



پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری
پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی

SILVADIUM سیلوادیوم

قلب فلزی
هشترخانه ریمی



انگشتری هشت وجهی ویکتوریان
Victorian Octahedral Ring

چرا به سیلوا دیم رسیدیم؟

نقره برای قرن‌ها فلز محبوب زیورآلات بوده است؛ هم به دلیل ارزش مادی، هم رنگ روشن و درخشانش، و هم به جهت این‌که در جهان اسلام که استفاده از طلا برای آقایان نکوهیده دانسته می‌شود.

با این همه، نقره‌ی خالص و آلیاژهای رایج آن دو مشکل اصلی دارند:

- «کدر شدن و سیاه شدن؛ نقره به سرعت با اکسیژن و ترکیبات گوگردی هوا واکنش می‌دهد و لایه‌هایی روی سطحش تشکیل می‌شود که درخشش را می‌گیرد.
- «نرمی و آسیب‌پذیری؛ در استفاده‌ی روزمره، به‌ویژه روی انگشت، به راحتی خط می‌افتد و تغییر شکل می‌دهد.

آلیاژهای قدیمی نقره-پالادیم هم، در عمل با مشکل دیگری روبه‌رو بودند: تخلخل، حباب و حفره‌های درونی که اصطلاحاً در صنعت به آن خوره می‌گویند، موضوعی که در برش کاری، سوهان کاری و پرداخت، کار را پیریسک و پرهزینه می‌کند.

اختراع سیلوا دیم هنرخانه رحیمی پاسخی است به همین مشکلات، تلاشی برای این‌که:

- «نقره درخشش ماندگارتر داشته باشد،
- «کمتر کدر شود،
- «و در عین حال سخت‌تر و بادوام‌تر شود تا زیورآلات روزمره، به‌ویژه انگشت‌های مردانه، استحکام کافی پیدا کنند.

سیلوادیم چیست؟

سیلوادیم آلیاژ اختصاصی هنرخانه رحیمی است که بر پایه‌ی نقره و پالادیم طراحی شده، حاصل پروژه‌ای با تأییدیه پژوهشی-صنعتی از دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) به شماره‌ی ۱۰۷۷۸۳ به عنوان اختراع (پتنت ملی) به ثبت رسیده است.

در این آلیاژ:

- ◀ بیش از ۸۵ درصد وزن فلز را نقره خالص تشکیل می‌دهد،
- ◀ حدود ۹ تا ۱۰ درصد آن پالادیم است،
- ◀ و مقادیر دقیقی از مس، نیکل، روی و مقدارهای بسیار کنترل‌شده‌ای از منگنز و آهن برای تقویت ساختار و کنترل رفتار فلز افزوده شده‌اند.

این ترکیب دقیق، نتیجه‌ی چند سال کار پژوهشی، آزمایش‌های متعدد و محاسبات نرم‌افزاری است؛ به‌گونه‌ای که حتی برای رسیدن به ۱۰۰ گرم آلیاژ سیلوادیم (Ag-9Pd)، مقدار پالادیم لازم با نرم‌افزار HSC Chemistry محاسبه و سپس در آزمایش ICP صحت‌سنجی شده است.

علاوه بر این، سیلوادیم در مقاله‌ای علمی با عنوان «توسعه آلیاژهای ریختگی Ag-9Pd (سیلوادیم) با عمر درخشش بالا برای ساخت زیورآلات سنتی» در «پژوهشنامه ریخته‌گری ایران» معرفی و نتایج آن منتشر شده است.

سیلوا دیم چگونه ساخته می شود؟

در نگاه نخست شاید به نظر برسد که سیلوا دیم چیزی جز مخلوط چند فلز نیست؛ اما آنچه در عمل اتفاق می افتد و در پتنت هنرخانه رحیمی ثبت شده، هم ترکیب دقیق آلیاژ است و هم فرآیند مرحله به مرحله ی ساخت آن. به زبان ساده، روند ساخت این آلیاژ چنین است:

۱. ذوب نقره خالص نقره ابتدا در کوره تادمای مشخصی گرم می شود تا به صورت مذاب یکنواخت درآید.

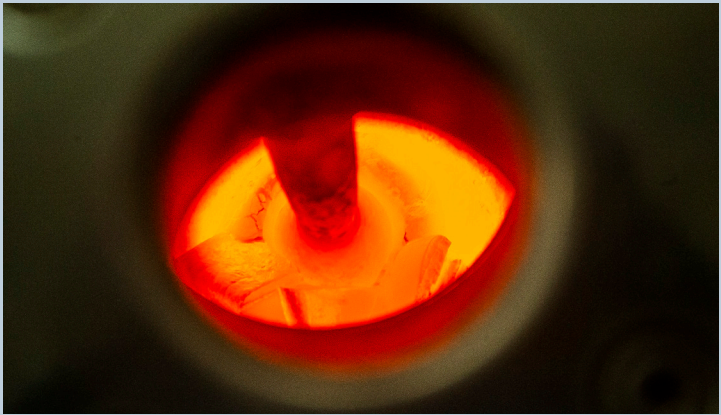
۲. افزودن تدریجی پالادیم پالادیم به شکل ذراتی با ابعاد کنترل شده و به تدریج به مذاب نقره اضافه می شود؛ همراه با هم زدن و کنترل دقیق دما تا آلیاژ اولیه ی نقره- پالادیم بدون حباب و تخلخل شکل بگیرد.

۳. دو مرحله ی باردهی آلیاژی بار شکل دهی شامل مس، نیکل، روی، پالادیم، منگنز و آهن اضافه می شود تا ریز ساختار آلیاژ تنظیم و برای ریخته گری آماده شود. سپس بار تقویت کننده با عناصر مشخص افزوده می شود تا استحکام و سختی نهایی آلیاژ بالا برود، بدون آن که شکننده شود.

۴. هم زدن، کنترل جو و ریخته گری سریع این مراحل در جو کنترل شده و با هم زدن مداوم انجام می گیرد تا از اکسید شدن نقره جلوگیری شود. در نهایت، مذاب به صورت سریع ریخته گری می شود تا ساختاری ریزدانه، همگن و بدون حفره های انقباضی به دست آید.

Silvadium making process





سیلوادیم در عمل چه تفاوتی ایجاد می کند؟

نتایج آزمایش ها، در مقاله ی علمی، تاییدیه های صنعتی و در مستندات اختراع، چند مزیت کلیدی را برای سیلوادیم تأیید کرده اند:

الف) درخشش بیشتر و عمر درخشش طولانی تر

در آزمون های استاندارد درخشندگی (Gloss) مشخص شده است که آلیاژ سیلوادیم (Ag-9Pd) نسبت به نقره ی خالص و آلیاژ قدیمی تر Ag-4Pd، در هر سه زاویه ی اندازه گیری، درخشندگی بالاتری دارد و این درخشش در برابر عوامل محیطی دیرتر افت می کند.

از نظر علمی، حضور پالادیم و طراحی ریزساختار باعث می شود:

- ◀ لایه ی سطحی محافظ سریع تر و متراکم تر تشکیل شود،
- ◀ این لایه رشد بی رویه نداشته باشد،
- ◀ و در نتیجه اکسید شدن و جذب آلودگی سطحی کاهش یابد.



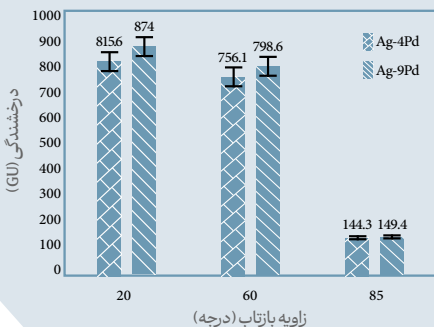
نقره



Ag-4Pd



Ag-9Pd

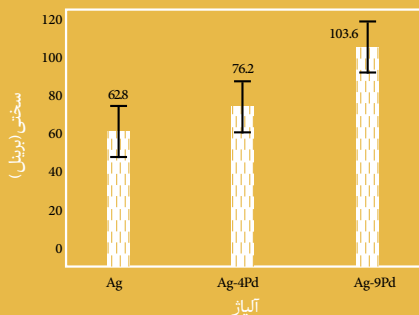


انگشتی که از سیلوادیم ساخته شده، دیرتر کدر می شود، کمتر سیاه می کند و مدت بسیار طولانی ظاهر نو و براق خود را حفظ می کند.

ب) سختی و دوام بیشتر در استفاده‌ی روزمره

آزمون‌های سختی نشان داده‌اند که با افزایش مقدار پالادیم و شکل‌گیری رسوبات غنی از پالادیم -مس- روی و ذرات مبتنی بر نیکل، سختی آلیاژ بر اساس مکانیزمی که در علم مواد به آن «اوران» گفته می‌شود، افزایش پیدا می‌کند.

سیلوا دیم کمتر
دچار فرورفتگی، خط و خش
و تغییر شکل می‌شود، و در
برابر فشارهای روزمره‌ی ناشی از
استفاده‌ی مداوم از انگشت،
مقاومت بیشتری دارد.

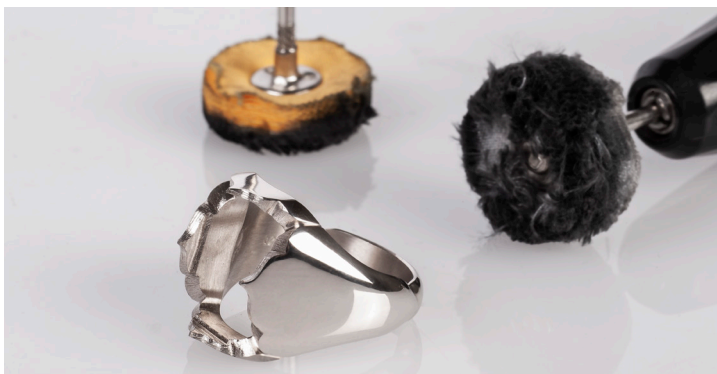


ج) ساخت پذیری بهتر برای انگشتر ساز

یکی از دغدغه‌های اصلی هنرخانه رحیمی این بوده که آلیاژ جدید، فقط روی کاغذ خوب نباشد، بلکه در دست انگشتر ساز هم خوش دست باشد، یعنی بتوان آن را به خوبی سوهان کاری، مشبک کاری، قلم زنی و پرداخت کرد، بدون آن که حفره‌ها و تخلخل‌های پنهان در کار ظاهر شوند.

ریز ساختاری که در سیلوا دیم به دست آمده، به گونه‌ای است که:

- «از خوردگی بین دانه‌ای جلوگیری می‌کند،
- «مانع تشکیل فیلم‌های ضخیم اکسیدی می‌شود،
- «و اجازه می‌دهد سطح کار پس از سوهان و پرداخت، یک دست، صیقلی و بدون «خوره» باشد.



سیلوادیم در خدمت هنر انگشترسازی

امروز، تمامی محصولات هنرخانه رحیمی با این فلز ابداعی ساخته می‌شود، فلزی که هم در سطح ملی و بین‌المللی به‌عنوان اختراع ثبت شده و هم پشوانه‌ی آزمایشگاهی و مقاله‌ی علمی منتشرشده دارد.

برای علاقه‌مندان به نقره، به‌ویژه کسانی که می‌خواهند انگشتری روزمره و در عین حال نفیس داشته باشند، سیلوادیم این امکان را فراهم کرده که: همچنان نقره را روی دست داشته باشند، اما از کدر شدن سریع و تغییررنگ در امان باشند، و در عین حال از زیورآلاتی بهره ببرند که سال‌ها شکل و استحکام اولیه‌ی خود را حفظ می‌کند.

همه‌ی انگشترهای هنرخانه رحیمی، با مُهری اختصاصی عرضه می‌شوند که در حکم نام هنری و شناسنامه‌ی فلز و اثر است. این مُهر از ترکیب سه واژه‌ی «**تهران SP رحیمی**» تشکیل شده و به‌وسیله‌ی سنبه‌های فولادی حک‌دست‌ساز، درون هر انگشتر، داخل یک کادر بیضی‌شکل و به‌صورت برجسته ضرب می‌شود. این مُهر به‌عنوان علامت تجاری، در مرکز مالکیت معنوی ایران با شماره‌ی ۴۶۱۳۴۲ نیز به ثبت رسیده است. حروف SP در این مُهر، علامت اختصاری آلیاژ سیلوادیم است؛ آلیاژی که قلب فلزی همه‌ی انگشترهای هنرخانه را تشکیل می‌دهد.

این آلیاژ، عصاره‌ی سال‌ها تجربه‌ی کارگاهی، بیش از صد آزمون آزمایشگاهی و همراهی اهل فن در دانشگاه و صنعت است. پیوندی میان دانش متالورژی و هنر انگشترسازی ایرانی که هویت هنرخانه رحیمی را رقم می‌زند.



مسیر پژوهش و نوآوری

پژوهش، از دل کارگاه تا مقاله علمی، ثبت اختراع و میراث فنون سنتی و متون کهن

راه رسیدن به آلیاژ سیلوادیم، حاصل بیش از چند سال پژوهش پیوسته در کنار کار عملی کارگاهی بوده است:

• انجام بیش از صد آزمایش روی نمونه‌های اولیه آلیاژ، در آزمایشگاه مرجع بنیاد علوم کاربردی رازی.

• دریافت تأییدیه پژوهشی-صنعتی از دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران) به شماره‌ی ۱۸۱/۱۰۱۳۹/د برای این پروژه.

• چاپ مقاله‌ای پژوهشی با عنوان «توسعه آلیاژهای ریختگی Ag-9pd (سیلوادیم) با عمر درخشش بالا برای ساخت زیورآلات سنتی» در پژوهشنامه ریخته‌گری ایران، جلد ۴، شماره ۲، سال ۱۳۹۹.

• ثبت رسمی اختراع با عنوان «فرآیند ساخت آلیاژهای بر پایه نقره- پالادیم به منظور تهیه زیورآلات سنتی و فرمول بندی ترکیب آلیاژ فلزی» به شماره ثبت ۱۰۷۷۸۳ در سازمان ثبت اسناد و املاک کشور.

• پروژه پژوهشی بررسی ساختار آلیاژهای بر پایه‌ی نقره، به کارگرفته شده برای ساخت انگشتری در عصر قاجار (۱۲۰۴-۱۱۷۵ هجری قمری)، بر اساس نمونه‌های موجود مجموعه‌ی خصوصی هنرخانه رحیمی در پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری پژوهشکده‌ی حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی.

این مجموعه اقدامات نشان می‌دهد سیلوادیم تنها یک «نام تجاری» نیست و پشت آن آزمایش‌های استاندارد، فرآیند پژوهشی مستند و مستندات حقوقی بسیاری قرار دارد و همچنین از فن‌آوری‌های کهن نیز غافل نبوده‌است.



انگشتری نقره با نگین فیروزه
منسوب به دوره قاجار به

قدردانی از استادان فرهیخته

با قلبی سرشار از احترام و نهایت قدردانی، از استادانی سپاسگزاریم که با همراهی علمی و راهنمایی‌های ارزشمند خود، در شکل‌گیری «سیلوادیم» سهمی مؤثر داشته‌اند.

نام بزرگواران

- ◀ پروفیسور سید محمدحسین میرباقری ▶ استاد تمام دانشکده مهندسی مواد و متالورژی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ◀ سرکار خانم مهندس کیانوش عسگری ▶ کارشناس ارشد، متخصص طراحی و شبیه‌سازی قطعات ریخته‌گری و آزمون‌های استاندارد مواد
- ◀ آقای دکتر یزدان شجری ▶ پژوهشگر حوزه مهندسی مواد
- ◀ سرکار خانم دکتر زهرا سادات سیدرئوفی ▶ استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
- ◀ آقای دکتر محمدحسن کنعانی ▶ دکتری شیمی نساجی از دانشگاه صنعتی امیرکبیر
- ◀ آقای دکتر فرامرز رستمی ▶ استاد شیمی، عضو هیأت علمی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری
- پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی-فرهنگی



اقدسیه، شهرک محلاتی، مجتمع تجاری ارم، واحد ۸
۰۹۱۲۲۳۴۵۹۰۳ ۰۲۱-۲۲۴۹۱۸۰۰

☐ rahimiarthouse
🌐 www.rahimiarthouse.com
✉ info@rahimiarthouse.com