



# مطالعه ترکیبات و عناصر سفال منقوش دوره سلوکی / اوایل اشکانی منطقه غرب ایران با استفاده از روش XRF و XRD با هدف تعیین میزان تشابه و تمایز

I رؤیا تاج بخش<sup>I</sup>

II اسماعیل همتی ازندریانی<sup>II</sup>

III موسی سبزی<sup>III</sup>

نوع مقاله: پژوهشی؛ صص: ۸۳ - ۶۵  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۳  
شناسه دیجیتال (DOI): 10.30699/PJAS.4.14.65

## چکیده

این پژوهش با هدف مطالعه و شناخت ترکیبات و عناصر سفال‌های سلوکی/اوایل اشکانی در غرب ایران با استفاده از دو روش آزمایشگاهی XRF و XRD صورت گرفت. در برخی از بررسی‌ها و کاوش‌های منطقه غرب ایران این نوع سفال شناسایی شده است و در عموم این محوطه‌ها، سفال‌های یادشده از حیث شیوه ساخت ویژگی‌های همسانی دارند؛ با این حال منشأ ساخت آن‌ها مورد بحث است. به درستی برای پژوهشگران مشخص نشده که چه میزان از سفال‌های مکشوف از ادوار سلوکی و اشکانی، چه آن‌ها که در بررسی‌های سطحی به دست آمده‌اند و چه آن‌ها که از کاوش‌های باستان‌شناسی یافت شده‌اند، منشأ بومی دارند یا وارداتی هستند؟ این سفالینه‌ها از نظر ترکیب و نوع عناصر و همچنین شرایط پخت با همدیگر شبیه هستند یا متفاوت‌اند؟ تشخیص همگونی این نمونه‌ها که صرفاً بر پایه تشابهات ظاهری و از روی گونه‌شناختی اظهار نظر می‌شود، بعضاً موجب شده تا حدس وجود موضوعاتی مانند تجارت گسترده سفال یا مراکز عمده و اصلی تولید آن مطرح شود. نمونه‌های مورد مطالعه این پژوهش از مناطق «دلفان»، «الشتَر» و «نِه‌اوند» به عنوان بخش شرقی زاگرس مرکزی گزینش شده‌اند. نحوه گزینش این قطعات بر پایه انتخاب نمونه‌های شاخص محوطه‌های مرتبط با دوره سلوکی و اوایل دوره اشکانی است. این پژوهش دارای ماهیت توصیفی-تحلیلی است و روش پژوهش در این مقاله به صورت ترکیبی از فعالیت‌های میدانی باستان‌شناسی، مطالعات آزمایشگاهی (XRF و XRD) و گردآوری کتابخانه‌ای است. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهد که سفال‌های همگون در محوطه‌های مورد بررسی، علاوه بر تشابه در عناصر و ترکیب سفال‌ها با ساختار زمین‌شناسی و ناحیه جغرافیایی نیز همسان هستند؛ لذا بحث وارداتی بودن این سفال‌ها منتفی است.

**کلیدواژگان:** سلوکی، اوایل اشکانی، سفال منقوش، XRF، XRD، منطقه غرب ایران.

I. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده علوم انسانی، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران (نویسنده مسئول).  
tajbakhsh.r@iauh.ac.ir

II. استادیار گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

III. استادیار گروه باستان‌شناسی و تاریخ، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران.

## مقدمه

بنا به دلایل مختلف شناخت ما از سفال منقوش سلوکی / اوایل اشکانی غرب ایران بسیار کم و محدود است. این سفال‌ها گونه‌های سفالی منقوش و ظریف هستند که از نظر دیدگاه باستان‌شناسی به دو دوره سلوکی و اوایل دوره اشکانی منسوب می‌شوند. سفال منقوش ظریف مورد بحث نگارندگان، گونه‌ای شاخص است که در بررسی‌ها سفالی نایاب یا حداقل کمیاب است. گونه سفالی مذکور به دلیل طولانی نبودن مدت زمان استفاده از آن از طرفی و فاخر و ظریف بودنشان در بررسی‌های باستان‌شناسی کمتر از سطح محوطه‌ها یافت شده است. این قطعات اغلب دارای خمیره نخودی و قرمز روشن، پوشش گلی رقیق به رنگ خمیره، آمیزه معدنی نرم و نقاشی‌های هندسی و تصاویری از پرندگان و حیوانات است که به رنگ‌های آخراپی، قهوه‌ای و سیاه ترسیم شده است. فرم ظروف، اغلب کاسه‌ها و فنجان‌های ظریف کوچکی را نشان می‌دهند که سطح آن‌ها به خوبی پرداخت و صیقل شده و در حرارت مناسبی پخته شده‌اند؛ با این حال بشقاب‌های کوچک و مقمه‌ها و اشیاء ریتون مانند از دیگر فرم‌های شناخته شده این گونه سفالی تا به امروز به شمار می‌روند.

در غرب ایران و به ویژه از گستره زاگرس مرکزی در شماری از محوطه‌ها سفال منقوش سلوکی / اوایل اشکانی به دست آمده که با اختلافاتی جزئی تاریخی‌گذاری شده‌اند (تصویر ۱). با وجود این که این نوع سفال در محدوده وسیعی از غرب ایران از طریق کاوش‌های باستان‌شناختی و بررسی‌های نظام‌مند به دست آمده، اما هیچ‌گاه عناصر و ترکیبات این سفالینه مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است؛ همچنان چگونگی تولید و ساخت این گونه سفال در هاله‌ای از ابهام است و تداوم یا عدم تداوم سنت و شیوه سفالگری سلوکی به اشکانی جای بحث است.

کسب اطلاعات ارزشمند از طریق مطالعه مشخصات ظاهری سفال‌ها و مقایسه نمونه‌های مختلف به دست می‌آید. این یافته‌های ارزشمند بدون شک با پی بردن به عناصر و ترکیب شیمیایی سفال‌ها دوجندان خواهد شد. از آنجاکه سنت سفالگری در مناطق مختلف ادوار سلوکی و اشکانی با یکدیگر متفاوت است (طبق پژوهش‌های انجام گرفته بر روی سفالینه‌های در دوره اشکانی توسط «ارنی هرینگ» و دیگر پژوهشگران، هرکدام از مناطق ایران ویژگی‌ها و سنت‌های خاص سفالگری دارند)، می‌توان نتیجه گرفت که سفالگری این ادوار تحت تأثیر ساختار سیاسی حکومتی بوده و هر منطقه ویژگی و سنت خاص خود را برای تولید سفال داشته است؛ از سویی، شباهت ظاهری سفال‌های اواخر سلوکی و اوایل اشکانی، اندیشه تداوم این سنت از سلوکی به اشکانی را قوت می‌بخشد، اما با انجام چنین آزمایشاتی بر روی گونه‌های مکشوف در کاوش‌ها می‌توان به این نتیجه دست یافت که آیا به واقع الگوی ساخت این سفال بدون هرگونه تغییری تداوم یافته و یا برعکس در همان منطقه تابع شرایط سیاسی بوده است. این که عناصر و اجزا تشکیل دهنده انواع سفال‌های منقوش در غرب ایران (به ویژه در محدوده استان لرستان) یکسان بوده یا نه و نیز شرایط و شیوه پخت برای انواع سفال نوع منقوش در این منطقه همسان بوده است یا خیر(؟) از دیگر پرسش‌هایی است که شاید بتوان از این منظر بدان پرداخت؛ همچنین سفال منقوش دوره سلوکی و اوایل دوره اشکانی از یک محدوده وسیعی از غرب ایران یافت شده که تصویر ۲ نقشه پراکنش سفال‌های سلوکی / اوایل اشکانی آن را نشان می‌دهد (تصویر ۲).

هدف از این پژوهش، آگاهی از وجود یا عدم وجود سنت تولید و تجارت سفال‌های منقوش دوره سلوکی / اوایل اشکانی در منطقه غرب ایران است. در این پژوهش سعی گردیده است با به‌کارگیری روش‌های XRF و XRD به شناسایی ترکیبات و عناصر به‌کاررفته در خمیره مورد استفاده در ساخت سفال منقوش غرب ایران پرداخته شود. فهم بومی یا وارداتی بودن سفال‌های منقوش ناحیه غرب ایران بدان بستگی دارد که ترکیبات کانی‌های خمیره آن‌ها با کانی‌های موجود در خاک منطقه مقایسه و درصد مشابهت یا تمایز آن‌ها تحلیل گردد. دستیابی به این اطلاعات و فهم تشابه

و یا تفاوت میان آن‌ها می‌تواند در شناسایی هرچه بیشتر این‌گونه سفال مفید واقع شود و پاسخی به پرسش بومی یا وارداتی بودن این نوع سفال‌ها باشد. بدون شک تحلیل ترکیبات شیمیایی و عناصر موجود در سفال‌های مورد مطالعه و تغییرات به‌وجودآمده در حین پخت می‌تواند داده‌های قابل توجهی در ارتباط با درجه حرارت کوره و همچنین نحوه پخت آن‌ها ارائه دهد که هدف ثانویه این پژوهش است.

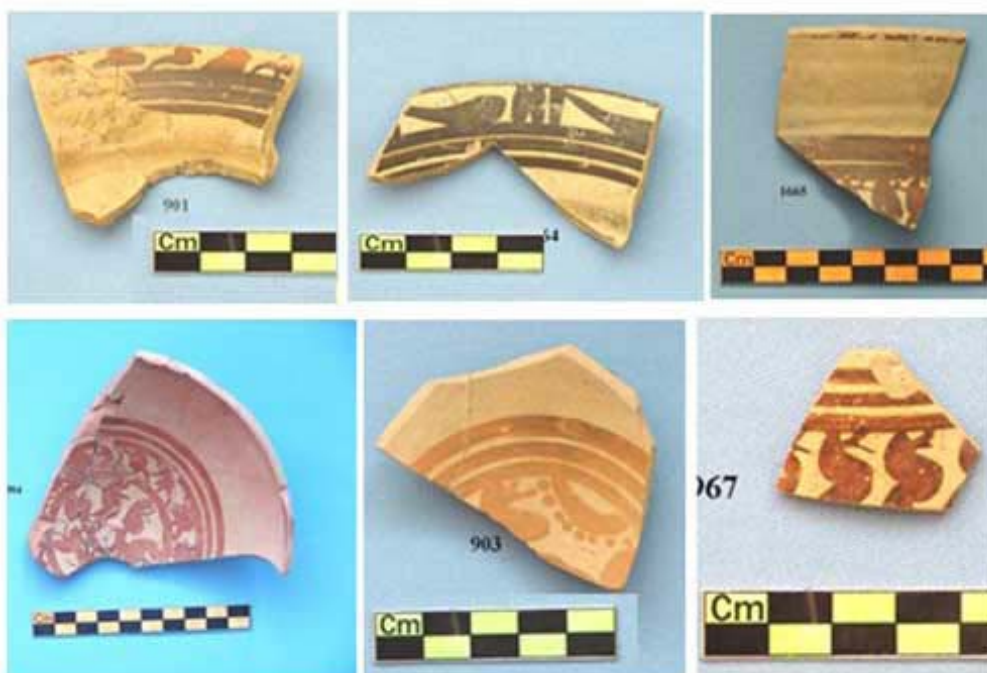
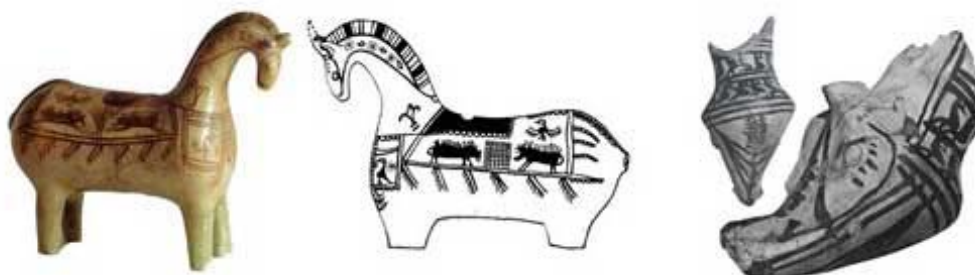
**پرسش‌های پژوهش:** پرسش‌های پژوهش عبارتند از: ۱. عناصر خاکی به‌کاررفته در ترکیبات سفال‌های منقوش سلوکی/اوایل اشکانی مکشوف از برخی از محوطه‌های غرب ایران تا چه میزان تشابه و تمایز دارند؟ ۲. عناصر موجود در بافت و ترکیب سفال‌های منقوش سلوکی/اوایل اشکانی مکشوف از غرب ایران تا چه میزان با عناصر ساختار و ناحیه زمین‌شناسی منطقه همگون است؟ ۳. این سفال‌ها از نظر ترکیب و نوع عناصر و همچنین شرایط پخت با همدیگر شبیه هستند یا متفاوت‌اند؟

**روش پژوهش:** این پژوهش دارای ماهیت توصیفی-تحلیلی است. روش پژوهش در این مقاله به‌صورت ترکیبی از فعالیت‌های میدانی باستان‌شناسی، مطالعات آزمایشگاهی و گردآوری کتابخانه‌ای است. نظر به تعداد بسیار اندک سفال‌های منقوش دوره سلوکی و اوایل دوره اشکانی در هر منطقه و نیز عدم برگشت‌پذیری قطعات پس از آزمایش، ۱۰ قطعه سفال که از بررسی‌ها و کاوش‌های باستان‌شناختی به‌دست آمده گزینش شد. نمونه‌های منتخب قطعات شاخصی است که از سه منطقه (دلفان، الشتر و نهاوند (لائودیسه)) برداشت گردیده است. پس از ثبت و ضبط مشخصات فنی سفال و عکاسی از هر قطعه، نمونه‌ها جهت انجام آزمایش XRD و XRF ارسال گردید.

به‌طورکلی روش‌های آزمایشگاهی مختلفی برای مطالعه مواد باستان‌شناختی وجود دارد که در این بین می‌توان به روش طیف‌سنجی تابش مجهول فلورسانس (XRF)، طیف‌سنجی پراش پرتو ایکس (XRD) اشاره کرد که برای تجزیه کمی عنصری نمونه‌های باستانی به‌کار می‌روند و از روش‌های معمول و مفید در شناسایی ترکیبات قطعات سفال، روش طیف‌سنجی تابش فلورسانس است.

نمونه‌های پودر شده از سفال‌های مورد مطالعه برای انجام آزمایش به آزمایشگاه XRF دانشگاه تربیت مدرس تهران ارسال شد. دستگاه مورد استفاده برای آنالیز ساخت کمپانی فلیپس (Philips Company) و مدل PW 2404 است. آشکارسازی این دستگاه به  $\pm 1$  ppm محدود می‌شود. XRF دستاورد دهه ۱۹۶۰ م. است و از آن زمان تاکنون به‌صورت گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. در این روش نمونه‌ای که در معرض تابش پرتو اشعه ایکس قرار می‌گیرد، یک طیف فلورسانس اشعه ایکس ثانویه ویژه عناصر موجود در نمونه منتشر می‌کند. این روش برای آنالیز نمونه‌های همگن و یا آن‌هایی که نسبت به تجزیه شدن مقاوم هستند، کارایی بالایی دارد (Rapp & Hill, 1998: 149). در این روش، پرتو اشعه ایکس به نمونه مجهول تابیده و در اثر برانگیختن اتم‌ها باعث پدید آمدن پرتو X ثانویه می‌شود. سپس با تعیین طول موج یا انرژی پرتو اشعه ایکس ثانویه، عنصرهای مورد نظر را می‌توان شناسایی کرد. پرتو خروجی از لوله پدیدآورنده پرتو اشعه ایکس به نمونه می‌تابد و جایگزینی این الکترون‌های موجود در مدارهای داخلی اتم خارج شده و جایگزینی این الکترون‌ها از مدار بالایی، سبب پدید آمدن پرتو اشعه ایکس (پرتو مشخصه) خواهد شد. اساس این پدیده، مانند حالتی است که نمونه، توسط الکترون بمباران می‌شود (گلستانی فرد و همکاران، ۱۳۸۳: ۹۳).

همچنین برای آزمایش XRD نمونه پودر سفال‌های مورد مطالعه در این پژوهش در آزمایشگاه فیزیک دانشگاه بوعلی‌سینا همدان انجام گرفت و دستگاه مورد نظر ساخت شرکت ایتالیایی



تصویر ۱. تصویر سمت راست بالا: ریتون از سفال ظریف منقوش از حوالی نهاوند [گیان؟] (Herzfeld, 1933: Taf XII)، تصویر سمت چپ بالا: ریتون از سفال ظریف منقوش از شوش، سلوکی-اشکانی (Stronach, 1974: PL. LIII. 1)، تصویر پایین: سفال ظریف منقوش مکشوف از لایه‌های سلوکی-اشکانی تپه هگمتانه (تاج‌بخش، ۱۳۹۱: طرح‌های ۱-۷ و تصاویر ۲-۷).

ITALSTRUCTURE مدل ADP200 است. آنالیز طیف‌سنجی فلورسانس پرتو ایکس (XRD) یکی از روش‌های تحلیل عنصری مواد است که امروزه از آن در صنعت و مراکز پژوهشی در زمینه اکتشافات معدن، پردازش جنس و مواد معدنی، استخراج و ذوب فلزات استفاده می‌شود (همان). طیف‌سنجی با اشعه ایکس مجهول، یکی از روش‌های فیزیکی سنجش و اندازه‌گیری است که در آن، یک پرتو تحریک شده مانند اشعه‌های مجهول یا اشعه‌های گاما به نمونه مورد مطالعه به شکل جامد و یا مایع فرستاده شده و واکنش آن، طول موج نیرویی را پدید می‌آورد که مشخصه نوع ماده است. اگر پرتو محرک دارای نیروی لازم باشد، همچون اشعه‌های مجهول یا گاما ویژگی یونیزه شدن اتم‌های ماده رخ خواهد داد که در برگشت، مشخصه ذرات ماده را به همراه دارد؛ بنابراین، مبانی این روش براساس اتم‌های انفرادی است که وقتی بر اثر منابع انرژی خارجی تحریک می‌شوند، ذرات اشعه ایکس ساطع شده و به شکل‌های طول موج و نیرویی بازتاب می‌یابند و هریک از اعداد نمایش داده شده، ماهیت آن عنصر را مشخص می‌کند. به عبارت دیگر، در این روش با پرتو دهی اولیه اشعه ایکس بر روی نمونه مورد مطالعه، الکترون‌های مدارهای داخلی اتم‌های



تصویر ۲. محدوده پراکنش سفال‌های ظریف اشکانی و سفال منقوش ظریف سلوکی / اوایل اشکانی در غرب ایران (Adachi, 2005: Fig. 2).

سازنده خارج می‌شوند. برآیند سطوح انرژی الکترون‌های تخلیه شده، فوراً به وسیله الکترون‌های مدارهای خارجی پر شده و انرژی در این فرآیند آزاد می‌شود (Tite, 1972: 267).

### پیشینه پژوهش

براساس مطالعات باستان‌شناختی، سفال دوره پس از هخامنشی در مناطقی چون: فارس و خوزستان، شوش، پاسارگاد، ایذه، دشت خوزستان، دشت میاناب شوشتر و نورآباد ممسنی شناخته شده است. همه محوطه‌های مذکور دارای سفال سلوکی بوده که در مطالعه سفال دوره سلوکی غرب ایران مفید و مؤثر هستند. از مهم‌ترین سفال‌های شناسایی شده از دوره سلوکی می‌توان به سفال منقوش اشاره کرد.

در غرب ایران و به ویژه از گستره زاگرس مرکزی در شماری از محوطه‌ها سفال منقوش سلوکی / اوایل اشکانی به دست آمده که با اختلافاتی تاریخ‌گذاری شده‌اند. این سفال از حوالی نهاوند [گیان] (Herzfeld, 1933: Abb. 3; 1941, Taf. XII)، تپه نوشی‌جان (Stronach, 1974: Pl. LV: 7-9)، هگمتانه (آذرنوش، ۱۳۸۶؛ تاج‌بخش و شریفی، ۱۳۹۲؛ تاج‌بخش، ۱۳۹۱؛ محمدی‌فر و همکاران، ۱۳۹۲)، سرخ‌دم لکی (شیشه‌گر، ۱۳۸۴)، سه محوطه درازنا (عبداللهی و سرداری، ۱۳۹۱)، سه محوطه در کرمانشاه (نیکنومی، ۱۳۸۸؛ رزمپوش، ۱۳۸۸)، محوطه تی‌هله خرم‌آباد (خسروی، ۱۳۸۵؛ شکل ۱: ۱ و ۲ و ۱۴)، محوطه پت‌کله و تپه مله‌قلا عدل‌آباد الشتر (سبزی‌دوآبی، ۱۳۹۲) گزارش شده است. اما تاکنون هیچ مطالعه آزمایشگاهی بر روی این نوع سفال‌ها انجام نگرفته است.

لازم به ذکر است که تاکنون مطالعات مشابه با روش‌های XRD و XRF بر روی تعدادی از سفال‌های کلینکی دوره اشکانی توسط پژوهشگران در غرب ایران انجام گرفته است (نوغانی و امامی، ۱۳۹۰؛ محمدی‌فر و عرب، ۱۳۹۲) که با توجه به تشابه میان ترکیبات ناحیه ساختاری سنج-سیرجان و ترکیب سفال‌های مورد مطالعه می‌توان احتمال داد که این داده‌های سفالین به صورت بومی (محلی) و با استفاده از گل حاصل از خاک موجود در منطقه تهیه گردیده‌اند (محمدی‌فر و عرب، ۱۳۹۲: ۵۷).

### معرفی نمونه‌های مورد پژوهش

در این پژوهش هدف مطالعه اجزاء، عناصر و ترکیب سفالینه‌های سلوکی-اشکانی منطقه غرب ایران به منظور بررسی بومی یا وارداتی بودن آنهاست. به همین دلیل از سه منطقه دلفان، الشتر و نهاوند (لائودیسه)، و از ۹ محوطه باستانی ۱۰ نمونه انتخاب شد و به نوعی از هر محوطه یک نمونه (به جز محوطه لائودیسه با ۲ نمونه) برای آزمایش یادشده انتخاب گردید. با توجه به تخریبی بودن آزمایش XRF و XRD و از بین رفتن قطعه سفال، امکان آزمایش قطعات بیشتر میسر نیست؛ چراکه این سفال اصولاً کمیاب است. یافتن این قطعات، محدود به وجود لایه‌های خاصی است و فراگیر در تمامی لایه‌های سلوکی/اشکانی یا تمامی این محوطه‌ها نیست (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۱ (L.CH.T)

این قطعه چرخ‌ساز از محوطه چغاتی در شهرستان نورآباد، بخش مرکزی، دهستان خاوه جنوبی و در فاصله حدود دو کیلومتری جنوب شرقی روستای علی‌آباد گاوکش در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. به دست آمده که بخشی از لبه یک ظرف دهانه‌باز بود. خمیره آن به رنگ نخودی مایل به قرمز و نقشی متشکل از دو خط موازی به رنگ قرمز آجری و یک نیم‌دایره توپر با نقاطی در پیرامون است. در لبه ظرف نقوش جناقی منفصلی وجود داشته که در حال کشف تنها بخشی از آن قابل تشخیص بود (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۲ (L.P.K)

قسمتی از لبه یک کاسه دهانه‌باز به رنگ نخودی که آثاری از تزئین خطوطی موازی به رنگ قرمز آجری بر روی لبه آن دیده می‌شد. این قطعه از پت‌کوله در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. یافت شد که این محوطه در شهرستان الشتر، بخش فیروزآباد، دهستان قلائی و در فاصله حدود ۶۰۰ متری شمال شرق روستای بیژنوند وسطی و ۳۰۰ متری روستای بیژنوند سفلی و در داخل زمین‌های کشاورزی واقع شده است. لازم به ذکر است که این محوطه یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین محوطه‌های مربوط به دوره اشکانی در شمال و شمال غرب لرستان به شمار می‌رود (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۳ (L.Z.D)

قطعه مکشوف در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. از تپه زرین ده سفید، بخشی از بدنه ظرفی بود که قسمت بیرونی آن را با رنگ قرمز آجری و خطوط هاشوری مزین ساخته بودند. این محوطه در شهرستان نورآباد، بخش کاکاوند، دهستان ایتوند شمالی و در شمال شرقی روستای زرین جو واقع شده است (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۴ (L.H.A.S)

این قطعه از حسن‌آباد سنجابی در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. یافت شد. قطعه مذکور لبه ظرفی بود که بر منتهی‌الیه آن، آثاری از خطوط دورانی به رنگ قرمز آجری مشهود بود. محوطه نام‌برده در شهرستان نورآباد، بخش مرکزی، دهستان نورعلی و در غرب روستای حسن‌آباد سنجابی (در داخل روستا) واقع شده است (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۵ (L.CH.K)

این نمونه بخشی از دسته یک ظرف با خمیره نخودی و لعاب صورتی است که با خطوط موازی

افقی و عمودی تزئین یافته بود. این قطعه در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. از محوطه چشمه‌کبود یافت شده است. این محوطه در شهرستان نورآباد، بخش کاکاوند، دهستان کاکاوند شرقی و در فاصله حدود یک کیلومتری جنوب غربی روستای چشمه‌کبود قرار دارد (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۶ (L.A.A)

این اثر از علی‌آباد شهرستان نورآباد، بخش مرکزی، دهستان میربگ شمالی و در فاصله حدود ۶۸۰ متری شرق روستای شهرک امام خمینی در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. به دست آمده است. قطعه مذکور بخشی از بدنه یک ظرف است که در سطح بیرونی آن آثاری از هاشورهایی به رنگ قرمز آخرباری دیده می‌شد. این تپه بر اثر فعالیت‌های کشاورزان به واسطه شخم عمیق در سطح و اطراف آن، از نظر حفاظتی وضعیت چندان مناسبی ندارد و همین امر آسیب جدی را به بخش‌های فوقانی آن وارد کرده است (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۷ (L.M.GH)

قطعه‌ای از بدنه یک ظرف با خمیره صورتی مایل به خاکستری که با تک‌رنگ قهوه‌ای تزئین یافته بود. تزئین ظرف نیم‌دایره‌ای متصل به خطی صاف و ضخیم بود، اما از روی این مقدار اندک طرح کلی را نمی‌توان حدس زد. این محوطه در شهرستان الشتر، بخش فیروزآباد، دهستان قلائی و در فاصله حدود ۷۰۰ متری جنوب غرب روستای عدل‌آباد و در داخل زمین‌های کشاورزی در بررسی سال ۱۳۹۲ ه.ش. به دست آمد (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه شماره ۸ (L.SH)

قطعه‌ای از دسته یک ظرف با خمیره صورتی و لعاب خاکستری مایل به صورتی که در محور طولی با یک خط مستقیم به رنگ قرمز آجری تزئین شده بود. این قطعه از محوطه‌ای در شهرستان الشتر، بخش فیروزآباد، دهستان قلائی و در فاصله حدود ۱۰۰ متری شمال شرقی روستای شائیله به دست آمد (سبزی، ۱۳۹۳)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

#### - نمونه‌های شماره ۹ و ۱۰ (H.N.L.1) و (H.N.L.2)

قطعه شماره ۹ بخشی از لبه یک کاسه با خمیره قرمز کم‌رنگ مایل به خاکستری و لعاب قرمز کم‌رنگ بود. از نظر ساخت ظریف و صیقل یافته بود و بخشی از سه خط دوار و نقاطی متصل و یک لکه مثلثی شکل در لبه داخلی قطعه به رنگ قرمز قهوه‌ای تیره آن را مزین می‌ساخت. قطعه شماره ۱۰ نیز بخشی از بدنه یک ظرف بود که آثاری از تزئین در داخل و لکه رنگی در پشت قطعه بود. این قطعه از نظر رنگ خمیره و نوع ساخت مشابه شماره ۹ بود، با این تفاوت که به رنگ قرمز آجری مزین شده بود. تزئین آن متشکل از خطوط دوار و زیگزاگ‌هایی فشرده بود که با خطوطی ضخیم ترسیم یافته بود. این دو قطعه از محوطه لائودیس شهر نهاوند به دست آمده است (رهبر، ۱۳۹۰)، (جدول ۱ و تصاویر ۳ و ۴).

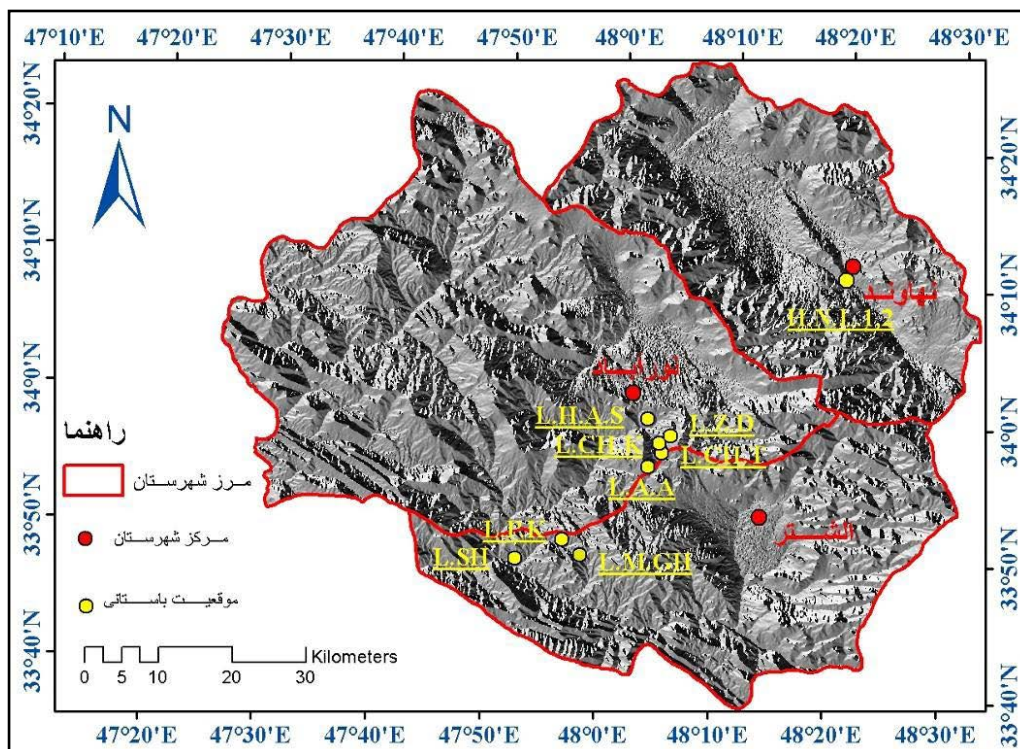
#### مطالعات آزمایشگاهی

##### - نتایج آزمایش طیف‌سنجی تابش مجهول فلورسانس (XRF)

جدول ۳، درصد عناصر موجود در نمونه‌های آنالیز شده به روش XRF را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۳ مشخص شده، در میان این نمونه‌ها سه جزء  $SiO_2$ ،  $Al_2O_3$  و  $CaO$  بخش عمده

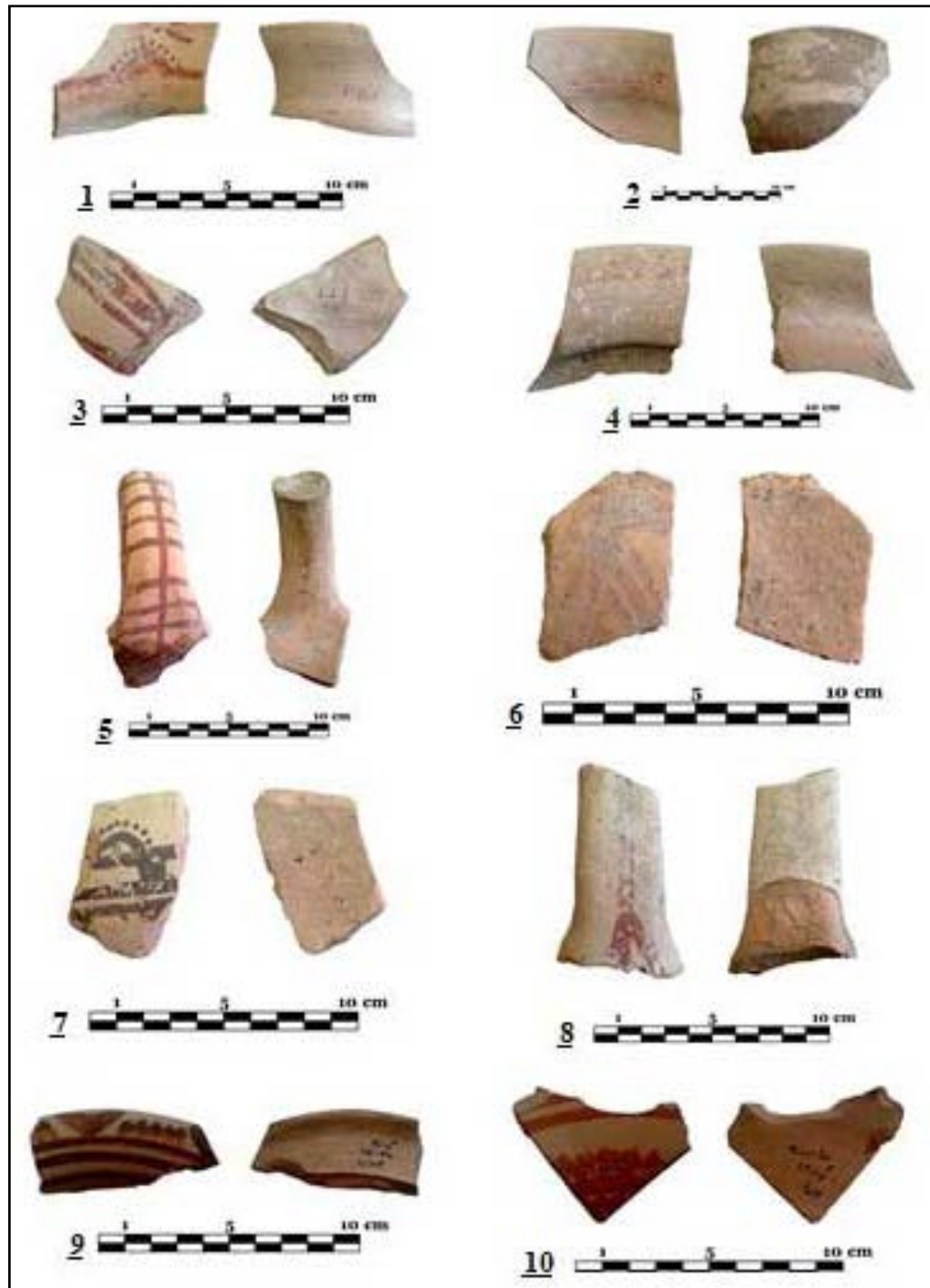
جدول ۱. مختصات جغرافیایی محوطه های مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۸).

ردیف	نام محوطه	علامت اختصاری محوطه	موقعیت جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)
۱	چغانتی	(L.CH.T)	E: ۴۸° ۰۷' ۲۶" و N: ۳۳° ۵۹' ۵۳"	۲۰۰۶
۲	پت کوله	(L.P.K)	E: ۴۷° ۵۸' ۰۲" و N: ۳۳° ۵۰' ۵۸"	۱۶۵۲
۳	تپه زرین ده سفید	(L.Z.D)	E: ۴۷° ۵۱' ۴۷" و N: ۳۴° ۱۱' ۱۳"	۱۹۸۲
۴	حسن آباد سنجابی	(L.H.A.S)	E: ۴۷° ۵۶' ۲۷" و N: ۳۴° ۰۸' ۱۱"	۱۸۹۰
۵	تپه چشمه کبود	(L.CH.K)	E: ۴۷° ۵۰' ۱۹" و N: ۳۴° ۱۱' ۱۰"	۱۸۳۳
۶	علی آباد	(L.A.A)	E: ۴۸° ۰۲' ۰۴" و N: ۳۳° ۵۵' ۴۲"	۱۷۰۸
۷	ملاقلا عدل آباد	(L.M.GH)	E: ۴۷° ۵۹' ۳۵" و N: ۳۳° ۴۸' ۴۷"	۱۶۲۵
۸	شائله (شاهیان)	(L.SH)	E: ۴۷° ۵۳' ۴۲" و N: ۳۳° ۴۹' ۰۲"	۱۴۱۳
۹	لائودیسسه	(H.N.L. 1)	E: ۴۸° ۳۶' ۹۵" و N: ۳۴° ۱۹' ۷۷"	۱۴۱۳
۱۰	لائودیسسه	(H.N.L. 2)	E: ۴۸° ۳۶' ۹۵" و N: ۳۴° ۱۹' ۷۷"	۱۴۱۵



تصویر ۳. موقعیت جغرافیایی قرارگیری محوطه های مورد مطالعه (نگارندگان، ۱۳۹۸).

ترکیب نمونه سفال های مورد آزمایش را شامل می شوند. این ترکیبات نشان می دهند که در خاک استفاده شده در ساخت سفال های مذکور علاوه بر وجود خاک های آهکی ( $Al_2O_3$ ,  $CaO$ )، بخشی از آن مربوط به خاک های حاصل از سنگ های سیلیسی ( $SiO_2$ ) است. البته میزان  $SiO_2$  در نمونه شماره ۹ که از سفال های منقوش محوطه لائودیسسه است (دلیل این موضوع را می توان مرتبط با قرار گرفتن نهانند و محوطه لائودیسسه و منابع خام احتمالی در ناحیه سنندج-سیرجان دانست



تصویر ۴. تصویری از نمونه سفال‌های انتخاب‌شده جهت آزمایش (نگارندگان، ۱۳۹۸).

که رگه‌های سیلیس در این ناحیه یافت می‌شود؛ البته برای اثبات دقیق‌ترین موضوع نیاز به انجام مطالعات جدید آزمایشگاهی در مورد محوطه‌های دارای سفال منقوش دوره سلوکی/اوایل اشکانی در محدوده استان همدان و مناطق شمالی شهرستان نهاوند است) بیشتر از سایر نمونه‌های مورد مطالعه است و در عین حال میزان  $CaO$  در همین نمونه کمتر از سایر نمونه‌هاست که احتمالاً می‌تواند به دلیل منبع ماده اولیه باشد. به جز این دو مورد به نظر می‌رسد همه نمونه‌ها کمابیش مشابه یکدیگر باشند. وجود آهن در همه نمونه‌ها بین ۵٪ تا ۶٪ مشاهده می‌شود. رنگ بدنه سفال

جدول ۲. مشخصات فنی سفال‌های مورد آزمایش (نگارندگان، ۱۳۹۸).

ردیف	نام قطعه	نوع ساخت	پردازش نهایی		کیفیت ساخت خمیره	ماده چسباننده				رنگ	نوع		پخت	
			بیرونی	درونی		تراکم	اندازه	نوع	نقش		قطعه			
۱	L.CH.T	چرخ‌ساز	صیقلی	نیمه صیقلی	ظریف	کم	ریز	کانی	نخودی مایل به قرمز	بیرونی مایل به قرمز	خمیره نخودی مایل به قرمز	نقش قرمز آجری	لبه	کافی
۲	L.P.K	چرخ‌ساز	نیمه صیقلی	نیمه صیقلی	متوسط	کم	ریز	کانی	نخودی مایل به قرمز	بیرونی مایل به قرمز	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز آجری	لبه	کافی
۳	L.Z.D	چرخ‌ساز	نیمه صیقلی	نیمه صیقلی	متوسط	متوسط	متوسط	کانی	صورتی مایل به خاکستری	بیرونی مایل به قرمز	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز آجری	بدنه	کافی
۴	L.H.A.S	چرخ‌ساز	نیمه صیقلی	نیمه صیقلی	متوسط	متوسط	ریز	کانی	صورتی مایل به خاکستری	بیرونی مایل به خاکستری	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز آجری	لبه	کافی
۵	L.CH.K	دست‌ساز	کم صیقل	کم صیقلی	متوسط	متوسط	متوسط	کانی	صورتی	بیرونی صورتی	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز آجری	دسته	کافی
۶	L.A.A	چرخ‌ساز	نیمه صیقل	نیمه صیقلی	ظریف	کم	ریز	کانی	نخودی- صورتی	بیرونی نخودی- صورتی	خمیره نخودی- صورتی	نقش قرمز آجری	بدنه	کافی
۷	L.M.GH	چرخ‌ساز	نیمه صیقل	نیمه صیقلی	ظریف	متوسط	ریز	کانی	خاکستری مایل به صورتی	بیرونی مایل به صورتی	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قهوه‌ای	بدنه	کافی
۸	L.SH	دست‌ساز	کم صیقل	کم صیقلی	متوسط	متوسط	متوسط	کانی	خاکستری مایل به صورتی	بیرونی مایل به صورتی	خمیره صورتی مایل به صورتی	نقش قرمز آجری	دسته	کافی
۹	H.N.L.1	چرخ‌ساز	صیقلی	صیقلی	ظریف	کم	ریز	کانی	صورتی	بیرونی صورتی	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز قهوه‌ای تیره	لبه	کافی
۱۰	H.N.L.2	چرخ‌ساز	صیقلی	صیقلی	ظریف	کم	ریز	کانی	صورتی	بیرونی صورتی	خمیره صورتی مایل به خاکستری	نقش قرمز آجری	بدنه	کافی

به دلیل وجود این عنصر و اکسید شدن آن است و نقوش قرمز رنگ روی سفال‌ها نیز حاوی آهن هستند.

CaO در نتایج تحلیل همه نمونه‌ها وجود دارد. این اجزا می‌توانند به صورت آگاهانه (به عنوان ماده افزودنی) از سوی سفالگر به ترکیب اولیه تولید سفال افزوده شده و یا ناخواسته و ناآگاهانه به دلیل حضور در خاک، وارد ترکیب مواد معدنی سفال شوند. چگونگی توزیع، پراکندگی، اندازه و شکل دانه‌های کربناته نیز می‌تواند معرف افزودن آگاهانه و یا ناخواسته این موارد به ترکیب سفال باشد (امامی و نوغانی، ۱۳۹۲: ۵۷). کانی اصلی تشکیل دهنده سنگ آهک ممکن است ناخالصی‌هایی چون سیلیس (SiO<sub>2</sub>)، اکسید آهن (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)، اکسید منیزیم (MgO) و اکسید آلومینیوم (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) نیز داشته باشد. با توجه به این‌که تمامی ترکیبات مذکور در نتایج تحلیل سفال‌ها قابل رؤیت است می‌توان خاک به کاررفته در ساخت سفال‌ها را حاوی میزان قابل توجهی کانی کلسیت یا کربنات

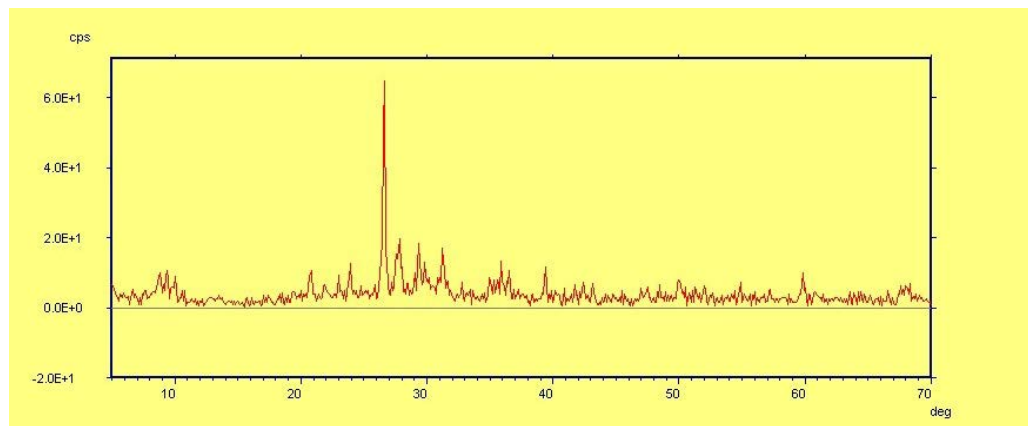
کلسیم دانست. میزان MgO (پریکلاز) موجود در ترکیب سفال‌های مورد مطالعه نیز می‌تواند به دلیل حضور میزان قابل توجه دولومیت در کنار کلسیت در ماده اولیه استفاده شده در تولید سفال باشد. MgO حاصل از تجزیه دولومیت، در دمایی حدود ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد شکل گرفته، در دمای ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان پایداری را داشته و دوباره در حدود ۱۰۰۰ درجه ناپایدار می‌گردد و وارد واکنش می‌شود (Trindade et al., 2009)؛ ازسوی دیگر، صرف نظر از نمونه شماره ۳ در سایر موارد از نظر نوع کانی‌ها و ترکیبات عناصر به کاررفته در ساختار نمونه‌ها تشابه دیده می‌شود و به نظر می‌رسد داده‌های سفالی با استفاده از گل حاصل از خاک موجود در منطقه تهیه شده‌اند.

جدول ۳. نتایج تحلیل XRF نمونه سفال‌های منقوش (ارائه شده توسط آزمایشگاه)، (نگارندگان، ۱۳۹۸).

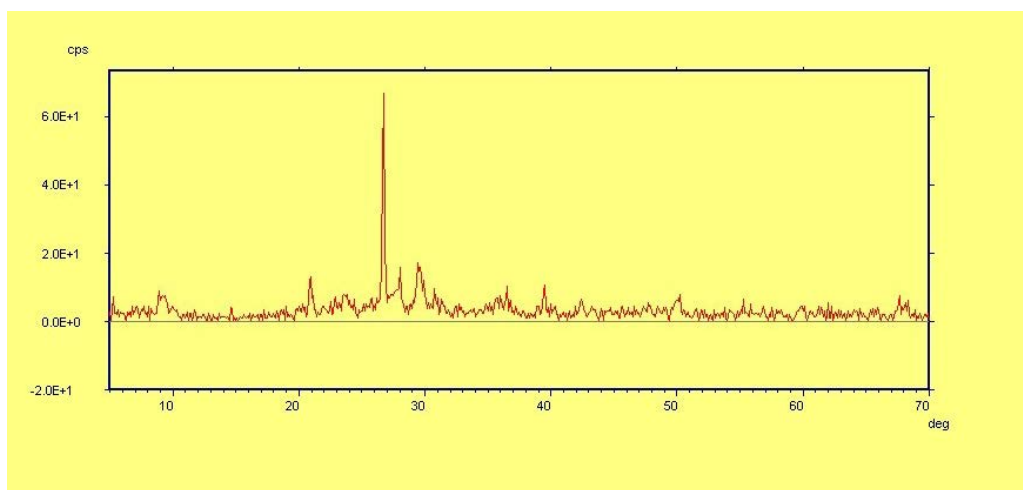
	L.O.I	Na2O	MgO	Al2O3	SiO2	P2O5	SO3	K2O	CaO	TiO2	MnO	Fe2O3	As	Se	Rb	Sr	Zr	Ag	Sb	Ba	Pb	Cl	
1	6.614	0.307	3.803	14.486	50.261	0.246	0.05	2.362	14.763	0.768		6.295				0.025	0.021						
2	7.8	0.698	2.881	13.452	51.681	0.296	0.134	3.435	13.687	0.648		5.225			0.01	0.036	0.0175						
3	5.34	0.564	2.728	13.879	51.397	0.517	0.234	3.381	13.375	0.653	0.089	5.402	0.036	0.029	0.01	0.054	0.019	0.052	0.029	0.174	0.039		
4	8.375	0.348	2.633	14.401	48.949	0.29	0.071	2.38	15.919	0.772		5.763				0.04	0.018						0.014
5	2.336	0.433	3.998	15.987	55.101	0.328	0.026	2.927	11.379	0.781		6.646			0.011	0.03	0.016						
6	6.344	0.333	3.911	16.045	50.533	0.21	0.057	2.279	12.702	0.804		6.73				0.032	0.021						
7	7.44	0.365	3.504	14.688	49.688	0.268	0.054	2.532	14.335	0.734	0.135	6.132				0.034	0.019						
8	8.086	0.522	2.62	12.813	47.863	0.461	0.119	3.217	18.504	0.613		5.099			0.01	0.054	0.019						
9	4.39	0.497	2.42	12.659	62.799	0.523	0.042	2.737	7.856	0.685	0.132	5.228				0.018	0.014						
10	6.433	0.41	3.198	14.563	49.418	0.473	0.09	2.868	15.328	0.743		6.418			0.009	0.03	0.017						

### - نتایج آزمایش XRD

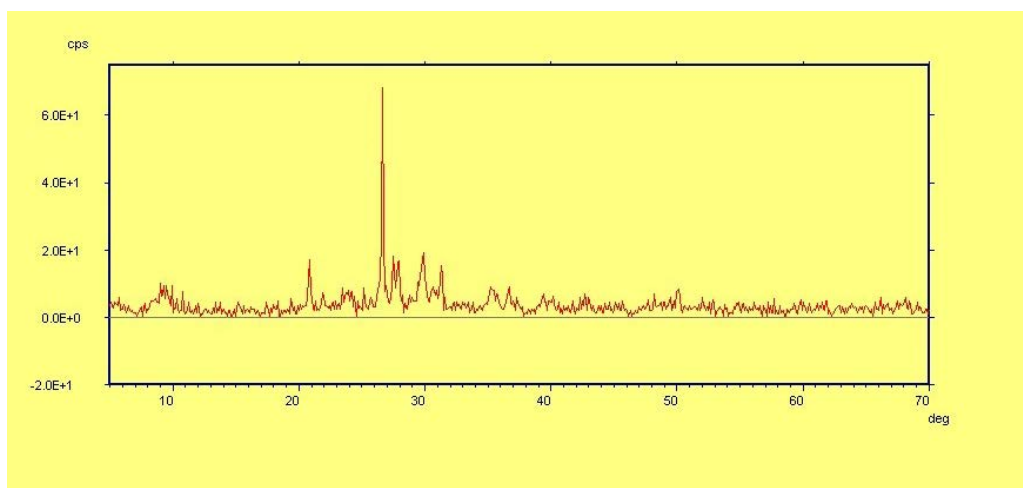
در مورد فاز موجود در بدنه سفالینه‌های منقوش سلوکی / اوایل اشکانی که با روش XRD شناسایی شده است باید گفت ترکیباتی مانند کوارتز در همه خاک‌ها وجود دارد و از اجزاء تشکیل دهنده اصلی خاک مورد استفاده در تولید این اشیاء است. وجود کلسیت به دلیل رسوبات آهکی است و کلسیت در نمونه‌های شماره ۱ و ۷ وجود دارد و سایر نمونه‌ها فاقد کلسیت هستند و نمونه‌ها دارای ترکیبات کلسیم‌اند. ایلیت نوعی رس است که در ترکیب خاک‌های رسی وجود دارد. دیوپسید نوعی کانی از خانواده پیروکسن‌ها است که در نمونه‌های شماره ۷ و ۸ قابل مشاهده است. وجود کلسیت و دیوپسید در بدنه نشان می‌دهند که دمای پخت این سفال‌ها احتمالاً کمتر از ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد است (مواد آلی در برابر حرارت از دمای ۲۰۰ تا دمای ۷۵۰ درجه کاملاً اکسید شده و از محیط خارج می‌شوند (رحیمی و متین، ۱۳۸۲: ۳۰۸). همچنین کلسیت در دمای حدود ۸۰۰ درجه شروع به تجزیه شدن می‌کند و در دمای ۸۹۴ درجه وارد واکنش می‌شود (همان: ۳۱۱)، البته نمونه‌های شماره ۱ و ۶ کمتر از ۶۰۰ درجه حرارت دیده‌اند. نمودارهای پیش‌رو طیف XRD را ارائه شده است (تصاویر ۷-۱ تا ۷-۱۰) و (جدول ۴).



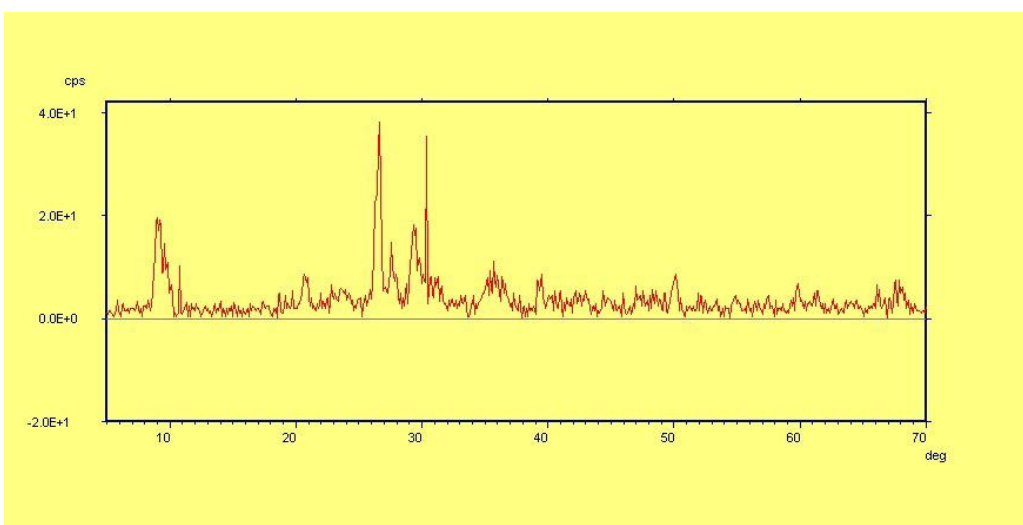
تصویر ۷-۱. طیف XRD نمونه شماره ۱ (L.C.H.T)، (نگارندگان، ۱۳۹۸).



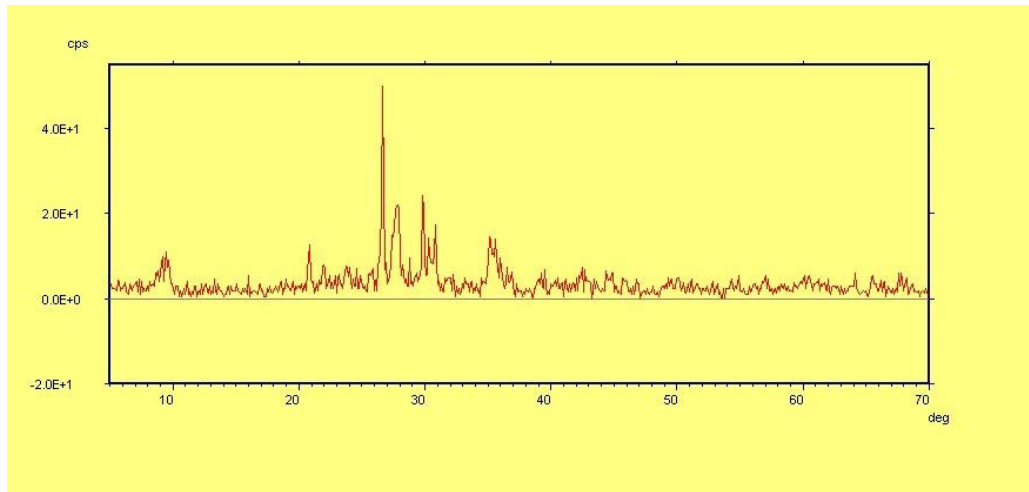
تصویر ۷-۲. طیف XRD نمونه شماره ۲ (L.P.K)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



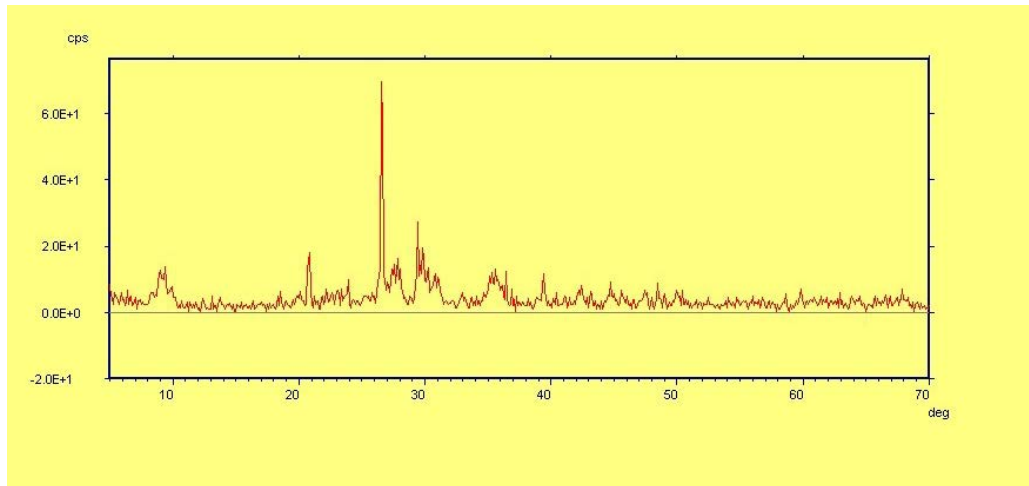
تصویر ۷-۳. طیف XRD نمونه شماره ۳ (L.Z.D)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



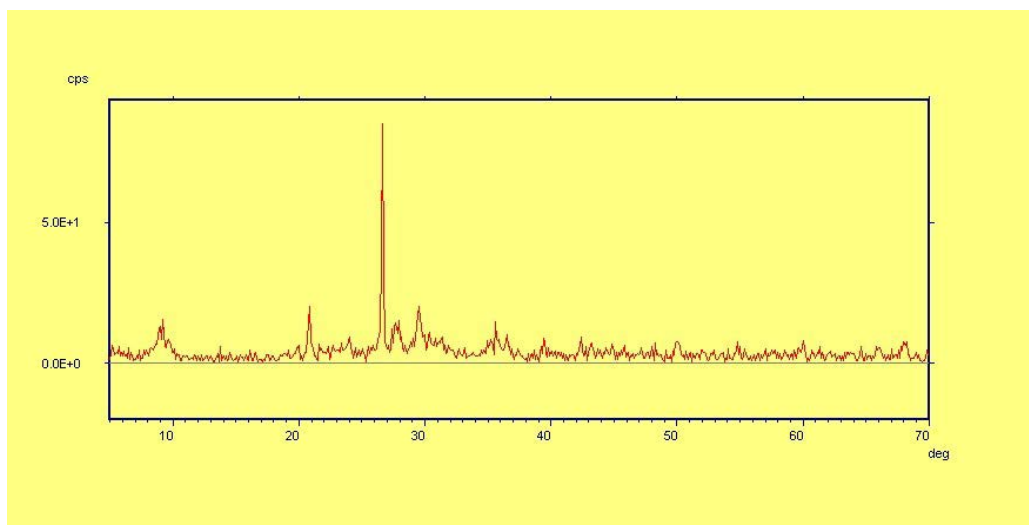
تصویر ۷-۴. طیف XRD نمونه شماره ۴ (L.H.A.S)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



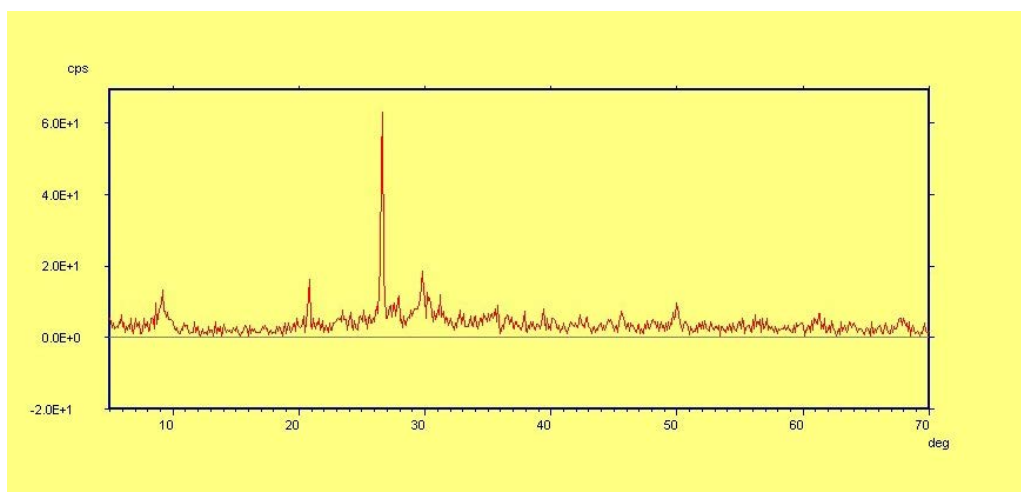
تصویر ۵-۷. طیف XRD نمونه شماره ۵ (L.CH.K)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



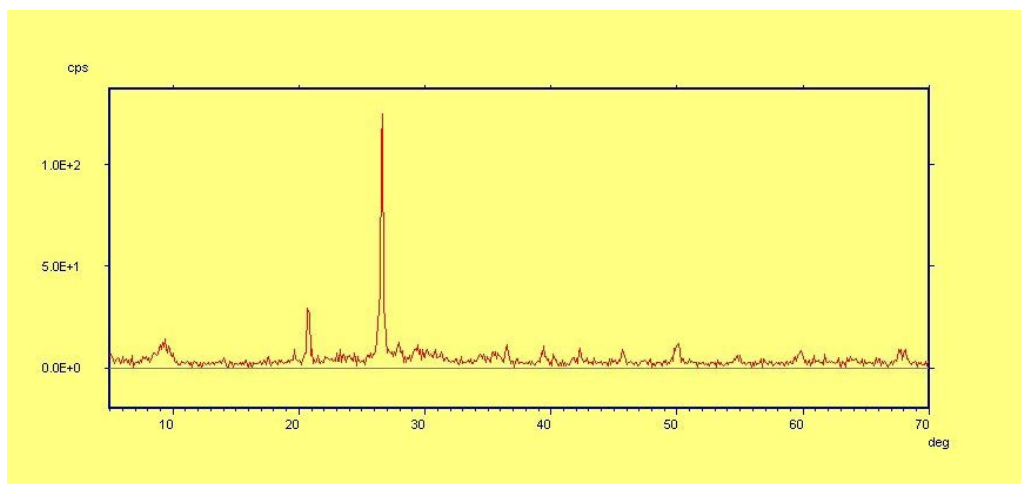
تصویر ۶-۷. طیف XRD نمونه شماره ۶ (L.A.A)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



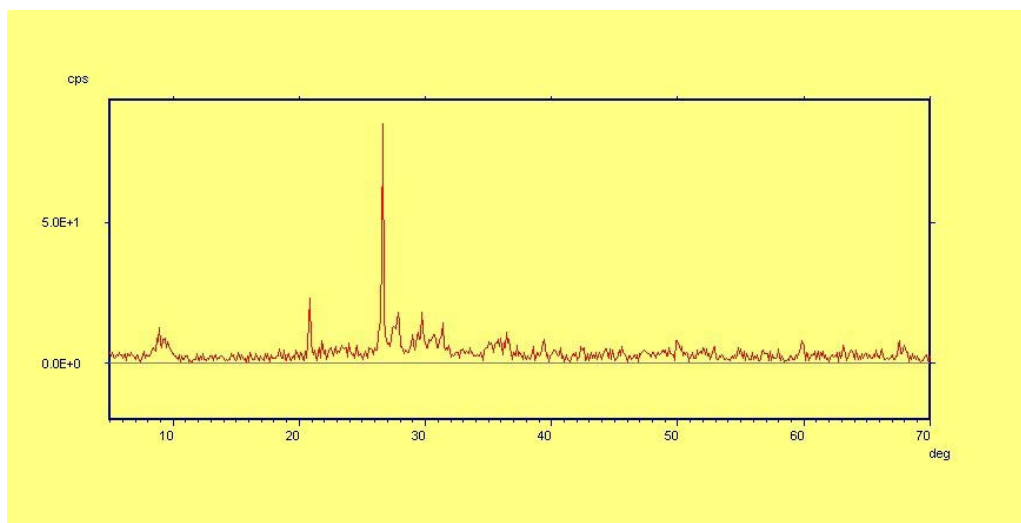
تصویر ۷-۷. طیف XRD نمونه شماره ۷ (L.M.GH)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



تصویر ۷-۸. طیف XRD نمونه شماره ۸ (L.SH)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



تصویر ۷-۹. طیف XRD نمونه شماره ۹ (H.N.L.1)، نگارندگان، (۱۳۹۸).



تصویر ۷-۱۰. طیف XRD نمونه شماره ۱۰ (H.N.L.2)، نگارندگان، (۱۳۹۸).

جدول ۴. نتایج تحلیل سفال‌های منقوش به روش XRD و فاز موجود در ترکیبات آن‌ها (نگارندگان، ۱۳۹۸).

SN1	SN2	SN3	SN4	SN5	SN6	SN7	SN8	SN9	SN10
Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz	Quartz
Phonolite	Forsterite	Forsterite	Betafite	Tephrite	Chabazite	Diopside	Chabazite	Rosenhanite	Enargite
Calcite	Lautarite	Phonolite	Forsterite	Forsterite	Augite /phonolite	Calcite	Betafite	Anorthite	Betafite
Forsterite	--	Chabazite	Chabazite	Augite	Lautarite	Forsterite	Anorthite	Tephrite	Augite
--	--	Prehnite	--	Dickite	--	Ephsite	Illite	Forsterite	Anortho class
--	--	-	--	--	--	Chabazite	Diopside /phonolite	Minnestaite	--
--	--	--	--	--	--	--	--	Pyrope	--
--	--	--	--	--	--	--	--	Chabazite	--

## بحث و تحلیل

باتوجه به مطالعات انجام‌گرفته، نتایج ارائه‌شده از داده‌های حاصل از آنالیز XRF و XRD نشان می‌دهند که در نمونه‌های دارای کلسیت پایین (مانند نمونه شماره ۹) میزان اکسید سیلیس بالا بوده و در نمونه‌های دارای کلسیت بالا میزان اکسید سیلیس پایین است. در منطقه غرب ایران ۱۶ نمونه سفال نوع کلینکی که عمدتاً مربوط به اواسط و اواخر دوره اشکانی با آنالیز XRF است مورد بررسی قرار گرفته است (محمدی‌فر و عرب، ۱۳۹۲) و نتایج نشان می‌دهند که نمونه‌های مورد آنالیز میزان اکسید سیلیس پایین‌تری نسبت به سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوایل دوره اشکانی (نمونه‌های مورد آنالیز در مقاله حاضر) دارد و همچنین نمونه سفال‌های کلینکی دوره اشکانی مورد آنالیز دارای کلسیت بالاتری نسبت به سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوایل دوره اشکانی است. درمورد ترکیبات موجود در بدنه سفال‌ها با روش XRF و XRD می‌توان استنباط کرد که نمونه‌ها، تولیدشان مربوط به خود منطقه است؛ همچنین باید گفت ترکیباتی مانند کوارتز در همه خاک‌ها وجود دارد و از اجزاء تشکیل‌دهنده خاک است. کلسیت به دلیل وجود رسوبات آهکی تقریباً در همه نمونه‌ها وجود دارد. ایلیت، نوعی رس است که در ترکیب خاک‌های رسی وجود دارد. دیوپسید، نوعی کانی رسی است که در دماهای بالای حدود ۶۰۰ درجه تشکیل می‌شود. وجود کربنات کلسیم و دیوپسید در بدنه، نشان می‌دهد که دمای پخت این سفال‌ها کمتر از ۷۵۰ درجه سانتی‌گراد است (البته نمونه شماره ۱ و ۶ دمای پختی کمتر از ۶۰۰ درجه حرارت دیده‌اند). از آنجایی که مواد آلی در برابر حرارت از دمای ۲۰۰ تا دمای ۷۵۰ درجه کاملاً اکسید شده و از محیط خارج می‌شوند (رحیمی و متین، ۱۳۸۲: ۳۰۸)، کلسیت در دمای حدود ۸۰۰ درجه شروع به تجزیه شدن می‌کند و در دمای ۸۹۴ درجه وارد واکنش می‌شود (همان: ۳۱۱).

سه ترکیب اکسید آلومینیم، سلیس و کربنات کلسیم ( $CaO$  و  $SiO_2$ ،  $Al_2O_3$ ) بخش عمده ترکیبات نمونه سفال‌های مورد آزمایش را شامل می‌شوند. این ترکیبات نشان می‌دهند که در خاک استفاده شده در ساخت سفال‌های مذکور علاوه بر وجود خاک‌های آهکی ( $Al_2O_3$ ،  $CaO$ )، سهمی از آن مربوط به خاک‌های حاصل از سنگ‌های دگرگونی ( $SiO_2$ ) است؛ البته میزان  $SiO_2$  در نمونه شماره ۹ که از نمونه سفال‌های منقوش محوطه لائودیسه است، بیشتر از سایر نمونه‌های مورد مطالعه است و در عین حال میزان  $CaO$  در همین نمونه کمتر از سایر نمونه‌هاست که احتمالاً می‌تواند به دلیل منبع ماده اولیه باشد. همچنین میزان درصد عناصر کمیاب در نمونه شماره ۳ با بقیه نمونه‌ها متفاوت است. به جز این دو مورد به نظر می‌رسد همه نمونه‌ها کمابیش مشابه یکدیگر هستند. وجود آهن در همه نمونه‌ها بین ۵٪ تا ۶٪ مشاهده می‌شود. رنگ بدنه سفال به دلیل وجود این عنصر و اکسید شدن آن است و نقوش قرمز رنگ روی سفال‌ها نیز حاوی آهن است؛ با این حال، باید در نظر داشت که بیشتر کانی‌های آهن‌دار در حرارت ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد اکسید می‌شوند و گل آهن‌دار با اکسید شدن، روشن‌ترین رنگ را به خود می‌گیرد (Shapard, 1956: 152). با دقت در بافت و رنگ اکثر نمونه سفال‌های منقوش سلوکی/اوابیل دوره اشکانی از غرب ایران به نظر می‌رسد که رنگ آن‌ها نسبت به سفال‌های نوع کلینکی دوره اشکانی (محمدی فرو و عرب، ۱۳۹۲) که عمدتاً مربوط به اواسط و اواخر این دوره است، چندان به نخودی روشن متمایل نیست و تقریباً همگونی کمتری در رنگ آن‌ها نسبت به سفال کلینکی دیده می‌شود. این نتایج نشان می‌دهند که تولید سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوابیل اشکانی را می‌بایست نسبت به سفال کلینکی دوره اشکانی در چشم‌انداز متفاوتی از کوره‌های ساده و پیچیده در بافت محلی و منطقه‌ای در نظر گرفت. در برخی نمونه‌ها (شماره‌های ۷، ۹ و ۱۰) میزان کمی نمونه شماره ۳) منگنز وجود دارد که احتمالاً رنگ سیاه نقوش حاوی این عنصر است. وجود کلسیم می‌تواند به دلیل رسوبات آهکی (احتمالاً یا مقداری گچ در نمونه باشد) (البته مقدار گوگرد بسیار ناچیز است، ولی وجود آن می‌تواند به دلیل مقدار ناچیزی گچ در ترکیب نمونه یا در رسوبات باشد) که وجود رسوب بر روی همه نمونه‌ها به دلیل محیط دفن، وجود رطوبت و سپس حذف آن و تشکیل رسوبات آهکی است. بقیه عناصر مانند: سدیم، پتاسیم، فسفر و تیتانیوم از عناصر موجود در خاک هستند که مقدار آن‌ها از چند درصد تا چند صدم درصد متغیر است.

وجود  $CaO$  در نتایج تحلیل‌ها وجود کربنات کلسیم را محرز می‌نماید. کانی اصلی تشکیل دهنده سنگ آهک ممکن است ناخالصی‌هایی چون سلیس ( $SiO_2$ )، اکسید آهن ( $Fe_2O_3$ )، اکسید منیزیم ( $MgO$ ) و اکسید آلومینیوم ( $Al_2O_3$ ) نیز داشته باشد. با توجه به اینکه تمامی ترکیبات مذکور در نتایج تحلیل سفال‌ها قابل رؤیت است می‌توان خاک به کاررفته در ساخت سفال‌ها را حاصل از سنگ‌های آهکی دانست؛ از سوی دیگر، مواد به کاررفته در این ۱۰ نمونه سفال از نظر نوع کانی‌ها و ترکیبات عناصر به کاررفته در ساختار آن‌ها به همدیگر شباهت دارد و به نوعی از نظر گزینش مواد و عناصر، ترکیبات یکسانی داشته‌اند.

### نتیجه‌گیری

هدف اصلی پژوهش حاضر، توجه به تعیین محلی بودن و غیرمحلی بودن تولید سفال‌های منقوش این منطقه است. نتایج آنالیز XRD و XRF نشان می‌دهد که بخش عمده ترکیبات نمونه سفال‌های مورد آزمایش، شامل سه ترکیب: اکسید آلومینیوم، سلیس و کربنات کلسیم ( $SiO_2$ ،  $Al_2O_3$  و  $CaO$ ) است. این ترکیبات نشان می‌دهند که در خاک استفاده شده در ساخت سفال‌های مذکور علاوه بر وجود خاک‌های آهکی ( $Al_2O_3$ ،  $CaO$ )، سهمی نیز مربوط به خاک‌های حاصل از سنگ‌های دگرگونی ( $SiO_2$ ) است. در برخی نمونه‌ها (شماره‌های ۷، ۹ و ۱۰) میزان کمی نمونه شماره ۳) منگنز وجود دارد که احتمالاً به دلیل استفاده از رنگ‌دانه‌ها برای تزئین نقوش سفال‌ها بوده

است؛ همچنین وجود کلسیم احتمالاً می‌تواند به دلیل رسوبات آهکی یا مقداری گچ در نمونه باشد که وجود رسوب بر روی همه نمونه‌ها به دلیل محیط دفن، وجود رطوبت و سپس حذف آن و تشکیل رسوبات آهکی است.

نتایج آنالیز نشان می‌دهند که سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوایل اشکانی میزان اکسید سلیس بالاتری نسبت به سفال کلینکی دوره اشکانی (اواسط و اواخر این دوره) آنالیز شده در غرب ایران دارد و همچنین میزان کلسیت پایین‌تری نسبت به سفال‌های نوع کلینکی داراست. با توجه به ویژگی‌های ظاهری سفال‌ها از نظر رنگ و نقوش، تشابه میان ترکیبات ماده اولیه (گل) در ساخت سفال نیز مشهود است و نشان از تولید سفال‌ها در منطقه مورد پژوهش دارد، اما ذکر این سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوایل اشکانی چندان به نخودی روشن متمایل نیست و تقریباً همگونی کمتری در رنگ آن‌ها نسبت به سفال‌های کلینکی آنالیز شده در غرب ایران دیده می‌شود؛ همچنین نوع، نحوه و شیوه پخت آن‌ها با همدیگر مشابهت داشته و تولید بومی و محلی بودن آن را تأیید می‌نماید (لازم به ذکر است که تاکنون هیچ‌گونه آنالیزی در مورد سفال منقوش دوره سلوکی/اشکانی در سایر مناطق انجام نگرفته است) و بحث وارداتی بودن سفال‌های منقوش دوره سلوکی/اوایل دوره اشکانی را منتفی می‌سازد.

### سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان که با حمایت‌های مالی زمینه انجام این طرح را فراهم ساختند، تقدیر نمایند. از همکاران عزیز در آزمایشگاه‌های دانشگاه بوعلی‌سینا همدان و دانشگاه تربیت مدرس تهران که در انجام آزمایش نمونه‌ها ما را یاری کردند، صمیمانه قدردانی می‌کنیم. همچنین لازم است از استاد «مهدی رهبر» جهت قرار دادن نمونه سفالینه‌های منقوش به دست آمده از کاوش‌های لائودیسه نهانوند سپاسگزاری نماییم؛ نیز از خانم «فرانک بحرالعلومی»، آقای دکتر «امید عودباشی» و آقای «احمد میرزایی‌ازندریانی» بابت ارائه تحلیل‌ها و پیشنهادها در نگارش مقاله تقدیر و تشکر می‌گردد.

### پی‌نوشت

۱. ماده چسباننده یا شاموت/آمیزه است که باعث می‌شود تا سفال بدنه محکم و سختی داشته باشد و از حالت ترد و شکنندگی خارج شود. ماده چسباننده می‌تواند از نوع مواد آلی، غیرآلی (کانی)، سفال خردشده و یا ترکیبی باشد. اندازه ماده چسباننده هم با توجه به سفال‌های مورد مطالعه و نسبی در نظر گرفته می‌شود (به دلیل این‌که سفال‌ها خوش پخت هستند و دانه‌بندی متوسط در مقطع دارند، این اندازه‌گیری در نظر گرفته شده است. میزان تراکم به صورت نسبی و براساس پیوسته و یا مجزا بودن ماده چسباننده در نظر گرفته شده است).
۲. اگر تمامی سطح سفال کاملاً صاف و براق باشد، پرداخت «صیقلی» است. اگر تقریباً نیمی از سطح سفال به صورت صاف و براق باشد، پرداخت «نیمه‌صیقلی» است و اگر جزئی از بدنه صاف و براق باشد، «کم‌صیقل» نام‌گذاری می‌شود.

### کتابنامه

- آذرنوش، مسعود، (۱۳۸۶). «گزارش مقدماتی کاوش‌های لایه‌شناختی تپه هگمتانه همدان».
- گزارش‌های باستان‌شناسی (۷). جلد اول، مجموعه مقالات نهمین گردهمایی سالانه باستان‌شناسی ایران، پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، پژوهشکده باستان‌شناسی، صص: ۶۰-۱۹.
- امین‌امامی، سیدمحمد؛ و نوغانی، سمیه، (۱۳۹۲). «بررسی روند کربناتیزاسیون مجدد و شکل‌گیری کلسیت ثانویه در سفال‌های باستانی براساس مطالعات پتروگرافیک». مرمت و معماری ایران، سال سوم، شماره ۵، صص: ۶۷-۵۵.

- تاج بخش، رویا؛ و شریفی، علی، (۱۳۹۲). «گزارش مختصر کاوش‌های باستان‌شناختی تپه هگمتانه (فصل چهارم از دور دوم کاوش‌ها)». در: مجموعه مقالات همایش یک روز باستان‌شناسی هگمتانه (در بزرگداشت استاد دکتر محمدرحیم صراف)، زیرنظر: یعقوب محمدی‌فر، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری و اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان، صص: ۷۶-۵۹.
- تاج بخش، رویا، (۱۳۹۱). «بررسی نقش پرنده بر سفال‌های مکشوف از کاوش‌های لایه‌نگاری تپه هگمتانه». در: نامورنامه: مقاله‌هائی در پاسداشت یاد مسعود آذرنوش، به کوشش: حمید فهیمی و کریم علیزاده، تهران: ایران نگار، صص: ۴۱۸-۴۱۱.
- خسروی، لیلا، (۱۳۸۵). «گزارش تعیین عرصه و حریم محوطه تی‌هله، خرم‌آباد». گزارش‌های باستان‌شناسی (۵)، صص: ۹۰-۷۱.
- رحیمی، افسون؛ و متین، مهران، (۱۳۸۲)، تکنولوژی سرامیک‌های ظریف. تهران: شرکت صنایع خاک چینی ایران.
- رزمپوش، عباس، (۱۳۸۸). «گزارش بررسی و شناسایی باستان‌شناختی شهرستان اسلام‌آبادغرب، فصل دوم: بازنگری دشت اسلام‌آباد». کرمانشاه: مرکز اسناد اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان کرمانشاه (منتشرنشده).
- رهبر، مهدی، (۱۳۹۰). «فصل دوم کاوش به منظور مکان‌یابی معبد لائودیسه نهاوند». همدان: مرکز اسناد اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان (منتشرنشده).
- سبزی‌دوآبی، موسی، (۱۳۹۲). «گزارش بازدید از محوطه‌های اشکانی دهستان قلابی شهرستان الشتر». خرم‌آباد: مرکز اسناد اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان لرستان (منتشرنشده).
- سبزی، موسی، (۱۳۹۳). «بررسی و تحلیل پراکنش محوطه‌های دوره اشکانی در شمال و شمال‌غرب استان لرستان (شهرستان‌های سلسه و دلفان) به منظور تبیین الگوی استقرار آن‌ها». رساله دکتری باستان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس (منتشرنشده).
- شیشه‌گر، آرمان، (۱۳۸۴). گزارش کاوش محوطه سرخ‌دم لکی، کوه‌دشت لرستان، فصل دوم- ششم، ۱۳۸۳-۱۳۷۹. تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی و گردشگری، پژوهشگاه باستان‌شناسی.
- عبداللهی، مصطفی؛ و سرداری‌زارچی، علیرضا، (۱۳۹۱). «گزارش مقدماتی فصل اول بررسی و شناسایی شهرستان ازنا». در گزارش‌های باستان‌شناسی (۸). مجموعه مقالات همایش بین‌المللی باستان‌شناسی ایران: حوزه غرب، کرمانشاه ۱۳۸۵، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری، صص: ۶۸-۴۷.
- گلستانی‌فرد، فرهاد؛ صلاحی، اسماعیل؛ و بهره‌ور، محمدعلی، (۱۳۹۰). روش‌های شناسایی و آنالیز مواد. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.
- محمدی‌فر، یعقوب؛ نوروزی، آصف؛ و شریفی، علی، (۱۳۹۲). «دستاوردهای فصل شانزدهم کاوش در تپه هگمتانه». در: مجموعه مقالات همایش یک روز باستان‌شناسی هگمتانه (در بزرگداشت استاد دکتر محمدرحیم صراف)، زیرنظر: یعقوب محمدی‌فر، تهران: پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری و اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان، صص: ۴۴-۹.
- محمدی‌فر، یعقوب؛ و عرب، احمدعلی، (۱۳۹۲). «مطالعه ترکیب سفال کلینکی دوره اشکانی منطقه همدان با استفاده از سه روش: XRF، PIXE و XRD با هدف تعیین میزان تشابه و تمایز». پژوهش‌های باستان‌شناسی ایران، شماره ۴، صص: ۵۷-۷۶.

- نوغانی، سیمه؛ و امین‌امامی، سیدمحمد، (۱۳۹۰). «ساختارشناسی سفال جلینکی متعلق به دوران پارسی براساس مطالعات آرکئومتریکی (باستان‌سنجی)». مطالعات باستان‌شناسی. دوره ۳، شماره ۲، صص: ۱۵-۳۴.

- نیکنامی، کمال‌الدین، (۱۳۸۸). «گزارش بررسی باستان‌شناسی دشت سرفیروزآباد، شهرستان کرمانشاه». ۸ جلد، کرمانشاه: مرکز اسناد اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان کرمانشاه (منتشر نشده).

- Adachi, T., (2005). "Considering the regional differences in the Parthian fine pottery". *Al-Rafidan*, No. XXVI, Pp: 25-36.
- Herzfeld, E., (1933). *Niphauanda* (Iranische Denkmäler I, Lief. 3-4, Reihe I). Berlin.
- Rapp, G. & Hill, C., (1998). *Geoarchaeology, The Earth Sciences Approach to Archaeological Interpretation*. London: Yale University press.
- Shepard, A. O., (1956). *Ceramics for the Archaeologist* (No. 609, p. 1971). Washington, DC: Carnegie Institution of Washington.
- Stronach, D., (1974). "Achaemenid Village I at Susa and the Persian Migration to Fars". *IRAQ* 36, No. 1/2, Pp: 239-248.
- Tite, M. S., (1972). *Methods in physical examination in archaeology*. Seminar Press.
- Trindade, M. J.; Dias, M. I.; Coroado, J. & Rocha, F., (2009). "Mineralogical Transformations of Calcareous Rich Clays with Firing: A comparative study between calcite and dolomite rich clays from Algarve, Portugal". *Applied Clay Science*, No. 42, Pp: 345-355.