

سال بیست و پنجم، شمارهٔ اول، بهار ۹۶، از صفحهٔ ۳ تا ۱۲

تنوع بلورهای خود شکل کوارتز در منطقه قهرود (جنوب کاشان) شاهدی بر شرایط متنوع تبلور از محلولهای ماگمایی و گرمابی

محمدرضا رضاپور^۱، رباب حاجی علی اوغلی^{*۱}، محسن موذن^{۱و۲}، وارطان سیمونز^۲

۱ – گروه علوم زمین، د*انشکده علوم طبیعی، دانشگاه تبریز* ۲ – مرکز ت*حقیقات علوم پایه، دانشگاه تبریز* (دریافت مقاله: ۹۴/۱۲/۲۵، نسخه نهایی: ۹۵/۴/۲۵)

چکیده: توده یگرانیتوئیدی قهرود به سن میوسن و با ترکیب گرانیت، گرانودیوریت و تونالیت در منطقه یماگمایی ارومیه-دختر قرار گرفته است. نفوذ این توده به داخل مجموعه سنگهایی از قبیل شیل، ماسه سنگ، آهک و مارنهای به سن ژوراسیک تا ائوسن موجب دگرگونی مجاورتی سنگهای دربرگیرنده و تشکیل انواع هورنفلس و اسکارن شده است. فعالیتهای گرمابی در پی نفوذ این توده ی بسیار فعال بوده و کوارتزهای درشت بلور و خود شکل با ساختارهای متنوع در داخل درز و شکافهای سنگهای مختلف در منطقه تشکیل شده است. برخی از ساختارهای بلوری مشاهده شده در انواع بلورهای درشت و خود شکل کوارتز در منطقه عبارتند از شکل مهای نرمال یا منشوری، شش گوش، سه گوش، موزو، تسین، دافینه، سوزنی، استلاگمیتی، فانتوم سبز رنگ، رشد موازی-وارون، رشد موازی-مجموعهای، فرمهای چپ گرد و راست گرد و دوقلویی قاعده ژاپنی. تنوع ساختاری و ریختشناسی در انواع بلورهای خود شکل کوارتز در منطقه قهرود را میتوان به عواملی از قبیل تنوع سنگهای میزبان، تاثیر گرمابهای وابسته به نفود توده گرانیتوئیدی و دایکهای تاخیری و

واژههای کلیدی: گرانیتوئید؛ کوارتز خود شکل؛ ساختار بلوری؛ قهرود؛ کاشان.

مقدمه

منطقهی قهرود در ۴۰ کیلومتری جنوب کاشان با مختصات جغرافیایی ۵۲ ۵ ۵۱ تا ۳۰ ۵۱ طول شرقی و ۳۵ ۳ ۳ ۵۴ ۴۳ عرض شمالی در نوار ماگمایی ارومیه-دختر قرار ۶۵ تست. تودهی نفوذی قهرود به سن میوسن میانی و با ترکیب گرانیت، گرانودیوریت تا تونالیت در مساحتی حدود ۶۵ کیلومتر مربع در منطقهی برونزد نشان میدهد [۱]. این توده در مجموعهای از سنگهای رسوبی شامل شیل، ماسه سنگ، اهک و مارنهای ژوراسیک تا ائوسن نفوذ کرده و موجب دگرگونی مجاورتی سنگهای اطراف و تشکیل هورنفلس و اسکارن شده است [۱،۲] (شکل۱). همچنین دگرسانیهای گرمابی گستردهای همراه با نفوذ تودهی گرانیتوئیدی باعث

در برگیرندهی منطقه شده است. به اعتقاد [۳]، بلورهای درشت، خود شکل و زیبای کوارتز در درزشکافهای سنگها، معمولاً در طول سرد شدن محلولهای داغ حاوی SiO₂، تشکیل میشوند. [۲،۱] در خصوص ترکیب کانیشناسی، ژئوشیمی و دگرسانی توده نفوذی قهرود، بررسیهایی صورت گرفته است [۱]. ترکیب این توده یآهکی-قلیایی و شبه آلومینوس وابسته به ماگمای نوع I بوده که در محیط تکتونو ماگمایی قوس قارهای وابسته به فرورانش پوستهی اقیانوسی نئوتیس به زیر پوستهی ایران مرکزی تشکیل شده است [۱].

کوارتزهای درشت بلور و خود شکل منطقه قهرود که دارای تنوع بالایی از شکلها و ساختارهای بلورشناسی بود که در این پژوهش ویژگیهای بلورشناسی و ساختاری کوارتزهای درشت و خود شکل قهرود مورد بررسی قرار گرفته است.

*نويسنده مسئول، تلفن: ۲۷۰۴ ۳۳۳۹ ۰۴۱، نمابر: ۶۰۲۷ ۳۳۳۵ ۴۱، پست الکترونيکي: hajialioghli@tabrizu.ac.ir



شکل ۱ (الف) موقعیت منطقهی مورد بررسی در تقسیمبندی ساختاری ایران [۴]، (ب) نقشهی زمینشناسی منطقهی مورد بررسی (برگرفته از نقشهی ۱:۱۰۰۰۰ کاشان، [۵]) با تغییرات.

زمین شناسی منطقه

واحدهای رسوبی و دگرگونی ضعیف پالئوزوئیک، قدیمیترین واحدهای سنگی منطقهی مورد بررسی را تشکیل میدهند (شکل ۱) [۵]. واحدهای چینای، به مزوزوئیک از تریاس تا ژوراسیک شامل شیل، مارن، ماسه سنگ و آهک میباشند [۵]. از واحدهای ائوسن در منطقه میتوان به ترتیب به برونزد سنگهای پیروکلاستیک، توف، شیل، مارن و آهکهای سفید تا خاکستری نومولیتدار اشاره کرد (شکل ۱) [۵]. واحدهای رسوبی نئوژن (شیل و ماسه سنگ) و رسوبهای آبرفتی کواترنری جوانترین واحدهای رسوبی منطقه را تشکیل میدهند (شکل ۱) [۵]. نفوذ توده قهرود به درون مجموعههای سنگی شیل، ماسه سنگ، آهک و مارن قدیمتر، باعث دگرگونی

مجاورتی سنگهای دربرگیرنده و تشکیل هورنفلس و اسکارن (زونهای گارنت اسکارن و ترمولیت- اکتینولیت اسکارن) شده است (شکل ۲).

فعالیتهای گرمابی در پی نفوذ این توده بسیار فعال بوده و بلورهای درشت و خود شکل کوارتز در درزها و شکستگیهای سنگهای دربرگیرنده تشکیل شده است. بررسیهای صحرایی در منطقه نشان میدهد که نفوذ استوک ماگمایی و گرمابهای وابسته به آنها، مهمترین فازهای اثر گذار در دگرسانی سنگ-های منطقه هستند. دگرسانیهای سرسیتی، سیلیسی، اپیدوتی، هماتیتی و ژاروسیتی از شواهد وابسته به آثار گرماب-های وابسته به نفوذی تودهی گرانیتوئیدی قهرود هستند [۲].

شکل۲ (الف و ب) برونزد تودهی گرانیتوئید و تشکیل اسکارن در برخوردگاه توده با سنگهای آهکی در برگیرنده، (پ) منطقههای گارنت و ترمولیت- اکتینولیت در اسکارن.

مواد و روشها

با پیمایشهای دقیق صحرایی کوارتزهای تشکیل شده در زون-های شکستگی انواع لیتولوژیهای مختلف منطقه اعم از توده گرانیتوئیدی، ماسه سنگها و اسکارنها شناسایی شده و انواع نمونههای درشت و خود شکل کوارتز جمع آوری گردید. ویژگیهای بلورشناسی، ساختاری، دوقلویی و مورفولوژی کوارتزهای جمعآوری شده در آزمایشگاه کانیشناسی تحقیقات علوم پایه دانشگاه تبریز مورد بررسی قرار گرفت.

بحث و بررسی

بلورهای کوارتز با توجه به شرایط فیزیکوشیمیایی و سرعت رشد بلوری می توانند تترائدرهای با ساختارها و اشکال متفاوتی از ساختارها و اشکال ایدهآل اولیه ایجاد کنند [۷،۶]. دما و فشار و ترکیب متفاوت شاره می تواند سبب تشکیل کوارتزهایی با ساختار و سیستم بلوری متفاوت در محیطهای مختلف شود [۷،۶]. معمولاً کوارتزهای درشت بلور و خود شکل^۱ در اثر افزوده شدن یونهای مختلف به سطوح خارجی در حال رشد، ریزدانه و بیشکل^۲ در اثر رسوب سیلیس از یک محلول کلوئیدی سیلیسدار تشکیل می شوند [۶۰۶]. برخی از انواع مهم شکلها و ساختارهای بلورشناسی عبارتند از: چپ گرد و راست-گرد بلورها، نرمال یا پریسماتیک^۳، سه گوش³، شش گوش یا شبه شش گوش⁶، سوزنی^۶، به شکل دافینه^۷، تسین^۸، موزو⁹، فانتوم ^۱

- 1- macrocrystalline
- 2- cryptocrystalline
- 3- normal or prismatic habit

- 5- hexagonal or pseudohexagonal habit
- 6- Needle habit
- 7- Dauphine habit
- 8- Tessin habit
- 9- Muzo Habit

استلاگمیت، رشد موازی (تک بلور و مجموعهای) و دوقلویی ژاپنی^{۱۱}. کوارتزهای گرمابی درشت بلور و خود شکل منطقه قهرود دارای تنوع بالایی از شکلها و ساختارهای بلورشناسی هستند. در این بخش برخی از ویژگیهای بلوری، ساختاری و دوقلویی انواع کوارتزهای درشت بلور و خود شکل منطقه قهرود مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

چپ گرد یا راست گرد در بلورهای کوارتز قهرود

m, معمول بلور کوارتز دارای سه سطح کاملاً مشخص m, z
r, z است (شکل ۳ الف). زوایای ایجاد شده بین این سه سطح r-r: (شکل ۳ الف). زوایای ایجاد شده بین این سه سطح در بلورهای کوارتز معمولی و ایده آل به ترتیب برابر با r-r: 86° .z-r: 134° .m-z: 142° .m-r: 142° .m-m:120°
r-r: 86° .z-r: 134° .m-z: 142° .m-r: 142° .m-m:120°
دیده شدهاند [۸] (شکل ۳ ب). در برخی از بلورهای چاروجهیها علوه بر سه سطح کوچ ک دیگر به گونهای قرار می گیرند که موجب دو سطح کوچ ک دیگر کوچک دیگر (شکل ۴ ب). ایس سطح S, x میشوند سطوح S, x هستند (شکل ۴ ب). کوارتزهای چپ گرد و راست گرد بواسطهی قرار (شکل ۴ ب). کوارتزهای چپ گرد و راست گرد بواسطهی قرار (دید از راس کوارتز، شکل ۴ ب) دیده می شوند [۳]. شکل ۵ گرفتن چاروجهیهای S, x در بخش چپ یا راست بلور کوارتز شکل ۵ بن می شوند (۳). شکل چپ گرد و راست گرد بواسطه ی قرار (دید از راس کوارتز، شکل ۴ ب) دیده می شوند (۳). شمل ۵ بن می دو در است گرد و راست به می موند (۳).

شکل بهنجار یا پریسماتیک در بلورهای کوارتز قهرود^{۱۲}

اصطلاح شکل بهنجار یا پریسماتیک معمولاً به بلورهای کوارتز با سطوح رومبوئدرال r و z خوب رشد یافته اطلاق میشود. به این شکل از رشد بلوری شکل مادیران^{۱۳} نیز اطلاق میشود. در واقع این حالت به بلورهای کاملاً ایدهآل بدون هر گونه انحنا و

- 12- Normal or prismatic habit
- 13- Maderan

⁴⁻ trigonal habit

¹⁰⁻ Phantom habit

¹¹⁻ Japanese low

خمش در شکل بلوری گفته می شود. این شکل در برخی از کوار تزهای قهرود به فراوانی مشاهده می شود (شکل ۶).



شکل۳ (الف) بلور کوارتز معمولی با سطوح مشخص m, r, z، (ب) زاویهی بین سطح در بلور کوارتز معمولی [۸].



شکل۴ (الف) موقعیت سطوح z و r در کوارتز معمولی، (ب) تعیین راست گرد و چپ گرد بودن کوارتز با استفاده از سطوح s, x [۸].



شکل ۵ (الف) شکل راست گرد بلور کوارتز قهرود، (ب) چپ گرد در بلور کوارتز قهرود.



شکل ۶ شکل نرمال یا پریسماتیک در کوارتز بلوری قهرود. ا**صطلاح سهگوش در بلورهای کوارتز قهرود^{۱۴}**

اصلاح فرم سه گوش^{۱۵} معمولاً به بلورهایی با سه سطح تاشده و دارای تقارن چرخشی خوب در بخش هرم (در مقابل تقارن ششتایی بلور هشتگوش) اطلاق میشود. این شکل طبیعی-ترین شکل کوارتز است که به صورت مستقیم از ساختار کوارتز سه گوش در سطح مولکول به وجود آمده است. بیشتر بلورهای به شکل سه گوش معمولا سبب از بین رفتن سطح لوزی وجهی به شکل سه گوش معمولا سبب از بین رفتن سطح لوزی وجهی به طاهر شدن سطح بسیار کوچک آن خواهد شد. این نوع بلور در کوارتزهای منطقه یقهرود با فراوانی نسبتاً زیاد مشاهده می شود (شکل ۷).

شکل ششگوش بلورهای کوارتز قهرود^{۱۶}

این نمونه زمانی شکل می گیرد که سطوح بلوری Z و r در بلورهای کوارتز به یک اندازه رشد کنند. در این بلورهای سطوح رومبوئدرال r و z به خوبی قابل تشخیص نبودند، ولی شکل شش گوشی بلورها در حالت کلی از پایه تا انتهای هرم حفظ شده است. این شکل در کوارتزهای بلوری قهرود بسیار کم مشاهده می شود (شکل ۸).

شکل سوزنی بلورهای کوارتز قهرود^{۱۷}

این شکل در اثر طویل شدن بلور رخ داده و به بلور شکلی سوزنی و کشیده میدهد. در این شکل بلورهای کوارتز اغلب به صورت گروهی و با اندازههایی برابر در کنار هم و با حالت تقریباً موازی یا شعاعی نسبت به هم رشد کردهاند. این مجموعههای سوزنی معمولاً به صورت رنگی یافت میشوند. بیشتر کوارتزهای سوزنی یافت شده با سطوح مثلثی با سطوح رشد بسیار کم z و یا فاقد آن هستند. علاوه بر این شکل نامرتب این سوزنیها بسیار معمول است. به نظر میرسد بلورهای کوارتز سوزنی دارای رشد نسبتاً سریع بوده و در دمای کمی تشکیل شده باشند. رشد سریع این سوزنیها را احتمالاً میتوان به افت ناگهانی دما و فشار در اثر رخدادهای زمینساختی و یا ورود

این شکل بلوری در منطقه قهرود به خصوص در کوارتزهای با رنگ دودی به شکل مشاهده میشود (شکل۹). **شکل دافینی در بلورهای کوارتز قهرود^{۱۸}**

بلور کوارتز با شکل دافینه دارای یک یا دو سطح رومبوئدرال بسیار بزرگ است. به نظر میرسد بزرگ بودن این سطح در اثر رشد بسیار آرام و آهستهتر این سطح در برابر سطوح رشدی دیگر کوارتز رخ داده است. نابرابری این سطح در برابر سطوح دیگر بلوری به دو صورت تفسیر میشود: (الف) خاستگاه تغذیه کننده برای رشد بلور کوارتز (شارهی غنی از سیلیس) به طور نابرابر جریان داشته است. این توزیع نابرابر در ارتباط با حضور عاملی مزاحم در انتشار برابر یونهای سیلیس است، (ب) ورود نرات بسیار ریز و قرارگیری آنها روی سطوح مجاور سبب پیشرفت سرعت رشد در برخی از سطوح میشود. این فرایند در کوارتزهای بلوری قهرود به تعداد کمی قابل مشاهده است (شکل۱۰).

شکل تسین در بلورهای کوارتز قهرود^{۱۱}

فرم تسین در بلورهای کوارتز به حالتی اطلاق میشود که در آن بلورها به صورت منشوری و شش پهلو بسمت راس بلور نازک میشوند. در این شکل صفحهی بلورری m و صفحات لوزی سان با شیبی تدریجی به هم وصل میشوند. در اغلب موارد صفحات r و z در اندازههایی بسیار کوچک و ساده دیده میشوند زیرا این نوع بلورها بسمت راس بسیار نازک میشوند. شکل تسین در شارهها با دماهای بالا (تقریباً ۲۰۰۵) و دارای دی اکسید کربن شکل می گیرد اغلب بلورهای با شکل تسین ساختار بلوری موزاییکی درشت ۲۰ شاخصی دارند که بیانگر سرعت پائین رشد بلوری است. شکل تسین همچنین میتواند ساختار لایهای نشان دهد. این شکلهای بلوری بندرت در کوارتزهای منطقه قهرود مشاهده می شوند (شکل ۱۱).

شکل موزو در بلورهای کوارتز قهرود^{۲۱}

در شکل موزو صفحه m بلور، تقریباً در کل بدنهی بلور کوارتز در زیر صفحه z به صورت متناوب و ترکیبی از صفحات m و z

- 20- macromosaic
- 21- Muzo habit

۱۴- Trigonal habit

۱۵- Trigonal

¹⁶⁻ Hexagonal habit

¹⁷⁻ Needle habit

¹⁸⁻ Dauphine habit

¹⁹⁻ Tessin habit

بلوری با شیبی بسیار تند مشاهده شود.

جایگزین می شود. این ویژگی باعث شده است که شش وجه بلور به خوبی قابل تشخیص نبوده و فقط سه وجهی از وجوه



شکل ۷ فرم تریگونال در کوارتز بلوری قهرود.



شکل ۸ شکل شش گوش در کوارتز بلوری قهرود.



شکل۹ شکل سوزنی در کوارتز بلوری قهرود.



شکل۱۱ شکل تسین در کوارتز بلوری قهرود.

مقاطع عرضی تهیه شده در بخش فوقانی این بلورها به صورت سه گوشهای کامل هستند، در حالی که بخشهای پائینی بلور مقاطع عرضی شش وجهی دارند. شکل موزو شباهت بسیاری شکل تسین دارد ولی در این حالت صفحهی m به صورت متناوب و با شیبی تدریجی به هردو سطح رومبوئدرال r و z ختم میشود [۸]. این شکل در کوارتزهای قهرود فقط در چند نمونه مشاهده شده است (شکل ۲۱).

شکل فانتوم در بلورهای کوارتز قهرود^{۲۲}

حضور بلور کوارتز در درون بلور کوارتز دیگر که احتمالاً به دلیل تغییرات ناگهانی در ماهیت شاره هنگام رشد بلور رخ میدهد شکلی بسیار نادر است که در برخی از بلورهای کوارتز قهرود مشاهده شد (شکل الف-پ ۱۳). این شکل بیشتر به صورت بلورهای ریزسبز دانهی یا سبز بسیار کمرنگ در درون کوارتز بزرگتر مشاهده میشود.

شکل استلاگمیت در بلورهای کوارتز قهرود

این شکل در بلورهایی با سطوح ناصاف و مشابه با کلسیتهای تشکیل شده در غارها اطلاق میشود. در منطقهی مورد بررسی این نمونه به صورت نوعی یافت نشد ولی برخی از نمونههای مورد بررسی شکل نیمه استلاگمیتی در بلورهای کوارتز را نشان میدهند (شکل ت ۱۳).

شکل رشد موازی در بلورهای کوارتز قهرود

رشد موازی به مجموعهای از بلورهای همسان با محورهای بلورنگاری و رخهای موازی اطلاق می شود [۱۰]. چنین انبوهه-ای اگرچه نخست چند بلوری به نظر میرسد ولی تک بلور است زیرا سمت گیری ساختار درونی (اتمی) در تمام نمونه بدون تغییر است [۱۰]. بین نمونههای کوارتز بلوری جمع آوری شده در منطقهی قهرود، چند نمونه با ریختشناسی بلورهای موازی یافت شدند. در مرجع [۱۰] انواع رشد بلوری موازی در دو رده-ی (الف) رشد تک بلور موازی و (ب) رشد بلورهای مجموعهای-موازی ردهبندی شده است. رشد تک بلور موازی بلورها شامل دو زیر ردهی موازی-نرمال و موازی- وارون است. رشد موازی-نرمال بلور در صورتی رخ میدهد که بلور رشد کرده در راس ضخامت بیشتر از بلور پایه قرار داشته باشد در صورتیکه رشد موازی-وارون بلور به حالتی اطلاق می شود که بلور رشد کرده فوقانی در راس بلور، ضخامت کمتری نسبت به بلور پایه داشته باشد (شکل ۱۴). برخی از بلورهای مورد بررسی در منطقهی c قهرود دارای رشد تک بلور موازی-معکوس به موازات محور بلور بوده و رشد موازی در راس بلور به یک تک بلور جدا شده از کوارتز بلوری در پایه آن ختم می شود (شکل ۱۴). در حالت رشد بلوری مجموعهای-موازی، بلورهای کوارتز در راستای محور c بلور اول رشد کرده و در راس بلور به جای یک هرم بزرگ به چند هرم کوچک ختم شده است (شکل ۱۵). این شکل در تعدادی از بلورهای کوارتز قهرود شناسایی شده است (شکل ۱۵).

دوقلویی قاعدہ ژاپن در کوارتزهای بلوری قهرود

دوقلویی با قاعده ژاپن در کوارتز در اثر به هم جوش شدن و سطح با زاویه ۸۴ درجه و ۳۳ دقیقه و در راستای [۱۱۲۲] بهوجود میآید. انتهای محور c دو بلور در این دوقلویی متصل به هم است [۱۱] (شکل ۱۶ الف و ب). این نوع ماکل کوارتز در ژاین زیاد دیده می شود [۱۱]. مرز اتصال مشترک بین دو بلور

می تواند به صورت (الف) خطی صاف و یا (ب) غیر خطی باشد (شكل ١۶ الف و ب).

در دوقلویی قاعده ژاپن با مرز مشترک صاف، صفحهی اصلی و موازی محور c بلور کوارتز دارای شاخص میلر ($1 \circ \overline{1} \circ$)، صفحهی رومبوئدرال راس بلور دارای شاخص میلر (۱ ۰ آ ۱)، و صفحهی z مشخص کننده ی چپ گرد یا راست گرد بودن بلور با شاخص (۱ آ ۱۰) است (شکل ۱۶ الف). در حالت دوم مرز جدا کننده بین دو بلور دوقلویی، یک خط مشخص و صاف نبوده بلکه دارای انحنا و پیچ و خمهایی است (شکل۴) که این عوامل باعث ایجاد صفحات متفاوتی از جمله (آ آ آ آ) و (آ آ آ آ) می شود [۱۱]. دوقلویی قاعده ژاپنی یافت شده در یک نمونه کوارتز بلوری در منطقهی قهرود دارای مرز اتصال خطی با زاویهی بین دو بلوری برابر با ۸۴ درجه و ۲۹ دقیقه است (شکل ۱۶ پ و ت). برای تعیین زاویهی بین دو شاخک کوارتز از رابطهی هندسی مثلث متساوی الساقین استفاده شد. بنابر ردهبندی [۱۲] این نمونه از نظر زاویهی بین بلوری مشابه با نمونههای نوعی ریچنستین با زاویه ۷۶ درجه و ۳۴ دقیقه ردهبندی میشود. بنابر نظر [۱۱]، ساختار ترکیبی برای کوارتزهای با قاعدهی دوقلویی ژاپن متفاوت بوده و شامل انواع ساختاری زیر است:

(الف) نمونههایی که هر دو نوع کوارتز چپ گردند، (ب) نمونه-هایی که هر دو نوع کوارتز راست گردند، (پ) نمونههایی که دارای هر دو ساختار چپگرد و راستگردند. نمونه یافت شده در منطقهی قهرود دارای ساختار بلوری نوع دوم یا هر دو نوع کوارتز راست گرد می باشند (شکل ۱۶ پ و ت).



شکل ۱۲ شکل موزو در کوارتز بلوری قهرود.



شکل ۱۳ (الف-پ) شکل فانتوم در بلورهای کوارتز قهرود، (ت) شکل نیمه استلاگمیتی در بلورهای کوارتز قهرود.



شکل۱۴ بلورهای کوارتز با رشد موازی- وارون نسبت به محور c بلور در کوارتزهای بلوری قهرود.



شکل ۱۵ رشد بلوری مجموعهای-موازی در کوارتزهای بلوری قهرود. مجموعهای از بلورهای کوارتز به موازات محور c بلور و در دنبالهی بلور کوارتز پایه رشد کرده است.



شکل۱۶ دوقلویی با قاعدهی ژاپنی در بلورهای کوارتز. (الف) سطح مشترک جدا کننده دو بلور کوارتز با قاعده ژاپن بصورت خطی و صاف است [۱۱]، (ب) مرز غیر خطی در دو کوارتز با قاعدهی ژاپن [۱۱]، (پ) کوارتز شناسایی شده با ماکل قاعدهی ژاپن در منطقه قهرود (اندازه هر بلور کوارتز در حدود ۷ سانتی متر است)، (ت) دوقلویی در کوارتز قهرود با قاعده ژاپن. زاویهی اندازه گیری شده بین دو سطح متصل به هم تقریبا برابر با ۸۴ درجه و ۲۹ دقیقه است.

برداشت

بررسیهای صحرایی منطقه نشان میدهد که نفوذ تودهی گرانیتوئیدی و گرمابهای وابسته به آن مهمترین فازهای اثر گذار در دگرسانی سنگهای منطقه بوده و کوارتزهای درشت و خود شکل در داخل درز و شکافهای سنگهای مختلف در منطقه مورد بررسی تشکیل شده است.

بلورهای کوارتز قهرود از نظر ویژگیهای بلورشناسی و
 ساختاری دارای تنوعی از شکلهای بهنجار یا پریسماتیک،
 ششگوش، موزو، تسین، دافینه، سوزنی، سهگوش چپگرد و

راستگرد، بلورهای با رنگهای متفاوت و شکلهای فانتوم (سبز رنگ)، رشد موازی تک بلور و مجموعهای و دوقلویی قاعده ژاپنی هستند.

– دوقلویی قاعده ژاپنی یافت شده در یک نمونه کوارتز بلوری در منطقه قهرود دارای مرز اتصال خطی با زاویهی بین دو بلوری برابر با ۸۴ درجه و ۲۹ دقیقه است.

- تنوع زیاد ساختاری و ریختشناسی در انواع بلورهای کوارتز قهرود را میتوان به عوامل وابسته به تنوع لیتولوژی سنگهای میزبان (توده گرانیتوئیدی، ماسه سنگ، اسکارن)، تاثیر سیالات [6] Rykart R., "*Quarz-Monographie*", Ott Verlag Thun, (1995) 461pp.

[7] Dibble H.L., "Quartz: An introduction to crystalline quartz" Trust Fund Publ. NY USA (2002) 100pp.

[8] *"The quartz page: crystals-introduction"* http://www.quartzpage.de/crs_intro.html.

[٩] رضاپور م. ر.، "مطالعه بلورهای شکل دار کوارتز منطقه کاشان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز (۱۳۹۳) ۱۷۶ صفحه.

[10] Hurlbut S. C., Klein, C., "*Manual of Mineralogy*", 20th ed., (1985) ISBN 0-471-80580-7.

[11] Kozu S., "Japanese Twins of Quartz", American Journal of Science,1 (1952) 281-292).
[12] Goldschmidet V., "Uber die Zewillingsgesetzc des Quartz", Tschermarks Min.

Petr. Mitt. 24 (1905) 167-182.

گرمابی مرتبط با نفود توده گرانیتوئیدی میوسن و دایکهای تاخیری ترشیاری در این منطقه نسبت داد.

مراجع

 بدر ۱.، طباطبائی منش م.، مکی زاده م.، هاشمی م.، تقی پور ب.، *"مطالعه کانی شناسی و ژئوشیمی توده نفوذی قهرود"*، پترولوژی ۱۵ (۱۳۹۲) ص ۱۰۴–۹۷.
 شرافت ش.، محمدی نسب ع.، مکی زاده م. ع.، خدامی م.، *"پیدایش ژاروسیت در گرانودیوریتهای دگرسان قهرود"* دانشگاه آزاد واحد زاهدان، (۲)۳، (۱۳۸۵) ص ۱۰۱–۹۶.

[3] Cornelis K., Cornelius H. S., "Manual of mineralogy" 20th. Ed. (1985) Jihan Wiley and Sons.

[۴] آقانباتی ع.، ^{*}زمین شناسی /یران^{*}، سازمان زمینشناسی و اکتشافات معدنی کشور (۱۳۸۳) ۵۸۶ صفحه.

[۵] رادفر ج.، علایی مهابادی س.، امامی م. ح.، *تقشه زمین شناسی د. تقشه زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران، تهران (۱۳۷۲).*