ANCIENT IRANIAN STUDIES

پژوهشنامهٔ ایران باستان

مطالعهٔ آزمایشگاهی پتروگرافی سفال‌های محوطهٔ گوریه استانِ ایلام
نویسنده(گان): میلاد باغ‌شیخی، لیلا خسروی، سید ایرج بهشتی
منبع: پژوهشنامهٔ ایران باستان، سال ۳، شمارهٔ ۱۰: ۸۹-۱۰۷.
گروه پژوهشی باستان‌کاوی تیسافرن

Mineralogical Petrography of Pottery from Guriye Area, Ilam Province
Author(s): Milad Baghsheikhi; Leila Khosravi; Seyd Iraj Beheshti
Source: Ancient Iranian Studies, July 2024, VOL. 3, NO. 10: 89-107.
Published by: Tissapherness Archaeological Research Group
Stable URL:
https://doi.org/10.22034/AIS.2024.434284.1069

© 2024 The Author(s). Published by Tissaphernes Archaeological Research Group, Tehran, Iran. Open Access. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.
The ethical policy of Ancient Iranian Studies is based on the Committee on Publication Ethics (COPE) guidelines and complies with International Committee of Ancient Iranian Studies Editorial Board codes of conduct. Readers, authors, reviewers and editors should follow these ethical policies once working with Ancient Iranian Studies. The ethical policy of Ancient Iranian Studies is liable to determine which of the typical research papers or articles submitted to the journal should be published in the concerned issue. For information on this matter in publishing and ethical guidelines please visit www.publicationethics.org.

Ministry of Science Research & Technology
Tissaphernes Archaeological Research Group
www.tissaphernesArc.ac.ir

Ancient Iranian Studies
2024, VOL. 3, NO. 10: 89-107. OPEN ACCESS
https://doi.org/10.22034/AIS.2024.434284.1069

ANCIENT
IRANIAN
STUDIES

RESEARCH ARTICLE

Mineralogical Petrography of Pottery from Guriye Area, Ilam Province

Milad Baghsheikhi[1]; **Leila Khosravi**[2]; **Seyd Iraj Beheshti**[3]

Abstract

The geographical location of Ilam province and its location on the communication routes to other regions led to the formation of numerous settlements in the region, ranging from the prehistoric to the Islamic era. So far, laboratory studies based on petrography have not been conducted for pottery found from the Sassanian and early Islamic periods in the western region of Iran, and therefore the current study will try to gather more information about the production process of pottery in the aforementioned periods. Considering that pottery and its fragments were the most abundant cultural data in this ancient complex, 20 pieces from the Goriya area, were obtained from the cultural context of an excavation, and were selected to conduct mineralogical tests to find out technology behind their construction. The questions of this research are about examining the composition and pottery structure, the degree of fire in the kiln during the baking process and knowing whether they were indigenous or imported. These experiments were conducted at the Conservation and Restoration Research Institute of Iran's Cultural Heritage and Tourism Organization. Based on the geological studies of Ivan city and petrographic analysis, it can be concluded that the three compounds of quartz, iron oxide and calcite could be seen in most of the samples of the area although based on the studies, there are exceptions in some pottery. In Sample 5, mica from the Guriye area is used. Also, except for Sample 12, all the pottery were domestically produced and in other words were local and belonged to the region itself. The clay texture in the samples was heterogeneous, silitic, porphyry and silitic. Except for Samples 10, 11, and 12 of the Goriya-surrounded pottery, calcite minerals were observed in the paste of all the pottery, which indicated that the oven firing was not more than 800 degrees Celsius.

Keywords: Guriye Area; Pottery Petrography; Sasanian-Islamic Period.

[1] Ph.D of Archaeology, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author). M.baghsheikhi@ut.ac.ir
[3] Associate Professor, Research Institute for Cultural Heritage and Tourism, Tehran, Iran.
[3] MA of Archaeology,Research Institute for Cultural Heritage and Tourism, Tehran, Iran.
Article info: Received: 6 January 2024 | Accepted: 15 April 2024 | Published: 1 July 2024
Citation: Baghsheikhi, Milad; Khosravi, Leila; Beheshti, Seyd Iraj. (2024). "Mineralogical Petrography of Pottery from Guriye Area, Ilam Province". *Ancient Iranian Studies*, Vol. 3 (10): 89-107.
https://doi.org/10.22034/AIS.2024.434284.1069

Introduction

The geographical location of Ilam province and its position along communication routes to other regions has led to the formation of numerous settlements from prehistoric to the Islamic period. So far, laboratory studies based on petrography have not been conducted on Sasanian and early Islamic earthenware found in the western region of Iran and the forthcoming research will lead to more information regarding the pottery production process and materials used in the study area. Given that earthenware has been the most abundant data pottery being the most common cultural artifact in this ancient collection, twenty pieces of earthenware from the Guriye area, obtained from the excavation layer, were selected for mineralogical test to find out their structure technologically. Petrographic research on samples were carried out with the aim of providing accurate information about the characteristics and the amount of minerals present in the selected pieces of pottery for researchers' utilization and to facilitate subsequent comparative studies of the results found from the samples of the Goriye site with other Sassanian-Islamic sites in the western Iranian region. One of the research questions is: What are the mineralogical characteristics of the discovered earthenware from the Guriye site? According to the results of the analysis conducted on selected earthenware of Guriye, what has been the status of them being indigenous or imported? Also, how is the amount of firing of these pottery items?

Geology of Research Area

From the perspective of geological divisions of Iran, the study area falls within the Zagros zone, therefore, its stratigraphic-tectonic characteristics are affiliated with the folded Zagros tectonic units. Folded Zagros is located in the southwest of Iran, its northeastern unit corresponds to the famous tectonic zone, which is called the main thrust of Zagros. From the global tectonic point of view, folded Zagros is an inactive continental margin (compared to the Sanandaj-Sirjan zone, which is considered an active continental margin), and forms the Neotethys Ocean with a south-northwest- trend. The east stretches from Kermanshah to all of central Lorestan and eastern Khuzestan to Zahir Island in the Persian Gulf.

Introduction of Studied Samples of Guriye Area

For the petrographic test, 20 simple and decorated samples of earthenware obtained from the archaeological excavation of the Guriye were selected. The technique applied in making these pieces were either handmade or machine made, and their baking levels were completely suitable except in case of two items. The quality of making samples is mostly average and three pieces in the collection found to be rough. The mixture of all samples contains minerals whereas, the color spectra of the glaze of these pottery pieces are beige, greenish-beige, gray, brown, light brown, orange, and the color spectrum of some earthenware is blue, green, and brown. Some samples are painted on their interior and exte-

rior walls in a wet manual method can be observed.

Studies of Earthenware Petrography in Guriye

In this research, 20 pottery samples from the excavation of Guriye site in Ilam province were selected for petrographic tests or thin section analysis. In this research, an effort was made to select index components with clear shapes and appropriate size and thickness. For the petrographic analysis, twenty thin section earthenware samples with a thickness of 30 microns were prepared and then examined and studied using a polarizing microscope, James Swift model prior. Based on the results of the study of samples from Guriye, the filler components according to the metamorphic origin include: quartz, plagioclase, and pyroxene. Quartz is mineral rich in silica and the most common on the Earth's dry surface and is the main constituent of soils, sands, and surface rocks (Masjedi Khak *et al.*, 2021: 80). Plagioclase belongs to the feldspar family and is found in various types of igneous, metamorphic, and some sedimentary rocks (Masjedi Khak *et al.*, 2021: 81). Also, in some samples, fossil pieces can be observed. The tissues of most samples are siltstone or fine-grained. In the silt tissue, the dimensions of the fine grains making the sample do not exceed 0.5 mm, and in the porphyry texture, the dimensions of the phenocrysts are between 1 and 2 mm. The most common mineral in all samples is transparent and polycrystalline quartz.

In the study of pottery, one of the minerals and phases used to study the temperature of pottery is calcite. Calcium carbonate in clay matrices started to be analyze at a temperature of 650 degrees Celsius. This process increases to about 800 degrees Celsius and the remaining calcite disappears at about 900 degrees (Afshari-Nejad, 2014: 56). According to the geology of the region, where there are carbonate formations and outcrops in the region, the absence of calcite mineral in the study clays indicates the temperature of more than 800 degrees Celsius for these clays. As shown in Table (2), there are calcite minerals in all the samples except Samples 10, 11 and 12, which shows that the pottery was fired at a temperature lower than 800 degrees Celsius.

Conclusion

Considering the questions raised at the beginning of the study and according to the results obtained from the petrographic analysis on 20 pottery pieces from the Guriye site, it was determined that mineral description is important in petrographic experiments because by knowing them, it is possible to compare and adapt between the samples. Based on the comparison made, the tested samples can be divided into 3 groups. The samples are histologically characterized by silt and porphyritic tissues. The petrographic results of the earthenware from Guriye show that most samples contain a combination of quartz, iron oxide, and calcite, indicating that these have similar compositions and structures, originating from a same source within the studied area. Among the samples of Guriye,

two samples numbered 12 structurally differ from the other samples and in the paste, minerals of igneous origin (amphibole and plagioclase) are used, which could not be found based on geological maps of this area.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Ancient Iranian Studies
2024, VOL. 3, NO. 10: 89-107. OPEN ACCESS
https://doi.org/10.22034/AIS.2024.434284.1069

ANCIENT
IRANIAN
STUDIES

مقالهٔ پژوهشی

مطالعهٔ آزمایشگاهی پتروگرافی سفال‌های محوطهٔ گوریه استانِ ایلام

میلاد باغ‌شیخی[۱]، لیلا خسروی[۲]، سید ایرج بهشتی[۳]

چکیده

جغرافیایی استان ایلام و قرارگیری آن در مسیر راه‌های ارتباطی به سایر مناطق، سبب شکل‌گیری استقرارهای متعددی از دوران پیش از تاریخ تا دورهٔ اسلامی شده است. تاکنون مطالعات آزمایشگاهی براساس پتروگرافی برای تحلیل سفال‌های دورهٔ ساسانی و اوایل اسلامی در منطقهٔ غرب ایران انجام نگرفته و پژوهش پیش رو منجر به اطلاعات بیشتر محققان نسبت به فرآیند تولید سفالینه‌ها در دوره‌های پیش‌گفته در حوزهٔ مورد مطالعاتی می‌شود. باتوجه به این‌که سفال فراوان‌ترین دادهٔ فرهنگی در این مجموعه باستانی بوده است، تعداد ۲۰ قطعه سفال از محوطهٔ گوریه که از لایهٔ فرهنگی کاوش به‌دست آمده، برای انجام آزمایش پتروگرافی برای پی بردن به فناوری ساختار آنها انتخاب شده است. پرسش‌های این پژوهش درباره بررسی ترکیبات و ساختار سفال‌ها (؟)، میزان درجهٔ پخت در کوره (؟) و آگاهی از وضعیت بومی یا وارداتی بودن آنها (؟) است. این آزمایش‌ها در پژوهشکدهٔ حفاظت و مرمت پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری انجام گرفته است که بر پایهٔ مطالعات زمین‌شناسی شهرستان ایوان، می‌توان نتیجه گرفت که سه ترکیب کوارتز، اکسید آهن و کلسیت در اکثر نمونه‌های محوطه مشاهده می‌شوند اگرچه براساس مطالعات صورت گرفته در برخی از سفال‌ها استثنائاتی وجود دارد. به‌عنوان مثال در نمونهٔ ۵ محوطهٔ گوریه میکا به‌کار رفته است. همچنین به جزء نمونه ۱۲ گوریه، تمامی سفالینه‌ها تولید داخل و به عبارتی محلی بوده و مربوط به خود منطقه هستند. بافت سفال در نمونه‌ها، سیلیتی، پورفیری و سیلیتی ناهمگن است. به‌جز نمونه‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ از سفالینه‌های محوطهٔ گوریه، کانی کلسیت در خمیره تمامی سفال مشاهده می‌شوند که نشان‌دهندهٔ دمای پخت سفال کمتر از ۸۰۰ درجهٔ سیلسیوس بوده است.

واژه‌های کلیدی: محوطه گوریه، ساسانی_اسلامی، پتروگرافی سفال.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[۱]. دکتری باستان‌شناسی دانشگاه تهران، تهران، ایران M.baghsheikhi@ut.ac.ir
[۲]. دانشیار پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری، تهران، ایران
[۳]. کارشناس ارشد زمین‌شناسی، پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی پژوهشگاه میراث فرهنگی، تهران، ایران

مشخصات مقاله: تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۲۷ | تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۴/۱۱

استناد: باغ‌شیخی، میلاد؛ خسروی، لیلا؛ بهشتی، سید ایرج. (۱۴۰۳). "مطالعهٔ آزمایشگاهی پتروگرافی سفال‌های محوطهٔ گوریه استانِ ایلام"، *پژوهشنامهٔ ایران باستان*، سال ۳، شمارهٔ ۱۰: ۸۹-۱۰۷.

https://doi.org/10.22034/AIS.2024.434284.1069

مقدمه

امروز استفاده از علوم میان‌رشته‌ای مانند آزمایش کانی‌شناسی نظیر پتروگرافی در تجزیه و تحلیل یافته‌های باستان‌شناسی کاربرد دارد و از طرفی دیگر لزوم اطلاعات دقیق‌تر علمی، در میان محققان امری لازم و رواج یافته است. به‌طورکلی، مطالعات آزمایشگاهی پشتوانهٔ مناسبی برای شناخت کانی‌ها و عناصر تشکیل دهندهٔ سفال محسوب می‌شوند (سرداری و همکاران، ۱۳۹۶: ۶۶). یک فصل کاوش محوطهٔ گوریه در سال ۱۳۹۴ خورشیدی مشخص شد که بخش زیادی از مواد فرهنگی برجامانده از آنها را، قطعات سفالی تشکیل می‌دهند که مطالعهٔ آنها می‌تواند در شناخت تحولات فرهنگی منطقهٔ پیش‌گفته مفید باشد. این مهم در قالب یک طرح مطالعاتی میکروسکوپی برپایهٔ تهیهٔ مقاطع نازک و مطالعات میکروسکوپی (پتروگرافی) سفال‌های این دوره بر مبانی پرسش‌های مطرح شده در پژوهش انجام گرفت. تحلیل پتروگرافی یکی از متداول‌ترین روش آزمایشگاهی در مطالعات زمین‌شناسی است که از پیشگامان اولیهٔ آن، فسیل‌شناس‌ها بوده‌اند و اولین‌بار شخصی به نام ویلیام نیکول این روش را معرفی کرده است (سلمانزاده و همکاران، ۱۳۹۳: ۵۷ نقل از زارع، ۱۳۸۳). در آزمایش‌های پتروگرافی، توصیف کانی‌های تشکیل دهندهٔ اهمیت دارد؛ زیرا با شناخت آنها امکان مقایسه و تطبیق میان نمونه‌ها فراهم می‌شود. مطالعات پتروگرافی نمونه‌های این پژوهش با هدف ارائه اطلاعات دقیق در خصوص ویژگی‌ها و میزان کانی‌های موجود در قطعات سفالینه‌های منتخب، جهت بهره‌گیری پژوهشگران و تسهیل مطالعات تطبیقی بعدی نتایج آزمایش‌های پتروگرافی انجام شده روی نمونه‌های محوطه گوریه با سایر محوطه‌های ساسانی-اسلامی در منطقهٔ غرب ایران صورت پذیرفت.

پرسش‌های پژوهش

ازجمله پرسش‌های این پژوهش عبارتنداز: سفال‌های مکشوفه از محوطه گوریه از نظر کانی‌شناسی دارای چه ویژگی‌هایی هستند؟ مطابق با نتایج آنالیزهای صورت‌گرفته روی سفال‌های منتخب محوطه‌های گوریه، وضعیت بومی یا وارداتی بودن آنها چگونه بوده است؟ همچنین، میزان پخت این سفال‌ها چگونه است؟

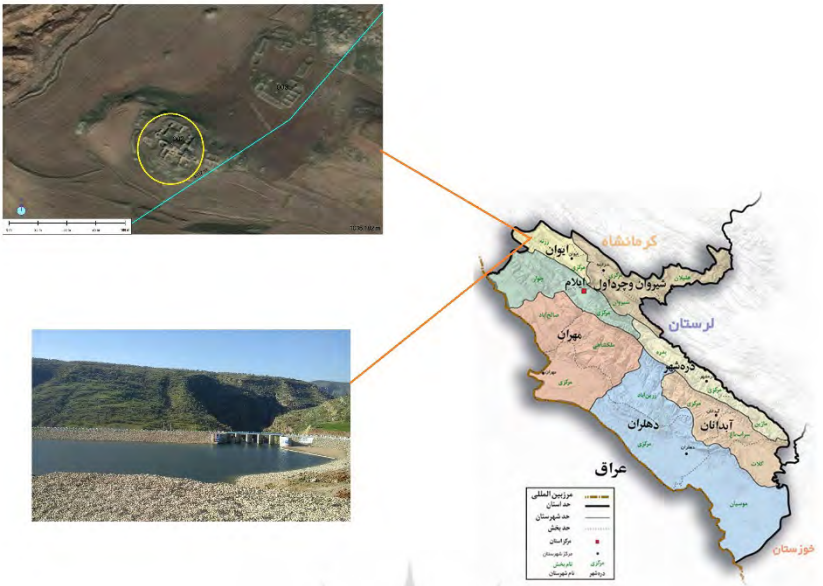
روش‌های پژوهش

در این پژوهش، تعداد ۲۰ قطعه سفال ساسانی و اوایل اسلامی از محوطهٔ باستانی گوریه برای مطالعات پتروگرافی انتخاب شدند. پس از تهیهٔ مقاطع نازک، مطالعهٔ میکروسکوپی سفال‌ها با میکروسکوپ دوچشمی پلاریزان مدل جیمز سویفت پژوهشگاه میراث فرهنگی انجام شد. بزرگ‌نمایی به‌کار رفته در این مطالعه X۴ (۴۰ برابر) است. این نوع میکروسکوپ بیشتر در حوزهٔ کانی‌شناسی و کریستالوگرافی استفاده می‌شود و مهم‌ترین ویژگی آن، شناسایی کانی‌ها براساس اصول و جدول‌هایی است که کار با این میکروسکوپ را از سایر میکروسکوپ‌های نوری متمایز می‌کند (امامی و همکاران، ۱۳۹۴: ۳).

پیشینهٔ پژوهش

پیشنهٔ پژوهشی در پژوهش حاضر را می‌توان در قالب موضوع مطالعات باستان‌سنجی طرح و بررسی نمود. ازجمله فعالیت‌های مرتبط با مطالعات آزمایشگاهی پتروگرافی سفال می‌توان به مقاله‌هایی همچون «بررسی روند کربناتیزاسیون مجدد و شکل‌گیری کلسیت ثانویه در سفال‌های باستانی براساس مطالعات پتروگرافیک» که در آن نویسندگان به بررسی حضور فازهای کرباته همچون کلسیت و دولومیت که تأثیرات زیادی بر ساختار سفال دارد و همچنین در اثر تجزیه این

فازها، ترکیبات ثانویه شکل می‌گیرد که برخی پایدار و برخی ناپایدار هستند پرداخته شده است (امامی و نوغانی، ۱۳۹۲)؛ نقشینه و افشاری در مقالهٔ «مطالعهٔ پتروگرافی عصر آهن غار هوتو» سفال‌های مکشوفه از غار هوتو را به چهار گونهٔ سفال قرمز، سفال خاکستری، سفال پخت‌وپز و سفال قهوه‌ای طبقه‌بندی کردند و براساس آزمایش‌های مشخص کردند که خاک مورد استفاده در ساخت سفال قهوه‌ای با دیگر نمونه‌ها در این مکان متفاوت است (نقشینه و همکاران، ۱۳۹۲)؛ سلمانزاده و همکاران نیز در مقالهٔ «بررسی نتایج آزمایش‌های پتروگرافی نمونه‌های سفالی تپه گراتزیانی» نشان دادند که درجهٔ پخت سفال‌های گراتزیانی از ۸۰۰ درجه فراتر نرفته و منشأ همهٔ سفال‌ها تولید محلی بوده است (سلمانزاده و همکاران، ۱۳۹۳)؛ همچنین سرداری و همکاران در مقالهٔ «آنالیز پتروگرافی و XRF سفال‌های دورهٔ باکون تل مش‌کریم شهرستان سمیرم» که برپایهٔ آنالیز پتروگرافی و مطالعات زمین‌شناسی منطقهٔ سمیرم استوار بود، سفالینه‌ها را تولید داخل و محلی دانستند و با انجام آنالیز XRF نیز، وجود کانی کلسیت را در نمونه‌های مورد بحث تأیید کردند (سرداری و همکاران، ۱۳۹۶)؛ معانی و همکاران نیز در مقالهٔ «نتایج مقدماتی مطالعات پتروگرافی سفال‌های باکون الف در فارس» به بررسی ۴۴ قطعه سفال از محوطهٔ باکون پرداخته و شاخص‌ترین یافته‌ای که در نتایج سفال‌های منطقهٔ فارس به‌دست آوردند نشان داد که سه ترکیب کوارتز، اکسید آهن و کلسیت در تمامی نمونه‌ها وجود دارد اما در برخی از نمونه‌ها سنگ چرت در ترکیب سفال مشاهده می‌شود (معانی و همکاران، ۱۳۹۸)؛ همچنین صدقی و همکاران در مقالهٔ «مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های هزارهٔ چهارم قبل از میلاد محوطهٔ نارجوئیه III جیرفت» به بررسی ۱۰ قطعه سفال از این محوطه پرداختند و براساس مطالعات آزمایشگاهی مشخص شد که سفال‌ها از نظر پتروفابریک به دو دستهٔ سیلیتی و پورفیری تقسیم می‌شوند و از نظر خصوصیات کانی‌شناسی تمامی آنها از ویژگی‌های یکسانی پیروی می‌کنند که خود بیان کنندهٔ استفاده از یک نوع خاک یکسان در منطقه است (صدقی و همکاران، ۱۳۹۹)؛ «مطالعهٔ تطبیقی سفال لپویی چهارمحال‌وبختیاری با شمال فارس براساس روش پتروگرافی» در این مقاله نگارندگان ۱۷ قطعه سفال لپویی متعلق به چهار محوطهٔ در چهارمحال‌وبختیاری را با ۷ نمونه سفال لپویی از حوضهٔ رود کر مقایسه کردند و نشان دادند که دانش ساخت سفال لپویی تحت‌تأثیر حرکات کوچ‌روی به مرزهای شمالی این فرهنگ منتقل شده است و از طرف دیگر، میزان تشابه برخی نمونه‌های چهارمحال‌وبختیاری با محوطه‌های فارس وارداتی بودن آنها را یادآور می‌شود (علیرضازاده‌نودهی و همکاران، ۱۳۹۹) و درنهایت مسجدی‌خاک و همکاران در مقالهٔ «مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های عصر مفرغ قدیم (کورا-ارس) و مفرغ میانی تپه کلار کلاردشت» (مسجدی‌خاک و همکاران، ۱۴۰۰) به مطالعهٔ ۱۵ نمونه قطعه سفال از داده‌های کاوش تپه کلار براساس مطالعات پتروگرافی می‌پردازند و نتایج آنها نشان می‌دهد که سفال‌های مفرغ قدیم کورا-ارس) و سفال‌های مفرغ میانی با ساختار منطقهٔ البرز مرکزی همخوانی دارد و وجود کانی کمیاب نفلین و همچنین دانه‌های یاقوت در بافت برخی سفال‌ها و ساختار زمین‌شناسی منطقه، سفال‌های کورا-ارس و مفرغ میانی تپه کلار، تولید محلی و منطقه‌ای هستند. ازآنجاکه تاکنون مطالعات آزمایشگاهی پتروگرافی روی سفال‌های محوطه گوریه انجام نشده است، نگارندگان برای رفع این خلاء پژوهش حاضر را تنظیم کرده‌اند.



تصویر ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان ایوان، استان ایلام و محوطه گوریه (دایره زردرنگ)

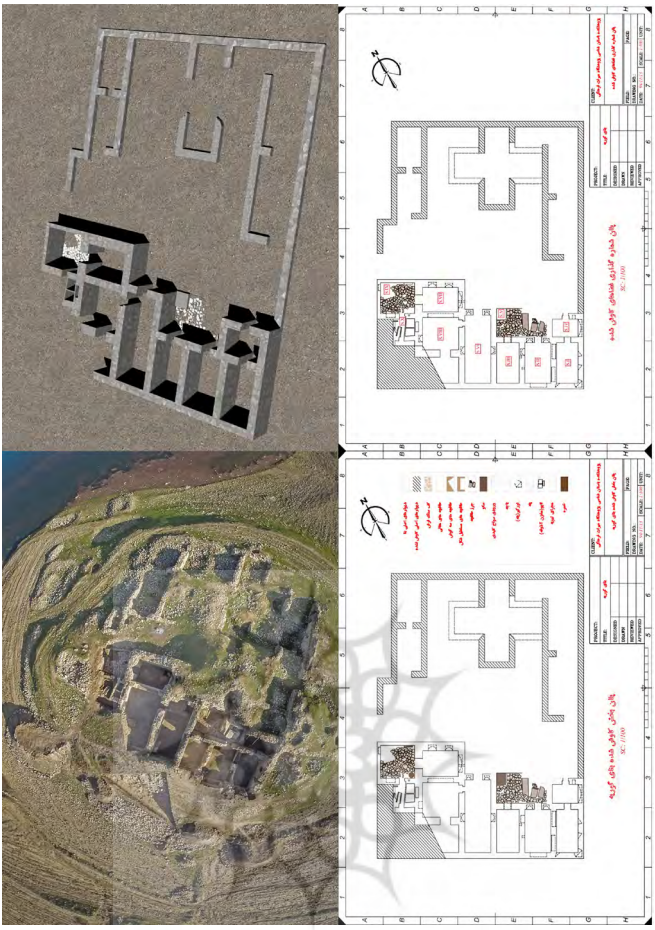
Fig. 1. Geographical Location of Ivan City, Ilam Province and Gourieh Area (Yellow Circle).

موقعیت جغرافیایی محوطه گوریه

محوطهٔ گوریه با شماره بررسی E.Koo3 در مختصات جغرافیای طول ۶۰۵۳۸۰ و عرض ۳۷۵۲۲۱۰ با ارتفاع ۱۰۲۹ متر از سطح دریاهای آزاد در بخش زرنه از توابع شهرستان ایوان در فاصلهٔ حدود ۸۰۰ متری جنوب و جنوب‌غربی روستای سرتنگ سفلی قرار دارد و رودخانهٔ کنگیر از فاصلهٔ حدود ۱۹۰ متری شمال و شمال‌غربی آن در جریان است (تصویر ۱). مجموعه بناهای گوریه و کلگ به طول حدود ۲۰۰ متر و عرض ۱۰۰ متر با جهت شمال‌شرق به جنوب‌غرب در کنار رودخانهٔ کنگیر قرار دارند شایان ذکر است که این محوطه از دو بنای جداگانه به نام گوریه و کلگ تشکیل شده است؛ فاصلهٔ گوریه تا کلگ ۵۰ متر است (خسروی، ۱۳۹۵: ۳۲).

شرح مختصر کاوش‌های محوطه‌های گوریه

شیوهٔ کاوش در محوطه‌های گوریه ایجاد کارگاه‌هایی به ابعاد ۱۰×۱۰ متر بوده است که پس از تهیهٔ نقشهٔ توپوگرافی، سطح تپه‌ها در مربع‌های ۱۰×۱۰ متر شبکه‌بندی و هریک از این مربع‌ها یک کارگاه کاوش از سوی کاوشگر نام‌گذاری شد. در پایان یک فصل کاوش در محوطهٔ گوریه یک بنای مستطیل شکل به طول ۳۳ متر، عرض ۲۵ متر و مساحت ۸۲۵ متر مربع نمایان شد که پس از آزادسازی نیمهٔ جنوبی آن درمجموع ۱۰ فضا نمایان شد که این بنا از سوی کاوشگر به دورهٔ ساسانی منسوب و معماری آنها نیز همانند سایر بناهای دورهٔ ساسانی مشتمل‌بر: تالار، ایوان، ایوانچه، اتاق‌ها و غیره معرفی شده است که در اطراف یک فضای روباز (حیاط) قرار گرفته‌اند. در این بناها، جرز و ستون‌های گرد یا چهارگوش، طاق‌نماها، قوس‌ها وغیره به‌کار رفته و مصالح آنها نیز از قلوه‌سنگ و ملات گچ نیم‌پخته نیم‌کوب است. ارتفاع شالوده‌ها متغییر و با لاشه‌سنگ به روش غوطه‌ور در ملات اجرا شده است و روی



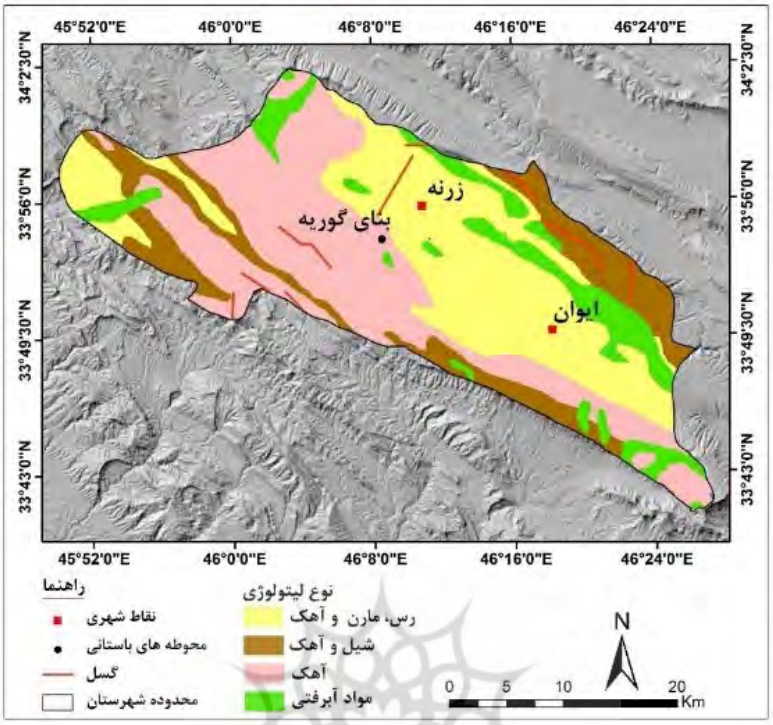
تصویر ۲. پلان و فضاهای کاوش شدهٔ محوطه گوریهٔ استان ایلام (Sodaei and khosravi, 2024: 48)

Fig. 2. The Plan and The Excavation Spaces of Gourieh, Ilam Province (Sodaei and khosravi, 2024: 48).

دیوارها را با گچ پوشانیده‌اند (خسروی، ۱۳۹۹: ۱۴۴).

زمین‌شناسی منطقه مورد پژوهش

محدوده مطالعاتی از نقطه نظر تقسیمات زمین‌شناسی ایران در زون زمین‌ساختی زاگرس چین خورده یا زاگرس خارجی قرار دارد، بنابراین اختصاصات استراتیگرافی-تکتونیکی آن از واحد زمین‌ساختی زاگرس چین‌خورده تبعیت می‌کند. زاگرس چین‌خورده در جنوب غربی ایران واقع شده، واحد شمال‌شرقی آن منطبق با منطقه تکتونیکی مشهوری است که راندگی اصلی زاگرس نامیده می‌شود. از دیدگاه زمین‌ساختی جهانی، زاگرس چین خورده حاشیه قاره‌ای غیرفعال (در مقایسه با زون سنندج-سیرجان که حاشیه قاره‌ای فعال محسوب می‌شود)، اقیانوس نئوتتیس را تشکیل می‌دهد که با روند شمال غرب-جنوب‌شرق از کرمانشاه تا سراسر لرستان مرکزی و خوزستان شرقی تا جزیره خارج در خلیج‌فارس کشیده شده است. باتوجه به اینکه استان ایلام در زون مورد بحث واقع شده است، بنابراین بررسی تاریخچه رخدادهای زمین‌شناسی



تصویر ۳. نقشهٔ زمین‌شناسی شهرستان ایوان و موقعیت مکانی محوطه مورد مطالعه

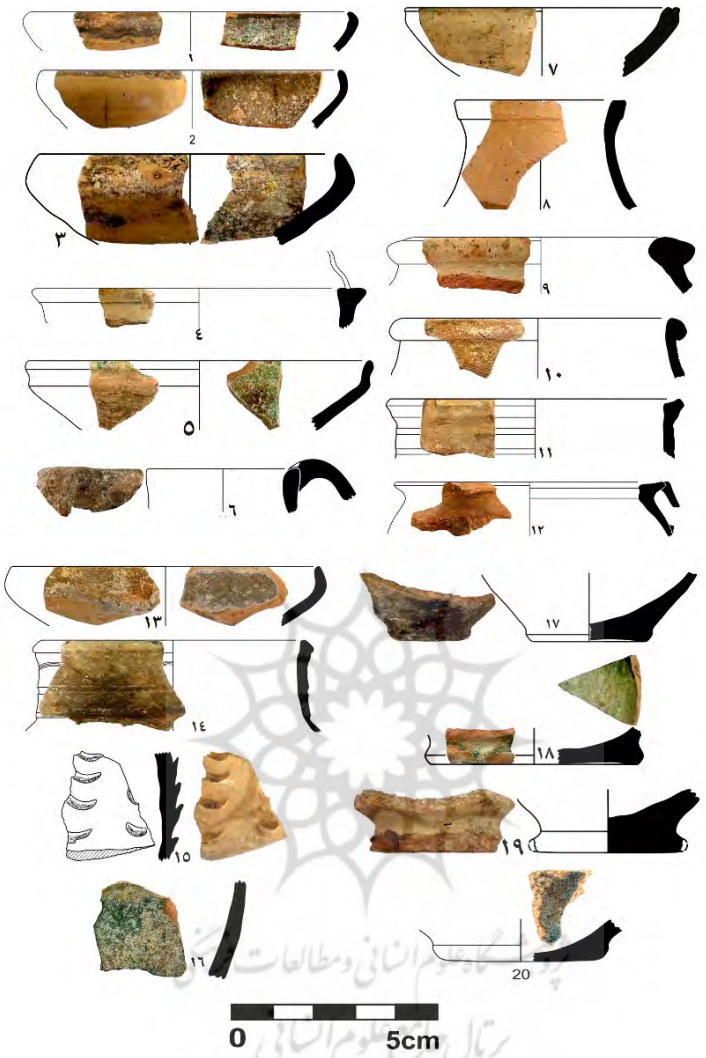
Fig. 3. Geological Map of Ivan City and Location of The Study Area

در این منطقه از کشورمان در گرو شناخت حوادث و رخدادهای روی داده در تکوین زاگرس چین خورده است (آقانباتی، ۱۳۸۵: ۱۹).

تشکیلات کواترنری در استان ایلام حاصل فرسایش سازندهای برون‌زده در استان است و بیشتر این رُس‌ها شامل دانه‌های ریز آهکی فراوانی در ساختمان خود هستند. ناودیس‌های مهم استان از جمله ناودیس ایوان غرب، شیروان چرداول و مهران توسط رسوبات کواترنری پوشیده شده و درواقع بخش حاصل خیز استان را از لحاظ کشاورزی تشکیل می‌دهند (سازمان زمین‌شناسی کشور، ۱۳۹۵). در تصویر ۳ نقشهٔ زمین‌شناسی شهرستان ایوان نشان داده شده است. براساس نقشه مذکور، بخش زیادی از محدوده شهرستان را سازندهای آهکی تشکیل داده است. سازندهای آهکی به‌عنوان یکی از منابع اصلی تأمین آب محسوب می‌شود. باتوجه به موارد مذکور، به‌دلیل وجود سازندهای آهکی و دسترسی به منابع آبی، محدوده شهرستان ایوان در دوران تاریخی و اسلامی همواره محل شکل‌گیری سکونتگاه‌های بشری بوده است (احمدی و مافی، ۱۳۹۳: ۳-۵).

معرفی نمونه‌های مورد مطالعه محوطه گوریه

برای آزمایش پتروگرافی تعداد ۲۰ نمونه سفال ساده و تزئین‌دار حاصل از کاوشِ باستان‌شناختی محوطهٔ گوریه و انتخاب شده است. تکنیک ساخت این قطعات یک مورد دست‌ساز و بقیه چرخ‌ساز و میزان پخت آنها به جزء دو مورد تمام آنها مناسب هستند. کیفیت ساخت نمونه‌ها نیز بیشتر متوسط و سه قطعه خشن است. آمیزهٔ تمامی نمونه‌ها کانی و طیف‌های رنگ خمیرهٔ این سفالینه‌ها نخودی، نخودی مایل به سبز، خاکستری، قهوه‌ای، قهوه‌ای روشن، نارنجی و طیف رنگ لعاب برخی از



تصویر ۴. نمونه سفال‌های ارائه شده جهت آنالیزهای پتروگرافی قبل از برش
Fig. 4. Pottery Samples Selection for Petrographic Analysis Before Cutting

سفالینه‌ها آبی، سبز و قهوه‌ای است. برخی از نمونه‌ها بر جدارهٔ داخلی و بیرونی‌شان پرداخت به روش دست مرطوب مشاهده می‌شود (تصویر ۴).

مطالعات کانی‌نگاری (پتروگرافی) سفال‌های محوطهٔ گوریه

در این پژوهش ۲۰ نمونه قطعه سفال حاصل از کاوش محوطه گوریه استان ایلام جهت آزمایش‌های پتروگرافی یا تحلیل برش نازک از مقطع سفال انتخاب شدند که نتایج آن در جدول‌های زیر قابل مشاهده است. در این پژوهش تلاش شد تا قطعات شاخص که فرم آنها مشخص باشد و اندازه و ضخامت آنها نیز مناسب باشد، انتخاب شود. در روش پتروگرافی لایه نازکی

جدول ۱. نتیجه پتروگرافی سفال‌های محوطهٔ گوریه استان ایلام

Table 1. Petrographic Results of Pottery from Gourieh Area, Ilam Province

Sample Code	Qz (Clean)	Qz (Cloudy)	Fe-oxide	Cc	Pl	&AM PX	Grog	Texture
۱	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۲	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۳	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۴	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۵	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۶	*	*	*	*	–	–	–	ناهمگن (پورفیری)
۷	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۸	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه ناهمگن
۹	*	*	*	*	–	–	*	ریزدانه ناهمگن
۱۰	*	*	*	–	–	–	–	ریزدانه
۱۱	*	*	*	–	–	–	–	ریزدانه
۱۲	*	*	*	–	*	*	–	ناهمگن (پورفیری)
۱۳	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۱۴	*	*	*	*	–	–	*	ریزدانه ناهمگن
۱۵	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۱۶	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۱۷	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۱۸	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۱۹	*	*	*	*	–	–	–	ریزدانه
۲۰	*	*	*	*	–	–	*	ریزدانه ناهمگن

به ضخامت ۳۰ میکرون روی لام آزمایشگاهی تهیه می‌شود که به آن مقطع نازک[1] گفته می‌شود (Shepard, 1956: 139-140). در این ضخامت و در زیر میکروسکوپ پلاریزان کانی‌های تشکیل دهندهٔ خواص نوری ویژه‌ای از خود نشان می‌دهند (امان‌اللهی، ۱۳۸۸: ۱۲۷). در این روش سه جنبهٔ ساختار سفال را می‌توان بررسی کرد که عبارت‌اند از اطلاعات دقیق در رابطه با ترکیب کانی‌شناسی به‌منظور تعیین منشأ خاک رس، تعیین ماهیت و ویژگی‌های اجزاء غیر پلاستیکی (انکلوزیون) و خواص مشخصی از آن اجزا همچون اندازهٔ ذرات و توزیع و ارتباط آنها با یکدیگر که به درک روش سفالگر برای آماده‌سازی و شکل‌دهی خمیر سفال کمک می‌کند و تخمین دمای پخت براساس تغییر

[1] Thin section

جدول ۲. گروه‌بندی نمونه سفال‌های محوطهٔ گوریه براساس پتروگرافی
Table 2. Grouping Of Pottery Samples from Gourieh Area Based on Petrographic

گروه	شمارهٔ نمونه	مشخصات پتروگرافی سفال‌ها
۱	۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹	کوارتز، اکسید آهن، کلسیت، میکا
۲	۶، ۱۲	اکسید آهن، کلسیت، آمفیبول، پیروکسن، کوارتز و پلاژیوکلاز
۳	۸، ۹، ۱۴، ۲۰	کوارتز، اکسید آهن، کلسیت، گروگ

و تحولات مواد معدنی در دمای بالا (بخت‌آور و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۵۵).

برای انجام آنالیز پتروگرافی، از ۲۰ نمونه سفال مورد نظر مقطع نازک با ضخامت ۳۰ میکرون تهیه و سپس نمونه‌ها با میکروسکوپ پلاریزان prior مدل جیمز سویفت (James Swift) بررسی و مطالعه شدند (جدول ۱). در این جدول، در صورت وجود کانی ذکر شده از علامت * و در صورت نبود کانی مورد نظر از علامت - استفاده می‌شود.

Qtz (Clean) = کوارتز شفاف و فنوکریست؛ Qtz (Cloudy) = کوارتزیت Fe-oxide= اکسید آهن.؛ Cal= کلسیت؛ Pl= پلاژیوکلاز؛ grog= (قطعات رسی، سیلتی و یا سفال‌های قبلی هستند که به عنوان تمپر یا پرکنندهٔ در سفال‌ها استفاده می‌شدند)؛ AM&PX = آمفیبول و پیروکسن؛ Chert= قطعات سنگ چرت.

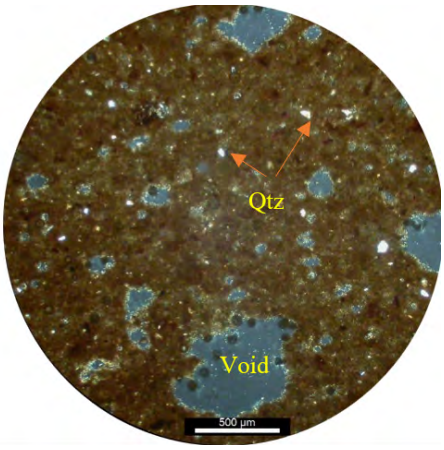
طبق نتایج مطالعهٔ نمونه‌های محوطهٔ گوریه، اجزاء پرکنندهٔ براساس منشأ شامل قطعات: کوارتز، پلاژیوکلاز و پیروکسن هستند. کوارتز کانی غنی از سیلیکات و رایج‌ترین کانی روی خشکی‌های سطحی زمین است و عمده‌ترین تشکیل دهندهٔ خاک، ماسه و سنگ‌های تشکیل شده نزدیک به سطح است (مسجدی‌خاک و همکاران، ۱۴۰۰: ۸۰). پلاژیوکلاز از خانوادهٔ فلدسپارها است و در انواع مختلف سنگ‌های آذرین و سنگ‌های دگرگونی و در برخی از سنگ‌های رسوبی وجود دارد (مسجدی‌خاک و همکاران، ۱۴۰۰: ۸۱). همچنین در برخی نمونه‌ها قطعات فسیل مشاهده می‌گردد. چنان‌که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، بافت اکثر نمونه‌ها سیلیتی یا ریزدانه هستند. در بافت سیلیتی ابعاد ریزدانه‌های سازندهٔ نمونه از ۰/۵ میلی‌متر فراتر نمی‌رود و در بافت پورفیری ابعاد درشت‌بلور بین ۱ تا ۲ میلی‌متر است (سرداری و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۳). همان‌طورکه در جدول (۱) قابل مشاهده است، متداول‌ترین کانی در تمامی نمونه‌ها، کوارتز شفاف و کوارتزیت است. نمونه‌های مورد مطالعه براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های کانی‌شناسی به سه گروه تقسیم می‌شوند (جدول ۲).

گروه ۱: بیشتر نمونه‌ها را شامل می‌شود. این گروه دارای بافت سیلتی یا ریزدانه‌اند. در این نمونه‌ها خمیره یا زمینهٔ نمونه سفال ریزدانه و تقریباً همگن با فضای خالی محدود است. کانی کوارتز و کلسیت در این نمونه‌ها تشکیل دهنده اصلی هستند که در خمیره مشاهده می‌شوند (جدول ۳). در یک نمونه استثنایی وجود دارد؛ نمونه شماره ۵ اگرچه دارای بافت سیلتی یا ریزدانه است اما دارای خمیره غیر کربناتی و متشکل از کانی فیلوسیلیکاته (میکا) همراه با کوارتز و کلسیت است. نمونه شماره ۵ در گروه یک قرار دارد، اما در این نمونه کاتی میکا مشاهده می‌شود و این کانی در سایر نمونه سفال‌های این گروه وجود ندارد (جدول ۳).

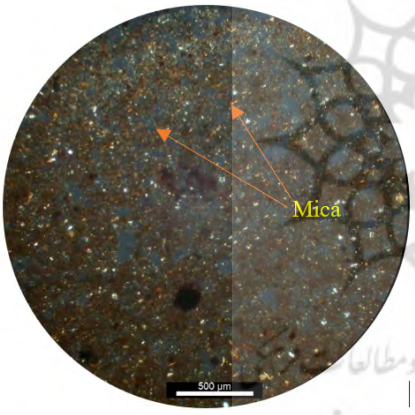
دو نمونه ۱۰ و ۱۱ نیز دارای بافت سیلتی یا ریزدانه‌اند. اما دارای خمیرهٔ غیرکربناته (کائولن) هستند. در این دو نمونه خمیره سفال کاملاً همگن

جدول ۳. تصویر مقاطع نمونه‌های گروه یک محوطهٔ گوریه استان ایلام

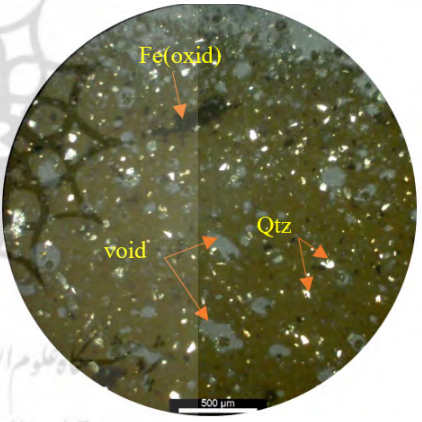
Table 3. Figure of the Cross-Sections of the Samples of Group 1 of Gourieh Area, Ilam Province



فتومیکروگراف، نمونه ۱، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی همگن. خمیره متشکل از کانی‌های رسی ریزدانه با ترکیب کربناته. کانی کوارتز به تعداد محدود، ریزدانه و پراکنده در خمیره دیده می‌شود.



فتومیکروگراف، نمونه ۵، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی همگن. تعداد به‌نسبت فراوانی کانی فیلوسیلیکاته (میکا) همراه با کوارتز در این نمونه مشاهده می‌شود.



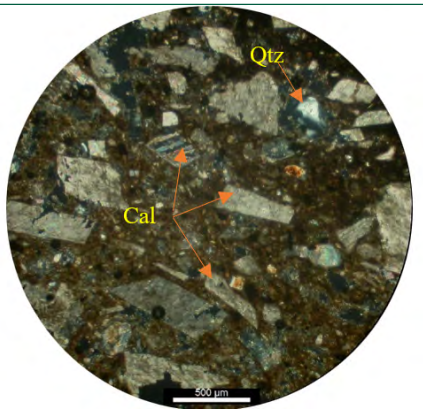
فتومیکروگراف، نمونه ۱۰، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی همگن. خمیره کاملاً همگن، کانی کوارتز همراه با ترکیبات آهن‌دار در خمیره کاملاً مشخص است. این نمونه از نظر ترکیب خمیره با دو نمونه قبل تفاوت دارد.

و فضای خالی محدود است. سازنده اصلی موجود در خمیره کانی کوارتز است که به شکل کوارتزیت همراه با مقدار محدود ترکیبات آهن‌دار در خمیره مشاهده می‌شود (جدول ۳)، این دو نمونه فاقد کلسیت هستند. نمونه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ در این دسته قرار می‌گیرند. نمونه شماره ۵ در یک زیرگروه مجزا و دو نمونه ۱۰و ۱۱ نیز در یک زیرگروه مجزا دیگر قرار دارد.

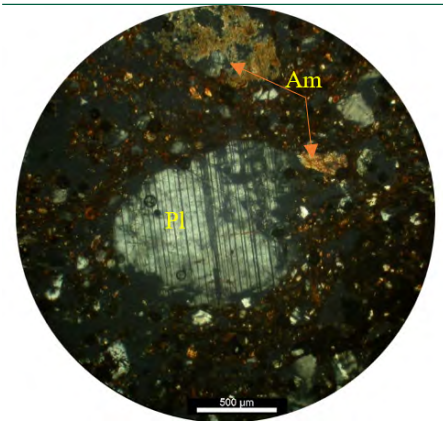
گروه ۲: این نمونه‌ها دارای بافت پورفیری یا درشت‌دانه هستند. در این نمونه‌ها قطعات درشت از کانی‌های مختلف در زمینه مشاهده می‌شود

جدول ۴. تصویر مقاطع نمونه‌های گروه دو محوطهٔ گوریه استان ایلام

Table 4. Figure of Cross-Sections of Samples of Group 2, Gourieh Area, Ilam Province



فتومیکروگراف، نمونه ۶، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت پورفیری، تعداد فراوان کانی کلسیت همراه با کوارتز به‌صورت پرکننده در خمیره سفال مشاهده می‌شود.



فتومیکروگراف، نمونه ۱۲، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت پورفیری، کانی کوارتز، آمفیبول و فلدسپات در خمیره سفال؛ کانی‌های فوق منشاء سنگ آذرین استفاده شده به‌صورت تمپر را تداعی می‌کند.

که به‌صورت پرکننده یا تمپر استفاده شده است و شامل دو نمونه ۶ و ۱۲ است.

نمونه ۱۲ دارای بافت ناهمگن یا پورفیری (وجود قطعات درشت در خمیره رسی) است. در این نمونه قطعات فراوان کانی آمفیبول، پیروکسن همراه با کوارتز و پلاژیوکلاز سازنده‌های اصلی موجود در خمیره است. کانی آمفیبول، پیروکسن و پلاژیوکلاز سازنده‌های اصلی در سنگ‌های آذرین است. به‌نظر می‌رسد که در این نمونه از سنگ آذرین به‌صورت پرکننده و تمپر استفاده شده است، که باتوجه به سازنده‌های موجود در منطقه، به‌نظر می‌رسد این نمونه بومی منطقه نیست و در جای دیگر تولید و در اینجا استفاده شده است (جدول ۴).

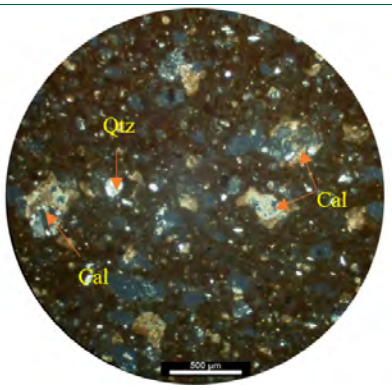
نمونه شماره ۶ نیز دارای بافت پورفیری است. اما در این نمونه از قطعات درشت و فروان کانی کلسیت به‌صورت پرکننده استفاده شده است. این کانی به دو نوع (میکرایت و اسپارایت) در خمیره دیده می‌شود و در حدود ۴۰ درصد حجم نمونه را تشکیل می‌دهد. دیگر سازنده موجود در این نمونه کانی کوارتز است که فروانی کمی دارد (جدول ۴). نکته دیگر در مورد نمونه شماره ۶، خمیره تیره آن است که به‌دلیل کمبود اکسیژن در زمان پخت، خمیره آن تیره شده است.

گروه ۳: این گروه نمونه‌های شماره ۸، ۹، ۱۴ و ۲۰ را شامل می‌شوند. این دسته از نمونه‌ها دارای خمیره کربناته است. بافت نمونه‌ها سیلتی ناهمگن است. در این سفالینه‌ها از مقادیر فراوان کلسیت به‌صورت تمپر استفاده شده است. در نمونه شماره ۸ کانی کلسیت فراوانی حدود ۲۰ درصد دارد و به‌صورت قطعات درشت تا ریزدانه در خمیره سفال مشاهده می‌شود. نمونهٔ شماره ۹ همراه با کانی کلسیت به مقدار خیلی کم قطعات گروگ مشاهده می‌شود (جدول ۵).

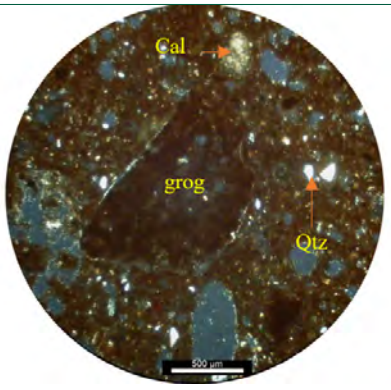
دو نمونهٔ ۱۴ و ۲۰ نیز از نظر فابریک دارای بافت سیلتی ناهمگن بوده و مانند نمونه‌های قبل

جدول ۵. تصویر مقاطع نمونه‌های گروه سه محوطهٔ گوریه استان ایلام

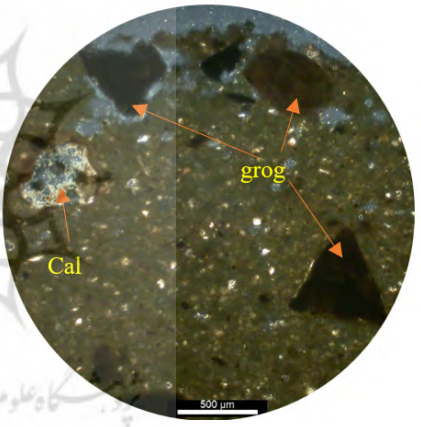
Table 5. Picture of the Cross-Sections of the Samples of Group 3 from Gourieh Area, Ilam Province



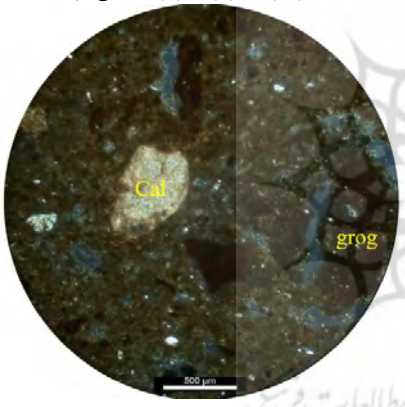
فتومیکروگراف، نمونه ۸، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی ناهمگن. قطعات فراوان کانی کلسیت همراه با کوارتز در خمیره دیده می‌شود.



فتومیکروگراف، نمونه ۹، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی ناهمگن. قطعه درشت گروگ همراه با کلسیت و کوارتز در مرکز تصویر دیده می‌شود.



فتومیکروگراف، نمونه ۱۴، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی ناهمگن. قطعات درشت گروگ در مرکز تصویر دیده می‌شود.



فتومیکروگراف، نمونه ۲۰، نور XPL، طول میدان دید ۲٫۷ میلی‌متر، بافت سیلتی ناهمگن. قطعات درشت گروگ و کانی کلسیت در مرکز تصویر دیده می‌شود.

خمیره کربناته دارند و سازنده‌های مانند کلسیت، کوارتز، ترکیبات آهن دارد گروگ در خمیره آنها مشاهده می‌شود. تفاوت اصلی این دو نمونه با دیگر نمونه‌ها در فراونی قطعات گروگ است که در حدود ۵ درصد حجم نمونه را تشکیل داده است (جدول ۵).

درجهٔ حرارت پخت سفالینه‌ها

در مطالعه سفال، یکی از کانی‌ها و فازهایی که برای مطالعه درجه حرارت سفال از آن استفاده می‌شود، کلسیت است. کلسیم کربنات در ماتریکس‌های رسی در دمایی بین ۶۵۰ تا ۷۵۰ درجهٔ سلسیوس شروع به تجزیه می‌کند. این فرآیند در دمای ۸۰۰ درجهٔ سلسیوس بیشتر شده

جدول ۶. کانی‌های موجود در خمیرهٔ سفال‌های محوطه گوریه

Table 6. Minerals in the Clay Temper of Gourieh Area

	نوع کانی	دارد	ندارد
گوریه	کوارتز شفاف و فنوکریست	+	
	کوارتز ابری و پلی کریستالین	+	
	اکسید آهن	+	
	کلسیت	+	
	پلاژیوکلاز	+	
	رس و سفال‌های قبل	+	
	آمفیبول و پیروکسن	+	
	سنگ چرت		–
	سنگ آذرین		–

و تقریباً در دمای ۹۰۰ درجهٔ سلسیوس کلسیت باقی‌مانده از بین می‌رود (افشاری‌نژاد، ۱۳۹۴: ۵۶). با توجه به زمین‌شناسی منطقه که سازندها و رخنمون‌های کربناته در منطقه به‌وفور وجود دارد، نبود کانی کلسیت در سفال‌های مطالعاتی، نشان از درجه حرارت بیش از ۸۰۰ درجه سلسیوس برای این سفال‌هاست. همان‌طورکه در جدول ۲ آمده است، در تمام نمونه‌ها به جز سه نمونه ۱۰، ۱۱ و ۱۲ کانی کلسیت وجود دارد که نشان‌دهندهٔ پخت سفال در دمای کمتر از ۸۰۰ درجه سلسیوس است.

برآیند

باتوجه به سؤالات مطرح شده که در ابتدای پژوهش آمده است و براساس نتایج به‌دست آمده از آزمایش پتروگرافی روی ۲۰ قطعه از محوطهٔ گوریه مشخص شد که نمونه‌های آزمایش شده را به ۳ گروه تقسیم می‌شوند. نمونه‌ها به لحاظ بافت دارای بافت سیلیتی و پورفیری هستند و سه ترکیب کوارتز، اکسید آهن و کلسیت در اکثر نمونه‌ها وجود دارند که این مسئله نشان می‌دهد که این سفال‌ها دارای ترکیب و ساختار یکسان هستند، دارای منشاء یکسانی از درون حوزهٔ مورد پژوهش است. البته در برخی از نمونه‌ها تفاوت‌هایی وجود دارد به عنوان مثال وجود میکا در نمونهٔ شماره ۵ است. در میان نمونه‌های محوطهٔ گوریه نمونهٔ شمارهٔ ۱۲ به لحاظ ساختارشناسی با سایر نمونه‌ها متفاوت و در خمیرهٔ آن از کانی‌ها با منشأ آذرین (آمفیبول و پلاژیوکلاز) استفاده شده است، که با توجه به نقشه‌های زمین‌شناسی در این منطقه یافت نمی‌شود (جدول ۶). مطالعات پتروگرافی نشان می‌دهد در پخت سفالینه‌های محوطهٔ گوریه به جزء سه مورد کانی اصلی، سنگ‌آهک و کلیست است که نشان می‌دهد دمای پخت به‌دلیل وجود کلسیت نباید بیشتر از ۸۰۰ درجه سلسیوس باشد. باتوجه به زمین‌شناسی ایران، خاستگاه سفال‌های مورد مطالعه محوطه گوریه در بسیاری از موارد مشابه هستند؛ به گونه‌ای که کانی‌های موجود در خمیره سفال عامل اصلی تمرکز عناصر نادر هستند به‌عنوان مثال وجود کانی‌های مانند کوارتز عامل اصلی در تمرکز عناصر نادر سبک و وجود اکسید آهن و ترکیبات مشابه عامل اصلی فراوانی عناصر نادر سنگین است.

کتاب‌نامه | Bibliography

افشاری‌نژاد، حکیمه. (۱۳۹۴). «باستان‌سنجی کانی‌شناختی سفالینه‌های کورا ارسی محوطه‌های باستانی کهنه‌شهر چالدران، آذربایجان‌غربی، استاد راهنما: بهرام آجرلو و احمد جهانگیری»، پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد، تبریز، دانشگاه هنر اسلامی تبریز (منتشر نشده).

Afshari-Nejad, H. (2014). "Mineralogical Archeology of Kora Arasi Pottery of the kohne-shahr of Chaldaran, West Azerbaijan", master's thesis, Tabriz, Islamic Art University of Tabriz (unpublished) (In Persian).

آقانباتی، سیدعلی. (۱۳۸۵). زمین‌شناسی ایران، تهران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.

Aghanabati, S. A. (2006). *Geology of Iran*, Tehran: Geological Survey and Mineral Exploration Organization of Iran (In Persian).

امامی، سید محمد امین؛ نوغانی، سمیه. (۱۳۹۲). «بررسی روند کربناتیزاسیون مجدد و شکل‌گیری کلسیت ثانوی در سفال‌های باستانی براساس مطالعات پتروگرافیک»، مرمت و معماری ایران، شماره ۵: ۵۵-۶۸.

Emami, S. M.A., Noghani, S. (2012). "An Investigation of re Carbonation Process and Formation of Secondary Calcite in the Texture of Ancient Potteries by Petrographical Method", *Restoration and Architecture of Iran*, No. 5: 55-68 (In Persian).

امامی، سیدمحمد امین؛ سلیمانی، پروین؛ اکبری‌فرد، مریم. (۱۳۹۴). «مقایسه و بررسی ساختار ظروف سنگ مرمر منطقهٔ جیرفت و شهرسوخته براساس مطالعات آزمایشگاهی XRD-XRF و پتروگرافی»، مطالعات باستان‌شناسی، شمارهٔ ۱۲: ۱-۱۲.

Emami, S. M. A., Soleymani, P., Akbarifard, M. (2016). "Structural Examination and Comparison of Marble Wares of Jiroft and those from the Shahr-I Sokhta Based on the XRF, XRDand Petrographic Analyses", *Archaeological studies*, 7 (2): 1-12 (In Persian). https://doi.org/10.22059/jarcs.2015.57741.

امان‌اللهی، حمید. (۱۳۸۸). «پتروگرافی و کاربرد آن در شناسایی مواد باستان‌شناختی (مطالعهٔ موردی سنگ)»، پیام باستان‌شناس، سال ششم، شمارهٔ ۱۲: ۱۲۱-۱۴۰.

Aman-Allahi, H. (2009). "Petrography and its Use in the identification of archaeological materials (a case study of stones)", *Payam-e Bastan-Shanas*, 6(12): 121-140 (In Persian).

بخت‌آور، زهرا؛ شاطری، میترا؛ خسروزاده، علیرضا. (۱۴۰۰). «آنالیزهای پتروگرافی مقاطع نازک سفال‌های گونهٔ منقوش بدون لعاب دوران اسلامی جزیرهٔ قشم»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شمارهٔ ۲۸: ۱۵۳-۱۷۲.

Bakhtavar, Z., Shateri, M., & Khosrowzade, A., (2021). »The Petrographic Analysis of Thin Sections on the Non-Glazed Painted Pottery Ceramics of Islamic Era in Qeshm Island«, *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *11*(28), 153-172 (In Persian). https://doi.org/10.22084/nbsh.2020.20703.2061

خسروی، لیلا. (۱۳۹۵). گزارش کاوش محوطهٔ باستانی گوریه، تهران، آرشیو پژوهشکدهٔ باستان‌شناسی (منتشر نشده).

Khosravi, Leila. (2016). *The report of the excavation of the ancient site of Gourieh*, Tehran :Archives of the Institute of Archeology (unpublished) (In Persian).

خسروی، لیلا. (۱۳۹۹). «نویافته‌های گچی ساسانی از بناهای اعیانی گوریه و جهانگیر برکرانهٔ رود کنگیر ایوان در استان ایلام»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۲۴، دوره دهم: ۱۴۱-۱۶۷.

khosravi, L. (2020). "Newly found Stucco Remains from the Sasanian Noble Residence at Gūriyeh and Jahāngir near the Kangir River of Eyvan", Ilam Province. *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *10*(24), 141-167 (In Persian). https://doi.org/10.22084/nbsh.2019.19889.1996

رولینسون، هاگ. (۱۳۹۱). کاربرد داده‌های ژئوشیمیایی ارزیابی، نمایش، تفسیر، ترجمهٔ علیرضا کریم‌زادهٔ ثمرین، تبریز: دانشگاه تبریز.

Rolinson, Hagg. (2012). *Application of geochemical data assessment, display, interpretation,* translated by Alireza Karimzadeh Samrin, Tabriz: Tabriz University (In Persian).

سازمان زمین‌شناسی کشور. (۱۳۹۵). نقشه‌های ۱:۱۰۰۰۰۰ زمین‌شناسی استان ایلام و گزارش آنها.

Geological Survey Organization of Iran. (2016). *Geological Maps 1:100,000 of Ilam Province and their reports* (In Persian).

سرداری، علیرضا؛ طاهری، محمدحسین؛ بهشتی، سید ایرج. (۱۳۹۶). «آنالیز پتروگرافی و XRF سفال‌های دوره‌ی باکونِ تل مش کریم شهرستان سمیرم»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شمارهٔ ۱۵: ۶۵-۸۰.

Sardari, A., & Taheri, M. H. (2018). "The Petrography and XRF Analysis of Bakun Pottery Assemblage at Tal-e Mash Karim, Semirom District". *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *7*(15), 65-80 (In Persian). https://doi.org/10.22084/nbsh.2018.9909.1429

سلمانزاده، جواد؛ کاوش، حسینعلی؛ فاضلی نشلی، حسن؛ بهشتی، سید ایرج. (۱۳۹۳). « نتایج آزمایشات پتروگرافی نمونه‌های سفالی تپهٔ گراتزیانی»، مطالعات باستان‌شناسی، شمارهٔ ۶: ۵۵-۶۶.

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

صدقی، یاسین؛ بهشتی، ایرج؛ عابدی، اکبر؛ اسکندری، نصیر؛ صبوحی‌ثانی، فرحانگیز. (۱۳۹۹). «مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های هزارهٔ چهارم قبل‌ازمیلاد محوطهٔ نارجوئیه III جیرفت»، مطالعات باستان‌شناسی پارسه،شمارهٔ ۱۲: ۶۱-۷۳.

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

علیرضازاده نودهی، مهدی؛ حیدریان، محمود؛ خسروزاده، علیرضا. (۱۳۹۹). «مطالعه تطبیقی سفال لپویی چهارمحال‌وبختیاری با شمال فارس براساس روش پتروگرافی»، پژوهش‌های باستان شناسی ایران، شمارهٔ ۲۴: ۷-۲۶.

Alirezazadeh Nodehi, M., Heydarian, M., & Khosrowzadeh, A. (2020). "A Comparative Study of Chaharmahal & Bakhtiari Lapui Pottery with North Fars, Based on Petrographic Method", *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *10* (24), 7-26 (In Persian). https://doi.org/10.22084/nbsh.2020.19781.1991

مسجدی‌خاک، پرستو؛ خزایی، مصطفی؛ اعراب، علی؛ بهشتی، سید ایرج. (۱۴۰۰). «مطالعهٔ پتروگرافی سفال‌های عصر مفرغ قدیم (کورا-ارس) و مفرغ میانی تپه‌کلار کلاردشت»، مطالعات باستان‌شناسی پارسه، شمارهٔ ۱۵: ۷۳-۹۳.

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). http://dx.doi.org/10.30699/PJAS.5.15.73

معانی، مریم؛ سعیدی هرسینی، محمدرضا؛ چایچی، احمد. (۱۳۹۸). «نتایج مقدماتی مطالعات پتروگرافی سفال‌های باکون الف در فارس»، مطالعات باستان‌شناسی، شمارهٔ ۱۱: ۲۱۷-۲۳۲.

Maani, M., Saeedi Harsini, M., & 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). https://doi.org/10.22059/jarcs.2019.71115

حاتمی، الناز؛ نقشینه، امیر صادق؛ نیکروان متین، هومن. (۱۳۹۲). «مطالعه پتروگرافی سفال عصر آهن غار هوتو»، پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، ۳ (۵): ۶۳-۷۸.

Naghshineh, A; Hatami, E., & Nikravan Matin, H. (2014). "Petrographic Study of the Iron Age Pottery of Huto Cave", *pazhoheshha-ye Bastan shenasi Iran*, *3*(5), 63-78 (In Persian).

English

Shepard, A. O. (1956). *Ceramics for the Archaeologist* (No. 609, p.1971). Washington, DC: Carnegie Institution of Washington.

Sodaei, Bita; Khosravi, Leila. (2024). "The Study of Jahangir Dome and Guriye Stucco Decorations: With an Emphasis on Applied Geometry". *Persica Antiqua*, 4 (6): 45-68. Doi: 10.22034/pa.2023.397571.1052

© 2024 The Author(s). Published by Tissaphernes Archaeological Research Group, Tehran, Iran. Open Access. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits non-commercial re-use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited, and is not altered, transformed, or built upon in any way.
The ethical policy of Ancient Iranian Studies is based on the Committee on Publication Ethics (COPE) guidelines and complies with International Committee of Ancient Iranian Studies Editorial Board codes of conduct. Readers, authors, reviewers and editors should follow these ethical policies once working with Ancient Iranian Studies. The ethical policy of Ancient Iranian Studies is liable to determine which of the typical research papers or articles submitted to the journal should be published in the concerned issue. For information on this matter in publishing and ethical guidelines please visit www.publicationethics.org.