

# اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی

## معرفی و توصیف خصوصیات فیزیکی کوارتز هگزائگونال حاوی بلورهای گارنت در منطقه قهرود-کاشان، استان اصفهان

\*\*\*\*\*

محمد رضا رضایور\*<sup>۱</sup>، دانشجوی کارشناسی ارشد ژئوشیمی دانشگاه تبریز  
محسن موذن، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز  
زهرا قره چاهی<sup>۱</sup>، دانشجوی دکتری پترولوژی دانشگاه تبریز  
وارطان سیمونز، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز  
رباب حاجی علی اوغلی، عضو هیات علمی دانشگاه تبریز

(۱) عضو انجمن زمین شناسی شهرستان آران و بیدگل  
پست الکترونیکی: [mrrpgeology@gmail.com](mailto:mrrpgeology@gmail.com)

\*\*\*\*\*

### چکیده :

منطقه قهرود واقع در جنوب غربی کاشان، بخشی از کمربند ماگمایی ارومیه- دختر به شمار می آید. سنگ های نفوذی منطقه از نظر پتروگرافی گرانیت تا گرانودیوریت هستند. علاوه بر سنگ های نفوذی سنگ های آتشفشانی از نوع آندزیت، تراکی آندزیت و همچنین سنگ های رسوبی و لکه های اسکارن و هورنفلس در این منطقه وجود دارد. دگرسانی شدید سیالات گرمابی سبب تشکیل هفت نوع کوارتز هگزائگونال متفاوت در این توده شده است. در داخل تمامی سنگ های منطقه از رسوبی، آذرین تا دگرگونی های منطقه رگه ها و حفراتی از کوارتزهای شکلدار قابل مشاهده است. در داخل اسکارن منطقه نمونه ای از کوارتز شفاف حاوی گارنتهای شکلدار یافت شده است. گارنت ها از نوع آنیزوتروپ در لایه های رشد کوارتز قابل مشاهده اند. تشکیل گارنت های داخل کوارتز را می توان به سه صورت در نظر گرفت:

- ۱- عناصر مورد نیاز جهت تشکیل گارنت در داخل سیال تشکیل دهند اولیه موجود بوده که با ایجاد شرایط مساعد همزمان با کوارتز، گارنت نیز شکل گرفته اند.
- ۲- بر اثر تبادل سیال با سنگ میزبان (اسکارن)، سیال نسبت به عناصر Al, Ca, Fe, Mg, ... مورد نیاز برای تشکیل گارنت غنی شده و در شرایط فیزیکی مناسبی مناسب در داخل کوارتزها تشکیل شده اند.
- ۳- تشکیل اسکارن با فرایندهای هیدروترمال همزمان بوده یا در یک بازه زمانی همپوشانی داشته اند و همزمان با تشکیل کوارتز بلورهای گارنت نیز در حال شکل گرفتن بوده است.

**واژه های کلیدی:** ارومیه- دختر، کاشان، قهرود، اسکارن، کوارتز گارنت دار.

### Abstract:

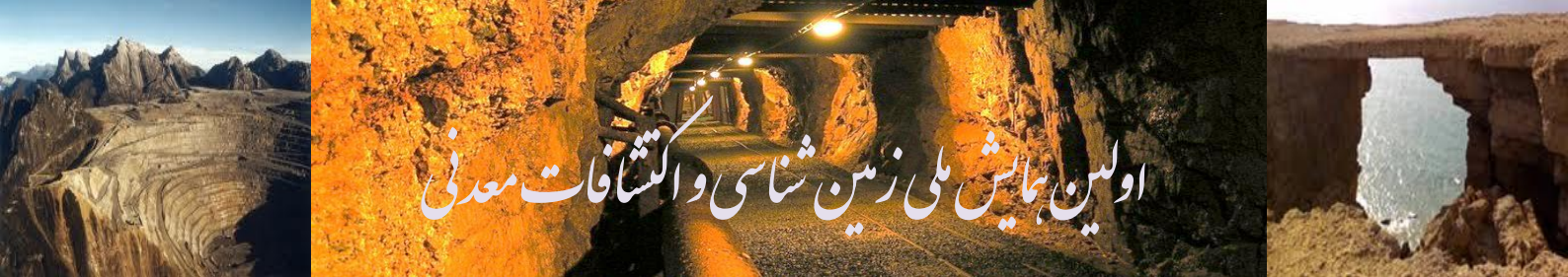
### Introducing and description of physical properties of hexagonal quartz containing garnet in Ghahrood-Kashan, Isfahan Province

The Kashan area is located in the South West of the Isfahan province and in the Urumieh-Dokhtar Magmatic Arc (UDMA). Most of the intrusive rocks are granite to granodiorite. In addition to the intrusive rocks in this region, volcanic rocks of andesite and trachyandesite compositions, sedimentary rocks, skarn and hornfels are exposed. Extensive alteration by hydrothermal fluids caused this formation of seven different types of hexagonal quartz. The hydrothermal quartz formed in all rock types of the area. Anisotropic cubic garnets were found as inclusions in quartz crystals within the skarn zone.

آدرس دبیر خانه: کرمان - بعد از چهار راه بازرگانی - نرسیده به سه راه جویاری - شهرک صدقیه - موسسه آموزش عالی کرمان - کرمان.

website:

تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۴۳۶۲۴ دورنگار: ۰۳۴۱-۲۱۴۰۲۲۴ Email:



# اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی

The formation of garnet inclusions in quartz crystals can be explained by the following interpretations.

- 1- The elements required for the garnet formation originally were presented in the hydrothermal fluids.
- 2- The elements required for garnet crystallization within the quartz crystals are provided by fluid-rock (skarn) interaction and the is enriched in elements Al, Ca, Fe, Mg, ... required for the formation garnet in quartz at appropriate physicochemical condition.
- 3- Skarn formed by hydrothermal processes simultaneously or as an overlapping process in a period coinciding with the formation of quartz and garnet crystals.

**Keywords:** Urumieh-Dokhtar Magmatic Arc, Kashan, Ghohroud, skarn, hexagonal quartz containing garnet.

\*\*\*\*\*

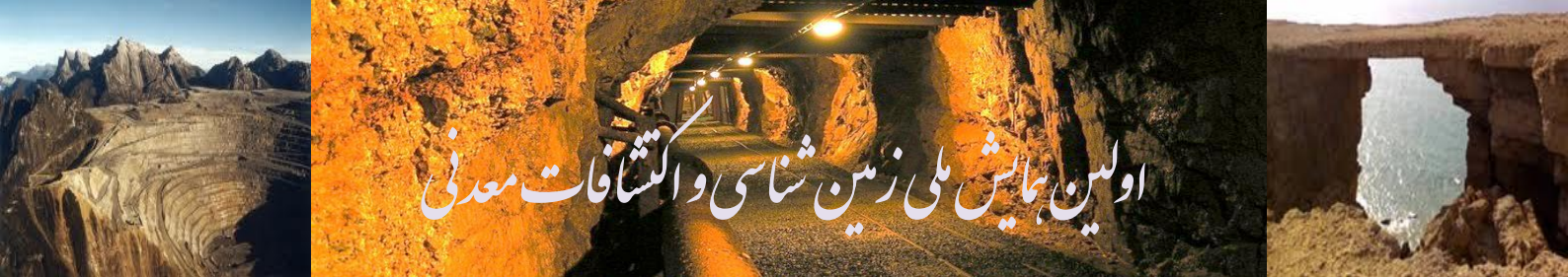
## مقدمه :

کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر به موازات پهنه زاگرس و سنندج- سیرجان با پهنای ۵۰ تا ۱۰۰ کیلومتر و طول ۱۸۰۰ کیلومتر از شمال باختر به جنوب خاور، از آذربایجان تا مکران کشیده شده و یکی از سه کمر بند ماگمایی سنوزوئیک است. دو کمر بند ماگمایی دیگر یکی نوار آتشفشانی البرز است که در محدوده مرز های ترکیه، آذربایجان و ارمنستان به نوار ارومیه- دختر می پیوندد و سومین کمر بند قسمت اعظم بلوک لوت (بخش خاوری طبس- لوت) را در بر می گیرد. کمر بند ماگمایی ارومیه- دختر به نام های کمر بند ولکانو پلوتونیک ایران مرکزی و پهنه سهند- بزمان یا تبریز- بزمان نیز شناخته می شود و با روند شمال غرب- جنوب شرق در حاشیه پهنه ایران مرکزی قرار گرفته است (آقا نباتی، ۱۳۸۵). سنگ های حاوی کوارتزهای هگزگونال مورد مطالعه در شمال غربی استان اصفهان قرار دارند که از لحاظ ساختمانی جزئی از کمان ماگمایی ارومیه- دختر به حساب می آید. دسترسی به منطقه قهرود (شکل ۱) با مختصات جغرافیایی، طول ۵۶' تا ۵۱°۲۵' شرقی و عرض ۵۱' تا ۳۳°۴۱' شمالی از راه جاده آسفالت کاشان - قمصر - میمه و سپس راه های خاکی منتهی به منطقه، امکان پذیر است. کوارتزهای گارنت دار هگزگونال مورد مطالعه در این پژوهش در بررسی های پیشین مورد توجه قرار نگرفته و هدف این مطالعه معرفی (برای اولین بار در ایران)، پتروگرافی کوارتز های گارنت دار و تکمیل مطالعات پژوهشگران گذشته است.

\*\*\*\*\*

## زمین شناسی عمومی:

کمر بند ارومیه- دختر در سنوزوئیک شاهد ماگماتیسم گسترده ای بوده و توده های نفوذی و خروجی متعددی با ترکیب متغیر در این کمر بند ماگمایی دیده می شوند. در جنوب کاشان حد فاصل قمصر - قهرود، ماگماتیسم مزبور با ظهور توده های نفوذی همراه است. پلوتونیسیم در منطقه قهرود به صورت توده نفوذی استوک مانند بوده و بیرونزدگی های بزرگ و کوچک این توده نزدیک به ۶۵ کیلومتر مربع مساحت دارد (شرافت و همکاران، ۱۳۸۳). منطقه مورد مطالعه در ۱۳۰ کیلومتری شمال غرب اصفهان و ۴۰ کیلومتری جنوب شهر کاشان قرار داشته و جزئی از کمر بند ماگماتیسم



# اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی

سنوزوئیک ایران می باشد. زمین شناسی منطقه ساده بوده و عمده سازندهای آن به ترتیب سن عبارتند از سنگ های آذرآواری ائوسن ، گرانیت و گرانودیوریت میوسن میانی ، شیل-مارن، آهک

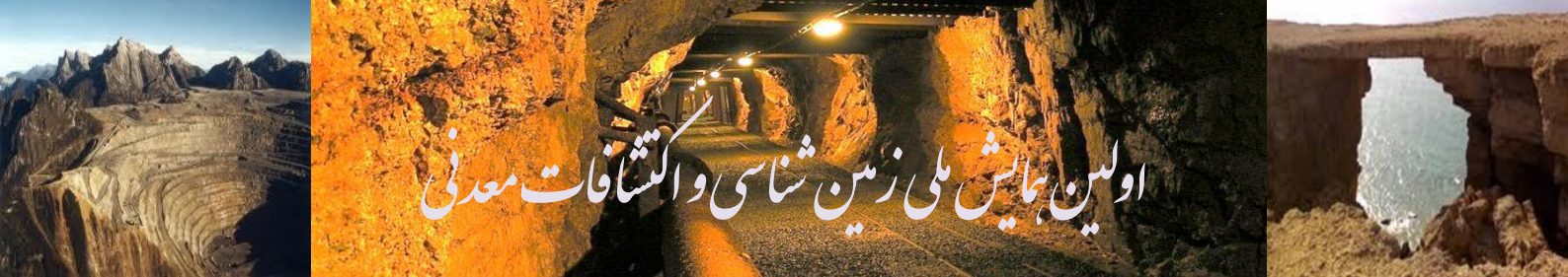
الیگومیوسن و داسیت ها و آندزیت های داسیتی نئوژن با ساختار دم مانند (تصویر ۱). جنس توده گرانودیوریتی (عمدتا تونالیتی) بوده و دگرسانی های متعددی بر روی آن اثر کرده اند. کندوکاوهای معدنی (با سن نامعلوم) حکایت از اهمیت این دگرسانی ها در کانی سازی های اقتصادی دارد (حسن زاده ۱۳۵۷).

طبق شواهد صحرایی و تعیین سن نسبی انجام شده در منطقه مورد نظر می توان سن این کوارتزها را به میوسن بالایی و پلیوسن به بعد نسبت داد. مشاهدات نشان می دهد که توده گرانیت و گرانودیوریت لایه های شیل، ماسه سنگ و آهکی مربوط به سازند شمشک به سن ژوراسیک، لایه های گدازه ای ریوداسیتی، قاعده کنگلومرایی، ماسه سنگ ها و آهک های با سن ائوسن زیرین، لایه های توفی با سن ائوسن بالایی، سازند قرمز زیرین با سن الیگوسن و از همه مهمتر آهک، شیل و مارن های سازند قم با سن میوسن زیرین را قطع نموده است. سنگهای آتشفشانی تراکی آندزیت و آندزیت ها در داخل باتولیت گرانیت و گرانودیوریت نفوذ کرده و سنی جوانتر از میوسن میانی و احتمالاً میوسن بالایی دارند. فرایندهای هیدروترمالی اثر گذار که باعث تشکیل کوارتزهای این منطقه شده اند بر روی تمام سنگ های منطقه از ماسه سنگ ها، اسکارن ها، هورنفلسها و گرانیت و گرانودیوریت ها به جز دایک های آندزیتی و تراکی آندزیتی اثر گذاشته اند. بنابراین فرایند هیدروترمال جزء آخرین فعالیت های آذرین در این منطقه شناخته شده که سنی جوانتر از سنگهای نفوذی با سن میوسن میانی دارد.

بررسی های صحرایی و پتروگرافی بر روی توده گرانیتی تا گرانودیوریتی منطقه گویای فرایندهای هیدروترمالی در این توده میباشد (رضاپور و همکاران، ۱۳۹۳). دگرسانیهای گرمایی به طور پراکنده در بخش جنوبی توده به خصوص در حواشی مشرف به قهرود شناسایی شده است (شرافت و همکاران، ۱۳۸۳). از جمله این دگرسانیها می توان به هماتیته شدن، لیمونیتی شدن، سیلیسی شدن، ژاروسیتی شدن، سربسیتی شدن و تورمالینی شدن اشاره کرد. مجموعه کانیها، حاصل از دگرسانیها عبارتند از کوارتز، سربسیت، تورمالین، ژاروسیت، اکسیدها، آهن و کلریت. فرایند دگرسانی در این گرانیتوئیدها باعث تجزیه آمفیبول به کلریت و کانی های اوپاک شده است (برای مثال Collins 1988). علاوه بر این شواهد، وجود بافت شکافه پرکن گویای فرایندهای هیدروترمالی اثرگذار بر روی توده است.

## مواد و روش ها:

ابتدا از رخنمونهای سنگی موجود در منطقه بازدید مقدماتی به عمل آمد. قبل از بازدیدهای بعدی به منظور بررسی وسعت و گسترش توده نفوذی و شناسایی مناطق محتمل هیدروترمال دیگر در منطقه و نمونه برداریهای هدفدار، داده های رقومی ماهوارههای پردازش شدند و سپس مختصات جغرافیایی، راههای دسترسی به منطقه و محل رخنمون سنگها تعیین گردید. در بازدیدهای بعدی کوارتز گارنت دار مورد مطالعه در داخل اسکارن شناسایی شد. تصاویر استفاده شده برای دورسنجی، تصاویر حاصل از ماهواره لندست ۸ و به کمک نرم افزار ENVI-4.8 حاصل شدند. سپس به دلیل نادر بودن نمونه تنها ۲مقطع نازک از قسمت تختانی بلور جهت مطالعات پتروگرافی تهیه شد و توسط میکروسکوپ پلاریزان در دانشگاه تبریز مورد مطالعه قرار گرفتند.



**پetroگرافی منطقه و کوارتز گارنت دار:**  
از نظر لیتولوژی سنگ های این منطقه دارای تنوع بسیار بالایی هستند که عبارتند از:

سنگ های نفودی گرانودوریت- گرانیت (تونالیت)، سنگ های رسوبی (ماسه سنگ ها و آهک ها)، آتشفشانی های بیرونی (دایک های آندزیت، تراکی آندزیت و داسیت)، سنگهای دگرگونی مجاورتی (اسکارن و هورنفلس). یکی از فازهای تاثیرگذار بر منطقه فرایندهای هیدروترمالی می باشد که توانسته بر تمامی سنگ های ذکر شده به جز برخی از دایک های آتشفشانی اثر کرده و باعث دگرسانی های موجود در منطقه شود. علاوه بر این، زون های برشه در منطقه که توسط کلسیت های یوهدرال به همراه یکسری کانه های اقتصادی از جمله کالکوپیریت، آزوریت، مالاکیت و... بصورت همرفشی با کوارتزهای هگزگونال پرشده که گواهی بر تاثیر فرایندهای هیدروترمالی پس از اثرگذاری فرایندهای تکتونیک و ایجاد یکسری درز و شکافها بر پیکره منطقه مورد نظر می باشد، این اثرات گواهی بر هیدروترمالی بودن این منطقه است (رضاپور و همکاران، ۱۳۹۳). پتروگرافی نمونه ها وجود گارنت آنیزوتروپ در داخل بلورهای شکلدار کوارتز را نشان می دهد. این گارنت ها به رنگ زرد و شفاف هستند و خاموشی از خود نشان نداده و جزء گارنت های آنیزوتروپ دسته بندی می شوند. علاوه بر گارنت ها یکسری کانی های اپک نیز در داخل کوارتز تشکیل شده که به احتمال زیاد مگنتیت یا هماتیت هستند (جدول ۱).

### مشخصات کوارتز های منطقه قهرود:

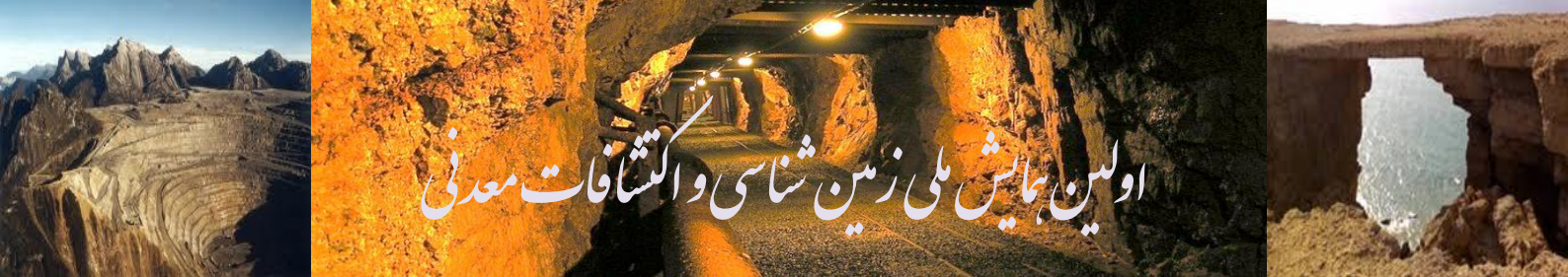
در این منطقه هفت نوع کوارتز با مشخصاتی متفاوت ولی در فواصلی نزدیک به هم شناسایی شدند (شکل ۲) که نسبت به فراوانی اشان بترتیب عبارتند از (رضاپور و همکاران، ۱۳۹۲):

- ۱- کوارتزهای هگزگونال و شفاف در کنار کوارتزهای شفاف با پایه های شیری (شکل 2-A).
  - ۲- کوارتز های زرد (سیتترین) (شکل 2-B).
  - ۳- کوارتز هایی که با سه رنگ مخلوط دودی- بنفش- صورتی در قسمت پایه قابل شناسایی هستند (شکل 2-C).
  - ۴- کوارتزهایی با نقاطی سیاه رنگ (احتمالا اکسید منگنز و آهن نقطه ای) بصورت پوشش بر روی بلور و همچنین در داخل بلور کوارتز (نتوتسایت) (شکل 2-D).
  - ۵- کوارتز های هگزگونال شفاف دارای کانی روتیل (شکل 2-E).
  - ۶- کوارتزهای هگزگونال و کاملاً شیری رنگ (شکل 2-F).
  - ۷- طی آخرین بازدید صحرایی در داخل اسکارن های منطقه کواتزی شامل بلورهای کوچک از گارنت یافت شد (شکل 2-G).
- آخرین نوع کوارتز یافت شده حاوی بلورهای ریز گارنت بوده که از این نوع تنها یک نمونه در داخل اسکارن ها یافت شد. اندازه این گارنت ها بسیار کوچک و در حد ۱۰۰ تا ۷۰۰ میکرومتر می باشند.

### نحوه تشکیل گارنت در داخل کوارتز:

در خصوص نحوه تشکیل این گارنت ها میتوان وجود عناصر نیازمند تشکیل گارنت ها را در داخل محلول هیدروترمال فرض کرد. وجود این عناصر در داخل سیال تشکیل دهنده را می توان به دو صورت در نظر گرفت:

- ۱- سیال تشکیل دهنده این کوارتزها خود دارای عناصر مورد نیاز از جمله  $Si + Al + Ca \pm Fe$  و  $Mg$  جهت ساخت این گارنت ها بوده است.
- ۲- با توجه به وجود این کوارتزها در داخل اسکارن های منطقه می توان نتیجه گرفت سیال داغ و اسیدی در حین نفوذ به داخل اسکارنها، توانسته است باعث تبادلات یکسری عناصر با سنگ میزبان شود و عناصری از قبیل  $Ca, Al, Fe, Mg$  را از کانی های تشکیل دهنده اسکارن منطقه (رضاپور و همکاران، ۱۳۹۲) از جمله کلسیت + اپیدوت + ترمولیت- اکتینولیت + کوارتز و خود گارنت های موجود در منطقه گرفته و مجدداً در شرایط دمایی و فشاری مناسب گارنت را در داخل بلور کوارتز تشکیل داده است.



۳- تشکیل اسکارن با فرایندهای هیدروترمال همزمان بوده یا در یک بازه زمانی هم پوشانی داشته اند و همزمان با تشکیل کوارتز بلورهای گارنت نیز در حال شکل گرفتن بوده اند. کانی های موجود در اسکارن های منطقه قهرود عبارتند از گارنت+ کلسیت+ کوارتز+ ترمولیت- اکتینولیت± اپیدوت که نشاندهنده تشکیل اسکارن پسرونده اند. علاوه بر این بعد از نفوذ توده

گرانودیوریتی به ترتیب مراحل هونفلس، اسکارن پیشرونده، اسکارن پس رونده و در نهایت مرحله هیدروترمال رخ داده اند. بنابر این دلایل می توان ایجاد کوارتزهای حاوی گارنت را با دلیل سوم یعنی بصورت همپوشانی زمانی بین دو مرحله هیدروترمال و مرحله انتهایی اسکارن زایی مورد قبولتر دانست.

\*\*\*\*\*

### نتیجه گیری :

سنگ های گرانیت و گرانودیوریتی میوسن مورد مطالعه در شمال غرب استان اصفهان - کاشان (قهرود) قرار دارند. تنوعات سنگی دیگری از قبیل ماسه سنگ ها، اسکارن ها، هورنفلس ها و دایک های آندزیتی و تراکی آندزیتی نیز شناسایی شده اند. یکسری درز و شکافه های دارای بلورهای کوارتز خودشکل به اندازه های ۱ تا ۱۲ سانتی متر در داخل تمامی لیتولوژی ها به جز دایک های آتشفشانی وجود دارد. با توجه به شواهد صحرایی و میکروسکپی این کوارتزها حاصل فرایندهای هیدروترمالی می باشند. در کوارتز های نفوذ کرده در داخل اسکارن ها نمونه ای بسیار استثنائی از کوارتز با حضور کانی های ریز گارنت در داخل بلور مشاهده شد. پس از بررسی های پتروگرافی مشخص شد این گارنت ها از نوع گارنت های آنیزوتروپ (دارای خواص نوری) و مشخصات نوری مختص با نوع کانی می باشند.

در خصوص نحوه تشکیل این گارنت ها میتوان وجود عناصر نیازمند تشکیل گارنت ها را در داخل محلول هیدروترمال فرض کرد. وجود این عناصر در داخل سیال تشکیل دهند را می توان به دو صورت فرض کرد:

۱- سیال تشکیل دهند این کوارتزها خود دارای عناصر مورد نیاز از جمله  $Si+ Al+ Ca \pm Fe \pm Mg, \dots$  جهت ساخت این گارنت ها بوده است.

۲- با توجه به وجود این کوارتزها در داخل اسکارن های منطقه می توان نتیجه گرفت در حین ورود سیال به داخل اسکارنها توانسته است باعث تبادل یکسری عناصر با سنگ میزبان شود و عناصری از قبیل  $Ca, Al, Fe, Mg$  را از کانی هایی مثل کلسیت، اپیدوت، ترمولیت- اکتینولیت و گارنت های از قبل تشکیل شده در اسکارنهای موجود در منطقه گرفته و مجددا در شرایط دمایی و فشاری مناسب این کانی را در داخل بلور کوارتز تشکیل داده است.

۳- تشکیل اسکارن با فرایندهای هیدروترمال همزمان بوده یا در یک بازه زمانی همپوشانی داشته اند و همزمان با تشکیل کوارتز بلورهای گارنت نیز در حال شکل گرفتن بوده اند.

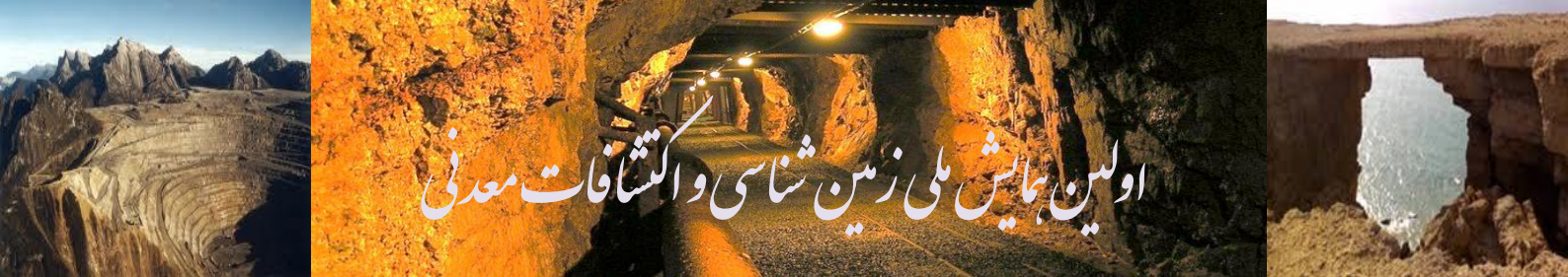
### تشکر و قدردانی:

نویسندگان این مقاله از دانشگاه تبریز و انجمن زمین شناسان شهرستان آران و بیدگل به دلیل حمایت های مالی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

\*\*\*\*\*

### منابع فارسی :

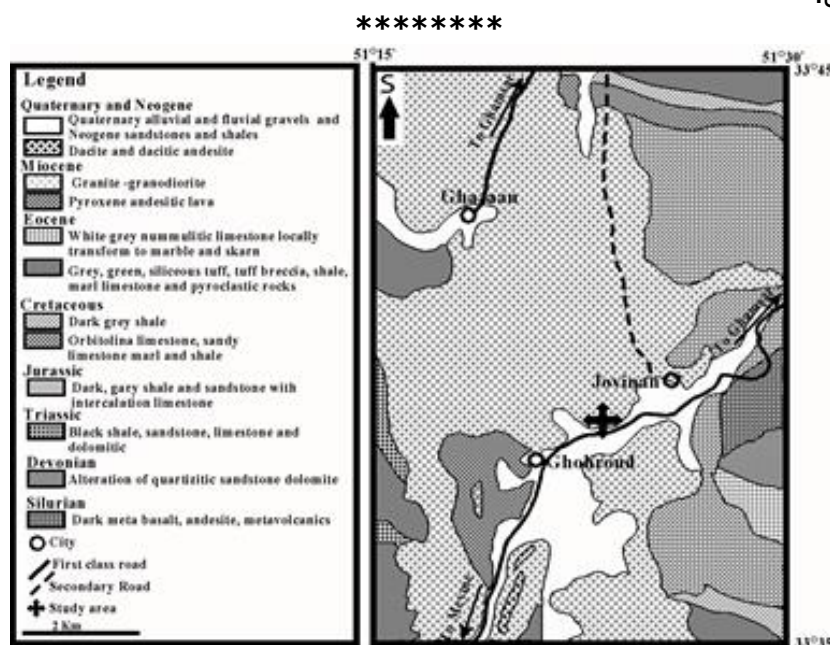
- ۱- خلعبري جعفري، م. و علائي مهابادي، س ( 1377 ). نقشه زمین شناسی 1:100000 اکتشافات معدنی کشور.
- ۲- زاهدی، م. و عمیدی، س. م ( 1377 ). نقشه زمین شناسی 1:250000 کاشان، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.



# اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی

- ۳- امامی، م. ج.، ۱۳۷۰، " نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش کاشان، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور"
- ۴- حسن زاده، ج.، ۱۳۵۷، "مطالعه زمین شناسی و پترولوژی سنگهای آذرین ناحیه قمصر، جنوب کاشان ایران مرکزی" (، پایاننامه فوق لیسانس زمین شناسی، دانشگاه تهران ۱۵۰۰ ص.
- ۵- آقانباتی، س.ع.، ۱۳۸۵، زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، چاپ دوم، ۵۸۶ ص.
- ۶- شرافت، ش. محمدی نسب، ع. مکی زاده، م. ع. خدای، م. ۱۳۸۹، پیدایش ژاروسیت در گرانودیوریت‌های دگرسان قهرود.

- ۷- رضایور، م. قره چاهی، ز.، اسلامی، ع.، موذن، م.، ۱۳۹۲، معرفی و نحوه تشکیل شش نوع کوارتز هگزاگونال در منطقه قهرود-کاشان، استان اصفهان، اولین همایش مجازی علوم زمین ارومیه.
- ۸- رضایور، م. قره چاهی، ز.، موذن، م.، حاج علی اوغلی، ر. سیمونز، و.، ۱۳۹۲، پتروگرافی و معرفی فازهای اثرگذار برتوده نفوذی منطقه قهرود-کاشان، استان اصفهان، اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی.



(شکل ۱) نقشه زمین شناسی ساده شده منطقه قهرود و نحوه دسترسی به سنگ های منطقه (برگرفته از سازمان زمین شناسی کشور، نقشه کاشان، ۱۳۷۰).

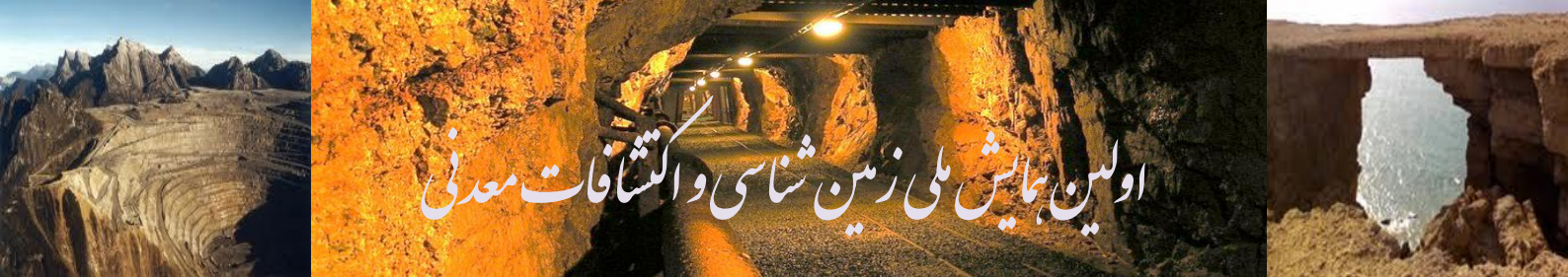
جدول (۱) مشخصات نوری کوارتزهای گارنت دار.

مشخصات	رنگ نمونه دستی	مشخصات نوری XPL	مشخصات نوری PPI	رنگ	شکل
کوارتز	شفاف	کریمی رنگ	بی رنگ	ندارد	هگزاگونال در نمونه دستی
گارنت آنیزوتروپ	زرد شفاف و قهوه ای	زرد شفاف و قهوه ای سوخته	زرد شفاف متمایل به طلایی	ندارد	کوبیک در نمونه دستی و چند وجهی زیر میکروسکوپ

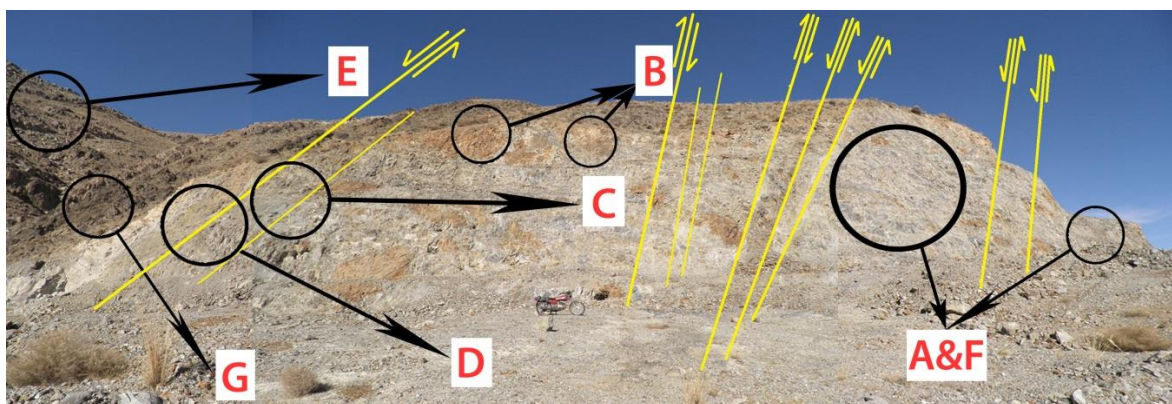
آدرس دبیر خانه: کرمان - بعد از چهار راه بازرگانی - نرسیده به سه راه جویاری - شهرک صادقیه - موسسه آموزش عالی کرمان - کرمان.

website:

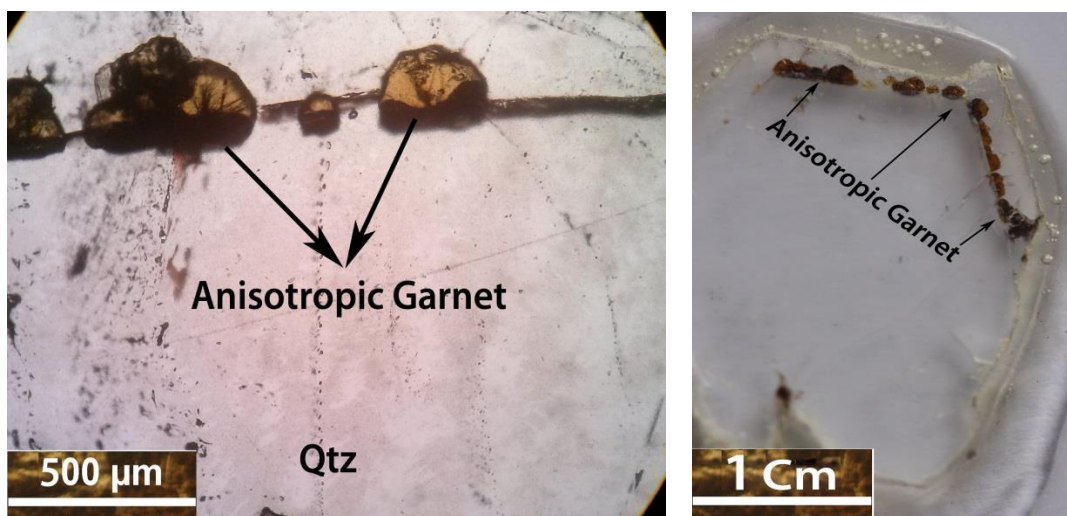
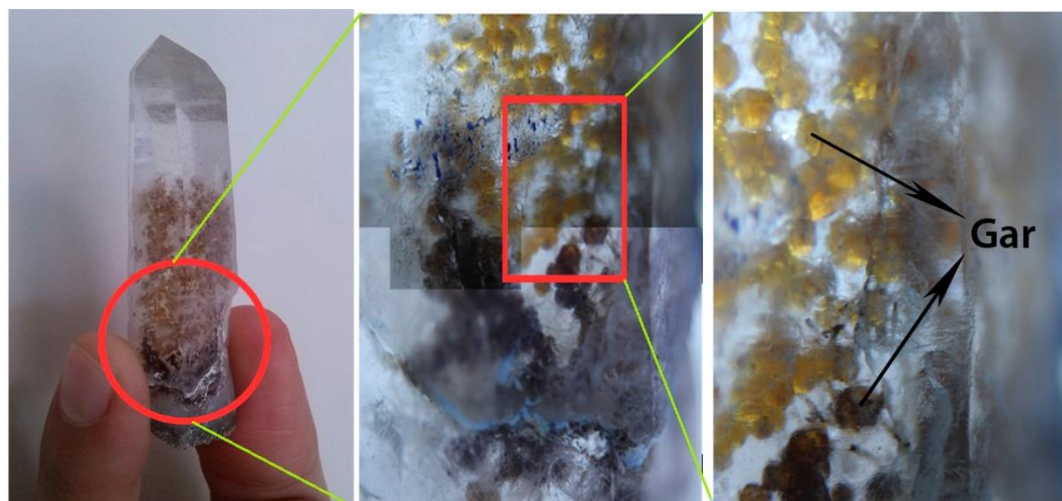
تلفن: ۰۳۴۱-۳۲۴۳۶۲۴ دورنگار: ۰۳۴۱-۲۱۴۰۲۲۴ Email:



# اولین همایش ملی زمین شناسی و اکتشافات معدنی



شکل ۲) توزیع کوارتزها در منطقه قهرود- کاشان.  
 علامت G محل قرار گیری کوارتز گارنت دار در داخل اسکارن ها می باشد.



شکل ۳) تصاویری از نمونه دستی و میکروسکوپی کوارتز حاوی گارنت.