Investigating the Coloring Materials Used in "Sang Bismillah" of Azarbaijan Museum, Tabriz

Hamidreza Irani[1*], *Gholamreza Yazdani*[2]

1*. M.S Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

2. M.A Conservation and Restoration of Historical-Cultural Objects, Restorer at the Azerbaijan Museum. Tabriz, Iran

Abstract

The "Bismillah stone" inscription is one of the significant works of the Qajar era in the Azarbaijan Museum of Tabriz since 1993. This work was crafted in Cairo, Egypt by an Iranian artist named Mohammad Ali Quchani known as Mirza Sangalakh. The artifact comprises five segments, collectively weighing approximately more than three tons. Most of damages caused in this work, considering its delicate decorations and substantial weight, has been attributed to its multiple relocations. In addition to very delicate carvings, the surface of the work is decorated with blue, gold, green, black, white and red colors. It seems that in addition to the ups and downs history of this work and its cultural significance within contemporary society, particularly among the people of Tabriz, only a review of its history will not be enough to express its status, value and unique characteristics. Therefore, a more detailed and scientific study could significantly enhance the understanding and appreciation of this work. Furthermore, for improved preservation and potential restoration of the work, documentation and scientific studies are needed for this magnificent work. To identify the materials and origins of existing colors, the application of scientific and laboratory methods was put on the agenda. To achieve this, two methods of classical chemistry testing and EDX analysis were employed to identify the present colors. the results confirmed the presence of indigo, copper rust (cuprous oxide), gold powder, Shangraf (cinnabar), bone soot and sheikh white (white lead) in the coloration of the artifact.

Keywords: Bismillah Stone, Pigment, EDX Analysis, Azarbaijan Museum, Tabriz.

Knowledge of Conservation and Restoration

Vol. 5(4) No.14

March 2023

https://kcr.richt.ir

Pages: 28 to 51

Corresponding Author

Hamidreza Irani

M.S Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

Email
h.irani1990@gmail.com

Copyright © 2020,Knowledge of Conservation and Restoration. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-noncommercial 4.0. International License which permits copy and redistribute the material just in noncommercial usages, provided the original work is properly cited.

بررسی مواد رنگ‌ساز بکار رفته در «سنگ بسم الله» موزه آذربایجان تبریز

حمیدرضا ایرانی[1*]، غلامرضا یزدانی[2]

۱*. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ایران

۲. کارشناس ارشد حفاظت و مرمت آثار فرهنگی و تاریخی، موزه آذربایجان. تبریز. ایران

چکیده

کتیبه سنگ بسم الله یکی از آثار شاخص دوره قاجار در موزه آذربایجان تبریز است که از سال ۱۳۷۲ تاکنون در این موزه نگهداری می‌شود. این اثر در شهر قاهره مصر توسط یک هنرمند ایرانی با نام محمد علی قوچانی معروف به میرزا سنگلاخ ساخته شده است. اثر مذکور از پنج قطعه تشکیل شده که در مجموع وزنی بالغ بر ۳ تن دارد. عمده آسیب‌های به وجود آمده در این اثر با در نظر گرفتن تزئینات ظریف و از طرفی وزن بالای آن، مربوط به جابجایی های متعدد این اثر بوده است. علاوه بر تزئینات بسیار ظریف حجاری، سطح اثر با رنگ‌های آبی، طلایی، سبز، سیاه، سفید و قرمز، مزین شده است. به نظر می‌سد در کنار تاریخ پر فراز و نشیب این اثر و اهمیت فرهنگی آن در میان جامعه امروزی بخصوص مردم تبریز تنها مروری بر سرگذشت آن برای بیان جایگاه، ارزش و ویژگی‌های منحصر به فردش کافی نخواهد بود، لذا مطالعه‌ای دقیق‌تر و علمی به بهتر شناساندن آن می‌تواند کمک شایانی در معرفی این اثر داشته باشد. از طرفی برای حفاظت بهتر و در صورت لزوم مرمت اثر نیاز به تهیه مستندات و مطالعات علمی برای این اثر فاخر، احساس می‌شود. برای تشخیص مواد و منشأ رنگ‌های موجود، استفاده از روش‌های علمی و آزمایشگاهی در دستور کار قرار گرفت. برای تحقق این امر از دو روش آزمایش شیمی کلاسیک و آنالیز EDX برای شناسایی رنگ‌های موجود بهره گرفته شد. پس از انجام آزمایشات و تحلیل و بررسی رنگ‌ها نتیجه بدست آمده وجود رنگ‌های نیل، زنگار مس، پودر طلا، شنگرف، دوده استخوان و سفیداب شیخ را تایید کرد.

واژگان کلیدی: سنگ بسم الله، رنگدانه، آنالیز EDX، موزه آذربایجان تبریز.

فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال پنجم، شماره ۴

شماره پیاپی ۱۴، زمستان ۱۴۰۱

https://kcr.richt.ir

صفحات: ۲۸ تا ۵۱

نویسنده مسئول

حمیدرضا ایرانی

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنراسلامی تبریز. ایران

رایانامه

h.irani1990@gmail.com

دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می‌شود.

مقدمه

بـر اسـاس شـواهد بـه دسـت آمـده قدیمی‌تریـن نقـاشی، دوران اورینیـاکی (پارینـه سـنگی) یعـنی ۳۲ هزار سـال پیش تشـخیص داده شـده اسـت. هنرمنـدانی کـه در غارهـای پارینـه سـنگی کار می‌کرده‌انـد، بـرای خلـق تصویرهـای برجامانـده از تکنیک‌هـای متنـوعی اسـتفاده کرده‌انـد. سـطح دیـوار بـا تراشیـدن سـنگ آهـک بـا ابـزار سـنگی آمـاده می‌شـد و از سـفیدی سـنگ آهـک بـرای پـس زمینهٔ کار اسـتفاده می‌شـد. سـپس بـرخی از تصاویـر روی دیـوار حـکاکی می‌شـدند و گاهی ایـن تکنیـک را بـا رنگ‌آمیـزی تلفیـق می‌کردنـد. رنـگ سیـاه از زغـال سـنگ و احتمـالا اسـتخوان‌های نیم‌سـوز شـده بـه دسـت می‌آمـد. اخـرا، نـوعی سـنگ آهـن طبیـعی کـه بـرای ایجـاد رنگ‌هـای قرمـز، قهـوه‌ای و زرد بـه کار گرفتـه می‌شـد. در حقیقـت اشـتباه اسـت کـه ناتورالیسـم را تنهـا هـدف هنرمنـد دوران پارینـه سـنگی و یـا هـر هنرمنـد دیگـری در نظـر بگیریـم. هـدف از نقـاشی چـه بـوده اسـت؟ سـاده‌ترین نـگاه کـه نقاشی‌هـا را دارای کارکـرد تزئیـنی می‌دانـد – بـه عبـارت دیگـر هنـر بـرای هنـر – دور از ذهـن اسـت (دیویـس و دیگـران، ۱۳۸۸). بـه طـور معمـول ایـن آثـار معـرف مکانی خـاص و جایـگاهی ویـژه در زنـدگی بشـر بـوده اسـت بـه طـور مثـال در چتـل هویـوک زیارتاه‌هـا را از روی تزئینـات سرشـار داخل‌شـان ، نقاشی‌هـای دیـواری، گچبری‌هـای برجسـته، سردیسـه‌های جانـوران، جمجمـه گاو و غیـره می‌تـوان از خانه‌هـای عـادی بـاز شـناخت (گاردنـر،۱۳۹۹). ظهـور نقـاشی و بهـره گیـری از رنـگ در ایـران را می تـوان بـه آییـن مـانی نسـبت داد کـه در جهـت تبییـن و توجیـه الهیـات وکاربـرد آن بـرای تبلیـغ و بیـان اصـول آییـن مانـوی، بـود. بقایـای هنـر مانـوی شـامل چنـد بنـا، قطعـاتی از دیوارنگاره‌هـا و بیشـتر از همـه نگاره‌هـا و قطعـاتی از تختـه پاره‌هـای یـک کشـتی شکسـته بود(سـر تامـس آرنولـد و دیگـران، ۱۳۹۳). دیوارنـگاری از اصلی‌ترین و قدیمی‌تریـن هنرهـایی اسـت کـه بشـر از بـدو احسـاس نیـاز بـه ایجـاد ارتبـاط و بیـان خواسـته‌ها و باورهایـش، بـه آن گرایـش پیـدا کـرده اسـت (زنـگی، ۱۳۹۴)

بـرخی از آسیب‌هـای وارد شـده بـر اثـر قبـل از زمـان انتقـال آن بـه مـوزه آذربایجـان تبریـز و مربـوط بـه زمـان نصـب آن بـر روی دیـوار بقعـه سـید ابراهیـم تبریـز اسـت و بـه نظـر می‌رسـد عمـده آسیب‌هـای بـه وجـود آمـده در ایـن اثـر مربـوط بـه زمـان انتقـال آن بـه مـوزه اسـت. جداسـازی از روی دیـوار، قالبگیـری بـرای سـاخت مـولاژ و نصـب مجـدد آن بـر روی دیـوار مـوزه آذربایجـان تبریـز فـارغ از مشـقت و سـختی آن، آسیـب هـای زیـادی را بـه سـنگ و رنـگ ایـن اثـر وارد کـرده اسـت. آسیب‌هـای بـه وجـود آمـده عبارتنـد از: تـرک خـوردگی در سـنگ بسـتر، تغییـر رنـگ، ریختـگی لایه‌هـای نقـاشی، همچنیـن رد ابـزاری کـه بـرای جـدا کـردن اثـر از روی دیـوار بـا ابـزار تیـز و سـخت بـه آن وارد شـده اسـت، همـه ایـن آسیب‌هـا در جای‌جـای ایـن اثـر قابـل مشـاهده اسـت. بـه علاوه ریختـگی رنگ‌هـا کـه بـر اثـر شـرایط نگهـداری نامناسـب و وجـود عوامـل مخـرب فیزیـکی و شیمیـائی و از همـه مهم‌تـر عوامـل مکانیـکی ایجـاد شـده اسـت. در زمـان انتقـال ایـن اثـر بـه مـوزه آذربایجـان مرمت‌هـایی بـر روی آن صـورت گرفتـه اسـت کـه بـرای نقـد و بـررسی آن نیازمنـد مطالعـات و اطلاعـات تخصـصی بیشـتر می‌باشـد. حـال کـه ایـن اثـر در مـوزه آذربایجـان نگهـداری می‌شـود بـا مطالعـه تاریخچـه و سرگذشـت آن می‌تـوان جایـگاه اثـر را بـه لحـاظ تاریـخی و هنـری و ارزش‌هـای آن در میـان جامعـه را بیشـتر درک نمـود و بـا شناسـایی سـاختار فیزیکی و شیمیـایی سـنگ و همچنیـن رنگ‌هـای موجـود در آن، آسیب‌هـای وارد شـده جهـت ارائـه بهتریـن راهکارهـای مرمـتی و اقدامـات لازم بـرای حفاظـت اثـر را می‌تـوان پیـش بیـنی کـرد. شناسـایی رنگدانـه یـکی از مهمتریـن اهـداف در بـررسی علـمی نقاشیهـا، پارچـه هـا، نسـخ و اسـناد تزئیـن شـده و سـایر مـواد تاریـخی و باستانشـناختی اسـت(کوچکزایی، ۱۳۹۴). پژوهش‌هـای صـورت گرفتـه در رابطـه بـا سـنگ بسـم الله بیشـتر جنبـه توصیـفی و همواره رهیافـتی تاریـخی داشـته اسـت کـه بیشـتر، بـا ارائـه اطلاعـاتی از سرگذشـت و توصیـف ظاهـری اثـر همـراه اسـت. کتـاب سـنگ بسـم الله از غلامرضـا یـزدانی (۱۳۹۶) بـه شـرح و توصیـف کامـلی از سرگذشـت و تاریخچـه اثـر پرداختـه کـه بـه تفصیـل مطالـبی در رابطـه بـا اشـخاص و اعمـال مرتبـط بـا اثـر، بیـان کـرده اسـت. کارنـگ (۱۳۵۱) و فهیـمی (۱۳۷۸) نیـز تنهـا بـه معـرفی ایـن اثـر در قالـب معـرفی آثـار آذربایجـان و مـوزه آذربایجـان بسـنده کـرده

انـد. لـذا نیـاز بـه اطلاعـات فن‌شـناسی در رابطـه با سـاختار تشـکیل دهنـده اثـر و نـگاهی ریزتـر و عمیق‌تـر بـه آن، جـدا از تصمیمـات دقیق‌تـر و موثرتـر در رابطـه بـا بحـث حفاظـتی و مرمـتی، امـکان آشـنایی کامل‌تـر بـا وضعیـت موجـود اثـر را بـه مخاطبـان ایـن اثـر فراهـم می‌کنـد. ایـن نوشـتار از حیـث هـدف، بنیادیسـت و بـا رهیافـت تاریـخی کـه داده‌هـای آن بـا مطالعـات اسـنادی و میـدانی گـردآوری شـده‌اند، بـه معـرفی و شناسـایی علـمی مـواد تشـکیل دهنـده نقـاشی هـای روی سـطح اثـر می‌پـردازد.

معرفی سنگ بسم الله

ایـن کتیبـه مرمـری به دسـت هنرمنـد خوشـنویس و حجار دوره قاجـار، "محمـد علـی قوچانـی" معـروف بـه "میـرزا سـنگلاخ" در سـال ۱۲۷۰ ه.ق در شـهر قاهـره مصرسـاخته شـده و شـامل پنـج تکـه مجـزا اسـت، قطعـه‌ای بـزرگ در مرکـز و چهـار قطعـه قـاب در اطـراف بـه صـورت بـرش فارسـی‌بُر، بـر هـم منطبـق شـده‌اند. ایـن سـنگ حـدود ۳۰۰۰ کیلوگـرم وزن دارد کـه در سـال ۱۳۷۲ بـه منظـور حفاظـت بیشـتر، از بقعـه سـید ابراهیـم بـه مـوزه آذربایجـان تبریـز انتقـال یافتـه اسـت (شناسـنامه اثـر در مـوزه آذربایجـان تبریـز)

میرزاسـنگلاخ خراسـانی مـدت هشـت سـال در قاهـره درحجـاری ایـن سـنگ بـه قصـد فرسـتادن آن بـه مدینه و نصـب در مرقـد مطهرحضـرت محمـد (ص) زحمـت کشـید ولی بـه علـت هزینـه سـنگین حمل ونقـل آن زمـان، موفق بـه انجـام ایـن‌کار نشـد. ناچـار بـه دولـت عثمـانی متوسـل شـد و درخواسـت کردکـه ایـن سـنگ عظیـم و گران‌قـدر را بـا یـکی از کشـتی‌های دولـتی از مصـر بـه اسـتانبول حمـل کننـد و ایـن‌کار صـورت گرفـت. میـرزا از سـلطان عثمـانی خواسـت کـه ایـن سـنگ را از اسـتانبول بـه مدینـه انتقـال دهنـد کـه سـلطان بی میـلی نشـان داد. ایـن‌کار سـبب ناراحـتی میـرزا سـنگلاخ شـد و آن سـنگ نفیـس را بـه دسـتیاری سـفیر ایـران درعثمـانی، میرزاجعفرخـان مشیرالدولـه بـا کشـتی بـه بندرپـوطی در روسیـه و از آنجـا بـا یـاری و کمـک عبدالرحیم‌خـان کنسـول ایـران در تفلیـس در ارابه‌هـای گاوکِـش بـه تفلیـس رسـانیدند. سـپس آن سـنگ عظیـم را از راه ایـروان و نخجـوان بـا زحمـت فـراوان بـه تبریـز حمـل کردنـد و نـام پاشـای عثمـانی را پـاک می‌کنـد و آیـه‌ای جایگزیـن آن می‌کنـد کـه از بیـن رفتـه اسـت. پـس از مـرگ میـرزا کتیبـه را در کنـار قبـرش واقـع در بقعـه سـید ابراهیـم تبریـز، بـر روی دیـوار نصـب می‌کننـد (کارنـگ،۱۳۵۱)

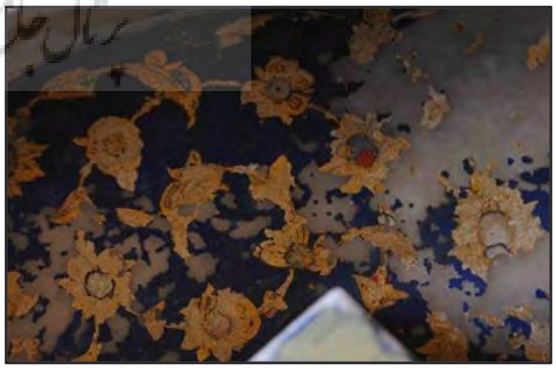
سـنگ بسـم‌الله موجـود در مـوزه آذربایجـان تبریـز از ۵ قطعـه مجـزا تشـکیل شـده اسـت کـه شـامل ۴ قـاب (حاشیـه) و یـک قطعـه مرکـزی کـه بـه عنـوان متـن اثـر، دربردارنـده عبـارت "بسـم‌الله الرحمـن الرحیـم" اسـت. ابعـاد کلی ایـن اثـر ۱۳۳×۳۸۲ سـانتی‌متر اسـت. قسـمت قـاب دارای ۵ ردیـف حاشیـه برجسـته و قسـمت مرکـزی اثـر دارای دو ردیـف حاشیـه برجسـته اسـت و در مرکـز آن نیـز یـک کتیبـه حجـاری شـده کـه در داخـل آن عبـارت "بسـم‌الله الرحمـن الرحیـم" قـرار گرفتـه اسـت. ابعـاد قسـمت مرکـزی اثـر ۹۱×۳۳۹ سـانتی‌متر اسـت (شـکل ۱)

شکل۱. سنگ بسم‌الله. موزه آذربایجان تبریز

شکل ۲. استفاده از دو رنگ آبی و طلایی برای نمایش برجستگی. تزئینات موجود در حاشیه سنگ بسم الله. موزه آذربایجان تبریز

این اثر دارای دو رنگ اصلی است که این رنگ‌ها برای برجسته کردن اثر مورد استفاده قرار گرفته است به این صورت که رنگ آبی به عنوان زمینه و رنگ طلائی جهت نمایش برجستگی بر سطح نقوش برجسته آورده شده است به نوعی می‌توان گفت سرتاسر این اثر با این دو رنگ پوشیده شده است (شکل ۲)

در اطراف حاشیه کلمه "بسم‌الله الرحمن الرحیم" از رنگ قرمز استفاده شده است. در حاشیه قطعه مرکزی و در یکی از کتیبه‌ها به عنوان رنگ زمینه موجود در کتیبه‌های تزئینی از رنگ سبز استفاده شده است. در این اثر چندین نقش تذهیب هم وجود دارد که قسمت‌های زمینه کلمه "بسم‌الله الرحمن الرحیم" و



شکل ۳. نقوش تزئینی رنگی در اطراف عبارت بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم. موزه آذربایجان تبریز

قسمتی از حاشیه آن‌را شکل می‌دهد. در این نقوش از رنگ‌های سبز، سفید و سیاه استفاده شده است (شکل ۳) . کل این اثر در مجموع دارای شش رنگ است که عبارتند از آبی، طلایی، سبز، سفید، سیاه و قرمز

مواد و روش‌ها

نمونه‌های مورد بررسی در این پژوهش، ۶ نمونه رنگ هستند که در تزئینات سنگ بسم الله به کار گرفته شده است و پیش‌تر به معرفی آن‌ها پرداخته شد. دو روش شیمی کلاسیک و آنالیز EDX روش‌هایی هستند که برای شناسایی رنگ‌های موجود از آنها بهره برده می‌شود. لذا حجم نمونه باید به مقدار لازم جهت استفاده در آزمایش و آنالیز باشد. از آنجا که برای آزمایش شیمی کلاسیک به مقدار قابل توجهی از رنگ نیاز است لذا رنگ‌های موجود در این اثر از نظر کمی به دو دسته تقسیم شدند. دسته اول که سه نمونه از رنگ‌ها را شامل می شوند عبارتند از: آبی، طلایی و سبز، با توجه به کثرت این رنگ‌ها در اثر قابلیت استفاده از آن‌ها در آزمایش شیمی کلاسیک وجود دارد اما در مورد سه رنگ دیگر که رنگ‌های قرمز، سیاه و سفید را شامل می‌شوند بسیار محدود در اثر مورد استفاده قرار گرفته‌اند و یا نقوش ظریف تذهیب را تشکیل داده اند که تنها امکان نمونه‌برداری به صورت بسیار جزئی جهت استفاده در آنالیز EDX را فراهم می‌کند. قسمت‌های انتخاب شده برای نمونه‌برداری عموما از نقاطی که در دید مخاطب قرار

نـدارد (اصطلاحـاً نقـاط کـور اثـر) و یـا قسـمتهایی کـه رنـگ چسـبندگی خـود را از دسـت داده و بـه صـورت طبلـه شـده بـر سـطح اثـر قـرار گرفتـه، صـورت می‌گیـرد.

بـرای شناسـایی رنگدانه‌هـای موجـود در اثـر، بـه ۲ روش آزمایـش شیـمی کلاسیـک و میکروآنالیـز دسـتگاهی طیف‌سـنجی پـراش انـرژی پرتـو ایکـس کوپـل شـده بـه میکروسـکوپ الکتـرونی روبـشی، اکتفـا شـد. یـکی از حسـاس‌ترین و مهم‌تریـن مراحـل نگاهداشـت مبحـث آسیب‌شـناسی آن اسـت کـه از فن‌شـناسی تبعیـت می‌کنـد یعـنی بـه نسـبت دقـت بـررسی در فن‌شـناسی، شـناخت آسیـب دقیق‌تـر و کارآمدتـر خواهـد شـد. آسیـب شـناسی یـک اثـر هـر چـه غنی‌تـر و موشـکافانه‌تر باشـد تصمیم‌گیری‌هـای مرتبـط بـرای انجـام اقدامـات حفاظـتی و مرمـتی دقیق‌تـر خواهـد بـود

شیمی کلاسیک

ابتـدا بـرای شناسـایی رنگ‌هـای موجـود در اثـر، آزمایش‌شیـمی کلاسیـک در دسـتور کار قـرار گرفـت. در ایـن روش بـه مقـدار قابـل توجـهی از نمونه رنـگ و چندین محلـول بـه عنـوان شناسـاگر نیـاز اسـت. محلول‌هـای مـورد اسـتفاده دراین آزمایـش اسـید کلریدریـک ۶ مـولار، سـود ۴ نرمـال و اسـید نیتریـک غلیـظ و تیـزاب سـلطانی هسـتند. در ایـن آزمایـش بـا توجـه بـه نقشـمایه بصـری رنگ‌هـا محتمل‌تریـن رنـگ بـه عنـوان مبنـای فرضیـه قـرار داده شـد بـه عنـوان مثـال رنـگ آبی بـه رنـگ نیـل و تـا حـدودی لاجـورد نزدیـک اسـت. یـا در رابطـه بـا رنـگ طلایی وجـود یـا عـدم وجـود پـودر طلا فرضیـه قرار داده شـد. از ایـن رو بـا شـناخت بصـری رنگ‌هـا خطـای آزمایـش تـا حـد بسیـار زیـادی کاهـش می‌یابـد و از طـرفی زمـان رونـد آن تسـریع می‌یابـد.

میکروآنالیز EDX

روش EDX در شناسـایی مـواد تشـکیل دهنـده نقـاشی هـا و دریافـت اطلاعـات مهـم در رابطـه بـا ریـز سـاختار مـواد تشـکیل دهنـده آنهـا کمـک قابـل توجـهی می‌کنـد (اسـتوارت،۱۳۹۳) حـد تشـخیص دسـتگاه، ۰۲/۰ درصـد وزنی در محـدوده مـورد آنالیـز اسـت (رسـتمی پایـدار و دیگـران، ۱۳۸۸). دسـتگاه مـورد اسـتفاده در ایـن آنالیـز VEGA/TESCAN-XMU سـاخت کشـور آمریـکا بـوده کـه بـر روی دسـتگاه SEM مـدل MIRA3 سـاخت شـرکت Tescan امریـکا کوپـل شـده اسـت

از آنجـا کـه آنالیـز EDX تمـامی عناصـر موجـود در محـدوده مـورد آنالیـز را بـر روی نمـودار نمایـش می‌دهـد، بایـد قبـل از آنالیـز و هـر اقـدامی دیگـر، عناصـری کـه مـد نظـر هسـتند بـه دسـتگاه معـرفی شـوند. از ایـن‌رو بـه دلیـل کـمی بـودن اسـاس آنالیـز ایـن دسـتگاه می‌تـوان بـه عناصـر بـا درصـد بیشـتر اسـتناد کـرد. ابتـدا عناصـر شـاخص موجـود در هـر دسـته از رنگ‌هـا مـورد مطالعـه قـرار گرفـت. بـرای مثـال در رنـگ قرمـز انـواع رنگ‌هـای قرمـز (قرمـز دانـه، شـنگرف، رونـاس، الیزارین و غیـره) همـراه بـا عناصـر شـاخص آن بـه دسـتگاه معـرفی شـد.

نمونه برداری

نمونـه، یـک قسـمت کوچـک انتخـاب شـده از مـاده مـورد آزمایـش اسـت بـه طـوری کـه تمـام خـواص آن مـاده را داشـته باشـد. نمونه‌بـرداری یعـنی روش تهیـه

شکل ۴. محل نمونه برداری نمونه‌های رنگ.

نمونـه و اسـاسی‌ترین قسـمت یـک تجزیـه شیمیـایی می‌باشـد(ادریسی، ۱۳۸۷). بـه صـورت معمـول بـرای نمونـه بـرداری بهتـر اسـت از رنگ‌هـایی اسـتفاده شـود کـه یـا در معـرض ریختـگی قـرار دارنـد و یـا اینکـه نقـاط کـور اثـر را پوشـش داده‌انـد کـه از نظـر بصـری کمتریـن آسـیب را وارد کنـد. نمونـه بـرداری از ایـن قسـمت‌ها بـه وسـیله بیسـتوری انجـام گرفـت بـه گونـه ای کـه بـرای دو آزمـون آزمایشـگاهی و آنالیـز دسـتگاهی نمونـه مـورد نیـاز در اختیـار باشـد (شـکل ۴)

معرفی روش بررسی سطحی و آزمایش

شناسـایی رنگدانه‌هـای موجـود در اثـر، بـه ۲ روش آزمایـش شیمی‌کلاسیـک و میکروآنالیـز دسـتگاهی طیف‌سـنجی پـراش انـرژی پرتـو ایکـس کوپـل شـده بـه میکروسـکوپ الکتـرونی روبـشی اکتفـا شـد. یـکی از حسـاس‌ترین و مهم‌تریـن مراحـل نگاهداشـت مبحـث آسیب‌شـناسی آن اسـت کـه از فـن شـناسی تبعیـت می‌کنـد یعـنی به نسـبت دقـت بـررسی در فن‌شـناسی، شـناخت آسیـب دقیق‌تـر و کارآمدتـر خواهـد شـد. آسیـب شـناسی یـک اثـر هـر چـه غنی‌تـر و موشـکافانه‌تر باشـد تصمیم‌گیری‌هـای مرتبـط بـرای انجـام اقدامـات حفاظـتی و مرمـتی دقیق‌تـر خواهـد بـود

شیمی کلاسیک

در ایـن آزمایـش بـا توجـه بـه نقشـمایه بصـری رنـگ هـا محتمـل تریـن رنـگ بـه عنـوان مبنـای فرضیـه قـرار داده شـد بـه عنـوان مثـال رنـگ آبی بـه رنـگ نیـل و تـا حـدودی لاجـورد نزدیـک اسـت. یـا در رابطـه بـا رنـگ طلایی وجـود یـا عـدم وجـود پـودر طلا فرضیـه قـرار داده شـد. از ایـن رو بـا شـناخت بصـری رنگ‌هـا خطـای آزمایـش تـا حـد بسیـار زیـادی کاهـش می‌یابـد و از طـرفی زمـان رونـد آن تسـریع می‌یابـد

رنـگ آبی: بـا اضافـه کـردن اسـید کلریدریـک ۶ مـولار (درصـورت ایجـاد رسـوب قهـوه ای) و اسـید نیتریـک (رنـگ قهـوای شـده و بخـشی از آن حـل می‌شـود) می‌تـوان وجـود رنـگ نیـل را تشـخیص داد. بـا اضافـه کـردن اسـید کلریدریـک ۶ مـولار رسـوب قهـوه ای ایجـاد شـد. سـپس بـا اضافـه کـردن اسـید نیتریـک رنـگ نمونـه بـه آرامی قهـوه‌ای شـد و پس از مـدتی غوطـه وری، بخشی از آن حـل گشـت. ایـن نتیجـه دال بـر وجـود رنـگ نیـل است .رنـگ نیـل، رنـگ آبـی سـیر اسـت که در حجم زیـاد، به سـیاهی مـی‌زنـد(سلحشور و دیگـران، ۱۳۹۷). نیل یـک رنگینـه گیـاهی اسـت کـه از زمان قدیـم در خـاور دور از آن بـرای نقـاشی و رنگـرزی الیـاف اسـتفاده می‌کردنـد نـوع طبیـعی آن از انـواع گیاه‌هـای گونـه ایندیگوفـرا گرفتـه می‌شـود(مکی نـژاد،۱۳۹۰). احتمـالاً با منشـأ هندی، منبـع اصـلی تهیـه نیـل تجـاری تـا زمـان کشـف فرآینـد سـاخت نیـل سـنتزی، بـه وسیلـه بایـر در سـال ۱۸۸۰، بـه شـمار می‌رفـت. پیـش از ایـن ایندیگـو را در سراسـر دنیـا، بـه ویـژه در هندوسـتان و چیـن کشـت می‌کردنـد ولی از سـال ۱۹۰۰ میلادی گونـه سـنتزی تقریبـاً بـه طـور کامـل جانشیـن گونـه طبیـعی گردید(جتتنـز و اسـتات، ۱۳۷۸)

رنـگ طلایی: شناسـایی طلا در رنـگ طلایی موجـود بـا دو محلـول اسـید نیتریـک و تیـزاب سـلطانی قابـل امـکان پذیـر اسـت بدیـن گونـه کـه بـا اضافـه کـردن HNO_3 (غلیـظ) بـه رنگدانـه، رنـگ حـل نشـد و سـپس بـا اضافـه نمـودن تیـزاب سـلطانی بـه رنگدانـه بـا حـل شـدن رنـگ همـراه شـد در ایـن صـورت می‌تـوان گفـت کـه رنـگ موجـود از پـودر طلا سـاخته شـده اسـت(Odegaard et al.2005) (شـکل۵). در نقـاشی بـرای سـاختن پـس زمینـه یـا جزئیـات از ایـن رنـگ اسـتفاده می‌شـود. بـرای تهیـه پـودر طلا روش‌هـای مختلـفی وجـود دارد. بـرای ایـن کار از روش کوبیـدن یـا سـایش مسـتقیم نمی‌تـوان اسـتفاده کـرد زیـرا طلا خیـلی نـرم و شـکل‌پذیر اسـت. روش مرسـوم در قـرون وسـطی آلیـاژ کـردن طلا بـا جیـوه و سـپس خـارج کـردن جیـوه بـه وسیلـه حـرارت بـود. بدیـن ترتیـب بـا خـروج جیـوه پـودر طلا برجـا می‌مانـد. روش دیگر سـائیدن طلا و عسـل بـا آب بود(جتتنـز و اسـتات، ۱۳۷۸). طلای سـابیده را در کاسـه چینـی بی چـربی قـرار می‌دادنـد و بـدان عسـل بی‌مـوم و یـا چسـب خشـک می‌افزونـد و مخلـوط حاصلـه را بـه مـدت یـک سـاعت و نیـم انگشـت مـال می کردنـد تـا خـوب ورزبیایـد و نـرم می‌شـود(آرنولد و دیگـران، ۱۳۹۳).

رنـگ سـبز: شناسـایی رنـگ زنـگار مـس بـا اضافـه کردن سـود ۴ نرمـال و اسـید نیتریـک (غلیـظ) حاصـل می‌شـود. بدیـن صـورت کـه بـا اضافـه کـردن سـود رنـگ نمونـه از

جدول۱. شرح و نحوه انجام آزمایش و معیارهای آن

رنگ آبی		
شرح آزمایش	با افزودن 6M، HCl و HNO_3 (غلیظ) اگر تغییرات زیر حاصل شود رنگدانه نیل است.	
معیار آزمایش	۱	افزودن 6M، HCl : نمونه تجزیه می‌شود و ایجاد رسوب قهوه‌ای تیره می‌کند.
	۲	افزودن HNO_3 (غلیظ): رنگ نمونه به آرامی قهوه‌ای می‌شود و پس از مدتی غوطه وری، بخشی از آن حل می‌شود
رنگ سبز		
شرح آزمایش	با اضافه کردن 4N، NaOH و HNO_3 (غلیظ) اگر تغییرات زیر حاصل شود رنگدانه زنگار مس است	
معیار آزمایش	۱	افزودن 4N، NaOH : تغییر رنگ نمونه از سبز به آبی و پس از حرارت دادن به رنگ سیاه
	۲	با اضافه کردن HNO_3 (غلیظ): رنگدانه حل می‌شود.
رنگ طلایی		
شرح آزمایش	با افزودن تیزاب سلطانی و HNO_3 (غلیظ) اگر تغییرات زیر حاصل شود رنگدانه پودر طلاست است.	
معیار آزمایش	۱	با اضافه کردن HNO_3 (غلیظ) رنگدانه حل نمی‌شود
	۲	اضافه نمودن تیزاب سلطانی با حل شدن آن همراه است

جدول۲. مشاهدات و نتایج حاصل از آزمایش شیمی کلاسیک در ۳ رنگ آبی، سبز و طلایی

نمونه محلول	اسید کلریدریک ۶ مولار	سود ۴ نرمال	اسید نیتریک غلیظ	تیزاب سلطانی
رنگ آبی (نیل)	تغییر رنگ از آبی به قهوه‌ای	بی اثر	سریعاً از آبی به قهوه‌ای تغییر رنگ داده و پس از مدتی غوطه شدن در محلول، بخشی از آن حل می‌شود.	–
رنگ سبز (زنگار مس)	بی اثر	تغییر رنگ از سبز به آبی و پس از حرارت به رنگ سیاه تبدیل شد.	کامل حل شد	–
رنگ طلایی (پودر طلا)	–	–	حل نشد	حل شد

سبز به آبی و پس از حرارت دادن به رنگ سیاه تبدیل شد. از این رو می‌توان گفت که رنگ سبز به کار رفته در این اثر زنگار مس است(Odegaard et al.2005).

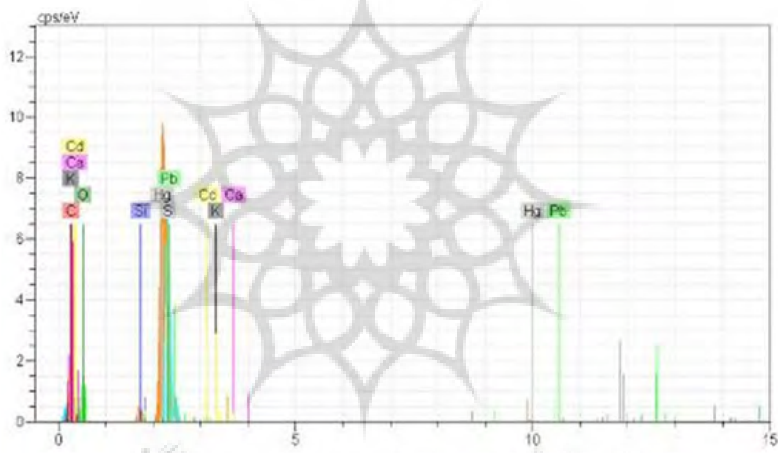
زنگار خام از تأثیر بخار اسید استیک بر روی قطعات فلز مس به دست می‌آید. محصول را پس از اینکه تحت تأثیر اسید استیک مجدداً بلوری شد می‌توان

بـه عنـوان رنگدانـه بـه کاربـرد. ذرات رنگدانـه‌ای زنـگار چنانچـه خـوب بلـوری شـوند بـه شـکل سـوزن‌هایی نـوک تیـز در می‌آینـد. اگـر رنگدانـه بلـوری نباشـد و آن را مسـتقیماً پـودر کـرده باشـند بـه صـورت دانه‌هـایی شـفاف دیـده می‌شـود. زنگار دارای شکسـت مضاعف شـدید اسـت، بـه علاوه خاصیـت چنـد رنـگی دارد و از سـبز- آبی روشـن بـه سـبز- آبی تیـره می‌گرایـد. ایـن رنگدانـه سـبز جـزو فعال‌تریـن و ناپایدارتریـن رنگدانه‌هـای مـس بـه شـمار می‌رود. در آب انـدکی محلـول اسـت ولی در اسیدهـا بـه سـرعت حـل می‌شـود. چنانچـه حـرارت داده شـود تجزیـه می‌شـود و اسیداسـتیک و آب آزاد می‌کنـد و تـه مانـده‌ای سیاه‌رنـگ (CuO) برجـا می‌گذارد(جتتنـز و اسـتات، ۱۳۷۸) (جـدول ۱ و ۲).

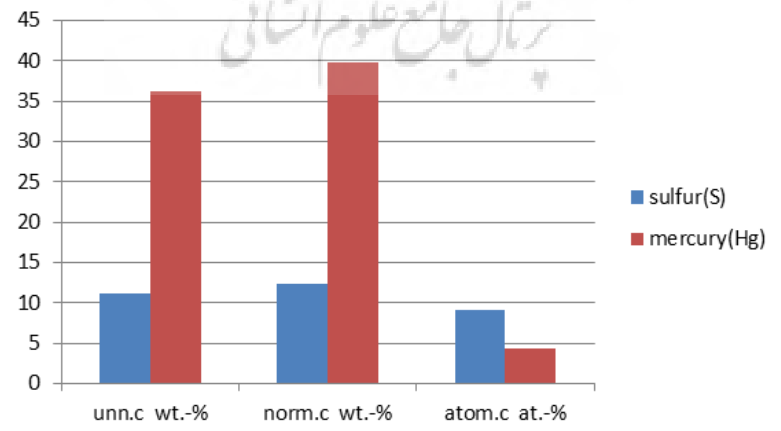
عکس‌العمل‌هـای حاصـل از اضافـه کـردن ایـن مـواد و تغییـرات صـورت گرفتـه در آن بـه شناسـایی رنگدانه‌هـای مـورد آزمایـش منجـر می‌شـود. نتایـج ایـن اقدامـات بـه شـرح زیـر می‌باشـد:

نتایج میکروآنالیز EDX

رنـگ قرمـز : بـه دلیـل وجـود در صـد بـالایی از جیـوه و سـولفور در رنگدانـه قرمـز نسـبت بـه سـایر عناصـر می‌تـوان گفـت کـه ایـن رنگدانـه شـنگرف اسـت زیـرا شـنگرف از ترکیـب ایـن دو عنصـر حاصـل می‌شـود و وجـود ایـن عناصـر در ایـن رنگدانـه می‌توانـد سـندی بـرای اثبـات آن محسـوب شـود (شـکل ۵ و ۶). شـنگرف سـولفید



شکل ۵. نمایش طیف EDX برای رنگدانه قرمز

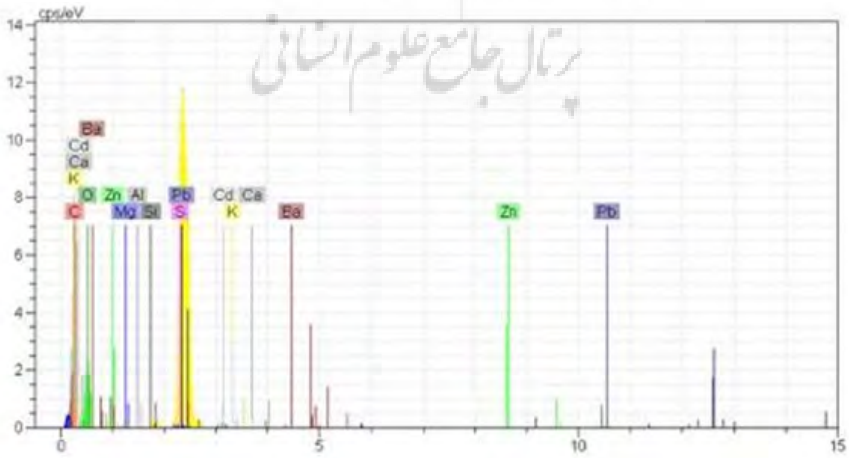


شکل ۶. نمایش مقدار عناصر S و Hg در شنگرف با استفاده از نرم‌افزار Excel

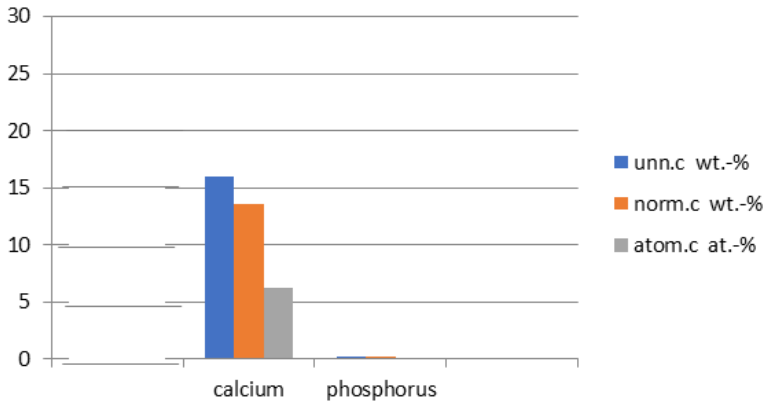
جیوه قرمز است و مادهی معدنی طبیعی آن موسوم به سینابار، کانهی اصلی فلز جیوه به شمار میرود. تولید مستقیم شنگرف با خرد و آسیاب کردن سینا بار از دیرباز رایج بوده ولی از همان زمان بشر روش تولید این رنگدانه هنری با ترکیب جیوه و سولفور و سایر مواد را فرا گرفته است(جتتنز و استات، ۱۳۷۸). این رنگدانه در کتابت و نگارگری یکی از رنگدانههای قرمز بسیار رایج و کهن است (سلحشور و دیگران، ۱۳۹۷).

رنگ سیاه: عنصر کربن در رنگدانه سیاه به عنوان عنصر پایه ایفای نقش میکند در این میان وجود عنصر کلسیم در ساختار این رنگدانه میتواند سندی برای رنگدانه دوده استخوان باشد. البته وجود ناخالصی در رابطه با این رنگدانه نتیجهگیری قطعی را مشکل کرده است. اما وجود کلسیم در یک رنگدانه سیاه آن هم با درصدی قابل توجه نمیتوان جز ناخالصی محسوب شود. از طرفی وجود عنصرِ فسفر در این رنگدانه تا حدودی بر وجود رنگدانه دوده استخوان صحه میگذارد. از سوزانیدن استخوانِ در دستگاههای تقطیر در بسته به دست میآید. معمولاً استخوانهای دارای سریشم را در آب میجوشانند تا پیه و سریشم خود را از دست بدهد و سپس آن را تقطیر میکنند. دوده استخوان به رنگ سیاه- آبی است و ساختار نرم و صافی دارد. این ماده از دوده چراغ متراکمتر و حاوی ۱۰ درصد کربن، ۸۴ درصد فسفات کلسیم و ۶ درصد کربنات کلسیم است. ترکیبات کلسیم (خاکستر) موجود درآن ارزش رنگی ندارد ولی در بهبود کیفیت کاری آن مؤثر است و تولید یک سیاه ممتاز مینماید. در ساختار میکروسکوپی این ماده ذرات آن درشتتر و از نظر شکل و ابعاد بی قاعده هستند، بعضی از ذرات قهوهای و برخی دیگر شفاف دیده میشوند. وزن مخصوص آن از ۶/۲ تا ۸/۲ و جذب روغن آن از ۳۰ تا ۴۰ است. رنگ و قدرت همرنگ کنندگی دوده استخوان متغییر است و به میزان کربن موجود در آن بستگی دارد. این رنگدانه آسانتر از دودههای کربن با روغنها و آب مخلوط میشود اما از نظر خواص جذب کنندگی شبیه دوده کربن عمل میکند. بنابراین اگر این رنگدانه در رنگ مصرف شود تمایل به جذب خشک کنها از فاز مایع رنگ دارد (جتتنز و استات. ۱۳۷۸. هروی و عظیمی،۱۳۸۶) (شکل ۷ و ۸). از نمونه های استفاده شده از این رنگدانه میتوان به ایوان جنوب غربی گنبد سلطانیه اشاره کرد (شیروانی، ۱۳۹۸)

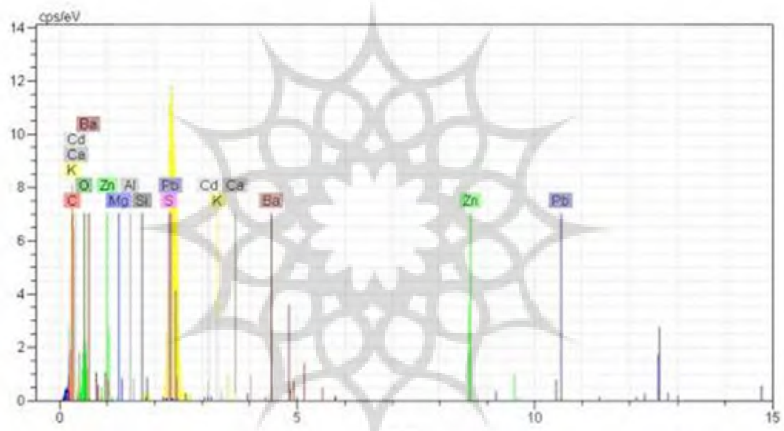
رنگ سفید: در میان رنگدانههای سفید تنها رنگی که به این ساختار شباهت دارد ساختار شیمیایی سفیداب سرب یا سفیداب شیخ است که از آن هم برای زیر سازی اثر استفاده شده و هم در برخی نقاط برای خلق نقوش سفید رنگ بر روی رنگ قرمز استفاده شده است. با وجود عنصر روی در نمونه لایه تدارکاتی نمیتوان گفت که برای این لایه از سفیدآب روی استفاده شده است زیرا مقدار عنصر سرب بسیار بالاتر از عنصر روی است. در این حالت عنصر روی



شکل ۷. نمایش طیف EDX برای رنگدانهی سیاه

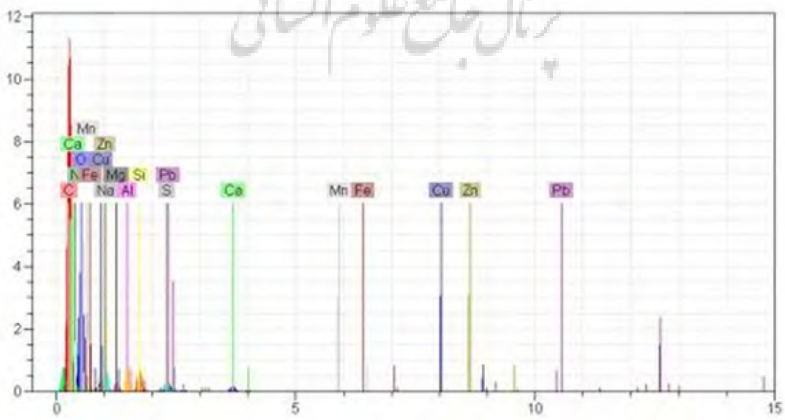


شکل ۸. نمایش مقدار عناصر Ca و P در دوده استخوان با استفاده از نرم‌افزار Excel.

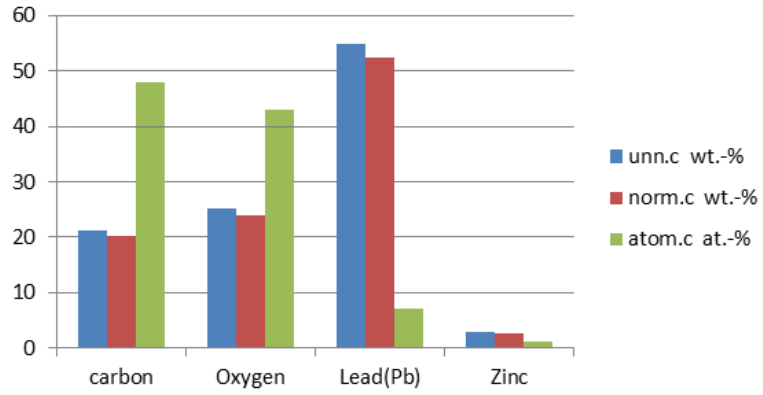


شکل ۹. نمایش طیف EDX برای رنگدانه‌ی سفید مربوط به لایه تدارکاتی

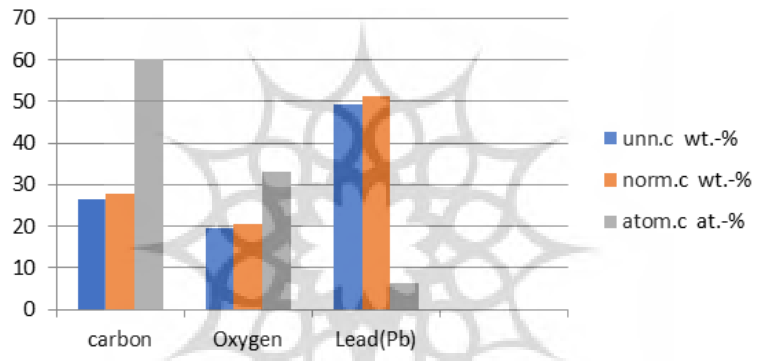
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۱۰. نمایش طیف EDX در رنگدانه‌ی سفید روی رنگ قرمز



شکل ۱۱. نمایش مقدار عناصر Pb، Zn در سفیداب سرب با استفاده از نرم‌افزار Excel.



شکل ۱۲. نمایش مقدار عنصر Pb در سفیداب سرب با استفاده از نرم‌افزار Excel

می‌تواند جزء ناخالصی موجود در رنگ محسوب شود، بنابراین می‌توان گفت که لایه تدارکاتی مورد استفاده برای زیرسازی نقوش تذهیب نیز سفیداب سرب است. مهمترین رنگدانه سرب و دارای ترکیب کربنات قلیائی سرب، ($2PbCO_3.Pb(OH)_2$) است. معمولاً حاوی حدود ۷۰ درصد کربنات سرب و ۳۰ درصد هیدرات سرب است. کربنات سرب به صورت ماده معدنی موسوم به سروسیت در طبیعت یافت می‌شود ولی هیچ‌گاه به عنوان منبع تهیه رنگدانه سفید حائز اهمیت نبوده است. سفیداب سرب را از دوران باستان می‌شناختند و جزو اولین رنگدانه‌هایی است که به طور مصنوعی تهیه شده است. این رنگدانه به صورت طبیعی از ترکیب فلز سرب و سرکه بدست می‌آید(جتنز و استات، ۱۳۷۸)

از رنگدانه سفید دو نمونه از سطح اثر برداشته شد. نمونه اول رنگ سفید موجود در زمینه عبارت بسم‌الله‌الرحمن‌الرحیم است که احتمالاً برای زیرسازی رنگ‌های مربوط به نقوش تذهیب و به عنوان لایه تدارکاتی به کار گرفته شده و نمونه دوم رنگ گل‌های سفید موجود در حاشیه همین عبارت است که بر روی رنگ قرمز آورده شده است

نتیجه‌گیری

سنگ بسم الله اثر میرزا سنگلاخ در زمره آثار نفیس موزه آذربایجان قرار گرفته است. اثری که با هدف قرارگیری در مسجدالنبی در کنار حرم پیامبر اکرم (ص) ساخته شد اما پس از کش و قوس‌های فراوان و طی نمودن مسافت‌های بسیار طولانی، بر دیوار بقعه

امامـزاده میـرزا ابراهیـم تبریـز در کنـار قبـر هنرمنـد آن، میـرزا سـنگلاخ قـرار گرفـت و در نهایـت در سـال ۱۳۷۲ بـه مـوزه آذربایجـان تبریـز انتقـال یافـت. ایـن کتیبـه از جنبـه زیبـایی شـناختی اثـری منحصـر بـه فـرد تلـقی می‌شـود از ایـن رو بسـیاری از مخاطبـان آن هنرمنـدانی هسـتند کـه نیازمنـد اطلاعـات و جزئیـات دقیق‌تـری از آن هسـتند. از طـرفی امـر حفاظـت از ایـن میـراث ارزشـمند مسـتلزم کسـب اطلاعـات دقیـق از ایـن اثـر اسـت. بـرای تحقـق ایـن امـر اصـولاً مطالعـات فن‌شـناسی امـری ضـروری و حائـز اهمیـت تلـقی می‌شـود. سـنگ بـه عنـوان مصالـح اصـلی و رنـگ بـه عنـوان لایـه تزئینـی در زمینـه و همچنیـن بـه عنـوان نقـوش، ایـن اثـر را پوشـش داده اسـت. بـرای شناسـایی گونـه سـنگ بـه کار رفتـه نیازمنـد نمونـه بـرداری از سـنگ اسـت کـه در ایـن اثـر بـه دلیـل امـکان آسـیب دیـدن سـنگ نمونـه بـرداری میسـر نبـود امـا بـا در نظـر گرفتـن مقـدار نمونـه مـورد نیـاز بـرای شناسـایی رنگ‌هـا امـکان نمونـه بـرداری از رنـگ وجـود داشـت.

بنابرایـن بـا بهره‌گیـری از دو روش آزمایـش کلاسیـک و آنالیـز دسـتگاهی بـرای شناسـایی رنگ‌هـای موجـود اقـدام شـد. در روش آزمایـش کلاسیـک روی سـه نمونـه رنـگ آبی، سـبز و طلایی آزمایـش صـورت گرفـت کـه بـه ترتیـب: رنگ‌هـا نیـل، زنـگار مـس و پـودر طلا شناسـایی شـد و سـایر رنگ‌هـا کـه شـامل رنگ‌هـای سیـاه، قرمـز و سـفید بـود بـه ترتیـب دوده اسـتخوان، شـنگرف و سـفید آب شیـخ شـناخته شـد. بدیـن ترتیـب تمـامی رنگ‌هـای موجـود در ایـن اثـر شناسـایی و معـرفی شـد. یـکی از مهمتریـن مشـکلات موجـود در ایـن پژوهـش عـدم امـکان نمونـه بـرداری از سـنگ و ایجـاد محدودیـت بـرای شناسـایی کانی‌هـا و گونـه سـنگ مـورد اسـتفاده در اثـر بـود. لیکـن اسـتفاده از دسـتگاه XRF پرتابـل بـا شناسـایی عنصـری مـواد می‌توانـد ایـن فقـدان را پوشـش دهـد.

سپاسگزاری

در نهایـت از اداره میـراث فرهنـگی و گردشـگری و صنایـع دسـتی اسـتان آذربایجـان شـرقی و ریاسـت مـوزه آذربایجـان تبریـز جنـاب آقـای غلامرضـا یـزدانی کـه در رونـد ایـن پژوهـش مـا را یـاری نمودنـد، سپاسـگزاریم

حمایت مادی و معنوی

ایـن مقالـه بـا حمایـت مـادی و معنـوی دانشـگاه هنـر اسلامی تبریـز بـه انجـام رسـیده اسـت از دسـت انـدرکاران ایـن دانشـگاه سپاسـگزاری می‌گـردد

منابع

ادریـسی، محمـد. (۱۳۸۷). روش‌هـای کلاسیـک و دسـتگاهی در شیـمی تجزیـه. تهـران: دانشـگاه صنعـتی امیرکبیـر

اسـتوارت، باربـارا. (۱۳۹۳). روش هـای تجزیـه مـواد در مرمـت و حفاظـت آثـار تاریخی(ترجمـه: باقـرزاده کثیـری). تبریـز: دانشـگاه هنـر اسلامی تبریـز.

اپهـام پـوپ، آرتـور . (۱۳۹۳). سیـر و صـور نقـاشی ایـران (ترجمـه: یعقـوب آژنـد). تهـران: مولی

بهـادری، رویـا. (۱۳۸۵). شیـمی آلی مبـانی و کاربـرد در حفاظـت و مرمـت آثـار تاریـخی. تهـران: پژوهشـکده حفاظـت و مرمـت آثـار تاریـخی- فرهنـگی.

جتتنـز،آر.ج ؛ و اسـتات، جی. ال (۱۳۷۸). فرهنـگ فشـرده رنگدانه‌هـای هنـری(ترجمـه: حمیـد فرهمنـد بروجـنی، حمیـد رضـا بخشـنده فـرد). اصفهـان: حمیدفرهمنـد بروجـنی

دیویـس، دنی؛ هفریچـر، جاکوبـز؛ و روبرتـز، سیمـون. (۱۳۸۸). تاریـخ هنـر جنسـن(مترجمان: فـرزان سـجودی و همـکاران). تهـران: فرهنگسـرای میردشـتی.

رسـتمی پایـدار، قـدرت‌الله؛ لطـفی، محمـد؛ قـادری، مجیـد؛ وثـوق عابدیـنی، منصـور؛ و امیـری، آزاده (۱۳۸۸). کاربردهـای روش میکروسـکوپ الکتـرونی روبـشی در مطالعـه کانسـنگ آهـن باباعـلی و گلالی، فصلنامـه زمیـن شـناسی کاربـردی. ۵(۱). ۳۵-۲۰.

زنـگی، بهنـام. (۱۳۹۴). دیوارنـگاری ایـران رهیافت‌هـای نویـن. تهـران: مهـر نـوروز

سلحشـور، فاطمـه؛ رادمنـش، عطامحمـد؛ حمـزوی، یاسـر؛ و خراسـانی، محبوبـه.) ۱۳۹۷ (بررسـی و شـناخت رنگزاهـای هنـری ایـران دورهٔ اسلامـی در کتابـت و نگارگـری (بـر اسـاس شـعر شـاعران سـبک خراسـانی).

دوفصلنامـه هنرهـای صنـاعی اسلامی. ۳ (۱) ،۱۵۰-۱۴۱.

شیـروانی، مریـم. (۱۳۸۷). آسیـب شـناسی و حفاظـت از سـنگ‌های تاریـخی. تهـران: تخـت جمشیـد.

شیـروانی، مریـم. (۱۳۹۸). شـناخت رنگدانه‌هـا در آرایه‌هـای گـچی ایـوان بیـرونی ضلـع جنـوب غـربی گنبـد سـلطانیه زنجـان. پژوهـه باستان‌سـنجی،۵ (۱)، ۱۴۲-۱۲۹.

فهیـمی، سیـد حمیـد. (۱۳۷۹). جلوه‌هـایی از هنـر ایـران در مـوزه آذربایجـان. سـازمان میـراث فرهنـگی کشـور. ۱۲ (۲۶)، ۵۵-۵۲

کارنـگ، عبدالعـلی. (۱۳۵۱). آثـار باسـتانی(آثار و ابنیـه تاریـخی شهرسـتان تبریـز). تهـران: انجمـن آثـار مـلی

گاردنـر، هلـن(۱۳۹۹). هنـر در گـذر زمان(چـاپ سی ام) (ترجمـه محمدتـقی فرامـرزی). تهـران: نـگاه

مکی‌نـژاد، مهـدی.)۱۳۹۰(. مجموعـه مقـالات دومیـن گردهمـایی گنجینه‌هـای از یـاد رفتـه ایـران. تهـران: مؤسسـه تألیـف، ترجمـه و نشـر آثـار هنـری (متـن)

هـزاوه‌ای، هـادی(۱۳۷۹)، از میـرزا محمـد عـلی سـنگلاخ تا پابلـو پیکاسـو. تندیـس، ۱۹(۱۹۳)، ۲۵-۲۴

یـزدانی، غلامرضـا. (۱۳۹۶). کتیبـه سـنگی بسـم الله. تهـران: سـخن سـرای طـه

Odegaard, N.,Carroll,S.,& Zimmt, Werner s. (2005). Material characterization tests for objects of art and archaeology (second edition). London: Archetype Publications Ltd

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی