



مقاله پژوهشی

مطالعه ساختارشناسی رنگدانه‌های تزینی کتیبه گچی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین یزد

یاسر حمزوی^{*۱}

۱- استادیار، گروه مرمت و باستان‌سنجی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز،

ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۳، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۰)

چکیده

گچ از جمله مصالح سنتی در ایران است که در دوره‌های تاریخی، به‌ویژه در اقلیم گرم‌و‌خشک، در معماری و آرایه‌های معماری به‌وفور استفاده شده؛ اوج هنر گچ‌بری در دوران اسلامی، سده ۷ و ۸ ه. ق. است. معمولاً از رنگ جهت بروز جلوه هنری و زیبایی، در تکمیل گچ‌بری استفاده می‌شده است. یکی از بناهای شاخص سده ۸ ه. ق. در یزد، بقعه سیدشمس‌الدین است. در ایوان بنا کتیبه گچی با خط کوفی به صورت مادر و فرزند اجرا شده که زمینه این نوشتار با نقوش گیاهی انتزاعی مانند اسلیمی با ظرافت هرچه تمام‌تر اجرا شده است. در زمینه کتیبه و لابه‌لای نقوش، از رنگ آبی، قرمز و سبز استفاده شده است. همچنین لایه طلایی رنگ روی آرایه‌های گچی قالبی داخل کاسه‌های مقرنس غرفه جلوی ایوان نیز از آثار باقی‌مانده شاخص در بقعه سیدشمس‌الدین است. معمولاً جهت بالا بردن کیفیت لایه رنگ، ابتدا لایه تدارکاتی بر روی گچ (آرایه گچی، بستر گچی) اعمال می‌شده است. به دلیل گذر زمان، بخش‌های اندکی از این رنگ‌ها بر روی کتیبه گچی ایوان و همچنین لایه طلایی رنگ کمی بر روی آرایه‌های گچی قالبی باقی مانده است. حفاظت از باقی‌مانده‌های هنر سده هشتم هجری قمری، مستلزم شناخت دقیق اثر از نظر فنی است. در این راستا، مطالعه ساختارشناسی رنگدانه‌های تزینی کتیبه گچی ایوان و لایه طلایی رنگ بر روی آرایه‌های گچی قالبی غرفه ایوان ضروری به نظر می‌رسد. پژوهش پیش رو در تلاش است تا به کمک مطالعات آزمایشگاهی و بررسی علمی به شناخت دقیق رنگدانه‌های به‌کار رفته در کتیبه گچی ایوان و همچنین لایه طلایی رنگ روی آرایه‌های گچی قالبی بر روی مقرنس غرفه جلوی ایوان در بقعه سیدشمس‌الدین برسد. نتیجه پژوهش نشان می‌دهد که رنگ آبی استفاده شده در کتیبه گچی، رنگدانه آبی آزوریت؛ رنگ قرمز، رنگدانه شنگرف و رنگ سبز، مالاکیت است؛ پرکننده لایه تدارکاتی هانتیت و لایه طلایی بر روی آرایه‌های گچی قالبی، ورق قلع با پوششی از روغن کمان یا نوعی رزین مانند دامار یا شلاک است.

کلمات کلیدی: رنگدانه، بقعه سیدشمس‌الدین، کتیبه گچی، ساختارشناسی، یزد

پرسش‌های پژوهش

شناسایی و شناخت رنگ‌های به‌کاررفته در بنای تاریخی می‌تواند از چند جهت دارای اهمیت باشد: آشکار شدن تکنولوژی رنگ‌سازی و شناخت رنگ در سده ۸ ه.ق. در منطقه یزد، دریافت ارتباط فرهنگی و هنری منطقه یزد و دیگر مناطق دارای آرایه معماری سده ۸ ه.ق و کمک به حفاظت‌گران و مرمت‌گران جهت حفاظت صحیح و مداخلات مرمتی مناسب با اثر. با توجه به هدف پژوهش، سوالات زیر قابل طرح هستند:

الف: رنگ‌های استفاده شده برای رنگ‌آمیزی کتیبه کوفی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین یزد چیستند؟

ب: لایه طلایی رنگ با برق فلزی که بر روی آرایه گچی قالبی در غرفه جلوی ایوان اجرا شده است، چیست؟

۱- مقدمه

در معماری ایران (با توجه به شواهد باقی‌مانده) در سده‌های اولیه دوره اسلامی، از رنگ (نقاشی بر روی اندود گچی یا آرایه‌های گچی) کمتر استفاده شده است. سطوح داخلی و خارجی بیشتر آثار باقی‌مانده، به رنگ آجر یا خاک است. در مناطق مرکزی ایران مصالح معماری، بیشتر آجر و خشت بوده و از کاهگل و ملات گچی به عنوان اندود استفاده می‌شده است، در سده هشتم هجری قمری، بناهایی در شهر یزد ساخته شد که در سطوح داخلی آن‌ها از رنگ به وفور استفاده شده است. این اقدام در حوزه آرایه معماری می‌تواند یک تحول بنیادین محسوب شود.

یکی از بناهای سده هشتم در شهر یزد، بقعه سیدشمس‌الدین است که تکنیک‌های مختلف و متنوع آرایه گچی به صورت رنگ‌آمیزی شده و همچنین دیوارنگاره‌های تزئینی و کتیبه‌های نوشتاری نقاشی با ظرافت هرچه تمام‌تر در آن اجرا شده است. از جمله این آرایه‌ها می‌توان به کتیبه گچی ایوان که در سه ضلع، امتداد یافته است، اشاره نمود. کتیبه کوفی تزئینی به صورت مادر و فرزند اجرا شده و حاشیه بالایی از نقوش گیاهی تشکیل یافته و حاشیه پایینی آن کتیبه کوفی است که تمام این بخش با تکنیک آرایه گچی برجسته اجرا شده و به صورت چشم‌نوازی رنگ‌آمیزی شده که به دلیل قرارگیری ایوان بنا و ارتباط مستقیم آن با هوای محیط پیرامون، متأسفانه دچار آسیب‌های فراوانی شده است و بخش‌هایی از کتیبه گچی از بین رفته و در بخش‌های باقی‌مانده، در لبه‌های داخلی نقوش، لکه‌های رنگ دیده می‌شود. همچنین رنگ طلایی بر روی آرایه‌های گچی قالبی، که در داخل کاسه‌های مقرنس در غرفه جلوی ایوان اجرا شده، دارای تکنولوژی خاص و پیچیده‌ای است که به دلیل فرسایش به وجود آمده به رنگ تیره درآمده است (تصویر ۴). یکی از ارزش‌های این آرایه، ارزش ندرت و نادر بودن است. این تکنیک آرایه گچی با لایه طلایی‌رنگ روی آن در یزد و زنجان و فقط در بقعه سید رکن‌الدین، بقعه سیدشمس‌الدین و گنبد سلطانیه اجرا شده است.

برای حفاظت صحیح یک اثر تاریخی، قدم اول، شناخت همه‌جانبه آن است، بنابراین لازم است تا مطالعات فنی بر روی باقی‌مانده‌های رنگ بر روی این کتیبه گچی انجام پذیرد. بخشی از اصالت اثر تاریخی، در مواد و مصالح به‌کاربرده شده نمود پیدا می‌کند (International Cultural Tourism Charter, 1999) که با شناخت دقیق مواد و ساختار آن می‌توان شناختی دقیق‌تر از هنر دوره ساخت بنا به‌دست آورد و همچنین برنامه صحیحی برای مداخله‌های مرمتی و حفاظت آن ارائه نمود. مسئله اصلی پژوهش حاضر، نبود شناخت فنی از رنگ‌های استفاده شده برای رنگ‌آمیزی کتیبه کوفی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین یزد است. در این راستا، هدف از پژوهش پیش‌رو، شناخت فنی رنگ‌های استفاده شده برای رنگ‌آمیزی کتیبه کوفی ایوان و همچنین

لایه طلایی‌رنگ روی آرایه‌های گچی قالبی بر روی مقرنس غرفه جلوی ایوان در بقعه سیدشمس الدین یزد است. وجود لایه رنگ به عنوان رنگ‌آمیزی کتیبه گچی و همچنین دیوارنگاره‌ها به ویژه در بناهای ارزشمند سده هشتم هجری منطقه یزد باعث می‌شود موضوع شناخت فنی این گونه آثار از اهمیت بالایی برخوردار شود و از طرفی کم بودن منابع مطالعاتی و پژوهش‌های انجام شده پیشین در خصوص مطالعات ساختاری گونه‌های مختلف دیوارنگاره در سده هشتم هجری قمری در ایران و وجود ابهامات فنی در این خصوص، از ضروریات پژوهش حاضر است.

در پژوهش پیش رو، ابتدا مطالعات میدانی و مشاهدات عینی صورت پذیرفته و در نتیجه این بررسی‌ها در ایوان بقعه سیدشمس الدین، نمونه‌برداری از چهار رنگ باقی‌مانده بر روی کتیبه گچی و همچنین لایه طلایی‌رنگ روی آرایه‌های گچی قالبی، بر روی مقرنس غرفه جلوی ایوان انجام پذیرفته است. در ادامه، منابع مکتوب تاریخی و همچنین تخصصی-فنی، مورد مطالعه قرار گرفته است. برای دستیابی به اطلاعات بیشتر، به کمک میکروسکوپ دیجیتال تصاویری تهیه شد. جهت ارائه پاسخ به پرسش‌های پژوهش، از آنالیز عنصری نقطه‌ای به همراه تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM-EDS) استفاده شده است. پس از دستیابی به نتایج، این اطلاعات با نتایج پژوهش‌های دیگر، مورد مقایسه قرار گرفته تا با تحلیل اطلاعات، نتیجه مکفی به دست آید. نگارنده برنامه هدف‌مندی در خصوص مطالعات ساختارشناسی مواد آلی و رنگارهای به کار رفته در آرایه‌های معماری ایران، پیش‌رو خواهد داشت.

۲- پیشینه تحقیق

استفاده از رنگ برای تزیین فضای داخلی بناهای دوره آل مظفر یزد، امری رایج بوده و هم به صورت دیوارنگاره و هم به صورت آرایه‌های گچی رنگ‌آمیزی شده نمود پیدا کرده است (فرهمند بروجنی و دیگران، ۱۳۹۱؛ خادم زاده و دیگران، ۱۳۹۳). همچنین اجرای کتیبه جهت تزیین بنا در معماری یزد امری رایج بوده است. قدیمی‌ترین کتیبه در معماری یزد مربوط به بقعه دوازده امام است که به سال ۴۲۹ ه. ق. است (Anisi, 2009).

در مقاله‌ای با عنوان «بررسی ساختار رنگدانه‌های به کار رفته در گچبری‌های به دست آمده از محوطه قلعه یزدگرد» از چهار رنگ نمونه‌برداری شده و با کمک XRD و FT-IR به شناسایی آن پرداخته‌اند. در نتیجه، رنگ‌دانه‌های آبی مصری، سبز سیلو، قرمز اخرا، زرد اخرا شناسایی شده است (خان‌مرادی و نیکنامی، ۱۳۹۶). در مقاله‌ای تعداد پنج رنگدانه از دیوارنگاره‌های کاخ اشکانی در کوه خواجه سیستان مورد بررسی و شناسایی قرار گرفته است. در این پژوهش از دستگاه‌های SEM-EDS, XRD استفاده شده است (باتر، ۱۳۸۹).

در مقاله‌ای با عنوان «شناخت رنگدانه‌ها در آرایه‌های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه زنجان» با استفاده از آنالیزهای دستگاهی FT-IR, XRF، تعداد چهار رنگدانه از آرایه‌های معماری این بنا شناسایی شده است: قرمز اخرا، زرد اخرا، سیاه استخوان و کربنات کلسیم (شیروانی، ۱۳۹۸) و «مطالعه و بررسی فنی لایه‌های دیوارنگاره سقف گنبد بقعه سیدرکن الدین یزد» عنوان مقاله‌ای است که در دومین همایش ملی کاربرد تحلیل‌های علمی در باستان‌سنجی و مرمت میراث فرهنگی ارائه شده است (حمزوی و وطن دوست، ۱۳۹۳).

در مقاله‌ای، رساله‌های آموزشی و متون کهن، مورد مطالعه قرار گرفته و همچنین مصاحبه‌هایی با برخی از نقاشان معاصر انجام شده و نتیجه مطالعات آزمایشگاهی پژوهشگران در حوزه شناسایی و شناخت رنگارها مورد بررسی قرار گرفته که در تطابق اطلاعات به دست آمده و تحلیل آن‌ها، شمایی کلی، از وضعیت دانش امروز ما از رنگ‌سازی قدیم ایران ترسیم شده است

(کریمی، ۱۳۹۶). «استفاده از رنگدانه‌های هنری (شنگرف، لاجورد و زنگار) در شعر ایرانی بر اساس تذکره عذری بیگدلی، قرن ۱۲» عنوان مقاله‌ای است که در خصوص شناخت سه رنگدانه، که برای هنرمندان دارای ویژگی‌های خاص بوده و استفاده زیادی داشته و مراحل آماده‌سازی و عمل‌آوری آن پیچیده بوده، مطالعاتی انجام شده و تحلیل‌هایی صورت گرفته‌است (سلحشور و حمزوی، ۱۳۹۲). همچنین در مقاله‌ای، در ابتدا بر اساس آنچه درباره‌ی خماین ماده، نر و مغناطیسی در متون کهن آمده و آنچه از ویژگی‌های کانی‌های آهن‌دار مهم، امروزه شناخته شده‌است، برابری‌های امروزی انواع خماین مشخص شده‌است. سپس نمونه‌ای از خماین مورد استفاده در پزشکی قدیم از عطاری، تهیه و جهت شناسایی اولیه‌ی نمونه، از دوربین عکاسی، سابدین در آب، تهیه تصویر با لوپ دیجیتالی و بررسی با میکروسکوپ نوری استفاده گردیده‌است. همچنین با تست شیمی کلاسیک انجام شده، وجود عنصر آهن در آن مشخص گردیده و در نهایت آنالیز XRD از نمونه خماین ماده تهیه شده، انجام شده‌است. نتیجه‌ی این آزمایش‌ها نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که خماین ماده، معادل با کانی شناخته شده امروزی هماتیت است. بر اساس معادل‌سازی‌ها می‌توان گفت که احتمالاً خماین نر معادل گوتیت و خماین زنگی یا کهربایی نیز معادل مگنتیت است (سلحشور و دیگران، ۱۳۹۸).

در مقاله‌ای با عنوان «بررسی رنگدانه سفیداب شیخ و انتساب آن به شیخ بهایی» منابع تاریخی در خصوص نحوه‌ی ساخت سفیداب شیخ در ایران و خارج از ایران مورد بررسی قرار گرفته و سپس به تحلیل اطلاعات پرداخته شده‌است (کریمی و نصیری مبارکه، ۱۳۸۶) و در مقاله‌ای که در نخستین سمینار شیمی کاربردی ایران در دانشگاه تبریز ارائه شده‌است مطالعات تخصصی در خصوص شناخت رنگزاهای تاریخی انجام پذیرفته‌است. این مقاله با عنوان «شناسایی رنگ‌های به‌کار رفته در متون نسخ خطی تاریخی با استفاده از روش‌های آنالیز دستگاهی» منتشر شده‌است (نقیبی و باقرزاده کثیری، ۱۳۹۵).

شناسایی نوع رنگ به هویت آثار و اشیاء کمک می‌کند. در این خصوص مقاله‌ای ارائه شده‌است با عنوان «خمیر لاجورد یا آبی مصری؟ بررسی ساختاری و هویت بخشی مجموعه‌ای از اشیاء منسوب به خمیر لاجورد در موزه ملی ایران» که با تکیه بر آنالیزهای SEM-EDS, XRD به شناسایی نوع رنگ پرداخته شده‌است (داداش زاده و دیگران، ۱۳۹۵). همچنین در مقاله‌ای با عنوان «شناسایی رنگدانه لاجورد در نگاره‌های ایرانی با استفاده از روش‌های نشر پرتو ایکس القایی پروتون و میکروسکوپ نیروی اتمی» به کمک دستگاه‌های AFM, PIXE به شناسایی یک رنگزا پرداخته شده‌است که در نتیجه‌ی نهایی به پرکننده‌های کربنات کلسیم و کربنات سرب اشاره شده‌است که در زیر رنگ آبی شناسایی شده‌است (باقرزاده کثیری، ۱۳۹۴).

«مطالعه فن شناسی پالت رنگ آثار نقاشی سه‌پایه‌ای جعفر چهره‌نگار در موزه مجلس شورای اسلامی» عنوان مقاله‌ای است که با نمونه‌برداری از رنگ‌های مورد استفاده یک هنرمند و با کمک آنالیزهای دستگاهی: FT-IR, XRF, SEM-EDS, PLM، به شناسایی رنگزاهای پرداخته‌اند. رنگ‌های شناسایی شده عبارتند از: سفید سرب، سفید روی، سفید کلسیت، زرد اخرا، قرمز اخرا، لاجورد و نیل (سامانیان و دیگران، ۱۳۹۶). در خصوص شناسایی رنگ بر روی کتیبه‌های کاغذی در معماری تبریز، مقاله‌ای منتشر شده‌است که برای نیل به هدف از روش‌های دستگاهی FT-IR, SEM-EDS و بررسی میکروسکوپی نور پولاریزان استفاده شده‌است. در نتیجه‌ی این مطالعه، مرکب کربنی، لاجورد، سفیداب شیخ، سرنج، زرد لیتارژ همراه با پرکننده‌های کربنات کلسیم و آلیاژهای مس در رنگ طلایی شناسایی شده‌است (کوچکزایی و دیگران، ۱۳۹۴).

ویژگی‌های رنگدانه زنگار و بررسی مراحل ساخت آن در متون کهن و چگونگی تخریب آن موضوعی است که در مقاله «رنگ سبز زنگار مراحل تخریب آن در مکتوبات مذهب» مورد بررسی قرار گرفته‌است (برکشلی، ۱۳۷۶).

۳- روش تحقیق

در پژوهش حاضر ابتدا با تکیه مطالعه منابع مکتوب، مطالعات و بررسی‌های میدانی صورت پذیرفته است که در نتیجه آن و با توجه به مشکلات و ابهامات و شرایط موجود، نمونه‌برداری از رنگ‌های مختلف انجام شده است. سپس با توجه به سوالات مطرح شده، روش مطالعه آزمایشگاهی انتخاب شده است. برای مطالعه ساختار رنگ‌ها از سطح و پشت لایه‌های رنگ و همچنین آنالیز عنصری نقطه‌ای، از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM مدل ProX ساخت کمپانی Phenom کشور هلند با امکان به-کارگیری ولتاژهای افزایشی چندگانه Kv15، Kv10، Kv5 و برخورداری از آشکارساز EDS از دستگاه CHNS مدل EURO EA3000 متعلق به کشور ایتالیا، شرکت Euro Vector S.P.A. Co که متصل به میکروسکوپ الکترونی روبشی بود استفاده گردید. در پایان، نتیجه مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای در کنار نتیجه آنالیزهای دستگاهی مورد تحلیل قرار گرفت. برای ثبت تصاویر از دوربین دیجیتال تک لنزی بازتابی Nikon D3200 با حسگر CMOS، که حساسیت ثبت تصویر 365nm~ را دارد، استفاده شد.

جهت بررسی دقیق‌تر سطح لایه رنگ در اثر مورد مطالعه از نظر ویژگی رنگدانه‌های به کاررفته، آسیب‌ها و سایر بررسی‌هایی که با چشم غیرمسلح به سختی قابل مشاهده است، از میکروسکوپ دیجیتال مارک Dino-Lite plus استفاده شد. این میکروسکوپ دارای یک دوربین دیجیتال کوچک (CMOS) است که به یک رایانه متصل می‌شود. تصاویری که از طریق چشمی میکروسکوپ دیده می‌شوند، می‌توانند بر روی نمایشگر رایانه به نمایش درآیند و بر روی هارد در قالب یک تصویر (در فرمت‌های متفاوت) یا به عنوان ویدئو یا ویدئو Time-lapse ذخیره شوند. در این راستا تصاویری با بزرگ‌نمایی 65X و 230X تهیه شد. زیرا جزئیات نمونه‌ها در این میزان از بزرگ‌نمایی به خوبی قابل ثبت و مشاهده هستند.

۴- بقعه سیدشمس الدین یزد

سیدشمس الدین محمد، فرزند سید رکن الدین و داماد رشیدالدین فضل‌الله، وزیر ایلخانان مغول، کسی است که آثار متعددی با منفعت عمومی در یزد برپا کرد (افشار، ۱۳۷۴: ۵۸۸). او طرح مدرسه چهارمنار، دارالسیاده، خانقاه، بازار و حمام را در تبریز اجرا و به یزد ارسال کرد و بنایان، این آثار معماری را ساختند و در سال ۷۳۳ ه.ق. ساخت مجموعه با پایان رسید (جعفری، قرن ۹ ه. ق.: ۸۸)، همچنین در این منبع، در جایی دیگر اشاره شده است که: پایان ساخت بنا در سال ۷۲۷ ه.ق. بوده است (همان: ۸۸). در کتاب تاریخ جدید یزد اشاره شده است که: چون امیر شمس الدین محمد در تبریز استقلال یافت، طرح مدرسه و دارالسیاده و چهارمنار و خانقاه و بازار بیانداخت و به یزد فرستاد و قاضی چهار دبه که از امنای او بودند تعیین فرمود و به یزد آمدند و بنیاد عمارت کردند (کاتب، قرن ۹ ه. ق.: ۱۱۸). موسستوفی بافقی هم تاریخ ۷۲۷ ه.ق. را برای ساخت این بنا در نظر گرفته است (مستوفی بافقی، ۱۰۹۰: ۶۵۵).

یکی از آثار مهم سیدشمس الدین، مدرسه‌ای است که در محله چهار منار بنا شده و پس از وفاتش، او را در گنبدخانه مدرسه دفن کردند. در حال حاضر از آن مجموعه بزرگ، فقط گنبدخانه باقی مانده است (تصویر ۱ و ۲) که سید در آن مدفون است (افشار، ۱۳۷۴: ۵۹۰). از محلات معروف خارج از حصار شهر یزد تا پیش از سده نهم هجری قمری، چهار منار بوده و قبل از آن نیز به نام کوچه بهروک معروف بوده است (قدکیان و دیگران، ۱۳۹۶: ۶۲) که از جمله موقوفات این محله در سده ۸ ه.ق.، مدرسه، خانقاه، دارالشفاء، کتابخانه، کاروانسرا و بازار بوده که توسط واقف سیدشمس الدین محمد احداث شده بود (خادم‌زاده، ۱۳۸۶: ۹۲). همچنین باید ذکر کرد که مقبره‌های دوره ایلخانی به پیروی از رسوم قدیمی رایج معمولاً جدا ساخته

می‌شده و از همه سمت نمایان بوده است (ویلبر، ۱۳۴۶: ۳۷-۴۱). بقعه سیدشمس‌الدین در تاریخ ۱۳۱۳/۰۴/۳۱ به شماره ۲۰۸ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است (پازوکی و شادمهر، ۱۳۸۴: ۴۵۶). یکی از ویژگی‌های اسپر در ایوان این بنا، وجود سه تاق است که تاق میانی بزرگ‌تر است. از دیگر بناهای مهم سده هشتم هجری که بنای شاخصی در شهر یزد به شمار می‌رود، بقعه سید رکن‌الدین است (زارعی و دیگران، ۱۳۹۵: ۱۰۷).



تصویر ۱: موقعیت بقعه سیدشمس‌الدین در محله چهارمنار و بناهای شاخص این محله در شهر یزد (Google Earth)



تصویر ۲: پلان بقعه سیدشمس‌الدین. کتیبه گچی ایوان و غرفه تزئین شده با مقرنس، در شکل مشخص شده (ماخذ: معاونت میراث فرهنگی یزد)

۴-۱. کتیبه گچی ایوان

گونه‌ای از آرایه‌های معماری که ممکن است خواستگاه آن ایران باشد و بهترین استفاده از آن در ایران بوده، آرایه‌های گچی هستند (هیل و گرابر، ۱۳۸۶: ۱۰۳). یکی از زیباترین کتیبه‌های گچی برجسته سده ۸ ه.ق. ایران، در ایوان بقعه سیدشمس‌الدین اجرا شده است که متأسفانه بخش‌های زیادی از آن در طی صدها سال از بین رفته است (تصویر ۲ و ۳).



تصویر ۳ و ۴: ایوان بنا و امتداد کتیبه گچی در سه ضلع ایوان؛ آرایه‌های گچی قالبی داخل کاسه‌های مقرنس در غرفه جلوی ایوان (نگارنده ۱۳۹۶)
 کتیبه گچی ایوان به شکل کتیبه مادر و فرزند اجرا شده که کتیبه مادر به خط کوفی تزئینی و کتیبه کوچک به خط کوفی ساده با نقوش اسلیمی که در زمینه کار شده است. از نظر برجستگی، این بخش در چهار سطح اجرا شده که بالاترین سطح مربوط به کتیبه کوفی تزئینی است (تصویر ۵).



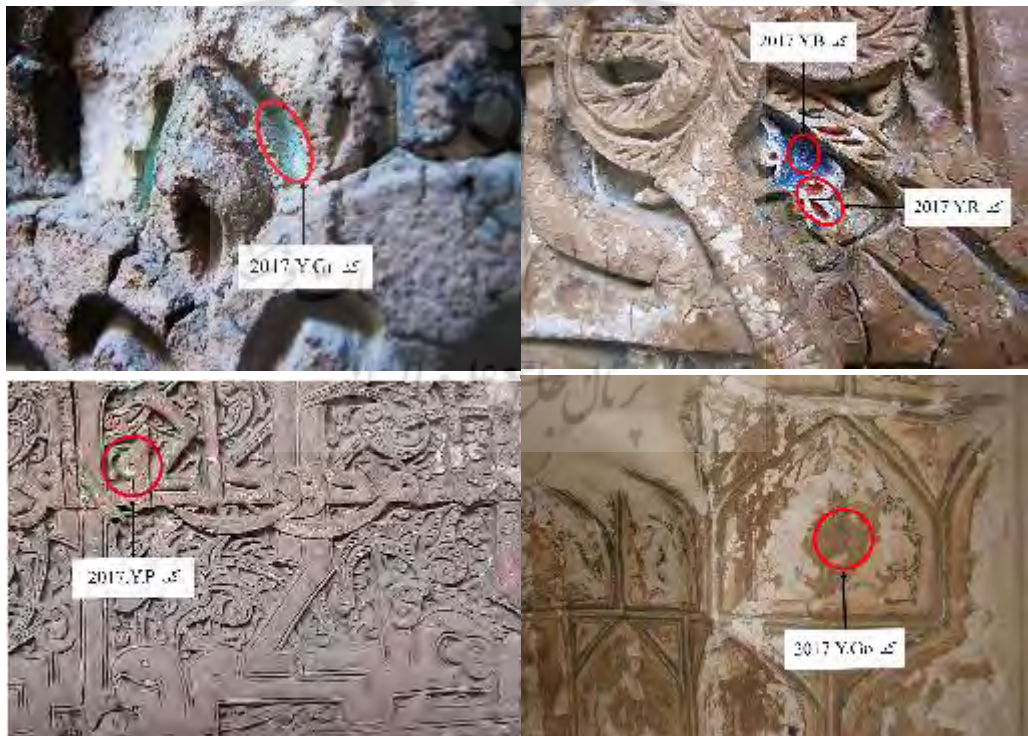
تصویر ۵: کتیبه گچی در اضلاع جنوب شرقی، شمال غربی، شمال شرقی و بخش ابتدایی کتیبه در ضلع شمال شرقی ایوان (مأخذ: نگارنده ۱۳۹۶)

۵- مواد و روش‌ها

در مطالعات آزمایشگاهی با هدف ساختارشناسی و تشخیص عناصر مختلف رنگ‌های استفاده شده در کتیبه گچی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین و همچنین لایه طلایی رنگ آرایه گچی قالبی، نمونه برداری شد. جهت دستیابی به نتیجه بهتر و دقیق‌تر، از هر رنگ، دو نمونه و از لایه طلایی رنگ با برق فلزی، سه نمونه از نقاط مختلف انتخاب و برداشته شد (جدول ۱؛ تصویر ۶). تحقیق پیش رو با روش توسعه‌ای- تجربی و بر مبنای مطالعات میدانی و آزمایشگاهی انجام شده است. در بخش مطالعات میدانی تحقیق اقدام به ثبت وضعیت کنونی و مشاهدات میدانی در بنای مورد مطالعه گردیده که همراه با آن نمونه‌برداری نیز انجام گرفته است و در ادامه بر اساس نتایج حاصله از آنالیزهای تجزیه‌ای، تحلیل اطلاعات مربوط به شناخت فنی رنگزاهای مختلف کتیبه گچی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین صورت گرفته است.

جدول ۱: مشخصات نمونه‌ها، نوع آنالیز بر روی نمونه‌ها، کد گذاری نمونه‌ها

نمونه‌های مطالعاتی	لایه طلایی رنگ	لایه تدارکاتی	رنگ آبی	رنگ قرمز- نارنجی	رنگ سبز
کد نمونه	2017.Y.T.1 2017.Y.T.2 2017.Y.T.3 T: Tin	2017.Y.P.1 2017.Y.P.2 P: Primary layer	2017.Y.B.1 2017.Y.B.2 B: Blue	2017.Y.R.1 2017.Y.R.2 R: Red	2017.Y.Gr.1 2017.Y.Gr.2 Gr: Green
آنالیز و تصویر	SEM-EDS	SEM-EDS	SEM-EDS	-SEM-EDS	SEM-EDS
	Dino-Lite	Dino-Lite	Dino-Lite	Dino-Lite	Dino-Lite



تصویر ۶: محل نمونه‌برداری از رنگزاهای در کتیبه گچی و رنگ طلایی روی آرایه‌های گچی قالبی داخل مقرنس (مأخذ: نگارنده)

به دلیل وجود رسوب و لایه‌های گردوغبار بر روی کتیبه و نقوش و همچنین زمینه نقوش، به جز در برخی قسمت‌ها که به صورت مختصر، رنگ آبی از فاصله نزدیک دیده می‌شد، رنگ دیگری در ابتدای مطالعه دیده نمی‌شد. پس از لایه‌برداری و

پاکسازی، در لابلای نقوش، رنگ سبز و قرمز هویدا گشت و مشخص شد که بر روی آرایه گچی برجسته (کتیبه گچی) لایه تدارکاتی^۱ با پرکننده سفید اجرا شده است و سپس زمینه نقوش به رنگ آبی درآمده و لابلای نقوش از رنگ‌های سبز و قرمز استفاده شده است. با توجه به شرایط قرارگیری کتیبه (که در سه ضلع ایوان امتداد پیدا کرده است)، بخش میانی، که آسیب زیادی را متحمل شده و دسترسی به آن راحت‌تر است، برای نمونه‌برداری انتخاب شد. دلیل انتخاب روش آزمایشگاهی، کم بودن رنگ‌های باقی‌مانده و ارزشمند بودن آن‌ها بود که نگارنده قصد تخریب اثر تاریخی را نداشت با این بینش که در آینده به کمک تکنولوژی بدون نمونه‌برداری و تخریب اثر بتوان اطلاعات ارزشمندی از اثر به‌دست آورد.

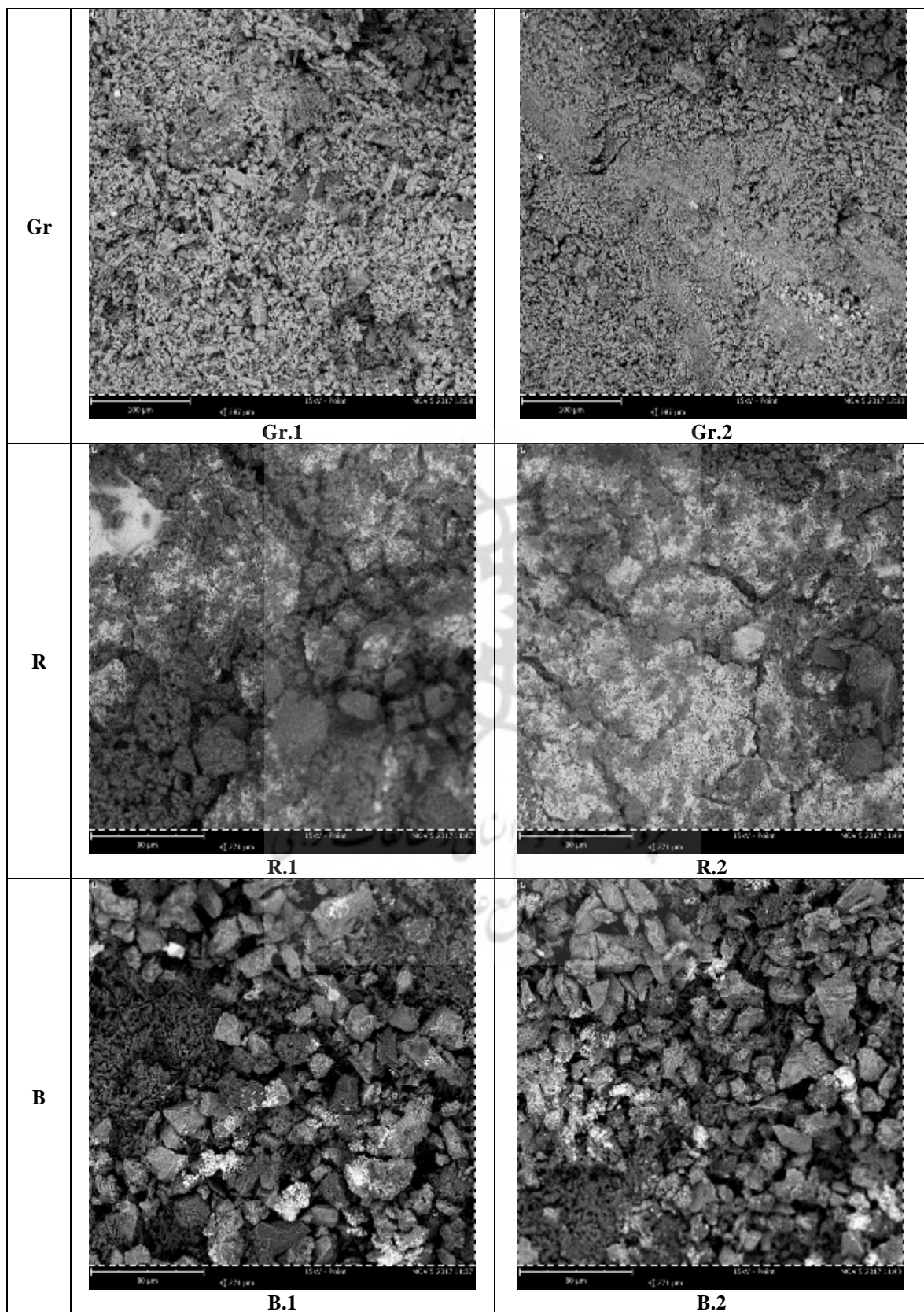
۶- یافته‌های پژوهش

آنالیز EDS: از بخش‌های مختلف رنگی بر روی آرایه‌های گچی ایوان که نمونه‌برداری شده بود: Gr.1 و Gr.2 (رنگدانه سبز بر روی نقوش کتیبه گچی ایوان)، R.1 و R.2 (رنگدانه قرمز بر روی نقوش کتیبه گچی ایوان)، B.1 و B.2 (رنگدانه آبی بر روی نقوش کتیبه گچی ایوان)، P.1 و P.2 (لایه تدارکاتی سفید بر روی نقوش و زیر لایه رنگ در کتیبه گچی ایوان)، T.1، T.2 و T.3 (لایه طلایی رنگ با برق فلزی بر روی آرایه‌های گچی قالبی در غرفه جلوی ایوان) آنالیز عنصری نقطه‌ای تهیه گردید. نتیجه این آنالیزها که تبدیل به ترکیب اکسیدی شده است در جدول ۲ قابل مشاهده است.

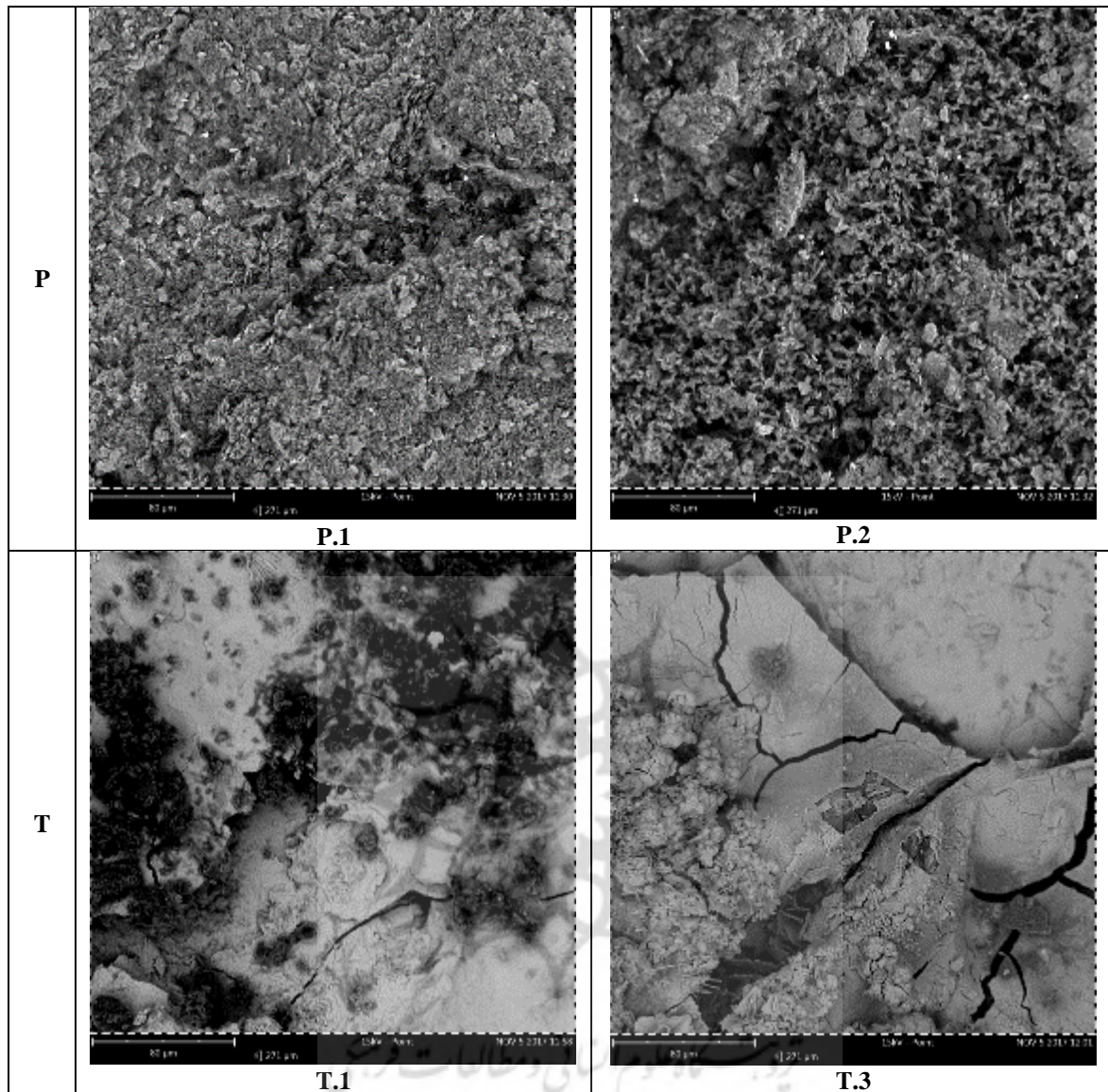
جدول ۲: نتیجه آنالیز عنصری نقطه‌ای از تعداد ۱۱ نمونه رنگ که به‌صورت اکسیدی در این جدول ارائه شده است.

Samp Eleme	Gr.1	Gr.2	R.1	R.2	B.1	B.2	P.1	P.2	T.1	T.2	T.3
Cu₂O	62.46	33.79	-	-	53.31	57.7	-	-	-	-	-
CaO	5.73	10.35	13.15	10.49	5.31	6.71	12.59	6.85	2.6	5.67	2.93
SO₃	3.49	6.24	28.71	32.2	2.32	6.99	6.74	16.98	3.43	4.98	2.24
SiO₂	5.13	4.92	16.9	14.54	5.99	3.63	0.43	0.21	1.85	-	-
Al₂O₃	1.32	-	5.29	3.59	3.21	1.51	-	-	-	-	-
MgO	-	-	2.32	1.99	2.48	0.83	16.91	15.09	-	-	-
ZnO	-	-	-	-	1.24	-	-	-	-	-	-
PbO	6.57	7.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe₂O₃	-	1.14	3.86	5.14	-	-	-	-	-	-	-
SnO₂	-	-	-	-	-	-	-	-	51.03	42.64	54.58
Hg	-	-	27.34	28.66	-	-	-	-	-	-	-
NO₂	-	13.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cl	7	6.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	14.4	11.9	21.4	18	3.1	19.3	8.8

بررسی میکروسکوپی SEM: از تمام نمونه‌هایی که در جدول شماره ۱ معرفی شده است (Gr.1، Gr.2، R.1، R.2، B.1، B.2، P.1، P.2، T.1، T.2، T.3)، تصاویری با میکروسکوپ الکترونی روبشی تهیه شد (شکل ۷ و ۸).

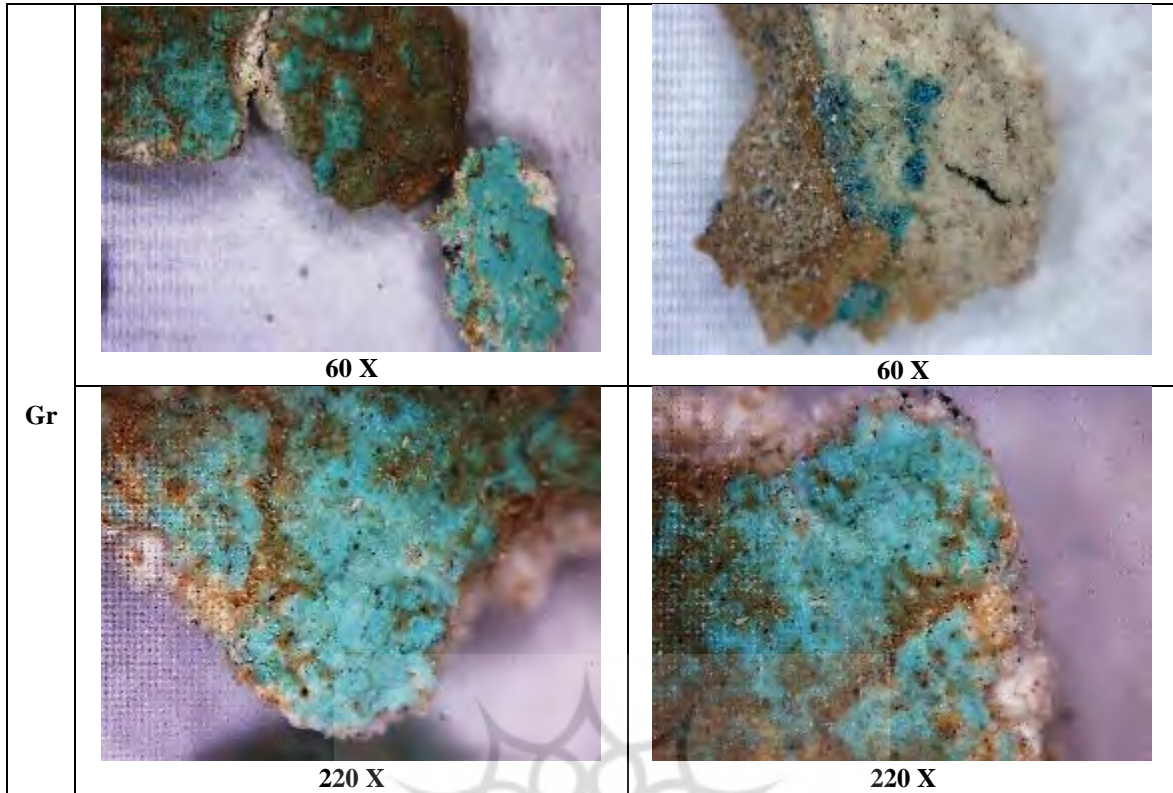


تصویر ۷: تصاویر SEM از رنگدانه‌های سبز، قرمز و آبی؛ دانه‌بندی و چگونگی قرارگیری دانه‌ها در کنار یکدیگر قابل توجه است.

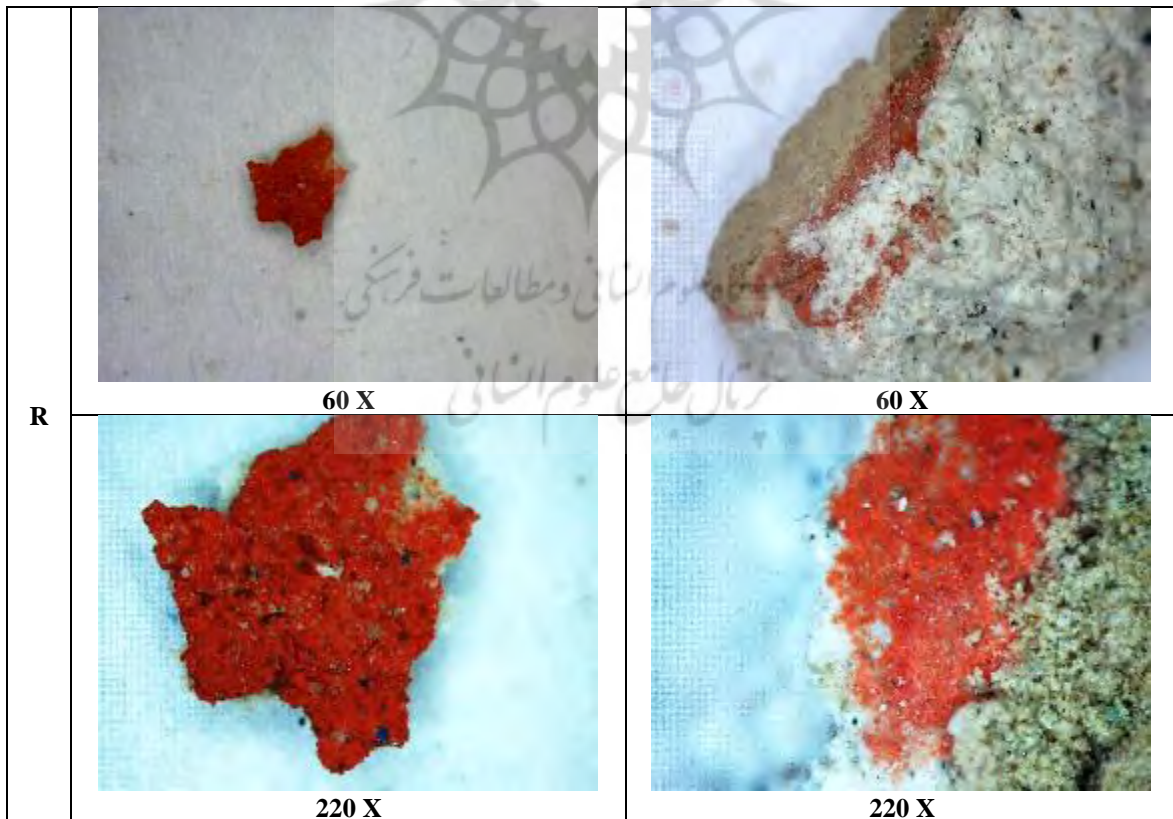


تصویر ۸: تصاویر SEM از لایه تدارکاتی زیر لایه رنگ و همچنین لایه طلائی بر روی آرایه‌های گچی قالبی

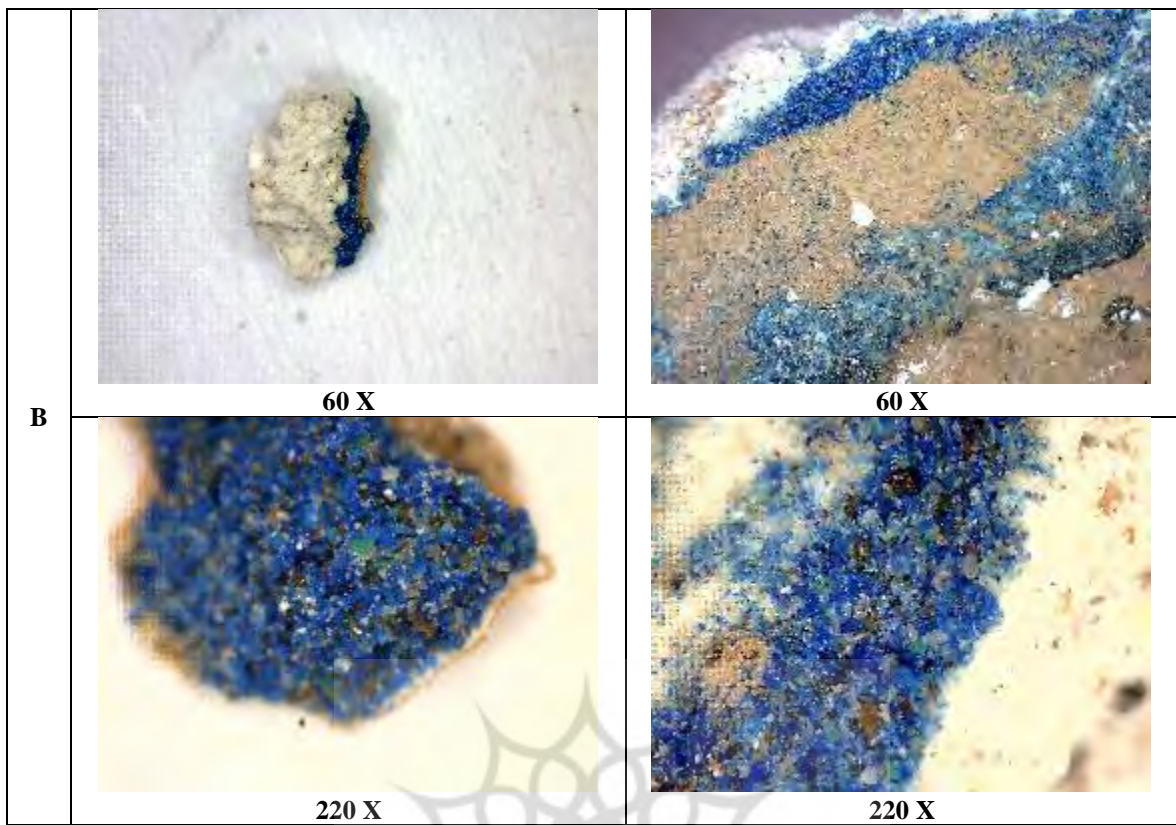
مطالعه با میکروسکوپ دیجیتال: نمونه‌های معرفی شده در جدول شماره یک به کمک میکروسکوپ دیجیتال مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. کیفیت رنگدانه، قرارگیری دانه‌های رنگ در کنار هم، اتصال لایه رنگ به زمینه، ناخالصی رنگدانه و مواردی از این دست، به کمک این تصاویر تا حدی روشن خواهد شد (Shrief et al, 2017). جهت به دست آوردن اطلاعات بیشتر، با دو بزرگنمایی ۶۰ برابر و ۲۲۰ برابر، نمونه‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند که در هنگام مطالعه، تصاویری هم تهیه شد. جزئیات مربوط به لایه رنگ سبز در کتیبه گچی ایوان (تصویر ۹)، لایه رنگ قرمز در کتیبه گچی ایوان (تصویر ۱۰)، لایه رنگ آبی در کتیبه گچی ایوان (تصویر ۱۱)، پشت و روی لایه تدارکاتی سفید رنگ در کتیبه گچی ایوان (تصویر ۱۲) و لایه طلائی رنگ با برق فلزی که بر روی آرایه‌های گچی قالبی در غرفه ایوان اجرا شده است را می‌توان در تصویر ۱۳ مشاهده نمود.



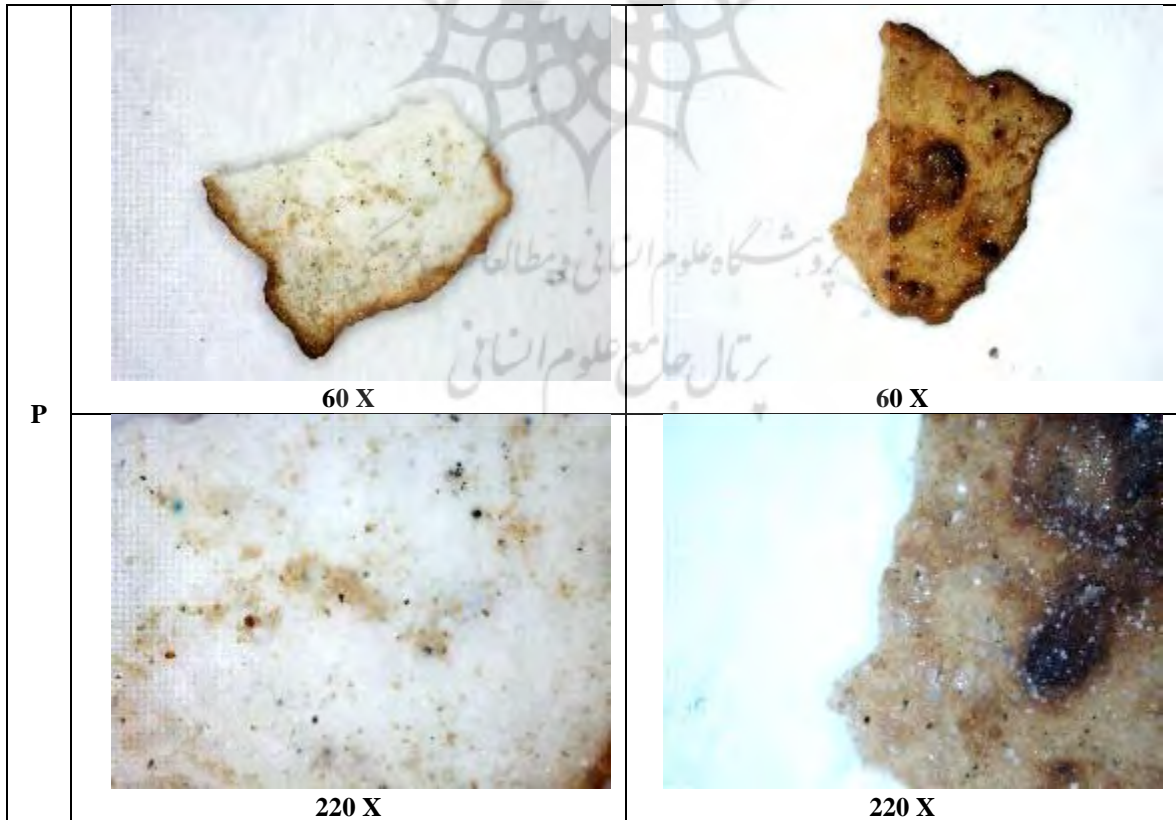
تصویر ۹: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی ۶۰ و ۲۲۰ برابر از لایه رنگ سبز در کتیبه گچی ایوان



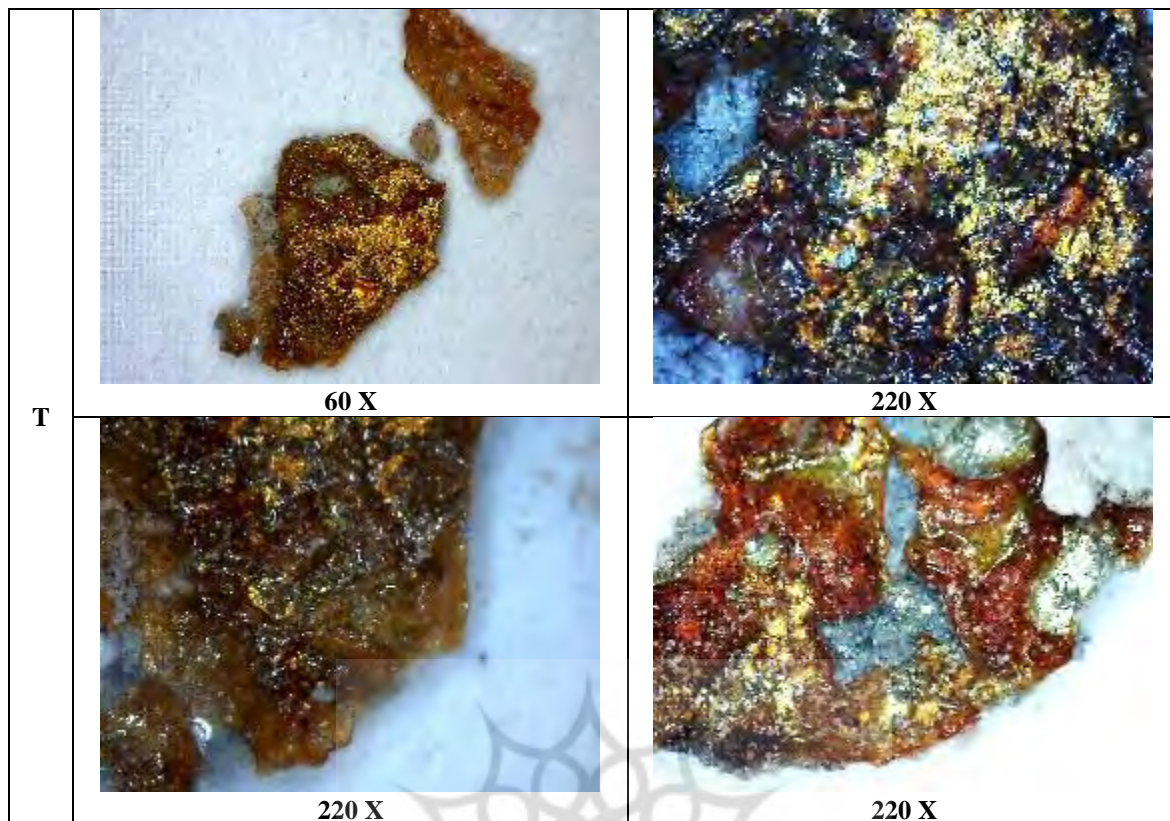
تصویر ۱۰: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی ۶۰ و ۲۲۰ برابر از لایه رنگ قرمز در کتیبه گچی ایوان



تصویر ۱۱: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی ۶۰ و ۲۲۰ برابر از لایه رنگ آبی در کتیبه گچی ایوان



تصویر ۱۲: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی ۶۰ و ۲۲۰ برابر از پشت و روی لایه تدارکاتی در کتیبه گچی ایوان



تصویر ۱۳: تصاویر تهیه شده با میکروسکوپ دیجیتال با بزرگنمایی ۶۰ و ۲۲۰ برابر از لایه طلایی رنگ روی آرایه گچی قالبی

۷- بحث در یافته‌ها و نتایج

رنگ سبز (Gr): در نمونه Gr.1 در نتیجه آنالیز عنصری، ترکیب اکسیدی کلسیم و گوگرد که بخش اصلی گچ هستند مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جرم اتمی این دو عنصر، برای میزان ۳/۴۹٪ از SO_3 مقدار ۴/۳۶٪ از CaO نیاز است تا ترکیب $CaSO_4$ کامل شود. همان‌طور که در جدول شماره ۲ قابل مشاهده است، میزان CaO کمی (۱/۳۷٪) بیشتر است. مقدار اضافه می‌تواند مربوط به ترکیبات کلسیتی در لایه بستر گچی باشد. وجود این دو عنصر در کنار SiO_2 و Al_2O_3 مربوط به لایه بستر گچی است که در واقع در این آنالیز، ناخالصی محسوب می‌شود. عنصر شاخص شناسایی شده مربوط به رنگ سبز در این نمونه، عنصر مس است که بالاترین درصد را به خود اختصاص داده است (۶۲/۴۶٪). نتیجه آنالیز نمونه Gr.2 هم، تا حد زیادی شبیه به Gr.1 است. در هر دو نمونه، مقدار ۶ الی ۷ درصد کلر وجود دارد که می‌تواند مربوط به نمک کلریدی باشد که در لایه‌های آرایه‌های معماری می‌تواند وجود داشته باشد یا در ترکیب رنگ سبز در زمان خلق اثر به صورت ناخالصی وجود داشته‌است. با توجه به وجود مس با درصد بالا، برای رنگ سبز، دو گزینه قابل تصور است: مالاکیت $Cu_2CO_3(OH)_2$ و زنگار $Cu(CH_3COO)_2.H_2O$. همچنین یکی از گزینه‌ها می‌تواند مخلوط آبی مصری با زرد سرب باشد که نیاز است لایه رنگ با بزرگ‌نمایی بالا مورد بررسی قرار گیرد. اگر در بزرگ‌نمایی ۲۲۰ برابر، دانه‌های زرد و آبی به صورت مشخص دیده شود، می‌توان به نتیجه قابل قبولی دست یافت، در غیراین صورت، رنگ سبز مورد استفاده در نقوش زمینه کتیبه گچی ایوان، یکی از رنگدانه‌های سبز مالاکیت یا زنگار است.

در این آنالیز، حضور عنصری که قابل تأمل است، اکسید سرب است. در سده هشتم هجری و قبل از آن در ترکیب اصلی رنگ سبز عنصر سرب وجود نداشته است مگر اینکه از رنگ سفید سرب یا زرد سرب در ترکیب با رنگ‌دانه‌های آبی استفاده

شده باشد. در این نمونه هم می‌توان چنین تصویری داشت که جهت به‌دست آوردن سبز روشن، از رنگ سبز بر پایه مس در مخلوط با سفید سرب استفاده شده باشد.

به کمک تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی می‌توان دانه‌بندی رنگدانه‌ها را مورد مطالعه قرار داد (Roberts et al, 2006). در این راستا در خصوص این رنگدانه می‌توان گفت: در تصاویر SEM از لایه رنگ سبز (تصویر ۷) بلورهای رنگدانه ریزتر از بلورهای ژئپس است. انسجام بلورهای رنگدانه از کیفیت خوبی برخوردار بوده و فضای خالی بین بلورها کم است. در مقایسه با دیگر نمونه‌هایی که با میکروسکوپ الکترونی روبشی بررسی شده، از نظر وضعیت استحکامی و در کنارهم قرار گرفتن بلورها، در شرایط بهتری قرار دارد.

در نتیجه بررسی سطحی لایه رنگ سبز با میکروسکوپ دیجیتال (تصویر ۹)، رنگ سبز روشن دیده می‌شود که در واقع مخلوطی از سبز و سفید است. همچنین غیریکنواخت بودن رنگ سبز (در برخی قسمت‌ها تیره‌تر و در برخی قسمت‌ها روشن‌تر است)، نشان‌دهنده مخلوط دو رنگدانه است. ناخالصی‌هایی نیز به صورت نقطه‌های تیره‌رنگ دیده می‌شود که می‌تواند مربوط به آلودگی و گرد و خاک باشد.

فقط برای این رنگدانه، آزمایش شیمی کلاسیک انجام شد. جهت شناسایی کربنات برای تشخیص رنگدانه مالاکیت از زنگار از اسید کلریدریک استفاده شد که جواب آزمایش مثبت بود.

رنگ قرمز (R): در نمونه R.1 در نتیجه آنالیز عنصری، عنصر شاخص رنگ‌ساز قرمز، جیوه به مقدار ۲۷/۳۴٪ است. اگر رنگدانه شنگرف HgS به عنوان رنگ قرمز استفاده شده باشد، مقدار گوگرد را باید به صورت خالص (بدون اکسید) در نظر گرفت. در جدول ۲ گوگرد به صورت ترکیب اکسیدی ارائه شده است که با توجه به عدد جرمی آن، مقدار S در این آنالیز حدود ۱۱/۴۸٪ است. در ترکیب HgS اگر Hg به مقدار ۲۷/۳۴٪ باشد بنابراین مقدار ۴/۳۶٪ گوگرد نیاز است تا ترکیب کامل گردد. مقدار ۷/۱۲٪ از گوگرد اضافه می‌آید که می‌تواند در کنار کلسیم موجود مربوط به ناخالصی گچ بستر باشد. SiO_2 و Al_2O_3 موجود در نمونه نیز می‌تواند مربوط به ناخالصی گچ بستر باشد. MgO نیز در ترکیب با CaO می‌تواند مربوط به پرکننده لایه تدارکاتی زیر رنگ باشد. تنها موردی که کمی عجیب به نظر می‌رسد، وجود آهن در نمونه است. به نظر می‌رسد این میزان آهن مربوط به پیریت FeS_2 باشد. نتیجه نمونه R.2 نیز شبیه به نمونه R.1 است و تحلیلی مشابه دارد.

جهت مطالعه مورفولوژی رنگ قرمز از SEM استفاده شد (شکل ۷). در تصاویر R.1 و R.2 قسمت‌هایی که به رنگ خاکستری روشن دیده می‌شوند، قرمز سولفید جیوه (II) است. به دلیل گذشت زمان طولانی از خلق اثر، نشانه‌ای از بست در لایه رنگ دیده نمی‌شود و این طبیعی است که در مدت زمان حدود ۷۰۰ سال، مواد آلی تا حد زیادی از بین رفته باشد. همچنین الگوی ریزترکی که در سطح لایه رنگ دیده می‌شود مربوط به رنگ شنگرف تاریخی است که در نمونه‌های مشابه نیز دیده شده است (Catarina et al, 2014: 214).

در نتیجه بررسی سطحی لایه رنگ قرمز با میکروسکوپ دیجیتال (شکل ۱۰)، دانه‌بندی نسبتاً درشت، تخلخل زیاد، یکدستی و یکنواختی لایه رنگ از نظر کیفیت رنگ قابل مشاهده است. ذرات رنگ آبی در چند نقطه دیده می‌شود. به دلیل این که زمینه کتیبه گچی، رنگ آبی است، احتمالاً ابتدا رنگ قرمز اجرا شده و در ادامه، هنرمند رنگ آبی را اجرا کرده است و ذرات رنگ آبی بر روی دیگر رنگ‌ها از جمله لایه رنگ قرمز ریخته است. ضخامت لایه رنگ قرمز از لایه رنگ سبز بیشتر است.

رنگ آبی (B): در نمونه‌های B.1 و B.2 در نتیجه آنالیز عنصری، بیش از نیمی از ترکیب، مس است. بنابراین گزینه‌های مورد نظر برای بررسی می‌تواند آزوریت $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ، آبی مصری $\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$ و آبی هان $\text{BaCuSi}_4\text{O}_{10}$ باشد. به دلیل اینکه در نتیجه آنالیز، باریم شناسایی نشده است پس آبی هان از گزینه‌ها خط می‌خورد. با توجه به فرمول شیمیایی و همچنین

عدد جرمی عناصر، در رنگدانه آبی مصری، مقدار زیادی سیلیس قابل تصور است، به عبارتی اگر رنگدانه مورد نظر آبی مصری باشد؛ در آنالیزهای مورد نظر، میانگین مس در دو نمونه مورد مطالعه، ۵۵/۵٪ است که برای این میزان مس باید حدود ۹۷٪ سیلیس وجود داشته باشد در صورتی که میانگین سیلیس شناسایی شده در دو نمونه مورد مطالعه، ۴/۸۱٪ است. بنابراین رنگدانه مورد مطالعه نمی‌تواند آبی مصری باشد. با توجه به فرمول شیمیایی آزوریت، می‌توان گفت این رنگدانه در کتیبه گچی ایوان استفاده شده است. بخشی از درصد نسبتاً بالای کربن می‌تواند مربوط به ترکیب آزوریت باشد. عناصری مانند کلسیم، گوگرد، آلومینیوم و سیلیس نیز می‌تواند مربوط به گچ بستر در زیر لایه رنگ باشد که در این آنالیز به عنوان ناخالصی محسوب گردد.

همانطور که در تصاویر SEM قابل مشاهده است (تصویر ۷)، دانه‌های مربوط به رنگ آبی به صورت بزرگ‌تر و روشن‌تر دیده می‌شود و در زیر آن، بلورهای گچ بستر قابل مشاهده است. با توجه به این تصاویر، میزان ناخالصی ملات گچ در آنالیز عنصری قابل قبول خواهد بود.

نکته قابل توجه در بررسی‌های میکروسکوپ دیجیتالی، وجود نقاط سبز رنگ در میان دانه‌های آبی است. این دانه‌های سبز که در شکل ۱۱ نیز قابل مشاهده است می‌تواند مربوط به مالاکیت باشد. در واقع به مرور زمان در برخی نقاط تبدیل آزوریت به مالاکیت اتفاق افتاده است که این روند در آینده می‌تواند ادامه داشته باشد.

لایه تدارکاتی (P): معمولاً در دوره‌های تاریخی اسلامی در ایران از گل سفید^۲ به عنوان پرکننده لایه تدارکاتی سفید رنگ استفاده می‌شده است. در آنالیزهای انجام شده از نمونه مورد نظر، میزان قابل توجهی از منیزیم شناسایی شده است. نزدیک‌ترین ترکیب به گل سفید که دارای منیزیم هم باشد، هانتیت با فرمول شیمیایی $Mg_3Ca(CO_3)_4$ است. در واقع کربنات کلسیمی است که منیزیم هم دارد. با توجه به جرم اتمی و همچنین فرمول شیمیایی هانتیت، نسبت منیزیم به کلسیم در این ترکیب، ۷۲/۹ به ۴۰ است. اگر میانگین کلسیم در دو آنالیز تهیه شده ۹/۷۲ باشد، حدود ۱۷/۷۱٪ منیزیم باید در ترکیب وجود داشته باشد. همان‌طور که در نتیجه آنالیز قابل مشاهده است (جدول ۲)، میزان منیزیم حدود ۱۶ درصد شناسایی شده است. درصد بالای کربن شناسایی شده نیز می‌تواند مربوط به ترکیب هانتیت باشد.

در تصویر ۸ انسجام بلورهای هانتیت قرار گرفتن آن‌ها به صورت لایه‌ای بر روی یکدیگر قابل مشاهده است. فضاهای خالی تیره‌رنگی در تصاویر دیده می‌شود که به نظر می‌رسد مربوط به مواد آلی لایه تدارکاتی باشد که به مرور زمان از بین رفته است. قابل ذکر است که برای آنالیز و همچنین تهیه تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی، مغز نمونه برداشته شده مورد استفاده گردید چرا که بر سطح لایه تدارکاتی سفید، ماده آلی متمایل به قهوه‌ای دیده می‌شد (تصویر ۱۲). این ماده آلی می‌تواند مربوط به مرمت‌های دهه‌های گذشته باشد. پرکننده سفید رنگ لایه تدارکاتی تقریباً یکدست و با ناخالصی بسیار کم است. لکه‌های قهوه‌ای که در تصاویر میکروسکوپ دیجیتال قابل مشاهده است مربوط به نفوذ مواد مرمتی در ساختار لایه تدارکاتی است.

لایه طلایی (T): در نتیجه آنالیز عنصری، از سه نمونه مربوط به لایه طلایی، درصد بالایی از فلز قلع شناسایی شد (جدول ۲). در واقع عنصر اصلی مربوط به ورق فلزی مورد مطالعه، قلع است. درصد کمی از ترکیب اکسیدی کلسیم و گوگرد مربوط به گچ بستر است که از بین ریزترک‌های ورق قلع شناسایی شده است. همچنین درصد نسبتاً بالای کربن مربوط به مواد آلی است که نسبتاً لایه ضخیمی از رزین شفاف زرد رنگ بر روی ورق طلا اجرا شده بوده تا از فاصله معمولی که اثر دیده می‌شود، ورق قلع مانند ورق طلا دیده شود. در شکل ۱۳ لایه شفاف‌ی که بر روی ورق قلع اعمال شده، به خوبی قابل مشاهده است و با این

ترفند، ورق قلع واقعاً مانند ورق طلا دیده می‌شود. در بررسی انجام شده با میکروسکوپ SEM از نمونه‌های ورق قلع، چروک-های ورق فلزی و همچنین ریزترک‌ها و مواد آلی روی سطح ورق به خوبی قابل مشاهده است (تصویر ۸).

۸- نتیجه‌گیری

از آنجایی که اجرای لایه رنگ بر روی آرایه گچی یا بستر گچی در ایران پس از اسلام از دوره ایلخانان مغول رونق گرفت و یکی از حکومت‌های ملوک‌الطوایفی در منطقه مرکزی ایران، به‌ویژه یزد، حکومت آل مظفر بود و یکی از مهم‌ترین بناهای به‌جا مانده از این دوره، بقعه سیدشمس‌الدین یزد است، بنابراین مطالعه فنی بر روی آرایه‌های معماری آن از اهمیت خاصی برخوردار است. آرایه گچی برجسته (کتیبه گچی) ایوان بنا یکی از زیباترین و ظریف‌ترین این گونه آثار است که در نتیجه مداخلات حفاظتی بر روی این کتیبه، رنگ‌های آبی، قرمز، سبز و سفید^۳ هویدا شد. در نتیجه مطالعات انجام گرفته، این رنگدانه‌ها شناسایی شد. همچنین لایه طلایی با برق فلزی بر روی آرایه گچی قالبی در غرفه جلوی ایوان نیز مورد شناسایی قرار گرفت.

با توجه به ویژگی‌های دانه‌بندی و همچنین ارزش رنگی نمونه‌های مطالعاتی و در تکمیل آن، عناصر شاخص به‌دست‌آمده در طی مطالعات آزمایشگاهی، مشخص شد که رنگ قرمز استفاده شده در لابلای نقوش آرایه‌های گچی، شنگرف است. همچنین رنگ آبی در این کتیبه، رنگدانه آزوریت است و رنگ سبز مورد استفاده در نقوش زمینه کتیبه، مالاکیت شناسایی شد. معمولاً قبل از اجرای رنگ بر سطح بستر گچی یا آرایه گچی، لایه تدارکاتی اجرا می‌شده است. ماده‌ای که برای بوم‌کردن سطح استفاده می‌شده، یک چسب آلی با منشأ گیاهی^۴ یا منشأ حیوانی^۵ بوده است. لایه تدارکاتی می‌تواند به صورت ساده اجرا شود و یا می‌تواند با پرکننده^۶ اجرا شود. در بخش کتیبه گچی (روی نوشتار و نقوش و همچنین زمینه نقوش) در ایوان بقعه، برای پرکننده لایه تدارکاتی، از هانتیت^۷ استفاده شده است.

لایه طلایی رنگ روی آرایه گچی قالبی، ورق قلع است که به شیوه‌ای خاص بر سطح آرایه گچی چسبانده شده و لایه‌ای شفاف از رزین^۸ یا روغن کمان بر روی آن اجر شده تا از فاصله منطقی که اثر دیده می‌شود، شبیه به ورق طلا به نظر برسد. پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی: به دلیل ارزشمند بودن و خاص بودن رنگ در آرایه‌های معماری دوره آل مظفر یزد، همچنین جهت تکمیل اطلاعات راجع به رنگزاهای استفاده شده در این دوره و ارتباط آن با آرایه‌های معماری بناهای دوره‌های قبل و بعد در شهر یزد، پیشنهاد می‌شود رنگزاهای استفاده شده در آرایه‌های معماری ذکر شده، با دقت تمام و به روش علمی و با کمترین تخریب ممکن مورد شناسایی قرار گیرد تا بانک اطلاعاتی رنگزاهای ایران (که در حال حاضر بسیار ناقص است) تکمیل گردد.

پی‌نوشت

۱. بوم‌کننده
۲. کربنات کلسیم
۳. پرکننده لایه تدارکاتی
۴. مانند: کتیرا و صمغ عربی
۵. مانند: سریشم
۶. پرکننده سفید مانند گل سفید و گل گیوه؛ پرکننده قرمز مانند گل هرمز و گل ارمنی
۷. به زبان محلی: گل گیوه است. گل گیوه یکی از مصالح بوم‌آورد در منطقه یزد است. گفته می‌شود مصالح بوم‌آورد کاملاً با اقلیم و زمینه سازگار هستند (رضوی زاده، ۱۳۹۹: ۶۵).
۸. مانند دامار یا شلاک

منابع

- افشار، ایرج. (۱۳۷۴). یادگارهای یزد. چاپ دوم، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.
- باتر، مسعود. (۱۳۸۹). بررسی ساختار رنگدانه‌های نقاشی‌های دیواری عصر پارسی در کوه خواجه سیستان. بلورشناسی و کانی شناسی ایران، سال ۱۸، شماره ۳: ۳۲۳-۳۳۴.
- باقرزاده کثیری، مسعود. (۱۳۹۴). شناسایی رنگدانه لاجورد در نگاره‌های ایرانی با استفاده از روش‌های نشر پرتو ایکس القایی پروتون PIXE و میکروسکوپ نیروی اتمی AFM. علوم و فناوری رنگ، ۹: ۲۵۱-۲۵۸.
- برکشلی، ماندانا. (۱۳۷۶). رنگ سبزی زنگار مراحل تخریب آن در مکتوبات مذهب. مجله اثر، شماره ۲۸: ۱۴۸-۱۵۵.
- پازوکی، ناصر و شادمهر، عبدالکریم. (۱۳۸۴). آثار ثبت شده ایران در فهرست آثار ملی. تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور.
- جعفری، جعفر بن محمد بن حسن. (قرن ۹ ه. ق.). تاریخ یزد. تصحیح ایرج افشار، ۱۳۳۸، طهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- حمزوی، یاسر و وطن‌دوست، رسول. (۱۳۹۳). مطالعه و بررسی فنی لایه‌های دیوارنگاره سقف گنبد بقعه سید رکن‌الدین یزد. کتاب مجموعه مقالات: برگزیده مقالات اولین و دومین همایش ملی کاربرد تحلیل‌های علمی در باستان‌سنجی و مرمت میراث فرهنگی ۱۳۹۱-۱۳۹۲، تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز: ۳۰۹-۳۳۳.
- خادم‌زاده، محمد حسن. (۱۳۸۶). محلات تاریخی شهر یزد. پایگاه میراث فرهنگی شهر تاریخی یزد و سبحان نور.
- خادم‌زاده، محمد حسن و اصفهانی‌پور، فائزه. (۱۳۹۳). واکاوی تحولات آرایه‌های داخلی گنبد در شیوه یزد و تأثیرات آن بر سایر بناها در ایران. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، دوره چهارم، شماره ۷: ۱۹۳-۲۱۱.
- خان‌مرادی، مژگان و نیکنمی، کمال‌الدین. (۱۳۹۶). بررسی ساختار رنگدانه‌های بکار رفته در گچبری‌های به‌دست آمده از محوطه قلعه یزدگرد. پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، دوره هفتم، شماره ۱۳: ۱۴۳-۱۵۶.
- داداش‌زاده، مارال؛ عبدالله خان گرجی، مهناز و وحیدزاده، رضا. (۱۳۹۵). خمیر لاجورد یا آبی مصری؟ بررسی ساختاری و هویت بخشی مجموعه‌ای از اشیاء منسوب به خمیر لاجورد در موزه ملی ایران. پژوهش‌های باستان‌سنجی، سال دوم، شماره دوم: ۳۵-۴۸.
- رضوی‌زاده، اعظم سادات. (۱۳۹۹). بررسی ابعاد پایداری کهن‌الگوهای معماری گذشته به منظور تداوم در طراحی خانه امروز (استخراج احکام طراحی مبتنی بر کهن‌الگوهای اقلیم گرم و خشک). پژوهش‌های معماری اسلامی، سال هشتم، شماره ۲۷: ۷۱-۵۳.
- زارعی، محمد ابراهیم؛ میردهقان اشکذری، سیدفضل‌الله و خادم‌زاده، محمد حسن. (۱۳۹۵). تزیینات معماری مسکونی دوره آل در منطقه یزد و جایگاه آن‌ها در خانه‌های این دوره. مطالعات معماری ایران. سال پنجم، شماره ۹: ۱۰۱-۱۲۲.
- سامانیان، کورس؛ عباسیان، حمیده و عباسی، زهرا. (۱۳۹۶). مطالعه فن‌شناسی پالت رنگ آثار نقاشی سه‌پایه‌ای جعفر چهره-نگار در موزه مجلس شورای اسلامی. علوم و فناوری رنگ، ۱۱: ۱۲۱-۱۳۶.
- سلحشور، فاطمه؛ رادمنش، عظامحمد؛ حمزوی، یاسر و خراسانی، محبوبه. (۱۳۹۸). برابرسازی واژه فارسی خماین با کانی‌های آهن‌دار شناخته‌شده امروزی بر اساس رنگ‌زا بودن این ماده و یافته‌هایی از متون ادبی تاریخی فارسی و تهیه نمونه‌ای از خماین ماده. پژوهش باستان‌سنجی، سال ۵، شماره ۲: ۱۶۹-۱۸۳.

- سلحشور، فاطمه و حمزوی، یاسر. (۱۳۹۲). استفاده از رنگدانه‌های هنری شنگرف، لاجورد و زنگار در شعر ایرانی بر اساس تذکره عذری بیگدلی، قرن ۱۲ ه.ق. دانش مرمت و میراث فرهنگی، سال اول، شماره ۲: ۴۶-۵۶.
- شیروانی، مریم. (۱۳۹۸). شناخت رنگدانه‌ها در آرایه‌های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه زنجان. پژوهش باستان‌سنجی، سال پنجم، شماره اول: ۱۲۹-۱۴۲.
- فرهمند بروجنی، حمید؛ عابد اصفهانی، عباس و شیشه‌بری، طاهره. (۱۳۹۱). شناخت مواد و فنون دیوارنگاره پنج بنای دوره ایلخانی شهر یزد. مرمت و معماری ایران، سال دوم، شماره ۴: ۹۷-۱۱۲.
- قدکیان، سید محمد رضا؛ بیگزاده شهرکی، حمیدرضا و اولیا، لیلی. (۱۳۹۶). بازخوانی و بازشناسی ساختار و سیر تحول تاریخی محله امامزاده جعفر یزد تا پیش از تغییرات دوران معاصر. معماری اقلیم گرم و خشک، سال پنجم، شماره ۵: ۵۱-۶۹.
- کاتب، احمدبن حسین بن علی. (قرن ۹ ه.ق.). تاریخ جدید یزد. تصحیح ایرج افشار، چاپ سوم، ۱۳۸۶، تهران: امیرکبیر.
- کریمی، امیرحسین. (۱۳۹۶). کوشش برای ترسیم سیر تحول ساخت رنگدانه‌های نقاشی در ایران و تاریخچه مطالعات این عرصه. تاریخ علم، دوره ۱۵، شماره ۲: ۲۳۳-۲۴۹.
- کریمی، امیرحسین؛ نصیری مبارکه، مهدی. (۱۳۸۶). بررسی رنگدانه سفیداب شیخ و انتساب آن به شیخ بهایی. مرمت و پژوهش، شماره ۳: ۷۳-۸۴.
- کوچکزی، علیرضا؛ نعمتی بابیلو، علی و دانشپور، لیلا. (۱۳۹۴). شناسایی رنگدانه‌های مورد استفاده در تزئین کتیبه کاغذی خانه انصارین تبریز. علوم و فناوری رنگ، ۹: ۲۹۷-۳۰۶.
- مستوفی بافقی، محمد مفید. (۱۰۹۰). جامع مفیدی. به کوشش ایرج افشار، ۱۳۴۰، تهران: چاپخانه رنگین.
- ندیمی، هادی؛ ابویی، رضا و مرادی، زینب. (۱۳۹۸). تبیین مفهوم سبک‌شناسی معماری با معرفی رویکرد جدید ر سبک-شناسی معماری ایران با انگیزه حفاظت معماری. معماری اقلیم گرم و خشک، سال هفتم، شماره ۱۰: ۱-۲۸.
- نقیبی، سپیده و باقرزاده کثیری، مسعود. (۱۳۹۵). شناسایی رنگ‌های به‌کار رفته در متون نسخ خطی تاریخی با استفاده از روش‌های آنالیز دستگاهی. نخستین سمینار شیمی کاربردی ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده شیمی: ۱-۵.
- ویلبر، دونالد. ن. (۱۳۴۶). معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان. عبدالله فریار، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- هیل، درک؛ گرابر، اولگ. (۱۳۸۶). معماری و تزئینات اسلامی. ترجمه مهرداد وحدتی دانشمند، تهران: علمی و فرهنگی.
- Anisi, Alireza (2009). The Davāzdah Imām Mausoleum at Yazd: A Re-Examination. *Iran*, Vol. 47: 57-68. Published online: 23 Mar 2017: (<https://doi.org/10.1080/05786967.2009.11864759>)
- Catarina, Miguel; Pinto, Joana V., Clarke, Mark; Melo, Maria J.(2014). The alchemy of red mercury sulphide: the Production of vermilion for medieval art. *Dyes and Pigments*, 102: 210-217.
- International Cultural Tourism Charter Managing Tourism at Places of Heritage Significance(1999). Adopted by ICOMOS(International Council on Monuments and Sites).
- Roberts, Andrew p.; Liu, Qingsong; Rowan, Christopher J.; Chang, Liao; Carvallo, Claire; Torrent, Jose; Horng, Chorng-Shern(2006). Characterization of hematite, goethite, greigite and pyrrhotite using first-order reversal curve diagrams. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 111, B12s35: 1-16.
- Shrief, Eissa; Lampakis, Dimitrios; Karapanagiotis, Ioannis; Panayiotou, Costas; Afifi, Hala A.; Abd-el hadi, Mohamed(2017). Investigation of painted stucco in historic buildings of Delta Egypt. *Archaeol Anthropol Sci*, 9: 727-736.

Original Research Article

Structural study of pigments on Stucco inscription on the porch of Seyyed Shams-din tomb (Yazd-Iran)

Yaser Hamzavi^{1*}

1- Assistant Professor, Department of Conservation and Archaeometry, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran

Abstracts

Gypsum is one of the traditional materials in Iran that has been used extensively in historical periods, especially in hot and dry climates, in architecture and architectural decorations. In the Islamic era the peak of the gypsum stucco decoration is in 13 and 14 centuries AD. Color was used on stucco decoration to express the artistical and aesthetical effect of this art. Tomb of Seyyed Shams-din is one of the famous monument of the 14 century in Yazd. In the porch of the building, a stucco inscription in Kufic script has been executed in the form of mother and child. The background of this inscription has been executed with abstract plant motifs such as Arabesque. Blue, red and green colors have been used in the background of the inscription. Usually, in order to improve the quality of the paint layer, the primary layer was first applied on the plaster. Due to the passing of the time, only a small part of these colors remain. The conservation of the remnants of the art of the 14 century requires an accurate technical knowledge of the work. In this regard, the study of the structure of the pigments on the stucco inscription in porch seems necessary. Therefore, the present study tries to use examination and scientific studies to accurately identify the pigments used on the stucco inscription of the porch and also the golden layer on the molded gypsum arrays on the moqarnas of the arc in front of the porch in Seyyed Shams-din tomb. The results show that the blue pigment used in the stucco inscription is an Azurite; Red is a Vermilion; Green is a malachite; filler or pigment of primary layer is Huntite, and the gold layer on the molded gypsum arrays is a Tin leaf with a resin or oil coating.

Keywords: pigment, tomb of Seyyed Shams-din, stucco inscription, Structural study, Yazd