نوع مقاله: پژوهشی
دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱
پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۴/۱۵
صفحات: ۵۳-۳۷
10.29252/mmi.580.13990415

مطالعه ساختارشناسی ملات گچی ایوان بقعهٔ سید شمس‌الدین یزد (کتیبه کوفی، آرایه گچی قالبی، لایه بستر گچی)

یاسر حمزوی*

چکیده

گچ و ملات گچی، یکی از پیچیده‌ترین و خاص‌ترین مصالح ساختمانی سنتی ایران به شمار می‌رود که هنرمندان گچ‌بر ایران در طی دو هزار سال گذشته، گاهی با کم و زیاد کردن نسبت آب به گچ در ملات و گاهی با ورز دادن کم یا زیاد ملات و گاهی با افزودن مواد معدنی و آلی به ملات گچ به‌عنوان مکمل، به‌خوبی توانسته‌اند با تغییر در ویژگی‌های استحکامی و همچنین زمان گیرش ملات گچ، آثار بسیار متنوع با تکنیک‌های مختلف به‌عنوان آرایه معماری خلق کنند. اوج هنر گچ‌بری در دوران اسلامی، سده هشتم ه.ق. است. یکی از بناهای این دوره در یزد، بقعه سیدشمس‌الدین، دارای آرایه‌های گچی برجسته و قالبی کم‌نظیری است. از جملهٔ این آرایه‌های گچی، کتیبه گچی در ایوان بنا است که در سه ضلع امتداد یافته و متأسفانه بخش‌هایی از آن به مرور زمان از بین رفته‌اند. برای حفاظت صحیح این کتیبه گچی ارزشمند، لازم بود مطالعات ساختارشناسی و فن‌شناسی بر روی آن انجام شود تا در مرحله بعد بتوان آسیب‌های وابسته به ساختار و فرآیند فرسایش آن را به صورت دقیق و علمی بررسی نمود و شناخت. هدف از پژوهش پیش رو، شناخت فنی ملات گچی کتیبهٔ ایوان این بنا است. در این راستا، از عمق و سطح کتیبه گچی، آرایه گچی قالبی و همچنین بستر گچی زیر این آرایه، نمونه‌برداری انجام پذیرفت که با استفاده از آنالیزهای XRD, XRF, SEM-EDS به ارزیابی و مقایسه میان این ملات‌ها اقدام شد. نتایج حاصل از پژوهش گویای این مهم هستند که عمق و سطح کتیبه گچی از نظر ساختاری با یکدیگر متفاوت است که بخشی از تفاوت، مربوط به زمان عمل‌آوری و اجرای کتیبه بوده و بخشی نیز مربوط به فرآیند فرسایش ملات است. فرسایش و تغییرات ساختاری در عمق کتیبه، بیشتر از سطح بوده که باعث کم شدن استحکام آن شده است و از دلایل اصلی آن، نفوذ رطوبت و نمک‌های محلول از سمت دیوار تکیه‌گاه به عمق کتیبه گچی است.

کلیدواژه‌ها: ساختارشناسی، ملات گچی، فرآیند فرسایش، آرایه معماری، بقعه سید شمس‌الدین

* استادیار، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. y.hamzavi@tabriziau.ac.ir

مقدمه

در ایران و به‌ویژه مناطق مرکزی آن به دلیل اقلیم خشکی که دارد، از گچ به‌وفور برای اجرای آرایه معماری استفاده شده است. استادکاران ایرانی به‌خوبی توانسته‌اند ویژگی‌های خاص گچ و ملات گچی را بشناسند و به خدمت بگیرند که نتیجه آن، خلق آرایه‌های گچی فوق‌العاده زیبا است. اوج هنر گچ‌بری در ایران، مربوط به سده هشتم هجری قمری است. هنر گچ‌بری در دوره ایلخانی در گستره جغرافیایی وسیعی، به‌عنوان عنصر تزئینی در معماری به‌کار رفته است و از این دوران، آثار بسیار زیبا و بی‌نظیری بر جای مانده‌اند (لشکری، ۱۳۹۶: ۹۲). یکی از بناهای سده هشتم در شهر یزد، بقعه سیدشمس‌الدین است که تکنیک‌های مختلف و متنوع آرایه گچی با ظرافت هر چه تمام‌تر در آن اجرا شده‌اند. از جملهٔ این آرایه‌ها می‌توان به کتیبه گچی ایوان که در سه ضلع امتداد یافته است، اشاره نمود. کتیبهٔ کوفی تزئینی که 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 شده‌اند. به دلیل قرارگیری این کتیبه ارزشمند در ایوان بنا و ارتباط مستقیم آن با هوای محیط پیرامون، متأسفانه دچار آسیب‌های فراوانی شده است.

برای حفاظت صحیح یک اثر تاریخی، قدم اول، شناخت همه‌جانبه آن است؛ بنابراین لازم است تا مطالعات فنی بر روی این کتیبه گچی انجام پذیرند. بخشی از اصالت اثر تاریخی، در مواد و مصالح به‌کاربرده‌شده نمود پیدا می‌کند (International Cultural Tourism Charter Managing Tourism at Places of Heritage Significance, 1999) که با شناخت دقیق مواد و ساختار آن، می‌توان برنامه صحیحی برای مداخله‌های مرمتی و حفاظت آن ارائه نمود. مسئله اصلی پژوهش حاضر، نبود شناخت فنی و ساختاری آرایه‌های گچی (کتیبه کوفی) ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین یزد است.

در این راستا، هدف از پژوهش پیش رو، شناخت فنی و ساختاری کتیبه گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین یزد است. وجود آرایه‌های گچی فراوان در ایران، به‌ویژه آثار ارزشمند سده هشتم هجری، باعث می‌شود موضوع شناخت فنی و ساختاری این گونهٔ آثار از اهمیت بالایی برخوردار شود و از طرفی، کم بودن منابع مطالعاتی و پژوهش‌های انجام‌شده پیشین در خصوص مطالعات ساختاری گونه‌های مختلف آرایه گچی در دوره‌های تاریخی ایران و وجود ابهامات فنی در این خصوص، از ضروریات پژوهش حاضر است. لازم به ذکر است نگارنده، برنامه هدفمندی در خصوص مطالعات ساختارشناسی و فرسایش این نوع ملات در پیش رو خواهد داشت.

پیشینه پژوهش

صالحی کاخکی و اصلانی (۱۳۹۰) در مقاله‌ای با عنوان "معرفی دوازده گونه از آرایه‌های گچی در معماری دوران اسلامی ایران بر اساس شگردهای فنی و جزئیات اجرایی"، آرایه‌های گچی در ایران را که از دوره اشکانی آغاز شده و تا دوره قاجاریه ادامه دارند و اوج هنرگچ‌بری در ایران، دوره ایلخانان مغول معرفی شده است، بر اساس شیوه شکل‌دهی، میزان برجستگی نقوش و شگردهای فنی و جزئیات اجرایی تقسیم‌بندی کرده و از هر کدام از تکنیک‌های اجرایی، نمونه‌هایی را معرفی نموده‌اند.

حمزوی و سرداری (۱۳۹۱) در مقاله "استفاده از آنالیزهای دستگاهی جهت فن‌شناخت آرایه‌های گچی بقعهٔ ستی فاطمه یزد"، بر روی نمونه‌های ملات گچ در آرایه‌های گچی دوره تیموری در شهر یزد، مطالعات فنی و ساختارشناختی انجام داده‌اند. در این مسیر، از آنالیز فازی XRD، آنالیز عنصری XRF و همچنین میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM استفاده شده است. سپس، نتیجه آنالیزها در کنار هم دیده شده و با توجه به مطالعه بلورهای گچ با بزرگنمایی‌های مختلف، تحلیل فنی صورت پذیرفته است.

در پایان‌نامه اصفهانی‌پور (۱۳۹۰) با نام "فن‌شناسی آسیب‌شناسی و ارائه طرح حفاظت از تزئینات گچی در مدرسه شمسیه یزد"، بعد از کلیات تحقیق، به صورت کلی آرایه‌های معماری بنا معرفی شده و در ادامه، آرایه‌های گچی قالبی با سه لایهٔ قلع و چسب و رنگ مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. در پایان، در خصوص آسیب‌ها و استفاده از مواد سنتزی و طبیعی برای استحکام‌بخشی این آرایه‌ها، مطالعاتی انجام شده‌اند.

میش‌مست نهی (۱۳۹۴) در مقاله‌ای تحت عنوان "کاربرد تحلیل‌های بلورشناسی در مطالعات فنی آثار تاریخی گچی (مطالعه موردی گچ‌بری کوه خواجهٔ سیستان، ملات گچ شادیاخ نیشابور و ملات گچ قلعه الموت قزوین)"، اطلاعاتی از بلورهای گچ در نمونه ملات‌های تاریخی ارائه نموده که در این پژوهش، از روش‌های دستگاهی شامل تهیه تصاویر SEM و آنالیز XRD استفاده شده است.

کاظمیان و اصلانی (۱۳۹۱) در مقاله "شناسایی نقوش و فنون آرایه‌های گچی بند آجری مسجد جامع عتیق اصفهان"، به بررسی آرایه گچی کلوک‌بند پرداخته که پس از مطالعات میدانی، از روش آزمایشگاهی شیمی تر و همچنین میکروسکوپ

الکترونی روبشی برای ساختارشناسی نمونه‌های تاریخی کمک گرفته‌اند.

لشکری (۱۳۹۶) در مقاله‌ای با نام "بررسی و تحلیل گچ‌بری‌های نویافتهٔ ایلخانیان آوه"، آرایه‌های گچی مربوط به تاریخ ۶۸۴ ه.ق. را مورد مطالعه قرار داده است. نگارنده در پی اثبات هر چه بیشتر تاریخ‌گذاری، به مطالعه فنی و شکلی این نقوش و مقایسه آنها با آرایه‌های گچی سایر اماکن تاریخیِ بر جای مانده از دوره ایلخانیان پرداخته است.

در خصوص چگونگی تشکیل و رشد بلورهای گچ به هنگام گیرش، مطالعاتی انجام شده و نکاتی ارائه شده‌اند؛ ژیپس[1] در سیستم مونوکلینیک و کلاس پریسماتیک متبلور می‌شود (Sudell, 2010). بلورهای ژیپس در سه جهت رشد می‌کنند[2] (Gourdin & kingery, 1975) و همچنین فرم‌های $1\bar{1}1$ و $1\bar{0}3$ که دارای سطوح و یال‌های محدب هستند و بلورهای غنچه مانندی را از ژیپس به وجود می‌آورند (عرفانی، ۱۳۹۴) و اندیس‌های شکست در بلور ژیپس ۱/۵۳۰، ۱/۵۲۳، ۱/۵۲۱ وابسته به جهت مشاهده کریستال هستند (عباسیان، ۱۳۷۱).

شکل‌گیری و رشد بلورهای گچ در سه مرحله اتفاق می‌افتد؛ الف: زمانی که پودر گچ به آب اضافه می‌شود ابتدا به حالت اشباع و در ادامه به حالت فوق اشباع می‌رسد. ب: سپس جوانه‌ها تشکیل می‌شوند. ج: رشد بلورها در جهات مختلف آغاز می‌شود (Abdel-Aal et al, 2004). گچ این قابلیت را دارد که بعد از کریستالیزه شدن از درون حلال، در دو شکل ژیپس و انیدریت متبلور شود (Torraca, 2009; Middendorf & Knofel, 1988). مواد آلی که معمولاً با درصد مشخص به صورت عمدی به‌عنوان افزودنی به ملات اضافه می‌شده، در تعداد جوانه‌ها در ابتدا و چگونگی رشد بلورها در مرحلهٔ گیرش تأثیرگذار هستند (Middendorf, 2002)؛ همچنین، وجود مواد آلی با نسبت مشخص و تحت تأثیر گذاشتن نسبت W/D (W/D = water/dihydrate)، می‌تواند در رشد بیشتر در یک بعد از بلور تأثیرگذار باشد که در نتیجه، بلور به شکل مولتی هدرال و با سرعت متفاوت در جهات متفاوت رشد می‌کند. مواد آلی بیشترین تأثر خود را بر روی سطوح(111) و قرینه‌های آن می‌گذارند (Li et al, 2007). در واقع، مواد آلی سبب کاهش تعداد جوانه‌ها و سپس جلوگیری از رشد بلور در امتداد برخی صفحات شده که اجازه رشد به برخی صفحات دیگر را می‌دهند.

روش پژوهش

در پژوهش حاضر ابتدا با تکیه به مطالعه منابع مکتوب، مطالعات و بررسی‌های میدانی صورت پذیرفته‌اند که در نتیجه آنها و با توجه به مشکلات و ابهامات و شرایط موجود، نمونه‌برداری از لایه‌های مختلف انجام شده است. سپس با توجه به سؤالات مطرح‌شده، روش‌های مطالعات آزمایشگاهی انتخاب شده‌اند. در همین راستا، جهت شناسایی و تشخیص فازهای کریستالی موجود در نمونه‌ها، از آنالیز پراش پرتو ایکس XRD به روش پودری بر ۲ نمونه ملات از کتیبه گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین و ۱ نمونه از آرایه گچی قالبی داخل کاسه‌های مقرنس در فضای بیرونی ایوان برای مقایسه ساختاری با کتیبه گچی به وسیله دستگاه دیفراکتومتر مدل PW1800 ساخت شرکت PHILIPS هلند (لامپ پرتو ایکس از جنس مس با حداکثر اختلاف پتانسیل kV40 و حداکثر شدت جریان mA ۳۰، نمونه ثابت و آشکارساز سوزن) تحت زاویه $2.\theta$ و زاویه تابش ۵-۶۰ درجه، به صورت کیفی، استفاده شد و به کمک نرم‌افزار Xpert high score plus تحلیل‌های مورد نیاز انجام گرفت. همچنین، آنالیز عنصری XRF با استفاده از دستگاه XRF ساخت شرکت Philips مدل PW1480، تولیدشده در سال 2004 بر روی ۲ نمونه ملات گچ کتیبهٔ ایوان بنا انجام شد. عدم قطعیت اندازه‌گیری در فاصلهٔ اطمینان ۹۵ ٪ و K=2 محاسبه شده و روش آزمایش، LW03 است. در ادامه، برای مطالعه بلورهای گچ از سطح و عمق کتیبه گچی و همچنین آنالیز عنصری نقطه‌ای، از میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM مدل ProX ساخت کمپانی Phenom کشور هلند با امکان به‌کارگیری 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 شد. در پایان، نتیجه مطالعات میدانی و کتابخانه‌ای در کنار نتیجه آنالیزهای دستگاهی مورد تحلیل قرار گرفت.

بقعه سیدشمس‌الدین یزد

در عهد آل مظفر که یزد مقر و مرکز اصلی حکومت آنان بود، آبادانی‌های متعدد در این شهر پدید آمدند. قنوات و آبادی‌های تازه در اطراف آن ایجاد شدند و این شهر توسعه‌ای دیگر یافت (افشار، ۱۳۷۴: ۱۸). از زمان شرف‌الدین مظفر تا سال ۷۳۶ ه.ق.، مظفریان به‌عنوان دست‌نشانده و عامل ایلخانان مغول عمل می‌نمودند (خادم‌زاده، ۱۳۸۷: ۷۱) که تاریخ خلق آثار مهم معماری مذهبی ایلخانی، سال‌های ۷۳۶-۶۹۵ ه.ق. است (بلر و بلوم، ۱۳۸۵: ۱۶). هر چند که سبک معماری دوره ایلخانان مستقیماً از سبک آثار ساختمانی دوره سلجوقی اقتباس شده است (ویلبر، ۱۳۴۶: ۳۳).

سیدشمس‌الدین محمد، فرزند سید رکن‌الدین و داماد رشیدالدین فضل‌الله طبیب وزیر ایلخانان مغول، از افرادی است که آثار عام‌المنفعه متعدد در یزد ایجاد کرد (افشار، ۱۳۷۴: ۵۸۸). جعفری (قرن نهم ه.ق.) اشاره می‌کند که وی در تبریز، طرح مدرسهٔ چهار منار و دارالسیاده و خانقاه و بازار و حمام بینداخت و به یزد فرستاد و بنایان، عمارت بنیاد کردند و در سال ثلث و ثلاثین و سبعمائه (۷۳۳ ه.ق.) اتمام عمارت شد (جعفری، ۱۳۳۸: ۸۸) و نیز در جای دیگری، به تاریخ ۶ سال قبل از آن اشاره می‌کند: اتمام عمارت او در سال سبع و عشرین و سبعمائه (۷۲۷ ه.ق.) بود (همان). همچنین، کاتب (قرن نهم ه.ق.) در "تاریخ جدید یزد" اشاره می‌کند که چون امیر شمس‌الدین محمد در تبریز استقلال یافت، طرح مدرسه و دارالسیاده و چهار منار و خانقاه و بازار بینداخت و به یزد فرستاد و قاضی چهار دیه که از امنای او بودند تعیین فرمود و به یزد آمدند و بنیاد عمارت کردند (کاتب، ۱۳۸۶: ۱۱۸). مستوفی بافقی هم تاریخ ۷۲۷ ه.ق. را برای ساخت این بنا تأکید می‌کند: حضرت سیادت منقبت مرتضی اعلم سیدشمس‌الدین محمد در شهور سنهٔ سبع و عشرین و سبعمائه آن عمارت فلک ارتفاع را ساخته و خود در گنبد آن مدفون شد (مستوفی بافقی، ۱۳۴۰، ج ۳: ۶۵۵).

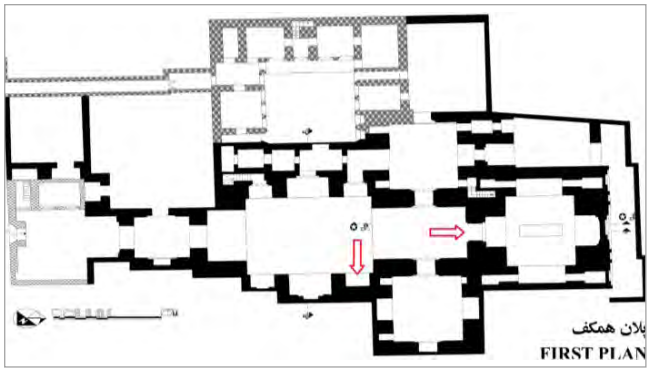
یکی از آثار مهم سیدشمس‌الدین، مدرسه‌ای است که در محله چهار منار، نزدیک حوض ملتکیه امروزی بنا شده و پس از وفات بانی، او را در آنجا دفن کردند. اکنون از تمام آن مدرسه عظیم و متعلقات آن مجموعه بزرگ، فقط گنبد باقی مانده که سید در آن مدفون است و جنبه زیارتی دارد (افشار، ۱۳۷۴: ۵۹۰). بقعه سیدشمس‌الدین در تاریخ ۱۳۱۳/۰۴/۳۱ به شماره ۲۰۸ در فهرست آثار ملی ایران به ثبت رسیده است (پازوکی و شادمهر، ۱۳۸۴: ۴۵۶).

با احداث دو مدرسه توسط شمس‌الدین محمد در سر کوچهٔ بهروک در قرن هشتم و چهار منار که بر بالای آنها ساخته شده بودند، این محله به نام چهار منار معروف شد (جعفری، ۱۳۳۸: ۸۸). نام کوچه بهروک به‌عنوان سکه بهروک و کوی بهروک در "جامع‌الخیرات" به مناسبت آثاری که شمس‌الدین محمد آنجا ایجاد کرد، مکرر آمده است و آن را در ظاهر یزد دانسته‌اند (حسینی یزدی، ۱۳۴۱: ۸۲). کوچه بهروک اکنون به چهار منار اشتهار یافت (مستوفی بافقی، ۱۳۴۰، ج ۱: ۱۸۷؛ ج ۳: ۶۷۸). چهار منار، از محلات معروف خارج از حصار و محل باغ‌های پیرامون شهر بوده و قبل از آن نیز به نام کوچه بهروک معروف بوده است که از جمله موقوفات این محله در قرن هشتم هجری، مدرسه، خانقاه، دارالشفا، کتابخانه، کاروانسرا و بازار بوده که توسط واقف سیدشمس‌الدین محمد احداث شده بودند (خادم‌زاده، ۱۳۸۶: ۹۲). باید به این نکته اشاره نمود که مقبره‌های دوره ایلخانی به پیروی از رسوم قدیمی رایج، معمولاً جدا ساخته می‌شده و از همه سمت نمایان بوده‌اند (ویلبر، ۱۳۴۶: ۴۱-۳۷).

آرایه‌های معماری ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین

در معماری ایران، علاقه به سطوح تزئینی حداقل با علاقه به اشکال ساختمانی برابر است و طرح‌های تزئینی با چنان احساسی از ارتباط اجزا با کل ساخته می‌شدند که این احساس برای ارتباط عناصر واقعی ساختمان کمتر دیده می‌شود (همان: ۳۳). یک گونه از آرایه‌های معماری که منحصر به ایران نیست، اما ممکن است خاستگاه آن ایران بوده باشد و جالب‌ترین استفاده‌ها از آن در ایران صورت گرفته، آرایه‌های گچی است (هیل و گرابر، ۱۳۸۶: ۱۰۳).

از مجموعه بناهایی که با هزینه سیدشمس‌الدین در محله چهار منار ساخته شده، امروزه ایوان و بخشی از گنبدخانه (دیوارها) و قسمتی از سردر و یکی از غرفه‌های مقرنس‌دار چسبیده به ایوان باقی مانده است (تصاویر ۳-۱).



تصویر ۱. راست. موقعیت بقعه سیدشمس‌الدین در محله چهارمنار (پایگاه میراث جهانی یزد، ۱۳۳۵) چپ. موقعیت بخش‌های مورد مطالعه در پلان بنا (همان، ۱۳۸۵)

طول و عرض چهار دیوار گنبدخانه از داخل ۶/۵۸ × ۹/۱ متر و کلفتی دیوارها ۱/۶ متر است. سراسر بدنهٔ دیوارهای زیر گنبد با نقش‌های زیبای هندسی و گل و بته، از رنگ و گچ پوشیده بوده است، ولی اکثر طرح‌ها، گل‌اندازها، رسم‌های هندسی، ترنج‌ها، شمسه‌ها و حاشیه‌ها بر اثر موریانه خراب شده‌اند و به دشواری و گرانی می‌توان به مرمت آنها پرداخت (افشار، ۱۳۷۴: ۵۹۳).

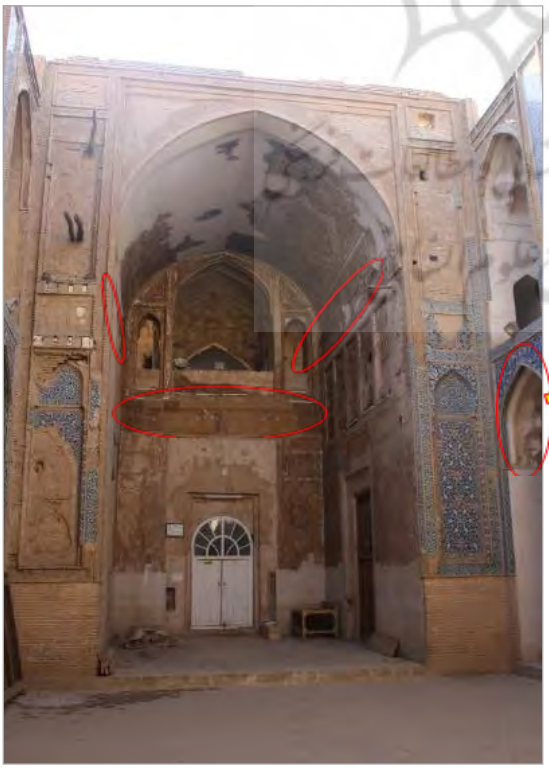
ایوان بقعه در ابعاد حدود ۶/۵ متر عرض و حدود ۱۱ متر طول است. از ویژگی‌های عمده ایوان، آرایه‌های گچی آن است که با دیگر بناهای هم‌زمان خود در یزد قابل مقایسه هستند. تلفیق آرایه‌های گچی برجسته و قالبی در کنار دیوارنگاره‌ها که با موضوع نقاشی‌های تزئینی و کتیبه‌های نوشتاری نقاشی شده‌اند، زیبایی دوچندانی به ایوان داده است (تصویر ۳). در نمای بیرونی ایوان، آرایه کاشی با تکنیک معرق و با ظرافت هر چه تمام‌تر اجرا شده است. کتیبه گچی مادر و فرزند به خط کوفی تزئینی، آرایه‌های گچی برجسته در حاشیه کتیبه گچی و نیز در قاب بالای ورودی گنبدخانه، قطاربندی و کاربندی در انتهای ایوان، از دیگر آرایه‌های معماری ایوان هستند. همچنین، دو قاب مستطیل در سقف ایوان با طرح کلی لچک و ترنج و تلفیق دیوارنگاره و آرایه گچی قالبی وجود دارند که در حاشیه این قاب‌ها، کتیبه مادر و فرزند (کتیبهٔ اصلی دیوارنگاره است و کتیبهٔ فرزند، آرایه گچی فتیله‌ای) اجرا شده است. در سطح دیوارها، از دیوارنگاره‌های تزئینی با نقوش هندسی (بیشتر دایره) در تلفیق با آرایه گچی قالبی استفاده شده است که متأسفانه تمام قسمت‌ها دچار آسیب شده‌اند.

کتیبه گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین

کتیبه گچی ایوان به صورت کتیبه مادر و فرزند اجرا شده که کتیبه مادر با خط کوفی تزئینی و کتیبه فرزند با خط کوفی ساده در زمینه‌ای از نقوش اسلیمی و با ترکیب کاملاً متناسب نقوش و خطوط نوشتاری، قابل مشاهده است. از نظر برجستگی، این بخش در چهار سطح کار شده که بالاترین سطح، مربوط به کتیبه کوفی تزئینی است. در بخش بالایی کتیبه، حاشیه‌ای از نقوش اسلیمی با تکنیک آرایه گچی برجسته در دو سطح دیده می‌شود. در حاشیه پایینی کتیبه، یک کتیبه کوچک با تکنیک آرایه گچی برجسته در یک سطح اجرا شده و متن آن، تکرار الملک لله است.

متن کتیبه گچی مورد مطالعه، بخشی از سوره الفتح است. یعنی از ابتدای آیه ۲۲ در ضلع جنوب شرقی آغاز می‌شود و در ضلع شمال شرقی و ضلع شمال غربی ادامه پیدا می‌کند که متأسفانه در دو ضلع دوم، بخش‌هایی از کتیبه کاملاً از بین رفته‌اند. ... فتصیبکم منهم...، آخرین کلماتی است که

تصویر ۲. غرفهٔ جلوی ایوان و آرایه‌های گچی قالبی داخل کاسه‌های مقرنس (نگارنده)



تصویر ۳. ایوان بقعه و محل قرارگیری کتیبه گچی در سه ضلع (نگارنده)

در ضلع شمال غربی قابل خوانش است (تصاویر ۷-۴). اینکه اصلی‌ترین کتیبه ایوان، آیات میانی یک سوره باشد عجیب است. نکته جالب این است که در سقف ایوان با تکنیک کتیبه نوشتاری نقاشی، از ابتدای سوره الفتح تا پایان آیه ۱۰ قابل مشاهده است. این کتیبه نیز به صورت مادر و فرزند بوده که کتیبه فرزند، با تکنیک آرایه گچی فتیله‌ای است. در واقع، از ابتدای آیه ۱۱ تا پایان آیه ۲۱ این سوره، با تکنیک آرایه گچی فتیله‌ای در سقف ایوان کار شده است. از آیه ۲۲ الی ۲۵ سوره الفتح، کتیبه کوفی تزئینی با تکنیک آرایه گچی نقش‌برجسته اجرا شده و ادامه آیات از ابتدای آیه ۲۶ الی ۲۹، به صورت کتیبه فرزند در دل کتیبه اصلی نوشته شده است. به‌عبارتی، با سه تکنیک و در چهار کتیبه، تمام آیات سوره الفتح در ایوان این بنا نقش بسته‌اند.

مواد و روش‌ها

در مطالعات آزمایشگاهی با هدف ساختارشناسی و تشخیص ترکیبات لایه‌های مختلف کتیبه گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین، از ملات سطح و عمق کتیبه گچی و همچنین آرایه گچی قالبی و بستر گچی زیر آن برای این بررسی‌ها نمونه‌برداری شد (جدول ۱). پژوهش پیش رو، با روش توسعه‌ای-

تصویر ۴. کتیبه گچی در ضلع جنوب شرقی ایوان بقعه سیدشمس‌الدین (نگارنده)

تصویر ۵. باقی‌مانده کتیبه گچی در ضلع شمال غربی ایوان بقعه (نگارنده)

تصویر ۶. باقی‌مانده کتیبه گچی در ضلع شمال شرقی ایوان بقعه (نگارنده)

تصویر ۷. بخش ابتدایی کتیبه گچی در ضلع شمال شرقی ایوان بقعه (نگارنده)

جدول ۱. محل نمونه‌برداری، نوع آنالیز بر روی نمونه‌ها، کدگذاری نمونه‌ها

سطح کتیبه گچی	عمق کتیبه گچی	آرایه گچی قالبی	بستر گچی
XRD کد نمونه: SS.1	XRD کد نمونه: SD.1	XRD کد نمونه: SM.1	-
XRF کد نمونه: SS.2	XRF کد نمونه: SD.2	-	-
SEM-EDS کد نمونه: SS.3	SEM-EDS کد نمونه: SD.3	SEM-EDS کد نمونه: SM.2	SEM-EDS کد نمونه: SF.1

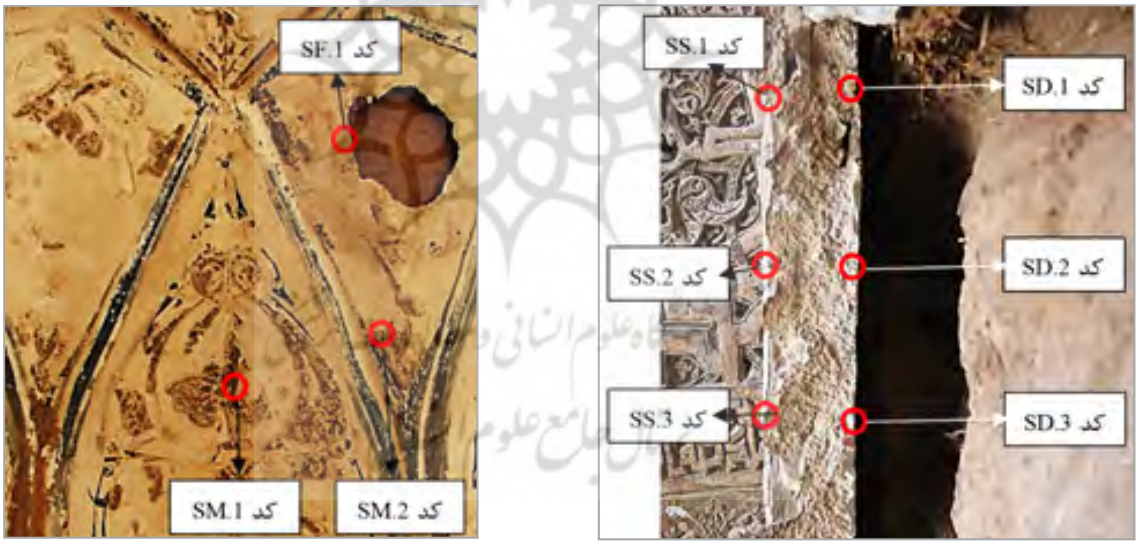
(نگارنده)

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 شده که همراه با آن، نمونه‌برداری نیز انجام گرفته و در ادامه بر اساس نتایج حاصله از آنالیزهای تجزیه‌ای، تحلیل اطلاعات مربوط به شناخت فنی لایه‌های مختلف کتیبه گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین صورت گرفته است.

با توجه به شیوه اجرای کتیبه گچی (مادر و فرزند) ایوان بقعه که بسیار پیچیده بوده و از ظرافت خاصی برخوردار است و در برخی قسمت‌ها ضخامت لایه‌های آن بسیار زیاد است (۱۰ الی ۲۰ سانتی‌متر)، بنابراین شناخت ویژگی‌های ساختاری و همچنین ترکیبات مواد عمق و سطح کتیبه گچی حائز اهمیت 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 لایه‌های زیرین راحت‌تر است، برای نمونه‌برداری انتخاب شد. سه نمونه از سطح کتیبه و سه نمونه از عمق ۱۲ سانتی‌متری کتیبه برداشته شد. همچنین، جهت مقایسه دو گونه آرایه گچی در این بنا از نظر ساختار بلورین و ترکیبات معدنی، از آرایه گچی قالبی داخل کاسه‌های مقرنس و از لایه بستر گچی آن در اولین غرفه متصل به ایوان، نمونه‌برداری انجام پذیرفت (تصویر ۸).

یافته‌های پژوهش

• آنالیز XRF: از نمونهٔ SD.2 آنالیز عنصری تهیه شد. عناصر شناسایی‌شده به صورت اکسیدی در جدول ۲ ارائه شده‌اند. ترکیب عنصری شاخص با میزان بالا، مربوط به SO_3 و CaO و SiO_2 است. همچنین، جهت مقایسه نمونهٔ سطح و عمق کتیبه گچی، از نمونهٔ SS.2 آنالیز عنصری تهیه شد. ترکیب عنصری شاخص با میزان بالا در این نمونه نیز مربوط به SO_3 و CaO و SiO_2 است. در مرحله آماده‌سازی، نمونه با دانه‌بندی ۶۳ میکرومتر در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار می‌گیرد تا بخشی از عناصر و ترکیبات فرار (مواد آلی و کربن در مواد معدنی)، در درجه حرارت مشخص از نمونه خارج شده و جرم نمونه ثابت شود که به صورت Loss on ignition (Santisteban et al, 2004) در جدول ارائه شده است (جدول ۲).



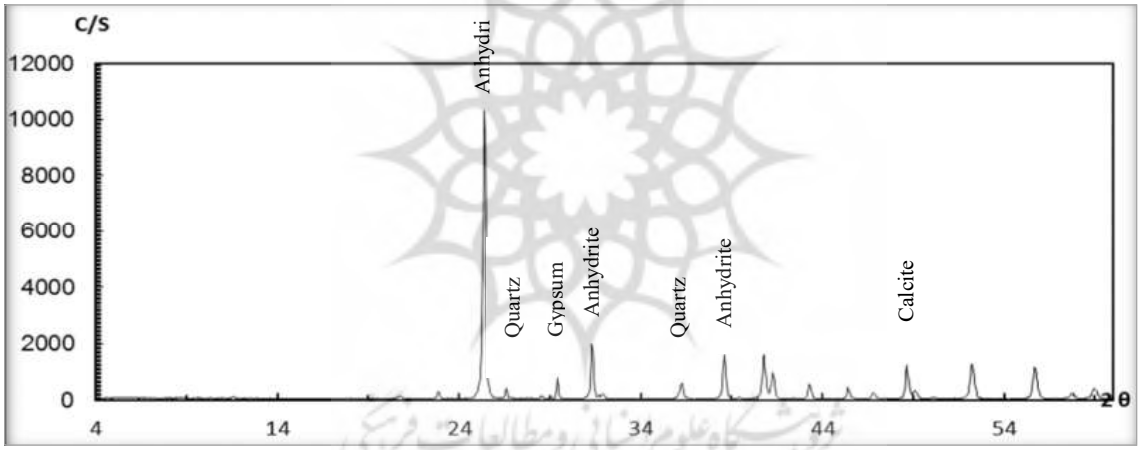
تصویر ۸. محل نمونه‌برداری از بخش مقرنس و همچنین کتیبه گچی در ضلع شمال شرقی ایوان بقعه و کدگذاری نمونه‌ها (نگارنده)

جدول ۲. نتیجه آنالیز عنصری XRF از نمونه‌های SS.2، SD.2

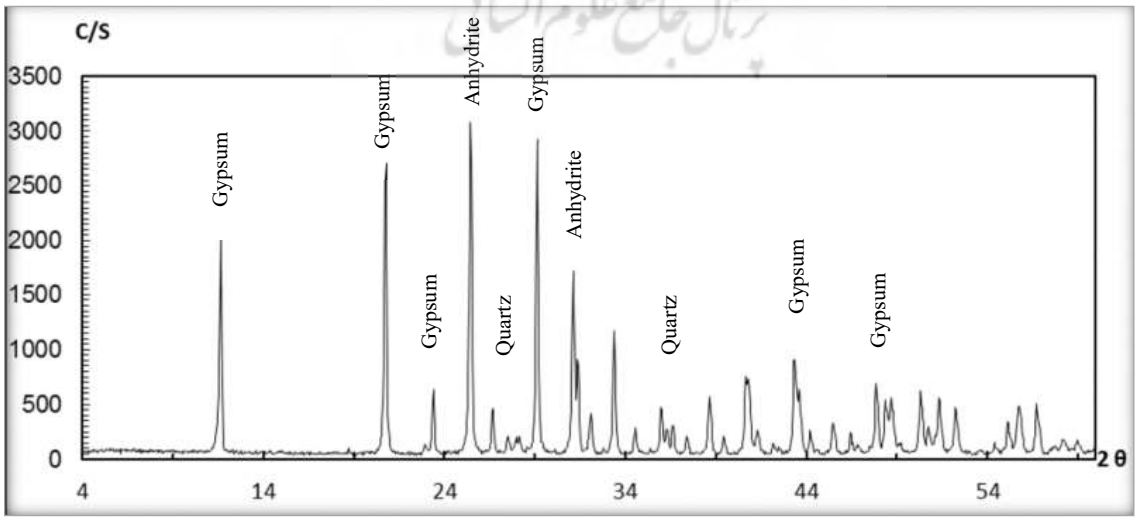
Elem / Sam	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	Na_2O	K_2O	MgO	P_2O_5	SO_3	L.O.I	Cl
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm
SD.2	5.42	0.82	0.32	35.59	0.11	0.21	0.42	0.067	50.42	6.35	825
SS.2	4.56	0.81	0.42	31.86	0.20	0.19	0.49	0.066	44.01	17.05	1722

(نگارنده)

- آنالیز XRD: آنالیز فازی بر روی نمونهٔ SD.1 انجام پذیرفت. فاز غالب در عمق کتیبه گچی، انیدریت شناسایی شد. فازهای خرد و جزئی در این آنالیز؛ کلسیت، کوارتز، ژیپس، آلبیت و موسکوویت-ایلیت هستند (تصویر ۹). با توجه به آنالیز فازی انجام‌شده بر روی نمونهٔ SS.1، فاز غالب در سطح کتیبه گچی، انیدریت و ژیپس بوده و فازهای خرد و جزئی در این آنالیز؛ کوارتز، میکروکلاین، آلبیت، مونت موریونیت و موسکویت-ایلیت شناسایی شدند (تصویر ۱۰). همچنین نتیجه این آنالیز بر روی نمونهٔ SM.1، نشان‌دهنده ژیپس به‌عنوان فاز غالب در آرایه گچی قالبی است. فازهای خرد و جزئی در این آنالیز؛ انیدریت، کوارتز، بازانیت و مونت موریونیت هستند (تصویر ۱۱ و جدول ۳).
- آنالیز EDS: از نمونه‌های SS.3، SD.3، SM.2 و SF.1 آنالیز عنصری نقطه‌ای تهیه شد. تصاویر میکروسکوپی از قسمتی که آنالیز تهیه شده است، در جدول ۴ قابل مشاهده هستند. در این جدول، عناصر شناسایی‌شده به صورت ترکیب اکسیدی ارائه شده‌اند. SO_3 و CaO ترکیبات اکسیدی هستند که در همه نمونه‌ها به میزان زیادی شناسایی شده‌اند. این ترکیب‌های اکسیدی می‌توانند مربوط به فازهای مختلف گچ باشند.
- تصاویر میکروسکوپی SEM: از چهار نمونه تهیه‌شده با کدهای SS.3، SD.3، SM.2، SF.1 تصاویری با بزرگ‌نمایی‌های مختلف تهیه شدند. به دلیل وجود لایه‌ای از گِلابه بر سطح کتیبه گچی و همچنین وجود لایه پوششی مربوط به مرمت‌های گذشته بر روی آن، از پنج میلی‌متری سطح کتیبه به سمت عمق نمونه‌برداری انجام شد و تصاویری با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر از ساختار بلورین آن ثبت شدند. جهت مقایسه ساختار بلورین سطح و عمق ملات کتیبه گچی (به دلیل



تصویر ۹. طیف XRD از آنالیز نمونهٔ SD.1 (نگارنده)

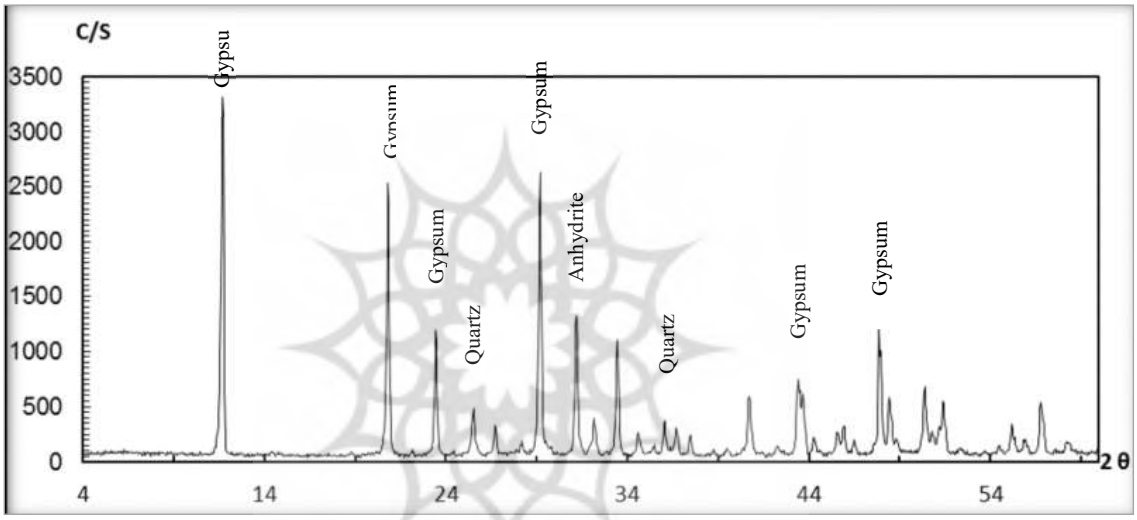


تصویر ۱۰. طیف XRD از آنالیز نمونهٔ SS.1 (نگارنده)

ضخامت نسبتاً زیاد آن)، تصاویری با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر از ساختار بلورین آن تهیه شدند. همچنین، به دلیل تفاوت در مواد و مصالح و عمل‌آوری ملات گچی و شیوه اجرا در کتیبه گچی و آرایه گچی قالبی و جهت مقایسه ساختار بلورین این شیوه آرایه گچی، از آرایه گچی قالبی تصاویری با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ برابر ثبت شدند. به دلیل خاص بودن لایه بستر گچی در بناهای آل مظفر یزد[۳]، از لایه بستر گچی زیر آرایه گچی قالبی نیز تصاویری با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰، ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر تهیه شدند (جدول ۵).

بحث در یافته‌ها و نتایج

- الف. عمق کتیبه گچی: در نتیجهٔ آنالیز XRF از نمونه SD.2، SO_3 به میزان ۵۰/۴۲ ٪ و CaO به میزان ۳۵/۵۹ ٪ وجود دارد. با توجه به میزان ترکیب گوگرد و کلسیم در سولفات کلسیم و همچنین با توجه به جرم اتمی این عناصر، می‌توان گفت ۷۱/۴۲ ٪ از ترکیب اکسید کلسیم مربوط به کلسیم است که در نمونه مورد مطالعه، ۲۵/۴۱ ٪ از کل عناصر مربوط به کلسیم و ۴۰ ٪ از ترکیب تری اکسید گوگرد مربوط به گوگرد



تصویر ۱۱. طیف XRD از آنالیز نمونهٔ SM.1 (نگارنده)

جدول ۳. نتیجه آنالیز فازی XRD از نمونه‌های SD.1، SS.1، SM.1

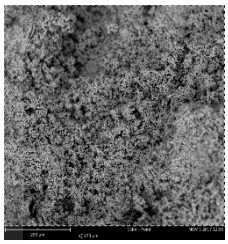
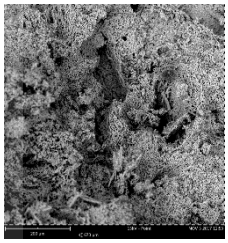
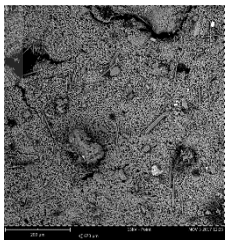
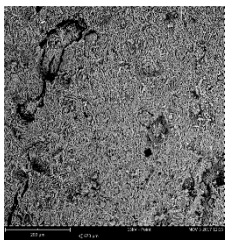
	SM.1	SS.1	SD.1	Sample / Min	
	√	√	√	Anhydrite	CaSO4
Date: 23.08.2017	-	-	√	Calcite	CaCO3
kV = 40	√	√	√	Quartz	SiO2
mA = 30	√	√	√	Gypsum	CaSO4, 2H2O
Ka. = Cu	-	√	√	Albite	(Na,Ca)(Si,Al)4O8
Fil. = Ni	-	√	√	Muscovite - illite	KAl2Si3AlO10(OH)2
	-	√		Microcline	KAlSi3O8
Major Phase(s)	√	√	-	Montmorillonite	Ca0.2(Al,Mg)2Si4O10(OH)2 ,xH2O
Minor Phase(s)	√	-		Bassanite	CaSO4, 0.5H2O

(نگارنده)

است که می‌توان گفت ۲۰/۱۶ ٪ از کل عناصر مربوط به گوگرد است. با توجه به اینکه نسبت کلسیم به گوگرد در ترکیب $CaSO_4$، ۴۰ به ۳۲ است، با یک محاسبهٔ نسبتی می‌توان نتیجه گرفت ۲۵/۲ ٪ از کلسیم موجود در کنار گوگرد و اکسیژن می‌تواند ترکیب را کامل کند و باقی‌ماندهٔ کلسیم، که میزان ۰/۲۱ ٪ است، می‌تواند مربوط به ترکیبات دیگر مانند کلسیت باشد. ۵/۴۲ ٪ از SiO_2 و همچنین میزان بسیار کم ترکیبات اکسیدی آلومینیوم، آهن، منیزیم، سدیم و پتاسیم می‌تواند مربوط به خاک باشد که به گچ اضافه شده و یا مربوط به ناخالصی گچ است که در معدن وجود داشته است.

برای انجام آنالیز عنصری EDS از نمونه SD.3، نمونه با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ برابر مورد بررسی قرار گرفت و قسمتی از نمونه انتخاب شد که فضاهای خالی و حفره‌هایی وجود داشتند. به دلیل اینکه مطالعه بر روی این قسمت‌ها می‌تواند اطلاعات بیشتری از ساختار و ساختمان بلورها ارائه دهد، نقاطی از نمونه انتخاب شده که در آنها فضاهای خالی و حفره‌هایی دیده می‌شدند. در نتیجهٔ آنالیز، به‌جز اکسیدهای گوگرد و کلسیم که مقدار آنها زیاد است و عناصر اصلی گچ هستند، اکسیدهای آلومینیم و منیزیم به میزان بسیار

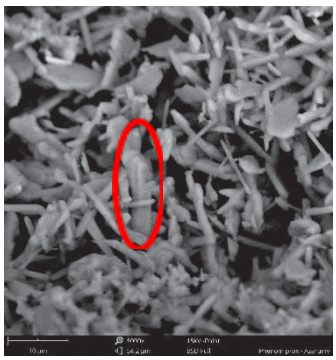
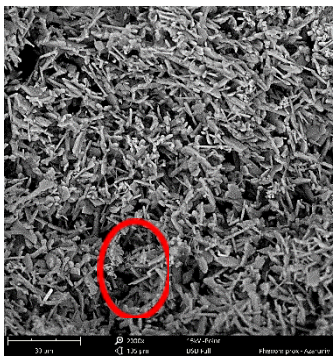
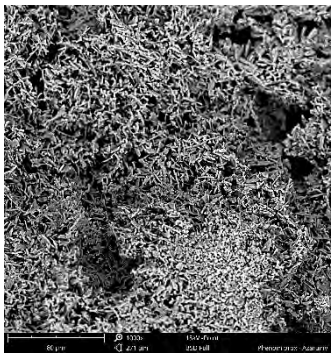
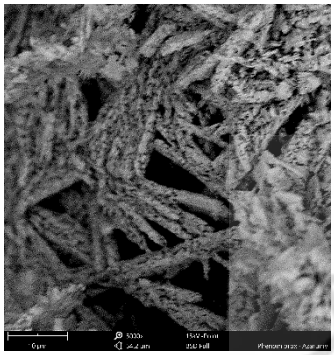
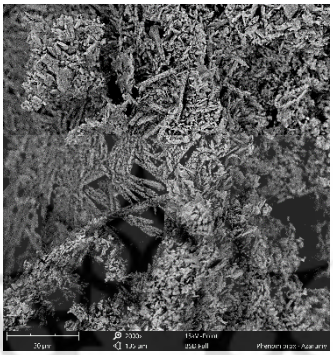
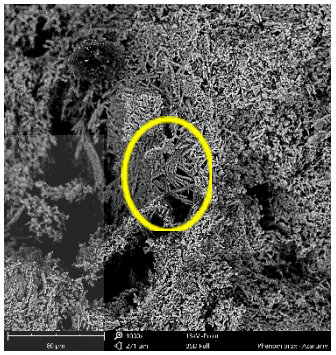
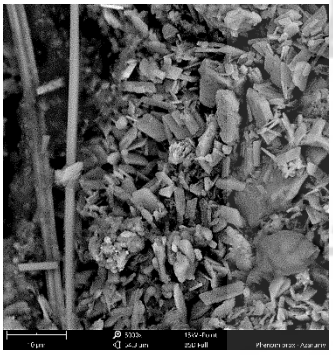
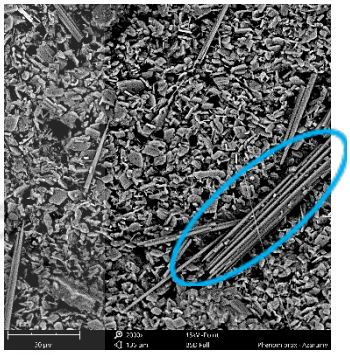
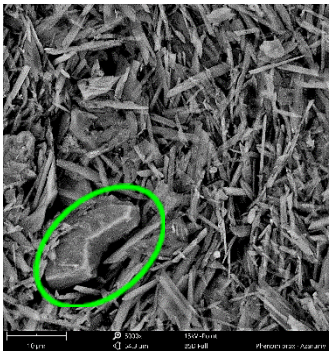
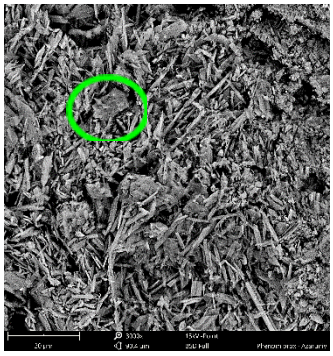
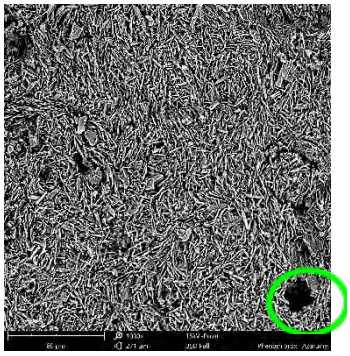
جدول ۴. نتیجه آنالیز عنصری نقطه‌ای EDS از نمونه‌های SS.3، SD.3، SM.2، SF.1

تصاویر بخشی از نمونه‌ها که آنالیز تهیه شده است	SO_3	MgO	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	Elem / Sam
	%	%	%	%	%	%	
	44.1	-	34.37	-	-	1.57	SS.3
	45.77	0.4	33.67	-	0.15	-	SD.3
	40.76	-	32.62	0.9	1.62	4.08	SM.2
	41.35	0.21	32.64	2.09	-	3.69	SF.1

(نگارنده)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۵. تصاویر SEM با بزرگ‌نمایی ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر از ساختار بلورین نمونه‌های SS.3، SD.3، SM.2، SF.1

 1000 X	 2000 X	 5000 X	SS.3
 1000 X	 2000 X	 5000 X	SD.3
 2000 X	2000 X	 5000 X	SM.2
 1000 X	 3000 X	 5000 X	SF.1

(نگارنده)

کم دیده می‌شوند. با محاسبه جرم اتمی و تناسب بین عناصر ترکیب گچ (سولفات کلسیم آبدار)، مشخص شد که میزان گوگرد در کل ترکیب، ۱۸/۳ ٪ بوده و میزان کلسیم، ۲۴/۱ ٪ است؛ درصورتی‌که برای این میزان گوگرد در ترکیب گچ، ۲۲/۸۷ ٪ کلسیم نیاز است. میزان ۱/۲۳ ٪ باقی‌مانده کلسیم می‌تواند مربوط به کلسیت یا دیگر ترکیبات کلسیم‌دار باشد.

در نتیجهٔ آنالیز XRD از نمونه SD.1، وجود فاز انیدریت به‌عنوان فاز غالب در این بخش از کتیبه می‌تواند حاکی از دو چیز باشد؛ الف. به دلیل اینکه ضخامت کتیبه زیاد بوده، در زمان اجرا برای لایه‌های زیرین که در عمق قرار می‌گرفته، از گچ ته کوره (به دلیل ارزان بودن و اکتیو نبودن در فرآیند هیدراتاسیون) استفاده شده که معمولاً گچ سوخته (انیدریت) است (Cardoso & Pye, 2017) و وجود مقداری انیدریت (گچ سوخته) در ملات گچ، امری عادی بوده است (حامی، ۱۳۸۴: ۸۳)، ب. فاز ژیپس در شرایط خاص مثلاً دمای بین ۴۰ الی ۸۰ درجه سانتی‌گراد و فشار و گاهی در حضور برخی نمک‌ها می‌تواند به مرور زمان تبدیل به بازانیت شود (Ballirano & Melis, 2009). به دلیل سست و پودری بودن عمق کتیبه، تصور تبدیل فازی در این بخش پررنگ‌تر شد. تصور بر این بود که در تصاویر با بزرگ‌نمایی بالا، بلورهای انیدریت دیده شوند. ابتدا نمونه مورد نظر با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ برابر (SEM) مورد بررسی قرار گرفت و در ادامه، با انتخاب یک نقطه از ساختار بلورین، تصاویری با بزرگ‌نمایی ۲۰۰۰ و ۵۰۰۰ برابر تهیه شدند. همان‌طور که در تصویر دیده می‌شود (جدول ۵)، بلورهای سوزنی درهم‌تنیده به شکل بلورهای ژیپس در کنار هم رشد یافته‌اند که مطابقت زیادی با نتیجه آنالیز فازی ندارد. با دقت بیشتر، ریزبلورهایی در درون بلورهای ژیپس دیده می‌شوند که با تکیه بر نتیجه آنالیز فازی XRD می‌توان نتیجه گرفت بلورهای انیدریت هستند. این شکل از بلور می‌تواند مربوط به ریخت‌نمایی[۴] باشد (Klein et al, 1998).

پیدایش یک کانی به شکل بلورین کانی دیگر را ریخت‌نمایی می‌گویند. اگر بلوری از یک کانی به‌گونه‌ای دگرسان شود که ساختار درونی یا ترکیب شیمیایی آن بدون تغییر یافتن شکل بیرونی حفظ شود، کانی مورد نظر، ریخت‌نما نامیده می‌شود؛ یعنی ترکیب شیمیایی و ساختار یک ریخت‌نما به یک نوع کانی خاص و شکل بلوری آن، متعلق به کانی دیگر است (Ibid). ریخت‌نماها انواع مختلفی دارند که تبدیل انیدریت به ژیپس و عکس آن، جزو نوع دگرسان است که هسته‌ای از کانی دگرسان‌نشده ممکن است در این‌گونه ریخت‌نماها یافت شود.

می‌توان این‌گونه توضیح داد که هنگام عمل‌آوری ملات گچ و گیرش آن، بلورهای ژیپس تشکیل شده‌اند و در طول سالیان متمادی در اثر فشار و نوسانات حرارتی و رطوبتی، کم‌کم مقداری از آنها تبدیل به انیدریت شده که این تغییر فاز با حالتی بوده که شکل بلور ژیپس به همان صورت باقی مانده و فقط آرایش اتمی آن و فرمول شیمیایی آن عوض شده است که معمولاً این نوع بلور را ریخت‌نمای انیدریت در قالب ژیپس می‌نامند.

فازهای خرد نمونهٔ SD.1 در آنالیز XRD از این قرار هستند؛ اولین مورد، کلسیت است که با توجه به نتیجه آنالیزهای عنصری از همین نمونه، میزان کلسیت بسیار کم بوده و معمولاً در ملات‌های گچی، میزان بسیار کم کلسیت کاملاً طبیعی است. ژیپس، از دیگر فازهای خرد شناسایی‌شده است؛ انتظار می‌رفت جزو فازهای غالب در نمونه باشد ولی به دلیل شرایط موجود و اینکه نمونه از عمق کتیبه برداشته شده، میزان ژیپس کم است. کوارتز، آلبیت و مسکویت-ایلیت، از فازهای موجود در خاک هستند که با تکیه بر نتیجه آنالیز XRF می‌توان گفت میزان آنها بسیار کم است.

- ب. سطح کتیبه گچی: در نتیجهٔ آنالیز XRF از نمونه SS.2، میزان SO_3 ۴۴/۰۱ ٪ و CaO، ۳۱/۸۶ ٪ است. با توجه به میزان ترکیب گوگرد و کلسیم در سولفات کلسیم و همچنین با توجه به جرم اتمی این عناصر می‌توان گفت در نمونه مورد مطالعه، ۲۲/۷۵ ٪ از کل عناصر مربوط به کلسیم و ۱۷/۶۴ ٪ مربوط به گوگرد است. با توجه به نسبت کلسیم به گوگرد در ترکیب $CaSO_4$، برای ۱۷/۶۴ ٪ گوگرد، مقدار ۲۲/۵ ٪ کلسیم نیاز است که باقی‌ماندهٔ کلسیم در نمونه مورد مطالعه، میزان ۰/۲۵ ٪ است و می‌تواند مربوط به ترکیبات دیگر مانند کلسیت باشد. از دیگر ترکیبات اکسیدی قابل‌توجه، SiO_2 به میزان ۴/۵۶ است که معمولاً در ملات گچ سنتی دیده می‌شود (در بسیاری مواقع، استادکاران سنتی به میزان لازم به ملات گچ، خاک اضافه می‌کرده‌اند). همچنین، میزان بسیار کم ترکیبات اکسیدی آلومینیوم و آهن و دیگر عناصری که مقدار آنها بسیار ناچیز است، می‌تواند مربوط به خاک باشد که به گچ اضافه شده و یا مربوط به ناخالصی خاک است که در معدن وجود داشته است (جدول ۳).

در آنالیز عنصری EDS از نمونه SS.3، به‌جز اکسیدهای گوگرد و کلسیم، فقط اکسید سیلیسیم به میزان کم شناسایی شده است (جدول ۴). بر خلاف اینکه نتیجه آنالیز XRF از عمق و سطح کتیبه گچی شبیه به هم است، در نتیجهٔ این

آنالیز، در ترکیبات اکسیدی خرد تفاوت زیادی دیده می‌شود.

در نتیجهٔ آنالیز XRD، فازهای غالب که از نمونه SS.1 شناسایی شده، انیدریت و ژیپس هستند. در فازهای خرد، تفاوت‌هایی بین نمونهٔ سطح کتیبه و عمق کتیبه به چشم می‌خورند؛ از جمله اینکه بر خلاف نمونهٔ SD.1 در نمونه حاضر، کلسیت شناسایی نشده است، همچنین فازهای میکروکلین (سیستم تبلور: تری کلینیک و در رده‌بندی سیلیکات) و مونت موریونیت که شناسایی شده، در نمونهٔ عمق کتیبه شناسایی نشده‌اند (جدول ۲). هر چند که با تکیه بر نتیجه آنالیزهای عنصری می‌توان گفت میزان این ترکیبات در نمونه بسیار کم است.

در مطالعه بلورها در تصاویری با بزرگ‌نمایی‌های مختلف، بلورهای ژیپس که به صورت سوزنی و درهم‌تنیده هستند مشاهده شدند و در این بلورها، شاهد تجمع بلورهایی با اندازه کوچک‌تر و متفاوت هستیم. رشد بلورهای ژیپس در این نمونه، کمتر از نمونهٔ SD.3 است؛ شاید دلیل این اتفاق، وجود کلسیت و نمک‌ها در عمق کتیبه است. گاهی با وجود مقداری اسید و یا محلول‌های نمکی در محیط، بدون اعمال فشار و در درجه حرارت‌های طبیعی در تابستان، گچ نیمه هیدرات به‌دست می‌آید (عباسیان، ۱۳۷۱)؛ همچنین، کلسیت باعث کندگیر شدن ملات گچی می‌شود (حامی، ۱۳۸۴: ۸۳) و این تأخیر در زمان گیرش ملات گچی، به بلورها اجازه داده تا بیشتر رشد کنند.

- ج. آرایه گچی قالبی: به دلیل تفاوت در فن اجرا و ویژگی‌های ظاهری آرایه گچی قالبی و کتیبه گچی، این مطالعه و مقایسه می‌تواند در جهت شناخت بیشتر و دقیق‌تر گچ از نظر ترکیب مواد و بلورشناسی، به مخاطبان کمک کند. از این‌رو، آنالیز عنصری EDS از نمونه SM.2 تهیه شد. در نتیجهٔ آنالیز، به‌جز اکسیدهای گوگرد و کلسیم که مقدار آنها زیاد است، اکسید سیلیسیم به میزان حدود ۴ ٪ و اکسیدهای آلومینیم و آهن به میزان بسیار کم دیده می‌شوند. با محاسبه جرم اتمی و تناسب بین عناصر ترکیب گچ (سولفات کلسیم)، مشخص شد که میزان گوگرد در کل ترکیب، ۱۶/۳ ٪ بوده و میزان کلسیم، ۲۳/۳ ٪ است؛ درصورتی‌که برای این میزان گوگرد در ترکیب گچ، ۲۰/۳۷ ٪ کلسیم نیاز است. میزان ۲/۹۳ ٪ باقی‌مانده کلسیم می‌تواند مربوط به ترکیبات کلسیم‌دار مانند مونت موریونیت باشد.

در نتیجهٔ آنالیز XRD از نمونهٔ SM.1، فاز غالب مربوط به ژیپس است. از فازهای خرد در این نمونه، می‌توان به انیدریت و بازانیت اشاره نمود. در دو نمونه پیشین، بازانیت شناسایی نشد. کوارتز و مونت موریونیت، از دیگر فازهای خرد هستند که در این نمونه تاریخی وجود دارند. دیگر فازهای خرد که در نمونه‌های پیشین شناسایی شده بودند، در این نمونه دیده نشدند. به‌عبارتی، نوع خاک که عمدی یا به صورت ناخالصی در ملات گچ کتیبه وجود دارد، با این نمونه متفاوت است.

بلورهای این نمونه (SM.2) نیز به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد مطالعه قرار گرفتند. بلورهای ژیپس با نمونه‌های پیشین از این جهت متفاوت هستند که در این نمونه، بلورها به صورت سوزنی (باریک و خیلی بلند) نیستند. یکی از ویژگی‌های خاص در بافت بلوری گچ که حالت عادی ندارد، این است که شبکه‌ای از بلورهای درشت به جای بلورهای سوزنی متداول ایجاد شود (Middendorf et al, 2004). در نمونهٔ SM.2 بلورها کوتاه و کمی چاق هستند، یعنی در بعد دوم و سوم بیشتر رشد کرده‌اند. زمانی این اتفاق می‌افتد که ملات گچ، کندگیر شده باشد. نکته قابل‌توجه در تصاویر SEM این است که الیاف گیاهی در میان بلورها دیده می‌شوند (جدول ۵).

این نکته حائز اهمیت است که مواد آلی که به‌عنوان افزودنی در زمان ساخت و عمل‌آوری به ملات گچی اضافه شده، باعث رشد در جهات مختلف بلور شده که معمولاً بلور ژیپس از حالت سوزنی به حالت قطور تبدیل می‌شود. میزان قطور شدن بلور، بستگی به میزان مواد آلی دارد (Li et al, 2007). با توجه به مطالعات میدانی و بررسی‌های میکروسکوپی انجام‌شده از نمونه‌های گچی در بناهای تاریخی مختلف ایران، معمولاً در ملات آرایه‌های گچی برجسته، الیاف گیاهی استفاده نمی‌شده است.

در خصوص آرایه‌های گچی قالبی در بقعه سید رکن‌الدین یزد (پدر سیدشمس‌الدین)، مطالعاتی انجام شده‌اند که بخشی از نتیجه مطالعات به این صورت است؛ جهت استحکام بیشتر آرایه‌های گچی از لحاظ ساختار و همچنین کندگیر شدن ملات و به‌دست آوردن زمان بیشتر جهت انجام عملیات قالب‌زنی، هنگام ساختن و عمل‌آوری ملات در این بنا، به آن مقداری سریش اضافه شده است (حمزوی و علومی، ۱۳۹۰). با توجه به این نکته که افزودن سریش به گچ، ملات آن را کندگیر می‌کند (حامی، ۱۳۸۴) و همچنین به دلیل شباهت بسیار زیاد آرایه گچی قالبی در این دو بنای ارزشمند شهر یزد، می‌توان گفت الیاف گیاهی که در تصاویر SEM از نمونهٔ SM.2 دیده می‌شوند، مربوط به سریش هستند.

همچنین در تصویر با بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰ برابر تعدادی بلور ژیپس دیده می‌شود که صفحات (010) آن به صورت موازی بر روی هم قرار گرفته‌اند. در این رابطه، میش‌مست نهی در

مقاله‌ای اشاره می‌کند که تصاویر SEM از گچ کشته، مقدار زیادی از بلورهای گچ را نشان می‌دهند که از سطح صفحهٔ (010) دیده می‌شوند. در این ساختار، اندازه و فرم بلورها شبیه هم بوده و ساختارهای نامنظم و غیربلوری در تصاویر SEM دیده نمی‌شوند. دیده شدن بلورهای گچ از سطح صفحهٔ (010)، نشان‌دهنده این است که بلورهای گچ در این ترکیب به صورت لایه‌های موازی بازآرایی شده و صفحات (010) آنها روی همدیگر قرار گرفته‌اند (میش‌مست نهی، ۱۳۹۴: ۶). با در کنار هم قرار دادن تصاویر تهیه‌شده با بزرگ‌نمایی‌های مختلف و همچنین اطلاعات موجود، به نظر می‌رسد گچ مورد نظر به صورت نیمه‌کشته عمل‌آوری شده است.

- د. بستر گچی: آنالیز عنصری EDS از نمونهٔ SF.1 (که مربوط به لایه نازک بستر گچی است) تهیه شد. ترکیبات اکسیدی اصلی، مربوط به گوگرد و کلسیم بوده و ترکیبات اکسیدی خرد، مربوط به سیلیس، آلومینیوم و منیزیم هستند. در این نمونه به‌جز عناصر گچ، عناصری دیگر که مربوط به خاک است نیز مشاهده می‌شوند. وجود منیزیم می‌تواند مربوط به پرکننده لایه تدارکاتی باشد. در بسیاری مواقع، گل سفید به‌عنوان پرکننده استفاده می‌شده و گاهی نیز از هانتیت $Mg_3Ca(CO_3)_4$ استفاده می‌کرده‌اند (حمزوی و وطن‌دوست، ۱۳۹۳). بنابراین می‌توان احتمال داد که پرکننده لایه تدارکاتی در این بخش از آرایه معماری، هانتیت است.

بلورهای نمونهٔ SF.1 به صورت سوزنی درهم‌تنیده دیده می‌شوند و این رشد در جهت‌های مختلف اتفاق افتاده است. فضای خالی بین بلورها کم بوده و ظاهراً از انسجام کافی برخوردار است. در یک نقطه می‌توان بلور دوقلویی را مشاهده نمود (جدول ۵). باید به این نکته توجه داشت که دوقلویی رایج در ساختار طبیعی گچ، دم چلچله‌ای است که در این مورد متفاوت است (دوقلویی یا ماکل مون مارتر در جهت 101) و ما شاهد تقارن انعکاسی بلور ژیپس هستیم. یک دوقلو، درهم‌رشدی متقارنی از دو یا چند بلور با ترکیب یکسان است. این گونه درهم‌رشدی که کنترل بلورشناختی دارد، بلورهای دوقلو نامیده می‌شود. دو یا چند بلور منفرد مجموعه دوقلویی، با یک عنصر تقارن که در بلور منفرد (غیر دوقلو) وجود ندارد، به هم متصل می‌شوند. در سیستم منوکلینیک، دوقلویی شدن در صفحات 100 و 001، رایج‌ترین حالت است. ژیپس با صفحه دوقلویی 100 به صورت دوقلویی دم پرستویی تشکیل می‌شود (Klein et al, 1998).

در بین چهار نمونه مختلفی که در این پژوهش، آنالیز عنصری نقطه‌ای بر روی آنها انجام شد، نمونهٔ SF.1 و SD.۳ دارای MgO بوده و نمونهٔ SF.۱ و SS.3 فاقد ترکیب اکسیدی Al_2O_3 هستند. در نتیجه آنالیز EDS، ترکیب اکسیدی آهن فقط به دو نمونهٔ SM.۲ و SF.۱ مربوط می‌شود، ولی در نتیجهٔ آنالیز XRF در هر دو نمونهٔ مربوط به کتیبه گچی، آهن وجود دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری

به دلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بلورهای گچ، ساختارشناسی و فرآیند فرسایش آرایه‌های گچی ایوان بقعهٔ سیدشمس‌الدین به صورت هم‌زمان مورد توجه قرار گرفت. نتیجه مطالعات حاکی از این است که در کتیبه گچی ایوان بنا، به دلیل ضخامت نسبتاً زیاد، تفاوت‌هایی در عمق و سطح ملات از نظر ساختار و مواد تشکیل‌دهنده فعلی آن وجود دارند. بخشی از این تفاوت‌ها، مربوط به فنّ ساخت و بخشی، مربوط به فرآیند تغییر و فرسایش آن می‌تواند قلمداد شود. در واقع به دلیل یکسان نبودن شرایط عمق و سطح کتیبه، تغییر ساختار در عمق کتیبه گچی بیشتر از سطح آن بوده و به همین دلیل، استحکام آن نیز کمتر شده و ملات گچی در عمق، بیشتر پودری شده است.

در عمق کتیبه گچی، میزان کمی از فاز کلسیت وجود دارد که دو دلیل اصلی برای آن می‌توان متصور بود؛ الف. اضافه نمودن مقداری آهک به ملات در هنگام عمل‌آوری آن، ب. اضافه شدن کربنات کلسیم به ساختار ملات به مرور زمان از سمت دیوار تکیه‌گاه. با تکیه بر مطالعه انجام‌شده (آنالیزها و تصاویر میکروسکوپی) و اینکه فاز اصلی در عمق کتیبه گچی، انیدریت است و وجود منیزیم در عمق ملات کتیبه و همچنین وجود شواهدی از ریخت‌نمای انیدریت در قالب ژیپس، می‌توان گزینهٔ ب را به واقعیت نزدیک‌تر دانست.

برای شناخت بهتر ملات کتیبه گچی، مطالعه و مقایسه‌ای بین آن و ملات آرایه گچی قالبی و لایه بستر زیر آرایه گچی قالبی انجام پذیرفت. فاز اصلی در آرایه گچی قالبی، ژیپس است. در مقایسه با ملات کتیبه گچی می‌توان گفت به دلیل ضخامت بسیار کم آرایه گچی قالبی و شیوه عمل‌آوری خاص آن و شاید وجود مواد آلی و خاک غنی از آهن (که متفاوت با ملات کتیبه گچی است)، تغییر فاز در آن صورت نگرفته است. ملات گچی لایهٔ بستر (که آرایه گچی قالبی بر روی آن اجرا شده است)، دارای ساختار بلورین گچ تیز است. اینکه استادکار توانسته یک لایه نازک گچ (در حد دو میلی‌متر) در داخل کاسه‌های مقرنس به صورت گچ تیز اجرا کند، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. ساختار بلوری بستر گچی، متفاوت از ساختار بلوری آرایه گچی قالبی است و همچنین از نظر اندازه بلورها، بلورهای گچ در لایهٔ بستر، ریزتر و باریک‌تر از بلورهای گچ در ملات کتیبه (عمق و سطح) ایوان هستند.

در بررسی از نزدیک و با استفاده از ابزار گچ‌بری و دندانپزشکی، کاملاً استحکام بالای لایه سطحی کتیبه گچی نسبت به عمق آن مشهود است. برای مطالعات آینده پیشنهاد می‌شود با تکیه بر مطالعات فیزیکی، میزان مقاومت ملات سطح و عمق کتیبه به صورت دقیق بررسی و شناسایی شود و با تکیه بر نتیجه این مقاله، تحلیلی از این نگاه نیز به‌دست آید.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی: به علت وجود آرایه‌های گچی ارزشمند در ایران عزیز از دوره اشکانیان تا دوره معاصر و همچنین به دلیل انجام نشدن پژوهش‌های گسترده در خصوص شناخت فنی آرایه‌های گچی این منطقه، پیشنهاد می‌شود هم از نظر تکنیکی و هم از نظر دوره‌های تاریخی، پژوهش‌های تخصصی ساختارشناختی و فن‌شناختی و آسیب‌شناختی بر روی این آثار انجام شوند تا به مرور زمان بانک اطلاعاتی این حوزه تکمیل شود.

سپاسگزاری

نویسنده لازم می‌داند از کمک‌های بی‌دریغ آقایان؛ پرویز هلاکویی، مسلم میش‌مست نهی، محمد شعرباف، مجید علومی، علی‌محمد سرداری زارچی و فرشاد موذنی سپاسگزاری نماید.

پی‌نوشت

1. Calcium sulfate dehydrate, CaSo4.2H2O

۲. بلورهای ژیپس غالباً در جهت (010) پهن و در جهت محور Z دراز می‌شوند. فرم‌های عادی که پوشش معمولی ژیپس را به وجود می‌آورند، عبارت هستند از فرم‌های(010) ، (110) و (111) (Gourdin & kingery, 1975).

۳. لایه بستر گچی در بقعه سید رکن‌الدین یزد با ضخامتی حدود دو میلی‌متر بر روی آستر کاهگلی اجرا شده است. در نتیجهٔ مطالعات فنی انجام‌شده، مشخص شده که ملات مورد نظر به صورت ملات گچ تیز عمل‌آوری شده است. اینکه در سطح بسیار وسیع، یک لایه بسیار نازک گچ، آن هم به صورت تیز کار شده باشد، بسیار جالب توجه است (حمزوی و وطن‌دوست، ۱۳۹۳: ۳۲۱-۳۱۴). لایه بستر گچی در بقعه سید شمس‌الدین نیز با همین ضخامت اجرا شده است.

۴. سودومرفیسم

منابع و مآخذ

- افشار، ایرج (۱۳۷۴). **یادگارهای یزد**. چاپ دوم، تهران: انجمن آثار و مفاخر فرهنگی.
- اصفهانی‌پور، فائزه (۱۳۹۰)."*فن‌شناسی آسیب‌شناسی و ارائه طرح حفاظت از تزئینات گچی در مدرسه شمسیه یزد*". پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرمت اشیای تاریخی و فرهنگی. دانشگاه هنر اصفهان.
- بلر، شیلا و بلوم، ام. جاناتان (۱۳۸۵). **هنر و معماری اسلامی**. ترجمه اردشیر اشراقی، چاپ دوم، تهران: سروش.
- پازوکی، ناصر و شادمهر، عبدالکریم (۱۳۸۴). **آثار ثبت‌شده ایران در فهرست آثار ملی**. چاپ اول، تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور.
- پایگاه میراث جهانی یزد (۱۳۳۵)
- ---------- (۱۳۸۵)

- جعفری، جعفر بن محمد بن حسن (۱۳۳۸). **تاریخ یزد**. تصحیح ایرج افشار، چاپ اول، طهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- حامی، احمد (۱۳۸۴). **مصالح ساختمان**. چاپ شانزدهم، تهران: دانشگاه تهران.
- حسینی یزدی، سیدرکن‌الدین محمد (۱۳۴۱). **جامع‌الخیرات**. به کوشش محمدتقی دانش‌پژوه و ایرج افشار، چاپ اول، تهران: فرهنگ ایران‌زمین.
- حمزوی، یاسر و سرداری، علی‌محمد (۱۳۹۱). استفاده از آنالیزهای دستگاهی جهت فن‌شناخت آرایه‌های گچی بقعهٔ ستی فاطمه یزد. **مجموعه مقالات نخستین همایش علم مواد و حفاظت آثار فرهنگی-تاریخی**. تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی صنایع دستی و گردشگری. ۱۹۷-۱۷۹.
- حمزوی، یاسر و علومی، مجید (۱۳۹۰). بررسی فنی نحوه اتصال آرایه‌های گچی قالبی به سطح دیوار در بقعه سید رکن‌الدین یزد. **همایش ملی هنر اسلامی** (منتشر نشده). دانشگاه بیرجند.
- حمزوی، یاسر و وطن‌دوست، رسول (۱۳۹۳). مطالعه و بررسی فنی لایه‌های دیوارنگارهٔ سقف گنبد بقعه سید رکن‌الدین یزد. **مجموعه مقالات: برگزیدهٔ مقالات اولین و دومین همایش ملی کاربرد تحلیل‌های علمی در باستان‌سنجی و مرمت میراث فرهنگی ۱۳۹۲-۱۳۹۱**. تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ۳۳۳-۳۰۹.
- خادم‌زاده، محمد حسن (۱۳۸۶). **محلات تاریخی شهر یزد**. چاپ اول، یزد: سبحان نور.
- ---------- (۱۳۸۷). **معماری دوره آل مظفر یزد: ایلخانی و تیموری**. با همکاری مجید علومی و الهه خاکباز الوندیان، چاپ اول، تهران: هم‌پا و سازمان میراث فرهنگی صنایع دستی و گردشگری.
- صالحی کاخکی، احمد و اصلانی، حسام (۱۳۹۰). معرفی دوازده گونه از آرایه‌های گچی در معماری دوران اسلامی ایران بر اساس شگردهای فنی و جزئیات اجرایی. *مطالعات باستان‌شناسی*، ۳ (۱)، ۱۰۸-۹۱.
- عباسیان، میرمحمد (۱۳۷۱). **مبانی شیمی فیزیک گچ، تولید و کاربرد**. چاپ اول، تهران: شرکت ایران گچ.
- عرفانی، حسین (۱۳۹۴). مطالعه بلورشناسی: بلورهای ژیپس طبقات گچ واقع در مشرق تهران. *نشریه دانشکده فنی*، ۹ (۱۹۰)، ۴۸-۴۳.
- کاتب، احمد بن حسین بن علی (۱۳۸۶). **تاریخ جدید یزد**. تصحیح ایرج افشار، چاپ سوم، تهران: امیرکبیر.
- کاظمیان، میثم و اصلانی، حسام (۱۳۹۱). شناسایی نقوش و فنون آرایه‌های گچی بند آجری مسجد جامع عتیق اصفهان. *پژوهش هنر*، سال دوم (۴)، ۷۰-۶۱.
- لشکری، آرش (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل گچ‌بری‌های نویافتهٔ ایلخانیان آوه. *مطالعات باستان‌شناسی پارسه*، سال اول (۲)، ۱۰۴-۹۱.
- مستوفی بافقی، محمد مفید (۱۳۴۰). **جامع مفیدی**. به کوشش ایرج افشار، چاپ اول، جلدهای ۱ و ۳، تهران: چاپخانه رنگین.
- میش‌مست نهی، مسلم (۱۳۹۴). کاربرد تحلیل‌های بلورشناسی در مطالعات فنی آثار تاریخی گچی (مطالعه موردی گچ‌بری کوه خواجهٔ سیستان، ملات گچ شادیاخ نیشابور و ملات گچ قلعه الموت قزوین). *پژوههٔ باستان‌سنجی*، سال اول (۲)، ۱۴-۱.
- ویلبر، دونالد. ن. (۱۳۴۶). **معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان**. ترجمه عبدالله فریار، چاپ اول، تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- هیل، درک و گرابر، اولگ (۱۳۸۶). **معماری و تزئینات اسلامی**. ترجمه مهرداد وحدتی دانشمند، چاپ اول، تهران: علمی و فرهنگی.

- Abdel-Aal, E. A.; Rashad, M. M., & El-Shall, H. (2004). Crystallization of calcium sulfate dehydrate at different supersaturation ratios and different free sulfate concentrations. *Crystal Research and Technology*, 39 (4), 313-321.
- Ballirano, Paolo & Melis, Elisa. (2009). Thermal behaviour and kinetics of dehydration of gypsum in air from in situ real-time laboratory parallel-beam X-ray powder diffraction. *Physics and Chemistry of Minerals*, 36, 391-402.

- Cardoso, I. P. & Pye, Elizabeth. (2017). Gessoes in Portuguese Baroque gilding grounds, part 1: a study of historical documentary sources. *Studies in Conservation*, 62 (4), 158-209.
- Gourdin, W. H. & Kingery, W. D. (1975). The beginnings of pyrotechnology: Neolithic and Egyptian lime plaster. *Journal of Field Archaeology*, 2 (1-2), 133-150.
- International Cultural Tourism Charter Managing Tourism at Places of Heritage Significance. (1999). Adopted by ICOMOS (International Council on Monuments and Sites).
- Klein, Cornelis; Cornelius S. & Hurlbut Jr. (1998). **Manual of Mineralogy**. New York City: Published by John Wiley & Sons Inc.
- Li, Jianquan; Li, Guozhong & Yu, Yanzhen. (2007). The influences of gypsum water-proofing additive on gypsum crystal growth. *Materials Letters*, 61 (3), 872-876.
- Middendorf, B. (2002). Physico-mechanical and microstructural characteristics of historic and restoration mortars based on gypsum: current knowledge and perspective. *Geological Society*, 205 (1), 165-176.
- Middendorf, B. & Knofel, D. (1988). Gypsum and lime mortars of historic German brick buildings. **Conservation of Historic Brick Structures**. Baer, N.S.; Fitz, S. & Livingston, R. (Eds.). United Kingdom: Donhead Publ. Ltd. 197-209.
- Middendorf, Bernhard; Vellmer, C. & Schmidt, Michael. (2004). Take a closer look: Calcium sulphate based building materials in interaction with chemical additives. In **Nanotechnology in construction**. Bartos, J. M.; Hughes, J.; Trtik, P. & Zhu, W. (Eds.). Cambridge: The Royal Society of Chemistry. 263-272.
- Santisteban, Juan I.; Mediavilla, Rosa; Lo pez-Pamo, Enrique; Dabrio, Cristino J.; Ruiz Zapata, M. Blanca; Gil Garcıa, M. Jose; Castano, Silvino; Martınez-Alfaro, Pedro E. (2004). Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments? *Journal of Paleolimnology*, 32 (3), 287-299.
- Sudell, Helen (2010). **The complete Guide to Rocks & Minerals**. Project Editor: Catherine Stuart. London: Hermes House.
- Torraca, G., (2009). **Lectures on Materials Science for Architectural Conservation**. Los Angeles, CA: Getty Conservation Institute.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Received: 2020/03/01
Accepted: 2020/07/05

An Investigation into the Characterization of Gypsum Mortar of Seyed Shams-din Monument in Yazd, Iran

Yaser Hamzavi*

Abstract

Gypsum and gypsum mortar are among the most sophisticated and unique traditional building materials of Iran that over the past two thousand years, by varying the strength properties as well as the gypsum mortar retention time, gypsum plaster artists have created diverse works with different techniques as architectural arrays, sometimes by decreasing or increasing the ratio of the water to gypsum in the mortar and sometimes by kneading the mortar to a more or less extent and sometimes by adding mineral and organic material to the gypsum mortar as a supplement. The peak of the art of stucco decoration during the Islamic period in Iran is the 14th century AD. One of the Monuments from this period in Yazd, Seyyed Shams-din, has outstanding stucco decoration and unique molded plaster. The inscription on the porch of this monument is one of these gypsum arrays that extends along three sides and unfortunately, some parts of it have been lost over time. In order to conserve this precious gypsum inscription, structural and technological studies need to be carried out on it, so that in the next stage, structural damage and its erosion process can be accurately and scientifically investigated and identified. The purpose of this research is to provide technical knowledge from the gypsum plaster of the porch inscription of this monument. In this regard, the depth and surface of the gypsum inscription, molded gypsum arrays and furthermore, the fine coat under this array were sampled and with the adoption of XRD, XRF, SEM-EDS analysis, contrastive analysis between these mortars were conducted. The results of this study indicate that the depth and surface of the gypsum inscription are structurally different from each other in which some parts of these differences are related to the timing of the inscription's execution and the other part of these differences are related to the process of mortar change and erosion. The erosion and changes in the deep sections of the inscription were greater than the changes in the surface which caused a decrease in its strength due to the penetration of moisture and soluble salts from the supporting wall to the depth of the inscription.

Keywords: Characterization, Gypsum mortar, Architectural decoration, Seyed Shams-din Monument, Yazd

* Assistant Professor, Faculty Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art Uni0versity, Tabriz, Iran.
y.hamzavi@tabriziau.ac.ir