

مطالعه ی ویژگی های کانی شناسی و گوهری واریسکایت در معدن کوشک، ایران

مرکزی

نویسنده مسئول: بهمن رحیم زاده*، وابستگی سازمانی، B_Rahimzadeh@sbu.ac.ir

سایر نویسندگان: سیده سحر رئیس زاده، زیبا دلپسند

چکیده

واریسکایت با فرمول شیمیایی $Al[PO_4].2H_2O$ جزو کانی های فسفات دار و گروه واریسکایت ها می باشد که در معدن کوشک واقع در زون ایران مرکزی یافت شده است. این گوهرسنگ بصورت ثانویه با ته نشست مستقیم آب های زیرزمینی فسفات داری که با سنگ های غنی از آلومینیوم واکنش داده است به وجود آمده و در درز و شکستگی تشکیل شده است. در این مطالعه ویژگی های کانی شناسی و گوهر شناسی این کانی با تهیه ی مقطع و مطالعات گوهرشناسی مورد بررسی قرار گرفته است. شیل سنگ میزبان این گوهر سنگ است و در مطالعه ی پتروگرافی کانی کوارتز، اکسید آهن در همراهی این کانی یافت می شود. واریسکایت های معدن کوشک ایران مرکزی با ویژگی های گوهرشناسی مانند رنگ سبز تیره تا سبز روشن، شاخص های انکساری 1.582 ، 2.57 ، سختی آن $2/5$ تا 5 و طیف رامان شناسایی و مشخص شده است کلیدواژه: واریسکایت، معدن کوشک، ایران مرکزی، گوهرشناسی

The mineralogical and gemological characterization of koshk mine variscite, central of Iran

First Author: Bahman Rahimzadeh, B_Rahimzadeh@sbu.ac.ir

Other Authors: Seyedeh Sahar Raeiszadeh, Ziba Delpasand

Abstract

Variscite with the $Al [PO_4] .2H_2O$ chemical formula classified in the phosphate-bearing minerals and variscite grou. This mineral found in the Koshk mine from the Central Iranian zone. This Gemstone was formed by direct deposition of phosphate-bearing groundwater that reacted with aluminum-rich rocks and formed in seams and fractures. In this study, the Koshk variscite mineralogical and characteristics studied by petrography and gemological charactrization. In the petrographic study, quartz minerals, iron oxide and shale are found in association with this mineral. Koshk mine variscites have been identified by gemstone charactrization such as dark green to light green, refractive indices of 1.582, specific gravity of 2.57, hardness of 3.5 to 5 and Raman spectra.

Key Words: Variscite, Gemology, Koshk Mine, Central Iran.

مقدمه

واریسکایت برای نخستین بار سال ۱۸۳۷ توسط Barstow و در کشور آلمان کشف شد. نام های دیگری مانند Amatrice، Chlor-utahlite، Utahlite نیز برای این سنگ پیشنهاد شده است. واریسکایت غالباً به عنوان یک ماده ی معدنی ثانویه در درز و شکاف سنگهای اطراف و به شکل رگه ای و توده های درشت گرد در حفره ها ایجاد می شود و ممکن است با کوارتز همراه باشد. کانی واریسکایت رنگ سبز کم رنگ تا پررنگ، آبی روشن، سبز، بنفش، نارنجی، و به ندرت قرمز دارد که از این لحاظ به عنوان یک گوهر سنگ اهمیت خاص و ویژه ای دارد که می توان با شناخت و مطالعه ی صحیح آن از لحاظ اقتصادی و گوهرشناسی موجب توسعه این گوهر در صنعت جواهرسازی شد. مطالعات کیفی اولیه ای که براساس مشاهدات طیف سنجی انجام شده نشان میدهد که رنگ سبز موجود به خاطر وجود Cr^{+3} است (Anderson 1954, 1955, in Fritsch and Rossman 1987). اگرچه رنگ موجود در نمونه های واریسکایت و متاواریسکایت های آرکانزاس به علت وجود مقدار کمی از V^{+4} و Cr^{+3} نسبت داده شده است (Foster and Schaller 1966). هرچه ناخالصی های آهن موجود در واریسکایت بالاتر باشد، رنگ قهوه ای تری خواهد داشت. در تقسیم بندی خود، واریسکایت را از دسته ی سولفات-فسفات آلومینیوم به شمار آورده است. اصولاً فسفات های آهن و

آلومینیوم تحت نام باراندیت (Barrandite) یک محلول جامد از اعضای نهایی استرنگیت (Strengite: $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) و واریسکایت (Variscite) را تشکیل می دهند (Slansky 1986). استرنگیت اغلب در معادن آهن و یا داخل پگماتیت ها یافت می شود. کانی واریسکایت به عنوان یک کانی ثانویه و نزدیک سطح، در جایی به وجود می آید که کانی های رسی و کانی های فسفات با یکدیگر همراه باشند. کانی واریسکایت به دیگر کانی های فسفات می تواند تجزیه شود. معمول ترین کانی حاصل از فروپاشی آن می توان به کانی کراندالیت (Crandalite: $\text{CaAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$)، فسفات آبدار آلومینیوم و کلسیم است. این گوهرسنگ را میتوان به شکل دامله (گنبدی) برش داد و در صنعت مجسمه سازی و یا در پروژه های سنگ های نیمه قیمتی استفاده کرد مانند مهر و آویزهایی که در چندین نقطه از غرب اروپا و در اوایل سال ۴۰۰۰ قبل از میلاد دارای واریسکایت بوده اند (Sheridan 2000).

اعتقاد بر این است که هم واریسکایت و هم فسفات های بعدی از آب های زیرزمینی ته نشست میشوند، به صورتی که آب های زیرزمینی فسفات دار در تماس با سنگ های آلومینیومی موجب ته نشست و تشکیل این کانی میشوند (Berman and Frondel, 1951). واریسکایت ها معمولا با سایر کانی های ثانویه مانند آپاتیت ها، ویولایت ها، کارنالیت ته نشست میشوند و به عنوان ماده ی سیمانی در سنگ های مختلف از جمله شیست، کوارتزیت، یا سنگ های آذرین وجود دارند (Larsen, 1942). با اینکه واریسکایت در بسیاری از مناطق جهان یافت می شود اما در حال حاضر بزرگترین معدن در ایالت یوتا آمریکا قرار دارد. سایر منابع اصلی واریسکایت در آلمان، جمهوری چک، اسپانیا، فرانسه، انگلیس، قزاقستان و تاجیکستان است (Anthony et al., 1990; Litvinenko et al., 2016). در خاورمیانه دو سپرده از واریسکایت به شرح زیر اشاره شده است: کانسار کوشک در ایران مرکزی (Yaghubpur and Mehrabi, 1997) و غار کبارا در شمال غربی اسرائیل (Weiner et al., 2007). برخی مطالعات در بخشهای شرقی اروپا روی منابع REE ها در کانی واریسکایت متمرکز شده اند.

مشاهدات صحرائی، رخنمون واریسکایت در بخش روباز معدن کوشک را به شکل گرهک با قطر هشت سانتی متر، توده ای بی شکل، رگچه ای و پرکننده ی فضای خالی نشان می دهد. در بخش معدنی شیل های سیاه، مجموعه ی کانی های سولفیدی شامل گالن، پیریت و اسفالریت، مجموعه کانی های کربناته شامل کلسیت، دولومیت، اسمیت زونیت و سروریت و نیز ژپیس و واریسکایت مشاهده می شوند. وجود یک سنگ مادر غنی از آلومینیوم میتواند اولین مقدمه ی کانی سازی باشد. آلومینیوم و فسفر بالاجبار می بایست یا وسط فرایندهای هوازدگی سنگ مادر در دسترس سیال کانی ساز قرار گیرد یا اینکه آبشویی اسیدی ناشی از فروپاشی پیریت ها در محیط اکسیدان این امر را مقدور می سازد. در نهایت از برهم کنش این سازه ها واریسکایت در محیط شکل می گیرد. (شهرزاد شرافت و همکاران ۱۳۸۶).



شکل ۱- الف: نمونه ی دستی واریسکایت خالص
 ب: نمونه دستی واریسکایت رگه دار (عنکبوتی).
 همان طور که مشخص است این نمونه دارای رگه های شیلی مشکی میباشد

زمین شناسی عمومی

معدن سرب و روی کوشک در ۵۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان بافق، ۱۶۰ کیلومتری جنوب شرق یزد و در حاشیه ی غربی کویر لوت قرار دارد (برومندی ۱۳۵۴). بر مبنای تقسیمات واحدهای ساختمانی ایران (نبوی ۱۳۵۵)، این منطقه در واحد زمین شناسی ایران مرکزی واقع است و از دیدگاه زمین شناسی ساختمانی، بخشی از بلوک بافق است که توسط دو شکستگی بزرگ

کوهبنان از شرق و بهاباد از غرب محدود شده است. (Murzin & Pruzhinin 1980). اولین بار یعقوب پور و مهرابی (۱۳۷۰) به معرفی کانی واریسکایت از معدن کوشک پرداخته اند. شرافت و همکاران (۱۳۸۰)، نیز مطالعاتی پیرامون نحوه ی پیدایش این کانی انجام داده اند.

این معدن از نظر موقعیت جغرافیایی " ۳۰ و ۴۵ و ۳۱° در حاشیه کویر لوت واقع شده و بر روی نقشه ی ۱:۱۰۰۰۰۰ اسفوردی قرار می گیرد. کانسار کوشک از شمال غرب با ماسه سنگهای ژوراسیک شمشک و از طرف شمال شرق با آهک های مرز گسله دارد. گرانیتهای صورتی نارینگان در جنوب آن واقع شده است و از نظر تقسیمات زمین شناسی ایران جزء ی از ایران مرکزی است. این ناحیه از نظر ساختمانی بسیار چین خورده و گسله است. زمین شناسی منطقه ساده و واحد های سنگ شناسی آن متشکل از سنگ های ولکانیک (توف)، شیل های سیاه رنگ کربن دار در همراهی با سولفیدهای آهن - سرب و رو ی، دولومیت، آهک و میکرودیوریت میباشد (منوچهری ۱۳۶۹). بر پایه ی داده های سازمانی و همکاران (۱۳۷۲)، واحدهای زمین شناسی منطقه ی کوشک متعلق به پرکامبرین بالایی، کامبرین زیرین و معادل سازند دزو میباشد. اصولاً سازند دزو با گسترش وسیعی در بخش جنوبی محور بافق-ساغند و کوشک رخنمون دارد. این سازند به عنوان یک واحد سنگی مهم در ایران مرکزی بر روی سازند ساغند و کوشک رخنمون دارد. بخش زیرین ساغند دزو از سنگ های آتش فشانی میانه اسیدی تا ریولیتی در تناوب با سنگ های آتش فشانی بازی تشکیل شده است.

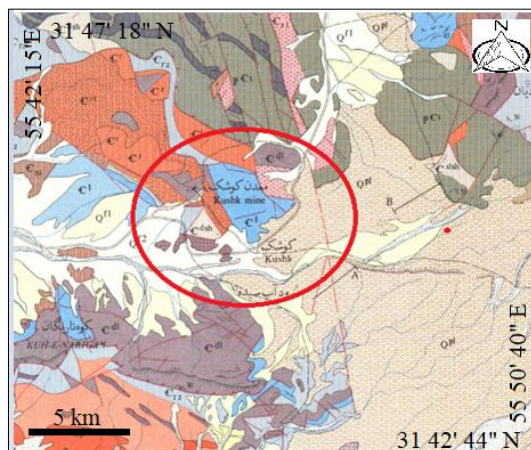
بخش های فوقانی از سازند را تناوب سنگ های رسوبی ریزدانه و توف اسیدی و سنگ های رسی و کربنات تشکیل میدهد. لایه ای از شیل سیاه رنگ حاوی پیریت، گالن و اسفالریت در حد فاصل میان توالی ولکانوژنی زیرین و توف اسیدی بالایی جای دارد. این لایه که در برخی منابع زمین شناسی از آن به عنون شیست سبز یاد شده است میزبان کانسار کوشک و کانی کمیاب واریسکایت است. سن ایزوتوپی این لایه ۵۸۰ میلیون سال و سن فسیلی آن وندین تعیین شده است (جعفرزاده و همکاران ۱۳۷۴) مورفولوژی در ناحیه معدن شامل دو بخش شمالی و جنوبی است. بخش شمالی که شامل سری اصلی معدن است دارای رخساره ای کوهستانی با دره های باریک و ستیغ های بلند است و بخش جنوبی رخساره ای

چینه شناسی ناحیه معدن از قدیم به جدید عبارت است از :

- ۱- بخش تحتانی شامل سنگ های نفوذی نیمه ژرف اسیدی از جنس ریولیت، کوارتز پورفیر، توف و میکرودیوریت. ۲-
- آهک های سیاهرنگ به شکل عدسی های پراکنده با ضخامت متغیر. ۳- شیل های سیاهرنگ کربناته ی منیرالیزه که میزبان عدسی های سولفور ی کانسار هستند. در بخش تحتانی شیل های یاد شده یک سیل میکرودیوریتی وجود دارد.
- ۴- عدسی های آهکی دولومیتی ۵- توف های سبز و قهوه ای که از پائین به بالا ضخیم لایه تر می شوند و درصد سیلیس آن ها افزایش می یابد. ۶- دولومیت های قهوه ای رنگ چرت دار که به شدت خرد شده اند و در قاعده ی خود دارای عدسی های پراکنده ای از هماتیت هستند.

روش مطالعه

برای مطالعه ی این گوهر در ابتدا نمونه های سنگ خام از معدن کوشک در ایران مرکزی تهیه و سپس از نمونه های مذکور مقطع نازک تهیه و مطالعه شد. در گام بعدی نمونه های مناسب جداسازی و در کارگاه گوهر تراشی مربوط به مرکز گوهر شناسی دانشگاه شهید بهشتی تراش گوهری داده شدند. در مرحله بعدی نمونه های تراش داده شده در آزمایشگاه گوهر شناسی مرکز گوهر شناسی دانشگاه شهید بهشتی مورد مطالعات گوهر شناسی و رامان اسپکترومتری قرار گرفت.



ITEM		DESCRIPTION
CENOZOIC	Q ^{f2}	Low Level Piedmont Fan
	Q ^{pl}	Conglomerate. Poorly Consolidated. Marl
PALEOZOIC	€ ₇ ¹	Sandstone, Fine Grained, Shale. Violet To Red.
	€ ¹	€ 1 - Limestone with Stromatolites. Chert bands
	€ d ¹	€ d ¹ - Dolomite to Dolomitic Limestone
PR OT ER	€ ^{rt} € ^r	€ ^{rt} - Rhyolitic to Rhyodacite Tuffs € ^r - Rhyolite to Rhyodacite

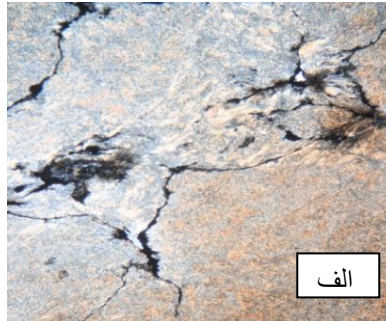
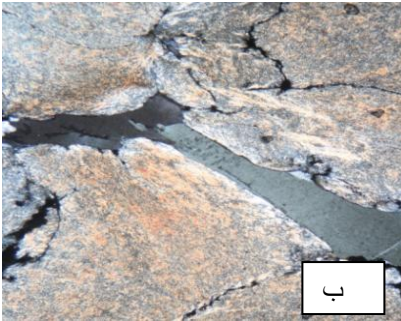
شکل ۱- نقشه زمین شناسی محدوده معدن کوشک (اقتباس از نقشه زمین شناسی ۱/۱۰۰۰۰۰ اسفوردی)

کانی شناسی کانی واریسکایت

کانی واریسکایت جزو کانی های فسفات دار طبقه بندی میشود و معمولاً به رنگ آبی روشن، سبز، بنفش، نارنجی و بسیار نادر قرمز دیده میشود اما رنگ خاکه ی آن سفید است. دو مدل از این کانی در طبیعت دیده میشود، گونه ای به حالت عنکبوتی و حالتی دیگر ساده می باشد. کریستالوگرافی این کانی به صورت اورترومبیک است و شکل های کریستالی گرهکی، توده ای ریز و پوسته ای می باشد. سختی آن بین ۳.۵ تا ۴.۵، وزن مخصوص آن 2.51 - 2.54 g/cm^3 (Measured)، 2.53 g/cm^3 (Calculated) تعریف می شود. رخ این کانی در جهت (۰۱۰) عالی اما در جهات دیگر ضعیف است. درخشش آن حالت زجاجی و مومی و شفافیت آن اپک می باشد، سطح شکستگی این کانی صدفی و نامشخص است.

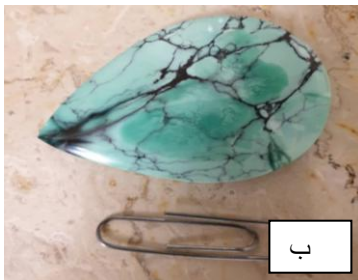
۲- ویژگی های گوهرشناسی کانی واریسکایت

جهت بررسی پتانسیل تراش و کیفیت محصول ناشی از واریسکایت های معدن کوشک تعدادی نگین در کارگاه تراش مرکز گوهرشناسی دانشگاه شهید بهشتی برش و تراش داده شد (شکل ۴). همانطور که دیده می شود این گوهر دارای رنگ سبز کم رنگ تا پررنگ است که رگه های سیاه رنگ در آن دیده میشود که غالباً رس میباشند. هرچند این رگه ها اکسید های آهن از جمله هماتیت و لیمونیت نیز می توانند باشند. در مواردی که اکسیدهای ثانویه آهن از جمله لیمونیت بصورت کمپلکس باشد و حاوی مقداری رس و سایر موارد سست است در حین پولی کار دچار خوردگی جزئی و گاه شکستگی می شود. ولی در مجموع درصد کمی از سنگ مشکل شکستگی وجود دارد این گوهرسنگ نسبتاً نرم بوده و خوب پولیش میشود. دارای رنگ زیبا و رگه های آن سطح پولیش شده را زیباتر می کند. برش آن راحت است و برای جلوگیری از خشک شدن آب آن هنگام پولیش از داغ شدن آن جلوگیری کرد. ساب هم باید به صورت خیس انجام شود. زیرا با دیدن حرارت ممکن است که آب موجود بین مولکولی تبخیر شده و رنگ کانی تغییر کند. ویژگی های گوهری واریسکایت مورد مطالعه در جدول ۱ ملاحظه می شود. در این جدول ویژگی های این گوهر با واریسکایت موجود در استرالیای غربی مقایسه شده است.



شکل ۲- تصاویر مقطع پتروگرافی از واریسکایت معدن کوشک ایران مرکزی. الف) اکسیدهای آهن به رنگ قهوه ای و با فرم شعاعی قابل مشاهده است ب) وجود کانی های رسی در بین رگه های موجود و ایجاد رنگ خاکستری. (طول تصاویر ۶ میلی متر است).

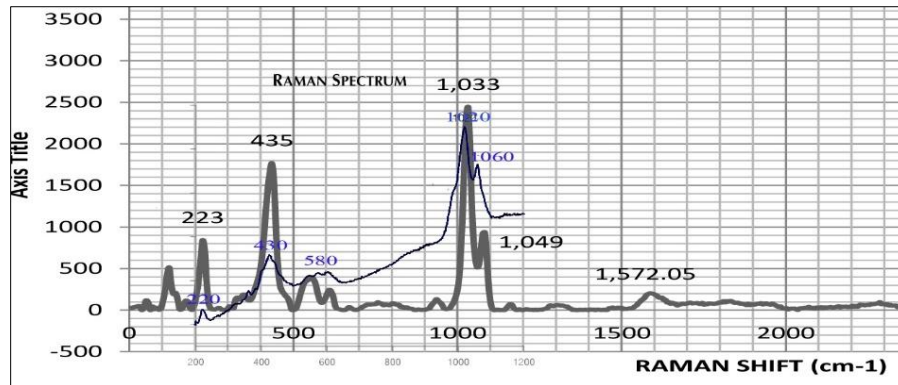
رامان اسپکترومتری: آنالیز رامان اسپکترومتری روی کانی واریسکایت در مرکز گوهرشناسی دانشگاه شهید بهشتی انجام گرفت. طیف رامان بدست آمده با طیف رامان تاجیکستان مرکزی مقایسه شده و در شکل ۳ نشان داده شده است. پیک های مهم این نمودار عبارتند از 223, 435, 1033, 1083 نانومتر هم پوشانی بسیار بالایی دارند.



شکل ۳: الف) نگین واریسکایت معدن کوشک که به صورت بیضی شکل پولیش خورده ب) نگین واریسکایت که به صورت اشک

جدول ۱: مقایسه ی گوهرشناسی واریسکایت معدن کوشک و واریسکایت استرالیای غربی (Rankin, 2008)

Physical data	Koshk Mine	Western Australia
Crystallization system	<u>Orthorhombic</u>	<u>Orthorhombic</u>
Color	Light bluish-green	Light bluish-green
Streak	White	White
Luster	Oily	Waxy; takes a high polish
Transparency	Opaque	Opaque to translucent
Refractive Index	1.582 (Spot)	1.570 to 1.582
Hardness	3.5 to 4.5	~ 5
Specific Gravity	2.57	2.49 to 2.55
Cleavage	-	-
Fracture	Splintery	Uneven
Fluorescence	LW	Very weak
	SW	J inert
Weight	38.28 ct	Unknown
CF	Inert	Grey to pale
Microscopic features	Clay, quartz, iron oxiders	Gold inclusions. Matrix: clay, quartz, iron oxides.
Similar Minerals	-	Chrysocolla, Chrysoprase, Turquoise



شکل ۳- مقایسه رامان گراف رامان اسپکترومتری کانی واریسکایت معدن کوشک با نمونه واریسکایت تاجیکستان (گراف آبی).

نتیجه گیری

کانی واریسکایت در مجموعه ی شیل های ژوراسیک در ایران مرکزی یافت می شود وجود دارد. این کانی بصورت ثانویه و در درز و شکستگی های سنگ های همبر بهمراه کانی های ثانویه مانند کوارتز و کلسیت ته نشست کرده است. در معدن کوشک واریسکایت به رنگ سبز سیب تا سفید مایل به زرد در کنار ژئپس در بخش باطله ی ماده ی معدنی مشاهده می شود و در نمونه برداری های انجام شده انواع سبزرنگ آن از کیفیت جواهری خوبی برخوردارند. سنگ واریسکایت های معدن کوشک معیارهای کافی و مورد نیاز را جهت سرمایه گذاری به عنوان سنگ نیمه قیمتی را دارا می باشد. چنانچه جداسازی واریسکایت در بخش باطله صورت گیرد بخصوص در بخش های روباز معدن به علت نزدیک تر بودن به سطح زمین و بخش های هوازده بیشتر، می توان به حجم مناسب و مرغوب تری از واریسکایت دست یافت. از نظر گوهر تراشی نیز این سنگ نسبتاً نرم بوده و خوب پولیش داده می شود پس میتوان به راحتی تراش به صورت دامله و کارهای فانتزی بر روی آن انجام داد. نظر به وضعیت نامناسب معیشتی به لحاظ طبیعی و خشکسالی در مناطق مذکور می توان از صنعت گوهر در منطقه یزد بعنوان یکی از مشاغل خانگی و کم هزینه، بعنوان جایگزین مشاغل از دست رفته بهره گرفت.

سپاسگزاری

با سپاس و قدردانی از مهندس مهدوی به واسطه ی انجام رامان اسپکترومتری در مرکز گوهرشناسی و کارگاه گوهر تراشی دانشگاه شهید بهشتی که سنگ تراشیده شده از راف کانی موجود را برای نوشتن این مقاله در اختیار ما قرار دادند و همچنین از آقای مهندس سید رامین رئیس زاده نیز بواسطه کمک هایشان تشکر بعمل می آید.

منابع:

- عابدیان و همکاران، ۱۳۸۹، گزارش نهایی پروژه شناسایی سنگ ها و کانی های قیمتی و نیمه قیمتی در استان یزد، سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدنی کشور، معاونت اکتشاف و مدیریت امور اکتشاف
- شهرزاد شرافت، عصمت محمدی نسب، محمدعلی مکی زاده، مهناز خدای، ۱۳۸۶، پیدایش کانی واریسکایت در کانسار کوشک، بافق (استان یزد)، فصلنامه زمین شناسی کاربردی

[4] Hobart M. King, Ph.D., GIA Graduate Gemologist.geology.com

- [5] Yoshinari Abe, Ayana Nakamura, Shusaku Suzuki, Kriengkamol Tantrakarn, Izumi Nakai, Judit Zöldföldi, Peter Pfälzner. 2019- Use of variscite as a gemstone in the Late Bronze Age Royal Tomb at Qatna, Syria Journal of Archaeological Science: Reports
- [6] Espon S. LansnN, 3d, THE MINERALOGY AND PARAGENESIS OF THE VARISCITE NODULES FROM NEAR FAIRFIELD. UTAH. PART 3. H arlard Uniaersil.yC,a mbrid.geM, ass.
- [7] MINERALOGICAL MAGAZINE, AUGUST 1996, VOL. 60, PP 671-672
- [8] Anthony et., 2001-2005 Mineral Data Publishing, version 1,
- [9] Carlos P. Odriozola, J.A. Linares-Catela, V. Hurtado-Pérez, 2010, Variscite source and source analysis: testing assumptions at Pico Centeno (Encinasola, Spain), Journal of Archaeological Science
- [10] <https://www.gemdat.org/gem-4156.html>
- [11] Professor A. H. Rankin, 2008, The Gemmological Association of Great Britain, Volume 31 / No. ¾
- [12] K. Taxer and H. Bartl. On the dimorphy between the variscite and clinovariscite group:refined finestructural relationship of strengite and clinostrengite, Fe(PO4) . 2H2O, 2004, Cryst. Res. Technol. 39, No. 12, 1080 – 1088/ DOI 10.1002/crat.200410293
- [13] <https://www.gemsociety.org/article/variscite-jewelry-and-gemstone-information/>
- [14] J.O. Nriagu and P.B.Moore, 1984, Phosphate Minerals, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo
- [15] GEORGES CALAS, LAURENCE GALOISY, AND AMONMAT KIRATISIN1, 2005, The origin of the green color of variscite, American Mineralogist, Volume 90, pages 984_990
- [16] Andrey K. Litvinenko, Elena S. Sorokina, Stefanos Karampelas, Nikolay N. Krivoschekov, and Roman Serov, PRELIMINARY RESULTS, NOTES & NEW SPRING 2016, VARISCITE FROM CENTRAL TAJIKISTAN: TECHNIQU.