مطالعهٔ شیوهٔ ساخت و اجرای تزیینات برجسته و زراندود در سفال مینایی دوران میانی اسلامی در ایران

ملیکا یزدانی[۱]، سید محمدامین امامی[۲]، حسین احمدی[۳]،
محمد لامعی رشتی[۴]، مهناز عبدالله‌خان گرجی[۵]، داود آقا علی‌گل[۶]

چکیده

سفال مینایی به گروهی از سرامیک، با نقاشی رولعابی و تزیینات پیکره‌ای، هندسی و گیاهی اشاره دارد که در بسیاری موارد به کتیبه‌های نسخ متمایل به رقاع و کوفی مزین بوده و گاهی با تزیینات برجسته‌کاری و طلایی آراسته شده است. با استناد به سفال‌های مینایی کتیبه‌دار، سفال مینایی در دورهٔ بسیار کوتاهی (در حدود شصت سال) در ایران رواج داشته و سپس از بین رفته است. با توجه به اهمیتی که شناخت تکنولوژی‌های فراموش‌شده در هویت‌بخشی به فرهنگ و تمدن یک سرزمین دارد، مطالعه در شیوهٔ ساخت و تزیینات این‌گونه هنرهای فراموش‌شده، به‌گونه‌ای حفاظت از آن به‌عنوان اثری ناملموس محسوب می‌شود. در این پژوهش، شناخت فناوری برخی تزیینات روی سفال مینایی از جمله برجسته‌کاری و زراندود، مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش مبتنی بر شیوهٔ تجربی‌تحلیلی است که با استفاده از اسناد و منابع کتابخانه‌ای و مطالعات دستگاهی، روی سفال‌های مینایی انجام شده است.

با کمک مطالعات دستگاهی و آزمایشگاهی، گسترهٔ دانش فناوری مربوط به تزیینات سفال مینایی، از لحاظ ساختار شیمیایی و میکروسکوپی مورد توجه قرار گرفته است. مطالعات تکمیلی، بررسی سند مکتوب *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب* نوشتهٔ ابوالقاسم عبدالله بن محمد بن علی بن ابی‌طاهر را شامل می‌شود. نتیجهٔ نهایی نیز از مقایسهٔ داده‌های تکنولوژی و مستندات ابوالقاسم به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که به‌منظور برجسته‌کردن سطح در سفال مینایی، از دوغاب تشکیل‌شده از گل بدنه که میزان اکسید سرب بیشتری نسبت به ترکیبات بدنه دارد، استفاده شده است. بخش برجسته روی لعاب زمینه اجرا شده و سپس روی آن مجدداً لعاب زده شده است. نتایج همچنین هم‌سویی داده‌ها را با متن رسالهٔ وی تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که در شیوهٔ زراندود، از طلای به‌صورت ورق استفاده شده که با کمک یک چسب آلی چسبانیده شده است. در مرحلهٔ نهایی، ورق طلا طی یک عملیات حرارتی، روی سطح تثبیت شده است. بر اساس یافته‌های مزبور در بخش انتهایی پژوهش، به‌صورت تجربی، ورق طلا روی سطح لعاب چسبانیده و با کمک حرارت روی لعاب تثبیت شد.

کلیدواژه‌ها:

سفال مینایی، سفال مینایی برجسته، زراندود، *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب*.

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی، نویسندهٔ مسئول yazdani101@yahoo.com
۲. دانشیار، عضو هیئت‌علمی دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی
۳. دانشیار، عضو هیئت‌علمی دانشگاه هنر اصفهان، دانشکده حفاظت و مرمت اشیاء تاریخی
۴. استاد، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فیزیک و شتابگرها، تهران
۵. استادیار، موزه ملی ایران، (مدرس دانشگاه آزاد اسلامی)، تهران
۶. مربی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده فیزیک و شتابگرها، تهران

۱. مقدمه

سفال مینایی به گروهی از سرامیک‌های خاص و تجملی دورهٔ اسلامی با نقوش هندسی، گیاهی و پیکره‌ای با شیوهٔ رولعابی (نقاشی روی لعاب سفید یا فیروزه‌ای) اطلاق می‌شود که در مدت کوتاهی در دوران میانی اسلام (نیمهٔ دوم قرن ۶ و نیمهٔ اول قرن ۷ق) به‌طور گسترده، در ایران و به‌ندرت در دیگر کشورها از جمله سوریه و ترکیه رواج داشته است (Aga-Oglu 1946, 241; Smith et al. 2001, 9; Keblow Bernsted 2003, 44; Michelsen & Olafsdotter 2014) این‌گونه سفال، در بسیاری موارد شامل کتیبه‌هایی روی سطوح داخلی یا خارجی است. به عقیدهٔ برن‌استد، زمینهٔ سفال مینایی با لعاب سرب و قلع پوشانده شده و گاهی با نمک‌های مس به رنگ فیروزه‌ای درمی‌آمده است (Keblow Bernsted 2003, 49). خطوط حاشیه نیز با رنگ سیاه و قرمز کار می‌شده که با دیگر رنگ‌های رولعابی همچون فیروزه‌ای، آبی، لاجورد، زرد، قرمز، سرخابی، صورتی، قهوه‌ای، سبز و سیاه، در مرحلهٔ پخت دوم تکمیل می‌شده است. نقاشی‌های متنوع در این‌گونه سفال، گاه روی سطح صاف و گاه روی سطح برجسته اجرا شده است. در برخی نمونه‌ها، زراندود[1] کار نهایی روی این مجموعه بوده است (Koss et al. 2009, 39; Keblow Bernsted 2003, 47). پژوهشگران استدلال می‌کنند که سبک تصاویر و نقوش، منعکس‌کنندهٔ هنر نقاشی، ادبیات و الهام‌گرفته از نسخ خطی اسلامی (Grube 1976, 195; Fehérvári 1998, 126-128; Allan 2006) و حتی نقاشی دیواری آن دوره است که اینک نشانه‌ها و شواهد زیادی از آن در دست نیست (پاکباز ۱۳۷۹، ۵۵؛ Grube 1976, 195).

در ایران، شهرهای کاشان (کیانی ۱۳۷۹، ۳۷؛ کامبخش‌فرد ۱۳۸۹؛ Pope 1938, 1595; Ferrier 1989, 260) نیشابور و تخت‌سلیمان (Hirx et al. 2002, 233; Masuya 2002, 75)، ری (Pope 1938, 1595)، ساوه (فریر ۱۳۷۴، ۲۶۱؛ Pope 1938, 1595) و قلعه الموت (چوبک ۱۳۹۲)، خاستگاه سفال مینایی به شمار می‌روند که در آن‌ها تزیینات برجسته و زراندود نیز کارشده است.

به‌دلیل اهمیت سفال مینایی از نظر تنوع کاربرد در رنگ، نقش و تزیینات، نویسندگان این پژوهش، سفال مینایی را با توجه به ویژگی‌های ظاهری مرتبط با فناوری زراندود و برجسته‌کاری بررسی کرده‌اند. معتبرترین شیوه برای دستیابی دانش امروزی به فنون کهن، مطالعهٔ آثار مکشوف از حفاری‌های علمی است. با توجه به اینکه روند پژوهش برای شناخت یک فن، فرایندی زنجیره‌ای است، مستندترین روش برای دستیابی به فنون کهن آثار یافت‌شده از حفاری‌ها، به‌کارگیری علوم و فناوری نوین و راستی‌آزمایی آن با دستورالعمل‌های احتمالی ارائه‌شده در منابع نوشتاری کهن است. براین‌اساس نویسندگان سعی کردند برای شناخت بیشتر سفال مینایی، جامعهٔ آماری را از آثار مینایی یافت‌شده در حفاری‌های علمی همچون ری و قلعهٔ الموت که پژوهشگران کمتر بدان توجه کرده‌اند، انتخاب کنند. در این پژوهش، استناد به نتایج پژوهش‌های صاحب‌نظران در زمینهٔ شناخت فن مینایی، مطالعه و تجزیه‌وتحلیل منابع کهن، نتایج حاصل از آنالیز سطحی میکروسکوپ الکترونی و میکروپیکسی روی نمونه‌های مورد پژوهش، برای شناخت بهتر سفال مینایی از نظر نوع عناصر در رنگ‌های به‌کاررفته مورد توجه قرار گرفته است و سعی شده عناصر تشکیل‌دهندهٔ بخش برجسته و زراندود شناسایی شود. شناخت فن لایهٔ زراندود و برجسته، ضخامت لایه‌ها و میزان خلوص لایهٔ زراندود از اهداف دیگر این پژوهش است.

برای شناخت بهتر نمونه‌های مورد پژوهش، نوشتارهای کهن مرتبط از جمله *جواهرنامهٔ* محمد بن ابی‌البرکات جوهری نیشابوری و خاتمه کتاب *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب* نوشتهٔ ابوالقاسم عبدالله بن محمد بن علی بن ابی‌طاهر نیز بازخوانی شده که با نتایج به‌دست‌آمده مقایسه خواهد شد. در انتهای پژوهش، با کسب دانش نسبی از سفال مینایی زراندود، تلاش شده است که لایهٔ زراندود به‌صورت آزمایشگاهی بازتولید شود.

۲. پیشینهٔ زراندود کردن

برای نخستین بار، ابوالقاسم کاشانی واژهٔ هفت‌رنگ را منحصراً برای گونه‌ای از سفال دورهٔ میانی اسلامی که امروزه سفال مینایی نامیده می‌شود، به کار گرفت و در بخشی از رسالهٔ خود به مطلا کردن (زراندود) روی سفال پرداخت

(کاشانی ۱۳۸۶، ۳۴۷).

در طول تاریخ، در تمدن‌های گوناگون جهان، روی آثار فلزی، شیشه‌ای، چوبی، کاغذی، گچی و سرامیکی، فن زراندود[۲] کاربرد داشته است (Needham et al. 2004, 698 & 703). زراندود سابقه‌ای کهن در دنیا دارد و قدیمی‌ترین سفال‌های زراندود در مصر باستان یافت شده است (Darque-Ceretti et al. 2011, 542). به نظر می‌رسد کاربرد این نوع تزیین در نیمهٔ قرن ششم هجری به‌طور گسترده در سفال‌های مینایی ایران آغاز شده (Pa-checo et al, 2007: 318) و پس از آن علاوه بر سطح سفال، یکی از تزیینات کاشی‌کاری در بناهای ایران در دورهٔ ایلخانی (Osete-Cortina et al. 2010)، تیموری (Eftekhari & Mishmaśt 2014)، صفوی (اصلانی و میش‌مست ۱۳۸۹) و قاجار (Mishmaśt & Holakooei 2015) بوده است.

با مطالعهٔ منابع کهن مشخص می‌شود که به‌منظور زراندود روی سطوح، از طلا به‌صورت پودر یا طلا به‌صورت ورق استفاده می‌شده است؛ طلای مورد استفاده در مواردی خالص و گاهی آلیاژ طلا بوده است (Cretu &Van Der Lingen 1999, 115). نوع این آلیاژها به‌طور سنتی، در ایران ترکیب طلا با مس، طلا با نقره یا ترکیب با هر دو را شامل می‌شده است (جوهری نیشابوری ۱۳۸۳، ۳۰۴). تفاوت در نوع آلیاژ با توجه به رنگ مورد نیاز سطح تنظیم می‌شده است. برای به‌دست‌آوردن رنگ طلایی از طلای خالص، برای رنگ متمایل به قرمز از ترکیب طلا و بیش از ۲۵درصد مس، برای رنگ متمایل به سبز از ترکیب طلا با میزان ۲۰درصد نقره و ۵درصد مس، و برای رنگ متمایل به سفید از ترکیب طلا با حدود ۵۰درصد نقره استفاده شده است (Cretu & Van Der Lingen 1999, 115).

زراندود، به دو شیوهٔ سرد[۳] و گرم[۴] روی سرامیک‌ها اجرا می‌شده است. هاین باخ عقیده دارد در صورتی که از آلیاژ طلا به‌صورت ورق استفاده شده باشد، به‌دلیل اکسید شدن فلز افزوده‌شده به طلا در اثر حرارت، تغییر رنگ نامطلوبی در جلای فلزی ایجاد می‌شود؛ ازاین‌رو آلیاژهای طلا به‌صورت سرد روی سطوح سرامیکی اجرا می‌شده‌اند (Hein-bach 1907, 703). در برخی از موارد همچون سرامیک و شیشه، ثابت شدن ورق طلا پس از چسباندن، همراه با یک عملیات حرارتی بوده است و این عملیات حرارتی می‌تواند نشانی از وجود طلای خالص بر روی سرامیک‌ها باشد. علاوه بر اینکه ورق طلا باید در میان دو کاغذ قرار می‌گرفته و چسبانیدن آن روی سطح نیاز به مهارت بالایی داشته بلکه زدودن بخش‌های اضافی نیز پس از چسباندن ورق طلا و جمع‌آوری آن بسیار دشوار بوده است. به‌عقیدهٔ نیدهام، پس از چسباندن ورق طلا، با استفاده از سنگ عقیق، روی سطح طلا را صاف و صیقلی می‌کرده‌اند (Needham et al. 2004, 698).

ورق نازک طلا[۵] به‌دلیل کاهش ضخامت سطح، بسیار حساس بوده، مقاومت زیادی نداشته و جاذبهٔ الکترواستاتیک سبب می‌شود ورق‌های مجاور تمایل به چسبیدن به یکدیگر و درعین‌حال متلاشی شدن داشته باشند. ورق نازک طلا ضخامت ۰/۱ـ۱۰ میکرومتر دارد (پیشین: ۵۴۲). ورق طلا معمولاً با کمک یک لایهٔ میانی چسباننده، روی سطوح غیرفلزی (سرامیک، شیشه، گچ و...) تثبیت می‌شود. این لایهٔ میانی گاه دارای مواد معدنی بوده و گاهی نیز ترکیبات آلی دارد. در شیوهٔ نخست، لایهٔ میانی شامل گدازآور لعاب همچون اکسید بور، اکسید سرب یا سایر قلیاها بوده که دمای چسبیدن ورق روی سطح را تا ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد کاهش می‌داده است. در شیوهٔ دوم از یک مادهٔ ارگانیک همچون سریشم، صمغ، روغن کمان یا روغن سیر برای چسبندگی استفاده می‌شده است (Needham et al. 2004, 693-694; Oddy 1993, 172; Domenech-Carbo et al. 2010, 221). روش دیگر استفاده از سطح میانی (احتمالاً گل سرخ) روی زمینهٔ لعاب و پس از آن کاربرد ماده‌ای آلی برای چسبانیدن بوده است (Domenech-Carbo et al. 2010, 221) که در این شیوه، زیر بخش زراندود اندکی برجسته به نظر می‌رسد (اصلانی و میش‌مست ۱۳۸۹، ۱۲).

۳. مواد و روش‌ها

به‌منظور شناخت کامل‌تر بخش زراندود و برجسته، بخشی از آنالیزهای عنصری کمّی و کیفی در بخش SEM مرکز پژوهش متالورژی رازی تهران و با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل VEGA II، ساخت

شرکت TESCAN، به‌همراه دستگاه اسپکتروفوتومتر تفرق اشعهٔ ایکس (EDS) مدل RONTEC ساخت آلمان انجام شده است. همچنین از باریکهٔ پروتون با انرژی ۲ مگاالکترون‌ولت (MeV) و با شدتی در حدود ۵۰ پاسکال (Pa) که توسط شتاب‌دهنده و اندوگراف ۳ مگاولت (MV) آزمایشگاه و اندوگراف پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای تولید می‌شود، برای آنالیز Micro-RBS و میکروپیکسی استفاده شده است. طیف به‌دست‌آمده دربردارندهٔ اطلاعات مفیدی درخصوص ضخامت لایهٔ زراندود و شناسایی ترکیبات آن است. مطالعه و تجزیه‌وتحلیل اسناد مکتوب تاریخی در کنار نتایج به‌دست‌آمده از آنالیزهای دستگاهی، بخش دیگری از پژوهش را به خود اختصاص داده است.

٤. یافته‌های پژوهش

با توجه به آثار مینایی موجود در موزه‌های ایران و جهان و نمونه‌های مورد پژوهش، زراندود روی سفال مینایی به دو گروه تقسیم‌بندی می‌شود: زراندود روی سفال مینایی مسطح و زراندود روی سفال مینایی برجسته[۶].

هدف این پژوهش، شناخت فناوری لایهٔ برجسته و زراندود در سفال مینایی با کمک شناخت نوع لایهٔ زراندود از نظر میزان خلوص، شیوهٔ آماده‌سازی (پودر، ورق)، شناخت نوع لایهٔ برجسته و جایگاه قرارگیری آن‌ها در سطح است. یکی از راه‌های شناخت بیشتر فنون کهن، کاوش در منابع و اسناد مکتوب تاریخی است؛ اما راستی‌آزمایی فنون مطرح در اسناد کهن نیاز به کاربرد فناوری نوین دارد. در این پژوهش، مطالعات روی چهار نمونهٔ مینایی برجسته و زراندود انجام شد. همهٔ نمونه‌ها از کاوش‌های علمی باستان‌شناسی به دست آمده‌اند. یک نمونه مکشوف از الموت با شناسهٔ A4 از یافته‌های دکتر چوبک، یک نمونهٔ مینایی یافت‌شده از ری با شناسهٔ RH6 از یافته‌های اشمیت و دو نمونه سفال مینایی موجود در موزهٔ ملی با شناسهٔ M23 و M111 که مکان کشف آن‌ها ثبت نشده است، با هدف شناخت تکنولوژی زراندود در سفال مینایی برجسته انتخاب شدند (جدول ۱).

مطالعات با معاینهٔ بصری و بررسی با لوپ دستی با بزرگ‌نمایی X250 آغاز و با تجزیه‌وتحلیل میکروسکوپ الکترونی، میکروپیکسی و Micro-RBS ادامه یافت. نتایج معاینهٔ بصری نمونه‌های منتخب در جدول ۱ ارائه شده است.

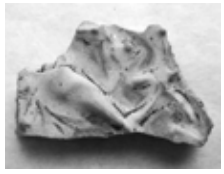
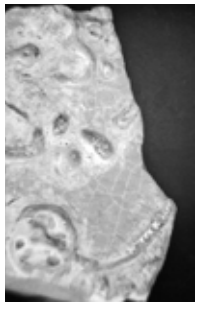
۵. شناخت بخش برجسته در سفال‌های مینایی مورد پژوهش

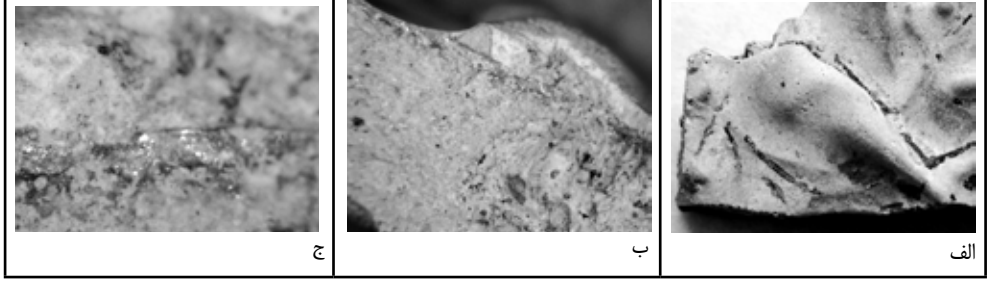
برجسته‌کردن سطح اشیاء سفالین به سه صورت انجام می‌شده است. در شیوهٔ نخست، نقش افزوده در سطح ایجاد شده و پس از آن، عملیات پخت و لعاب اجرا می‌شده است. در شیوهٔ دوم، گِل در قالب‌های برجسته، فشرده و سپس پخت و لعاب اجرا می‌شده است. شیوهٔ سوم باربوتین[۷] نام دارد که واژه‌ای فرانسوی است. در این شیوه، سطح برجسته با استفاده از خمیر نازکی از گل رس دوغابی، از سوراخ جسمی مانند شاخ، تیغ جوجه‌تیغی یا کیسه، با فشار به‌شکل خطوط و مارپیچ روی سطح شیء یا لعاب زمینه نهاده می‌شود؛ به همین دلیل برجستگی در سطح بدون لبه و به‌صورت منحنی است. این شیوه ابتدا در جهان باستان در مصر، جزیرهٔ کرت و روم باستان متداول شد (وولف ۱۳۸۴، ۱۲۷؛ Lauth 1882, 313-316; Turner 1996).

در این پژوهش، بررسی نمونه‌ها با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگ‌نمایی X250 انجام شد. همان‌گونه که در تصویر سطح مقطع بخش ج از تصویر ۱، ۲، ۳ و ۴ مشاهده می‌شود، بخش برجسته در سفال‌های مینایی، دارای خط جدایش با بدنه و لعاب زمینه است. در برشِ سطح مقطع سفال کاملاً گویاست که بخش برجسته روی لعاب زمینه اجرا شده و سپس روی بخش برجسته، مجدداً با یک لعاب پوشش داده شده است (جدول ۲).

سطح‌های منحنی و بدون لبهٔ شکل‌گرفته در بخش برجسته، در تمام نمونه‌های مورد پژوهش، نشان‌دهندهٔ رقیق بودن گِل مصرفی هنگام اعمال روی لعاب زمینه بوده است. کاس و همکاران عقیده دارند بخش‌هایی را که می‌بایست برجسته شوند، احتمالاً با دوغاب ساخته‌شده از ترکیبات بدنه و با ابزاری قیف‌مانند یا قلم‌مو ترسیم می‌کردند. بنابراین بخش‌های مذکور نسبت به سطح اصلی، برجسته و منحنی به‌نظر می‌رسیدند (Koss et al. 2009, 38).

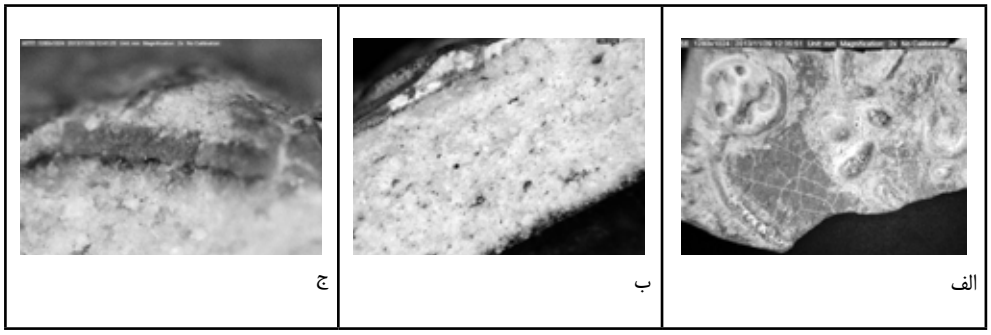
جدول ۱: مشخصات سفال‌های مینایی مورد مطالعه در بخش زراندود

شناسه	مکان کشف	نوع شیء	لعاب زمینه	رنگ لعاب نقاشی	نوع تزیینات	تصویر
A4	دژ الموت	احتمالاً بشقاب	آبی	قرمز، طلایی	زراندود، برجسته‌کاری	
RH6	ری	درب ظرف	فیروزه‌ای	سیاه، طلایی	نقاشی، زراندود، برجسته‌کاری	
M111	نامشخص	دسته ظرف	آبی	قرمز، طلایی	زراندود، برجسته‌کاری	
M23	نامشخص	احتمالاً بشقاب	فیروزه‌ای	قرمز، طلایی	زراندود، برجسته‌کاری	



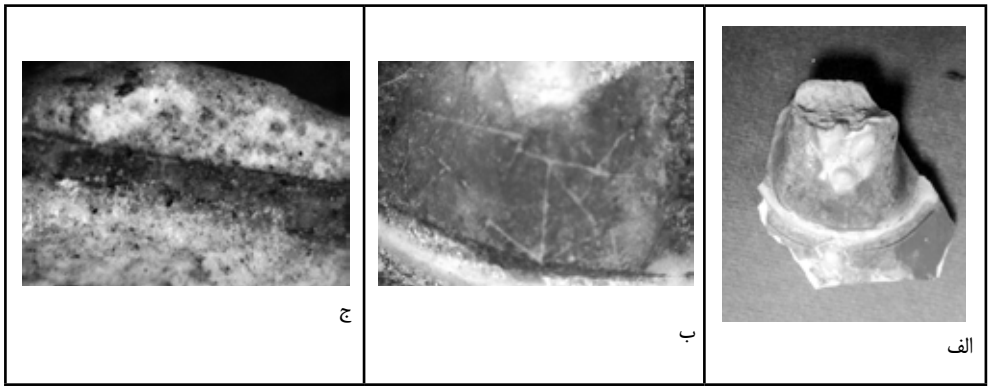
الف ب ج

تصویر ۱: الف. نمونه A4 ب و ج. تصویر سطح مقطع با میکروسکوپ دیجیتال و بزرگ‌نمایی X250 که نشان می‌دهد بخش برجسته روی لعاب زمینه کار شده و لعاب زمینه بین بدنه و بخش برجسته محصور شده است.



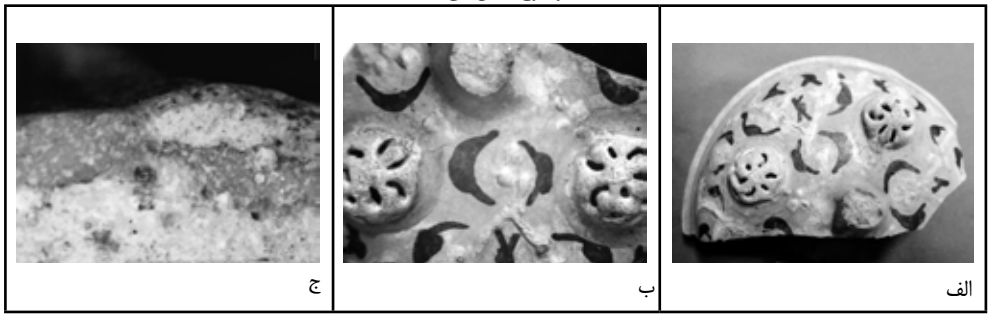
الف ب ج

تصویر ۲: الف. نمونهٔ M23 ب. تصویر سطح مقطع کاربرد لایهٔ برجسته را روی لعاب زمینه نشان می‌دهد. ج. تصویر میکروسکوپ دیجیتال محصور شدن لعاب زمینه بین بدنه و بخش برجسته را به‌وضوح نشان می‌دهد.



الف ب ج

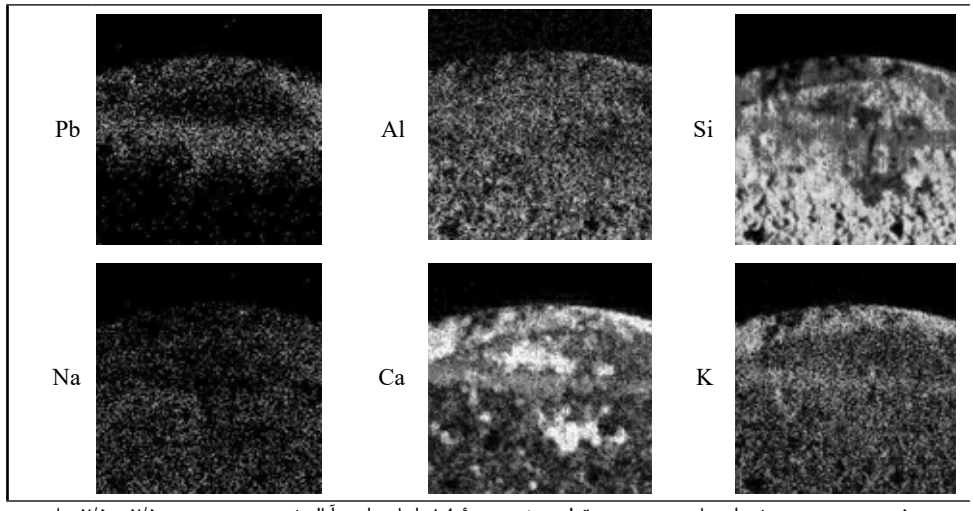
تصویر ۳: الف. نمونهٔ M111 ب. تصویر میکروسکوپی با بزرگنمایی X250، بخش‌های برجسته، زراندود و قلم‌گیری را نشان می‌دهد. ج. تصویر میکروسکوپی از سطح مقطع، قرارگیری لایهٔ طلا را در سطح لعاب و محصور شدن لعاب زمینه بین بدنه و بخش برجسته را به‌وضوح نشان می‌دهد.



الف ب ج

تصویر ۴. الف. نمونهٔ RH6 ب. تصویر میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی X250 نشان می‌دهد که قسمت‌هایی از بخش برجسته مشبک شده است. ج. تصویر میکروسکوپ دیجیتال محصور شدن لعاب زمینه بین بدنه و بخش برجسته را نشان می‌دهد.

توزیع عنصری برخی از عناصر موجود در نمونهٔ A4 در بخش بدنه و برجسته در تصویر ۵ نشان می‌دهد ترکیبات عنصری این دو بخش شباهت بسیاری با یکدیگر دارند.



تصویر ۵: توزیع عنصری برخی از عناصر موجود در مقطع عرضی نمونهٔ A4. ابعاد نواحی آنالیزشده در نمونه حدود ۲/۵ × ۲/۵ میلی‌متر است. نقاطی که روشن‌ترند، توزیع عناصر مشخص‌شده در آن‌ها بیشتر است.

در جدول ۲، آنالیز کمی ترکیبات بدنه، لعاب زمینه و بخش برجسته در نمونه‌های ری و الموت با استفاده از میکروپیکسی به دست آمده است. در هر نمونه، نوع و میزان ترکیبات بدنه و بخش برجسته، بسیار به یکدیگر شباهت دارد. در جدول ۲ مشاهده می‌شود در تمامی نمونه‌ها اکسید سرب به میزان قابل توجهی (میزان تقریبی ۱۰درصد) افزایش یافته و از مقدار سیلیس کاسته شده است. همان گونه که در ترکیبات لعاب زمینهٔ همهٔ نمونه‌ها دیده می‌شود، میزان اکسید سرب در لعاب‌ها از ۱۵ـ۲۸درصد متغیر است و در بخش برجسته که در تماس با لعاب زمینه است، ۱۰ـ۱۱درصد اکسید سرب وجود دارد؛ در حالی که میزان اکسید سرب در بدنه‌ها بسیار اندک و به میزان ۰/۲ـ۱درصد است.

جدول ۲: آنالیز شیمیایی بدنه، لعاب زمینه و بخش برجستهٔ چهار نمونهٔ A4، RH6، M111 و M23 با استفاده از روش میکروپیکسی

شناسه	ترکیب شیمیایی / مکان	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	SO3	K2O	CaO	TiO2	Fe2O3	PbO	SnO2
A4	بخش برجسته	۴/۱۴	۱/۲۱	۵/۱۶	۶۸/۸۷	۰/۶۷	۱/۱۵	۳/۴۹	۰/۷۷	۱/۳	۱۰/۲۹	–
	لعاب زمینه	۰/۳۲	–	۳/۴۱	۴۷/۷۳	۰/۲۷	۱/۹۸	۴/۰۹	۰/۱۱	۲	۲۸/۴۱	۱۰/۷۶
	بدنه	۳/۷۹	۱/۳۷	۸/۳	۸۰/۹۷	–	۱/۰۲	۲/۴۴	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۴۳	–
RH6	بخش برجسته	۳/۶۷	۱/۵۴	۱۰/۸۷	۶۲/۰۱	۰/۷	۲/۲۵	۳/۴۱	۰/۸۴	۱/۱۳	۱۱/۱۶	–
	لعاب زمینه	۳/۱۶	۱/۴۱	۱/۸۵	۶۱/۵	۰/۶۹	۲/۹۱	۳/۰۶	۰/۱۴	۱/۱۴	۱۵/۱۶	۶/۳۱
	بدنه	۳/۲۷	۱/۰۱	۱۱/۲۱	۷۲/۹۲	۱/۱۱	۲/۵۶	۲/۷۹	۱/۱۵	۱/۹۷	۱/۱۷	–
M111	بخش برجسته	۳/۳۸	–	۷/۹۳	۶۹/۸۱	۰/۵۴	۱/۷۲	۳/۲۳	۱/۰۱	۱/۶۲	۱۰/۳۱	–
	لعاب زمینه	۵/۸۸	۱/۸۲	۲/۲۷	۵۲/۰۵	۰/۹۶	۱/۸۵	۳/۵۷	–	۰/۷۹	۲۰/۴۶	۸/۸۴
	بدنه	۲/۵۵	-	۸/۶۶	۸۲/۹	–	۱/۶۷	۲/۷۷	۱/۱۳	۱/۵۴	۰/۲	–
M23	بخش برجسته	۱/۹۱	–	۱۰/۴۲	۶۸/۱۹	–	۲/۱۸	۲/۸۲	۰/۸۹	۱/۸۴	۱۰/۷۹	–
	لعاب زمینه	۰/۶۸	۳/۳۹	۱/۶۶	۴۸/۱۲	۱/۱۱	۱/۵۹	۳/۸۷	۲/۰۴	۳/۰۲	۱۷/۹۲	۱۴/۳۸
	بدنه	۰/۹۷	–	۹/۴۴	۷۹/۸۳	–	۲/۲۱	۳/۶۳	۰/۹۴	۱/۸۷	۰/۳۶	–

استفاده از مشتقات سرب به‌صورت اکسید یا سیلیکات سرب (در حالت فریتی)، از دیرباز در صنعت لعاب‌سازی کاربرد داشته است. بیشترین کاربرد آن در کاهش نقطهٔ ذوب در مخلوط‌های سیلیکاتی است. این اکسید قابلیت حلالیت خوبی داشته و می‌تواند اجزای تشکیل‌دهندهٔ بدنه را نیز سریع‌تر ذوب کند. همچنین به‌دلیل ایجاد حالت شیشه‌ای در ترکیب با سیلیکات‌ها می‌تواند بدنه‌های مقاومی را تولید کند. در عین حال اکسید سرب نقطهٔ ذوب بدنه را نیز کاهش داده و اتصال بهتری را با لعاب زمینه ایجاد می‌کند. یکی از دلایل کاربرد اکسید سرب در ترکیبات بخش برجسته می‌تواند حضور اکسید سرب در ترکیبات لعاب باشد. این موضوع دانش هنرمندان صنعتگر در دورهٔ اسلامی را نشان می‌دهد که علاوه بر کاربرد مشتقات سرب به‌ویژه سرب سفید (هیدروکسید سرب) در ساخت لعاب‌ها، با آگاهی از ویژگی‌های آن، اکسید سرب را به ترکیبات بدنه اضافه کرده و در بخش برجسته به کار برده‌اند و به این ترتیب نوعی بدنه یا گلابه برجسته را تولید کرده‌اند که نقطهٔ ذوب آن نسبت به بدنه کمتر بوده، هماهنگی بیشتری با دمای ذوب لعاب زمینه داشته و از نظر ضریب انبساط حرارتی و کشش سطحی با لعاب هماهنگی بیشتری یافته است.

این نتایج نشان می‌دهد شیوهٔ منحصربه‌فرد برجسته‌کردن سطوح در سفال مینایی، کاملاً متفاوت با دیگر شیوه‌های برجسته‌کردن سفال‌ها و کاشی‌ها بوده است؛ زیرا همان گونه که در بخش مقدمه ذکر شد، در دیگر شیوه‌ها بخش برجسته جزئی از بدنه بوده و زیر لعاب زمینه اجرا می‌شده است، اما در سفال مینایی، بخش برجسته روی لعاب زمینه اجرا شده و با وجودی که ترکیبات آن با بدنه یکسان بوده، هیچ‌گونه سطح تماسی با لعاب زمینه ندارد. بنابراین می‌توان شیوهٔ چهارم را برای برجسته‌کردن سطوح سفالی در دورهٔ اسلامی مطرح کرد. در این شیوه گرچه روش اجرا شبیه به باربوتین است، هنرمندان با کمی تغییر در ترکیبات بدنه، سطح برجسته را روی لعاب زمینه اجرا می‌کرده‌اند.

٦. زراندود کردن از دیدگاه متون کهن

واژهٔ زراندود در *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب*، مطلا کردن نام دارد (کاشانی، ۱۳۸۶: ۳۴۷). در بخش کاشیگری این رساله، زراندود کردن سفال در چهار مرحلهٔ کلی بیان شده است:

مرحلهٔ ۱: آماده‌سازی طلا

«و اگر خواهند که آلات شفاف و مصمت[۸] هر دو مطلا کنند، یک مثقال زر سرخ[۹] به بیست‌وچهار ورق بکوبند.»

مرحلهٔ ۲: چسباندن ورق طلا روی سطح

«... و در میان کاغذی نهند به جص[۱۰] مالیده و به مقراض[۱۱] پاره پاره می‌برند و بوشق[۱۲] محلول بر آلات به قلم می‌چفسانند و به پنبه هموار می‌کنند.»

مرحلهٔ ۳: تزیین نهایی

«... و سرخ قمصری با قدری آبگینهٔ مسحوق[۱۳] آمیخته تزویق[۱۴] می‌کنند.»

مرحلهٔ ۴: تثبیت ورق طلا روی سطح

«... و هریک را در غلاف سفالین[۱۵] در تنور طلی[۱۶] نهند که برای این کار ساخته باشند و به آتشی نرم از بام تا زوال می‌پزند و دم‌به‌دم به نمونه تجربه می‌کنند» (همان‌جا).

در صورت ملاک قرار دادن متن بالا می‌توان مراحل اجرای تزیین زراندود را این‌گونه تجزیه‌وتحلیل کرد: ابتدا ۱ مثقال طلا به شیوهٔ مکانیکی آن‌قدر کوبیده می‌شده[۱۷] تا بسیار نازک شود. سپس در میان کاغذی که با پودر گچ، اندود شده قرار می‌گرفته است و بر اساس بخش مدنظر با قیچی برش داده شده و روی سطحی که با استفاده از ماده‌ای آلی همچون سریشم پوشانده شده، با کمک قلم چسبانیده می‌شده است. مرحلهٔ نهایی تزیین با استفاده از ترکیب سرخ قمصری (هماتیت) و آبگینه (پودر شیشه) بوده است. بر اساس این رساله، در فرایند پخت میزان حرارت کم بوده، اما مدت‌زمان تثبیت و پخت لایهٔ زراندود در کوره بسیار زیاد بوده و نیمی از شبانه‌روز را به خود اختصاص می‌داده‌است. جوهری نیشابوری در *جواهرنامه* آورده است: «زر را به‌غایت تنک[۱۸] کنند... و آن را بر صلایه[۱۹] مصول کنند[۲۰] و آب زیادتی را از آن باز استانند و خشک کنند، پس صمغ عربی صافی کرده به آن بیامیزند و با آن هرچه خواهند نویسند و چون خشک شود آن را به مهرهٔ جزع[۲۱] مهره زنند براق و صافی شود و غایت خوب آید» (جوهری نیشابوری، ۱۳۸۳: ۳۰۳).

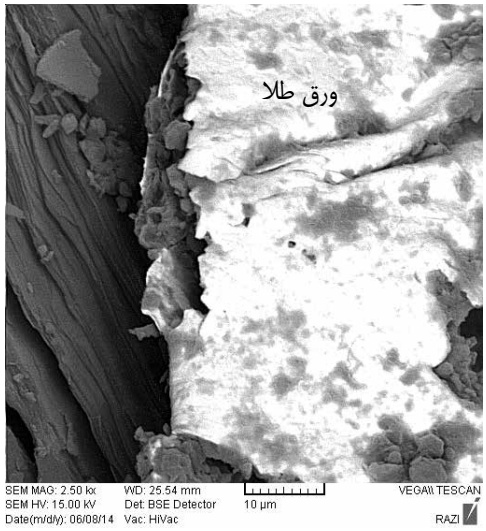
در این متن، بسیار خلاصه تهیهٔ پودر طلا شرح داده شده، اما توضیحی دربارهٔ سطحی که روی آن نگارش یا نقاشی می‌شده، داده نشده است. بر اساس این سند، آماده‌سازی طلا ابتدا به‌صورت ورق انجام می‌شده است، سپس آن را ساییده تا به‌صورت پودر درآید. پودر طلا با صمغ عربی ترکیب شده و از آن استفاده می‌شده است. پس از خشک شدن طلا، سطح مهره می‌شده است.

به‌منظور راستی‌آزمایی دو متن مزبور، مطالعات میکروسکوپی و ساختاری روی بخش زراندود سفال‌های مینایی آغاز شد.

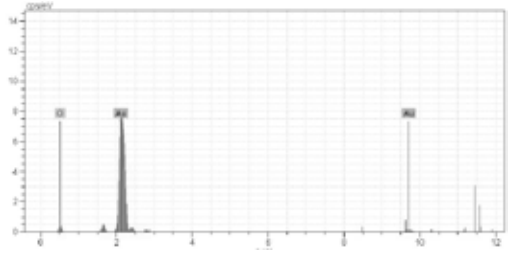
۷. شناخت نوع لایهٔ زراندود در سفال‌های مینایی مورد پژوهش

تصاویر میکروسکوپی نمونه‌های M111 (تصویر ۶) و A4 (تصویر ۷) و نتایج آنالیز SEM به‌وضوح حضور طلا به‌صورت ورق را روی سطح لعاب‌ها نشان می‌دهد (نمودار ۱ و ۲).

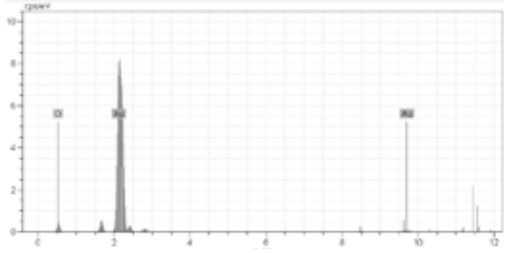
تصویر ۶: تصویر میکروسکوپی حضور ورق طلا در لایهٔ زراندود لعاب مینایی روی نمونهٔ M111 را نشان می‌دهد.



تصویر ۷: تصویر میکروسکوپی حضور ورق طلا در لایهٔ زراندود لعاب مینایی روی نمونهٔ A4 را نشان می‌دهد.



نمودار ۱: EDX بخش زراندود در سفال مینایی M111 حضور طلای خالص را نشان می‌دهد.



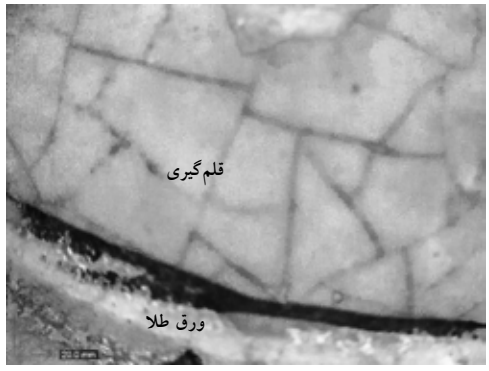
نمودار ۲: EDX بخش زراندود در سفال مینایی A4 حضور طلای خالص را نشان می‌دهد.

نتایج مزبور، اجرای زراندود را به‌صورت ورق طلای خالص که کاشانی از آن با عنوان زر سرخ یا زر طلی نام برده است، تأیید می‌کند.

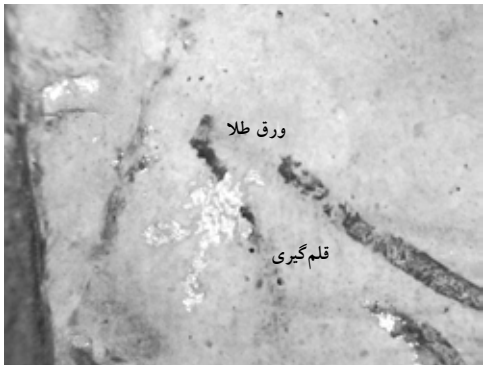
تصاویر تهیه‌شده با میکروسکوپ دیجیتال از سفال‌های مینایی مورد پژوهش، نشان می‌دهد که بخش زراندود در دو مکان متفاوت روی سطح برجسته اعمال شده است که به شرح آن‌ها پرداخته خواهد شد:

الف. لایهٔ طلا به‌صورت ورق، روی بخش برجسته و لعاب چسبانده شده و سپس روی آن، با رنگ قرمز یا قهوه‌ای قلم‌گیری شده است. در این شیوه چون در ساختار لایه‌ای این نمونه‌ها قلم‌گیری آخرین لایهٔ رویی را تشکیل می‌دهد، ورق طلا به‌عنوان آخرین لایهٔ تزیین مینایی به شمار نمی‌رود (تصویر ۸).

ب. لایهٔ طلا به‌صورت ورق روی بخش قلم‌گیری چسبانده شده است و در ساختار لایه‌ای، طلا خارجی‌ترین لایهٔ تزیین روی سطوح برجسته به شمار می‌رود (تصویر ۹).

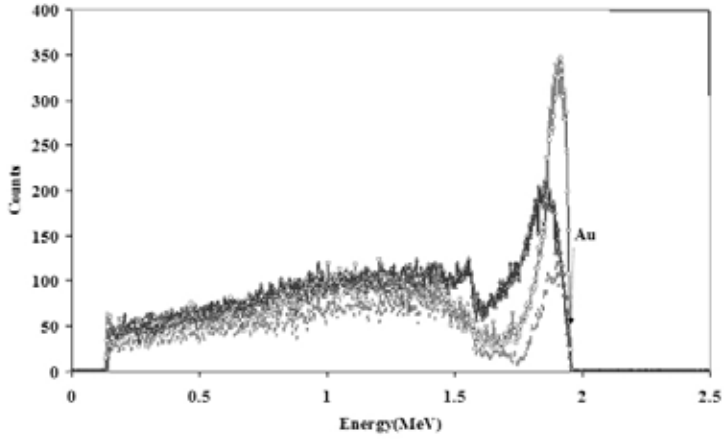


تصویر ۸: تصویر میکروسکوپ دیجیتال نمونه الف: برش مربع‌شکل ورق طلا زیر مرز قرمز دایره‌ای



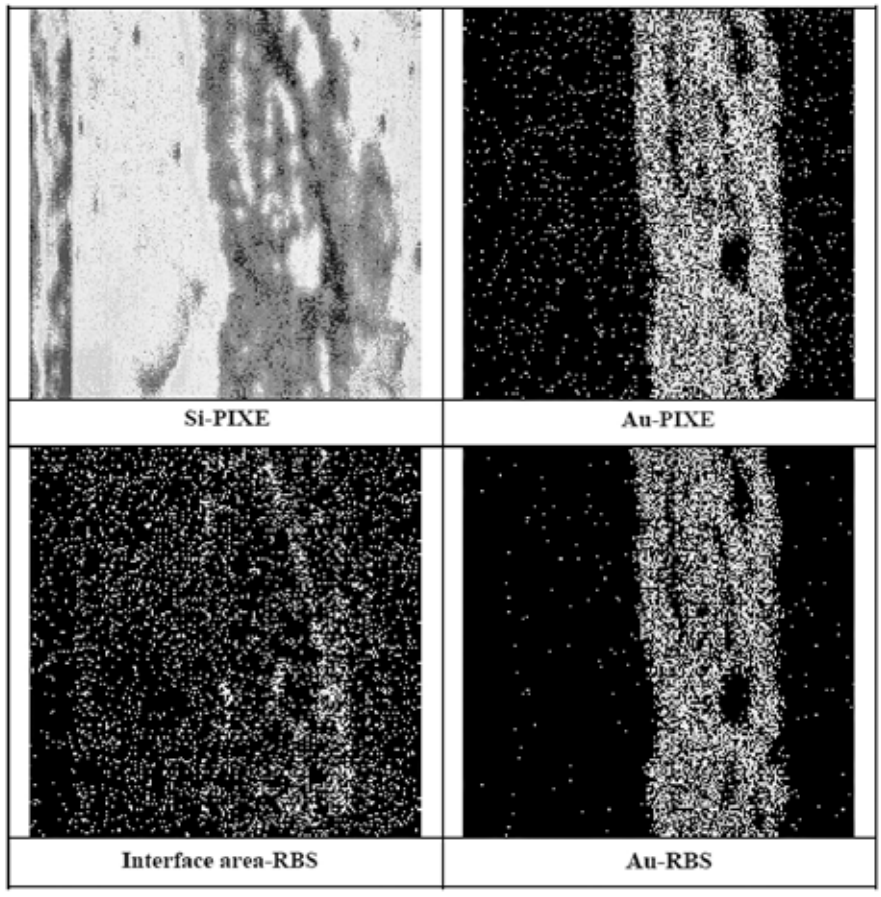
تصویر ۹: تصویر میکروسکوپ دیجیتال نمونه الف: برش مربع‌شکل ورق طلا زیر مرز قرمز دایره‌ای

در نمودار ۳، طیف‌های Micro-RBS سه نمونهٔ مختلف با یکدیگر مقایسه شده است. در این نمودار، لایهٔ نازک طلا که روی نمونه نشانده شده است، به‌شکل یک قلهٔ جدا دیده می‌شود که پهنای این قله همان‌طور که در نمودار ۳ دیده می‌شود، متناسب با ضخامت لایهٔ طلاست که در سه نمونهٔ مذکور با یکدیگر تفاوت دارد. در این پژوهش، ضخامت لایهٔ طلا در سه نمونه متفاوت و برابر با ۳۲۰، ۱۹۰ و ۱۰۰ نانومتر است. این نتایج نشان می‌دهد که ضخامت لایهٔ طلا در تمامی نمونه‌ها بسیار کم است. هر سه نمونه جزء زراندود با ورق طلای بسیار نازک قرار می‌گیرند.



نمودار ۳: مقایسهٔ طیف Micro-RBS به‌دست‌آمده از لایهٔ طلاکاری سه نمونه سفال مینایی

در ادامهٔ این پژوهش، برای بررسی لایهٔ طلاچسبان و ناحیهٔ فصل مشترک لعاب و لایهٔ طلا از روش میکروپیکسی استفاده شده است. با استفاده از طیف میکروپیکسی و به‌دست‌آوردن توزیع عنصری عناصر مختلف موجود در نمونه، منشأ گسیل هریک از این عناصر کاملاً مشخص می‌شود. در تصویر (۱۰) توزیع عنصری عنصر طلا و سیلیسیم موجود در نمونهٔ A4 که با استفاده از این روش به دست آمده، نشان داده شده است. همان‌طور که مشخص است ناحیهٔ طلا کاملاً در ناحیه مشخصی توزیع شده و در جاهایی که وجود دارد، میزان سیلیسیم آشکارشده در آنجا به شدت کاهش یافته است (تصویر ۱۰). این مطلب نیز نشان می‌دهد که لایهٔ زراندود در این نمونه، خارجی‌ترین لایه است. همان‌طور که در این تصویر مشخص است، توزیع عنصری عنصر طلا با استفاده از دو روش میکروپیکسی و Micro-RBS کاملاً مطابقت دارد.



تصویر ۱۰: توزیع عنصری طلا و سیلیسیم موجود در نمونهٔ A4 با استفاده از روش Micro-PIXE و مقایسهٔ آن با توزیع عنصری با روش Micro-RBS از لایهٔ طلا و ناحیهٔ مشترک لعاب و لایهٔ طلا

نتایج نشان می‌دهد در تمام نمونه‌های مورد پژوهش، ورق طلا رو یا زیر بخش قلم‌گیری (قرمز یا قهوه‌ای) وجود دارد. این بخش با روش میکروسکوپ روبشی پروتون آنالیز شد. نتایج، حضور اکسید آهن را به‌عنوان کانی اصلی رنگ‌زا در این قسمت نشان می‌دهد. در آنالیز عنصری با روش میکروپیکسی در بخش‌های قلم‌گیری‌شده با رنگ قرمز، ۸ـ۱۱درصد اکسید آهن و در رنگ قهوه‌ای ۲۲درصد اکسید آهن به‌عنوان عامل رنگ‌زا شناسایی شد. کاشانی از این رنگ با نام سرخ قمصری یاد می‌کند که برای تزیین زراندود استفاده می‌شده است. کاشانی افزودن قدری آبگینه را به سرخ قمصری نیز بیان می‌کند (کاشانی ۱۳۸۶، ۳۴۷). علاوه بر اکسید آهن، اکسید سیلیسیم

تا ۴۳ـ۴۷درصد و اکسید سرب ۱۵ـ۱۹درصد و دیگر قلیاها همچون اکسید سدیم و اکسید کلسیم بیشترین درصد را در ترکیب با اکسید آهن نشان می‌دهد. این نتایج می‌تواند کاربرد نوعی فریت یا پودر شیشه را که کاشانی ذکر می‌کند، به‌عنوان عامل شیشه‌ساز و کمک ذوب در ترکیب با اکسید آهن به‌منظور کاهش نقطهٔ ذوب و تثبیت ورق طلا روی سطح تأیید کند.

آلن، معدن تولید کانی سرخ قمصری را روستای قمصر دانسته است (Allan 1973, 115).

پاچکو و همکاران به‌منظور بازسازی روش زراندود دورهٔ اسلامی، ورق طلا را با استفاده از چسبی آلی روی سطح لعاب چسبانده و فازهای متوالی آن در حین حرارت ۵۰۰، ۶۰۰، ۷۰۰ و ۸۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد را ثبت کردند. نتایج، بیشترین میزان تغییر و تثبیت نمونه‌ها روی سطح را در فاصلهٔ دمایی ۷۰۰–۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد نشان داد (Pacheco et al, 2007). افتخاری و میش‌مست، زراندود را روی کاشی‌های دورهٔ تیموری در مسجد فیروزشاهی مدرسهٔ غیاثیه خرگرد و مقبرهٔ ابوبکر تایبادی بررسی کردند. این پژوهشگران دمای تثبیت ورق طلا در نمونه‌ها را حدود ۵۰۰ـ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تعیین کردند (Eftekhari & Mishmast 2014, 1-2).

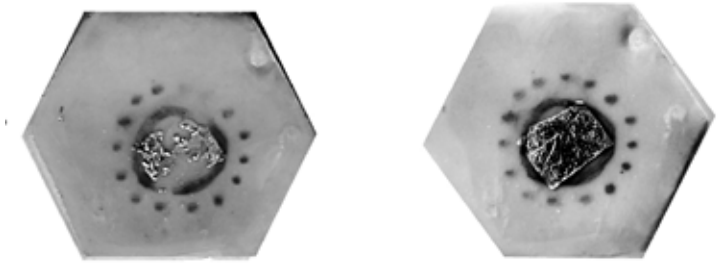
در پژوهش‌های ذکرشده مشاهده می‌شود که همهٔ پژوهشگران با احتیاط دربارهٔ تثبیت ورق طلا روی سطوح کاشی هفت‌رنگ و ظروف مینایی زراندود اظهارنظر کرده‌اند. آنچه مسلم است اینکه برای چسباندن ورق طلا در روش گرم، یک لایهٔ میانی آلی لازم است و محدودهٔ دمایی از ۵۰۰ تا ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد (Pacheco et al.: 317-323 2007) متغیر است. در هیچ‌یک از پژوهش‌های مزبور، تأثیر دمای ذوب لعاب زمینه در تثبیت ورق طلا روی سطح بررسی نشده بود.

به‌منظور راستی‌آزمایی روش زراندود در سفال مینایی، بر اساس پیشینهٔ پژوهش و مکتوبات کاشانی و جوهری نیشابوری و نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات دستگاهی، یک نمونهٔ زراندود در آزمایشگاه دانشگاه هنر اصفهان بازتولید شد. مراحل ساخت و نتایج در ذیل آمده است.

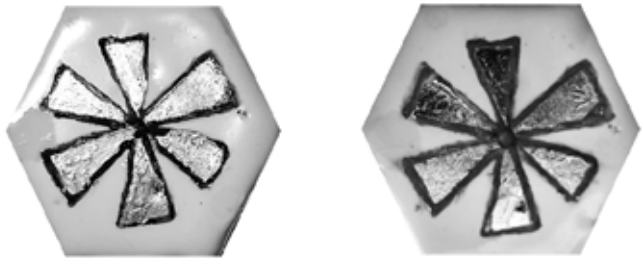
با استناد به نتایج آنالیزها که وجود طلای خالص را در سفال مینایی نشان می‌دهد و همچنین کاربرد طلای خالص (زر سرخ) در زراندود از دیدگاه کاشانی، در ابتدا ورق نازک طلای خالص با ضخامت ۱ میکرومتر تهیه و در میان دو کاغذ قرار داده شد.

باید توجه داشت که دمای نرم شدن لعاب زمینه در تثبیت ورق طلا و اتصال آن به لعاب زمینه، اهمیت فراوانی دارد. نتایج Micro-RBS نیز نفوذ چند میکرونی ورق طلا به لعاب زمینه را تأیید می‌کند. این موضوع حاکی از آن است که در اثر حرارت، لعاب زمینه تا حدی نرم شده و ورق طلا در آن نفوذ کرده است.

در این پژوهش، سرامیک‌هایی با دمای پخت لعاب زمینه در محدودهٔ ۹۰۰ و ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. در ابتدا بخش‌هایی از سطوح که برای چسبانیدن ورق طلا مدنظر بود، با استفاده از یک لایهٔ نازک از سریشم گاوی پوشانیده شد. ورق طلا به‌اندازهٔ طرح به‌صورت مربع برش داده شد و پس از قرارگیری روی سطح، کاغذ میانی و رویی آن برداشته شد. پس از خشک شدن کامل، بر اساس مکتوبات *جواهرنامه*، سطح با استفاده از عقیق مهره شد که متأسفانه سبب زدودن ورق طلا از سطح لعاب می‌شد. بدین سبب از ادامهٔ کار صرف‌نظر شد و بر اساس مکتوبات کاشانی از پنبه برای هموار کردن سطح بهره گرفته شد که نتیجهٔ مطلوبی در بر داشت. سپس طی ۳ مرحله، نمونه‌ها به‌مدت ۸ ساعت در دماهای ۵۰۰، ۶۰۰ و ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد در کورهٔ الکتریکی SHIMPO ساخت کشور ژاپن حرارت داده شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد نمونه با دمای پخت لعاب ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد در هیچ‌یک از دماهای مزبور روی سطح تثبیت نشده و حتی در دمای ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد ورق طلا تا حدی از روی سطح نیز زدوده شد (تصویر ۱۱). اما در نمونهٔ لعاب‌دار با دمای ذوب ۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد مشاهده شد که در دمای ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد ورق طلا تثبیت شده و از نظر ظاهری بسیار به زراندود نمونه‌های مطالعاتی نزدیک است (تصویر ۱۲). بنابراین می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که کاهش یا افزایش دما برای تثبیت ورق طلا، رابطه‌ای مستقیم با دمای نرم‌شدگی لعاب زمینه دارد. دمای تثبیت ورق طلا در نمونه‌های مزبور را می‌توان حدود ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد با توجه به دمای ذوب ۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای لعاب زمینه در نظر گرفت.



تصویر ۱۱: سمت راست: کاشی زراندود شمارهٔ ۱، دمای ذوب لعاب ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد؛ سمت چپ: کاشی زراندود شمارهٔ ۱ پس از قرارگیری در دمای ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد لایهٔ طلا از روی سطح زدوده شده است.



تصویر ۱۲: سمت راست: کاشی زراندود شمارهٔ ۲، دمای ذوب لعاب ۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد؛ سمت چپ: کاشی زراندود شمارهٔ ۲ پس از قرارگیری در دمای ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد، لایهٔ طلا روی سطح تثبیت شده است.

از نتایج آزمایش‌ها و تصاویر میکروسکوپی در سفال‌های مینایی زراندود می‌توان تکنولوژی زراندود و برجسته را چنین بیان کرد:

پس از ساخت سفال و اعمال لعاب زمینه و پخت، نقوش مختلف با شیوهٔ نقاشی روی لعاب سفید، آبی یا فیروزه‌ای ایجاد می‌شده سپس برخی از نواحی (احتمالاً به‌منظور ایجاد زیبایی بصری و جلوهٔ بیشتر) با ورق طلا تزیین می‌شده است. یا اینکه پس از اعمال لعاب زمینه بخش‌های مدنظر با ترکیباتی مشابه ترکیبات بدنه و به‌صورت دوغابی برجسته شده و مجدداً لعاب زده می‌شده و پس از پخت قسمت‌های برجسته زراندود می‌شده است. بنابراین از نظر فن‌شناسی، شش لایه در نمونه‌های طلاکاری‌شده وجود دارد. این ساختار لایه‌ای عبارت است از: ۱. بدنه؛ ۲. لعاب زمینه؛ ۳. لایهٔ برجسته ۴. لعاب زمینهٔ دوم؛ ۵. لایهٔ زراندود؛ ۶. قلم‌گیری. باید توجه داشت که گاهی تقدم و تأخر لایه‌ها در زراندود و قلم‌گیری جابه‌جا می‌شود.

۸. نتیجه

نتایج نشان می‌دهد در دو حوزهٔ الموت و ری و دیگر مراکز، شیوهٔ یکسانی برای برجسته‌کاری و زراندود لعاب مینایی به کار می‌رفته است. مطابق بودن نتایج حاصل در این پژوهش با نوشته‌های کاشانی، حاکی از آن است که ابوالقاسم کاشانی با نگارش کتاب ارزشمند *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب*، در شناخت دانش امروز در زمینهٔ مواد و روش‌های لعاب‌کاری و تزیین سطح سفال‌ها در دورهٔ میانی اسلامی سهم بسزایی داشته است.

با وجود تکنولوژی پیشرفته‌ای که در ساخت و تزیین سفال مینایی در دورهٔ میانی رواج داشته، به نظر می‌رسد داده‌های متعدد در ارتباط با یکدیگر از جمله همسان‌سازی ترکیبات لعاب زمینه با بخش برجسته، لایهٔ طلا و ارتباط آن با لعاب زمینه و بخش قلم‌گیری رویی با لعاب زمینه و لایهٔ طلا و در نهایت پخت‌های متعدد، سبب شکل‌گیری فن پرهزینه و پرمخاطرهٔ سفال مینایی شده و مجموعهٔ این عوامل می‌تواند سبب عدم کنترل کیفیت در محصولات متنوع مینایی شده و دلایل مندرس شدن این‌گونه سفال ارزشمند را شکل داده باشند.

پی‌نوشت‌ها

1. Gilding
2. En: Gilding, Ja: Kinran-de
3. Cold gilding, unfired gilding
4. Heated gilding, fired gilding
5. Gold Leaf
6. Applied Relief
7. Barbotine

۸. دارای لعاب مات (Opac)

۹. در *عرایس الجواهر* آمده است که «بهترین زر آن است کی سرخ باشد و نرم در پیچیدن و سخت نباشد. علت آنک بعضی زرها در معدن خالص بود... کی با ماده زر خالص در اصل فطرت هیچ جوهر دیگر آمیخته نبود... و آن را زر طلی خوانند» (کاشانی ۱۳۸۶، ۲۱۵).

۱۰. گچ

۱۱. قیچی

۱۲. سریشم

۱۳. ساییده‌شده

۱۴. آراستن

۱۵. برای طلاکاری (زراندود، زرنشان)، ظروف سفالی را در جعبه‌های گِلی قرار می‌دادند تا از حرارت مستقیم کوره محفوظ باشد. امروزه این جعبه‌های گلی به کاست (Cassette) معروف‌اند. جوهری نیشابوری در *جواهرنامه*، این جعبه‌ها با کاربری مشابه را غلاف سفالین می‌نامد که دارای سرپوشی سفالی بوده و به‌منظور قرار دادن در کوره با آتش نرم، سرپوش‌ها را با گل محکم می‌کرده‌اند (جوهری نیشابوری ۱۳۸۳، ۳۶۲). کاشانی نیز می‌نویسد: «هر ظرفی را قالبی سفالین ساخته در تنور طبخ نهند» (کاشانی ۱۳۸۶).

۱۶. زر، طلا

۱۷. از متن مزبور می‌توان دو گونه استنباط کرد: الف. یک مثقال طلا را آن‌قدر می‌کوبند تا ضخامت آن یک‌بیست‌وچهارم یک ورق کاغذ شود. ب. یک مثقال طلا را آن‌قدر می‌کوبند تا از آن ۲۴ ورق نازک به دست بیاورند (نگارندگان).

۱۸. نازک

۱۹. از طریق صلایه کردن، اندازهٔ ذرات تشکیل‌دهندهٔ مواد کاهش یافته و مواد باهم مخلوط می‌شوند. روی سنگ یا هاون کوبیدن.

۲۰. با افزودن آب بسایند.

۲۱. عقیق یمانی

منابع

ـ اصلانی، حسام، و مسلم میش‌مست. ۱۳۸۸. «بررسی کاشی‌های زراندود بقاع مذهبی اصفهان». دوفصلنامه تخصصی *دانش مرمت و میراث‌فرهنگی*. سال پنجم، (۵): ۶ـ۲۱.

ـ پاکباز، رویین. ۱۳۷۹. *نقاشی ایران از دیرباز تاکنون*. تهران: نارستان.

ـ جوهری نیشابوری، محمد بن ابی البرکات. ۱۳۸۳. *جواهرنامه نظامی*. به‌کوشش ایرج افشار. تهران: میراث مکتوب.

ـ چوبک، حمیده. ۱۳۹۲. مصاحبه تلفنی. تهران: پژوهشکده باستان‌شناسی.

ـ فریر، ر. دبلیو. ۱۳۷۴. *هنرهای ایران*. ترجمهٔ پرویز مرزبان. تهران: فرزان‌روز.

ـ کاشانی، ابوالقاسم عبدالله. ۱۳۸۶. *عرایس الجواهر و نفایس الاطایب*. به‌کوشش ایرج افشار. تهران: انجمن آثار ملی.

ـ کامبخش‌فرد، سیف‌الله. ۱۳۷۹. *سفال و سفالگری در ایران از ابتدای نوسنگی تا دوران معاصر*. چ۱. تهران: ققنوس.

ـ کریمی، فاطمه، و محمدیوسف کیانی. ۱۳۶۴. *هنر سفالگری دورهٔ اسلامی ایران*. چ۱. تهران: ارشاد اسلامی.
ـ کیانی، محمدیوسف. ۱۳۷۹. *پیشینه سفال و سفالگری در ایران*. چ۱. تهران: نسیم شمال.
ـ وولف، هانس. *ای*. ۱۳۸۴. *صنایع دستی کهن ایران*. ترجمهٔ سیروس ابراهیم‌زاده. تهران: علمی و فرهنگی.
- Aga-Oglu, M. 1946. The Origin of the Term Mīnā and Its Meanings. *Journal of Near Eastern Studies*. Vol. 5, (4), University of Chicago Press.
- Allan, J. 2006. *Islamic Ceramics*. Oxford: Ashmolean Museum.
- Cretu, C.,Van Der Lingen, E. 1999. Colored Gold Alloys, *Gold Bulletin*. V. 32, (4): 115-126.
- Darque-Ceretti, E., Felder, E, Aucouturier, M; Revista, M. 2011. Foil and leaf gilding on cultural artifacts; Forming and Adhesion, *Revista Matéria*. V. 16, (1): 540-559.
- Domenech-Carbo, M. T., Osete-Cortina, L., De La Cruz Canizares, J., and Ahmadi, H. 2010. In Situ Thermally assisted Pyrolysis-Silylation GCMS as tool for identifying organic compounds present in Archaeological object. *Sarche*. Publicacion Del Instituto Universitario De Restauracion Del Patrimonio De La Upv - Nums. 4 Y 5: 221-226
- Eftekhari. N. & M. Mishmastneh. 2014. Gilding technology on haft rang tiles from three Timurid monuments (15th century A.D) in eastern Iran: an assessment for re-production, VIII Congresso Nazionale di Archeometria Scienze e Beni Culturali: stato dell'arte e prospettive. *Bologna* 5 - 7 Febbraio.
- Fehervari, G. 1998. *Pottery of the Islamic World: In the Tareq Rajab Museum*. I. B. Tauris.
- Ferrier, R.W. 1989. *The Arts of Persia*. Yale University Press.
- Grube, J., E. 1976. *Islamic Pottery: Of the Eighth to the Fifteenth Century in the Keir Collection*, London: Faber and Faber.
- Heinbach, R. 1907. *Porcelain*, Published by Scott Greenwood. London: Scott, Greenwood & son.
- Hirx, J, M. Leona, and P. Meyers. 2002. The glazed press-molded tiles of Takht-i Sulaiman. *In The legacy of Genghis Khan: Courtly art and culture in Western Asia*. 1256-1353, ed. L.
- Keblow Bernsted, A. M. 2003. *Early Islamic pottery materials and techniques*. Archetype Publication.
- Koss, E.S. Chase, McCarthy, K, D. Smith. 2009. Analysis of Persian Painted Mina'i Ware in Scientific Research on Historic Asian Ceramics. *Scientific Research on Historic Asian Ceramics*. Washington D.C, 33-47.
- Lauth, Ch. 1882. Porcelain and the Art of its Production, *The Popular Science Monthly*, 313-316.
- Masuya, T. 2002. Ilkhanid courtly life. In The legacy of Genghis Khan. *Courtly art and culture in WesternAsia*. 1256-1353, ed. L. Komaroff and S. Carboni, 74-103. New York: Metropolitan Museum of Art; New Haven and London: Yale University Press.
- Michelsen, L., Olafsdotter, J. 2014. Telling Tales: Narrative Discourse and Mina'i Pottery. *Envisioning Islamic Art and Architecture*. Brill, Volume 2: 67-88.
- Mishmastnehi, M., Chaman, H., and Mortazavi, M. 2012. Scanning electron microscopy and optical microscopic study of gilded tiles from Darb-i Imam Tomb in Isfahan, Iran. In: Meek A, Meeks N, Mongiatti A, Cartwright C, editors. *Historical Technology, Materials and Conservation: SEM and Microanalysis*. London: Archetype Publications: 179.
- Mishmastnehi, M., and Holakooei, P. 2015. Technological study of the gilded *haft-rang* tiles of the Imamzadih Ismail mausoleum in Qazvin, Iran, *Heritage Science: 1-5*.
- Needham, J., Kerr, R., Wood, Nigel. 2004. *Science and Civilization in China*: Volume 5, Chemistry and

Chemical Technology, Part 12. Ceramic Technology. Cambridge University Press.
- Oddy, W. A. 1993. Gilding of metals in the old world, in Metal Plating and Patination. (Editors: S. La Niece and P. Craddock). London: Butterworth, 171-181.
- Osete-Cortina, L., Domenech-Carbo, M.T., Domenech, A., Yusa-Marco, D.J., Ahmadi, H. 2010. Multimethod analysis of Iranian Ilkhanate ceramics from the Takht-e Soleyman palace. *Anal Bioanal Chem*: 319-329.
- Pacheco. C., Chapoulie. R., Dooryhee, E., and Goudeau, Ph. 2007. Gold leaf decoration on medieval Islamic glazed ceramics–in search of technological features with XRD. *Zeitschrift für Kristallographie Supplements* (26): 317-323.
- Pope, A. U. 1938. *A survey of Persian art from prehistoric times to the present*. London and New York: Oxford University Press.
- Smith, D et al. 2001. Considering the colors of mina'i ware. *Met Objectives*. 3(1): 9-11.
- Turner, J. 1996. *The Dictionary of Art*. Grove Press.