



رخداد گوهرسنگ کیانیت در دگرگونی های جنوب همدان؛ گوهرشناسی و کاربردهای صنعتی

نازنین برزگر^{۱*}، محمدرضا حسین‌زاده^۲، عباس ذوالفقاری^۱، وارطان سیمونز^۳

۱- دانشجوی دکتری زمین‌شناسی اقتصادی، بخش علوم زمین، دانشگاه تبریز

۲- استاد، بخش علوم زمین، دانشگاه تبریز

۳- دانشیار، بخش علوم زمین، دانشگاه تبریز

Geo.Barzegar@gmail.com

چکیده

در این پژوهش از بین آلومینوسیلیکات‌هایی که در مناطق مختلف کمربند دگرگونی-ماگمایی سنندج-سیرجان وجود دارند، کانی کیانیت یا دیستن در پهنه جنوبی همدان از نظر گوهرشناسی و کانی‌شناسی مورد بررسی قرار گرفته است. رخنمون‌های قابل توجهی از کانی کیانیت در همراهی با رگه‌های کوارتز در زمینه‌ای از سنگ‌های هورنفلس و شیست در جنوب همدان مشاهده می‌شود. در پژوهش حاضر از روش تجزیه پراش پرتو ایکس به منظور کانی‌شناسی گوهرسنگ کیانیت و کانی‌های همراه آن استفاده گردید. با تراش نمونه‌های نیمه شفاف و استفاده از روش‌ها و ابزارهای غیرتخریبی گوهرشناسی، همچون رفراکتومتر ضریب شکست کیانیت‌های منطقه ۱/۷۱ اندازه‌گیری شد. همچنین وزن مخصوص آن با ترازوی هیدرواستاتیک ۳/۵۱ گرم بر سانتی متر مکعب محاسبه شد. در چرخش ۳۶۰ درجه آنالیزور دستگاه پلاریسکوپ، این گوهرسنگ به صورت روشن و تاریک مشاهده می‌گردد که نشان دهنده خاصیت نوری دوشکستی DR آن است. با توجه به همراهی کانی کیانیت با سایر آلومینوسیلیکات‌ها مانند سیلیمانیت، آندالوزیت، کوردیریت و کزندوم، بیشترین کاربرد این کانی در معدنکاری سطحی، استفاده در صنایع دیرگداز و خودروسازی (تولید شمع اتومبیل، صفحه کلاچ، واشر سرسیلندر) و خمیره اتصال دهنده ذرات ساینده صفحات برش است. با اکتشافات تفصیلی و معدنکاری تحت‌الارضی می‌توان به ذخایر و بلورهای غیر هوازده گوهرسنگ کیانیت دست پیدا کرد؛ که در این صورت اقتصادی‌ترین کاربرد آن استفاده در صنعت جواهرات و گوهرسنگ‌ها است زیرا درآمد بالای ایجاد شده در این صنعت و میزان مصرف کم مواد اولیه، قابل مقایسه با سایر صنایع نیست.

کلیدواژه‌ها: کیانیت، آلومینوسیلیکات، گوهرشناسی، گوهرتراشی، همدان

Occurrence of Kyanite Gemstone in Southern Hamadan Metamorphisms; Gemology and Industrial Uses

Nazanin, Barzegar ^{1*}; Mohammad Reza, Hosseinzadeh ², Abbas, zolfaghari¹, Vartan, Simmonds³

¹ PhD Student of Economic Geology, Department of Earth Sciences, University of Tabriz

² Professor, Department of Earth Sciences, University of Tabriz

³Associate Professor, Department of Earth Sciences, University of Tabriz

Geo.Barzegar@gmail.com

Abstract

Kyanite or distane mineral in the southern of Hamedan has been studied in terms of gemology and mineralogy. Significant outcrops of kyanite mineral associated with quartz veins are observed in the hornfels and schist rocks in the south of Hamedan. In the research, X-ray diffraction analysis method was used for the mineralogical identification of kyanite and associated minerals. By cutting semi-transparent samples and using non-destructive gemological methods and tools, such as a refractometer, the refractive index of kyanites in the region was measured at 1.71. Also, its specific weight was calculated with a hydrostatic balance of 3.51 g/cm³. In the 360-degree rotation of the polariscope analyzer, this gem is seen as light and dark, which indicates its double refraction optical property. Due to the association of kyanite mineral with other aluminosilicates such as sillimanite, andalusite, corderite and corundum, it can dominantly be used in surficial

mining, as refractory and automotive industries (production of car spark plugs, clutch plates, cylinder head gaskets) and abrasive particle bonding paste. Cutting pages. With detailed explorations and underground mining, it is possible to find deposits and unweathered kyanite gemstone crystals; In this case, the most economical use of kyanite is in the jewelry and gems industry, Because the high income generated in this industry is not comparable to other industries.

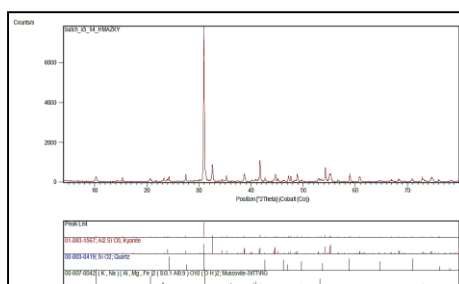
Keywords: Kyanite, Aluminosilicate, Gemology, Lapidary, Hamadan

۱- مقدمه

در کمر بند دگرگونی-ماگمایی سندرچ-سیرجان کانی‌های دگرگونی شاخصی مشاهده می‌شود که هر کدام می‌تواند، دلیلی برای شروع مطالعات مفصل در این زون باشد. بررسی این زون دگرگونی از جنبه‌های مختلفی همچون فلززایی، ذخایر کانی‌های صنعتی و گوهرسنگ‌ها حائز اهمیت است. این پژوهش در پهنه جنوبی همدان انجام شده و از بین آلومینوسیلیکات‌هایی که در این پهنه رخمون دارند، کانی کیانیت یا دیستن از نظر گوهرشناسی، کانی‌شناسی و کاربردهای صنعتی مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- مواد و روش‌ها

گوهرسنگ کیانیت در این منطقه با روش پراش پرتو ایکس در آزمایشگاه "مرکز فراوری کرج" اثبات شد (شکل ۱). سپس با بررسی خصوصیات فیزیکی، نمونه‌هایی از آن برای تراش انتخاب گردید. بعد از تراش، پارامترهای گوهرشناسی آن به وسیله دستگاه‌های پلاریسکوپ به منظور تعیین ویژگی‌های نوری (انیزوتروپی و انکسار دوگانه)، دستگاه رفرکتومتر برای اندازه‌گیری ضریب شکست و ترازوی هیدرواستاتیک برای اندازه‌گیری وزن مخصوص در آزمایشگاه "گوهرگستران الماس آسیا شیراز" مورد بررسی قرار گرفت.



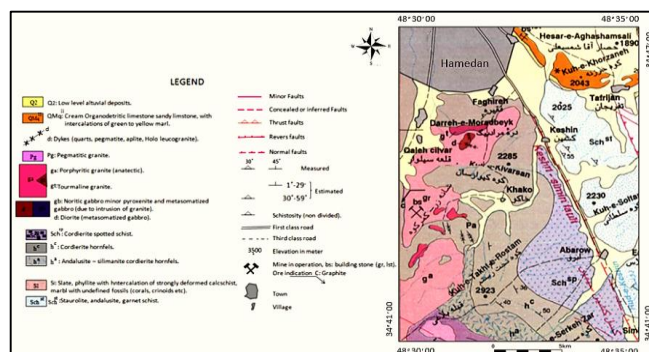
شکل ۱- تجزیه پراش پرتو ایکس از گوهرسنگ کیانیت همدان در همراهی با کوارتز و مسکوویت؛ بیانگر میزبانی از رگه‌های سیلیس و میکاشیست

۳- بحث

زمین‌شناسی منطقه

منطقه مورد پژوهش در زون سندرچ-سیرجان و در پهنه جنوبی همدان بین عرض‌های جغرافیایی $34^{\circ}43'$ تا $34^{\circ}47'$ درجه شمالی و طول‌های جغرافیایی $48^{\circ}30'$ تا $48^{\circ}35'$ درجه شرقی واقع شده است (شکل ۲). این محدوده به طور عمده از سنگ‌های دگرگونی و توده‌های نفوذی مزوزوئیک تشکیل شده است. گرانیتوئیدها، در بخش‌های وسیعی از منطقه رخمون داشته و توسط سنگ‌های دگرگونی مجاورتی و ناحیه‌ای در برگرفته شده است. وجود باتولیت الوند و تشکیل دایک‌های آپلیتی-پگماتیستی مرتبط با آن و همچنین فعالیت‌های مختلف دگرگونی سبب شده است که این محدوده دارای تنوع لیتولوژیکی گسترده‌ای باشد که منشاء تشکیل بسیاری از کانسارهای فلزی، غیرفلزی و گوهرسنگ‌هاست. سنگ‌های

دگرگونی ناحیه‌ای، به سن پالئوزوئیک تا اوایل ژوراسیک (Shahbazi et al, 2010) است که قدیمی‌ترین واحدهای زمین‌شناسی منطقه، شامل اسلیت، فیلیت، هورنفلس و انواع شیست‌ها می‌باشد (شکل ۳). دگرگونی ناحیه‌ای این منطقه از نوع دما و فشار متوسط، تیپ باروون (سیلیمانیت-کیانیت) است (Mohajjel et al., 2003). سنگ‌های دگرگونی منطقه، پیش از دگرگونی مجاورتی، تحت تأثیر دگرگونی ناحیه‌ای قرار گرفته‌اند که تا رخساره شیست سبز و آمفیبولیت پیش رفته است (Baharifar et al, 2004, Saki, 2011).

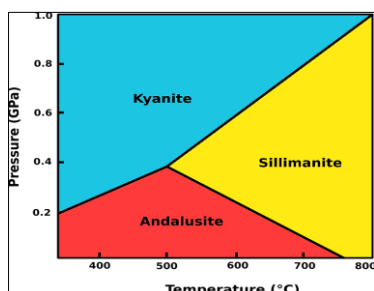


شکل ۲- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، برگرفته از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ همدان (Eghlimi, 2001)



شکل ۳- نمایی از میکاشیست و هورنفلس‌های حاوی رگه‌های کوارتز-کیانیت در منطقه مورد مطالعه

کیانیت، آندالوزیت و سیلیمانیت آلومینوسیلیکات‌هایی با ترکیب مشابه (Al_2SiO_5) هستند که به دلیل تغییرات فشار و دما کانی‌های مجزایی را تشکیل داده‌اند. در پهنه جنوبی همدان نیز گاهی این کانی‌ها در کنار یکدیگر رخمون دارند. به صورتی که در انتهای یک بلور کیاستولیت (آندالوزیت صلیبی) می‌توان تبدیل شدگی سیلیمانیت را مشاهده نمود (شکل ۴) که این توصیف از دی‌گرام دما-فشار پلی‌مورف‌های سیلیکات آلومینیوم از ریچاردسون و همکاران (۱۹۶۹) نیز قابل استنباط است (شکل ۴).



شکل ۴- تبدیل شدگی کپاستولیت (آندالوزیت صلیبی) به سیلیمانیت، نمونه برداری از منطقه جنوب شرق همدان. دیاگرام دما-فشار در تشکیل پلی-مورف‌های سیلیکات آلومینیوم (Richardson et al., 1969)

کیانیت‌ها عمدتاً در سنگ‌های شیستی، هورنفلسی و رگه‌های کوارتزی منطقه دیده می‌شود. این کیانیت‌ها به دو دسته ریزبلور و درشت بلور تقسیم می‌شوند: نمونه‌های درشت بلور عمدتاً نیمه شفاف و به ندرت شفاف هستند (شکل ۵)؛ گاهی در جهت رخ خاصیت تورق نشان داده که جزء معایب تراش آن محسوب می‌شود. در هنگام برش کانی بایستی به سختی متغیر ($4/5$ تا 5 ، موازی محور C بلور و $6/5$ تا 7 عمود بر محور C بلور) و رخ آن توجه نمود؛ به صورتی که بخش table نگیں، بعد از تراش عاری از خطوط ضعف ناشی از رخ باشد. همچنین به دلیل رخ کامل (100) و خوب (010) این گوهرسنگ، بایستی در تلفیق آن با فلزات از "head" و "setting" مناسب استفاده شود تا از این گوهر به خوبی محافظت گردد (Henn and Milisenda, 2004). فرم‌های بلوری کیانیت شامل فرم ستونی (columnar)، تیغه ای (bladed) و عمدتاً فیبری (fibrous) است؛ که گاهی در نمونه‌های فیبری آن خاصیت چشم گربه (chatoyancy) مشاهده می‌گردد (Lazzarelli, 2010)؛ همچنین در برخی از آنها به ندرت اثر الکساندریت یا تغییر رنگ ضعیفی از آبی پررنگ تا بنفش نمایان می‌شود. نوع دیگری از کیانیت‌ها در این منطقه به صورت بلورهای ریز درهم تنیده به رنگ‌های غالباً آبی، سیاه و زرد مایل به قهوه‌ای مشاهده می‌شوند که مناسب تراش دامله و فانتزی است (شکل ۶).



شکل ۵- تصاویری از نمونه دستی و نمونه‌های تراش خورده از کیانیت‌های بلوری منطقه همدان



شکل ۶- نمونه تراش خورده از کیانیت‌های ریزبلور به رنگ‌های غالباً آبی، سیاه و زرد مایل به قهوه‌ای، منطقه همدان

خصوصیات گوهرشناسی

ابتدا نمونه‌هایی از کیانیت‌های منطقه تراش داده شد (شکل ۵ و ۶) سپس نمونه نیمه شفاف با قابلیت عبور نور جهت مطالعه گوهرشناسی انتخاب گردید (شکل ۷). با استفاده از روش‌های غیرتخریبی گوهرشناسی و به کارگیری ابزار رفراکتومتر، ضریب شکست کیانیت‌های منطقه $1/71$ اندازه‌گیری شد. همچنین وزن مخصوص آن با استفاده از ترازوی هیدرواستاتیک $3/51$ گرم بر سانتی متر مکعب محاسبه شد. جهت بررسی آنیزوتروپی و انکسار دوگانه این گوهرسنگ از پلاریسکوپ استفاده شد و مشخص گردید که در چرخش 360 درجه آنالیزور، این گوهرسنگ روشن و تاریک می‌گردد که نشان دهنده خاصیت نوری دوشکستی (DR) (Double Refraction) آن است (شکل ۸).



شکل ۷- نمونه نیمه شفاف تراش خورده از کیانیت های منطقه همدان جهت مطالعات گوهرشناسی



شکل ۸- (۱) بررسی ضریب شکست کیانیت های منطقه با استفاده از رفرکتومتر، (۲) تعیین وزن مخصوص با استفاده از ترازوی هیدرواستاتیک (۳) مشاهده خاصیت انکسار دوگانه (DR) با استفاده از پلاریسکوپ

کاربردهای صنعتی

کیانیت در بخش‌های فشار بالای دگرگونی‌های ناحیه ای گاه‌ها در یک محدوده رخنمون قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. با توجه به همراهی کانی کیانیت با سایر آلومینوسیلیکات‌ها مانند مولیت، سیلیمانیت، آندالوزیت، کاردیریت و کوندوم، بیشترین کاربرد آن در معدنکاری سطحی، استفاده در صنایع دیرگداز و خودروسازی (تولید شمع اتومبیل، صفحه کلاچ، واشر سرسیلندر) و خمیره اتصال دهنده ذرات ساینده صفحات برش است (شکل ۹). با اکتشافات و معدنکاری تحت الارضی می‌توان به ذخایر و بلورهای غیر هوازده گوهرسنگ کیانیت دست پیدا کرد. در این صورت اقتصادی‌ترین کاربرد برای آن صرفاً استفاده در صنعت جواهرات و گوهرسنگ‌ها است زیرا درآمد بالایی ایجاد شده در این صنعت و میزان مصرف کم مواد اولیه، قابل مقایسه با سایر صنایع نیست.



شکل ۹- کاربرد کانی کیانیت در تولید شمع اتومبیل، صفحه کلاچ، واشر سرسیلندر و خمیره اتصال دهنده ذرات ساینده صفحات برش



۴- نتیجه‌گیری

کیانیت‌های منطقه همدان عمدتاً در سنگ‌های شیستی، هورنفلسی و رگه‌های کوارتزی دیده می‌شود. این کیانیت‌ها به دو دسته ریزبلور و درشت بلور تقسیم می‌شوند. نمونه‌های درشت بلور عمدتاً نیمه شفاف و به ندرت شفاف هستند. نمونه‌های ریزبلور نیز به صورت درهم تنیده به رنگ‌های غالباً آبی، سیاه و زرد مایل به قهوه‌ای مشاهده می‌شوند. تلفیق اطلاعات حاصل از تراش و مطالعات گهرشناسی بیانگر این است که نمونه‌های مورد مطالعه مناسب تراش دامله و فانتزی است و در صورت بهسازی می‌تواند برای تراش فست نیز مناسب باشند.

با توجه به همراهی کانی کیانیت با سایر آلومینوسیلیکات‌ها مانند مولیت، سیلیمانیت، آندالوزیت، کردیریت و کاردوم، بیشترین کاربرد آن در معدنکاری سطحی، استفاده در صنایع دیرگداز و خودروسازی (تولید شمع اتومبیل، صفحه کلاچ، واشر سرسیلندر) و خمیره اتصال دهنده ذرات ساینده صفحات برش است. با اکتشافات و معدنکاری تحت الارضی می‌توان به ذخایر و بلورهای غیر هوازده گوهرسنگ کیانیت دست پیدا کرد. در این صورت اقتصادی‌ترین کاربرد آن استفاده در صنعت جواهرات و گوهرسنگ‌ها است زیرا درآمد بالایی ایجاد شده در این صنعت و میزان مصرف کم مواد اولیه، قابل مقایسه با سایر صنایع نیست.

۵- مراجع

Baharifar A, Moinevaziri H, Bellon H, Piqué A, 2004, The crystalline complexes of Hamadan (Sanandaj–Sirjan zone, western Iran): metasedimentary Mesozoic sequences affected by Late Cretaceous tectono-metamorphic and plutonic events. *CR Geosci* 336:1443–1452.

Donoghue, M., 2006, *Gems*. Elsevier, 937p.

Eghlimi, B., 2001, Geological map of the Hamadan area, No: 5659: 100 000, Geological Survey of Iran, Tehran, Iran.

Lazzarelli, H., 2010, Blue Chart Gem Identification, 3 pages.

Mohajjel M, Fergusson CL, Sahandi MR, 2003, Cretaceous–Tertiary convergence and continental collision, Sanandaj–Sirjan Zone, Western Iran. *J Asian Earth Sci* 21:397–412.

Richardson, S. W., Gilbert, M. C., & Bell, P. M., 1969, Experimental determination of kyanite-andalusite and andalusite-sillimanite equilibria; the aluminum silicate triple point. *American Journal of Science*, 267(3), 259–272.

Saki, A., 2011, Formation of Spinel-cordierite-plagioclase symplectites replacing andalusite in metapelitic of the Alvand aureole, Iran, *Geological Magazine*, 148: 423–434.

Shahbazi, H., Siebel, W., Pourmoafae, M., Ghorbani, M., Sepahi, A.A., Shang, C.K., and Abedini, M.V., 2010, Geochemistry and U–Pb zircon geochronology of the Alvand plutonic complex in Sanandaj–Sirjan Zone (Iran): New evidence for Jurassic magmatism: *Journal of Asian Earth Sciences*, 39, 668–683.

Ulrich Henn and Claudio C. Milisenda., 2004, *Gemmological Tables*, P. 3, German Gemmological Association, and ISBN: 3-932515-44-7.