Journal of Research on
ARCHAEOMETRY
A Peer-Reviewed Academic Journal of Archaeological and Conservation Science Studies

Tabriz Islamic Art University

Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

Research Paper

Structural Analysis of Islamic era Glazed Pottery in Anahita Kangavar Temple Based on Petrographic Results

Fataneh Rahimi [1], Maryam Kolbadinejad [2,*], Mohammad Mortezai[3]

1. PhD Candidate in Archaeology, Department of History and Archaeology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of History and Archaeology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Institute of Archeology, Institute of Cultural Heritage and Tourism (RICHT), Tehran, Iran

* Correspondence: Maryam.kolbadi@gmail.com

Abstract

The Anahita Kangavar Temple is considered one of the most significant sites in the west of Iran, and it has always attracted the attention of historians and geographers of the Islamic period, as well as European travelers and archaeologists. At this site, there is a stone building from the historical period, where archaeological excavations have been carried out since 1968. Therefore, the Islamic glazed pottery of the site has been less researched, and so far no petrographic laboratory study has been conducted on the construction methods and mineralogical structure of the Islamic pottery from this site. In this research, the main question is: what are the structure and texture of the glazed pottery of the Islamic era at the Anahita Kangavar Temple, based on petrographic results, and how much did their mineralogical structure change from the middle to late Islamic period? This laboratory research is dedicated to the study of 12 pottery pieces related to the middle to late Islamic period from the Anahita Temple in Kangavar, with the aim of identifying the construction methods and mineralogical components of these artifacts. The petrographic results of these 12 pieces of glazed pottery from the Islamic period revealed that, in terms of texture or petrofabric, the samples exhibit heterogeneous (porphyritic) and silty (fine-grained) textures, with some samples also displaying heterogeneous silty textures. Quartz minerals are abundant in all samples. This mineral is generally present in the form of phenocrysts or single crystals, while its polycrystalline type is less common. Other components in the matrix, such as iron compounds, plagioclase, and calcite, are found in the paste of some pottery. The mineral biotite (mica) in the paste of some pottery has been completely burnt, and only a frame of it has remained due to the high firing temperature. The mineral muscovite is also seen in limited amounts in some samples.

Keywords: Anahita Kangavar temple, Islamic glazed potteries, Structural analysis, Petrography.

Received: 2024/5/12
Revised: 2025/5/1
Accepted: 2025/6/11
Published: 2025/6/30

Copyright: ©2025 by the Authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

Introduction

Kangavar Anahita`s temple site, located on the famous Khorasan-Bagdad highway, is considered one of the most prominent and distinguished areas in the western part of Iran. Its importance has always been in the attention of historians and geographers of the Islamic era. Almost all the historians and geographers of the Islamic period who passed from the western region of Iran have mentioned and indicated this site and its stone building in their writings. So Iranian archaeologists` attention was directed to this site very soon, and archaeological excavations at the Kangavar

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

area and its stone building started more than half a century ago (Kambaksh fard 1971, 1972,1973,1975, 1996,2008; Kabiri 1990,1992, 1995; Mahyar&Kabiri 2005; Azaroush 1982, 2010). The abundance of archaeological findings obtained along with a vast stone building from the historical period has drawn the attention of all these historians and archaeologists to the historical periods of the site and its stone building. Therefore, the pottery findings of the Islamic period, especially the painted glazed pottery on the site, have received less attention and research. Therefore, the petrographic study of the glazed pottery from the Islamic period at the site can be provide new insights into the method of manufacture and mineralogical texture of the pottery and the degree of its firing. Important questions are include: What is the structure and texture of glazed potteries from the Islamic period in the Anahita Temple site of Kangavar based on the results of petrographic studies, and how much did their mineralogical structure change during the Middle to Late Islamic period?

Materials and Methods

In terms of macroscopic characteristics, 12 Islamic glazed ceramic sherds (single-color and painted) were selected for petrographic analysis. The research method in this article is field and laboratory. In terms of macroscopic features, these fragments belonged to the Middle to Late Islamic period. Petrography was used to identify mineral components, texture, inclusions, and estimate firing temperatures. The thin section (30 microns thick) was prepared using a James Swift polarizing binocular microscope and the magnification used in this study was 4X. The sections were prepared in such a way that the clay paste and the glaze layer could be studied simultaneously.

Results & Discussion

In terms of texture or petrofabric, the samples have a heterogeneous and silty (fine-grained) texture, and some samples also have a heterogeneous silty texture. Quartz mineral is found abundantly in all samples. This mineral has an abundance of 10% to 20% in the samples and is generally in the form of phenocrysts or single crystals and its polycrystalline type is less common. Other components present in the field such as iron-bearing components, plagioclase and calcite are found in the paste of some pottery. The biotite mineral (mica) present in the paste of some pottery, due to the high firing temperature, is completely burned and only its majority remains. Muscovite mineral is also seen in limited amounts in some samples. The presence of calcite mineral in 4 pottery pieces out of 12 samples indicates the significant use of this mineral in the structure of the pottery samples studied. The glazing method in these samples was carried out in two ways: 1- Pottery samples that had a glass glaze layer with a thickness of 100 to 200 microns, which was placed directly on the clay paste. This glaze layer had a molten silicate composition and was free of any inclusions. 2- Samples of pottery that had a layer of glaze on both sides. On one side of the sample, a layer of glaze is visible, which is directly on the clay paste. This layer of glaze consists of two separate parts, with a glassy glaze layer on the outer surface and a silicate melt with fine quartz particles on the lower surface, which is thicker. On the other surface of the sample, only a thin layer of glassy glaze is visible.

Conclusion

In all the samples studied, quartz mineral and iron compounds are observed. Quartz is present in two forms: phenocryst (single crystal) and polycrystalline. This mineral is seen with angular to semi-rounded edges in the clay of the pottery. Of course, as stated in the report, phenocryst quartz is much more abundant than polycrystalline quartz. Calcite mineral is seen in some samples and is absent in others. The presence of calcite mineral in the pottery indicates a firing temperature of less than 800 degrees Celsius, and in pottery without calcite or carbonate minerals, the firing temperature is more than 800 degrees Celsius. All samples contain quartz and iron oxides; some include plagioclase, mica, and amphibole. Quartz was used both naturally and as temper to improve durability and reduce shrinkage. Firing temperature estimates and glaze structure analysis suggest a well-developed ceramic production technique. The mineralogical similarity between temple stones and ceramic pastes supports local production. No major technological evolution observed between Middle and Late Islamic ceramics in the site.

Author Contributions: First Author: Had the greatest share in preparing the article, including the study of concepts and article design, data collection and analysis, preparation of the original draft, and structuring of the article. Second Author: Proposed the initial plan, performed secondary literature review and resource identification for the study, assisted with the breakdown and interpretation of the analytical results, and handled administrative follow-up. Third Author: Was responsible for the administrative coordination regarding the required experiments and all matters related to laboratory affairs.

Funding: This research received no external funding.

Data Availability Statement: All data generated or analyzed during this study are included in this published article.

Acknowledgments: The authors announce their profound appreciation for the unstinting support and significant assistance in drafting the text of this article provided by Dr. Mohammad Iqbal Chehri, a faculty member

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]

Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

of Islamic Azad University. We also express our gratitude for the cooperation of the Petrography Laboratory of the Research Center for Conservation and Restoration, a division of the Research Institute of Cultural Heritage of the country.

Conflicts of Interest: The author declares no conflicts of interest.

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

پژوهه باستان سنجی
دانشگاه هنر اسلامی تبریز

مقاله پژوهشی

ساختارشناسی سفال های لعابدار دوران اسلامی در معبد آناهیتای کنگاور بر اساس نتایج پتروگرافی

فتانه رحیمی [۱]، مریم کلبادی نژاد[۲]*، محمد مرتضائی [۳]

۱. دانشجوی دکتری باستان شناسی، گروه تاریخ و باستان شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه تاریخ و باستان شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه باستان شناسی اسلامی، پژوهشکده باستان شناسی، پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران
* مسئول مکاتبات: Maryam.kolbadi@gmail.com

چکیده

محوطۀ معبد آناهیتای کنگاور یکی از شاخص‌ترین محوطه‌های غرب ایران محسوب می‌شود که همواره مورد توجه مورخان و جغرافی‌نویسان دوره اسلامی، جهان‌گردان اروپایی و همچنین باستان‌شناسان بوده است. بر روی این محوطه یک بنای سنگی با سنگ‌های بزرگ تراش‌خورده از دوران تاریخی وجود دارد که کاوش‌های باستان شناسی در آن از ۱۳۴۷ شمسی شروع شده است. بنابراین سفال‌های لعاب‌دار اسلامی محوطه، کمتر مورد پژوهش قرار گرفته است و تاکنون هیچ‌گونه مطالعۀ آزمایشگاهی پتروگرافی درخصوص شیوۀ ساخت و ساختار کانی شناسی سفال‌های اسلامی این محوطه انجام نگرفته است. در این پژوهش پرسش مهم این است که ساختار شناسی و بافت سفال‌های لعاب‌دار دوران اسلامی در محوطه معبد آناهیتای کنگاور بر اساس نتایج مطالعه پتروگرافی چگونه است و چقدر ساختار کانی شناسی آنها در دوران اسلامی میانه تا متأخر اسلامی تغییرات داشته است؟ این پژوهش با روش آزمایشگاهی، به مطالعۀ تعداد ۱۲ قطعه سفال مربوط به دوران اسلامی میانه تا متأخر در محوطۀ معبد آناهیتای کنگاور اختصاص دارد، با این هدف که شیوۀ ساخت و اجزای کانی شناسانۀ این سفال‌ها چگونه است. نتایج پتروگرافی این ۱۲ قطعه سفال لعاب‌دار دوران اسلامی نشان داد که از نظر بافت یا پتروفابریک، نمونه‌ها دارای بافت ناهمگن (پورفیری) و سیلتی (ریزدانه) هستند و برخی نمونه‌ها نیز دارای بافتی سیلتی ناهمگن هستند. در تمام نمونه‌ها کانی کوارتز به وفور یافت می‌شود. این کانی به صورت فنوکریست یا تک بلور بوده و نوع پلی کریستالین آن کمتر وجود دارد. دیگر اجزا موجود در زمینه مانند اکسیدهای آهن، پلاژیوکلاز و کلسیت در خمیره برخی از سفال‌ها یافت می‌شود. کانی بیوتیت (میکا) موجود در خمیره برخی از سفال‌ها، به دلیل حرارت بالای پخت، کاملاً سوخته و فقط غالب آن باقی مانده است. کانی موسکویت نیز به میزان محدود در برخی از نمونه‌ها دیده می‌شود.

واژگان کلیدی: معبد آناهیتای کنگاور، سفال های لعاب دار اسلامی، ساختارشناسی، پتروگرافی

دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۳
آخرین اصلاح: ۱۴۰۴/۲/۱۱
پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۲۱
انتشار: ۱۴۰۴/۴/۹

Copyright: ©2025 by the Authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Noncommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

۱. مقدمه

محوطه موسوم به معبد آناهیتای کنگاور درکنار شاهراه معروف جاده خراسان-بغداد به عنوان یکی از شاخص‌ترین و مهم‌ترین محوطه‌های غرب ایران محسوب می‌شود که به دلیل اهمیت آن، همواره مورد توجه جغرافی‌نویسان و مورخان دوره اسلامی بوده است. تقریباً تمامی جغرافی‌نویسان و مورخان دوره اسلامی که از منطقه غرب ایران عبور کرده‌اند، در منابع نوشتاری خویش به این محوطه و بنای سنگی آن اشاره می‌کنند. لذا توجه باستان شناسان ایرانی خیلی زود به محوطه جلب شد و حفاری‌های باستان شناسی در محوطه کنگاور و بنای سنگی آن از بیش از نیم قرن قبل آغاز شد (کامبخش فرد، ۱۳۴۷. ۱۳۵۰. ۱۳۵۱. ۱۳۵۳. ۱۳۶۸.

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

۱۳۷۴. ۱۳۸۶؛ کبیری، ۱۳۶۹. ۱۳۷۱. ۱۳۷۴؛ مهریار و کبیری، ۱۳۸۳؛ Azarnoush, 1981. 2009). وفور یافته‌های باستان شناسی به دست آمده به همراه یک بنای بزرگ سنگی از دورهٔ تاریخی موجب شده است که توجه تمامی این مورخان و باستان شناسان به دوره‌های تاریخی محوطه و بنای سنگی آن جلب شود. بنابراین یافته‌های سفالی دوره اسلامی و به خصوص سفال‌های لعاب‌دار محوطه کمتر مورد توجه و پژوهش قرار گرفته است.

مطالعهٔ پتروگرافی از اهمیت فراوانی در زمینهٔ شناخت بافت و ساختار کانی شناسی سفال‌های لعاب‌دار محوطه برخوردار است، زیرا پتروگرافی شواهدی از ترکیب کانی شناسی، تعیین ماهیت و ویژگی‌های اجزای غیرپلاستیکی و خواص مشخصی از آن اجزاء مثل اندازهٔ ذرات و توزیع و ارتباط آنها با یکدیگر و درنهایت تخمین دمای پخت براساس تغییر و تحولات معدنی در دمای بالا ارائه می‌دهد (علیرضا نودهی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰). مطالعه بر روی قطعات سفال، می‌تواند سطح فناوری، دانش محیطی و همچنین منابع ماده خام را نشان دهد (Enea-Giurgiu et al, 2019: 1) و پتروگرافی در کنار سایر روش‌های آزمایشگاهی سفال به عنوان یکی از روش‌های موفق در زمینهٔ تجزیه و تحلیل فناورانه و ترکیبی سفال‌های باستانی بوده است (Fargher, 2007: 313). از مزیت‌های روش پتروگرافی می توان به کانی‌شناسی، مهارت در شناسایی صحیح ترکیبات مشابه و فراهم نمودن اندازه‌گیری‌های دقیق برروی اندازهٔ ذرات، شکل و خصوصیات شیمیایی و تغییرات فازی آن اشاره نمود (Livingood et al., 2009: 201). تجزیه و تحلیل پتروگرافی شامل شناسایی سنگ‌ها و مواد معدنی در داخل خاک رس و ارتباط آنها با منابع زمین شناسی سازگار با شواهد و مدارک باستان شناسی می‌باشد(علیرضا نودهی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰). بنابراین مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های لعاب‌دار دوران اسلامی محوطه، می‌تولند مباحث جدیدی در زمینهٔ شناخت شیوه ساخت و کانی شناسانهٔ بافت سفال و میزان پخت آنها ارائه دهد. لذا پرسش مهم اینست که ساختار شناسی و بافت سفال‌های لعاب‌دار دوران اسلامی در محوطه معبد آناهیتای کنگاور بر اساس نتایج مطالعه پتروگرافی چگونه است و چقدر ساختار کانی شناسی آنها در دوران اسلامی میانه تا متأخر اسلامی تغییرات داشته است؟

۲. پیشینه پژوهش

پس از اولین کاربرد مقطع نازک میکروسکوپی در سال ۱۸۴۹.م و توسعه روش آماده سازی مقطع نارک در ۱۸۸۲.م که توسط دانشمند انگلیسی سوربی (Sorby, H.C) انجام گرفت (Montana, 2020: 2). تاریخچهٔ تکامل روش مقطع نازک توسط جانسون اما پتروگرافی با میکروسکوپ به عنوان یک روش قابل اعتماد در زمینهٔ باستان شناسی از دههٔ ۱۹۳۰.م مورد استفاده قرار گرفته است و مشخص گردید که اجرای موفقیت آمیز تجزیه و تحلیل پتروگرافی سفال حداقل به سه شرط نیاز دارد: ۱. در دسترس بودن قسمت‌های نازکی از مقطع سفالی که به درستی تهیه شده است. ۲. در دسترس بودن یک میکروسکوپ پتروگرافی مناسب. ۳. آموزش لازم در زمین شناسی و تجربه در استفاده از میکروسکوپ پتروگرافی و یا کمک از یک پترونگار واجد شرایط(Stoltman, 2001: 297-298). پس از آن در مطالعات علوم باستان شناختی، مطالعهٔ منشأیابی سفال با یک روش شناسی پیشرفته و مناسب بر مبنای ترکیبات عنصری در اواخر دههٔ ۱۹۵۰.م صورت گرفت (Hein & Kilikoglou, 2017: 564). البته سهم ارزشمند آنا شپرد را امروزه به عنوان یک نقطهٔ عطف در تاریخ باستان سنجی می‌دانند که برای اولین بار به ترکیب ارزیابی سبکی – ریخت شناختی با تحلیل‌های پتروگرافی پرداخته است (Shepard, 1965). از منابع مهم دیگر پتروگرافی می‌توان به کتاب آنالیزهای پتروگرافی (Rice, 1987)، کتاب علوم زمین و باستان شناسی (Golberg et al, 2001)، کتاب پتروگرافی مقاطع نازک مواد فرهنگی سفالی و سنگی (Reedy, 2008) اشاره کرد. رواج عمدهٔ کارهای پژوهشی در مورد پتروگرافی سفال در ایران از دههٔ ۱۳۹۰.ش به بعد است (برای نمونه رجوع کنید به: امامی و نوغانی، ۱۳۹۲؛ نقشینه و همکاران، ۱۳۹۲؛ سلمانزاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ رازانی و همکاران، ۱۳۹۶؛ سرداری و همکاران، ۱۳۹۶؛ عباس‌آباد عربی و همکاران، ۱۳۹۷؛ امامی و همکاران، ۱۳۹۸؛ معانی و همکاران، ۱۳۹۸؛ صدقی و همکاران، ۱۳۹۹؛ بخت‌آور و همکاران، ۱۴۰۰؛ علیرضازاده نودهی و همکاران، ۱۳۹۹؛ حاجی‌نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰؛ مسجدی و همکاران، ۱۴۰۰؛ باتر و سراجی، ۱۴۰۱؛ چهری و منصوری نصفچی، ۱۴۰۲؛ باغ‌شیخی و همکاران، ۱۴۰۳؛ Velayati et al. 2023).

۲-۱. پیشینه مطالعات باستان شناسی

نخستین بار در سال ۳۷ میلادی ایزیدور خاراکسی در کتاب ایستگاه‌های پارتی از معبدی در شهر کنکوبار برای نیایش الهه آرتمیس یاد می‌کند (ایزیدور خاراکسی، ۱۳۹۰: ۱۷). بنابر اظهارات ویلفرد شاف در تعلیقات کتاب ایستگاه‌های پارتی، مورخان دیگری نظیر: خوان دیودرس، بطلمیوس و استفان بیزانسی به نام کنکوبار اشاره کرده‌اند و پولی بیوس و خاونیتس آن را یکی از ایالات ماد دانسته‌اند (شاف، ۱۳۹۰: ۴۵). دیگر منابع تاریخی مکتوب، مربوط به مورخان و جغرافی‌نویسان ایران دوره اسلامی است که از اواسط سده سوم هجری به کنگاور اشاره نموده و متفقاً از آن به عنوان قصرالصوص (کاخ دزدان) یاد کرده و بقایای مدفون در آن را کاخی از دوره ساسانی و متعلق به خسرو دوم دانسته‌اند (ابن خرداد به،۱۳۷۰: ۲۰؛ ابن فقیه،۱۳۴۹: ۳۴؛ ابن رسته ،۱۳۶۵: ۱۹۶؛ ابودلف،۱۳۴۲: ۶۶-۶۵؛ ابن حوقل، ۱۳۶۶: ۱۰۵؛ اصطخری،۱۳۴۰: ۱۶۲؛ مقدسی ،۱۳۶۱: ۵۸۷؛ قزوینی،۱۳۷۳: ۱۹۷؛ یاقوت حموی،۱۳۸۰: ۱۸۴؛ حمدالله مستوفی،۱۳۸۱؛ ابوالفداء ،۱۳۴۹: ۴۷۷؛ ناصر

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

الدین شاه قاجار، ۱۳۷۲: ۳۷). سپس سیاحان خارجی سده‌های ۱۷ تا ۲۰ میلادی به توصیف سازه سنگی کنگاور به عنوان معبد الهه ارتمیس و یا الهه آناهیتا پرداخته‌اند که شامل سیاحانی چون: تاورنیه (۱۳۶۹: ۲۹۰–۲۸۹)، لایارد (۱۳۶۷: ۳۲۹–۳۲۸)، فلاندن (۱۳۵۳: ۱۹۰)، دیولافوا (۱۳۶۹)، بلوشر (۱۳۶۳: ۲۹۵)، بایندر(۱۳۷۰: ۴۲۷–۴۲۶)، جکسن(۱۳۵۲)، تکسیه و کرپورتر است (نیک‌زاد، ۱۳۸۹: ۲۵۱). با شروع سده بیستم میلادی و توجه باستان شناسان به منطقه، پژوهشگرانی چون گیرشمن(۱۳۳۶: ۲۰۳–۲۰۲)، گدار و همکاران(۱۳۷۱: ۲۴–۲۳)، واندنبرگ(۱۳۷۹: ۱۰۷) و هرتسفلد (۱۳۸۱: ۲۸۷) در مورد بنا اظهار نظر کرده‌اند و تاریخ آن را به عنوان یک معبد یونانی در حدود ۲۰۰ قبل از میلاد دانسته اند. سپس چهار دوره کاوش‌های باستان شناسی در این محوطه صورت گرفت که شامل کاوش‌های باستان شناسی کامبخش‌فرد به طور مستمر از ۱۳۴۷ تا ۱۳۵۷، آذرنوش در سال‌های ۱۳۵۶–۱۳۵۷، علی ولی نوری در سال ۱۳۶۵، در نهایت احمد کبیری و محمد مهریار در سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۰ است (مهریار و کبیری، ۱۳۸۳: ۶۴–۵۹). در این بین بیشترین میزان فعالیت‌های باستان‌شناسی به کارهای مرحوم کامبخش‌فرد اختصاص دارد و به عنوان کاوشگر اصلی محوطه، تاریخ استقرار در آن را مربوط به دوره‌های هخامنشی، سلوکی، اشکانی، ساسانی و دوره اسلامی (به ویژه سلجوقی) می‌داند. وی اشاره‌هایی محدود نیز به سفالهای دوران اسلامی محوطه دارد و بیشتر ظروف لعاب‌دار و منقوش اسلامی محوطه را بین سده های سوم تا پنجم هجری تاریخگذاری کرده است (کامبخش فرد، ۱۳۸۶ الف: ۱۳۱؛ کامبخش‌فرد، ۱۳۸۶ب: ۳۱۰–۲۹۵). تمامی این موارد از پیشینه پژوهش به ذکر مشخصات و کارکرد بنای سنگی محوطه و ارائه گاهنگاری دوره‌های تاریخی آن (اشکانی– ساسانی) پرداخته است (Azarnoush, 1981, 2009; Alibaigi, 2017: 10; نیک‌زاد، ۱۳۸۹: ۲۵۸؛ حیدری، ۱۳۹۱: ۷۸).

۲-۲. توصیف محوطه

شهرستان کنگاور واقع در شرق استان کرمانشاه و در قسمت جنوبی جاده اصلی همدان– کرمانشاه قرار دارد که از شمال و شرق با استان همدان، از جنوب غربی با استان لرستان و در شمال غربی و غرب با شهرستان‌های سنقر و صحنه همجوار است (رحمن آبادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۱۹) (شکل ۱). در مرکز شهر کنگاور، محوطه‌ای تاریخی به صورت یک بنای عظیم سنگی وجود دارد که در ۲۴ شهریور ۱۳۱۰ه.ش (۱۶سپتامبر ۱۹۳۱م.) با عنوان «محل کنکبار قدیم خرابه‌های عهد اشکانی» به شماره ۳۱ در فهرست آثار ملی به ثبت رسیده است (حیدری، ۱۳۹۱: ۷۴). بنای تاریخی معروف به معبد آناهیتا، بر روی تپه‌ای طبیعی که سنگ بستر آن از جنس سنگ دگرگونی شیست است و در ترکیبات آن کانی‌های کوارتز، میکا، فلدسپات، مسکویت و بیوتیت وجود دارد. این تپه با حداکثر ارتفاع ۳۲ متر نسبت به زمین‌های اطراف و در دامنه شرقی کوه چل‌مران ساخته شده است.

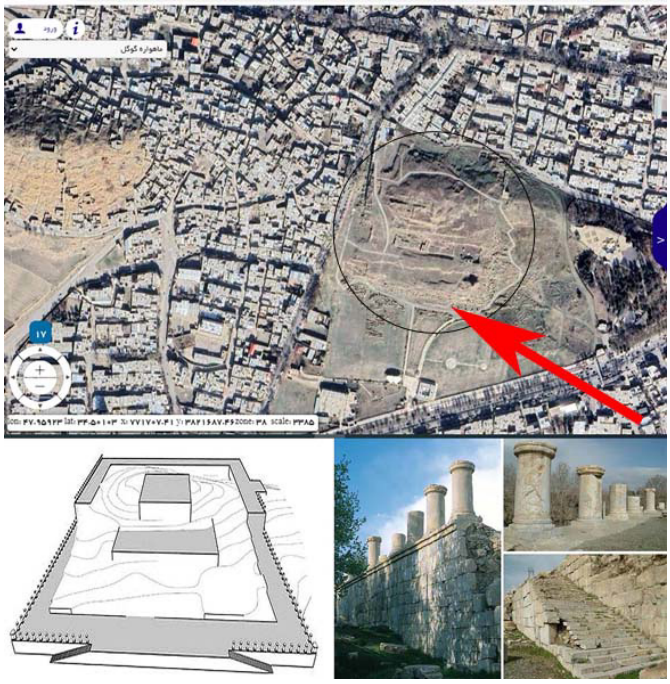


شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان کنگاور بر روی نقشهٔ ایران و استان کرمانشاه و شهرستان‌های واقع در اطراف آن (رحمن آبادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۲۰)

Figure 1. Geographical location of Kangavar County on the map of Iran and Kermanshah Province and the surrounding counties (Rahmanabadi et al., 2021: 120)

نقشه بنا چهارگوش و دیوارهای بیرونی آن به ابعاد ۲۰۹×۲۲۴ متر است. این دیوارهای صفه مانند با لاشه سنگ و ملات گچ ساخته شده‌اند و نمای بیرونی آن‌ها را با سنگ‌های بزرگ تراشیده شده‌ای به صورت خشکه‌چین پوشش داده‌اند و گاهی برای اتصال برخی از بلوک‌های سنگی از بست‌های آهنی و سربی استفاده نموده‌اند. در ضلع جنوبی دیوار بیرونی، پلکان دو طرفه‌ای به طول ۱۵۴ متر دیده می‌شود که از ارتفاع دیوار آن ۸.۲۰ متر باقی مانده است. در مرکز بنا نیز صفهٔ دوم با ۹۴ متر درازا و ۹.۳۰ متر پهنا و بین ۳ تا ۵ متر ارتفاع قرار دارد. شواهدی از حضور ستون‌های کوتاه و قطور در سه ضلع جنوبی، شرقی و غربی بنا دیده می‌شود. ارتفاع ستون‌های این بنا نسبت به قطر آنها سه به یک است (برای مطالعات بیشتر در مورد جزئیات بنای کنگاور به این منابع مراجعه شود: کامبخش فرد،۱۳۸۶الف؛ نیکزاد، ۱۳۸۹: ۲۵۰؛ محمدی فر، ۱۳۹۰: ۱۳۲؛ حیدری، ۱۳۹۱: ۵) (شکل ۲).

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

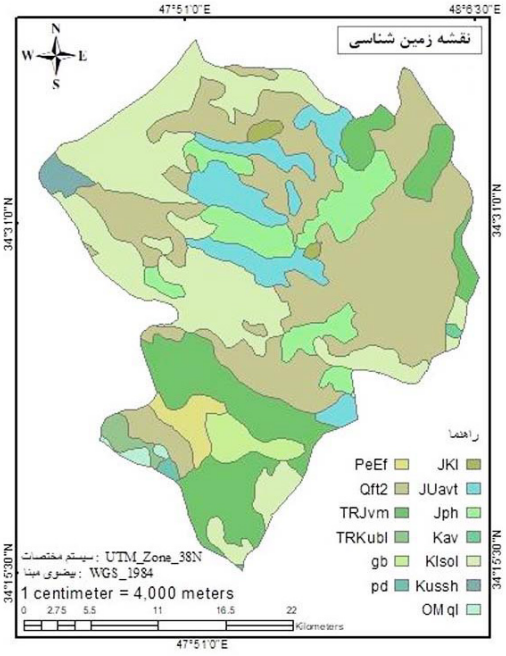


شکل ۲. ردیف بالا: عکس هوایی محوطه در مرکز شهر کنگاور، ردیف پایین: پلان بازسازی شده از محوطه و عکس‌هایی از دیوار سنگی محوطه معبد آناهیتا (گوگل ارث، حیدری، ۱۳۹۱: ۸۵؛ Alibeigi, 2017:11)

Figure 2. Top row: Aerial photo of the area in the center of Kangavar city, bottom row: Reconstructed plan of the area and photos of the stone wall of the Anahita Temple area (Google Earth, Heydari, 2012: 85. Alibeigi, 2017:11)

۲-۳. زمین شناسی منطقه

دشت کنگاور از نظر زمین‌شناسی بر روی زون زمین‌شناسی سنندج – سیرجان قرار دارد و از سوی دیگر این دشت، حداقل با دو گسل زلزله خیز فعال دینور- نهاوند و مروارید- صحنه محدود می‌شوند (مترجم و الماسی، ۱۳۹۲: ۵۳). از نظر چینه شناسی، زون سنندج- سیرجان در منطقه شامل: ۱. نهشته‌های کریونیفر(C^4)، ۲. سنگ‌های آذرین- رسوبی دگرگونه (واحد TR^{mv}) که خلاصهٔ ترکیب سنگ شناسی آن به شکل سنگ‌های آتشفشانی (ریولیت، داسیت و آندزیت با بافت پورفیری و میکروکریستالین و با مواد تشکیلی پلاژیوکلاز)، سنگهای آذرین درونی کم عمق با ترکیب گرانیت، گرانودیوریت، دیوریت، دیوریت کوارتزدار)، سنگ‌های کربناته که متشکل از سنگ آهک مرمری، آهک دولومیتی و اسکاپولیتی است. ۳. آهک تریاس (واحدTR^1)، ۴. مجموعه سنگهای رسوبی- ولکانیکی تریاس ژوراسیک (TRJ^m) با ترکیب شیست سبز، آمفیبول شیست و سنگ‌های رسوبی آهک دگرگونه و ماسه سنگ است. زیرواحدهای TRJ^{sch} با سنگ‌های شیست، کوارتز فیلیتی سبز، زیر واحد TRJ^{mv} با سنگ‌های آتشفشانی آندزیتی و بازالتی، شیست با بافتی پورفیریک از فنوپلاژیوکلازها و کانی‌های رس، کلریت، کربنات و سریسیت. زیر واحد TRJ^{am} با سنگ‌های نفوذی کم عمق و بازیک، زیر واحدTRJ^1 با سنگ‌های آهکی، شیست و آذرین دگرگون شده است. ۵. واحدJ^{sch}: ادامهٔ شیست‌های همدان به صورت رورانده بر روی واحد JK قرار گرفته است. این شیستها متشکل از کوارتز، سریسیت و موسکوویت می‌باشد. ۶. واحد J^{v1}: سنگ‌های ولکانیکی زیردریایی در محدودهٔ ورقه گسترش قابل ملاحظه‌ای داشته و به ویژه در جنوب‌شرقی سنقر و شمال‌غربی کنگاور بیرون‌زدگی دارند. ترکیب سنگ‌های ولکانیکی، آندزیتی، کریستال سنگ توف و آندزیت حفره‌دار است. ترکیبات اسیدی دارای بافت پورفیریک و متشکل از کانی‌های کوارتز، فلدسپات الکالن و پلاژیوکلاز است. کانی‌های ثانویه به صورت کربنات، رس، سریسیت و غیره ظاهر شده و کانیهای فرعی آن شامل اکسید آهن و کانی اپاک است. ۷. واحد ولکانیکی و رسوبی ژوراسیک- کرتاسه (JK): سازندهای این واحد شامل آندزیت، داسیت، ریوداسیت تا ریولیت، توف، توف‌های قطعه سنگ بلورین، اسلیت، افق‌های آهکی با لایه ماسه سنگی و کوارتزی است. ۸. واحد ترشیری (PE): این واحد متشکل از نهشته‌های فلیش گونه شیل و ماسه سنگ است که در جاهایی حاوی لایه‌های کم ضخامت کنگلومرا می‌باشد. ۹. واحد (OM^1) قابل مقایسه با سازند قم در ایران مرکزی، ۱۰. توده‌های دیوریت- گابرو (D-GB) (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور) . همچنین حوضهٔ کنگاور متشکل از رسوبات خشکی کواترنری و نهشته‌های خشکی با دشت‌های سیل‌آبی متشکل از لایه‌های میانی ماسه و رس و لایه‌های عدسی‌شکل از خاک رس است (Shekoteh et al. 2020:3-4). تپه ماهورهای کنگاور همانند کوه گودین و لرّه کوه نیز در محدودهٔ زون سنندج- سیرجان قرار دارد و عموماً از سنگ‌های آتشفشانی، سنگ‌های دگرگونی، شیست، آهک‌های متبلور شده با رگه‌های مرمر تشکیل یافته است (حکمتی، ۱۳۷۲: ۱۱) (شکل ۳).



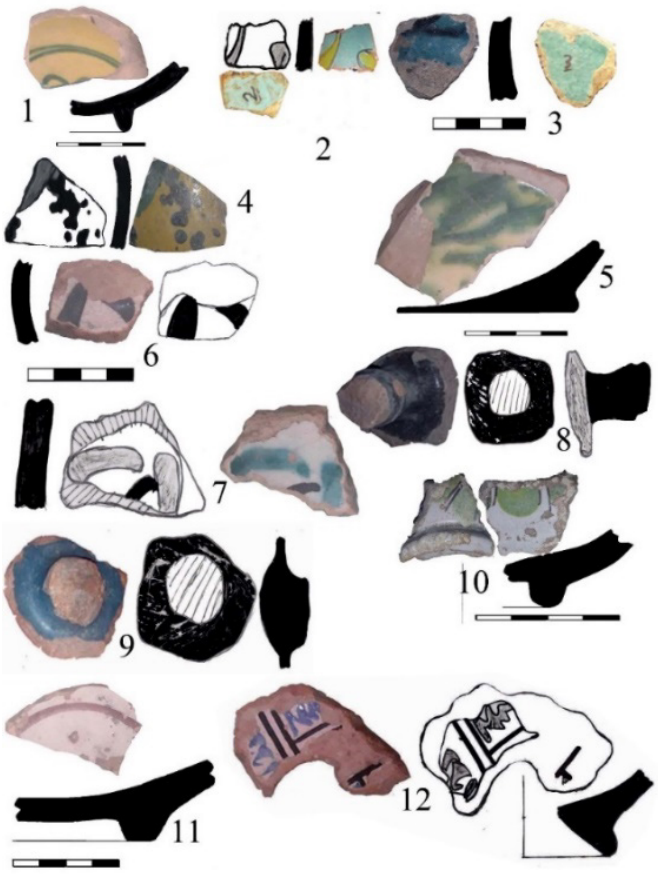
شکل ۳. نقشه زمین شناسی شهرستان کنگاور(رحمن آبادی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۲۳)

Figure 3. Geological map of Kangavar County (Rahmanabadi et al., 2021: 123)

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

۳. مواد و روش‌ها

در محوطهٔ معبدآناهیتای کنگاور تعداد ۱۲ قطعه از سفال‌های لعاب‌دار تک‌رنگ و منقوش دوران اسلامی با هدف شناخت شیوه ساخت و ساختار شناسی آنها انتخاب گردید. از نظر ویژگی‌های ماکروسکوپی، این قطعات متعلق به دوران اسلامی میانه تا متأخر بودند که مشخصات ظاهری و گونه شناختی هر کدام ازین قطعات سفال قابل مشاهده است (شکل ۴. جدول‌های ۱ و ۲).



شکل ٤. عکس و طرح نمونه سفالهای آزمایش شده

Figure 4. Photograph and sketch of tested pottery samples

شایان ذکر است که این ۱۲ قطعه سفال از بین تعدادی قطعات سفال لعاب‌دار تک‌رنگ و منقوش بر اساس تنوع و تفاوت ظاهری و بافتی آنها انتخاب گردید. روش پتروگرافی یا مطالعه میکروسکوپی مقطع نازک، در این آزمایش به کار گرفته شده است. پتروگرافی یکی از روش‌های کاربردی در زمین شناسی و باستان شناسی است که در زمین شناسی برای مطالعه سنگ‌ها و کانی‌ها به کار می‌رود. در باستان شناسی نیز از آن در مطالعهٔ ساختار شناسی و فاز شناسی اشیاء سفالی و مواد سنگی استفاده می‌شود (Quinn, 2013: 4). در این روش از نمونه مورد نظر لایه نازک به ضخامت ۳۰ میکرون روی لام آزمایشگاهی تهیه می‌شود که به آن مقطع نازک گفته می‌شود (Shepard, 1956: 139-140). در این ضخامت و در زیر میکروسکوپ پلاریزان، کانی‌های تشکیل دهنده خواص نوری ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند (امان‌اللهی، ۱۳۸۸: ۱۲۷. باغ‌شیخی و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۰۰). این مقطع به قدری نازک است که می تواند نور را از خود عبور دهد و با قرار دادن آن در زیر میکروسکوپ زمین شناسی (پلاریزان) به بررسی و مطالعه کانی‌های موجود در آن بر اساس قوانین شکست نور و تعیین ضریب شکست فازهای کریستالین یا مینرال‌ها بعنوان یکی از اصول شناسایی کانی‌ها می‌پردازند. از آنجایی که مواد معدنی تشکیل دهنده سنگ‌ها یا موجود در سفال‌ها در مقابل نور پلاریزه ویژگی‌ها و رنگ‌های متفاوتی دارند، متخصصین پتروگرافی می‌توانند آنها را از یکدیگر تشخیص دهند و به نحوه تشکیل و خصوصیات شیمیایی و ترمودینامیکی آنان اشاره کنند. به این ترتیب کانی‌ها و مواد معدنی تشکیل دهنده سنگ‌ها یا موجود در سفال‌ها را مشخص و خصوصیات و شکل و اندازه آنها را معلوم سازند. به کارگیری پتروگرافی در مطالعه سفال می‌تواند اطلاعاتی چون: منشأیابی خاک رس بر اساس خصوصیت‌های آنیزوتروپی ماتریکس و مواد افزوده(شاموت) به خمیره سفال، اطلاعات فنی در مورد پخت سفال شامل میزان حرارت و شرایط پخت و نحوه رفتار سفالگر را در اختیار باستان شناسان قرار دهد (پترسون، ۱۳۹۵: ۶۷-۶۴؛ نقشینه وهمکاران، ۱۳۹۲: ۶۸؛ Quinn, 2013).

مقطع نازک تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ دو چشمی پلاریزان مدل جیمز سویفت (JamesSwift) استفاده شده و بزرگ‌نمایی به کار رفته در این مطالعه ۴X بوده است. مقاطع تهیه شده به صورتی هستند که بتوان هم‌زمان خمیره گلی و لایه لعاب را مطالعه نمود. در این روش سه جنبهٔ ساختار سفال را می‌توان بررسی کرد که عبارتند از: اطلاعات دقیق در رابطه با ترکیب کانی‌شناسی به منظور تعیین منشأ خاک رس، تعیین ماهیت و ویژگی‌های اجزاء غیر پلاستیکی (انکلوزیون) و خواص مشخصی از آن اجزاء همچون اندازهٔ ذرات و توزیع و ارتباط آنها با یکدیگر که به درک روش سفال‌گر برای آماده‌سازی و شکل‌دهی خمیر سفال کمک می‌کند. همچنین در این روش، تخمین دمای پخت بر اساس تغییر و تحولات مواد معدنی در دمای بالا به دست می‌آید (باغ‌شیخی و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۰۱-۱۰۰؛ بخت‌آور و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۵). برای سهولت در دست‌یابی به نتایج پتروگرافی، نتایج بررسی در یک جدولی ارائه شده که در بخش نتایج مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌ها به تفصیل با جزئیات بدان پرداخته شده است (جدول ۳).

Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026 [DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]

جدول ۱. جدول مشخصات ظاهری نمونه سفال‌های آزمایش شده

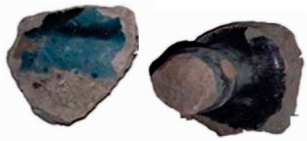
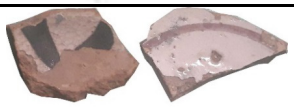
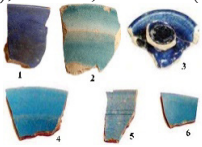
Table 1. Table of appearance characteristics of tested pottery samples

No. Pottery AT	Part Type	Outer Finish	Inner Finish	Firing	Manufacturing Method	Outer Color	Paste Color	Inner Color	Size (cm)	Thickness	Form	Decoration	Description
1	Pedestal Base	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Yellow Colored Glaze	Buff / Cream	Yellow Colored Glaze	11	Medium	Pedes-tal	Underglaze Painting	Late Islamic
2	Body	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Turquoise Col-ored Glaze	Buff / Cream	Turquoise Colored Glaze	----	Medium	----	Black Motif and Green Splashed Glaze under Trans-parent Glaze	Ilkhanid (6th to 8th C. AH / 12th-14th C. CE)
3	Body	Colored Glaze	Thick Clay Slip	Sufficient	Wheel-made	Buff / Cream	Buff / Cream	Turquoise Colored Glaze	----	Medium	----	Black Brushwork under Tur-quoise Glaze	Ilkhanid (7th - 8th C. AH / 13th-14th C. CE)
4	Body	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Yellow Colored Glaze	Buff / Cream	Yellow Colored Glaze	----	Medium	----	Underglaze Painting	Late Islamic (10th to 13th C. AH / 16th-19th C. CE)
5	Base/Foot	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Green Colored Glaze	Buff / Cream	Green Colored Glaze	16	Medium	----	Colored Underglaze Painting	Seljuq-Ilkhanid (11th - 14th C. CE)
6	Body	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Buff / Cream	Buff / Cream	Transparent White Colored Glaze	----	Medium	----	Painting under Transparent White Glaze	Seljuq-Ilkhanid (11th - 14th C. CE)
7	Body	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Buff / Cream	Buff / Cream	White Colored Glaze	----	Medium	----	Polychrome Motifs under Glaze	7th and 8th C. AH (13th and 14th C. CE)
8	Lid	Thick Clay Slip	Colored Glaze	Sufficient	Hand-made	Buff / Cream	Buff / Cream	Turquoise Colored Glaze	-----	Medium	----	Black Brushwork under Tur-quoise Glaze	Ilkhanid (7th - 8th C. AH / 13th-14th C. CE)
9	Lid	Thick Clay Slip	Colored Glaze	Sufficient	Hand-made	Buff / Cream	Buff / Cream	Turquoise Colored Glaze	-----	Medium	Lid	------	Seljuq-Ilkhanid (11th - 14th C. CE)
10	Pedestal Base	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	White Colored Glaze	Buff / Cream	White Colored Glaze	14	Fine	----	Polychrome Motifs (Black and Green) under Glaze	Ilkhanid (Second half of 7th C. AH / Mid-13th C. CE)
11	Pedestal Base	Colored Glaze	Colored Glaze	Sufficient	Wheel-made	Buff / Cream	Buff / Cream	Transparent White Colored Glaze	8	Medium	----	Painting under Transparent White Glaze	Seljuq-Ilkhanid (11th - 14th C. CE)
12	Pedestal Base	Colored Glaze	Thick Clay Slip	Sufficient	Wheel-made	Brown	Brown	Transparent White Colored Glaze	14	Medium	----	Polychrome Motifs under Glaze	7th and 8th C. AH (13th and 14th C. CE)

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

جدول ۲. جدول گونه شناختی نمونه سفال‌های آزمایش شده

Table 2. Typological table of tested pottery samples

No.	Glazed Pottery Type at Anahita Temple	Site: Anahita Temple, Kangavar	Comparable Sites	Chronology and Photo Source
1 & 4	Pottery with Yellow Underglaze Painting		Hamadan Region (Zarei & Shabani, 2019: 115);  Kuwait Rajab Tariq Museum (Fahruri, 2009: 70. Photo No. 59, belonging to the 13th C. AH)	Late Islamic (10th to 13th C. AH / Safavid period onwards)
2	Pottery with Black Motif and Green Splashed Glaze under Transparent Glaze on a Turquoise Background		Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 163, 155); Malin (Khodadoust et al., 2017: 164);  (Wilson Allen, 2004: 37)	6th to 8th C. AH (12th to 14th C. CE)
3 & 8	Pottery known as Black Brushwork under Turquoise Glaze (Qalam Siah)		Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 155. Photo 6a); Malin (Khodadoust et al., 2017: 164); Hamadan Region (Mohammadi & Shabani, 2016: 116. Table 7); Zinoabad (Mohammadi & Shabani, 2016: 145); Arzanfoud (Zarei et al., 2014: 78–79); Nachir Khanalegh Ray (Mahjoor et al., 2011: 187–188)  (Mohammadi & Shabani, 2016: Table 8)	Ilkhanid (7th - 8th C. AH / 13th - 14th C. CE)
5	Pottery with Green Colored Underglaze Painting		Hamadan Region (Zarei & Shabani, 2019: 118, Table 10); Zinoabad Site and Laodicea Temple, Nahavand (Mohammadi & Shabani, 2016: 140, 141, 147. Tables 4 & 12. Heydari, 2012: 200); Malin Site (Khodadoust et al., 2017: 164. Photo 3, No. 51); Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 155. Photo 6b)  (Mohammadi & Shabani, 2016: Table 5)	5th to 8th C. AH (11th to 14th C. CE)
6 & 11	Pottery with Painting under Transparent Creamy/Milky Glaze		Zinoabad Site in Hamadan (Mohammadi & Shabani, 2016: 141–142)	5th to 8th C. AH (11th to 14th C. CE)
7 & 12	Pottery with Polychrome Motifs Underglaze		Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 153, 155); Malin (Khodadoust et al., 2017: 164); Zinoabad (Mohammadi & Shabani, 2016: 146); Nachir Khanalegh Ray (Mahjoor et al., 2011: 186)  (Rezaei & Mohammadi, 2020: Figure 7)	7th and 8th C. AH (13th and 14th C. CE)
9	Simple Monochrome Glazed Pottery (Turquoise or Lapis Lazuli Blue)		Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 155. Photo 6b); Arzanfoud (Zarei et al., 2014: 83. Table 5); Zinoabad (Mohammadi & Shabani, 2016: 144, Table 7); Laodicea, Nahavand (Heydari, 2012: 155)  (Mohammadi & Shabani, 2016: Table 7)	Seljuq and Ilkhanid (11th to 14th C. CE)
10	Pottery with Polychrome Motifs (Green and Black) Underglaze on a White Background		Arzanfoud (Zarei et al., 2014: 77. Table 1); Andajin (Rezaei & Mohammadi, 2020: 153. Table 2); Malin (Khodadoust et al., 2017: 164. Photo 3 No. 63)  (Mahjoor et al., 2011: 189; Figure 11)	Ilkhanid (Second half of the 7th C. AH / Mid-13th C. CE)

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

جدول۳. نتایج مطالعه پتروگرافی سفال‌های لعابدار دوران اسلامی در محوطه معبد آناهیتای کنگاور

Table 3. Results of petrographic study of glazed pottery from the Islamic period in the Anahita Temple area of Kangavar

Number of Sample	Qz (Clean)	Qz (Cloudy)	Plg	Fe-oxid	Am & Py	Cc	Mica	M.R	V.R	Texture
1	*	*	-	*	-	*	-	–	-	Silty (Fine-Grained)
2	*	*	-	*	tr	–	-	–	-	Silty
3	*	*	*	*	*	*	*	–	-	Heterogeneous
4	*	*	–	*	tr	*	-	–	-	Silty
5	*	*	*	*	tr	*	*	–	-	Heterogeneous
6	*	*	*	*	tr	–	*	–	-	Heterogeneous
7	*	*	*	*	*	*	*	–	-	Heterogeneous
8	*	*	tr	*	*	*	*	*	Tr	Heterogeneous
9	*	*	-	*	-	*	tr	-	-	Silty
10	*	*	–	*	–	*	–	–	–	Silty
11	*	*	*	*	*	*	*	*	–	Heterogeneous Silty
12	*	*	*	*	*	*	*	–	–	Heterogeneous

Qz (Clean): Clear, monocrystalline quartz (phenocrysts). Qz (Cloudy): Cloudy, polycrystalline quartz. Plg: Plagioclase. Alkali-Feldspar: Feldspar. Am & Py: Amphibole and Pyroxene. Fe-oxid: Iron oxides. Mica: Mica. Cc: Calcite. M.R: Metamorphic rock fragments. V.R: Volcanic rock fragments.

در ردیف اول جدول، اجزا سازنده سفال آورده شده است و در ستون اول نام و شماره هر سفال به تفکیک ارائه شده است. در این جدول به هر یک از اجزا سازنده دقت شده است و اگر از کانی‌های مورد مطالعه در یک نمونه دیده شوند، با علامت * و اگر در صورت عدم حضورِ هر یک از این سازنده‌ها با علامت – مشخص شده است. در صورتی که فراوانی آن به مقدار کم یا جزئی باشد با علامت (tr) مشخص شده است. در مطالعه پتروگرافی سفال، مبحث بسیار مهم در خصوص مواد افزوده شده به خمیرهٔ سفال است. باستان شناسان اجزائی که اندازه آن‌ها در سفال بزرگتر از ۰.۱ میلی‌متر باشد را به عنوان افزاینده یا پرکننده در نظر می‌گیرند. در زمین شناسی برای دسته‌بندی سنگ‌ها در زیر میکروسکوپ از واژه‌ای بنام بافت یا (Texture) استفاده می‌کنند. بر این اساس اگر اجزا درشت بلور در زمینه ریز بلور قرار گرفته باشد به آن بافت پورفیری می‌گویند. در بافت پورفیری اندازه اجزا سازنده در حدود ۱–۲ میلی‌متر هستند که در زمینه ریز بلور به‌صورت پراکنده و شناور قرار دارند. نمونه‌هایی که اندازه اجزا سازنده در حدود ۰.۵ میلی‌متر و یا کوچکتر باشد به آن بافت سیلتی می‌گویند. در مطالعه سفال‌های این محوطه، از روش پتروگرافی در شناسایی اجزا و ترکیبات موجود در زمینه استفاده گردید.

٤. یافته‌ها

بطور کلی سفال از دو قسمت خمیره (زمینه) و مواد پرکننده تشکیل شده است. در مطالعه پتروگرافی سفال بحث بسیار و مهم مواد افزوده شده به خمیره سفال است. باستان شناسان اجزائی که اندازه آنها در سفال بزرگ‌تر از 0.1mm باشد را به عنوان افزاینده یا پُرکننده در نظر می‌گیرند. از نظر بافت یا پتروفابریک، نمونه ها دارای بافت ناهمگن و سیلتی (ریز دانه) هستند و برخی نمونه‌ها نیز دارای بافتی سیلتی ناهمگن هستند.

در تمام نمونه‌ها کانی کوارتز به وفور یافت می‌شود (شکل‌های ۱۵–۵). این کانی فراوانی ۱۰ درصد تا ۲۰ درصد را در نمونه‌ها دارد و به طور کلی به صورت فنوکریست یا تک بلور بوده و نوع پلی کریستالین آن کمتر وجود دارد. دیگر اجزا موجود در زمینه مانند اجزای آهن‌دار، پلاژیوکلاز و کلسیت در خمیره برخی از سفال‌ها یافت می‌شومد. کانی بیوتیت (میکا) موجود در خمیره برخی از سفال‌ها، به دلیل حرارت بالای پخت، کاملاً سوخته و فقط غالب آن باقی مانده است(شکل ۱۱). کانی موسکویت نیز به میزان محدود در برخی از نمونه‌ها دیده می شود(شکل ۱۰).

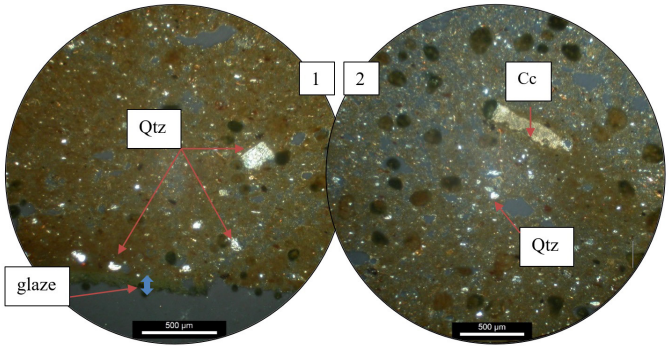
در مطالعه سفال، کانی کلسیت از اهمیت خاصی برخوردار است. از این کانی به عنوان ترمومتر (دماسنج) در مطالعه پتروگرافی یاد می شود. کانی کلسیت و یا کانی‌های با بنیان کربناته در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد در اثر حرارت از بین می روند. نبود کانی کلسیت در سفال های مطالعاتی، نشان از درجه حرارت بیش از ۸۰۰ درجه سانتیگراد برای این سفالها است. در نمونه های دارای کلسیت، درجه حرارت پخت سفال در کمتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد است (شکل‌های ۵، ۷، ۱۲و ۱۳). حضور کانی کلسیت در ۴ قطعه سفال از ۱۲ نمونه بیانگر استفادهٔ قابل توجه از این کانی در ساختار نمونه سفال‌های مورد مطالعه است. از طرفی، تجزیه و تحلیل XRD از سنگ معبد آناهیتا نیز نشان داده که کلسیت ($CaCO_3$) فاز اصلی شناسایی شده در تمامی نمونه‌ها است (Shekofteh et al. 2020:10). چنانچه بپذیریم که این سفال‌ها در محل تولید شده‌اند می‌توان عدم حضور کلسیت را بیشتر در ارتباط با درجهٔ حرارت مطرح کرد. موضوع منشأیابی ساخت نمونهٔ قطعات سفال مورد مطالعه در ادامه مورد بحث قرار می‌گیرد.

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

تمامی نمونه سفال‌ها از گونهٔ سفال‌های لعابدار دوران اسلامی میانه تا متأخر بودند که شیوهٔ لعاب‌اندازی در این نمونه‌ها به دو شکل انجام شده است: ۱- نمونه سفال‌هایی که دارای یک لایه لعاب شیشه‌ای به ضخامت ۱۰۰ تا ۲۰۰ میکرون بوده که مستقیماً بر روی خمیره گلی قرار گرفته است. این لایهٔ لعاب دارای ترکیب مذاب سیلیکاته و فاقد هرگونه ادخال می باشد. وزیکول‌های موجود در لعاب نیز به دلیل خروج گاز و مواد فرّار است. نمونه سفال‌های شمارهٔ ۱، ۲، ۳، ۴، ۹، ۱۰ و ۱۲ دارای این گونه لعاب شیشه‌ای بوده است. ۲- نمونه سفال‌هایی که در دو طرف دارای لایهٔ لعاب بوده است. در یک طرف نمونه لایه لعابی دیده می‌شود که مستقیماً بر روی خمیره گلی قرار دارد. این لایهٔ لعاب متشکل از دو بخش مجزا است که در سطح خارجی آن لایهٔ لعابی شیشه‌ای و در سطح زیرین آن، مذاب سیلیکاته همراه با قطعات ریز کوارتز با ضخامتی بیشتر وجود دارد. در سطح دیگر نمونه تنها لایه نازکی از لعاب شیشه‌ای دیده می‌شود. نمونه سفال‌های شمارهٔ ۵، ۶، ۷، ۸، و ۱۱ دارای این گونه لعاب بوده است. لعاب موجود در بدنهٔ برخی سفال‌ها به دلیل داشتن ساختار شیشه‌ای و متقارن در زیر میکروسکوپ و در تمامی جهات تیره دیده می‌شود.

نمونه سفال (شمارهٔ ۱) دارای بافتی ریز دانه (سیلتی) و همگن یک‌دست و خمیره‌ای غیرکربناته است که اجزاء اصلی سازندهٔ خمیره آن شامل: کوارتز، کلسیت و کانی آهن‌دار است. اندازه اجزاء موجود در خمیره به ندرت از ۰/۵ میلی‌متر تجاوز می کند. کوارتز با فراوانی ۱۰-۱۵ درصد به صورت ریز دانه، فنوکریست (تک بلور) و دارای حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می شود. قطعات ریز و درشت کوارتز که به‌عنوان مواد پرکننده بافت سفال به کار رفته است، چنانچه از اندازهٔ نسبتاً یکنواختی برخوردار باشند گویای ورز یکنواخت و دانه‌بندی مناسب این قطعات است. قطعات کوارتز با توجه به زاویهٔ غیر یکنواخت در داخل بافت این قطعه به عنوان خرده قطعات گرانیتی و خرده قطعات سنگی طبقه‌بندی می‌گردند (امامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹. Daghmehchi et al., 2016: 7). ترکیبات آهن‌دار هم به رنگ قرمز- قهوه ای تا تیره در خمیره مشخص است. کانی کلسیت با فراوانی ۵ درصد و بیشتر از نوع اسپارایتی در خمیره وجود دارد. به علت وجود کلسیت اولیه در خمیره دمای پخت از ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد فراتر نرفته است (Maniatis and Tite, 1981: 75). فضاهای خالی در نمونه به رنگ خاکستری و به شکل مدور تا بیضی است. میزان فضای خالی موجود در نمونه‌ها ارتباط مستقیمی با ورز دادن خمیره توسط سفالگر و همچنین خروج حباب از آن دارد و در نتیجه آن سفال با کیفیت‌تری ساخته می‌شود (حاجی‌نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۸۸) (شکل ۵).

نمونه سفال مورد مطالعه (شمارهٔ ۲) قطعه سفالی با بافت همگن و ریز دانه (سیلتی) و خمیرهٔ غیر کربناته است. ماتریکس نمونهٔ مورد مطالعه در زیر میکروسکوپ پلاریزان دارای رنگ سبز بوده و از تخلل بسیار کمی برخوردار است. رنگ سبز بافت زمینه و چسبندگی این بافت، بیانگر درجه حرارت بسیار بالا در طی مراحل ساخت است (Quinn and Burton, 2009: 17). امامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹). اندازه اجزاء موجود در خمیره به ندرت از ۰/۵ میلیمتر تجاوز می کند. کانی کوارتز و ترکیبات آهن‌دار و آمفیبول سازنده‌های اصلی موجود در خمیره است. کوارتز با فراوانی ۱۰درصد به صورت ریز دانه، فنوکریست (تک بلور) و گاهی پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می شود (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۸. نوغانی و امامی، ۱۳۹۰). اکسیدهای آهن هم به رنگ قرمز- قهوه ای تا تیره در خمیره مشخص است. کانی آمفیبول به میزان محدود و پراکنده در خمیره مشاهده می شود. خمیرهٔ سفال همگن و یکدست و فضاهای خالی در نمونه به شکل مدور تا بیضی و فراوانی ۱۰ درصد در خمیره دیده می شود(حاجی‌نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۸۸). در این نمونه به علت نبود کلسیت در خمیرهٔ سفال، دمای پخت بیش از ۸۰۰ درجه سانتیگراد داشته است (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۴). همچنین این نمونه از نظر ترکیب با دیگر نمونه های مطالعاتی تفاوت دارد و مشابه نمونه سفال شمارهٔ ۷ می باشد (شکل ۶).



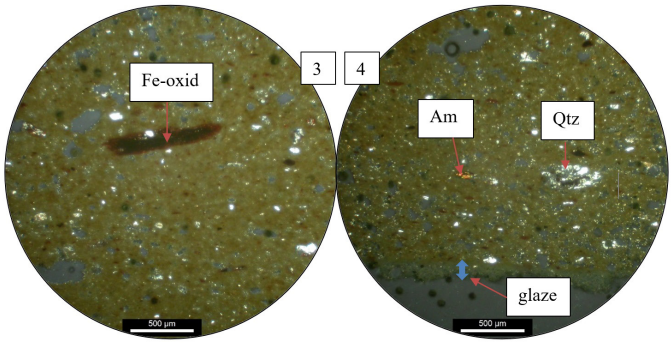
شکل ۵. فتومیکروگراف، نمونه ۱، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی و ریز دانه، خمیره سفال همگن و قطعات کانی کوارتز به طور پراکنده و محدود در خمیره دیده می شود. فتومیکروگراف، نمونه ۲، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی، کانی کلسیت همراه با کوارتز در خمیره سفال.

Figure 5. Photomicrograph, sample 1, XPL light, field of view 2.7mm, silty and fine-grained texture, homogeneous clay body and quartz mineral fragments are seen scattered and limited in the body. Photomicrograph, sample 2, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture, calcite mineral with quartz in the clay body.

نمونهٔ مورد مطالعه (شمارهٔ ۳) شامل یک قطعه سفال با بافت ناهمگن و درشت دانه است و خمیرهٔ غیر کربناته سفال ناهمگن و در اندازه‌های مختلف می باشد. اندازهٔ اجزاء موجود در خمیره به ۲ میلی‌متر می رسد. اجزا سازندهٔ اصلی موجود در خمیرهٔ آن شامل: کوارتز، پلاژیوکلاز (پرتیت)، بیوتیت (میکا)، موسکویت، کلسیت و ترکیبات آهن دار است. کوارتز با فراوانی ۲۰ درصد به صورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده است. پلاژیوکلاز در این نمونه اغلب به صورت درشت دانه است و

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

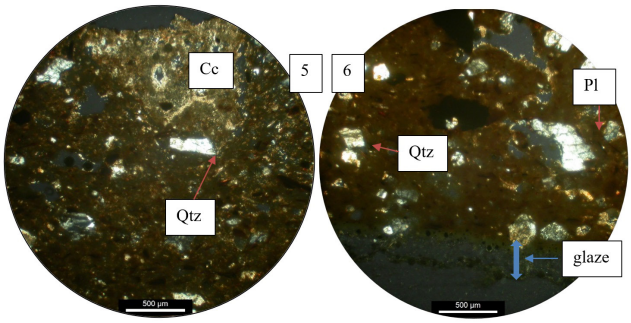
نوعی بافت شاخص در آن (پرتیت) که مخصوص سنگ های گرانیت آلکالن است در این نمونه‌ها وجود دارد. از دیگر کانی‌های مهمی که در مقاطع نازک بیشتر نمونه‌ها مشاهده شد، پلاژیوکلاز است. پلاژیوکلازهـــــا در سیستم تـــری‌کلینیـــک متبلـــور و در ۸۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد تغییـــر شـــکل می‌یابند (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۹. Emami and Trettin, 2012). کانی آمفیبول به میزان محدود و پراکنده در خمیره مشاهده می شود. کلسیت در این نمونه به صـــورت ترکیبی با خمیره اســـت و نوع فنوکریســـت آن کمتر اســـت. کانی بیوتیت به علت حرارت از بین رفته و فقط اســـکلت آن باقی مانده و کانی موسکویت نیز به میزان محدود و پراکنده در خمیره دیده می شود. اکسیدهای آهن هم به رنگ قرمز- قهوه ای تا تیره در خمیره مشـخص اسـت. فضـای خالی در نمونه به شـــکل های مختلف در خمیره به وفور دیده می شـــود. به نظر می رسد که در این نمونه از سنگ آذرین (گرانیت) به عنوان شاموت و پرکننده استفاده شده است (شکل ۷).



شکل ٦. فتومیکروگراف، نمونه ۳، نور XPL، طول میدان دید2.7mm، بافت سیلتی و ریز دانه، خمیره سفال همگن و قطعات کانی کوارتز به طور پراکنده و محدود در خمیره دیده می شود. فتومیکروگراف، نمونه ۴، نور XPL، طول میدان دید2.7mm، بافت سیلتی، کانی کلسیت همراه با کوارتز در خمیره سفال.

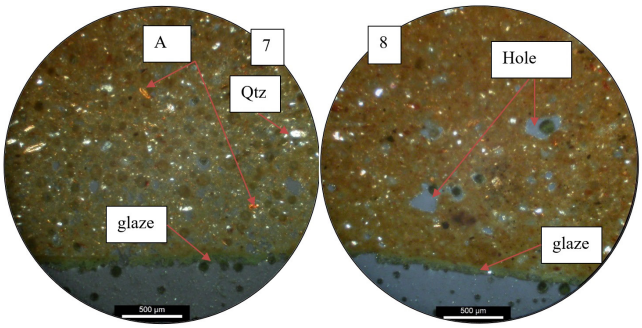
Figure 6. Photomicrograph, sample 3, XPL light, field of view 2.7mm, silty and fine-grained texture, homogeneous clay body and quartz mineral fragments are seen scattered and limited in the body. Photomicrograph, sample 4, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture, calcite mineral with quartz in the clay body.

نمونه مورد مطالعه (شمارهٔ ۴) شامل یک قطعه سفال با بافت همگن و ریز دانه (سیلتی) و خمیرهٔ غیر کربناته است. خمیره سفال همگن و یکدست بوده و اندازه اجزای موجود در خمیره به ندرت از ۰/۵ میلیمتر تجاوز می کند. کانی کوارتز، اکسیدهای آهن دار، آمفیبول و کلسیت سازنده های اصلی موجود در خمیره اســـت. کوارتز با فراوانی ۱۰درصـــد به صـــورت ریز دانه، فنوکریست (تک بلور) و گاهی پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می شود. اکسیدهای آهن دار هم به رنگ قرمز- قهوه ای تا تیره در خمیره مشـــخص اســـت. به طور کلی رنگ قرمز در ســـفالها زمانی دیده می‌شود که از اکسیدهای آهن مثل هماتیت برای خمیر سفال استفاده شده و دمای کوره در هوایی اکســـیده بدان رســـیده اســـت (Montana, 2020:11). کانی آمفیبول و کانی کلسـیت به صـورت قطعات مجزا و به میزان محدود و پراکنده در خمیره وجود دارد. فضاهای خالی در نمونه به شکل مدور تا بیضی و فراوانی ۱۰ درصد در خمیره دیده می شود. کانی کربنات فراوانی خیلی کم (کمتر از ۱ درصـــد) دارد و لایه لعاب نازک مســـتقیما بر روی بدنه قرار دارد (شکل ۸).



شکل ۷. فتومیکروگراف، نمونه ۵، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. کانی کلسیت در مرکز تصویر. فتومیکروگراف، نمونه ۶، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. لعاب شیشه ای در سطح خارجی نمونه. همراه با کوارتز و پلاژیوکلاز.

Figure 7. Photomicrograph, sample 5, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Calcite mineral in the center of the image. Photomicrograph, sample 6, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Glass glaze on the outer surface of the sample. Along with quartz and plagioclase.



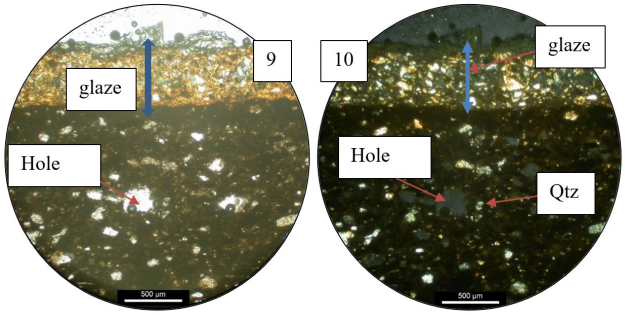
شکل ۸. فتومیکروگراف، نمونه ۷، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ریز دانه (سیلتی) کانی ریز کوارتز همراه با آمفیبول. فتومیکروگراف، نمونه ۸، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ریز دانه. فضای خالی محدود در خمیره سفال. در حاشیه لایه لعاب نازک دیده می شود.

Figure 8. Photomicrograph, sample 7, XPL light, field length 2.7mm, fine-grained (silty) texture of fine quartz mineral with amphibole. Photomicrograph, sample 8, XPL light, field length 2.7mm, fine-grained texture. Limited void space in the clay. A thin glaze layer is visible at the edge.

نمونه مورد مطالعه (شـمارهٔ ۵) شـامل یک قطعه سـفال با بافت ناهمگن درشـت دانه (پورفیری) و غیر کربناته می‌باشـد. اندازه اجزاء موجود در خمیره به ۱ میلی‌متر می‌رســـد. کانی کوارتز و پلاژیوکلاز، پیروکســـن و آمفیبول، کلسیت و اکسیدهای آهن‌دار سازنده‌های اصلی موجود در خمیره است(باتر و سـراجی، ۱۴۰۱: ۵۹). کوارتز با فراوانی ۲۰درصـد به صـورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می‌شود. کلسیت به علت حرارت بالا در هنگام پخت از بین رفته و تنها هاله قرمز رنگ (با ترکیب کانی پریکلاز) در این نمونه باقی مانده اســـت. کانی پیروکســـن به مقدار

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

محدود و پراکنده دیده می‌شود. اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز– قهوه ای تا تیره در خمیره مشخص است. فضای خالی در نمونه فراوان به شکل های مختلف در خمیره وجود دارد و خمیره سفال ناهمگن و مختلف اندازه می‌باشد (شکل ۹).

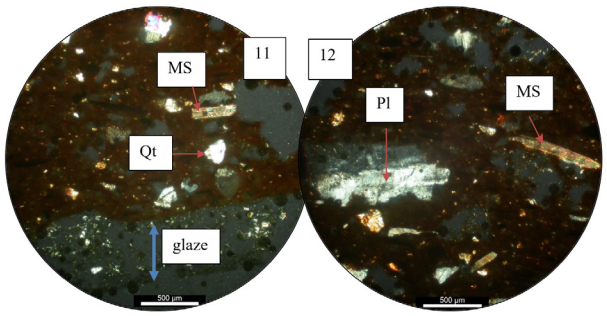


شکل ۹. فتومیکروگراف، نمونه ۹، نور PPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن، لایه لعاب در بالای تصویر که دو لایه لعاب شیشه ای همراه با لایه متشکل از کوارتز و مذاب سیلیسی که بر روی بدنه قرار دارد. در این نور فضای خالی به رنگ روشن است. فتومیکروگراف، نمونه ۱۰، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. همان تصویر ۹ در نور متقاطع است.

Figure 9. Photomicrograph, sample 9, PPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture, glaze layer at the top of the image which is two layers of glass glaze with a layer consisting of quartz and molten silica that is on the body. In this light the empty space is light in color. Photomicrograph, sample 10, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. The same as image 9 in cross-light.

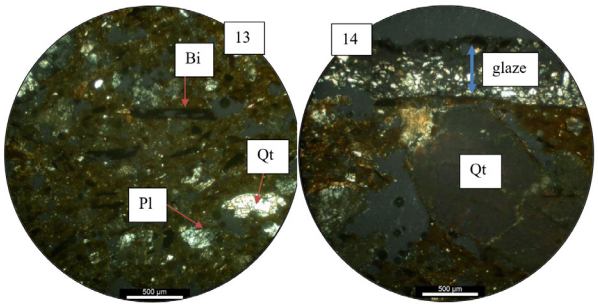
نمونه مورد مطالعه (شمارهٔ ۶) یک قطعه سفال با بافت ناهمگن و درشت دانه (پورفیری) و خمیرهٔ غیر کربناته است. اندازه اجزاء موجود در خمیره به ۱ میلی‌متر می رسد. کانی کوارتز و پلاژیوکلاز، میکا و اکسیدهای آهن‌دار سازنده های اصلی موجود در خمیره هستند. کوارتز با فراوانی ۱۰درصد به صورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می شود. پلاژیوکلاز که یک کانی درشت دانه است، به صورت پراکنده در خمیره سفال وجود دارد. بر خلاف دیگر نمونه‌ها در این نمونه کانی میکا (بیوتیت – مسکویت) دیده می‌شود. کانی بیوتیت در اثر حرارت از بین رفته و سوخته شده است ولی کانی مسکویت نیز به تعداد بسیار ناچیز در زمینه سفال به دست آمده است. میکا به دلیل داشتن قلیا در ترکیب شیمیایی خود به عنوان گدازآور نیز عمل کرده و باعث پایین آمدن دمای پخت بدنهٔ سفالینه‌ها می‌شود (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۹. پایدار، ۱۳۸۴). اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز– قهوه‌ای تا تیره در خمیره مشخص است. فضاهای خالی در نمونه فراوان و به شکل‌های مختلف در خمیره دیده می شود، خمیره سفال ناهمگن و مختلف اندازه می باشد. این نمونه فاقد کربنات و دمای پخت بیش از ۸۰۰ درجه سانتیگراد را داشته است (شکل ۱۰).

نمونه مورد مطالعه (شمارهٔ ۷) یک قطعه سفال با بافت ناهمگن و درشت دانه (پورفیری) و خمیرهٔ غیر کربناته می باشد. اندازه اجزاء موجود در خمیره به ۱ میلی‌متر می‌رسد. کانی کوارتز و پلاژیوکلاز، میکا و اکسیدهای آهن‌دار سازنده‌های اصلی موجود در خمیره است. کوارتز با فراوانی ۱۰درصد به صورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه گرد شده دیده می‌شود. کانی پلاژیوکلاز بیشتر درشت دانه و به صورت پراکنده در خمیره سفال است. برخلاف دیگر نمونه‌ها در این نمونه کانی میکا (بیوتیت) دیده می‌شود، هرچند که کانی بیوتیت در اثر حرارت از بین رفته و سوخته شده است. اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز– قهوه‌ای تا تیره در خمیره مشخص است. خمیره سفال ناهمگن و مختلف اندازه می‌باشد و فضاهای خالی در آن با شکل‌های مختلف در خمیره به وفور وجود دارد (نقشینه و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۲). کلسیت در ترکیب با خمیره دیده شده، هرچند که به صورت فنوکریست نیست. این نمونه از نظر ترکیب مشابه با نمونه شماره ۶ می باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۰. فتومیکروگراف، نمونه ۱۱، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن، لایه لعاب در پایین تصویر. کانی موسکویت و کوارتز در زمینه دیده می شود. فتومیکروگراف، نمونه ۱۲، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. کانی موسکویت (میکا) همراه با پلاژیوکلاز و کوارتز.

Figure 10. Photomicrograph, sample 11, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture, glaze layer at the bottom of the image. Muscovite and quartz are visible in the background. Photomicrograph, sample 12, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Muscovite (mica) with plagioclase and quartz

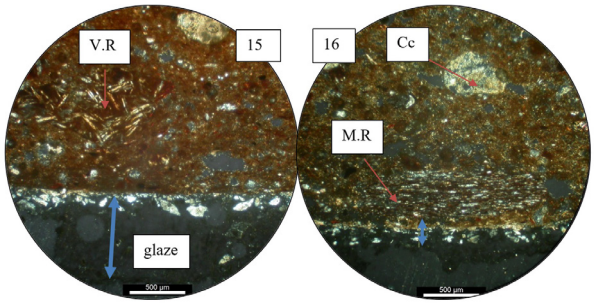


شکل ۱۱. فتومیکروگراف، نمونه ۱۳، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن، کانی بیوتیت سوخته همراه با کوارتز و پلاژیوکلاز. فتومیکروگراف، نمونه ۱۴، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. لعاب متشکل از دو لایه مذاب سیلیکاته و مخلوط مذاب همراه با کوارتز خرد شده.

Figure 11. Photomicrograph, sample 13, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture, burnt biotite mineral with quartz and plagioclase. Photomicrograph, sample 14, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Glaze consisting of two layers of silicate melt and a mixture of melt with crushed quartz.

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

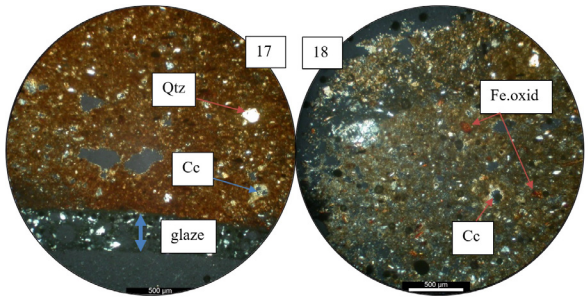
نمونه مورد مطالعه (شـمارۀ ۸) یک سـفال با بافت ناهمگن (پورفیری)، درشت دانه و غیر کربناته است. خمیره سفال ناهمگن و در اندازه‌های مختلف اسـت. مانند نمونه‌های قبلی اندازۀ اجزاء موجود در خمیره به ۱ میلی‌متر می رسد. کانی کوارتز، کلسیت، قطعات سنگ دگرگونی و سنگ آذرین و ترکیبات آهن دار سازنده های اصلی موجود در خمیره است. کوارتز با فراوانی ۵ درصد به صورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده دیده می شود. قطعات سنگ دگرگونی دیگر سازنده موجود در خمیره است که با فراوانی ۲-۳ درصد در خمیره دیده می شود. همچنین به تعداد خیلی کم و جزئی قطعات سنگ آذرین در خمیره مشاهده می شود. کانی کلسیت در این نمونه از نوع اسپارایتی و نسبتاً فراوان در خمیره سفال مشاهده می شود. اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز- قهوه ای تا تیره در خمیره مشخص است. فضای خالی در نمونه فراوان به شکل های مختلف در خمیره دیده می شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲. فتومیکروگراف، نمونه ۱۵، نورXPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن، قطعه سنگ آذرین در مرکز تصویر. فتومیکروگراف، نمونه ۱۶، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. لعاب متشکل از دو لایه مذاب سیلیکاته و مخلوط مذاب همراه با کوارتز خرد شده. قطعه سنگ دگرگونی و کانی کلسیت در مرکز تصویر.

Figure 12. Photomicrograph, sample 15, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture, igneous rock fragment in the center of the image. Photomicrograph, sample 16, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Glaze consisting of two layers of silicate melt and a mixture of melts with crushed quartz. Fragment of metamorphic rock and calcite mineral in the center of the image.

نمونه مورد مطالعه(شـمارۀ ۹)، دارای بافت سـیلتی ناهمگن و خمیره‌ای غیرکربناته می‌باشـد که اجزاء سـازندۀ خمیرۀ آن شـامل: کوارتز، کلسـیت، اکسیدهای آهن‌دار و موسکویت است. اندازه قطعات موجود در خمیره کمتر از ۰/۵ میلی‌متر است. کانی کوارتز با فراوانی ۱۰ درصد بیشترین تراکم را در خمیره دارد. این کانی به دو فرم فنوکریست و پلی کریستال و با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شـده در خمیره وجود دارد. کانی کلسـیت بیشـتر به صـورت قطعات درشـت در خمیره دیده می‌شـود و در حدود ۲ درصـد حجم نمونه را تشـکیل می‌دهد. در خمیره، اکسـیدهای آهن‌دار به رنگ قرمز تا قهوه‌ای تیره و به تعداد بسـیار محدود نیز کانی موسـکویت ریز دانه دیده می‌شـود. فضـای خالی محدودی به شـکل دایره تا بیضـی در خمیرۀ سـفال همگن آن قابل تشخیص است (شکل ۱۳).

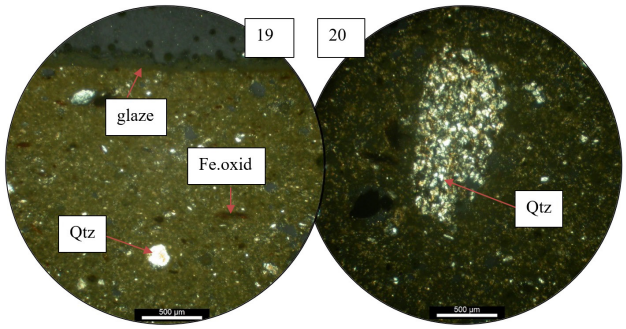


شکل ۱۳. فتومیکروگراف، نمونه ۱۷، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی. کانی کوارتز و کلسیت در مرکز تصویر. لایه لعاب در پایین تصویر مشخص است. فتومیکروگراف، نمونه ۱۸، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی. کانی کوارتز همراه با ترکیبات آهن دار و کلسیت در تصویر دیده می شود.

Figure 13. Photomicrograph, sample 17, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture. Quartz and calcite minerals in the center of the image. Glaze layer is visible at the bottom of the image. Photomicrograph, sample 18, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture. Quartz minerals are seen in the image along with iron compounds and calcite.

نمونه مورد مطالعه (شـمارۀ ۱۰) یک سـفال با بافت همگن و ریز دانۀ سیلتی و خمیرۀ غیر کربناته است که اندازه اجزاء موجود در خمیره همگن و یک‌دست آن به ندرت از ۰/۵ میلیمتر تجاوز می کند. کانی کوارتز، ترکیبات آهن دار و آمفیبول سـازنده‌های اصـلی موجود در خمیره اسـت. کوارتز با فراوانی ۱۰درصـد به صـورت ریز دانه، فنوکریسـت (تک بلور) و گاهی پلی کریستال با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد دیده می شود. اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز- قهوه‌ای تیره در خمیره مشخص است. کلسیت در این نمونه به صورت ریز دانه و ترکیب با خمیره است. فضای خالی در نمونه به شـکل مدور تا بیضـی و فراونی ۱۰ درصـد دیده می‌شـود. این نمونه از نظر ترکیب تقریبا مشابه با نمونه شمارۀ ۲ است (شکل ۱۴). میزان فضای خالی موجود در نمونه‌ها ارتباط مسـتقیمی با ورز دادن خمیره توسـط سـفالگر و همچنین خروج حباب از آن دارد و در نتیجه آن سفال با کیفیت‌تری ساخته می‌شود (حاجی‌نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۸۸) حفـرات بـزرگ مربـوط بـه هـوای موجـود در خمیـره سـفال هسـتند کـه در مـواردی بـا جهـت یافتگـی و شـکل منظـم خـود می‌تواننـد ناشـی از جهـت حرکـت دسـت سـفالگر یـا چـرخ سـفالگری باشـند، یـا در مـواردی نیـز می‌تواننـد فضاهـای خالـی برجـای مانـده از سـوختن و تجزیـه کامـل مـواد آلـی موجـود در خمیـره در اثـر حـرارت بـالا باشـند، کـه در ایـن صـورت ایـن حفـرات فاقـد نظـم و جهـت خاصـی هسـتند. حفـرات کوچـک و میکروسـکپی، ناشـی از تبخیـر آب میـان مولکولـی رس‌هـا هسـتند کـه پـس از تغییـر ماهیـت رس‌هـا و انقبـاض تـر بـه خشـک ایجـاد می‌شـوند (نقشینه و همکاران، ۱۳۹۲: ۷۲).

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

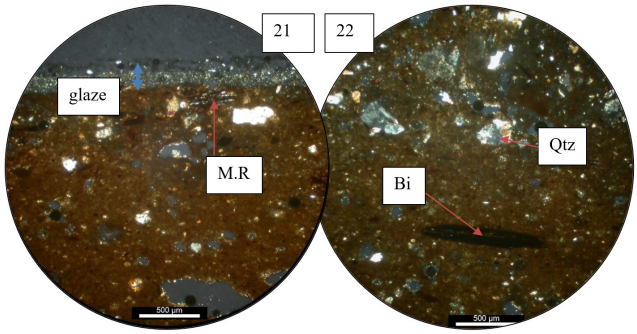


شکل ١٤. فتومیکروگراف، نمونه ۱۹، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی. قطعه سنگی بزرگ متشکل از کانی کوارتز در شمارهٔ ۲۰ همراه با کانی کوارتز و اکسید آهن در شمارهٔ ۱۹. لایه لعاب نازک در بالای تصویر دیده می شود. فتومیکروگراف، نمونه ۲۰، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی. کوارتز پلی کریستال در مرکز تصویر.

Figure 14. Photomicrograph, sample 19, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture. Large piece of rock consisting of quartz mineral in number 20 with quartz mineral and iron oxide in number 19. Thin glaze layer is visible at the top of the image. Photomicrograph, sample 20, XPL light, field of view 2.7mm, silty texture. Polycrystalline quartz in the center of the image.

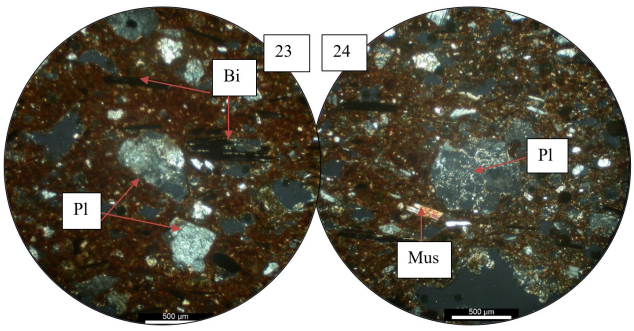
نمونه مورد مطالعه (شمارهٔ ۱۱) حاوی کانی های کوارتز، قطعات سنگ دگرگونی، کلسیت و اکسید آهن در خمیرهٔ سفال است. کوارتز با فراوانی ۲۰ درصد بیشترین تراکم را در خمیره دارد. این کانی به دو فرم فنوکریست و پلی کریستال و با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه گرد در خمیره مشاهده می شود. درصد بالای کوارتز که در مقاطع پتروگرافی مشاهده می‌شود، احتمال استفاده از پُرکننده‌های شن و ماسه برای کاهش میزان انقباض گل سفالگری در هنگام خشک شدن و جلوگیری از ترک خوردن بدنهٔ سفالینه‌ها را افزایش می‌دهد، ضمن آن‌که حضور کوارتز موجب افزایش سختی و دوام و استحکام بدنهٔ سفالینه‌ها نیز شده است(باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۶۰). سنگ دگرگونی دیگر سازنده موجود در خمیره است که به صورت قطعات نسبتاً درشت در خمیره دیده می شود. کلسیت در این نمونه بسیار محدود و بیشتر به صورت ترکیب با خمیره است که نوع فنوکریست آن نیز به میزان کم‌تری قابل تشخیص است. سفال دارای بافتی سیلتی ناهمگن و خمیره‌ای غیر کربناته است و در خمیرهٔ همگن آن، فضاهای خالی محدودی به شکل دایره و بیضی دیده می‌شود. در حاشیه نمونه، لایه لعاب قرار دارد که متشکل از دو لایه است. لایه بیرونی آن شیشه‌ای و لایه زیرین ترکیبی از کوارتز ریز همراه با مذاب سیلیسی است که مستقیماً بر روی بدنه سفال قرار دارد. ضخامت لعاب در حدود ۲۰۰ میکرون می‌باشد (شکل ۱۵).

نمونه مورد مطالعه (شمارهٔ ۱۲) یک سفال با بافت ناهمگن (پورفیری) و درشت دانه و غیر کربناته است که اندازهٔ اجزاء موجود در خمیره به ۲ میلیمتر می رسد. کانی کوارتز و پلاژیوکلاز(پرتیت)،کلسیت، بیوتیت و اکسیدهای آهن‌دار سازنده‌های اصلی موجود در خمیره است. کوارتز با فراوانی ۲۰درصد به صورت تک بلور و پلی کریستال با حاشیه زاویه‌دار تا نیمه گرد دیده می‌شود. پلاژیوکلاز در این نمونه اغلب به صورت درشت دانه است و نوعی بافت شاخص در آن (پرتیت) که مخصوص سنگ های گرانیت آلکالن است دیده می‌شود. کانی میکا (بیوتیت) در این نمونه به علت حرارت ایجاد شده، اما در هنگام پخت سفال، کاملاً از بین رفته و تنها اسکلت آن باقی مانده است. نوع موسکویت آن تراکم کمی در خمیره دارد. اکسیدهای آهن‌دار هم به رنگ قرمز– قهوه ای تا تیره در خمیره مشخص است. خمیرهٔ سفال ناهمگن و مختلف اندازه است و فضاهای خالی فراوانی به شکل های مختلف در خمیره دیده می شود. به نظر می رسد که در این نمونه از سنگ آذرین (گرانیت) به عنوان شاموت و پُر کننده استفاده شده است (شکل ۱۶).



شکل ١٥. فتومیکروگراف، نمونه ۲۱، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی ناهمگن. کانی کوارتز، قطعه سنگ دگرگونی و لعاب دو لایه در تصویر دیده می شود. فتومیکروگراف، نمونه ۲۲، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت سیلتی ناهمگن. کوارتز پلی کریستال و کانی بیوتیت سوخته در مرکز تصویر.

Figure 15. Photomicrograph, sample 21, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous silty texture. Quartz mineral, metamorphic rock fragment and two-layer glaze are visible in the image. Photomicrograph, sample 22, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous silty texture. Polycrystalline quartz and burnt biotite mineral in the center of the image.



شکل ١٦. فتومیکروگراف، نمونه ۲۳، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. کانی بیوتیت و پلاژیوکلاز در مرکز تصویر. فتومیکروگراف، نمونه ۲۴، نور XPL، طول میدان دید 2.7mm، بافت ناهمگن. کانی موسکویت و پلاژیوکلاز در مرکز تصویر.

Figure 16. Photomicrograph, sample 23, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Minerals biotite and plagioclase in the center of the image. Photomicrograph, sample 24, XPL light, field of view 2.7mm, heterogeneous texture. Minerals muscovite and plagioclase in the center of the image.

٤. بحث در نتایج

بر اساس نتایج آزمایش پتروگرافی ۱۲ قطعه سفال لعابدار محوطه معبدآناهیتا مشخص شد که سفال‌های مورد مطالعه از دیدگاه بافت یا

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

فابریک (Texture) شامل دو دستهٔ اصلی بافت پورفیری و بافت ریز دانه یا سیلتی هستند. خاستگاه زمین شناختی مواد خام گل سفال، عمدتاً خاک‌های رسی سیلتی یا ماسه‌ای از برونزدهای طبیعی در رسوبات آبرفتی و خاک‌ها است. لذا پژوهشگران معمولاً به معادن، برونزدهای وسیع، محیط ژئومورفولوژیکی، خاکهای رسی سیلتی- ماسه‌ای در رسوبات هولوسین آبرفتی و اراضی گستردهٔ کشاورزی توجه نشان می‌دهند و با تحلیل اندازه دانه‌ها در بافت سفال، آنها را به سه دستهٔ اصلی تقسیم بندی می‌کند: ۱. شن (اندازه> ۲ میلی متر)، ۲. ماسه (۰.۰۶ -۲ میلی متر) و ۳. گل که شامل دو دستهٔ سیلت (۰.۰۰۴-۰.۰۶ میلی متر) و گل رس (۰.۰۰۴ میلی متر) است (Montana, 2020: 9-14). طبق نتایج مطالعهٔ نمونه‌ها اجزاء پرکننده براساس منشأ به دو گروه: ۱. با منشأ آذرین یا متامورفیک شامل قطعات: کوارتز، فلدسپات، فلدسپات پلاژیوکلاز، پیروکسن و به ندرت میکا؛ ۲. با منشأ رسوبی شامل قطعات دولومیت، آهک میکرایتی، سیلتستون، آهک فسیل‌دار به ندرت ماسه‌سنگ تقسیم نمود. در نمونه‌هایی که میکا زرد رنگ است، می‌تواند نشان‌دهندهٔ درجهٔ حرارت بالای ۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد دارد (بخت‌آور و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶۲، ۱۷۰). می‌توان گفت که غالب سفال‌ها از کیفیت ساخت مناسبی برخوردار هستند و یک شیوهٔ نسبتاً یکسانی برای ساخت آنها به کار رفته است. شواهدی برای انتخاب تعمدی از بین خاک رس‌های موجود برای تهیه خمیر سفال وجود دارد، زیرا سفالگران درصدد دست‌یابی به خمیر گل سفالی هستند که برای قالب‌گیری و پخت در کوره مناسب باشد (Hein & Kilikoglou, 2017: 567). لذا در خاک‌های رسی آهک‌دار (کلیسیتی) که بیشتر از ۱۵ درصد اکسید کلسیم دارند، بایستی دمای پختی بالاتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد برای تولید چنین سفال‌هایی موجود باشد اما سفال‌هایی که از خاک رسی غیر کلیسیتی ساخته می‌شوند به طور معمول در دمای زیر ۸۰۰ درجه سانتیگراد پخته می‌شوند (Maniatis and Tite, 1981: 75).

یکی از کانی‌های شناسایی‌شده در ساختار بدنهٔ تمامی سفالینه‌های مورد مطالعه، کوارتز است که حضور این کانی تأثیرات عمده‌ای در تغییرات کانی‌شناسانهٔ سفال در مرحلهٔ پخت دارد. درصد بالای کوارتز که در مقاطع پتروگرافی مشاهده می‌شود، احتمال استفاده از پُرکننده‌های شن و ماسه برای کاهش میزان انقباض گل سفال‌گری در هنگام خشک شدن و جلوگیری از ترک خوردن بدنهٔ سفالینه‌ها را افزایش می‌دهد، ضمن آنکه حضور کوارتز موجب افزایش سختی و دوام و استحکام بدنهٔ سفالینه‌ها نیز شده است (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۳ و۶۰). البته کوارتز به عنوان یک جزء طبیعی از شن و ماسه، اغلب به طور طبیعی در خاک رس وجود دارد. بنابراین تعیین استفاده از کوارتز (شن و ماسه) به عنوان ماده ای که عمداً به آن اضافه شده است، آسان نیست (Livingstone Smith, 2001: 142; Klein et al, 2004: 344). بنابراین کوارتز (Quartz) یکی از کانی‌های اصلی است که در تمامی مقاطع نازک تهیه شده از نمونه‌های سفال مورد مطالعه مشاهده شده است. این کانی که به شکل ذرات کاملاً کروی تا بلورهای تیز و زاویه‌دار مشاهده می‌شود، پراکندگی و اندازهٔ ذرات آن در تمام بافت بدنهٔ نمونه‌ها، تقریباً یکسان است. ساختار کوارتز نیز از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده و به عنوان مثال، کوارتز با ساختار کاملاً همگن نشان می‌دهد که منشأ آنها به عنوان بخشی از سنگ های آتشفشانی بوده است. این کوارتزها با توجه به ساختار زمین‌شناسی منطقه و اندازهٔ آنها عمدتاً از اجزای خاک هستند. همچنین ممکن است نشانه های آشکاری از تنش مکانیکی را به دلیل فشار تجربه شده در هنگام تشکیل سنگ‌های دگرگونی مانند شیست نشان دهند. وجود دانه‌های کوارتز به این شکل، در بدنهٔ سفال حاکی از آن است که احتمالاً از ماسهٔ سیلیسی خُردشده یا شن خرد و الک‌شده، در بدنهٔ این سفال‌ها به‌عنوان پرکننده استفاده شده است (Readerer, 2004: 146-147). علاوه‌بر این امکان دارد که وجود این ذرات کوارتز، محصول هوازدگی و خُردشدن سنگ مادر مولد خاک مورد استفاده در ساخت بدنهٔ سفالینه‌ها باشد (نورزهی و همکاران، ۱۳۹۵: ۹). ازسوی دیگر، بررسی مقاطع نمونه‌های سفال نشان داد که در تمامی آنها، پرکنندهٔ به‌کاررفته در زمینهٔ رسی، معدنی است و شواهدی از پُرکننده‌های آلی در ساختار آنها و بدنهٔ سفالینه‌ها در مشاهدات ماکروسکوپی آن‌ها نیز دیده نمی‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که غالب پُرکنندهٔ مورد استفاده در بدنهٔ این سفال‌ها، ذرات کوارتز بوده است که پرکننده‌های زمینهٔ رسی در بیشتر نمونه‌ها را تشکیل می‌دهد. به‌کارگیری ذرات کوارتز ریزدانه و گوشه‌دار همراه با کانی‌های رسی در ترکیب با آب برای تهیهٔ گل سفال‌گری و سپس ورزدادن این توده گل به مدت طولانی، موجب ایجاد بافتی متراکم، منسجم و همگن در بدنهٔ سفالینه‌ها شده است، که نتیجهٔ آن پیوستگی بیشتر اجزای بافت تشکیل دهندهٔ بدنهٔ سفالینه‌ها به یکدیگر است (نوغانی و امامی، ۱۳۹۰: ۲۲. باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۹-۵۸). کوارتز حاشیهٔ زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده دارند. حاشیهٔ زاویه‌دار تا نیمه‌گرد شده، حکایت از جابه‌جایی کلیهٔ اجزای سازنده از منشأ اولیه و یا اضافه شدن این مواد به صورت مواد کمکی می‌باشند (بخت‌آور و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶۹). شواهد نشان می‌دهد که کوارتز در نمونه‌های لعاب‌دار سایر محوطه‌ها نیز نقشی پُررنگ داشته است برای مثال، در تمام نمونه‌های لعاب‌دار اسلامی مورد مطالعه در شهر بلقیس اسفراین نیز، کانی کوارتز دیده می‌شود (عباس‌آباد عربی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۶۲). همچنین در ارتباط با مواد متفاوت پرکننده بافت سفال سلادن در جزیرهٔ کیش نیز باید به قطعات ریز و درشت کوارتز اشاره کرد (امامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹).

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

بریرلی و رابی به طور تجربی نشان دادند که تجزیه بالای مسکویت در حضور کوارتز تحت تأثیر اندازهٔ کریستال است (Brearley & Rubie, 1990). کوچک‌ترین کریستالها تمایل زیادی به واکنش با آب دارند و در نتیجه فرایند ذوب افزایش می یابد، در حالی که بلورهای بزرگ مسکوویت در حالت مذاب به میزان محدودی تشکیل می‌شود. این ممکن است دلیلی قابل توجه برای شیشه‌ای شدن ماتریکس باشد، در حالیکه دانه‌های بزرگ مسکوویت (تا اندازه چند میلی متر) هنوز ذوب قابل توجهی را نشان نداده باشند (Cultrone et al. 2001: 631). کانی موسکوویت به عنوان یک کانی با خصوصیات ترموبارومتری (تعیین کننده حوزه حرارتی و پایداری مشخص) مشاهده می‌گردد. این فاز در درجه حرارت‌های متعارف و طبیعی در زیر نور پلاریزان با رنگ زرد–نارنجی و در درجه حرارت‌های بالاتر از ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد (مانند نمونهٔ شمارهٔ ۱۱. شکل ۱۰) با رنگ زرد کم‌رنگ یا سفید با سطح منشوری مشاهده می‌گردد (Emami and Trettin, 2010: 5). این تغییر رنگ مشخص کننده تغییر شرایط محیط پخت سفال و ایجاد درجه حرارت‌های بالاتر از ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد است (Spataro, 2011: 6؛ امامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹).

کانی هماتیت با ترکیب شیمیایی Fe_2O_3 و طیف رنگی قهوه‌ای، قرمز، خاکستری و سیاه به سه دلیل ممکن است در بافت سفال دیده شود. این کانی یا به‌صورت یک فاز اکسیدی در درجه حرارت پایین که بیشتر محصول فرآیند اکسیداسیون در شرایط دفن است، به‌وجود آمده و یا به‌صورت یک کانی ثانویه در درجه حرارت بالا در محیط اکسیداسیون در کوره پخت سفال تولید شده است و یا به‌صورت ذرات هماتیت در خاک رس وجود داشته است. وجود ذرات پراکندهٔ اکسید آهن در داخل تصاویر مقاطع، حاکی از وجود بارز این ماده در ترکیب خاک محیط پیرامون یا منشاء سفال بوده و از داخل خاک رس مورد استفاده، برای سفالگری طی فرایند پخت آزاد شده و به صورت هماتیت شناسایی می‌گردد (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۵۹–۵۳).

کانی‌های گروه میکا مانند مسکویت و بیوتیت در خاک همدان و منطقهٔ زاگرس مرکزی وجود دارد و حضور چنین کانی‌هایی در ترکیب این سفال‌ها می‌تواند ناشی از بومی بودن خاک مورد استفاده در تهیهٔ سفال‌ها باشند (نوغانی و امامی، ۱۳۹۰: ۲۲). همچنین حضور بیوتیت در ساختار نمونه‌ها، خود موجب آزاد نمودن آهن در داخل بافت سفال شده و رنگ خمیرهٔ سفال را قرمز رنگ می‌نماید. بررسی ذرات بیوتیت در مقاطع با بزرگ‌نمایی بالا، نشان‌دهندهٔ پیوستگی و انسجام بافت زمینه و ذرات بیوتیت است که احتمالاً به دلیل واکنش حاشیهٔ ذرات با بافت بدنه است. کارکرد اصلی و مهم کانی‌های فیلوسیلیکاتی، نظیر مسکوویت و بیوتیت، در بدنهٔ آثار سفالی، با توجه به پلاستیسیتهٔ کم آنها، همراهی این فازها با کانی‌های رسی موجود در بدنهٔ سفال و ممانعت از انقباض بیش از حد بدنه در هنگام خشک شدن آنهاست. با توجه به شباهتی که میان ساختار کانی‌های مسکوویت و بیوتیت با کانی‌های رسی وجود دارد، این کانی‌ها به آسانی در ترکیب بدنهٔ سفال‌ها، جای گرفته و سپس با آزاد کردن سیلیکا و آلومینا از دمای ۸۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد در هنگام پخت سفال در کوره به جوانه‌زنی محصولات جدید و فرآیند شیشه‌ای شدن بدنهٔ سفالینه‌ها کمک شایانی می‌نمایند (باتر و سراجی، ۱۴۰۱: ۶۰–۵۹).

بافت ماتریکس قرمز رنگ به دو دلیل در چنین ساختاری به وجود می‌آید: ۱. یا در اثر استفاده از ماده خام دارای درصد آهن بالا. ۲. به واسطه اکسید شدن آهن موجود در خاک رس در درجه حرارت‌های بالا. (امامی و همکاران، ۱۳۹۸: ۹). حضور بافت قرمز رنگ حاکی از اکسید شدن و یا تجمع آهن است. به طور کلی رنگ قرمز در سفال‌ها زمانی دیده می‌شود که از اکسیدهای آهن مثل هماتیت برای خمیر سفال استفاده شده و دمای کوره در هوایی اکسیده بدان رسیده است. در حالیکه قطعات خاکستری تیره به دلیل پخت کوره با هوایی ثابت اما رو به کاهش به وجود آمده است-Enea (Giurgiu et al, 2019: 11). همچنین در شرایط مختلف اکسیداسیون و فرایند مولکولی، حضور هماتیت‌ها در دمای ۸۰۰ درجه سانتیگراد و اسپینل و هرسینیت (hercynite یک ماده کانی سیاه رنگ متشکل از اکسید آهن و آلومینیوم که در رسوبات رسی غنی از آهن دگرگون شده و همچنین صخره های اولترامافیک دیده می‌شود) در دمای بالای ۸۵۰ درجه سانتیگراد و آهن فلزی در بالای ۱۰۵۰ درجه سانتیگراد در هستهٔ خمیر سفال دیده می‌شود. حداقل تا بالای ۷۰۰ درجه سانتیگراد، کریستالی شدن یا تبلور اسپینل (یک ماده معدنی شیشه ای سخت که به صورت بلورهای هشت ضلعی با رنگ متغیر و عمدتاً از اکسیدهای منیزیم و آلومینیوم تشکیل شده است)، تشکیل آهن فلزی در ۹۵۰ درجه سانتیگراد و مواد سربی سیاه آن تا نهایت درجه حرارت کوره باقی می‌مانند (Maritan et al, 2006: 13).

از دیگر کانی‌های مهمی که در مقاطع نازک بیشتر نمونه‌ها مشاهده شد، پلاژیوکلاز است. پلاژیوکلازها در سیستم تری‌کلینیک متبلور و در ۸۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد تغییر شکل می‌یابند. کانی‌های گروه میکا مانند مسکویت و بیوتیت که در ماتریکس تمامی نمونه‌ها مشاهده می‌شود، می‌توانند در سنگ‌های رسی برحسب شرایط تشکیل وجود داشته باشند. آهن موجود در میکاها سبب تیره‌رنگ شدن رس‌ها هنگام پخت می‌گردد. از سوی دیگر، میکا به دلیل داشتن قلیا در ترکیب شیمیایی خود به عنوان گدازآور نیز عمل کرده و باعث پایین آمدن دمای پخت بدنهٔ سفالینه‌ها می‌شود (پایدار، ۱۳۸۴: ۲۰۸؛ نورزهی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۱–۹).

همچنین حضور فازهای کربناته در ماتریکس سفال، موجب بیشترین تغییر و تبادل در فازهای بلورین بافت سفالینه‌ها در حین فرآیند پخت

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

می‌شود. به‌طوریکه ایـــن فازها دردمایی حدود ۷۰۰–۶۵۰ درجهٔ سانتیگراد در ماتریکس سـفال ناپایدار شده و تخریب می‌گردند. تجزیـهٔ فـازکلسـیت در دمایی در حدود ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد شروع شـده و تقریبـاً در دمای ۸۰۰-۹۰۰ درجه سانتی‌گراد پایان می‌گیرد؛ بنـابراین، نقـش کربنـات‌کلسـیم در تعیـین حرارت و دمـای پخت سفالینه‌های تاریخی قابـل توجـه اسـت. چون کربنات کلســیم در ماتریکس‌های رســی در دمای ۶۵۰ تا ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد شروع به تجزیه شدن کرده و به آهک تبدیل میشود و این فرآیند در دمای ۸۰۰ درجهٔ ســانتی‌گراد بیشــتر شــده و تقریباً در دمای ۹۰۰ درجه سـانتی‌گراد، فاز کلسـیت باقی‌مانده از بین می‌رود. بنابراین، در صـورت وجود کلسـیت در سـاختار سـفالینه‌ها می‌توان احتمال داد که دمای پخت آنها در حدود ۸۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد باشـد (امامی و نوغانی، ۱۳۹۲: ۵۷). در واقع، در ۸۰۰ درجه سـانتی گراد (شـرایطی که ذوب بسـیار محدود اسـت) لبه های سیلیکات کلسیم (و منیزیم) تشکیل شده در اطراف کلسیت یا دولومیت ۲ تا ۵ میکرومتر ضــخامت دارند. بنابراین وجود فیلوســیلیکات‌ها نشــان دهنده حرارت پایین ۷۰۰ تا ۹۰۰ درجه سـانتیگراد برای فاز ایلیت (یا مسـکوویت) دهیدروکسیله شده است. دولومیت در دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد ناپدید می شـود، در حالی که کلسـیت هنوز در دمای ۸۰۰ درجه سـانتیگراد وجود دارد (Caltrune et al, 2001: 633). تجزیه و تحلیل XRD از سنگ معبد آناهیتا نیز نشان داد که کلسیت ($CaCO_3$) فاز اصلی شناسایی شده در تمام نمونه ها است. کوارتز (SiO_2) به عنوان فاز فرعی در هر پنج نمونه معبد شناسایی شـــد، در حـالی کـه دولومیت ($CaMg(CO_3)_2$) در نمونـه KN-1 و گچ ($CaSO_4.2H_2O$)در نمونه‌های KN-7 وKN-8 مورد شناسایی قرار گرفت. تجزیه و تحلیل نمونه های سـنگ از معادن نشـان داد که مانند نمونه های معبد، کلسـیت به عنوان فاز اصـلی و کوارتز به عنوان فاز فرعی در ترکیب همه سـنگ‌ها وجود دارد. علاوه بر این، در برخی نمونه ها از دولومیت، گچ و ایلیت (مُسکوویت) یافت شده است(Shekofteh et al., 2020:10).

۵. نتیجه گیری

از مطالعهٔ پتروگرافی سـفال‌های دوران اسـلامی میانه تا متأخر محوطه معبد آناهیتای کنگاور در راستای پرسش‌های مطرح شده، نتایج زیر به دست آمده است.

در کلیـه نمونـه هـای مورد مطالعـه، کـانی کوارتز و ترکیبـات آهن دار مشـــاهده می گردد. کوارتز موجود به دو فرم فنوکریســـت (تک بلور) و پلی کریستال می باشد. این کانی با حاشیه زاویه دار تا نیمه گرد شده در خمیره سـفال ها دیده می شـود. البته همانطور که در گزارش آمده اسـت، کوارتز فنوکریست فراوانی بسیار بیشتری نسبت به کوارتز پلی کریستال دارد. کانی کلسیت در برخی نمونه ها دیده می شود و در برخی دیگر وجود ندارد. وجود کانی کلسیت در سفال نشان دهنده دمای پخت کمتر از ۸۰۰ درجه سانتیگراد می باشـد و در سـفال های فاقد کلسـیت یا کانی های کربناته، دمای پخت بیش از ۸۰۰ درجه ســانتیگراد اســت. از طرفی تجزیه و تحلیل XRD از سنگ معبد آناهیتا نیز نشان داد که کلسیت فاز اصلی شناسایی شده در تمام نمونه ها است. کوارتز نیز به عنوان فاز فرعی در هر پنج نمونه معبد شناسایی شـده اسـت. بنابراین از نظر سـاختار شـناسـی شـباهت بین نمونه‌های مورد مطالعه با سنگ‌های موجود در محوطه دارد و می‌تواند بیانگر ساخت سفال‌ها در محوطه باشد. همچنین هیچ تفاوت معناداری در ساختارشناسی سفال‌های اسلامی میانه با سفال‌های اسلامی متأخر مشاهده نشد و تنها تفاوت آنها در همان نوع لعاب و نقش اندازی نقوش آنها بوده اسـت. در تعدادی از نمونه ها کانی پلاژیوکلاز، میکا، پیروکسـن و آمفیبول دیده می شـود و در برخی نیز این کانی ها وجود ندارد. در حاشـیه تمام نمونه ها لایه لعاب دیده می‌شـود. این لایه لعاب در نمونه هایی مانند شـــماره ۱ و ۲ نازک و با ترکیب مذاب سیلیکاته مستقیما بر روی بدنه قرار دارد. در نمونه هایی مانند شماره ۶ و ۸، این لایه لعاب ضخیم تر بوده و متشکل از دو لایه می باشد. لایه بیرونی که ترکیب مذاب سـیلیکاته دارد و لایه زیرین که ترکیبی از مذاب سـیلیکاته همراه با قطعات کوارتز خرد شـده اسـت. در بیشـتر نمونه ها دارای بافت ناهمگن، لعاب اسـتفاده شـده، دو لایه و ضـخیم می باشـد. در حالی که در نمونه های دارای بافت ریز، لعاب به کار رفته نازک و ترکیب مذاب سیلیکاته دارد. از نظر بافت یا فابریک، نمونه ها به دو گروه سـفال های دارای بافت ریز دانه (سـیلتی) و سـفال های دارای بافت درشـت (ناهمگن) تقسـیم می شوند. به نظر می‌رسد در سفال‌های با بافت ناهمگن از قطعات سنگ آذرین (گرانیت) به عنوان شاموت استفاده شده است. در این نمونه‌ها قطعات درشت کانی کوارتز، پلاژیوکلاز، میکا و آمفیبول و پیروکسـن به صـورت پرکننده در خمیره مشاهده می‌شود. بیوتیت موجود در خمیره این سفال‌ها کاملاً سوخته شـده و تنها اسـکلت آن باقی مانده اسـت. نمونه های دارای بافت سـیلتی، دارای کانی‌های کوارتز، کلسـیت و ترکیبات آهن‌دار می باشـند. اندازه اجزاء سازنده در این نمونه ها از ۰/۵ میلیمتر تجاوز نمی کند.

سپاسگزاری: نویسندگان مراتب قدردانی را از حمایت‌های بی‌دریغ و کمک فراوان در تنظیم متن مقاله آقای دکتر محمد اقبال چهری عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی اعلام می‌دارند. همچنین از همکاری آزمایشگاه پتروگرافی پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت آثار پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی کشور قدردانی می‌شود.

مشارکت نویسندگان: در مقاله فوق علاوه بر اساتید و همکاران محترم فوق الذکرکه کمک شایانی در جهت جمع آوری اطلاعات و انجام امور آزمایشگاهی کردند. نویسنده اول: بیشترین سهم را در تنظیم مقاله داشته که شامل مطالعه مفاهیم و طراحی مقاله، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها، تهیه نسخه اصلی و تنظیم ساختار مقاله است. نویسنده دوم: پیشنهاد طرح اولیه، مطالعه ثانوی و تعیین منبع برای مطالعه، کمک به تجزیه و تحلیل و تفاسیر نتایج آنالیز، پیگیری امور اداری. نویسنده سوم: هماهنگی اداری جهت آزمایشات و موارد مربوط به امور آزمایشگاهی بوده است.

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

تأمین مالی: این پژوهش هیچ بودجه خارجی و داخلی دریافت نکرده است.

تضاد منافع: «نویسندگان اعلام می‌دارند که هیچ‌گونه تضاد منافع مرتبط با پژوهش حاضر برای اظهار وجود ندارد».

دسترسی به داده ها و مواد: برای دسترسی به داده‌ها و مواد می‌توان با نویسندهٔ اول مقاله از طریق ایمیل ایشان تماس حاصل کرد.

References

Abbasabadi Arabi, M. , sedghi, Y. , Beheshti, S. I. and Abedi, A. (2018). Petrographic Study of Islamic potteries of Shahr-e Belgheys, Northern Khorasan Province. *Journal of Archaeological Studies*, *10*(1), 155-167. [In Persian].

Abu Dalaf, M. Ibn-M. Kh., (1963). Travelogue of Abu Dalaf in Iran. with comments and research by: Vladimir Minorsky, translated by: Abolfazl Tabataba'i, Tehran: Iran Zamin. (in Persian).

Abul-Fida, I. Ibn-A., (1960). Calendar of Countries, translated by: Abdul Mohammad Ayati, Tehran: Iranian Foundation for Culture. [In Persian].

Alibaigi, S, (2017), "Anahita Temple Monument in Kangavar, Kermanshah: A Clue to Solving an Old Problem", Dabir, vol. 1, No.4, 8-14.

Alirezazadeh Nodehi, M, Heydarian, M, Khosrowzadeh, A., (2019). The Lepui Culture and Its Sphere of Influence in the Mountains of Chaharmahal and Bakhtiari. *The First Biennial National Conference on Archaeology and Art History of Iran,* May 1-2, 2019, University of Mazandaran, Gino Publishing, First Edition, 1916-1928. [In Persian].

alirezazadeh Nodehi, M., Heydarian, M. and Khosrowzadeh, A. (2020). A Comparative Study of Chaharmahal & Bakhtiari Lapui Pottery with North Fars, Based on Petrographic Method. *Archaeological Research of Iran*, *10*(24), 7-26. [In Persian]. doi: 10.22084/nbsh.2020.19781.1991

Amanollahi, Hamid. (2009). Petrography and its application in the identification of archaeological materials (a case study of stone). Payam Bastan-e-Shenas, Year 6, Issue 12: 121-140. [In Persian].

Azarnoush, M, (1981),"Excavations at Kangavar", Archäologische Mitteilungen aus Iran, Band 14, 69- 94.

Azarnoush, M, (2009), "New Evidence on the chronology of The Anahita Temple," Iranica Antiqua, XLIV, 393-402.

Baghsheikhi, M, Khosravi, L, Beheshti, S, I. (2024). Mineralogical Petrography of Pottery from Guriye Area, Ilam Province, *Ancient Iranian Studies*, Vol. 3 (10): 89-107. [In Persian].

Bakhtavar, Z, Shateri, M, Khosrowzadeh, A, (2021). The Petrographic Analysis of Thin Sections on the Non-Glazed Painted Pottery Ceramics of Islamic Era in Qeshm Island, *Pazhohesh-HA- YE Bastanshenasi Iran*11 (28), 153-172. [In Persian].

Bater M, Saberniya M, Ahmadi H. (2017). Identification of Materials and Colorants in Decorative Mosaic Tiles of Musalla Historical Building in Mashhad. JRA. 3(1), 29-46. [In Persian]. doi:10.29252/jra.3.1.29

Bater M, Serajii F. (2022). Studies on the Body Structure of the Islaim Period Slip-painted Pottery Shards of Sistan. *JRA. 8*(2), 47-64. [In Persian]. doi:10.52547/jra.8.2.47

Binder, H., (1991). *Henry Binder's Travelogue (Kurdistan, Mesopotamia and Iran).* translated by: Karamet Allah Afsar, Tehran: Ysawali Cultural Center. [In Persian].

Blücher, W., (1984). "*Blücher's Travelogue or the Wanderings of Time in Iran*". translated by: Keikavos Jahandari, Tehran: Kharazmi. [In Persian].

Brearley, A.J. and Rubie, D.C., (1990). Effects of H2O on the disequilibrium breakdown of muscovite+ quartz. *Journal of Petrology*, *31*(4), pp.925-956.

Chehri. M.E. Masouri Nasafchi,Ali, 2024. Characterization of the pottery structure of the first millennium BC in Pila Qala Rudbar based on petrographic results, *Pazhohesh- HA- YE Bastanshenasi Iran*13 (39), 89-118. [In Persian].

Cultrone G, Rodriguez-Navarro C, Sebastian E, Cazalla O, De La Torre MJ., (2001). Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. *European Journal of Mineralogy*. May 1;13(3):621-634.

Daghmehchi, M. H., Omrani, M., Emami, and J. Nokandeh., (2016). Mineralogical and thermochemical characteristics of the Hellenistic ceramics and raw clay from Qizlar Qal'eh (northeastern Iran), Materials Characterization, 120, 143-151. [In Persian].

Dieulafoy, J., (1989). *Iran, Caldeh and Susa.* translated by: Ali Mohammad Farhoushi, 4th edition, Tehran: University of Tehran. [In Persian].

Emami M, Trettin R., (2012). Mineralogical and chemical investigations on the ceramic technology in Čoġā Zanbil,(Iran, 1250 BC). *Periodico di Mineralogia*; 81(3):359-377. [In Persian]

Emami, M.A., Khanjari, R, Naghavi, S., (2019). Material Characteristics and Mineralogy of Celadons from the Ancient Port of Harireh, Kish Island; Trace of Maritime Trade from China to Persian Gulf. *Journal of Archaeological Studies* 11(1): 1-17. [In Persian]. https://doi.org/10.22059/jarcs.2019.71075

Emami, M.A., Noghani, S., (2013). An Investigation of re-Carbonation Process and Formation of Secondary Calcite in the Texture of Ancient Potteries by Petrographical Method, *Scientific Journal of Maremat & Me'mari-e Iran 3*(5): 55-67. [In Persian].

Emami, S. M., and R., Trettin., (2010). Phase Generating Processes in Ancient Ceramic Matrices Through Microstructure Investigation with High Resolution Microscopy Methods, *Journal of c Advanced Microscopy Research,* 5(3), 181-189. [In Persian]

Enea-Giurgiu, A. Ionescu, C. Hoeck, V. Tămaș, T. Roman. C. (2019). An archaeometric study of early copper age pottery from a cave in Romania. *Clay Mineral,* Cambridge university press, 1-14.

Fahruri, G., (2009). *Pottery of the Islamic World in the Tariq Rajab Museum in Kuwait.* translated by: Mahnaz Shayestefar, Tehran: Institute of Islamic Art Studies and Negara Islamic Art Research Center. [In Persian].

Fargher, L., (2007). A Microscopic View of Ceramic Production: An Analysis of ThinSections from Monte. *Latin American Antiquity*, Vol. 18, No. 3: Pp. 313-332.

Flandin, E., (1974). *Flandin's Travelogue to Iran.* translated by: Hossein Noorsadeghi, third edition, Tehran: Eshraghi. [In Persian].

Girshman, R., (1957). *Iran from the Beginning to Islam.* translated by: Mohammad Moein, Tehran: Book Translation and Publishing Company. [In Persian].

Godard, A., Godard, Y. & Siro, M., (1992). *Monuments of Iran 1-2.* Translated by: Abolhasan Saroghad Moghaddam, Mashhad: Astan Quds Razavi. [In Persian].

Goldberg, P., Holliday, V.T. and Ferring, C.R. eds., (2001). *Earth sciences and archaeology*. Springer Science & Business Media, New

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

York.
Haji-Norouzi, F, Heydarian, M, Khosrowzadeh, A., (2021). The Study of Middle Chalcolithic Pottery in Chaharmahal and Bakhtiari by Using Petrographic and ICP-OES Analysis. *Journal of Archaeological Studies*, Volume 13, Issue 2, Summer: 178-198. [In Persian].
Hamavi Baghdadi, Y., (2001). *Mu'jam al-Buldan*. translated by: Alinaghi Monzavi, Tehran: National Cultural Heritage Organization (Research Assistant). [In Persian].
Hein, A & Kilikoglou, V. (2017). Compositional variability of archaeological ceramics in the eastern Mediterranean and implications for the design of provenance studies. *Journal of Archaeological Science: Reports 16*. 564-572.
Hekmati, S., (1993). Regional Geography of Kangavar. Bachelor's thesis in the Department of Geography, Supervisor: Dr. Seyed Rahim Moshiri, University of Tehran (unpublished). [In Persian].
Hertzfeld, E., (2002). *Iran in the Ancient East*. translated by: Homayun Sanatizadeh, Tehran: Institute for Humanities and Cultural Studies. [In Persian].
Heydari, A. A., (2012). "Spatial Analysis of the Architecture of Anahita Kangavar Temple". *Iranian Islamic City Studies Quarterly, Scientific Research Quarterly of the Culture, Art and Architecture Research Institute of Jihad Daneshgahi,* 2 (7): 73-86. [In Persian].
Ibn Faqih, (1970). *Abu Bakr ibn Muhammad ibn Ishaq Hamedani, A brief translation of the countries related to the Iranian part*. translated by: H. Masoud, Tehran: Iranian Culture Foundation. [In Persian].
Ibn Hawqal, (1987). *Ibn Hawqal's Travelogue*. translated by: Ja'far Shoaar, Tehran: Amir Kabir. [In Persian].
Ibn Khordad beh, (1991). *Al-Mamalek and Al-Masalik*. translated by: Hossein Qara-Chanlu, Tehran: Motarjem publication. [In Persian].
Ibn Rasteh, (1986). Al-Alag al-Nafisa. translated by: Hossein QaraChanlu, Tehran: Amir Kabir. [In Persian].
Isidore Kh., (2011). *Parthian Stations (the Earliest Written Text of Ancient Iranian Geography), Adaptation with Greek Texts and Translation into Adaptation with Greek Texts and Translation into English and Commentaries, by Wilfred Schaff*. Translated by: Firuz Hassan Aziz, ICOMOS Iran Cultural Institute and Ganjineh Honar Publications. [In Persian].
Istakhri, Abu-I. I., (1961). *Masalak va Malakami*. edited by: Iraj Afshar, Tehran: Book Translation and Publishing Company. [In Persian].
Jackson, A. V. W., (1973). *Jackson's Travelogue: Iran in the Past and Present*. translated by: Manouchehr Amiri and Fereydoun Badreh, third edition, Tehran: Baran. [In Persian].
Kabiri, A., (1980). "The Historical Temple of Kangavar". *Cultural Heritage,* 2: 58-59. (in Persian).
Kabiri, A., (1992). "Discovery of a Gutter in the Temple of Anahita Kangavar". *Cultural Heritage,* 5: 62-63. [In Persian].
Kabiri, A., (1995). "Archaeological New Discoveries in the Historical Monument of Anahita Temple (Kangavar)". in: *The collection of articles of the First Congress of the History of Architecture and Urban Planning of Iran, Bam Citadel,* edited by: Bagher Ayatollahzadeh Shirazi, Volume 5, Tehran: Cultural Heritage Organization of the Country: 663-685. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1968). "Exploration in the Temple of Anahita (Kangavar)". *Historical Studies,* 18: 11-46. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1971). "Scientific Explorations in Kangavar (Temple of Anahita)". *Archaeology and Art of Iran,* 6: 10-32. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1972). "Scientific Explorations in Kangavar (Temple of Anahita)". *Archaeology and Art of Iran,* 9 & 10: 2-24. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1974), "Scientific Explorations in the Temple of Anahita in Kangavar". *Reports of the Second Annual Archaeological Explorations and Research Conference in Iran*, under the supervision of Firouz Bagherzadeh, Tehran: Iranian Archaeological Center: 10-23. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1989). "Kangavar". in: *The book Cities of Iran*, edited by Mohammad Yousef Kiani, vol. 3, Tehran: Jihad Daneshgaghi: 107-151. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (1995). "The Formation of the Anahita Temple in the Context of History". in: *The collection of articles of the First Congress of the History of Architecture and Urban Planning of Iran, Arg-e-Bam,* vol.1, Tehran: National Cultural Heritage Organization: 24-40. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (2007a). *Archaeological Explorations and Research and Architectural Revival of the Temple of Anahita Kangavar and Taqgara.* Volume 1: Forgotten Monuments and Mythological Beliefs, Tehran: Archaeological Research Institute of the Organization of Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism. [In Persian].
Kambakhshfard, S., (2007b). *Archaeological excavations and research and architectural restoration of the Kangavar and Taq-e-Gara Anahita Temple.* Volume 2, Treasures found from excavations, Tehran: Archaeological Research Institute of the Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization. [In Persian].
Khodadoust, J., Mousavi-Haji, S. R., Taghavi, A. & Ali-Yari-Guki, Sh., (2017). "Survey and analytical study of pottery from the Malin area; Bakhzar city (Khorasan Razavi)". *Iranian Archaeological Research*. 7 (13): 157-172. [In Persian].
Klein M, Jesse F, Kasper HU, Gölden A., (2004). Chemical characterization of ancient pottery from sudan by x-ray fluorescence spectrometry (xrf), electron microprobe analyses (empa) and inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP–MS). *Archaeometry*. Aug; 46(3):339-356.
Layard, S. A. H., (1988). *Layard's Travelogue: Early Adventures in Iran*. translated by: Mehrab Amiri, Tehran: Vahid. [In Persian].
Livingood, A.; Patrick. C. & Cordell, A., (2009). "Point/counter point: the accuracy and Feasibility of digital image techniques in the analysis of ceramic thin section". *Journal of Archaeological Science*, No. 36(3): Pp. 867-872, DOI: 10.1016/j.jas.2008.11.015
Luschey, H., (2006). *Ceramics from the Mongol Monument" in: Bisetun; Excavations and Research 1963-1967,* Wolfram Kleiss, Heinz, Luschey and Peter Kalmeyer. translated by: Faramarz Najd-Samii, Tehran: Organization for Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism: 333-374. [In Persian].
Maani, M, Saeedi Harsini, M. and chaychi, A. (2019). A Preliminary Report on the Petrographic Analysis of Bakun A Potteries of Fars Province. *Journal of Archaeological Studies*, *11*(1), 217-232. [In Persian]. doi: 10.22059/jarcs.2019.71115
Mahjoor, F., Ebrahiminia, M. & Sedighian, H., (1990). "Archaeological Study of the Pottery of the Islamic Period in the Ancient Site of Nechir Khanlogh-Rey". *Archaeological Studies, University of Tehran*, 3 (2: 4): 173- 192. [In Persian].
Maniatis, Y, Tite, M.S., (1981). Technological Examination of Neolithic-Bronze Age Pottery from Central and Southeast Europe and from the Near East, *Journal of Archaeological Science*, 8, 59-76.
Maritan. L, Nodari. L, Mazzoli. C, Milano. A, Russo. U., (2006). Influence of firing conditions on ceramic products: Experimental study on clay rich in organic matter, *Applied Clay Science 31,* 1-15.
Masjedi-Khak P, Khazaei M, Aarab A, Beheshti S I. (2021). Study of the Early and Middle Bronze Ages Pottery Making in Kelardasht Through Petrography. *Parseh J Archaeol Stud. 5*(15),73-93. [In Persian]. doi:10.30699/PJAS.5.15.73

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

Mehryar, M. & Kabiri, A., (2004). *Continuing the excavations in the Anahita Temple of Kangavar, The work of the fourth archaeological group (from 1988 to 2001)*. Tehran: Research Institute of the Cultural Heritage and Tourism Organization. [In Persian].

Moghaddasi, Abu-A. M. ibn-A., (1982). *Ahsan al-Taqassim fi Ma'rfa al-Aqalim*. translated by: Ali Naghi Monzavi, Tehran: Iranian Authors and Translators Company. [In Persian].

Mohammadi, M. & Shabani, M., (2016). "Introduction and Analysis of Islamic Period Pottery from the Zeinoabad-Bahar Site, Hamadan".*Pazhohesh-ha-ye Bastanshenasi Iran,* 11 (6): 135-150. [In Persian]. https:// doi.org/10.22084/nbsh.2016.1744

Mohammadifar, Y., (2011). *Parthian Archaeology and Art*. Tehran: Samt Publication [In Persian].

Montana, G., (2020). Ceramic raw materials: how to recognize them and locate the supply basins- mineralogy, petrography. *Archaeological and Anthropological*. 12: 175. 1-19.

Mostofi Qazvini, H., (2002). Nuzhat al-Qulub. edited by: Mohammad Dabir Siyaghi, first edition, Qazvin: Hadith Emroz. [In Persian].

Motarjem, A, Almasi, T., (2014). An Investigation of the Cultural Changes of Kangavar Plain from the Chalcolithic to the Late Bronze Age According to the Settlement Models. *Archaeological Research of Iran*, *3*(5), 51-62. [In Persian].

Naghsineh, A. S.; Hatami, A. & Nikrvan Matin, H., (2014). "Study of Petrography of Iron Age Pottery of Hoto Cave". *Pazhohesh-ha-Ya Bastanshenasi Iran journal*, 3 (5): 63-78, [In Persian].

Nasser al-Din Shah Qajar, (1993). *Shahriyar Roads: Nasser al-Din Shah's Travelogue to the Shrines*. by: the efforts of Mohammad Reza Abbasi and Parviz Badiei, Tehran: Sanai. [In Persian].

Nikzad, M., (2010). "Evaluation of the Proposals Submitted about the So-Called Temple of Anahita in Kangavar". *Modares Archaeological Research, Tarbiat Modares University,* 2 (3): 249-260. [In Persian].

Noghani, S and Emami, M, A., (2011). Structural Pattern of Parthian Clinky Pottery: An Archaeometric Study, *Journal of Archaeological Studies* 3(4): 15-34. [In Persian].

Noghani, S and Emami. M, A., (2011). Archaeometry of Historical Pottery: Necessities and Methods, First Conference on Materials Science and Conservation of Cultural-Historical Monuments. Iranian Institute of Materials and Energy, March 1. 505-524. [In Persian].

Nourzehi Z, Ajorloo B, B. Kasiri M, Ebrahimi G. (2017). The Archaeo-mineralogy of The Bronze Age Pottery shreds from Kul Tepe of Ajabshir, Eastern Lake Urmia Basin, Iran. *JRA. 2*(2), 1-17. [In Persian]. doi:10.29252/jra.2.2.1

Paydar, H., (2005). *Raw materials used in ceramic industries*. Isfahan: Ghazal Publishing. [In Persian].

Peterson, S., (2016). Thin-Section Petrography of Ceramic Materials. Translated by Mehdi Razani and Hakimeh Afshari-Nejad, *Journal of Cultural Heritage and Restoration* 4(7): 57-73. [In Persian].

Qazvini, Z. Ibin-M. Ibin- M., (1994). *Athar al-Bilad and Akhbar al-Abbad*. translated by: Jahangir Mirza Qajar, edited by: Mir Hashem Muhaddes, Tehran: Amir Kabir. [In Persian].

Quinn, P.S. and Burton, M., (2009). Ceramic Petrography and the reconstruction of hunter-gatherer craft technology in late prehistoric Southern California. *Interpreting Silent Artifacts: Petrographic Approaches to Archaeological Ceramics*, pp.267-296.

Quinn, P.S., (2013). *Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery & Related Artefacts in Thin Section*. Archaeopress Publishing Ltd.

Rahmanabadi, H, Hosseinzadeh, M.M, Mirbagheri, B., (2021). The Management and Planning of Kangavar Geographical Area for Agricultural and Rangeland Uses. Town and Country Planning, Volume 13, Issue 1, Spring and Summer, 115-140. [In Persian]. 10.22059/jtcp.2020.297699.670085

Razani M, Martinez Conejero F, Mansori Isfahani M, Afsharinezhad H. (2017). Preparation of Thin Sections of Porous Materials for Polarizing Microscope Investigation in Archaeometry. *JRA. 3*(2), 45-60. [In Persian].

Reedy, C.L., (2008). *Thin-section petrography of stone and ceramic cultural materials*. London: Archetype.

Rezaei, M. & Mohammadi, M., (2019). "Historical and Archaeological Study of the Islamic Andajin site of Hamadan". *Archaeological Studies,* 12 (1): 140-159. [In Persian].

Rice PM, 1987, *Pottery analysis: a sourcebook*. University of Chicago Press, Chicago.

Riederer J., (2004). Thin section microscopy applied to the study of archaeological ceramics. Hyperfine Interactions. Jun; 154(1-4):143-158.

Saeedi Harsini, M. R., (2015). "Archaeological Survey of Kangavar Plain in the Chalcolithic Period (Based on Native Pottery)". *Bi-Quarterly Journal of Native Art Studies*, 2 (4): 125-142. [In Persian].

Salmanzadeh, J., Kavosh, H., Fazeli Nashli, H. and Beheshti, S. I. (2014). Petrographic Examination of Pottery Samples from Tepe Gratziani, Sistan. *Journal of Archaeological Studies*, *6*(1), 55-66. [In Persian]. doi: 10.22059/jarcs.2014.52674

Sardari, A. and Taheri, M. H. (2018). The Petrography and XRF Analysis of Bakun Pottery Assemblage at Tal-e Mash Karim, Semirom District. *Archaeological Research of Iran*, *7*(15), 65-80. [In Persian]. doi: 10.22084/nbsh.2018.9909.1429

Schaff, W., (2011). "Adaptation to Greek Texts and Translation into English and Commentaries". in: *The Stations of the Party*, by: Isidore Kharaksi, translated by: Firuz Hassan Aziz, with a eloquent introduction by Dr. Bagher Ayatollahzadeh Shirazi, Tehran: ICOMOS Iran Cultural Institute and Ganjineh Honar Publications. [In Persian].

Sedghi Y, Beheshti I, Abedi A, Eskandari N, Sabuhi Sani F. (2020). The Study of Petrography of the 4th Millennium B.C. Pottery of the Narjuiyeh in Jiroft. *Parseh J Archaeol Stud. 4*(12), 61-73. [In Persian]. doi:10.30699/PJAS.4.12.61

Shekofteh, A., Oudbashi, O., Cultrone, G. and Ansari, M., (2020). Geochemical and petrographic identification of stone quarries used for the construction of the Anahita Temple of Kangavar (West Iran). *Heritage Science*, 8, pp.1-18. https://doi.org/10.1186/s40494-020-0361-z

Shepard AO., (1965). Rio Grande glaze-paint pottery: A test of petrographic analysis. In: Matson FR (ed) Ceramics and man. Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research, Chicago, pp 62–87.

Smith, A. Livingstone., (2001). Pottery manufacturing processes: reconstruction and interpretation. *Uan Tabu in the settlement history of the Libyan Sahara* (2001): 113-152.

Spataro, M., (2011). A comparison of chemical and petrographic analyses of Neolithic pottery from South-eastern Europe*, Journal of Archaeological Science,* 38 (2), 255-269. https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.08.026

Stoltman, J, B., (2001). The role of Pertrography in the Study of Archaeological Ceramics, in the book: Earth Sciences and Archaeology, Edited by Paul Goldberg, Vance T. Holliday, and C. Reid Ferrind, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, Poston, Dordrecht, London, Moscow. 297- 326.

Tavernier, J.-B., (1984). *Tavernier's Travelogue*. translated by: Abu Torab Nouri, edited by: Dr. Hamid Shirvani, fourth edition, Tehran: Sana'i. [In Persian].

Tohidi, F., (2000). *The Art and Science of Pottery*. Tehran: Samt. [In Persian].

Vandenberg, L., (2010). *Archaeology of Ancient Iran*. translated by: Issa Behnam, Second Edition, Tehran: University Press

[DOI: 10.66224/jra.2025.11.104]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 19:55 +0330 on Monday November 2nd 2026

Center. [In Persian].

Velayati, R., Nemati-Babaylou, A., Afsharinezhad, H. and Bidgoli, B.J., (2023). Microstructure composition and characterisation of green glazed ceramics in Ujan (NW IRAN); A multianalytical investigation. *Journal of Archaeological Science:* Reports, 47, p.103783. 10.1016/j.jasrep.2022.103783

Wilson Allen, J., (2004). *Islamic Pottery*. translated by: Mahnaz Shayestefar, Tehran: Islamic Art Studies. [In Persian].

Zarei, M. E. & Shabani, M., (2019). "Study and typological analysis of pottery from the beginning of the Islamic era to the end of the Safavid period in the Hamadan region". *Parseh Journal of Archaeological Studies*, 8(3): 109-126. [In Persian].

Zarei, M. E., Khaksar, A., Motarjem, A., Amini, F. & Dini, A., (2014). "Review and study of Ilkhanid period pottery obtained from the archaeological excavations of Arzanfod". *Archaeological Studies,* 6 (2): 73-90. [In Persian]. https://doi.org/10.22059/jarcs.2015.54174

Rahimi, F.; Kolbadinejad, M. & Mortezai. M. (2025). Structural analysis of Islamic era glazed pottery in Anahita Kangavar Temple based on petrographic results. *Journal of research on Archaeometry, 11*(1), 412. DOI: 10.61882/jra.2025.11.104