

## مطالعه ترکیبات شیمیایی سفال‌های اسگرافیاتو: مطالعه موردی محوطه شاهکوه الموت

پرستو مسجدی خاک<sup>I</sup>، سعید مدیرروستا<sup>II</sup>، حسن نامی<sup>III</sup>،  
کامبیز کبیری<sup>IV</sup>، مصطفی خزایی کوهپیر<sup>V</sup>

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22084/nbsh.2020.18105.1876

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۸

نوع مقاله: پژوهشی؛ صص: ۱۵۱-۱۳۵

### چکیده

I. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، ایران (نویسنده مسئول).  
parastomasjedi@yahoo.com  
II. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، ایران.  
III. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه نیشابور، ایران.  
IV. کارشناس ارشد باستان‌شناسی و مدیر پایگاه لمبسر الموت، ایران.  
V. دکترای باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

در کاوش محوطه شاهکوه سفال‌های اسگرافیاتو به تعداد زیاد به همراه کوره پخت سفال به دست آمد؛ نمونه سفال‌های اسگرافیاتو از محوطه‌هایی هم‌چون لمبسر و قلعه الموت نیز یافت شد. شباهت‌های ظاهری هم‌چون رنگ خمیره، فرم ظروف، آمیزه و ضخامت قطعات سفال ساده درون کوره با سفال‌های اسگرافیاتو موجب شد تا احتمال داده شود سفال‌های اسگرافیاتو نیز در این محوطه تهیه می‌شدند. در این پژوهش در مجموع ۲۶ قطعه سفال اسگرافیاتو و ساده از ۲ محوطه شاخص منطقه الموت جهت مقایسه ترکیبات خمیره سفال‌ها انتخاب شد. اهداف پژوهش عبارتند از: شناسایی ترکیب شیمیایی سفال‌های هر محوطه؛ دومین هدف درک تفاوت‌ها یا شباهت‌های ترکیبات هر محوطه و تلاش برای ارزیابی احتمال تولید سفال‌های اسگرافیاتو منطقه الموت در شاهکوه است. پرسش‌های این پژوهش عبارتند از: ترکیبات شیمیایی سفال‌های این محوطه‌ها تا چه حد مشابه یا متمایز هستند و چند گروه متمایز براساس ترکیبات شیمیایی قابل شناسایی خواهد بود؟ چه میزان از نمونه‌های اسگرافیاتو با نمونه‌های بدون لعاب هم‌گروه خواهند بود و ارتباط بین گروه‌ها را براساس بستر باستان‌شناسی-تاریخی چگونه می‌توان تبیین کرد؟ نمونه‌های این پژوهش به کمک دستگاه PIXE در سازمان انرژی اتمی آزمایش شد و از نرم‌افزار GUPIX برای تجزیه و تحلیل طیف‌ها استفاده شد. در مجموع ۲۹ ترکیب در نمونه‌ها ثبت شد. نتایج با نرم‌افزار SPSS, Dplot مطالعه شد. با نسبت‌گیری بین مقادیر ترکیبات شیمیایی سفال‌ها سه گروه متمایز شناسایی شد. سفال‌های داخل کوره در گروه نخست، سفال‌های سطحی شاهکوه (جدیدترین دوره استقرار محوطه) در گروه دوم و سفال‌های لمبسر در گروه سوم قرار گرفتند. نمونه‌های O38 بین گروه دوم و سوم مشترک بود. براساس این نتایج مشخص شد منبع خاک سفال‌های بدون لعاب داخل کوره شاهکوه متمایز از سفال‌های اسگرافیاتو است و در نتیجه احتمالاً محل ساخت سفال‌های اسگرافیاتو در محوطه شاهکوه نبوده است. نکته دوم تفاوت گروه دوم و سوم به دلیل تغییر در منبع و کارگاه سفالگری در گذر زمان از دوره اول اسماعیلیه (پیش از حمله مغول به منطقه) و دوره دوم اسماعیلیه (پس از حمله مغول) است که احتمالاً ناشی از پیامدهای این حملات است.

**کلیدواژگان:** سفال اسگرافیاتو، الموت، شاهکوه، لمبسر، پیکسی.

## مقدمه

از جمله سفال‌های رایج در دوران اسلامی، سفال‌های نقش‌کننده زیرلعب (اسگرافیاتو) است؛ اگرچه منشأ این تکنیک را در ظروف قبطی مصر مربوط به قرن اول هجری قمری دانسته‌اند؛ اما برای اولین بار این سفال از سامرا به دست آمد (گروبه، ۱۳۸۴: ۱۰۳). نمونه‌های به دست آمده از بین‌النهرین تحت تأثیر سفال‌های دوره تانگ چین بوده است (Rice, 1997: 65; Grube, 1965). در ایران نمونه‌های سفال اسگرافیاتو از اواخر قرن سوم و اوایل قرن چهارم هجری قمری از مناطق مختلف مانند: سیراف، نیشابور، شوش، تخت سلیمان، آمل، زنجان، سوگند، گروس، آق‌کند و الموت گزارش شده است (توحیدی، ۱۳۷۹: ۲۶۶; Wilkinson, 1973: 54-89; Whitehouse, 1979: 56-59; Kervran, 1977: 90; Schnyder, 1974: 90-91; Northedge, 1985: 124). تولید این سفال از نیمه دوم قرن پنجم هجری قمری مناطق گسترده‌ای را شامل شد (Kennet, 2004: 42; Bamborough, 1968: 76-77; Schnyder, 1968). سفال اسگرافیاتو با توجه به تکنیک ساخت، شیوه تزئین، ترکیب بندی نقوش، رنگ‌ها، مواد و مصالح ساخت و خصوصیات فرهنگی، جغرافیایی و اجتماعی به چندین حوزه تقسیم شده که شامل: حوزه جغرافیایی- فرهنگی شمال (کاسپین) شامل مناطق: آمل، الموت، جرجان؛ حوزه جغرافیایی- فرهنگی شمال غرب و غرب شامل مناطق: آق‌کند، یازکند، سلطانیه، شیخ تپه ارومیه، همدان، کنگاور، طاق‌بستان و تخت سلیمان؛ حوزه جغرافیایی- فرهنگی شمال شرق شامل مناطق: نیشابور، توس، سمرقند و بامیان؛ حوزه جغرافیایی- فرهنگی شرق و جنوب شرق شامل مناطق: سیرجان، لشگری‌بازار و جیرفت؛ حوزه جغرافیایی- فرهنگی جنوب شامل مناطق: شوش، سیراف و کیش؛ و حوزه جغرافیایی- فرهنگی فلات مرکزی شامل مناطق: ری، کرج و اصفهان است (شاطری، ۱۳۹۴). یکی از انواع سفالینه‌هایی که از منطقه الموت به دست آمد، سفال اسگرافیاتو بود که از دژ حسن صباح، لمبسر و شاهکوه در حجم زیادی به دست آمده از نوع اسگرافیاتو است، کشف شواهدی از کوره در محوطه کاسه‌گران، موجب تقویت این عقیده شد که احتمالاً این نوع سفال تولید منطقه الموت است. در کاوش‌های شاهکوه نیز کوره‌ای کشف شد که از درون آن قطعات سفال بدون لعاب شناسایی شد.

شناسایی کوره پخت سفال اهمیتی بسیار در مطالعه منشأیابی سفال‌ها دارد و با توجه به نادر بودن کشف چنین سازه‌ای در کاوش‌های باستان‌شناسی، فرصتی مناسب جهت انجام چنین پژوهشی در الموت پدید آمد؛ به‌ویژه که سفال‌های ساده و سفال‌های اسگرافیاتوی یاد شده نیز از محوطه شاهکوه به دست آمده‌اند. یافت شدن سفال ساده، به‌ویژه به دلیل داشتن بافت و رنگ خمیره و اندازه‌های مشابه با سفال اسگرافیاتو موجب شد تا هم‌خوانی احتمالی بین خمیره سفال‌های ساده و اسگرافیاتو را بتوان به مثابه ساخته شدن سفال اسگرافیاتو در محوطه در نظر گرفت؛ زیرا طبیعتاً سفالگر از یک منبع خاک جهت ساخت سفال بهره گرفته است. در نتیجه کشف کوره شاهکوه فرصت پیدا شد تا پرسش‌هایی در مورد سفال‌های اسگرافیاتو طرح شود.

**پرسش‌های پژوهش:** این پرسش‌ها عبارتند از: ترکیبات شیمیایی سفال‌های این محوطه‌ها تا چه حد مشابه یا متمایز هستند و چند گروه متمایز براساس ترکیبات شیمیایی قابل شناسایی خواهد بود؟ چه میزان از نمونه‌های اسگرافیاتو با نمونه‌های بدون لعاب هم‌گروه خواهند بود و ارتباط بین گروه‌ها را براساس بستر باستان‌شناسی-تاریخی چگونه می‌توان تبیین کرد؟

**روش پژوهش:** بنابراین این پژوهش به منظور مقایسه ترکیبات شیمیایی سفال‌های کشف شده از درون کوره با سفال‌های اسگرافیاتو که از بخش‌های مختلف محوطه شاهکوه و نیز محوطه لمبسر به دست آمد، شکل گرفت.

### پیشینه پژوهش

یکی از داده‌های مهم محوطه‌های باستانی سفال است. مطالعه سفال می‌تواند اطلاعات مهمی در ارتباط با پیشرفت فناوری و تبادلات فرهنگی و تجاری در اختیار باستان‌شناسان قرار دهد. امروزه از روش‌های مختلف مانند: پرتونگاری، پتروگرافی، تجزیه عنصری و... در مطالعه سفال استفاده می‌شود. در حوزه مطالعات صورت‌گرفته روی سفال‌های دوران اسلامی می‌توان به تحقیقات «پرادل» و «تایت» اشاره کرد که به آنالیز سفالینه‌های زرین فام اولیه و قرون میانی عراق، مصر، سوریه و ایران پرداختند و مطالعه آن‌ها نشان داد که سفالینه‌های زرین فام اولیه سوریه، مصر، ایران با نمونه‌های عراق دارای اشتراکات زیادی از نظر فناوری و مراحل ساخت است و زرین فام‌های اولیه عراق مربوط به قرن سوم هجری قمری با ترکیب اصلی مس و نقره و با رنگ‌های گوناگون و کاربرد اندک لعاب سربی ساخته شده است و در قرون بعد، این دانش از طریق سفالگران عراق به مصر انتقال یافت و سفالگری دوره فاطمی با دارا بودن معادن غنی سرب و نقره، زمینه بروز و ظهور سفالینه‌های پُررزق و برق این دوره را فراهم ساخت (Pradell et al., 2008). «تقوی» (۱۳۸۹: ۱۵۰) در مطالعه‌ای سفال‌های دوره سلجوقی شهر جرجان را با روش XRF مطالعه کرد؛ نتایج او نشان داد که خاک مورد استفاده در سفال‌های گونه قرمز ساده جرجان از روستایی به نام «آق‌امام» در اطراف شهر جرجان تهیه شده است. «اسمعیل زاده کیوی» (۱۳۹۲: ۱۱۴) در مطالعه‌ای اشیای مکشوف از بافت تاریخی اردبیل و محوطه تاریخی مجموعه شیخ صفی‌الدین اردبیلی را با روش PIXE آنالیز کرد. نتایج او نشان داد اکسیدهای سدیم، سیلیسیوم، آهن، کلسیم، پتاسیم و تیتانیوم، اکسیدهای اصلی سفال‌های لعابدار هستند. «شاطری» (۱۳۸۸: ۸۰-۸۹) در مطالعه‌ای سفال‌های محوطه الموت را با روش ترمولومینسانس بررسی کرد. نتایج او نشان داد این سفال‌ها مربوط به قرون میانی تا دوره صفوی است. «باسو» و «روگادی» (۲۰۱۵) در پژوهشی سفال‌های اسگرافیاتو نیشابور را با روش XRD، SEM-EDS و XRF آنالیز کردند؛ نتایج آن‌ها نشان داد سفال‌های اسگرافیاتو نیشابور با مواد خام محلی با استفاده از خاک رس غنی از آهن ساخته شده‌اند، و سفال‌های غیرمحلی بدنه سفید که از نظر ترکیبات خاک و تکنیک ساخت متفاوت از تولیدات محلی نیشابور هستند، مربوط به سامرا است. در این پژوهش با توجه به اهمیت کوره کشف شده از محوطه شاهکوه،

با استفاده از روش آزمایشگاهی پیکسی به تجزیه ترکیبات عنصری سفال‌های بدون لعاب به دست آمده از کوره شاهکوه و سفال‌های اسگرافیاتو شناسایی شده از محدوده اطراف کوره و سایر بخش‌های محوطه شاهکوه و محوطه لمبسر پرداخته شده است تا ساختار شیمیایی این سفال‌ها مشخص شود.

### مبانی نظری پژوهش

اگرچه در مبانی و رویکردهای باستان‌شناسانه استفاده از روش‌های میان‌رشته‌ای را با رواج رویکرد باستان‌شناسی روندگرا که درصدد اثبات مدارک و نظرات بیان شده درباره روندها و گذارها و یافته‌های باستان‌شناسی است، مرتبط می‌دانند؛ اما در واقع استفاده از روش‌های علمی در باستان‌شناسی و بهره‌گرفتن از علوم و روش‌های دارای پایه و اساس قابل‌اثبات به پیش از ظهور این رویکرد بازمی‌گردد. از همان ابتدا با توجه به ماهیت یافته‌های باستان‌شناسی و ارتباط آن با علوم طبیعی و به‌ویژه شیمی زمین موجب بهره‌گیری از روش‌های علوم طبیعی در تفسیر یافته‌ها، به‌ویژه سفال‌ها شد و سابقه برخی از مطالعات به پیش از استفاده از این روش‌ها در خود رشته شیمی زمین بازمی‌گردد (Pollard et al., 2006: 13). شاید بتوان علتی که موجب شد برخی بر این نظر باشند که این روش معلول رویکرد باستان‌شناسی نو و روندگرا است، رواج آزمایش‌های باستان‌سنجی هم‌زمان با شکل‌گیری این رویکرد باشد؛ اما در واقع علت دیگر آن، ابداع و ظهور دستگاه‌های جدید و همچنین افزایش دقت دستگاه‌های مورد استفاده بوده است. افزایش دقت و کیفیت این آزمایش‌ها تا بدانجا رسید که مطالعات عناصر نادر سفال‌ها جهت منشأیابی مواد باستانی از دهه ۶۰ م. انجام شد (Dussubieux et al., 2007). امروزه استفاده از علوم در باستان‌شناسی تا حدودی متمایز از هسته اولیه باستان‌شناسی است و با نام باستان‌سنجی (Archaeometry) و علم باستان‌شناسی (Archaeological Science) شناخته می‌شود که از زیرمجموعه‌های باستان‌شناسی محسوب می‌شود. سفال‌های به دست آمده از محوطه‌های باستانی از جهات گوناگون هم‌چون: وجه هنری و زیبایی‌شناسی، باستان‌شناختی، طبقه‌بندی، تکنولوژیکی، کانی‌شناسی و شیمیایی مطالعه شده‌اند (Rice, 1987: 24). سفال‌ها که از اصلی‌ترین یافته‌های پژوهش‌های میدانی باستان‌شناسی هستند، حاصل فعالیت انسانی بر روی خاک رُس است. تفاوت در ساختارهای زمین‌شناسی موجب تفاوت در ترکیبات و ساختارهای خاک می‌شود. ترکیبات اصلی خاک‌های رُس کائولینیت، مونت مولونیت، ایلیت، آهن، کوارتزهای سنگ‌های مافیک است (Stuart, 2007: 35). خاک‌های رُس انواع مختلفی دارد که نتیجه مقادیر متفاوت از لایه‌های سیلیکا، آلومینا و آب است (Stuart, 2007: 35). انجام یکی از روش‌های آزمایشی و اندازه‌گیری میزان عناصر و ترکیبات شیمیایی بر روی سفال‌ها و انجام مطالعات آماری و بازنمایی آن‌ها به کمک نمودارهایی که میزان چند عنصر یا ترکیب را نشان دهد می‌تواند در تشخیص کارگاه‌ها و منابع ساخت سفال به‌کار گرفته شود (Catling et al., 1963).

در مطالعات آنالیزهای کمی به روش‌های گوناگون می‌توان داده‌ها را گروه‌بندی کرد. در مواردی که داده‌ها تفاوت‌های مشهودی دارد، با کمک چند متغیر می‌توان آن‌را در نمودار چندمؤلفه‌ای نشان داد؛ در مواردی نیز می‌توان به کمک خوشه‌بندی، یا تحلیل مؤلفه‌های اصلی و بازنمایی آن‌ها در نمودارها جهت شناخت استفاده کرد. باید در نظر داشت حتی در بعضی مواقع که همگونی شیمیایی براساس ماتریکس در گروه‌بندی ظاهر می‌شود، هنگامی که سهم آمیزه سفال را بیفزاییم می‌توان گروه‌بندی‌های بیشتری را در بین آن‌ها بینیم (Dussubieux et al., 2007; Larson et al., 2005). در مواردی می‌توان از نمونه‌هایی هم‌چون: خاک رس، ظروف داخل کوره، ظروف خشن و بدون تزئین و اشکال رایج به‌عنوان نمونه‌های مرجع استفاده کرد (Ben-Shlomo, 2005). به‌طور کلی، نمودارهای دو یا چندمتغیره برای مشاهده کردن این‌که چگونه میزان یک عنصر در نمونه‌ای نسبت به نمونه دیگر تغییر می‌کند، به‌کار می‌رود؛ درحالی‌که روش‌های آزمایشی می‌توانند اطلاعات بیش از ۳۰ عنصر را شناسایی کنند، گروه‌بندی براساس چند عنصر جفت می‌تواند در مطالعه مواد باستانی مفید باشد (Hull et al., 2008; Lyons et al., 2003; Neff, 2000; Yacobaccio et al., 2004).

### معرفی محوطه مورد مطالعه

محوطه اسلامی شاهکوه در استان قزوین و ارتفاعات الموت، و در فاصله ۶ کیلومتری شرق رجایی‌دشت (نرسیده به دیکین) در میان اراضی ناهموار بخش الموت غربی واقع شده است. مساحت منطقه‌ای که امروز با نام «شاهکوه» خوانده می‌شود، در حدود ۱۷ هکتار است. این محوطه با شروع عملیات گازرسانی به منطقه الموت شناسایی شد و به‌دنبال آن توسط تیم باستان‌شناسی کاوش شد (شکل ۱). در مجموع تعداد ۷ گمانه با ابعاد ۲×۲ و با نام‌های M35، P37، O38، Y30، K22، Z15 و L41 در بخش‌های مختلف محوطه ایجاد گردید (کبیری، ۱۳۹۳: ۴)، (شکل ۲). یافته‌های کاوش نشان از دو دوره استقرار دارد. دوره نخست، که لایه تحتانی بود، متعلق به دوره اسماعیلیه/سلجوقی بود؛ و دوره دوم که لایه فوقانی است، متعلق به دوره پس از حمله مغول و دوره دوم حکومت اسماعیلیه در منطقه معروف به «نو دولت» و پس از آن است (کبیری، ۱۳۹۳).

سفال‌های سطحی محوطه شاهکوه، بسیار شبیه سایر محوطه‌های اسلامی منطقه از جمله قلعه حسن صباح و قلعه لمبسر است و عمدتاً مربوط به قرون میانی تا دوره صفوی است و شامل: سفال بدون لعاب نارنجی‌رنگ با لبه لاگ (دماغی شکل) و سطح داغدار، سفال نخودی با نقش کنده‌شانه‌ای و افزوده طنابی، تنبوشه و انواع سفال‌های لعابدار از جمله لعاب پاشیده، نقاشی زیرلعاب، آبی و سفید تیموری، صفوی، سفال فیروزه قلم‌مشکی و سفال نوع کوباجه صفوی است. از یافته‌های مهم محوطه، کشف کوره‌ای با مقطع بیضی‌شکل که در آن خاکستر و بقایای گیاهان سوخته به‌همراه قطعاتی از سفال‌های بدون لعاب دارای خمیره قرمز است (شکل ۳)، (کبیری، ۱۳۹۳: ۴). قلعه لمبسر که در منطقه الموت در کنار رود شاهرود قرار





شکل ۱. محل قرارگیری محوطه شاهکوه در ضلع شمالی جاده الموت (کبیری، ۱۳۹۳: ۴).



شکل ۲. موقعیت گمانه‌های حفرشده در محوطه شاهکوه (کبیری، ۱۳۹۳: ۱۴).



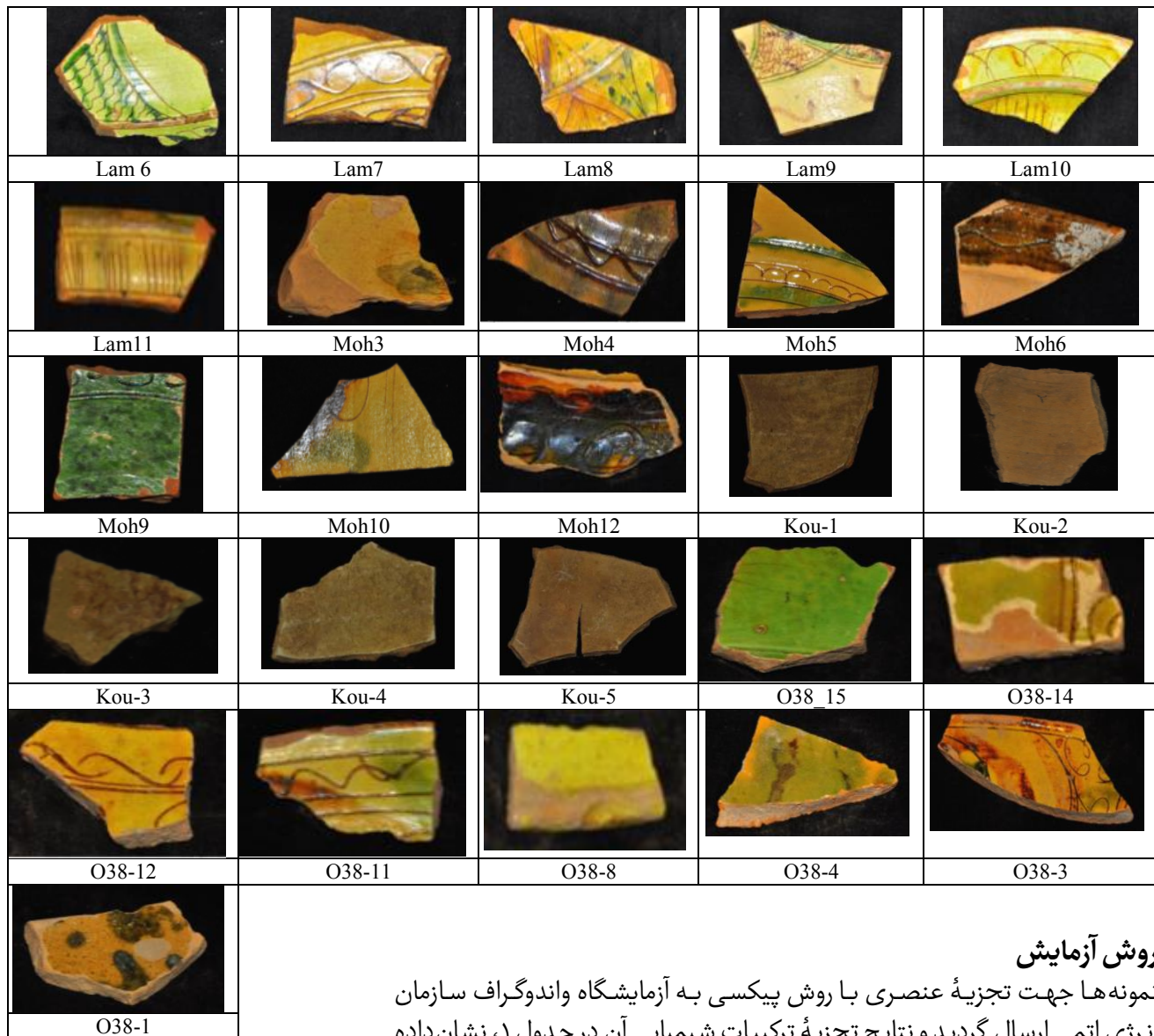
شکل ۳. کوره شناسایی‌شده از محوطه شاهکوه (کبیری، ۱۳۹۳: ۲۲).

دارد نیز از قلاع اسماعیلیه بوده که از آن بقایای معماری هم چون: دروازه، آب‌انبارها، انبارها، سفال‌های بدون لعاب و لعابدار و میزان قابل توجهی سفال‌های وارداتی سلاذن و سفیدآبی از آن به دست آمده است؛ این قلعه تنها یک فصل در سال ۱۳۸۸ توسط «حمیده چوبک» کاوش شده است (چوبک، ۱۳۸۸).

### نمونه‌های مورد مطالعه

در این پژوهش نگارندگان ۵ قطعه سفال بدون لعاب به دست آمده از درون کوره محوطه شاهکوه (Kou-1-5)، ۸ نمونه سفال لعابدار از اطراف محدوده کوره (038 1-15)، ۷ نمونه سفال لعابدار از بخش‌های مختلف محوطه شاهکوه (Moh3-12)، ۶ نمونه سفال لعابدار از محوطه لمبسر (Lam 6-11) را برای آزمایش انتخاب کردند (شکل ۴).

شکل ۴. نمونه سفال‌های مورد مطالعه محوطه شاهکوه و لمبسر الموت (نگارندگان، ۱۳۹۹).



### روش آزمایش

نمونه‌ها جهت تجزیه عنصری با روش پیکسی به آزمایشگاه واندوگراف سازمان انرژی اتمی ارسال گردید و نتایج تجزیه ترکیبات شیمیایی آن در جدول ۱، نشان داده

جدول ۱. نتایج تجزیه ترکیبات سفال‌های مورد مطالعه به روش پیکسی (میزان برحسب درصد)، (نگارندگان، ۱۳۹۹).

sample	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu <sub>2</sub> O	BaO	PbO	ZnO	Others
Lam6	-	3.2	19.75	-	-	0.61	0.82	0.38	-	-	1	1.97	2.07	70.03	0.16	NiO:0.01
Lam7	-	1.45	36.75	-	-	0.25	0.92	0.32	-	0.02	0.73	0.2	1.42	57.85	0.09	-
Lam8	-	3.67	21.24	-	-	0.62	1.16	0.45	-	0.02	3.22	0.65	0.65	67.85	0.47	-
Lam9	0.43	2.05	26.82	-	-	0.6	1.08	0.14	-	-	2.27	0.32	4.32	61.74	0.22	NiO:0.01
Lam10	1.3	3.16	24.64	-	-	0.4	3.46	0.75	-	0.02	2.48	0.23	-	63.17	0.39	-
Lam11	-	4.51	20.22	-	0.59	0.53	1.05	0.35	-	0.02	1.44	0.18	-	71.03	0.05	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :0.02
Moh 3	-	1.37	32.61	-	-	0.71	0.75	-	-	-	1.73	0.89	4.21	57.34	0.03	SrO:0.36
Moh 4	-	4.65	21.09	-	-	0.51	1.23	0.41	-	0.01	1.13	0.77	-	70.1	0.1	-
Moh 5	-	5.1	25.93	-	-	0.82	0.45	0.35	-	-	1.02	0.06	-	64.31	1.64	Na <sub>2</sub> O: 0.32
Moh 6	-	5.76	28.5	-	-	1.64	5.14	0.65	0.04	0.05	3.61	2.26	-	50.32	2.03	-
Moh 9	-	4.64	24.71	-	-	1.32	2.3	0.29	-	0.03	1.71	2.36	-	62.18	0.46	-
Moh 10	1.11	4.47	31.59	-	-	1.29	4.24	0.93	0.02	0.04	4.35	1.71	-	50.06	0.19	-
Moh 12	-	6.1	29.61	-	-	1.44	4.06	1.04	-	0.05	3.69	2.81	-	49.67	1.49	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :0.04
Kou1	2.17	11.93	51.64	-	0.21	2.9	18.73	0.97	0.04	0.29	11.05	-	-	-	0.07	-
Kou2	2.32	12.78	54.28	0.64	0.36	2.92	16.15	0.89	-	0.16	9.52	-	-	-	-	-
Kou3	2.43	11.6	59.01	0.34	0.14	1.88	13.47	0.86	0.04	0.26	8.95	0.05	-	0.22	0.05	Na <sub>2</sub> O: 0.7
Kou4	1.42	8.3	36.68	13.19	0.45	2.16	26.49	0.81	0.02	0.33	10.11	-	-	-	-	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.04
Kou5	2.13	12.8	54.63	0.84	0.2	2.76	16.21	0.98	0.03	0.21	9.21	-	-	-	-	-
O38-1	-	4.15	26.83	-	-	0.82	1.16	0.9	-	0.02	1.54	0.33	1.95	61.7	0.6	-
O38-3	-	5.2	27.45	-	-	0.89	1.02	0.97	-	-	1.96	2.08	0.62	59.31	0.46	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.04
O38-4	-	4.08	21.22	-	-	0.51	0.88	0.41	-	0.01	1.02	0.81	-	70.97	0.09	-
O38-8	-	3.13	21.84	-	-	0.65	0.45	0.63	-	-	1.11	0.16	6.81	64.61	0.14	Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0.4
O38-12	-	3.49	23.67	-	-	0.76	0.6	0.62	-	-	1.15	0.32	1.59	67.7	0.1	-
O38-11	-	3.33	23.45	-	-	0.56	0.44	1.13	-	-	0.8	0.04	3.72	66.51	0.02	-
O38-14	-	2.34	13.48	-	-	0.49	0.92	1.62	0.14	0.23	15.92	0.2	-	64.47	0.19	-
O38-15	-	3.23	22.36	-	-	1.11	1.95	0.5	-	0.01	0.83	2.92	-	66.88	0.11	-

شده است. در روش پیکسی (Particle-induced X-ray emission) اشعه پروتون توسط دستگاه واندوگراف (van de Graaff) بریک نقطه تابانده می‌شود (Mando, 1994). آنالیز به کمک این روش قادر به شناسایی عناصر تا ۵-۰٫۵ در میلیون (ppm) است (Pezzarantegui et al., 1994; Pollard et al., 2007: 117). نمونه‌ها با استفاده از دستگاه پیکسی مورد مطالعه قرار گرفت. دو پرتو پرتون MeV با شدت جریان ۲ نانوآمپر از شتاب‌دهنده واندوگراف سازمان انرژی اتمی برای بمباران سکه‌ها استفاده شد. میزان انرژی دو مگا، اندازه پرتو در موقعیت هدف، نیم در نیم میلی‌متر بود. مشخصه اشعه ایکس ساطع شده از نمونه‌ها توسط آشکارساز سی‌لی (۱۷۰ الکتروولت)، در زاویه ۴۵ درجه خط پرتو شناسایی شد. از نرم‌افزار GUPIX برای تجزیه و تحلیل طیف‌ها استفاده شد. مقدار فشار محفظه ۱۰ به توان منهای ۵ تور می‌باشد. محفظه دارای دو درگاه جهت مشاهده و چندین درگاه دیگر برای وارد کردن مواد می‌باشد. سیگنال آشکارساز شکل گرفته و تقویت شد و در نهایت از طریق ارتفاع پالس، طیف انرژی ذخیره شد و در تحلیل‌گر چند مجرای نشان داده شد.



## بحث و نتایج

در این پژوهش، ۲۶ قطعه سفال متعلق به منطقه الموت با روش پیکسی آزمایش شد. از این تعداد، پنج نمونه سفال بدون لعاب مربوط به کوره محوطه شاهکوه است که با علامت Kou 2 در جدول نشان داده شده است. ۸ نمونه سفال اسگرافیاتو از محدوده اطراف کوره جمع‌آوری شده که با علامت اختصاری 0383 در جدول نشان داده شده است. ۷ نمونه سفال اسگرافیاتو از بخش‌های مختلف محوطه شاهکوه جمع‌آوری شده که با علامت اختصاری Moh4 در جدول مشخص شده است و ۶ نمونه سفال اسگرافیاتو نیز متعلق به محوطه لمبسر الموت است که با علامت اختصاری Lam 5 در جدول نشان داده شده است.

برای اجرای روش‌های آماری و محاسبه آماره آزمون مناسب و استنتاج منطقی درباره فرضیه‌های پژوهش مهم‌ترین قدم قبل از هر اقدامی، انتخاب روش آماری مناسب برای پژوهش است. برای این منظور، آگاهی از توزیع داده‌ها از اولویت اساسی برخوردار است. در پژوهش حاضر برای بررسی فرض نرمال بودن متغیرهای پژوهش از آزمون معتبر کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شده است. در صورت نرمال بودن متغیرها برای بررسی فرضیه‌ها از روش‌های پارامتری استفاده می‌شود. با توجه به نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف چنین نتیجه می‌شود که چون مقدار سطح معنی‌داری برای متغیرها بیشتر از سطح آزمون یعنی  $\alpha=0.05$  است، بنابراین ترکیبات  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{SiO}_2$ ،  $\text{K}_2\text{O}$ ،  $\text{CaO}$ ،  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ،  $\text{MnO}$ ،  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Cu}_2\text{O}$ ،  $\text{PbO}$  و  $\text{ZnO}$  دارای توزیع نرمال هستند (جدول ۲).

برای بررسی این فرض که بین نمونه‌های درون کوره، اطراف کوره، منطقه مسکونی شاهکوه و محوطه لمبسر، تفاوت معنی‌داری وجود دارد. با توجه به نرمال بودن متغیرها، از آزمون پارامتری آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول ۳، آمده است.

جدول ۲. نتایج آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مربوط به متغیرها (نگارندگان، ۱۳۹۹). ▼

متغیرها	آزمون آماره K-S	سطح معنی‌داری
$\text{Al}_2\text{O}_3$	۱/۲۰۸	۰/۱۰۸
$\text{SiO}_2$	۱/۰۴۶	۰/۲۲۳
$\text{K}_2\text{O}$	۱/۱۷۱	۰/۱۲۹
$\text{CaO}$	۱/۲۳۷	۰/۰۸۸
$\text{Ti}_2\text{O}_3$	۰/۶۱۳	۰/۸۴۷
$\text{MnO}$	۱/۳۲۷	۰/۰۶۱
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	۱/۲۸۳	۰/۰۷۴
$\text{Cu}_2\text{O}$	۱/۱۳۰	۰/۱۵۶
$\text{PbO}$	۱/۱۷۰	۰/۱۲۹
$\text{ZnO}$	۱/۳۳۳	۰/۰۵۷

بر اساس نتایج به دست آمده، در ترکیب‌های  $\text{K}_2\text{O}$ ،  $\text{CaO}$ ،  $\text{Ti}_2\text{O}_3$ ،  $\text{MnO}$ ،  $\text{PbO}$  و  $\text{ZnO}$  سطح معنی‌داری آزمون لون کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین برابری واریانس برقرار نیست و در نتیجه در صورت نیاز به آزمون تعقیبی، از آزمون دانت و در سایر ترکیب‌ها که برابری واریانس‌ها برقرار است، از آزمون توکی استفاده می‌شود. در ترکیب  $\text{Al}_2\text{O}_3$  آماره آزمون برابر با ۴۶/۴۸۱ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی‌داری در ترکیب  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (038)، منطقه مسکونی (Moh) و محوطه لمبسر (Lambsar) وجود دارد. بر اساس آزمون تعقیبی توکی، تفاوت معنی‌داری بین ترکیب  $\text{Al}_2\text{O}_3$  در نمونه‌های داخل کوره سفال‌پزی و سه منطقه دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین نمونه‌های اطراف کوره، منطقه مسکونی و محوطه لمبسر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب  $\text{SiO}_2$  آماره آزمون برابر با ۲۹/۱۸۳ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی‌داری در ترکیب  $\text{SiO}_2$  در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (038)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar)

جدول ۳. نتایج آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (نگارندگان، ۱۳۹۹).

معنی‌داری سطح	آماره آزمون	آزمون لون برای بررسی برابری واریانس‌ها		انحراف استاندارد	میانگین	منطقه	ترکیب
		معنی‌داری سطح	آزمون آماره				
۰/۰۰۰	۴۶/۴۸۱	۰/۶۵۵	۰/۵۴۷	۱/۱۰	۳/۰۱	محوطه لمبسر (Lamsar)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۰	۲۹/۱۸۳	۰/۴۸۶	۰/۸۴۱	۶/۴۲	۲۴/۹۰	محوطه لمبسر (Lamsar)	SiO <sub>2</sub>
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۰	۲۶/۹۲۵	۰/۰۰۱	۷/۶۹۳	۰/۱۵	۰/۵۰	محوطه لمبسر (Lamsar)	K <sub>2</sub> O
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۰	۱۸/۷۹۱	۰/۰۰۴	۵/۸۶۰	۱/۰۱	۱/۴۲	محوطه لمبسر (Lamsar)	CaO
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۲	۱۰/۴۷۹	۰/۰۴۶	۳/۱۵۱	۰/۲۰	۰/۴۰	محوطه لمبسر (Lamsar)	Ti <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۲	۱۶/۷۱۱	۰/۰۰۹	۵/۶۵۰	۰/۰۱	۰/۰۲	محوطه لمبسر (Lamsar)	MnO
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۱	۷/۶۲۲	۰/۱۴۰	۲/۰۲۲	۰/۹۶	۱/۸۶	محوطه لمبسر (Lamsar)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۲۴۱	۱/۵۲۹	۰/۳۸۳	۱/۰۱۳	۰/۷۰	۰/۵۹	محوطه لمبسر (Lamsar)	Cu <sub>2</sub> O
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۰۰	۳۸/۶۲۶	۰/۰۳۷	۳/۹۸۱	۵/۱۸	۶۵/۲۸	محوطه لمبسر (Lamsar)	PbO
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	
۰/۰۶۶	۲/۸۲۸	۰/۰۰۰	۲۵/۴۷۰	۰/۱۷	۰/۲۳	محوطه لمبسر (Lamsar)	ZnO
						منطقه مسکونی (Moh)	
						کوره سفال‌پزی (Kou)	
						اطراف کوره (o38)	

وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی توکی تفاوت معنی داری بین ترکیب SiO<sub>2</sub> در نمونه‌های داخل کوره سفال‌پزی و سه منطقه دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین نمونه‌های اطراف کوره، منطقه مسکونی و محوطه لمبسر تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب K<sub>2</sub>O آماره آزمون برابر با ۲۶/۹۲۵ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب K<sub>2</sub>O در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی دانت، تفاوت معنی داری بین ترکیب K<sub>2</sub>O در نمونه‌های داخل کوره سفال‌پزی و سه منطقه دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ ). هم‌چنین این ترکیب بین نمونه‌های اطراف کوره با لمبسر و منطقه مسکونی شاهکوه تفاوت معنی داری ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب CaO آماره آزمون برابر با ۱۸/۷۹۱ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب CaO در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی دانت، تفاوت معنی داری بین ترکیب CaO در نمونه‌های داخل کوره سفال‌پزی و سه منطقه دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین سه منطقه خارج کوره، تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> آماره آزمون برابر با ۱۰/۴۷۹ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی دانت، تفاوت معنی داری بین ترکیب Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی و محوطه لمبسر وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین سایر منطقه‌ها، تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب MnO آماره آزمون برابر با ۱۶/۷۱۱ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب MnO در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی دانت، تفاوت معنی داری بین ترکیب MnO در نمونه‌های داخل کوره سفال‌پزی با محوطه لمبسر و منطقه مسکونی وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین سایر مناطق، تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> آماره آزمون برابر با ۷/۶۲۲ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> در نمونه‌های کوره سفال‌پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی توکی، تفاوت معنی داری بین ترکیب Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> در نمونه‌های درون کوره سفال‌پزی و سه منطقه دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ ). اما بین سه منطقه خارج کوره، تفاوت معنی داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

در ترکیب Cu<sub>2</sub>O آماره آزمون برابر با ۱/۵۲۹ و سطح معنی داری بیشتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی داری در ترکیب Cu<sub>2</sub>O در نمونه‌های درون کوره

سفال پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود ندارد.

در ترکیب PbO آمارهٔ آزمون برابر با ۳۸/۶۲۶ و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی‌داری در ترکیب PbO در نمونه‌های درون کورهٔ سفال پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود دارد؛ به طوری که براساس آزمون تعقیبی دانت، تفاوت معنی‌داری بین ترکیب PbO در نمونه‌های درون کورهٔ سفال پزی با سه منطقهٔ دیگر وجود دارد ( $p < 0.05$ )؛ اما بین سه منطقهٔ دیگر، تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ( $p > 0.05$ ).

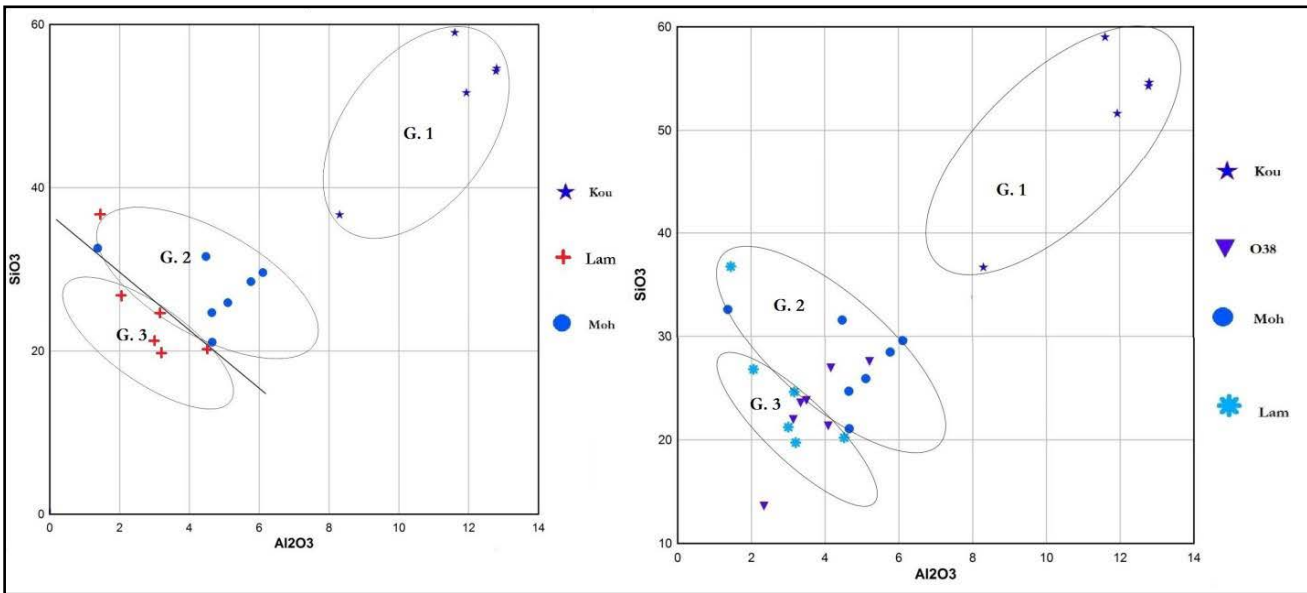
در ترکیب ZnO آمارهٔ آزمون برابر با ۲/۸۲۸ و سطح معنی‌داری بیشتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین تفاوت معنی‌داری در ترکیب ZnO در نمونه‌های درون کورهٔ سفال پزی (Kou)، اطراف کوره (o38)، منطقه مسکونی (Moh) و لمبسر (Lambsar) وجود ندارد.

قابل ذکر است در ترکیب‌های PbO، MnO، Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، CaO، K<sub>2</sub>O و ZnO سطح معنی‌داری آزمون لون کمتر از ۰/۰۵ است؛ بنابراین برابری واریانس برقرار نیست از آزمون تعقیبی دانت و در سایر ترکیب‌ها که برابری واریانس‌ها برقرار است از آزمون توکی استفاده شده است.

برای مقایسهٔ داده‌ها می‌توان از مقایسهٔ میزان فراوانی‌های اندازه‌گیری شدهٔ مشترک و یا از طریق عناصر نادر موجود در یک مجموعه و نبود آن در مجموعه‌های دیگر بهره جست. از مجموع ۲۰ ترکیب شناخته شده در نمونه‌های مطالعه شدهٔ شش ترکیب Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، CaO، K<sub>2</sub>O، SiO<sub>3</sub>، Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، در همهٔ مجموعه‌های مطالعه شده مشترک هستند. سه ترکیب SO<sub>3</sub>، MgO و Cl در نمونه‌های کوره وجود دارد؛ اگرچه ترکیب MgO در دو نمونهٔ لمبسر (لمبسر ۹ و ۱۰) و یک نمونه از مجموعهٔ محوطه (محوطه ۱۰) دارای این ترکیب هستند، اما میزان این ترکیب بین لمبسر و محوطه و کوره متفاوت از یکدیگر هستند. دو ترکیب Cu<sub>2</sub>O و PbO در نمونه‌های لمبسر، محوطه و O38 وجود دارد، اما در نمونه‌های مجموعهٔ کوره وجود ندارد. برای نشان دادن تفاوت بین مجموعه سفال‌های مورد مطالعه، ۵ ترکیب را در ۲ نمودار پراکندگی جانمایی شد (ترکیب Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و SiO<sub>3</sub> با یکدیگر و Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، CaO، K<sub>2</sub>O نیز در نموداری سه بُعدی نمایش داده شد)، (شکل ۵ و ۶).

براساس نتایج آزمایش PIXE و تحلیل آماری SPSS، ۵ ترکیب SiO<sub>3</sub>، Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>، K<sub>2</sub>O، Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub> و CaO که در همهٔ نمونه‌های مشترک هستند جهت ترسیم نمودار وضعیت قرار گیری ۲۶ نمونهٔ مطالعه شده انتخاب شدند. علاوه بر این وجود ترکیبات SO<sub>3</sub>، MgO و Cl در نمونه‌های کوره و فقدان آن در نمونه‌های اسگرافیاتو و هم‌چنین وجود ترکیبات Cu<sub>2</sub>O و PbO در نمونه‌های اسگرافیاتو و نبود آن در ۴ نمونهٔ آزمایش شده کوره، نشان از تفاوت‌های مشخص بین نمونه‌های اسگرافیاتو و نمونه‌های کوره است. تنها نمونهٔ کوره (Kou3) اگرچه دارای ترکیبات Cu<sub>2</sub>O و PbO است، اما میزان آن نسبت به میزان نمونه‌های اسگرافیاتو بسیار اندک است. بر این اساس، دو گروه کاملاً متمایز وجود دارد؛ گروه اول: نمونه‌های داخل





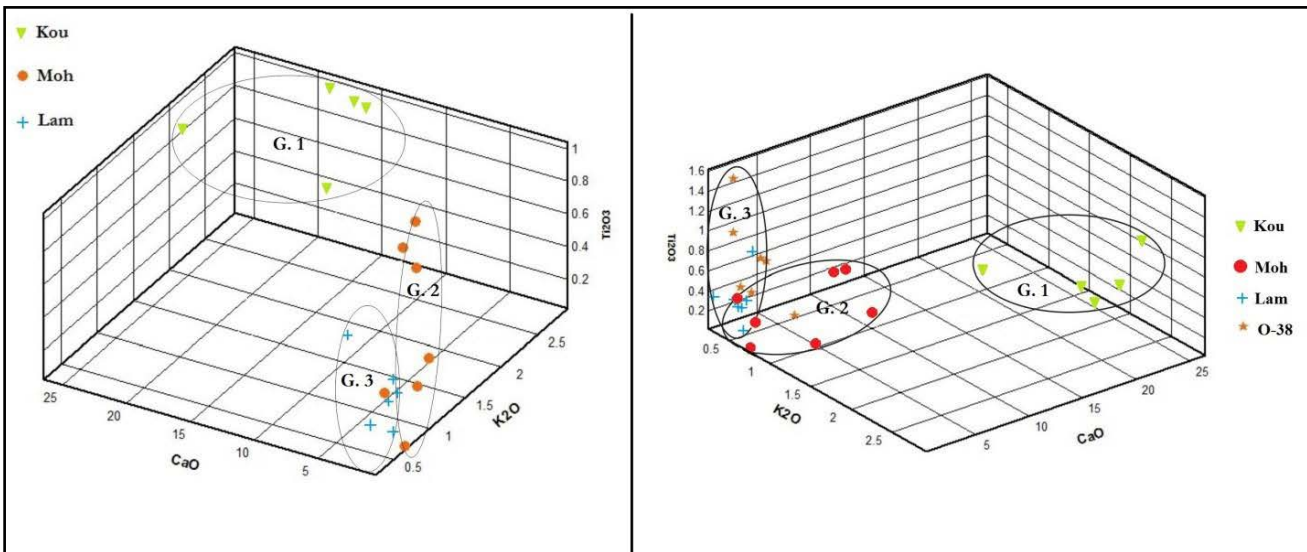
▲ شکل ۵. نمودار پراکندگی ترکیبات  $Al_2O_3$  و  $SiO_3$  نمونه‌های لمبسر و شاهکوه و سه گروه متمایز شناسایی شد (تصویر سمت چپ بدون دخالت دادن نمونه‌های O38)، (نگارندگان، ۱۳۹۹).

کوره؛ گروه دوم: دربر دارنده سه مجموعه دیگر، یعنی نمونه‌های لمبسر، نمونه‌های اطراف کوره و نمونه‌های بخش مسکونی محوطه شاهکوه هستند؛ با این حال، در میان گروه دوم می‌توان دو گروه متمایز را تشخیص داد (گروه ۲ و ۳). تفکیک گروه ۲ و ۳ با حذف مجموعه O38 بهتر قابل رؤیت است. با اضافه شدن مجموعه O38 هم‌پوشانی را شاهد هستیم.

این تمایز در بین نمونه‌های به دست آمده از بخش مسکونی محوطه شاهکوه و نمونه‌های محوطه لمبسر قابل مشاهده است؛ و نمونه‌های لعابدار به دست آمده از اطراف کوره تا حدودی با نمونه‌های لمبسر هم‌خوانی دارند.

شکل ۶. نمودار پراکندگی ترکیبات  $Ti_2O_3$ ،  $K_2O$  و  $CaO$  نمونه‌های لمبسر و شاهکوه و سه گروه متمایز شناسایی شده (تصویر سمت چپ بدون دخالت دادن نمونه‌های O38)، (نگارندگان، ۱۳۹۹).

هم‌چنان‌که با کمک برنامه SPSS و Dplot مشخص است، نمونه‌های داخل کوره که فاقد لعاب و ساده بودند، از نظر ترکیب ساختاری متفاوت از نمونه‌های لعابدار (اسگرافیاتو) به دست آمده از محوطه شاهکوه (Moh) و لمبسر است.



به عبارتی از آنجا که سفال‌های بدون لعاب تولید خود محوطه و منطقه هستند و ساختار شیمیایی آن‌ها متفاوت از ساختار سفال‌های لعابدار است؛ در نتیجه می‌توان اذعان داشت که سفال‌های اسگرافیاتو در جایی خارج از محوطه شاهکوه تولید شده است.

### نتیجه‌گیری

تا به امروز آثار چندان قطعی و قابل‌اتکا از مراکز تأمین سفال در منطقه الموت در دسترس نبود. نتایج تحلیل آماری و گروه‌بندی نمونه‌ها به کمک نمودارها، ۳ گروه متمایز و متفاوت را نشان داد که سفال‌های بدون لعاب درون کوره از نظر ترکیب عناصر  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $Al_2O_3$ ,  $PbO$ ,  $SiO_2$  متفاوت از سفال‌های لعابدار (اسگرافیاتو) اطراف کوره، محوطه شاهکوه و محوطه لمبسر است؛ از این رو، تشکیل‌دهنده گروه نخست است. نمونه‌های سطحی شاهکوه و لمبسر گروه دوم و سوم تشکیل می‌دهد. تمایز واضح بین نمونه‌های اسگرافیاتو و نمونه‌های بدون لعاب درون کوره نشان می‌دهد شاهکوه کارگاه تولید سفال‌های اسگرافیاتو نبوده است. تفاوت بین نمونه‌های اسگرافیاتوی سطحی شاهکوه و لمبسر خود نشان از تفاوت در کارگاه‌های تولیدی است. این تفاوت ریشه در تفاوت گاهنگاری دو محوطه دارد. تاریخ استقرار در قلعه لمبسر به دوره اول استقرار اسماعیلیه در الموت در دوره سلجوقی بازمی‌گردد. محوطه شاهکوه در لایه‌های پایین خود هم‌زمان با دوره استقرار لمبسر است و تاریخ آن به دوره اول اسماعیلیه بازمی‌گردد و لایه فوقانی آن متعلق به دوره دوم است که پس از حمله مغول توسط «علاءالدین محمد» و از سال ۶۷۴ ه.ق. آغاز می‌شود. این دوره دوم حکومت اسماعیلیه به «نو دولت» نیز معروف است؛ از این رو، نمونه‌های O38 که داده‌های آن از دوره ابتدایی (دوره اول اسماعیلیه) تا دوره پایانی (نو دولت) را دربر دارد، در هر دو گروه دوم و سوم، حضور دارد. حضور نمونه‌های کوره، این فرصت را فراهم کرد تا از این نمونه‌ها به عنوان مرجع استفاده گردد تا تولید سفال‌های اسگرافیاتو را در محوطه شاهکوه ارزیابی کرد؛ اما نتایج نشان داد این احتمال تأیید نمی‌شود.

مقایسه فرم و تزئین بین سفال‌های اسگرافیاتو الموت و سایر حوزه‌های جغرافیایی-فرهنگی نشان می‌دهد که سفال‌های الموت از نظر به‌کار بردن نقش مایه هندسی (دوایر چهارگانه حول محور مرکزی) و نقش مایه پرنده‌گانی هم‌چون عقاب شبیه سفال‌های اسگرافیاتو تخت سلیمان است. هم‌چنین سفال‌های اسگرافیاتو الموت از نظر تکنیک لعاب‌دهی و نیز نقش مایه گیاهی تجربیدی به‌کار رفته، شبیه سفال‌های اسگرافیاتو جرجان است. لازم به ذکر است که در طی بررسی‌های صورت‌گرفته در مناطق کجور توسط «خزائی‌کوهپیر» و کلاردشت مازندران توسط «موسوی‌کوهپیر»، قطعات سفال اسگرافیاتو کاملاً مشابه با سفال‌های یافت‌شده از منطقه الموت گزارش شده است. مطالعات آتی در منطقه الموت و مناطق پیرامون آن به صورت مطالعات آزمایشگاهی و هم‌چنین کاوش‌های علمی باستان‌شناسی و امید به کشف کوره‌های پخت سفال در الموت و محوطه‌های باستانی هم‌دوره

می‌تواند به افزایش آگاهی و اطلاعات در این موضوع کمک کند. ممکن است کارگاه ساخت چنین سفال‌هایی در کجور یا کلاردشت یا محوطه دیگری در منطقه الموت باشد که در آینده آشکار خواهد شد.

### سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از سرکار خانم دکتر حمیده چوبک به دلیل در اختیار گذاشتن سفال‌های به دست آمده از منطقه الموت جهت انجام این پژوهش، تقدیر و قدردانی کنند و نیز از دوستان عزیز در آزمایشگاه بخش واندوگراف سازمان انرژی اتمی که زحمات بسیاری در آزمایش نمونه‌ها کشیده‌اند، قدردانی می‌شود.

### پی‌نوشت

۱. به حضور مجدد اسماعیلیان در قلعه الموت اصطلاحاً «نو دولت» گفته می‌شود که توسط یکی از نبیره‌های «علاءالدین محمد» معروف به «محمد ملحد» از سال ۶۷۴ ه.ق. پایه‌گذاری شد و به مدت حدود یک قرن، یعنی تا حدود سال ۷۷۰ ه.ق. که توسط تیموریان و مرعشیان کوچانده می‌شوند، به حیات خود ادامه می‌دهند.
۲. مخفف کوره.
۳. مخفف گمانه‌های محدوده کاوش مربع O38.
۴. مخفف کلمه محوطه.
۵. مخفف لمبسر.

### کتابنامه

- اسمعیل‌زاده کیوی، سینا، ۱۳۹۲، «مطالعه اشیای مکشوف از بافت تاریخی اردبیل و محوطه تاریخی مجموعه شیخ صفی‌الدین اردبیلی با روش PIXE». پایان‌نامه کارشناسی ارشد فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه محقق اردبیلی (منتشر نشده).
- تقوی، عابد، ۱۳۸۹، «منشأیابی منابع خاک مورد استفاده در سفال‌های بومی عصر سلجوقی شهر کهن جرجان با استفاده از روش آزمایشگاهی XRF». رساله دکترای باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران (منتشر نشده).
- توحیدی، فائق، ۱۳۷۹، فن و هنر سفالگری. تهران: ناشر سمت.
- چوبک، حمیده، ۱۳۸۸، «گزارش فصل نخست کاوش‌های باستان‌شناختی در محوطه لمبسر الموت». تهران: پژوهشکده میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).
- شاطری، میترا، ۱۳۸۸. «سفال گونه نقش‌کنده در گلابه، سیر تحول و جایگاه آن در روابط فرهنگی، اقتصادی ایران دوران اسلامی با تکیه بر یافته‌های سفالین منطقه الموت». رساله دکترای باستان‌شناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه تهران (منتشر نشده).
- شاطری، میترا، ۱۳۹۴، «حوزه‌بندی گونه نقش‌کنده در گلابه در ایران (مطالعه موردی: حوزه شرق و جنوب شرق)». دومین همایش ملی باستان‌شناسی ایران، بیرجند، صص: ۱-۱۲.

- کبیری، کامبیز، ۱۳۹۳، «گزارش فصل نخست کاوش‌های باستان‌شناختی محوطه شاهکوه الموت». تهران: پژوهشکده میراث فرهنگی و گردشگری (منتشر نشده).

- گروه، ارنست جی، ۱۳۸۴، سفال اسلامی. تهران: ناشر کارنگ.

- Basso, E. & Rugiadi, M., 2015, "The Sgraffito ware from Nishapur (Iran): reconstructing the materials and technology through a multi-methodological study". *Conference: Technart, At Catania (Italy)*, 1-5.

- Bamborough, Ph., 1987, *Treasures of Islam*. Published in Great Britain.

- Ben-Shlomo, D., 2007, "Intraregional Provenancing of Philistine Pottery from Israel". In: *Archaeological chemistry: analytical techniques and archaeological interpretation*; Michael D. Glascock, editor, Robert J. Speakman, editor, Rachel S. Popelka-Filcoff, editor. American Chemical Society publication, Pp: 399-421.

- Dussubieux, L.; Golitko, M.; Williams, P. R. & Speakman, R. j., 2007, "Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry Analysis Applied to the Characterization of Peruvian Wari Ceramics". In: *Archaeological chemistry: analytical techniques and archaeological interpretation*; Michael D. Glascock, editor, Robert J. Speakman, editor, Rachel S. Popelka-Filcoff, editor. American Chemical Society publication, Pp: 349-363.

- Grube, E. J., 1965, "The Art of Islamic Pottery". *The Metropolitan Museum of Art Bulletin, New Series, Islamic Art*, No. 23(6), Pp: 209-228.

- Hull, Sh.; Fayek, M.; Mathien, F. J.; Shelley, Ph. & Durand, K. R., 2008, "A New Approach to Determining the Geological Provenance of Turquoise Artifacts using Hydrogen and Copper Stable Isotopes". *Journal of Archaeological Science*, No. 35(5), Pp: 1355-1369.

- Kennet, D., 2004, *Sasanian and Islamic pottery from Ras al-Khaimah (eBook version): classification, chronology and analysis of trade in the Western Indian Ocean*. Oxford: Archaeopress. Society for Arabian Studies Monographs.

- Kervran, M., 1977, "Les Niveaux Islamiques du Secteur Oriental du Tepe de L'Apadana II, Le Materiel Ceramique". *Cahiers de La Delegation Archeologique Francaise en Iran*, No. 7, Pp: 75-161.

- Larson, D. O.; Sakai, S. & Neff, H., 2005, "In Laser-Ablation-ICP-MS in Archaeological Research". Speakman, R. J.; Neff, H., Eds.; University of New Mexico Press: *Albuquerque*, Pp: 95-104.



- Lyons, W. H.; Glascock, M. D.; Peter J. & Mehringer, P. J., 2003, "Silica from Sources to Site: Ultraviolet Fluorescence and Trace Elements Identify Cherts from Lost Dune, Southeastern Oregon, USA". *Journal of Archaeological Science*, No. 30(9), Pp: 1139–1159.
- Mando, P. A., 1994, "Advantages and limitations of external beams in applications to arts and archaeology, geology and environmental-problems". *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, No. 85, Pp: 815–823.
- Northedge, A., 1985, "Planning Sammarra: A Report for 1983-4". *Iraq*, No. 47, Pp: 109-28
- Perezarantegui, J.; Querre, G. & Castillo, J. R., 1994, "Particle-induced X-ray-emission –thick-target analysis of inorganic materials in the determination of light-elements". *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, No. 9, Pp: 311–314.
- Pradell, T.; Molera, J.; Smith, A. D.; Climent-Font, A. & Tite, M. S., 2008, "Technology of Islamic luster". *Journal of Cultural Heritage*, No. 9, Pp: e123ee128.
- Pradell, T.; Molera, J.; Smith, A. D.; Climent-Font, A. & Tite, M. S., 2008, "Early Islamic lustre from Egypt, Syria and Iran (10<sup>th</sup> to 13<sup>th</sup> century AD)". *Journal of Archaeological Science*, No. 35(9), Pp: 2649–2662.
- Rice, D. T., 1997, *Islamic Art*. London, Thames and Hudson. Sarre, F, 1925, *Die Keramik von Samarra, Die Ausgrabungen von Samarra2*, Berlin.
- Schnyder, R., 1968, "Saljuq Pottery in Iran". *The Memorial Volume of The VHT International Congress of Iranian Art & Archaeology* (Tehran-Isfahan-Shiraz), Special publication of the Ministry of Culture and Arts, Vol. 2, Pp: 189-197.
- Schnyder, R., 1974, "Medieval Incised and Carved Wares from North West Iran". In: William Watson, ed. *The Art of Iran and Anatolia from the 11<sup>th</sup> to 14<sup>th</sup> Century*, London, Pp: 85-95.
- Whitehouse, D., 1979, "Islamic Glazed Pottery in Iraq and the Persian Gulf, The ninth and Tenth Centuries". *Annali dell'Instituto Orientale di Napoli*, No. 39, N.s. 29, Pp: 45-61.
- Wilkinson, C. K., 1973, *Nishapur. Pottery of the Early Islamic Period*. the Metropolitan Museum of Art, New York.