فصلنامه‌ی علمی پژوهشی

علم و مهندسی سرامیک

دوره‌ی ۹، شماره‌ی ۲، تابستان ۱۳۹۹

مطالعات باستان‌سنجی سرامیک‌ها و سفال‌های عصر مفرغ تپه سیلوه پیرانشهر، شمال غرب ایران

نوع مقاله: علمی پژوهشی

پریسا رحمانی کرکوندی[۱]، اکبر عابدی[۱]*، سید محمدامین امامی[۲]، مهدی رازانی[۱]

[۱] گروه باستان سنجی، دانشکده هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز

[۲] گروه مرمت و باستان سنجی دانشگاه هنر اصفهان

* akbar.abedi@tabriziau.ac.ir

اطلاعات مقاله:

دریافت: ۲۷ خرداد ۱۳۹۸

پذیرش: ۲۸ بهمن ۱۳۹۸

کلید واژه:

باستان‌سنجی، ساختارشناسی، تپه سیلوه، سفال حسن علی

چکیده:

تپه سیلوه پیرانشهر یکی از محوطه‌های شاخص پیش‌ازتاریخی (دالما، پیزدلی، حسنلو VII یا فرهنگ حسن علی، عصر آهن)، تاریخی (اشکانی) و اسلامی است که در دشت بربنه پیرانشهر در جنوب دریاچه ارومیه و در شمال غرب ایران واقع شده است. کاوش‌های اضطراری و نجات بخشی باستان‌شناسی در راستای احداث سد سیلوه منجر به کشف یافته‌های تازه‌ای از تپه باستانی سیلوه گردید که در بردارنده آثاری از دوران پیش از تاریخ تا اسلامی است. از جمله آثار به‌دست‌آمده از این کاوش‌ها تعداد قابل توجهی از سفال‌های نخودی منقوش و خاکستری سیاه بود که تا پیش از این تحقیق، اطلاعات موجود در رابطه با سفال‌های این محوطه تنها محدود به کاوش‌های باستان‌شناختی بوده و در زمینه‌ی باستان‌سنجی و کانی‌شناسی مطالعاتی صورت نگرفته است. این تحقیق با هدف ساختارشناسی و شرایط تکنولوژی ساخت و تعیین جنبه‌های اشتراک و افتراق بین این سرامیک ها و سفال‌ها انجام‌شده است. نمونه‌های مورد مطالعه پژوهش از سفال‌های خاکستری سیاه براق و صیقلی فرهنگ کورا – ارس و نخودی منقوش فرهنگ حسنلو VII، یا همان سفال های حسن علی ویر یا گونه‌ی نینوای V انتخاب گردید تا با نتایج حاصله از آن و تطبیق با ویژگی‌های زمین‌شناختی منطقه مورد مطالعه، بتوان تولید بومی یا غیربومی بودن نمونه‌های مطالعاتی مربوطه را سنجید. برای نیل به اهداف تحقیق از روش‌های آزمایشگاهی پراش پرتوایکس (XRD)، دمانگاری (DTA)، و پتروگرافی (مطالعه مقطع نازک با استفاده از میکروسکوپ نوری پلاریزان) استفاده گردید. نتایج حاصل حاکی از آن است که سفال‌های مورد مطالعه از نظر ترکیب و کانی‌شناسی مشابه هم بوده ولی از نظر گونه شناسی، تکنیک پخت و رنگ و از نظر شرایط کوره تفاوت دارند و با توجه به همسان بودن ترکیبات ساختاری عمده‌ی سفال‌های خاکستری سیاه با ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه، این موضوع حاکی از آن است که نمونه های سفالین مورد مطالعه از تولیدات بومی و محلی هستند و یا در مناطق همجوار نزدیک به محوطه تپه باستانی سیلوه که از لحاظ ساختارها و سازندهای زمین‌شناسی دارای ترکیبات مشابهی هستند، تولیدشده‌اند. همچنین با توجه به مطابقت کامل آنالیزهای حرارتی با نتایج پتروگرافی و آنالیز پراش ایکس، دمای پخت در کلیه نمونه‌ها را می‌توان ۸۵۰ درجه تخمین زد.

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

۱- مقدمه

در میانه هزاره چهارم ق.م. تا اواخر هزاره سوم ق.م. سنت فرهنگی جدیدی در بخش‌هایی از قفقاز (بین رود کور و ارس) پدیدار شد که دامنه گسترش آن بعدها تا مناطق جنوبی رود ارس، زاگرس مرکزی و مرکز آناتولی هم کشیده شد. این سنت جدید که موسوم به فرهنگ «کورا – ارس» (Kura-Araxes) است، در نیمه دوم هزاره چهارم و اوایل هزاره سوم ق.م. همزمان با دوره‌ی مفرغ قدیم، در سراسر منطقه قفقاز جنوبی و شمال غرب ایران گسترده شد و تا آناتولی و ساحل شرقی مدیترانه گسترش یافت. این سنت بر اساس توالی تحولات سفالی و معماری به سه مرحله I و II و III تقسیم‌شده است. ویژگی بارز و مشخصه اصلی سفال فرهنگ کورا – ارس، رنگ خاکستری تیره مایل به سیاه براق، دست‌ساز و دارای آمیزه شن و ماسه (آمیزه غیرآلی) است که سطح بدنه آن را خوب صیقل داده‌اند [۱ و ۲] از طرف دیگر با توجه به‌توالی لایه‌نگاری باستان‌شناختی حاصل از کاوش‌های محوطه باستانی حسنلو در جنوب دریاچه ارومیه همزمان با فرهنگ کورا – ارس تحولات فرهنگی متفاوتی در این منطقه شکل‌گرفته و سنت‌های سفالی مس و سنگ جدید با مشخصه سفال‌های منقوش با تکوین جوامع حاضر در این منطقه ادامه یافته و فرهنگ سفالی منقوش موسوم حسنلو VII و یا به عبارت دیگر سفال‌های نوع حسن علی وِیر (Hasanali Ware) شکل می‌گیرد.

تپه سیلوه پیرانشهر یکی از محوطه‌های شاخص پیش از تاریخی است که در دشت بربنه شهرستان پیرانشهر و در جوار روستای سیلوه در جنوب دریاچه ارومیه واقع‌شده است. تپه سیلوه محوطه شاخصی است در راستای آبگیری سد سیلوه هم اکنون بکلی زیر آب رفته است و هیچ اثری از این محوطه دیگر باقی نمانده است. اطلاعاتی که در ادامه خواهند آمد و مطالعاتی که در آینده از این محوطه انتشار خواهند یافت جزء تنهاترین اطلاعات موجود در رابطه با این محوطه خواهد بود. توالی لایه‌نگاری این محوطه نشان می‌دهد که این محوطه در طول هزاره چهارم و هزاره سوم ق.م مسکون بوده است. توالی‌های سفالی این محوطه فازهای مختلف سفال‌های نارنجی منقوش موسوم به فرهنگ حسن علی ویر یا همان حسنلو VII را آشکار ساخته است که در طول هزاره سوم ق.م در منطقه رواج داشته‌اند. در میان سبک‌های سفالی بومی منطقه گونه‌های سفالی مختلفی دیده می‌شود که برخی از این گونه‌های سفالی به دلیل عدم شناسایی این‌گونه سفال‌ها در سایر محوطه‌های این دوره در جنوب دریاچه ارومیه معنادار بوده‌اند به‌گونه‌ای که منشأ این سفال‌ها می‌تواند خارج از حوضه جنوبی دریاچه ارومیه بوده و در مراودات فرهنگی و یا در اثر مهاجرت مردمان دارای این سبک سفالی وارد این منطقه و محوطه گردیده باشند. پرسش اصلی این است تفاوت میان سفال‌های (حسنلو VII) یا به عبارتی سفال‌های نوع حسن علی و خاکستری احتمالی نوع کورا –ارس از لحاظ ساختاری و فناوری ساخت چیست؟ با توجه به اینکه در بین سفال‌های نخودی نیز از لحاظ ظاهری تفاوتی دیده می‌شود، ازلحاظ ساختاری و فناوری ساخت نیز گونه‌های متفاوتی را نشان می‌دهند؟ یا تمام مجموعه نخودی یک ساختار و تکنولوژی مشابهی را به نمایش می‌گذارند؟ این سوالات زمینه را جهت بررسی دقیق‌تر از طریق مطالعات

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

باستان‌سنجی فراهم ساخت و با کمک گرفتن از روش‌های مختلف آزمایشگاهی سعی در پاسخ به ابهامات و سؤالات موجود خواهد بود.

۲- پیشینه پژوهش

پیترسون و بتانکرد در کتاب "پتروگرافی مقاطع نازک مواد سرامیکی" در سال ۲۰۰۹ به این نکته اشاره دارند که استفاده از پتروگرافی در تحلیل سفال‌های باستانی سابقه‌ای چند ده‌ساله دارد [۳]. هنری کلیفتون سربی از اساتید دانشگاه شفیلد نخستین کسی بود که ادعا نمود صفات بصری مواد معدنی در زیر نور مغناطیسی، قابل‌تشخیص هستند. وی در سال ۱۸۴۹ نخستین برداشت پتروگرافیک خود را از نمونه‌های تخته‌سنگ ماسه‌ای انجام داد [۴] اولین مطالعاتی که از تکنیک پتروگرافیک در آنالیز مواد باستان‌شناختی بهره برد، در سال ۱۸۹۰ توسط کارل جرج ریچارد لیپسوس (زمین‌شناس آلمانی) به رشته تحریر درآمد. وی در سفری که به یونان داشت ۴۰۹ نمونه سنگ مرمر را گردآوری کرده و با استفاده از روش برش میکروسکوپی، نمونه‌ها را در انواع مختلف و بر اساس مؤلفه‌هایی چون رنگ، اندازه و ترکیبات طبقه‌بندی نمود. استفاده از این روش در مطالعات سفال توسط آنا شپرد در قرن بیستم پایه‌گذاری شد [۵] وی با مطالعه بر روی سفال‌های منقوش به‌دست‌آمده از منطقه پکوس در نیومکزیکو (جنوب غربی آمریکا)، اطلاعاتی به دست آورد که آنالیز سبکی و ریخت‌شناسی نمی‌توانست چنین کاری انجام دهد او چندین نوع مختلف از سفال را بر اساس تمایز بین آمیزه سفال دسته‌بندی نمود. مضاف بر این با مطالعه داده‌های زمین‌شناسی منطقه به شواهدی در مورد منابع تأمین مواد خام تهیه سفال دست‌یافت. وین فلتس آمریکایی با انجام آنالیز پتروگرافیک بر روی سفال و خاک به‌دست‌آمده از محوطه تروی در سواحل غربی ترکیه، ظروف بومی و وارداتی این محوطه را تفکیک نمود. وی با انجام این سلسله مطالعات تفاوت‌های آشکار در تکنیک‌های فرم دهی و پخت سفال‌های وارداتی و محلی را آشکار نمود[۴].

همچنین از لحاظ پیشینه مطالعات باستان‌شناسی منطقه پیرانشهر و محوطه تپه سیلوه می‌توان به اولین فعالیت‌های باستان‌شناسی شهرستان پیرانشهر توسط آقایان حاکمی و راد در سال ۱۳۴۲ انجام پذیرفته، اشاره کرد. پس از ایشان بررسی‌هایی هم توسط اشتفان کرول و ولفرام کلایس در این منطقه به انجام می‌رسد که منجر به شناسایی محوطه‌های شاخصی از دوران نوسنگی تا اورارتویی در این منطقه می‌گردد [۶ و ۷] بعد از ایشان فرانک هول هم در راستای شناسایی محوطه‌های نوسنگی شمال غرب ایران به برخی از محوطه‌های نوسنگی و مس و سنگ این منطقه اشاراتی می‌نماید. پس از انقلاب نیز فعالیت‌هایی توسط باستان‌شناسان داخلی جهت بررسی و شناسایی محوطه‌های این شهرستان به انجام می‌رسد که از جمله آن‌ها می‌توان به بررسی باستان‌شناسی پیرانشهر جهت ثبت آثار توسط خرازی و همکاران در سال ۱۳۸۱ [۸]، قلی زاده و همکاران در سال ۱۳۸۵ [۹] و خان محمدی و همکاران در سال ۱۳۸۷ [۱۰] اشاره کرد. از دیگر فعالیت‌های انجام‌شده در این شهرستان می‌توان به بررسی باستان‌شناسی حوضه رودخانه زاب اشاره کرد که توسط بیننده در سال ۱۳۸۷ به انجام رسید[۱۱و۱۲] کاوش در تپه لاوین نیز که توسط بیننده به انجام رسید از معدود کاوش‌های هدفمند سؤال محور در این منطقه بوده

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

است که در سال ۱۳۸۷ انجـام یافـت [۱۱ و ۱۳] همچنـین قبل از انجام پروژه‌های کاوش سـد سـیلوه پیرانـشهر، یـک بررسی باستان‌شناسی هم توسـط قهرمـانی در سـال ۱۳۹۴ جهت شناسایی محوطه‌های محدوده سـد سـیلوه بـه انجـام رسید [۱۴]. بررسی باستان‌شناسی دشت لاجان پیرانشهر نیز جهت شناسایی محوطه‌های پیش‌ازتاریخی و تاریخی توسط مهروز مورد بررسی و شناسایی قـرار گرفـت کـه منجـر بـه شناسـایی آثـاری از دوران مـس و سـنگ تـا عـصر آهـن گردید[۱۵] از دیگر فعالیت‌هایی که توسط پژوهشگران ایـن حوزه به انجام رسید می‌توان به بررسی الگوهـای اسـتقراری عصر آهن حوضه رودخانه زاب کوچک توسط سرخابی اشاره کرد که در سال ۱۳۹۵ به انجام رسید؛ و درنهایت هم کاوش در محوطه‌های تپه سیلوه (شیخ اسماعیل) [۱۶] و تپه سرباز گمانه‌زنی [۱۷] به‌منظور تعیین عرصه و حریم محوطه هفت شیخان [۱۸] و همچنین بررسی باستان‌شناسی محدوده سـد سیلوه پیرانشهر [۱۹] ازجمله آخرین فعالیت‌هایی است که در راستای کاوش‌های نجات بخشی سـد سـیلوه پیرانـشهر بـه انجام رسیده است.

در میانه هزاره چهارم ق.م، تا اواخر هزاره سوم ق.م. سـنت فرهنگی جدیدی در بخش‌هـایی از قفقـاز (بـین رود کـور و ارس) پدیدار شد که دامنـه گـسترش آن بعـدها تـا منـاطق جنوبی رود ارس، زاگرس مرکزی و مرکز آناتولی هم کشیده شد. این سنت جدید که موسوم به "کورا–ارس[1]" اسـت، در اوایل هزاره سوم ق.م همزمـان بـا دوره‌ی مفـرغ قـدیم، در سراسر منطقه قفقاز جنوبی و شمالغرب ایران گسترده شـد و تا آناتولی و ساحل شرقی مدیترانه گسترش یافت. این سنت بر اساس توالی تحولات سفالی و معماری به سه مرحلـه I و II وIII تقسیم شده است. ویژگـی بـارز و مشخـصه اصـلی سفال فرهنگ کورا –ارسی، رنگ خاکستری تیـره مایـل بـه سیاه براق، دست‌ساز و دارای شاموت شن و ماسه اسـت کـه سطح بدنه آن را خوب صیقل داده‌اند [۱ و ۲] از طرف دیگـر با توجه به توالی لایـه نگـاری باسـتان شـناختی حاصـل از کاوش‌های محوطه باستانی حسنلو در جنوب دریاچه ارومیـه همزمان با فرهنگ کورا – ارس تحولات فرهنگی متفـاوتی در این منطقه شکل گرفته و سنت‌های سفالی مس و سنگ جدید با مشخصه سفال‌های منقوش با تکوین جوامع حاضـر در این منطقه ادامه یافته و فرهنگ سفالی منقـوش موسـوم به حسن علی وِیر "Hasanali Ware" شکل می‌گیـرد کـه با نام‌های حسنلوی VII و نینوای V نیز شناخته مـی شـود. آثـار ایـن دوره، عـلاوه بـر کـاوش‌هـای پـروژه حـسنلو، از کاوش‌های باستان‌شناختی محوطه‌هـای دیگـر دشـت‌هـای جنوب دریاچه ارومیـه شناسـایی شـده اسـت. کـاوش‌هـای صورت گرفته در تپه قـره قوزلـو [۱۸] در دشـت میانـدوآب مجموعه سـفال‌هـای مـشابه ایـن دوره را ارائـه داده اسـت، همچنـین کـاوش‌هـای انجـام یافتـه از طـرف گـروه باستان‌شناسی دانشگاه آزاد مهاباد در تپه سـه گـردان [۱۱ و ۲۰] در نزدیکی مهاباد مواد فرهنگی ایـن دوره را در جنـوب دریاچه ارومیه نشان می‌دهد. اما فراتر از دشت‌هـای جنـوبی دریاچه ارومیه مجموعه‌هـای قابـل مقایـسه بـا سـفال‌هـای حسنلو VII، به خصوص فازهای قدیمی‌تر، از محوطـه‌هـای میانکوهی دره‌های جنوبی دامنـه‌هـای کوهـستان سـهند از محوطه کول تپـه هـشترود [۲۱ و ۲۲] و همچنـین در تپـه توپراقلی تپـه [۲۱] در حوضـه رودخانـه آیـدوغموش میانـه

[1] Kura-Araxes

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

بدست آمده است. در کنار مواد حاصل از کاوش‌های باستان‌شناختی در منطقه مجموعه سفال‌های مشابه با مجموعه سفالینه‌های حسنلو VII در بررسی‌های باستان‌شناختی از محوطه سوموک تپه در حدود ۴۰ کیلومتری جنوب یانیق تپه [۶] و کول تپه عجب شیر [۲۳ و ۲۴] بدست آمده است. علاوه بر این در منطقه چاراویماق سفال‌های مشابه فازهای جدیدتر حسنلو VII و همچنین مشابه سفال‌های کول تپه عجب‌شیر، تپه قره قوزلو، تپه قره آغاج [۲۵]، و تپه ذوالبین هشترود [۲۱] بدست آمده است.

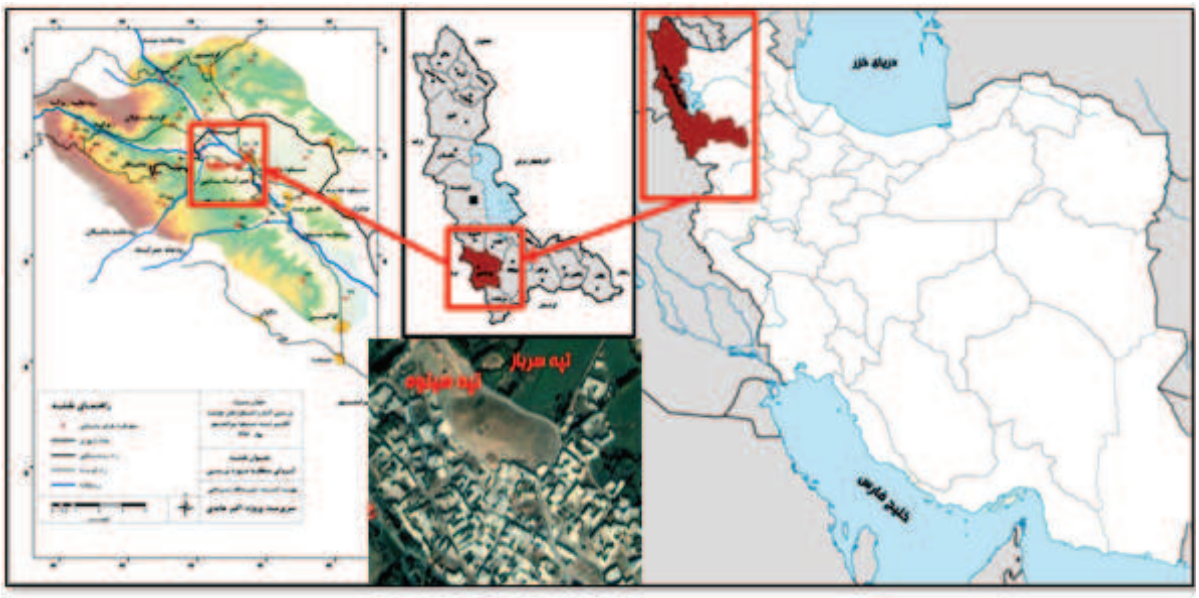
سفال‌های نوع حسن علی (حسنلو VII) و سفال‌های خاکستری نوع کورا- ارس از لحاظ ساختاری و فناوری ساخت دو گونه و طیف متفاوتی هستند و تفاوت‌های اساسی در نوع ساخت، نوع کوره و تکنولوژی ساخت دارند. سفال‌های نخودی شاخص حسن علی (حسنلو VII) عصر مفرغ قدیم تپه سیلوه نیز دو طیف متفاوتی هستند که یک طیف متعلق به شمال بین النهرین و بخش دیگر بومی خود منطقه سیلوه پیرانشهر هستند. سفال‌های نوع حسن علی عمدتاً سفال‌های ظریف تا متوسط (۱-۷ میلی متر) که طیف رنگی نارنجی تا نخودی را در بر می‌گیرند. اغلب این سفال‌ها منقوش هستند که این نوع سفال‌ها را از سفال‌های همزمان خود یعنی سفال‌های خاکستری – سیاه براق و صیقلی کاملاً متمایز می‌کنند. همان گونه که در بالا آمد دامنه گسترش این سفال‌ها جنوب و بخش‌هایی از شرق دریاچه ارومیه است درحالیکه دامنه گسترش سفال‌های- کورا- ارس اغلب در شمالی، غربی و شرقی است.

۳- معرفی محوطه تپه سیلوه پیرانشهر از منظر جغرافیایی و زمین‌شناختی

تپه سیلوه با مختصات جغرافیایی ("E: — N: 36° 48' 099 45° 05' 937") و (UTM: 0508825-4072870) در جوار روستای سیلوه با ارتفاع ۱۵۶۷ متر از سطح آب‌های آزاد قرارگرفته است. این تپه از جنوب و غرب به بستر رودخانه لاوین (سیلوه)، از شمال به راه خاکی روستای سیلوه به پیرکانی و از شرق به منازل تخریب‌شده روستای سیلوه منتهی می‌گردد. از نظر وضعیت توپوگرافی تپه به شکل یک برجستگی بیضی‌شکل است که نسبت به کف رودخانه نزدیک به ۱۸متر اختلاف ارتفاعی دارد. این تپه بر روی یک بستر طبیعی ماسه‌سنگی قرارگرفته است. تمام سطح تپه پوشیده از قلوه‌سنگ‌های بزرگ و کوچک مربوط به قبور متأخر اسلامی است. در رأس تپه یک حصارسنگی به روش خشکه‌چین دایره‌ای شکل ایجادشده که در فضای داخلی آن تعدادی گور در جهت شرقی غربی قرار گرفته‌اند. دورتادور تپه یک دیوار سنگ‌چین وجود دارد که به شکل یک حصار تپه را محصور کرده است. در تصویر هوایی تپه شواهدی از یک بنای بزرگ قابل‌تشخیص است. پراکندگی زیاد مواد فرهنگی در سطح بسیار چشم‌گیر است. تنوع گونه‌های مختلف سفال و مواد فرهنگی نشان از توالی فرهنگی و استقرار طولانی‌مدت در این تپه است که آثاری را از هزاره پنجم قبل از میلاد تا دوران اسلامی را در برمی گیرد (شکل ۱ و ۲) [۱۶].

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان پیرانشهر و سد سیلوه و محوطه تپه سیلوه در شمال غرب ایران [۱۶]



شکل ۲- نمونه سفال‌های مرمت شده تپه سیلوه پیرانشهر[۱۶]

۴- مواد و روش‌های مورد مطالعه

۴-۱- معرفی نمونه‌های مورد مطالعه

در راستای مطالعات باستان‌شناسی تپه سیلوه که منجر به کشف چند صد قطعه سفال باستانی گردید تصمیم بر آن شد تا بررسی‌ها بر روی ساختار شناسی سفال‌های مربوط به دوره عصر مفرغ به عمل آید از این رو بر اساس معیارهای زیر اقدام به نمونه‌برداری و آزمایش نمونه‌ها گردید:

۱- تقدم و تأخر لایه‌های کاوش شده در حین حفاری

۲- تکنولوژی ساخت و ماتریکس بدنه و افزودنی‌های بدنه سفال‌ها

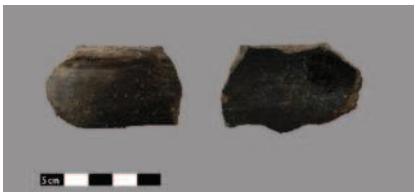
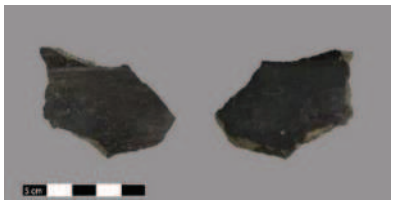
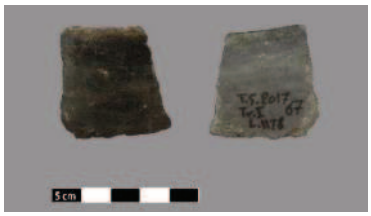
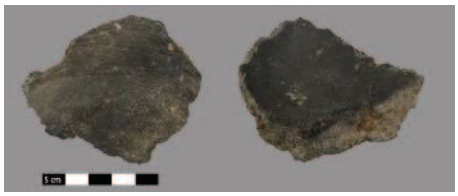
۳- مشخصات ظاهری (طرح و نقش و اشکال روی بدنه‌ها)

بر اساس موارد فوق ۲۰ قطعه سفال انتخاب شد. ۱۱ قطعه سفال سیاه خاکستری منتسب به فرهنگ کورا – ارس و ۹ قطعه دیگر آن سفال نخودی منقوش نوع حسن علی (حسنلو VII) است. مستندنگاری و توصیف فنی نمونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و ۲ آمده است.

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

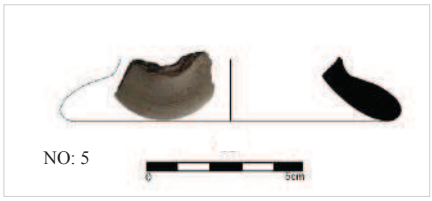
جدول ۱- مشخصات ظاهری نمونه سفال‌های سیاه- خاکستری مورد مطالعه در این پژوهش

مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستندنگاری
شماره سفال: ۱ T.S.2017 Tr.I Loc.1164 R.N.1298 فرم: قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی صیقل براق و درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۲ T.S.2017 Tr.I Loc.1164 R.N.1298 فرم: قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه-خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی صیقل براق و درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۳ T.S.2017 Tr.I Loc.1178 R.N.1339 فرم: قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم سفال دست‌ساز است. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی صیقل است.		
شماره سفال: ۴ T.S.2017 Tr.I Loc.1178 R.N.1339 فرم: قسمتی از کف ظرف		
نمونه قسمتی از کف پایه‌یک ظرف سیاه-خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم سفال دست‌ساز است. بافت سفال خشن و تکنیک پرداخت بیرونی صیقل و درونی دست مرطوب است.		

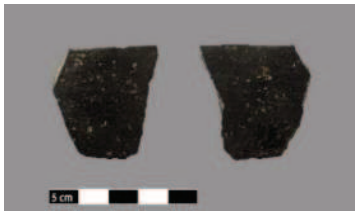
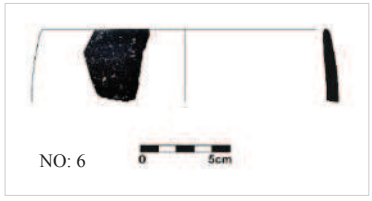
[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

جدول ۲- ادامه جدول ۱

مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستندنگاری
شماره سفال: ۵ T.S.2017 Tr.I Loc.1240 R.N.1145 فرم: قسمتی از لبه پایه ظرف		

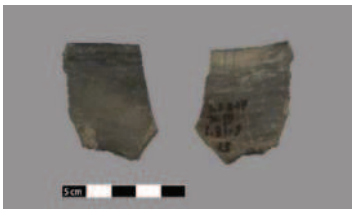
نمونه قسمتی از لبه پایه‌یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت درونی و بیرونی دست مرطوب است.

شماره نمونه: ۶ T.S.2017 Tr.III Loc.3007 R.N.3006 فرم: قسمتی از لبه ظرف		

نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه-خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی صیقل براق است.

شماره نمونه: ۷ T.S.2017 Tr.III Loc.3079 R.N.3079 فرم: قسمتی از لبه ظرف		

توضیحات: قسمتی از لبه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی صیقل براق است.

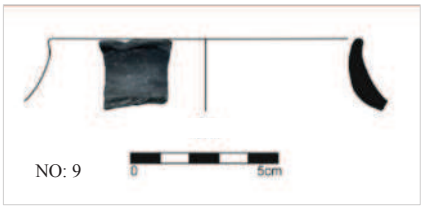
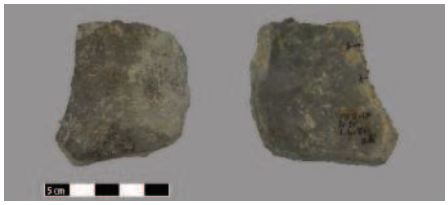
شماره سفال: ۸ T.S.2017 Tr.III Loc.3109 R.N.3137 فرم: قسمتی از لبه ظرف		

نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی صیقل است.

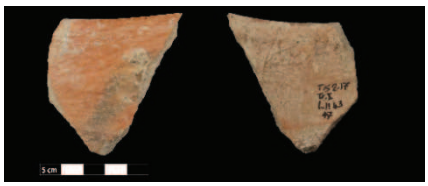
[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

جدول ۳- ادامه جدول ۱

مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستندنگاری
شماره سفال: ۹ T.S.2017 Tr.IV Loc.4011 R.N.4012 فرم: قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی‌صیقل براق است.		
شماره سفال: ۱۰ T.S.2017 Tr.IV Loc.4011 R.N.4012 فرم: قسمتی از بدنه ظرف		
نمونه قسمتی از بدنه یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی صیقل است.		
شماره سفال: ۱۱ T.S.2017 Tr.IV Loc.4030 R.N.4039 فرم: قسمتی از کف ظرف		
نمونه قسمتی از کف یک ظرف سیاه- خاکستری است که فاقد هرگونه تزئینات و با توجه به فرم سفال دست‌ساز و بافت سفال متوسط است.		

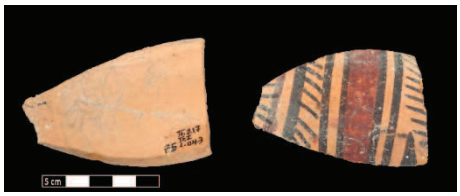
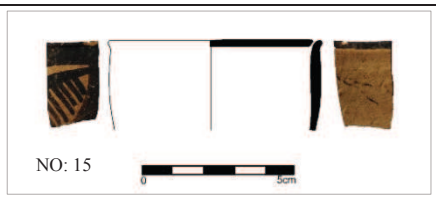
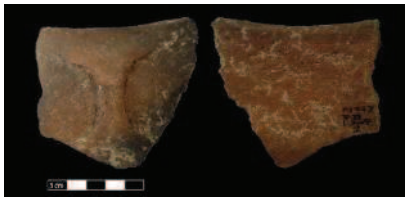
جدول ۴- مشخصات ظاهری نمونه سفال‌های قرمز- نخودی مورد مطالعه در این پژوهش

شماره و مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستند نگاری
شماره سفال: ۱۲ T.S.2017 Tr.I Loc.1231 R.N.1143 فرم:قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف قرمز- نخودی است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. دانه‌بندی بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت بیرونی صیقلی و درونی با دست مرطوب است.		

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

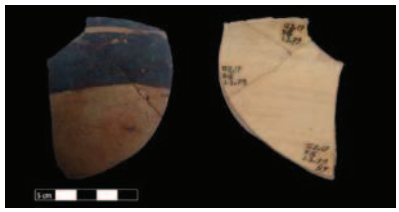
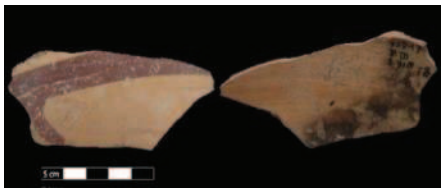
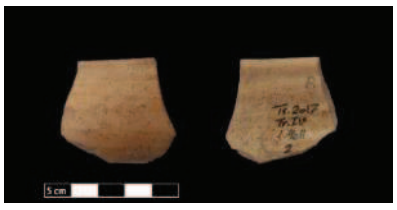
جدول ۵- ادامه جدول ۲

شماره و مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستند نگاری
شماره سفال: ۱۳ T.S.2017 Tr.I Loc.1231 R.N.1143 فرم:قسمتی از بدنه ظرف		
نمونه قسمتی از بدنه یک ظرف قرمز- نخودی است که در قسمت بیرونی دارای نقش هندسی-گیاهی به رنگ سیاه-قرمز دارد و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. دانه‌بندی بافت سفال متوسط و تکنیک پرداخت درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۱۴ T.S.2017 Tr.I Loc.1240 R.N.1145 فرم:قسمتی از بدنه ظرف		
نمونه قسمتی از بدنه یک ظرف قرمز- نخودی است که در قسمت بیرونی دارای نقش هندسی- نواری به رنگ قرمز تیره- سیاه دارد و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. دانه‌بندی بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۱۵ T.S.2017 Tr.I Loc.1240 R.N.1145 فرم:قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف قرمز- نخودی است که در قسمت بیرونی دارای نقش هندسی به رنگ سیاه دارد و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. دانه‌بندی بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۱۶ T.S.2017 Tr.III Loc.3007 R.N.3006 فرم:قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف قرمز- نخودی است که دارای دسته نخجوانی چسبیده به بدنه است. با توجه به فرم سفال دست‌ساز است. دانه‌بندی بافت سفال خشن و تکنیک پرداخت بیرونی دست مرطوب است.		

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

جدول ۶- ادامه جدول ۲

شماره و مشخصات نمونه	تصویر نمونه	مستند نگاری
شماره سفال: ۱۷ T.S.2017 Tr.III Loc.3079 R.N.3079 فرم:قسمتی از بدنه ظرف		
نمونه قسمتی از بدنه یک ظرف قرمز- نخودی است که در قسمت بیرونی دارای نقش نواری به رنگ قرمز قهوه‌ای دارد و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۱۸ T.S.2017 Tr.III Loc.3109 R.N.3137 فرم:قسمتی از بدنه ظرف		
قسمتی از بدنه یک ظرف قرمز- نخودی است که قسمت بیرونی دارای نقش به رنگ قرمز قهوه‌ای و با توجه به اثرات چرخ روی قسمت-های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت بیرونی و درونی دست مرطوب است.		
شماره سفال: ۱۹ T.S.2017 Tr.IV Loc.4011 R.N.4012 فرم:قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف قرمز- نخودی است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به فرم نسبتاً یکدست و اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده و بافت آن ظریف است.		
شماره سفال: ۲۰ T.S.2017 Tr.IV Loc.4011 R.N.4012 فرم:قسمتی از لبه ظرف		
نمونه قسمتی از لبه یک ظرف قرمز- نخودی است که فاقد هرگونه تزئینات است و با توجه به اثرات چرخ روی قسمت‌های مختلف آن، می‌توان نتیجه گرفت که اثر چرخ‌ساز بوده. بافت سفال ظریف و تکنیک پرداخت بیرونی صیقل است.		

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

۴-۲- روش‌های آزمایشگاهی

نمونه‌ها برای تهیه مقاطع نازک به منظور مطالعه‌ی پتروگرافی با میکروسکوپ پلاریزان آماده شده و تا ضخامت ۳۰ میکرومتر [۲۶] پولیش داده شد. سپس با هدف شناسایی کانی‌های تشکیل‌دهنده‌ی خمیر سفال، زمینه یا ماتریکس، الگوی تخلخل و آمیزه‌های –تمپرهای موجود در بدنه سفال با میکروسکوپ پلاریزان دوچشمی مدل المپیوس BX51 در دانشگاه هنر اسلامی تبریز مشاهده و مورد مطالعه قرارگرفته‌اند. در این روش توصیف و طبقه‌بندی کانی‌های و ارتباط بین اجزاء موجود در نمونه‌های سیاه خاکستری و نخودی منقوش، نحوه‌ی شکل‌گیری، تعیین مقادیر نسبی کانی‌ها و اجزای اصلی نمونه، مقایسه خصوصیات نمونه با دیگر نمونه‌های گرفته‌شده از یک یا چند منبع [۲۷]. همچنین تخمین دمای پخت بر اساس تغییر و تحولات مواد معدنی در دمای بالا [۲۸] مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. آزمایش‌پراش پرتوایکس جهت شناسایی و تشخیص فازهای بلوری تشکیل‌شده در بدنه نمونه‌ها و تعیین کیفی کریستال‌ها [۲۹] به روش پودری (XRPD) [۳۰] انجام گرفت. در این پژوهش روش فوق علاوه بر شناسایی فازهای موجود در ساختار سفال، در تعیین دمای پخت شامل ایجاد یک رابطه بین درجه حرارت پخت و تغییرات کانی‌شناسی و یا ساختار سفال به‌کاربرده شد [۳۱] نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه دیفراکتومتر مدل PW1730، ساخت کشور هلند (لامپ تیوپ تولیدکننده‌ی پرتوایکس آن از جنس مس (Cu) بوده که با اختلاف‌پتانسیل ۴۰ کیلوولت و شدت‌جریان ۳۰ میلی‌آمپر، پرتوایکس موردنیاز را تولید می‌کرد) مورد آزمایش قرار گرفتند. آزمایش XRPD روی نمونه‌ها از زاویه ۱۰ تا ۶۰ درجه (2θ = 10-60) انجام شد. همچنین برای تفسیر آنالیزهای XRPD از نرم‌افزار Xpert Highscore-Plus-3.0 استفاده شده است.

آنالیز حرارتی تفاضلی جهت تخمین دمای پخت به کار می‌رود. منظور از برنامه حرارتی، گرمایش نمونه با برنامه ویژه دمایی و در محیط مشخص است. به عبارت ساده‌تر، نمونه باید با سرعت مشخص تا دمای معینی گرم و در صورت نیاز، در این دما برای مدت‌زمان مشخصی نگهداری شود [۳۲] نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه Netsch Thermo Analytic with Proteus Software©2018 در دانشگاه University Siegen, Germany مورد آزمایش قرار گرفتند.

۵- نتایج و بحث

۵-۱- نتایج و تحلیل مطالعات پتروگرافی با میکروسکوپ پلاریزان

کانی‌های شاخص مشاهده‌شده در تمامی ۲۰ نمونه با توجه به اصول شناسایی کانی‌ها در میکروسکوپ پلاریزان (برای مثال رنگ‌های تداخلی و بیرفرنژانس (Birefringence)، رخ (Cleavage) و چندرنگی یا پلی کروماتیسم (Polyochromatism) عبارت‌اند از: کوارتز، پلاژیوکلاز، که تنها میزان و فراوانی هر یک از اجزا در سفال‌های موردمطالعه با یکدیگر متفاوت است. کوارتز، ازجمله فراوان‌ترین کانی‌ها در بافت سفال‌های تاریخی است که یا به‌صورت خرده‌سنگ یا ماسه در خاک مورداستفاده وجود دارد که می‌توانسته به‌صورت تصادفی یا به‌عنوان ماده‌ی افزودنی- به دلیل خواص حرارتی و دسترسی آسان و بسیار

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

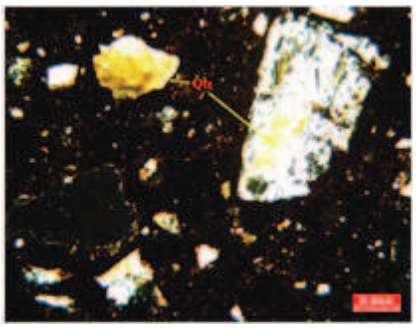
به آن- در ساختار سفال‌ها واردشده باشد [۳۳] به مواد اولیه تهیه‌ی سفال افزوده‌شده است و بر طبق ویژگی‌های آن از قبیل کروی بودن، درصد و اندازه‌ی توزیع دانه‌های مجزا، می‌توان از آن در تعیین منشأ استفاده نمود؛ به‌طوری‌که اگر کانی کوارتز موجود در ماتریکس سفال، مدور و بدون گوشه‌های تیز باشد، حاکی از منشأ رسوبی و کوارتزهای تیز و زاویه‌دار محصول هوازدگی و خرد شدن سنگ مادر مولد خاک مورد استفاده است. کوارتز همچنین ممکن است خرد، فرآوری و سرند شود و به‌عنوان تمپر استفاده شود [۲۸ و ۳۴]. در ساختار در این پژوهش حضور شاخص فاز کوارتز در کلیه نمونه‌ها بر اساس بررسی‌های مینرالوژیکی ساختار سفال‌های سیاه- خاکستری و نخودی – منقوش مربوط به تپه سیلوه پیرانشهر با آنالیز پراش پرتوایکس و نیز با مطالعه پتروگرافی، قابل مشاهده است که بیشتر به شکل بلورهای شکل دار و گوشه‌دار هستند؛ که نشان‌دهنده محصول هوازدگی و خرد شدن سنگ مادر مولد خاک مورد استفاده هستند. ذرات کوارتز مشاهده‌شده زیر میکروسکوپ پلاریزان و موجود در ماتریکس و ساختار نمونه‌های این گروه هم در اندازه‌ی ریز نشان‌دهنده‌ی حضور اولیه آن در خاک رس هم در اندازه‌های درشت نشان از استفاده کوارتز به‌عنوان تمپر و افزودن آگاهانه توسط سفالگر است.

کلسیت موجود در بافت سفال می‌توانند از منشأهای متفاوتی حاصل شود مثل: کلسیت به‌صورت ذرات مجزا از بلورهای بزرگ سنگ مرمر و تکه‌های سنگ آهکی و قطعاتی و صدف، به دلیل این تنوع، تشخیص گونه کلسیت در مقاطع نازک سفال‌های تاریخی اطلاعات مهمی از منشأ کانی‌های رسی و تمپر، به دست می‌دهد. همچنین به‌وسیله آب‌های زیرزمینی در طول دفن ممکن است به وجود آیند که در این صورت به شکل توده‌ای در اطراف منافذ یا شکستگی‌هایی که در سطح سفال اتفاق می‌افتد [۳۵] رسوب حضور کلسیت در خاک رسی که کانی‌های دمابالا دارد به‌وضوح نشان می‌دهد که ممکن است این کلسیت از گونه ثانویه باشد و در اثر ماندن در محیط دفن به وجود آمده باشد[۳۶] در نمونه‌های ۵ و ۷ (سفال سیاه- خاکستری) ۱۲ و ۱۹ (سفال نخودی- منقوش) کلسیت نشان داده شده است. کلسیت می‌تواند کلسیت اولیه باشد بنابراین این امر می‌تواند حاکی از دمای پخت کم یعنی حدود $^{\circ}C$ ۸۰۰ باشد و وجود مسکویت می‌تواند این قضیه را تأیید کند. میکاها به علت داشتن قلیایی‌ها در ترکیب شیمیایی خود باعث پایین آمدن نقطه‌ی ذوب مواد سرامیکی می‌شوند[۳۷] در نمونه‌های ۱ و ۲و ۴ و ۵ و ۷ و ۱۰ سفال‌های سیاه – خاکستری و ۱۲ و ۱۹ سفال‌های نخودی- منقوش کانی میکا مشاهده شده است. کانی هماتیت یا به‌صورت یک کانی ثانویه در درجه حرارت بالا در محیط اکسیداسیون در کوره تولیدشده است و یا به صورت ذرات هماتیت در خاک رس موجود هست. هماتیت در سفالینه‌ها (به‌شرط عدم وجود این کانی به‌صورت طبیعی در خاک منطقه و سفالگری) نشان‌دهنده دمایی بالاتر از $^{\circ}C$۸۰۰ است [۳۸] بر اساس مطالعه مقاطع نازک نمونه‌ها با میکروسکوپ پلاریزان، کانی‌های هماتیت به رنگ قرمز و قهوه‌ای در زمینه‌ی رسی نمونه‌های ۷ و ۸ سفال‌های سیاه – خاکستری و نمونه‌های ۱۳، ۱۵ و ۱۹ سفال‌های نخودی – منقوش مشاهده گردید که خود توجیهی بر شرایط

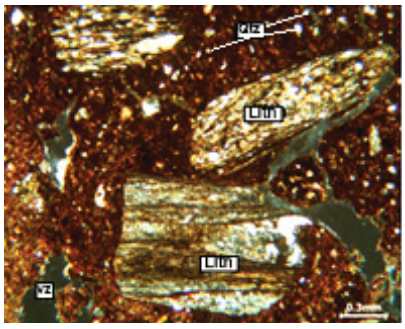
[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

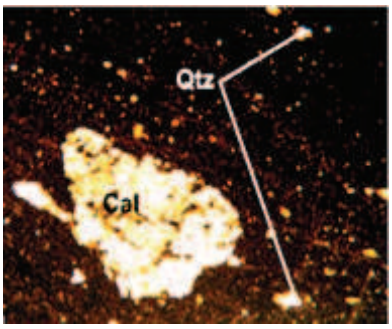
اکسیداسیون پخت سفال‌هاست. در صد فضاهای خالی، اطلاعاتی در رابطه با شیوه تولید اشیا سفالین ارائه می‌دهد. تعداد، اندازه، شکل و جهت‌گیری حفرات و فضاهای خالی نشان‌دهنده موادی است که یا در طول آماده‌سازی خمیر سفال حضور داشته اما در طول فرایند حرارت به دلیل آزاد شدن گازها یا انقباض رس در حین خشک شدن مواد و یا انحلال مواد در طول فرایند پخت است [۳۹]. همچنین منافذ ممکن است در اثر جدا شدن قطعات معدنی در مرحله آماده‌سازی مقاطع نازک برای مطالعه پتروگرافی به وجود آمده باشند [۳۴]. حجم فضاهای خالی داخل بافت، از قبیل اندازه و شکل، استحکام، نفوذپذیری، و مقاومت حرارتی مواد درون سرامیک مؤثر بوده و در نتیجه اطلاعاتی در رابطه با کارکرد آن ارائه می‌دهد [۲۸]. همچنین به‌وسیله مطالعه روزنه‌ها و تخلخل می‌توان به چگونگی فرایند ساخت و عمل‌آوری بدنه سفال‌ها دست‌یافت، وجود جهت یافتگی و کشیدگی در سفال‌ها می‌تواند ناشی از چرخ‌ساز بودن سفال باشد (شکل ۳ تا ۸).



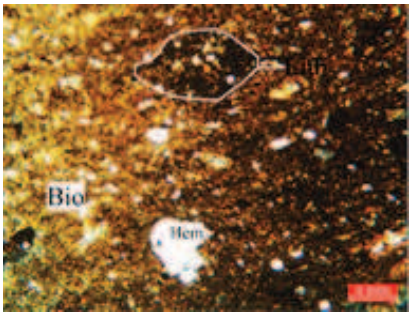
شکل ۳- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۲ سفال خاکستری- سیاه در نور XPL، بزرگنمایی X4



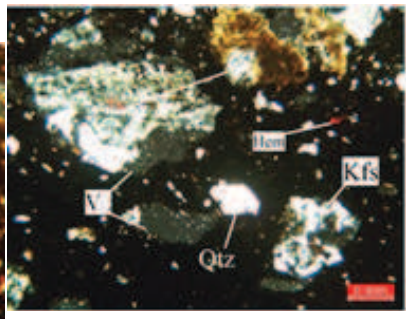
شکل ۴- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۴ سفال خاکستری- سیاه در نور XPL، بزرگنمایی X4



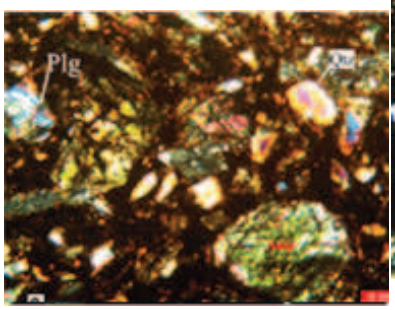
شکل ۵- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۵ سفال خاکستری- سیاه در نور XPL، بزرگنمایی X4



شکل ۶- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۷ سفال خاکستری- سیاه در نور XPL، بزرگنمایی X4



شکل ۷- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۷ سفال خاکستری- سیاه در نور XPL، بزرگنمایی X4



شکل ۸- تصویر میکروسکوپی نمونه ش ۱۶ سفال نخودی- منقوش در نور XPL، بزرگنمایی

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

۵-۲- نتـایج و تحلیـل مطالعـات پـراش پرتوایکس (XRD)

در این پژوهش، آزمـایش پـراش پرتـوایکس بـر روی ۱۱ نمونه‌ی سیاه- خاکستری سـنت کـورا- ارس و ۹ نمونـه سفال نخودی- منقوش سنت حـسنلو VII (حـسن علـی) انجام گرفت و نتایج آن به‌صورت فازهای تشکیل‌دهنـده‌ی نمونه‌ها و بر اساس خصوصیات بلـورین هرکـدام از آن‌هـا موردبررسی قرار گرفت. از آنجـایی‌کـه شناسـایی تغییـرات کانی‌های سازنده‌ی بافت داخلـی سـفال تنهـا بـا دانـستن شرایط پایداری هر فاز ممکن است. به‌طوری‌کـه برخـی از فازها و کانی‌ها از ابتدای ساخت شیء در بافت سفال وجود داشته و بیش‌تر به محل ساخت و ماده خـام اولیـه نـسبت داده می‌شود؛ هم‌چنین برخی از فازهـای کریـستالین درون زمینه سفال در طی فرایند پخت و دماهای بالاتر در شرایط احیا یا اکسیداسیون، دوباره شکل‌گرفته و به وجود می‌آینـد ازاین‌رو بررسی قطعات سفال با این روش آنالیزی می‌تواند تا حدی در کمک به دیگر آنالیزهای استفاده‌شده بخصوص دمانگـاری کمـک شـایانی در تـشخیص دمـای پخـت سفالینه‌ها در کنار فازهای ایجادشده و موجودیت ساختاری آن‌ها نماید. نتایج آنالیز پراش پرتوایکس نشان‌دهنـده فـاز شـاخص کـوارتز و پلاژیـوکلاز بـه‌عنـوان اجـزای اصـلی تشکیل‌دهنده خاک هستند که در ادامـه کلیـه کـانی‌هـای تشخیص داده‌شده (جدول ۴ و ۵) و همچنین نمودار بر هم اندازی آن‌ها در (شکل ۹ و ۱۰) نشان داده‌شده است.

جدول ۷- فازهای شاخص شناسایی‌شده در نمونه سفال‌های خاکستری- سیاه مورد مطالعه تپه سیلوه

فاز شناسایی‌شده	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Quartz	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Plagioclase	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Calcite	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-
Calcite,magnesian	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Muscovite2M1	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-
Diopside	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Labradorite	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+
Orthoclase	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-

(Quartz) SiO_2 / (Plagioclase) $NaAlSi_3O_8$-$CaAl_2Si_2O_8$ /(Calcite) $CaCO_3$ /
(Calcite,magnesian) $Mg_{.064}Ca_{.936}\ CO_3$ / (Muscovite2M1) $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ / (Diopside) Ca Mg $Si_2\ O_6$
/(Labradorite) $Na_{.5}Ca_{.5}Al_{1.5}Si_{2.5}O_8$/ (Orthoclase) $KAlSi_3O_8$

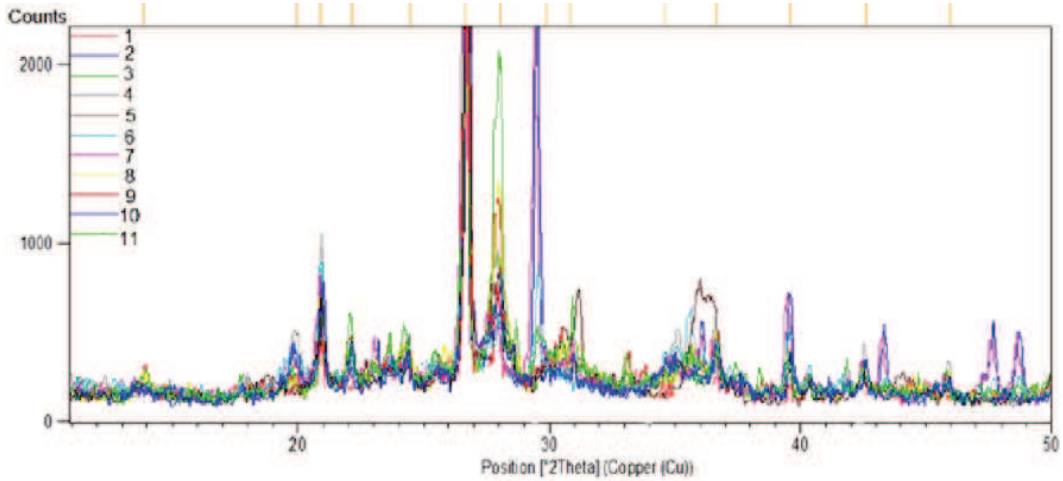
[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

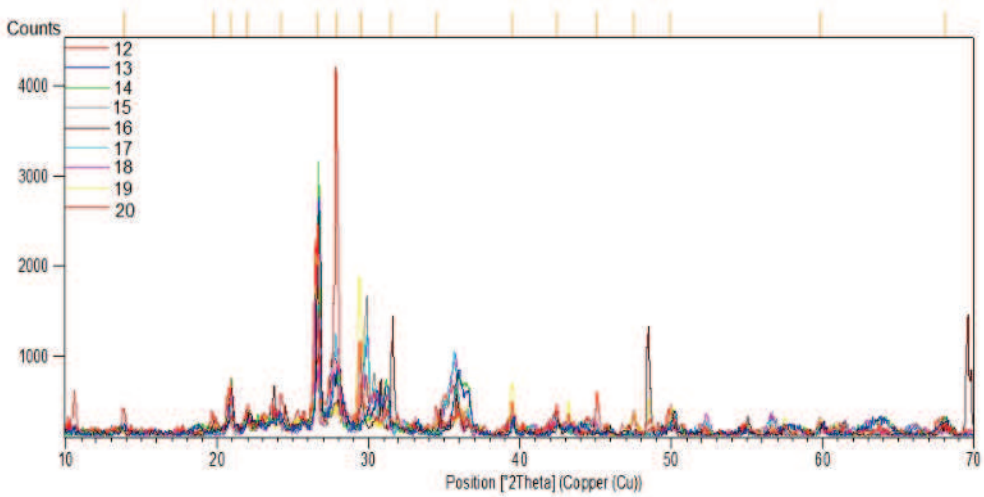
جدول ۸- فازهای شاخص شناسایی‌شده در نمونه سفال‌های نخودی- منقوش مورد مطالعه تپه سیلوه

فاز شناسایی‌شده	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Quartz	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Plagioclase	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Calcite	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Muscovite2M1	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Diopside	-	+	-	+	-	+	+	-	+

(Quartz) SiO_2 / (Plagioclase) $NaAlSi_3O_8$-$CaAl_2Si_2O_8$ / (Calcite) $CaCO_3$
(Muscovite2M1) $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$ / (Diopside) Ca Mg Si_2 O_6



شکل ۹- همپوشانی طیف‌های پراش پرتوایکس نمونه سفال‌های سیاه- خاکستری تپه سیلوه جهت مقایسه الگوهای پراش



شکل ۱۰- همپوشانی طیف‌های پراش پرتوایکس نمونه سفال‌های نخودی- منقوش تپه سیلوه جهت مقایسه الگوهای پراش

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

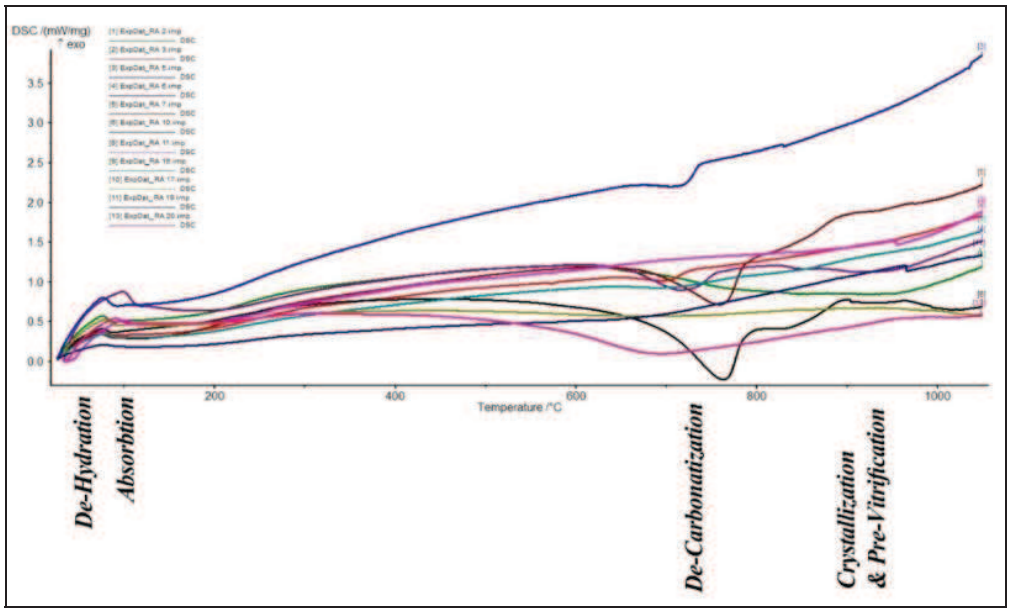
۵-۳- نتایج و تحلیل مطالعات حرارتی تفاضلی (DTA)

رنگ سفال، درجه سختی و تخلخل آن همگی بستگی به درجه حرارت کوره، نوع هوادهی و فرایند سرد شدن آن پس از پخت سفال دارد [۳۹] در فرایند پخت از دمای اتاق ۲۰ درجه تا حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد با تبخیر آب فیزیکی جذب‌شده در سطح مواجه هستیم که در گرمانگاشت‌های آنالیز حرارتی تفاضلی پیک گرماگیر خفیفی در این ناحیه ظاهر می‌گردد. کانی‌های رسی از مهم‌ترین مواد تشکیل‌دهنده تولیدات سفال و سرامیک هستند از برخی واکنش‌های شناخته‌شده شامل آبزدایی (Dehydroxylation)، تجزیه (Decomposition)، تغییر شکل (Transformation) تبعیت می‌کنند.

بر اساس نتاج و منحنی های به دست آمده از آنالیزهای DSC با نرخ گرمایش $10°C\ min^{-1}$ در اتمسفر کوره ازن روی نمونه‌های پودری قطعات سفال انجام گرفت. با توجه به مطالعات انجام شده در رابطه با تغییرات دمانگاری سفال‌ها می‌توان گفت بر اساس نمودار بر هم اندازی طیف‌های دمانگاری سفال‌های مورد مطالعه پیک ابتدایی در دمای ۵۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد مربوط به آب آزاد جذب‌شده در سطح سفال است. از حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد پیک گرماگیر مربوط به بخار است طیف گرماگیر مربوط به هیدرو اکسیدهای آهن که آبش را از دست می‌دهد در۳۰۰ درجه قابل‌مشاهده است که این امر می‌تواند حاکی از جذب رطوبت و تغییرات ساختاری در عناصر آهن دار در طول عمر سفال باشد و ممکن است به‌صورت پیچیده و با پیک باز تبلور ترکیب اکسیدها و هیدرو اکسید آهن (Fe-OxyHydrooxide) آمورف و یا تبلور نامطلوب (III Crystallzed) در۳۰۰-۶۵۰ درجه روی‌هم بیفتند. از دمای ۲۷۵-۴۰۰ درجه سانتی‌گراد مواد آلی موجود در نمونه می‌سوزند و در صورت وجود پیکی گرمازا تولید می‌شود. همچنین دمای ۵۵۰-۶۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۵۰۰-۷۰۰ درجه نیز پیشنهادشده است. در کمتر از ۷۰۰> (۶۰۰-۵۵۰) درجه رس آب تبلور خود را از دست می‌دهد و به‌اصطلاح آب می‌رود. آغاز تبدیل ترکیباتی مانند سیدریت ($FeCO_3$)، اکسید آهن و غیره به هماتیت در دمای ۵۵۰-۶۵۰ درجه سانتی‌گراد است. همچنین حدود ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد نیز پیشنهادشده است [۳۸]. تغییر فازهای کوارتز آلفا به بتا در دمای ۵۷۳ درجه سانتی‌گراد است. تغییر ساختار و تجزیه کربنات کلسیم $CaCO_3$ به CO_2, CaO از حدود ۷۰۰ تا ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق می‌افتد. آغاز فرایند شیشه‌ای شدن در دمای ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد با نمایش پیک گرمازا و تغییر فاز کوارتز بتا به تریدمیت در ۸۷۰-۸۶۷ درجه سانتی‌گراد، کانی‌هایی مانند اسپینل و مولایت و دیوپسید در حرارت‌های بالاتر از ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد تشکیل می‌شوند و فازهای کریستوبالیت و مولایت در ۱۰۰۰-۱۱۰۰ تشکیل می‌شود [۳۵]. بر اساس بررسی و آنالیزهای DTA صورت گرفته بر روی نمونه‌ها می‌توان پیک‌های گرماگیر و گرمازا که ناشی از فرایندهایی مانند تجزیه و از دست دادن آب (در دمای ۵۰ تا ۱۰۰) و همچنین باز تبلور کانی‌های موجود است را در نمونه‌ها مشاهده نمود. الگوی گرمانگاشت در کلیه نمونه‌های مورد آزمایش تقریباً یکسان است و نتایج آن در (شکل ۱۱) آماده است. این قسمت نیازمند بررسی دقیق و کامل است توضیح تفاوت الگوی گرمانگاشت سفال خام و پخته شده بسیار اهمیت دارد که در این متن مخلوط شده است.

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]



شکل ۱۱- نمودار آنالیز حرارتی تفاضلی

۶- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله از آزمایش‌های صورت گرفته سفال‌های گروه خاکستری سیاه و نخودی و منقوش به لحاظ ریزساختارشناسی و کانی‌شناختی مشابه هم بوده اما ازنظر نوع آماده‌سازی مواد اولیه و عمل ورزدهی خمیره سفال تفاوت دارند و این دو گروه سفال ازنظر شرایط کوره متفاوت‌اند. به بیانی دیگر فرایند پخت سفال‌های خاکستری سیاه در شرایط احیاء و سفال‌های نخودی و منقوش در شرایط اکسیداسیون بوده است. سفال‌های نخودی و منقوش که به لحاظ ترکیب مواد تشکیل‌دهنده مشابه ترکیبات سفال‌های خاکستری سیاه ولی ازنظر گونه شناسی، تکنیک پخت و رنگ متفاوت از سفال‌های خاکستری سیاه هستند. و با توجه به مطابقت کامل آنالیزهای حرارتی با نتایج پتروگرافی و آنالیز پراش پرتوایکس و حضور فازهای دمابالا همانند هماتیت، دیوپسید و ظاهر رنگی آن‌ها دمای پخت در کلیه نمونه‌ها نمی‌تواند از ۸۵۰ درجه کمتر بوده باشد و بر همین اساس و اطلاعات موجود در رابطه با ظهور و بروز این فازها در کل می‌توان تغییرات و تحولات مربوط به کانی‌های موجود در سفال‌های موردمطالعه محوطه تپه سیلوه پیرانشهر را دمای ۸۵۰ درجه سانتی گراد تخمین زد. همسان بودن ترکیبات ساختاری عمده‌ی سفال‌های خاکستری سیاه با ویژگی‌های زمین‌شناسی منطقه حاکی از آن است که نمونه‌های سفالین مورد مطالعه از تولیدات بومی و محلی هستند و یا در مناطق همجوار نزدیک به محوطه تپه باستانی سیلوه که از لحاظ ساختارها و سازندهای زمین‌شناسی دارای ترکیبات مشابهی هستند، تولیدشده‌اند. با توجه به میزان بسیار پایین سفال‌های خاکستری نسبت به‌کل سفال‌های قرمز (در حدود ۵-۷ ٪) نسبت به‌کل مجموعه سفال‌های به‌دست‌آمده در طی کاوش‌های باستان‌شناسی، می‌توان گفت احتمالاً حضور سفال‌های خاکستری – سیاه احتمالی کورا-ارس نشان از ورود فناوری جدید ساخت سفال، یا تقلید و

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

همانندسازی سبک کورا- ارس بـه منطقـه سـیلوه پیرانـشهر است. بر اساس شواهد باستان‌سنجی می‌توان این‌گونـه بیـان کرد که ساخت چنـین سـفال‌هـایی در منطقـه بـا توجـه بـه زمین‌شناسی و فناوری آن‌هـا قابـل توجیـه اسـت امـا ازنظـر باستان‌شناسی این فرضیه نیاز به مطالعات دقیق‌تـری دارد تـا بتوان این اطلاعات را با داده‌های باستان‌شناسی تطبیق داد و نتایج را غنی بخشید.

مراجع

[1] M. Kibaroğlu., Sagona A, M. Satir, "Petrographic and geochemical investigations of the late prehistoric ceramics from Sos Höyük, Erzurum (Eastern Anatolia)". Journal of Archaeological Science, Vol. 38(11): pp.3072-84, 2011 Nov 1.

[2] M.S. Rothman., "Kura Araxes Culture Areas and the Late 4th and Early 3rd Millennia BC Pottery from Veli Sevin's Surveys in Malatya and ElaziG, Turkey". Origini: Preistoria e protostoria delle civiltà antiche. Vol. 36: pp. 37-91, 2014.

[3] P.P. Betancourt., S.E. Peterson, "Thin-section Petrography of ceramic materials. Institute for Aegean Prehistory, archaeological excavation manual"., 2, 2009.

[4] P.S. Quinn., "Ceramic petrography. The interpretation of archaeological pottery and related artefacts in thin section", Oxford, Archaeopress. 2013.

[۵] نقشینه، امیر صادق، الناز حـاتمی و هـومن نیکـروان متین.. "مطالعه پتروگرافـی سـفال عـصر آهـن غـار هوتـو". مجلـه پـژوهش‌هـای باسـتان‌شناسـی ایران،۱۳۹۲ .شماره ۳(۵): صص. ۶۳-۷۸.

[6] S, Kroll., "Archäologische Fundplätze in Iranisch-Ost-Azarbaidjan". AMI, Vol. 17, pp. 13-5, 1984.

[7] W. Kleiss., S. Kroll, "Survey in Ost-Azarbaidjan 1991", Archaeologische Mitteilungen aus Iran, Vol. 25, pp. 1-46. 1992.

[۸] خرازی، ابراهیم. گزارش محوطه‌های ثبتی شهرستان پیرانـشهر در سـال ۱۳۸۱، آرشـیو میـراث فرهنگـی استان آذربایجان غربی، (منتشرنشده). ۱۳۸۵.

[۹] قلـی زاده، خیـرالله. گـزارش محوطـه‌هـای ثبتـی شهرستان پیرانـشهر در سـال ۱۳۸۵. آرشـیو میـراث فرهنگـی اسـتان آذربایجـان غربـی، (منتشرنـشده). ۱۳۸۶.

[۱۰] خان‌محمدی، بهـروز. گـزارش محوطـه‌هـای ثبتـی شهرستان پیرانـشهر در سـال ۱۳۸۵، آرشـیو میـراث فرهنگـی اسـتان آذربایجـان غربـی، (منتشرنـشده). ۱۳۸۷.

[۱۱] بیننده، علی. سـکونت‌گـاه‌هـای مانـایی در زاگـرس

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

شمالی. اولین کنفرانس بین‌المللی سکونتگاه‌های سنتی زاگرس، دانشگاه کردستان-سنندج. ۱۳۸۷.

[12] A. Binandeh., "A New Archaeological Research in Northwestern Iran: Prehistoric Settlements of Little Zab River Basin." The International Journal of Humanities, Vol. 19(2), pp. 27-41. 2013 Jan 17.

[13] A, Hejabri Nobari., A. Binnandeh, J. Neyestani, H. Vahdati Nasab. "Excavation at Lavin Tepe in Northwest Iran." Ancient Near Eastern Studies, Vol. 49, pp. 95-117, 2012.

[۱۴] قهرمانی، نسرین. بررسی باستان‌شناسی محدوده‌ی سد سیلوه پیرانشهر. آرشیو پژوهشکده‌ی باستان‌ناسی کشور. (چاپ‌نشده). ۱۳۹۴/.

[۱۵] مهرورز، فتاح. بررسی باستان‌شناسی دشت لاجان شهرستان پیرانشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی (منتشرنشده). ۱۳۹۴.

[۱۶] عابدی، اکبر. گزارش اولین فصل کاوش تپه سیلوه پیرانشهر. تهران: پژوهشگاه میراث فرهنگی، پژوهشکده باستان‌شناسی. ۱۳۹۶.

[۱۷] حاجی محمدی، کیومرث. گزارش اولین فصل کاوش‌های باستان‌شناسی تپه سرباز سد سیلوه پیرانشهر، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (پژوهشگاه)، بهار ۱۳۹۶ (منتشرنشده).

[۱۸] خرازی، ابراهیم. گزارش گمانه‌زنی به‌منظور تعیین عرصه و حریم تپه هفت شیخان سد سیلوه پیرانشهر، آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (پژوهشگاه)، بهار ۱۳۹۶ (منتشرنشده).

[۱۹] گراوند، افراسیاب. گزارش بررسی باستان‌شناسی محدوده سد سیلوه پیرانشهر. آرشیو پژوهشکده باستان‌شناسی (پژوهشگاه)، (منتشرنشده)، ۱۳۹۶.

[20] A. Sohrabi., Gh. Ebrahimi, "Classification and Typology of Tepe Se-Girdan Early Bronze Age Potteries", International Congress of Young Archaeologists. 2015.

[۲۱] عمرانی، بهروز و جواد ژاله اقدم. گزارش لایه نگاری و تع یین حریم تپ هذوالبین شهرستان هشترود، مرکز اسناد پژوهشکدهٔ باستا نشناسی سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری کشور.(منتشر نشده). ۱۳۸۷.

[22] B. Omrani., "Early Bronze Age in NW Iran." Unpublished PhD diss. University of Tarbiat Modares, Tehran. 2006 (In Persian with English abstract).

[23] H. Tala'i., "Notes on new pottery evidence from the Eastern Urmia Basin: Gol Tepe.", Iran, Vol. XXII, pp. 151-156, 1984.

[۲۴] پور فرج، اکبر. چایچی امیرخیز، احمد. گاهنگاری ایران از حدود ۸۰۰۰ تا ۲۰۰۰ قبل از میلاد، (ترجمه)، نوشته ماری ویت و رابرت دایسون، انتشارات نسل باران، کرمان، ۱۳۸۲، ص ۱۶۹.

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

[25] J. Ghandgar., "Report of Archaeological Survey on Aydoghmush River Direction in Aydoghmush Dam Area", Tehran: Iranian Center for Archaeological Research. 2005 (Unpublished in Persian).

[۲۶] آدامز، آ.ای.، دبلیو اس. مکنزی، و سی. گیلفور. . اطلس رنگ‌های رسوبی در زیر میکروسکوپ (چاپ دوم). ترجمه‌ی محمدحسین آدابی و زهرا زرگر امینی./ ۱۳۹۰ تهران: مرکز نشر دانشگاهی.[نسخه اصلی ۱۹۵۱] صص ۹۵.

[۲۷] رازانی، مهدی، فلی مارتینزگونیخرو، مهین منصوری اصفهانی، و حکیمه افشاری‌نژاد. آماده‌سازی مقاطع نازک از مواد متخلخل برای مطالعات. پژوهه باستان‌سنجی:۱۳۹۵، ۳. (۵) ۴۵-۶۰.

[28] J. Riederer., "Thin section microscopy applied to the study of archaeological ceramics", Hyperfine Interactions., Vol. 154(1-4): pp. 143-58, 2004 Jun 1.

[۲۹] استوارت، باربارا. روش‌های تجزیه مواد در مرمت و حفاظت آثار تاریخی. ترجمه‌ی مسعود باقر زاده کثیری. تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز. ص ۳۱۴ [نسخه اصلی ۲۰۰۸].

[30] L. Maritan., P. Holakooei, C. Mazzoli, "Cluster analysis of XRPD data in ancient ceramics: what for?", Applied Clay Science, Vol. 114: pp. 540-9, 2015 Sep 1.

[31] M.S. Tite., "Ceramic production, provenance and use—a review.", Archaeometry., Vol. 50(2): pp. 216-31, 2008 Apr.

[۳۲] گلستانی فرد، فرهاد. محمدعلی بهره‌ور و اسماعیل صلاحی. روش‌های شناسایی و آنالیز مواد. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران ۱۳۸۹، ۱۰۶-۱۰۵.

[33] JH. Sterba., H. Mommsen, G. Steinhauser, M. Bichler, "The influence of different tempers on the composition of pottery." Journal of Archaeological Science, Vol. 36(7): pp. 1582-9, 2009 Jul 1.

[34] S. Smith, Michael., Petrography (Chapter 6). In: Herbert, Joseph M. and McReynolds, Theresa E. (eds.) "Woodland Pottery Sourcing in the Carolina Sandhills. Research Laboratories of Archaeology", University of North Carolina at Chapel Hill, Research Report No. 29, pp. 73-107, 2008.

[35] S. M. Emami., R. Trettin, "Phase generating processes in ancient ceramic matrices through microstructure investigation with high resolution microscopy methods.", Journal of

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]

Advanced Microscopy Research, Vol. 5(3): pp. 181-9, 2010 Dec 1.

[36] E. Marengo., M. Aceto, E. Robotti, MC. Liparota, M. Bobba, G. Pantò, "Archaeometric characterisation of ancient pottery belonging to the archaeological site of Novalesa Abbey (Piedmont, Italy) by ICP–MS and spectroscopic techniques coupled to multivariate statistical tools." Analytica Chimica Acta, Vol. 537(1-2): pp. 359-75, 2005 Apr 29.

[۳۷] پایدار، حسین. مواد اولیه مصرفی در صنایع سرامیک. اصفهان: انتشارات غزل، ۱۳۸۴، ص ۲۰۸.

[۳۸] رازانی، م، آجورلو، ب، حائزی، ا، تیرانداز، آ.. بررسی‌های باستان‌سنجی سفال‌های دوران اسلامی قره داغ، دانشگاه هنر اسلامی تبریز. شماره طرح ۸۱۹۵. ۱۳۹۲. ص۵۵، ۴۹ و ۷۴.

[۳۹] نوغانی، امامی، سید محمد امین. ساختارشناسی سفال جلینکی متعلّق به دوران پارتی بر اساس مطالعات آرکئومتریک (باستان سنجی). مطالعات باستان شناسی. ۱۳۹۰، ۳(۲): ۱۵-۳۴.

[Downloaded from ijcse.ir on 2026-11-06]

[DOR: 20.1001.1.23222352.1399.9.2.8.8]