

## روش های بهسازی فیروزه و راه های تشخیص آن

عرفان صادقی<sup>1</sup>، فرشاد کیوانی بلاسجین<sup>2</sup>، مسعود کیانی<sup>3</sup> و حدیث صادقی<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Erfan\_sadeghi6873@yahoo.com ، موسسه گوهرشناسی کیپا ، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ،

<sup>2</sup>Keyvani.gemology21@gmail.com ، موسسه گوهرشناسی کیپا ، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ،

<sup>3</sup>kianigemology@gmail.com ، موسسه گوهرشناسی کیپا ، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ،

<sup>4</sup>Mahshidsadeghi61@gmail.com ، موسسه گوهرشناسی کیپا ، مرکز رشد واحد های فناور ، دانشگاه خوارزمی تهران ،

چکیده - فیروزه از لحاظ شیمیایی فسفات آلومینیوم آبدار است که علت رنگ آبی آن حضور عنصر مس و رنگ سبز آن عنصر آهن است. آنچه در فیروزه ها عمومیت دارد وجود رگچه های سفید و سیاه است که بشکل تار عنکبوت سطح فیروزه را در بر گرفته است که این دسته فیروزه ها را شجر می نامند. البته ارزشمندترین فیروزه ها، فیروزه هایی است که به طور خالص و بدون رگچه هستند که به فیروزه عجم معروف هستند که در بعضی مواقع قیمت هر گرم از آنها به یک هزار دلار هم میرسد. برای بالا بردن کیفیت فیروزه ها از روش های آزمایشگاهی که عبارت اند از: روش های پرکردن با موم و روغن ، تثبیت سازی ، ترکیب مجدد ، رنگ کردن و پشت گذاری با مواد مصنوعی استفاده می شود که بعلا انجام این روشها با دقت بالا بعضی اوقات تشخیص آنها دشوار بوده تا حدی که کارشناسان با تجربه هم متوجه آن نمی شوند چون در گوهرشناسی نمیتوان از روشهای تخریبی استفاده کرد و انجام انواع آنالیزها محدود میباشد.

کلید واژه- فیروزه، بهسازی، شجر، عجمی، تثبیت

## Turquoise Treatment methods and ways to recognize it

Erfan Sadeghi<sup>1</sup>, Farshad Keivani Belasejin<sup>2</sup>, Hadis sadeghi<sup>3</sup>, Masoud Kiani<sup>4</sup>,

Gemological Institute of Kipa, Center for the Growth of Technology units, Erfan\_sadeghi6873@yahoo.com1

Gemological Institute of Kipa, Center for the Growth of Technology units, Keyvani.gemology21@gmail.com2

Gemological Institute of Kipa, Center for the Growth of Technology units, Mahshidsadeghi61@gmail.com3

Gemological Institute of Kipa, Center for the Growth of Technology units, kianigemology@gmail.com4

**Abstract-** Turquoise is chemically hydrated with aluminum phosphate, which is due to its blue color, the presence of the copper element and the green color of that iron element. What is common in turquoise is the presence of white and black veinlet. Which is similar to spider web turquoise surface this group of turquoise is called a shajir. Of course, the most valuable turquoise is turquoise pure and without a vein that are known as Turquoise Ajim. In some cases, the price of one gram of them equals to One thousand dollars. To enhance the quality of turquoise, methods such as: Waxing and oiling, Stabilization, Reconstitution, Dyeing and backing used with synthetic material in the laboratory. Due to the high precision methods,

sometimes difficult to detect, to the extent that experienced experts do not notice it. Because it is not possible to use malicious in gemology and doing all kinds of analyzes is limited.

Keywords: Ajim, Shajir, Stabilization, Treatment, Turquoise

## مقدمه

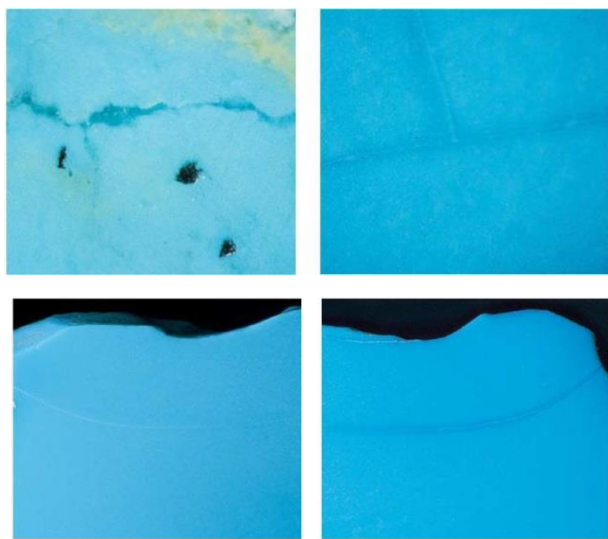
فیروزه می‌باشد البته بعضی مواقع در فیروزه مخصوصاً نوع نیشابوری و کرمان مقداری پیریت که با چشم غیر مسلح هم قابل رویت است مشاهده می‌گردد. این رگه‌ها گاه در طرح‌های منظم و غیرمنظم شکل می‌گیرند که در چنین حالتی به آن شبکه عنکبوتی و در اصطلاح بازار ایران به آن فیروزه شجر می‌گویند. اگر این طرح منظم و زیبا باشد باعث افزایش قیمت فیروزه خواهد شد و اگر نامنظم و به صورت نقطه و لکه‌ای باشد از ارزش فیروزه خواهد کاست. نوع بدون رگه آن را هم که بسیار کمیاب است که عجمی مینامند که بصورت مزایده بفروش میرسانند که ارزش بعضی نمونه‌های این نوع به چند میلیون تومان هم میرسد. فیروزه یک فسفات آلومینیوم با سختی حدود 6 است با این حال به طور قابل ملاحظه‌ای از کوارتز نرم‌تر است. این کانی به طور طبیعی در طیف وسیعی از رنگ‌ها از آبی آسمانی روشن تا سبز خاکستری یافت می‌شود. فیروزه با رنگ آبی خوشرنگ، بهترین کیفیت را داشته و بسیار کمیاب است و در حالی که رنگ سبز یا آبی کم‌رنگ که از ارزش کمی برخوردار است، فراوانی بیشتری دارد. فیروزه به رنگ‌های آبی آسمانی، آبی مایل به سبز، سبز مایل به زرد، خاکستری مایل به سبز، آبی نیلی و آبی مایل به سفید دیده می‌شود. رنگ آبی آسمانی نوع مرغوب آن است و سبز مایل به زرد نوع نامرغوب. در صورتی که میزان مس موجود در کانی زیاد باشد به رنگ آبی خود را نشان میدهد در صورتی که آهن زیاد داشته باشد به رنگ سبز و در صورت وجود آلومینیوم زیاد به رنگ سفید دیده می‌شود که به ترتیب ارزش آن کاهش می‌یابد یعنی رنگ آبی با ارزش‌ترین نوع فیروزه است.

فیروزه از دیرباز در کشور ما طی نسل‌های مختلف شناخته شده و سابقه تاریخی طولانی دارد بنابراین مردم علاقه خاصی بروی این گوهرگرانبها داشته که از آن گذشته در دنیا فیروزه را بنام این آب و خاک میشناسند و طی سال‌های زیاد تاجرین برون مرزی بخاطر این گوهر چند صد کیلومتر را طی کرده تا بتوانند فیروزه را به بازارهای کشور خود برده و داد و ستد کنند. امروزه فیروزه بین مردم ما محبوبیت بیشتری نسبت به گذشته پیدا کرده و بیش از پیش این گوهر را به عنوان زیورآلات مورد استفاده قرار میدهند پس نیاز است که با تالیف و نوشتن مقالات و تحقیقات علمی و ارائه آن در کنفرانسها و محیط‌های آکادمی اطلاعات عموم را در این زمینه بالا برده تا هم تبلیغاتی برای این گوهر باشد تا در عرصه بازار رونقش بیشتر شود و هم اگر شخصی بخواهد از این راه سو استفاده ای کند ناکام بماند.

## روش تحقیق و بحث

فیروزه (turquoise) فسفات آلومین آبدار می‌باشد که مقداری مس در ترکیب خود جای داده است. فرمول شیمیایی فیروزه به صورت  $CuAl_6[PO_4(OH)_2]_4 \cdot 4(H_2O)$  است. مهمترین واحدهای سنگی منطقه حاوی فیروزه نیشابور شامل گدازه و پیرو کلاستیک‌های آندزیتی - داسیتی با سن ائوسن هستند. کانی‌سازی به شکلهای افشان، استوک ورک و برش هیدروترمالی دیده می‌شود. کانه‌های اولیه شامل پیریت، مگنتیت، اسپیکولاریت، کالکوپیریت و بورنیت و کانه‌های ثانویه شامل فیروزه، کالکوزیت، کولیت و اکسیدهای آهن هستند. آنچه در اغلب فیروزه‌ها عمومیت دارد وجود رگه یا رگچه‌هایی سیاه، قهوه‌ای و سفید رنگ است که مربوط به سنگ مادر تشکیل دهنده

کردن چیزی بکار میرفت استفاده میکردند مانند مومهای مخصوص. در نتیجه کمک میکرد که جلا و رنگ فیروزه ها بهتر شود. به خاطر ارزش فیروزه از دیرباز، بهسازی فیروزه معمولاً در اولویت اول نسبت به سنگهای دیگر بوده. سنگهای قیمتی که روغنی و مومی شده اند با جلای مصنوعی خود بسیار جذاب خود را جلوه میدادند ولی وقتی در معرض گرما یا نور خورشید قرار میگرفتند یک لایه سفید بروی آن شکل میگرفت که در کمترین زمان زیبایی خود را از دست میداد ولی روشهای نوین و مواد جدید که امروزه با مهارت خاصی در آزمایشگاه بکار میرود این جذابیت را خیلی بیشتر تثبیت کرده است به این صورت که بسیاری از فیروزه‌ها وقتی از نوع خاصی از موم بروی آنها استفاده می شود رنگ ثابتی به خود می‌گیرند که اثر آن فقط در سطح فیروزه نمایان می‌شود.



شکل 2: عکس های سمت چپ قبل از بهسازی و عکس های سمت راست بعد از بهسازی با روش پرکردن موم و روغن است

منبع: [www.gia.edu/gem-gemmology/spring-1999-identification-Zachery-treatment-turquoise](http://www.gia.edu/gem-gemmology/spring-1999-identification-Zachery-treatment-turquoise)

### روش تثبیت سازی (Stabilization)

در این روش از رزین های چسبناک استفاده می‌شود و در طی فرآیند فشار و گرمادهی حفره‌های درون سنگ که بسیار ریز است را با این رزین پر می‌کنند. این روش از



شکل 1: نمونه ای از فیروزه مرغوب و با کیفیت معدن نیشابور

### روشهای بهسازی و راه های تشخیص آن

روشهای بهسازی فیروزه برای بهتر کردن رنگ و سختی است. چون هرچه سختی بالاتر باشد منافذ آن کمتر است در نتیجه استحکام بیشتری خواهد داشت. مضرترین عامل برای فیروزه ایجاد خراش و خلل و فرج است که باعث میشود چربی پوست و دیگر مواد را بیشتر جذب کند. بهسازی برای سنگهایی مشابه فیروزه که ارزش گوهری و قیمتی کمی دارند بسیار مفید است بگونه ای که این فیروزه های بی ارزش را به قیمت میرساند و اصولاً این نمونه ها را شبیه به فیروزه قیمتی میکنند و این بهسازی ها بعضی اوقات با میکروسکوپ هم اصلاً معلوم نمی شوند و لازمه تشخیص، آزمایشگاههای مجهز گوهرشناسی است که بعضی مواقع برای تشخیص باید از روش تخریب استفاده شود. برای مثال گرما دادن باعث میشود که ماده ای که استفاده شده بروی فیروزه به صورت لک کوچکی خودنمایی کند چون اکثراً از جنس رزین یا پلاستیک و روغن هستند که با روشهای خاصی استفاده میشوند. در ادامه به معرفی روشهای بهسازی پرداخته می‌گردد.

### پرکردن با موم و روغن (Waxing and oiling)

تاریخچه استفاده از مومها در تعمیرات برای جلای بیشتر در فیروزه ها در دوران کهن انجام میشده است. بطوری که اول از همه از مایع خاصی که برای خیس کردن یا خمیر

ما بسیار رواج پیدا کرده که این هنر را فیروزه کوبی می نامند.



شکل 4: عکس های سمت چپ قبل از بهسازی و عکس های سمت راست بعد از بهسازی با روش پرکردن موم و روغن است  
منبع: [www.turquoiseguide.com/articles/turquoise/turquoise-basics/treated-turquoise.htm](http://www.turquoiseguide.com/articles/turquoise/turquoise-basics/treated-turquoise.htm)

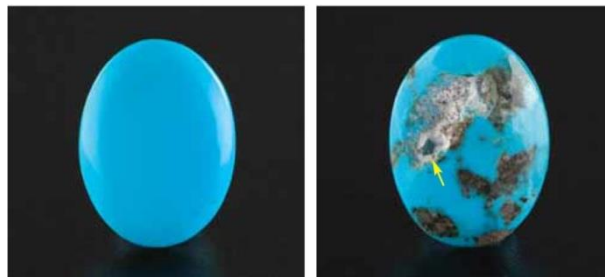
### روش رنگ کردن و پوشش (Dyeing & Coated)

استفاده از رنگ آبی و دیگر رنگها (اغلب در رابطه با تعمیر بهبود رنگها در گوهر از این روش استفاده میکنند) بطور کلی این روش به این معنی است که با یکنواخت ساختن یا تغییر دادن رنگ نسبت به رنگ اصلی گوهر را زیبا میکنیم. این روش بخاطر نداشتن نشانه های درمورد تعمیر رنگ که اگر اطلاعی از تعمیر ندهیم که این عمل را روی سنگ انجام داده ایم نوعی کلاهبرداری محسوب میشود چون سخت میتوان اینگونه سنگها را تشخیص داد مخصوصا بعضی سنگها ممکن است به مقدار بسیار کم رنگ شده باشند. رنگهایی که استفاده میشوند یک نشانه دارن انهم تیره بودن غیر عادی آنها است که باید بیشتر دقت کنیم.



شکل 5: همانطور که در تصویر میبینید فیروزه را در مایع مخصوصی قرار داده اند تا آماده رنگ شدن شود

تغییر رنگ فیروزه جلوگیری می کند و از وارد شدن مواد مضر بر فیروزه، جلوگیری میکند. به طوری که دور تا دور فیروزه را لایه محافظی در بر میگیرد و مواد مورد استفاده در این روش میتواند از نوعی پلاستیک و محلولی از شیشه شفاف باشد. این پروسه شامل تحت فشار قرار دادن و بارور کردن است و به این صورت به وسیله این مواد که نمونه خوب آن امریکایی است که شامل اپوکسی و پلاستیک (پلی استرن) و شیشه شفاف (سدیم سیلیکات) است که اثری به صورت خیس شدگی به وجود می آورد که دوام هم دارد، انجام می شود. در استفاده از این دو ماده در این روش برای دوام بیشتر گوهر مشابه روش قبلی پرکردن با موم و روغن میتواند کاربردی باشد.



شکل 3: تاثیر روش تثبیت سازی با اپوکسی و پلاستیک (پلی استرن) و شیشه شفاف (سدیم سیلیکات) منبع: [www.norlandprod.com/application-page/polymer-impregnated-turquoise](http://www.norlandprod.com/application-page/polymer-impregnated-turquoise)

### ترکیب مجدد (Reconstitution)

شاید بیشترین روشی که در بهسازی ها بروی فیروزه استفاده شده روش (Reconstitution) باشد. به اینصورت که فیروزه ای که شکسته شده یا تکه های کوچک که موقع تراش باقی مانده را به هم میچسبانند ونوعی فیروزه جدید تولید میکنند. این فیروزه ها که از همان تکه های کوچک فیروزه است که بهم چسبانده شده اند و شکل ترکیبی کلی دارند. در برخی مواقع بعضی از فیروزه های طبیعی را با مواد مصنوعی ترکیب میکنند که راه تشخیص آنها بسیار آسان است چون نشانه های واضحی دارد. برگرفته از این روش آثار هنری تولید میشود که در کشور

## پشت گذاری (Backing)

از آنجاییکه بعضی مواقع فیروزه ای با کیفیت خوب یافت میشود ولی متأسفانه بسیار نازک است. در این حالت یک پایه قوی تقویتی پشت آن میچسبانند به این سنگها backing میگویند و اکثراً فیروزه های نوادا امریکایی که بسیار نازک هستند با این روش تعمیر میشوند. این روش برای مردم بومی منطقه نوادا که خانوادگی در زمینه فیروزه تلاش میکنند قابل توجه است چون فیروزه های نوادا بسیار نازک هستند و در نتیجه در تراش فیروزه دقت میکنند و میدانند که اگر فیروزه پشت دار نباشد ترک خواهد خورد و اصلاً قابلیت تراش هم نخواهد داشت. مواد اولیه پشت گذاری که در گذشته استفاده میشد از باتریهای قدیمی و پودر صفحات گرامافون بوده است و بتازگی از رزینها و اپوکسی های سخت و محکم استفاده میکنند. پشت سازی که بومی ها استفاده میکردند الان ناشناخته مانده است ولی حرفه جواهر تراشان جنوب غربی امریکا است. این روش قیمت فیروزه را افزایش نمیدهد ولی استحکام آن را فوق العاده بالا میبرد. این فرایند توانست بازار سنگهای تجارتي امریکا را متحول کند چون گوهرهایی که خیلی نازک هستند و قابل تراش نیستند را باز آفرینی کرد.

## نتیجه گیری

فیروزه از لحاظ شیمیایی فسفات آلومینیوم آبدار است که علت رنگ آبی آن حضور عنصر مس و رنگ سبز آن عنصر آهن است. کانی های طبیعی و دیگر مواد مصنوعی مشابه فیروزه که اغلب اوقات با این گوهر اشتباه گرفته می شود عبارت اند از کانی های: کریزوکلا، مالاکیت، واریسکیت همچنین موارد غیر طبیعی مانند: پلاستیک، سنگواره های آبی رنگ می باشد که البته هر کدام روش تشخیص مخصوص به خود را دارند. البته طبق روشهای ارائه شده مشخص گردید بیشتر از همه خواص فلورسانس و همچنین وزن مخصوص بهترین روش برای تفکیک میباشد. روشهای دیگری هم هست ولی آسان ترین و سریع ترین روشها گفته شد. در کل مطالعات میکروسکوپی در همه موارد ارجح تر است ولی نیاز به تجربه بالایی دارد. در مورد روشهای بهسازی اینطور میتوان گفت، بهسازی اعمال شده بروی فیروزه نیاز به ابزارآلات سنگین و مواد گران قیمت ندارد و هرکسی در هر کارگاه شخصی میتواند از این روشها استفاده کند. تشخیص بهسازی فیروزه ها از عهده عموم خارج است ولی با مشاهدات میکروسکوپی حتی مبتدی ترین کارشناسان هم میتوانند این موارد را تشخیص دهند

## مرجع ها

برای تهیه لیست انواع مختلف مرجع ها می توانید به قالب مقاله انگلیسی مراجعه کنید:

- [1] Bariand P., Poirot J.-P. (1985) Larousse des Pierres Précieuses. Larousse, Paris, France, pp. 242-249.
- [2] Branson O. (1975) Turquoise, the Gem of the Centuries. Treasure. Chest Publications, Santa Fe, NM.
- [3] Cervelle B. (1985) Turquoises: les bonnes, les brutes et lestraitées. La Recherche, No. 163, pp. 44-247.
- [4] Dontenville S., Calas G., Cervelle B. (1986) Etude spectro - scopique des turquoises naturelles et



شکل 6: لایه مشکی پشت گذاری فیروزه

منبع: [www.etsfortworth.com/2012/12/turquoise.html](http://www.etsfortworth.com/2012/12/turquoise.html)

[6] King R.J. (2002) Turquoise. *Geology Today* , Vol. 18, No. 3, pp.110–114.

traitées. *Revue de Gemmologie a.f.g.*, No. 85, pp. 8–10; No. 86, pp. 3 – 4.

[5] Fritsch E. (1990) “Zacharia” treated turquoise. Internal GIA Research memo, April 19, 1990.