

Survey of precious and semi-precious stones in Kerman Province

Mohammad Farahani¹, Hojat Haj Hassani², Fatemeh Tavakoli³

¹ Yaqout Kavir Land Consulting Engineers Company

² Isfahan Regional Water Company

³ Yaqout Kavir Land Consulting Engineers Company

Abstract:

Kerman province is located southeast of Iran and have Sanadaj – Sirjan, Uromieh – Dokhtar, central Iran and Makran geology zone. Sanandaj – Sirjan have gemstone in metamorphic rocks, include types garnet, kordierite and andalusite in hornfels, shist and skarn. Uromieh – Dokhtar zone there is mineralization precious and semi-precious stone in metamorphic and igneous rock. Semiprecious mineralization in igneous rocks with silicification, andesite and granite origin, skarn metamorphic rocks within garnet. Semi-precious mineralization in central Iran zone, around of volcanic and intrusive igneous rocks and related hydrothermal activated. The northern part of Makran zone has ophiolite melanges rich in ultramafic rocks with precious and semi-precious minerals such as spinel, titanium, serpentine, olivine. Most of the gem stones of Kerman province are from the silica family (quartz, agate, jasper, etc.) in the vicinity and with the origin of andesites.

Keywords: Garnet, silice, Kerman.

بررسی سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی در استان کرمان

محمد فراهانی^۱، حجت حاج حسنی^۲، فاطمه توکلی^۳.

۱- شرکت مهندسین مشاور زمین کاوان یاقوت کویر (Mohammadfarahani.geo@gmail.com).

۲- شرکت آب منطقه ای اصفهان (Hojat_ha@yahoo.com).

۳- شرکت مهندسین مشاور زمین کاوان یاقوت کویر (Fatemehtavakoli1000@gmail.com).

چکیده

استان کرمان در جنوب شرق ایران و از دیدگاه زمین شناسی در ۴ زون زمین شناسی ساختاری سنج - سیرجان، ارومیه - دختر، ایران مرکزی و مکران قرار دارد. زون سنج سیرجان در محدوده مورد مطالعه علاوه بر انواع ترکیبات سیلیسی گوهری در سنگ های دگرگونی، دارای انواع گارنت، کلدیریت، آندالوزیت در هونفلس ها، شسیت ها و اسکارنها می باشد. زون ساختاری ارومیه - دختر دارای کانی زایی قیمتی و نیمه قیمتی در سنگ های دگرگونی و آذرین می باشد. کانی زایی نیمه قیمتی در سنگ های آذرین به صورت ترکیبات سیلیسی و دارای منشا آندزیتی و گرانیتی و در سنگ های دگرگونی اسکارنی همراه با گارنت قابل بررسی می باشند. گوهر زایی در زون زمین شناسی ساختاری ایران مرکزی، اطراف توده های آذرین درونی و بیرونی ناشی از سیلیس زایی و فعالیت های گرمابی می باشد. بخش شمالی زون مکران دارای افیولیت ملانژهای غنی از سنگ های الترامافیک دارای کانی های قیمتی و نیمه قیمتی از قبیل اسپینل، تیتانیوم، سرپانتین، الیون است. اغلب گوهر سنگ های استان کرمان از خانواده سیلیس (کوارتز، عقیق، جاسپر و...) در مجاورت و با منشاء آندزیت ها می باشند.

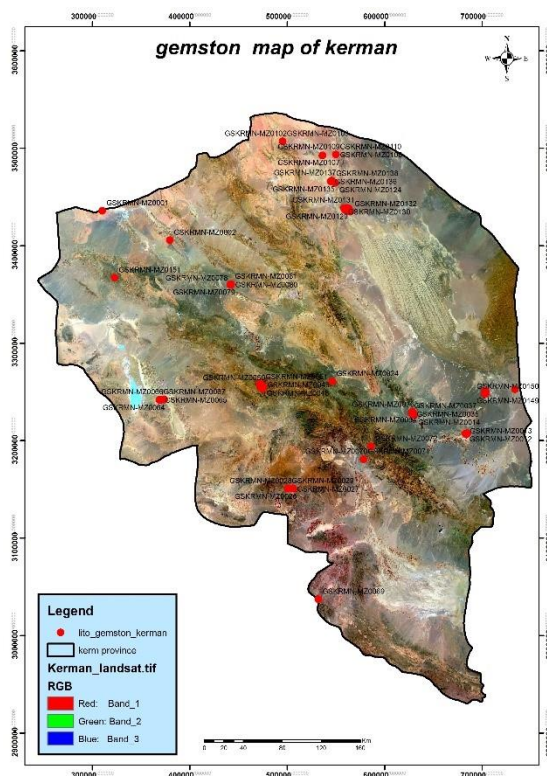
کلیدواژه: گارنت، سیلیس، کرمان

مقدمه

استان کرمان در جنوب شرق ایران قرار گرفته که از دیدگاه زمین شناسی، ساختاری، سنگ شناسی و ریخت شناختی بسیار تنوع دارد. نواحی شرقی این استان به پهنه های کویری بسیار گسترده ای محدود می شود که تا استان سیستان و بلوچستان ادامه دارد. نواحی مرکزی آن که مهمترین رشته های آن سلسله جبال بارز است. محدوده مورد مطالعه در دوران تکامل زمین شناسی از پرکامبرین تا عهد حاضر تنوع و پویایی سنگ شناسی و ساختاری بسیار زیادی داشته است.

زون سنج - سیرجان از نواحی غرب شهر بابک تا نزدیکی زون گسلی زندان در میناب و رشته کوه های آتشفشانی ارومیه دختر به صورت کمربندی با امتداد شمال غربی - جنوب شرقی از نزدیکی انار تا جنوب شرقی بم در آن امتداد می یابد. پلاتفرم پالتوزوئیک ایران مرکزی بخش عمده ای از شرق و شمال و شمال شرق این استان را پوشش داده است. در جنوب شرقی استان زون ساختاری مکران قابل مشاهده می باشد.

بخش اعظم کانی های قیمتی و نیمه قیمتی در سنگ های دگرگونی و آذرین تشکیل می شوند (مجیدی، ۱۳۸۸). یکی مناطق مستعد اکتشاف و بررسی سنگ های قیمتی و نیمه قیمتی در ایران زون دگرگونی سنج - سیرجان و زون آتشفشانی ارومیه - دختر می باشند و بخش عمده ای از زون های نامبرده در در محدوده مطالعاتی واقع شده اند (شکل ۱).



شکل ۱- نقشه نمونه برداری گوهر سنگ های استان کرمان

Figure 1- Gemstone sampling map of Kerman province

مواد و روش ها

تحقیق مورد نظر با هدف شناسایی استعدادهای بلقوه سنگ و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی استان کرمان در طی پیمایش کلیه ساختارها و واحدهای سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی مستعد از جمله واحدهای آذرین، دگرگونی، رسوبی در کلیه زون‌های زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه انجام شده‌است. پس از تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی، تصاویر ماهواره و مطالعه گزارش‌های اکتشافی، نقشه و گزارشات ژئوشیمی، کلیه اطلاعات پردازش گردید و مناطق دارای پتانسیل بالاتر انتخاب و منطقه‌بندی گردید، در مناطق منتخب مسیر پیمایش مشخص گردید. در بازدید صحرایی اولیه، نمونه کانی سنگین، ژئوشیمی سنگی و نمونه‌های اولیه جمع‌آوری شد و پس از تحلیل اطلاعات بدست آمده مرحله دوم پیمایش و بازدید صحرایی از مناطق کانی‌زایی صورت گرفت، نمونه‌های مناسب جمع‌آوری و پس از آماده‌سازی ضمن بررسی کیفیت فیزیکی آنها نمونه‌های سالم و باارزش جداسازی شده و جهت تهیه پلاک به آزمایشگاه گوهر تراشی گوهر نشان ارسال گردید و در این کارگاه برش، طراحی و تراش و صیقل شده‌اند (تصاویرمنتخب از نمونه‌های راف و تراش خورده (شکل‌های ۳ تا ۷).



شکل ۳- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 3- Rough and polished sample



شکل ۲- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 2- Rough and polished sample



شکل ۵- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 5- Rough and polished sample



شکل ۴- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 4- Rough and polished sample



شکل ۷- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 7- Rough and polished sample



شکل ۶- نمونه راف و تراش خورده

Fig. 6- Rough and polished sample

نتایج و بحث

در این بخش زون‌های زمین‌شناسی استان کرمان که دارای پتانسیل سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی بوده و به تفکیک مورد مطالعه قرار گرفته‌اند بررسی می‌گردند.

زون سنندج - سیرجان: زون دگرگونی سنندج - سیرجان با امتداد شمال غرب - جنوب شرق به موازات زاگرس واقع شده است. این زون دارای کانی‌زایی گوه‌ری در سنگ‌های دگرگونی به صورت انواع کوارتزها و ترکیبات سیلیسی به صورت پراکنده، می‌توان به انواع گارنت، کردیریت و آندالوزیت در هورنفلس‌ها در اطراف سیرجان و غرب شهربابک، انواع گارنت و آندالوزیت در شیست‌های جنوب سیرجان (کوه خواجه)، گارنت‌های سبز دمانتوئید در اسکارن‌های سیخوران و باغ برج بافت و اشاره کرد.

هورنفلس‌های مورد مطالعه در غرب شهرستان شهر بابک با سن احتمالی مربوط به سیمیرین آغازی می‌باشد و فازهای کوه‌زایی کرتاسه‌ای بالایی و ترشیری باعث دگرگونی قهقرایی در این سنگ‌ها شده‌اند. این سنگ‌ها دارای رخساره‌ی آلبیت اپیدوت هورنفلس می‌باشند و سه فاز دگرگونی را متحمل شده‌اند. تنوع سنگ‌شناسی آن شامل هورنفلس، آندالوزیت - کردیریت - هورنفلس، کردیریت - هورنفلس، گارنت - هورنفلس، گارنت - آندالوزیت هورنفلس می‌باشد. مهمترین رویداد در تشکیل این سنگ‌ها جایگیری سنگ‌های توده نفوذی گرانیتوئیدی در اثر فرآیند‌های تکتونیکی می‌باشد. نتایج تحقیقات نشان دهنده مقدار Al_2O_3 و Si_2O در سنگ‌ها بالاست. این امر به دلیل وجود کانی‌هایی مانند آندالوزیت، کردیریت و گارنت در نمونه‌ها می‌باشد. آنومالی منفی Eu به دلیل کاهش میزان کانی پلاژیوکلاز در سنگ‌ها است. منشأ سنگ‌های نیمه‌قیمتی در هورنفلس‌های مورد مطالعه، رسوبی و از نوع شیل می‌باشد (شمسی، ۱۳۹۳).

سنگ‌های دگرگونی کوه خواجه در رخساره شیست سبز تا آمفیبولیت دگرگون شده است. بطور کلی گروه خواجه را میتوان به سه بخش عمده تقسیم کرد

۱. شیست‌ها و متابازیک‌های تختانی که شامل مجموعه سریسیت شیست، اکتینولیت شیست، فیلیت، میکاشیست و متاگابرو است.
 ۲. فیلیت، کالک شیست و متادیا بازها که شامل بیوتیت شیست، سریسیت شیست، کلریت شیست، کالک شیست، اپیدوت اکتینولیت شیست و متابازیک است.
 ۳. مرمرها و دولومیت‌های مرمری که شامل مرمرهای نازک لایه تا متوسط لایه، دولومیت‌های خاکستری تا سیاه رنگ، آهک‌های متبلور شده و طبقات دولومیت متوسط لایه تا ضخیم لایه است. بخش شیست‌ها و متابازیک‌ها عموماً در رخساره شیست سبز دگرگون شده‌اند و واجد کلریت، مسکویت، سریسیت، آلبیت، گارنت بخصوص در نزدیکی توده‌های بازیک و گابروئیک می‌باشد. حضور گارنت در شیست‌های اطراف آمفیبولیت‌ها بیشتر می‌شود و گاهی مقدار گارنت و فراوانی آن آنقدر زیاد می‌شود که به سنگ می‌توان نام گارنتیت را اطلاق نمود. گرچه سن و ارتباط جانبی این گروه به خوبی واضح نیست لذا شواهد نشان می‌دهد که سن این مجموعه متعلق به پالئوزوئیک می‌باشد.
- گارنت‌های بخش انتهایی و جنوب شرق زون سنندج - سیرجان در اسکارن‌های روستاهای باغ برج و سیخوران قابل بررسی می‌باشند. این گارنت‌ها به رنگ سبز و از نوع دمانتوئید بوده و حاصل نفوذ توده‌های الترامافیک با واحدهای آهکی منطقه می‌باشد. (تصویر شماره)

زون ارومیه - دختر:

ارومیه - دختر دارای سنگ و کانی‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی در ۲ نوع متفاوت سنگ‌های دگرگونی و آذرین می‌باشد.

تشکیل در سنگ‌های آذرین از نوع گرانیت و آندزیت ناشی از سیلیس‌زایی و فعالیت‌های گرمایی که شامل کوارتز دودی، عقیق، ژئودهای کوارتز و در سنگ‌های آذرین از نوع ژئودهای کوارتز، انواع عقیق (نباتی، قرمز، سفید و...) و کوارتز دودی و کانی‌های با ترکیبات مس در معادن مس منطقه مورد مطالعه قابل بررسی می‌باشد. گوه‌زایی در سنگ‌های دگرگونی ارومیه - دختر بر اثر برخورد توده‌های آذرین درونی (گرانیتوئید) با سنگ‌های رسوبی اغلب با ترکیب آهکی مانند کوه گبری (رفسنجان) و هرازان (بافت) تشکیل کانی‌های گوه‌ری از خانواده سیلیس و گارنت نموده است.

در محدوده روستاهای بخش نوق رفسنجان رگه‌های جاسپر در مجاورت آندزیت‌ها بیانگر وفور آهن در آندزیت‌ها و فوگاسپته بالا اکسیژن در فعالیت گرمایی منطقه می‌باشد.

در محدوده شهرستان بم واقع در بخش شمالی و شرقی بم انواع عقیق (نباتی، قرمز، سفید و...) و کوارتز دودی قابل مشاهده است. عقیق زایی و ترکیبات سیلیسی نیمه قیمتی در شرق بم حاصل برخورد ماگما ریولیتی با ماگما آندزیتی در منطقه می باشد. در برداشت های صحرایی و تصاویر ارائه شده در مرز برخورد بین این ۲ توده ولکانیکی، زایش سنگ های نیمه قیمتی با ترکیبات متنوع سیلیس قابل بررسی می باشد (شکل ۸).



شکل ۸- نمایی از رگه های عقیق در منطقه بم کرمان

Fig. 8- View of agate veins in the Bam region of Kerman

یکی از ذخایر بزرگ مس دنیا در زون ارومیه دختر و در واحد ماگمایی این زون قرار دارد. در طی بازدید صحرایی از معادن فعال منطقه مانند دره زا (شکل ۹ و ۱۰) و میدوک، کانه زایی متنوع مس پورفیری منطقه گاها سبب تشکیل کانی های نیمه قیمتی با ترکیبات مس از قبیل کریزوکولا، مالاکیت و آزوریت می باشد. در بازار سنگ های قیمتی ایران اخیرا فیروزه های کرمان مبادله می گردد، البته معادن مس محدوده از نوع پورفیری می باشند و فیروزه مس فسفات آبدار است که در معادن پورفیری تشکیل نمی گردد. برابر بررسی های به عمل آمده نمونه های شبه فیروزه، کریزوکولا می باشند.



شکل ۹- نمایی کلی از معدن مس دره زا

Fig. 9- General view of the Darreza copper mine

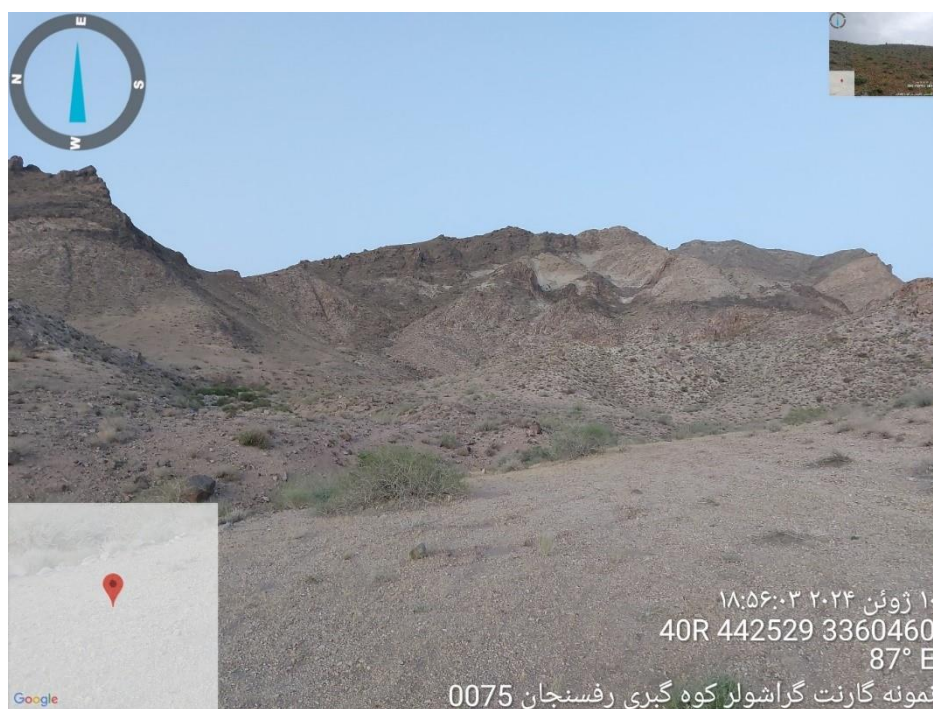


شکل ۱۰- کانی کالکانتیت در محدوده مس دره زا

Fig. 10- Calcantite mineral in the Darezha copper range

کوه‌گیری در فاصله ۴۰ کیلومتری شرق رفسنجان (۷۰ کیلومتری جاده کرمان - رفسنجان) و به فاصله ۱ کیلومتری شمال دهکده ده‌پناه قرار دارد. استوک کوچک گرانیته لوکوکرات منطقه با سن احتمالی ائوسن - الیگوسن با نفوذ در سنگ‌های آهنی کرتاسه فوقانی و کنگلومرای پلی ژنتیک پالتوسن زیرین باعث ایجاد یک مجموعه اسکارن کلسیک - آهن دار شده است. علاوه بر گارنت ها گلو سولار، آلماندن و کانی های دگرگونی موجود در اسکارن ها می توان به انواع کوارتز های زیبا با رنگ و تنوع بی نظیر در اطراف توده گرانیته‌دیدی و هاله دگرگونی اشاره کرد (ایزدی، ۱۳۹۱). اسکارن زایی در مراحل پیش‌رونده و پس‌رونده به شکل توده ای و رگه ای در منطقه مشاهده می شود. در نمونه های برداشت شده از اسکارن، کانی های گارنت، دیوپسید، ولاستونیت، کلریت، کلسیت، ایدوکراز و اپیدوت حضور دارند (شکل ۱۱ و ۱۲). نسل اول از گارنت، ولاستونیت و دیوپسید طی دگرگونی پیش رونده تشکیل شده اند. اپیدوت، کلریت، گارنت در نسل دوم و گارنت و ایدوکراز طی دگرگونی برگشتی اسکارن، به علت افزایش فشار بخار آب، متبلور شده اند. حضور اپیدوت و آندرایت، نشان دهنده

ی فوگاسیته ی بالای اکسیژن در زمان تشکیل اسکارن بوده است علاوه بر کانی های متداول اسکارن، کانی های متداول مگنتیت، پیریت، کالکوپیریت و فلوئوریت همراه مجموعه کانیایی اسکارن یافت می گردند. کانسارسازی اسکارن در اثر ورود توده گرانیته با ترکیب کالکوالکانی تحت دمای ۷۵۰ تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد و در فشار تقریباً ۲ کیلو بار در سنگ های آهکی و کنگلومرای رخ داده است. بر اساس نوع سنگی که اسکارن جانشین آن می شود، اسکارن منطقه مورد مطالعه از نوع برون اسکارن و بر اساس ترکیب شیمیایی، از نوع اسکارن کلسیکی است. با توجه به حضور دیوپسید و ولاستونیت، احتمالاً سنگ اولیه ی اسکارن، سنگ آهک مختصری دولومیتی بوده است (شکل ۱۳). (ایزدی، ۱۳۹۱)



شکل ۱۱- نمای نزدیک از کانی‌زایی اسکارن و گارنت گراسولار در کوه گبری رفسنجان

Fig. 11- Close-up view of skarn and grossular garnet mineralization in Mount Gabari, Rafsanjan



شکل ۱۲- نمایی از زون اسکارن کوه‌گیری رفسنجان

Fig. 12- View of the skarn zone of Rafsanjan's Kooghbari Mountains



شکل ۱۳- نمایی از زگه های سیلیسی کوه گیری رفسنجان

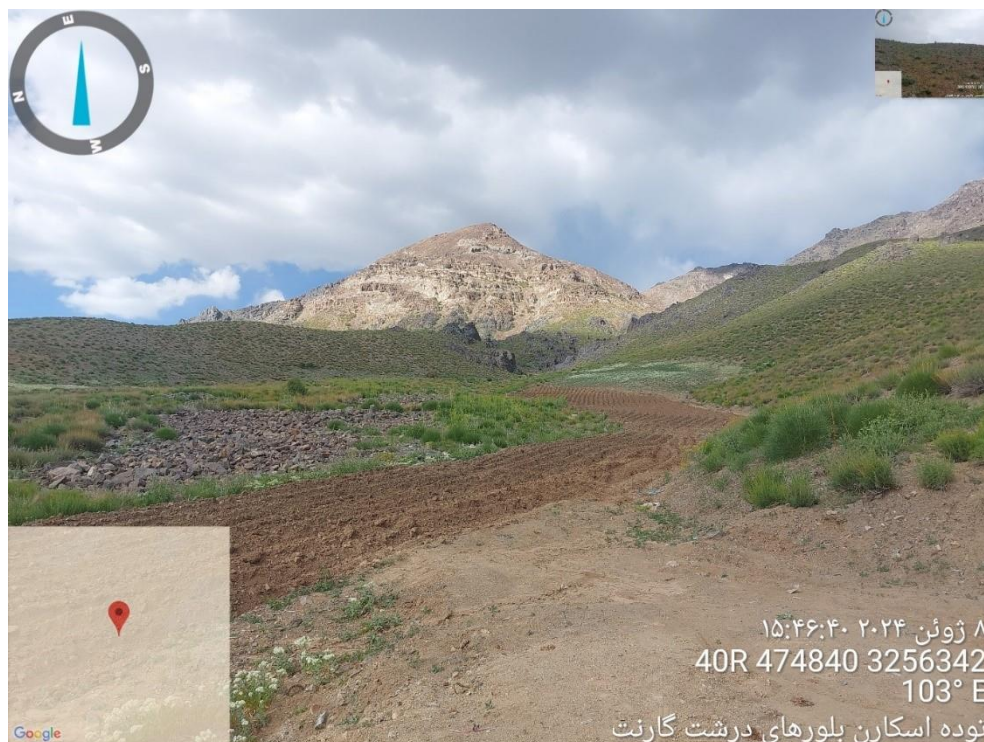
Fig. 13- A view of the silica rocks of Mount Gebri, Rafsanjan.

اسکارن های هراران ناشی از نفوذ توده گرانیتوئیدی در آهک های منطقه می باشد که تشکیل گارنت های از نوع هیسونیت نموده است. بررسی ترمودینامیکی بیوتیت های منطقه دمای تشکیل گرانیت را بین ۶۸۰ تا ۷۸۰ درجه سانتیگراد و فشار را کمتر از دو کیلو بار (۱ تا ۷ کیلو بار) نشان می دهد (دهقانی، ۱۴۰۲) (شکل ۱۴ و ۱۵).



شکل ۱۴- نمایی نزدیک از بلورهای گارنت عسلی (هیسونیت) هراران

Fig. 14- Close-up view of Hararan honey garnet (hyssonite) crystals



شکل ۱۵- نمایی از توده اسکارن هرازان

Fig. 15- View of the Hararan skarn massif

ایران مرکزی:

ذخایر عقیق در ایران مرکزی در سنگ‌های آتشفشانی با سن الیگوسن یافت می‌شوند و تمام آنها از محلول‌های اسیدی غنی از سیلیسیم در درون حفرات ته نشین شده‌اند و بدین صورت اشکال آمیگدال تا ژئود مانند در سطح زمین به وفور یافت می‌شوند که از لایه‌هایی با رنگ‌های گوناگون از جمله عقیق‌های سلیمانی تشکیل شده‌است در حالی که تعدادی دیگر در مرکز خود دارای حفراتی می‌باشند که بعنوان کلسدونی می‌توان از آنها نام برد.

لایه‌بندی در ساختارهای عقیق به دلیل تناوب ته‌شینی لایه‌های سیلیس می‌باشد که می‌توان به دوره‌های متناوب محلول‌های هیدروترمال نسبت داد. ذخایر و اندیس‌های معدنی عقیق ایران عمدتاً در نیمه شمالی کشور و مرزهای شرقی در نواحی تربت‌حیدریه، فردوس و شرق کرمان تا مرکز ایران در نواحی اصفهان، قم و در نهایت در شمال غرب ایران در ناحیه میانه گسترش یافته‌اند.

گندم بریان که جزء مناطق شرق کرمان است و دارای ذخایر عقیق می‌باشد، پوشیده از سنگ‌ها و گدازه‌های بازالتی سیاه‌رنگ آتشفشانی است و همین پوشش سیاه آتشفشانی موجب بالا رفتن شدید گرما در این منطقه می‌شود. این منطقه پست‌ترین منطقه داخلی کشور ایران نیز محسوب می‌شود و این موضوع نیز از دیگر دلایل گرمای شدید آن است. گندم بریان در منطقه‌ای به طول ۲۰۰ کیلومتر و عرض ۱۵۰ کیلومتر قرار گرفته است.

تپه‌های گندم بریان نیز ۴۸ کیلومتر طول، ۱۰ کیلومتر عرض و ۴۸۰ کیلومتر مساحت دارد (شکل ۱۶). این محوطه در ۸۰ کیلومتری شرق راور و ۸۰ کیلومتری شمال شهداد و ۳۰۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار دارد. بخش شمالی گندم بریان با دشت‌های پیرامونش همسطح می‌شود و تنها خاک سیاه رنگش (گذار باروت) سبب می‌شود که به اشتباه آن را همسطح تپه‌های گندم بریان تصور کنیم. وجود دشت عقیق

با تنوعی از عقیق‌هایی به رنگ سفید، زرد و آبی همراه با تکه‌هایی از جاسپرهای قرمز و زرد بر روی دشت پهناور بخوبی قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۱۶- تصویر دشت عقیق گندم بریان

Fig. 16- Picture of the plain of agate, wheat and berian

زون مکران در در بخش جنوب شرقی استان کرمان و در مجاورت استان‌های هرمزگان، سیستان و بلوچستان در مجاورت شهرستان‌های کهنوج و منوجان زون مکران قابل مشاهده است. بخش شمالی زون مکران دارای افیولیت ملانژهای غنی از سنگ‌های الترامافیک و دگرگونی می‌باشد. سنگ‌های الترامافیک منطقه دارای کانی و سنگ‌های قیمتی و نیمه‌قیمتی از جمله اسپینل، سرپانتین، الیوین (فورستریت- فایالیت) تیتانیوم می‌باشند که در اندازه‌های مناسب برای گوهر مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر موارد بالا گارنت‌های یوآرویت در اسکارن منطقه فاریاب کهنوج قابل بررسی می‌باشند. گارنت‌های مورد نظر در دگرگونی‌های کمپلکس بجگان واقع شده‌اند و در اثر نفوذ سنگ‌های الترامافیک منطقه خصوصا دونیت‌های غنی از کروم با واحدهای آهکی و تبادل یونی عناصر سازگار الترامافیک‌ها از جمله کروم و کلسیم می‌باشد. البته در این زون، کمپلکس‌های دگرگونی بجگان و مختاران انواع گارنت‌های آماندین، اسپسارتیت، پیروپ در شیبست‌ها بلخصوص آمفیبول شیبست‌ها قابل بررسی است. همچنین در مرز استان هرمزگان و کرمان شهرستان‌های رودان و منوجان وجود کانی‌های رودونیت صورتی رنگ همراه با کانی‌های مگنزدار قابل رویت و بررسی می‌باشند.

نتیجه‌گیری

در کلیه زون‌های زمین‌شناسی استان کرمان سنگ و کانی‌های قیمتی پراکنده می‌باشند که غالبا در ارتباط با فعالیت‌های دگرگونی و هیدروترمال می‌باشند. لازم به ذکر است که بسیاری از کانی‌های قیمتی مانند زیرکن، تورمالین و ... در نمونه‌گیری کانی سنگین شناسایی شده‌اند که اندازه آنها بسیار ریز بوده و در اندازه گوهر سنگ قابل استفاده و تراش نمی‌باشند.

اغلب گوهر سنگ‌های نیمه‌قیمتی استان کرمان از خانواده سیلیس (کوارتز، عقیق، جاسپر و...) در مجاورت و با منشاء آندزیت‌ها می‌باشند. آندزیت‌ها به دلیل بالا بودن سیلیس در ترکیب فلدسپار و کانی‌های مافیک آبدار (بیوتیت، آمفیبول و...) منشاء مناسبی جهت تشکیل رگه و ژئودهای سیلیسی در هنگام فعالیت‌های گرمایی می‌باشند.

مجیدی، ر، ۱۳۸۸، اطلس جامع گوهر شناسی، انتشارات کسما، ۱۶۰ صفحه.

محبوبه شمسی، ستاد راهنما عباس مرادیان حمید احمدی پور، بررسی پتروگرافی، ژئوشیمی و پتروژنز هورنفلس های غرب شهربابک. پایان نامه. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه شهید باهنر کرمان - دانشکده علوم (۱۳۹۳).

مهدی ایزدی. استاد راهنما بیژن اعتمادی مجید هاشمی تنگستانی بتول تقی پور، ژئوشیمی و کانی شناسی زون های اسکارنی در هاله دگرگونی کوه گبری رفسنجان. پایان نامه. وزارت علوم، تحقیقات و فناوری - دانشگاه شیراز - پژوهشکده علوم. نویسنده . سال انتشار ۱۳۹۱

سلیمه دهقانی دشتابی، محمد رهگشای، شهریار محمودی، زمین شیمی بیوتیت و شرایط تشکیل آن در گرانیتوئید هرازان. مجله بلور و کانی شناسی ایران، سال سی و یکم، شماره چهارم، زمستان، ۱۴۰۲، صفحه ۷۹۱ تا ۷۰۸