Journal of Research on Archaeometry, 2019; 5 (1):129-142

Journal of Research on Archaeometry

DOI: 10.29252/jra.5.1.129

URL: https://jra-tabriziau.ir/

Original Paper

Study of pigments in decorations of exterior porch painting in Soltanieh dome of Zanjan

Maryam Shirvani *

Assistance professor, Art University of Shiraz, Shiraz, IRAN

Received: 08/04/2019 **Accepted: 29/06/2019**

Abstract

There are many art works of the Mongol Ilkhans period in Iran that are unique in architecture and decor. Zanjan Soltanieh Dome is one of the most important monuments of this era that has various decorations. One of the most beautiful and unique examples of decorations in this building is the special art of painting, which is decorated with colored layers and in the thin layer on the brickwork on the outer porch of this dome and on the plain of Soltanieh. Although in the preceding Seljuk period, the use of gypsum as a lime was relatively common and customary, this type of arrangement reached to its perfection in the period of the Ilkhani. Hence, one of the most prominent features of the Ilkhani architecture was the superb skill in casting of gypsum and its manipulation in many different ways. With the spread of gypsum in the 8th century AH, this method has been used to cover the walls with decorative designs. In the period of the Ilkhani, white dressing usually came with tiny levels, so they kept these smooth surfaces rarely completely white and simple. In general, the use of color is more common in this period, as in all kinds of practices, staining of motifs and in flat surfaces, the use of illuminated paintings of the species was common with a wide range of colors. Soltaniyeh domes include various black, white, red, yellow and gray colors, which have not yet been studied in terms of color combinations to identify the pigments and substrates used in them. The questions are about their color combinations and certain features that have been remained untouched by environmental factors. Identifying this sample of colors has a significant impact on creating their proper protective conditions. Since this dome is in open-air environment, it has been affected by the environmental degradation factors. The purpose of this study was to identify the color combinations of these decorations, which were used for the identification of elemental and combination of color ingredients using FT-IR and XRF analysis techniques. Today, the use of various laboratory techniques for the recognition of compounds in the field of restoration and protection of historical works is routinely practiced. A remarkable contribution to better understanding and better studies has been made. Using the instrumental techniques is an appropriate step to improve the selection of therapeutic effects. Based on the results obtained, the pigment compounds were red, yellow, black bone and calcium carbonate, which have been used on the plaster bed. These pigments have a mineral structure and therefore, have a longer shelf life than organic pigments against environmental degradation factors. This has led to their long-term survival in the external environment. It is also noteworthy that there is no protective layer on them. Nevertheless, their resistant structure is the main reason of surviving these works.

Keywords: Soltaniyeh Dome, Gypsum, Color Enhancement, FT-IR, XRF

* Corresponding author: m_shirvani@shirazartu.ac.ir

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]

[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

پژوهه باستان‌سنجی ۱۳۹۸؛ ۵(۱)؛ ۱۲۹-۱۴۲

پژوهه باستان‌سنجی (علمی-پژوهشی)

DOI: 10.29252/jra.5.1.129

URL: http://jra-tabriziau.ir/

مقاله پژوهشی

شناخت رنگدانه‌ها در آرایه‌های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه زنجان

مریم شیروانی*

۱. استادیار، عضو هیئت‌علمی گروه مرمت، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۸/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲

چکیده

آثار باقی‌مانده از دوران حکومت ایلخانان مغول در ایران دارای ویژگی‌های معماری جالبی بوده و گنبد سلطانیه زنجان یکی از بناهای مهم این دوران است که آرایه‌های معماری گوناگونی را در خود جای‌داده است. یکی از این نمونه‌ها، آرایه‌های گچی است که در لایه نازکی بر روی پوشش‌های آجری در ایوان‌های بیرونی این گنبد با لایه‌های رنگی مزین گردیده است. این تزیینات شامل ترکیبات گوناگون رنگی است که تاکنون مطالعات علمی برای شناسایی آن‌ها و بسترهای مورداستفاده‌شان صورت نپذیرفته است. سؤال مطرح‌شده این است که این آثار با چه ترکیبات رنگی کارشده و آیا دارای ویژگی‌های خاصی هستند که تا به امروز باقی‌مانده و در اثر عوامل محیطی تخریب نگردیده‌اند؟ با نیل به این منظور در این پژوهش هدف شناسایی ترکیبات رنگی آرایه‌های گچی بود که با استفاده از روش لایه‌نگاری و آنالیزهای دستگاهی FT-IR و XRF برای شناسایی عنصری و ترکیبی مواد تشکیل‌دهنده رنگ‌ها استفاده‌شده است. بر اساس یافته‌های حاصل‌شده ترکیبات رنگدانه‌ها شامل اخرای قرمز، اخرای زرد، دوده و احتمالاً سولفات کلسیم بود که بر روی بستر گچی مورداستفاده قرارگرفته است. رنگدانه‌ها دارای ساختار معدنی بوده و به همین علت ماندگاری بیشتری نسبت به رنگدانه‌های آلی در برابر عوامل مخرب محیطی دارند و این امر سبب ماندگاری طولانی‌مدت آن‌ها در محیط بیرونی بوده است و ساختار مقاوم آن‌ها دلیل اصلی باقی ماندن تا به امروز این آثار است.

واژگان کلیدی: گنبد سلطانیه، آرایه‌های گچی، تزیینات رنگی، طیف سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه، فلوئورسانس اشعه ایکس

* مسئول مکاتبات: شیراز، چهارراه ادبیات، ابتدای بلوار چهل مقام، دانشگاه هنر شیراز

پست الکترونیکی: m_shirvani@shirazartu.ac.ir

حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]

[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

۱. مقدمه

در عصر ایلخانی آثار گوناگونی از معماری در پهنه ایران ساخته شدند و با انواع گوناگونی از آرایه‌های آجری، گچی، کاشی‌کاری و غیره مزین گردیدند. دراین‌بین هنر گچبری عصر ایلخانی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده و دارای ظرافت زیادی است. آثار خلق‌شده با انواع رنگ‌ها مزین گردیده و بر زیبایی بناهای این دوره بسیار افزوده است. در رنگ‌آمیزی بر روی بسترهای گچی و همچنین گچبری‌ها از رنگ‌های متنوعی استفاده گردیده است.

در زمینه رنگ‌های روی بستر گچی در دوره ایلخانی ویلبر در کتاب معماری اسلامی دوره ایلخانی، فهرست کامل آن‌ها را این‌گونه معرفی می‌کند: «سفید، آبی روشن، آبی سیر، سبز، قرمز، پرتقالی، زرد، کرم، قهوه‌ای مایل به قرمز و طلایی»[1]. که تحقیقات صورت پذیرفته بر روی رنگدانه‌ها بیشتر شامل مطالعات بصری بوده و ترکیبات رنگ‌ها در بیشتر موارد شناسایی نگردیده‌اند.

در فرآیند حفاظت و مرمت شناخت رنگدانه‌ها دارای اهمیت است. شناسایی این عناصر نه‌تنها از دیدگاه‌های باستان‌شناسی، بلکه از دیدگاه تاریخ هنر و شناخت فرایند تخریب و توسعه روش‌های حفاظتی آثار تاریخی دارای اهمیت است [2].

بنای تاریخی گنبد سلطانیه نیز یکی از بناهای شاخص دوران ایلخانی است که در شهر سلطانیه استان زنجان واقع‌شده است. این بنا بزرگ‌ترین گنبد آجری جهان را داشته و آرایه‌های داخلی و خارجی متنوعی را در برمی‌گیرد. یکی از بهترین و زیباترین آن‌ها در ایوان‌های بیرونی گنبد و مشرف‌به دشت قرارگرفته که با گچ ساخته‌شده و با رنگ‌های گوناگون رنگ‌آمیزی شده و تاکنون مطالعات حفاظتی و مرمتی بر روی آن‌ها صورت نپذیرفته است به‌رغم اینکه مطالعات ساختار شناسی و حفاظتی آرایه‌های داخلی گنبد سالیان زیادی است انجام می‌پذیرد. هدف از انجام این پژوهش شناخت لایه‌ها و نوع رنگ‌های بکار رفته در آرایه‌های گچی ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی است تا بتوان بر مبنای مطالعات ساختاری دلیل ماندگاری آن‌ها بررسی گردد.

امروزه استفاده از شیوه‌های مختلف دستگاهی و آزمایشگاهی جهت شناخت ترکیبات در حوزه مرمت و حفاظت آثار تاریخی مورداستفاده قرارگرفته و کمک شایان توجهی در شناخت و مطالعات بهتر این دسته از آثار نموده است. استفاده از روش‌های دستگاهی گامی مناسب جهت بهبود انتخاب شیوه‌های درمانی آثار است.

به‌طورکلی دو دلیل اصلی برای مرمتگران و حفاظتگران در زمینه شناسایی رنگدانه‌ها وجود دارد: اول اینکه رنگدانه‌ای که قرار است در کار جایگزین شود با رنگدانه اصلی هماهنگی ساختاری (ویژگی‌های ساختارشناسی مشابه) داشته باشد و دوم اینکه هرگونه تخریب در رنگدانه‌ها شناسایی شود و روش درمانی مناسبی اعمال گردد [3].

۲. پیشینه تحقیق

تاکنون مطالعات گوناگونی در زمینه معماری ایلخانی صورت پذیرفته و پژوهشگران مختلف بر بررسی و شناخت معماری و تزیینات آن همت گمارده‌اند. یکی از بهترین و زیباترین این تزیینات هنر گچ‌بری و استفاده از رنگ‌های گوناگون به جهت تزیین آن‌هاست که مطالعات گوناگونی در جهت شناخت آن‌ها صورت پذیرفته است. برای نمونه در مطالعات انجام‌شده در بنای پیر حمزه سبزپوش ابرکوه از آثار دوره ایلخانی، رنگدانه‌های به‌کاررفته جهت اجرای دیوارنگاره‌ها شامل گل‌سفید، آبی آزوریت، اخرای سرخ، مالاکیت و دوده بوده است [4]. در بنای چله خانه بقعه پیربکران اصفهان از دیگر بناهای دوره ایلخانی نیز رنگ‌های به‌کاررفته در تزیینات شامل گل‌سفید، قرمز اخرا، سبز مالاکیت، آبی آزوریت و سیاه دوده بوده است [5]. در تزیین محراب اولجایتو نیز از رنگدانه‌های سبز، گل‌سفید و اخرای قرمز استفاده‌شده است [6]. مطالعات نشان داده است که در بنای مدرسه رکنیه از رنگ‌های قرمز اخرا، سبز مالاکیت، آبی آزوریت، ورق طلا، سبز سیلو و قرمز شنگرف استفاده‌شده است [7]. همچنین رنگدانه‌های به‌کاررفته در تزیینات داخلی گنبد سلطانیه شامل رنگ اخرا، ورق طلا، دوده، گل‌سفید، رنگ بنفش، سبز، زرد و بست صمغ عربی است [8]. بااین‌حال تاکنون مطالعات علمی دقیقی

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

به جهت شناخت رنگدانه‌ها و آرایه‌های گچی ایوان‌های بیرونی گنبد سلطانیه صورت نپذیرفته است و این امر دست‌مایه پژوهش حاضر قرار گرفت.

۳. مواد و روش تحقیق

جهت شناسایی رنگدانه‌های بکار رفته در آرایه‌های معماری می‌توان از میکروسکوپ نوری، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مجهز به پراکنده انرژی (EDS)، پراش اشعه ایکس (XRD)، فلورسانس پرتو ایکس (XRF) و طیف‌سنجی زیر قرمز تبدیل فوریه (FTIR) استفاده نمود [9,10].

در این پژوهش جهت دست‌یابی به هدف موردنظر و شناخت لایه‌های رنگی آرایه‌ها، روش گزینش‌شده به‌صورت دستگاهی است. بدین‌جهت از آرایه‌های موردبررسی نمونه‌برداری شده و لایه‌های کوچکی از رنگ‌ها از بستر گچی جدا گردیدند و به‌وسیله آزمایش‌های دستگاهی مادون‌قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) – فلورانس پرتوی ایکس (XRF) و میکروسکوپ متالوگرافی مطالعات بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت.

تصویر میکروسکوپی از نمونه توسط میکروسکوپ متالوگرافی با مدل MR-11 ساخت کشور ژاپن تهیه‌شده است.

طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) نیز یک تکنیک آزمایشگاهی به روش دستگاهی است که به روش کیفی به بررسی نمونه می پردازد [۱۱]. آزمایش طیف‌سنجی با دستگاه FT-IR (نوع روی میزی) و با امواج در محدوده‌ی MIR انجام پذیرفت و مشخصات دستگاه، Tensor 27-mid FT-IR/BrukerCompany در دانشگاه هنر تهران است. طیف‌ها در ناحیه $400cm^{-1}$–۴۰۰۰ اندازه‌گیری شدند. در آزمایش طیف‌سنجی مولکولی FT-IR بخشی از تحلیل داده‌های این نوع طیف‌سنجی توسط نرم‌افزار Omnic صورت پذیرفت.

روش طیف‌نگاری فلورسانس پرتوی ایکس(XRF) نیز یکی از روش های آنالیز عنصری است که به صورت نیمه کمی به تحلیل می پردازد [۱۲]. لازم به توضیح است که شناسایی عناصر در یک محدوده از عدد اتمی مربوط به عناصر موجود در جدول تناوبی قابلیت شناسایی دارند. آزمایش و پرتودهی با دستگاه XRF (نوع پرتابل) انجام پذیرفت و مشخصات دستگاه، HandHeld XRF / S1 Tracer 3 / BrukerCompanyدر دانشگاه هنر تهران است.

٤. استفاده از گچ در آرایه‌های معماری دوره ایلخانی

در دوران اسلامی، گچ یکی از مصالح متداول در تزیین بنا بوده و در تمامی قرون کاربرد خود را از دست نداده است. در دوران سلجوقی این هنر پیشرفت قابل‌توجهی نمود و دیواره‌های بزرگ سفیدکاری شده و کتیبه‌ها و محراب‌ها به تقلید آجرکاری با انواع رنگ‌ها بر روی بسترهای گچی پوشانده شدند[8].

اگرچه در ادوار قبل از سلجوقیان، استعمال گچ به عنوان اندود در بنا نسبتاً رواج داشت و مرسوم بود ،این نوع روکاری در دوره ایلخانی به درجه کمال رسید [1]. ازاین‌رو یکی از خصوصیات برجسته تزیینات معماری دوره ایلخانی مهارت فوق‌العاده در گچبری و استفاده زیادی بود که از آن به انواع مختلف به عمل می‌آمد [13].

با رواج گچبری در قرن ۸ه.ق از این شیوه بیشتر جهت پوشاندن دیوارها با طرح‌های تزیینی استفاده‌شده

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]



شکل ۱: آرایه‌ها و کتیبه‌های گچی رنگ‌آمیزی شده فضای داخلی گنبد سلطانیه
Fig. 1: Decorative gypsum inscriptions with colorful decorations

است [14]. در دوره ایلخانان سفیدکاری معمول سطوح با تنوعاتی همراه شد، بدین ترتیب که این سطوح صاف را به‌ندرت کاملاً سفید و ساده نگه داشتند [1].

به‌طورکلی در این دوره استفاده از رنگ رواج بیشتری یافت، چنانکه در انواع شیوه‌ها، رنگ‌آمیزی موتیف‌ها و در سطوح مسطح استفاده از نقاشی‌های تذهیب گونه با طیف وسیعی از رنگ‌ها معمول شد و گرچه با رواج کاشی استفاده از این فن تا حدودی محدود گردید، ولی در دوره‌های بعد مجدداً رونق یافت [15].

بهترین نمونه‌های این شیوه، در این دوره بنای سلطانیه در زنجان و مدرسه شمسیه در یزد است. کتیبه‌های دینی و تاریخی نیز از طرح‌های متداول در این دوره است که تنوع چشمگیری از خط و رنگ و فن را شامل می‌گردد. انواع خطوط ثلث و کوفی همراه با رنگ‌های متفاوت در خط و زمینه مثل سفید و آبی در کتیبه سلطانیه در زنجان دیده می‌شود [16](شکل ۱).

۵. گنبد سلطانیه و آرایه‌های ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی آن

ساخت گنبد سلطانیه، در سال ۷۰۴ه.ق به دستور الجایتو در شهر سلطانیه، پایتخت آن زمان ایلخانیان آغاز شد و در سال ۷۱۲ه.ق به اتمام رسید [17]. پائولزی بیان می‌دارد: «فرم و اسکلت این بنای معظم که بین سال‌های ۱۳۰۴ تا ۱۳۱۲ میلادی به‌طور معجزه‌وار در مدت نه سال ساخته شده دارای خصوصیات تحسین‌آمیز و بی‌شماری است» [18]. معماران سلطانیه با درک و دریافت هنر معماری ایران بنایی ایجاد کردند که مجموعه بنا با فضای دوران گذشته متفاوت و در ترکیب حاکی از کاربردهای جدید آن است [19](شکل ۲و۳).

قابل‌ذکر است آنچه بنای گنبد سلطانیه را از سایر بناهای قبل و بعد از خود متمایز و موفق در نمونه‌های معماری اسلامی ایرانی نموده است که نه‌تنها ساختار گنبد و اجزای آن بلکه تزئینات گنبد سلطانیه است. عوامل مختلف تزیینی آجرکاری، گچبری، کاشیکاری، نقاشی، تزیینات سنگی و چوبی و ... در بنا دیده می‌شود که بر شکوه این اثر افزوده است.

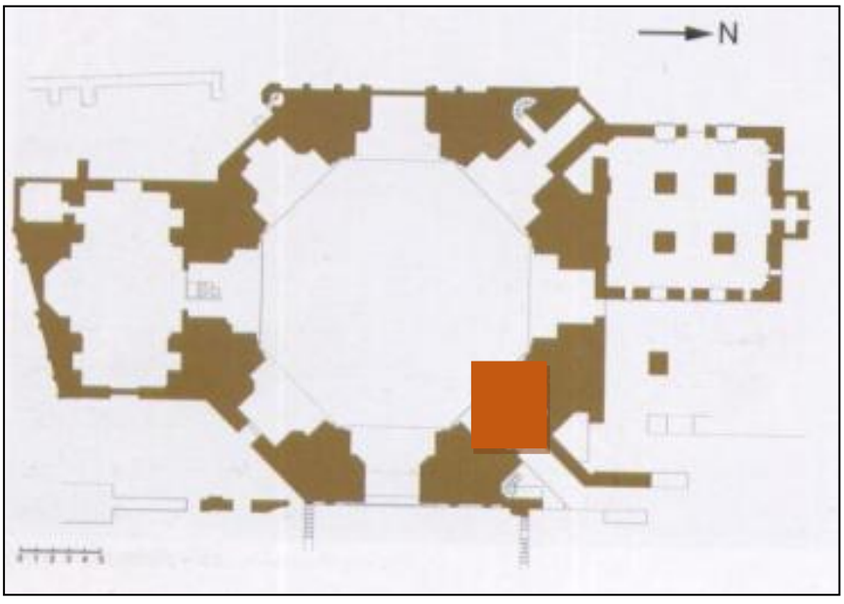
یکی از عوامل تزئینی در گنبد سلطانیه، گچ است که به‌وفور در نمای داخلی بنا به‌کاررفته است. گچ در اینجا به‌صورت زنده و پخته و زمانی به حالت مرده و خام در پشت‌بند کاشی‌ها، ملاط آجرها، گچبری‌ها، کتیبه‌ها و تزئینات قالبی و استامپی در ابعاد مختلف به خدمت گرفته‌شده است [20]. این نوع آرایه‌ها در کنار تنوع و گستردگی، از تکنیک و هنر بسیار بالایی در این بنا برخوردار و شایسته مطالعه و تحقیقات گسترده‌تر است.

به‌طورکلی ساختار و تزئینات در همه جای بنای

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]



شکل ۲: محوطه مجموعه گنبد سلطانیه از نمای بالا (مأخذ:http://www.armansafar.com)
Fig. 2: Soltanieh dome complex from above



شکل ۳: پلان مجموعه گنبد سلطانیه [17]
Fig. 3: Soltanieh Dome Collection Plan

سلطانیه باهم یکی شده‌اند؛ مقیاس‌های بزرگ، تناسب موزون، رنگ‌های درخشان و پُرمایه در تعادلی یکنواخت باهم ترکیب‌شده‌اند و ظاهری بی‌نظیر و فوق‌العاده به ساختمان بخشیده‌اند [21]. اما در ایوان‌ها سه طاق با آرایه‌های منحصربه‌فرد دیده می‌شود. سقف‌ها از آرایه‌های گچی با رنگ‌های متنوع در بالای ایوان شکوه و جلوه‌ی گنبد را دوچندان کرده‌اند.

روی دیوارها آجرهای طلایی‌رنگ مشاهده می‌شود.

آرایه‌های گچی داخل ایوان دارای طرح‌های متنوعی است؛ ترنج‌های بزرگ شبکه‌ای، نقش‌های گلدار، کتیبه‌های مقدس به‌نوعی پیام الهی را منتقل می‌کنند. خطوط مواج آن‌ها نمایانگر حرکتی سیال و آرام هستند. طاق‌های دهلیز خارجی با سطوح نقاشی شده تزئین شده که روی آن‌ها قاب‌هایی با تصاویر هندسی پیچیده مشاهده می‌شود که دارای طرح و رنگ زیباست (شکل ۴ و ۵).

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]



شکل ۴: آرایه‌های گچی در ایوان جنوب غربی بیرونی بنای گنبد سلطانیه

Fig. 4: Gypsum decoration on the outer southwest of the Soltanieh Dome



شکل ۵: آرایه‌های گچی در ایوان جنوب غربی بیرونی بنای گنبد سلطانیه

Fig. 5: Gypsum decoration on the outer southwest of the Soltanieh Dome

٦. مواد و روش‌ها

٦-١. نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از لایه‌های آرایه‌های گچی در آثار تاریخی کاری بس مهم و قابل‌توجه است چراکه امکان برداشتن لایه‌های زیاد وجود ندارد. به همین علت برداشت دقیق از سطح اثر به همراه تمامی لایه‌های تشکیل‌دهنده مهم است. جهت نمونه‌برداری آرایه‌های گچی از قسمت‌هایی که ترک بزرگ وجود داشت و لایه‌ها از سطح جداشده بودند استفاده گردید که کمترین میزان دخالت و تخریب را به همراه داشته باشد.برای انجام آزمایش از رنگ‌های قرمز، زرد، سفید، سیاه و خاکستری موجود نمونه برداشته شد. که این نمونه‌ها از آرایه‌های سقف ایوان و بدنه آن بودند (شکل ۶ و ۷).



شکل ۶: محل نمونه‌برداری آرایه‌ها از بدنه ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی

Fig. 6: The site of sampling from the southwest outer edge of the body

٦-٢. مطالعات آزمایشگاهی جهت شناسایی رنگ‌های مورداستفاده در تزیینات گچی

در تزیینات زیبای ایوان بیرونی گنبد سلطانیه رنگ‌های گوناگون قرمز، زرد، سیاه، سفید و خاکستری به چشم می‌خورد که بر روی بستر گچی جلوه دارند (شکل ۸). این رنگ‌ها در سه بخش طاق‌ها در آرایه‌های هر ایوان مورداستفاده قرارگرفته و جهت شناسایی رنگ‌های مورداستفاده از نقاط مناسب نمونه‌برداری شده (شکل ۹و ۱۰) و به‌وسیله آزمایش‌های دستگاهی مادون‌قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) – فلورانس پرتوی ایکس (XRF) مطالعات بر روی نمونه‌ها صورت پذیرفت.

۷. نتایج و یافته‌ها

۷-۱. بررسی میکروسکوپی آرایه‌های گچی

جهت بررسی لایه‌های تشکیل‌دهنده آرایه‌ها بر روی جداره‌های بیرونی ایوان ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه، از روی دیوار بخشی از آن‌ها جدا شد و مانت گردید و به‌وسیله میکروسکوپ پلاریزان موردبررسی قرار گرفت. لایه بدین‌صورت اجراشده است که به‌صورت مستقیم بر روی دیوار آجری لایه گچ قرارگرفته و سپس از یک لایه بوم‌کننده استفاده گردیده است. پس‌ازآن لایه رنگ اجرا گردیده است. نکته قابل‌توجه این است که بر روی لایه رنگ هیچ اثری از وجود لایه محافظ وجود نداشت (شکل ۱۱).

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]



شکل ۷: محل‌های مختلف برای برداشت نمونه‌ها
Fig. 7: Sampling location

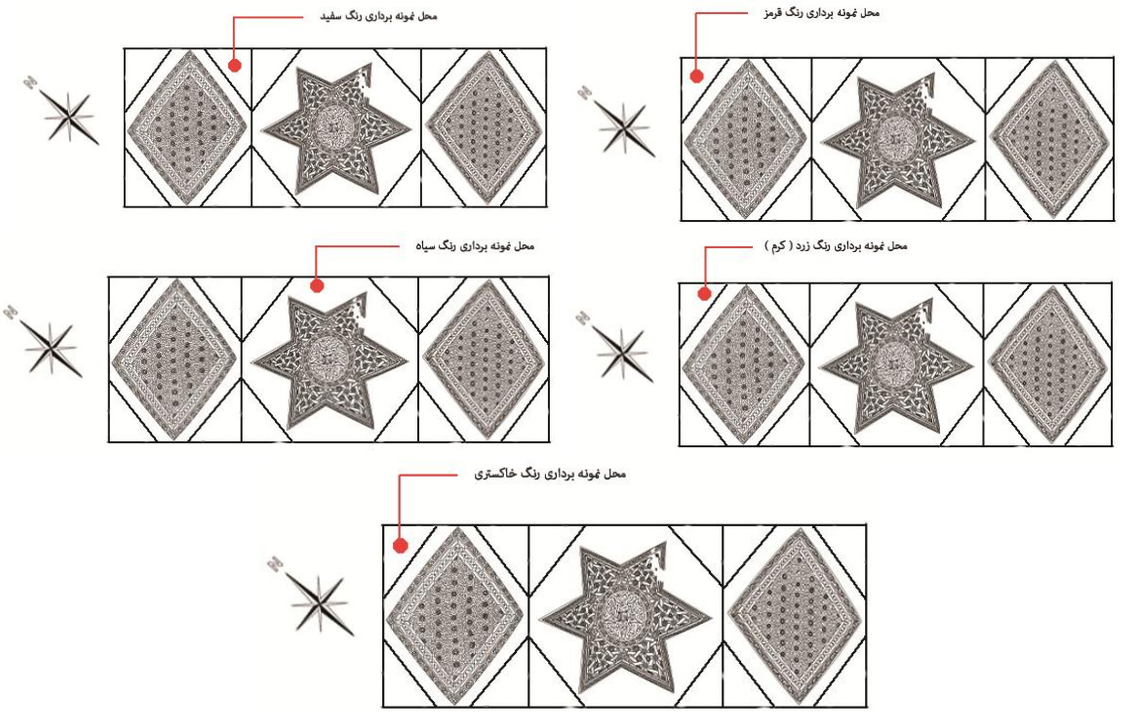


شکل ۸: محل نمونه‌برداری رنگ‌ها در ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه
Fig. 8: Location of sampling colors on the outer porch of the southwestern side of Soltanieh dome

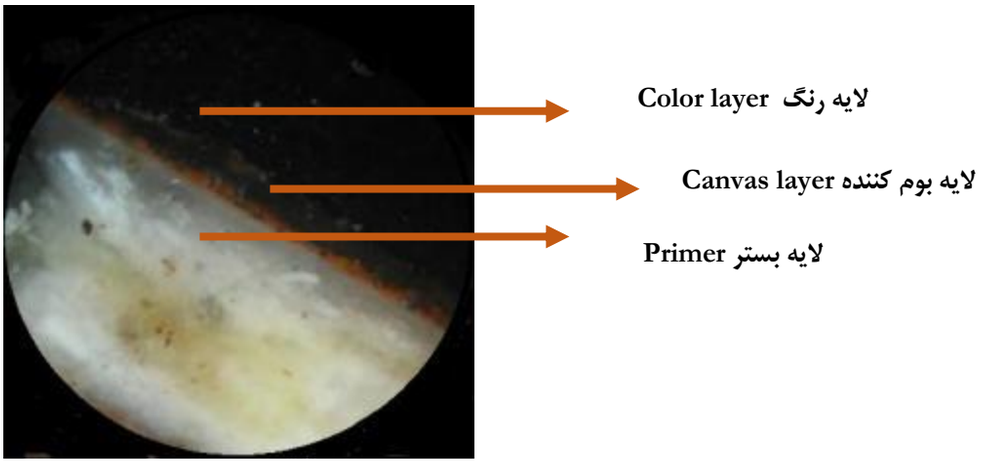


شکل ۹: نمونه‌برداری از رنگ‌ها
Fig. 9: Sampling of colors

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]



شکل ۱۰: معرفی محل‌های نمونه‌برداری رنگ‌ها از سقف ایوان ضلع جنوب غربی
Fig. 10: Sampling locations of colors from the ceiling of the porch



شکل ۱۱: تصویر میکروسکوپی از لایه بستر و رنگ
Fig; 11: Microscopic image of the substrate and color layer

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

۲-۷. نتایج آنالیز FT-IR وXRF

پس از انجام آزمایش به‌وسیله طیف‌سنجی مادون‌قرمز و طیف‌نگاری فلورسانس پرتوایکس نتایج حاصل‌شده در جداول ۱ و ۲ قابل‌بررسی هستند. طیف آنالیز FT-IR برای رنگدانه قرمز را می‌توان این‌گونه بررسی نمود (جدول ۲): نوارهای ناحیهcm^{-1} ۱۱۴۳ cm^{-1}، ۱۱۱۷cm^{-1} و ۱۰۳۴cm^{-1} وجود سولفات کلسیم به‌عنوان یک لایه که در بستر به‌کاررفته را نشان می‌دهد. همچنین نوارهای ۳۵۴۷cm^{-1} و ۳۴۰۵cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-Hدر ترکیب است. در این طیف نوار ناحیه ۱۶۲۲cm^{-1} ارتعاش خمشی مربوط به پیوند هیدراسیون سولفات موجود در ساختار شیمیایی است و نیز۱۳۱۷cm^{-1} وجود ماده معدنی حاوی عنصر آهن را نشان می‌دهد که احتمالاً در رنگدانه قرمز مورداستفاده قرارگرفته است. نتایج آنالیز XRF نیز حضور فعال عنصر آهن و کلسیم را در نمونه موردبررسی نشان داد که احتمال وجود اخرای قرمز در رنگدانه موردبررسی را بیان می‌نماید که در جدول پیک حاصله نشان داده‌شده است.

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگدانه زرد نیز بدین شرح است: نوار ناحیه ۱۱۴۴cm^{-1} و ۱۱۱۸cm^{-1} ناشی از وجود یک ترکیب سولفاتی است که در بستر بکار رفته است. نوار ناحیه ۳۵۴۷cm^{-1} و ۳۴۰۵cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-Hدر ترکیب است. در این طیف نوار ناحیه ۱۶۲۰cm^{-1}ارتعاش خمشی مربوط به پیوند هیداراسیون سولفات موجود در ساختار شیمیایی است و ۱۶۸۵cm^{-1} نیز وجود هیدراسیون گچ را نشان می‌دهد. نتایج آنالیز XRF نیز حضور فعال عنصر آهن و کلسیم را در نمونه موردبررسی نشان داد که احتمال وجود اخرای زرد با توجه به ترکیب به‌دست‌آمده در رنگدانه موردبررسی را بیان می‌نماید که در جدول پیک حاصله نشان داده‌شده است.

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگ سفید نیز نوارهای ناحیه ۱۱۶۴cm^{-1} وجود سولفات کلسیم در ترکیب، نوار ناحیه ۳۵۵۱cm^{-1} و ۳۴۰۵cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-H در ترکیب است و نوارهای ناحیه ۶۰۳cm^{-1} و ۶۷۰cm^{-1} سولفات کلسیم را به‌عنوان لایه رنگ سفید تشخیص می‌دهد. نتایج آنالیز XRF نیز حضور فعال عنصر کلسیم را در نمونه موردبررسی نشان داد که احتمال وجود گچ را در رنگدانه موردبررسی کامل نمود که در جدول پیک حاصله نشان داده‌شده است.

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگ خاکستری نیز نشان از این دارد که نوارهای ناحیه ۱۱۴۵cm^{-1} و ۱۱۱۸cm^{-1} وجود سولفات کلسیم در لایه بستر، نوار ناحیه cm^{-1} ۳۵۴۷ و ۳۴۰۵ مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-H در ترکیب است و ۶۷۰cm^{-1} سولفات کلسیم (گچ) وcm^{-1} ۷۸۱ جذب C-O را نشان می‌دهد که احتمالاً ترکیب دوده (کربن) را برای ایجاد رنگ خاکستری نشان می‌دهد. نتایج آنالیز XRF نیز در نمونه موردبررسی حضور کلسیم را در ترکیب نشان داد.

نتایج آنالیز FT-IR برای رنگ سیاه نیز نشان می‌دهد نوارهای ناحیه ۱۱۵۱cm^{-1} و ۱۱۱۸cm^{-1} وجود سولفات کلسیم که به‌عنوان لایه بستر به‌کاررفته، نوار ناحیه cm^{-1} ۳۴۰۵ و ۳۵۴۷cm^{-1} مربوط به ارتعاشات کششی نامتقارن پیوند O-H در ترکیب است و نوار ناحیهcm^{-1} ۸۳۷ و ۱۴۴۳cm^{-1} جذب C-O را نشان می‌دهد و نوار ناحیه ۶۷۱cm^{-1} و ۵۹۸ ناشی از ارتعاشات سولفات است که احتمالاً به همراه دوده برای ایجاد رنگ سیاه مورداستفاده بوده است. نتایج آنالیز XRF نیز حضور فعال عنصر کلسیم را در نمونه موردبررسی نشان داد [۲۲].

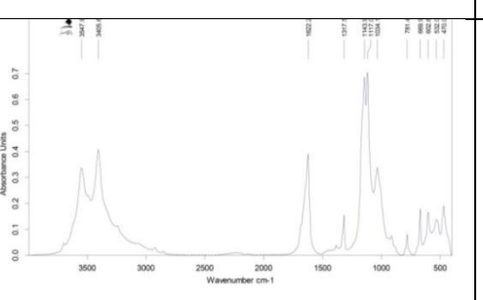
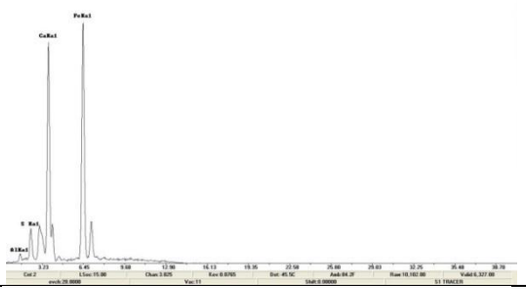
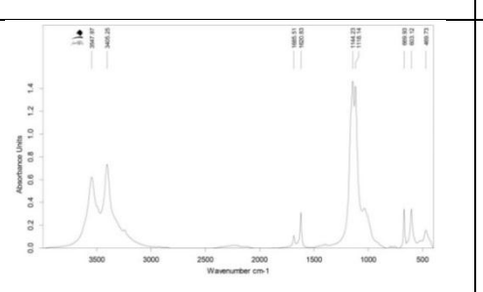
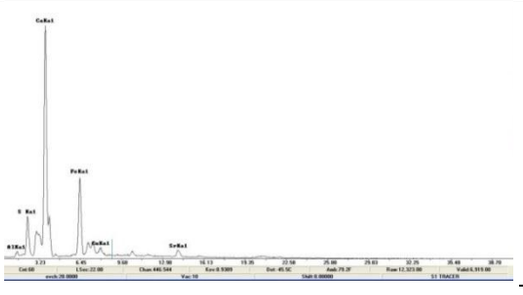
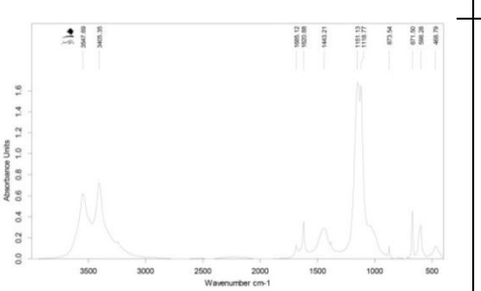
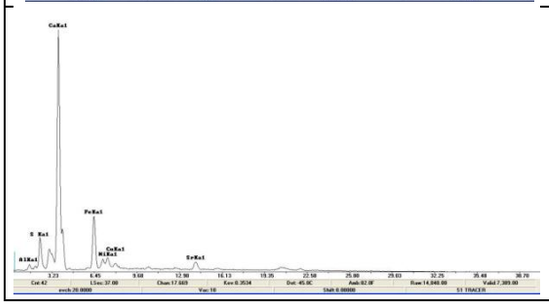
بر این اساس رنگ سفید گچ نیمه آبدار است و رنگ‌های زرد و قرمز دارای عنصر فعال آهن و کلسیم هستند که شامل اخرای قرمز و زرد بوده و در رنگ خاکستری و سیاه نیز جذب عنصر کربن (دوده) مشاهده می‌گردد (جداول ۱ و ۲).

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

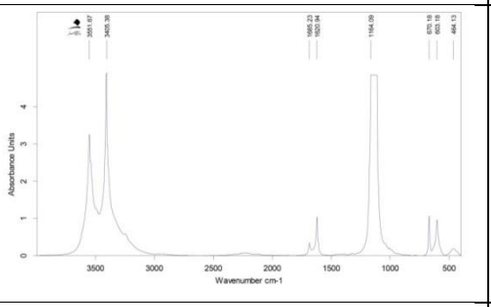
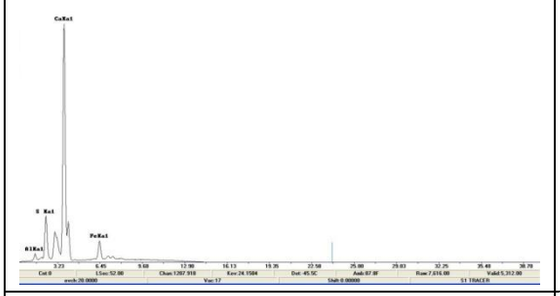
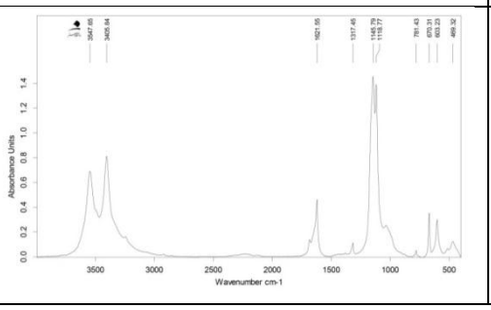
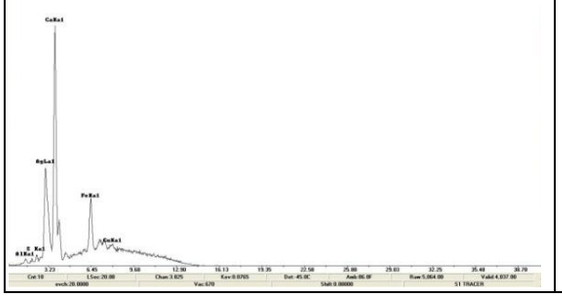
جدول ۱: نتایج آنالیز FT-IR و XRF
Tab 1: FT-IR, XRF Analyses

نمونه مجهول Unknown Sample	نتیجه‌ی داده‌ها The Result of the Data FT-IR	نتیجه‌ی داده‌ها The Result of the Data XRF
رنگ قرمز Red Color	رنگدانه اخرای قرمز Red Pigment	حضور فعال عنصر آهن و کلسیم Active Presence of Iron and Calcium
رنگ زرد Yellow Color	رنگدانه اخرای زرد Yellow Pigment	حضور فعال عنصر آهن و کلسیم Active Presence of Iron and Calcium
رنگ سیاه Black Color	سولفات کلسیم و دوده Calcium sulfate and Carbon	حضور فعال عنصر کلسیم Active Presence of Calcium
رنگ سفید With Color	گچ نیمه آبدار Plaster	حضور فعال عنصر کلسیم Active Presence of Calcium
رنگ خاکستری Gray Color	سولفات کلسیم و دوده Calcium sulfate and Carbon	حضور فعال کلسیم Active Presence of Calcium

جدول ۲: نتایج آنالیزهای دستگاهی نمونه رنگدانه ها
Table 2: Pigment Sample Device Analysis Results

رنگدانه pigment	FT-IR	XRF
رنگ قرمز Red color		
رنگ زرد Yellow color		
رنگ سیاه Black color		

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

رنگدانه pigment	FT-IR	XRF
رنگ سفید White color		
رنگ خاکستری Gray color		

جدول۳: بررسی مطالعات بر روی رنگدانه‌های استفاده‌شده در برخی از بناهای ایلخانی (با استناد به نتایج مطالعاتی محققین دیگر)

Table 3: Studies of pigments used in some of the Ilkhani buildings

شماره	نام بنا Name of the building	رنگدانه‌های بررسی‌شده Checked pigments	بستر و لایه بوم کننده Layer and canvas layer
۱	پیر حمزه سبزپوش ابرکوه Old Hamza Sabzpush Abarkuh	آبی آزوریت، اخرای سرخ، مالاکیت، دوده Azurite blue, red ocher, malachite, soot	گل‌سفید و گچ White soil and plaster
۲	پیربکران اصفهان Isfahan PIR BAKRAN	قرمز اخرا، سبز مالاکیت، آبی آزوریت، دوده Red ocher, green malachite, azurite blue, soot	گل سفید و گچ White soil and plaster
۳	محراب اولجایتو در اصفهان Oljaytu altar in Isfahan	قرمز اخرا، سبز مالاکیت Red ocher, malachite green	گل سفید و گچ White soil and plaster
۴	مدرسه رکنیه یزد Raknye School of Yazd	قرمز اخرا، سبز مالاکیت، آبی آزوریت، سبز سیلو، قرمز شنگرف Red ocher, green malachite, azurite blue, green silo, red vermilion	گچ plaster
۵	تزیینات داخلی گنبد سلطانیه Soltanieh dome interior decoration	اخرای قرمز، سبز، زرد اخرا، دوده Red, green, yellow, soot	گل سفید و گچ White soil and plaster
۶	بقعه سید رکن الدین یزد Tomb of Sayed Rakneddin Yazd	سبز سیلو، آبی آزوریت، سبز مالاکیت، قرمز اخرا، قرمز شنگرف، دوده Silo Green, Azurite Blue, Malachite Green, Ultraviolet Red, Viscous Red, Soot	گل سفید و گچ White soil and plaster
۷	بقعه شیخ احمد فهادان The tomb of Sheikh Ahmad Fahadan	قرمز سرنج، آبی آزوریت، سبز سیلو، سبز مالاکیت، دوده Red cyan, azurite blue, silo green, malachite green, soot	گل سفید و گچ White soil and plaster
۸	مدرسه حسینیان یزد Hosseinian School of Yazd	قرمز سرنج، آبی لاجورد، سبز سیلو، سبز مالاکیت، دوده Red cyan, azure blue, silo green, malachite green, soot	گل سفید و گچ White soil and plaster

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

۸. بحث در یافته‌ها

استفاده از رنگ بر روی آرایه‌های گچی در دوران ایلخانی بسیار متداول بوده است و در بسیاری از بناهای ساخته‌شده در ایران در این دوران قابل‌شناسایی هستند. حضور رنگ بر زیبایی بناها بسیار افزوده است. مطالعات ساختارشناسی رنگدانه‌ها در بسیاری از بناهای ایلخانی حاکی از این است که تقریباً یک ترکیب مشابه در تزیین آرایه‌های گچی در این دوران استفاده‌شده است. در جدول ۳ سعی شده است تا بررسی رنگدانه و بستر بر روی برخی از بناهای انجام‌شده دوران ایلخانی مطابقت داده شود.

بنابراین می‌توان دید که در دوره ایلخانی در بناها از گل‌سفید و گچ به‌عنوان بستر و لایه بوم‌کننده استفاده‌شده و این امر در آرایه‌های ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی گنبد سلطانیه نیز صدق می‌کند. در زمینه رنگ‌ها نیز همان‌طور که مشاهده می‌شود برای رنگ قرمز از اخرای قرمز و یا قرمز شنگرف استفاده‌شده و در بنای موردبررسی قرمز اخرا استفاده‌شده است. همچنین دوده نیز در ایجاد رنگ سیاه در تمامی بناها استفاده گردیده است. اما در این آرایه‌ها از رنگ سبز و آبی استفاده‌نشده درصورتی‌که در بیشتر بناهای دوره ایلخانی رنگ سبز و آبی با ترکیبات متنوع استفاده‌شده است. همچنین در آرایه‌های داخلی گنبد سلطانیه نیز از رنگ سبز استفاده‌شده است. با توجه به موارد بیان‌شده رنگ زرد تنها در گنبد سلطانیه در نمونه موردبررسی استفاده‌شده است. بنابراین می‌توان اذعان داشت رنگدانه‌های مورداستفاده در دوره ایلخانی در بناهای گوناگون تقریباً مشابهت زیادی داشته و در بسترسازی و لایه بوم کننده نیز تقریباً از یک نوع ترکیبات استفاده‌شده است.

۹. نتیجه‌گیری

استفاده از رنگ‌های گوناگون با ساختار معدنی و آلی در هنرها و تزیینات وابسته به معماری به‌وفور دیده می‌شود که در دوره‌های مختلف هرکدام دارای ویژگی‌های خاص هستند. بر اساس نتایج و تحقیقات حاصل‌شده در دوره ایلخانی اکثر بناها و آثار بارنگ‌های معدنی آراسته‌شده است. نتایج حاصل از آزمایش‌ها را می‌توان این‌گونه معرفی نمود که با انجام آزمایش طیف‌سنجی مولکولی FT-IR و آنالیز عنصری XRF بر روی پنج نمونه‌ی رنگی در گچبری‌های ایوان بیرونی ضلع جنوب غربی انجام پذیرفت. نتایج نهایی به‌دست‌آمده عبارت‌اند از: رنگ قرمز (رنگدانه اخرای قرمز- Red Ochre)، رنگ زرد یا کرم (رنگدانه اخرای زرد-Yellow Ochre)، رنگ سیاه (کلسیم و کربن)، رنگ سفید (گچ هیدراته- Plaster Hemihydrate) و رنگ خاکستری (کلسیم و کربن).

رنگدانه اخرای قرمز و زرد، یک رنگدانه طبیعی معدنی خاکی مشتمل بر سیلیس و خاک رس است. رنگدانه اخرا تابع اکسید آهن آبدار یا بی آب موجود در آن است. در قرمز اخرا اکسید آهن انیدره (Fe_2O_3) وجود دارد ولی رنگ اخرای زرد تابع انواعی از اکسید آهن آبدار است که مهمترین آن ها کانه گوتیت ($Fe_2O_3.H_2O$) است. دوده به رنگ سیاه است و ساختار نرم و صافی دارد. این ماده حاوی کربن است که در ترکیب با کلسیم در ایجاد طیف رنگ های خاکستری تا سیاه در آرایه های تزیینی مورد استفاده قرار می گیرد.

بنابراین با توجه به اینکه ساختار رنگ ها به صورت ترکیبات معدنی بوده است می توان اذعان داشت یکی از مهمترین دلیل ماندگاری آن ها این ساختار است. چرا که رنگ ها با ساختارهای معدنی در برابر عوامل مخرب محیطی مقاومت بیشتری داشته و عوامل مخرب کمتر بر روی آن ها تاثیر دارند.

سپاسگزاری

بر خود لازم می‌دانم از ریاست محترم سازمان میراث فرهنگی، صنایع‌دستی و گردشگری استان زنجان، مدیریت محترم پایگاه میراث جهانی گنبد سلطانیه و همکاران و دوستان در دانشگاه هنر تهران کمال تشکر و قدردانی را در خصوص همکاری‌های صمیمانه و دوستانه ایشان داشته باشم.

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

مطالعه، بررسی و حفاظت محراب اولجایتو در مسجد جامع اصفهان، مجموعه مقالات هفتمین همایش حفاظت و مرمت اشیا تاریخی و فرهنگی و تزیینات وابسته به معماری به کوشش رسول وطن‌دوست. تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری ۱۳۸۴؛ ۴۲۸-۴۵۱.]

[7] Farahman Borojeni H, Abed Isfahani A, Shishebori T. Identification of Materials and Techniques of Mural Construction of the Five Buildings of the Ilkhani Periods in Yazd. Maremat Asar Baft Tarikhi Mag 2012;2:97–112.
[فرهمند بروجنی حمید، عابد اصفهانی عباس، شیشه‌بری طاهره. شناخت مواد و فنون دیوارنگاری پنج بنای دوره ایلخانی شهر یزد. دو فصلنامه مرمت آثار و بافت های تاریخی، فرهنگی ۱۳۹۲؛ ۲(۴): ۹۷-۱۱۲.]

[8] Hamzeloo M. Applide Arts at Soltaniye Dome. Tehran: Makan; 2001.
[حمزه‌لو منوچهر. هنرهای کاربردی در گنبد سلطانیه. تهران: ماکان؛ ۱۳۸۰.]

[9] Aloupi E, Karydas AG, Paradellis T. Pigment analysis of wall paintings and ceramics from Greece and Cyprus. The optimum use of x- ray spectrometry on specific archaeological issues. X- Ray Spectrom An Int J 2000;29:18–24.

[10] Darwish SS. Scientific Investigation of the Materials and Techniques Used in a 19th Century Egyptian Cemetery Wall Painting (Hawsh Al-Basha). Int J Conserv Sci 2013;4.

[11] Hadiyan Dehkordi M. Application of laboratory research in the preservation and restoration of monuments, Tehran: Tehran University Press; 2008.
[هادیان دهکری منیژه. کاربری پژوهش های آزمایشگاهی در حفاظت و مرمت بناهای تاریخی. تهران: انتشارات دانشگاه تهران؛ ۱۳۸۶].

[12] Fereti M. Methods of Scientific Study of Artworks. Translate by Abollfazl Semnani. Tehran: Alhaj; 2000.
[فرتی مارکو. روش های بررسی علمی آثار هنری، ترجمه: ابوالفضل سمنانی، تهران: انتشارات الحج؛

References

[1] Donald Newton W. Iranian Architecture in Ilkhani Period. (Translated by Faryar A.).1967.
[ویلبر دونالد نیوتن. معماری اسلامی ایران در دوره ایلخانان. (ترجمه عبدالله فریار) تهران: بنگاه ترجمه و نشر کتاب: سازمان برنامه فرانکلین؛ ۱۳۴۶.]

[2] Abbasi J, Bahadori R, Bozorghmehr M., Beheshti I, Bahrololomi F. Identify the Materials and Colors Used in the Murals of the Rahim Abad Garden and the Mansion of Birjand. J Res Archaeom 2016;2:63–76.
[عباسی جواد، بهادری رویا، بزرگمهر محمدعلی، بهشتی ایرج و بحرالعلومی فرانک. شناسایی مواد و رنگ‌های به‌کاررفته در نقاشی‌های دیواری مجموعه باغ و عمارت تاریخی رحیم آباد بیرجند. پژوهه باستان‌سنجی ۱۳۹۵؛ ۲: ۶۳-۷۶.]

[3] Clark RJH. Pigment identification by spectroscopic means: an arts/science interface. Comptes Rendus Chim 2002;5:7–20.

[4] Karimi A., Holakoee P. Architecture and Decorations in Pirhamze Sabz Posh in Abarkoh. Gholestan Honar Mag 1999;14:18–29.
[کریمی امیرحسین، هلاکویی پرویز. معماری و تزیینات بنای پیر حمزه سبزپوش ابرکوه، فصلنامه گلستان هنر ۱۳۸۷؛ ۴ (۱۴): ۱۸-۲۹.]

[5] Torabi S. Study on the Technology of wall painting in Pir Bakran Tomb. Maremat & Pazhohesh 2009:71–82.
[ترابی سامان. مطالعه و بررسی فن‌شناسی دیوارنگاره‌های موجود در چله خانه بقعه پیربکران، دوفصلنامه مرمت و پژوهش ۱۳۸۸؛ ۶: ۷۱-۸۲.]

[6] Nekoee Isfahani M, Khatabakhsh F, Yazdani M, Jabalamelli R, Omrani R, Azami R. Understanding and Conservation of Oljaito Altar in Isfahan Mosque. In: Rasol Vatandoust, editor. 7th Conf. Conserv. Restor. Hist. Objects Archit. Decor., Tehran: cultural Heritage Research Center; 2005, p. 428–51.
[نکویی اصفهانی محسن، خطابخش فریبا، یزدانی ملیکا، جبل عاملی رکسانا، عمرانی رویا، اعظمی رضا.

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]

حامد زنجان؛ ۱۳۷۰.]

[18] San Paolozi P. Influence of Soltaniye Dome Architecture on the Santa Maria Delfiyore Haley Dome. (Translated by Kasaee R.) Tehran: Sazmane Melli Hefazate Asar Bastani Iran; 1985.
[سن پائولزی پیرو. تأثیر معماری گنبد سلطانیه در ساختمان گنبد سانتاماریا دلفیوره ایتالیا، (ترجمه رضا کسایی). تهران: انتشارات سازمان ملی حفاظت آثار باستانی ایران؛ ۱۳۶۴.]

[19] Mirfattah A. Soltaniye. Cult Herit Mag 1995:170–85.
[میرفتاح علی اصغر.سلطانیه. مجله میراث‌فرهنگی. ۱۳۷۴؛ ۱۳: ۱۷۰–۱۸۵.]

[20] Heidari F, Ahmadi H, Aslani H. Technical study of A modeling stucco of Soltanieh s Vault. Art university of Isfahan, 2012.
[حیدری فرزانه، احمدی حسین و اصلانی حسام. بررسی فن‌شناختی نوعی از تزیینات گچی زیر گنبد سلطانیه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد دانشگاه هنر اصفهان. ۱۳۹۱.]

[21] Pope A. Iran's Architecture. Tehran: Samira; 2009.
[پوپ آرتور آپهام. معماری ایران. زهرا قاسم‌علی.چاپ چهارم. تهران: سمیرا؛ ۱۳۸۸.]

[22] Derick M , Stulik D, Landry J.M. Infrared Spectroscopy in Conservation Science (Scientific Tools for Conservation). The Getty Conservation Institute. Publish in the United States of America; 1999.

۱۳۷۸.]

[13] Kiyani M. Islamic Decorations. Tehran: Cultural Heritage Organization, Iran; 1997.
[کیانی محمدیوسف. تزیینات وابسته به معماری دوران اسلامی، تهران، سازمان میراث فرهنگی کشور؛ ۱۳۷۶.]

[14] Hill D, Gerabar A. Architecture and Islamic Decoration. (Translated by Vahdati Daneshmand M.)Tehran: Elmi & Farhangi Edition; 1996.
[هیل درک، گرابارالگ. کتاب معماری و تزیینات اسلامی، (ترجمه: مهرداد وحدتی دانشمند)، تهران: نتشارات علمی و فرهنگی؛ ۱۳۷۵.]

[15] Khademzade M., F I pour. Analysis of the Developments of Interior Domes in Yazd and Its Effect on Other buildings. Pazhohesh-Ha-Ye Bastan Shenasi 2014;7:193–211.
[خادم‌زاده محمدحسن، اصفهانی‌پور فائزه. واکاوی تحولات آرایه‌های داخلی گنبد در شیوه یزد و تاثیر آن بر سایر بناها در ایران. مجله پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران ۱۳۹۳؛ ۷ (۴): ۱۹۳–۲۱۱.]

[16] Makkinezhad M. History of Iranian Art in the Islamic Period Architectural Decoration. Tehran: Samt; 2008.
[مکی‌نژاد مهدی. تاریخ هنر ایران در دوره اسلامی: تزیینات معماری، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها(سمت)؛ ۱۳۸۷.]

[17] Sobotti H. Soltaniye History Review. Zanjan: Hamed; 1991.
[ثبوتی هوشنگ. بررسی آثار تاریخی سلطانیه، زنجان:

[Downloaded from jra-tabriziau.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24764647.1398.5.1.9.6]
[DOI: 10.29252/jra.5.1.129]