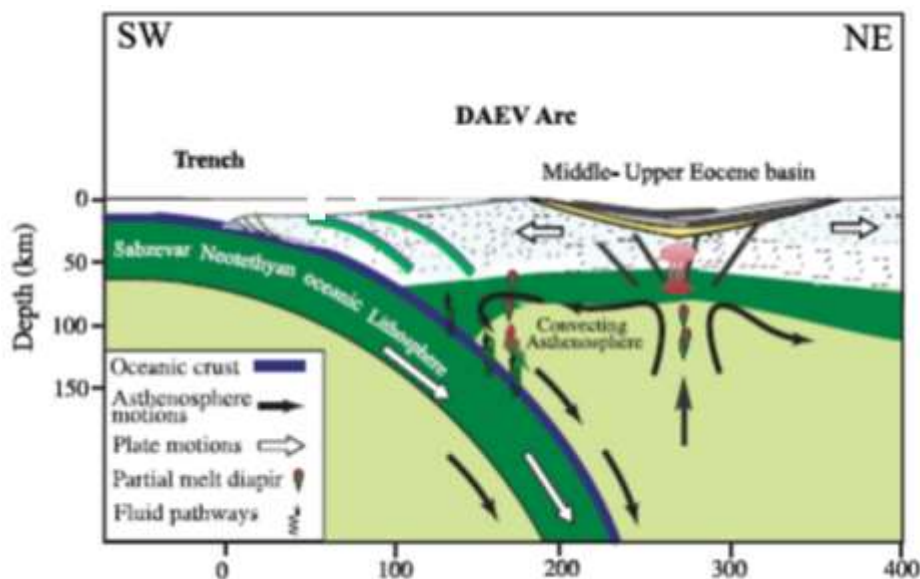
بر اساس مطالعات ژئوشیمی محیط تکتونیکی سنگ میزبان در محدوده بازالت های کالکوالکان و محیط تشکیل آن ها، بازالت های درون صفحه ای می باشد.

۸-۲-۹- آنالیز الکترون میکروپروب

بر اساس آنالیز انجام شده برای آنالیز طلا در نمونه های انتخاب شده از رخساره توده ای و رخساره دودکش برای شرکت ایمیدرو طلا تشخیص داده نشد. اما در نمونه های دیگر ارسالی برای شرکت زر آزما بیشترین مقدار طلا در رخساره باریت لایه ای سولفید دار به میزان (390ppb) بود. لذا با توجه به این نتایج بهتر است که آنالیزهای دقیق تری برای وجود و تشخیص طلا در منطقه انجام شود.

۸-۲-۱۰- محیط تکتونیکی تشکیل

بر اساس مطالعات ژئوشیمیایی توالی آتشفشانی محیط تکتونیکی کانسار باریت- فلزات پایه پشته در داخل یک حوضه کششی درون کمانی حاشیه قاره ای در حال فرونشست که همراه با خروج مواد آتشفشانی بوده است، بصورت کانسار سولفید توده ای آتشفشانزاد (VMS) تشکیل شده است و در نهایت در اثر فازهای کوهزایی جوان بعدی به همراه سنگ های درون گیر خود دچار چین خوردگی شده و در یال جنوبی یک تاقدیس قرار گرفته است. ویژگیهای ژئوشیمیایی سنگهای گدازه ای توالی میزبان نشان دهنده یک محیط کمان آتشفشانی برای منطقه معدنی پشته است. البته، برای سنگهای آتشفشانی ائوسن در منطقه عباس آباد-داورزن در شرق شاهرود نیز این محیط کمان آتشفشانی توسط Ghasemi and Rezaei Kahkjaei (2015) پیشنهاد شده است (شکل ۸-۲) که ادامه آن به سمت غرب، کمربند ماگمایی ترود-چاه شیرین و گردنه آهوان و منطقه پشته را دربرمی گیرد و در واقع جزو کمان ماگمایی البرز یا شمال ایران مرکزی می باشد.



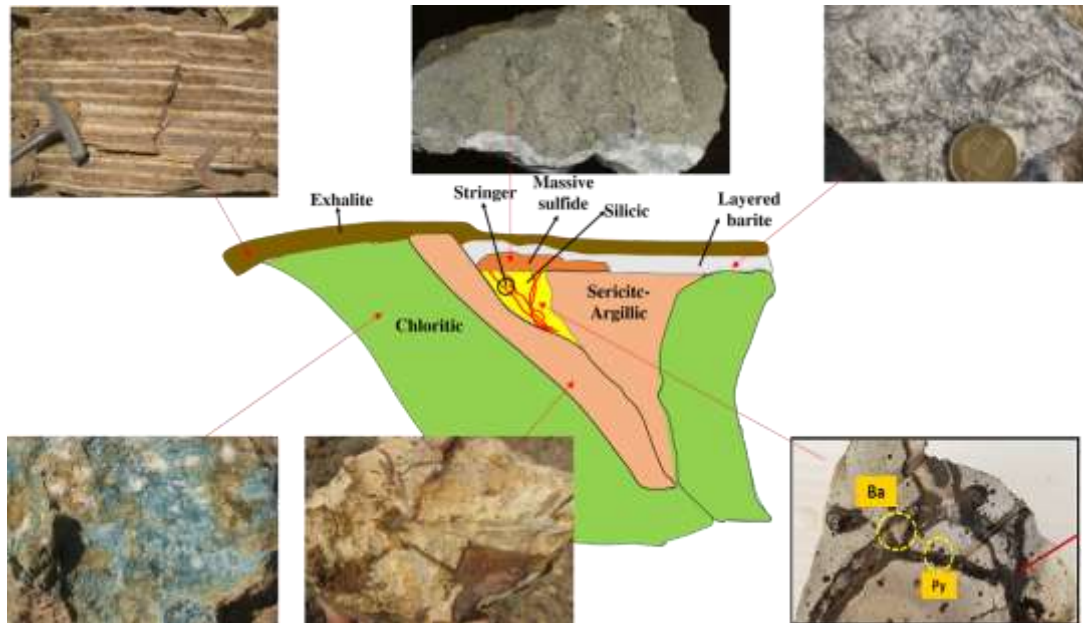
شکل ۸-۲ محیط کمانی تشکیل سنگهای آتشفشانی ائوسن در منطقه عباس آباد-داورزن (Ghasemi and

(Rezaei Kahkhaei, 2015

۸-۳- الگوی تشکیل کانسار باریت پشته

کانسار باریت-فلزات پایه پشته در کمربند ماگمایی البرز در توالی آتشفشانی - رسوبی ائوسن رخ داده است. سنگهای میزبان ماده معدنی بطور عمده شامل توف، توف شیلی و گدازه آندزیتی می باشند. در پیکره های معدنی این کانسار از پایین به بالا چهار رخساره کانه دار مشاهده می شود: (۱) رخساره رگه- رگچه ای- برشی یا تغذیه کننده (استرینگر)، (۲) رخساره سولفید توده ای، (۳) رخساره باریت لایه ای سولفیددار و (۴) رسوبات برونمی نواری غنی از منگنز. بافت و ساخت ماده معدنی شامل رگه - رگچه ای، برشی، نواری، توده ای و دانه پراکنده می باشد. این کانه‌زایی حاوی کانیهای اولیه باریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، مارکاسیت، آرژانتیت، پیرولوزیت و پسیلوملان و کانیهای ثانویه مالاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز می باشد. دگرسانیهای عمده در این کانسار شامل آرژیلی، سیلیسی، کلریتی و سریسیتی (-آرژیلیک) است. براساس مطالعات ساختاری، چینه شناسی، شکل هندسی ماده معدنی، دگرسانی، ساخت و بافت و کانی شناسی ماده معدنی بنظر می رسد کانسار باریت- فلزات پایه پشته در اثر فعالیت های آتشفشانی - برونمی زیردریایی در محل گسلهای

همزمان با فعالیتهای آتشفشانی و رسوبگذاری بصورت رخساره های مختلف (شکل ۸-۳) در یک حوضه کشتی بصورت سولفید توده ای آتشفشانزاد (VMS) (Franklin et al., 2005; Galley et al., 2007;) (Gibson et al, 2007) نهشته شده است.



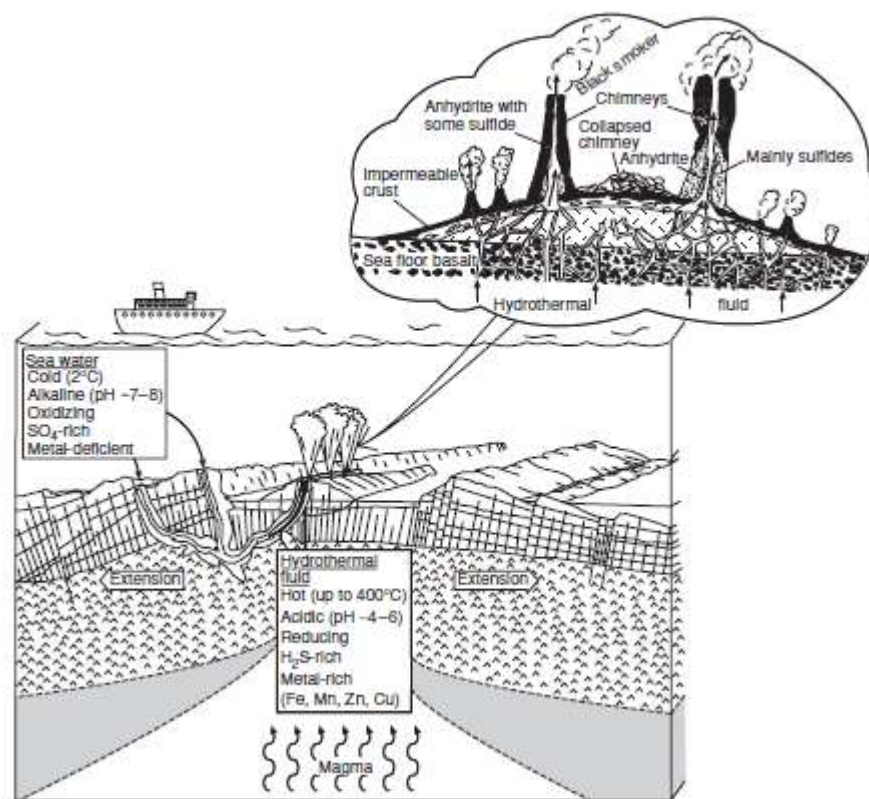
شکل ۸-۳ مدل ساده شماتیک نشان دهنده رخساره های کانه دار کانسار پشته.

۱۲۸ مقایسه قطعات دودکشها و معابر سیال در کانسار پشته با موارد

مشابه جهانی

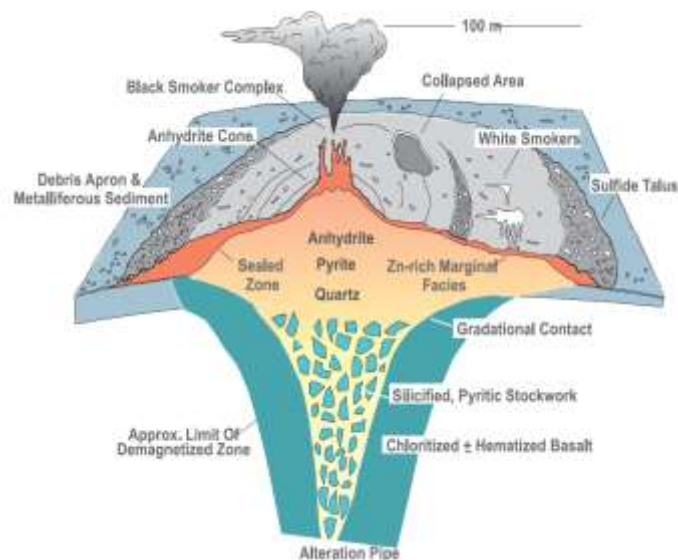
در رخساره سولفید توده ای، قطعاتی مشابه قطعات دودکشها (chimneys) و معابر سیال (cundoints) در کانسارهای سولفید توده ای نیز وجود دارد که ساختار لوله مانند (شکل ۴-۵) دارند و حاوی کانی هایی چون پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، مارکاسیت، آرژانتیت و باریت هستند (شکل ۴-۶). دودکش های سیاه در محل ورود سیالات گرمابی (بالای ۳۰۰ درجه سانتیگراد) حاوی فلز و احیایی، و به مقدار کمی اسیدی به کف اقیانوس می باشند که معمولاً در منطقه های کشتی و فعال آتشفشانی، در طول برآمدگی های میان اقیانوسی، تشکیل می شوند. این سیالات، از آب دریای سرد (۲ درجه سانتیگراد)، قلیایی، اکسید کننده و فقیر از فلز نشأت می گیرند. این سیالات از میان پوسته میان اقیانوسی

بازالتی چرخش می کنند و فلزات را می شویند تا سیالات گرمایی تشکیل شوند که اکنون بیش از ۱۰۰ جایگاه دودکش سیاه در اقیانوس آرام، اطلس، و هند نیز در دریای مدیترانه دیده میشوند (اسکات، ۱۹۹۷). سیالات کانه ساز از میان ساختارهای لوله ماندی که دودکش نامیده می شود خارج میشوند (شکل ۸-۴). این دودکش ها از آمیزه ای از انیدریت، باریت و کانی های سولفیدی مانند پیریت، پیروتیت، کالکوپیریت و اسفالریت و نیز سیلیس اپالی به عنوان باطله تشکیل شده اند. در کانسار پشته نیز قطعات دودکش حاوی پیریت، کالکوپیریت، مارکاسیت، اسفالریت، آرژانتیت و باریت می باشند.



شکل ۸-۴ نمودار مفهومی که مشخصات سیالات و الگوی چرخه را در محیط های پشته میان اقیانوسی، که منجر به تشکیل دودکش های سیاه روی کف اقیانوس میشوند، نشان می دهد. این شکل همچنین برش عرضی از محل خروج سیال برونمی را نشان می دهد که منجر به تشکیل دودکش های انیدریت-سولفید بر روی توده کانه زایی سولفید توده ای آتشفشانزاد شده است (برگرفته از لیدون، ۱۹۸۸؛ اسکات، ۱۹۹۷).

امروزه کانسارهای سولفید توده ای آتشفشانزاد در کف یا زیر کف اقیانوسها و دریاها در حال تشکیل هستند. تشکیل این کانسارها در کف دریا به دو صورت عمده ستونهای شناور (buoyant plumes) و استخر شورابه ای (brine pools) می باشد (Solomon et al., 2004). البته، مدل جانیشینی و تشکیل برخی کانسارهای سولفید توده ای در زیرکف دریا نیز ارائه شده است (Piercey, 2015; Tornos et al., 2016). در ذخایر تشکیل شده بصورت ستونهای شناور، خروج سیالات داغ گرمابی به کف دریا موجب ایجاد دودکشهای سیاه و سفید می شود (شکل ۸-۵). فروریزش این دودکشها موجب ایجاد ذخایر عدسی شکل و تپه مانند می شود (شکل ۸-۵)، در حالی که ذخایر تشکیل شده بصورت استخر شورابه ای حالت لایه ای دارند (Solomon et al., 2004). بنابراین، تشخیص قطعات دودکشها در کانسارهای سولفید توده ای می تواند نوع و ویژگیهای فیزیکوشیمیایی سیالات کانه ساز را مشخص نموده و در طراحی استراتژی اکتشاف ذخایر جدید مفید و مؤثر باشد. این دودکشها بطور عمده در کانسارهای امروزی دیده می شوند و فعال هستند. البته، قطعات این دودکشها به ندرت در کانسارهای قدیمی در تعداد معدودی از کشورها مثل روسیه، ژاپن و ترکیه یافت شده اند.



شکل ۸-۵ مقطع عرضی نمادین از نهشته‌های سولفید توده‌ای آتشفشانزاد در حال تشکیل در پشته‌های میان اقیانوسی در اقیانوس اطلس (Hannington et al., 1998; Galley et al., 2007).

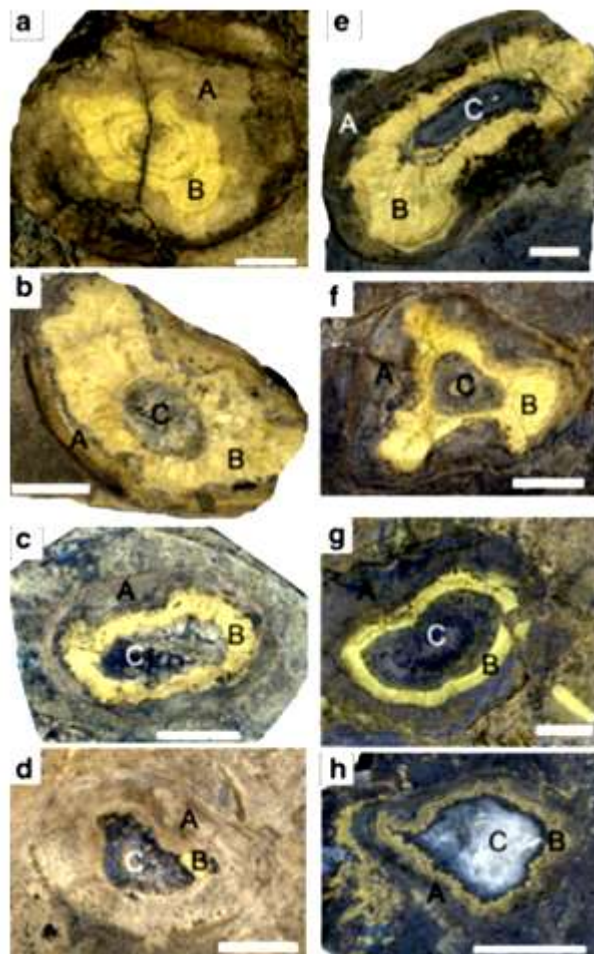
۸بر اساس مازلنیکف و همکاران (Maslennikov et al., 2019; 2017)، دودکش ها به

صورت کلی می توانند دارای سه دسته زون شعاعی باشند:

- A. زون خارجی که با پیریت، مارکازیت و یا اسفالریت مشخص می شود.
- B. زون داخلی که با داشتن کالکوپیریت مشخص می شود.
- C. پوشش زون محوری که در حالت طبیعی درون آن با اسفالریت، کوارتز و یا باریت پر شده است. هر کدام از این زون ها بسته به حضور سایر کانی ها ممکن است که به چند زیر زون دیگر در هر نمونه تقسیم شود (شکل ۵-۷).

بطور کلی دودکشها را می توان بر اساس کانی شناسی به سه تیپ تقسیم کرد:

- ۱. کالکوپیریت-پیریت تا کوارتز-پیریت-کالکوپیریت
- ۲. کالکوپیریت-پیریت(مارکازیت) اسفالریت تا کوارتز- اسفالریت و پیریت-کالکوپیریت ± باریت
- ۳. کالکوپیریت-اسفالریت تا باریت-اسفالریت-کالکوپیریت



شکل ۸-۶ ساخت های مختلف دودکش ها (Maslennikov et al., 2019; 2017)

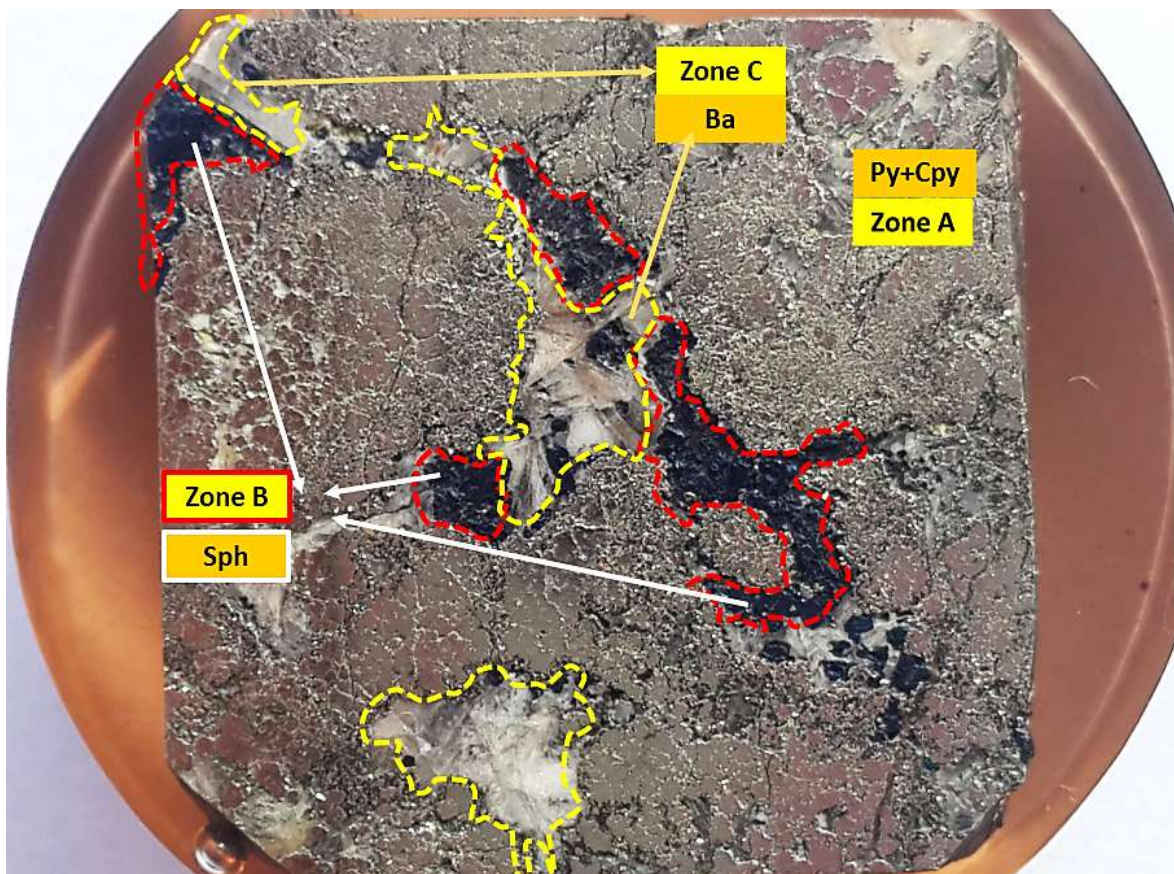
در کانسار پشته نیز قطعه های دودکش که سالم مانده اند به صورت تیپیک دارای پهنه های متحد المرکز مشخص همراه با کانی های سولفید و سولفات هستند و به طور کلی به سه پهنه تقسیم میشوند: پهنه های A، B و C.

توالی کانی شناسی اکثراً در پهنه های دودکش ها مشابه است. هر پهنه توسط تجمع کانی های سولفیدی شناخته می شود. پهنه خارجی (پهنه A) اساساً از پیریت با مقادیر کمی از کالکوپیریت و گاهی مارکاسیت تشکیل شده است. سولفیدها همراه با پهنه داخلی (Zone B) غالباً از اسفالریت و کمی پیریت تشکیل شده است. مجرای محوری (Zone C) در کانسار پشته نیز غالباً از باریت و کمی اسفالریت، آرژانتیت و کالکوپیریت و پیریت تشکیل شده است. پیریت کانی سولفیدی اصلی در دودکش هاست که

همراه با اسفالریت و کالکوپیریت می باشد (Revan et al., 2014). در دودکش های کانسار پشته نیز پیریت از کانی های اصلی است که به همراه کالکوپیریت و اسفالریت تشکیل شده است (شکل ۸-۷ و ۸-۸).



شکل ۸-۷ تصویر نمونه دستی از قطعه دودکش که پهنه بیرونی (Zone A) از پیریت (Py) و کالکوپیریت (Cpy) تشکیل شده است، پهنه داخلی (Zone B) از اسفالریت (Sph) به همراه پیریت تشکیل شده و پهنه مرکزی (Zone C) از باریت تشکیل شده است.



شکل ۸-۸ تصویر نمونه دستی از قطعات دودکش همراه با پهنه بندی که از بیرون به داخل به ترتیب از پهنه A، پهنه B و پهنه C تشکیل شده است که بیشترین مساحت مربوط به پهنه A بوده که از پیریت به همراه کالکوپیریت تشکیل شده و پیریت از کانی های اصلی تشکیل دهنده قطعات دودکش است.

۸-۴- شباهت ها و تفاوت های کانسار پشته با انواع تیپ های

کانسار های کانسار های سولفید توده ای آتشفشانزاد (VMS)

کانسار پشته براساس مقایسه آن با انواع کانسارهای VMS به دلیل داشتن باریت فراوان و پارائنز غنی از سرب و روی و نیز نوع سنگهای همراه، بیشترین شباهت را با تیپ کوروکو (Kuroko-type) نشان می دهد (جدول ۸-۱). از این کانسارها می توان کانسارهای کمر بند توف سبز ژاپن (Glasby et

Camprubí et al, 2008), کمربند پونتیدز ترکیه (Revan et al, 2014) و کانسارهای مکزیک (Camprubí et al, 2008), رزبری تاسمانیا استرالیا و نیز در ایران کانسارهای دره کاشان، ورندان قمصر (هاشمی و همکاران، 1392) و باریکا سردشت (جدول 8-2) را نام برد. براساس (Sillitoe, 1982)، کانسارهای نوع کوروکو همراه با ولکانیسم بایمدال و غالباً فلسیک هستند (Yamada and Yashida, 2011). ولکانیسم در منطقه آهوان نیز شامل گدازه های آندزیتی و داسیتی بوده که نشانه بایمدال بودن آن است. هرچند که در معدن بیشتر گدازه های آندزیتی دیده می شود. کانسارهای کوروکو ژاپن در کمربند توف سبز قرار دارند (Sillito, 1982) و سنگهای میزبان کانسار باریت-فلزات پایه پشته نیز به طور عمده توف و گدازه میباشد. در تیپ کوروکو مقدار زیادی کانیهای سولفاتی باریت و ژیپس (انیدریت) دیده می شود (Singer, 1986; Hoy, 1995). از کانی های اصلی در کانسار پشته نیز باریت است. بر طبق تقسیم بندی شطرنجی (Dill, 2010) کانسارهای سولفید توده ای تیپ کوروکو اغلب دارای حاشیه باریتی (رخساره های اکسیدان) در قسمت دور دست (distal) می باشند که با کانی سازی احیایی فلزی سولفیدی Pb,Zn,Cu نزدیک مجرای آتشفشانی (proximal) در ارتباط هستند. هر دو قسمت احیایی سولفیدی و اکسیدان سولفاتی در کانسار پشته دیده می شود.

جدول 8-1 مقایسه ویژگی های کانسار باریت پشته با کانسارهای نوع کوروکو و برخی کانسارهای کوروکوی ایران و ترکیه

کانسار	کانسار پشته	کانسار دره کاشان	کانسار وردان	کانسار های کمربند پونتیدز ترکیه	کانسارهای نوع کوروکو
محیط تکتونیکی	حوضه کششی	کمانی، پشت کمانی	حوضه کششی درون کمانی	کمانی، پشت کمانی	کمانی و پشت کمانی
سنگ های میزبان و همراه	واحدهای توفی و گدازه ای آندزیتی و داسیتی	واحدهای توفی، گدازه و شیل	توف سیلیسی، توف برش، شیل، آهک، مارن، سنگ های آذرآواری	آندزیت، بازالت و داسیت	ریولیت و داسیت و سنگ های آذرآواری فلسیک
کانی های معدنی	باریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، پیرولوزیت و پسیلوملان	باریت، کوارتز، کالکوپیریت، پیریت، تتراهدريت، مگنتیت و پیرولوزیت	باریت، گالن، اسفالریت، کالکوپیریت، پیریت، تتراهدريت، مگنتیت و پیرولوزیت	پیریت، اسفالری ت، کالکوپیریت	اسفالریت، گالن، تتراهدريت، پیریت، کالکوپیریت
کانی های فرعی	کائولن، سرسیت	اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت، تتراهدريت، هماتیت	اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، پیریت، تتراهدريت، هماتیت	کائولن، سرسیت	کائولن، سرسیت
عناصر فلزی	Ba, Pb, Zn, Cu	Cu-Zn-Pb-Ba	Ba, Pb, Zn, Cu	Cu, Zn, Pb, Au	Zn, Pb, Ba, Au, Cu
دگرسانی	کلریتی، سریسیتی، آرزلیلی و سیلیسی	کلریتی، سیلیسی، اپیدوتی، سری سیتی، کربناته	کلریتی، سریسیتی	سریسیتی، کلری تی، سیلیسی	سریسیتی، کلریتی، سیلیسی

جدول ۸-۲- مقایسه بین کانسار پشته و کانه زائی طلا، نقره و فلزات پایه در محدوده معدنی باریکا و کانسارهای رزبری (Rosebery) و

نوع کوروکو

مهمترین خصوصیات کانه زائی	کانسار باریت پشته	کانه زائی در محدوده معدنی باریکا	کانسار رزبری در تاسمانیا	کانسار های نوع کوروکو
محیط تکتونیکی	حوضه کششی درون کمانی	حوضه های ولکانیکی مربوط به کمان یا درون کمانی؟	ربفت مربوط به حوضه پشت کمانی و یا درون کمانی	کمانی و پشت کمانی
سنگ های میزبان و همراه	واحدهای توفی، توف شیلی و گدازه ای آندزیتی و داسیتی	سنگ های فلسیکی (ریولیتی، توف ریولیتی) و آندزیتی و تراکی- آندزیتی	سنگ های ریولیتی، داسیتی	ریولیت و داسیت و سنگ های آذرآواری فلسیک

سن کانه زائی	اوسن	کر تاسه	کامبرین	هر سنی (غالباً سنوزوئیک)
ژنومتری ماده معدنی	عدسی، رگه-رگچه ای، لایه ای، توده ای	عدسی شکل	صفحه ای شکل و عدسی شکل (چینه سان)	عدسی شکل حاوی بخشهای توده ای و رگه-رگچه ای
ساخت و بافت	توده ای، نواری، لامینه-ای، پراکنده، پرکننده فضای خالی، رگه-رگچه ای	توده ای، نواری برشی، پراکنده، پرکننده فضای خالی، رگه ای و انواع ساخت و بافت های ناشی از دگرشکلی	توده ای، نواری، لامینه-ای، پراکنده، رگه ای و ساخت و بافت های ناشی از دگرشکلی	توده ای، نواری، لامینه ای، پراکنده، پرکننده فضای خالی، رگه-رگچه ای
کانی شناسی	باریت، پیریت، کالکوپیریت، اسفالریت، گالن، مارکاسیت، آرژانتیت، پیرولوئیت و پسیلوملان	پیریت، اسفالریت، تتراندريت-تانائیت، بورنویت-بولانژریت، توونیت-وینیت، استینیت، جیمسونیت، گالن، الکتروم، کالکوپیریت	پیریت، اسفالریت، گالن، کالکوپیریت، ارسنوپیریت، تتراندريت، بورنویت، بولانژریت، جوردانیت، الکتروم	اسفالریت، گالن، تتراهدريت، پیریت، کالکوپیریت
پهنه بندی عنصری	از کمر پائین به کمر بالا Cu-(Pb-Zn) -> Zn-Cu-Ag» Ba-Zn-Pb	از کمر پائین به کمر بالا Cu-(Au)? -> Zn-Pb-Au -> Ba-Au	از کمر پائین به کمر بالا Cu-(Au) -> Zn-Pb-Au -> Ba-Au	Zn,Pb,Ba,Au,Cu
دگرسانی	کلریتی، سرسیتی - آرژیلی، سیلیسی	سرسیتی، سیلیسی، پیریتی، کلریتی، کلسیتی، آلبیتی، آرژیلی	سرسیتی، پیریتی، سیلیسی، کلریتی، کلسیتی، آلبیتی	سرسیتی، پیریتی، سیلیسی، کلریتی
مهمترین خواص ژئوشیمیایی	نقره بالا به دلیل حضور کانی آرژانتیت	حضور عناصر فرعی As,Sb,Hg,Tl در ماده معدنی	حضور عناصر فرعی As,Sb,Hg,Tl در ماده معدنی	حضور عناصر Pb-Zn
تناژ و عیار		در حال اکتشاف	۵۶ تن طلا با عیار ۳ گرم در تن	متغیر
وضعیت دگرشکلی	ندارد	تحت تأثیر پهنه برشی شکل پذیر و شکل پذیر-شکنا	تحت تأثیر پهنه برشی شکل پذیر-شکنا	-

۸-۵- نتیجه گیری کلی

کانسار باریت-فلزات پایه پشته در کمربند ماگمایی البرز در توالی آتشفشانی - رسوبی ائوسن رخ داده است. توالی میزبان از پایین به بالا از سه واحد اصلی سنگی تشکیل شده است: الف) واحد رسوبی شامل کنگلومرا، آهک و ماسه سنگ، ب) واحد غنی از گدازه و پ) واحد غنی از توف. کانه زایی در بخش بالایی واحد غنی از گدازه و قاعده واحد غنی از توف رخ داده است. سنگهای درونگیر این کانسار، بیشتر توف و سنگهای گدازه ای آندزیتی و داسیتی هستند. در پیکره های معدنی این کانسار از پایین به بالا چهار رخساره کانسنگی مشاهده می شود: ۱) رخساره رگه- رگچه ای- برشی یا تغذیه کننده (استرینگر)، ۲) رخساره سولفید توده ای، ۳) رخساره باریت لایه ای سولفیددار و ۴) رخساره رسوبات بروندمی نواری غنی از منگنز. بافت و ساخت ماده معدنی شامل رگه - رگچه ای، برشی، نواری، توده ای و دانه پراکنده است. این کانه زایی حاوی کانیهای اولیه باریت، پیریت، کالکوپیریت، آرژانتیت، اسفالریت، گالن، پیرولوزیت و پسیلوملان و کانیهای ثانویه مالاکیت، آزوریت و اکسید- هیدروکسیدهای آهن و منگنز می باشد. به طور کلی چهار افق کانه دار در این کانسار قابل تشخیص است: افق ۱، از پایین به بالا دارای رخساره رگه- رگچه ای (استرینگر) سولفیدی، عدسی سولفید توده ای و باریت لایه ای سولفید دار می باشد. افق ۲، دارای پهنه استرینگر باریتی در زیر و رسوبات بروندمی نواری غنی از منگنز در بالا بوده و افق ۳، دارای پهنه استرینگر باریتی، باریت لایه ای و رسوبات بروندمی منگنز دار می باشد. در افق ۴ تنها رخساره استرینگر باریتی رخمون داشته و بقیه آن توسط آبرفت پوشیده شده است. دگرسانیهای عمده در این کانسار شامل کلریتی، سرسیتی-آرژیلی، سیلیسی و اپیدوتی است. برمبنای مطالعات ژئوشیمیایی، سنگهای آتشفشانی دارای ترکیب آندزیت، بازالت، تراکیت و ریولیت و ماهیت کالکوالکالن می باشند. بیشترین میزان نقره مربوط به رخساره سولفید توده ای و برابر ۴۵ ppm و بیشترین میزان طلا مربوط به رخساره باریت لایه ای و برابر ۳۹۰ ppb می باشد. در مجموع، عناصر سرب و روی بیشترین غنی شدگی را در رخساره استرینگر، عناصر مس، کادمیوم، آرسنیک و نقره بیشترین غنی شدگی را در رخساره سولفید توده ای، عناصر آنتیموان و استرانسیوم بیشترین غنی شدگی را در رخساره باریت لایه ای و منگنز نیز بیشترین غنی شدگی را در رخساره بروندمی نشان می دهد. مطالعات سیالات درگیر بر روی کانیهای باریت، کوارتز و کلسیت، دمای همگن شدن برابر ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد و شوری از ۸ تا ۱۸ درصد معادل وزنی نمک طعام و چگالی از ۰/۹۵ تا ۱/۱ و فشار کمتر از ۵۰ اتمسفر را نشان می دهد. با توجه به وجود شواهد جوشش، عمق آب دریا کمتر از ۱۰۰۰ متر بوده است. بر اساس مطالعات ساختاری، چینه شناسی، شکل هندسی ماده معدنی، دگرسانی، ساخت و بافت و کانی شناسی ماده معدنی، سیالات درگیر و ژئوشیمی بنظر می رسد کانسار باریت- فلزات پایه پشته در

اثر فعالیت های آتشفشانی - بروندمی زیردریایی در یک حوضه کششی بصورت سولفید توده ای آتشفشانزاد (VMS) نهشته شده است. براساس مقایسه این کانه زایی با تیپهای مختلف سولفید توده ای آتشفشانزاد، کانسار باریت-فلزات پایه پشته سمنان بیشترین شباهت را با کانسارهای نوع کوروکو (Kuroko-type) نشان می دهد. قابل ذکر است که در این کانسار قطعاتی از معابر سیال (cundoints) و دودکشهای سیاه و سفید (black and white chimneys) تشخیص داده شد که برای اولین بار در ایران گزارش می گردد.

۸-۶- پیشنهادات علمی و اکتشافی

- انجام مطالعات ایزوتوپی پایدار جهت تعیین منشأ اجزای سیال کانه ساز (که البته نمونه های ایزوتوپی آماده سازی شده و به آزمایشگاههای خارجی ارسال شده است).
- مرز بین واحد غنی از گدازه زیرین و واحد غنی از توف بالای جهت اکتشاف ذخایر جدید در گردنه آهوان پیشنهاد می شود.
- با توجه به گسترش دگرسانیهای سریسیتی (-آرژیلی) و کلریتی، استفاده از دورسنجی جهت اکتشاف ذخایر جدید در منطقه می تواند مفید باشد.
- سیلهای بازیک به علت نقش موتور حرارتی در تشکیل کانسار جهت اکتشاف مفید هستند.
- انجام مطالعات ژئوفیزیکی در قسمتهای پوشیده جنوبی کانسار و حفر گمانه های اکتشاف

۸-۷- منابع

- ۱- آقاباتی، س. ع.، ۱۳۸۳، زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۰۰ ص.
- ۲- علوی نایینی، ۱۳۷۶، گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰، جام، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- ۳- هاشمی، ف.، موسیوند، ف.، رضایی کهخایی، م.، ۱۳۹۲، کانسار باریت سرب مس ورندان: نمونه ای از کانه زایی سولفید توده ای آتشفشانزاد تیپ کوروکو در کمان ماگمایی ارومیه دختر، سی و دومین گردهمایی و نخستین کنگره بین المللی تخصصی علوم زمین.
- ۴- خوش جوا، (۱۳۷۸) "کانسارهای باریت ایران" چاپ اول، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران، تهران، ص ۷۴-۷۲
- ۵- همام م، (۱۳۸۸) "سنگ شناسی آذرین" چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی، ص ۵۶
- ۶- درویش زاده ع، (۱۳۸۹) "زمین شناسی ایران" چاپ چهارم، انتشارات امیر کبیر، ص ۳۱۹-۳۱۵
- ۷- علیرضایی س، (۱۳۸۹) "زمین شناسی کانسارها" چاپ دوم، انتشارات امیر کبیر، ص ۵۹۱
- ۸- هاشمی، ف.، ف.، ۱۳۹۴، پایان نامه ارشد، کانی شناسی، زمین شیمی و الگوی پیدایش کانسار باریت-سرب-مس ورندان در پهنه ارومیه- دختر، جنوب کاشان، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود
- ۹- خانه دار، م.، م.، (۱۳۹۵)، پایان نامه کارشناسی ارشد، شیمی کانی سنگ های نفوذی و کاربرد سنجش از دور در شناسایی سنگ های موجود در گردنه آهوان، شمال شرق سمنان، دانشکده علوم زمین، گروه پترولوژی و علوم زمین
- ۱۰- قربانی، م، (۱۳۹۳)، "ماگماتسیم-متامورفیزم ایران"، چاپ اول، انتشارات آریز زمین، ص ۴۹-۵۵

References:

- 1- Alavi, M., 1994, Tectonics of the Zagros orogenic belt of Iran: New data and interpretations: *Tectonophysics*, 229, p.211-238.
- 2- Camprubí,A.,Partida,E., Lisard,T., Alfonso,P., Canet,c., Miguel A., Gasca,M., Martini,M., Sánchez,F., 2015, Mesozoic volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits in Mexico. *Ore Geology Reviews*, doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.07.027.
- 3- Dill, HG., 2010, The “chessboard” classification scheme of mineral deposits: Mineralogy and geology from aluminum to zirconium, *Earth-Science Reviews*, 260P.
- 4- formation, *Ore Geology Reviews*, *Ore Geology Reviews* 34 (2008) 547–560.
- 5- Franklin, J.M., Gibson, H.L., Galley, A.G., Jonasson, I.R., 2005. Volcanogenic massive sulfide deposits. In: Hedenquist, J.W., Thompson, J.F.H., Goldfarb, R.J., Richards, J.P. (Eds.), *Economic Geology 100th Anniversary Volume*. Society of Economic Geologists, Littleton, CO, pp. 523–560.
- 6- Galley, A.G., Hannington, M.D., and Jonasson, I.R., 2007, Volcanogenic massive sulphide deposits, in Goodfellow, W.D., ed., *Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5*, p. 141-161.
- 7- Gibson, H. L., Allen, R. L., Riverin, G., Lane, T. E., 2007, The VMS Model: Advances and Application to Exploration Targeting. In: Milkereit, B. (ed.) *Proceedings of Exploration 07: Fifth Decennial International Conference on Mineral Exploration*, p. 713-730.
- 8- Glasby, G.P., Iizasa, K., Hannington, M., Kubota, H., Notsu, K., 2008, Mineralogy and composition of Kuroko deposits from northeastern Honshu and their possible modern analogues from the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc south of Japan: Implications for mode of
- 9- Hannington ,M.D.,Galley,A.G.,Herzig,P.M.,Petersen,S.,1998, Comparison of the TAG mound and stockwork complex with Cyprus-type massive sulfide deposits ,In:Herzig, P.M., Humphris, S.E., Miller, D.J., and Zierenberg, R.A. (Eds.),*Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 158*.389-415.

- 10- Hoy, T. 1995, Noranda/kuroko massive sulphide Cu-Zn, in selected British Columbia mineral deposit profiles, volume 1- Metallics and Coal, Lefebure, D.V. and Ray, G.E., (eds.), British Columbia Ministry of Energy Employment and Investment, open file, 1995-20, p.53-54.
- 11- Hoy, T. 1995, Noranda/kuroko massive sulphide Cu-Zn, in selected British Columbia mineral deposit profiles, volume 1- Metallics and Coal, Lefebure, D.V. and Ray, G.E., (eds.), British Columbia Ministry of Energy Employment and Investment, open file, 1995-20, p.53-54
- 12- Lüders, V., Pracejus, B. and Halbach, P., 2001. Fluid inclusion and sulfur isotope studies in probable modern analogue Kuroko-type ores from the JADE hydrothermal field (Central Okinawa Trough, Japan). *Chemical Geology*, 173(1), pp.45-58.
- 13- Maslennikov, V.V., Zaykov, V.V., Monacke, T., Large, R.R., Danyushevsky, L.V., Maslennikova, S.P., Allen, R.L., Çağatay, N., Revan, M.K., 2009. Ore facies of volcanic massive sulfide deposits in Pontides. 2th International Symposium on the Geology of the Black Sea Region, Turkey p. 123 (Abstracts).
- 14- Maslennikov, V.V., Maslennikova, S.P., Large, R.R., Danyushevsky, L.V., Herrington, R.J., Ayupova, N.R., Zaykov, V.V., Lein, A.Y., Tseluyko, A.S., Melekestseva, I.Y., Tessalina, S.G., 2017. Chimneys in Paleozoic massive sulfide mounds of the Urals VMS deposits: Mineral and trace element comparison with modern black, grey, white and clear smokers. *Ore Geology Reviews* 85, 64–106.
- 15- Mousivand, F., Rastad, E., Meffre, S., Peter, J.M., Mohajjel, M., Zaw, K. and Emami, M.H., 2012. Age and tectonic setting of the Bavanat Cu–Zn–Ag Besshi-type volcanogenic massive sulfide deposit, southern Iran. *Mineralium Deposita*, 47(8), pp.911-931.
- 16- Ohmoto, H. and Skinner, B.L., (Eds.). (1983) The Kuroko and related volcanogenic massive sulfide deposits. Economic Geology Pub. Co., 604 pp.
- 17- Ohmoto, H., 1996, Formation of volcanogenic massive sulfide deposits: the Kuroko perspective. *Ore geology reviews*, 10(3-6), pp.135-177.
- 18- Piercey, S.J., 2015, A semi-permeable interface model for the genesis of seafloor replacement-type volcanogenic massive sulfide (VMS) deposit: *Economic Geology*, 110, 1655-1660.

- 19- Revan, M.K., Genç, Y., Maslennikov, V.V., Maslennikov, S.P., Large, R.R., Danyushevsky, L.V., 2014, Mineralogy and trace-element geochemistry of sulfide minerals in hydrothermal chimneys from the Upper-Cretaceous VMS deposits of the eastern Pontide orogenic belt (NE Turkey). *Ore Geology Reviews* 63, 129–149.
- 20- Robb, L., 2004. *Introduction to ore-forming processes*. Blackwell Publishing.
- Sánchez,F., 2015, Mesozoic volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits in Mexico. *Ore Geology Reviews*, doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.07.027.
- 21- Singer, D.A., 1986. "Descriptive model of kuroko Massive Sulfide, in Cox , D.p., and Singer, D.A., eds. *Mineral deposit Models*", U.S. Geological Survey bulletin. p.189-187.
- 22- Solomon, M., Tornos, F., Large, R.R., Badham, J.N.P, Both, Zaw, R.A.K, 2004, Zn-Pb-Cu volcanic hosted massive sulfide deposits: criteria for distinguishing brine pool-Type from black smoker type sulfide deposition. *Ore Geology Reviews*, 25, 259-283.
- 23- Wilkinson, J.J., 2001. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. *Lithos*, 55(1), pp.229-272.
- 24- Yamada, R, Yashida, T., 2011, Relationships between Kuroko volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits, felsic volcanism, and island arc development in the northeast Honshu arc, *Japan Mineralium Deposita*, DOI 10.1007/s00126-011-0362-7.
- 25- Yamada, R, Yashida, T., 2011, Relationships between Kuroko volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits, felsic volcanism, and island arc development in the northeast Honshu arc, *Japan Mineralium Deposita*, DOI 10.1007/s00126-011-0362-7

Abstract

The Poshteh barite-base metals deposit occurred at 18 kilometers east of Semnan in the Alborz magmatic arc within Eocene volcano-sedimentary sequence. The host sequence from bottom to top involves three major parts: 1) part 1: sedimentary rocks including conglomerate, limestone and sandstone, 2) part 2: lava-rich, and 3) part 3: tuff-rich. Mineralization occurred at top of the part 2 and base of the part 3. The host rocks consists of dominantly andesitic and dacitic tuff and lava. Four ore facieses are observed within the orebodies, from bottom to top: 1) vein-veinlet-breccia or feeder facies (stringer), 2) massive sulfide, 3) sulfide-bearing layered barite, and 4) banded iron-manganese-rich exhalative sediments. Textures and structures observed in the orebodies are vein and veinlet, brecciated, bedded, massive and disseminated. The mineralization involves primary minerals of barite, pyrite, sphalerite, galena, chalcopyrite, argentite, pyrolusite and pesilomelan, and secondary minerals of malachite, azurite and Mn-Fe oxides and hydroxides. Generally, four ore horizons were distinguished in the deposit: ore horizon 1, consists of a sulfide-rich stringer zone overlaid by a massive sulfide lens and a sulfide-bearing layered barite ore and Fe-Mn exhalative unit at top. Ore horizon 2, involves a baritic stringer zone and a manganese-rich exhalite unit at top. Ore horizon 3 is comprised of a baritic stringer and stratiform zone overlaid by an exhalite unit. In the ore horizon 4, only a baritic stringer zone crops out, the rest is covered by alluviums. Main wall rock alterations consist of chloritic, sericitic-Argilic, silicic and epidotic. Based on geochemical studies, volcanic rocks and sills show andesitic, basaltic, trachytic and rhyolitic compositions, and calc alkaline nature. The maximum amount of silver is 45 ppm belonging to massive ore facies, and the maximum amount of gold is 390 ppb belonging to the sulfide-bearing layered barite ore. Overall, Pb and Zn show the most enrichment in the stringer facies, while Cu, Cd, As and Ag were mostly enriched in the massive sulfide ore, Sb and Sr indicate maximum enrichment in the layered barite ore and Mn shows the maximum amounts in the exhalative facies. Microthermometry study of fluid inclusions on barite, quartz and calcite shows that the most frequency of homogenesis temperature is from 100 to 150 centigrade and salinity is from 8 to 18 Wt% NaCl equivalent, and the frequency of density is from 0/5 to 1/1 and the pressure is lower than 50 atmosphere. Regarding to boiling evidences, the depth of water was lower than 1000 meters. Based on structural, stratigraphic, geometry of orebodies, alterations, texture and structure, mineralogy, fluid inclusion and geocemical studies, it seems that the Poshteh barite-base metals deposit formed trough submarine volcanic-exhalative activities within an intra-arc basin as volcanogenic massive sulfide (VMS) mineralization. By comparison of this mineralization with other VMS types, the Poshteh barite-base metals deposit shows the most similarity to the Kuroko-type deposits. In this study, for the first time in Iran, fragments of black and white chimneys and ore fluid cundoints were distinguished.

Keywords: Barite, base metals, massive sulfide, Kuroko, ore horizons, Poshteh, Semnan, Alborz



Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciencens

M. Sc. Thesis in Economic Geology

**Mineralogy, geochemistry and genesis of the
Poshteh- Barite, kaolinite-copper deposite, easte of
Semnan**

By:

Golshan Ghaffari

Supervisor:

Dr. Fardin Mousivand

Agust 2018