



Original Paper

Characterization of Historic Mortar from the Architectural Decoration and Plaster of Rocky Temple of Verjuy in Maragheh, Iran



Mehdi Razani^{*1}, Yaser Hamzavi¹

¹ Assistant Professor, Faculty of Applied Arts, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, IRAN

Received: 29/09/2018

Accepted: 21/12/2018

Abstract

Temple of Verjuy or Mehr Temple is one of the particular monuments in the type of regional architecture, in the slope of Sahand volcano; has been located in Verjuy village in the suburbs of the Maragheh city, East Azerbaijan province, Iran. The Verjuy researchers believe that this building belongs to the Mithraism religion which is an Iranian ancient religion (248 BCE-224 CE). But, new excavation around the temple demonstrated that this building is a part of underground rocky architecture with an unclear date and history. Underground Verjuy temple has seven spaces with a number of holes which are connected to each other. According to the literature, the temple was a worshiping place before Islam, but since then, the evidence show that it was used as a mosque. The architectural decorations of the temple have not been taken into consideration and in general, a lot of references, repeat the first information related to the history, usage and stone carving of this temple. As the specific architectural decorations of this monument have not yet been scientifically studied, the exploring variety of architectural decorations as well as the characterization of materials used for making the decorations of this building would be one of the main objectives of this research. Based on the results obtained, the main decorations of temple are including: carving of Islamic Arabesque and Quranic inscriptions as well as Moqarnas decoration inside the dome of the main space of the building. The results also showed the application of mortar on architectural decoration as a plaster inside the building and also on the surface of Moqarnas as a very thin layer in Islamic era. Moreover, the field work (redrawing the plan of temple and describe of architectural spaces as a documentation of architectural decorations with photography) and sampling of plaster along with XRPD, XRF and thin section petrography analysis were done. The results of this research show that, except for stone decoration, there is another decoration with lime base mortar in cover of Muqarnas work and some other places of the building, that this new finding is reported for the first time. This finding showed the application of the building during different periods and it is possible to attribute the earliest works and shreds of evidence of the use of the original dome in its new use in the Islamic era, to the Ilkhanid period.

Keywords: Architectural Surface, Verjuy Temple, Rocky Architecture, Mortar, Petrography, XRF, XRD

* Corresponding author: m.razani@tabriziau.ac.ir



ساختارشناسی ملاط‌های تاریخی در آرایه‌های معماری و اندود

داخلی معبد صخره‌ای ورجووی مراغه، ایران

مهدی رازانی^{*}، یاسر حمزوی^۱

۱. استادیار، عضو هیئت‌علمی دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۷

چکیده

هدف این پژوهش ارائه شواهدی جدید مبنی بر استفاده از ملاط در آرایه‌های معماری و اندودهای بدنه داخلی معبد صخره‌ای ورجووی در دوره اسلامی است. معبد ورجووی از جمله بناهای با تاریخ نه‌چندان دقیق در پیش از اسلام و با الحاقاتی منسوب به دوره ایلخانی است که در نزدیکی قبرستان تاریخی روستای ورجووی در فاصله ۶ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان مراغه در استان آذربایجان شرقی واقع شده است. این معبد جزء مجموعه سازه‌های زیرزمینی است که در بستر سنگی کنده‌شده و دارای بخش‌های مختلفی از لحاظ معماری در زیر روستای کنونی ورجووی است. تنها بخش معبد اصلی به‌واسطه تداوم استفاده در دوره اسلامی هیچ‌گاه مدفون و پوشیده نشده است. مابقی این مجموعه بزرگ، هم‌اکنون در زیر لایه‌های خاک پوشیده شده است. تداوم استفاده از معبد، با تغییراتی در پلان‌ها و همچنین آرایه‌های معماری در دوره‌های مختلف همراه بوده که از مظاهر آن حجاری‌های روی بدنه و استفاده از نقوش و خطوط اسلامی، با آیات قرآنی و همچنین استفاده از آرایه‌های معماری در قالب ملاط بسیار سخت و مقاوم ساروج و دیگر ملاط‌های آهکی به همراه رنگدانه بوده است. با توجه به عدم شناسایی ترکیب و روش ساخت آرایه‌های معماری این بنا در گذشته، در این مقاله ساختارشناسی و معرفی آرایه‌های ساخته‌شده از ملاط‌های بسیار سخت و فناورانه معبد ورجووی انجام شده است. از جمله سؤالات این تحقیق عبارت‌اند از اینکه: در کدام بخش‌های معبد ورجووی از ملاط استفاده شده است؟ ملاط‌های استفاده‌شده از چه نوعی هستند و از چه ساختار و ساختمانی برخوردارند؟ در همین راستا بر اساس مطالعات میدانی اقدام به نمونه‌برداری از نواحی شناسایی‌شده و مشکوک به ملاط و بدنه سنگی گردید که با استفاده از آنالیزهای ساختارشناسی (پتروگرافی مقطع نازک-در شناسایی سنگ- XRD، XRF) اقدام به ارزیابی و مقایسه میان ملاط‌های بدنه و آرایه‌ها و بستر سنگی آن گرفته شد. نتایج حاصل از پژوهش گویای این مهم است که در اندود بدنه‌ها از ملاط گچ و آهک به همراه پرکننده پودر سنگ توف و خاکستر و همچنین الیاف گیاهی استفاده شده است و برای پوشش سطحی آرایه قطاربندی در فضای V6، از ملاط ساروج مهره خورده استفاده شده است.

واژگان کلیدی: معماری صخره‌ای، معبد ورجووی، آرایه معماری، ملاط، پتروگرافی، XRD, XRF

* مسئول مکاتبات: تبریز، بلوار آزادی، میدان حکیم نظامی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، دانشکده هنرهای کاربردی، کد پستی: ۵۱۶۴۷۳۶۹۳۱

آدرس الکترونیکی: m.razanii@tabriziau.ac.ir

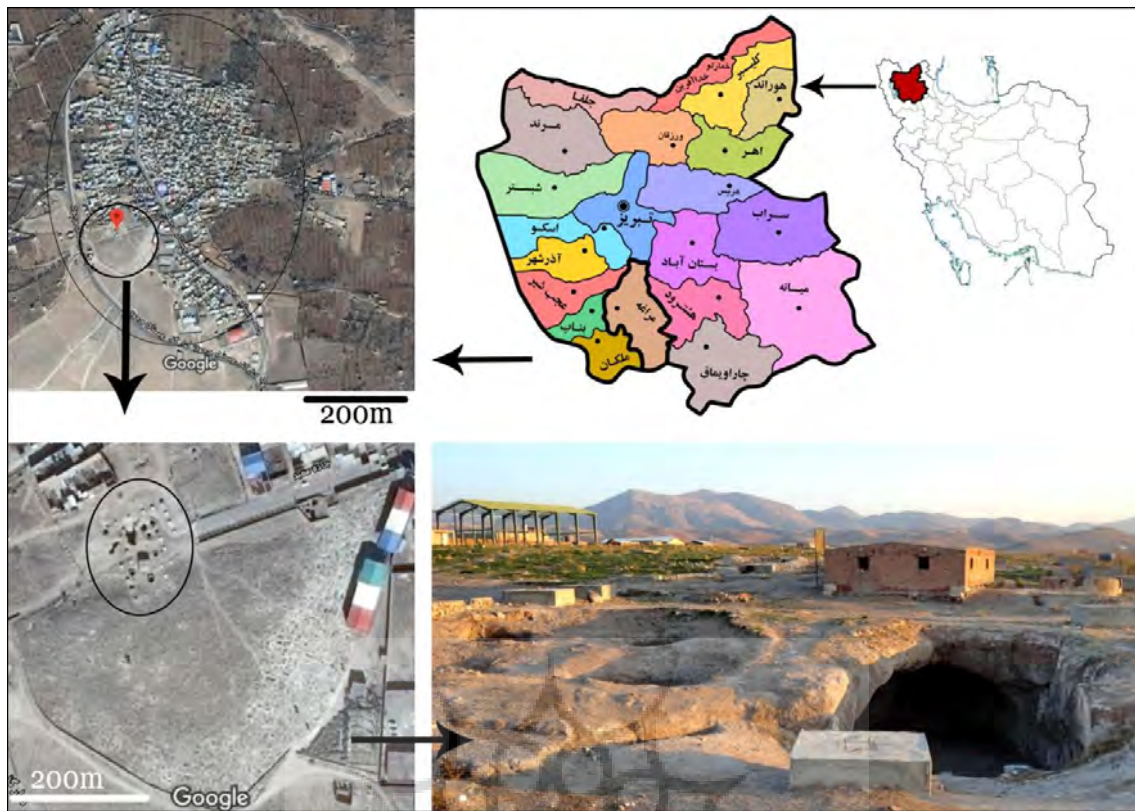
© حق نشر متعلق به نویسنده(گان) است و نویسنده تحت مجوز Creative Commons Attribution License به مجله اجازه می‌دهد مقاله چاپ شده را با دیگران به اشتراک بگذارد منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

۱. مقدمه

بیش از ۲۰۰ اثر میراث صخره‌ای در فهرست میراث فرهنگی ایران به ثبت رسیده است. دامنه کوه آتشفشانی سه‌سهند یکی از مهم‌ترین نواحی میراث صخره‌ای ایران است [1,2]. معماری معبد ورجوی مانند دیگر بناهای صخره‌ای دامنه سه‌سهند در بستر لایه‌های سنگ توفی ساخته و به‌واقع کنده شده است. ادبیات تحقیق در رابطه با معبد ورجوی تنها به آرایه‌های سنگی آن اشاره نموده‌اند و برخی از آرایه‌های اجرا شده با ملاط را تماماً سنگی پنداشته‌اند [3]. در این پژوهش بر اساس مطالعات میدانی انجام گرفته این فرضیه مطرح شد که برخی از این آرایه‌ها و حتی بدنه‌های داخلی معبد با استفاده از ملاط تزئین گردیده است. تحقیق حاضر با هدف شناسایی ترکیبات و ساختار اندود بدنه‌ها و آرایه‌های معبد ورجوی از طریق مطالعات میدانی و آزمایشگاهی انجام شده است. پرسش‌های تحقیق عبارت‌اند از: در کدام بخش‌های معبد ورجوی از ملاط استفاده شده است؟ ملاط‌های استفاده‌شده از چه ساختار شیمیایی برخوردار هستند؟ در این مطالعه پس از معرفی موقعیت جغرافیایی و اقلیمی معبد ورجوی مراغه به بررسی پیشینه مطالعات تاریخی و تطبیقی و معرفی مختصر فضاها و ویژگی‌های معماری و سازه‌ای آن و همچنین فرآیند شناسایی ملاط‌های این بنا پرداخته شده است. در راستای شناخت ابعاد مختلف این اثر ارزشمند معماری صخره‌ای، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و استنادی و همچنین مطالعات میدانی باهدف تدقیق مطالعات گذشته، به نمونه‌برداری و همچنین انجام مطالعات آزمایشگاهی برای اثبات فرضیه استفاده از ملاط در آرایه‌های معماری و همچنین برای اندود بدنه‌ها، پرداخته شده است. لازم به ذکر است تحقیق پیش‌رو با روش توسعه‌ای-تجربی و بر مبنای مطالعات آزمایشگاهی انجام شده است. در بخش مطالعات میدانی، به ثبت وضعیت کنونی آرایه‌های معماری اقدام شده و نمونه‌برداری از نمونه سنگ بدنه بنا و ملاط‌های اعمال شده انجام پذیرفته و در ادامه، آزمون‌ها و مطالعات ساختارشناسی انجام و مورد تحلیل قرار گرفته است.

۲. پیشینه تحقیق

شهرستان مراغه با مساحتی حدود ۵۳۸۸ Km² در استان آذربایجان شرقی، بر دامنه جنوبی کوه سه‌سهند قرار گرفته است. این شهرستان در ۱۳۰ Km تبریز واقع شده و از سمت شمال به شهرستان تبریز، از سمت شرق به شهرستان هشترود، از سمت غرب به دریاچه ارومیه و از سمت جنوب به شهرستان میاندوآب محدود است. این شهر در دوره سلجوقی یکی از شهرهای آذربایجان [4] و دارای قلعه و استحکامات و حومه آباد بوده است [5]. بسیاری از دانشمندان از همه فنون از این دیوار برخاسته است [6]. شهر مراغه به‌عنوان اولین پایتخت ایلخانان مغول، جایگاه خاصی را در تحولات عصر ایلخانی به خود اختصاص داده است [7]. از جمله بناهای شاخص مراغه معبد ورجوی (شکل ۱) در جوار قبرستان تاریخی روستای ورجوی در ۶ km جنوب شرقی شهر مراغه است. بنای موسوم به معبد مهر ورجوی دو بار در فهرست آثار ملی سازمان میراث فرهنگی ثبت شده است: یک‌بار در سال ۱۳۴۷ به شماره ۷۸۸ بنام معبد و آرامگاه ملا معصوم با قدمت بیش از قرن ۹ ه.ق و یک‌بار در سال ۱۳۵۶ به شماره ۱۵۵۶ بنام نیایشگاه مهری با قدمت اشکانی-ساسانی ثبت گردیده است [8]. به استناد نوشته‌های مورخان و باستان‌شناسان در ایران، معماری زیرزمینی مربوط به معابد دوره مهرپرستی بوده است [9]. و معبد مهر ورجوی از پرستشگاه‌های مهرپرستان منطقه آذربایجان شرقی به شمار می‌رود [10] و به‌واقع هنوز مطالعات باستان‌شناسی معبد ادامه دارد و نمی‌توان به‌صراحت احداث اولیه و تعلق آن را به دوره خاصی از تاریخ یا مذهبی تاریخی به‌صورت قطعی مشخص نمود. ورجوی در زبان محلی ورؤوی نامیده می‌شود. وهر به معنای آفتاب و اوؤ در زبان ترکی به معنای خانه است نام ورؤوی یا خانه آفتاب، نقش کلیدی در شناخت مفهوم این مجموعه ارزشمند دارد. میترا آزاد و انصاری [11] در پژوهشی مرتبط با بناهای مذهبی در ایران باستان معبد ورجوی را مه‌رابه ورجوی و یا محل پرستش میترا یا مهر می‌دانند. امروزه بنای معبد و بخش اتاق مقرنس کاری شده آن را به‌عنوان امام‌زاده ملا معصوم می‌شناسند که



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی شهر مراغه در ایران و معماری صخره‌ای معبد ورجوی
 Fig. 1: the location of Maragheh city in Iran and Rocky Architecture of Verjuy Temple

حجاری شده آن با تاریخ بین قرون ۸ تا ۱۱ ه. ق. هنوز باقی هستند [13]. آخرین کاوش‌ها در این منطقه در اواخر دهه ۸۰ انجام که منجر به کشف بخش‌های جدید از معماری زیرزمینی در بخش غربی اثر کنونی گردیده است (شکل ۳). در این بخش، دالانی وجود دارد که در دو

مدفن آخوند ملا معصوم مراغه‌ای (از علمای قرن ۱۳ ه. ق. شهر مراغه) بوده است که تا چندی قبل پوشش گنبدی شکل بر بالای دریچه‌های معبد ورجوی بوده (شکل ۲) که در حال حاضر تخریب شده است [12]. این معبد در میان قبرستان تاریخی قرار دارد که سنگ‌قبرهای



شکل ۳: فضاهای معماری دست‌کند تازه کاوش شده در سمت غربی معبد ورجوی

Fig. 3: The new rocky architecture spaces excavated near to the west side of Verjuy temple



شکل ۲: تصویر قدیمی از دو گنبد آجری احداث شده بر معبد ورجوی قبل از تخریب [13]

Fig. 2: The old picture from with two brick domes above the Verjuy temple before destroyed

نقوش هندسی ساده و در قسمت میانی، نقوش گیاهی انتزاعی (شبیبه به اسلیمی‌های ساده‌شده) دیده می‌شود. بخش پایینی این آرایه سنگی تخریب شده است.

آرایه‌های فضای V-2: در این فضا، بر روی ستون مرکزی و همچنین دیوارها، تعدادی طاقچه به شیوه کنده‌کاری بر روی سنگ اجرا شده است. همچنین تاق‌ها به صورت کلیل و پشت‌بغل به صورت تخت و با زاویه قائمه اجرا شده است. در ضلع کناری ستون، تاقی شبیه به محراب (بناهای اسلامی) اجرا شده است که اندازه عرض آن $1/8m$ و ارتفاع آن $3m$ است. بر روی بدنه دیوارها و در بخش‌هایی که از تخریب و هوازگی مصون مانده است رد ملاط به صورت اندود به وضوح دیده می‌شود (شکل ۵).

آرایه‌های فضای V-3: بر روی دیوارها، تعدادی طاقچه در ارتفاع $1/3m$ حجاری شده است. شیوه اجرای این طاقچه‌ها مانند آثار مشابه در فضای V-2 است.

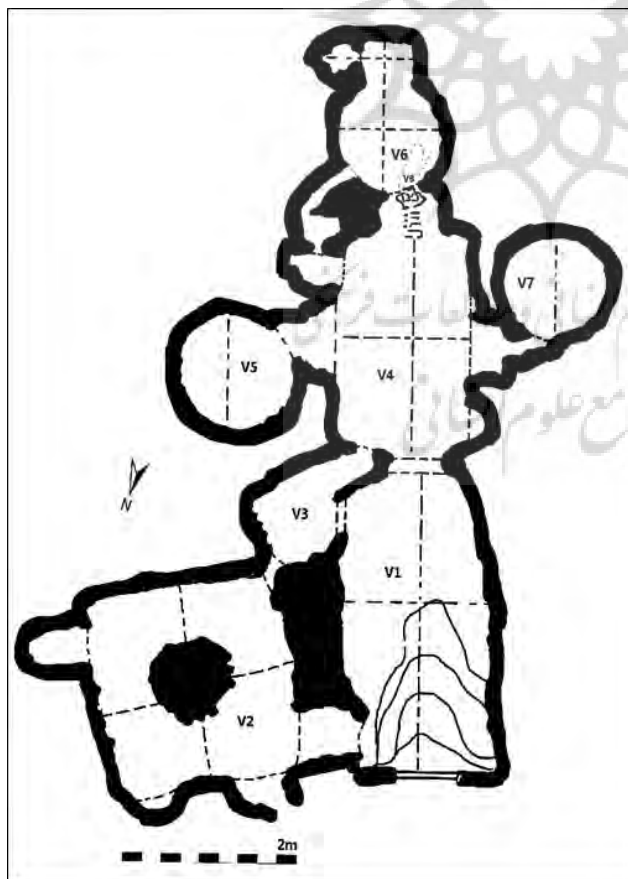
آرایه‌های فضای V-4: در ابتدای ضلع سمت

طرف آن غرفه‌هایی با تاق و قوس‌های دوطبقه دیده می‌شود. آن چنان که پیش‌تر اشاره گردید مطالعات پیشین هیچ‌کدام به وجود ملاط در بدنه‌های معبد و رجوی مراغه اشاره نداشته‌اند؛ از این رو مبحث ساختارشناسی ملاط آن نیز به هیچ‌وجه مورد مطالعه قرار نگرفته است و در این تحقیق برای نخستین بار به آن پرداخته شده است.

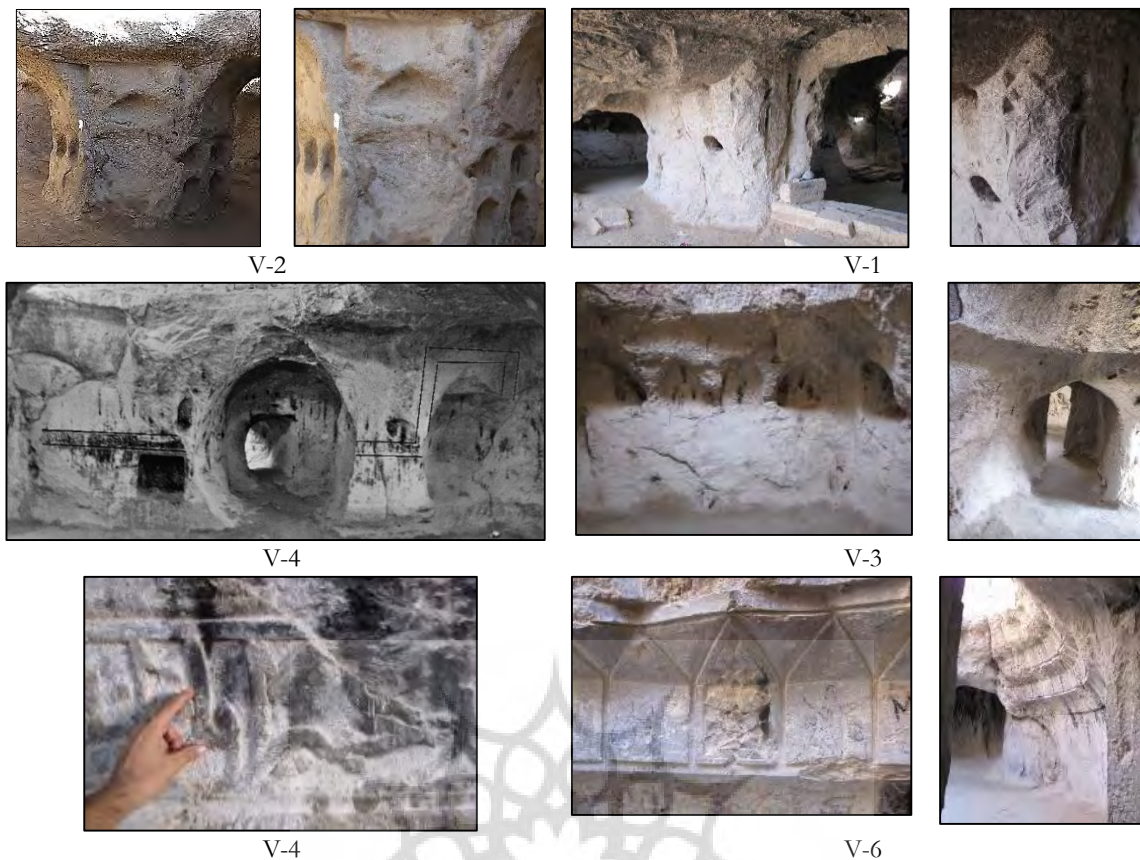
۳. فضاها و آرایه‌های معماری معبد و رجوی

جهت شناخت و معرفی بهتر معبد و رجوی مراغه، فضاهای اصلی معماری کدگذاری گردید (شکل ۴). فضاهای اصلی به هشت بخش تقسیم شد. لازم به ذکر است، فضاهای ارتباطی بین فضاهای اصلی (راهروها و ورودی‌ها) کدگذاری نشده است.

آرایه‌های فضای V-1: بر روی ستون سنگی بزرگی که مابین سه فضای V1، V3 و V4 قرار دارد، نیم ستون عمودی به عنوان آرایه‌ای برای درگاه ورودی به فضای تالار اصلی حجاری شده است. در قسمت بالا،



شکل ۴: پلان معبد و رجوی و کدگذاری فضاهای معماری
Fig. 4: The Verjuy Temple Plan and Coding of Architectural Spaces

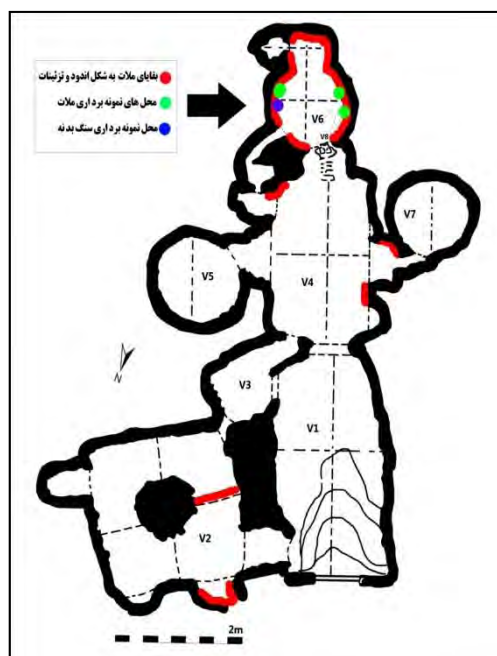


شکل ۵: آرایه‌های معماری معبد صخره‌ای ورجوی بر اساس فضاهای معماری
Fig. 5: The architectural decorations in Verjuy temple based on architecture spaces

فضای V-5: فضایی با پلان شبیه به دایره است که با قطر ۵ m به صورت ساده و بدون تزئین اجرا شده است. بدنه‌های این فضا همانند فضای شماره ۷ تیشه‌کاری شده و آماده اندودکاری هستند.

آرایه‌های فضای V-6: از ارتفاع ۱/۵m از کف این فضای شبیه به گنبدخانه، آرایه‌های مقرنس آغاز می‌شود. حدود ۰/۴۵ m قوسی ساده به سمت داخل اجرا شده است. دو قطار باقی‌مانده مقرنس، هر کدام به ارتفاع حدود ۰/۵m اجرا شده است که حاشیه زیر آن ۴cm و حاشیه بالای آن بین ۵ الی ۷cm است. بخش بالاتر مقرنس متأسفانه تخریب شده است. هر کاسه مقرنس به اندازه ۳۰cm به سمت جلو جمع شده و هماهنگ با قوس گنبد اجرا شده است. عمده ملاحظاتی که به کاررفته، در این فضا قرار گرفته است. یکی از کاسه‌های مقرنس در قطار اول، دارای نقش برجسته به صورت گره هندسی است. شاید این نمونه، به صورت الگو برای دیگر کاسه‌ها اجرا شده که نیمه‌کاره

راست، بعد از وارد شدن به فضای V-4 از سمت فضای V-1، محرابی حجاری شده است که بخش بالای آن به صورت مقرنس چهار قطره اجرا شده است. اطراف این محراب و ادامه آن بر روی دیوار، کتیبه‌ای قرآنی حجاری شده است. آیه ۱۱ و ۱۲ سورة الفتح (سورة چهل و هشتم قرآن) در سه طرف مقرنس طاق‌نمای دست‌کند که در ابتدای تالار میانی حجاری شده است، به چشم می‌خورد که بخش‌های زیادی از آن فرسایش پیدا کرده و تا حد زیادی از بین رفته است. ادامه کتیبه حجاری، بعد از ایوان سنگی در همان ضلع تالار دیده می‌شود که کلمه آخر آیه ۱۳ (سعیراً) و آیه ۱۴ سورة الفتح است. در قسمت سمت چپ و زیر کتیبه، طاقچه‌ای (احتمالاً برای روشن کردن شمع) حجاری شده است که در حال حاضر دوده زیادی گرفته است. در سقف طاقچه‌ها و ایوانچه‌های ورودی به دیگر تالارها رد ملاحظاتی که به صورت اندود بر روی بدنه‌ها اجرا شده است قابل مشاهده است.



شکل ۶: محل‌های نمونه‌برداری در معبد ورجوی شامل: سنگ بدنه و بقایای اندود بر دیوارها و پوشش ملاط بر روی آرایه‌های مقرنس
 Fig. 6: Sampling points on the Verjuy Temple includes: Rocky substrate, remain mortars on the wall and covered mortar on the surface of Muqarnas decorations.

نمونه ملاط سطحی در ارتفاع ۱۲۰cm ازاره فضای V6 است که دارای رنگ خاکستری و پرکننده ذغال یا خاکستر است که به‌صورت اندود بسیار صیقلی و مهره خورده به ضخامت تقریباً ۵mm بر روی بدنه اجرا شده است. در اطراف آن رد چرکی و لایه‌هایی از شمع وجود دارد روش نمونه‌برداری به‌صورت جداسازی لایه از بخش سالم و هوازده بود.

نمونه ملاط سطحی از آرایه‌های مقرنس کاری فضای V6 که دارای رنگ خاکستری و پرکننده ذغال یا خاکستر است که به‌صورت اندود به ضخامت تقریباً ۲mm بر روی بدنه سنگی و تا حدی شکل داده‌شده به‌صورت مقرنس اجرا شده است. بر روی لایه‌های ملاط ردی از فشارهای چندین باره به‌وسیله ابزار بنایی وجود دارد.

نمونه ملاط سطحی در ارتفاع ۱m ازاره فضای V6 دارای رنگ خاکستری و الیاف گیاهی همچون لوئی، کاه و ساقه گیاهان است که به‌صورت اندود تاحدی زمخت به ضخامت تقریباً ۵mm بر روی بدنه اجرا شده است. لایه سطحی ملاط تا حدی ریخته است و قطعات گیاهان بر

رهاشده است.

فضای ۷-۷: فضایی با پلان شبیه به دایره است که با قطر ۵ m به‌صورت ساده و بدون تزئین اجرا شده است. بدنه‌های این فضا همانند فضای شماره ۵ تیشه‌کاری شده و آماده اندودکاری هستند.

فضای ۷-۸: به‌صورت ساده و بدون تزئین شامل دو اتاقک کنده کاری شده از بدنه سنگی و در طبقه زیرین فضای V-6 است.

۴. مواد و روش‌ها

۴-۱. نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از بخش‌های اصلی مطالعات ساختارشناسی مواد تاریخی محسوب می‌گردد، از آنجاکه در مطالعات مواد فرهنگی - تاریخی عمدتاً بحث جامعه آماری قابل با تعداد زیاد نمونه در موارد اندکی میسر است از این رو امکان برداشت حداقل نمونه متمرکز در میان بخش‌های ناپیدای اثر با در نظر گرفتن موارد زیباشناختی و حداقل دخالت مؤثر مطرح می‌شود و به‌صورت استاندارد در رابطه با مواد فرهنگی باید از تعداد و میزان حداقلی ولی کافی، نمونه برداشته شود. در همین راستا بررسی‌ها حاکی از آن بود که تنها در چند نقطه از معبد ورجوی بقایای ملاط و اثرات آن بر بدنه دیوارها باقی مانده است (در برخی موارد، لایه ملاط با چشم قابل تشخیص است ولی در برخی قسمت‌ها کاملاً شبیه به سنگ اطراف آن است که تشخیص آن و تفکیک آن از سنگ، نیازمند مطالعات و آنالیزهای دقیق است) که با توجه به هوازدگی تنها از ۳ نمونه ملاط در بخش چله خانه اصلی جنوبی و یک نمونه سنگ زیر آن (به‌صورت قطعه‌سنگ) جهت مقایسه با ترکیبات ملاط نمونه‌برداری گردید. در شکل ۶ مستندنگاری محل بقایای مشهود ملاط و آرایه‌های ملاط ساخت در معبد ورجوی و همچنین محل نمونه‌برداری‌ها مشخص گردیده است.

لازم به ذکر است نمونه‌های برداشته‌شده پس از بارکدگذاری، «بارکدگذاری معبد ورجوی (V) شماره فضا (عدد) نمونه (S)»، مستندنگاری ماکروسکوپی و میکروسکوپی گردید (شکل ۷).



V6-S2



V6-S1



V6-S7



V6-S3

شکل ۷: تصاویر نمونه‌برداری با توجه به فضاهای کدگذاری شده در معبد ورجوی
Fig. 7: Sampling images according to encoded spaces on the Verjuy Temple

V6 به وسیله دستگاه دیفراکتومتر مدل PW1800 ساخت شرکت PHILIPS هلند (لامپ پرتو ایکس با هدف از جنس مس با حداکثر اختلاف پتانسیل 40kV و حداکثر شدت جریان 30 mA، نمونه ثابت و آشکارساز سوزن) تحت زاویه 2.0 و زاویه تابش 5-6 درجه انجام شد و با استفاده از نرم‌افزار Xpert high score plus انجام گرفت. آنالیز XRF با استفاده از دستگاه ساخت شرکت Philips مدل: PW1800، تولیدشده در سال 2004م. انجام شد. همچنین برای شناسایی ماهیت سنگ بدنه معبد ورجوی مقاطع نازک میکروسکوپی برای مطالعات پتروگرافی تهیه شد. فرایند ساخت مقاطع نازک برای نمونه‌سنگ‌های مقاوم و قابل برش [14]، طی تک‌مرحله و با انجام مراحل برش و سایش تا ضخامت استاندارد 25 تا 30 μm انجام گرفت. در ادامه نیز با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان المپیوس BX51 ساخت کشور ژاپن در دانشگاه هنر اسلامی تبریز مورد مطالعه و تصویربرداری قرار گرفت.

روی بقایای آن مانده است در زیر این لایه ملاط ردی از خطوط نسخ تاریخی وجود دارد که نشان‌دهنده متأخر بودن این ملاط است. نمونه قطعه‌سنگ بدنه داخلی فضای V6 است که از ازاره بنا و در بخش زیرین ملاط ازاره قرار داشته و به‌واسطه مقایسه ترکیب سنگ و ملاط‌های مورد آزمایش انتخاب گردیده به‌علاوه جهت ساختارشناسی سنگ توده سنگی که معبد از آن ساخته شده مورد مطالعه قرار گرفته است (جدول ۱).

۲-۴. معرفی روش‌های آزمایشگاهی

در این تحقیق با هدف شناخت ساختار آرایه‌ها و اندودهای بدنه بر اساس مطالعات آزمایشگاهی از روش‌های XRD به روش و XRF استفاده شده است. در همین راستا جهت شناسایی و تشخیص فازهای کریستالی موجود در نمونه‌های ملاط‌ها و سنگ بدنه از آنالیز پراش پرتو ایکس به روش پودری بر 3 نمونه ملاط از سطوح داخلی فضای

جدول ۱: مستندنگاری ماکروسکوپی و میکروسکوپی نمونه‌های مورد مطالعه
Table 1: Macroscopic and Microscopic documentation of the Studied Samples

Sample s	بزرگنمایی ۲۳۰ برابر Magnification 230X	بزرگنمایی ۶۵ برابر Magnification 65X	تصویر پشت نمونه Behind the sample	تصویر سطح نمونه Sample view
V6-S1				
V6-S2				
V6-S3				
V6-67				

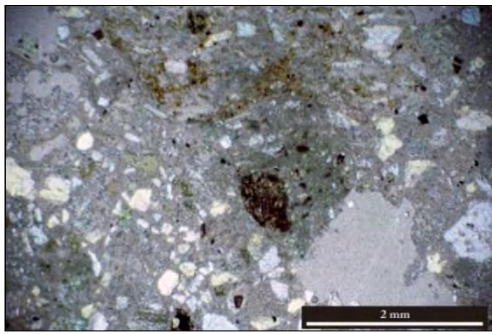
۵. نتایج و یافته‌ها

۵-۱. مطالعه مقطع نازک میکروسکوپی

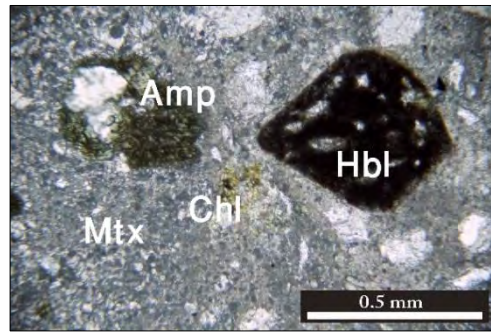
نتایج مطالعه ریزساختارشناسی با استفاده از پتروگرافی نشان داد سنگ مورد مطالعه به‌عنوان بستر ساخته‌شدن معبد صخره‌کند و رجوی دارای بافت هیالو پورفیرو کلاستیک شامل پلاژیوکلازهای با بلورهای نیمه شکل‌دار و شکسته دارای ماکل پلی‌سنتیتیک و بافت غربالی در اندازه بلوری تا ۲/۵ mm در مقطع نازک است همچنین ادخال‌هایی از کانی‌های آپاتیت و بیوتیت در این بلورها قابل تشخیص است. از طرفی کانی بیوتیت با بلورهای نیمه شکل‌دار بعضاً سوزنی شکل دارای رخ یک‌جهته در اندازه بلوری ریز در مقطع قابل مشاهده است. زمینه سنگ نیز سیلیسی و شیشه‌ای بوده و دارای کانی‌های میکروکریستالین و کریپتوکریستالین است (شکل ۸).

۵-۲. آنالیز پراش پرتو ایکس

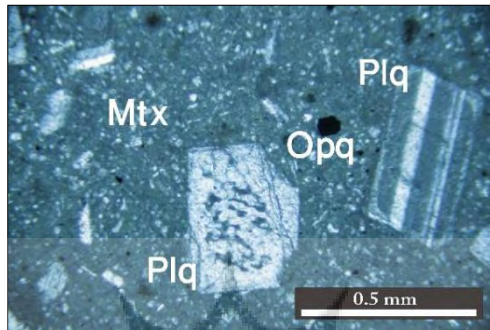
آنالیز پراش پرتو ایکس به روش پودری جهت شناسایی و تشخیص فازهای بلورین انجام گرفت نتایج فازهای شناسایی شده توسط آنالیز XRD در سنگ بدنه دیوار معبد و رجوی (V6-S7) نشان‌دهنده فازهای اصلی: پلاژیوکلاز از نوع آنورتیت و کانی‌های سیلیکاتی اکسید سیلیسیم از نوع کریستوبالیت و میکروکلین از نوع تکنوسیلیکات‌ها در کنار فازهای فرعی میکا-مسکوویت و مواد آمورف (شیشه و خاکستر) است (شکل ۹، جدول ۲). در نمونه V6-S1 نشان‌دهنده وجود فازهای اصلی کلسیت و ژیپس و بازائیت به همراه فاز فرعی کریستوبالیت است. در نمونه V6-S2 به‌وضوح مشاهده می‌شود که ترکیبات سنگ‌بستر تکرار شده و فاز اصلی کلسیت و فازهای فرعی ژیپس و بازائیت، کریستوبالیت،



General view of Verjuy Tuff stone
V6-S7-PPL+2.5X



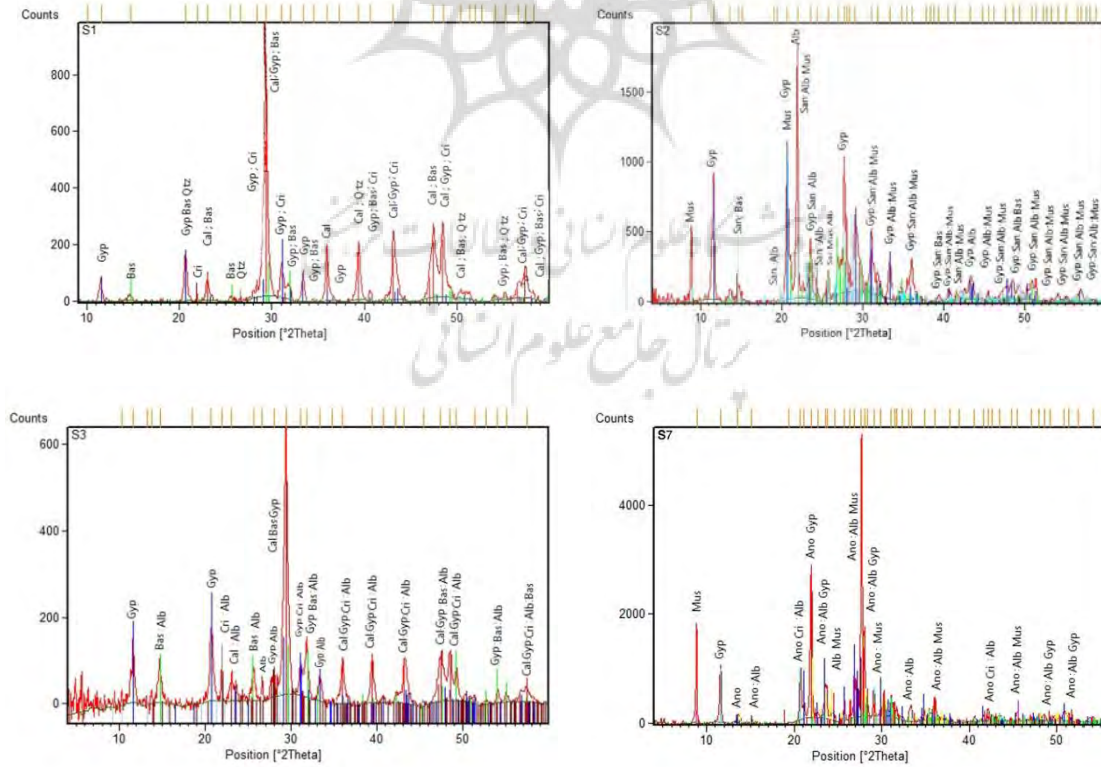
Hornblende(Hbl), Chlorite(Chl), Matrix(Mtx),
Amphibolite (Amp); V6-S7-PPL+10X



Plagioclase (Plq) with Sieve texture. V6-S7-XPL+2.5X

شکل ۸: تصاویر میکروسکوپ پلاریزان در پتروگرافی مقطع نازک از سنگ توف معبد ورجوی (V6-S7)

Fig. 8: Polarizing microscope image on the petrographic thin section of Tuff rock from Verjuy Temple (V6-S7)



شکل ۹: طیف‌های پراش پرتو ایکس و فازهای شناسایی شده کیفی از بدنه سنگی و ملاط‌های معبد ورجوی

Fig. 9: the X-ray diffraction spectra and qualitatively detected phases of rocky substrate and mortars of the Verjuy Temple

جدول ۲: نتایج فازشناسی کیفی با استفاده از پراش اشعه ایکس به روش پودری از بدنه سنگی و ملاط‌های معبد ورجوی

Table 2: The Results of Qualitative Phase Studies Using XPRD from the rocky substrate and mortars of the Verjuy Temple

Min	Cal	Gyp	Bas	Cri	Plg	Mic - Ill	Qtz
Sam							
V6-S1(Mor)	√	√	√	√	-	-	√
V6-S2(Mor)	√	√	√	√	√	√	-
V6-S3(Mor)	√	√	√	√	√	-	√
V6-S7(Sto)	-	-	-	√	√	√	-
Chemical formula & Ref Number	Cal(Calcite): CaCO ₃ ---(01-072-1650). Gyp (Gypsum): CaSO ₄ , 2H ₂ O ----(00-021-0816). Bas(Bassanite):CaSO ₄ , 0.5H ₂ O---- (41-0224) Cri (Cristobalite)SiO ₂ ----(01-082-1410) . Plg(Plagioclase): CaAl ₂ Si ₂ O ₈ & NaAlSi ₃ O ₈ ---(08-083--1606). Mic-Ill (Mica – Illite): K(Al ₄ Si ₂ O ₉ OH) ₃ --(26-0911) Qtz(Quartz): SiO ₂ ---(33-1161). Mor(Mortar sample) Sto (stone sample)						
Major Phase(s)				Minor Phase(s)			

است که توف‌های آتشفشانی در طول تاریخ بشر به‌واسطه نرمی و کارپذیری، یکی از مصالح پرکاربرد در بسیاری از تمدن‌ها و فرهنگ‌ها بوده و مورد استفاده فراوانی قرار گرفته‌اند. از نمونه‌های کاربرد توف در بناهای تاریخی به‌عنوان بستر ساخت بنا به معماری‌های دره گورمه در ترکیه، مجسمه‌های موآی در جزیره ایستر، پلکان کوپان در هندوراس می‌توان اشاره نمود[1] از طرف دیگر از پودر سنگ‌های آتشفشانی توف در ساخت ملاط‌های آهک پوزولانی از هزاران سال قبل تا به امروز استفاده شده است[1,15].

آن‌گونه که از نتایج داده‌های آنالیزی برمی‌آید ملاط مورد استفاده در واقع نوعی ملاط گچ-آهک است. شواهد نشان‌دهنده استفاده از این نوع ملاط در عصر ایلخانی در معبد ورجوی است. گاهی در اندود بناها هنگامی که برای گیرش به‌سرعت بالایی نیاز بود و همچنین برای انجام کارهای تعمیری [و تکمیلی] نیاز به مصالح پایداری بود، از ترکیب گچ و آهک استفاده می‌کرده‌اند. به‌واقع استفاده از چنین ترکیبی برخی مزایا را داراست

پلاژیوکلاز میکروکلین فازهای فرعی میکا-مسکویت است نمونه V6-S3 نیز دارای فاز اصلی کلسیت و فازهای فرعی ژپس و بازائیت، کریستوبالیت، پلاژیوکلاز است.

۳-۵. نتایج آنالیز فلورسانس پرتو ایکس

آنالیز فلورسانس اشعه ایکس به‌عنوان آزمونی مکمل فازشناسی بر اساس نمونه‌های معرفی شده معبد ورجوی در جدول ۲ انجام گرفت. نتایج مربوط به نمونه‌های پودری به‌صورت اکسیدهای اصلی (جدول ۳) ارائه گردیده است. که در نمونه V6-S2 و V6-S7 میزان بالای اکسید سیلیسیم نشان‌دهنده آن است که در نمونه سنگ‌بستر و ملاط به‌صورت بسیار واضحی در هم آمیخته شده‌اند در نمونه شماره V6-S1 و V6-S3 به‌وضوح ترکیب مشابه از عناصر قابل استنباط است.

۶. بحث در نتایج و یافته‌ها

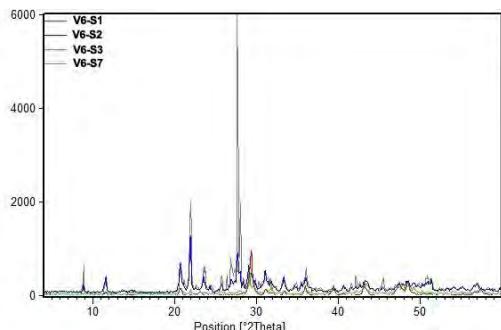
معبد ورجوی مراغه و فضاهای کنده‌شده اطراف آن از دل سنگ‌های آذرآواری توف ساخته شده‌اند. از طرفی واضح

جدول ۳: عناصر اصلی (اکسید) ملاط‌ها و نمونه سنگ معبد ورجوی با استفاده از تجزیه شیمیایی به روش XRF (W%)

Table 3: Main elements (oxides) of mortars and samples of the rocky substrate of the Temple of Verjuy using chemical analysis by XRF method (W%)

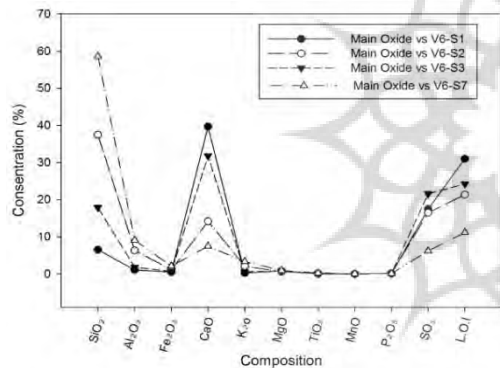
Elem	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	MgO	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	SO ₃	L.o.I
Sam											
V6-S1	6.51	1.05	0.51	39.67	0.21	0.81	0.027	0.001	0.097	17.44	31.01
V6-S2	37.46	6.32	1.13	14.14	2.10	0.57	0.138	0.001	0.089	16.45	21.32
V6-S3	17.87	1.81	0.68	31.80	0.60	0.72	0.046	0.001	0.146	21.56	24.21
V6-S7	58.64	9.06	2.09	7.46	3.29	0.91	0.240	0.014	0.118	6.19	11.13

در آرایه مقرنس و سنگ‌بستر آن است (شکل ۱۰) که این امر به‌وضوح در نمودار خوشه‌بندی با تفکیک شدن نمونه‌های ازاره از نمونه سطح رویی آرایه مقرنس و بدنه سنگی نشان داده شده است (شکل ۱۱-۱۲).



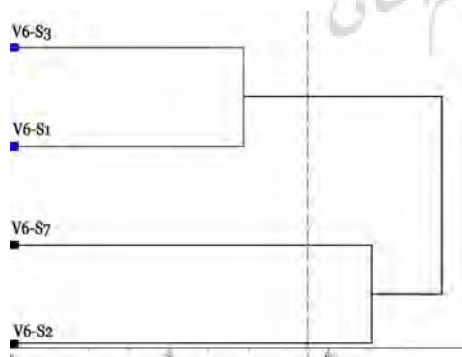
شکل ۱۰: مقایسه طیف‌های پراش پرتو ایکس نمونه‌های مورد آزمایش معبد ورجوی

Fig. 10: Comparison of x-ray diffraction spectra of the studied samples from Vorjoy Temple



شکل ۱۱: نمودار مقایسه اکسیدهای اصلی نمونه‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه شیمیایی XRF (W%)

Fig. 11: Comparison of the main oxides of the studied samples using XRF chemical analysis (W%)



شکل ۱۲: نمودار خوشه‌بندی طیف‌های پراش پرتو ایکس نمونه‌های ملاط و سنگ معبد ورجوی

Fig. 12: Cluster diagram of XRD spectra. Mortar and Rock samples of Verjuy temple

به‌نحوی که گچ باعث عمل‌آوری سریع می‌شود و از طرفی آهک باعث بهبود خواص مکانیکی و آب‌گریزی آن می‌گردد؛ همچنین استفاده از ترکیب ملاط گچ-آهک پوزولانی برای مدت‌زمان زیادی در دوره باروک در نماهای روم استفاده شده است [15].

نکته دیگر در رابطه با ملاط‌های با ضخامت کم (کمتر از ۱۰mm) که برای پوشش دادن مقرنس‌ها استفاده شده، آن است که احتمالاً شرایط تا حد زیادی به علت محصور بودن فضا باعث شده تا رطوبت کمی در سطح اثر بماند و واکنش ملاط به‌صورت کامل انجام گردد که این خود باعث بالاتر رفتن مقاومت ملاط می‌گردد به‌خصوص اینکه با استفاده از مهره زدن و صیقل کاری ملاط، میزان تخلخل آن به حداقل رسیده و این امر نیز باعث استحکام بیشتر آن گردیده است.

نتایج فازهای شناسایی شده با XRD در نمونه ملاط‌ها و نمونه سنگ بکر بدنه دیوار فضای V6 نشان‌دهنده فازهای اصلی و فازهای فرعی هستند. تفاوت عمده ملاط و سنگ در معبد ورجوی در فازهای سیلیکاتی و کلسیتی است. بر اساس نتیجه نمونه V6-S1 مبنی بر فازهای کلسیت و ژیپس به همراه فاز کریستوبالیت می‌توان گفت که ملاط مورد استفاده از نوع ملاط گچ و آهک بوده که با وجود دانه‌های ماسه در قالب کریستوبالیت می‌توانسته پرکننده ماسه‌ای داشته باشد.

نمونه V6-S3 نیز با وجود فاز اصلی کلسیت و فازهای فرعی ژیپس و بازائیت، کریستوبالیت، پلاژیوکلاز نشان‌دهنده استفاده از ملاط گچ-آهک است که می‌توانسته از پودر سنگ‌بستر توفی و حتی خاک رس به‌عنوان پرکننده استفاده کرده باشد که مطمئناً وجوه استقامتی ملاط نسبت به سنگ‌بستر، می‌تواند ناشی از خاصیت چسبانندگی اجزا ملاط توسط کلسیت باشد. میزان بالای کلسیت در نمونه ملاط شماره V6-S1 و V6-S3 فارغ از بست آهکی می‌تواند ناشی از محتوای کلسیتی خاکستر چوب و قطعات مواد آلی همانند فضولات حیوانات باشد که ذرات آن در نمونه ملاط‌ها به‌وضوح دیده می‌شود.

نتایج برهم‌اندازی نمونه‌ها در طیف‌های پراش پرتو ایکس و فلورسانس اشعه ایکس نشان‌دهنده تمایز مشخص و دقیق دو نمونه ملاط ازاره از ملاط استفاده‌شده

۷. نتیجه‌گیری

معبد ورجووی، از ملاط به‌عنوان اندود استفاده شده است که به علت سختی ملاط، شباهت رنگی این ملاط و سنگ‌بستر و مواد مورد استفاده در آن، که نوعی ملاط پایه آهکی است، تشخیص و تمایز آن از سنگ‌بستر و بدنه بسیار مشکل بوده که به همین دلیل تاکنون این ملاط شناسایی نشده است؛ بخصوص اینکه مقدار زیادی از ملاط اندود در طی زمان ریخته و شواهد آن از بین رفته است. از جمله ویژگی‌های ملاط فوق‌الذکر سختی بالا، رنگ خاکستری مشابه سنگ بدنه توفی معبد و ضخامت کم آن است. ضخامت ملاط در لایه اندود، از ۱ cm بر روی بدنه‌ها تا ۴ mm بر روی بخش‌های تزئینی سنگ به‌عنوان شکل‌دهنده و پوشش محافظ متغیر است، به‌علاوه باید خاطر نشان کرد که برای عمل آمدن مناسب ملاط آهکی در جایگاه اندود، از روش‌هایی مانند مهره زدن، ساییدن، صیقلی کردن و در واقع از ویژگی عرق ریزی ملاط استفاده کرده‌اند.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از نتایج طرح تحقیقاتی «ساختارشناسی آرایه‌های معماری معبد صخره‌ای ورجووی مراغه» است که با شماره ۱۱۸۱۴ در دانشگاه هنر اسلامی تبریز به پایان رسیده است از این‌رو نویسندگان از این موسسه جهت در اختیار نهادن شرایط و تأمین مالی این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

روستای ورجووی و بخصوص بخش قدیمی آن که معبد ورجووی در آن قرار دارد در مقیاس وسیع بر روی یک لایه سنگ ضخیم قرار دارد همانند آنچه در دامنه سه‌سهند مشهود است. در بخش سطحی معبد به دلیل هوازدگی سنگ‌های آذرین، لایه سفیدرنگ خاکستر آتشفشانی و بقایای ناشی از فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی هوازدگی به‌صورت پودری قرار گرفته است. مطالعات ساختارشناسی سنگ در معبد ورجووی مراغه نشان داد معماری صخره‌کند این مجموعه، از بستر سنگ آذرآواری توف تشکیل شده و دارای بافت هیالوپورفیریک کلاستیک شامل فنوکریست‌های پلاژیوکلاز نیمه شکل‌دار و شکسته دارای ماکل پلی سنتیتیک با ادخال‌هایی از کانی‌های آپاتیت و بیوتیت است. توف‌های آتشفشانی به‌واسطه سختی پایین، تخلخل بالا، سبکی، سهولت در کنده‌کاری و کارپذیری از مصالح پرکاربرد در بسیاری از تمدن‌ها و فرهنگ‌ها بوده و مورد استفاده فراوانی قرار گرفته‌اند. بر اساس نتایج آنالیزهای ساختارشناسی پراش پرتوایکس و فلورسانس پرتوایکس می‌توان گفت در این معبد برخلاف گزارش‌های گذشته به‌جز آرایه سنگی از آرایه ملاط گچ-آهک نیز استفاده شده است. وجود آرایه‌های معماری با ملاط گچ-آهک گویای استفاده از معبد ورجووی مراغه در دوره‌های مختلف تاریخی به‌خصوص دوران اسلامی است. نکته دیگر اینکه در عمده سطوح داخلی دیواره‌های

References

- [1] Razani M, Baghbanan A., Emami SM., Delgado Rodriguez J. Optimization of Traditional Lime-based Mortars for Cement Replacement Toward Consistent Conservation of Rocky Architecture of the Kandovan Historical Village. *J Research Archaeom* 2018;37:125–38. [in Persian]
[رازانی مهدی، باغبانان علی رضا، امامی سید محمد امین، دلگادو رودریگویز خوزه. پژوهشی در ملاط‌های آهکی بهینه‌سازی شده جهت جایگزینی با ملاط سیمان - ماسه برای استفاده در تعمیرات معماری صخره‌کند روستای تاریخی کندوان. معماری مسکن و محیط روستا ۱۳۹۷؛ ۳۷: ۳۸-۱۲۵]
- [2] Amini BF, Razani M, Asghari KE, Emami SMA. Characterization and Pathology of Pyroclastic Stones in the Cut Rock Historical Architecture of Kandovan Village 2015;1:1–16. [in Persian] doi: <https://doi.org/10.29252/jra.1.1.1>
[امینی بیرامی فریده، رازانی مهدی، اصغری کلجاهی ابراهیم، امامی محمدامین، باغبانان علیرضا. تحلیل ساختارشناسی سنگ‌های آذرآواری در معماری صخره‌کند روستای تاریخی کندوان. پژوهش باستان‌سنجی. ۱۳۹۴؛ ۱: ۱-۱۶]
- [3] Varjavand P. Temple of Mehri or Imamzadeh Masoom Vargovi. *Hist Surv* 1972;7:89–100. [in Persian]
[ورجواند پرویز. نیایشگاه مه‌ری یا امامزاده معصوم

- ورجووی. بررسی‌های تاریخی ۱۳۵۱: ۷؛ ۸۹-۱۰۰
- [4] Muhammad ben hoqoul. Picture of the earth. In: Shahar T by J, editor., Tehran: Iran Culture institute; 1966. [in Persian]
[محمد بن حوقل. صوره الارض. ترجمه شاعر جعفر. تهران: بنیاد فرهنگ ایران؛ ۱۳۴۵]
- [5] Moghadasi A. The best division in the definition of the denominator. Translated, Tehran: moalefan and motarjeman Co; 1982. [in Persian]
[مقدسی ابو عبدالله محمد. احسن التقاسیم فی معرفه الاقاسیم. ترجمه منزوی علینقی. تهران: شرکت مؤلفان و مترجمان ایران؛ ۱۳۶۱]
- [6] Al-Hamawi Y. Mu 'jam al-buldan. In: Wustenfled F, Monzavi T by: A, editors., Tehran: ICHN; 1866. [in Persian]
[حموی یاقوت. معجم البلدان. ترجمه منزوی علینقی. تهران: نشر سازمان میراث فرهنگی کشور. پژوهشکده باستان‌شناسی؛ ۱۳۸۰]
- [7] Naseri Som'eh H, Firouzmandi B, Sa'dati M. Archaeological Investigation of Göyce Qala: An Urartuian Castle in Maragheh Plain, Northwestern Iran. Archaeol Stud 2015;7:147-65. doi: <https://doi.org/10.22059/JARCS.2015.56685> [in Persian]
[ناصری صومعه حسین، فیروزمندی بهمن، سعادت‌ی محسن. مطالعه و بررسی باستان‌شناختی گویچه قلعه مراغه. مطالعات باستان‌شناسی ۱۳۹۴: ۷؛ ۱۴۷-۱۶۵]
- [8] Pazouki N, Shadmehr A. Recorded works by Iran in the national monuments from 1931 to 2005. Tehran: Cultural Heritage and Tourism Organization of Iran; 2005. [in Persian]
[پازوکی ناصر، شادمهر عبدالکریم. آثار ثبت‌شده‌ی ایران در فهرست آثار ملی از سال ۱۳۱۰ الی ۱۳۸۴. تهران: سازمان میراث فرهنگی و گردشگری کشور؛ ۱۳۸۴]
- [9] Deghati Najd M. A brief study about Mehr temple in Maraghe. Manzar 2011;3:60-3. [in Persian]
[دقتهی نجد میثم. شاهد مهر؛ بازشناسی معبد مهر مراغه. مجله منظر، مرکز پژوهشی هنر و معماری و شهرسازی نظر ۱۳۹۰؛ ۳: ۶۰-۶۳]
- [10] Akasoy A, Burnett CSF, Yoeli-Tlalim R. Islam and Tibet: interactions along the musk routes. Ashgate Publishing, Ltd.; 2011.
- [11] Azad M, Ansari M. Ancient Iranian Religious Buildings (pre-Islamic). Proc. First Natl. Conf. Iran. Stud. Arts Archeol., Tehran: Iran Science institute; 2004, p. 1-38. [in Persian]
[آزاد میترا، انصاری مجتبی. بناهای مذهبی ایران باستان (پیش از اسلام). مجموعه مقالات نخستین همایش ملی ایران‌شناسی، هنر و باستان‌شناسی، تهران: بنیاد ایران‌شناسی؛ ۱۳۸۴، ۱-۳۸]
- [12] Bigbabapor Y, Gholamieh M. History of Photography in Maragheh. Qom: Majmae Zajhaer Islami; 2011. [in Persian]
[بیگ‌باباپور یوسف، غلامیه مسعود. تاریخ عکاسی در مراغه. قم: مجمع ذخایر اسلامی؛ ۱۳۹۰]
- [13] Bigbabapor Y. Maragheh shrines, scriptures and documents. Qom: Majmae Zajhaer Islami; 2009. [in Persian]
[بیگ‌باباپور یوسف. مزارات، سنگ‌نوشته‌ها و اسناد مراغه. قم: مجمع ذخایر اسلامی؛ ۱۳۸۸]
- [14] Razani M, Conejero FM, Mansouri IM, Afsharinezhad H. Preparation of Thin Sections of Porous Materials for Polarizing Microscope Investigation in Archaeometry. J Research Archaeom 2017;3:45-60. doi: <https://doi.org/10.29252/jra.3.2.45> [in Persian]
[رازانی مهدی، مارتینز گونیخرو فلی، منصوره اصفهانی مهین، افشاری‌نژاد حکیمه. آماده‌سازی مقاطع نازک از مواد متخلخل برای مطالعات با میکروسکوپ پلاریزان در باستان‌سنجی. پژوهه باستان‌سنجی. ۱۳۹۶؛ ۳: ۴۵-۶۰]
- [15] Torraca G. Lectures on materials science for architectural conservation 2009.