بررسی فنی، مطالعه آزمایشگاهی و آسیب شناسی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه سبزوار و عملیات حفاظت و مرمت آن

مسعود باتر[۱]*، محبوبه راستین[۲]

۱. استادیار گروه باستان شناسی، دانشکده هنر، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

masoud.bater@birjand.ac.ir*

۲. دانش آموخته رشته مرمت آثار تاریخی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه زابل، زابل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

تعداد صفحات: ۲۵

شناسه دیجیتال(doi): https://10.66224/kcr.8.3.16

فصلنامه علمی- پژوهشی دانش حفاظت و مرمت

شاپای الکترونیکی: ۶۲۱۷-۳۰۶۰

شاپای چاپی: ۶۰۹۳-۲۵۳۸

این نشریه از قوانین Cope پیروی می کند. دسترسی به این مقاله برای همگان آزاد است. هرگونه استفاده غیرتجاری از آن در صورت ارجاع مناسب، مجاز شناخته می شود.

چکیده

کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه در شهر نقاب سبزوار، یکی از آثار شاخص دوره ایلخانی در شرق ایران به‌شمار می‌رود که از منظر هنری، تاریخی و فناوری اهمیت ویژه‌ای دارد. پژوهش حاضر با هدف شناسایی فنون اجرایی، آسیب‌شناسی، مطالعات آزمایشگاهی و تدوین شیوه‌ای علمی در حفاظت و مرمت این کتیبه انجام گرفته است. در مرحله نخست، با روش‌های مطالعات میدانی و تصویربرداری، وضعیت کلی کتیبه از نظر ساختار، لایه‌های رنگ، گچبری و تزئینات بررسی و مستندسازی شد. سپس با بهره‌گیری از روش‌های آنالیز دستگاهی پراش و فلورسانس پرتوی ایکس، ساختار و ترکیبات شیمیایی رنگ‌دانه‌های مورداستفاده در تزئین کتیبه شناسایی گردید که نتایج آن حاکی از کاربرد رنگ‌دانه‌های طبیعی معدنی نظیر قرمز اخرا و آبی لاجورد–پایه بود. در مرحله آسیب‌شناسی، عوامل تخریب و فرسایش اثر، همچون رطوبت صعودی و نزولی، نوسانات دمایی، فشار سازه‌ای، آلودگی های شیمیایی و بیولوژیکی و مداخلات مرمتی غیر اصولی توسط عوامل انسانی شناسایی شد. بر این اساس، مراحل مختلف مرمت شامل پاک‌سازی، استحکام‌بخشی، بازسازی بخش های کمبود نقوش و کتیبه گچبری، موزون‌سازی رنگی و تثبیت نهایی اجرا گردید و در تمامی مراحل اصل بازگشت‌پذیری، کمینه‌سازی مداخله و هماهنگی بصری رعایت شد. در پایان، برای حفاظت بلندمدت اثر، پیشنهاداتی همچون کنترل شرایط محیطی، نصب حفاظ، آموزش متولیان و دفع رطوبت زیرساختی ارائه گردید. آنچه این پژوهش را از مطالعات مشابه مرمت آثار ایلخانی متمایز می‌سازد، به‌کارگیری هم زمان داده‌های آزمایشگاهی پیشرفته با تحلیل‌های میدانی برای ارائه یک مدل اجرایی یکپارچه و بومی‌سازی‌شده در مرمت کتیبه‌های گچبری رنگ‌آمیزی‌شده دوره ایلخانی است؛ مدلی که پیش‌تر در پژوهش‌های مرتبط با تزئینات گچی شرق ایران به‌صورت نظام‌مند ارائه نشده بود.

واژگان کلیدی: حفاظت، مرمت، کتیبه گچبری، مسجد آق‌قلعه، نقاب، سبزوار، فن‌شناسی، آسیب‌شناسی، ایلخانی.

۱. مقدمه

منطقه خراسان، به‌ویژه ناحیه غربی آن در اطراف شهرهای سبزوار، جوین و اسفراین، از دیرباز به‌عنوان یکی از کانون‌های مهم تمدن‌ساز در فلات ایران شناخته شده است. موقعیت جغرافیایی ممتاز، منابع طبیعی غنی و قرارگیری در مسیرهای ارتباطی تاریخی، این منطقه را به بستری مساعد برای شکل‌گیری و شکوفایی تمدن‌های گوناگون، به‌ویژه در دوران اسلامی، تبدیل کرده است. در این میان، منطقه تاریخی جوین و شهر نقاب (مرکز فعلی شهرستان جوین)، واجد آثاری گران‌بهاست که از نظر باستان‌شناسی، معماری و تاریخی اهمیت فراوانی دارند. یکی از شاخص‌ترین این آثار، مسجد ایلخانی آق‌قلعه است که در شمال غربی شهر نقاب و در مجاورت بقایای قلعه‌ای خشتی قرار دارد (اشکال۱ و۲). این بنا نه تنها به دلیل ساختار کالبدی و تزئینات معماری خود اهمیت دارد، بلکه از منظر ارزش‌های فرهنگی، تاریخی و مذهبی نیز جایگاهی ویژه دارد. از این رو، می‌توان آن را نمونه‌ای ممتاز از معماری مذهبی دوره ایلخانی در شمال شرق ایران دانست (Labaaf Khani, 2003). براساس شواهد تاریخی و باستان‌شناسی،

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

این مسجد در قرن هشتم هجری، هم‌زمان با دوران حکومت ایلخانان مغول، به‌ویژه در زمان سلطنت الجایتو، احداث شده است. در واقع در عصر ایلخانی، آق قلعه یکی از اماکن معتبر و بزرگ دشت جوین بوده که در زمان حکومت الجایتو به منظور ایجاد شهری به سبک سلطانیه زنجان بنیان نهاده شده است (Labaaf Khani, 1988). این شهر مشتمل بر یک کهن دژ جنوبی، یک مسجد و برج و بارویی خشت و گلی است که به شکل مستطیل محوطه را در بر گرفته و مسجد آق قلعه در وسط این شهر عظیم قرار داشته است (Azarkhord, et al, 2022).

ساخت مسجد آق قلعه نیز، بخشی از یک طرح بزرگ‌تر شهری بوده که بنا به نظر پژوهشگران، مجموعه‌ای عظیم مشتمل بر مدرسه، خانقاه و سایر فضاهای خدماتی مذهبی و آموزشی را در بر می‌گرفته است؛ طرحی که از نظر ترکیب کارکردی، با مجموعه‌های بزرگ ایلخانی مانند ربع رشیدی در تبریز و مجموعه سلطانیه در زنجان قابل مقایسه است؛ (MIT, 2002) ولی ظاهرا به دلیل ناآرامی‌های سیاسی و تغییرات ساختاری در دولت ایلخانی، ساخت این مجموعه نیمه‌تمام باقی مانده و تنها بخش هایی همچون حصار و مسجد به بهره‌برداری رسیده است (Labaaf Khani, 2003).

موقعیت دقیق این شهر تاریخی در دشت جوین و با مختصات جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی، در ارتفاعی معادل ۱۰۸۵ متر از سطح دریا قرار دارد. فاصله آن تا شهر سبزوار حدود ۷۹ کیلومتر است و در حاشیه غربی شهر نقاب جای گرفته است (Papeli Yazdi, 1988). شهر تاریخی آق‌قلعه با بقایای خندق، برج و باروهای متعدد (تعداد ۴۱ برج)، شارستان در بخش شمالی و کهندژ در جنوب، ساختاری پیچیده‌تر از یک قلعه نظامی ساده دارد و می‌توان آن را به‌حق یک شهر کوچک تاریخی در قالب یک دژ شهری دانست (Labaaf Khani, 2003).

مسجد آق‌قلعه به دلیل قرارگرفتن در داخل حصار قدیمی نیمه ویران، که به قلعه سفید معروف شده و در میان اهالی به نام آق قلعه، شهرت یافته است. این مسجد در مرکز شارستان این مجموعه واقع شده و دارای پلان مستطیلی، ایوان بلند، گنبدخانه‌ای وسیع و دو شبستان زمستانی در طرفین است (اشکال ۷ و ۸). با این ویژگی‌ها، می‌توان آن را نمونه‌ای برجسته از معماری مذهبی دوره ایلخانی و سبک آذری دانست که در حال حاضر ۹۶۳ متر مربع مساحت دارد (Hosseini, 2014). گنبد اصلی مسجد بر روی چهار ستون عظیم و جرزهایی قطور با ارتفاعی حدود دوازده متر استوار شده و شبستان‌های اطراف نیز با پانزده گنبد کوچک پوشش یافته‌اند (شکل ۵) (Labaaf Khani, 2003). این مسجد با این ترکیب فضایی، تلفیقی از سنت‌های معماری ایرانی اسلامی و عناصر نوگرایانه دوره ایلخانی را در خود جای داده است (شکل ۲).

ایوان مسجد به ارتفاع حدود ۱۲ متر، رو به شمال باز می شود و از طریق یک درگاهی، به گنبد خانه راه می یابد. پوشش ایوان با طاق جناغی اجرا شده و در دو سوی آن، دو نیم ستون قطور به شکل مناره تعبیه گردیده است (شکل ۲). مصالح این بخش از مسجد را، آجر و ملات گچ تشکیل می دهد. قسمت پایینی نیم ستون ها نسبت به بالای آن، حدود یک متر قطورتر می باشد. بدین ترتیب معمار بنا استحکام آن را بیشتر کرده است. گنبدخانه، متصل به ایوان و در واقع هسته مرکزی مسجد می باشد. این گنبدخانه از یک اتاق مربع شکل به ابعاد ۷/۵ در ۵ /۷ متر تشکیل شده، که گنبدی نیمه کروی و به شکل کلاهخود، بر روی آن قرار گرفته است (اشکال ۳ و ۴). گنبد به صورت یک پوسته بوده و ارتفاع آن از کف اتاق تا راس آن حدود ۱۲ متر است. در بخش جنوبی گنبدخانه، بخش پایینی یکی از محراب‌های مسجد باقی مانده و در زیر کمرپوش گنبد، کتیبه‌ای گچبری شده به خط ثلث با آیات قرآن و تاریخ ۷۱۲ هجری قمری دیده می‌شود.

شبستان‌های دو سوی ایوان به‌صورت قرینه ساخته شده‌اند و هر یک، چهار ورودی و یک محراب در گوشه جنوب‌غربی خود دارند (اشکال ۷ و ۸). در مجموع، این مسجد سه محراب دارد. بدین ترتیب این شبستان ها با فضای گسترده خود، ظرفیت جمعیت زیادی را داشته‌اند. سقف آن ها بر هشت ستون آجری مربع‌شکل استوار است که پانزده گنبد کوچک کروی روی آن ها قرار گرفته است. طاقچه‌هایی در اطراف ستون‌ها برای قرار دادن وسایلی چون شمع و مهر نماز ساخته شده است. طبق پژوهش‌ها، مجموعه آق‌قلعه در دوره ایلخانی و به سبک سلطانیه زنجان بنا شده و ساخت مسجد آن در زمان حکومت الجایتو به پایان رسیده است. این بنا نمونه‌ای ارزشمند از معماری ایلخانی است که اگرچه مدت استفاده از آن کوتاه بوده، اما در دوره‌های بعدی نیز، به‌ویژه در عصر صفوی و قاجار نیز مورداستفاده قرار گرفته و از آن زمان تاکنون متروکه شده است (Labaaf Khani, 1988).

از آرایه های معماری این مسجد آثار بسیار کمی بر جای مانده است. محراب های بنا، دارای کاربندی گچی بوده که از میان رفته است و تنها نمونه باقی مانده، کاربندی بالای ایوان اصلی است (شکل ۶). مناره بنا هم دارای تزئینات آجرکاری بوده که آثار آن هنوز مشاهده می گردد. مهم ترین و زیباترین آرایه این مسجد، کتیبه گچبری نفیس آن به خط ثلث با رنگ آبی لاجوردی است که در فضای گنبدخانه اصلی مسجد قرار دارد. این کتیبه شامل سوره جمعه و ادعیه اسلامی بوده و تاریخ نگارش آن۷۱۲ هجری قمری است، که با تاریخ اتمام بنای مسجد نیز هم‌زمان می باشد (اشکال ۹ و۱۰)، (Hosseini, 2014). این کتیبه با نوار گچبری اسلیمی در زمینه‌ای قرمز رنگ تزئین شده و گرچه در گذر زمان بخش هایی از آن از بین رفته، اما همچنان از نظر هنری و مذهبی ارزش بالایی دارد. متأسفانه بخش هایی از این تزئینات در دهه‌های اخیر آسیب دیده‌اند و اقدامات مرمتی محدود و ابتدایی که توسط اداره میراث فرهنگی خراسان رضوی صورت گرفته، علی‌رغم تلاش‌های اولیه، فاقد دقت کافی برای بازگرداندن اصالت تزئینی بنا بوده‌اند (Labaaf Khani, 2003; Hosseini, 2014).

فعالیت‌های مرمتی عمده در این مسجد از اوایل دهه ۱۳۸۰شمسی آغاز شده که شامل استحکام‌بخشی گنبد، ترمیم بخشی از تزئینات و پایدارسازی ساختارهای فرسوده بنا بوده است. بخشی از این اقدامات توسط مرمت‌گران تجربی و بدون دانش تخصصی انجام شده است و به همین دلیل کیفیت اجرای برخی از این مداخلات، قابل نقد است (Labaaf Khani, 2003)، با این حال، تلاش‌های انجام‌شده برای حفاظت از این بنا در چارچوب سیاست‌های کلان کشور برای صیانت از میراث فرهنگی دوره ایلخانی قابل توجه می‌باشد.

از جنبه کارکردی و فرهنگی، مسجد آق‌قلعه را می‌توان بازتابی از تلاش‌های فرهنگی حکومت ایلخانان در بازتعریف نقش دین، دانش، و هنر در ساختار حکومت تلقی کرد. این تلاش‌ها، که در پی گرایش حاکمان مغول به اسلام و تشویق توسعه ساختارهای دینی و علمی صورت گرفت، موجب پیدایش آثار معماری چشمگیری مانند همین مسجد شد (MIT,2002). از سوی دیگر، موقعیت استراتژیک مسجد در مسیرهای ارتباطی منطقه جوین نیز آن را به یک نقطه کانونی در شبکه مذهبی–فرهنگی خراسان غربی تبدیل کرده است. در نهایت، مسجد آق‌قلعه به‌عنوان نمونه‌ای ماندگار از هنر و معماری دوره ایلخانی، نه‌تنها از حیث ساختار معماری و تزئینات، بلکه از نظر جایگاه آن در فرایند شهرسازی، فرهنگ‌سازی دینی و هویت‌بخشی تاریخی، واجد اهمیت فراوانی است. بررسی دقیق و علمی این بنا می‌تواند در شناخت بهتر روند تحول معماری مذهبی در ایران و همچنین در بازسازی الگوهای زیستی–فرهنگی دوره ایلخانی در مناطق شرقی ایران نقش بسزایی ایفا کند.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

روشن است که مطالعه و شناخت بناهای تاریخی، به‌ویژه در حوزه تزئینات معماری، نقش مهمی در بازسازی ابعاد فرهنگی، هنری و فنی تمدن‌های گذشته دارد. در این میان، کتیبه‌های گچبری به‌عنوان یکی از جلوه‌های شاخص هنر اسلامی، بیانگر تلفیق ذوق هنری، باورهای دینی و توانمندی‌های فنی معماران و هنرمندان در دوره‌های مختلف تاریخی است. مسجد آق‌قلعه در نقاب سبزوار، با دارا بودن کتیبه‌ای گچبری‌شده به خط ثلث و تزئینات منحصر به‌فرد، نمونه‌ای ارزشمند از این آثار است که مطالعه علمی آن می‌تواند به روشن‌تر شدن جنبه‌های ناشناخته‌ای از تکنیک‌های اجرایی، نوع مصالح مصرفی و چالش‌های حفاظتی و مرمتی این‌گونه آثار منجر شود.

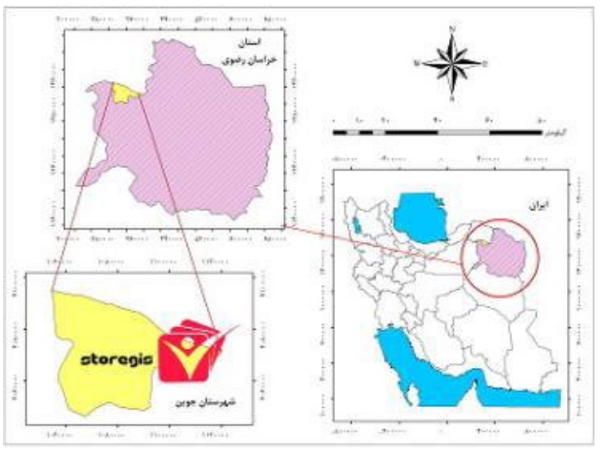
در همین راستا، پژوهش حاضر با تمرکز بر بررسی فن‌شناسی و مطالعه آزمایشگاهی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه، در تلاش است تا ضمن مستندسازی دقیق اثر، راهکارهایی عملی و مبتنی بر اصول علمی برای حفاظت و مرمت آن ارائه دهد. مهم‌ترین اهدافی که این پژوهش با بررسی جامع و نظام‌مند کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه و اقدامات حفاظتی مرتبط با آن، دنبال می‌نماید به شرح زیر است:

شناسایی ویژگی‌های فن‌شناسی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه، انجام مطالعه آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های گچبری باقی‌مانده، مستندسازی آسیب‌های واردشده به کتیبه، تحلیل عوامل مؤثر بر بروز این آسیب‌ها، ارائه راهکارهای علمی و عملی برای حفاظت و مرمت این کتیبه و همچنین افزایش دانش فنی در حوزه مرمت گچبری‌های دوره ایلخانی از جمله اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

مسئله اصلی این تحقیق، بررسی علمی، نظام‌مند و مستند کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه به‌عنوان یکی از نمونه‌های ارزشمند تزئینات معماری دوره ایلخانی است؛ اثری که در گذر زمان بر اثر عوامل گوناگون محیطی، انسانی و فیزیکی دچار آسیب‌های متعدد شده و اکنون نیازمند مداخلات حفاظتی و مرمتی اصولی و مبتنی بر داده‌های علمی است. پیچیدگی ساختار این گچبری، تنوع ترکیب مصالح و فن ساخت آن، ضرورت انجام مطالعات دقیق فنی و آسیب‌شناسی را بیش از پیش آشکار می‌سازد. در عین حال، فقدان مستندات فنی کافی و کمبود الگوهای مرمتی مبتنی بر تحلیل‌های آزمایشگاهی موجب شده‌است که در برخورد با چنین آثار پیچیده‌ای، تصمیم‌گیری مرمتی با ابهام و عدم قطعیت همراه باشد. نوآوری این پژوهش در به‌کارگیری رویکردی تلفیقی و چندلایه در مطالعه و مرمت کتیبه‌های گچبری رنگ‌آمیزی شده دوره ایلخانی است؛ رویکردی که بر پایه هم‌زمانی تحلیل‌های دقیق آزمایشگاهی و مطلعات ساختاری (XRF, XRD)، بررسی‌های میدانی و تحلیل‌های تطبیقی هنر ایلخانی استوار است. این ترکیب روشمند نه تنها امکان شناختی جامع‌تر از ساختار، فرایند ساخت و ماهیت مواد مورداستفاده در این تزئینات را فراهم نموده، بلکه چارچوبی یکپارچه، مستند، بومی‌سازی‌شده و قابل تعمیم برای حفاظت و مرمت آثار مشابه نیز ارائه می‌کند؛ چارچوبی که پیش‌تر در مطالعات گچبری ایلخانی، به‌ویژه در شرق ایران، در قالبی نظام‌مند طرح نشده بود. بر این مبنا، تحقیق حاضر می‌کوشد با اتکا بر داده‌های علمی و شواهد عینی، راهکارهایی دقیق، واقع‌بینانه و سازگار با ویژگی‌های فنی اثر برای حفاظت و مرمت ارائه دهد و مانع از تداوم روند تخریب یکی از مهم‌ترین نمونه‌های هنر گچبری ایلخانی گردد.

با توجه به ابعاد متنوع مسئله و ضرورت شناخت همه‌جانبه این کتیبه گچبری ارزشمند، پژوهش حاضر با مجموعه‌ای از پرسش‌های بنیادین روبه‌رو بوده‌است که پاسخ به آن‌ها مسیر دستیابی به راهکارهای علمی و قابل اتکا برای حفاظت و مرمت اثر را هموار می‌سازد. از جمله دغدغه‌های اصلی تحقیق، شناسایی فن ساخت و فرآیند اجرایی کتیبه، ماهیت مصالح و رنگ‌دانه‌های به‌کاررفته، تحلیل دقیق آسیب‌ها و عوامل تخریب، و همچنین ارزیابی راهکارهای حفاظتی و مرمتی متناسب با ویژگی‌های فنی و هنری آن بوده‌است. افزون بر این، نقش و اهمیت داده‌های آزمایشگاهی در درک عمیق‌تر وضعیت کنونی اثر و ارتقای روش‌های مرمت تزئینات گچبری دوره ایلخانی از محورهای کلیدی این پژوهش به‌شمار می‌رود؛ چنان‌که این داده‌ها زمینه را برای تصمیم‌گیری آگاهانه و طراحی مداخلات مبتنی بر شواهد علمی فراهم کرده و مسیر توسعه رویکردهای نوین حفاظت در معماری تاریخی ایران را روشن‌تر ساخته‌اند. بر این اساس، سؤالات اصلی تحقیق به این صورت تشریح شده‌اند:

۱. ساختار لایه‌ها و ترکیبات تشکیل دهنده بدنه اصلی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه از نظر فن‌شناسی چگونه است؟
۲. از چه رنگدانه‌هایی در رنگ‌آمیزی و تزئین سطح خارجی این کتیبه گچبری استفاده شده‌است؟
۳. بیشترین آسیب‌های وارد شده به کتیبه از چه نوعی بوده‌است و چه عواملی در ایجاد آن‌ها نقش داشته‌اند؟
۴. نتایج مطالعات و تحلیل آزمایشگاهی گچبری چه اطلاعاتی درباره وضعیت فعلی کتیبه ارائه می‌دهند؟
۵. چه شیوه‌ها و مداخلات حفاظتی و مرمتی می‌تواند اصالت اثر را حفظ کرده و از تخریب بیشتر جلوگیری کند؟



شکل ۱. بالا: نقشه موقعیت شهرستان جوین سبزوار در کشور؛
پایین: موقعیت شهر نقاب در منطقه جوین و محل قرارگیری مسجد آق قلعه

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۲. بالا: دورنمایی از مسجد آق قلعه جوین سبزوار؛
پایین: نمایی از ایوان مرکزی مسجد آق قلعه (عکس از نگارنده)

۲. بررسی وضعیت موجود مسجد و آرایه های معماری آن

مسجد آق‌قلعه یکی از آثار ارزشمند معماری اسلامی در دشت جوین به شمار می‌رود که در ۷۹ کیلومتری شمال‌غربی شهرستان سبزوار و میان آبادی‌های فتح‌آباد، کلاته میمری (در غرب و شمال‌غرب) و روستای قادرآباد واقع شده است (شکل۱). این مسجد متعلق به دوره ایلخانی است و ساختار کلی آن شامل ایوانی بلند با دو شبستان در طرفین می‌باشد. بنا از نوع مساجد تک‌ایوانی است که گنبدخانه آن در پشت ایوان اصلی قرار گرفته و دو مناره در طرفین ایوان داشته که امروزه از بین رفته‌اند (شکل۲).

امروزه از آرایه های معماری این بنا متاسفانه چیز زیادی باقی نیست. در گذشته این مسجد دارای کاربندی های گچی و تزئینات آجرکاری بوده که در گذر زمان از میان رفته است و تنها کتیبه گچبری این بناست که همچنان پابرجاست (Hosseini, 2014). کتیبه گچبری در مسجد آق قلعه به خط ثلث و با زمینه لاجوردی در داخل گنبدخانه مسجد به چشم می‌خورد که بخشی از آن تخریب شده‌است. این کتیبه تنها آرایه شاخص این بنا در حال حاضر به شمار می‌رود و سایر عناصر تزئینی به‌طور کلی در بنا مشاهده نمی‌شود (اشکال ۹ و ۱۰).

ارتفاع کلی مسجد حدود ۱۲ متر بوده و ورودی آن دارای طاقی جناغی شکل است. مصالح اصلی به‌کاررفته در ساخت این مسجد، آجر است. در پیشانی دیوارهای جانبی ورودی، دو نیم‌ستون دیده می‌شود که احتمالاً پایه‌های مناره‌های پیشین بوده است (شکل۲). سطح میانی این نیم‌ستون‌ها با طرح‌های لوزی‌شکل خفته و راسته تزئین شده که به بنا تنوع بصری بخشیده است. تمامی قوس‌ها و طاق‌های به کار رفته در این مسجد به صورت جناغی اجرا شده‌اند. گنبد اصلی بنا بر روی چهار ستون و چهار جرز قطور قرار گرفته و پلان آن به صورت مربع است. تبدیل پلان مربع به دایره برای اجرای گنبد از طریق سکنج‌ها صورت گرفته و سپس به فرم هشت‌ضلعی، شانزده‌ضلعی و نهایتاً ۳۲ ضلعی توسعه یافته و در نهایت، گنبد با استفاده از فن گردچین اجرا شده است. فضای داخلی گنبدخانه فاقد ازاره یا قرنیز بوده و پوشش گچ تا کف دیوارها امتداد یافته است. کف بنا خاکی است و به نظر می رسد که بخشی از آن نیمه‌تمام رها شده است. شبستان‌های اطراف گنبدخانه، هر یک با ۱۵ گنبد کوچک پوشیده شده‌اند و دارای دو ستون عرضی به شکل مربع و چهار ستون طولی هستند. در دیوار جنوبی شبستان، محرابی وجود دارد که نظیر آن در ضلع غربی نیز دیده می‌شود؛ در مجموع سه محراب در این مسجد تعبیه شده است.

با توجه به نتایج حاصل از گمانه‌زنی‌های باستان‌شناسی در قلعه و مسجد، قدمت بنای مسجد آق‌قلعه هم‌زمان با احداث گنبد سلطانیه زنجان و مقارن با حکومت الجایتو تخمین زده می‌شود. در اطراف بنا اثری از دیوار حیاط مشاهده نمی‌شود، که می‌تواند نشان‌دهنده ساختار نیمه‌تمام یا متروکه آن در گذشته باشد (Labaaf Khani, 1988).

کتیبه گچی موجود در گریوار گنبدخانه، با عبارت «بسم‌الله» و سوره جمعه از جبهه جنوبی آغاز می‌شود و تمامی اضلاع گنبد را دربر گرفته و در جبهه غربی به پایان می رسد (اشکال ۱۴ تا ۲۱). عرض این کتیبه حدود ۴۶ سانتی‌متر بوده و به خط ثلث نگاشته شده است. در انتهای ضلع غربی، پس از پایان سوره، ادعیه‌ای آورده شده که بخشی از آن تخریب گشته است. در انتهای کتیبه، تاریخ کتابت و نام «کاتب علی الا» که بخشی از آن تخریب شده و تاریخ ۷۱۲ هجری قمری قابل مشاهده است (اشکال ۲۰ و ۲۱). در بالای این کتیبه، نواری از گچبری تزئینی با عرض ۱۴ سانتی‌متر قرار دارد که دارای زمینه قرمز با نقوش اسلیمی سفید بوده که امروزه تنها حدود ۶۰ سانتی‌متر از این نوار گچبری، آن هم به صورت پراکنده، باقی مانده است (شکل ۱۱). سال ۱۳۸۲ شمسی، این کتیبه توسط مرمت‌گران تجربی اداره میراث فرهنگی خراسان رضوی مورد مرمت قرار گرفت. این عملیات مرمتی تنها به پوشاندن سطوح آسیب‌دیده با یک لایه گچ محدود شده بود. لایه جدید گچی در برخی نواحی حدود ۱ تا ۱/۵سانتی‌متر پایین‌تر از سطح اصلی گچبری قرار گرفته بود (اشکال ۱۴ تا ۲۱ و ۳۲).

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۳. نمایی از پشت مسجد آق قلعه و وضعیت نابسامان آن
(عکس از نگارنده)

شکل ۴. نمای گنبد اصلی مسجد و نیم گنبدهای شبستان غربی
(عکس از نگارنده)

شکل ۵. نمایی از پشت بام شبستان شرقی مسجد آق قلعه (عکس از نگارنده)

شکل ۶. تنها شواهد باقی مانده از کاربندی گچی بالای ایوان اصلی مسجد
(عکس از نگارنده)

شکل ۷. نمایی از داخل شبستان شرقی مسجد آق قلعه (عکس از نگارنده)

شکل ۸. نمایی از داخل شبستان غربی مسجد آق قلعه (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۹. بخشی از کتیبه گچبری رنگی مسجد آق قلعه (عکس از نگارنده)

شکل ۱۰. تزئین زمینه کتیبه گچبری با رنگ آبی در ضلع شرقی بنا (عکس از نگارنده)

شکل ۱۱. تزئین نوار بالایی کتیبه گچبری با نقوش اسلیمی با زمینه قرمز رنگ (عکس از نگارنده)

۳. پیشینه تحقیق

مطالعه تطور معماری اسلامی در ایران نشان می‌دهد که در سراسر دوره‌های مختلف این سنت معماری، تزئینات وابسته به بنا نقشی پایدار و اساسی داشته‌اند؛ به‌گونه‌ای که سه شیوه شاخص آجرکاری، گچبری و کاشیکاری به‌عنوان مهم‌ترین ابزارهای آرایه‌پردازی، به‌طور مستمر در تزیین بناهای تاریخی به کار رفته و هویت بصری معماری اسلامی ایران را در این بازه زمانی طولانی شکل داده‌اند (Farahmand Boroujeni,et al, 2013).

گچ یکی از مهم‌ترین مصالح تزیینی در معماری اسلامی ایران به شمار می‌رود که از دوره‌های اولیه مورد استفاده بوده و از عصر سلجوقی به بعد توجه ویژه‌ای به آن شد. در این دوران پیشرفت چشمگیری در به‌کارگیری گچ در تزیین بناها حاصل گردید، به‌گونه‌ای که اجرای سفیدکاری گسترده دیوارهای داخلی، ساخت کتیبه‌ها و محراب‌های گچی به اوج رسید (ویلبر، ۱۳۴۶). اگرچه پیش‌تر گچ عمدتاً به‌عنوان اندود برای پوشاندن سطوح داخلی دیوارها کاربرد داشت، اما گسترش اصلی و رسیدن به بالاترین کمال در عصر ایلخانی اتفاق افتاد (Hill & Grabar, 1967).

از این رو، یکی از ویژگی‌های برجسته معماری ایلخانی، مهارت بی‌نظیر هنرمندان این دوره در اجرای نقوش گچبری و کاربرد گسترده آن در انواع آرایه‌های تزئینی است (Kiani, 1998). به‌طوری که در قرن هشتم هجری، گچبری عمدتاً برای پوشش سطوح داخلی با نقوش تزئینی متنوع به کار گرفته شد (Hill & Grabar,1967).

هنر ایلخانی را می‌توان تلفیقی منحصر به فرد از میراث هنری ایران پیشین و تأثیرات هنر شرق دور و آسیای مرکزی دانست. هنرمندان این دوره با بهره‌گیری از این تأثیرات، آثاری بدیع و نوآورانه پدید آوردند که به تدریج به سبکی مستقل در هنر ایرانی بدل شد (Blair & Bloom, 2007 &Grube, E, & Chierato,1997).

یکی از برجسته‌ترین آرایه‌های هنری دوران ایلخانی، هنر گچبری بود که در این دوره به اوج شکوفایی رسید. هنرمندان با مهارت و خلاقیت خود این هنر را در بسیاری از بناهای مذهبی، به ویژه مدارس و مساجد، به گونه‌ای چشم‌نواز به کار گرفتند، به طوری که گچبری های برجای مانده از این دوره نمایانگر ظرافت، نوآوری و غنای بصری معماری مذهبی ایران است. گچبری که در آغاز صرفاً برای پوشاندن سطوح و ایجاد تزئین ساده به کار می‌رفت، از قرن پنجم هجری قمری شکل پیچیده‌تر و ویژه‌تری به خود گرفت و در دوره ایلخانی به عنوان عنصری اصلی و گسترده در معماری مورد استفاده قرار گرفت و آثاری زیبا و ماندگار از این دوره برجای گذاشت (Shekofteh, 2013).

گچبری دوره ایلخانی در مقایسه با دوره سلجوقی، ضمن حفظ ساختار کلی محراب‌ها، با افزایش چشمگیر ظرافت، آراستگی و پرکاری همراه است؛ عناصر معماری کشیده‌تر، سبک‌تر و نازک‌تر شده و گرایش به خطوط صعودی در بنا و محراب‌ها تقویت می‌شود (Pop, 1994). تفاوت اصلی تزئینات گچبری دوره ایلخانی با عصر سلجوقی را می‌توان در پیچیدگی بیشتر نقوش اسلیمی و هندسی، برجسته‌نمایی قوی‌تر، تنوع خطوط کتیبه‌ای به‌ویژه کاربرد اقلام غیرکوفی و کوفی‌های گره‌دار و بنایی، و نقش پررنگ‌تر کتیبه به‌عنوان عنصر تزئینی در عصر ایلخانی دانست (Sajadi, 1996; Wilber,1967). همچنین به‌کارگیری تکنیک‌هایی چون لانه‌زنبوری، مقرنس گچی، ستونچه‌های پیچ‌دار، استفاده از رنگ و نقوش تذهیب، بیانگر گذار گچبری از سادگی نسبی سلجوقی به بیانی غنی‌تر و نمایشی‌تر در دوره ایلخانی است (Wilber,1967).

صالحی‌کاخکی و همکاران در پژوهشی در سال ۱۳۹۵با تمرکز بر محراب‌های گچبری دوره ایلخانی تا آغاز تیموری، به شناسایی و طبقه‌بندی انواع تزئینات هندسی آن ها به‌ویژه گره‌ها پرداخته اند و اطلاعات توصیفی و

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

آماری دقیقی درباره نام، تعداد و محل کاربرد این گره‌ها در اجزای مختلف محراب‌ها ارائه داده‌اند. این مطالعه همراه با تصاویر و ترسیمات خطی از گره‌های به‌کاررفته است، اما از تحلیل تطبیقی یا بررسی ساختاری تناسبات هندسی فراتر نمی‌رود و صرفاً به معرفی و مستندسازی گره‌ها در محراب‌های گچبری دوره مورد نظر محدود می‌شود (Salehi Kakhki, et al, 2016). پژوهش تقوی نژاد در سال ۱۳۹۸ که در طی آن، نقوش گچبری ۴۰ محراب گچبری از دوره سلجوقی تا دوره ایلخانی مورد بررسی قرار گرفته نشان داده است که در هر دو دوره سلجوقی و ایلخانی، گره‌های هندسی مبتنی بر عدد شش رایج بوده است؛ اما در دوره ایلخانی تنوع گره‌ها بیشتر، ترکیب آن ها با نقوش گیاهی گسترده‌تر و سطح پوشش تزئینات وسیع‌تر شده است. نتیجه آنکه تزئینات هندسی ایلخانی، نسبت به دوره سلجوقی، پیچیده‌تر و پُرکارتر هستند (Taghavi nejad,2019).

یکی از مهم‌ترین شیوه‌های تزئین محراب در مساجد اسلامی در ایران، استفاده از رنگ بوده است ولی به دلیل قداست مساجد و محراب از رنگ های خاصی برای این کار استفاده می شده است. برای این کار، عموما رنگ هایی به کار می رفته است که در اخبار رسیده از پیامبر اکرم (ص) و یا ائمه اطهار از آن ها تجلیل شده بود، همچون رنگ سفید، سبز و آبی و به عکس رنگ هایی همچون رنگ سیاه که استفاده از آن ها در آیین اسلام مذمت شده است در بخش های مختلف مساجد و از جمله تزئینات گچبری به کار رفته در آن ها به چشم نمی خورد. تاریخ شروع استفاده از رنگ برای تزئین مساجد و به ویژه محراب آن ها به درستی مشخص نیست ولی براساس آثار باقی مانده می توان گفت که احتمالا از اواخر قرن سوم هجری قمری استفاده از رنگ به منظور تزئین محراب مساجد رواج یافته است (Sadaqat, 2005).

رنگ‌آمیزی آرایه‌های گچی از دوره سلجوقی و حتی پیش از آن، به‌عنوان شیوه‌ای رایج در تزئینات معماری مورد استفاده بوده است. در این دوره، نه‌تنها زمینه سطوح گچبری‌شده، بلکه خود نقوش تزئینی نیز رنگ‌آمیزی می‌شدند. براساس شواهد موجود، رنگ آبی لاجوردی پرکاربردترین رنگ در گچبری های رنگین دوره سلجوقی به شمار می‌رود که عمدتاً با هدف ایجاد عمق بصری و تقویت جلوه نقوش در پس‌زمینه به کار گرفته می‌شده است . افزون بر این، رنگ‌هایی چون فیروزه‌ای، سفید، نخودی و قرمز نیز در تزئین گچبری‌ها رواج داشته است. نمونه‌های شاخص این آرایه‌های گچی رنگین را می‌توان در مسجد جامع اردستان (۵۳۳ ه.ق) مشاهده کرد. تداوم این سنت در دوره خوارزمشاهیان نیز مشهود است؛ به‌گونه‌ای که گچبری های رنگ‌آمیزی‌شده در محراب مسجد ملک زوزن مورد استفاده قرار گرفته‌اند. رنگ آمیزی آرایه های گچی در دوره سلجوقی و قبل از آن نیز رایج بوده است. در این دوره، هم زمینه ی کار و هم خود نقوش تزئینی گچبری، رنگ آمیزی می شده است (Shekofteh, et al, 2015).

در ادوار پیش از دوره ایلخانی، کاربرد رنگ در گچبری عمدتاً محدود به رنگ‌آمیزی زمینه کتیبه‌ها یا اجرای خود کتیبه با رنگ بود، اما در دوره ایلخانی استفاده از رنگ به‌طور چشمگیری گسترش یافت و روندی صعودی را طی کرد؛ به‌گونه‌ای که رنگ، به‌ویژه آبی لاجوردی، برای تأکید بر نقوش برجسته و ایجاد عمق بصری در زمینه تزئینات گچی به‌کار می‌رفت، چنان‌که در محراب امامزاده ربیعه خاتون اشترجان مشاهده می‌شود (Wilber, D. N, 1967). به طور کلی، در این دوره استفاده از رنگ برای تزئین سطوح گچی رواج بسیاری یافت و انواع مختلف رنگ‌آمیزی در اجرای نقش‌مایه‌های تزئینی بر سطوح مسطح گچی به کار گرفته شد (Mahdinejad Moghadam & Godarzi ,2014).

در واقع می توان گفت که در دوره‌های ایلخانی و آل‌مظفر، گچبری رنگین به‌عنوان یکی از شیوه‌های شاخص تزئینی در بسیاری از بناها به کار گرفته شد. رنگ‌آمیزی گچ در تزئینات معماری، افزون بر گچبری های برجسته، در نقوش دوبعدی اجرا شده بر سطوح صاف گچی نیز رواج داشت. استفاده از این تکنیک در آرایه‌های گچی دوره ایلخانی پدیده‌ای نوظهور نبود؛ چراکه پیش‌تر نیز از کتیبه‌های تزئینی خطی با رنگ‌های آبی روشن یا لاجوردی بر زمینه سفید گچ استفاده می‌شد. با این حال، شکل‌گیری و تکامل کامل آرایه‌های گچی رنگین به‌طور کلی در دوره ایلخانی تحقق یافت. این شیوه ظریف و پرکار از دوره ایلخانی تا عصر تیموری تداوم یافت و در تزئین شمار زیادی از بناهای تاریخی مورد استفاده قرار گرفت (Shekofteh, 2013).

در دهه نخست قرن هشتم هجری، رنگ برای افزایش جلوه تزئینات گچبری در بناهای متعددی به کار گرفته شد و این گرایش در گنبد سلطانیه به اوج خود رسید، جایی که استفاده از رنگ در سطوح کم‌عمق، همراه با ترکیب‌بندی سنجیده، تأثیر بصری تزئینات را دوچندان کرده است (Hattstein & Delius, 2004).

در ادامه و به‌ویژه از دهه دوم قرن هشتم هجری، با تغییر ذائقه هنری، از برجستگی زیاد نقوش گچبری کاسته شده و رنگ به عنصر اصلی تزئینی بدل می‌شود، به‌طوری که در اواخر دوره ایلخانی برجستگی گچ به گچکاری‌های ظریف وصله‌ای محدود و تزئینات تذهیب‌گونه رنگی بر سطح اندود گچ غالب می‌گردد. در این روند، رنگ‌های آبی لاجوردی، قرمز، سبز و سفید بیشترین کاربرد را داشته و رنگ آبی به‌عنوان رنگ غالب، بیشترین سطح تزئینات گچی و نقاشی‌های دیواری را پوشانده است (Najiboglu,2000). مهدی‌نژاد مقدم و گودرزی در مقاله ای با عنوان «محراب و نقوش به کار رفته در آن (دوره سلجوقی و ایلخانی)» (۱۳۹۳) به بررسی محراب‌های دوره سلجوقی و ایلخانی در ایران پرداخته‌اند و با تحلیل نقوش هندسی، گیاهی و کتیبه‌ای، تحول تدریجی هنر تزئینی در این دو دوره را نشان داده‌اند. این پژوهش تأکید دارد که در دوره سلجوقی، آجرکاری و طراحی دقیق نقوش در محراب گنبد علویان برجسته است، در حالی که در دوره ایلخانی، گچبری و استفاده از کتیبه‌ها در محراب مسجد جامع بسطام بیشتر نمایان است و هرچند نقوش گاهی ظرافت کمتری دارند، اما ترکیب‌بندی و رنگ‌آمیزی جلوه بیشتری یافته‌اند. این پژوهش نشان می‌دهد که محراب‌ها، به دلیل تقدس مذهبی، عرصه‌ای برای هنرآفرینی استادان بوده و تنوع بی‌نظیری در سبک‌ها و عناصر تزئینی دارند، به‌ویژه در ترکیب نقوش هندسی، گیاهی و کتیبه‌ای که ساختار و هویت فرهنگی دوره‌های سلجوقی و ایلخانی را منعکس می‌کند (Mahdinejad Moghadam & Godarzi , 2014).

شکفته در سال ۱۴۰۰ در پژوهشی به بررسی تحلیلی تزئینات گچبری معماری دوره ایلخانی می‌پردازد و نشان می‌دهد گچبری ایلخانی ادامه سنت سلجوقی است، اما با آراستگی بیشتر، برجستگی قوی‌تر، پیچیدگی نقوش و تأثیرپذیری از تذهیب نسخ خطی، به سبکی متمایز دست یافته است. کاربرد گسترده کتیبه‌ها، تنوع اقلام خط، نقوش اسلیمی و هندسی، استفاده از رنگ و نوآوری‌هایی مانند محراب‌های مقرنس، کتیبه‌های معقلی و بنایی و نقوش گیاهی شاخص، از مهم‌ترین ویژگی‌های شناسایی‌شده این دوره است (Shekofteh, 2022).

حمزه‌لو (۱۳۸۰) در کتاب هنرهای کاربردی در گنبد سلطانیه گزارش کرده است که رنگدانه‌های به کار رفته در تزیینات داخلی گنبد سلطانیه شامل اخرا، ورق طلا، سیاه دوده، گل سفید، رنگ بنفش، سبز، زرد با بست صمغ عربی بوده است (Hamzeloo, 2001).

پژوهش نکویی و همکاران (۱۳۸۴) بر تزیینات رنگی محراب ایلخانی اولجایتو در مسجد جامع اصفهان نشان داد که در این محراب از رنگدانه‌های سبز، گل سفید و اخرای قرمز استفاده شده است (Nekoee Isfahani, et al, 2005).

در مطالعات انجام شده توسط کریمی و هلاکویی در سال ۱۳۸۷ بر بنای پیر حمزه سبزپوش ابرکوه، از آثار دوره ایلخانی، مشخص شد که رنگدانه‌های

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

به کار رفته در اجرای دیوارنگاره‌ها شامل گل سفید، آبی آزوریت، اخرای سرخ، مالاکیت و سیاه دوده بوده است (Karimi & Holakoee, 2008). ترابی نیز (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای بر چله‌خانه بقعه پیربکران اصفهان، از آثار دوره ایلخانی، نشان داد که رنگ‌های به کار رفته در تزیینات این بنا شامل گل سفید، قرمز اخرا، سبز مالاکیت، آبی آزوریت و سیاه دوده بوده است (Torabi, 2009).

بررسی و شناسایی ترکیب شیمیایی رنگ‌های به‌کاررفته در آرایه‌های نقاشی روی گچ پنج بنای متعلق به دوره ایلخانی در شهر تاریخی یزد، که توسط فرهمند و همکاران انجام شده است، نشان می‌دهد تمامی رنگ‌های مورد استفاده در این آثار منشأ معدنی داشته‌اند. براساس نتایج این پژوهش، طیف رنگی به‌کاررفته شامل آبی آزوریت و آبی لاجورد، سبز مالاکیت و سبز سیلو، قرمز اخرا، قرمز سرنج و شنگرف، به‌همراه ورق طلا و گل سفید بوده است (Farahmand Boroujeni, et al, 2013).

مطالعات و بررسی‌های فنی انجام‌شده بر آرایه‌های گچی خانه شهشهان اصفهان، متعلق به دوره قاجار و مبتنی بر مجموعه‌ای از روش‌های آزمایشگاهی، نشان می‌دهد که این تزئینات بر روی آستری از کاهگل و بستری متشکل از گچ و خاک اجرا شده‌اند. نتایج آنالیز ساختار گچ به روش پراش‌سنجی، حضور غالب فاز ژیپس را تأیید می‌کند. همچنین، مطالعه ریزساختار گچبری‌ها با بهره‌گیری از تصاویر میکروسکوپ الکترونی بیانگر استفاده از گچ نیم‌کشته در اجرای این آرایه‌ها است. افزون بر این، شناسایی شیمیایی رنگ آبی به‌کاررفته در نقوش گچبری های این بنا، وجود رنگ‌دانه آبی اولترامارین را نشان داده است (Mohtasham, et al, 2014).

یونسی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان مطالعات باستان‌سنجی بر روی گچبری محراب بزرگ و تزیینات مسجد جامع کاشان، به بررسی مواد، مصالح و رنگدانه‌های به‌کاررفته در گچبری‌ها و نقوش تزیینی این بنا در دوره‌های مختلف تاریخی پرداختند. شناسایی رنگدانه‌ها و لایه‌های تزیینی این محراب تیموری با بهره‌گیری از روش‌های آزمایشگاهی، XRD، FTIR و SEM-EDX، PLM نشان داد که در تزیینات محراب اصلی، از رنگدانه‌های معدنی شامل لاجورد برای رنگ آبی و سرنج (تترا اکسید سرب) برای رنگ قرمز استفاده شده است. همچنین لایه‌های بستر عمدتاً از گچ، همراه با ترکیباتی چون کوارتز، کلسیت و کانی‌های رسی تشکیل شده‌اند (Younesi, et al, 2017).

شیروانی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای بر آرایه‌های گچی ایوان‌های بیرونی گنبد سلطانیه زنجان نشان داد که در دوران ایلخانی، استفاده از گچ و گل سفید به‌عنوان بستر و لایه بوم‌کننده رایج بوده است. رنگدانه‌های به کار رفته عمدتاً معدنی شامل اخرای قرمز، اخرای زرد، دوده (سیاه) و گچ هیدراته (سفید) بوده‌اند که با آنالیزهای XRF و FT-IR شناسایی شده‌اند. ساختار معدنی این رنگ‌ها موجب ماندگاری طولانی آن‌ها در برابر عوامل محیطی شده است این مطالعات حاکی از آن است که ترکیب رنگ و بستر در اغلب بناهای ایلخانی مشابهت دارد (Shirvani, 2019).

در پژوهشی که توسط حمزوی (۱۳۹۹) انجام شد، ساختار رنگدانه‌های تزیینی کتیبه گچی ایوان بقعه سید شمس‌الدین یزد مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه با نمونه‌برداری از لایه‌های رنگ و تحلیل‌های آزمایشگاهی با روش های SEM-EDS و بررسی میکروسکوپی دیجیتال انجام شد تا نوع و ویژگی‌های رنگدانه‌های به کار رفته مشخص شود. نتایج نشان داد که رنگ‌های آبی، قرمز و سبز به ترتیب شامل: آزوریت، شنگرف و مالاکیت بوده‌اند و پیش از اجرای رنگ، لایه تدارکاتی شامل: هانتیت بر روی بستر گچی اعمال شده است. همچنین، در لایه طلایی موجود بر روی آرایه‌های گچی قالبی در غرفه ایوان از ورق قلع با پوشش رزین یا روغن کمان استفاده شده بود تا از فاصله معمولی شبیه ورق طلا دیده شود (Hamzavi, 2021).

باتر و نظری (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای ساختاری و آزمایشگاهی بر آرایه‌های گچی مسجد کبودانی خواف، از آثار شاخص عصر تیموری، در پیرامون مزار سلطان محمود کبودانی با استفاده از پراش پرتو ایکس (XRD)، فلورسانس پرتو ایکس (XRF) و میکروسکوپ الکترونی روبشی مجهز به طیف‌سنج پراکنش انرژی (SEM-EDS)، ساختار و ترکیب مواد به کار رفته در دیوارنگاره‌ها و تزئینات گچی این مجموعه را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بستر دیوارنگاره‌ها از گچ کشته و گچبری‌ها از گچ زنده ساخته شده و رنگدانه‌های به کار رفته، معدنی و شامل گل اخرا (قرمز)، گل سفید (سفید) و لاجورد طبیعی (آبی) بوده‌اند. استفاده از رنگ‌های گرم و طیف محدود قرمز و نقوش هندسی صرفاً دینی، از ویژگی‌های شاخص این مجموعه در معماری تیموری مناطق گرم و خشک به شمار می‌رود (Bater & Nazari Boron, 2021).

رازانی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به بررسی مواد رنگ‌ساز در نقوش ایوان‌های شمالی و جنوب شرقی گنبد سلطانیه پرداختند. این پژوهش با نمونه‌برداری محدود و به کارگیری روش‌های SEM، XRD و تحلیل شیمیایی نمونه های رنگ، انجام و ترتیب لایه‌های نقاشی شامل تکیه‌گاه، آستر، بستر، لایه تدارکاتی و لایه رنگ مشخص شد. مواد رنگ‌ساز شناسایی شده عبارت بودند از: سبز (مالاکیت و استات مس با ارسنیک)، آبی (آزوریت)، قرمز و زرد (اکسید آهن و اکر) و سفید و سیاه (انیدرید و کربن). نتایج این پژوهش حاکی از آن است که رنگ سبز روشن نقوش گیاهی، ترکیبی از استات مس و ارسنیک مس بوده و این رنگ مشابه نمونه‌های دیگر دوره ایلخانی است (Razani, et al, 2022).

حمزوی و همکارانش در پژوهشی دیگر برروی مدرسهٔ (کاروانسرای) گنجعلی‌خان کرمان، به بررسی فنی و آزمایشگاهی آرایه‌های گچی رنگی این بنای شاخص دورهٔ صفوی پرداختند. در این مطالعه، با نمونه‌برداری حداقلی از لایه‌های مختلف آرایه‌های بوم‌ساز و به‌کارگیری روش‌های FT-IR و SEM-EDS، XRD ساختار ملات‌ها، فازهای تشکیل‌دهنده و مواد رنگ‌زا شناسایی شد. نتایج نشان داد فازهای اصلی ملات‌ها ژیپس و انیدریت بوده و فازهای فرعی شامل کوارتز، کائولینیت و گوئتیت است. برای ایجاد رنگ‌های قرمز و زرد از ترکیبات آهن‌دار به‌ویژه گوئتیت (اُخرای قرمز و زرد) استفاده شده و رنگ خاکستری احتمالاً حاصل افزودن خاکستر و آهک به ملات گچی است (Hamzavi, et al, 2021).

عباسی و همکاران (۱۴۰۲) در پژوهشی بر روی بقعهٔ قدمگاه نیشابور، متعلق به اوایل قرن ۱۱ ه.ق، به بررسی تزئینات شامل کتیبه‌ها، گچبری‌ها و دیوارنگاره‌ها پرداختند. با استفاده از روش‌های دستگاهی مانند XRD، SEM-EDX، FTIR، PLM و میکرو رامان، مشخص نمودند که رنگ آبی از لاجورد مصنوعی، رنگ طلایی از آلیاژ مس و روی، رنگ سبز از مس فتالوسیانین و رنگ‌های قرمز و نارنجی از اُخرا و آهن اکسید تشکیل شده است (Abbasi, et al, 2023).

پژوهش های انجام شده در مورد گچبری های دوره اسلامی نشان می‌دهد که تزئینات معماری، به‌ویژه گچبری، از عناصر اصلی هویت بصری معماری اسلامی ایران بوده و از دوره سلجوقی به بعد به‌طور چشمگیری توسعه یافته است. هنر گچبری در دوره ایلخانی، ضمن تداوم سنت سلجوقی، با افزایش ظرافت، پیچیدگی نقوش، تنوع اقلام خط، برجستگی بیشتر و کاربرد گسترده رنگ به‌خصوص آبی لاجوردی به اوج شکوفایی خود رسید. مطالعات تاریخی و تحلیلی بر پیچیده‌تر شدن نقوش هندسی و گیاهی و گسترش سطح تزئینات در این دوره تأکید دارد. بررسی های آزمایشگاهی نیز نشان می‌دهد که رنگدانه‌های به‌کاررفته در این تزئینات عمدتاً منشأ معدنی داشته و ساختار فنی آرایه‌های گچی در بناهای دوره ایلخانی از الگوی نسبتاً مشترکی پیروی می‌کند. با این حال، بخش عمده پژوهش‌های پیشین بیشتر

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

بر توصیف و شناسایی مواد و نقوش متمرکز بوده و تحلیل‌های تطبیقی و ساختاری جامع مبتنی بر به‌کارگیری روش‌های تجربی کمتر مورد توجه قرار گرفته است؛ از این رو، ضرورت انجام پژوهش‌های تحلیلی-ترکیبی با رویکردی یکپارچه و آزمایشگاهی بیش از پیش احساس می‌شود.

۴. مواد و روش‌ها

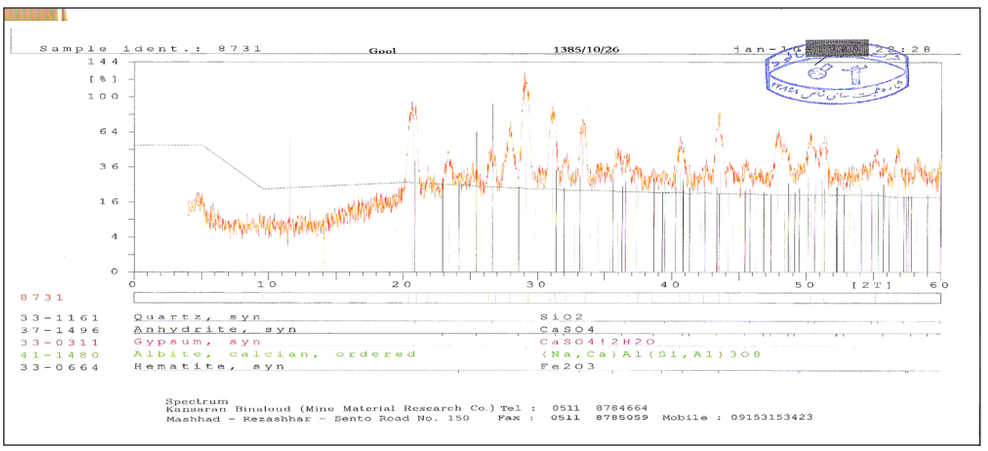
به منظور مطالعه دقیق فن شناسی کتیبه گچبری مسجد آق قلعه و تحلیل مواد و مصالح به کار رفته در تزئینات گچبری در این بنا از روش های مختلف مطالعه میدانی در ترکیب با روش های آزمایشگاهی کلاسیک و دستگاهی استفاده شد. به منظور شناسایی رنگدانه‌های به‌کار رفته در کتیبه گچبری که شامل رنگ‌های آبی لاجوردی و قرمز بود، این روش های آزمایشگاهی عبارت بود از: پراش اشعه ایکس (XRD) و فلورانس اشعه ایکس (XRF). برای نمونه‌برداری از رنگدانه‌های قرمز و آبی به‌کار رفته در کتیبه گچبری، از روش نمونه‌برداری تصادفی در سه ناحیه مختلف که در بررسی‌های میدانی و ماکروسکوپی اصالت آن ها تایید شده بود، استفاده گردید. نمونه رنگدانه قرمز از سه ناحیه از زمینه کتیبه گچبری در بخش بالایی آن، از جبهه‌های غربی، جنوبی و شمالی برداشته شد، در حالی که نمونه رنگدانه آبی از سه ناحیه در دو جبهه جنوبی و شرقی از زمینه کتیبه اصلی گچبری برداشت گردید. به‌منظور رعایت اصول اخلاقی مرمت و جلوگیری از آسیب به ساختار اصلی کتیبه، تنها مقادیر بسیار اندکی از نمونه‌ها برداشته شد. این نمونه‌ها به‌وسیله روش‌های آزمایشگاهی نظیر دستگاه‌های پراش پرتو ایکس (XRD) و فلورسانس پرتوی ایکس (XRF) مورد آنالیز و شناسایی قرار گرفتند.

پراش اشعه ایکس (XRD)، روش دستگاهی بسیار دقیقی است که برای تحلیل ساختار کریستالی مواد و شناسایی ترکیب شیمیایی مواد معدنی به‌کار می‌رود. در این روش، پرتوهای ایکس به نمونه تابانده می‌شوند و الگوی پراش ایجاد شده تحلیل می‌شود تا اطلاعاتی در مورد ساختار بلوری و ترکیب شیمیایی نمونه به‌دست آید. با این روش، می‌توان مواد معدنی و رنگدانه‌های کریستالی را شناسایی کرده و ترکیبات دقیق آن ها را مشخص نمود. در کنار این روش، از آنالیز دستگاهی به شیوه فلورانس اشعه ایکس (XRF) نیز برای شناسایی دقیق‌تر ترکیب شیمیایی رنگدانه‌ها استفاده شد که براساس تحلیل تابش‌های فلورسانس منتشرشده از نمونه در پاسخ به تابش اشعه ایکس استوار است. با این روش، می‌توان عناصر شیمیایی موجود در نمونه را شناسایی کرد و اطلاعات دقیق‌تری در مورد حضور و غلظت عناصر مختلف ارائه داد و این روش دستگاهی به‌ویژه به شناسایی قطعی رنگ آبی به کار رفته در کتیبه گچبری کمک شایانی کرد.

با توجه به عنوان، اهداف و ماهیت تحلیلی این پژوهش، استفاده هم زمان از روش‌های دستگاهی مبتنی بر پرتو ایکس، یعنی XRD و XRF، به‌عنوان تکنیک‌هایی مکمل، نقش مؤثری در تقویت بنیان علمی تحقیق و افزایش صحت و اعتبار نتایج ایفا کرده است. XRD با شناسایی فازهای معدنی و ساختارهای بلوری مواد به‌کاررفته در تزئینات گچبری و XRF با تعیین ترکیب عنصری رنگدانه‌ها و مواد افزودنی، امکان تحلیل جامع‌تر و راستی‌آزمایی متقابل داده‌ها را فراهم ساخته است. این هم‌افزایی روش‌شناختی، ضمن کاهش خطاهای تفسیری و محدودیت‌های ناشی از اتکا به یک روش منفرد، دستیابی دقیق‌تر به اهداف پژوهش در زمینه شناخت مواد، فنون اجرایی و ویژگی‌های فناورانه آثار مورد مطالعه را با اعتبار علمی بالاتری ممکن کرده است. البته با توجه به ظرافت و حساسیت تزئینات گچبری مسجد آق‌قلعه، شایسته بود در کنار روش‌های آنالیز دستگاهی مبتنی بر پرتو ایکس، یعنی XRD و XRF، از روش‌های کم‌تهاجمی دیگری، همچون: SEM-EDS نیز برای بررسی و مطالعه نمونه‌ها بهره گرفته شود؛ با این حال، محدودیت‌های فنی مرتبط با نمونه‌برداری و نیز کمبود اعتبارات پژوهشی، امکان به‌کارگیری این روش‌ها را در این تحقیق فراهم نکرد.

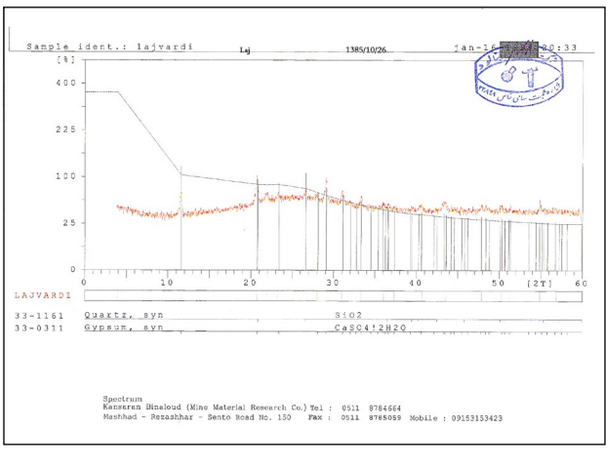
۵. نتایج مطالعات آزمایشگاهی رنگدانه‌های به‌کار رفته در کتیبه گچبری

آنالیز ترکیب کانی شناختی رنگ قرمز حاکی از حضور بارز کانی هماتیت است که نشان از به کارگیری رنگ قرمز اخرا با ترکیب اکسید آهن به فرمول شیمیایی Fe_2O_3 در ترکیب این رنگدانه است (شکل ۱۲) و آنالیز رنگدانه آبی زمینه کتیبه گچبری نیز به شیوه پراش سنجی و فلورانس اشعه ایکس حاکی از استفاده از رنگ آبی لاجورد-پایه برای این کار است (جداول ۳-۱) (شکل۱۳).



شکل ۱۲. طیف پراش سنجی پرتوی ایکس (XRD) رنگدانه قرمز به کار رفته در کتیبه گچبری مسجد آق قلعه نقاب سبزوار

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]



شکل۱۳. طیف پراش سنجی پرتوی ایکس (XRD) رنگدانه آبی به کار رفته در کتیبه گچبری مسجد آق قلعه نقاب سبزوار

جدول ۱. نتایج حاصل از آنالیز پراش سنجی رنگدانه های به کار رفته در کتیبه گچبری مسجد آق قلعه نقاب سبزوار به روش XRD

نوع رنگدانه	نتایج پراش سنجی و ترکیب کانی‌شناسی نمونه ها	فرمول
رنگدانه قرمز	Quartz, syn	SiO2
	Anhydrite, syn	CaSO4
	Gypsum	CaSO4.2H2O
	Albite, calcian, ordered	(Na,Ca) A1(Si,Al)3O8
	Hematite, syn	Fe2O3
رنگدانه آبی	Quartz	SiO2
	Gypsum	CaSO4.2H2O

جدول ۲. نتایج آنالیز ترکیب شیمیایی رنگدانه آبی در کتیبه گچبری مسجد آق قلعه نقاب سبزوار به روش فلورانس اشعه ایکس (XRF)

No	Chemical Compound	Weight Percentage (wt %)
1	SiO2	40.80
2	SO3	15.30
3	CaO	6.70
4	K2O	6.50
5	MgO	1.35
6	Fe2O3	1.16
7	Al2O3	1.01
8	Co3O4	0.44
9	Na2O	0.35
10	P2O5	0.22
11	Cl	0.20
12	MnO	0.16
13	NiO	0.15
14	TiO2	0.14
15	BaO	0.13
16	CuO	0.02
17	PbO	0.01
18	SrO	0.01

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

جدول ۳. نتایج حاصل از آنالیز رنگدانه های به کار رفته در کتیبه گچبری مسجد آق قلعه نقاب سبزوار

رنگدانه / نوع آنالیز	پراش پرتوی ایکس XRD	پراش پرتوی ایکس XRF
رنگدانه قرمز	قرمز اخرا	قرمز اخرا
رنگدانه آبی	آبی لاجوردی	آبی لاجوردی

۶. بررسی آسیب شناسی ترئینات گچبری بنا و تحلیل علل بروز آسیب ها

آثار تاریخی همواره در گذر زمان دچار فرسایش و آسیب‌های تدریجی می‌شوند. این آسیب‌ها، اگرچه تا حدی طبیعی و ناشی از قدمت بنا است، اما با شناخت دقیق نوع و علت آن ها می‌توان از تخریب بیشتر آن ها جلوگیری کرد و روند فرسودگی را به تأخیر انداخت. کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه نیز از این قاعده مستثنی نیست و با گذشت بیش از هشت قرن، از زمان آفرینش آن، دچار آسیب‌های متعدد و متنوعی شده است (اشکال ۱۴ تا ۳۲) که دلایل بروز این آسیب ها را می توان در دو دسته کلی عوامل درونی و بیرونی بررسی نمود (جدول ۴) که مهم ترین این اشکال آسیب عبارتند از:

- آلودگی، چرکی و رسوبات ایجاد شده در سطح کتیبه:

در بسیاری از بخش های کتیبه گچبری این مسجد، سطح بدنه کتیبه در اثر نفوذ آلودگی و چرکی ناشی از عوامل محیطی، به ویژه آلاینده های جوی کارخانه های منطقه صنعتی جوین و نیز نشست رسوبات گل و لای حاصل از بارش نزولات جوی از طریق فضای باز پنجره های مسجد که فاقد شیشه بوده به شدت دچار آسیب و تخریب شده است (اشکال ۲۲ و ۲۳).

- ریزش لایه گچبری:

از دیگر آسیب های بسیار مهم وارده به تزئینات گچبری، ریزش شدید و گسترده آن در بخش های مختلف بنا به ویژه در پایین پنجره‌های اصلی بنا است که در این بخش ها تزئینات گچبری به‌طور کامل فرو ریخته است و سطح آرایه به لایه بستر زیرین کار؛ یعنی اندود کاهگل رسیده است. این ریزش، به دو شکل سطحی و عمقی در گچبری های این بنا ، هم در نقوش و حاشیه تزئینی گچبری و هم در کتیبه آن مشاهده می شود. این آسیب، عمدتا به دلایل مختلفی، همچون: ضعف در چسبندگی لایه‌ها، نفوذ رطوبت و لرزش‌های ناشی از فعالیت عوامل انسانی در محیط پیرامون بنا ایجاد شده است (شکل ۲۶).

- ترک‌ها و ریزترک‌ها:

به دلیل عدم رسیدگی به موقع به بنا و متروکه شدن آن برای مدت طولانی، در گذر زمان آسیب های بسیاری به سازه ی بنا وارد شده است. آثار آسیب وارده به سازه ی بنا در بسیاری از بخش های بنا و عناصر معماری آن، خود را به صورت ترک های بسیار عمیق بر بدنه بنا نشان داده است. شواهد این ترک ها را می توان در گنبدخانه ی بنا، به‌ویژه در اضلاع شرقی و غربی آن، مشاهده نمود که به صورت ترک‌هایی بسیار وسیع و گسترده از بالای پنجره‌ها تا پایین بدنه بنا امتداد یافته است. علت بروز برخی از این ترک‌ها ناشی از فشار وزن سنگین گنبد و برخی دیگر به خاطر انقباض و انبساط‌های مکرر بدنه در اثر تغییرات دما و رطوبت محیطی رخ داده است (اشکال ۲۴ و ۲۵).

- سوراخ شدگی سطح کتیبه گچبری و دیوارها:

در بسیاری از بخش های بدنه بنا اثر سوراخ شدگی بدنه و تزئینات مشاهده می گردد که این سوراخ ها به شدت باعث آسیب به کتیبه گچبری زیبای مسجدآق قلعه شده است. این سوراخ‌ها که به دو شکل مختلف سوراخ های ریز و سطحی و سوراخ های بزرگ و عمیق تقسیم می شود، به دلایل مختلفی، همچون: فعالیت موریانه‌ها در بنا، پرتاب اشیاء نوک تیز و صلب توسط عوامل انسانی به سطح بدنه و گچبری ها و سوراخ کردن بدنه و بخش های مختلف با هدف گنج یابی در داخل بنا و دیواره های آن در طی کاوش‌های غیرمجاز در گذشته رخ داده است که به شدت موجب تضعیف ساختار گچ در بدنه داخلی بنا و آرایه های گچی آن شده است (اشکال۲۹ و۳۱)

- ریختگی رنگ نقوش و کتیبه گچبری:

از دیگر آسیب های مهمی که در آرایه گچبری این بنا مشاهده می شود؛ آسیب دیدگی لایه رنگ به کار رفته برای رنگ آمیزی زمینه، نقوش و متن کتیبه گچبری بناست که با دو رنگ قرمز و آبی لاجوردی برای جلوه و زیبایی بیشتر گچبری های بنا استفاده شده است. این آسیب به شکل هایی همچون، محو و مات شدگی و تغییر رنگ و نیز پوسته شدن و ریزش لایه رنگ در بخش های مختلف گچبری مشاهده می گردد. در جبهه‌های شمالی و غربی کتیبه گچبری، بستر رنگ و رنگ لاجوردی زمینه کتیبه گچبری، تقریباً از میان رفته است و تنها در جبهه‌های جنوبی و شرقی، بخش هایی از این رنگ باقی‌مانده است (شکل ۲۷).در بخش هایی از کتیبه گچبری نیز، مانند «بسم‌الله الرحمن الرحیم» ابتدای کتیبه گچبری در جبهه جنوبی بنا، نقوش کتیبه گچبری‌ها تقریباً دچار ریزش کامل شده و بدین ترتیب، آثار رنگ زمینه و متن کتیبه نیز به طور کامل محو شده‌است. در برخی از نقاط دیگر کتیبه نیز، شاهد تغییر رنگ می باشیم، همچون خاکستری شدن رنگ آبی لاجوردی به کار رفته در گچبری. تخریب بست رنگ و از دست رفتن چسبندگی آن، نبود تثبیت‌کننده مناسب و عوامل محیطی و آلاینده های جوی از دلایل اصلی این تخریب هستند (اشکال ۲۷ و ۲۸).

- طبله کردن لایه گچ:

در برخی از بخش های کتیبه گچبری، به‌ویژه در جبهه جنوبی و انتهای اضلاع شرقی و شمالی بنا، بین لایه گچ و کاهگل زیرین، فاصله و جدایش افتاده و موجب طبله کردن لایه گچ شده است. این جدایش که نهایتاً به طبله‌کردگی سطح اندود گچ و گچبری ها منجر می‌شود، نتیجه‌ی برهم خوردن پیوستگی فیزیکی و مکانیکی میان لایه‌های مختلف اندود است. عدم هم‌زمانی فرآیند خشک‌شدن و گیرش لایه‌ها، نفوذ و تجمع رطوبت در بستر یا میان‌لایه‌ها و نیز فعالیت عوامل بیولوژیک به‌ویژه آفات چوب‌خوار مانند موریانه‌ها از جمله مهم‌ترین عوامل بروز این آسیب است.

- ریزش بستر رنگ و زمینه تزئینات گچبری:

در بسیاری از بخش های بنا، بستر مورداستفاده برای رنگ‌آمیزی آرایه گچبری دچار ریزش شده است و در خود نقوش و کتیبه های گچبری نیز، این آسیب به صورت ریزش زمینه گچی نقوش خود را نشان می دهد. در جبهه‌های شمالی و غربی کتیبه گچبری، بستر رنگ به کار رفته که بیشتر به رنگ آبی لاجوردی است، تقریباً از میان رفته است به طوری که در این بخش ها، شاهد آسیب جدی و وسیع در آرایه گچبری بنا هستیم (شکل ۲۶). بررسی و تحلیل آسیب شناسی این بنا و تزئینات آن، با توجه به مطالعات

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

میدانی و آزمایشگاهی نشان داد که مهم‌ترین علل و عوامل تخریب و فرسایش گچبری‌های رنگین مسجد آق‌قلعه در منطقه نقاب سبزوار به شرح زیر است:

● عوامل فیزیکی:

یکی از مهم‌ترین عوامل آسیب‌رسان به بنا و تزئینات آن در مسجد آق‌قلعه سبزوار، عوامل فیزیکی مختلف، به‌ویژه رطوبت نزولی و صعودی و نوسانات دما در طی فصول مختلف سال و در طول شبانه‌روز بوده‌است. آسیب حاصل از رطوبت نزولی به شکل باران و برف در بخش‌های مختلف بنا به‌ویژه در جبهه‌های شمالی و جبهه غربی بنا که به‌شدت در معرض باد و بارندگی بوده‌است، سبب ریزش لایه گچبری و بستر رنگ در کتیبه گچی بنا شده‌است (شکل ۲۲). علاوه بر این، مطالعات میدانی در بنا حاکی از آن بود که عبور آب‌های زیرزمینی ناشی از قناتی که زمانی در زیر بنا، جریان داشته‌است، باعث نفوذ رطوبت صعودی به داخل پی بنا و دیوارهای آن شده‌است که نتیجه آن نشست پی بنا و ایجاد ترک‌های سازه‌ای در بدنه بنا و لایه گچبری مسجد آق‌قلعه شده است رطوبت ناشی از نزولات جوی در کنار رطوبت صعودی حاصل از قنات زیر بنا، موجب شکل‌گیری چرخه‌ای پیچیده از آسیب‌های فیزیکی در اندود گچ، لایه‌های گچبری و نقوش رنگی آن‌ها می‌گردد. رطوبت صعودی با حرکت موئینگی در مصالح بنا، به‌ویژه آستر کاهگلی زیر کار و لایه گچی تزئینی، سبب افزایش درجه اشباع رطوبت، تورم حجمی، کاهش چسبندگی بین‌لایه‌ای و انتقال املاح محلول به نواحی سطحی تزئینات می‌شود. املاح منتقل‌شده در اثر تبخیر، در سطح و زیرسطح اندود متبلور شده و با ایجاد فشار کریستالیزاسیون، زمینه‌ساز پوسته‌پوسته شدن، طبله‌کردگی و ریزش تدریجی تزئینات گچی می‌شوند. از سوی دیگر، رطوبت نزولی با نفوذ به شکاف‌ها و ناهمگونی‌های مصالح موجب انبساط موضعی و گسترش ترک‌های موجود می‌شود که این فرایند به ورقه‌ورقه شدن و شکست اجزای ظریف گچبری می‌انجامد. افزون بر این، سطح کتیبه در بسیاری از بخش‌ها بر اثر رسوب آلاینده‌های جوی، گردوغبار و ذرات همراه با نزولات جوی دچار آلودگی شده‌است؛ رسوباتی که غالباً حاوی یون‌های سولفات بوده و با نفوذ در بافت متخلخل گچ، در حضور رطوبت محلول شده و با تبلور ثانویه، فشار داخلی مضاعفی بر ساختار گچ و رنگدانه‌ها وارد می‌کنند. نتیجه این برهم‌کنش رطوبت از بالا و پایین، همراه با حضور املاح مهاجم، کاهش شدید مقاومت مکانیکی گچ، ناپایداری رنگدانه‌ها، تشدید فرسایش سطحی و ازهم‌گسیختگی پیش‌رونده تزئینات معماری بوده.

در اقلیم سرد و خشک کویری منطقه سبزوار که زمستان آن با میانگین دمای روزانه حدود $-۱۱^{\circ}C$ تا -۸ و افت شبانه تا نزدیکی یا زیر نقطه انجماد مشخص می‌شود و دامنه نوسانات دما در طول روز و شب نیز معمولاً بسیار بالا است، تغییرات شدید دما مجموعه‌ای از مکانیسم‌های آسیب‌رسان کاملاً فیزیکی را در تخریب اندود گچ و گچبری‌های موجود در بنا را فعال می‌کند. نوسانات حرارتی مداوم باعث انبساط و انقباض متناوب در لایه‌های مختلف مصالح (گچ، ملات زیرکار، بستر خشت و آجری) شده و به دلیل اختلاف ضرایب انبساط حرارتی این مصالح نسبت به یکدیگر، تنش‌های برشی و کششی مرزی ایجاد می‌شود که نتیجه آن ایجاد ریزترک‌ها، رشد ترک‌ها، جداشدگی و لایه‌لایه شدن مصالح و گچ (Delamination) و طبله‌کردگی آن‌ها است. از سوی دیگر، رطوبت نزولی که از طریق بخش‌های فوقانی وارد بنا شده‌است با نفوذ به داخل شکاف‌ها و ترک‌های بدنه بنا و بافت متخلخل مصالح در فصول سرد سال، چرخه یخبندان-ذوب را فعال نموده و فشار ناشی از انجماد آب محبوس در این بخش‌ها (تا ≈۹٪ افزایش حجم) سبب خردشدگی دانه‌ای، ورقه‌ورقه شدن لایه‌ها و ریزش مواد سطحی گچبری‌های ظریف می‌گردد. هم‌زمان، با توجه به بالا بودن گرادیان دمایی روز-شب، در منطقه جوین سبزوار، این امر، مهاجرت رطوبت و تبخیر موضعی را تشدید می‌کند و در حضور املاح محلول، چرخه مکرر تبلور نمک به‌وجود می‌آید که فشار کریستالیزاسیون حاصل از آن، ترک‌های موجود را گسترش داده و پوسته‌شدن را تعمیق می‌کند. در مجموع، نوسانات دمایی سبزوار با فعال‌سازی هم‌زمان خستگی حرارتی، چرخه‌های یخزدگی و ذوب و تبلور نمکی، به‌صورت فیزیکی موجب شبکه‌ای شدن ترک‌ها، گسترش شکست‌های سطحی، کاهش چسبندگی، ناپایداری لایه‌ها و ریزش تدریجی اجزای ظریف گچبری می‌شود.

● عوامل شیمیایی:

بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی لایه‌های تزئینی گچبری و رنگ‌های آن در مسجد آق‌قلعه سبزوار نشان‌دهنده تأثیر شدید عوامل شیمیایی در تخریب و فرسایش این تزئینات است. طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس نمونه‌های رنگ قرمز اخرایی برداشته‌شده از سطح نقوش گچبری و زمینه نقوش که هنگام نمونه‌برداری، بخشی از لایه گچ زیرین به آن چسبیده بود، وجود هم‌زمان ژیپس ($CASO_4 2H_2O$) و انیدریت ($CASO_4$) را در این نمونه نشان می‌دهد که نشانه واضح هیدراتاسیون ناقص گچ در آرایه‌های گچبری در این بنا است؛ یعنی بخشی از گچ نتوانسته واکنش شیمیایی کاملی با آب را انجام دهد و به فرم پایدار دی‌هیدرات تبدیل شود. هیدراتاسیون ناقص موجب کاهش مقاومت مکانیکی، افزایش شکنندگی و پودرشدگی، افزایش تخلخل و نفوذپذیری لایه گچ نسبت به آب و یون‌های مهاجم و تشدید آسیب‌های رطوبتی نظیر طبله‌کردگی، ترک‌زایی و پوسته‌پوسته شدن سطح گچبری‌ها می‌شود. از سوی دیگر، نفوذ رطوبت نزولی و صعودی باعث حل شدن و مهاجرت یون‌های محلول (سولفات و کلرید) به درون لایه گچ شده و پس از تبخیر، تبلور نمک‌ها و فشار کریستالیزاسیون داخلی را موجب می‌شود. این امر زمینه خردشدگی گچ، کاهش چسبندگی لایه‌ها و آسیب به لایه رنگ و بست رنگدانه‌ها را فراهم می‌آورد. علاوه بر این، گسترش صنایع آلاینده در منطقه جوین در نزدیکی بنا و افزایش آلاینده‌های جوی حاصل از فعالیت مداوم این صنایع در منطقه به‌ویژه دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن و واکنش شیمیایی این آلاینده‌ها با رطوبت هوا و نزولات جوی و اندود گچ، به‌ویژه کلسیم گچ، سولفات و نیترات کلسیم محلول تولید می‌کند که موجب مات شدن، کدری، تغییر رنگ و فرسایش تدریجی لایه‌های رنگی در نقوش گچبری می‌گردد که این پدیده به خوبی در لایه رنگ آبی لاجوردی که به آلاینده‌های جوی حساس است به‌صورت تغییر رنگ خاکستری و مات‌شدگی رنگ مشاهده می‌شود. ترکیب این فرآیندهای شیمیایی با رطوبت و نوسانات حرارتی، منجر به زوال تدریجی ساختار گچبری و رنگ‌های تزئینی، کاهش پایداری و شفافیت بصری و تضعیف مکانیکی لایه‌های تزئینی در این بنا شده و آسیب‌های شیمیایی را به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی فرسایش در این بنا تأیید می‌کند.

● عوامل مکانیکی و سازه‌ای:

سنگینی و فشار بار ناشی از گنبد اصلی بنا، انباشت لایه‌های مکرر کاهگل و بار مرده ناشی از برف در طول سالیان، فشار مضاعفی بر ساختار و سازه بنا وارد کرده و منجر به ایجاد شکاف‌ها و ترک‌های عمیقی در گنبد و دیوارهای بنا شده‌است (اشکال ۳ و ۴). این تنش‌های مکانیکی به مرور باعث کشش، فشردگی و جابجایی موضعی مصالح زیرکار و لایه‌های اندود گچی می‌شوند و در نهایت به پوسته پوسته شدن، طبله‌کردگی و خردشدگی لایه‌های گچبری و رنگ‌های تزئینی می‌انجامد. علاوه بر این، لرزش‌های مکرر ناشی از عبور وسایط نقلیه سنگین و فعالیت‌های کشاورزی در اطراف بنا، با ایجاد ارتعاشات دینامیکی در سازه، شبکه‌ای از ریزترک‌ها و گسترش ترک‌های موجود را فعال می‌کنند که مقاومت مکانیکی اندود و چسبندگی لایه‌های تزئینی را کاهش می‌دهد. به این ترتیب، عوامل مکانیکی و سازه‌ای

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

نه تنها موجب تخریب ساختاری بنا می‌شوند، بلکه به طور مستقیم فرسایش و آسیب‌های فیزیکی به گچبری‌ها و رنگ‌های لایه سطحی را تشدید کرده و پایداری و انسجام تزئینات تاریخی را تهدید می‌کنند.

- عوامل انسانی:

عوامل انسانی آسیب‌رسان به گچبری‌ها و لایه‌های رنگی مسجد آق قلعه نقش قابل توجهی در تخریب و فرسایش این تزئینات داشته‌اند. متروکه شدن بنا و عدم رسیدگی به موقع به بنا و تزئینات آن و فقدان حفاظ و پنجره در بنا، موجب نفوذ مستقیم باد، باران، برف و گردوغبار به فضای داخلی بنا و ایجاد فرسایش سطحی اندود و رنگ‌های تزئینی گچبری ها شده است (اشکال۳ و ۴). فعالیت‌های مستقیم انسانی مانند یادگاری‌نویسی، ضربه‌زدن، سوراخ‌کاری، حفاری‌های غیرمجاز و پرتاب اشیاء صلب، باعث ایجاد ترک، سوراخ و تضعیف ساختار گچ و لایه‌های رنگ شده‌است و شبکه‌ای از آسیب‌های موضعی و پراکنده را بر بدنه بنا و آرایه های آن بر جای گذاشته است (اشکال۳۰ و ۳۲). مرمت‌های غیر اصولی و پر کردن حفره های ایجاد شده در سطح گچبری به صورت غیر اصولی که منجر به حبس رطوبت و پوشاندن متن کتیبه‌ها شده، شدت آسیب‌های فیزیکی و شیمیایی وارده به گچبری ها را افزایش داده است. علاوه بر این، استفاده از شمع و وسایل روشنایی نفتی در داخل بنا، سبب دوده‌گرفتگی و آلودگی شدید سطح گچبری‌ها شده و با تغییر شرایط شیمیایی سطح، حساسیت لایه‌ها نسبت به رطوبت و آلاینده‌ها افزایش یافته است (اشکال۲۹ و ۳۰، ۳۲). ترکیب این اقدامات انسانی با لرزش‌های محیطی ناشی از عبور وسایط نقلیه سنگین از کنار بنا و فعالیت‌های کشاورزی در اطراف بنا، موجب فعال شدن ریزترک‌ها، کاهش چسبندگی لایه‌ها و تشدید ناپایداری ساختاری اندود و تزئینات آن شده‌است. به طور کلی، این عوامل انسانی با اعمال فشار مکانیکی مستقیم، تغییر شرایط فیزیکی–شیمیایی سطح و تشدید آسیب‌های محیطی، یکی از مهم‌ترین عوامل تسریع‌کننده فرسایش و تخریب گچبری‌ها و رنگ‌های تزئینی آن بوده‌است.

- عوامل بیولوژیک:

منطقه کویری جوین و سبزوار به دلیل شرایط اقلیمی خشک و بیابانی، مستعد فعالیت موریانه‌هاست و شواهد آلودگی این حشرات در بخش های متعددی از مسجد آق قلعه قابل مشاهده است (شکل ۳۱). موریانه‌ها با تغذیه از کاه موجود در اندود کاهگل و ایجاد دالان‌ها و تونل‌های شبکه‌ای در داخل این مصالح که آستر زیرین لایه گچبری است، باعث کاهش چسبندگی و مقاومت مکانیکی لایه‌های گچی می‌شوند و ساختار لایه‌ها را به تدریج سست و پوک می‌کنند. این تخریب داخلی، فرآیندهای حاصل از آسیب های شیمیایی محیطی مانند نفوذ رطوبت و تبلور نمک را تشدید کرده و منجر به ریزش موضعی یا گسترده گچبری‌ها و لایه‌های رنگی می‌گردد. به این ترتیب، فعالیت موریانه‌ها به‌عنوان یک عامل بیولوژیک مخرب، نه تنها موجب آسیب مستقیم به اندود و تزئینات گچبری می‌شود، بلکه با افزایش آسیب‌پذیری مصالح نسبت به سایر عوامل محیطی و شیمیایی، فرسایش و تخریب تدریجی تزئینات تاریخی در این بنا را تسریع نموده‌است.

- بلایای طبیعی:

منطقه سبزوار و محدوده جوین به دلیل وجود چند گسل فعال و سابقه لرزه‌ای تاریخی، جزو نواحی با پتانسیل زلزله‌خیزی بالاست. لرزش‌های ناشی از زلزله‌ها باعث ایجاد تنش‌های ناگهانی و دینامیکی در سازه بنا شده و منجر به بروز ترک‌ها و شکاف‌های ساختاری در دیوارها، گنبد و طاق‌ها می‌گردد. این آسیب‌های لرزه‌ای، انسجام مصالح زیرکار و چسبندگی لایه‌های اندود گچی و تزئینی را کاهش می‌دهد و مقاومت مکانیکی گچبری‌ها و رنگ‌های سطحی را تضعیف می‌کند. در نتیجه، موجب ایجاد شبکه ای از ریز ترک ها و ترک ها و گسترش آن ها می شود که فرسایش تدریجی، طبله‌کردگی، ورقه‌ورقه شدن و ریزش موضعی یا گسترده لایه‌های تزئینی را تسریع می‌کند، به‌ویژه در بخش های ظریف و برجسته گچبری که حساسیت بالاتری نسبت به ارتعاشات دینامیکی دارند.

بررسی آسیب‌شناسی مسجد آق قلعه سبزوار نشان می‌دهد که تخریب و فرسایش گچبری‌ها و رنگ‌های تزئینی آن، نتیجه تعامل پیچیده و هم‌زمان عوامل مختلف فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، انسانی، بیولوژیک و لرزه‌ای است. نوسانات دما و چرخه‌های یخبندان–ذوب موجب انبساط و انقباض متناوب لایه‌های گچ و بستر زیرین شده و تنش‌های کششی و برشی ایجاد می‌کنند که به شکل ترک، ورقه‌ورقه شدن، طبله‌کردگی و ریزش مواد سطحی نمود پیدا می‌کند. هیدراتاسیون ناقص گچ، همراه با نفوذ رطوبت، املاح مهاجم و آلاینده‌های صنعتی، باعث کاهش چسبندگی، افزایش شکنندگی و تغییر رنگ لایه‌های رنگی می‌شود. فشار وزن گنبد، بار مرده ناشی از لایه‌های مکرر کاهگل و برف و ارتعاشات محیطی ناشی از عبور وسایط نقلیه سنگین و فعالیت‌های کشاورزی، ساختار گچ و ملات زیرکار را سست کرده و ترک ها و ریزترک ها را فعال می‌کنند. فعالیت‌های انسانی مانند سوراخ‌کاری، پرتاب اشیاء و مرمت‌های غیر اصولی، همراه با حمله موریانه به اندود کاهگل، استحکام لایه‌ها را کاهش داده و زمینه فرسایش تدریجی گچبری ها را فراهم می‌آورد. نهایتاً، لرزش‌های ناشی از زلزله، به‌ویژه در بخش های ظریف و برجسته گچبری، مقاومت مکانیکی و انسجام تزئینات را کاهش داده و تخریب تدریجی، پوسته‌پوسته شدن و ریزش موضعی یا گسترده لایه‌های تزئینی را تسریع کرده‌است. مطالعه و تحلیل دقیق این آسیب‌ها از طریق بررسی‌های میدانی و آزمایشگاهی، نقش حیاتی در شناسایی مکانیزم‌های تخریب و فرسایش تزئینات گچبری بنا و انتخاب راهکارهای مناسب حفاظتی و مرمتی مؤثر برای این آرایه ها دارد و امکان طراحی روش‌ها و انتخاب مواد مناسب برای تثبیت، بازسازی و محافظت از گچبری‌ها و رنگ‌های تزئینی را فراهم می‌آورد که شانس موفقیت مرمت‌های آینده و پایداری بلندمدت تزئینات تاریخی را به‌طور چشمگیری در این بنا افزایش می‌دهد (جدول ۴).

شکل ۱۴. کتیبه گچبری جبهه جنوبی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۱۵. طرح آسیب شناسی کتیبه گچبری جبهه جنوبی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)
خطوط آبی: خطوط گچبری های به جای مانده، خطوط زرد: داغ خطوط گچبری های به جای مانده، خطوط قرمز: ریزش بخش های مختلف، کتیبه گچبری

شکل ۱۶. کتیبه گچبری جبهه شمالی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

شکل ۱۷. طرح آسیب شناسی کتیبه گچبری جبهه شمالی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

شکل ۱۸. کتیبه گچبری جبهه شرقی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

شکل ۱۹. طرح آسیب شناسی کتیبه گچبری جبهه شرقی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

شکل ۲۰. کتیبه گچبری جبهه غربی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

شکل ۲۱. طرح آسیب شناسی کتیبه گچبری جبهه غربی مسجد آق قلعه نقاب سبزوار (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۲۲. آلودگی سطح کتیبه در اثر ریزش نزولات جوی از طریق سقف (عکس از نگارنده)

شکل ۲۳. تیره و چرک شدن سطح کتیبه در اثر آلودگی های محیطی (عکس از نگارنده)

جدول ۴. آسیب شناسی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه

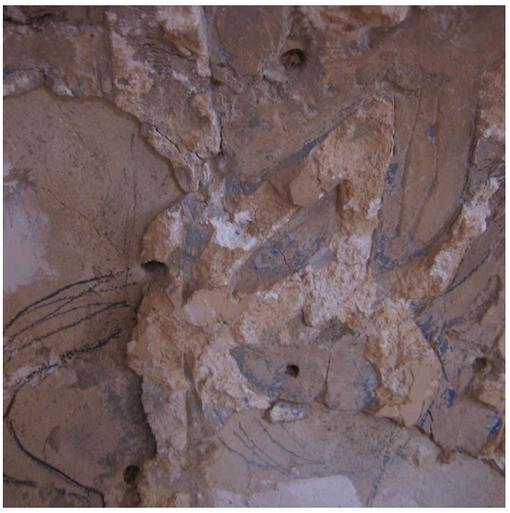
ردیف	شکل آسیب	محل بروز	شدت آسیب	علل احتمالی آسیب
۱	ریزش بخش های روی گچبری های اصلی	تمامی جبهه ها به ویژه شمالی و غربی	زیاد	نفوذ رطوبت، ضعف در بست های زیرساخت، فرسایش طبیعی
۲	ریزش گچبری تا سطح کاهگل زیرین	تمامی جبهه ها در بخش پای پنجره ها	زیاد	نفوذ رطوبت نزولی از طریق پنجره های بالا
۳	ترک ها و ریزترک ها	ترک ها بیشتر در ضلع شرقی و غربی و ریزترک در تمامی بخش های کتیبه گچبری	متوسط تا زیاد	نوسانات دمایی، نشست سازه، ضعف در پیوستگی مصالح
۴	سوراخ شدگی سطح کتیبه گچبری	انتهایی جبهه غربی و بخش انتهایی جبهه شرقی و انتهای جبهه شمالی	متوسط	عوامل انسانی، نفوذ موریانه، فرسایش ناشی از رطوبت موضعی
۵	ریختگی خطوط کتیبه	درابتدای جبهه جنوبی، جبهه شرقی؛ بخش انتهایی جبهه شمالی و ابتدای جبهه غربی	زیاد	استفاده از گچ نامرغوب و ضعف تکنیکی و رطوبت
۶	تخریب و فرسایش خطوط کتیبه	جبهه جنوبی و جبهه غربی	زیاد	گذر زمان، آسیب های محیطی، عدم مرمت اصولی قبلی، ضعف تکنیکی و رطوبت
۷	عدم پیوستگی بین گچ و کاهگل	بخش های ابتدایی و انتهایی کتیبه هر چهار جبهه	متوسط	انبساط و انقباض حرارتی، ضعف در چسبندگی گچ به زیرلایه، رطوبت بین لایه ای
۸	ریزش بستر رنگ	در ضلع شمالی و ابتدا و انتهای ضلع غربی	بالا در شمال و غرب	رطوبت بالا، تغییرات دما، استفاده از رنگ های غیرپایدار
۹	ریزش رنگ زمینه لاجوردی	جبهه شمالی و غربی	زیاد	فرسایش رنگ، نبود پوشش محافظ، عوامل طبیعی و گازهای آلاینده شیمیایی موجود در هوا
۱۰	تغییر رنگ زمینه آبی لاجوردی به خاکستری	دو جبهه جنوبی و شرقی	متوسط	عوامل شیمیایی و تغییر ماهیت رنگ همراه با تاثیر رطوبت
۱۱	آلودگی و چرک های سطحی کتیبه	تمامی بخش های کتیبه به ویژه ابتدای جبهه غربی	زیاد	آلاینده های محیطی، استفاده نادرست و نگهداری نامناسب

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۲۴. ایجاد شکاف در سطح کتیبه گچبری تزئینی (عکس از نگارنده)

شکل ۲۵. ایجاد ترک در سطح کتیبه گچبری تزئینی (عکس از نگارنده)



شکل ۲۶. راست: تخریب و ریزش کتیبه گچبری از بستر آن؛ چپ: نمای نزدیک نحوه تخریب و ریزش کتیبه گچبری از بستر آن (عکس از نگارنده)

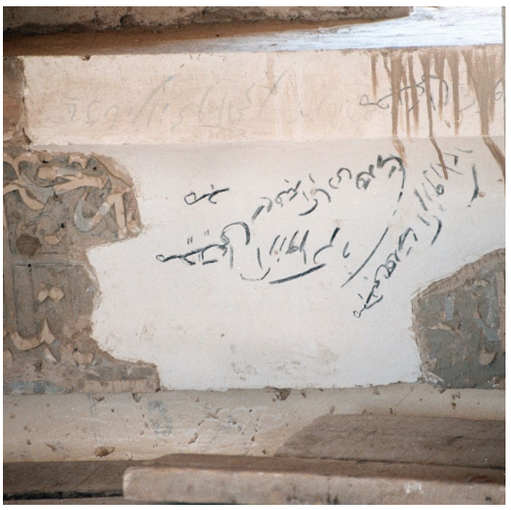
شکل ۲۷. ریزش رنگ آبی بستر کتیبه گچبری چپ و راست (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۲۸. راست: دور نمایی از ریزش کل کتیبه گچبری به همراه بستر زیرین کار از سطح بدنه بنا؛ چپ: نمایی نزدیک از ریزش کل کتیبه گچبری به همراه بستر (عکس از نگارنده)

شکل ۲۹. تخریب کتیبه گچبری در اثر اصابت سنگ توسط عوامل انسانی (عکس از نگارنده)



شکل ۳۰. یادگاری نویسی در سطح کتیبه گچبری توسط عوامل انسانی (عکس از نگارنده)

شکل ۳۱. راست: سوراخ های بزرگ ایجاد شده در سطح کتیبه گچبری در اثر فعالیت موریانه؛ چپ: سوراخ های کوچک ایجاد شده در سطح کتیبه گچبری توسط موریانه (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۳۲. مرمت غلط کتیبه گچبری با پر کردن کمبودها به شکل ناشیانه با گچ که موجب زشت و بدنما شدن سطح کار شده (عکس از نگارنده)

۷. عملیات حفاظت و مرمت کتیبه گچبری بنا

عملیات حفاظت و مرمت کتیبه گچبری مسجد تاریخی آق‌قلعه سبزوار با مستندسازی کامل کتیبه آغاز شد. برای این منظور ابتدا از سطح کتیبه عکسبرداری شد و سپس با استفاده از سلفون شفاف، طرح برداری نقوش و نقشه آسیب‌شناسی آن تهیه گردید (اشکال ۱۵ تا ۲۱). پس از تکمیل مستندسازی، پاکسازی و تمیزکاری سطح کتیبه انجام گرفت، چرا که رسوبات، چرکی‌ها و آلودگی های سطحی موجب زشت و بدنما شدن ظاهر گچبری شده بود. ابتدا با روش مکانیکی، با استفاده از برس نرم و قلموهای کوچک، تمام سطح گچبری و داخل حروف و علائم پاکسازی و غبارگیری شد. سپس با ابزارهای دیگر مکانیکی، مانند تیغ بیستوری و کاردک نقاشی، رسوبات سخت به آرامی و با دقت برداشته شد (اشکال ۳۴ و ۳۵) .در مناطقی که کتیبه دارای رنگ‌آمیزی بود، با توجه به سستی لایه رنگ و خطر ریزش آن، ابتدا سطح کار با اسپری کردن محلول رقیق ۳ درصد پریمال، استحکام‌بخشی شد و سپس پاکسازی شیمیایی ادامه یافت (شکل ۳۳). برای پاکسازی آلودگی های سیاه رنگ ناشی از نشست دوده، از محلول آمونیاک رقیق استفاده شد و برای سایر بخش‌ها، به‌ویژه دو جبهه شمالی و غربی که تقریباً بدون رنگ بودند، محلول اتانول کاربرد داشت (شکل ۳۶).

پس از اتمام مرحله تمیزکاری، بخش های مختلف کتیبه گچبری تحکیم و استحکام‌بخشی شد تا دوام، مقاومت مکانیکی و یکپارچگی لایه‌های گچبری و رنگ تزئینی حفظ شده و از گسستگی، ریزش و تخریب اجزای تزئینی آن جلوگیری شود (اشکال ۳۷ تا۳۹). عملیات استحکام‌بخشی در دو مرحله انجام شد:

۷. ۱.تحکیم ساختاری لایه‌های گچبری: با تزریق محلول پلکستول همراه با پرکننده گچ به پشت کتیبه و ترک‌ها، لایه‌های جداشده مجدداً متصل شدند و پیوستگی مکانیکی به آن ها بازگردانده شد (اشکال ۳۷ و ۳۸). شکاف‌ها و ریزترک‌های سطحی نیز به ترتیب با خمیر گچ وآغشتن سطح ریزترک ها به محلول ۵ درصد پریمال با کمک پنبه تقویت گردید.

۷. ۲.تحکیم لایه رنگ و نقوش تزئینی: در این مرحله، کل سطح کتیبه گچبری با اسپری کردن محلول ۳ درصد پارالوئید B72 در استون پوشش داده شد تا چسبندگی لایه‌های رنگ و گچبری افزایش یابد و از پوسته‌شدن آن جلوگیری شود و نفوذ ماده استحکام‌بخش به‌طور یکنواخت و کنترل‌شده انجام گیرد (شکل۳۹). این اقدامات، ضمن حفاظت از کتیبه گچبری عصر ایلخانی، پایداری، یکپارچگی و دوام طولانی‌مدت آن را تضمین می‌کند. نتایج این عملیات به طور خلاصه شامل موارد زیر است:

- اتصال مجدد لایه‌های جداشده و جلوگیری از گسترش ترک‌ها
- بهبود یکپارچگی ساختاری لایه‌های مختلف گچبری و زمینه رنگی
- تثبیت مؤثر تزئینات در برابر ارتعاشات و آسیب‌های مکانیکی
- آماده‌سازی بستر کار برای مراحل بعدی حفاظت، مرمت و بازسازی بخش های آسیب‌دیده

پس از انجام عملیات استحکام‌بخشی، مرحله بازسازی بخش های از بین‌رفته، فروریخته و آسیب‌دیده کتیبه گچبری آغاز شد. این مرحله خود شامل سه بخش اصلی به شرح زیر بود:

۷. ۱. ۱. بازسازی و پرکردن بخش های آسیب‌دیده آرایه گچبری: بخش های فروریخته و آسیب‌دیده کتیبه با بتونه‌ای شامل گچ، پودر رنگ و محلول ۵ درصد چسب پریمال هم‌سطح با سطح اصلی کار ترمیم شد (شکل۴۰)، تا هماهنگی رنگی، تمامیت و یکپارچگی بصری اثر حفظ شود. پیش از آن، لبه‌های کتیبه اصلی با محلول ۳ درصد پارالوئید B72 در استون تثبیت گردید تا از نفوذ مواد جدید و آسیب به مرزهای اصلی گچبری جلوگیری شود.

۷. ۱. ۲.پر کردن سوراخ‌ها، ترک‌ها و شکاف‌ها: ابتدا تمامی منافذ و ترک‌های سطح کار به‌طور کامل پاک‌سازی شدند و سپس لبه‌های آن ها با محلول ۳ درصد پارالوئید B72 در استون تثبیت گردید و بعد فضای داخلی شکاف‌ها با ترکیبی از گچ، محلول ۵ درصد پریمال و پودر رنگ پر شد تا بافت و رنگ نهایی آن بیشترین هماهنگی را با بخش های اصلی کتیبه داشته باشد.

۷. ۱. ۳.بازسازی بخش های کمبود کتیبه: در این مرحله عملیات بازطراحی بخش های از میان‌رفته کتیبه اصلی و اجرای خطوط نوشتاری آن انجام شد. برای هماهنگی سبک نوشتاری کتیبه در بخش مرمتی با متن اصلی، از مشاوره اساتید برجسته خط ثلث و خوشنویسان بنام منطقه بهره گرفته شد. طرح‌ها ابتدا روی کاغذ پوستی ترسیم و با روش گرده‌کاری به سطح کتیبه منتقل و اجرا شدند. به منظور رعایت اصول مرمتی و تفکیک بخش های مرمتی از قسمت های اصیل کتیبه، تنها کلمات اصلی کتیبه اجرا شدند و از بازسازی علائم و تزئینات جانبی خودداری شد. در نوار قرمز بالای کتیبه نیز به دلیل تخریب شدید و نبود نمونه مرجع، تنها تثبیت بقایای موجود انجام شد.

۷. ۲. ۱.مرحله موزون‌سازی رنگی: پس از اتمام مراحل مرمت کتیبه

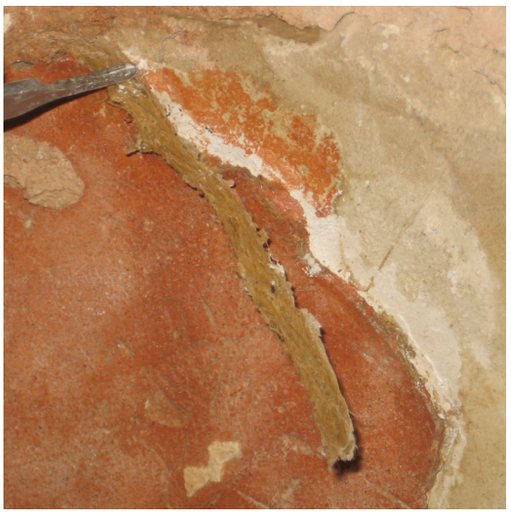
[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

گچبری، عملیات موزون‌سازی رنگی به منظور ایجاد هماهنگی بصری بین بخش های مرمتی و قسمت‌های اصیل انجام شد (شکل ۴۱). برای این کار، نوار قرمز رنگ بالای کتیبه با رنگی روشن‌تر و دو پرده اختلاف، نسبت به نمونه اصلی بازسازی شد، به‌گونه‌ای که از فاصله نزدیک تفاوت قابل تشخیص باشد اما از دور یکدستی اثر حفظ شود (اصل ۶ فوت و ۶ اینچ). رنگ آبی لاجوردی زمینه گچبری نیز با اختلاف تنالیته مشابه، روشن‌تر از نمونه اصلی موزن سازی شد. در تمامی بخش های مرمتی، برای موزن سازی رنگی از آبرنگ استفاده شد که علاوه بر ویژگی‌های غیرمخرب، بازگشت‌پذیری و قابلیت پاک‌سازی آسانی نیز دارد.

۸. تثبیت نهایی: در ادامه کار، عملیات تثبیت نهایی به‌عنوان مرحله پایانی مرمت انجام شد تا مقاومت اثر در برابر عوامل آسیب‌زای محیطی افزایش یابد. این مرحله با ایجاد یک لایه محافظ، از نفوذ گرد و غبار، آلاینده‌های شیمیایی، رطوبت و سایر عوامل محیطی به بافت اثر جلوگیری می‌کند. برای این منظور، از محلول ۳ درصد پارالوئید B72 در استون استفاده شد که به دلیل شفافیت بالا، پایداری مناسب و بازگشت‌پذیری، یکی از مطمئن‌ترین و رایج‌ترین مواد تثبیت‌کننده در مرمت آثار تاریخی و هنری به شمار می‌آید (شکل ۴۲).

شکل ۳۳. تثبیت اولیه لایه های سست رنگ و گچبری با اسپری پریمال ۳ درصد (عکس از نگارنده)



شکل ۳۴. پاکسازی گچبری به شیوه مکانیکی با تیغ بیستوری (عکس از نگارنده)

شکل ۳۵. پاکسازی گچبری به شیوه مکانیکی با تیغ بیستوری (عکس از نگارنده)

شکل ۳۶. پاکسازی گچبری به روش شیمیایی با الکل اتانول (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۳۷. ایجاد سونداژ و قرار دادن نوارهای گلی در اطراف برای تزریق محلول استحکام بخش (عکس از نگارنده)

شکل ۳۸. تزریق محلول استحکام بخش پلکستول و گچ به پشت کتیبه (عکس از نگارنده)

شکل ۳۹. استحکام بخشی تمام سطح کتیبه گچبری با محلول پارالوئید B72 سه درصد در استون به روش اسپری کردن (عکس از نگارنده)

شکل ۴۰. پر کردن و بازسازی بخش های کمبود بزرگ کتیبه گچبری با ملات گچ اشکال چپ و راست (عکس از نگارنده)

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شکل ۴۱. موزون سازی رنگی بخش های بازسازی شده کتیبه گچبری (عکس از نگارنده)

شکل ۴۲. تثبیت نهایی بخش های بازسازی شده با محلول پارالوئید (عکس از نگارنده)

پس از پایان عملیات مرمت کتیبه گچبری مسجد تاریخی آق‌قلعه، مستندنگاری‌های مرحله پسامرمت تکمیل شد و گزارش علمی و فنی عملیات مرمت به سازمان میراث فرهنگی ارائه گردید. همچنین، به منظور تضمین حفاظت مؤثرتر از کتیبه تزیینی دوره ایلخانی در این بنا و افزایش دوام مرمت‌ها، مجموعه‌ای از راهبردهای حفاظت پیشگیرانه به شرح زیر تدوین شد و در اختیار سازمان میراث فرهنگی منطقه قرار گرفت:
کنترل شرایط محیطی، حفاظت در برابر آلودگی‌ها، نظافت غیرتهاجمی و ایمن، پایش وضعیت ساختاری و مرمتی، آموزش و آگاهی‌بخشی کارکنان و مردم منطقه برای حفاظت و نگهداری صحیح بنای مسجد. علاوه بر این، لازم است که رطوبت نسبی و دمای محیط داخلی مسجد به‌طور منظم پایش شود تا از ترک‌خوردگی، شوره‌زدگی و پوسته‌شدن سطوح گچبری جلوگیری گردد. همچنین، نوسانات شدید دما و رطوبت باید با نصب سیستم تهویه مناسب کنترل شده و نفوذ مستقیم عوامل محیطی مهار شود. برای حفاظت از تزئینات، بایستی از تماس مستقیم بازدیدکنندگان با کتیبه‌ها از طریق علائم هشداردهنده و موانع نامحسوس جلوگیری شود و استفاده از مواد شیمیایی پاک‌کننده در نزدیکی کتیبه ممنوع باشد تا رنگ و ساختار مرمتی آن حفظ گردد. نظافت باید به طور منظم و با استفاده از ابزار نرم مانند برس‌های مویی طبیعی و پارچه بدون پرز انجام گیرد و از نظافت مرطوب یا مالشی مستقیم روی سطح کتیبه اجتناب شود. بازدیدهای دوره‌ای از کتیبه و مستندسازی تغییرات و آسیب‌ها ضروری است تا برنامه‌ریزی مداخلات حفاظتی به‌موقع انجام شود. علاوه بر این، نصب تابلوهای آموزشی برای بازدیدکنندگان و متولیان بنا در خصوص اهمیت کتیبه و اصول حفاظت و برگزاری دوره‌های آموزشی برای نگهبانان و کارکنان مسئول نگهداری بنا از دیگر اقدامات مهم است. در زمینه مرمت بنا نیز پیشنهاد می‌شود که کانال‌های دفع رطوبت در پای دیوارها ایجاد گردد تا تهویه مناسب در اطراف ساختار بنا صورت گیرد و از نفوذ رطوبت به سازه و تزئینات بنا جلوگیری شود. همچنین، نصب درب و پنجره‌های متناسب با معماری تاریخی بنا برای محافظت از فضای داخلی و ایجاد شرایط محیطی پایدار برای آن، کاملا ضروری است.

۹. بحث در یافته ها

نتایج حاصل از بررسی‌های آزمایشگاهی، مطالعات میدانی و عملیات حفاظتی-مرمتی کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه سبزوار، تصویری جامع از ویژگی‌های فنی، آسیب‌شناسی و رفتار تخریبی این اثر تاریخی ارائه می‌دهد. تحلیل داده‌های پراش‌سنجی پرتو ایکس (XRD) و فلورسانس اشعه ایکس (XRF) نشان می‌دهد که انتخاب رنگدانه‌ها، بستر گچی و تکنیک‌های اجرایی به‌کاررفته در این کتیبه، کاملاً منطبق با سنت‌های رایج در گچبری های رنگین دوره ایلخانی است.

۱۰. تحلیل ترکیب رنگدانه‌ها:

حضور غالب کانی هماتیت (Fe_2O_3) در رنگ قرمز، براساس نتایج حاصل از آنالیز پراش سنجی این رنگدانه، مؤید استفاده از رنگ معدنی اُخرای قرمز است؛ رنگدانه‌ای پایدار، ارزان و در دسترس که در تزئینات معماری اسلامی کاربرد گسترده‌ای داشته است. شناسایی هم‌زمان کانی‌هایی نظیر کوارتز، ژیپس و انیدریت در نمونه رنگ قرمز، نشان می‌دهد که لایه رنگ در ارتباط مستقیم با بستر گچی اجرا شده و بخشی از مواد شناسایی‌شده، ناشی از نفوذ یا همراهی ملات و اندود زیرکار با نمونه رنگ بوده است. حضور هم‌زمان ژیپس و انیدریت، به‌ویژه، دلالت بر هیدراتاسیون ناقص گچ دارد که یکی از عوامل مهم کاهش مقاومت مکانیکی و افزایش تخلخل اندود گچی و فرسایش و تخریب شدید آن تحت تاثیر عوامل محیطی به‌شمار می‌رود.
در رنگدانه آبی، نتایج XRD و XRF به‌طور هم‌زمان نشان‌دهنده استفاده از رنگ آبی لاجورد-پایه کم خلوص است. این رنگدانه آبی، نمونه ای مبتنی بر فاز اولترامارین (لاجورد) با خلوص پایین است که همراه با فازهای سیلیکاتی و مقادیر جزئی کبالت مشاهده می‌شود؛ مقادیر بالای SO_3 و CaO بیانگر حضور فاز سولفاته (احتمالاً ژیپس) به‌عنوان بستر است. این ترکیب، ضمن ایجاد جلوه بصری مطلوب، حساسیت بالاتری نسبت به عوامل محیطی، به‌ویژه آلاینده‌های جوی و رطوبت، دارد که در تغییر رنگ و خاکستری شدن لاجورد به‌وضوح مشاهده شده است.

۱۱. پیوند نتایج آزمایشگاهی با آسیب‌شناسی

یافته‌های حاصل از مطالعات آزمایشگاهی با نتایج آسیب‌شناسی میدانی تزئینات گچبری هم‌خوانی کامل دارند. تخلخل بالای گچ، هیدراتاسیون ناقص و حضور یون‌های مهاجم نظیر سولفات و کلرید، موجب افزایش نفوذپذیری اندود و تسهیل مهاجرت املاح شده است. این فرآیند، در کنار رطوبت صعودی ناشی از قنات زیر بنا و رطوبت نزولی حاصل از نزولات جوی، به تبلور نمک‌ها، ایجاد فشار کریستالیزاسیون، طبله‌کردگی، پوسته‌پوسته شدن و در نهایت ریزش لایه‌های گچبری و رنگ انجامیده است.
از سوی دیگر، اقلیم سرد و خشک منطقه سبزوار با نوسانات شدید دمایی

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

شبانه‌روزی، چرخه‌های یخزدگی-ذوب، خستگی حرارتی را فعال کرده و این امر به تشدید ترک‌زایی، جدایش لایه‌ها و کاهش چسبندگی بین بستر گچ، کاهگل زیرین و لایه رنگ منجر شده است. آثار این فرایندها به‌ویژه در جبهه‌های شمالی و غربی بنا که بیشترین تماس را با عوامل جوی دارند، شدیدتر بوده است.

۱۲. نقش عوامل انسانی، بیولوژیک و سازه‌ای

تحلیل آسیب‌ها نشان می‌دهد که تخریب کتیبه صرفاً نتیجه عوامل طبیعی نیست، بلکه برهم‌کنش عوامل انسانی، بیولوژیک و سازه‌ای نقش تعیین‌کننده‌ای داشته است. فعالیت موریانه‌ها با تخریب اندود کاهگل زیرین، موجب تضعیف پیوستگی مکانیکی لایه‌ها شده و زمینه را برای نفوذ رطوبت و تشدید آسیب‌های فیزیکی و شیمیایی فراهم کرده است. هم‌زمان، فشار ناشی از وزن گنبد، بار مرده برف و لرزش‌های محیطی، موجب گسترش ترک‌های سازه‌ای و انتقال تنش به لایه‌های تزئینی شده است. مداخلات انسانی مخرب، مرمت‌های غیر اصولی، حفاری‌های غیرمجاز و فقدان حفاظت مناسب، این روند تخریبی را تسریع کرده‌است.

۱۳. ارزیابی اقدامات حفاظتی-مرمتی

انتخاب روش‌ها و مواد مرمتی در این پژوهش، بر پایه شناخت دقیق ترکیب مواد، مکانیسم‌های تخریب و اصول حفاظت حداقلی انجام شده است. استفاده از پریمال، پلکستول و پارالوئید B72 با غلظت‌های کنترل‌شده، برای استحکام‌بخشی گچبری و لایه رنگ تزئینی آن، ضمن افزایش چسبندگی و انسجام لایه‌ها، اصل بازگشت‌پذیری و سازگاری با مصالح تاریخی را تأمین کرده است. موزون‌سازی رنگی با آبرنگ و رعایت اصل تشخیص‌پذیری، موجب حفظ خوانایی بصری اثر بدون مخدوش‌کردن اصالت تاریخی آن شده است.

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که رنگدانه‌ها و تکنیک‌های به‌کار رفته در کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه، از نظر مادی و فنی کاملاً منطبق با سنت‌های دوره ایلخانی است؛ با این‌حال، ترکیب نامناسب شرایط اقلیمی، رطوبت، آلاینده‌های شیمیایی، ضعف‌های سازه‌ای، عوامل بیولوژیک، مداخلات انسانی و عدم رسیدگی به موقع به بنا، منجر به تخریب تدریجی این تزئینات شده است. تلفیق داده‌های آزمایشگاهی و مطالعات میدانی، نه‌تنها به درک دقیق مکانیسم‌های فرسایش گچبری کمک کرده، بلکه مبنای علمی لازم برای انتخاب راهکارهای حفاظتی و مرمتی مؤثر را فراهم آورده است. این رویکرد تحلیلی-ترکیبی می‌تواند به‌عنوان الگویی قابل تعمیم در حفاظت و مرمت سایر گچبری های رنگین تاریخی در اقلیم‌های مشابه مورد استفاده قرار گیرد.

۱۴. نتیجه گیری نهایی

کتیبه گچبری مسجد آق‌قلعه نقاب سبزوار، به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین نمونه‌های هنر گچبری دوره ایلخانی در شرق ایران، واجد ارزش‌های برجسته تاریخی، مذهبی و هنری است. پژوهش حاضر با رویکردی چندوجهی و مبتنی بر تلفیق مطالعات میدانی، تحلیل‌های آزمایشگاهی و اقدامات اجرایی حفاظت و مرمت، امکان دستیابی به شناختی جامع از ساختار فنی، مواد به‌کاررفته، رنگدانه‌ها، مکانیسم‌های تخریب و شیوه‌های مرمت علمی این کتیبه را فراهم ساخته است.

نتایج آنالیزهای دستگاهی مبتنی بر روش های پراش‌سنجی (XRD) و فلورسانس پرتو ایکس (XRF) به‌روشنی نشان داد که در رنگ‌آمیزی تزئینات گچبری از رنگدانه‌های معدنی اصیل و منطبق با سنت‌های تاریخی دوره ایلخانی، شامل اُخرای قرمز مبتنی بر هماتیت (Fe_2O_3) و رنگ آبی لاجورد-پایه کم خلوص استفاده شده‌است؛ امری که اصالت فنی و تاریخی رنگ‌پردازی کتیبه را تأیید می‌کند. تحلیل کانی‌شناسی نمونه‌ها، به‌ویژه شناسایی هم‌زمان ژیپس و انیدریت، بیانگر هیدراتاسیون ناقص گچ و تخلخل بالای اندود است که نقش مهمی در کاهش مقاومت مکانیکی و افزایش آسیب‌پذیری تزئینات در برابر عوامل محیطی ایفا کرده است.

یافته‌های آزمایشگاهی در تطابق کامل با نتایج آسیب‌شناسی میدانی نشان می‌دهد که تخریب کتیبه گچبری این بنا حاصل برهم‌کنش پیچیده عوامل طبیعی، اقلیمی، شیمیایی، سازه‌ای، بیولوژیک و انسانی است. نوسانات شدید دمایی، چرخه‌های یخزدگی-ذوب، رطوبت صعودی و نزولی، مهاجرت و تبلور املاح، فشارهای سازه‌ای ناشی از گنبد، نفوذ آلاینده‌های شیمیایی مرتبط با فعالیت‌های صنعتی در مجاورت بنا، آلودگی های زیستی، واندالیسم و مرمت‌های نادرست گذشته، به‌طور هم‌زمان موجب ترک‌زایی، جدایش لایه‌ها، طبله‌کردگی، پوسته‌شدن و ریزش تدریجی لایه‌های گچبری و رنگ آن شده است و کیفیت ساختاری و بصری اثر را به‌شدت تحت تأثیر قرار داده‌اند.

بر این اساس، راهبردهای حفاظتی مرمتی این پژوهش بر پایه شناخت دقیق مواد تاریخی، سازوکارهای تخریب و اصول مرمت علمی، حفاظت پیشگیرانه و حداقل مداخله انتخاب و اجرا شده است. این اقدامات شامل مستندنگاری دقیق، پاک‌سازی ترکیبی، مکانیکی و شیمیایی، استحکام‌بخشی لایه‌های گچ و رنگ، بازسازی حداقلی بخش های آسیب‌دیده با استفاده از مواد سازگار و برگشت‌پذیر، و موزون‌سازی رنگی کنترل‌شده با رعایت اصول تشخیص‌پذیری و مبانی خوشنویسی ایرانی بوده است. تثبیت نهایی با پارالوئید B72 به‌عنوان لایه محافظ، در کنار استفاده از موادی چون آبرنگ، پریمال و پلکستول، بیانگر رعایت ملاحظات اخلاقی و فنی مرمت و حفظ اصالت اثر است.

از مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش می‌توان به احیای جلوه‌های اصیل هنری، ساختاری و معنایی کتیبه، مهار روند تخریب پیش‌رونده و بازگرداندن اعتبار بصری، فرهنگی و هنری اثر اشاره کرد. افزون بر این، ارائه مجموعه‌ای از پیشنهادات حفاظتی و مدیریتی، از جمله ایجاد سامانه دفع رطوبت، نصب عناصر حفاظتی، کنترل شرایط محیطی و آموزش متولیان، زمینه‌ای عملی برای پیشگیری از تکرار آسیب‌ها را فراهم آورده است.

در نهایت، این مطالعه با تلفیق داده‌های آزمایشگاهی و مطالعات میدانی، ضمن تبیین دقیق مکانیسم‌های فرسایش گچبری های رنگین، الگویی کارآمد و قابل تعمیم برای مرمت علمی تزئینات وابسته به معماری دوره ایلخانی در اقلیم‌های مشابه ارائه می‌دهد و می‌تواند به‌عنوان مرجعی مؤثر در سیاست‌گذاری‌های حفاظتی، آموزش متخصصان و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت صیانت از میراث معماری ایرانی اسلامی مورد استفاده قرار گیرد.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

منابع/ References

Abbasi, J., Bahadori, R., Cappa, F., Jembrih-Simbuerger, D., Schreiner, M., & Beheshti, S. I. (2023). Laboratory studies on materials and pigments used in inscriptions and mural paintings in the tomb of Ghadmagah in Neishabour. Parseh J Archaeol Stud, 7(23), 325-356. (In Persian)

[عباسی جواد، بهادری رویا، کاپا فدریکا، جمبریه–سیمبوگر دوبراوکا، شراینر مانفرد، بهشتی ایرج. (۱۴۰۲). مطالعات آزمایشگاهی برروی مواد و رنگدانه‌های به‌کار رفته در کتیبه و دیوارنگاره‌های بقعۀ قدمگاه نیشابور. پژوهش‌های باستان‌شناسی پارسه ۷(۲۳):۳۲۵–۳۵۶.]

Azarkhord, F., Hashemi Zarjabad, H., & Zarei, A. (2022). «An Investigation and Study of the Applied Geometry in the Ilkhanid Mosques of Khorasan: A Case Study of Jameh Sabzevar, Agh Qaleh Mosque, Kermaniha Mosques, and Jameh Qaɐen." Proceedings of The third national conference on the role of Khorasan in the flourishing of Iranian-Islamic art and architecture, Mashhad.

[آذرخرداد، ف. هاشمی زرج‌آباد، ح & .،زارعی، ع. (۱۴۰۱). واکاوی و مطالعه هندسه کاربردی در مساجد ایلخانی خراسان: مطالعه موردی: (جامع سبزوار، مساجد آق‌قلعه، کرمانی‌ها و جامع قائن). مجموعه مقالات سومین همایش ملی نقش خراسان در شکوفایی هنر و معماری ایرانی–اسلامی، مشهد.]

Bater, M., & Nazari Boron, A. (2021). Structural study and laboratory survey of the decoration of Kaboudani Mosque in Khaf. JRA, 7(1), 167-186. (In Persian)

[باتر مسعود، نظری برون افسر.(۱۴۰۰). مطالعه ساختاری و بررسی آزمایشگاهی آرایه‌های مسجد کبودانی خواف پژوهه باستان‌سنجی ۷ (۱) :۱۶۷–۱۸۶].

Blair, S., & Bloom, J. (2007). Islamic Mongols: From the Mongol invasions to the Ilkhanids. In M. Hattstein & P. Delius (Eds.), Islam: Art and Architecture.

Farahmand Boroujeni, H., Abed Esfahani, A., & Shishebori, T. (2013). The study of materials and techniques of mural painting in five Ilkhanid monuments of Yazd city. Maremat-e Asar VA Baft-haye Tarikhi-Farhangi, 2(4). (In Persian)

[فرهمند بروجنی، ح.، عابد اصفهانی، ع.، و شیشه‌بری، ط. (۱۳۹۱). شناخت مواد و فنون دیوارنگاری پنج بنای دوره ایلخانی شهر یزد. مرمت آثار و بافت‌های تاریخی و فرهنگی،(۲) ۴].

Godar, A. (2008). The Works of Iran (Vol. 2, 5th Ed.). Translated by Abolhasan Sarvaghad Moghadam. Mashhad: Foundation for Islamic Research Publications, Astan Quds Razavi. (In Persian)

[گدار، آ. (۱۳۸۷). آثار ایران (جلد دوم، ترجمه ابوالحسن سروقد مقدم، چاپ پنجم). مشهد: نشر بنیاد پژوهش‌های اسلامی آستان قدس رضوی.]

Grube, E., & Chierato, U. (1997). Ilkhanid and Timurid Art. Translated by Yaqoub Azhand. Tehran: Mola Publications. (In Persian)

[گروبه، ارنست و شراتو، امبرتو (۱۳۷۶). هنر ایلخانی و تیموری، ترجمه یعقوب آژند، تهران: انتشارات مولا.]

Gurkan Dasht, S., & Mortezaei, M. (2025). A Study of the History of Aq Qala City in Khorasan with Regard to the Periodic Journeys of the Ilkhanids and the Urban Structures of the Yuan Dynasty. Parse Archaeological Studies, 9(31), 260-272. (In Persian)

[گرکان دشته، شاهین؛ و مرتضایی، محمد (۱۴۰۴). بررسی پیشینه شهر آق‌قلعه خراسان با نگاهی به روند سفرهای دوره‌ای ایلخانان و ساختارهای شهری دوره یوآن. مطالعات باستان‌شناسی پارسه، ۹(۳۱)، ۲۶۰–۲۷۲].

Hamzavi, Y. (2021). Structural study of pigments on Stucco inscription on the porch of Seyyed Shams-din tomb (Yazd-Iran). Journal of Architecture in Hot and Dry Climate, 8(12), 24-42. doi: 10.29252/ahdc.2021.15122.1433. (In Persian)

[حمزوی, یاسر. (۱۳۹۹). مطالعۀ ساختارشناسی رنگدانه های تزیینی کتیبۀ گچی ایوان بقعۀ سیّدشمس الدّین یزد. معماری اقلیم گرم و خشک, ۸(۱۲), ۲۴–۴۲. Doi: 10.29252/ahdc.2021.15122.1433].

Hamzavi Y, Koochakzaei A, Negarestani A. (2021). Characterization of Colored Mortar of Boumsab Gypsum Arrays of Ganjali Khan School (Caravanserai) in Kerman. Parseh J Archaeol Stud. 5(17), 14 doi:10.30699/PJAS.5.17.28. (In Persian).

[حمزوی یاسر، کوچکزایی علیرضا، نگارستانی علی اصغر. (۱۴۰۰). ساختارشناسی ملات رنگی آرایه‌های گچی بوم‌ساب در مدرسۀ (کاروانسرا) گنجعلی‌خان کرمان مطالعات باستان‌شناسی پارسه۵ (۱۷):۲۸۷–۳۰۲ ۵.۱۷.۲۸۷.PJAS/۱۰,۳۰۶۹۹].

Hamzeloo, M. (2001). Applied arts at Soltaniye Dome. Tehran: Makan.

[حمزه‌لو، م. (۱۳۸۰). هنرهای کاربردی در گنبد سلطانیه. تهران: ماکان].

Hill, D., & Grabar, O. (1967). Islamic Architecture and Decorations. Translated by Mehrdad Vahdati Daneshmand. Tehran: Scientific and Cultural Publications. (In Persian).

[هیل، د.، گرابار، ا. (۱۳۷۵). معماری و تزیینات اسلامی (ترجمه مهرداد وحدتی دانشمند). تهران: انتشارات علمی و فرهنگی.]

Hosseini, M. (2014). Historical Mosques of Khorasan (Volume 1). Mashhad: Astan Quds Razavi Publications. (In Persian).

[حسینی، م. (۱۳۹۳). مساجد تاریخی خراسان (جلد یکم). مشهد: نشر آستان قدس رضوی.]

Karimi, A., & Holakoee, P. (2008). Architecture and decorations in Pirhamze Sabz Posh in Abarkoh. Gholestan Honar Magazine, 14, 18–29. (In Persian)

[کریمی، ا.، و هلاکویی، پ. (۱۳۸۷). معماری و تزیینات بنای پیر حمزه سبزپوش ابرکوه. فصلنامه گلستان هنر، ۱۴، ۱۸–۲۹.]

Kiani, M. Y. (1998). Period Islamic architecture of Iran with related decorations. Tehran: The Cultural

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

Understanding and conservation of Oljaito Altar in Isfahan Mosque. In R. Vatandoust (Ed.), 7th Conference on Conservation and Restoration of Historical Objects, Architecture, and Decorations (pp. 428–451). Tehran: Cultural Heritage Research Center. (In Persian).

[نکویی اصفهانی، م.، خطابخش، ف.، یزدانی، م.، جبل‌عاملی، ر.، و عمرانی، ر.، اعظمی، ر. (۱۳۸۴). مطالعه، بررسی و حفاظت محراب اولجایتو در مسجد جامع اصفهان. در رسول وطن‌دوست (ویراستار)، مجموعه مقالات هفتمین همایش حفاظت و مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی و تزیینات وابسته به معماری (صص. ۴۵۱–۴۲۸). تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری.]

Papeli Yazdi, M.H (1988), Iran›s Encyclopedia of Villages and Religious Places, Mashhad: Astan-e-Ghods Razavi Islamic Research Institution. (In Persian).

[پاپلی‌یزدی، م.ح. (۱۳۶۷). فرهنگ آبادی‌ها و مکان‌های مذهبی کشور. مشهد: نشر آستان قدس رضوی.]

Pop, A. (1994). Architecture of Iran (3rd ed.). Translated by Gholamhossein Sadri Ashfar. Farhangan Publications. (In Persian).

[پوپ، اپهام (۱۳۷۳) ، معماری ایران، ترجمه غلامحسین صدری افشار، چاپ سوم، نشر فرهنگان].

Razani, M., Kordi, M., Mortazavi, M., & Sedghi, Y. (2022). Study of colorants materials on the decoration patterns on the north and southeast porches of Soltanieh Dome, Zanjan, Iran. Archaeological Research of Iran, 11(31), 265-288. (In Persian).

[رازانی, مهدی, کردی, مهدی, مرتضوی, محمد و صدقی, یاسین. (۱۴۰۰). بررسی مواد رنگساز در نقوش تزئینی ایوان‌های شمالی و جنوب‌شرقی میراث جهانی گنبد سلطانیه. پژوهش های باستان شناسی ایران, ۱۱(۳۱), ۲۶۵–۲۸۸].

Sadaqat, M. (2005). Religious Themes in the Epigraphy of Tombstones and Mihrabs at the National Museum. Islamic Art Studies, 2(3), 77-96. (In Persian).

[صداقت، معصومه. (۱۳۸۴). مضامین مذهبی در خط نگاره های سنگ قبرها و محراب های موزه ملی. مطالعات هنر اسلامی، ۲(۳)،۷۷–۹۶].

Sajadi, A. (1996). The Evolution of the Mihrab. Tehran: Iranian Cultural Heritage Organization Publications. (In Persian).

[سجادی، علی (۱۳۷۵)، سیر تحول محراب، تهران: نشر سازمان میراث فرهنگی کشور].

Salehi Kakhki, A., Taghvinajad, B., & Rashidnia, Z. (2016). A study of the decorative features of plasterwork by Kerman artists from the Ilkhanid to early Timurid periods. Negareh Quarterly, 11(37), 19-31. (In Persian).

[صالحی‌کاخکی, احمد, تقوی نژاد, بهاره, & راشدنیا, زهرا. (۱۳۹۵). مطالعهٔ ویژگی‌های تزیینی آثار گچبری هنرمندان کرمانی در دورهٔ ایلخانی تا ابتدای دورهٔ تیموری. فصلنامه نگره, ۱۱(۳۷), ۱۹–۳۱].

Shekofteh, A. (2013). The most significant visual Heritage Organization. (In Persian).

[کیانی، محمد یوسف. (۱۳۷۶). تزئینات وابسته به معماری دوران اسلامی. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.]

Labaaf Khani, R. (1988). Report on the excavation of the Ilkhanid city of Aq Qala [Unpublished manuscript]. Archive of the Iranian Cultural Heritage and Tourism Organization, Razavi Khorasan. (In Persian).

[لباف‌خانیکی، ر. (۱۳۶۷). گزارش گمانه‌زنی شهر ایلخانی آق‌قلعه [دست‌نویس منتشرنشده]. آرشیو سازمان میراث فرهنگی و گردشگری خراسان رضوی].

Labaaf Khani, R. (2003). Report on the Archaeological Survey and Identification of the Jowin County. Tehran: Iranian Cultural Heritage Organization. (In Persian).

[لباف‌خانیکی، ر. (۱۳۸۲). گزارش بررسی و شناسایی باستان‌شناسی شهرستان جوین. تهران: سازمان میراث فرهنگی کشور.]

Mahdinejad Moghadam, L., & Godarzi, M. (2014). The Mihrab and the motifs used in it (Seljuk and Ilkhanid periods). Naghsheh-Maye, 8(19), 7-18. (In Persian).

[مهدی‌نژادمقدم، ل.، & گودرزی، م. (۱۳۹۳). محراب و نقوش به کار رفته در آن (دوره سلجوقی و ایلخانی). نقش‌مایه، ۸(۱۹)، ۷–۱۸].

Makkinezhad, M. (2008). Art history of Iran in the Islamic era: Architecture ornaments. Tehran: The Organization for Researching and Composing University Textbooks in the Humanities (SAMT). (In Persian).

[مکی‌نژاد، مهدی. (۱۳۸۷). تاریخ هنر ایران در دوره اسلامی: تزئینات معماری. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، مرکز تحقیق و توسعه علوم انسانی.]

MIT OpenCourseWare. (2002). Religious architecture of the Ilkhanids. Retrieved from https://ocw.mit.edu/courses/4-614-religious-architecture-and-islamic-cultures-fall-2002/pages/lecture-notes/ilkhanids/

Mohtasham, A., Salehiyoun, L., & Ahmadi, K. (2014). Technical study of stucco ornaments in the Shah-Shahan House using XRD, SEM–EDS, and wet chemistry. Journal of Advanced Materials and Technologies, 3(2). (In Persian).

[محتشم، ع.، صالحیون، ل.، و احمدی، ک. (۱۳۹۳). بررسی فنی آرایه‌های گچبری خانه شهشهان اصفهان با استفاده از روش‌های دستگاهیXRD و SEM–EDS و شیمی تر. مواد و فناوری‌های پیشرفته،۲(۳).]

Najiboglu, G. (2000). Geometry and Decoration in Islamic Architecture (Topkapi Scroll). Translated by Mehrdad Qayoumi Bidehendi. Tehran: Rozaneh Publications. (In Persian).

[نجیب اوغلو، گلرو (۱۳۷۹)، هندسه و تزیین در معماری اسلامی (طومار توپقاپی)، ترجمه مهرداد قیومی بیدهندی، تهران: نشر روزنه.]

Nekoee Isfahani, M., Khatabakhsh, F., Yazdani, M., Jabalamelli, R., & Omrani, R. A. (2005).

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

characteristic in stucco decorations of Ilkhanid architecture of Iran. Journal of Iranian Architectural Studies (JIAS), 1(2), 79–98. (In Persian).

[شکفته، ع. (۱۳۹۱). ویژگی‌های بصری شاخص آرایه‌های گچبری معماری عصر ایلخانی. مطالعات معماری ایران، ۲(۱)، ۷۹–۹۸].

Shekofteh, A., Ahmadi, H., & Oudbashi, O. (2015). Seljuk brickwork decorations and their sustainability in Khwarezmid and Ilkhanid decorations. Islamic Architecture Research, 3(1), 84–104. (In Persian).

[شکفته، ع.، احمدی، ح.، و عودباشی، ا. (۱۳۹۴). آرایه‌های آجرکاری سلجوقیان و تداوم آن در آرایه‌های دوران خوارزمشاهی و ایلخانی. پژوهش‌های معماری اسلامی، ۳(۱ پیاپی ۶)، ۸۴–۱۰۴].

Shekofteh, A. (2022). The most significant visual characteristic in stucco decorations, Ilkhanid architecture of Iran. Journal of Iranian Architecture Studies, 1(2), 79-98. (In Persian).

[شکفته, عاطفه. (۱۴۰۰). ویژگی‌های بصری شاخص تزئینات گچبری معماری عصر ایلخانی. مطالعات معماری ایران, ۱(۲), ۷۹–۹۸].

Shirvani M. (2019). Study of Pigments in Decorations of Exterior Porch Painting in Soltanieh Dome of Zanjan. JRA. 5(1), 129-142. (In Persian).

[شیروانی مریم. (۱۳۹۸). شناخت رنگدانه ها در آرایه های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه زنجان پژوهه باستان سنجی ۵ (۱) :۱۲۹–۱۴۲].

Torabi, S. (2009). Study on the technology of wall painting in Pir Bakran Tomb. Maremat & Pazhohesh, 2(2), 71–82. (In Persian).

[ترابی، س. (۱۳۸۸). مطالعه و بررسی فن‌شناسی دیوارنگاره‌های موجود در چله‌خانه بقعه پیربکران. دو فصلنامه مرمت و پژوهش، ۲(۲)،۷۱–۸۲].

Taghavi nejad B. (2019). The Comparative Study of Geometric Ornaments of Plaster Mihrabs Created during Seljuk Period versus the Ones Created during Ilkhanid Period in Iran. Mmi 2019; 9 (20) :21-40. (In Persian).

[تقوی نژاد بهاره. مطالعه تطبیقی تزئینات هندسی محراب‌های گچبری دوره سلجوقی با محراب‌های گچبری دوره ایلخانی در ایران. نشریه علمی مرمت و معماری ایران. ۱۳۹۸ ۹ (۲۰) :۲۱–۴۰].

Wilber, D. N. (1967). Islamic Architecture of Iran: The Ilkhanid Period. Translated by Abdullah Faryar. Tehran: Book Translation and Publication Company. (In Persian).

[ویلبر، دونالد. ن (۱۳۴۶)، معماری اسلامی ایران؛ دوره ایلخانیان، ترجمه عبدالله فریار، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب].

Younesi, M., Askarpour, V., & Askarpour, V. (2017). Archaeometry of the western mihrab of the northern shabistan of Kashan Jami Mosque. Kashan-Shenasi, 10(1), 68–87. (In Persian).

[یونسی, محسن, عسگرپور, وحید و بحرالعلومی, فرانک. (۱۳۹۶). مطالعات باستان‌سنجی محراب ضلع غربی شبستان شمالی جامع کاشان. کاشان شناسی, ۱۰(۱), ۶۸–۸۷].

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

structure, materials, pigments, deterioration factors, and scientific conservation strategies of the inscription.

XRD and XRF analyses indicate the use of authentic mineral pigments, including red ochre containing hematite (Fe_2O_3) and ultramarine-based, confirming the historical authenticity of the color scheme. The simultaneous identification of gypsum and anhydrite reflects incomplete plaster hydration and high porosity of the substrate, which contributed to the vulnerability of the decorative elements to environmental factors.

Condition assessments reveal that the deterioration of the plaster inscription in this representative Ilkhanid monument resulted from the interplay of climatic, caused by moisture, chemical, structural, biological, and anthropogenic factors, including temperature fluctuations, moisture variations, industrial pollutants, and improper past restoration interventions. Accordingly, the implemented conservation and restoration strategies, guided by principles of scientific conservation, minimal intervention, and the use of compatible and reversible materials, successfully restored visual legibility, mitigated ongoing deterioration, and preserved the authenticity of the work.

Ultimately, this research provides a scientifically grounded and generalizable model for the restoration of polychrome Ilkhanid plasterwork under similar climatic conditions and serves as an effective basis for conservation policy development and the lasting safeguarding of Iranian and Islamic architectural heritage.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

consolidation and stabilization of plaster and paint layers, minimal and clearly distinguishable reconstruction of damaged sections, reversible chromatic harmonization, and the application of final protective treatments using internationally recognized conservation grade materials, led to a marked improvement in the structural integrity, mechanical stability, and visual legibility of the inscription. The application of materials such as Primal, Plexitol, and Paraloid B72 at carefully controlled concentrations, in accordance with the principles of reversibility and minimal intervention, contributed substantially to the effective stabilization of the decorative elements.

Finally, the development of preventive conservation strategies, including environmental control, periodic monitoring, training and awareness programs, non destructive cleaning procedures, and improvements to the physical condition of the building, constitutes a complementary outcome of the research and provides a sustainable foundation for the lasting preservation of the plasterwork dating to the Ilkhanid period at the Aq Qaleh Mosque. Collectively, these findings present a comprehensive understanding of the materials, execution techniques, deterioration mechanisms, and conservation strategies and offer a scientifically grounded basis for future conservation and restoration interventions.

Discussion of Findings

The findings derived from laboratory analyses, field investigations, and conservation–restoration interventions on the plaster inscription of Aq Qaleh Mosque in Neqab, Sabzevar, provide a coherent overview of the technical characteristics, constituent materials, mechanisms of deterioration, and the effectiveness of restorative measures. XRD and XRF analyses indicate that the pigments, gypsum substrate, and execution techniques of the decorations are fully consistent with the traditions and technologies prevalent in polychrome plasterwork of the Ilkhanid period.

The pigment analysis demonstrates the use of hematite derived red ochre (Fe_2O_3), a stable and commonly employed pigment in Islamic architectural decoration. The presence of minerals such as gypsum, anhydrite, and quartz in the paint samples indicates a direct association between the painted layer and the gypsum substrate. Moreover, the simultaneous presence of gypsum and anhydrite reflects incomplete hydration of the plaster, a factor that increases porosity, reduces mechanical strength, and accelerates the erosion of the gypsum coating.

Regarding the blue pigment, XRD results complemented by XRF elemental analysis confirm the use of ultramarine-based. The predominance of SiO_2 alongside CaO and SO_3 indicates the mineralogical nature of the pigment and the presence of a sulfate phase (likely gypsum) as the substrate. The detection of minor amounts of Co_3O_4 suggests possible admixture with cobalt-containing compounds in the ultramarine-based pigment, a combination that, while aesthetically valuable, renders the pigment layer more susceptible to moisture and environmental pollutants, explaining the significant deterioration of this vibrant blue layer over time.

The complete alignment of laboratory data with field condition assessments demonstrates that the observed deterioration results from the interplay of multiple factors. High porosity, incomplete hydration, and the presence of aggressive ions, combined with rising and falling moisture, lead to salt migration and crystallization pressures, ultimately causing blistering, flaking, and the gradual detachment of plaster and paint layers. The cold and arid climate, severe temperature fluctuations, and freeze–thaw cycles further exacerbate cracking and reduce adhesion between layers, accelerating the decay process. Additionally, anthropogenic, biological, and structural factors including termite activity, structural stresses from the dome, environmental vibrations, and inappropriate past interventions have significantly undermined the cohesion of the plaster decorations.

Evaluation of the conservation and restoration measures indicates that the selection of materials and techniques was grounded in a thorough understanding of the historic materials and mechanisms of deterioration. The use of compatible and reversible consolidants such as Primal, Plexol, and Paraloid B72 enhanced the cohesion of the plaster and paint layers without compromising the authenticity of the work. Controlled color harmonization ensured the visual legibility of the inscription while preserving the distinction between original and restored sections.

In summary, this study demonstrates that although the materials and techniques employed in the plaster inscription of Aq Qaleh Mosque possess high technical and historical authenticity, the combination of adverse environmental, structural, biological, and human factors has led to its gradual deterioration. The integration of laboratory data with field studies not only elucidates the precise mechanisms of decay but also provides a scientifically robust foundation for developing effective conservation and restoration strategies. This analytical approach can serve as a model for the preservation of historical polychrome plasterwork in comparable climatic and environmental contexts.

Conclusion

The plaster inscription of Aq Qaleh Mosque in Neqab, Sabzevar, represents a prominent example of plasterwork of the Ilkhanid era in eastern Iran, bearing significant historical, religious, and artistic value. This study, employing an integrative approach based on field investigations, laboratory analyses, and restoration interventions, has provided a comprehensive understanding of the technical

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

Introduction

The Khorasan region, particularly its western areas encompassing Sabzevar, Joveyn, and Esfarayen, has historically constituted one of the principal centers of civilization on the Iranian Plateau. Benefiting from a strategic geographical position, abundant natural resources, and its location along major historical communication routes, the region experienced substantial cultural and architectural development, particularly during the Islamic period. Within this broader historical and cultural framework, the historic city of Aq Qaleh in the Joveyn Plain and its mosque assume particular significance.

The Aq Qaleh Mosque, constructed in the eighth century AH during the reign of Oljeitu, was originally conceived as part of an ambitious urban development scheme inspired by the model of Soltaniyeh. Owing to political circumstances, this project remained incomplete, with only the mosque and its surrounding fortifications reaching completion. The mosque is characterized by a rectangular layout, a prominent iwan, a central domed chamber, and flanking arcades, and represents a notable example of Ilkhanid religious architecture executed in the Azari style. Its most significant decorative feature is a finely executed stucco inscription in Thuluth script, colored with natural lapis lazuli blue pigment, located within the domed chamber and comprising selected Quranic verses along with the date 712 AH. Set against a red gesso ground enriched with intricate vegetal (eslimi) motifs, the inscription possesses considerable artistic, religious, and historical significance. Nevertheless, over time, a combination of environmental factors, human caused impacts, and unscientific restoration interventions has resulted in substantial deterioration of these decorative elements. Consequently, the Aq Qaleh Mosque stands as one of the most distinguished examples of Ilkhanid religious architecture in northeastern Iran.

Since the early 2000s, several conservation and restoration efforts have been undertaken on the mosque; however, some of these interventions, due to insufficient scientific and laboratory studies, have drawn serious criticism. Consequently, there is a pronounced need for a comprehensive and systematic investigation to precisely document and understand the construction techniques, materials, pigments, and the extent and nature of damage affecting the Aq Qaleh Mosque's plaster inscription.

The present study, focusing on the technical analysis, laboratory investigation, and condition assessment of the Aq Qaleh Mosque's plaster inscription, aims to provide a thorough documentation of its current state and propose scientific and practical strategies for its conservation and restoration. The innovation of this research lies in its integrative and multi-layered approach, combining laboratory data, field studies, and comparative analyses to establish a systematic and generalizable framework for restoring painted plasterwork of the Ilkhanid period, particularly in eastern Iran. Such a methodology represents a crucial step toward preventing further deterioration and safeguarding one of the most valuable examples of Ilkhanid plaster artistry in the region.

Materials and Methods

In this study, a combination of field investigations and instrumental laboratory analyses was employed to examine the technical characteristics of the plaster inscription at Aq Qaleh Mosque and to identify the materials and pigments used. Sampling was conducted in a limited and randomized manner from the original red and lapis lazuli blue pigments, strictly adhering to the ethical principles of conservation.

The collected samples were analyzed using two complementary techniques: X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF). XRD was applied to identify the mineral phases and crystalline structures of the pigments, while XRF was utilized to determine their elemental composition and to more precisely verify their chemical nature. The concurrent application of these two methods enhanced the accuracy, scientific reliability, and verifiability of the analytical.

Results

Laboratory analyses of the pigments used in the plaster inscription of Aq Qaleh Mosque in Sabzevar revealed that the red pigment is ochrebased, primarily composed of hematite with the chemical formula Fe_2O_3 X-ray diffraction (XRD) confirmed the dominant presence of hematite alongside phases such as quartz, gypsum, anhydrite, and feldspar, indicating the use of a mineral pigment consistent with the technological practices of the Ilkhanid period. Examination of the blue pigment, based on XRD results and complemented by elemental analysis through X-ray fluorescence (XRF), confirmed the use of ultramarine-based. The blue pigment is ultramarine-based with low purity, associated with silicate phases and minor cobalt. High SO_3 and CaO indicate a sulfate phase (likely gypsum) as the substrate, supporting its historical authenticity.Conservation pathology studies indicate that the deterioration of the plasterwork and painted layers results from the complex interplay of environmental, structural, and anthropogenic factors. Temperature fluctuations, freeze–thaw cycles, moisture and soluble salts, along with structural stresses, environmental vibrations, biological activity, and improper human interventions, have collectively contributed to damages such as cracking, blistering, flaking, and gradual loss of decorative elements. These findings underscore the necessity of a comprehensive approach to the conservation and restoration of the inscription.

The results of the conservation and restoration interventions demonstrate that the implementation of a carefully phased methodology, encompassing meticulous documentation, controlled mechanical and chemical cleaning, structural

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]

Technical Study, Laboratory Investigations, and Damage Assessment of the Stucco Inscription of Aq Qaleh Mosque in Sabzevar and Its Conservation and Restoration

Masoud Bater*[1], Mahbobeh Rastin[2]

1. Assistant Professor, Faculty of Art, University of Birjand, Birjand, Iran

masoud.bater@birjand.ac.ir*

2. BA degree of conservation & restoration of Cultural Properties of Zabol, Zabol, Iran

Received: 2025.10.9

Accepted: 2026.01.20

doi: https://10.66224/kcr.8.3.16

Knowledge of Conservation and Restoration

pISSN: 2538-6093 eISSN: 3060-6217

This journal adheres to COPE guidelines. Access to this article is free for all. Any non-commercial use of it is permitted, provided appropriate attribution is given.

The stucco inscription of Aq Qaleh Mosque in Neqab, Sabzevar, represents one of the most significant Ilkhanid architectural ornaments in eastern Iran, distinguished by its artistic, historical, and technological value. This study aims to identify the construction and execution techniques, diagnose patterns of deterioration, conduct laboratory analyses, and develop a scientifically grounded approach for the conservation and restoration of the inscription. Initially, field surveys and imaging techniques were employed to document the overall condition of the monument, including its structural characteristics, paint layers, stucco carving, and decorative elements. Subsequently, X-ray diffraction (XRD) and X-ray fluorescence (XRF) analyses were performed to determine the mineralogical structure and chemical composition of the pigments, indicating the use of natural mineral colorants such as red ochre and ultramarine-based. The diagnostic phase identified multiple deterioration factors, including damage caused by moisture, thermal fluctuations, structural stresses, chemical and biological agents, and inappropriate earlier interventions. Based on these findings, the restoration process comprised cleaning, consolidation, reconstruction of missing decorative and inscriptional elements, chromatic reintegration, and final stabilization, all carried out in accordance with the principles of reversibility, Limited intervention and compatibility in appearance. In addition, a set of preventive conservation measures aimed at ensuring preservation for an extended period was proposed, encompassing environmental control, the installation of protective barriers, staff training, and the mitigation of structural moisture. What distinguishes this research from previous studies on Ilkhanid stucco conservation is the integrated application of advanced laboratory analyses and in situ diagnostic investigations to develop a coherent, tailored conservation framework for polychrome stucco inscriptions, an approach that has not been systematically articulated within previous studies of eastern Iranian architectural ornamentation.

Keywords: Conservation; Restoration; Stucco Inscription; Aq Qaleh Mosque; Neqab; Sabzevar; Material Analysis; Damage Assessment; Ilkhanid Period.

[Downloaded from kcr.richt.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.66224/kcr.8.3.16]