چهل و دومین گردهمایی (همایش) ملی
علوم زمین
The 42nd National Geosciences Congress
www.geoconf.ir

# پتروگرافی و کانی شناسی سنگ‌های میزبان و کانسنگ آهن در کانسار آریا جنوب، منطقه زرند

آنیتا عسگری[۱]، محمد یزدی[۲]، خالق خشنودی[۳]، سمانه ضیاءپور[۴]

[۱] دانشجوی ارشد زمین شناسی اقتصادی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، anitaasgari07@gmail.com

[۲]عضو هیئت علمی دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، m-yazdi@sbu.ac.ir

[۳]عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران، khoshnoodi78@gmail.com

[۴]پژوهشگر، پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، سازمان انرژی اتمی ایران، sa.ziapour@gmail.com

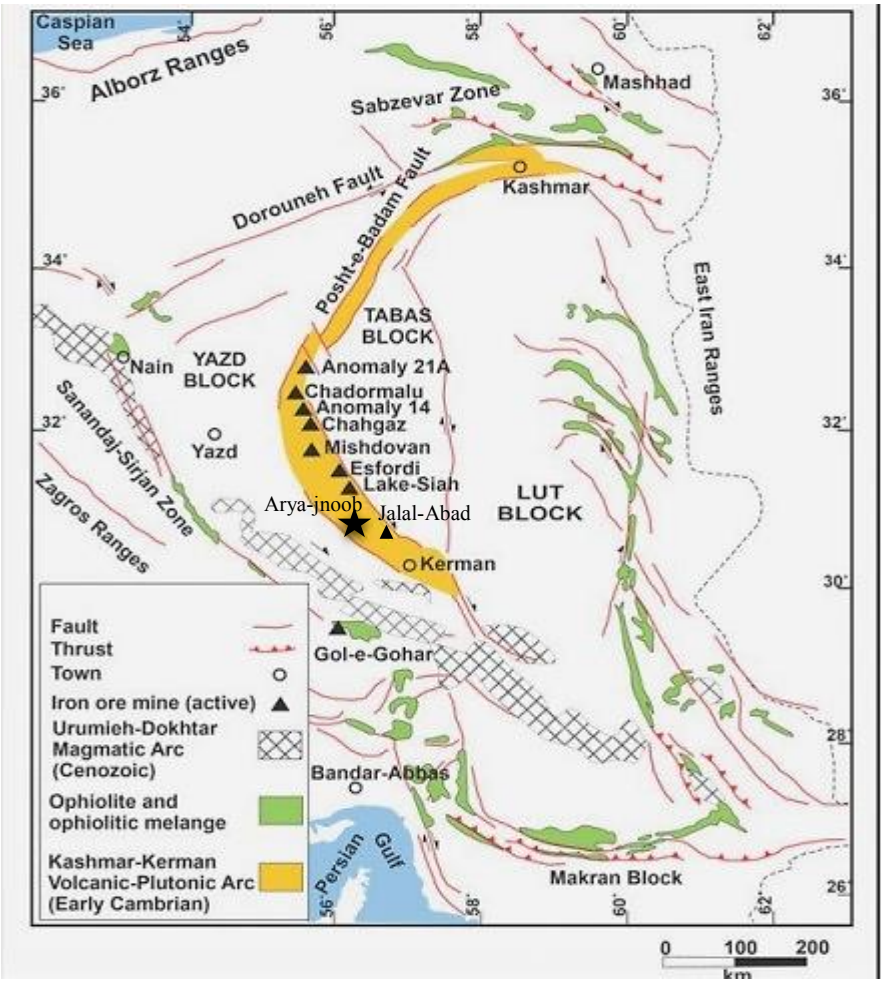
**چکیده**

کانسار آهن آریا جنوب ایرانیان در بخش شرقی ایران مرکزی در ۴۲ کیلومتری شمال غرب زرند در کمربند زمین ساختی کاشمر- کرمان واقع شده است. کانی سازی آهن در سنگ های میزبان ماسه سنگ و دیوریت صورت گرفته است. ماسه سنگ ها از نوع آرکوز تا ساب آرکوز دارای جورشدگی و گردشدگی ضعیفی بوده و عمدتاً از کوارتز به همراه مقادیر کمتر پلاژیوکلاز، میکروکلین، فلدسپار پتاسیم، موسکویت، چرت و روتیل تشکیل شده اند. کانی های اصلی تشکیل دهنده دیوریتها شامل پلاژیوکلاز (آندزین- الیگوکلاز) و کوارتز همراه با مقادیر فرعی فلدسپار پتاسیم و مقادیر جزئی آپاتیت، تیتانیت، زیرکن و آلانیت می باشد. کانه زایی آهن در این منطقه بصورت توده ای، دانه ای، افشان و برشی رخ داده و کانی اصلی آهن در کانسنگ آهن، مگنتیت به همراه مقادیر فرعی پیریت و هماتیت و مقادیر جزئی کالکوپیریت است. کانی اصلی فسفاته پاراژنز با مگنتیت، آپاتیت است. کانی های آمفیبول (اکتینولیت-ترمولیت، آنتوفیلیت)، کلریت، فلوگوپیت، سرپانتین، آلبیت، کوارتز و مقادیر بسیار کمتر تیتانیت، تورمالین، روتیل، توریت و زیرکن، مونازیت، کاسیتریت و باریت کانسنگ آهن را همراهی می کنند. رگچه های تأخیری کربناتی- سیلیسی متعددی سنگ های میزبان، واحدهای دگرسانی و کانسنگ آهن را قطع کرده اند.

**واژه‌های کلیدی:** کانی سازی آهن، آریاجنوب، زرند، ایران مرکزی

**۱. مقدمه**

منطقه زمین ساختی کاشمر- کرمان حاوی بیش از ۳۴ آنومالی و کانسار مگنتیت و مگنتیت-آپاتیت است که در برخی از آنها به طور محلی از عناصر نادر خاکی و اورانیوم نیز غنی شده اند. این ناحیه معدنی با بیش از ۲ میلیارد تن سنگ آهن با عیار متوسط ۵۰ درصد وزنی آهن یکی از مهمترین ایالت‌های فلززایی در ایران محسوب می‌شود. رخنمون سنگهای قدیمی نئوپروتروزوئیک پایانی و پالئوزوئیک زیرین در زون تکتونیکی کاشمر-کرمان فراوان هستند (Bonyad et AL., 2011 ؛ Daliran, F., 2002؛Moore and Moudaber,., 2003). استان کرمان دارای پتانسیل های بالقوه و بالفعل زیادی در بخش معدن بوده، به گونه ای که معادن آهن متعددی از جمله جلال آباد، سیریز و آریا جنوب در شمال غرب زرند وجود دارند که در ادامه به بافق در استان یزد ختم می شود. منطقه زرند در کمربند زمین ساختی کاشمر-کرمان جزو پهنه ساختمانی و رسوبی ایران مرکزی و محسوب می‌شود (شرکت آریاجنوب ایرانیان، ۱۳۹۰، کریمی شهرکی، ۱۳۸۲). کانسارهای آهن چغارت، سه چاهون، چادرملو، چاه‌گز، اسفوردی، جلال آباد و آریا جنوب از جمله کانسارهایی هستند که در زون زمین ساختی کاشمر-کرمان واقع شده اند (شکل۱). کانسار آریا جنوب ایرانیان با ذخیره زمین‌شناسی حدود ۱۶ میلیون تن و عیار متوسط ۳۱ درصد آهن در بخش شرقی ایران مرکزی در ۴۲ کیلومتری شمال غرب زرند، در کمربند زمین ساختی کاشمر- کرمان واقع شده است. هدف از این پژوهش بررسی ویژگی های پتروگرافی سنگ های میزبان و مینرالوگرافی کانسنگ آهن می باشد و در ادامه توالی پاراژنزی کانیها در محدوه کانسار ترسیم شده است.




شکل ۱نقشه ی ساده شده ساختاری خرد قاره ایران مرکزی و زون کاشمر-کرمان (به نقل از رمضانی و تاکر(Ramezani and Tucker, 2003)). معادن آهن لکه سیاه، آهن میشدوان، آهن- آپاتیت اسفوردی، آهن سه چاهون، آهن چادرملو، و موقعیت گسل های اصلی موجود در این خرده قاره نشان داده شده است. (کانسار مورد نظر آریاجنوب با ستاره نشان داده شده است).

## ۲. روش مطالعه

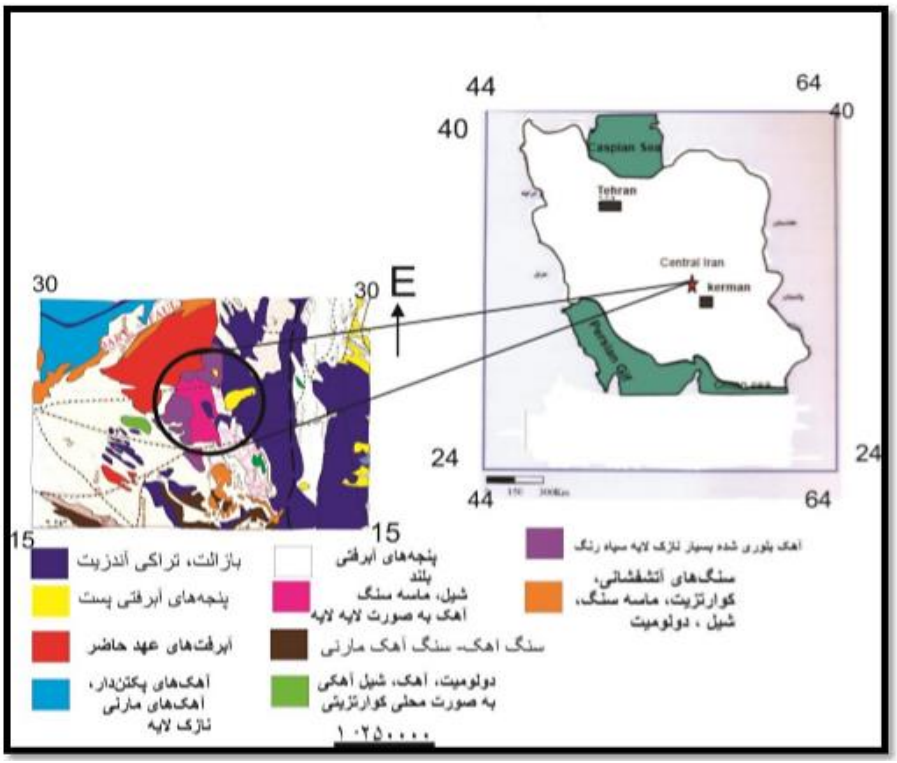
در این مطالعه به منظور بررسی ویژگی های سنگ شناسی سنگ های میزبان و همچنین شناسایی کانی ها و توالی پاراژنزی در کانسنگ آهن آریا جنوب تعداد ۲۰ نمونه از سنگ های میزبان، دایک دیابازی و کانسنگ آهن برداشت شد. سپس مقاطع نازک، نازک-صیقلی و صیقلی از نمونه ها به منظور مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی تهیه شد. مطالعات های کانی شناسی دقیق توسط میکروسکوپ الکترونی مدل FESEM SIGMA/VP-ZEISS در آزمایشگاه کانی شناسی مرکز پژوهش های کاربردی سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور انجام شد. اندازه گیری ها در زمان شمارش ۲۰-۱۵ ثانیه و ولتاژ شتاب دهنده ۲۰-۱۵ keV انجام گرفت.

## ۳. زمین‌شناسی منطقه

ناحیه زرند بخشی از زون ایران مرکزی (منطقه ای بین کرمان و ساغند) است که در اثر فاز کوهزایی کاتانگایی طی ۶۰۰ میلیون سال گذشته تکامل یافته است و حاوی ضخیم ترین و کامل ترین توالی سنگهای پالئوزوئیک زیرین (کامبرین تا سیلورین) در ایران و خاورمیانه می باشد. ناهمسانی‌های ساختاری- رسوبی گسترده سبب شده تا بتوان خردقاره ایران مرکزی را به بلوک‌های لوت، طبس، کلمرد، پشت

بادام و یزد تقسیم نمود و ناحیه مورد مطالعه در بلوک پشت بادام واقع شده است. در ناحیه زرند سنگ‌های پرکامبرین تا کواترنری رخنمون داشته، واحدهای سنگی سری مراد و توالی آتشفشانی- رسوبی کامبرین زیرین از قدیمی ترین واحدهای زمین شناسی شناسایی شده در شمال زرند است (شکل ۲). بیشترین گسترش سنگ‌های پرکامبرین در غرب گسل کوهبنان رخنمون دارد و در قسمت‌های شرقی این گسل، سنگ‌های مربوط به دوره‌های پالئوزوئیک و مزوزوئیک وسعت فراوانی دارند. فعالیت ماگمایی در ناحیه بصورت گدازه‌های اسیدی شامل ولکانیک‌های توالی آتشفشانی- رسوبی کامبرین زیرین و توده‌های کوچک نفوذی بازیک است. این توده‌های نفوذی دارای دانه بندی درشت تا ریز هستند. مجموعه‌ای از دایک‌های دیابازی در سرتاسر ناحیه وجود دارند که داخل توالی آتشفشانی- رسوبی کامبرین زیرین تزریق شده است و فصل مشترک آنها با سنگ‌های اطراف مشخص و نسبت به سنگ‌های دیواره‌ای خرد شده و بیشتر محدود به مناطق تکتونیزه هستند (کریمی شهرکی، ۱۳۸۲؛ خسروانجام، ۱۳۷۷؛ آئینه رستمی، ۱۳۹۶؛ احمدی، ۱۳۹۸؛ شرکت آریاجنوب ایرانیان، ۱۳۹۰؛ علوی نائینی، ۱۳۷۲؛ وحدتی دانشمند، ۱۳۷۴، ۱۳۶۶، جمشیدی و محبی، ۱۳۷۵).

توالی آتشفشانی- رسوبی کامبرین زیرین متشکل از واحد آتش فشانی سبز شامل سنگ های آتشفشانی با ترکیب آندزیتی تا آندزی بازالتی با بافت پورفیری، نهشته های پیروکلاستیک، سنگ‌های ساب ولکانیکی با ترکیب دیاباز با بافت افیتیک و پوئی کلیتیک و ریولیت و سنگ های رسوبی شامل ماسه سنگ و واحد آهکی به رنگ زرد متوسط تا نخودی دارای بافت برشی تخریبی و کمتر بصورت توده‌ای است. واحد آهکی در حفاری‌های اکتشافی بعنوان لایه راهنما مورد استفاده قرار گرفته است. توالی مذکور توسط رسوبات کوارترنری پوشیده شده است (شرکت آریاجنوب ایرانیان، ۱۳۹۰).

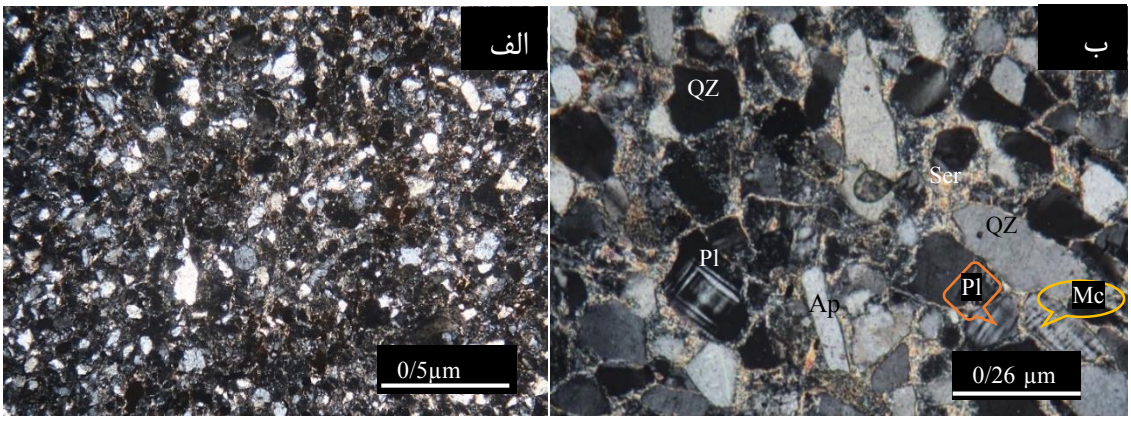



شکل ۲موقعیت جغرافیایی و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه (اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ راور و نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ رفسنجان).

## ۴. مطالعات پتروگرافی و مینرالوگرافی

### ۴/۱. ماسه سنگ

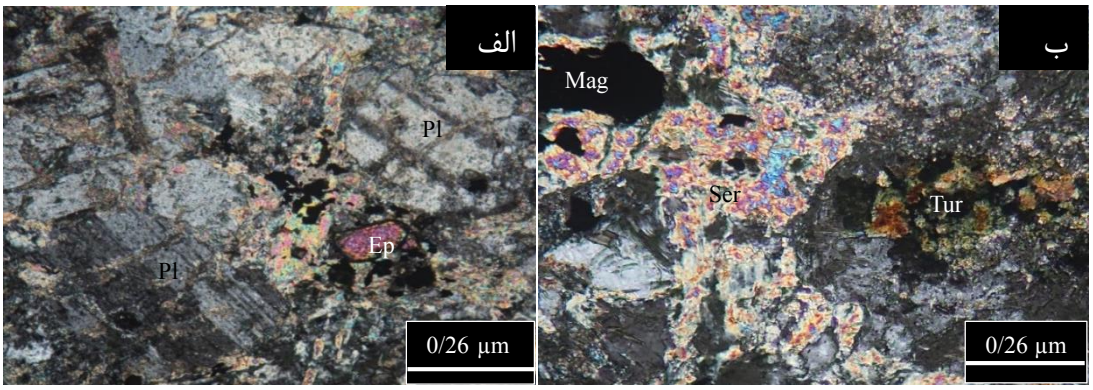
طبق مطالعات صحرایی و مطالعات میکروسکوپی سنگ های رسوبی منطقه مورد مطالعه شامل ماسه سنگ می باشد که یکی از میزبانان اصلی کانه زایی آهن در این کانسار می باشد. ماسه سنگ ها معمولاً دانه ریز تا دانه متوسط و بندرت دانه درشت می‌باشند و عمدتاً از کوارتز تشکیل شده است. ماسه سنگ ها دارای جورشدگی و گردشدگی ضعیفی و عمدتاً از نوع ساب آرکوز تا آرکوز هستند. ماسه سنگ ها عمدتاً از کوارتز (بیش از ۶۵ درصد) و پلاژیوکلاز (بیش از ۲۰ درصد) تشکیل شده اند. کوارتزها به صورت بلورهای شکل دار تا نیمه شکل دار متوسط تا ریز دانه می باشند و اغلب دارای دارای حواشی مضرس و نامنظم و خاموشی موجی هستند (شکل ۳-الف). می‌باشد. پلاژیوکلازها به صورت بلورهای ریز تا دانه متوسط شکل دار تا نیمه شکل دار با ماکل مشخص پلی سنتتیک و به ندرت دارای منطقه بندی ترکیبی در فضای بین بلورهای کوارتز حضور دارند. میکروکلین ها نیز به ندرت به صورت بلورهای ریز تا دانه متوسط نیمه شکل دار (کمتر از ۳ درصد) در زمینه سنگ وجود دارد. از دیگر کانی های موجود در ماسه سنگ در محدوده کانسار می توان به فلدسپار پتاسیم و چرت در مقادیر فرعی و موسکویت، آپاتیت، روتیل و مگنتیت در مقادیر جزئی اشاره نمود. آپاتیت به ندرت به صورت بلورهای کشیده در فضای بین بلور های کوارتز و پلاژیوکلاز مشاهده می شود.(شکل۳-ب). ماسه سنگ ها در محدوده کانسار تحت تاثیر دگرسانی گرمابی قرار گرفته و سیمان آنها عمدتاً سرسیتی، رسی و کربناتی شده است. بلورهای پلاژیوکلاز اغلب تحت تاثیر سیال گرمابی توسط سریسیت، اپیدوت، کربنات و کانی های رسی جانشین شده است. رگچه های تأخیری کربناتی- سیلیسی نیز ماسه سنگ ها را قطع کرده است. تورمالینی شدن نیز به صورت محدود در این سنگ ها اتفاق افتاده است.




شکل ۳الف) ماسه سنگ حاوی کانی های کوارتز و پلاژیوکلاز در زمینه سرسیتی و رسی شده ب) حضور بلورهای خودشکل تا نیمه خودشکل پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک و منطقه بندی ترکیبی، حضور بلور کشیده آپاتیت.

### ۴/۲. دیوریت

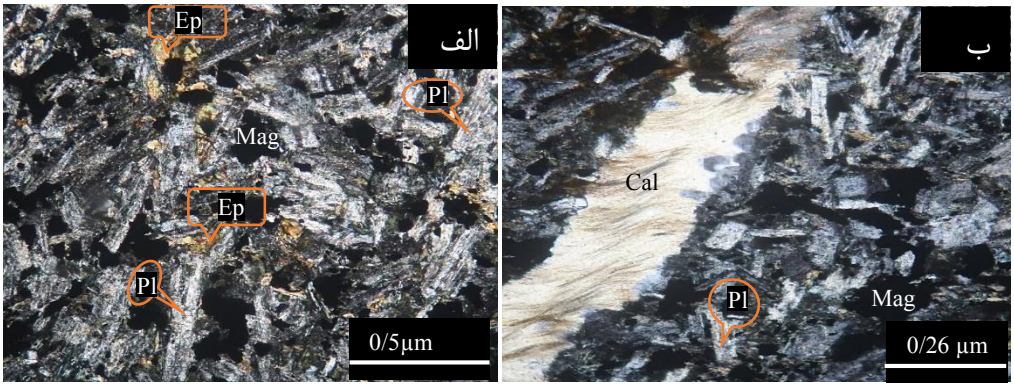
طبق مطالعات صحرایی و میکروسکوپی توده های نفوذی منطقه شامل دیوریت می باشد و یکی از میزبانان اصلی کانه‌زایی آهن در این کانسار هستند. بافت اصلی این سنگ ها گرانولار به همراه اینترسرتال و غربالی است. کانی های اصلی این توده های نفوذی شامل پلاژیوکلاز و کوارتز همراه با مقادیر فرعی فلدسپارپتاسیم و جزئی آپاتیت، تیتانیت، زیرکن و آلانیت است. پلاژیوکلازها با ترکیب آندزین تا الیگوکلاز حدود ۴۵ تا ۶۵ درصد حجم سنگ را تشکیل می دهند. پلاژیوکلازها عمدتاً به صورت بلورهای کشیده نیمه شکل دار تا شکل دار با ماکل مشخص پلی سنتتیک یافت می شوند و درجات مختلف دگرسانی را نشان می دهند. پلاژیوکلازها با هسته غربالی و حاشیه سالم و برعکس مشاهده می شوند. سرسیتی، کلریتی و اپیدوتی شدن پلاژیوکلازها به وفور در دیوریت ها دیده می شود. در برخی موارد شدت دگرسانی به حدی است که تنها قالبی از کانی‌های پلاژیوکلاز و فلدسپارپتاسیم برجای مانده است (شکل ۴-ب). کوارتز ( ۵ تا ۲۰ درصد) به صورت بلور های دانه ریز نیمه شکل دار تا بی شکل با خاموشی موجی از دیگر کانیهای اصلی موجود در این سنگ‌ها است. دیوریت ها در محدوده کانسار توسط رگچه های تأخیری کربناتی- سیلیسی متعددی قطع شده اند. تورمالینی شدن نیز در این سنگ ها رخ داده است (شکل ۴-الف و ب).




شکل ۴ الف) سرسیتی شدن پلاژیوکلاز ها، بلورهای پلاژیوکلاز با ماکل پلی سنتتیک، بلور اپیدوت در اثر دگرسانی اپیدوتی. ب) تورمالینی شدن و سرسیتی شدن دیوریت های منطقه آریا جنوب.

### ۴/۳. دایک دیاباز

واحدهای سنگی و کانسنگ آهن در محدوده کانسار آریا جنوب توسط دایک های دیابازی متعددی قطع شده اند. این سنگ ها ریز دانه تا دانه متوسط بوده و دارای بافت میکروگرانولار و اینترسرتال هستند. پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت از کانی های اصلی تشکیل دهنده این سنگ ها همراه با مقادیر فرعی فلدسپارپتاسیم و مگنتیت هستند. بلورهای پلاژیوکلاز به صورت بلورهای کشیده خودشکل تا نیمه خودشکل بیش از ۷۰ درصد سنگ را شامل می شود(شکل ۵-الف). آمفیبول ها بیش از ۳۰ درصد سنگ را تشکیل می دهند و به صورت بلورهای ریز دانه در بین بلورهای پلاژیوکلاز مشاهده می شوند. فلدسپار آلکالن به مقدار کم و به صورت بلورهای خودشکل با ماکل مشخص کارلسباد در سنگ وجود دارد. این سنگ ها متحمل دگرسانی پروپلیتی کم تا متوسط شده اند و مجموعه ای از کانی های ثانویه اپیدوت، کلریت، اکسید و هیدراکسید های آهن به وجود آمده اند. در این سنگها، مگنتیت ها اغلب مارتیتی شده اند و آمفیبول ها نیز تحت تأثیر دگرسانی به اپیدوت تبدیل شده اند. کانی های این سنگ ها عمدتاً دارای آغشتگی سطحی آهن هستند. رگه- رگچه های کلسیتی این واحدها را قطع کرده است (شکل ۵- ب).




شکل ۵ الف) اپیدوتی شدن آمفیبول، بلورهای تیغه ای پلاژیوکلاز ب) قطع کردن دایک دیاباز توسط رگه کلسیتی

### ۴/۴. کانسنگ آهن

بر اساس مطالعات انجام شده بر روی کانسنگ آهن در کانسار آریاجنوب، دو تیپ کانسنگ آهن در منطقه شامل کانسنگ توده ای پر عیار و کانسنگ کم عیار غیر توده ای شناسایی شد.

مطالعات میکروسکوپی نشان می دهد که کانی اصلی آهن در کانسنگ آهن، مگنتیت به همراه مقادیر فرعی پیریت و هماتیت است. پیریت کانی سولفیدی اصلی در این کانسار بوده و به مقدار کم کالکوپیریت نیز تشکیل شده است. مگنتیت عمدتاً همراه با کانی های اکتینولیت-ترمولیت، کلریت، فلوگوپیت، سرپانتین، آنتوفیلیت، آلبیت و آپاتیت و مقادیر بسیار کمتر تورمالین، توریت، زیرکن، باریت و مونازیت تشکیل شده است. مگنتیت ها به صورت شکل‌دار تا بی شکل، اکثراً رنگهای خاکستری مایل به قهوه ای را نشان می‌دهند و بصورت توده ای، دانه ای، افشان و برشی دیده می شوند (شکل ۶-الف و ب). اکسیداسیون مگنتیت به هماتیت (مارتیتی شدن) در مجاورت شکستگی ها که مسیر عبور سیالات بوده اند، رخ داده است.

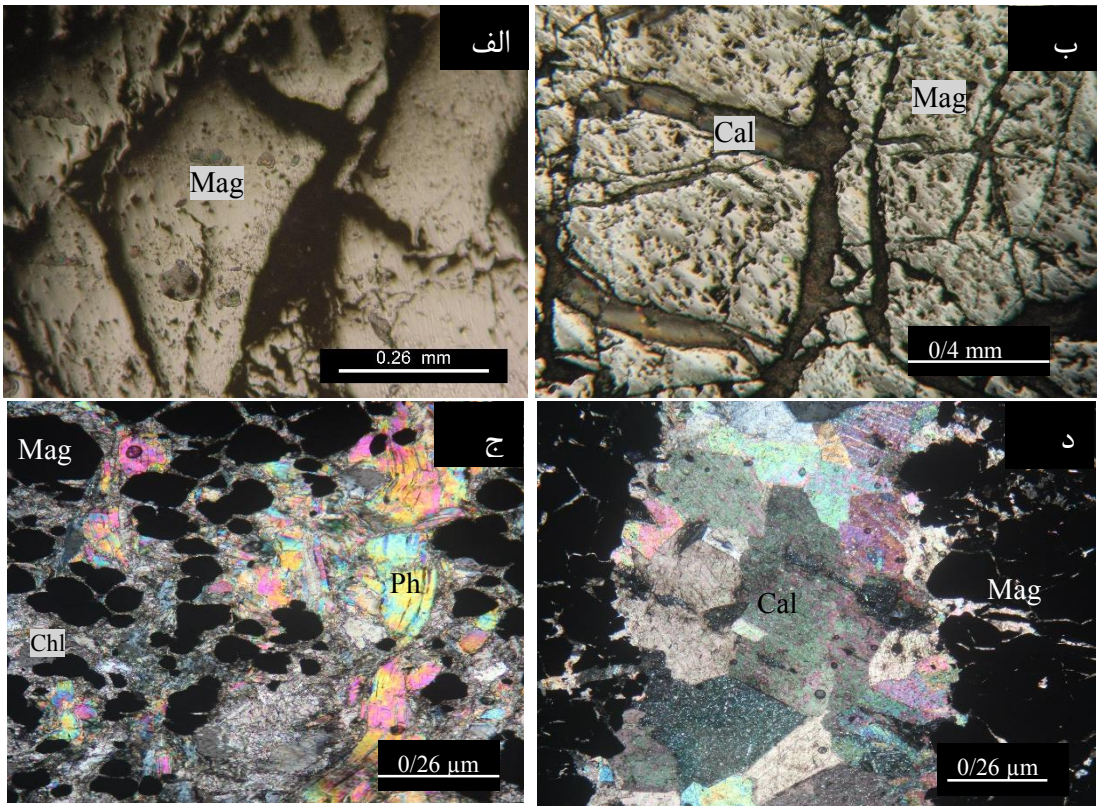
آمفیبول با ترکیب اکتینولیت، ترمولیت و آنتوفیلیت به وفور همراه با مگنتیت تشکیل شده است. در این میان، ترمولیت از فراوانی کمتری برخوردار میباشند. اکتینولیت و ترمولیت به صورت بلورهای کشیده خودشکل با اندازه های متوسط تا درشت بلور همراه با مگنتیت و کلریت های نسل اول مشاهده می شوند. آنتوفیلیت ها به صورت تجمع بلورهای شعاعی کشیده همراه با مجموعه کانی های مگنتیت، آلبیت، کلسیت، کوارتز، ترمولیت و اکتینولیت حضور دارند. در این کانسار، کلریت ها به رنگ های سبز و قهوه ای و پاراژنز با بلورهای مگنتیت، فلوگوپیت، آمفیبول و سرپانتین تشکیل شده اند. درکانسنگ آهن آریا جنوب دو نسل کلریت وجود دارد. نسل اول کلریت های درشت دانه هستند که به صورت اولیه همراه با بلورهای مگنتیت و آمفیبول تشکیل شده اند و نسل دوم کلریت‌های حاصل دگرسانی آمفیبول ها می باشند.

فلوگوپیت از دیگر کانی های موجود در کانسنگ آریا جنوب است که اغلب به دلیل تنش تکتونیکی موجود در منطقه خم شدگی نشان می دهند (شکل ۶-ج). دو نسل از این کانی در کانسار شناسایی شده است. نسل اول فلوگوپیت‌های دانه درشت نیمه شکل دار و شکل دار به صورت پاراژنز با مگنتیت هستند و نسل دوم به صورت بلورهای دانه ریز در بین سایر کانی ها پراکنده شده اند و به صورت تاخیری نسبت به کانه زایی آهن می باشند. سرپانتین ها اغلب به صورت بلورهای ریز تا متوسط در بین دانه‌های مگنتیت همراه با مجموعه کانی های کوارتز، کلریت و فلوگوپیت تشکیل شده اند. در برخی موارد سرپانتین و کلریت های منطقه در اثر فرایند متاسوماتیسم منیزیمی به تالک تبدیل شده اند.  بلورهای نیمه شکل دار تا بی شکل آلبیت نیز با ماکل صفحه شطرنجی همراه با مگنتیت و آمفیبول مشاهده شدند. بلورهای دانه متوسط تا ریز کوارتز با خاموشی موجی اغلب بلورهای مگنتیت، آمفیبول و کلریت را همراهی می کند.

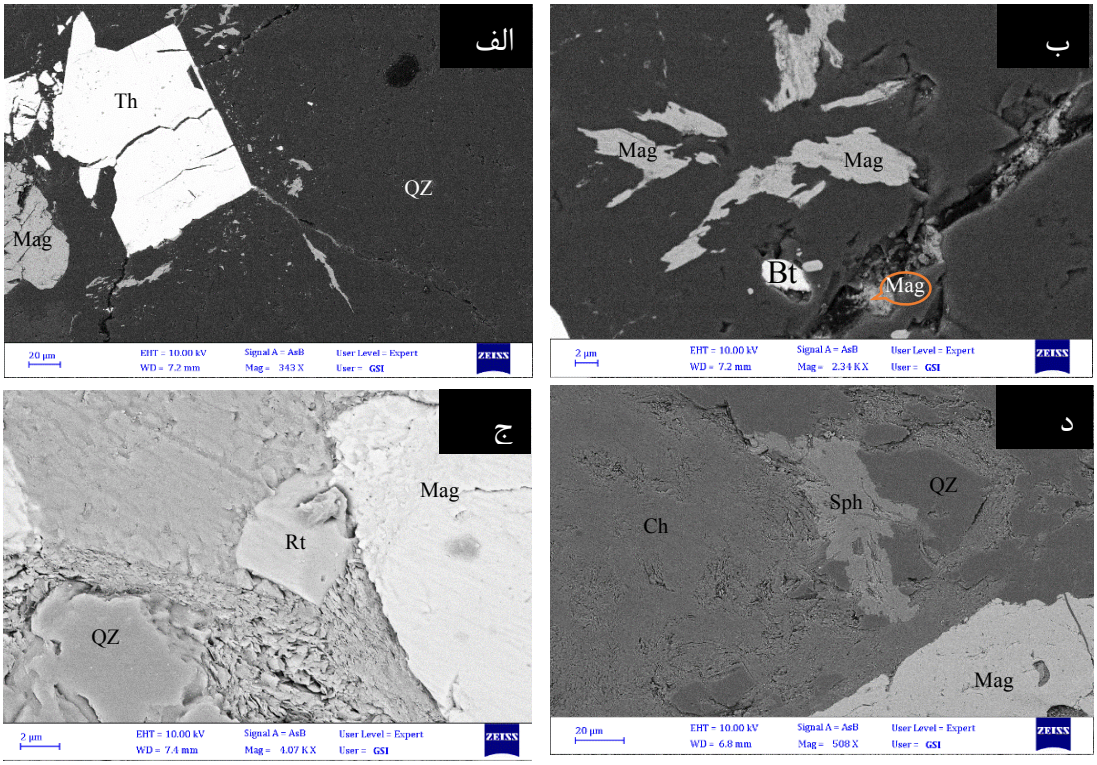
رگچه های تاخیری کربناته و سیلیسی کانسنگ آهن و واحدهای دگرسان مرتبط با آن را قطع کرده است (شکل ۶-د). این رگچه ها گاه دارای مگنتیت به صورت بلورهای بسیار ریز هستند. کوارتزها در کانسنگ آهن آریا جنوب شامل دو نسل هستند. نسل اول، بلورهای دانه متوسط نیمه شکل دار کوارتز پاراژنز با مگنتیت هستند و نسل دوم کوارتزها در رگچه های تأخیری کربناتی- سیلیسی هستند که کانسنگ آهن و سنگ‌های میزبان را قطع کرده اند. کانی کربناتی در این رگچه های تأخیری عمدتاً دولومیت و کلسیت و مقادیر کمتر آنکریت است. در این رگچه ها، کلسیت و دولومیت به صورت بلورهای درشت تا متوسط دانه با ماکل مشخص مشبک اغلب با هم و با بلورهای متوسط دانه کوارتز دیده می شوند. تورمالین به صورت تجمعات بلورهای کشیده به صورت تاخیری همراه با دانه های مگنتیت، کوارتز و آنتوفیلیت مشاهده می شود.

براساس مطالعات میکروسکوپ الکترونی، کانی های تیتانیت، روتیل، توریت، زیرکن، مونازیت، کاسیتریت و باریت در مقادیر جزئی کانسنگ آهن را همراهی می کنند(شکل ۷ الف، ب، ج و د). بلورهای ریز تا متوسط تیتانیت و بلورهای ریز روتیل نیز در بین بلورهای مگنتیت، کلریت و آنتوفیلیت وجود دارد. توریت و زیرکن به صورت بلورهای ریز شکل‌دار پاراژنز با مگنتیت در مقادیر جزئی در کانسنگ آهن متبلور شده اند. بلورهای ریز مونازیت نیز در مقدار جزئی همراه با بلورهای آنتوفیلیت و کلریت دیده شد. باریت و کاسیتریت به ندرت به صورت

تأخیری در امتداد شکستگی ها و فضاهای خالی کانسنگ تشکیل شده اند. توالی پاراژنز کانی ها در کانسنگ آهن کانسار آریاجنوب در جدول ۱ ارائه شده است.




شکل ۶ الف) بافت توده ای مگنتیت ب) بافت دانه ای مگنتیت ج) پاراژنز مگنتیت با فلوگوپیت های خم شده ناشی از تنش موجود در تکتونیک منطقه د) قطع کردن مگنتیت توده ای توسط رگه کلسیتی




شکل ۷ تصاویر میکروسکوپ الکترونی الف) حضور بلور خودشکل توریت دربین بلورهای کوارتز و مگنتیت ب) حضور بلور باریت دربین بلورهای در مگنتیت ج) بلور خود شکل روتیل د) حضور بلور تیتانیت همراه با مگنتیت، کوارتز و کلریت

جدول ۱توالی پاراژنزی مجموعه کانی های منطقه آریا جنوب

| کانی | کانی سازی آهن | مرحله تأخیری |
|---|---|---|
| مگنتیت | ▬▬▬ | - - - - - - - - - - - - - - - - |
| هماتیت | - - - - - - - - - - - - - - - - | ——— |
| پیریت | ——— | |
| کالکوپیریت | - - - - - - - - - - - - - - - - | |
| آپاتیت | ▬▬▬ | |
| مونازیت | - - - - - - - - - - - - - - - - | |
| روتیل | - - - - - - - - - - - - - - - - | |
| تیتانیت | - - - - - - - - - - - - - - - - | |
| اکتینولیت- ترمولیت | ▬▬▬ | |
| آنتوفیلیت | ——— | |
| کلریت | ——— | - - - - - - - - - - - - - - - - |
| سرپانتین | ——— | |
| فلوگوپیت | ——— | |
| آلبیت | ——— | |
| کوارتز | ——— | ——— |
| زیرکن | - - - - - - - - - - - - - - - - | |
| | | ——— |

| | | |
|---|---|---|
| تالک | | |
| تورمالین | | ---------- |
| توریت | ---------- | |
| کلسیت | | ——— |
| دولومیت | | ——— |

## ۵. نتیجه گیری

- سنگ های میزبان اصلی کانسار آریا جنوب شامل توده های نفوذی با ترکیب دیوریت و سنگ های رسوبی (ماسه سنگ) هستند که تحت تاثیر دگرسانی کربناتی، سریسیتی، کلریتی، تورمالینی، اپیدوتی و رسی قرار گرفته اند.
- دیوریت ها با بافت گرانولار، اینترسرتال و غربالی عمدتاً از پلاژیوکلاز (آندزین-الیگوکلاز) و کوارتز همراه با مقادیر فرعی فلدسپارپتاسیم و مقادیر جزئی آپاتیت، تیتانیت، زیرکن و آلانیت تشکیل شده است.
- ماسه سنگ های ریز تا متوسط دانه با جورشدگی و گردشدگی ضعیفی عمدتاً از نوع آرکوز تا ساب آرکوز هستند. این سنگ ها عمدتاً از کوارتز و پلاژیوکلاز تشکیل شده اند، دارای جورشدگی و گردشدگی ضعیفی هستند. نمونه‌های ماسه سنگی عمدتاً از نوع ساب آرکوز تا آرکوز هستند.
- کانسنگ آهن به صورت توده ای پرعیار و کم عیار غیرتوده ای است. کانی اصلی آهن مگنتیت همراه با مقادیر فرعی کانی های سولفیدی و هماتیت با بافت توده ای، افشان، رگه -رگچه ای و برشی است. پیریت کانی سولفیدی اصلی همراه با مقادیر جزئی کالکوپیریت در کانسنگ آهن وجود دارد. کانی اصلی فسفاته پاراژنز با مگنتیت، آپاتیت است که می توان کانه زایی آهن در کانسار آریا جنوب را همانند ذخایر آهن منطقه بافق یک کانسار اکسید آهن- آپاتیت در نظر گرفت. کانی های سیلیکاتی از جمله اکتینولیت، ترمولیت، آنتوفیلیت، کلریت، فلوگوپیت، سرپانتین، آلبیت و کوارتز به وفور به صورت پاراژنز با مگنتیت در کانسنگ آهن تشکیل شده اند. مقادیر جزئی کانی های تیتانیت، تورمالین، روتیل، توریت و زیرکن، مونازیت، کاسیتریت و باریت نیز در کانسنگ آهن وجود دارند.
- کانسنگ آهن در مرحله تأخیری تحت تأثیر فرآیندهای گرمابی قرار گرفته است و کانی هایی مانند فلوگوپیت و کلریت نسل۲، تالک، اپیدوت، تورمالین، دولومیت و کلسیت تشکیل شده اند. رگچه های تأخیری کربناتی- سیلیسی متعددی سنگ های میزبان، واحدهای دگرسانی و کانسنگ آهن را قطع کرده اند.

## منابع

[۱] احمدی، ب، ۱۳۹۸، بررسی پراکنش ژئوشیمیایی و الگوی توزیع عنصر آهن در کانسار آهن جلال آباد زرند بر اساس داده های حفاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، وزارت علوم و تحقیقات مجتمع آموزش عالی زرند.

[۲] جمشیدی، خ.، محبی، آ.، ۱۳۷۵. شرح نقشه زمین شناسی چهار گوش راور در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۳] خسروانجام، م، (۱۳۷۷)"منشا کانسار آهن جلال آباد زرند ،پایان نامه کارشناسی ارشد ، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۸۵ صفحه.

[۴] رستمی، آ، ۱۳۹۶، بررسی ژئوشیمی معدن آهن جلالآباد زرند، استان کرمان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده زمین، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

[۵] شرکت آریاجنوب ایرانیان، ۱۳۹۰، گزارش داخلی معدن.

[۶] علوی نائینی، م.، ۱۳۷۲- چینه شناسی پالئوزوئیک، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۷] کریمی شهرکی ، بهروز ، ۱۳۸۲، بررسی ژئوشیمیایی و زمین شناسی اقتصادی کانسار آهن جلال آباد زرند، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.

[۸] نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ راور ، م. آ.، مهدوی، تهران، ۱۳۶۹، سازمان زمین شناسی کشور.

[۹] نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ رفسنجان ، ف، وحدتی دانومند، تهران، ۱۳۶۹، سازمان زمین شناسی کشور.

[۱۰] وحدتی دانشمند، ف.، ۱۳۷۴- نقشه زمین شناسی ۱۰۰۰۰۰ ۱: زرند، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

[۱۱] Bonyad, Z., Davidson, G., Mehrabi, B., Heffer, S., Ghadban, F.,2011, Significance of apatite REE depletion and monazite inclusions in the brecciated Se–Chauhan iron oxide–apatite deposit, Bafq district, Iran: Insights from Paragenesis and geochemistry. Chemical Geology. 281, 253–269.

[۱۲] Daliran, F., 2002, Kiruna-type iron oxide-apatite ores and "apatite's" of the Bafg district, Iran, with an emphasis on the REE geochemistry of their apatite's: in Porter, T. M. (ed.) Hydrothermal iron oxide copper-gold & related deposits: A global perspective, Vol. 2, PGC pub., Adelaide. 303-320.

[۱۳] Moore, F., and Moudaber, S., 2003, Origin of Choghart iron oxide deposit, Bafg mining district, Central Iran: new isotopic and geochemical evidence. Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran.14(3), 259-269.

[۱۴]Ramezani, J., Tucker, R.D., 2003. The Saghand region, central Iran: U-Pb geochronology, petrogenesis and implications for Gondwana tectonics. Am. J. Sci. 303, 622–665.