Archive of SID

مجله زمین شناسی کاربردی پیشرفته

زمستان ۹۴، شماره ۱۸

خصوصیات مینرالوگرافی، گوهرشناسی و ارتباط آن با کیفیت صیقل خوری در آگات های جنوب ترود

رسول شیخی قشلاقی

کارشناس ارشد پترولوژی، دانشگاه شهیدبهشتی

منصور قربانی

عضو هیأت علمی دانشگاه شهید بهشتی

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۲۴ تاریخ پذیرش : ۹۴/۶/۱۵

Rasoul.sheikhy@yahoo.com

چکیده

محدوده ای که آگات های مورد مطالعه در آن واقع شده اند در زون ایران مرکزی و در حاشیه شرقی آن قرار دارد. بنا به دلایلی همچون نادر بودن ولکانیسم اسیدی در منطقه، وجود قطعاتی از سنگ میزبان بدون حاشیه واکنشی در آگات ها و آنومالی مثبت Ce و Yb در الگوی نرمالیز شده بر پایه کندریت می توان گفت که سیلیس تأمین کننده این آگات ها از متن ولکانیک ها تأمین شده است. این آگات ها ۱ تا ۸ مرحله رشد را نشان می دهند که هر مرحله رشد با یک بافت خاص مشخص می شود. از بافت هایی که در این آگات ها مشاهده می شود می توان به اسفرولیتی، نواری تا شبه اسفرولیتی، واریولیتی، میکروگرانولار، آکسیولیتی تا واریولیتی و کریپتوکریستالین اشاره کرد. در این آگات ها رنگ، ضریب شکست، وزن مخصوص و کیفیت صیقل خوری با یکدیگر رابطه مستقیم دارند به طوری که این خصوصیات در آگات های دارای بافت کریپتوکریستالین و دانه ریزتر، بیشتر از سایر آگات ها است و در آگات های دارای بافت اسفرولیتی به حداقل می رسد. همچنین آگات هایی که در جهت عرضیشان بافت نواری تا شبه اسفرولیتی دارند، نسبت به جهت طولیشان که دارای بافت آکسیولیتی و واریولیتی هستند، پر رنگ ترند اما شفافیت کمتری دارند. از این ویژگی ها می توان به صورت کاربردی در تراش و فرآوری آگات ها استفاده کرد.

کلمات کلیدی: *ایران مرکزی؛ آگات؛ اسفرولیتی؛ واریولیتی؛ آکسیولیتی*

مقدمه

ویژگی هایی که باعث می شود یک سنگ و یا به طورکلی یک ماده معدنی یا غیر معدنی در رده سنگ های گرانبها جای گیرد عبارتند از : ۱- سرشت زیبایی، درخشش و جلای دلپسند ۲- استحکام ۳- کمیاب بودن ۴- رنگ ۵- قابلیت حمل و نقل (قربانی، ۱۳۸۲). این موارد می تواند تأثیر بسزایی در ارزش سنگ های گرانبها داشته باشد. علاوه بر موارد ذکر شده کیفیت صیقل ایجاد شده نیز می تواند در قیمت گوهرها نقش بسزایی ایفا کند. محدوده ای که گوهرهای مورد مطالعه در آن قرار دارند در زون ایران مرکزی و در حاشیه شرقی آن واقع می باشد. این محدوده در طول جغرافیایی ′۰۳ - °۵۵ - ′۴۹ - °۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱۹ °۳۵ - ′۱۳ °۳۵ شمالی قرار دارد (شکل۱ الف و ب).

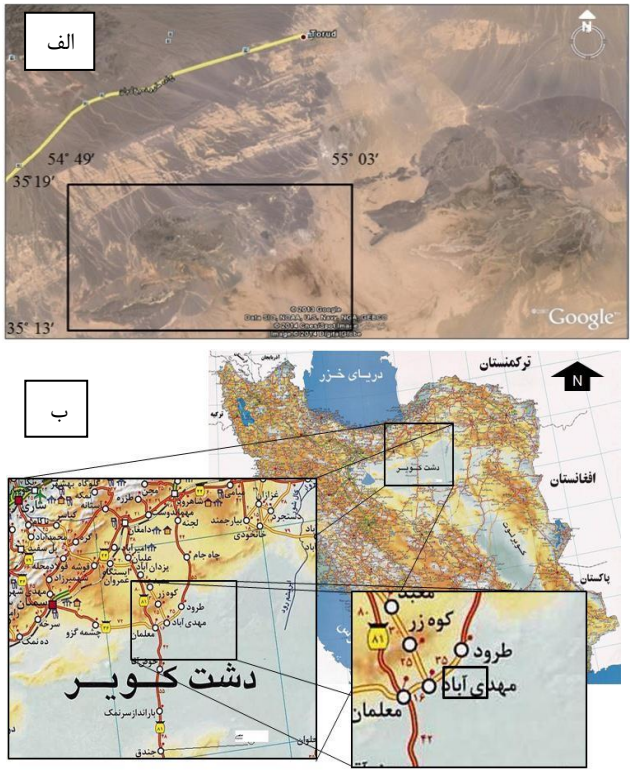
از محدود مطالعاتی که در رابطه با این موضوع در ایران به انجام رسیده می توان به کارهای حاج علیلو و همکاران (۱۳۹۰) در منطقه میانه اشاره کرد. این افراد معتقدند که کانی سازی آگات در منطقه، درون واحدهای آتشفشانی اسیدی ائوسن به شکل پر کننده حفرات رخ داده است. همچنین آن ها ضریب شکست و وزن مخصوص آگات های منطقه میانه را به ترتیب۱,۵۳ تا ۱,۵۵و ۲,۶۳ تا ۲,۶۶، و کیفیت صیقل خوری را خوب تا عالی گزارش کرده اند (حاج علیلو و همکاران، ۱۳۹۰). اما در منطقه ترود مطالعاتی که تاکنون بر روی مواد معدنی نیمه قیمتی به انجام رسیده تنها در رابطه با فیروزه و طلا است. از این مطالعات می توان به کارهای Diche (1944) اشاره کرد که عیار طلا را ۲ تا ۳ گرم در متر مکعب تخمین زده و به عقیده او خاستگاه طلا در بین رگه های کوارتز است و با گرانیت شرق دهکده کوه زر ارتباط دارد.

همچنین راستاد و همکاران (۱۳۷۹) اعتقاد به ارتباط کانی سازی طلا و مس با سیالات سیلیسی تأخیری مرتبط با نفوذی های نیمه عمیق (با ترکیب اسیدی تا حدواسط) در محدوده معدنی دارستان-باغو دارند. لیاقت و همکاران (۱۳۸۷) نیز پترولوژی، ژئوشیمی و ژنز فیروزه باغو -دامغان را مطالعه کردند و معتقدند که فیروزه از آلونیت و گرهک های آلومین دار تشکیل یافته است و آخرین فاز کانی زایی در منطقه می باشد.

هدف از انجام این مطالعه بررسی تعیین خصوصیات مینرالوگرافی (نوع و تغییرات بافت) و خصوصیات گوهرشناسی آگات ها از جمله ، شفافیت، وزن مخصوص، ضریب شکست و ارتباط این خصوصیات با یکدیگر و به خصوص با کیفیت صیقل خوری است. این مطالعات می تواند در انتخاب بهترین نمونه ها و بهترین جهات برش برای دست یابی به بالاترین کیفیت صیقل که خود می تواند در ارزش افزوده آگات ها نقش بسزایی داشته باشد بسیار با اهمیت باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱. تصویر هوایی و موقعیت جغرافیایی گوهرهای مورد مطالعه بر روی الف، عکس هوایی ب، راه های دسترسی.

روش مطالعه

برای انجام مطالعات مینرالوگرافی و بررسی سایر خصوصیات میکروسکوپی گوهرهای منطقه، پس از انجام عملیات صحرایی و نمونه برداری، تعداد ۱۵۰ مقطع نازک از انواع آگات ها تهیه شد که برای بررسی ارتباط بین جهت برش با کیفیت صیقل خوری، رنگ و شفافیت، ۲۰ عدد از مقاطع نازک در دو جهت طولی و عرضی تهیه شدند. پس از تهیه مقاطع نازک، در مرحله انجام مطالعات میکروسکوپی نوع بافت و تغییرات آن و همچنین سایر خصوصیات مینرالوگرافی آگات ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای تعیین ارتباط بین کیفیت صیقل خوری با نوع بافت نیز تعداد ۱۵۰ نمونه از گوهرهایی که از آنها مقطع نازک تهیه شده بود به صورت تخت، داماله، یمنی، فانتزی و هنری تراش داده شد و بعد، ارتباط مذکور برای هر نمونه مورد بررسی قرار گرفت. لازم به ذکر است آگات هایی که از آنها در دو جهت، مقطع نازک تهیه شده بود دقیقاً در همان جهت ها برش و صیقل داده شدند تا ارتباط بین جهت برش با کیفیت صیقل خوری، رنگ و شفافیت مشخص شود.

همچنین با استفاده از دستگاه رفرکتومتر مدل CL-181 و ترازوی هیدرو استاتیک ضریب شکست و وزن مخصوص هر ۹۶ نمونه اندازه گیری شد. علاوه بر این موارد، سایر خصوصیات گوهرشناسی یعنی رنگ، شفافیت، رنگ خاکه و نوع جلا نیز مورد بررسی قرار گرفت. در آخر نیز برای بررسی منشأ سیلیس تعداد ۳ نمونه از آگات ها جهت آنالیز به روش ICP-OES به آزمایشگاه کانساران بینالود ارسال شد (جدول ۱).

زمین شیمی و خاستگاه زمین شناسی

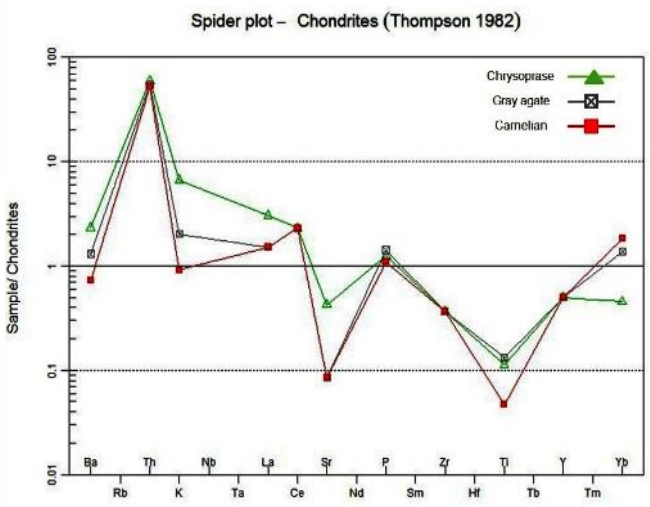
با توجه به مطالعات انجام گرفته گدازه های منطقه مورد مطالعه دارای ترکیب بازالت، الیوین بازالت، بازالت آندزیتی، آندزی بازالت و هورنبلند کوارتز آندزیت است و ترکیب بازیک تا حدواسط دارند و ولکانیسم اسیدی تنها محدود به حجم کمی از توف ها می باشد (شیخی قشلاقی، ۱۳۹۲)، بنابراین با توجه به حجم عظیم آگات های منطقه بعید به نظر می رسد که مایعات ماگماتیک عامل اصلی تشکیل آگات ها بوده باشد. از طرفی وجود قطعاتی از سنگ میزبان بدون حاشیه واکنشی در داخل آگات ها این نظریه که سیلیس ایجاد کننده آگات ها از متن ولکانیک ها تأمین شده باشد را تقویت می کند. همچنین با توجه به مطالعات ژئوشیمی آنومالی مثبت Ce و Yb در نمودار عنکبوتی نرمالیز شده نسبت به کندریت می تواند نشان دهنده این موضوع باشد که سیلیس تشکیل دهنده آگات ها محصول جدایشی ماگما نبوده و از متن ولکانیک های منطقه تأمین شده است (شکل۲). علاوه بر آن طبق این نمودار مقادیر متفاوت Ba، La و Yb در آگات هایی با رنگ های مختلف می تواند حاکی از این مطلب باشد که علاوه بر عناصر Ti، Fe، V، Co، Cu، Mn، Ni و Cr عناصر فرعی و نادر خاکی کمیاب نیز می تواند در رنگ آگات ها نقش داشته باشد. در این رابطه Ba در کریزوپرازها دارای بیشترین مقدار و در کارنلین ها در کمترین مقدار خود است. همچنین در بین آگات های منطقه کریزوپرازها بیشترین مقدار La و کارنلین ها بیشترین مقدار Yb را دارند (شکل۲). بررسی ها نشان داده است که در برخی موارد عناصر فرعی و کمیاب نیز در ایجاد رنگ موثرند. برای مثال عامل ایجاد رنگ در ژادئیت های آبی رنگ جنوب ایران عناصر فرعی و نادر است (Oberhansli et al., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. نتایج آنالیز شیمیایی به روش ICP-OES برای سه نمونه از آگات های منطقه ترود (منظور از DL، حد کشف دستگاه برای عنصر مورد نظر است)

Ce	Cd	Ca	Bi	Be	Ba	As	Al	Ag	نمونه
Ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
۱	۰,۱	۱۰۰	۰,۲	۰,۲	۵	۰,۵	۱۰۰	۰,۱	DL
۲	۰,۲۹	۲۱۱۳	۰,۳۸	۰,۶	۱۶	۲,۲	۵۱۷۳	۰,۱۵	$KK_{۱.}$
۲	۰,۳	۵۹۴	۰,۳۸	۲	۹	۵,۲	۱۰۵۰	۰,۱۴	$M_{۴۴}$
۲	۰,۲۸	۵۷۰	۰,۳۹	۲,۵	۵	۲,۴	۵۲۲	۰,۱۵	$M_{۴۵}$
Mn	Mg	Li	La	K	Fe	Cu	Cr	Co	نمونه
Ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
۵	۱۰۰	۱	۱	۱۰۰	۱۰۰	۱	۱	۱	DL
۷۶	۳۳۲	۵۳	۱	۷۹۸	۷۹۱۴	<۱	۱۳۹	۲	$KK_{۱.}$
۵۹	۲۳۸	۱۴	<۱	۲۴۳	۸۱۲۱	<۱	۷۲۶	<۱	$M_{۴۴}$
۷۷	۳۷۲	۲	<۱	۱۱۰	۹۹۹۶	<۱	۴۳۰	۳	$M_{۴۵}$
Sr	Sc	Sb	S	Pb	P	Ni	Na	Mo	نمونه
Ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
۲	۰,۵	۰,۵	۵۰	۱	۱۰	۱	۱۰۰	۰,۵	DL
۵	<۰,۵	۱۲,۵	۹۸	۸	۵۷	۶	۲۲۵۸	۱,۵۸	$KK_{۱.}$
<۲	<۰,۵	۱,۱۸	<۵۰	۶	۶۵	۱	۷۰۵	۱,۲۸	$M_{۴۴}$
<۲	<۰,۵	۱,۱۴	۵۴	۷	۵۰	۱۷	۴۳۳	۷,۵	$M_{۴۵}$
	Zr	Zn	Yb	Y	V	U	Ti	Th	نمونه
	Ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
	۵	۱	۰,۲	۰,۲	۱	۰,۵	۱۰	۰,۵	DL
	<۵	<۱	<۰,۲	۱	۸	۲,۱	۷۰	۲,۵	$KK_{۱.}$
	<۵	<۱	۰,۳	۱	۵	۲	۸۲	۲,۳	$M_{۴۴}$
	<۵	<۱	۰,۴	۱	۱۴	۲,۲	۲۹	۲,۲	$M_{۴۵}$



شکل ۲. مقدار بهنجار شده ترکیب شیمیایی آگات های جنوب ترود بر پایه کندریت (Thompson, 1982)

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و بررسی

آگات های جنوب ترود از لحاظ بافتی دارای تنوع زیادی هستند و از ۱ تا ۸ مرحله رشد را نشان می دهند که هر مرحله رشد با یک بافت خاص مشخص می شود. در زیر به این بافت ها و تغییرات آنها پرداخته شده است. لازم به ذکر است که به علت جلوگیری از حجم زیاد و همچنین تشابه خصوصیات مینرالوگرافی مقاطع نازک با یکدیگر از ۱۵۰ مقطع مطالعه شده تنها خصوصیات تعدادی از آنها که می توانند نماینده تمامی مقاطع باشند آورده شده است.

نام کانی: آگات

$M_{۴۲}$: خصوصیات ماکروسکوپی: در نمونه دستی دارای رنگ سفید و ساخت توده ای تا موزاییکی است.

خصوصیات میکروسکوپی

بافت: حاشیه مقطع دارای موزاییک های اسفرولیتی کوچک است که به طرف مرکز بزرگتر می شوند. بنابراین می توان گفت که رشد از اسفرولیت های کوچکتر به سمت اسفرولیت های بزرگتر بوده است. کمتر از ۱ درصد کانی های اپاک دارد که گاهی در مرکز اسفرولیت ها قرار می گیرند (شکل۳، الف و ب).

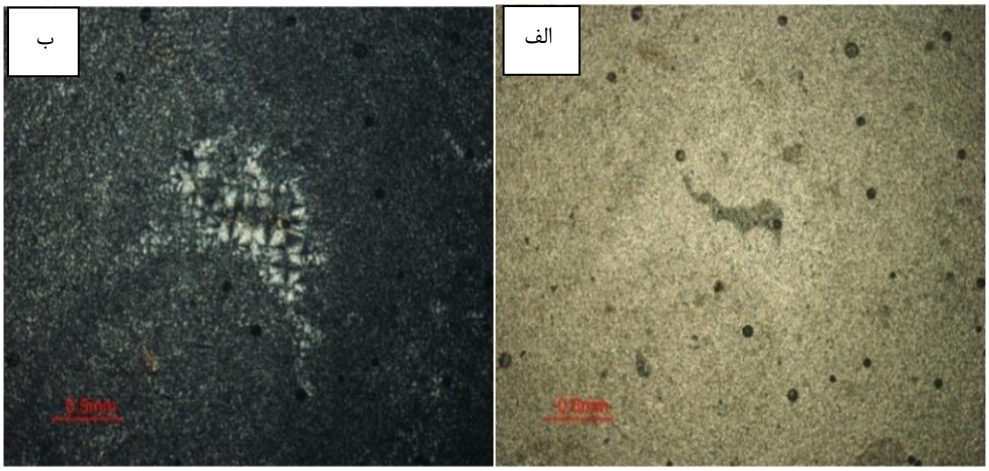
شکل ۳. بافت اسفرولیتی (به سمت مرکز موزاییک های اسفرولیتی بزرگتر می شوند) در الف (نور PPL) و ب (نور XPL)

نام کانی: آگات

$M_{۴۴}$: خصوصیات ماکروسکوپی: در نمونه دستی دارای ساخت توده ای و به رنگ خاکستری مایل به آبی است.

خصوصیات میکروسکوپی:

بافت: در زیر میکروسکوپ بافت کریپتوکریستالین دارد که البته در بعضی قسمت ها به میکروواریولیتی تا میکرواسفرولیتی تغییر می کند (شکل۴، الف و ب). سایر خصوصیات میکروسکوپی: لکه هایی از اکسید آهن در متن کانی دیده می شود (شکل۴، الف و ب).



شکل ۴. بافت کریپتوکریستالین که در بعضی قسمت ها به میکروواریولیتی تا میکرواسفرولیتی تغییر یافته است و لکه های اکسید آهن (لکه های قهوه ای در قسمت بالا سمت راست)در الف (نور PPL) وب (نور XPL)

www.SID.ir

Archive of SID

نام کانی: آگات

$S_{۲۴,۱}$: خصوصیات ماکروسکوپی: در مقطع عرضی ساخت آن از نوع موزاییکی بوده و به رنگ نارنجی مایل به صورتی می باشد.

خصوصیات میکروسکوپی

بافت: دارای بافت نواری تا شبه اسفرولیتی می باشد. این بافت از باندهای سیاه و سفید تشکیل شده است. باند های سیاه متشکل از کوارتز با دانه های ریزتر از باندهای سفید هستند (شکل ۵، الف و ب). نام کانی: کارنلین

$S_{۲۴,۲}$: خصوصیات ماکروسکوپی: در مقطع طولی دارای ساخت نواری و رنگ نارنجی مایل به صورتی (کم رنگ تر از مقطع عرضی) است. در این مقطع آگات مورد نظر شفاف تر از مقطع عرضی است.

خصوصیات میکروسکوپی

بافت: بافت آن به ترتیب از پایین به بالا شامل میکروگرانولار که به سمت بالا دانه ریزتر می شود، واریولیتی، میکروگرانولار و آکسیولیتی تا ماکروواریولیتی است. بخش اعظم مقطع دارای بافت آکسیولیتی است (شکل ۶، الف و ب).

نام کانی: کارنلین

$M_{۱۰}$

خصوصیات ماکروسکوپی

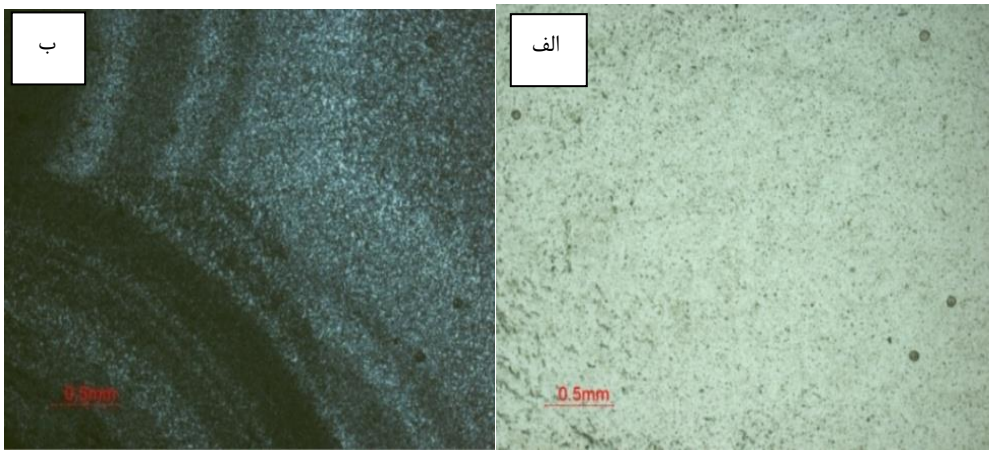
ساخت آن توده ای و ندرتاً حلقوی است و رنگش سبز سیبی تا سبز پررنگ می باشد. رنگ آن ها در ساخت های حلقوی به سمت مرکز غلیظ تر می گردد.

خصوصیات میکروسکوپی

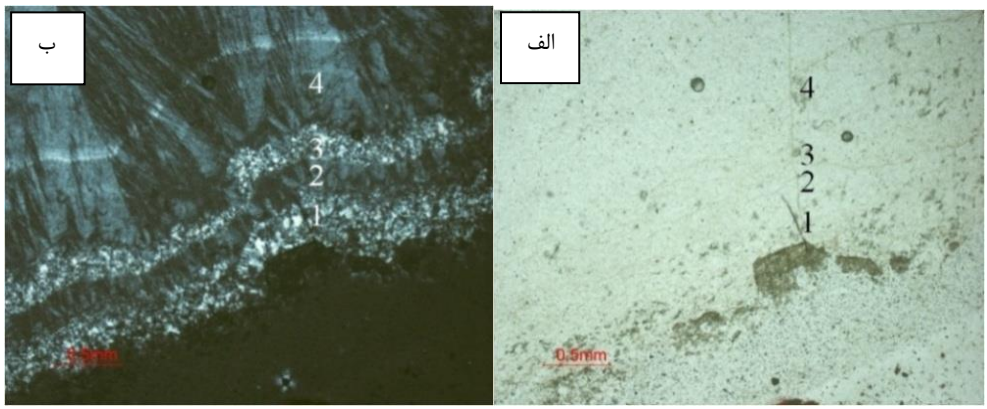
از این نمونه دو مقطع نازک یکی در جهت عرضی (دارای ساخت حلقوی) و دیگری در جهت طولی (دارای ساخت توده ای) به ترتیب با نام های $M_{۱۰,۱}$ و $M_{۱۰,۲}$ تهیه شد که در زیر به خصوصیات میکروسکوپی آنها می پردازیم:

$M_{۱۰,۱}$

بافت: در حاشیه دارای بافت واریولیتی با رنگ سفید است. در قسمت داخلی تر بافت از نوع آکسیولیتی تا واریولیتی با رنگ سیاه است که به سمت مرکز رنگ آن به دلیل افزایش ضخامت رشته های کوارتز سفید می شود. بعد از این بافت ها به ترتیب به سمت مرکز بافت های کریپتوکریستالین، فلسیک، واریولیتی تا اسفرولیتی و گرانولار را مشاهده می کنیم. (شکل ۷، الف، ب، پ و ت).



شکل ۵. بافت نواری تا شبه اسفرولیتی در آگات های منطقه در الف (PPL) وب (XPL)



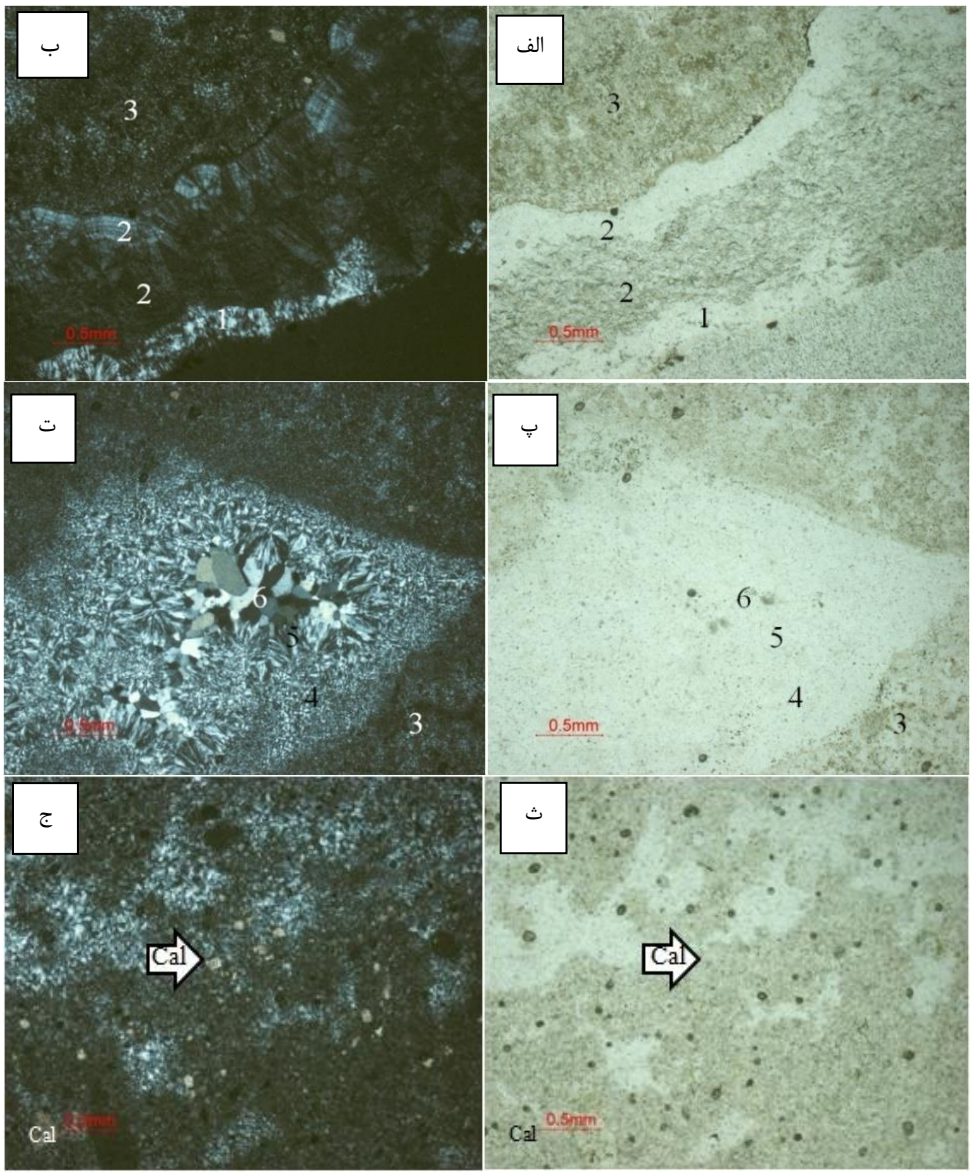
شکل ۶. ۱. بافت میکروگرانولار.۲. بافت واریولیتی. ۳. بافت میکروگرانولار.۴. بافت آکسیولیتی تا ماکروواریولیتی در الف (PPL) وب (XPL)

www.SID.ir

Archive of SID

سایر خصوصیات میکروسکوپی

در زمینه حدود ۵ درصد کانی روتیل سوزنی شکل دیده می شود که در بخش های دارای بافت کریپتوکریستالین مقدار آن بیشتر از سایر بخش ها با بافت های دیگر است. حدود ۲ تا ۳ درصد کلسیت و کمتر از ۱ درصد رس به صورت اولیه در متن این آگات ها دیده می شوند (شکل ۷، ث و ج). از دیگر کانی هایی که در این نوع آگات وجود دارد می توان به کلریت با حجم کمتر از ۱ درصد اشاره کرد.



شکل ۷. ۳. بافت کریپتوکریستالین. پ (PPL) و ت (XPL) ۴. بافت فلسیک ۵. بافت واریولیتی تا اسفرولیتی. ۶. بافت گرانولار. ث (PPL) و ج (XPL) کلسیت موجود در متن آگات.

نام کانی: کریزوپراز

M ۱۰،۲

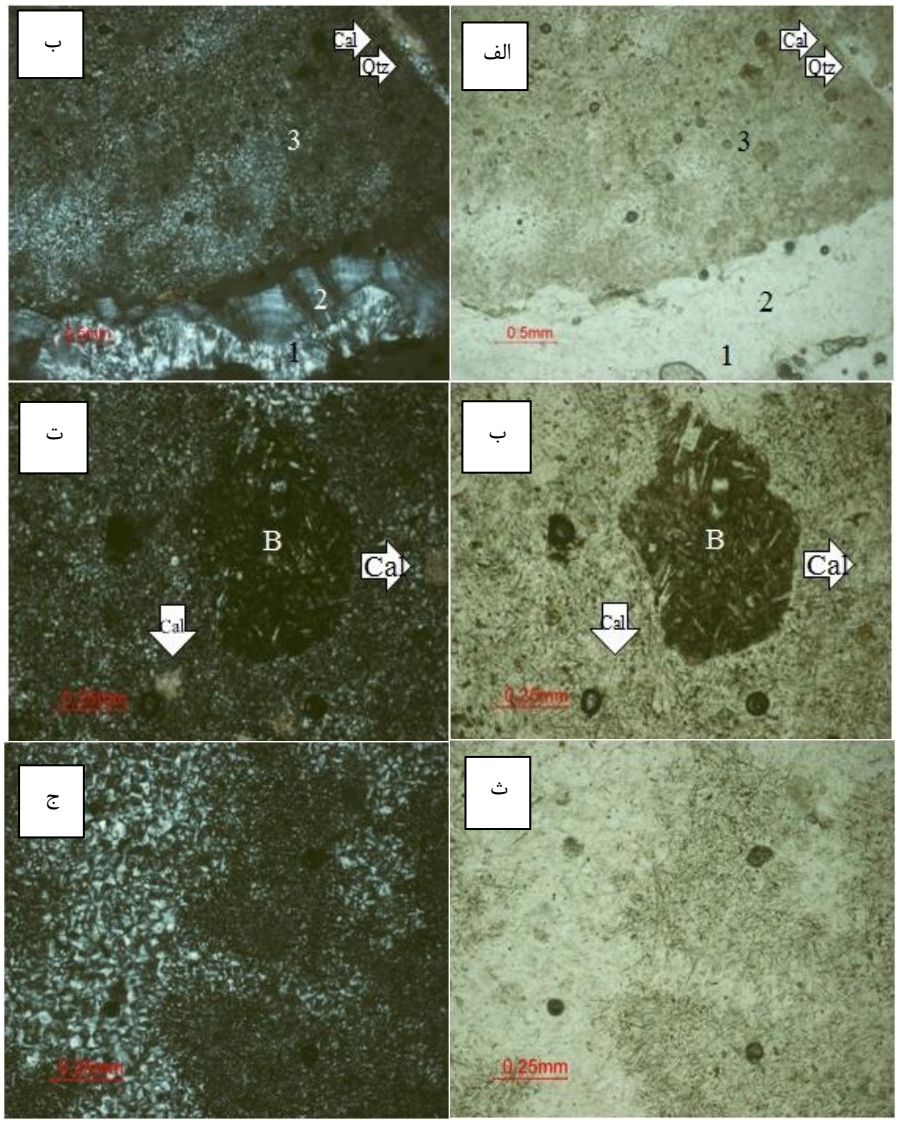
بافت: از حاشیه به سمت مرکز به ترتیب دارای بافت های واریولیتی، آکسیولیتی تا واریولیتی و کریپتوکریستالین است. (شکل ۸، الف و ب). در این جهت برش (طولی) حجم بیشتری از بافت کریپتوکریستالین در مقطع مشاهده می شود.

سایر خصوصیات میکروسکوپی

قطعاتی از بازالت در داخل این آگات ها دیده می شود که می تواند در اثر انحلال از متن بازلت ها باشد (شکل ۸، پ و ت). حدود ۱۰ درصد روتیل سوزنی شکل در متن کانی وجود دارد که بیشتر در بخش های دارای بافت کریپتوکریستالین مشاهده می شود (شکل ۹، ث و ج). حدود ۵ درصد کلسیت و کمتر از ۱ درصد رس در داخل این نوع گوهر مشاهده می شود که بخشی از آنها در متن گوهر و بخش دیگر داخل شکستگی ها را پر می کنند (شکل ۸، الف و ب، ۹، پ و ت). علاوه بر کلسیت بخشی از شکستگی ها را کوارتز ثانویه پر کرده است (شکل ۸، الف و ب). کانی های اپاک انهدرال نیز دیگر کانی موجود در این گوهر می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. الف (PPL) و ب (XPL) ۱. بافت واریولیتی. ۲. بافت آکسیولیتی تا واریولیتی. ۳. بافت کریپتوکریستالین. کلسیت و کوارتز پرکننده شکستگی ها.پ (PPL) و ت (XPL) قطعات بازالت و کلسیت موجود در آگات. ث (PPL) و ج (XPL) روتیل های سوزنی موجود در بخش کریپتوکریستالین آگات.

نام کانی: کریزوپراز

$M_{۴۵}$: خصوصیات ماکروسکوپی: دارای ساخت حلقوی و رنگ نارنجی مایل به صورتی است.

خصوصیات میکروسکوپی

بافت: از حاشیه به سمت مرکز به ترتیب دارای بافت های فلسیک، واریولیتی، آکسیولیتی، فلسیک، میکروواریولیتی، واریولیتی، آکسیولیتی و گرانولار (که به سمت مرکز درشت دانه تر می شود) می باشد (شکل ۸، الف و ب، پ و ت، ث و ج). نام کانی: کارنلین نکته ای که در تراش و فرآوری گوهرهای منطقه بسیار قابل توجه می باشد تغییر کیفیت صیقل خوری گوهرها با تغییر بافت و عوامل رنگ زا در آنان است. این تغییر کیفیت در آگات های سفید تا خاکستری، کارنلین ها، کریزوپرازها، مشاهده می شود. این تغییر کیفیت در آگات های سفید تا خاکستری شاخص تر است (شکل ۱۰). در آگات های سفید که دارای بافت اسفرولیتی تا واریولیتی هستند میزان این کیفیت حداقل است و حداکثر تا سمباده ۴۰۰ مش قابلیت صیقل خوری دارند. بافت آگات های خاکستری کم رنگ از نوع واریولیتی می باشد و کیفیت و میزان صیقل خوری آنها بیشتر از آگات های سفید است و تا سمباده ۸۰۰ مش قابلیت صیقل خوری دارند. نهایتاً کیفیت صیقل خوری در آگات های خاکستری با بافت میکروگرانولار تا کریپتوکریستالین (در بعضی قسمت ها بافت میکروواریولیتی تا میکرواسفرولیتی دارد) به حداکثر می رسد به طوری که تا سمباده با مش ۱۵۰۰ نیز صیقل پذیر می باشند (شکل ۱۰). همچنین کارنلین های دارای بافت رشته ای و کریزوپرازهای پررنگ تر به ترتیب نسبت به کارنلین های دارای بافت اسفرولیتی و کریزوپرازهای کم رنگ کیفیت صیقل بالاتری دارند.

خصوصیات گوهرشناسی

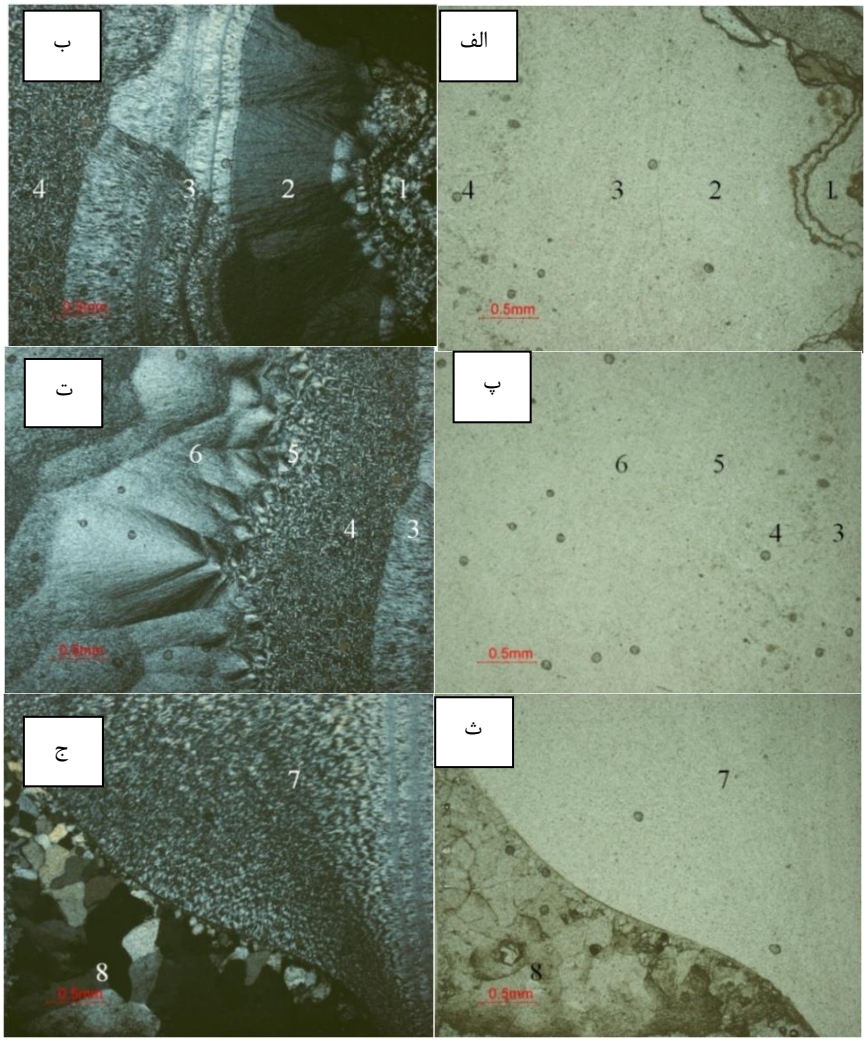
جهت تعیین خصوصیات گوهرشناسی ابتدا تعدادی از آگات های منطقه به صورت تخت، دامله، یمنی، فانتزی و هنری تراش داده شد، سپس به بررسی و تعیین خصوصیات گوهرشناسی از جمله رنگ، شفافیت، رنگ خاکه، نوع جلا،

www.SID.ir

Archive of SID

وزن مخصوص و ضریب شکست پرداخته شد. این خصوصیات برای تمامی گوهرهای منطقه در جدول (۲) آورده شده است.

جهت اندازه گیری ضریب شکست (RI) از دستگاه رفرکتومتر مدل CL-181 استفاده شد. برای اندازه گیری وزن مخصوص (SG) نیز از ترازوی هیدرواستاتیک استفاده شد.



شکل ۹. الف (PPL) و ب (XPL) ۱. بافت فلسیک. ۲. بافت واریولیتی. ۳. آکسیولیتی. ۴. فلسیک. پ (PPL) و ت (XPL) ۳. آکسیولیتی. ۴. فلسیک. ۵. میکروواریولیتی. ۶. واریولیتی.ث (PPL) و ج (XPL) ۷. آکسیولیتی. ۸. گرانولار .

شکل ۱۰. افزایش کیفیت صیقل خوری از آگات های دارای بافت اسفرولیتی تا واریولیتی (آگات های سفید) به سمت آگات های دارای بافت واریولیتی (آگات های خاکستری کم رنگ) و آگات های دارای بافت میکروگرانولار تا کریپتوکریستالین (آگات های خاکستری).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. خصوصیات گوهرشناسی گوهرهای منطقه ترود.

نوع گوهر	رنگ	شفافیت	رنگ خاکه	نوع جلا	وزن مخصوص	ضریب شکست	کیفیت صیقل خوری
کارنلین	نارنجی مایل به صورتی	مات	سفید	چرب	۲،۵۹	۱،۵۱-۱،۵۲	متوسط تا بسیار خوب
آگات های سفید (دارای بافت اسفرولیتی)	سفید	مات تا نیمه مات	سفید	چرب	۲.۵۹	۱،۵۳-۱،۵۴	خوب
آگات های خاکستری کمرنگ (دارای بافت رشته ای)	خاکستری کمرنگ	مات	سفید	چرب	۲،۶	۱،۵۴-۱،۵۵	بسیار خوب
آگات های خاکستری (کریپتوکریستالین)	خاکستری	مات	سفید	چرب	۲،۶-۲،۶۳	۱،۵۴-۱،۵۵	عالی
آگات های زرد (دارای بافت کریپتوکریستالین)	زرد	مات	سفید	چرب	۲،۶۱-۲،۶۳	۱،۵۴-۱،۵۵	بسیار خوب
کریزوپراز	سبز سیبی	کدر	سفید	چرب	۲،۴۴-۲،۴۸	۱،۵۱-۱،۵۲	خوب تا عالی

اندازه گیری ضریب شکست

نسبت سرعت نور در هوا یا خلأ به به سرعت نور در محیط دیگر را ضریب شکست آن محیط گویند که با حروف RI نشان داده می شود. سرعت عبور نور در هر محیطی در ارتباط با تراکم اتمها در ساختمان آن محیط است. هر قدر تراکم اتمها در محیط بیشتر باشد به همان اندازه سرعت عبور نور از آن محیط کمتر و ضریب شکست آن بیشتر است (حاج علیلو، ۱۳۸۸). چندین روش برای اندازه گیری ضریب شکست وجود دارد از جمله استفاده از رفرکتومتر برای انعکاس کلی، روش غوطه وری در مایع و ایجاد خط بک، روش سایه و روش حداقل انحراف (Danai, 2009).

برای اندازه گیری ضریب شکست گوهرهای منطقه از دستگاه رفرکتومتر استفاده شد. برای این منظور پس از ریختن یک قطره از متیلن یدید بر روی شیشه رفرکتومتر سطحی از گوهر که تخت بود بر روی این مایع قرار داده شد و پس از بستن درپوش دستگاه ضریب شکست از داخل عدسی چشمی و از روی مقیاس خوانده شد. پس از انجام این کار در مرحله بعدی، گوهر ۴۵ درجه نسبت به موقعیت قبلی خود چرخانده و سپس ضریب شکست خوانده شد. این عمل با چرخانده شدن گوهر تا ۱۸۰ درجه یعنی ۴ بار ادامه پیدا کرد. این روش برای آگات ها و اپال ها ۲ ضریب شکست و برای جاسپیریت ها ۱ ضریب شکست را به ما داد که همگی در جدول ۱ آورده شده است.

اندازه گیری وزن مخصوص

وزن مخصوص گوهرها تابع دو عامل است: الف) نوع اتمهایی که در ساختمان آن شرکت دارند. ب) تراکم و فشردگی اتمها در شبکه بلوری. اگر تراکم اتمها در شبکه بلوری گوهرها یکسان باشد گوهری که از عنصر سنگین تری تشکیل شده باشد وزن مخصوص بیشتری دارد (حاج علیلو، ۱۳۸۸). در کانی شناسی برای اندازه گیری وزن مخصوص کانی ها از دو روش استفاده می شود. روش اول استفاده از ترازوی هیدرواستاتیک است که روشی ارزان ولی وقت گیر است و روش دوم استفاده از مایعات سنگین می باشد که روشی گران قیمت و مشکل می باشد (ادیب، ۱۳۶۹). جهت اندازه گیری گوهرهای منطقه از ترازوی هیدرو استاتیک استفاده شد که برای به دست آوردن وزن مخصوص این گوهرها وزن هر گوهر یک بار در هوا و یک بار در آب اندازه گیری و سپس از فرمول زیر استفاده شد.

$$\text{وزن مخصوص گوهر} = \frac{\text{وزن گوهر در هوا}}{\text{وزن گوهر در آب} - \text{وزن گوهر در هوا}}$$

برداشت ها و پیشنهادات

با توجه به مطالعات انجام شده می توان چنین نتیجه گرفت که کانی سازی آگات در اثر انحلال ولکانیک های منطقه شکل گرفته است. علاوه بر این تفسیر نمودار عنکبوتی نرمالیز شده نسبت به کندریت نشان دهنده این است که احتمالاً علاوه بر عناصر اصلی ایجاد کننده رنگ عنصر Ba و La در رنگ کریزوپرازها و Yb در رنگ کارنلین ها نیز نقش داشته است.

همچنین تغییر بافت ها در تمامی مقاطع نازک تهیه شده از آگات ها بیانگر این مطلب است که سرعت سرد شدن از حاشیه به سمت مرکز کاهش یافته است. همچنین از آگات هایی که بافت های اسفرولیتی دارند به سمت نمونه های دارای بافت های کریپتوکریستالین و دانه ریزتر کیفیت صیقل خوری افزایش می یابد. از این مطلب چنین بر می آید که حتی یک آگات که در جهات مختلف برش بافت های متفاوت نشان می دهد، در جهت برشی به کیفیت صیقل خوری بالاتری دست می یابد که از بافت دانه ریزتر برخوردار باشد. با مقایسه وزن مخصوص، رنگ، ضریب شکست و کیفیت صیقل خوری آگات ها مشخص شد که خصوصیات گوهرشناسی آنها با یکدیگر در ارتباط اند.

www.SID.ir

Archive of SID

به نحوی که با افزایش ضریب شکست، رنگ، وزن مخصوص و کیفیت صیقل خوری نیز افزایش می یابد. بنابراین می توان گفت که خصوصیات گوهرشناسی در آگات ها با نوع بافت ها در ارتباط اند و بافت های کریپتوکریستالین و ریز دانه تر نه تنها کیفیت صیقل خوری بالاتر بلکه از رنگ غلیظ تر و همچنین ضریب شکست و وزن مخصوص بالاتری برخوردارند. علاوه بر این آگات هایی که در جهت عرضی دارای بافت نواری تا شبه اسفرولیتی هستند، نسبت به جهت طولی که بافت آکسیولیتی و واریولیتی دارند، گرچه شفافیت کمتری دارند اما از رنگ غلیظ تری برخوردارند. از این ویژگی ها می توان به صورت کاربردی در تراش و فرآوری آگات ها استفاده کرد.

با توجه به حجم عظیم آگات ها پیشنهاد می شود که جهت اشتغال زایی جوانان کارگاه های متعدد گوهرتراشی در منطقه احداث شود. علاوه بر این برای دستیابی به کیفیت بهتر و و ارزش اقتصادی بیشتر نمونه های تراش داده شده، تهیه و مطالعه مقاطع نازک و اندازه گیری ضریب شکست و وزن مخصوص تعدادی از آگات ها قبل از تراش، نه تنها برای آگات های منطقه بلکه برای آگات های هر منطقه ی دیگر از دنیا پیشنهاد می شود.

قدردانی

محققین از جناب آقایان مهندس اسماعیل منتخبی، مسعود اویسی و مجید شیرمحمدی جهت همراهی در عملیات صحرایی کمال تشکر و قدردانی را دارند.

منابع

ادیب، د.، ۱۳۶۹، جهان جواهرات، کلیات جواهر شناسی، چاپخانه آرمان، ۳۶۲ صفحه.

حاج علیلو، ب.، وثوق، ب.، مؤذن، م.، ۱۳۹۰، ویژگی های کانی شناسی، ژئوشیمی و علل تنوع رنگ در آگات های میانه، شمال غرب ایران، مجله بلورشناسی و کانی شناسی ایران، شماره ۳، ص ۴۲۷-۴۳۸

حاج علیلو، ب.، ۱۳۸۸، گوهرشناسی، انتشارات پیام نور، ۳۴۰ صفحه.

راستاد، ا.، تاج الدین، ح.، رشید نژاد عمران، ن.، باباخانی، ع.، ۱۳۷۹، خاستگاه و پتانسیل طلا (مس) در محدوده معدنی دارستان- باغو (جنوب دامغان) ، مجله علوم زمین، شماره ۳۵-۳۶، ص ۶۰-۷۹

شیخی قشلاقی، ر.، ۱۳۹۲، ولکانیسم جنوب و جنوب غرب ترود و ارتباط آن با تشکیل سنگ های نیمه قیمتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۲۱۰ صفحه.

قربانی، م، ۱۳۸۲، سنگ ها وکانی های گرانبها و جایگاه آنها در ایران، انتشارات آرین زمین، ۳۹۶ صفحه.

لیاقت، س.، شیخی، و.، نجاران، م.، ۱۳۸۷، مطالعه پترولوژی، ژئوشیمیایی و ژنز فیروزه باغو-دامغان، مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۲، ص ۱۳۳-۱۴۲

Danai, M, 2009, Dictionary of Gems and Gemology, springer, 1334 p.

Dichel, E. 1944, Beitrag Zur Kenntnis der Erzfundstellen Irans: Schweiz minerpetrogr. Mitt. V. 24, Zurich.

Oberhansli R., Bousquet R., Moinzade H., Moazzen M., Arvin M., 2007, The field of stability of blue jadeite, a new occurrence of jadeitite at Sorkhan, Iran, as a case study, The Canadian Mineralogists,V: 45, No: 6, p: 1501-1509.

Thompson, R.N, 1982, Magmatism of the British Tertiairy volcanicprovince, Scattish Journal of Geology, V: 18, No: 1, p: 49-107.

www.SID.ir