

پژوهش نامه کاشان، شماره دهم (پیاپی ۱۸)
بهار و تابستان ۱۳۹۶، ص ۶۸-۸۷



مطالعات باستان‌سنجی روی گچ‌بری محراب بزرگ و تزیینات مسجد جامع کاشان

محسن یونسی*

وحید عسگر بور**

فرانک بحرالعلمی***

چکیده:

مسجد جامع کاشان از قدیمی‌ترین بناهای ثبت‌شده دوره اسلامی در کاشان است. این مسجد دارای سه محراب گچ‌بری است که یکی در گنبدخانه و دو محراب در شبستان شمالی مسجد قرار دارد. برای تعیین قدمت محراب گچ‌بری اصلی، از آجر به دست آمده برای سال‌یابی ترمولومینسانس نمونه برداری شد و نیز برای شناسایی رنگدانه‌های به کاررفته در تزیینات مسجد در دوره‌های مختلف، از همه بقایای رنگ در دو محراب شبستان شمالی و گچ‌بری‌ها نمونه برداری شد. برای شناسایی ترکیبات به کاررفته در رنگ‌ها، بررسی نوع ملات و اجزای گچ‌بری از میکروسکوپ نوری پلاریزان (PLM) و پراش پرتو ایکس (XRD) و برای شناسایی عنصری نمونه‌ها از میکروسکوپ الکترونی مجهز به پاشندگی پرتو ایکس (SEM-EDX) استفاده شد. همچنین برای بررسی نوع ملات و اجزای گچ‌بری و بررسی مواد آلی احتمالی به کاررفته در گچ و رنگدانه، از روش طیف‌سنجی زیر قرمز (FTIR) استفاده شد. نتایج سال‌یابی آجر از محراب قدیمی روی نشان داد که این بخش مربوط به 20 ± 550 سال پیش از این است. نتایج نشان داد که در دوره‌های مختلف از مواد متفاوتی استفاده شده است؛ برای مثال برای

* کارشناس ارشد باستان‌سنجی و کارشناس مرمت آثار تاریخی دانشگاه هنر اسلامی تبریز، نویسنده مسئول /

mohsen.yonesi447@gmail.com

** استادیار گروه مرمت آثار تاریخی دانشگاه هنر اسلامی تبریز / vahidaskarpour@gmail.com

*** کارشناس ارشد باستان‌سنجی، پژوهشگاه حفاظت و مرمت سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری /

bahadoriroya@yahoo.com

پژوهش نامه کاشان
شماره دهم (پیاپی ۱۸)
بهار و تابستان ۱۳۹۶



•
•
•
•
•
•
•

رنگ آبی از لاجورد در تزیینات محراب قدیمی، از ملاکیت برای رنگ سبز، از سرنج برای رنگ قرمز و از سفید سرب برای تهیه رنگ خاکستری استفاده شده است. در این بررسی، نوع گچ به کاررفته، ترکیبات افزوده و چگونگی عمل آوری آن نیز بررسی شد.

کلیدواژه‌ها: مسجد جامع کاشان، رنگدانه، سال‌یابی ترمولومینسانس، FTIR, SEM-EDX, XRD, PLM

مقدمه

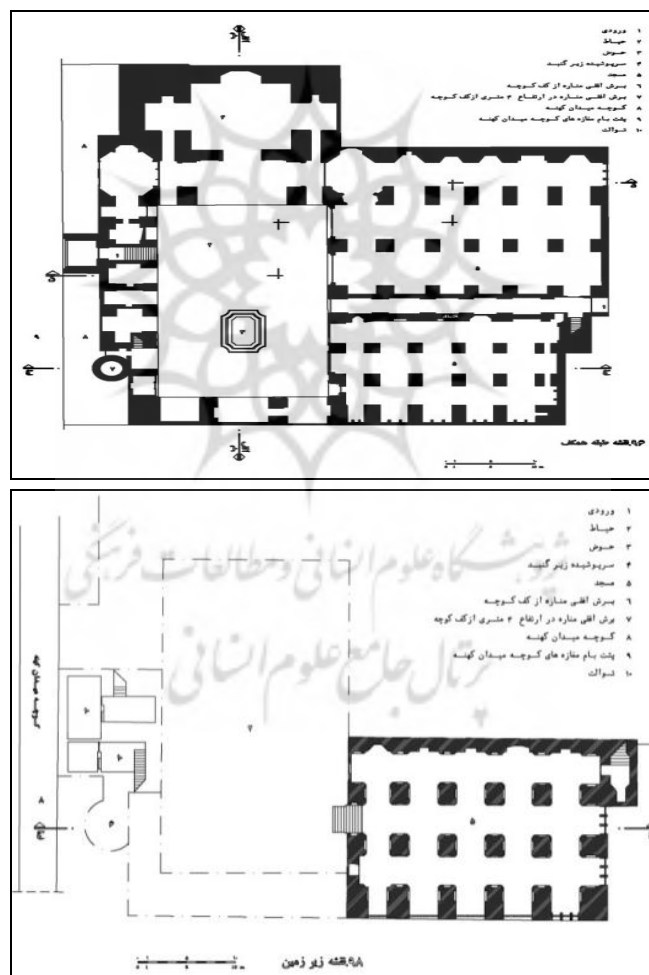
مجموعه فرهنگی مسجد جامع کاشان از پرقدمت‌ترین بناهای تاریخی کاشان، در خیابان باباافضل و محله میدان کهنه از محلات قدیمی کاشان قرار دارد. ابتدا در سال ۱۳۱۵ش، فقط مناره مسجد با شماره ۲۵۲ توسط وزارت فرهنگ و هنر و وزارت معارف و اوقاف و صنایع مستظرفه، به ثبت ملی آثار رسید. سپس در سال ۱۳۷۵ش، سازمان میراث فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری شهرستان کاشان، بنای مسجد را به فهرست ثبتی مناره اضافه کرد و با شماره ۲۵۲ به ثبت آثار ملی ایران رساند.



شکل ۱: مستندات ثبتی مسجد جامع کاشان (آرشیو دفتر فنی اداره میراث فرهنگی شهرستان کاشان)

مطالعات باستان‌سنجی
روی گچ‌بری محراب
بزرگ و تزیینات
مسجد جامع کاشان

در باب بنای اولیه مسجد جامع کاشان گفته شده است که پیش از اسلام در این محل، آتشکده بوده و اهالی پس از ایمان آوردن، آن را به مسجد تبدیل کرده‌اند (نراقی، ۱۳۸۲: ۸۳). محمد حسن خان اعتماد السلطنه درباره مسجد جامع چنین می‌نویسد: «مسجدی که در کاشان به اسم جامع معروف است، شهرت دارد که صفیه خاتون دختر مالک اشتر آن را بنا کرده است. دو محراب دارد که قبله یکی کج و دیگری راست است و دارای شبستان و گنبد و حوضخانه است و چند بار مرمت شده است که تاریخ آن‌ها معلوم نیست» (۱۳۶۷: ۱۱۶). مسجد جامع کاشان شامل سردر ورودی، حیاط و حوض، گنبد آجری با مقصوره و ایوان مرتفع زیر گنبد، صحن وسیع، دو شبستان بزرگ و یک شبستان تحتانی در ضلع شمالی است (شکل ۳).



شکل ۳: پلان همکف و زیرزمین مسجد جامع کاشان (آرشیو دفتر فنی اداره میراث فرهنگی شهرستان کاشان)

مسجد دارای دو ورودی در سمت چپ و راست مناره است. مناره آجری در زاویه جنوب شرقی مسجد قرار دارد. در قسمت پایین مناره، کتیبه سه سطری به خط کوفی با آجر برجسته به تاریخ ۴۶۶ هجری قمری دارد. با استفاده از کتب و منابع مربوط به مناره‌های شناخته شده دوره سلجوقی، باتوجه به دوره ساخت این منار بعد از مناره‌های مسجد میدان ساوه به تاریخ ۴۵۳ ق و مسجد زواره به تاریخ ۴۶۱ ق، سومین منار تاریخ دار قدیمی ایران (آزاد، ۱۳۹۲: ۴۶) و یگانه بنای تاریخ دار دوره سلجوقی در کاشان به شمار می‌رود.

مسجد جامع کاشان در طول حیات خود، متحمل تخریب‌های زیادی شده؛ به خصوص زلزله سال ۱۱۹۲ قمری کاشان^۱ که موجب مرمت‌های فراوان در مسجد شده است. به این دلیل از لحاظ معماری و تزیینات، وحدت و یگانگی در یک دوره تاریخی در آن مشاهده نمی‌شود. تحقیقاتی زیر نظر دکتر میرفتاح در سال ۱۳۷۵ و مرحوم دکتر شیرازی در سال ۱۳۷۷، روی مسجد جامع کاشان صورت گرفته، اما متأسفانه گزارشی از آن موجود نیست (عادل و کلایه، ۱۳۸۷: ۱۶۲).

بعد از زلزله ۱۱۹۲ ق در کاشان، روند تعمیر مسجد جامع شروع شد. کریم‌خان زند (۱۱۶۲-۱۱۹۳ ق) برای تأمین آسایش عمومی و تعمیر ابنیه و عمارات خسارت دیده از این حادثه عظیم، فرامین خاصی صادر و برای اجرای مفاد آن به مسئولان مربوط امور ابلاغ کرد (نیکوهمت، ۱۳۵۸: ۶۴).

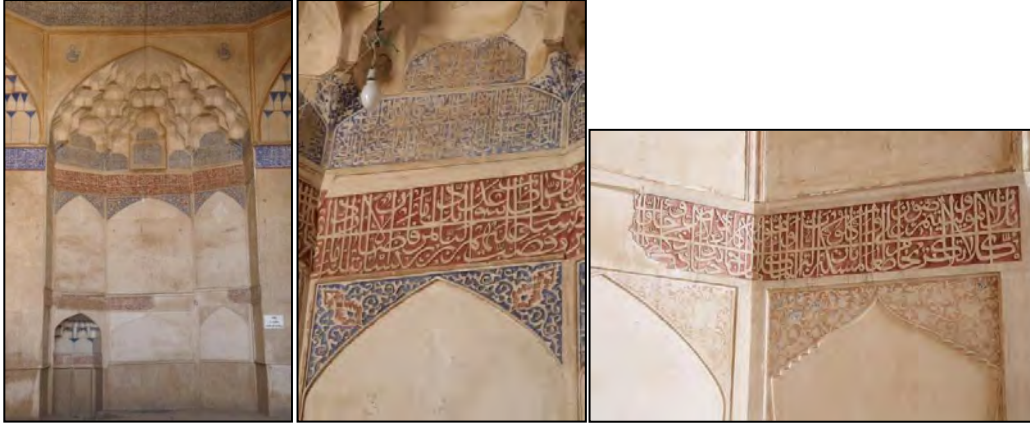
این تعمیرات با ذکر سال و نام بانی در کتیبه‌های سنگی و گچ‌بری داخل مسجد جامع و نیز در دیوان اشعار شاعران گران قدر، سید هاتف اصقهبانی و مولانا صباحی بیدگلی،^۲ به ثبت رسیده است.

گنبدخانه در امتداد ایوان اصلی و عمود بر شبستان اصلی مسجد جامع قرار دارد. داخل گنبد هشت ضلعی است که با گوشه‌سازی روی فضای مربع شکل میانی به دایره رسیده است. تزیینات گنبدخانه شامل محراب با کتیبه‌های گچ‌بری زمینه اخراپی، نقوش هندسی با آجرهای لعاب دار، کتیبه‌های گچ‌بری زمینه آبی که گرداگرد هشت ضلعی گنبدخانه چرخیده، لچکی‌های نقاشی شده (گل و برگ)، مقرنس‌های گچ‌بری با نقوش آبی و اخراپی و خیشخان‌ها (نورگیر و تهویه هوا) است (شکل ۴). باتوجه به کتیبه موجود در محراب، این تزیینات مربوط به بعد از زلزله ۱۱۹۲ ق

کاشان یعنی سال ۱۲۰۷ ق (دوره زندیه) و حکومت عبدالرزاق خان حاکم وقت کاشان است. متن کتیبه: «بعد از خرابی زلزله باعث و بانی تعمیر عبدالرزاق خان، کتبه عبدالکریم ۱۲۰۷ هجری» (نگارنده).

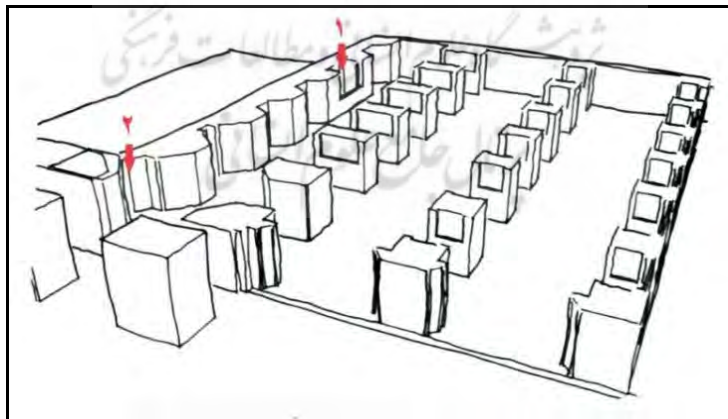
مطالعات باستان‌سنجی
روی گچ‌بری محراب
بزرگ و تزیینات
مسجد جامع کاشان





شکل ۴: راست: تزیینات و نقاشی محراب گنبدخانه، وسط: کتیبه تاریخ دار، چپ: محراب گنبدخانه، دوره زندیه (نگارنده)

شبهستان اصلی مسجد جامع با ابعاد ۲۳/۵ در ۲۹/۵ متر در مجاورت گنبدخانه و ضلع شمالی مسجد با جهت شمالی جنوبی واقع است. تعداد ده ستون در میانه که با ستون‌های متکی به دیوار به تعداد ۲۸ ستون در شبهستان وجود دارد. پوشش این شبهستان آجری و از نوع تاق و چشمه و مربوط به دوره زندیه است. با وقوع زلزله ۱۱۹۲ق در کاشان، سقف شبهستان اصلی مسجد فرومی‌ریزد و سقف کنونی با توجه به کتیبه محراب زندیه، احتمالاً در سال ۱۱۹۴ق بازسازی شده است. این شبهستان دارای دو محراب گچ‌بری است که هر دو در ضلع غربی شبهستان قرار دارد (شکل ۵).



شکل ۵: پرسپکتیو پلان موقعیت قرارگیری دو محراب شبهستان اصلی مسجد جامع کاشان (نگارنده)

محراب اصلی دارای تخریب‌های فراوانی است. با مقایسه تصویر کنونی محراب با تصویری که در سال ۱۳۲۰ش، هانری ویوله معمار و باستان‌شناس فرانسوی از محراب مسجد جامع کاشان تهیه کرده است، می‌توان شدت این تخریب‌ها را مشاهده کرد (شکل ۶). همچنین با ایجاد سقف جدید شبستان در دوره زندیه، محراب قدیمی مورد تجاوز قرار گرفته و قسمت‌های پیشانی و حاشیه بالای محراب، زیر قوس سقف مدفون می‌شود.



شکل ۶: راست: محراب اصلی مسجد جامع کاشان ۱۳۲۰ شمسی (ساروخانی، ۱۳۹۱: ۲۱) چپ: وضعیت کنونی محراب اصلی مسجد جامع کاشان (نگارنده)

محراب دارای قوس فروریخته گشیزی سه‌برگی است که گچ‌بری‌های برجسته با نقوش اسلیمی گل و برگ و دهن‌اژدری آژده‌کاری شده، به همراه رنگ‌های آبی و اخراپی در پس‌زمینه نقوش، در قسمت طاق‌نمای فوقانی و لچکی، خطوط درهم‌تنیده شده به همراه برگ‌های آژده‌کاری شده در پیشانی طاق‌نمای فوقانی، کتیبه قرآنی برجسته (آیه ۹ سوره جمعه) به خط ثلث در قوس طاق‌نمای فوقانی و نقش گشیزی سه‌برگی تکرار شونده به همراه برگ‌های سوراخ‌دار و پس‌زمینه رنگی آبی و اخراپی در حاشیه طاق‌نمای تحتانی است (شکل ۷).

در اثر ریزش گچ‌بری‌های محراب در دهه‌های گذشته، لایه‌های اولیه محراب نمایان شد. با ریزش گچ‌بری محراب در قسمت پیشانی طاق‌نمای فوقانی و قوس طاق‌نمای محراب، لایه گچ و رنگ نمایان شده که در آن، کتیبه آبی‌رنگ با حاشیه‌های رنگی با رنگ‌های مشکی و قرمز و زوار سبز روی بستر گچی مشاهده می‌شود (شکل ۸).

مطالعات باستان‌سنجی
روی گچ‌بری محراب
بزرگ و تزینات
مسجد جامع کاشان



شکل ۷: راست: کتیبه ثلث و گچ‌بری‌های برجسته لچکی طاق‌نمای فوقانی محراب. چپ: قوس گشیزی سه‌برگی محراب (نگارنده)

همچنین با انجام عملیات سبک‌سازی سقف شبستان شمالی در سال ۱۳۸۸ش که سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری شهرستان کاشان انجام داد، با آواربرداری از پشت بام و صندوقه‌های سقف شبستان دوره زندیه، بقایایی از لایه گچ‌بری مدور کنگره‌ای، نقاشی کتیبه آبی‌رنگ به دست آمد. وجود محرابی دیگر در زیر محراب به اثبات رسید. این لایه به دست آمده، محراب اولیه مسجد جامع کاشان است که هم‌زمان با احداث شبستان بنا شده و محراب بعدی روی محراب قدیمی احداث شده و هر دو روی هم منطبق‌اند. محراب زیرین دارای پوشش گچی ساده به همراه کتیبه آبی‌رنگ در حاشیه محراب و نقوش تزئینی هندسی و گیاهی با رنگ‌های آبی، قرمز، سبز کمرنگ، سبز پررنگ و سیاه است (شکل ۹). مطالعات صورت گرفته روی این محراب در مقاله‌ای دیگر مورد بررسی قرار خواهد گرفت.



شکل ۸: راست: لایه کتیبه آبی‌رنگ محراب زیرین در زیر لایه گچ‌بری محراب رویی (نگارنده)



شکل ۹: راست: قسمت‌های پیشانی و حاشیه بالایی محراب رویی مدفون‌شده زیر سقف شبستان زندیه
چپ: لایه گچ‌بری‌های کنگره‌ای مدور و کتیبه آبی‌رنگ در زیر محراب رویی مدفون‌شده زیر سقف شبستان زندیه

به دلیل اهمیت مسجد جامع کاشان، شناسایی رنگ‌های به‌کاررفته در تزیینات گچ‌بری‌های آن که در دو دوره مختلف صورت گرفته و اهمیت دسترسی به مواد و مصالح را در دو دوره تاریخی نشان می‌دهد، ضروری به نظر می‌رسد.

۱. بخش تجربی

۱-۱. نمونه‌های مطالعه‌شده

در این بررسی، دو سری نمونه از سطح اثر برداشته شد: سری اول هفت نمونه از سطح رویی محراب اصلی بود که پنج نمونه مربوط به گچ‌بری‌های لایه زیرین نقاشی و اندود بین دو محراب منطبق بود و دو نمونه نیز مربوط به رنگ‌های به‌کاررفته که شامل رنگ‌های آبی و قرمز بود. چهار نمونه نیز از کتیبه دوران زندیه برداشته شد که شامل رنگ‌های قرمز، آبی و قرمز روشن بود. روش کار در این مقاله، مطالعات کتابخانه‌ای و انجام آزمایش‌های شیمیایی و دستگاهی به منظور شناسایی مواد به‌کاررفته بوده است. نمونه‌ها از سطح اثر برداشته شد، ولی به دلیل چسبندگی لایه رنگ به لایه بستر بیشتر نمونه‌ها شامل لایه رنگ و لایه نازک بستر رنگ بود.

۲-۱. دستگاه‌ها

برای سالیابی نمونه‌ها از روش سالیابی ترمولومینسانس استفاده شد که روش رایج برای تعیین قدمت سفال، آجر و کاشی است. نمونه‌ها با روش ریزدانه^۳ آماده‌سازی و با روش دز افزوده^۴ پرتودهی و اندازه‌گیری شد (Aitken, 1985). آماده‌سازی و اندازه‌گیری نمونه‌ها در زیر نور قرمز انجام گرفت تا از هرگونه تأثیر احتمالی نور معمولی روی آن‌ها جلوگیری شود. برای آماده‌سازی نمونه‌ها، پس از پودر کردن با اسید استیک ۵٪ تیمار شدند. از هر نمونه، حداقل ۴۰ قرص تهیه شد. برای ۱۵ قرص پس از قرار گرفتن درون کوره بر روی صفحه‌ای از آلیاژ نیکل - کروم در

محیط نیتروژن کاملاً خالص، نمودار درخشش^۵ اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد، تعدادی قرص به وسیله یک چشمه بتا از ایزوتوپ استرانسیم ۹۰ با دزهای مختلف پرتو دهی شد. نیمی از نمونه‌ها دو روز پس از پرتو دهی اندازه‌گیری شد و نیم دیگر پس از یک ماه اندازه‌گیری شد تا پدیده از دست رفتن اطلاعات در آن‌ها بررسی شود. در مرحله بعد، ۱۵ قرص به وسیله چشمه آلفا از ایزوتوپ آمیسیم ۲۴۱ (Am-241) با دزهای مختلف پرتو دهی شد. با استفاده از اندازه‌گیری آن‌ها، مقدار انرژی مؤثر پرتو آلفا و حساسیت نمونه‌ها نسبت به پرتو آلفا اندازه‌گیری شد. غلظت عنصر پتاسیم با روش نورسنجی شعله‌ای و غلظت عناصر اورانیم و توریم با روش شمارش آلفا اندازه‌گیری شد. برای تعیین مقدار انرژی ساطع شده از ایزوتوپ‌های پرتوزای موجود در محیط، ۵ عدد دزیتر (بلورهای کلسیم فلوراید TLD400)، به مدت یک ماه در محل نمونه‌برداری در مسجد جامع کاشان نصب شد.

برای بررسی و شناسایی نمونه‌ها از روش‌های دستگاهی متفاوت استفاده شد. در ابتدا برای شناسایی کانی‌های به کاررفته در نمونه‌ها، از پراش سنج پرتو ایکس (XRD) استفاده شد. برای آماده‌سازی، ابتدا نمونه‌ها با هاون عقیق به صورت پودر بسیار ریز (۷۵ میکرون) درآمد و سپس از آن‌ها لام تهیه شد. روش قرص که روش استاندارد در این خصوص است، به دلیل کم بودن میزان نمونه‌های رنگدانه استفاده نشد. دستگاه مورد استفاده SEIFERT 3000T2T با تیوب مس (40kV, 30 mA) ساخت آلمان است. نمونه‌های پودر شده از ۵-۸۰ پیمایش شدند. پیمایش در فواصل ۰/۰۲ با زمان توقف ۰/۵ ثانیه انجام شد. برای آنالیز عنصری نقطه‌ای نمونه‌ها از میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به تجزیه شیمیایی پاشندگی انرژی پرتو ایکس (SEM-EDX) استفاده شد. این روش به مقدار کمی نمونه نیاز دارد و آماده‌سازی نمونه مستلزم استفاده از روش‌های شیمیایی و فیزیکی خاصی نیست. نمونه‌ها به صورت پودر، روی جا نمونه مخصوص فلزی قرار گرفت. دستگاه مورد استفاده در این آنالیزها VEGA3 TESCAN ساخت جمهوری چک مجهز به دستگاه آنالیز عنصری Sirius SD ساخت کشور انگلستان است. برای بررسی رنگ‌های آبی به منظور مقایسه آن‌ها و بررسی لایه‌های بست و ورنی، نیاز به آنالیز طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) است. برای آماده‌سازی نمونه‌ها، چند میلی‌گرم از نمونه با حدود ۲۰ برابر برمید پتاسیم (KBr) آبدار در یک هاون عقیق ساییده و تحت خلأ تبدیل به قرص شفاف با ضخامت یک میلی‌متر شد. طیف‌سنج مورد استفاده در این مطالعه، Nicolet 510P بود. طیف‌ها در ناحیه $4000-400\text{ cm}^{-1}$ ، با ۳۲ بار اسکن (جذب بر حسب عدد موجی) با

قدرت تفکیک 4cm^{-1} در دما و رطوبت اتاق ثبت شدند. برای بررسی‌های میکروسکوپی، شناسایی و عکس‌برداری از روش پتروگرافی استفاده شد. در این روش، مقدار کمی از نمونه به صورت پودر روی لام قرار گرفت و در نور معمولی و نور پلاریزان مطالعه شد. میکروسکوپ مورد استفاده در این بررسی‌ها، میکروسکوپ پلاریزان دوچشمی James Swift ساخت انگلستان است. همه تصاویر با اطلس شناسایی میکروسکوپی کانی و رنگدانه‌های تاریخی (Eastaugh, et al., 2008) و اطلس رنگدانه‌ها و الیاف (McBride, 2002) مقایسه شد.

۲. نتایج و بحث

در خصوص سال‌یابی و شناسایی مواد و مصالح و رنگدانه‌های به‌کاررفته در تزیینات گنبدخانه و شبستان اصلی مسجد جامع کاشان، تاکنون پژوهشی صورت نگرفته است. در این کار علاوه بر سال‌یابی آجر به‌کاررفته در محراب قدیمی، رنگ‌های به‌کاررفته در نقوش در دو دوره و مواد و مصالح به‌کاررفته نیز شناسایی و با یکدیگر مقایسه شدند.

۲-۱. سال‌یابی محراب قدیمی روی به روش ترمولومینسانس

محراب اولیه مسجد کاشان که هم‌زمان با شبستان احداث شده است، از خشت و ملات کاه‌گل و گچ ساخته شده که امکان سال‌یابی با روش ترمولومینسانس برای آن وجود نداشت. البته در بین ملات کاه‌گل، نمونه‌های کاه و در بین ملات گچ، نمونه‌های ذغال مشاهده شد که در نظر است برای تعیین قدمت دقیق محراب، سال‌یابی کربن ۱۴ انجام شود که در مقاله‌ای جداگانه، نتایج مورد بررسی قرار خواهد گرفت. محراب رویی در دوره‌های بعد ساخته شده است و برای ایجاد این محراب جدید برای رعایت تناسب و نیز اجرای گچ‌بری عمیق در سطح محراب قدیم، می‌بایست طاق‌نمای محراب زیرین کوتاه شود و برای اجرای کتیبه قوس‌گشیزی طاق‌نمای بالا، این قوس عریض شود؛ برای ایجاد این تغییرات از آجر استفاده کرده‌اند (شکل ۱۱- راست). از آنجاکه درباره زمان ساخت این محراب نیز هیچ اطلاعاتی در دست نبود، با نمونه‌برداری از یک آجر از این قسمت و سال‌یابی به روش ترمولومینسانس، زمان ساخت این محراب جدید تعیین شد. در شکل (۱۱- چپ) محل قرارگیری آجر سال‌یابی شده نشان داده شده است. آجر پس از نمونه‌برداری به محل اصلی خود بازگردانده و در همان‌جا نصب شد.

نتایج سال‌یابی ترمولومینسانس نشان داد که آجر مذکور دارای قدمت 20 ± 550 سال، یعنی مربوط به دوره تیموری است. از آنجاکه این قدمت مربوط به آجری از محراب رویی است، بدیهی است که قدمت محراب زیرین به پیش از این دوره می‌رسد.

مطالعات باستان‌سنجی
روی گچ‌بری محراب
بزرگ و تزیینات
مسجد جامع کاشان





شکل ۱۰: راست: قوس طاق‌نمای محراب زیرین و رویی؛ چپ: محل نمونه‌برداری از آجر و گچ محراب رویی (نگارنده)

۲-۲. شناسایی مواد و رنگدانه‌های به‌کاررفته در گچ‌بری و تزیینات محراب اصلی

همان‌طور که گفته شد نمونه‌برداری‌های انجام‌شده شامل دو دوره بود که نمونه‌های دوره اول مربوط به گچ‌بری و تزیینات محراب اصلی بود که دو نمونه مربوط به رنگ و دو نمونه مربوط به لایه‌های به‌کاررفته در گچ‌بری‌هاست. در گچ‌بری محراب رویی از رنگ‌های آبی و قرمز در پس‌زمینه نقوش استفاده شده است.

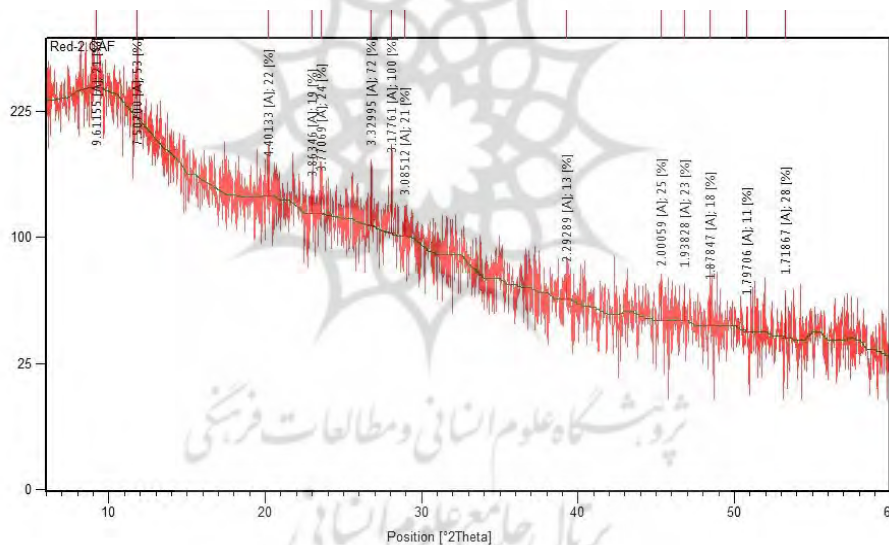
۲-۲-۱. شناسایی رنگ قرمز

در آنالیز ترکیبی XRD، نمونه، فاز تتراکسیدسرب^۲ و کلسیت شناسایی شد. در آنالیز EDX میزان ۱۲/۱۹ درصد سرب، ۱۷/۹۰ درصد گوگرد را نشان می‌دهد. نبود عنصری چون آهن و جیوه برای رنگدانه‌های اخرا و شنگرف، استفاده از رنگدانه سرنج به‌علت وجود سرب، در نقاشی محراب رویی مسجد جامع کاشان برای ما ثابت می‌شود اما وجود نزدیک ۱۸ درصد گوگرد در این رنگدانه احتمالاً از آلودگی ناشی از گوگرد محیط شبستان مسجد است که برای گرمایش در زمستان از سوخت فسیلی مانند نفت یا گازوئیل استفاده شده است.

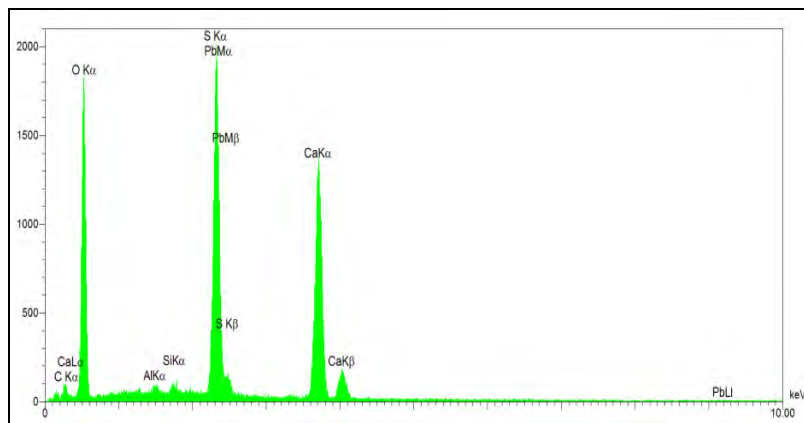
تتراکسیدسرب با فرمول Pb_3O_4 در حالت نور پلاریزان صفحه‌ای، قرمز سرب نیمه‌شفاف تا ذرات نارنجی-قرمز مات دیده می‌شود و در حالت متقاطع، رنگدانه با شکست مضاعف متوسط و انعکاسی داخلی قرمز نارنجی و ذرات طلائی-قرمز قابل مشاهده است (نعمتی بابیلو، ۱۳۹۴:

۳۰۳) در بررسی میکروسکوپی این رنگدانه ذرات نارنجی-قرمز دیده می‌شود که گاهی حالت بلوری و گاهی بی‌شکل است. تصاویر میکروسکوپی (شکل ۱۴) نیز وجود رنگدانه سرنج را در زیر نور پلاریزه آشکار کرد. در بررسی میکروسکوپی این رنگدانه ذرات نارنجی-قرمز دیده می‌شود.

سرنج یک رنگدانه قدیمی است که شاید بتوان گفت قدمت آن برابر فلز سرب است و به صورت مصنوعی تهیه می‌شود. نام شیمیایی این ماده، تترااکسید سرب و فرمول شیمیایی آن Pb_3O_4 است که گردی به رنگ قرمز روشن یا قرمز نارنجی است. ضریب انکسار نور آن بالا ولی انکسار مضاعف آن پایین است. سرنج از نظر شیمیایی نیمه‌فعال است. برای تهیه این رنگدانه از حرارت دادن لیتارژ^۷ (اکسید سرب) یا سفیداب سرب به مدت چند ساعت، در دمای حدود $^{\circ}C$ ۸۴۹ استفاده می‌شود (West Fitzhugh, 1996: 109).

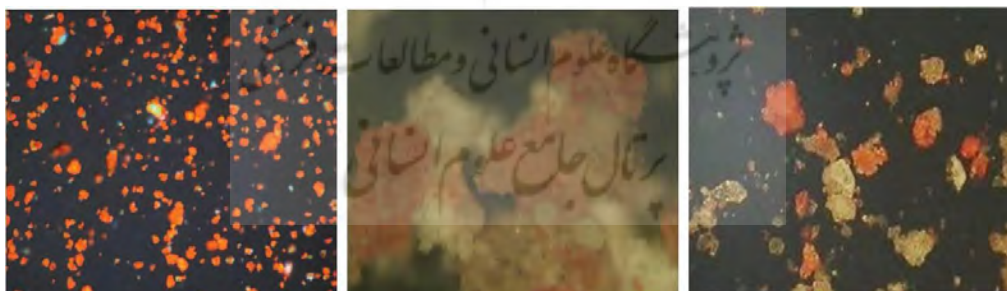


شکل ۱۱: آنالیز ترکیبی XRD برای رنگدانه قرمز محراب زیرین فاز تترااکسید سرب (Pb_3O_4) با پیک شاخص ۳,۳۲۰ و ۳,۸۶۳ شناسایی شد.



نتایج آنالیز نیمه کمی EDX رنگ قرمز محراب رویی			
A%	W%	Line	Elt
5.45	2.46	Ka	C
54.78	32.94	Ka	O
0.60	0.61	Ka	Al
0.82	0.87	Ka	Si
14.86	17.90	Ka	S
21.93	33.03	Ka	Ca
1.57	12.19	Ma	Pb
	100.00		100.00

شکل ۱۲: طیف EDX نمونه رنگ قرمز محراب رویی، باتوجه به وجود سرب به میزان ۱۲/۱۹ درصد، نمونه سرنج شناسایی شد.



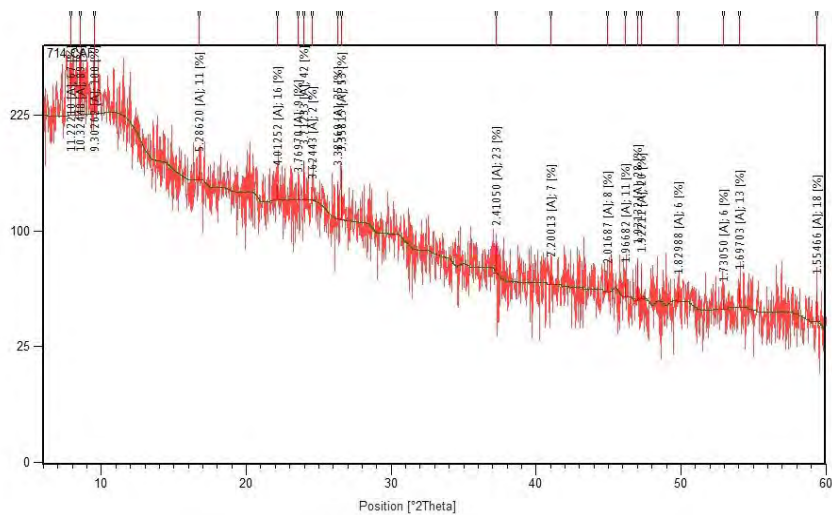
شکل ۱۳: راست: تصویر میکروسکوپی نمونه km1 سرنج و گچ، بزرگ‌نمایی 400X، وسط: تصویر میکروسکوپی نمونه km6 سرنج و گچ، بزرگ‌نمایی 400X؛ چپ: تصویر میکروسکوپی سرنج موجود در اطلس رنگدانه برای مقایسه، بزرگ‌نمایی 500 X (Eastaugh, 2008: 728 ff)، همه تصاویر در نور پلاریزه است.

پژوهش‌نامه کاشان
شماره دهم (پیاپی ۱۸)
بهار و تابستان ۱۳۹۶

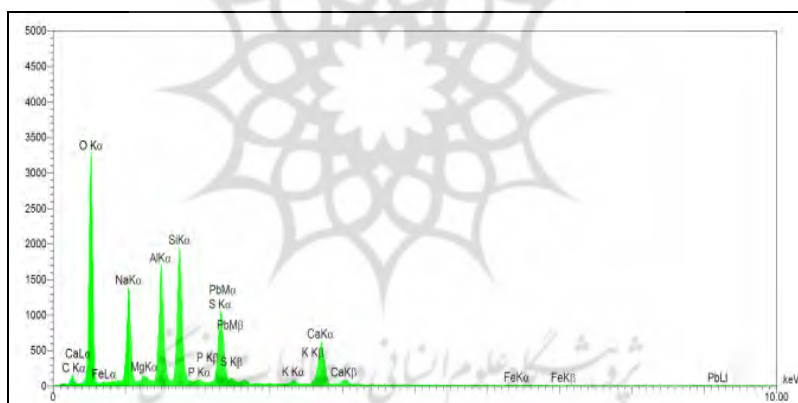
۲-۲-۲. شناسایی رنگ آبی

نتایج XRD رنگ آبی نشان‌دهنده گچ، کوارتز و فاز لازوریت است که وجود گچ و کوارتز به دلیل لایه بستر و گچ‌بری زیرین است (شکل ۱۵). در آنالیز EDX عناصر سیلیسم ۹/۶۹ درصد، آلومینیوم ۱۰/۱۱ درصد، گوگرد ۱۰/۱۵ درصد شناسایی شد. ترکیب‌های عنصری بالا از نظر کمی و کیفی با ترکیب شیمیایی لاجورد^۱ (آلترامارین) دارای هم‌خوانی منظمی است که از نظر شیمیایی یک آلومینوسیلیکات سدیم گوگرددار است (شکل ۱۶). تصاویر میکروسکوپی در زیر نور معمولی و پلاریزه تهیه شد (شکل ۱۷). لاجورد در زیر نور پلاریزه به دلیل ساختمان بلوری مکعبی، ایزوتروپ دیده می‌شود (Eastaugh, 2008: 582). لاجورد در نور پلاریزان به صورت آبی تیره و گاهی آبی-بنفش مشاهده می‌شود. توزیع ذرات در آن متغیر است و باتوجه به ابعاد درشت‌تر، بعضاً از نوع آلترامارین شناسایی شد. لازوریت به‌عنوان کانی تشکیل‌دهنده لاجورد به صورت خالص مشاهده نمی‌شود و معمولاً همراه کلسیت و پیریت است که در تصاویر میکروسکوپی نور پلاریزان در حالت متقاطع، این عدم خلوص مشهود است (نعمتی بابایلو، ۱۳۹۴: ۳۰۱).

استفاده از رنگدانه لاجورد در منابع مکتوب از دوران مادها یاد شده و از دوران هخامنشی در ایران مصرف زیادی داشته است (Momenzadeh, 2004:208) اما براساس منابع باستان‌شناسی، قدیمی‌ترین استفاده از آن به هزاره پنجم بازمی‌گردد (Weisgerber, 2004: 65). معادن لاجورد موجود در بدخشان افغانستان، تنها معادن شناخته‌شده لاجورد در دنیای باستان بوده است و از آنجا به مناطق دیگر حتی مصر (ibid) حمل می‌شد. از قدیمی‌ترین موارد استفاده از لاجورد در نقاشی دیواری در ایران، کاربرد آن در رنگ آبی کوه خواجه سیستان، مربوط به دوره اشکانی است (باتر، ۱۳۸۹: ۳۲۶). این کانی در کتاب‌آرایی دوره اسلامی نیز به‌وفور به‌کار رفته است (مایل هروی، ۱۳۷۲).

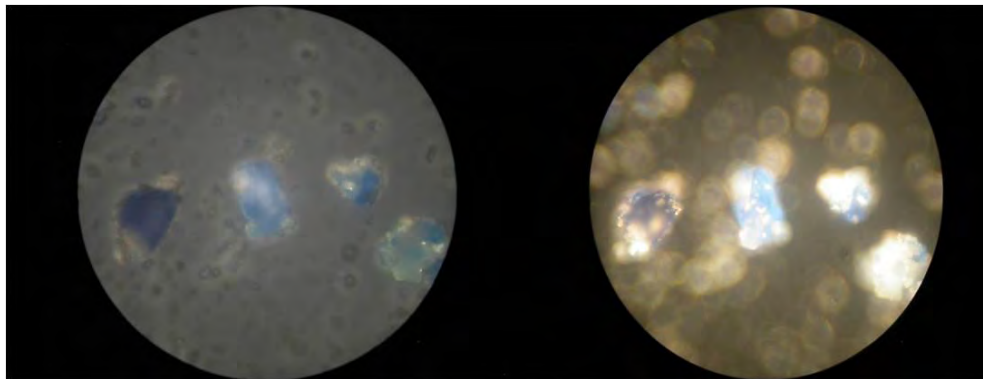


شکل ۱۴: آنالیز ترکیبی XRD برای رنگدانه آبی محراب رویی فاز لازوریت با پیک‌های شاخص ۳۶۲۴ و ۳۷۶۹ شناسایی شد.



نتایج آنالیز نیمه کمی EDX نمونه رنگ آبی			
Elt	Line	W%	A%
O	Ka	40.62	52.44
Na	Ka	6.88	7.05
Mg	Ka	1.91	0.82
Al	Ka	10.11	7.72
Si	Ka	9.69	9.13
S	Ka	10.15	6.84
Ca	Ka	13.45	7.31
Pb	Ma	2.42	0.19
		100.00	100.00

شکل ۱۵: طیف EDX و نتایج آنالیز نیمه کمی رنگ آبی که لاجورد شناسایی شد.



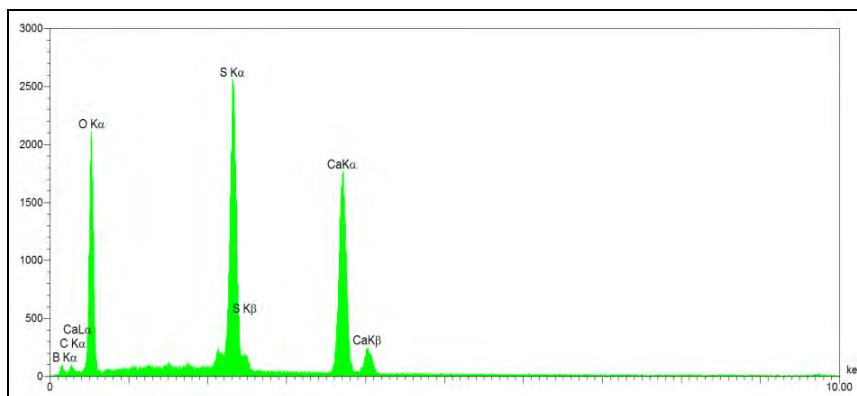
شکل ۱۶: تصویر میکروسکوپی نمونه آبی راست: زیر نور معمولی، چپ: در زیر نور پلاریزان، بزرگنمایی X 400

۳-۲. شناسایی لایه تدارکاتی، ملات و اندود به کاررفته در محراب اصلی

در قسمت‌های مختلف مسجد جامع کاشان از جمله در گنبدخانه، محراب قدیمی و محراب زندیه، هنر گچ‌بری به ظرافت بسیار و در اشکال مختلف به کار رفته است (شکل ۱۸، راست). به دلیل اهمیت شناخت مواد و مصالح و فنون به کاررفته در ایجاد گچ‌بری در قسمت‌های مختلف مسجد و در دوره‌های مختلف، مطالعه جامعی در این خصوص در دست انجام است که نتایج آن در مقاله جداگانه‌ای به چاپ خواهد رسید. در این پژوهش، سه نمونه شامل دو نمونه از گچ‌بری محراب زیرین و محراب رویی و یک نمونه اندود بین دو محراب بررسی شد. گچ به کاررفته در گچ‌بری محراب رویی در آزمایش XRD سنگ گچ ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) شناسایی شد. نتایج آنالیز EDX گویای وجود گوگرد و کلسیم است که نشان‌دهنده حضور کلسیم سولفات (گچ) است. تصویر میکروسکوپی SEM بلورهای تیز اما کوتاه گچ را نشان می‌دهد که با گچ پودری همراه است (شکل ۱۸ وسط). وجود گچ پودری می‌تواند به دلیل تأثیر رطوبت بر گچ باشد. در گچ‌بری محراب زیرین، علاوه بر گچ با بلورهای کوتاه و تیز، کانی‌های رسی و کلسیت نیز شناسایی شد. بلورهای کوتاه و تیز گچ کشته به دلیل افزودن مقداری آهک به آن و مانع شدن از گیرش کامل گچ تشکیل می‌شود (میش مست‌نهی، ۱۳۸۵) که این روش وجود کلسیت را در این نمونه توجیه می‌کند. اندود بین دو محراب حاوی گچ بدون آب (انیدر)^۹ و کانی رسی است (شکل ۱۸ چپ).

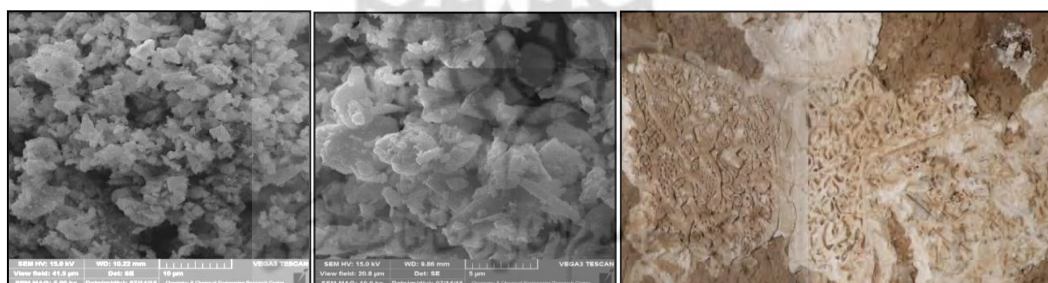
وجود انیدر احتمالاً به نوع عمل‌آوری گچ مربوط است. همان‌گونه که گفته شد به دلیل اهمیت فناوری گچ‌بری در این بنا، بررسی بیشتر در این باره ادامه دارد.

مطالعات باستان‌سنجی
روی گچ‌بری محراب
بزرگ و تزینات
مسجد جامع کاشان



نتایج آنالیز نیمه کمی EDX نمونه گچ محراب			
Elt	Line	W%	A%
B	Ka	7.06	14.46
C	Ka	2.40	4.42
O	Ka	33.82	46.81
S	Ka	21.50	14.84
Ca	Ka	35.22	19.46
		100.00	100.00

شکل ۱۷: نتایج کمی EDX نمونه گچ محراب



شکل ۱۸: راست: گچ بری محراب قدیمی رویی، وسط: تصویر میکروسکوپ الکترونی سنگ گچ از نمونه km7،

بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰x چپ: تصویر میکروسکوپ الکترونی انیدر (گچ بدون آب) از نمونه اندود km10

نتیجه‌گیری

در این پژوهش رنگدانه‌ها، بست و نوع گچ مورد استفاده در ساخت تزیینات مسجد جامع کاشان در دو دوره شناسایی شد.

- نتایج سال‌یابی یک قطعه آجر مربوط به محراب قدیمی رویی با قدمت ۵۴۰ سال نشان داد که این محراب احتمالاً در دوره تیموری ساخته شده است.

- بررسی رنگدانه‌های به‌کاررفته در تزیینات و نقاشی‌ها در محراب قدیمی از رنگدانه‌های لاجورد و سرنج استفاده شده است.

رنگ آبی به‌کاررفته در تزیینات آبی‌رنگ محراب قدیمی مسجدجامع لاجورد است. لاجورد با فرمول شیمیایی $\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_3$ از سنگ‌های نیمه‌قیمتی است.

مشخصات و نتایج شناسایی مواد و رنگدانه‌های به‌کاررفته در گچ‌بری محراب بزرگ و

تزیینات مسجدجامع کاشان در جدول زیر آمده است.^{۱۰}

ردیف	محل نمونه برداری	رنگ و نوع نمونه	نتایج XRD	نتایج EDX	نتایج PLM	شناسایی
۱	محراب اصلی رویی	رنگ آبی	گچ، کوارتز، لاجورد	Ca, Si, S, Al, Na	لاجورد	رنگدانه: لاجورد لایه بستر: گچ و کوارتز
۲	محراب اصلی رویی	رنگ قرمز	گچ، سرنج	Ca, S, Pb	سرنج	رنگدانه: سرنج لایه بستر: گچ
۳	محراب اصلی رویی	گچ‌بری سفید	سنگ گچ	Ca, S	-	گچ
۴	محراب زیرین	گچ‌بری سفید	کلسیت، گچ، کانی رسی	-	-	کلسیت، گچ، کانی رسی
۵	اندود بین دو محراب	اندود سفید	انیدر، کانی رسی	Ca, S, B	-	گچ بدون آب (انیدر)

پی‌نوشت‌ها:

۱. میرزا ابوالحسن مستوفی غفاری مؤلف تاریخ گلشن مراد می‌نویسد: «این زلزله در شب سه شنبه بیست و پنجم ذی‌قعدة سال ۱۱۹۲ قمری مطابق با آخر آذرماه و نیم ساعت قبل از طلوع آفتاب رخ داده است (نیکوهمت، ۱۳۵۸: ۶۳).
۲. شاعران هم‌عصر این زلزله، احمد هاتف اصفهانی (متوفی ۱۱۹۸ق) و مولانا صباحی بیدگلی (متوفی سال ۱۲۱۸ق) در وصف این حادثه هولناک سروده‌هایی دارند (دیوان هاتف، قصیده ۵؛ دیوان صباحی، ۱۳۷ و ۱۳۸)

3. Fine Grain
4. Additive Dose
5. Glow Curve
6. Red lead : Pb3O4
7. Litarge (massicot)
8. $\text{NaAl}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}\text{S}_2$ Lapis lazuli:/Ultramarine
9. Anhydrite: CaSO_4

مطالعات باستان‌سنجی

روی گچ‌بری محراب

بزرگ و تزیینات

مسجدجامع کاشان

۱۰. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از دفتر فنی اداره میراث‌فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کاشان آقایان مهندس زیارتی و مهندس نجفی‌پور و خانم مهندس ساروخانی، پژوهشکده حفاظت و مرمت، خانم‌ها



رؤیا بهادری، مولود سادات عظیمی و سمیه کاظمی دهقی و آقای مهندس ایرج بهشتی و از هیئت امنای مسجد جامع کاشان تشکر و قدردانی کنند.

منابع

- آزاد، میترا، ۱۳۹۲، «بررسی سه مناره مهم دوره سلجوقی»، دو فصلنامه معماری ایرانی، شماره ۵، بهار و تابستان ۱۳۹۲.
- اعتماد السلطنه، محمدحسن خان، ۱۳۶۷، *مرآت البلدان*، به کوشش عبدالحسین نوایی، میرهاشم محدث، تهران: دانشگاه تهران، مؤسسه انتشارات و چاپ.
- باتر، مسعود، ۱۳۸۹، «بررسی ساختار رنگدانه‌های نقاشی‌های دیوای عصر پارسی در کوه خواجه سیستان»، کتاب ماه تاریخ جغرافیا، تهران، شماره ۸۵.
- ساروخانی، زهرا، ۱۳۹۱، کاشان قدیم به روایت تصویر، نشر سوره تماشا.
- صباحی، سلیمان، ۱۳۶۵، *دیوان صباحی بیادگلی*، به کوشش احمد کریمی، تهران.
- عادل، حامد و سعید محمودکلایه، ۱۳۸۷، *طرح مرمت و بازسازی مسجدمجامع کاشان*، اداره میراث‌فرهنگی و صنایع دستی و گردشگری کاشان.
- مایل هروی، حبیب، ۱۳۷۲، *کتاب‌آرایی در تمدن اسلامی*، مشهد: بنیاد پژوهش‌های اسلامی.
- میش مست‌نهی، مسلم، ۱۳۸۵، *بررسی کاربرد تصاویر میکروسکوپ الکترونی در بررسی ساختارهای گچی*، www.academia.edu/1218438 / بررسی کاربرد تصاویر میکروسکوپ الکترونی در فن‌شناسی و آسیب‌شناسی ساختارهای گچی، تاریخ بارگذاری: ۹۴/۵/۲۴.
- نراقی، حسن، ۱۳۸۲، *آثار تاریخی شهرهای کاشان و نطنز*، تهران: دانشگاه تهران.
- نعمتی بابایلو، علی. کوچکزی، علیرضا. دانشپور، لیلا (۱۳۹۴)، «شناسایی رنگدانه‌های مورد استفاده در تزیین کتیبه کاغذی خانه انصارین تبریز»، *نشریه علمی پژوهشی علوم و فناوری رنگ*.
- نیکوهمت، احمد، ۱۳۵۸، *زلزله‌های تاریخی کاشان*، وحید.
- هاتف، احمد، ۱۳۸۰، *دیوان هاتف اصفهانی*، تهران: گنجینه.
- Aitken, M.Z., 1985, "Thermo luminescence Dating", London, Academic Press.
- Eastaugh, N., et al, 2008, *Pigments Compendium, A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*, Elsevier.
- McBride, C., 2002, *A Pigment Particle & Fiber Atlas for Paper Conservators*, Graphics onervation Laboratory, Cornell University.
- Roy, A., 2007, *Artists Pigment a handbook of their history and characteristics*, Berrie, B.H., Editor, *National gallery of art*, vol4, pp151-165.
- Momenzadeh, M., 2004, "Metallic Mineral Resources of Iran, Mined in Ancient Times: A Brief Review", in Thomas Stöllner, Rainer Slotta, and Abdolrasool Vatandoust, eds., *PersiantikePracht: Bergbau, Handwerk, Archäologie: Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 28. November 2004 bis 29. Mai 2005*, 2 vols., Bochum, pp. 8-21.
- Weisgerber, Gerd, 2004, *Decorative Stones in the Ancient Orient (Lapis lazuli, turquoise,*

- agate, carneole), in Thomas Stöllner, Rainer Slotta, and Abdolrasool Vatandoust, eds., *Persiantike Pracht: Bergbau, Handwerk, Archäologie: Katalog der Ausstellung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum vom 28. November 2004 bis 29. Mai 2005*, 2 vols., Bochum, pp.64-75.
- West Fitzhugh, E., 1996, Artists Pigment a handbook of their history and characteristics, R.L. Feller, Editor, *National gallery of art*, vol1, pp109-140.
 - Winckler, AF., 1959, *Das sächsische Blaufarbenwesen von 1790* Akademi Verlag, Berlino.



مطالعات باستان‌سنجی
 روی گچ‌بری محراب
 بزرگ و تزینات
 مسجد جامع کاشان



•
•
•
•
•
•
•