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 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

Research Paper

A Petrographic Study of Lusterware Ceramic Paste from the Jizd Roshtkhar Site, Khorasan Razavi

Parastoo Masjedi Khak*[1], Hassan Kohansal Vajargah[2], Mostafa Khazaie Kouhpar[3]

1. Associate Professor, Faculty of Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Faculty of Humanities, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Independent Researcher in Archaeology, University of Guilan, Rasht, Iran
* Correspondence P.masjedi@guilan.ac.ir

Abstract

Lusterware is one of the most prominent and famous pottery produced in the Islamic world. Although efforts have been made to reproduce and learn about its manufacturing techniques with the help of historical sources, research is still ongoing. The center or centers of its production have also remained a secret. This complexity is due to the fact that, so far, no evidence of its production has been reported in any furnace or archaeological site. A few limited studies with different methods were also conducted by Iranian and foreign researchers, but for precise and scientific research, especially in terms of proving an interdisciplinary method to distinguish each lusterware school on structure and paste, in terms of petrography or chemical elements, research is needed, especially in different regions of the Islamic world so that the pieces of this puzzle can be put together. 10 pieces of lusterware were found at the Jizd site in Roshtkhar, were analyzed by the petrographic method and the observations were described by the Whitbread method. Research Questions: What mineralogical composition characterizes the ceramic paste of the lusterware ceramics from the Jizd archaeological site? Considering that some samples are visually comparable to Kashan-style lusterware, could these samples differ structurally in their paste composition from the other studied specimens? They are similar in terms of texture and minerals, and all samples have quartz minerals, while other minerals that can give more information are few. Due to the synthetic nature of the pottery paste, the porosity in the tissues is high. The volcanic rock composition shows that the primary origin of the paste composition is from rhyolite to dacite structure; however, there are volcanic structures in the northeast and southeast of the area that can provide the necessary materials for the production of this type of paste. Potters likely utilized in the production of Lusterware ceramics.

Keywords: Lusterware, Ceramic Paste, Jizd Roshtkhar, Islamic Middle Ages Sites, Petrography

Received: 2024/07/03
Revised: 2026/03/26
Accepted: 2026/03/28
Published: 2026/06/30

Copyright: ©2026 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

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

Introduction

During the Islamic period in Iran, various types of pottery were produced, some of which achieved high levels of quality and aesthetic beauty. Among these, lusterware ceramics are perhaps one of the most remarkable and interesting. Lusterware was not only produced in Iran but also in other Islamic regions such as Egypt, Syria, and Iraq. In Iran, lusterware can be categorized into three periods: early lusterware (3rd–4th centuries AH; 9th–10th centuries AD) found in centers like Nishapur and Shush; middle lusterware (5th–9th centuries AH; 11th–15th centuries AD) found in Ray, Saveh, Gorgan, and Takht-e Soleyman; and late lusterware (10th–12th centuries AH; 16th–18th centuries AD) found in Kashan.

According to historical sources, the ancient city of Jizd was highly prosperous and magnificent during the Islamic Middle Ages (Karimi & Kayani, 1985, p. 46-48). Based on its extent, the city covered approximately 50 hectares (Hamawi, 2004). Consequently, with the help of archaeological findings from the surrounding areas and the classification of various sectors of the city, valuable cultural and archaeological data were identified (Ebrahimi, 1400). Among the identified ceramics from the Jizd site, lusterware fragments belonging to the Islamic Middle Ages were present. Therefore, the present study aims to examine these lusterware jar fragments and analyze the studied samples using the petrographic method.

Results

The first comprehensive system for describing ancient ceramics in thin sections was developed by Ian Whitbread in 1989. Prior to the publication of his descriptive methodology in 1989, ceramic fabrics were mainly characterized in terms of the composition, size, and shape of their aplastic inclusions using terminology borrowed from sedimentary petrography. However, the Whitbread method emphasized the importance of the clay matrix and voids for distinguishing different petrographic fabrics. Based on the Whitbread method, petrographic characteristics such as petrology, abundance, shape (rounded or angular), grain size distribution, Homogeneity, and sorting of inclusions are studied (Sean Quinn, 2013).

In Iran, the application of the Whitbread method for studying ancient ceramics is relatively new. In this study, the Whitbread method was employed to describe the petrography of lusterware ceramics from the Jizd site. Based on a systematic investigation of the lusterware fragments from the Jizd-Rashtkhar site (Ebrahimi, 2022), 10 lusterware fragments were identified. These fragments, numbered 1, 3, 4, 6, and 7, are identified as being of the Kashan style, characterized by inscriptions located between two parallel lines at the top and bottom (Pope, 1964).

Discussion

The first point regarding the lusterware samples from Jizd is that the bimodality of the fabric is equivalent to the presence of different tempering materials. These materials, used to improve the clay paste, may lead to a bimodal distribution of grain sizes. Such bimodality typically results from the natural distribution of sedimentary deposits, where the paste is formed by mixing clay with temper. This mixture results in two distinct fabric types: one with fine-grained particles and another with coarser particles. In one of the bimodal distributions, the fine-grained fraction is attributed to the temper, while the coarse fraction is inherent to the clay itself. In sample No. 1, the presence of ferromagnesian amphibole (from the ferromagnesian group) was identified among the mineral constituents, specifically within the feldspar samples. In all analyzed samples, these amphiboles are chemically identified as magnesian amphiboles, characterized by significant iron (Fe) and magnesium (Mg) content. These minerals are typically found in mafic and ultramafic rocks, such as basalt and andesite, and are relatively rare in sedimentary environments. Additionally, micas (belonging to the mica group) were observed in the fabric of the Rashtkhar samples. These micas have been identified in samples No. 3, 4, and 8, following the findings of Hunt (2017). Furthermore, hornblende was identified in the mineral assemblages of the andesitic and basaltic rocks. The presence of quartz and feldspar in the clay used for tempering indicates that the tempering materi-al was not pure clay (Wilkinson, 1973). Consequently, the primary raw materials used in the lusterware of Jizd show compositional similarities to those found in the

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

lusterware of Neyshabur and Balqis city (Abbasabadi Arabi et al., 2018).

Conclusion

The sedimentary components of all ten samples demonstrate a volcanic provenance, ranging from rhyolitic to dacitic, which aligns with the local lithology. The primary mineral assemblages consist of quartz, feldspar, and volcanic lithic fragments, characterized by microcrystalline textures. Additionally, scattered crystals of plagioclase, amphibole, and biotite are present in various morphological states (euhedral to subhedral). These mineralogical features are consistent with the dacitic and andesitic formations documented in the northeastern and southeastern sectors of the Rashtovar region. There are volcanic structures in the northeast and southeast of the area that can provide the necessary materials for the production of this type of paste. Potters likely utilized in the production of Lusterware ceramics

Author Contributions: The authors of the article jointly participated in research, methodology, bibliography, and editing.

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: I would like to express my gratitude to Mr. Amini from Zamin Rizkavan Company for his efforts in this research and for his appreciation and thanks to Mr. Amir Ebrahimi.

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

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

پژوهه باستان‌سنجی
دانشگاه هنر اسلامی تبریز

مقاله پژوهشی

مطالعهٔ پتروگرافی خمیرهٔ سفالینه‌های زرین‌فام محوطهٔ جیزد رشتخوار، خراسان رضوی

پرستو مسجدی خاک[۱*]، حسن کهنسال واجارگاه [۲]، مصطفی خزائی کوهپر [۳]

۱. دانشیار، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استادیار، دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. پژوهشگر مستقل، حوزهٔ باستان‌شناسی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* مسئول مکاتبات: P.masjedi@guilan.ac.ir

چکیده

سفال‌های زرین‌فام از شاخص‌ترین و معروف‌ترین سفال‌های تولید شده در جهان اسلام هستند. اگرچه تلاش‌هایی جهت تولید مجدد و آگاهی از فنون و تکنیک‌های ساخت آن به کمک منابع تاریخی انجام شده، اما همچنان پژوهش‌ها ادامه دارد و مرکز یا مراکز تولید آنها نیز همچون رازی باقی مانده است. این پیچیدگی به علت این است که تاکنون شواهدی از تولید این سفال‌ها در هیچ کوره‌ای گزارش نشده است. چند مطالعه محدود با روش‌های مختلف توسط پژوهشگران ایرانی و خارجی نیز انجام شده است، اما برای بحث دقیق و علمی، بویژه به لحاظ اثبات روشی میان‌رشته‌ای برای تفکیک هر مکتب زرین‌فام براساس ساختار و خمیره به لحاظ ترکیب کانی‌شناسی یا عناصر شیمیایی، نیازمند انجام پژوهش‌های بیشتر در مناطق مختلف جهان اسلام است. در این پژوهش، ده نمونه سفال زرین‌فام به‌دست آمده از محوطه جیزد در شهرستان رشتخوار خراسان رضوی با روش پتروگرافی آنالیز شد و نتایج به روش ویتبرد توصیف شدند. سوالات این پژوهش: ۱-خمیره سفال‌های زرین‌فام محوطه جیزد دارای چه کانی‌هایی است؟ ۲- با توجه به اینکه تعدادی از نمونه‌ها به لحاظ ظاهری قابل مقایسه با زرین فام‌های سبک کاشان است، ممکن است این نمونه‌ها به لحاظ ترکیبات ساختاری متفاوت از سایر نمونه‌ها باشند؟ نتایج این پژوهش نشان داد که همه نمونه‌ها دارای خمیره فریت و به لحاظ بافت و کانی مشابه هم هستند. نمونه‌ها دارای کانی کوارتز هستند و کانی‌های دیگری که بتواند اطلاعات بیشتری بدهند، اندک هستند. به علت مصنوعی‌بودن خمیرهٔ سفال‌ها، میزان تخلخل در بافت آنها زیاد است. ترکیب سنگ آتشفشانی نشان می‌دهد منشاء اولیهٔ ترکیب خمیره، ساختاری از نوع ریولیت تا داسیت است. لازم به ذکر است، در شمال شرق و جنوب شرق محوطه ساختارهای آتشفشانی که بتواند مواد لازم را برای تولید این نوع خمیره را فراهم کند وجود دارد و احتمالاً سفالگران از این منابع در تولید سفال‌های زرین‌فام استفاده کرده‌اند.

واژگان کلیدی: زرین‌فام، خمیرهٔ سفال، جیزد رشتخوار، سده‌های میانه اسلامی، پتروگرافی

دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳
آخرین اصلاح: ۱۴۰۵/۰۱/۱۶
پذیرش: ۱۴۰۵/۰۱/۱۸
انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۹

Copyright: ©2026 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

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

۱. مقدمه

سفال‌های گوناگونی در ادوار مختلف و مناطق جغرافیایی مختلف تولید می‌شدند که مطالعه آن‌ها به شناخت جنبه‌های مختلف زندگی بشر در گذشته کمک می‌کند. در ایرانِ دوران اسلامی نیز انواع متفاوتی از سفال تولید شده‌اند که از نظر کیفیت ساخت و زیبایی در درجه اعلاء قرار دارند. شاید بتوان سفال‌های زرین‌فام را یکی از شاخص‌ترین و جالب‌توجه‌ترین آن‌ها دانست. این نوع سفال نه‌تنها در ایران، بلکه در کشورهای مختلف جهان اسلام، همچون مصر، سوریه و عراق نیز تولید می‌شده است. سفال‌های زرین‌فام را در ایران به سه دوره تقسیم کرده‌اند: زرین‌فام اولیه (قرن‌های سوم و چهارم هجری قمری) در مراکز نیشابور و شوش؛ زرین‌فام قرون میانی (قرن‌های پنجم تا نهم هجری قمری) در مراکز کاشان، ری، ساوه، گرگان و تخت سلیمان؛ و زرین‌فام متأخر (قرن‌های دهم تا دوازدهم هجری قمری) (کریمی و کیانی، ۱۳۶۴: ۴۶–۴۸). اوج رونق سفال‌های زرین‌فام به قرون میانی اسلامی تعلق دارد.

در ارتباط با تکنیک ساخت سفال زرین‌فام، در مرحله اول، پس از ساخت سفال، آن را لعاب می‌دادند و می‌پختند. پس از سرد شدن سفال، نقوش با لعاب زرین‌فام، که ترکیبی از سولفور، اکسید نقره، اکسید مس و گل اخرای قرمز و زرد بود، روی سطح ظرف کشیده می‌شد. سپس ظرف برای بار دوم، با دمایی کمتر و در محیطی احیاکننده، حرارت داده می‌شد و تزیینات همچون ورقه‌ای از فلزات براق بر سطح ظرف تثبیت می‌شد (آلن، ۱۳۸۷: ۱۲؛ کریمی و کیانی، ۱۳۶۴: ۴۴).

پژوهشگران، سفال‌های زرین‌فام را از لحاظ ویژگی‌های بصری و زیبایی‌شناختی به انواع مختلفی تقسیم‌بندی کرده و هر یک را به منطقه‌ای منتسب کرده‌اند. واتسون معتقد است که این تکنیک، هم‌زمان با مصر، در بین‌النهرین نیز وجود داشته و در واقع، از بین‌النهرین به مصر و ایران منتقل شده است (واتسون، ۱۳۸۲: ۲۵). تکنیک تولید سفال در مصر و سوریه به یکدیگر شباهت دارد، اما استفاده از رنگ‌های مسی و لعاب‌های سربی سبب تفاوت میان زرین‌فام سوریه و نمونه‌های فاطمی و عباسی شده است (Pradell et al., 2008: 126). در ایران نیز، هم‌زمان با سوریه، سفال زرین‌فام رواج یافت. تکنیک ساخت این نوع سفال در ایران مشابه نمونه‌های فاطمی مصر بود؛ به این معنا که از لعاب قلع همراه با سرب غنی و کدر استفاده می‌کردند. اگرچه میزان سرب استفاده‌شده در سفال‌های ایرانی کمتر از نمونه‌های فاطمی بود (همان).

کونل، زرین‌فام اولیه را به دو نوع طلایی رنگارنگ و طلایی یک‌رنگ طبقه‌بندی کرده و معتقد است که نوع طلایی رنگارنگ مقدم بر سایر انواع زرین‌فام است. ظروف زرین‌فام رنگارنگ به رنگ‌های یاقوتی، قهوه‌ای و سبز روشن هستند (Connell, 1985). واتسون نیز با توجه به آثار ری، کاشان و جرجان، قرون میانی اسلام را دوره شکوفایی سفال زرین‌فام از نظر زیبایی‌شناختی و تنوع تکنیکی می‌داند (Watson, 2004). بااین‌حال، این انتساب نه بر پایه یافته‌های باستان‌شناختی، همچون کشف کوره‌های پخت و جوش کوره، و نه بر اساس منابع مکتوب تاریخی موثق صورت گرفته است.

شهر باستانی جیزد، با توجه به منابع تاریخی، در قرون میانی اسلامی از رونق و شکوه بسیاری برخوردار بوده است؛ بااین‌حال، اطلاعات مربوط به این شهر در منابع و متون اسلامی محدود است (حموی، ۱۳۸۳). بنابراین، با توجه به وسعت این شهر که حدود ۵۰ هکتار بود و با هدف دوره‌بندی آن بر اساس یافته‌های باستان‌شناسی و تفکیک بخش‌های مختلف شهر با توجه به شواهد سطحی و یافته‌های فرهنگی، این محوطه به‌صورت روشمند مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های ارزشمند آن طبقه‌بندی و معرفی شد (ابراهیمی، ۱۴۰۰). از جمله سفال‌های شناسایی‌شده در محوطه جیزد، قطعات سفال زرین‌فام است که به قرون میانی اسلام تعلق دارند. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف مطالعه خمیره این سفال‌ها شکل گرفت و نمونه‌های مورد مطالعه با روش پتروگرافی آنالیز شدند.

۲. پیشینه پژوهش

در ارتباط با سفال‌های زرین‌فام، پژوهش‌های متعددی بر پایه مطالعات میان‌رشته‌ای و با هدف منشأیابی این گونه سفال‌ها انجام شده است (نیکخواه، ۱۳۹۳؛ کلبادی‌نژاد، ۱۳۹۱؛ روحفر، ۱۳۸۸؛ طاهری شهرضا، ۱۳۹۶؛ Pradell et al., 2008; Mason & Keall, 1999; Freestone et al., 2009: 3–8). ماسون و کیل در مطالعه زرین‌فام‌های سیراف و تل اسود بیان کردند که این سفال‌ها از نظر بافت مشابه هستند؛ موضوعی که نشان می‌دهد قاعده مشخص و ثابتی برای نوع خاک موردنیاز در ساخت خمیره سفال زرین‌فام وجود داشته است (Mason & Keall, 1999). در مطالعه دیگری که توسط فری‌استون و همکارانش روی کاشی‌های زرین‌فام کاخ سلجوقی قبادآباد ترکیه انجام شد، اشاره کردند که فراوانی کوارتز و وجود انکلوزیون‌های اندک در بافت سفال، حاکی از ساخته‌شدن کاشی‌ها از فریت است (Freestone et al., 2009).

منتظرظهوری و همکارانش در مطالعه‌ای، سفال‌های زرین‌فام مجموعه دست‌کند زیرزمینی تپه قلعه خمین را به روش پیکسی آنالیز کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که لعاب این سفال‌ها از نوع سربی بوده و عناصر موجود در لعاب و خمیره تقریباً یکسان هستند (منتظرظهوری و دیگران، ۱۳۹۹). آقاعلی‌گل و همکارانش نیز در مطالعه‌ای، سفال‌ها و کاشی‌های زرین‌فام دوره‌های سلجوقی و ایلخانی را از چند منطقه ایران با روش پیکسی آنالیز کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که این آثار را می‌توان به سه گروه متمایز تقسیم کرد (Agha-Aligol et al., 2009). آقاعلی‌گل و همکارانش در مطالعه دیگری، ۴۱ قطعه سفال زرین‌فام متعلق به تخت سلیمان، الموت، مراغه، جیرفت و ری را با روش پیکسی بررسی کردند. نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر وجود چند ناحیه کاملاً متمایز بود که نشان می‌دهد هر یک از این مراکز از خاک متفاوتی برای ساخت سفال استفاده کرده‌اند (آقاعلی‌گل و دیگران، ۱۳۸۵).

نیکخواه و همکارانش در مطالعه‌ای، سفال‌های زرین‌فام شهر تاریخی تپه قلعه در بخش مرکزی ایران را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که لایه براق سطح نمونه، به‌عنوان سطحی آینه‌مانند، برای لومینسانس ناشی از لایه‌های زیرین عمل می‌کند (نیکخواه و دیگران، ۱۳۹۳). کلبادی‌نژاد در پایان‌نامه خود، هفت قطعه کاشی زرین‌فام موزه آستان قدس را با روش پیکسی

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

مورد آزمایش قرار داد. نتایج مطالعه او نشان داد که اکسید سیلیکون و اکسید کلسیم در همه نمونه‌ها وجود دارند و سیلیس یا کوارتز بخش اصلی لعاب نمونه‌ها را تشکیل می‌دهد (کلبادی‌نژاد، ۱۳۹۱). روحفر نیز در پایان‌نامه دکترای خود، تعدادی از سفال‌های زرین‌فام تخت سلیمان، کاشان، گرگان، ری و شوش را با روش پیکسی مورد آزمایش قرار داد. وجود تفاوت در عناصر سیلیس، سرب و قلع و اکسیدهای مورداستفاده، بیانگر استفاده از معادن مختلف در تهیه مواد به‌کاررفته در نمونه‌ها بود (روحفر، ۱۳۸۸).

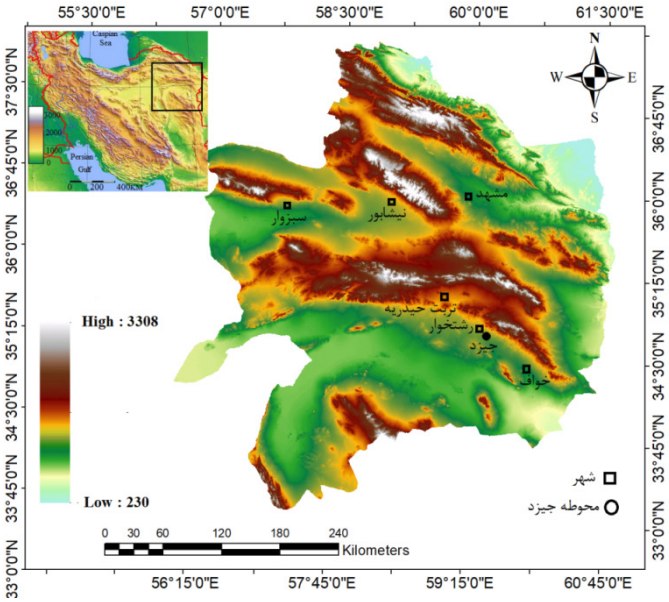
پرادل و همکارانش در مطالعه‌ای، مجموعه‌ای از سفال‌های زرین‌فام متعلق به قرن‌های چهارم تا هفتم هجری قمری از عراق، سوریه و ایران را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر شباهت‌های قابل‌توجهی میان این مراکز تولید بود. همچنین، نتایج نشان داد که زرین‌فام‌های اولیه عراق، متعلق به قرن سوم هجری قمری، از لعاب‌های ترکیبی مس و نقره با رنگ‌های مختلف ساخته می‌شدند و میزان سرب موجود در لعاب آن‌ها بسیار کم بود (Pradell et al., 2008). کمشکی و همکارانش نیز در مطالعه‌ای، مجموعه‌ای شامل ۱۰ نمونه سفال زرین‌فام به‌دست‌آمده از کرمان را با دستگاه میکروپیکسی آزمایش کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که احتمالاً این نمونه‌ها تولید محلی بوده‌اند (کمشکی، ۱۴۰۰).

نگارندگان در این پژوهش درصدد هستند تا با استفاده از روش پتروگرافی، خمیره نمونه‌های مورد مطالعه را بررسی کنند و ویژگی‌های بافتی و کانی‌های تشکیل‌دهنده سفال‌های زرین‌فام شناسایی‌شده از سطح محوطه جیزد را شناسایی و تحلیل کنند. این محوطه یکی از شرقی‌ترین محوطه‌های شاخص دوران اسلامی ایران است و سفال‌های زرین‌فام آن تاکنون مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند.

۳. معرفی محوطه

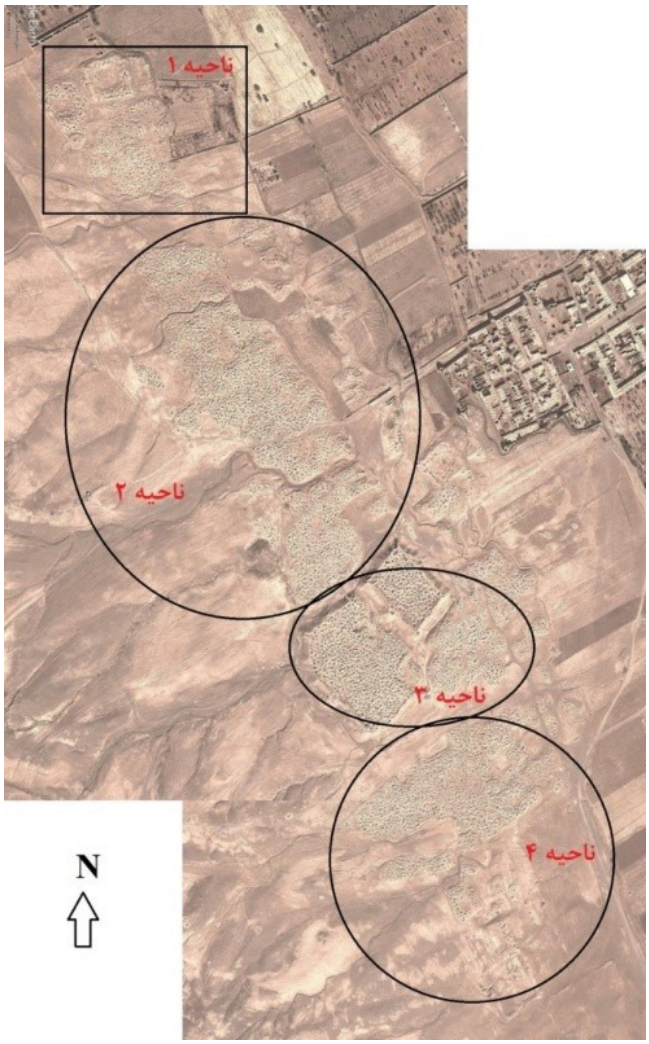
شهر باستانی جیزد در ۶۲ کیلومتری شهر تربت‌حیدریه و ۱۲ کیلومتری شهر رشتخوار، در دامنه تپه‌های جنوبی روستای اکبرآباد قرار دارد. بر اساس تقسیمات سیاسی فعلی کشور، شهر جیزد در شهرستان رشتخوار واقع شده است. شهر باستانی جیزد در متون تاریخی متعلق به قرون میانی اسلام، از قصبات ولایت خواف به شمار می‌رفته است (شکل ۱). این شهر در قرون پنجم تا هشتم هجری اهمیت داشته است. شهر جیزد، که دارای ارگ مرکزی، حصار، برج و بارو و خندق است، بقایای همان شهری است که به روایت فصیحی خوافی، در سال ۷۳۷ هـ‌ق. بر اثر زلزله‌ای بزرگ و ویرانگر به‌کلی منهدم شده است (فصیح خوافی، ۱۳۳۹).

در قدیمی‌ترین متون جغرافیایی، از جمله معجم‌البلدان، زوزن و خواف در شمار ده شهر عمده خراسان نام برده شده‌اند و جزو نواحی نیشابور به شمار می‌آمده‌اند (حموی، ۱۳۸۳). خطیب ابوالفخر زوزنی می‌گوید: سی هزار نفر از مردم قصبه جیزد از بین رفتند و بر اثر زلزله، وبایی در زاوه رخ داد که از سنجان زاوه تا دوغ‌آباد، یازده هزار نفر جان باختند.



شکل ۱. نقشه موقعیت جغرافیایی محوطه مورد مطالعه (ابراهیمی، ۱۴۰۱).

Figure 1. Geographic position of the study area (Ebrahimi, 2022).



شکل ۲. تقسیم بندی چهارگانه نواحی محوطه جیزد (ابراهیمی، ۱۴۰۱)

Figure 2. Quadruple division of Jizd area (Ebrahimi, 2022).

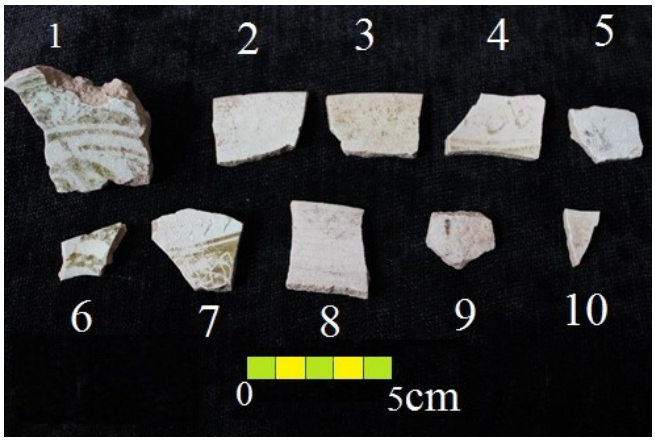
با توجه به اهمیت شهر جیزد در دوره اسلامی و نبود پژوهشی درباره آن، این شهر برای نخستین بار در تابستان ۱۴۰۰ به‌صورت روشمند مورد بررسی

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

قرار گرفت (ابراهیمی، ۱۴۰۱). بر اساس عکس‌های هوایی، شهر جیزد شهری خطی با جهت شمال‌غربی ـ جنوب‌شرقی است که این شکل خطی، به‌دلیل جریان‌های فصلی و فعالیت‌های جوی و اقلیمی، در چند ناحیه دچار گسست شده است. برای سهولت انجام بررسی و همچنین سهولت نام‌بردن از قسمت‌های مختلف محوطه در حین تحلیل داده‌ها، محوطه جیزد به چهار بخش اصلی (شکل ۲) و چند بخش فرعی تقسیم شد (همان).

٤. مواد و روش‌ها

پتروگرافی یا سنگ‌شناسی توصیفی و مطالعات پترولوژی یا سنگ‌شناسی تحلیلی، اطلاعات سودمندی درباره پراکندگی و تنوع کانی‌ها و ترکیب سنگ‌شناختی در اختیار ما قرار می‌دهند. نخستین نظام مبسوط برای توصیف جامع سرامیک‌های باستانی در مقاطع نازک، از سوی یان ویتبرد در سال ۱۹۸۹ میلادی ابداع شد. پیش از انتشار روش ویتبرد، بافت‌های سفال را عمدتاً بر اساس ترکیب، اندازه و شکل انکلوزیون‌ها توصیف می‌کردند. ویتبرد اهمیت ماتریکس و حفره‌ها را در تمایز بافت‌های مختلف پتروگرافی بیان کرد. بر اساس روش ویتبرد، نوع سنگ‌شناسی، فراوانی، شکل، گرد یا زاویه‌دار بودن، توزیع اندازه دانه‌ها، همگنی و جورشدگی انکلوزیون‌ها بررسی می‌شود (Sean Quinn, 2013).



شکل ۳. قطعات سفال‌های زرین‌فام به‌دست آمده از محوطه جیزد

Figure 3. Fragment of Lusterware Ceramics obtained from Jizd Site.

استفاده از پتروگرافی به روش ویتبرد برای مطالعه سفال‌های باستانی در ایران، رویکردی کاملاً جدید است و در این مطالعه نیز از روش ویتبرد برای توصیف پتروگرافی سفال‌های زرین‌فام محوطه جیزد استفاده شد. در این مطالعه، ۱۰ قطعه سفال زرین‌فام به‌دست‌آمده از بررسی نظام‌مند محوطه جیزد رشتخوار مورد مطالعه قرار گرفت (ابراهیمی، ۱۴۰۱) (شکل ۳). این قطعات، در نمونه‌های ۱، ۳، ۴، ۶ و ۷، که از نظر سبک قابل‌شناسایی هستند، از نوع کاشان‌اند؛ در این نوع، کتیبه‌ها در میان دو خط در بالا و پایین قاب‌بندی شده‌اند (Pope, 1964). مقاطع تهیه‌شده برای مطالعه از نوع نازک‌صیقلی (polished thin-section) با ضخامت ۲۵ تا ۳۰ میکرون هستند که پس از آماده‌سازی، نمونه‌ها با میکروسکوپ نور عبوری ـ انعکاسی مدل BK-POL مورد مطالعه قرار گرفتند. نمونه‌ها با توجه به بافت سرامیکی سفال و بر اساس انکلوزیون‌ها، ماتریکس رسی و حفره‌ها، بر پایه روش یان ویتبرد توصیف شده‌اند.

۵. نتایج پتروگرافی

۵-۱. نمونه ۱

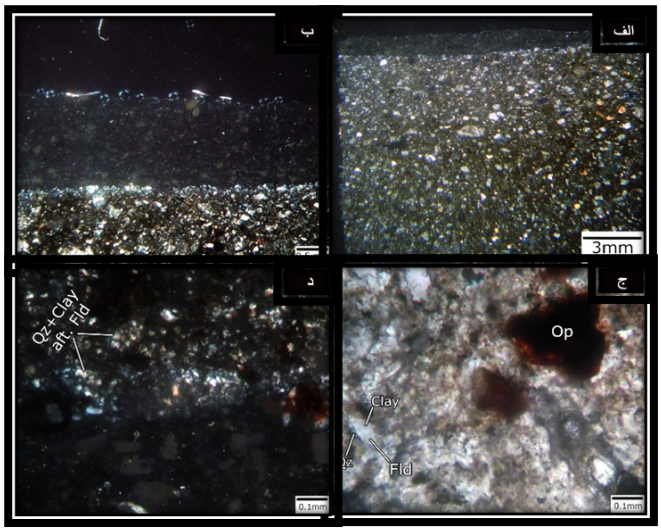
این نمونه دارای بافت آتشفشانی است و توزیع اندازه ذرات آن از نوع دووجهی است. اجزای انکلوزیون در نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی با بافت شیشه‌ای ـ کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین است. فراوانی کانی‌های سیلیکاتی و کانه‌های مات در نمونه بسیار کم است. آمفیبول یا بیوتیت به‌صورت پراکنده و با فراوانی بسیار کم مشاهده می‌شوند که هوازده شده‌اند. آمفیبول و بیوتیت جزو کانی‌های فرومنیزین هستند که تشخیص آن‌ها از یکدیگر با استفاده از ویژگی‌های کانی‌شناسی نوری، مانند رنگ در نور PPL، فرم بلوری، سیستم رخ، فرمول و میزان چندرنگی (pleochroism) در نور PPL، رنگ‌های تداخلی در نور XPL و، مهم‌تر از همه، بافت سطحی آن‌ها هنگام خاموشی نوری (extinction) امکان‌پذیر است. بلورک‌هایی از کانی‌های سیلیکاتی سوزنی در بخش‌های شیشه‌ای‌شده (vitrified) پیرامون منافذ خروج گاز تبلور پیدا کرده‌اند. پیرامون حفرات وزیکولی، بلورهای کریستوبالیت ثانویه با فراوانی کم قابل مشاهده‌اند. قطعه‌ای بیضی‌شکل با رنگ قهوه‌ای مایل به زرد و انکلوزیون‌های تیره در زمینه دیده می‌شود که می‌تواند سفال یا گل پخته باشد.

بلورهای کوارتز دارای خاموشی موجی (undulose extinction) هستند که نشانگر تحمل فشارهای تکتونیکی در خاستگاه زمین‌شناختی آن‌هاست. لعاب دارای مرزی صاف و مشخص (sharp) با بدنه سفال است. لعاب بافت ناهمگون نوری نشان می‌دهد و برخی از انکلوزیون‌های تیره‌رنگ در نور عبوری ممکن است بخش‌های ناهمگن حاوی اکسیدهای فلزی در مغز لعاب باشند که در نور بازتابشی به رنگ سفید روشن دیده می‌شوند و احتمالاً ناشی از تمرکز اکسیدهای تیتانیوم هستند. بر اساس خواص نوری در نورهای PPL و XPL، چندرنگی در بیوتیت شدت زیادی دارد و تغییر رنگ آن شدید است؛ اما در آمفیبول‌ها تغییر رنگ شدیدی مشاهده نمی‌شود. در نور XPL، سطح بیوتیت هنگام خاموشی حالت نقطه‌نقطه پیدا می‌کند و زبر است. آمفیبول‌ها رخ لوزی دارند و برخلاف بیوتیت، حالت نقطه‌نقطه‌شدن سطح را نشان نمی‌دهند. بیوتیت‌ها شکل‌پذیرند و حالت ورقه‌ای دارند، اما این خصوصیت در آمفیبول‌ها دیده نمی‌شود. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات ممکن است اسیدی و از نوع ریولیت (rhyolite) تا داسیت (dacite) باشد (شکل‌های ۴ و ۵).

۵-۲. نمونه ۲

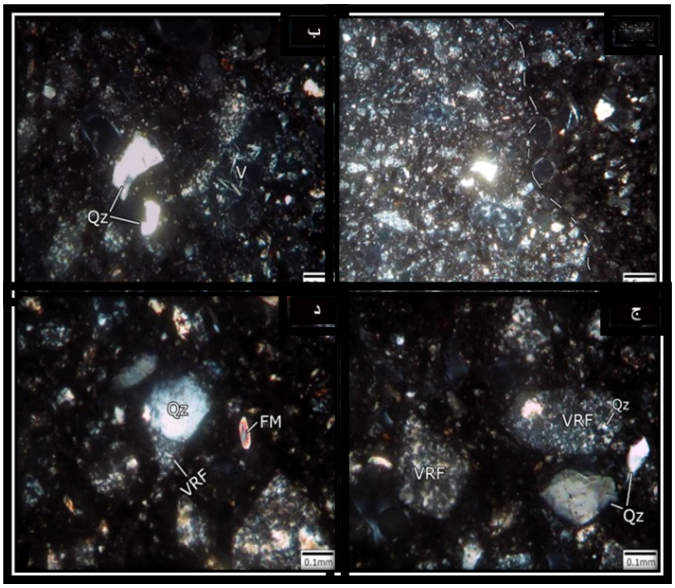
این نمونه دارای بافت آتشفشانی است و توزیع اندازه ذرات آن دووجهی است؛ اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کانی‌های کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی است. بلورهای کوارتز خاموشی موجی نشان می‌دهند. لعاب با بدنه دارای مرز مشخص (sharp) است.

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026



شکل ٤. نگاره ۱. الف) عکس کلی از بافت میکروسکوپی سفال با لعاب؛ ب) نمای نزدیک میکروسکوپی از خمیره سفال؛ ج) کانه مات و خرده‌سنگ آتشفشانی حاوی بلورهای فلدسپار رسی و سیلیسی‌شده (PPL)؛ د) خرده‌سنگ با بافت کریپتوکریستالین حاوی میکروفنوکریست‌های مستطیلی‌شکل فلدسپار متاثر از دگرسانی رسی که به صورت بخشی سیلیسی شده است.

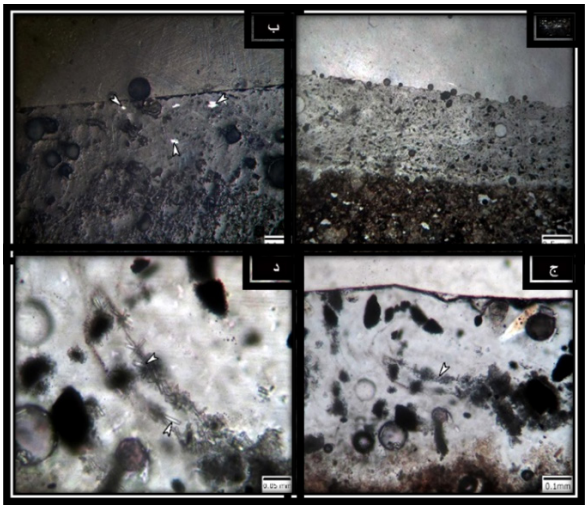
Figure 4. Plate 1. a) General view of the microscopic texture of glazed pottery; b) Microscopic close-up of the pottery paste; c) Dull mineral and volcanic lithic fragment containing clayey and silicified feldspar crystals (PPL); d) Lithic fragment with cryptocrystalline texture containing rectangular feldspar microphenocrysts affected by clay alteration, which is partially silicified.



شکل ٥. نگاره ۲. الف) نمای کلی از مرز هسته تیره با بخش روشن بدنه سفال؛ ب) خرده‌های کوارتز در کنار شیشه تبلوریافته درون حفره وزیکولی؛ ج) خرده‌های آتشفشانی اسیدی کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین با میکروفنوکریست کوارتز در کناره خرده‌های کوارتز؛ د) خرده آتشفشانی با میکروفنوکریست کوارتز در کنار خرده کانه فرومنیزین.

Figure 5. Plate 2. a) General view of the dark core boundary with the light body of the pottery; b) Quartz fragments adjacent to devitrified glass within a vesicular cavity; c) Acidic volcanic lithic fragments, cryptocrystalline to microcrystalline, with quartz microphenocrysts at the edges of quartz fragments; d) Volcanic lithic fragment with quartz microphenocryst adjacent to ferromagnesian mineral fragments.

غالب خرده‌های سنگی از نوع میکروکریستالین هستند و برخی از آن‌ها دارای پچ‌های کوارتز ثانویه در خمیره شیشه‌ای رسی‌شده‌اند. در ماتریکس، آغشتگی به اکسیدهای آهن دیده می‌شود. بلورهای ثانویه با آرایش شعاعی در زمینه شیشه‌ای و درون حفره وزیکولی تشکیل شده‌اند. خرده‌های سنگی آتشفشانی کشیده، متشکل از بلورهای میکروفنوکریست فلدسپار آلکالن در زمینه شیشه‌ای میکرولیت‌دار رسی‌شده، دیده می‌شوند. دانه‌های کانه مات یا اُپک از نوع بلورهای ریز هماتیت هستند. خرده‌های سنگی آتشفشانی میکرولیتی ـ شیشه‌ای حاوی پچ سیلیس ثانویه و خرده‌های سنگی حاوی اکسیدهای تیتانیوم، با شبح میکرولیت‌های فلدسپار، در مقطع قابل مشاهده‌اند. حفرات تخلخل هم‌اندازه و کشیده در بدنه دیده می‌شوند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات ممکن است اسیدی و از نوع ریولیت تا داسیت باشد (شکل‌های ۶ و ۷).



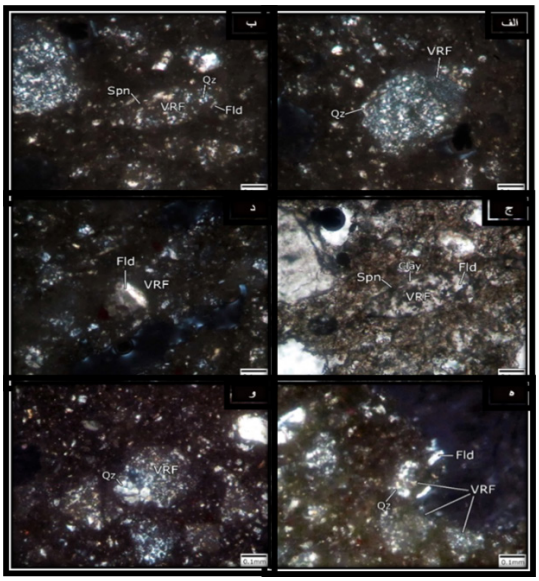
شکل ٦. نگاره ۱.الف) نمای نزدیک میکروسکوپی از لعاب با انکلوزیون‌های تیره‌رنگ (نور PPL)؛ ب) انکلوزیون‌های فلزی در بخش لعاب خارجی با مرز داخلی نامنظم؛ ج) تشکیل بلورک‌های سیلیکاتی در زمینه لعاب خارجی (نور PPL)؛ د) نمای نزدیکتر از تشکیل بلورک‌های سیلیکاتی در زمینه شیشه‌ای لعاب خارجی (نور PPL).

Figure 6. Plate 1. a) Microscopic close-up of the glaze with dark inclusions (PPL); b) Metallic inclusions in the outer glaze section with irregular internal boundaries; c) Formation of silicate microcrystals within the outer glaze matrix (PPL); d) Closer view of silicate microcrystal formation within the glassy matrix of the outer glaze (PPL).

۵-۳. نمونه ۳

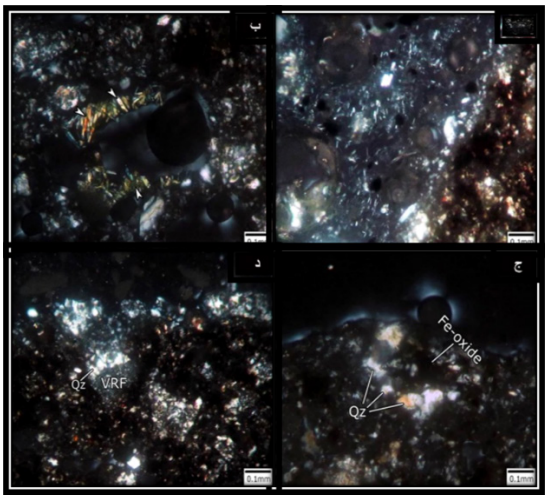
این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است. اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی است؛ فراوانی کانی‌های سیلیکاتی و کانه‌های مات در نمونه بسیار کم است. ذرات موجود در نمونه عمدتاً از خرده‌های سنگی با بافت میکروکریستالین تشکیل شده‌اند. خرده‌های میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین سیلیسی‌شده و دانه‌های کوارتز مونوکریستالین در نمونه قابل مشاهده‌اند. دانه‌های کوارتز خاموشی نوری موجی نشان می‌دهند. اکسیدهای آهن از نوع هماتیت در پیرامون حفرات وزیکولی مشاهده می‌شوند. پیرامون برخی از حفرات، کربنات‌های ثانویه حاصل از ته‌نشست در زمان دفن سفال دیده می‌شوند. خرده‌های پراکنده‌ای از بلورهایی که به نظر می‌رسد هورنبلند باشند، در مقطع مشاهده می‌شوند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات ممکن است اسیدی و از نوع ریولیت تا داسیت باشد (شکل‌های ۸ و ۹).

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026



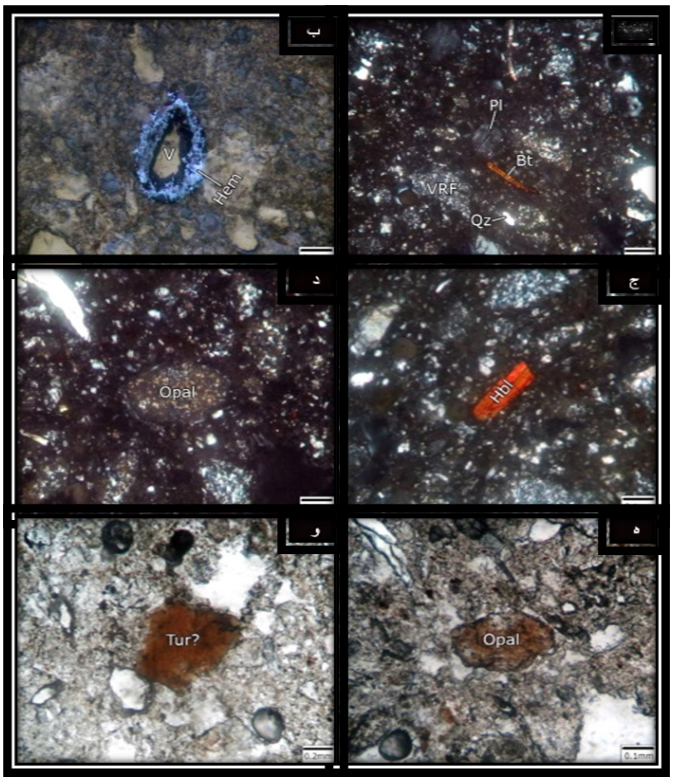
شکل ۷. نگاره ۲. الف) نمایی از خرده‌سنگ کریپتوکریستالی با پچ‌های میکروکریستالین حاصل سیلیسی شدن؛ ب) خرده‌سنگ حاوی اکسیدهای تیتانیوم، کوارتز و شبح میکرولیت فلدسپار؛ ج) خرده‌سنگ آتشفشانی کشیده متشکل از بلور میکروفنوکریست فلدسپار آلکالن و اکسیدهای تیتانیوم در خمیره شیشه‌ای میکرولیت‌دار رسی‌شده؛ د) خرده‌سنگ آتشفشانی حاوی بلور فلدسپار؛ ه) خرده‌سنگ‌های آتشفشانی که برخی سیلیسی شده و بلور فلدسپار؛ و خرده‌سنگ‌های میکروکریستالین حاوی پچ سیلیس ثانویه در خمیره رسی به رنگ قرمز تیره.

Figure 7. Plate 2. a) View of a cryptocrystalline lithic fragment with microcrystalline patches resulting from silicification; b) Lithic fragment containing titanium oxides, quartz, and a feldspar microlith shadow; c) Elongated volcanic lithic fragment composed of alkaline feldspar microphenocryst crystals and titanium oxides within a clayey, micritic, glassy matrix; d) Volcanic lithic fragment containing feldspar crystals; e) Volcanic lithic fragments, some silicified with feldspar crystals, and microcrystalline lithics containing secondary silica patches in a dark red clayey matrix.



شکل ۸. نگاره ۱. الف) نمای از مرز هسته تیره‌رنگ سفال و بخش روشن‌رنگ؛ ب) تشکیل بلورهای سیلیکاتی در حاشیه منفذ وزیکولی خروج گاز که شیشه‌ای شده‌اند؛ ج) نمایی از خرده‌سنگ آتشفشانی سیلیسی و آهن‌دارشده؛ د) نمایی از خرده‌سنگ کریپتوکریستالین به طور بخشی سیلیسی‌شده

Figure 8. Plate 1. a) View of the boundary between the dark core and the light section of the pottery; b) Formation of silicate crystals at the margin of a glassy gas-escape vesicular pore; c) View of a silicified and ferruginous volcanic lithic fragment; d) View of a partially silicified cryptocrystalline lithic fragment.



شکل ۹. نگاره ۲. الف) نمایی از خرده‌سنگ‌های با بافت میکروکریستالین، بیوتیت، کوارتز و پلاژیوکلاز؛ ب) تمرکز اکسیدهای آهن (هماتیت) در حاشیه حفره وزیکولی (نور ترکیبی)؛ ج) نمایی از بلور هورنبلند؛ د، ه) قطعه اُپالی (Opal)؛ و) خرده بلوری مشکوک به تورمالین.

Figure 9. Plate 2. a) View of microcrystalline lithic fragments, biotite, quartz, and plagioclase; b) Concentration of iron oxides (hematite) at the margin of a vesicular cavity (combined light); c) View of a hornblende crystal; d, e) Opal fragment; f) Crystalline fragment suspected to be tourmaline.

۵-٤. نمونه ٤

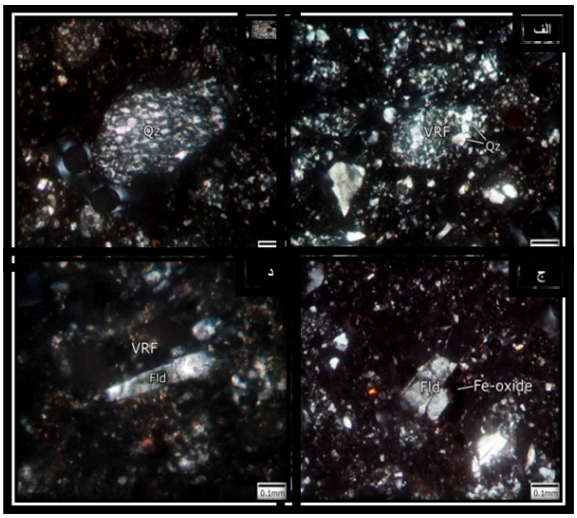
در این نمونه نیز اغلب خرده‌های سنگی دارای بافت میکروکریستالین هستند؛ برخی از خرده‌های سنگی بافت کریپتوکریستالین شیشه‌ای دارند. خرده‌های آتشفشانی شامل بلورهای میکروفنوکریست پلاژیوکلاز در خمیره شیشه‌ای نمونه قابل مشاهده‌اند. حاشیه حفرات وزیکولی شیشه‌ای شده و حاوی ترکیبات اکسید تیتانیوم یا کربنات است. لعاب نمونه دارای مرزی نامنظم با بدنه و ضخامتی متفاوت در قسمت‌های مختلف است؛ بخش بیرونی لعاب مملو از انکلوزیون‌های تیره و دارای حفره‌های خروج گاز گرد است و بخش داخلی، بافت شیشه‌ای شفاف با خطوط جریانی ضعیف را نشان می‌دهد. دانه‌های کوارتز دارای خاموشی موجی هستند؛ بلورهای کوارتز اغلب ضخامتی بیش از حد استاندارد دارند و بنابراین رنگ‌های تداخلی نوری آن‌ها کمی بالاتر از خاکستری و متمایل به زرد است. بلور هورنبلند حرارت‌دیده به رنگ قهوه‌ای سوخته و قرمز ـ قهوه‌ای (احتمالاً اکسیدشده) در نمونه دیده می‌شود. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات ممکن است اسیدی و از نوع ریولیت تا داسیت باشد (شکل‌های ۱۱ و ۱۰).

۵-۵. نمونه ۵

این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است؛ اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کانی‌های کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی، همراه با کانی‌های سیلیکاتی با فراوانی بسیار کم، است.

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

خرده‌های سنگی ریز تا درشت، عمدتاً از اجزایی با بافت میکروکریستالین تشکیل شده‌اند. بخش بیرونی لعاب نمونه حاوی انکلوزیون‌های تیره‌رنگ و ناهمگون است و بخش داخلی آن روشن بوده و مرزی متمایز با بدنه دارد. خرده‌های سنگی تا حدی رسی شده‌اند و حاوی بخش‌های میکروکریستالین سیلیسی هستند که احتمالاً به‌صورت ثانویه جانشین شده‌اند. برخی از خرده‌های سنگی با زمینه میکروکریستالین، حاوی پچ‌هایی با بلورهای درشت‌تر هستند. دانه‌های کوارتز و پلاژیوکلاز در مرز با لعاب دیده می‌شوند. لعاب تا حدی به درون بدنه نفوذ کرده است. در پیرامون حفرات وزیکولی، خمیره رسیِ شیشه‌ای‌شده با فعالیت نوری ضعیف دیده می‌شود. بلورهای کوارتز خاموشی موجی نشان می‌دهند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات، اسیدی یا فلسیک و از نوع ریولیت تا داسیت است (شکل ۱۲).

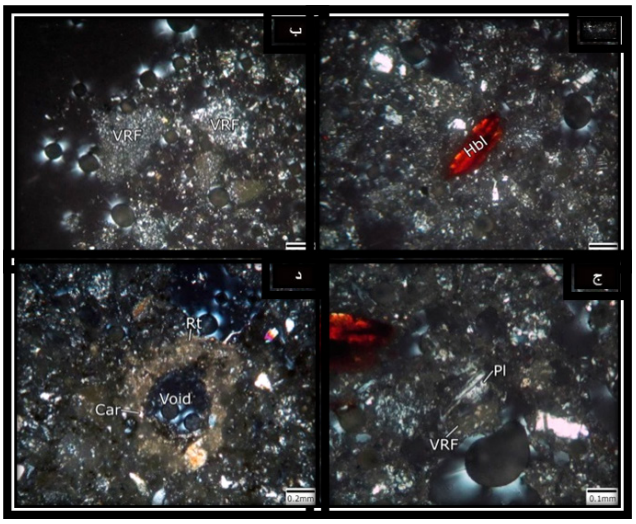


شکل ۱۰. نگاره ۱. الف) نمایی از خرده‌سنگ میکروکریستالین حاوی پچ‌های سیلیسی‌شده؛ ب) نمایی از خرده‌سنگ سیلیسی با بافت جهت‌یافته در خمیره رسی شیشه‌ای شده؛ ج) بلورهای فلدسپار در زمینه آهن‌دار شده؛ د) بلور فلدسپار در خرده‌سنگ آتشفشانی.

Figure 10. Plate 1. a) View of a microcrystalline lithic fragment containing silicified patches; b) View of a silicified lithic fragment with oriented texture within a glassy clayey matrix; c) Feldspar crystals in a ferruginous matrix; d) Feldspar crystals in a volcanic lithic fragment.

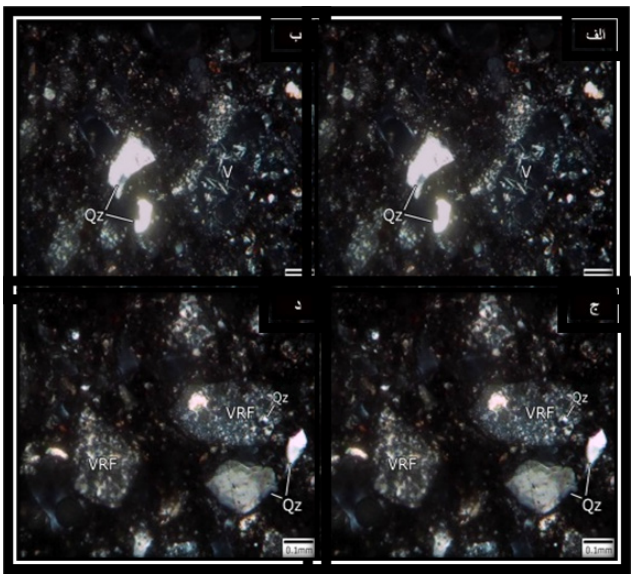
۵-۶. نمونه ٦

این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است؛ اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی، همراه با کانی‌های سیلیکاتی با فراوانی بسیار کم، است. نمونه عمدتاً از خرده‌های سنگی میکروکریستالین، از ریز تا درشت، تشکیل شده است. لعاب خارجی شفاف و لعاب داخلی نازک‌تر است؛ لعاب به درون بدنه نفوذ کرده و بخشی از لایه زیرین آن، در تماس با بدنه، تبلور یافته است. کوارتز پلی‌کریستالین، بلور پلاژیوکلاز و خرده‌های سنگی میکروکریستالین در کنار یکدیگر دیده می‌شوند. خرده‌های میکروکریستالین و شیشه‌ای ـ کریپتوکریستالین دگرسانی رسی نشان می‌دهند. بلورهای کوارتز خاموشی موجی نشان می‌دهند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات، اسیدی یا فلسیک و از نوع ریولیت تا داسیت است (شکل ۱۳).



شکل ۱۱. نگاره ۲. الف) بلور هورنبلند حرارت‌دیده و اکسیدشده به رنگ قرمز-قهوه‌ای؛ ب) خرده‌سنگ میکروکریستالین ریزبلور در کنار خرده‌سنگ میکروکریستالین حاوی پچ‌های کوارتز نسبتا درشت‌بلور؛ ج) خرده‌سنگ آتشفشانی شامل بلور میکروفنوکریست پلاژیوکلاز در خمیره شیشه‌ای اکسیدشده؛ د) ترکیبات اکسید تیتانیوم و کربنات در حاشیه حفرات وزیکولی.

Figure 11. Plate 2. a) Thermalized and oxidized hornblende crystal, reddish-brown in color; b) Fine-grained microcrystalline lithic fragment adjacent to a microcrystalline lithic fragment containing relatively coarse-grained quartz patches; c) Volcanic lithic fragment including plagioclase microphenocryst crystals within an oxidized glassy matrix; d) Titanium oxide and carbonate compounds at the margin of vesicular pores.



شکل ۱۲. الف) نمای کلی از مرز هسته تیره با بخش روشن بدنه سفال؛ ب) خرده‌های کوارتز در کنار شیشه تبلوریافته درون حفره وزیکولی؛ ج) خرده‌های آتشفشانی اسیدی کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین با میکروفنوکریست کوارتز در کناره خرده‌های کوارتز؛ د) خرده آتشفشانی با میکروفنوکریست کوارتز در کنار خرده کانه فرومنیزین.

Figure 12. a) General view of the dark core boundary with the light body of the pottery; b) Quartz fragments adjacent to devitrified glass within a vesicular cavity; c) Acidic volcanic lithic fragments, cryptocrystalline to microcrystalline, with quartz microphenocrysts at the edges of quartz fragments; d) Volcanic lithic fragment with quartz microphenocryst adjacent to ferromagnesian mineral fragments.

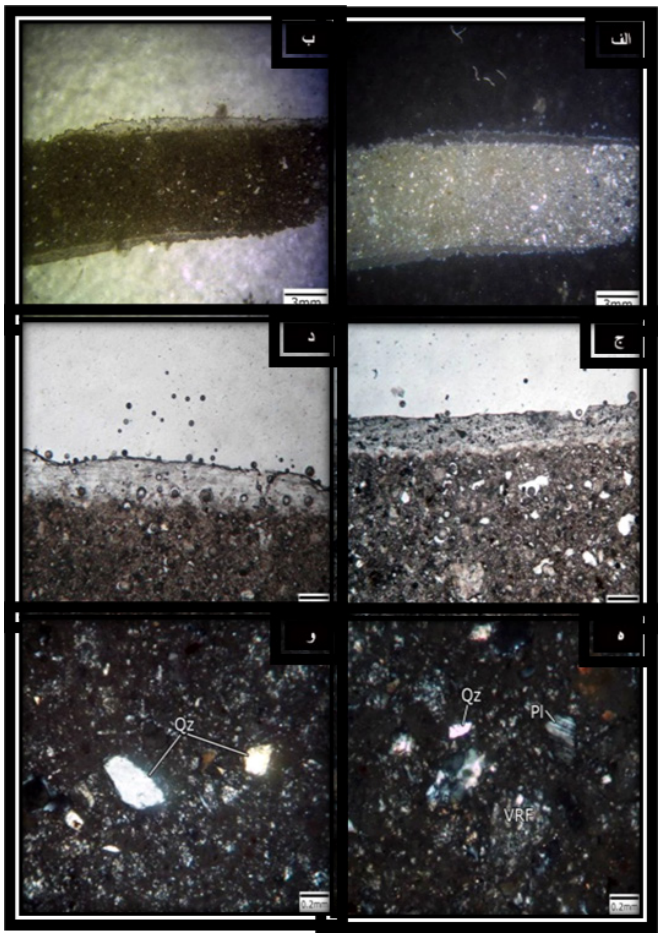
[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

۵-۷. نمونه ۷

این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است؛ اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کوارتز و فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی است. خرده‌های سنگی ریز تا درشت، عمدتاً با بافت میکروکریستالین، دیده می‌شوند. کانه‌های مات و کانی‌های سیلیکاتی با فراوانی بسیار کم در نمونه وجود دارند. بخش خارجی لعاب دارای انکلوزیون و تیره‌رنگ و بخش داخلی آن شفاف است. لعاب تا حدودی به درون بدنه نفوذ کرده است. بخش شیشه‌ای شفاف لایه زیرین لعاب تقریباً به‌صورت اولیه باقی مانده و حالت شیشه‌ای خود را حفظ کرده است. این فاز شیشه‌ای کامل می‌تواند ناشی از سردشدن بسیار سریع لایه زیرین لعاب در تماس با بدنه، هنگام لعاب‌دهی، باشد. لایه بیرونی و ضخیم‌تر لعاب دارای بافت ناهمگون است که می‌تواند دو دلیل داشته باشد: ۱) لعاب مذاب، به دلیل سردشدن آهسته‌تر در مقایسه با بخش زیرین، تا حدودی متبلور شده و مواد سازنده آن تفکیک شده‌اند؛ ۲) بخش بیرونی لعاب، در اثر تماس با عوامل جوی یا خاک در طول زمان، دچار تحول شده و فاز شیشه‌ای اولیه آن دگرسان و تا حدی متبلور شده است. دانه‌های اکسید آهن در حاشیه حفرات تخلخل دیده می‌شوند؛ دانه‌های کانه‌های مات در خود زمینه و بیشتر در داخل خرده‌های سنگی مشاهده می‌شوند. خرده‌های سنگی با خمیره شیشه‌ای ـ کریپتوکریستالین، که اندکی سیلیسی شده‌اند و حاوی بلور میکروفنوکریست فلدسپار آلکالن هستند، در مقطع دیده می‌شوند. بلورهای کوارتز خاموشی موجی نشان می‌دهند. پیرامون حفرات وزیکولی، ماتریکس رسی سفال تا حدودی شیشه‌ای شده است. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات، اسیدی یا فلسیک و از نوع ریولیت تا داسیت است (شکل‌های ۱۴ و ۱۵).

۵-۸. نمونه ۸

این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع تک‌وجهی است؛ اجزای انکلوزیون نمونه عمدتاً شامل خرده‌های بلوری کانی‌های کوارتز فلدسپار و خرده‌های سنگی آتشفشانی است. خرده‌های سنگی ریز تا درشت، عمدتاً از اجزای آتشفشانی با بافت کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین تشکیل شده‌اند. کانه‌های مات و کانی‌های سیلیکاتی با فراوانی بسیار کم در نمونه وجود دارند. لعاب نمونه دارای خطوط جریانی مملو از انکلوزیون، با نوارهای سفید و تیره ناپیوسته است؛ بیشتر خرده‌های سنگی کمابیش سیلیسی شده‌اند. لعاب خارجی روشن، عمدتاً شفاف و حاوی انکلوزیون‌های پراکنده است. لعاب داخلی انکلوزیون‌های بیشتری دارد، تیره‌رنگ است و نوارهای ناپیوسته‌ای را نشان می‌دهد. لعاب خارجی در مقایسه با لعاب داخلی حفره‌دارتر است. دانه‌های کوارتز دارای خاموشی موجی هستند. خرده‌های سنگی با بافت میکروکریستالین حاوی پچ‌های کوارتز ثانویه، بلورهای میکروفنوکریست فلدسپار رسی‌شده، خرده‌های کانی‌های فرومنیزین آهن‌دارشده، بلورهای هورنبلند، خرده‌های اُپالی سیلیسی‌شده، خرده‌سنگ بازالتی با خمیره اُپاسیت و دانه‌های فلدسپار آلکالن بدون ماکل در مقطع دیده می‌شوند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات، اسیدی یا فلسیک و از نوع ریولیت تا داسیت است (شکل‌های ۱۶ و ۱۷).



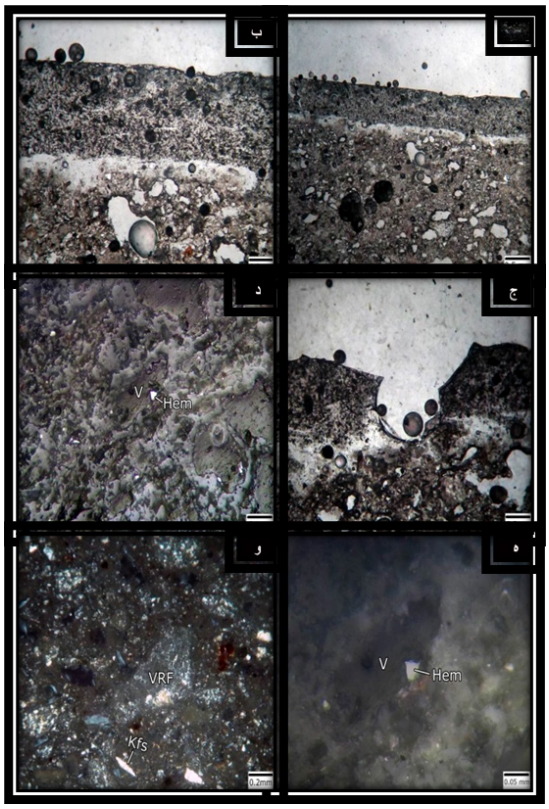
شکل ۱۳. الف، ب) نمای کلی بافت میکروسکوپی سفال با لایه لعاب در دو نور XPL و PPL؛ ج) نمایی از لعاب خارجی شفاف با ؛ د) نمایی از لعاب خارجی شفاف؛ ه) کوارتز پلی کریستالین، بلور پلاژیوکلاز و خرده‌سنگ آتشفشانی میکروکریستالین؛ و) نمایی از خرده‌های بلوری کوارتز.

Figure 13. a, b) General view of the microscopic texture of the pottery with the glaze layer in XPL and PPL; c) View of a transparent outer glaze; d) View of a transparent outer glaze; e) Polycrystalline quartz, plagioclase crystal, and microcrystalline volcanic lithic fragment; f) View of quartz crystalline fragments.

۵-۹. نمونه ۹

این نمونه دارای بافت کوارتزی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است؛ نمونه دارای لعاب شفاف، بدون خطوط جریانی مشخص و با مرزهای نامنظم است. لعاب به بخش‌هایی از بدنه نفوذ کرده و قطعات خرده‌های تخریبی موجود در بدنه سفال را دربرگرفته است که به موازات مرز لعاب و بدنه آرایش یافته‌اند. این مقطع در مقایسه با نمونه‌های دیگر دارای تخلخل بیشتری است. دانه‌های کوارتز در این نمونه خاموشی موجی کمتری دارند و بیشتر خاموشی نوری مستقیم نشان می‌دهند. بلورهای کوارتز و فلدسپار آلکالن در خمیره‌ای رسی و شیشه‌ای‌شده (vitrified)، حاصل از پخت سفال، دربرگرفته شده‌اند. خرده‌های آتشفشانی با بافت ویتروفیریک (vitrophyric) به‌ندرت دیده می‌شوند. حفرات وزیکولی حاصل از خروج گاز درون لعاب مشاهده می‌شوند؛ در زمینه شیشه‌ای لعاب، بخشی تبلوریافته با بافت اسفرولیتیک دیده می‌شود (شکل‌های ۱۸ و ۱۹).

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

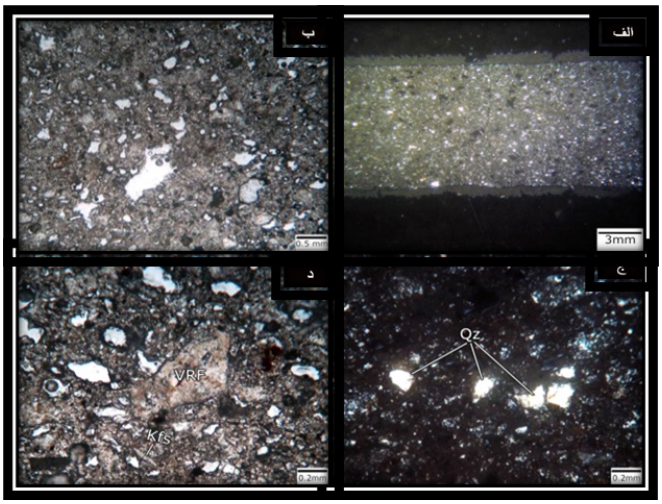


شکل ۱۴. نگاره ۱. الف) نمایی از لعاب خارجی متشکل از لایه بیرونی غنی از انکلوزیون و لایه درونی شفاف؛ ب) نمای نزدیکتر از لعاب خارجی (نور PPL)؛ ج) نمایی از لعاب داخلی با مرز ناصاف با بدنه و حفره تخلخل خروج گاز کروی؛ د) دانه فلزی اکسید آهن در حاشیه حفره تخلخل در نور بازتابشی؛ ه) نمای دیگری از دانه فلزی اکسید آهن در حاشیه حفره تخلخل در نور بازتابشی؛ و) خرده‌سنگ آتشفشانی با خمیره شیشه‌ای–کریپتوکریستالی کمی سیلیسی‌شده حاوی میکروفنوکریست فلدسپار آلکالن.

Figure 14. Plate 1. a) View of the outer glaze consisting of an inclusion-rich outer layer and a transparent inner layer; b) Closer view of the outer glaze (PPL); c) View of the inner glaze with an irregular boundary with the body and a spherical gas-escape porosity pore; d) Iron oxide metallic grain at the margin of the porosity pore in reflected light; e) Another view of the iron oxide metallic grain at the margin of the porosity pore in reflected light; f) Volcanic lithic fragment with a slightly silicified glassy-cryptocrystalline matrix containing alkaline feldspar microphenocrysts.

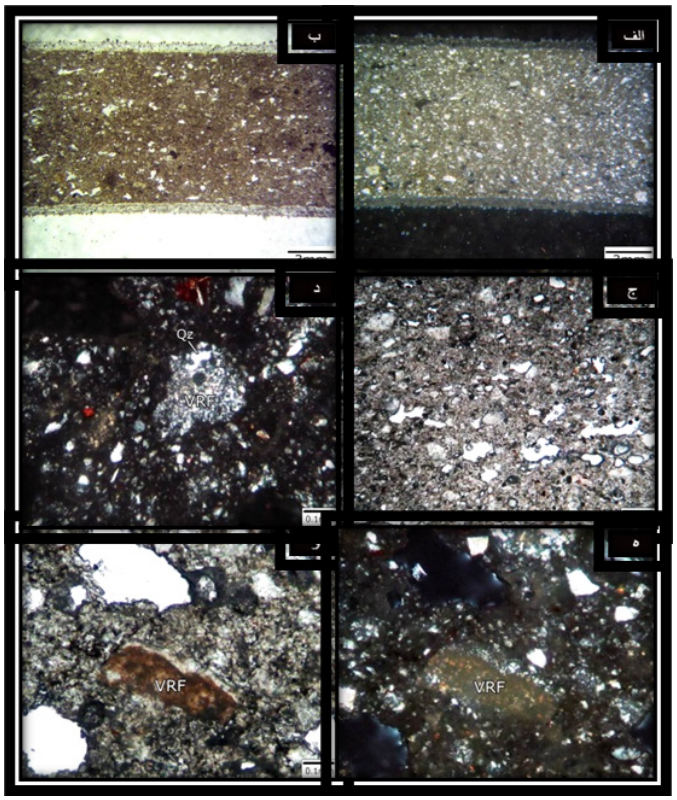
۵-۱۰. نمونه ۱۰

این نمونه دارای بافت آتشفشانی و توزیع اندازه ذرات از نوع دووجهی است؛ اجزای انکلوزیون را عمدتاً کوارتز و خرده‌های آتشفشانی با بافت کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین تشکیل می‌دهند. پچ‌های سیلیسی در برخی از خرده‌های سنگی جانشین شده‌اند. کانه‌های مات با فراوانی بسیار کم در مقطع دیده می‌شوند. لایه بیرونی لعاب دارای انکلوزیون‌های تیره‌رنگ است و در بخش‌هایی بافتی ناهمگون دارد؛ در زیر آن، لایه‌ای شیشه‌ای و نسبتاً شفاف، متأثر از تبلور بعدی، دیده می‌شود. لعاب خارجی دارای مرزی موج‌دار و نامنظم با بدنه است و با مواد میکروکریستالین جایگزین شده است. لعاب داخلی دارای ضخامتی متغیر است. لعاب به درون بدنه نفوذ کرده است. خرده‌های فلدسپار و خرده‌های سنگی در نمونه رسی شده‌اند. خرده‌هایی با بافت میکروپورفیریتیک و دانه‌های هماتیت در مقطع دیده می‌شوند. بلورهای کوارتز خاموشی موجی نشان می‌دهند. ترکیب سنگ آتشفشانی منشأ رسوبات، اسیدی یا فلسیک و از نوع ریولیت تا داسیت است (شکل‌های ۲۰ و ۲۱).



شکل ۱۵. نگاره ۲. الف) عکس کلی از بافت سفال با لعاب داخلی و خارجی؛ ب) نمای کلی از تخلخل در بافت سفال (نور PPL)؛ ج) نمایی از خرده‌های بلوری کوارتز؛ د) نمایی از خرده‌سنگ آتشفشانی با خمیره شیشه‌ای–کریپتوکریستالین اندکی سیلیسی‌شده حاوی بلور میکروفنوکریست فلدسپار آلکالن.

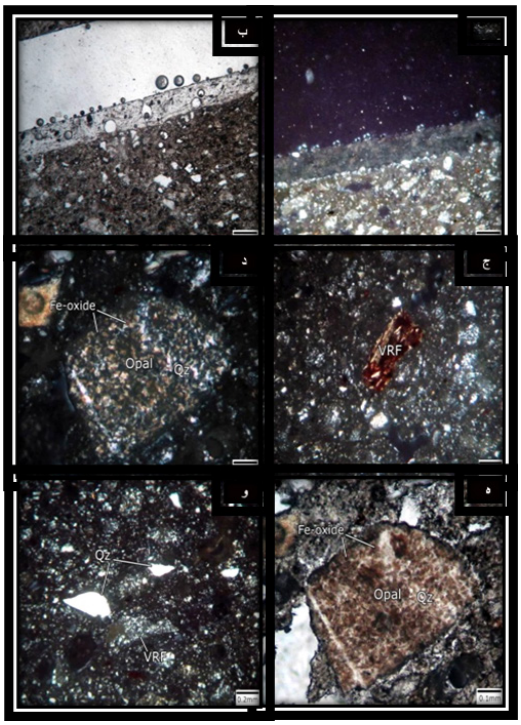
Figure 15. Plate 2. a) General photo of the pottery texture with inner and outer glazes; b) General view of porosity within the pottery texture (PPL); c) View of quartz crystalline fragments; d) View of a volcanic lithic fragment with a slightly silicified glassy-cryptocrystalline matrix containing alkaline feldspar microphenocryst crystals.



شکل ۱۶. نگاره ۱. الف، ب) نمایک کلی از بافت سفال با لایه لعاب در نور XPL و PPL؛ ج) نمایی کلی از حفرات تخلخل در بافت سفال؛ د) خرده‌سنگ میکروکریستالین حاوی پچ کوارتز ثانویه نسبتا درشت‌بلور؛ ه، و) خرده‌سنگ شیشه‌ای شیشه‌ای–اُپالی رسی‌شده با آغشتگی به اکسیدهای آهن.

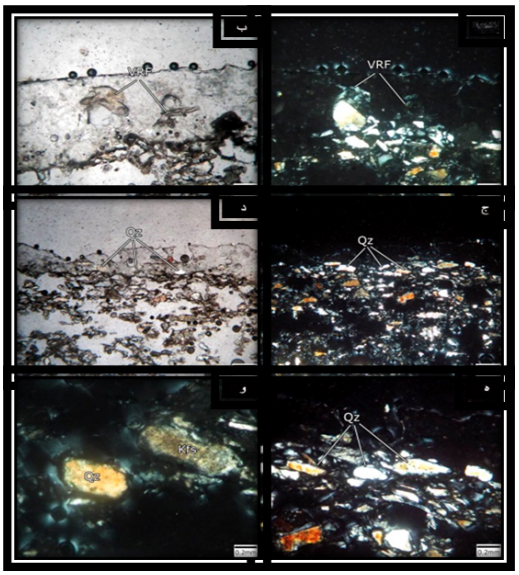
Figure 16. Plate 1. a, b) General view of the pottery texture with the glaze layer in XPL and PPL; c) General view of porosity pores within the pottery texture; d) Microcrystalline lithic fragment containing relatively coarse-grained secondary quartz patches; e, f) Clayey glassy-opaline lithic fragment with iron oxide inclusions.

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026



شکل ۱۷. نگاره ۲. الف) نمایی از لعاب داخلی در نور PPL؛ ب) لعاب خارجی در نور PPL؛ ج) خرده‌سنگ آتشفشانی بازالتی با خمیره اُپاسیته؛ د، ه) خرده‌سنگ اُپالی- سیلیسی متشکل از اجزای گرد حاوی انکلوزیون‌های اکسید آهن به رنگ قرمز روشن در نور XPL و PPL؛ و) خرده‌های کوارتز نیمه گردشده و خرده‌سنگ میکروکریستالین.

Figure 17. Plate 2. a) View of the inner glaze in PPL; b) Outer glaze in PPL; c) Basaltic volcanic lithic fragment with an opaque matrix; d, e) Silicic-opaline lithic fragment composed of rounded components containing bright red iron oxide inclusions in XPL and PPL; f) Semi-rounded quartz fragments and microcrystalline lithic fragments.

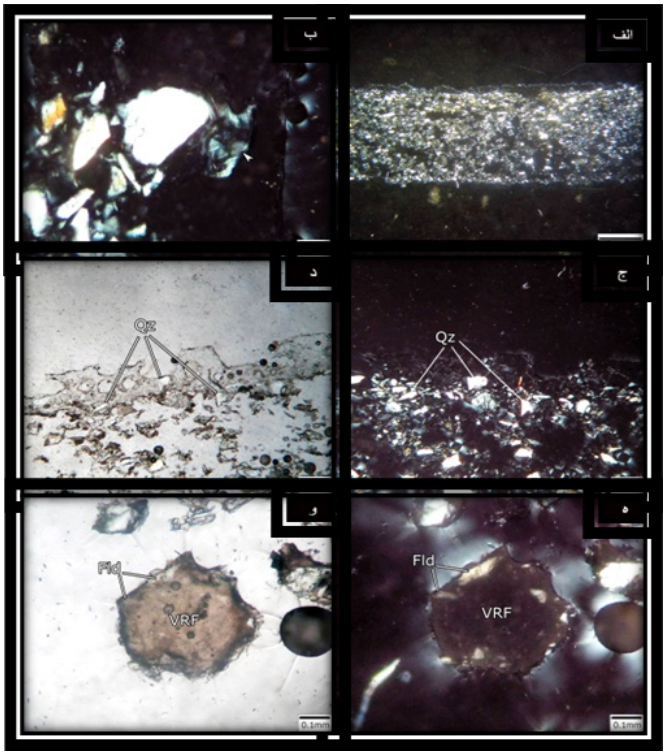


شکل ۱۸. نگاره ۱. الف، ب) نمایی از نفود لعاب شیشه‌ای درون خرده‌های تخریبی در بدنه سفال در نور XPL و PPL؛ ج، د) آرایش خرده‌های تخریبی کشیده به موازات سطح لعاب در نور XPL و PPL؛ ه) خرده‌های جهت‌دار کوارتز؛ و) نمایی از خرده‌های بلوری کوارتز و فلدسپار آلکالن در خمیره شیشه‌ای‌شده

Figure 18. Plate 1. a, b) View of glassy glaze infiltration into destructive fragments within the pottery body in XPL and PPL; c, d) Arrangement of elongated destructive fragments parallel to the glaze surface in XPL and PPL; e) Oriented quartz fragments; f) View of quartz and alkaline feldspar crystalline fragments within a vitrified matrix.

٦. زمین‌شناسی منطقه

از نظر زمین‌شناسی ناحیه‌ای، بر اساس ورقه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰،۰۰۰ رشتخوار و ۱:۲،۵۰۰،۰۰۰ گناباد، بیشتر واحدهای سنگی منطقه شامل سنگ‌های آذرین، آتشفشانی و رسوبی هستند. قدیمی‌ترین واحدهای سنگی ورقه رشتخوار، واحدهای آتشفشانی، سنگ‌آهک‌های دگرگون‌شده و شیست‌هایی با سن احتمالی پرکامبرین یا پالئوزوئیک پایینی هستند که به‌طور محدود در گوشه جنوب‌خاوری منطقه، در کوه تیغ سیاه و خاور کمر قشقه، رخنمون دارند. واحدهای سنگی ائوسن عمدتاً سنگ‌های آتشفشانی شامل آندزیت پورفیری، آندزیت تا پیروکسن‌آندزیت، توف بلورین و لیتیک توف هستند که روند شمال‌باختری ـ جنوب‌خاوری دارند (Anceliny et al., 1983; Magnien et al., 1983).



شکل ۱۹. نگاره ۲. الف) نمای کلی از بافت سفال با لایه لعاب؛ ب) بخش تبلور یافته با بافت اسفرولیتی در زمینه لعاب شیشه‌ای؛ ج، د) عکس کلی از بافت غنی از کوارتز با لعاب روشن در نور XPL و PPL؛ ه، و) نمایی از خرده‌سنگ‌های آتشفشانی با بافت ویتروفیریک (کریستال‌های فلدسپار در خمیره شیشه‌ای) در نور XPL و PPL.

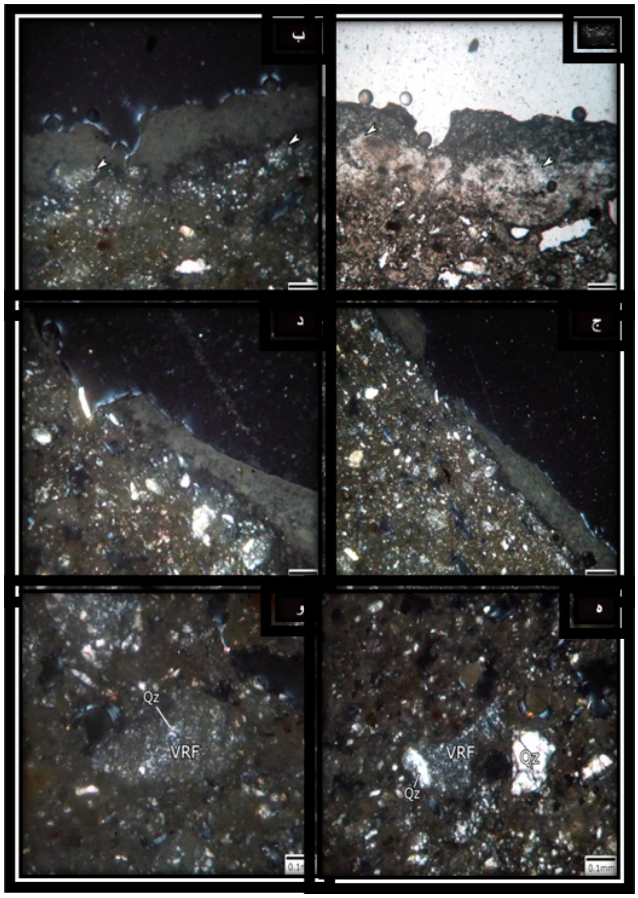
Figure 19. Plate 2. a) General view of the pottery texture with the glaze layer; b) Devitrified section with spherulitic texture within a glassy glaze matrix; c, d) General photo of a quartz-rich texture with light glaze in XPL and PPL; e, f) View of volcanic lithic fragments with vitric texture (feldspar crystals in a glassy matrix) in XPL and PPL.

با توجه به نقشه زمین‌شناسی منطقه، بخش عمده توده‌های نفوذی در شمال منطقه قرار دارد و به مجموعه سنگ‌های نفوذی نیمه‌عمیق با ترکیب حدواسط تعلق دارد که تغییرات ترکیبی آن‌ها حدفاصل دیوریت تا سینیت است. از دیگر واحدهای برونزد در منطقه، واحدهای آتشفشانی و رسوبی هستند. واحدهای آتشفشانی به‌صورت مجموعه‌های آندزیتی، بازالتی و توفی دیده می‌شوند. واحدهای رسوبی در جنوب منطقه، با ضخامت بسیار زیاد، از تناوب شیل، ماسه‌سنگ و کنگلومرا تشکیل شده‌اند (Magnien et al., 1983).

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

مجموعه سنگ‌های آذرین در همبری با واحدهای رسوبی دیده می‌شود و واحدهای نفوذی و آتشفشانی را دربرمی‌گیرد. این مجموعه شامل واحد آندزیتی به رنگ خاکستری روشن تا تیره است که غالباً بافت پورفیری دارد. درشت‌بلورهای معمول این سنگ‌ها پلاژیوکلاز هستند و سن این واحد سنگی به ائوسن می‌رسد (Anceliny et al., 1983). توف در شمال‌باختری منطقه دیده می‌شود. قطعات لیتیک و کانی کوارتز در این سنگ‌ها قابل تشخیص‌اند. بافت این سنگ‌ها در مقطع میکروسکوپی، هیالومیکرولیتی پورفیری است و ترکیبی در حد آندزیت دارند. قطعات سنگ‌های آندزیتی نیز در آن‌ها قابل تشخیص‌اند.

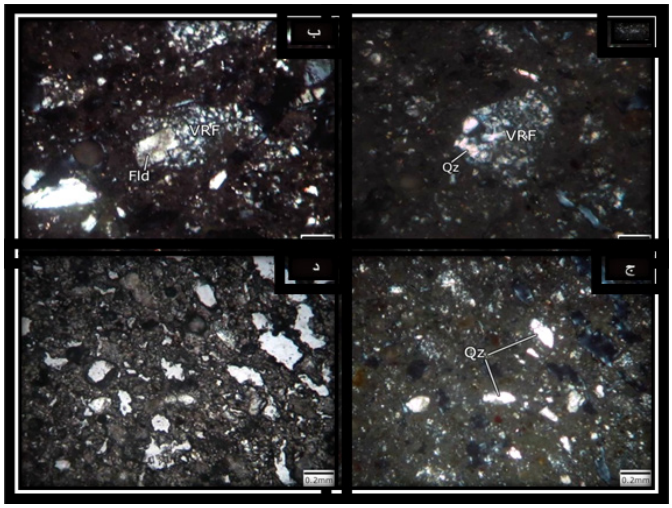
مونزوسینیت‌ها بیشترین حجم سنگ‌های آذرین درونی منطقه را تشکیل می‌دهند که بیشتر در شمال منطقه برونزد دارند. این سنگ‌ها دارای بافت دانه‌درشت و به رنگ صورتی تا سفید هستند. رنگ صورتی آن‌ها به دلیل حضور فراوان آلکالی‌فلدسپات و رنگ شیری آن‌ها به دلیل وجود بلورهای پلاژیوکلاز است. کانی‌های مافیک قابل رؤیت را پیروکسن‌ها و آمفیبول‌ها تشکیل می‌دهند که به رنگ سبز تیره هستند.



شکل ۲۰. نگاره ۱. الف، ب) لعاب خارجی با بخش زیرین تبلوریافته در نور XPL و PPL؛ ج، د) لعاب داخلی با ضخامت متغیر؛ ه) خرده‌سنگ شیشه‌ای- کریپتوکریستالین حاوی میکروفنوکریست کوارتز در کنار خرده‌های بلوری کوارتز؛ و) نمایی از خرده‌سنگ شیشه‌ای کریپتوکریستالین با پچ سیلیسی ثانویه.

Figure 20. Plate 1. a, b) Outer glaze with a devitrified underlying section in XPL and PPL; c, d) Inner glaze with variable thickness; e) Glassy-cryptocrystalline lithic fragment containing quartz microphenocrysts adjacent to quartz crystalline fragments; f) View of a cryptocrystalline glassy lithic fragment with secondary silica patches.

سینیت‌ها دارای بافت گرانولار و دانه‌ای متوسط هستند. کانی اصلی آن‌ها ارتوزهای بی‌شکل به رنگ صورتی تا سفید است و کانی‌های پلاژیوکلاز نیز در آن‌ها وجود دارند که فراوانی‌شان از فلدسپات‌های پتاسیم کمتر است. برونزد این واحدها در سطح زمین زیاد نیست و بیشتر در مناطق شمالی، همراه با دیگر واحدهای سینیتی، دیده می‌شوند. سینیت پورفیری از دیگر سنگ‌های با ترکیب سینیتی است که به‌صورت پراکنده و به شکل استوک، مشابه سینیت‌ها، در منطقه دیده می‌شود. میزان فراوانی درشت‌بلورها در آن‌ها بین ۳۰ تا ۳۵ درصد است و این بلورها غالباً از پلاژیوکلاز و فلدسپات پتاسیم تشکیل شده‌اند که بر اثر دگرسانی به‌شدت تجزیه شده‌اند. دیوریت پورفیری نیز در منطقه به‌صورت دایک و استوک برونزد دارد. سنگ‌های دیوریتی پورفیری بیشتر در قسمت جنوبی منطقه رخنمون دارند و درشت‌بلورهای این سنگ‌ها را پلاژیوکلاز تشکیل می‌دهد (شکل ۲۲).



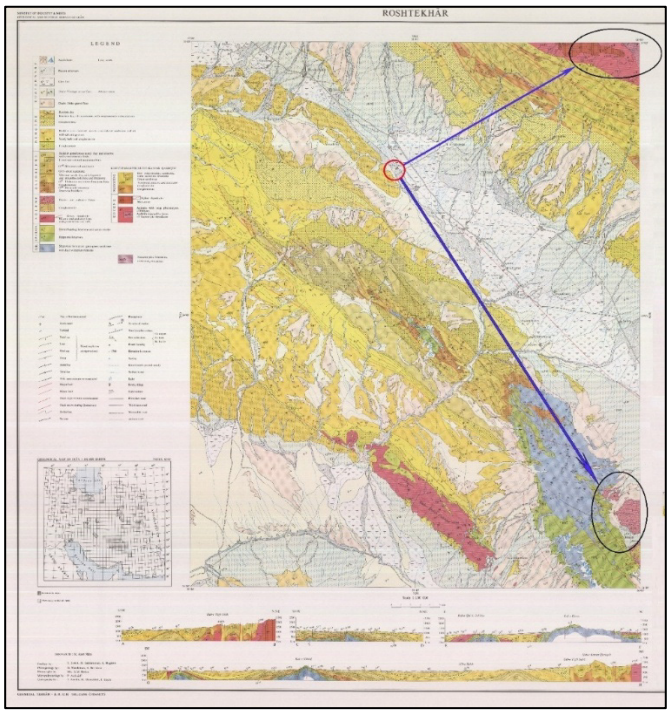
شکل ۲۱. نگاره ۲. الف) نمایی از خرده‌سنگ میکروکریستالین سیلیسی‌شده؛ ب) خرده‌سنگ آتشفشانی حاوی بلور فلدسپار با بافت میکروپورفیرتیک؛ ج) خرده‌های ریز و درشت کوارتز در زمینه رسی؛ د) نمایی از تخلخل‌های موجود در بافت سفال.

Figure 21. Plate 2. a) View of a silicified microcrystalline lithic fragment; b) Volcanic lithic fragment containing feldspar crystals with microporphyritic texture; c) Fine and coarse quartz fragments within a clayey matrix; d) View of the porosity present in the pottery texture.

۷. بحث و تحلیل

نخستین نکته در ارتباط با نمونه‌های سفال زرین‌فام جیزد، دووجهی بودن بافت سفال یا همان بایمودال بودن آن‌هاست؛ به‌جز یک نمونه، بقیه نمونه‌ها دووجهی هستند. توزیع دانه دووجهی در خمیره ممکن است به وجود تمپر اشاره داشته باشد، زیرا رسوبات طبیعی معمولاً توزیع دانه‌ای یکنواخت و پیوسته‌ای را نشان می‌دهند (Velde & Druc, 1999: 49). مواد مختلف مورد استفاده برای تشکیل خمیره (رس و تمپر)، هرکدام توزیع دانه‌ای خاص خود را دارند. ازاین‌رو، هنگام مخلوط شدن رس که خود تک‌وجهی است با تمپر که به‌وسیله سفالگر به بافت اضافه شده، بافت سفال دووجهی می‌شود. در یک توزیع دووجهی ایدئال، بخش‌ها یا دانه‌های ظریف‌تر به خاک رس و بخش‌ها و ذرات درشت‌تر به تمپر نسبت داده می‌شوند (Velde & Druc, 1999: 195).

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026



شکل ۲۲. نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه، برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱۰۰۰۰۰: ۱ رشتخوار، (با جانمایی محل احتمالی مواد مورد استفاده در تولید سفال‌های زرین‌فام)

Figure 22. Geological map of the studied area, taken from the geological map of Roshtkhar 1:1000000.

توزیع دانه دووجهی همچنین می‌تواند وجود مواد خام مختلف را آشکار کند (Velde & Druc, 1999: 198). توزیع دووجهی اندازه دانه، افزودن عمدی اجزا را نشان می‌دهد، خواه گرد باشند یا نه؛ این امر زمانی قابل تشخیص است که اندازه، شکل و درجه گردشدگی آن‌ها تفاوت چشمگیری با اجزای طبیعی و متغیرتر موجود در ماتریس رسی داشته باشد. بااین‌وجود، در برخی موارد، شناسایی درست مواد تمپر دشوار است. از سوی دیگر، قطعات سفالی خردشده که معمولاً گراگ (grog) یا شاموت نامیده می‌شوند و مواد آلی مانند کاه و سرگین، نشانه‌های واضحی از تمپر هستند؛ زیرا این مواد به‌طور طبیعی در مواد خام سفال‌سازی وجود ندارند (Hunt, 2017: 255).

باید توجه داشت که خمیره سفال‌های زرین‌فام از جنس فریت یا خمیر شیشه است. فریت ماده‌ای مصنوعی است که به‌وسیله سفالگر تولید می‌شود. فریت که در واقع خمیره‌ای مصنوعی و دست‌ساز است و از قرون دوازدهم تا سیزدهم میلادی تولید می‌شده، ترکیبی از کوارتز آسیاب‌شده، خاک سفید و شیشه قلیایی آسیاب‌شده است. هنگامی که این ترکیب حرارت داده شود، ذوب می‌شود و پس از سرد شدن، بافتی سفید و فشرده به وجود می‌آید. ردفورد و بلکمن و همچنین واتسون معتقدند که ساخت فریت یا خمیر شیشه، تقلیدی از سفال‌های وارداتی از چین بوده است (Redford and Blackman, 1997; Watson, 1985: 23). ازاین‌رو، طبیعی است که بافت آن دووجهی باشد و از نظر گردشدگی یا زاویه‌دار بودن نیز تا حدی دانه‌های زاویه‌دار غلبه داشته باشند؛ زیرا بخشی از مواد خام مورد استفاده در ساخت فریت، به‌وسیله سفالگر و به‌صورت مکانیکی شکسته شده و بلافاصله در خمیره قرار می‌گیرد.

یکی از ترکیبات موجود در نمونه‌ها، فلدسپار است. این کانی در همه نمونه‌ها دیده شده است. فلدسپار از کانی‌هایی است که به دو گروه تقسیم می‌شود. یکی از اعضای انتهایی آن از نوع پتاسیمی (K) است. فلدسپات پتاسیم می‌تواند نام‌هایی مانند ارتوکلاز (orthoclase)، میکروکلین (microcline) و سانیدین (sanidine) داشته باشد. همه این کانی‌ها تقریباً ترکیب شیمیایی یکسانی دارند. تفاوت آن‌ها در سازمان‌دهی اتم‌ها در ساختار بلوری‌شان است. این ساختار بلوری نوع سنگی را که فلدسپات پتاسیم از آن منشأ گرفته است، نشان می‌دهد؛ سنگی که می‌تواند آذرین و حاصل سرد شدن آهسته (توده نفوذی) یا آتشفشانی و حاصل سرد شدن سریع، مانند گرانیت، باشد. فرمول شیمیایی کانی‌های فلدسپات پتاسیم به‌صورت KAlSi3O8 است.

خانواده دوم فلدسپارها، سری پلاژیوکلازها (Plagioclase) هستند. این خانواده دو قطب عمده سدیمی (sodic, "Na") و کلسیک (calcic, "Ca") دارد. فرمول شیمیایی آن‌ها بین دو قطب NaAlSi3O8 و CaAl2Si2O8 قرار می‌گیرد.

فرم سدیمی آلبیت (albite) و فرم انتهایی کلسیک آنورتیت (anorthite) نامیده می‌شود. پلاژیوکلازهایی با ترکیب حدواسط بین این دو، نام‌های مختلفی دارند. پلاژیوکلازهای دارای میزان بالاتر سدیم، در مقایسه با پلاژیوکلازهای دارای میزان بالاتر کلسیم، در خاک پایداری بیشتری دارند. بیشتر پلاژیوکلازهای سدیمی در گرانیت‌ها و سنگ‌های دگرگونی وجود دارند؛ درحالی‌که پلاژیوکلازهای کلسیک در گدازه‌ها (lava) و سنگ‌های بازی دیده می‌شوند. این کانی در سنگ‌های گوناگون آذرین و دگرگونی وجود دارد و کانی رایج و متداولی است. در چینه‌شناسی منطقه، سنگ‌هایی که چنین ماده‌ای در آن‌ها وجود دارد، عبارت‌اند از گرانیت‌های موجود در کنگلومراهای واحد کنگلومرا و ماسه‌سنگ‌های ائوسن.

آمفیبول در نمونه ۱ دیده شده است. آمفیبول نمونه ۱ از گروه فرومنیزین (ferro-magnesiennes) شناسایی شده است. فرومنیزین در واقع یکی از سه دسته آمفیبول‌ها از نظر شیمیایی است و منظور از آن، آمفیبول‌های آهن‌دار و منیزیم‌دار است.

آمفیبول‌ها، هم از نظر ساختار و هم از نظر ترکیب، شباهت زیادی به پیروکسن‌ها دارند. تفاوت اصلی آن‌ها در این است که آمفیبول‌ها مقداری آب متبلور (Hydrogen ions) دارند، اما پیروکسن‌ها فاقد آن هستند. آمفیبول‌ها در جریان پخت سفال به‌سرعت تحت تأثیر قرار می‌گیرند و اکسید می‌شوند و به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای درمی‌آیند. اما پیروکسن‌ها تقریباً در دمای معمول پخت سفال تغییر نمی‌کنند و رنگ آن‌ها متمایل به سبز باقی می‌ماند. هر دو گروه کانی به یک زنجیره ساختاری تعلق دارند.

هر دو گروه دربردارنده کلسیم، آهن، سیلیسیم، آلومینیوم و منیزیم هستند. آن‌ها مقادیر متنوعی سدیم و مقدار کمی پتاسیم و منگنز دارند. مقادیر بالای آهن و منیزیم نشان می‌دهد که منشأ آن‌ها سنگ‌های آذرین بازی است. فرمول عمومی پیروکسن‌ها عبارت است از 2 O5(Si, Al) 2(Ca, Na, Mg, Fe, Al) و

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

فرمول آمفیبول عبارت است از (Ca, Na, K) (Mg, Fe, Al,) (Si, Al) O20 (OH)2.

آمفیبول اغلب در سنگ‌های دگرگونی و سنگ‌های بازی (Fe و Mg) وجود دارد. پیروکسن‌ها در سنگ‌های آذرین و به‌ندرت در سنگ‌های دگرگونی یافت می‌شوند. آن‌ها در سنگ‌های رسوبی نادر و کمیاب هستند (Velde & Druc, 1999: 22–23).

این کانی‌ها در ساختار چینه‌شناسی رشتخوار وجود دارند. از این نقاط می‌توان به واحدهای آتشفشانی ائوسن (E1, E2)، واحد آتشفشانی الیگوسن (O) و واحد نئوژن (N1، N2) اشاره کرد. براساس گزارش ماگنین و همکارانش، ساختار زمین‌شناسی دارای داسیت در منطقه رشتخوار در دو ناحیه وجود دارد. براساس این گزارش، در شمال‌شرق و جنوب‌شرق رشتخوار، در ناحیه (E1, E2) و متعلق به دوره ائوسن، جریان‌های داسیتی و آندزیتی وجود دارد (شکل ۲۴).

کانی بعدی که به آن اشاره شده، از گروه میکاهاست که غالباً به‌راحتی در بافت سفال‌ها و سرامیک‌ها دیده می‌شوند؛ زیرا همانند کلریت‌ها تمایل به انعکاس نور دارند. وجود یک کانی درخشان در بافت سفال اغلب نشان‌دهنده حضور میکاست. میکاها ساختاری مشابه کانی‌های رسی دارند، اما بزرگ‌تر هستند و ساختاری ورقه‌مانند دارند. میکاها، مانند آمفیبول‌ها، حاوی یون‌های هیدروژن هستند که به ناپایداری آن‌ها هنگام پخت در فرایند ساخت سرامیک منجر می‌شود. میکاها تقریباً همیشه پتاسیمی (K) هستند و دو گروه تشکیل می‌دهند: یکی حاوی آلومینیوم (Al) و دیگری حاوی آهن (Fe) یا منیزیم (Mg). میکاهای آلومینیومی، مسکوویت و انواع آهن ـ منیزیم، بیوتیت نامیده می‌شوند.

پایداری حرارتی میکاها تا حد زیادی با محتوای آهن آن‌ها تعیین می‌شود. مقادیر بالای آهن باعث تسریع ناپایداری اولیه در فرایند پخت می‌شود. مانند آمفیبول‌ها، میکاهای غنی از آهن در سرامیکی که به‌خوبی پخته شده باشد، به رنگ قهوه‌ای درمی‌آیند. فرمول شیمیایی موسکویت KAl3Si3O10(OH)2 و فرمول شیمیایی بیوتیت K(Mg,Fe)3(Si,Al)4O10(OH)2 است.

میکاها بسیار فراوان‌اند و اغلب بخش عمده سنگ‌های دگرگونی را تشکیل می‌دهند. آن‌ها فراوان هستند، اما در سنگ‌های آذرین نفوذی از فراوانی کمتری برخوردارند. میکاها از کانی‌های موجود در سنگ‌های رشته‌کوه‌های قاره‌ها هستند. آن‌ها تا حد زیادی در برابر هوازدگی مقاومت می‌کنند و می‌توانند در بسیاری از رسوبات شنی سواحل یا بستر رودخانه‌ها یافت شوند. ازاین‌رو، در رسوبات و سنگ‌های رسوبی نیز وجود دارند. البته در خاک هم یافت می‌شوند (Velde & Druc, 1999: 23–24).

هورنبلند در نمونه‌های ۳، ۴ و ۸ شناسایی شده است. هورنبلند کانی رایجی در سنگ‌های آذرین و دگرگونی است (Hunt, 2017: 245; table 15.1). این کانی از خانواده آمفیبول‌هاست. هورنبلند تقریباً در تمام سنگ‌های پلوتونیک و در برخی از سنگ‌های مافیک آلکالن مشاهده می‌شود. همچنین، در برخی از سنگ‌های ریولیتی و داسیتی نیز مشاهده شده است. این کانی در دیوریت‌ها، تونالیت‌ها، پارگازیت‌ها و برخی سنگ‌های دیگر از همین خانواده وجود دارد. در چینه‌شناسی رشتخوار، دیوریت در بخش جنوبی منطقه دیده می‌شود.

۷-۱. اکسید آهن

به‌طور کلی، اکسیدها از نظر فراوانی در خاک‌ها چندان زیاد نیستند؛ اما از نظر اهمیت، جایگاه مهمی دارند. بزرگ‌ترین گروه اکسیدها، اکسیدهای آهن هستند. اندازه دانه‌های اکسیدهای آهن معمولاً به‌قدری کوچک است که شناسایی آن‌ها با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری و XRD بسیار دشوار است. این اکسیدها، اگرچه کوچک هستند، به‌دلیل ویژگی‌های خاص خود، نقش مهمی در رنگ خمیره‌های سفالی دارند. اکسیدهای آهن رنگ‌های گوناگونی دارند که ناشی از وضعیت اکسیداسیون و هیدراتاسیون آن‌هاست. رایج‌ترین شکل اکسید آهن، هماتیت (haematite, Fe_2O_3) است که به رنگ قرمز دیده می‌شود.

اغلب سفال‌هایی که خاک مورد استفاده در ساخت آن‌ها از مخلوطی از مواد مختلف تشکیل شده است، مقداری آهن دارند که طی فرایند پخت به اکسید تبدیل می‌شود. این اکسید، یعنی هماتیت، به خمیره سفال رنگ قرمز تا صورتی می‌دهد. اکسید طبیعی دیگر، گوتیت (goethite) است. این کانی به رنگ زرد است و مقداری مولکول آب در خود دارد. گوتیت در اثر حرارت‌دهی به‌راحتی ناپایدار می‌شود و به هماتیت قرمز تبدیل می‌شود.

اکسید دیگر، لپیدوکروسیت است که حاوی مقادیری مولکول آب است. این اکسید به رنگ نارنجی دیده می‌شود.

گونهٔ دیگری از اکسیدهای آهن، مگهمیت (maghemite) است که بیشتر در مناطق باتلاقی دارای آب‌های اسیدی شکل می‌گیرد. این کانی به رنگ سیاه است و در ترکیب با کانی‌های دیگر دیده می‌شود. در برخی موارد، اکسیدهای آهن بر اثر سازوکارهای تغییر سطح یا تغییرات ناشی از رگه‌های گرمابی، در یک بافت متمرکز و غلیظ می‌شوند (Velde & Druc, 1999: 25–26).

از گرد یا کشیده بودن انکلوزیون‌ها در بافت سفال می‌توان اطلاعاتی درباره منابع خاک به دست آورد. درجه گوشه‌داری یا گردشدگی انکلوزیون‌ها و بافت سفال، اطلاعاتی درباره نوع خاک (اولیه یا ثانویه) و افزوده‌شدن یا طبیعی‌بودن کانی‌ها و نیز افزودن آن‌ها به‌وسیله سفالگر ارائه می‌دهد. میزان گرد یا گوشه‌دار بودن ذرات در رسوبات و سنگ‌های رسوبی به فاصله آن‌ها از محل تشکیل اولیه بستگی دارد (سین کویین، ۱۳۹۹: ۹۳). ازآنجاکه خاک در نتیجه هوازدگی و فرسایش سنگ‌ها به وجود می‌آید، در ابتدا در نزدیکی سنگ منشأ خود قرار دارد. در این مرحله، لبه‌های خرده‌سنگ‌های موجود در خاک تیز و زاویه‌دار هستند؛ اما پس از آغاز جابه‌جایی آن‌ها به‌وسیله عوامل طبیعی، لبه‌های سنگ‌ها در اثر حرکت گرد می‌شوند. ازاین‌رو، از این ویژگی برای شناسایی استفاده از منابع خاک برجا و رسوبی در تولید سفال استفاده می‌شود. همچنین، این ویژگی می‌تواند نشانه‌ای از وجود تمپر (افزوده‌شدن عمدی مواد به‌وسیله سفالگر) باشد؛ این موضوع به‌ویژه در مورد کلسیت قابل شناسایی است (مسجدی خاک و همکاران، ۱۴۰۰). در نمونه‌های زرین‌فام، به‌دلیل بالا بودن درجه حرارت پخت، کلسیت از بین رفته است. لازم به ذکر است که کلسیت در دمای زیر ۸۰۰ درجه

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

سانتی‌گراد در سفال باقی می‌ماند (Montana, 2017: 88؛ مسجدی خاک و همکاران، ۱۴۰۰). بااین‌حال، خمیره سفال‌های زرین‌فام مصنوعی و دست‌ساز است. بخشی از آن احتمالاً از یکی از انواع خاک‌های طبیعی تشکیل شده است که بافتی ریزدانه و میکروکریپتوکریستالین دارد، درحالی‌که بخش درشت‌دانه، کشیده و ماکروکریستالین، به‌صورت عمدی به‌وسیله سفالگر ساخته و افزوده شده است. براساس بررسی نمونه‌های پتروگرافی‌شده، نمونه‌ها از نظر کانی‌های تشکیل‌دهنده مشابه یکدیگر هستند.

۷-۲. نتایج مطالعات پتروگرافی مشابه بر روی سفال‌های زرین‌فام

ماسون و کیل در مطالعه زرین‌فام‌های سیراف و تل اسود بیان کردند که این نمونه‌ها از نظر بافت مشابه هستند؛ موضوعی که نشان می‌دهد قاعده‌ای مشخص و ثابت برای نوع خاک موردنیاز در ساخت خمیره سفال زرین‌فام وجود داشته است. اگرچه ماسون و کیل پنج زیرگروه را براساس اندازه کانی‌ها و نسبت آن‌ها به بافت و ماتریکس سفال معرفی کرده‌اند، بااین‌وجود، همه آن‌ها را در گروه بصره قرار داده‌اند. ماسون نمونه‌های تل اسود (Aswad) را نیز بررسی کرده است. گروه اول شامل انکلوزیون‌های کوارتز، اکسیدهای فرومنیزین، کوارتز گردشده و فلدسپار است. در گروه سوم نیز کوارتز، فلدسپار، کانی‌های فرومنیزین و قطعاتی از سنگ‌های آتشفشانی یافت شده است. این گروه، همچون نمونه‌های جیزد، هم شامل قطعات زاویه‌دار و هم قطعات گردشده است. تفاوت آن با نمونه‌های دیگر، نبود کربنات‌ها و چرت است. گروه چهارم نیز مشابه گروه سوم است و تنها از نظر وجود کربنات، چرت، فلدسپار بدون دوقلویی، آمفیبول، مسکویت و قطعات سنگ‌های دگرگونی مانند بیوتیت با آن تفاوت دارد.

گروه پنجم نیز مشابه گروه سوم است و تمایز آن در وجود قطعات گردشده کربنات، احتمالاً سنگ‌آهک و چرت، است. تفاوت این گروه با گروه چهارم در کمتر بودن آمفیبول، مسکویت و قطعات سنگ‌های دگرگونی است. ماسون گروه‌های سوم تا پنجم را گروه رقه نام‌گذاری کرد و معتقد است که کارگاه‌هایی متفاوت، با منابع و سنت‌های متفاوت، در یک منطقه وجود داشته‌اند. او همچنین بیان می‌کند که احتمال دارد این کارگاه‌ها ظروفی متفاوت با کارکردهای مختلف تولید می‌کرده‌اند و در نتیجه، نوع خاک مورد استفاده نیز با توجه به کارکرد ظرف تفاوت داشته است (Mason and Keall, 1999).

نمونه‌های سیراف نیز دارای انکلوزیون‌های کوارتز، فلدسپار، کانی‌های فرومنیزین و قطعات درشت‌تر کوارتز گردشده و فلدسپار هستند.

ماسون و کیل بیان می‌کنند که تاکنون هیچ کوره‌ای برای پخت زرین‌فام یافت نشده است. چنین طبقه‌بندی‌ای، با توجه به تعداد کم نمونه‌ها و پایین بودن حجم جامعه آماری، چندان قابل اعتماد نیست (Mason & Keall, 1999; Pradell et al., 2008).

در مطالعه‌ای دیگر، فری‌استون و همکارانش با بررسی کاشی‌های زرین‌فام کاخ سلجوقی قبادآباد ترکیه، به نتایج مشابهی دست یافتند. در این نمونه‌ها، فراوانی کوارتز و تعداد اندک انکلوزیون‌ها در بافت سفال مشاهده شد. آنان به ساخته‌شدن بافت کاشی‌ها از فریت (خمیر سنگ) اشاره می‌کنند و با یادآوری دست‌ساز بودن خمیره کاشی، به محدودیت‌های طبقه‌بندی سفال به روش ماسون اشاره دارند (Freestone, Yegingil & Arik, 2009). آنان همچنین وجود فلدسپار و اکسیدها، به‌ویژه اکسید آهن، را در بافت چند قطعه از کاشی‌ها ناشی از خاک افزوده‌شده به کوارتز آسیاب‌شده می‌دانند.

در مطالعهٔ پرادل و همکارانش (۲۰۱۳) که با استفاده از روش ترکیبی SEM-EDS و XRD انجام شد، به فراوانی سیلیس و نادر بودن سدیم، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن اشاره شده است. آنان علت این ترکیب را استفاده از ماسه کوارتز بسیار خالص به همراه خاک و شیشه سدیم ـ کلسیمی می‌دانند. این پژوهشگران تفاوت نمونه‌های تل مینیس (Minis) با نمونه‌های رقه (Raqqa) و دمشق را به بیشتر یا کمتر بودن مقادیر Ca و Mg یا بزرگ‌تر و کوچک‌تر بودن دانه‌های کانی موجود در بافت سفال نسبت می‌دهند، نه به وجود یا نبود آن‌ها. در واقع، همه کانی‌ها در نمونه‌ها وجود داشتند؛ ازاین‌رو، آنان نتوانستند تفاوت‌ها را براساس وجود یا نبود کانی‌ها تبیین کنند (Pradell et al., 2013). در مورد دمای پخت نیز نتیجه‌گیری کردند که تمام نمونه‌ها در دمای بالاتر از ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد پخته شده‌اند و حتی ممکن است دمای پخت به بیش از ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد رسیده باشد.

مطالعهٔ پتروگرافی زرین‌فام‌های نیشابور نیز نشان‌دهنده استفاده از خاک رس با ترکیبات کوارتز و فلدسپار در ساخت آن‌هاست (Wilkinson, 1973). بنابراین، شباهت‌هایی در ترکیب مواد اولیه مورد استفاده در زرین‌فام‌های شهر جیزد با نمونه‌های نیشابور و شهر بلقیس (Abbasabadi Arabi et al., 2018) دیده می‌شود (عباس‌آبادی عربی، ۱۳۹۷).

۸. نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ۱۰ نمونه سفال زرین‌فام از نظر پتروگرافی مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج پتروگرافی نشان داد که بافت غالب تمام نمونه‌ها، به‌جز نمونه ۹، از نوع کریپتوکریستالین تا میکروکریستالین است و بافت نمونه ۹ از نوع ویتروفیریک است. تمام نمونه‌ها، به‌جز نمونه ۸، دووجهی هستند که نشان‌دهنده افزودن عمدی انکلوزیون‌ها به بافت سفال است.

نمونه‌ها از نظر ترکیب بافت، به‌ویژه از لحاظ حضور قطعات سنگی، شباهت زیادی به یکدیگر دارند. تعداد محدودی از کانی‌ها، همچون فلدسپارها، پلاژیوکلازها، اکسیدهای آهن و کوارتزها، در نمونه‌ها شناسایی شدند. این محدودیت در تنوع کانی‌ها در مطالعات مشابهی که با روش پتروگرافی بر روی سفال‌های زرین‌فام انجام شده‌اند نیز مشاهده می‌شود. شباهت زیاد ترکیب بافت سفال‌های زرین‌فام در سراسر منطقه خاورمیانه احتمالاً ناشی از به‌کارگیری روش یکسانی برای تهیه خمیره سفال است. اگر مراکز گوناگونی در تولید سفال زرین‌فام فعال بوده باشند، استفاده همه آن‌ها از دستورالعملی واحد برای تهیه مواد اولیه، فرآوری و تولید خمیره سفال، طبیعتاً به شباهت بافت سفال‌ها و کانی‌های موجود در آن‌ها منجر خواهد شد. علاوه بر این، خاک رس استفاده‌شده بسیار ظریف و همگن بوده است؛ ازاین‌رو، شناسایی کانی‌های موجود در آن بسیار دشوار و حتی غیرممکن است. همچنین، مقدار خاک افزوده‌شده در مقایسه با سایر اجزای افزوده‌شده اندک بوده و نوع آن نیز مشخص بوده است. بااین‌حال،

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

ترکیب سنگ‌های آتشفشانی منشأ رسوبات موجود در هر ۱۰ نمونه زرین‌فام جیزد، اسیدی و از نوع ریولیت تا داسیت است و با سنگ‌های آتشفشانی منطقه مطابقت دارد. ویژگی‌های بلورهای کوارتز، از جمله خاموشی موجی، بیانگر تحمل تنش‌های تکتونیکی در خاستگاه زمین‌شناختی مواد اولیه است. اجزای اصلی نمونه‌ها شامل کوارتز، فلدسپار و خرده‌های سنگ آتشفشانی با بافت‌های میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین هستند. بلورهای میکروفنوکریستالین پلاژیوکلاز، آمفیبول و بیوتیت نیز به‌صورت پراکنده دیده می‌شوند که در نمونه‌های مختلف، هوازده و رسی‌شده هستند. کانه‌مات عمدتاً شامل هماتیت و بلورهای اکسید تیتانیوم است که در لعاب و حاشیه حفرات وزیکولی پراکنده‌اند. خرده‌های سنگی با بافت میکروکریستالین تا کریپتوکریستالین سیلیسی‌شده، بیانگر فرایندهای دگرسانی و هوازدگی در محیط پس از تشکیل هستند. وجود دولایه لعاب داخلی و خارجی، همراه با انکلوزیون‌های تیره‌رنگ، حاکی از حضور ترکیبات اکسیدهای آهن و تیتانیوم در ساختار لعاب است که از نظر فنی و شیمیایی با شرایط پخت و دگرگونی‌های پس از ساخت مرتبط هستند.

براساس گزارش‌های زمین‌شناسی منطقه، ساختارهای دارای داسیت و آندزیت در دو ناحیه شمال‌شرق و جنوب‌شرق رشتخوار وجود دارند. اگر فرض را بر تولید این نوع سفال در جیزد قرار دهیم، مواد لازم برای ساخت خمیره این سفال، که از نوع خمیر سنگ یا فریت است، در منطقه رشتخوار وجود داشته و می‌توانسته است از ساختارهای زمین‌شناختی شمال‌شرق و جنوب‌شرق محوطه تأمین شود.

سپاسگزاری: برخود لازم می‌دانیم از زحمات جناب مهندس امینی از شرکت زمین ریزکاوان که در این پژوهش همراهی کردند و از آقای امیر ابراهیمی تقدیر و تشکر نماییم.

مشارکت نویسندگان: نویسندگان مقاله به صورت مشترک در تحقیق و بررسی، روش‌شناسی، تحلیل داده‌ها، منبع‌شناسی و ویرایش مشارکت داشتند.

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

تضاد منافع: نویسندگان هیچ گونه تضاد منافع را اعلام نمی کنند.

دسترسی به داده ها و مواد: تمام داده‌های تولیدشده یا تجزیه‌وتحلیل آنها در این مطالعه قابل دسترس است.

References

Allan, J. W. (2008). *Pottery in the Middle East from the beginning to the Ilkhanid period in the Ashmolean Museum*, Oxford, translated by Mahnaz Shaistafar, Institute of Islamic Art Studies, Tehran. [In Persian].

Ancelin, J., Danesfaleh, M., & Sajedi, T. (1983). *Geological map of Iran 1:100000 series sheet 7959-Roshtekhar*, Geological and Mineral Survey of Iran.

Agha Aligol, D., Oliaei, P., Mohsenian, M., Lamehi-Rachti, M., & Shokohi, F. (2009). Provenance study of ancient Iranian luster pottery using PIXE multivariate statistical analysis. *Journal of Cultural Heritage*, *10*(4), 487-492. 10.1016/j.culher.2009.01.003

Agha Aligol, D. Mohsenian, M. Oliaei, P. Bagherzadeh, A. Shokohi, F. (2006). Study of the origin of Iranian LustreWare pottery production using the PIXE method, Iranian Physics Conference, Shahrood: 754-757. [In Persian].

Abbasabadi Arabi, M. Sedghi, Y. Beheshti, S. I. 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]. doi.org/10.22059/jarcs.2018.215741.142330.

Connell, J. (1985). Early Islamic Luster Pottery. London: British Museum Press.

Ebrahimi, A. (2022).Systematic survey of the archaeological Site of Jizd for dating and spatial analysis appraisal, Master's thesis in Archeology, Faculty of Literature and Humanities, University of Neyshabur. Khorasan Razavi. [In Persian].

Freestone, I., Yegingil, Z., & Arik, R. (2009). Scientific Analysis of Glazed Tile from the Seljuq Palace of Kubad-Âbâd, Lake Beyşehir, Turkey. In: McCarthy, B., Chase, E. S., Cort, L. A., Douglas, J. G., & Jett, P. (eds.) *Scientific Research on Historic Asian Ceramics*: Proceedings of the Fourth Forbes Symposium at the Freer Gallery of Art. Archetype Publications with the Freer Gallery of Art: Washington, D.C., USA. pp. 3-8.

Faṣīḥ Khvāfī, Aḥmad ibn Jalāl al-Dīn Muḥammad. (1960). Mujmal-i Faṣīḥī (al-Mujmal fī Tārīkh). ed. Maḥmūd Farrukh.Ketābfurūshī Bāstān. [In Persian].

Ḥamawī, Yāqūt ibn ʿAbd Allāh. *Mʿjam al-Buldān*. Translated by Alī Naqī Munzavī. Intishārāt-i Sāzimām-i Iranian Cultural Heritage publication, 2004. [In Persian].

Hunt, A. (2017). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*, Oxford: Oxford University Press.

Rouhfar, Z. (2009). *The Research in Production of Luster Glaze in Iran on the Basis of Abul–Qasim Kashanis Text (13th and 14th Century A.D.)* Ph.D. thesis, Literature and Humanity, University of Tarbiat Modares, Tehran. [In Persian].

Karimi, F. Kayani, Y. (1985). Pottery Art of the Islamic Period of Iran, Iran Archeology Center Publications, Tehran.

Kolbadinejad, M. (2013). Style study and laboratory lusterware tiles in Imamzadeh Masoumeh (holy shrine and Astaneh museum) and Imam Reza's Shrine. Ph.D. thesis, Literature and Humanity, University of Tarbiat Modares, Tehran. [In Persian].

Kameshki, N., Amirhajloo, S., Agha-Aligol, D., Shahsavari, M., & Fazel, L. (2021). Lustre Production in Kerman: Typology and Elemental Analysis of Lustrewares of the Exhibition and Pottery Bank of Arg-e Bam. *Archaeometry*, *7*(1), 81-101. [In Persian]. http://dx.doi.org/10.52547/jra.7.1.81

Masjedi Khak, P. Ebrahimi, A. Nami, H. Dehnooyi, Z. Afshar, F. Attar, M. Moazzen, S. (2023). Typology of Islamic Pottery Obtained from Jizd, Rushtkhār, Khorasan Razavi. *History & Culture*, *54*(2), 9-46. [In Persian]. https://doi.org/10.22067/jhistory.2023.80419.1196

Mason, R. Keall, E. (1999). Between Basra and Samarra, petrographic analysis; die frühislamische Keramik von Tall Aswad; von Peter A. Miglus; Verlag Philipp von Zabern. Mainz am Rhein.

Magnien, A., Salahshurian, M., Ternet, Y., Berthiaux, A., Christmann, P., Fauvelet, E., Harrival, J. N., Teherani, R., Weecksteen, G., Andreieff, P., Hottin, A. M., Danesfaleh, M., Sajedi, T., & Alavi Naini, M. (1983). Geological map of Iran, Gonabad, Scale 1:250,000. Geological Survey of Iran.

Montazerzohouri, M. Torkiha, M. Taheri, H. (2020). Archaeological/Archaeometric study using PIXE analyses on the

[DOI: 10.66224/jra.2026.12.103]
Downloaded from jra-tabriziau.ir at 22:29 +0330 on Saturday November 14th 2026

Provenance and Production of the Luster Wares from the Underground Complex of Tappeh Ghaleh, Khomein, Iran, *Journal of Archaeological Studies*, Vol. 12 (2): 205-224. [In Persian]. doi.org/10.22059/jarcs.2020.288850.142778.

Nikbakht, T., Kakuee, O., Montazerzohouri, M., Lamehi-Rashti, M., Torkiha, M. (2019). Ionoluminescence investigation of medieval Iranian luster glazed ceramics, *Journal of Luminescence*, Vol. 215. 116592. 1-8. http://doi.org/10.1016/j.jlumin.2019.116592

Nikkhah, H. (2014). Probing of Origin of Persian Lusterware (In Symbolical analyzing of Motives) Ph.D thesis, Literature and Humanity, University of Tarbiat Modares Tehran. [In Persian].

Pradell, T., Molera, J., Smith, A.D., & Tite, M.S. (2008). Early Islamic lustre from Egypt, Syria and Iran (10th to 13th century AD), *Journal of Archaeological Science*, *ScienceDirect*. 35(9), 2649-2662. http://doi.org/10.1016/j.jas.2008.05.011

Pradell, T., Molera, J., Molina, G., & Tite, M. S. (2013). Analysis of Syrian lustre pottery (12th–14th centuries AD), *Applied Clay Science*, *82*, 106-112. http//:dx.doi.org/10.1016/j.clay.2013.05.019

Pope, A. U. (1964). A Survey of Persian Art from times to the Persian, Vol. IV*: The Ceramic Arts,* Calligraphy and Epigraphy, Oxford: Oxford University Press.

Redford, S. Blackman, M. J. (1997). Luster and Frinvare Production and Distribution in Medieval Syria, *Journal of Field Archaeology*, *24*, 233-247.

Sean Quinn, P. (2013). Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery & Related Artefacts in Thin Section. *Archaeopress Archaeology*. Oxford.

Taheri Shahrezaa, H. (2017). *PIXE analysis of luster sherds of Robate Aghaj Khomein region* M.A. thesis, Institute of Physics Department, University of Kashan, University of Kashan. [In Persian].

Velde, B. C., & Druc, L. C. (1999). *Archaeological Ceramic Materials: Origin and Utilization*, Springer Berlin Heidelberg, Crafts & Hobbies.

Watson, O. (2004). *Ceramics from Islamic Lands*. London: Thames & Hudson.

Watson, O. *(1985). Persian Lustre Ware*. London: Faber and Faber.

Wilkinson, Ch. K. (1973). *Nishapur: Pottery of the Early Islamic Period*, The Metropolitan Museum of Art, New York.

ابراهیمی، آمیر. (۱۴۰۱). *بررسی روشمند محوطه جیزد شهرستان رشتخوار به منظور ارزیابی تاریخگذاری و تحلیل فضایی محوطه*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، خراسان رضوی.

آقا علی گل، داود. محمد محسنیان. پروین اولیایی. علی باقرزاده. فرح شکوهی. (۱۳۸۵). مطالعه منشاء تولید سفالینه های زرین فام ایرانی با استفاده از روش پیکسی، *کنفرانس فیزیک ایران*، شاهرود، ۷۵۴-۷۵۷.

آلن، ویلسون جیمز. (۱۳۸۷). سفالگری در خاورمیانه از آغاز تا دوران ایلخانی در موزه آشمولین آکسفورد، ترجمه مهناز شایسته فر، انتشارات موسسه مطالعات هنر اسلامی، تهران.

حموی، یاقوت بن عبدالله. (۱۳۸۳). معجم البلدان. ترجمه علی نقی منزوی. انتشارات میراث فرهنگی، تهران.

روحفر، زهره. (۱۳۸۸). *پژوهش در ساخت لعاب زرین فام در ایران: با تاکید بر رساله ابولقاسم عبدالله کاشانی سده های ۷و۸ هجری قمری*. پایان نامه مقطع دکترای باستانشناسی. دانشگاه تربیت مدرس.

طاهری شهرضا، حسام. (۱۳۹۶). *آنالیز پیکسی سفالهای زرین فام محوطه رباط آغاج خمین*، پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک، دانشکده فیزیک، دانشگاه کاشان.

عباس آبادی عربی. یاسین صدقی. سید ایرج بهشتی. اکبر عابدی. (۱۳۹۷). بررسی پتروگرافی سفالهای اسلامی شهر بلقیس اسفراین، خراسان شمالی، مجله مطالعات باستان شناسی، ۱۰ (۱): ۱۵۵-۱۶۷.

فصیح خوافی، احمد بن جلال الدین محمد. (۱۳۳۹). *مجمل فصیحی* (المجمل فی التاریخ). به تصحیح محمود فرخ. کتابفروشی باستان.

کریمی، فاطمه و کیانی، یوسف. (۱۳۶۴). *هنر سفالگری دوره اسلامی ایران*، انتشارات مرکز باستان شناسی ایران، تهران.

کلبادی نژاد، مریم. (۱۳۹۱). *بررسی آزمایشگاهی و مطالعه سبکی کاشی‌های زرین فام موجود در آستانه حضرت معصومه (س) و آستانه امام رضا*، پایان‌نامه مقطع دکترای باستان‌شناسی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

کمشکی، ندا. امیرحاجلو، سعید. آقا علی گل، داوود. شهسواری، میثم. فاضل، لیلا. (۱۴۰۰). صنعت تولید سفال زرین فام در ناحیه کرمان؛ گونه‌شناسی و آنالیز سفال‌های زرین فام نمایشگاه و بانک سفال ارگ بم. *پژوهه باستان‌سنجی، ۷*(۱)، ۸۱-۱۰۱.

مسجدی خاک، پرستو. امیر ابراهیمی، حسن نامی، زهرا دهنویی، فاطمه افشار، مریم عطار، سوسن موذن. (۱۴۰۲). گونه‌شناسی سفال‌های اسلامی به دست آمده از شهر جیزد رشتخوار، خراسان رضوی. *تاریخ و فرهنگ*، ۵۴(۲)، ۹-۲۶.

منتظر ظهوری، مجید. محمد ترکیهای اصفهانی. حسام طاهری (۱۳۹۹). مطالعه باستان‌شناختی منشاء تولید سفالهای زرین فام مجموعه دست کند زیرزمینی تپه قلعه خمین با استفاده از روش آنالیز پیکسی. *مطالعات باستان‌شناسی، ۱۲*(۲)، ۲۰۵-۲۲۴.

نیکخواه، هانیه. (۱۳۹۳). *واکاوی خاستگاه سفال زرین فام ایران*. پایان‌نامه مقطع دکترای پژوهش هنر دانشگاه تربیت مدرس.

APA REF
Masjedi Khak, P., Kohansal Vajargah, H., & Khazaie Kouhpar, M. (2025). A Petrographic Study of Lusterware Ceramic Paste from the Jizd Roshtkhar Site, Khorasan Razavi. *Journal of Research on Archaeometry, 12*(1), 12103, DOI: 10.66224/jra.2026.12.103