Archive of SID

سومین همایش ملی کوهشناسی و بلورشناسی انجمن بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران
3rd National Symposium of Gemology and Crystallography of Iranian Society of Crystallography and Mineralogy
دانشگاه شهید بهشتی

پروژه بهسازی مجدد

دکتر پویا کرمی*
جواهرشناس و پژوهشگر
(مدیر عامل مرکز "بهسازی و پژوهش گوهرها")
Karami_puya@yahoo.com

چکیده:

ماهیت مواد و روشهای بکار رفته در بهسازی، باعث ایجاد تغییراتی در گوهرها میشوند که اگر چه مبنای ارتقا و افزایش کیفیت دارند اما کلیت گوهرها را نیز تحت تاثیر قرار میدهند. به گونه ای که همان گوهرها در حالت بهسازی نشده، مقاومت و استقامت بیشتری در مقابل صدمات و تغییرات دارند اما با اعمال بهسازی و ارتقای کیفیت، اگر چه ظاهر آن گوهرها تغییر میکند اما از مقاومت و استقامت آنها بصورت نامحسوس و یا محسوس کاسته میشود و همین مساله باعث میگردد که بسیاری از گوهرهای بهسازی شده پس از مدتی، بر اثر نگهداری و استفاده نادرست و یا اعمال برخی تغییرات ناخواسته و یا ورود به پروسه های ساخت، تعمیر و یا تبدیل، دچار تخریب موضعی یا کلی شده و حالت زیبای خود را از دست میدهند. در این زمان، نیاز به بهسازی دوباره خواهند داشت که این ترمیم یکی از موارد پیچیده و چندگانه، در دنیای بهسازی گوهرهاست. گوهرهایی مانند زمرد، یاقوت، فیروزه، کهربا، اوپال، مروارید و غیره از جمله این گوهرها هستند که پس از بهسازی و عرضه، به دلیل تغیرات غیر اصولی، دچار تخریب شده و جز بهسازی دوباره و گاه ترمیم، راه دیگری برای عرضه و استفاده مجدد از آنها وجود ندارد. این ترمیم شامل بهسازی حرارتی، اسیدی حرارتی، بهسازی دودی، بهسازی حرارتی عنصری، لایه برداری، بهسازی رنگی و بهسازی ترکیبی کنترلی و غیره میباشد که با استفاده از این تکنیک ها، گوهرهای مورد نظر، ترمیم و به شکل و حالت اولیه بازگردانده میشوند. این تحقیق که بخشی از پروژه بازیافت گوهرها میباشد، بصورت مستقیم بر روی نمونه های متفاوتی اعمال شده که هر کدام از این تحقیقات، تکنیکی متفاوت را در بر میگیرند. در این مقاله، روش ترمیم برخی از این گوهرها شرح داده شده است.

نکته: این تحقیق و آزمایش از سال ۱۳۹۰ توسط نویسنده (پویا کرمی) در آزمایشگاه سه گانه تحقیقاتی مرکز "بهسازی و پژوهش گوهرها" در ایران صورت گرفته است. این پژوهش در قالب هسته فناور (زیر نظر وزارت علوم، تحقیقات و فناوری) در راستای کارآفرینی و ارزآوری در سطح ملی و بین المللی صورت پذیرفته است.

کلید واژه: بهسازی مجدد، کیفیت، آسیب و تخریب، ترمیم، سنگهای قیمتی و نیمه قیمتی– کارآفرینی و ارزآوری

مقدمه:

بسیاری از گوهرها، پس از اکتشاف یا استخراج، کیفیت لازم برای استفاده شدن به عنوان گوهر را ندارند، لذا تغییراتی بر روی آنها صورت میگیرد تا کیفیت آنها را ارتقا بخشد. به تغییراتی که بر روی گوهرهای معیوب یا نامرغوب، اعمال شده و باعث افزایش، کاهش و یا تغییر رنگ، شفافیت، استقامت، وزن، پدیده و یا کلیت آنها میشود، بهسازی میگویند. اما گوهرهای بهسازی شده، بر اثر حرارت، اسید، استفاده یا نگهداری نادرست و غیره دچار تخریب موضعی یا کلی میشوند که در این صورت، باید تحت بهسازی مجدد قرار گیرند. لذا تحقیقات و پژوهشهایی در این زمینه صورت گرفته تا بتوان برمبنای آنها، گوهرهای آسیب دیده ای که پیشتر بهسازی شده بودند را تحت بهسازی مجدد قرار دهند. بهسازی مجدد یا ترمیم دوباره، بر اساس نوع گوهر و بهسازی از قبل ارائه شده، حالت های گوناگونی دارد که باید با دقت، انتخاب و با نهایت تمرکز، اعمال شود. بر این اساس، میتوان چرخه ای دوباره در عرضه مجدد گوهرهای آسیب دیده ارائه کرد. این روش، همانند بهسازی، دارای فرمولها و تکنیکهایی میباشد که در هیچ مرکز و دانشگاه و موسسه ای آموزش داده نمیشود

www.SID.ir

Archive of SID

و محقق یا محققان باید این روشها را با تحقیقات خود، کشف و با آزمایشات مختلف، تئوری خود را بررسی و اثبات کنند تا به روشی دقیق دست یابند. مرکز بهسازی و پژوهش گوهرها، پیشتر، روش ۴+۲۳ را در بهسازی گوهرها ابداع و ارائه نمود و سپس با تمرکز بر تحقیقات و آزمایشهای علمی – اقتصادی گوهرهای ارائه شده در بازار و یا نمونه های تحقیقاتی گوناگون، به فرمولهای ترمیم گوهرهای بهسازی شده دست یافت.

برای انجام دقیق تحقیقات، نمونه های متفاوتی از طبیعت انتخاب شدند تا بکر بودن آن گوهرها از زوایای مختلف تحلیل شوند. سپس نمونه های بهسازی شده همان گوهرها، انتخاب و پس از بررسی دقیق، تحت روند تخریب آزمایشی کنترل شده و حتی پراکنده قرار گرفتند. سپس با اعمال روشهای بهسازی بر مبنای همان روشهای اولیه اما با تغییراتی مبنایی، تکنیک ترمیم و بهسازی مجدد، مورد آزمایش و اصلاح قرار گرفت. در این مقاله برخی از این روشها، معرفی شده اند.

ناگفته نماند که بهسازی مجدد، به دلیل ترمیم آسیبهای وارده، یک چرخه اقتصادی نو در کشور میباشد و عدم آگاهی بسیاری از دست اندرکاران دنیای گوهرها با بهسازی و موارد تخریبی، باعث گردیده که گوهرهای زیادی بر اثر استفاده یا نگهداری نادرست تخریب شوند و این تکنیک میتواند قدم موثری در کارآفرینی و ارزآوری داشته باشد و اینجانب این پروژه را با دیدگاه اقتصادی، آغاز نموده و به امید آموزش همگانی و استفاده از آن در سطح ملی و بین المللی جهت کارآفرینی و ارزآوری، معرفی مینمایم.

روش تحقیق:

بهسازی مجدد یاقوت ستاره دار / روش حرارتی – عنصری:

اعمال حرارت کنترل شده، همانگونه که باعث ایجاد یا تقویت رنگ و پدیده (بصورت جداگانه) در یاقوت میشود، به همان نسبت، اعمال حرارت کنترل نشده، میتواند باعث تخریب یاقوت شده و نه تنها رنگ آنرا ضعیف و یا تخریب کند بلکه باعث از بین رفتن پدیده در گوهر میگردد.

میزان تخریب حرارت بر یاقوت های بهسازی شده یا بکر، برمبنای نوع، شکل و میزان اعمال حرارت، متفاوت میباشد. به صورت معمول، تخریب یک گوهر اگر یک بعد داشته باشد، میتوان با دو یا چند روش، به ترمیم آن پرداخت اما اگر یک تخریب، دارای ابعادی متفاوت باشد، هر بعد، میتواند شاخه های جانبی خود را داشته و در واقع یک بهسازی ترمیمی را با چالش مواجه نماید. (منابع- 1)

به عنوان مثال، برخی از یاقوتها که درمعرض حرارت کنترل نشده و ناخواسته قرار میگیرند، به غیر از تخریب پدیده، نه تنها رنگ آنها از بین میرود، بلکه کلیت درونی گوهر نیز به حالتی تغییر شکل میدهد که تصور مات بودن گوهر میرود و این وضع، تا حدی مانع از بررسی شاخصهای درونی گوهر برای تحلیل دقیق آن میشود. محققان از قدیم دریافته اند که اگر چه اعمال بهسازی های گوناگون حرارتی، بازه حرارتی و نوسان رفت و برگشتی مختص به خود را دارند اما در بین فرمولهای ارائه شده، میتوان کلیتی از یک تشابه یا نقطه مشترکی از یک دمای یکسان را کشف کرد که برمبنای آن، امکان انجام دو بهسازی در یک بازه حرارتی را بوجود می آورد. (عرایس الجواهر و نفایس الاطایب ۱۳۸۶، افشار، ایرج/ 5 – دکتر لیدیکوآت - بهسازی گوهرها - ۱۹۹۳)

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان مثال، طبق تحقیقات، پدیده ستاره‌ای، از شاخصهای سوزنی شکل روتیل ایجاد میشود که این شاخصهای سوزنی شکل در صورت بینظم بودن، در دمای ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه منظم میشوند و آرایش تداخلی دقیق یا نزدیک به دقیق میگیرند اما همان شاخصهای نازک و حساس، در دمای ۱۶۰۰ الی ۱۸۰۰ درجه سانتی گراد، ذوب میشوند. لذا برای منظم کردن روتیل های نامرتب شده، باید دمایی در بازه ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه س‌گ انتخاب شود که بسته به ساختار گوهر، عددی متفاوت و مشخص میباشد. نکته دیگر اینجاست که برای ارتقای رنگ یاقوت با بهسازی حرارتی، باید دمایی از ۱۶۰۰ تا ۱۹۰۰ درجه س‌گ انتخاب شود که در این صورت، رنگ گوهر ارتقا می یابد اما با همین حرارت، همه روتیل ها از بین خواهند رفت. این از بین رفتن، میتواند شامل سوختن بدنه روتیل ها یا ذوب شدن تمامی یا قسمتی از بدنه آنها باشد. (جهان جواهرات ۱۳۸۵، دکتر ادیب –داریوش/3)

طبق داده های موجود، بهسازی حرارتی ارتقای رنگ، باید از بهسازی حرارتی تنظیم پدیده تبعیت کند و تنها بهسازی حرارتی دیفیوژن دارای شرایط موازی با بهسازی حرارتی ترمیم پدیده میباشد. لذا دمای ۱۴۰۰ درجه، میتواند دمای ایده آل باشد. البته محققان عقیده دارند برای آنکه بهسازی دوم، باقی مانده تاثیر حرارتی بهسازی اول را کمرنگ نکرده و یا آنرا تخریب نکند، باید بهسازی اول دارای دمای حرارتی بالاتر و بهسازی دوم، دارای دمای حرارتی کمتری باشد که به این شکل، نه تنها بهسازی اول تخریب نمیشود بلکه حتی به تثبیت هم میرسد. پس محدوده دمایی ۱۳۵۰ الی ۱۴۰۰، به عنوان بازه حرارتی بهسازی دوم انتخاب میشود. این میزان، "محدوده مشترک حرارتی" نام گذاری میشود.(منابع- 1 و 7)

تصاویر اول: یاقوت تخریب شده از حرارت کنترل نشده (راست) – ترکیب مواد لازم برای بهسازی (میانی) – ارتقای رنگ یاقوت در قدم اول (چپ)

ناگفته نماند که بهسازی حرارتی دیفیوژن، دارای استقامت کمی درمقابل تاثیر حرارتی بعدی میباشد و محققان با درک این مهم و برای حل این معضل، به جای تغییر حرارت، تغییراتی در بوته و مواد بکار رفته در بهسازی ایجاد کردند. به این شکل که برای تسریع روند بهسازی ترمیمی، از موادی استفاده نمودند که تحریک کننده روند برگشت بهسازی باشد درعین آنکه، موادی دیگر را برای متعادل نگه داشتن بهسازی اولیه به بوته افزودند. (شناسایی گوهرها ۱۹۹۳، دکتر لیدیکوآت-ریچارد/ 4). البته ترکیب دقیق فرمولهای بکار رفته از جمله اسرار هر فرمول و تکنیک بهسازی میباشد اما کلیت مساله برای هرکدام از بهسازی ها در حد کلی مشخص است:

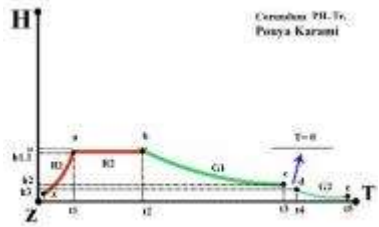
برای بهسازی اول: از محلول آلومینا و ترکیب پایدار در قالب یک بوراکس (سه ماده) و برای بهسازی دوم: از اکسید تیتانیوم و عنصر ایستا در قالب بوراکس (چهار ماده) استفاده میکنند. عنصر ایستا نقش نگه دارنده تعادل را ایفا خواهد کرد و این به معنای آن است که انجام بهسازی درصورت عدم وجود این ماده (ترکیبی یا ساده) میتواند پدیده را ایجاد کند اما کل رنگ به دست آمده را تخریب کرده و یا تغییر دهد. در تحقیقات به عمل آمده در بهسازی گوهرها، یکی از

www.SID.ir

Archive of SID

موثرترین موارد درتثبیت حرارتی، روند بازگشت کند میباشد که در این بازگشت، ذره ذره، با کم شدن حرارت، فرصت نشست و ترکیب و تداخل مواد، موارد افزودنی و تغییرات اعمال شده در یکدیگر را ایجاد میشود و اینکه به ازای هر چند دقیقه، چند درجه کاسته شود، برای هر بهسازی متفاوت خواهد بود.

در ضمن تفاوت ساختاری گوهر پس از هر بهسازی را میتوان با انجام تست فلورسنسی مشاهده نمود که معمولا با اعمال بهسازی اول، رنگ گوهر در تست فلورسنسی، سرخ برافروخته میباشد اما پس از اعمال بهسازی دوم، رنگ سرخ جای خود را به سرخ تیره با حاشیه های برافروخته میدهد که خود کلیدی در شناسایی این نوع بهسازی های دومرحله ای میباشد. (منابع -۶)



تصاویر دوم: تست فلورسنسی پس از بهسازی اول (راست) – فرمول بهسازی دوم (میانی) – ترمیم یاقوت ستاره دار و ایجاد رنگ و پدیده – پایان کار (چپ)

ترمیم دوباره اوپال / روش دودی – لایه برداری:

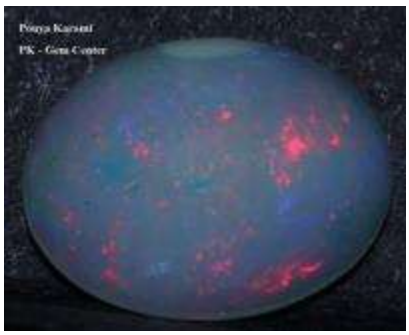
اوپال گوهری بسیار حساس و از جمله گوهرهایی است که دست بهسازان را در اعمال تغییرات گوناگون بسته است. ساختار اوپال به دلیل گویهای موجود و بافت چیدمانی و پدیده، باعث میشود که نتوان بهسازی های مختلفی را بر آن اعمال کرد و اعمال حرارت کنترل نشده با کمترین بی دقتی، میتواند کل گوهر را دچار تخریب کرده و معمولا اوپال از محل تخریب بافت درونی خود، دچار استرس شده و در بطن آن، ترکهایی بوجود می آیند که گوهر مورد نظر، از محل همان ترکها شکسته و حتی گاهی تکه های آن به اطراف پرتاب میشوند. (منابع- 1 و 2)

محققان بهسازی درتحقیقات خود دریافتند که اوپال، به دلیل وجود همان ساختار ویژه، مستعد بهسازی حرارتی دودی است و این مساله باعث گردیده که بسیاری از اوپالهای استرالیا و دیگر نقاط جهان، پس از بهسازی دودی، به عنوان اوپالهایی با پدیده قوی به بازار عرضه شوند. زیرا بهسازی دودی، باعث میشود که نور وارد شده به گوهر، با مقاومت مواجه شده و در نتیجه پدیده درونی گوهر، خود را بیش از پیش و البته با رنگی قوی تر نشان دهد. اما مساله اینجاست که اوپال با ساختار حساس، پس از اعمال بهسازی حرارتی دودی، ضعیف تر از پیش شده و ساختاری به شدت شکننده پیدا میکند از اینرو روشهایی جهت نگهداری این گوهر پیشنهاد شده است. محققان در اعمال بهسازی بر روی اوپال، از یک شیوه مشترک اما با جنبه های متفاوت استفاده میکنند. به این صورت که اگر چه همگی آنها، از تکنیک بهسازی دودی برای ایجاد رنگی قوی تر در پدیده ها استفاده کرده و یا از روش های اسیدی خاص در ارتقا یا تغییر رنگ اوپالها بهره میبرند اما تکنیک هایی برای استعداد سازی اولیه اوپالها و تثبیت بهسازی در آنها را به کار میگیرند که این تکنیکها، معرف روش کا

www.SID.ir

Archive of SID

رهر بهساز میباشد. یکی از این روشها، استعداد سازی اولیه اوپال با لایه برداری سطحی میباشد. در این روش، محققان ابتدا اوپالهای دارای پدیده متمرکز و استعداد لازم در نمایش پدیده ای با قدرت کافی را انتخاب کرده و پس از تعیین روش بهسازی و مشخص کردن مواد اولیه و ثانویه و تثبیتی لازم، آنرا لایه برداری میکنند. این عمل، اگر چه از وزن گوهر میکاهد اما زمینه نفوذ مواد به درون گوهر را فراهم می آورد. در حقیق محققان عقیده دارند که این عمل، مقاومت گوهر در مقابل اعمال بهسازی را میکاهد اما این مقاومت را حذف یا متوقف نمیکند. (جهان جواهرات۱۳۸۵، دکتر ادیب، داریوش،3)



تصاویر سوم: اوپال تخریب شده (راست) – انتخاب اوپال مشابه و جایگزین (میانی) – لایه برداری برای ایجاد استعداد ثانویه (چپ)

معمولا حرارتهای بسیار سطحی و کوتاه اما با تاثیر بازگشتی ممتد برای بهسازی اوپال بکار گرفته میشود. البته تغییراتی در شیوه اجرای بهسازی، زمان و درجه حرارت در هر رفت و برگشت وجود دارد که بسته به شیوه کار شخص بهساز و محل استخراج گوهر و شاخصهای درونی آن و البته جایگاه پدیده و رنگ مورد نظر، متفاوت میباشد و مبنای این تفاوت، خود کلید کشف بهسازی خواهد بود.(منابع- 1و 7)

در تحقیقات به عمل آمده بر روی عمق نفوذ بهسازی در اوپالها، مشخص گردیده که اگر چه زمینه سازی استعداد و فرم اعمال بهسازی درکنترل شخص بهساز یا پژوهشگر بهسازی قرار دارد اما عمق و میزان نفوذ ماده بهسازی، تحت هیچ عنوان در کنترل یا اختیار بهساز نیست و این گوهر است که بسته به ساختار درونی و میزان مقاومتش در مقابل بهسازی و مواد انتخابی و حرارت متغیر، این میزان را تعیین میکند.

از این رو، محققان در بهسازی گروهی اوپالها، به کرات مشاهده کرده اند که اوپالهای بهسازی شده با یک روش و یک شکل، در همه موارد مشابه نیستند و تفاوت هایی در نتیجه کار مشاهده میشود. برای درک دقیق این حالت، اوپالهای به دست آمده از یک نقطه در یک معدن، در یک پروسه اکتشافی معین را با هم تحت بهسازی قرار دادند. نتیجه کار اگر چه به اندازه حالت قبلی، متفاوت نبود اما همچنان تفاوت هایی در نتیجه کار مشاهده میشد که این وضع، خصلت رفتار سلیقه ای و رام نشدنی اوپالها در مقابل یک تغییر واحد را نشان میدهد. (راهنمای گوهرها-7)

برای حل این مشکل، محققان از روش لایه برداری نهایی استفاده میکنند. به این صورت که ابتدا تک تک اوپالهای بهسازی شده ای را که دارای کلیت مورد نظر یا خودنمایی کافی نیستند را تحت تست عمق سنجی قرار میدهند. به این صورت که عمق نفوذ بهسازی در تک تک گوهرهای غیر قابل قبول را مورد بررسی قرار داده و پس از ثبت دقیق اطلاعات هر بخش گوهر و تصویر برداری، گوهر را نشانه گذاری میکروسکپی کرده و سپس آنرا در پروسه لایه برداری میکروسکپی

www.SID.ir

Archive of SID

قرار میدهند که به این شکل و با حذف لایه ای بسیار کم و نامحسوس از قسمت های اشباع شده یا مقاوم، کلیت گوهر به حالتی یکدست با خاصیت یکسان در بروز پدیده خواهد رسید.

تصاویر چهارم: بهسازی اوپال در مرحله اول (راست)– عمق سنجی میزان بهسازی برای لایه برداری نهایی (میانی)- اوپال پس از ترمیم نهایی– پایان کار (چپ)

نتیجه گیری نهایی:

ترمیم گوهرهای بهسازی شده، دو بعد علمی و اقتصادی دارد و میتوان با ایجاد یک چرخه فعال اقتصادی بر مبنای تحقیقات و آزمایشهای علمی، گوهرهای معیوب را از سطح بازار گردآوری و پس از ترمیم، آنها را به چرخه اقتصادی بازگرداند. این حالت خصوصا در مورد گوهرهای قیمتی مانند یاقوت، الماس، زمرد و مروارید، کارایی فراوانی دارد. هر کاوش، مبنای یک رخداد تازه خواهد بود که میتوان حتی گوهرهای فاقد وجهه اقتصادی و یا مقاوم در مقابل بهسازی را نیز در این تعریف گنجاند و به غیر از ایجاد یک شاخه علمی برای بررسی و بهسازی یا ترمیم اویله و ثانویه گوهرهای قیمتی و نیمه قیمتی، میتوان چشم اندازی نوین از کارآفرینی و ارزآوری را در کشور ایجاد نمود.

منابع:

1. کرمی، پ، (۱۳۸۹)،"جزوه ترمیم (بهسازی دوباره) فصل شانزدهم و هفدهم و نوزدهم"، اثر مرکز بهسازی و پژوهش گوهرها
۲. کرمی،پ، (۱۳۹۰)، "تحقیقات مشترک تیم گوهرشناسی". توسط موسسه ارتقا صنعت طلا و جواهر ایران و مرکز بهسازی و پژوهش گوهرها
۳. ادیب، د، (۱۳۸۵) "جهان جواهرات- ص ۳۵ ال ۳۹- ص ۲۳۳ ال ۲۳۷ – ص ۴۲۱ و ۴۲۲ و ص ۴۳۵"
۴. دکتر لیدیکوآت، ریچارد، (۱۹۹۳)، "شناسایی گوهرها ص۱۵۷ الی "۱۶۵
۵. افشار،ایرج، (۱۳۸۶) "عرایس الجواهرونفایس الاطایب، ص۳۲ و ۳۴"
۶. اثر دکتر گوبلین، ادوارد، ج. (۲۰۰۴)، "اطلس شاخصهای درونی جلد یک، بخش شاخصهای درونی کلسدونی"
۷.موسسه گوهرشناسی آمریکا (GIA)، (۲۰۱۴)، "راهنمای گوهرها. بخش بهسازی، کلسدونی ص۴۵ یاقوت ص ۶۶ اوپال ص ۱۲۱ و مروارید ص ۱۴۴"

References:

1. Karami, P. (2010), “Gemology research by Dr. Pouya Karami, Treatments Research, P. 16, 17 and 18”
2. Karami, P. (2011), “Mineralogy research by Dr. Pouya Karami in PK-Gem Center and I.J.P.I.”
3. Adib, D. (2006), “The world of jewelry, p. 35-39/233-237/421,422,435”
4. Liddicoat. R. T. (1993), “Gem Identification, p. 157-165”
5. Afshar, I. (2005), “Arayes aljawaher and nafayes alatayeb, p. 32, 34”
6. Gubelin, E, J, (2004-fourth edition), “Photo Atlas, V.1, chalcedony inclusions”
7. GIA, (2014), “Gemstones Guide by GIA, Chalcedony, p. 45, Opal Page no. 121, p. 144”

www.SID.ir