



## بررسی و بازسازی تکنیک‌های پخت سفال خاکستری طی هزاره سوم تا اول قبل از میلاد در نواحی شرقی زاگرس مرکزی<sup>۱</sup>

مهدی کریمی منسوب<sup>I</sup>

یعقوب محمدی فر<sup>II</sup>

(صص: ۵۸-۳۹)  
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۸  
شناسه دیجیتال (DOI): 10.30699/PJAS.3.9.39

### چکیده

دو گونه شاخص از داده‌های فرهنگی مربوط به نواحی شرقی زاگرس مرکزی، سفال خاکستری یانیقی مربوط به عصر مفرغ قدیم (هزاره سوم قبل از میلاد) و سفال خاکستری عصر آهن (هزاره دوم و اول قبل از میلاد) هستند که شناسایی، بررسی و بازسازی تکنیک پخت این دو گونه سفال در پژوهش پیش رو، مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. هدف اصلی پژوهش، بازسازی شرایط مشابه پخت این دو گونه بوده که با استفاده از روش‌های باستان‌شناسی تجربی و بازسازی عملی و کوره‌های سنتی محقق گردیده است. پرسش‌های پژوهش عبارتند از: ۱. سفال خاکستری به واسطه قرار گرفتن در معرض حرارت مستقیم به سفال خاکستری تبدیل شده یا این که در فرآیند پخت و احیاء به سفال خاکستری تبدیل می‌شود؟ ۲. مهم‌ترین عامل تفاوت دو نوع سفال خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن در چیست؟ در این مسیر با تکیه بر داده‌های باستانی و مقایسه آن با نمونه‌های بازسازی شده، به شباهت‌ها و تفاوت‌های تکنیکی موجود پرداخته شده است؛ سپس، به بازسازی ۲ نمونه از هر یک سفال‌های خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن مبادرت ورزیده و نمونه‌هایی تولید شده و با بازسازی کوره‌هایی سنتی که از امکانات امروزی آزمایشگاهی و وسایل دقیق اندازه‌گیری دما بهره می‌برد، در معرض حرارت قرار گرفته و در فرآیند پخت و احیاء مورد آزمون و خطا قرار گرفته‌اند. با نتایج حاصله از آزمون خطای روش مذکور، در انتها می‌توان چنین نتیجه گرفت که پخت به روش احیاء و رنگ خاکستری حاصله، مهم‌ترین شاخصه مشترک تفاوت سفال خاکستری با دیگر گونه‌هاست. نوع تکنیک پخت و معماری ساختمان کوره، مهم‌ترین عامل در تفاوت دو نوع سفال خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن است. آن چه مسلم است، با تکامل ساختمان کوره‌ها، حرارت تولید شده از حدود ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد در سفال خاکستری یانیقی عصر مفرغ، به حدود ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد، در نمونه‌های عصر آهنی افزایش یافته و باعث بالاتر رفتن کیفیت پخت و همچنین، احیای مناسب و کامل سفالینه‌ها شده است. مقایسه عملی نمونه‌های بازسازی شده، انطباق کامل مشخصات آن‌ها را، با نمونه‌های باستانی (تپه پیسا، تپه توشمالان و تپه احمدآباد) نشان داده و هم‌چنین از راز تولید این دو گونه شاخص سفال خاکستری پرده برداشته است.

**کلیدواژگان:** شرق زاگرس مرکزی، سفال خاکستری عصر مفرغ، سفال خاکستری عصر آهن، باستان‌شناسی تجربی، کوره، پخت و احیاء.

I. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد باستان‌شناسی، گروه باستان‌شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، تهران، ایران.

II. استاد گروه باستان‌شناسی، دانشکده هنر و معماری دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده مسئول).  
mohamadifar@basu.ac.ir

## مقدمه

پدیده سفال و سفالگری، همواره به دلیل آمیخته بودن آن با تاریخ زندگی انسان، از اهمیت بالایی در مطالعات باستان‌شناسی برخوردار بوده است. طی صد سال گذشته، مطالعه بر روی این مقوله برای شناخت بهتر جوامع، به تحقیقات باستان‌شناسی وارد شده است (کامبخش فرد، ۱۳۸۹: ۹). در ابتدا، سفالینه بیشتر در جهت کاربردی آن و کم‌کم به منظور انتقال پیام و مفاهیم فرهنگی مورد استفاده قرار گرفت؛ بدین ترتیب به نوعی، باید گفت با بررسی سفال، می‌توان از موقعیت صنعتی، کشاورزی و حتی احساسات عاطفی یک جامعه باستانی آگاهی یافت. گاهی هم سفالینه به‌گونه‌ای وظیفه‌ی ایجاد ارتباط بین فرهنگ‌ها را عهده‌دار بوده است. تکنیک‌های ساخت، تولید و پخت سفال، گویای بسیاری از مسایل ناگفته‌ی زیستی و فرهنگی جوامع خواهد بود.

بر مبنای مطالعات باستان‌شناسی، می‌توان زاگرس مرکزی را خاستگاه اولیه سفال و سفالگری دانست؛ از این‌رو، در این پژوهش به بررسی و بازسازی تکنیک‌های پخت سفال خاکستری در نواحی شرقی زاگرس مرکزی پرداخته شده است و هم‌چنین به‌عنوان نمونه، داده‌هایی از چند محوطه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

از آن‌جا که یکی از مهم‌ترین شاخص‌های عصر مفرغ قدیم و میانی فلات ایران در زمینه سفالگری، ظهور و رواج سفال خاکستری رنگ در جغرافیای تاریخی ایران بوده است (طلایی، ۱۳۸۷: ۴۹)، همواره مسائل فرهنگی مربوط به آن نیز، مورد بحث و جدل باستان‌شناسان قرار گرفته است؛ از جمله مسائل مهم و پرسش‌های همیشگی پیرامون این موضوع، شناسایی درست و دسته‌بندی خصوصیات انواع آن بوده که مطالعه در مورد آن به کشف حقایق درباره تکنیک‌های تولید و پخت سفال خاکستری بوده است. با توجه به مطالعات گذشته، انواع سفال خاکستری را، می‌توان در دو دسته سفال خاکستری رنگ اولیه در هزاره سوم قبل از میلاد معروف به «یانیقی» و سفال خاکستری رنگ هزاره اول قبل از میلاد یا «عصر آهنی» تقسیم‌بندی نمود.

در بسیاری از منابع حاصل از کنکاش در مورد تکنیک‌های پخت سفال خاکستری، به استفاده از «روش پخت متفاوت» یا همان «تکنیک پخت احیاء»، به‌عنوان اصلی‌ترین عامل تفاوت آن با دیگر گونه‌ها، اشاره شده است.

**پرسش‌های پژوهش:** پرسش‌های پژوهش عبارتند از: ۱. سفال خاکستری به‌واسطه قرار گرفتن در معرض حرارت مستقیم به سفال خاکستری تبدیل شده یا این‌که در فرآیند پخت و احیاء به سفال خاکستری تبدیل می‌شود؟ ۲. مهم‌ترین عامل تفاوت دو نوع سفال خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن در چیست؟

**اهداف پژوهش:** هدف اصلی پژوهش، بازسازی شرایط مشابه پخت این دو گونه بوده که با استفاده از روش‌های باستان‌شناسی تجربی و بازسازی عملی و کوره‌های سنتی محقق گردیده است. با توجه به محدودیت تحقیقات انجام شده در گذشته، نگارندگان بر آن شدند تا با استفاده از روشی قابل استناد و عملی‌تر، موجب روشن‌تر شدن نکات مبهم مسائل پیش‌رو گردد؛ چراکه در باستان‌شناسی نو، پرسش علمی این نیست که چه می‌دانیم، بلکه آن‌چه که می‌دانیم را، چگونه می‌دانیم. این نقطه نظر، از مهم‌ترین و در عین حال ساده‌ترین رویکرد باستان‌شناسی نو به پدیده‌های گذشته است (علیزاده، ۱۳۸۳: ۹۱). از این‌رو، ایده‌ی بازسازی شرایط و محیط هم‌سان با آن‌چه در گزارشات و داده‌ها بدان پرداخته شده بود، ارائه گردید. در راستای پاسخ به چنین ابهامات، می‌توان گفت که استفاده از روش‌هایی به‌روزتر در تحقیقاتی هم‌چون «باستان‌شناسی تجربی»، باعث بالاتر رفتن دقت عمل خواهد شد.

**روش پژوهش:** در این مسیر با تکیه بر داده‌های باستانی و مقایسه آن با نمونه‌های بازسازی شده، به شباهت‌ها و تفاوت‌های تکنیکی موجود پرداخته شده است. در این راستا، به بازسازی دو

نمونه از هر یک سفال‌های خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن مبادرت ورزیده و نمونه‌هایی تولید شده و با بازسازی کوره‌هایی سنتی که از امکانات امروزی آزمایشگاهی و وسایل دقیق اندازه‌گیری دما بهره می‌برد، در معرض حرارت قرار گرفته و در فرآیند پخت و احیاء مورد آزمون و خطا قرار گرفته‌اند. بخش‌های اولیه این پژوهش به پیگیری داده‌های موجود و مطالعات کتابخانه‌ای منابع و گزارشات گذشته پرداخته است؛ لذا در بخش دیگر، بازسازی شرایط و محیط پخت هم‌سان با اطلاعات پیش‌یافته، هدف اصلی نگارندگان قرار گرفته است. در این بخش به‌طور عملی، «ساخت کوره» و تجربه پخت بدنه سفال در این کوره‌ها اتفاق افتاد که دستیابی به اطلاعاتی جدید در مقوله سیر تحول پخت سفال خاکستری را به دنبال داشت؛ نهایتاً، مقایسه داده‌های به دست آمده در این بازسازی با نتایج مطالعات گذشته، اثبات درستی فرضیات را در پی داشت؛ به طوری که با تولید محصولاتی، کاملاً مشابه با داده‌های باستانی، کلیدی بودن نقش فرآیند احیاء در مراحل پخت و هم‌چنین نقش مهم طراحی و معماری کوره در نوع خاص پخت اثبات گردید.

### پیشینه پژوهش

اگر چه در منابع پیش‌تر (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۹-۷)، اشاراتی کلی به دلایل خاکستری شدن بدنه سفال، هم‌چون دخالت عناصری مانند: اکسیژن، آهن و کربن شده بود و در پژوهشی دیگر، فرآیند احیاء را دلیل اصلی معرفی نموده است (کامبخش‌فرد، ۱۳۸۹: ۲۹۶). آن‌چه در این مقال، می‌توان افزود این است که با توجه به مقایسات انجام شده و بررسی نمونه‌ها، پخت سفال خاکستری عصر آهن به نوعی تکامل یافتن شیوه‌ها و روش‌های آگاهانه پخت در طی هزاره سوم تا اول قبل از میلاد را متذکر است؛ به‌گونه‌ای که با وجود تحولات آغازین در جهت دستیابی به تکنیک پخت احیاء در عصر مفرغ اتفاق افتاده، اما تنها در نمونه‌های سفال عصر آهن، می‌توان احیاء صحیح سفالینه را به وضوح مشاهده نمود.

### فرآیند پخت سفال

پختن سفال، یک اقدام مهم در تکنولوژی تولید محسوب می‌شود. به این ترتیب که با ایجاد درجه حرارتی بین ۱۷۰۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد (بسته به نوع خمیره سفال)، گل نرم به ماده‌ای سخت، با دوام، ضد آب و مقاوم به حرارت تبدیل می‌شود. شکل‌گیری تشکیلات ثابت جهت تولید آتش توأم با ایجاد یک محفظه کمابیش بسته، پیش‌درآمدی بر ساخت کوره‌ها و گام مهمی در جهت کنترل مراحل پخت سفال بوده است (Streily, 2001: 69). کوره‌ها، احتمالاً پاسخ‌گوی سه نیاز عمده سفالگران بوده و هستند: ۱. کنترل بیشتر بر تولید محصول؛ ۲. تولید درجه حرارت بیشتر؛ و ۳. استفاده اقتصادی‌تر از سوخت (Rice, 1987: 153).

### مراحل پخت سفال

**الف) خشک‌شدن کامل:** در این مرحله، تمام آب باقی‌مانده در گل تبخیر می‌شود و این‌کار، باید به آهستگی انجام گیرد. این مرحله، در نزد سفالگران به مرحله -بخار شدن آب سفال- معروف است که سفالگران با مشاهده بخار و نوع دود کوره، این حالت را به خوبی تشخیص می‌دهند. در پایان مرحله تبخیر، سفالگران حرارت (سوخت / آتش) کوره را افزایش می‌دهند که معمولاً به ۳۵۰ تا ۴۰۰ درجه می‌رسد؛ در این مرحله، آب شیمیایی گل رس شروع به تجزیه و خارج شدن می‌کند. آب شیمیایی از مواد ترکیبی با ملکول‌های تشکیل‌دهنده گل است که تا قبل از ۳۵۰ درجه بدون واکنش در گل باقی می‌ماند و معمولاً میزان آب شیمیایی گل ۱۴ درصد است. گل در دمای ۵۰۰ درجه فاقد هر نوع آب بوده و تغییر شیمیایی در آن غیرقابل بازگشت است. در مرحله تبخیر شیمیایی،

دقت زیادی لازم است؛ زیرا اگر حرارت به سرعت بالا برود امکان تَرَک و تخریب زیاد می‌شود. خطر دیگر در حرارت حدود ۵۷۳ درجه سانتی‌گراد و برای سفال‌های نازک با مقدار بیشتر کوارتز است؛ زیرا در این نقطه، کوارتز، ساختمان ملکولی خود را تغییر می‌دهد و در چنین مواردی حدود ۲ درصد در حجم، انبساط حاصل می‌شود (توحیدی، ۱۳۸۲: ۱۷).

**ب) اکسید شدن:** اکسید شدن، یعنی ترکیب با اکسیژن هوا. تغییر دیگری که در عمل پختن انجام می‌گیرد، تجزیه یا اکسید شدن موادی است که قبلاً اکسید نبوده‌اند؛ این‌ها، شامل مواد آلی چون کربن یا مواد غیرآلی کربنی و سولفات‌ها هستند. این عمل با رسیدن به حرارت ۹۰۰ درجه انجام می‌گیرد. مواد کربنی، معمولاً در تمام گِل‌ها وجود دارد و پختن باعث سوختن این ماده یا اکسید شدن آن می‌گردد. اکسید شدن، مستلزم وجود اکسیژن کافی در فضای کوره است؛ اگر اکسیژن کافی وجود نداشته باشد، مقداری از کربن در گِل باقی مانده و آن را به رنگ قهوه‌ای یا سیاه درمی‌آورد. ممکن است مقدار کمی از کربنات کلسیم یا سولفات در گِل وجود داشته باشد که این ناخالصی‌ها در حرارت‌های بالا از آن خارج می‌شود (همان).

**ج) تجزیه کوارتز:** مقدار قابل توجهی کوارتز، به صورت‌های مختلف در گِل وجود دارد. کریستال کوارتز، به شکل‌های مختلف دیده می‌شود و با افزایش درجه حرارت بلورهای آن تجزیه شده، و این امر باعث تغییر ظرفیت ملکول‌ها می‌گردد. در بالاتر از ۵۷۳ درجه، تغییرات اساسی در گِل ایجاد می‌شود؛ اصطلاحاً این تغییرات را تغییر آلفا به بتا می‌نامند که ۲۰٪+ تغییر ظرفیت را باعث می‌شود. هنگام سرد شدن، این تغییر ظرفیت به جای خود بازمی‌گردد. کوارتز شکل و اندازه خود را به دست می‌آورد. با در نظر گرفتن این تغییرات، باید در افزایش و کاهش حرارت کوره دقت کرد (همان).

**د) شیشه‌ای شدن یا استحاله:** استحاله در سفالگری، یعنی سخت شدن، انجماد و بالاخره شیشه‌ای شدن که در این مرحله گِل حالت شکنندگی پیدا می‌کند. اگر حرارت از این حد هم بگذرد، گِل سخت‌تر شده و ممکن است به مرحله ذوب و از هم پاشیدن نیز برسد (جوش کوره). سخت شدن گِل به این علت است که در درجات مختلف حرارت، مواد معدنی و در درجه حرارت بالا، به‌ویژه آهن، داخل گِل با یکدیگر جوش می‌خورد. اگر درجه حرارت را بسیار بالا برود، تمام این مواد به صورت ماده شیشه‌ای درخواهند آمد. بعضی گِل‌های قرمز چون مقدار بیشتری آهن دارند، نقطه ذوب آن‌ها پایین‌تر است. سختی اشیای سفالی بستگی به نوع ترکیب کریستال‌های آن پس از پختن دارد و این خاصیت به‌ویژه به وجود کریستال‌های دوگانه آلومینیوم و سیلیکات برمی‌گردد که دراز و سوزنی‌شکل است و باعث چسبندگی و سختی اجزای سفال می‌شود. استحاله گِل‌ها در حرارت‌های مختلف صورت می‌پذیرد؛ مثلاً گِل قرمز به علت وجود آهن، ۱۰۰۰ درجه و بعضی دیگر از گِل‌ها حرارت ۱۲۵۰ درجه لازم دارند. آخرین مرحله، آب رفتن در این حالت بوده و علت آن ذوب و مخلوط شدن اجزای گِل است. آب رفتن این مرحله به اندازه آب رفتن گِل در مرحله خشک شدن کامل نیست. در این مرحله، آب رفتن گِل به‌طور کلی ۱۰ درصد است که این مقدار بسته به درجه انجام استحاله متغیر است. هنر پختن اشیای سفالی در گرو تنظیم درجه حرارت به مقدار معینی است که در آن درجه ذوب شدن و جوش خوردن هم‌زمان انجام شود. خوب پخته شدن سفال براساس سختی، استقامت و غیرقابل نفوذ بودن در مقابل مایعات و مواد شیمیایی مشخص می‌شود (همان: ۱۸).

## انواع کوره‌ها

براساس نظریه رایس (Rice, 1987)، کوره‌ها را می‌توان به سه نوع کلی تقسیم کرد:

۱- کوره‌های اجاقی.

۲- کوره‌هایی که رو به بالا طراحی شده‌اند.

۳- کوره‌هایی که رو به پایین طراحی شده‌اند.

کوره‌های اجاقی از لحاظ عملکرد، چیزی بین روش پخت روباز و کوره‌های رو به بالا هستند؛ به این صورت که فضای کوره محدود شده، اما مواد سوختنی هنوز بین ظروف پراکنده‌اند. در اصطلاح به این تکنیک «روش پخت آمیخته» نیز می‌گویند. این کوره‌ها به طور معمول از سه یا چهار طرف به وسیله دیوارهای کوتاه خشتی احاطه شده‌اند. در این نوع درجه، حرارت نسبتاً بالایی تولید شده و برای مدت نسبتاً طولانی در کوره باقی مانده و عمل پخت نیز به طور کامل انجام می‌گیرد؛ اگرچه که این درجه حرارت برای پخت ظروف لعاب‌دار نیز، کافی است؛ اما از این کوره‌ها به دلیل نزدیکی بیش از حد ظروف به یکدیگر، استفاده نمی‌شود (Rice, 1987: 158).

آتشدان کوره‌های رو به بالا، به گونه‌ای طراحی شده که گرما از زیر ظروف به طرف بالا حرکت کرده و در نهایت از کوره خارج می‌شود. این کوره‌ها، به طور معمول استوانه‌ای شکل هستند؛ البته اشکال مکعبی شکل نیز، دارند. سوخت این کوره‌ها در محوطه رو باز اطراف کوره یا زیر آتشدان قرار دارد. انواع اولیه این کوره‌ها، کوره‌های پشته‌ای بوده که روی یک تپه یا خاکریز حفر می‌شده‌اند. آتشدان آن‌ها در سطحی پایین‌تر قرار داشته و روی آن اتاقکی بوده است که به وسیله یک دودکش به خارج راه پیدا می‌کرده است. وجود سطحی مشبک در کف اتاقک‌ها، حرارت را از آتشدان به ظروف منتقل می‌نموده است. حرارت و گازهای داغ نیز، از دودکش موجود در پوشش گنبدی به بیرون راه پیدا می‌کرده است. این کوره‌ها، دارای انواع پیچیده‌تر نیز، هستند؛ اما به نظر می‌رسد که انواع ساده‌تر آن توسط سفالگران سنتی استفاده گردیده است. از سه پایه‌هایی برای جدا کردن ظروف از یکدیگر در داخل این کوره‌ها استفاده می‌شده است (Rice, 1987: 160).

رأس این کوره‌ها، باز بوده و برای پوشاندن آن یا از تکه سفال‌های بزرگ و مواد سوختنی استفاده می‌شده و یا پوششی موقتی و گنبدی شکل برای آن‌ها می‌ساخته‌اند. احتمالاً برای جدا کردن ظروف لعاب‌دار نیز، از تکه‌های گل پخته استفاده می‌کرده‌اند تا آسیبی به ظروف نرسد. حد اکثر حرارت تولید شده در این کوره‌ها ۱۰۰۰-۹۰۰ درجه سانتی‌گراد است. محل قرار گرفتن دودکش در این کوره‌ها، براساس نحوه چیدن ظروف در آن مشخص می‌شود. با این همه، پایین‌ترین سطح ظروف، هم‌چنان در معرض خطر شوک حرارتی قرار دارند. تفاوت کوره‌های طراحی شده رو به بالا و رو به پایین در محل قرار گرفتن ظروف، مسیر حرکت حرارت و موقعیت اتاقک احتراق است. حرکت حرارت در کوره‌های رو به بالا، به طرف بالا و در کوره‌های رو به پایین، به طرف پایین است. در خاتمه نیز، هوای گرم توسط دودکش تعبیه شده در قسمت بالا به خارج راه پیدا می‌کند (همان). کوره‌های سفالگری عصر نوسنگی و مس‌وسنگ، در واقع مظهری از تکنولوژی اولیه استفاده از آتش هستند. ۸۹ عدد کوره از ۱۵ محوطه در ایران، عراق و سوریه به دست آمده است. این تعداد، نشان‌گر این است که محققان، تعداد بسیار کمی از هزاران کوره‌ای را که از هزاره هفتم تا هزاره پنجم قبل از میلاد در خاورمیانه مورد استفاده بوده، شناخته شده است (Streily, 2001: 70-71).

### دلایل خاکستری شدن بدنه سفال

سختی و تراکم کربن، تداوم پخت و حرارت یکنواخت و تراکم و ورزیدگی گل که حرکت گازها در درون گل به آن‌ها بستگی دارد، تماماً در نحوه پخت مؤثرند. برخی مواد کربن‌دار در حرارت پایین، مانند ۲۲۵ درجه سانتی‌گراد شروع به اکسید شدن می‌کنند؛ اما مؤثرترین دما برای این عمل بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد است. در حرارت‌های بالاتر، کربن اغلب به شکل متراکم‌تری تبدیل می‌شود که به آسانی اکسید نمی‌شود. اگر مواد کربن‌دار پیش از آغاز مرحله شیشه‌ای شدن، به طور کامل خارج نشود، گازهایی که در زیر سطح نفوذ ناپذیری که در اثر شیشه‌ای شدن سطح سفال

به وجود می‌آید، محصور می‌شود و در نتیجه مغز سفال را سیاه می‌کند و باعث باد کردن سطح بدنه‌ی ظرف می‌شود؛ البته این سیاهی مغز سفال را، نباید با آن سیاهی که در پخت با حرارت پایین صورت می‌گیرد، اشتباه کرد. اگر چه در هر دو مورد سیاهی مغز بر اثر مواد کربن دار به وجود آمده است؛ اما در مورد گزینه دوم، مرحله شیشه‌ای شدن به وقوع نپیوسته و مغز سفال صرفاً اکسید شدن ناقص و ناتمام را نشان می‌دهد که حاصل یک یا چند عامل - پخت کوتاه مدت، حرارت پایین، اکسیژن ناکافی - است. این موارد، علل اصلی سیاهی مغز در اکثر قریب به اتفاق سفال‌های پیش از تاریخ بوده است. دگرگونی‌های رنگ از عوامل متعدد سرچشمه می‌گیرد؛ گل کربن دار، اگر در پخت کاملاً اکسید نشود به رنگ قهوه‌ای، یا نخودی و یا قهوه‌ای مایل به خاکستری درمی‌آید. بیشتر کانی‌های آهن دار در حرارت ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد اکسید می‌شوند و گل آهن دار با اکسید شدن، روشن‌ترین رنگ را به خود می‌گیرد. آهن اکسید اکسیژن خود را در حرارت ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد از دست می‌دهد و تشکیل آهن اکسید مغناطیسی می‌دهد و بالاخره این که آهن اکسید در گرمای ۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، نمی‌تواند وجود داشته باشد؛ این حرارتی است بسیار بالاتر از حرارت موجود در کوره‌های پیش از تاریخ. به طور کلی، دخالت آهن اکسید در شیشه‌ای شدن بدنه‌ی سفال باعث تیره و ناخالص شدن رنگ سفال می‌شود. در چنین مواردی، رنگ‌های روشن تر نخودی و قرمز به زرد مایل به قهوه‌ای، قرمز تیره یا قهوه‌ای و قهوه‌ای شکلاتی یا حتی سیاه تغییر می‌یابند؛ البته ناخالصی‌های دیگری نیز وجود دارند که در دگرگونی رنگ مؤثرند، اما این گونه ناخالصی‌ها کمیاب‌اند (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۷).

به طور کلی، ترکیبات آهن در اثر حرارت به اکسیدها تبدیل می‌شود و به صورت رنگ دائمی سفال درمی‌آید. مقدار ترکیبات آهن، اندازه ذرات آن، توزیع آهن اکسید در تمامی سطح سفال و یا بخش‌هایی از آن، به انضمام ویژگی‌های خود گل، عوامل تعیین‌کننده برای رنگ‌های روشن به شمار می‌آیند و در شرایط استفاده از اکسیژن کافی تعیین خواهند کرد که رنگ سفال سفید باشد؛ یا به اصطلاح، نخودی یا قرمز. مواد کربن دار، تنها به هنگام کمبود اکسیژن کوره در تعیین رنگ سفال دخالت دارند. اگر به هنگام پخت، اکسیژن کافی به کوره وارد شود مواد کربن دار تجزیه می‌شود و به صورت گاز کربن دی‌اکسید متصاعد می‌گردد؛ بنابراین نه تنها بود یا نبود ترکیبات آهن و مقدار آن در گل باعث ایجاد دگرگونی‌های زیادی در رنگ سفال می‌گردد، بلکه درصد حجم اکسیژن در خارج ساختن مواد کربن دار از گل سفال، به هنگام پخت، نقش عمده‌ای در تعیین رنگ دارد. با این حال، باید توجه داشت که مقدار آهن اکسید موجود در گل همیشه به تنهایی عامل تعیین‌کننده رنگ سفال نیست و می‌تواند به راحتی شاخص گمراه کننده‌ای برای باستان‌شناس باشد و آن هنگامی است که آهن اکسید در کنار دیگر ترکیبات گل در حرارت‌های بالا از خود واکنش نشان دهد، یا ترکیبات گل تأثیر رنگی آهن اکسید را متوقف سازد؛ این تأثیر، به ویژه در سفال‌های با ترکیبات آهنی مشهود است (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۹).

درصد اکسیژن هوای کوره، طول زمان پخت و مقدار حرارت، تماماً در سوختن مواد کربن دار موجود در گل مؤثراند. هنگامی که جریان ورود هوا به درون کوره و خروج گازهای متصاعد شده از آن، اندک و زمان پخت کوتاه یا درجه حرارت پایین باشد، تنها مواد کربن دار سطحی در سفال می‌سوزند و مغز بدنه ظرف به رنگ خاکستری تیره باقی می‌ماند. اگر جریان هوا به درون کوره به حداقل برسد، مواد کربن دار به صورت زغال درمی‌آیند و رنگ سفال شدیداً خاکستری خواهد شد. تأثیر شرایط پخت بر مواد آهن دار اندکی پیچیده‌تر است. اگر اکسیژن کافی به کوره وارد شود، رنگ قرمز هماتیت (نوعی سنگ آهن با فرمول  $Fe_2O_3$  که گاهی به صورت گل آخرا ظاهر می‌شود) یا هر نوع آهن اکسید تغییر نمی‌پذیرد. لیمونیت (کلوخه زرد یا قهوه‌ای آهن طبیعی به فرمول  $2Fe_2O_3 + 3H_2O$ ) یا هر نوع آهن اکسید آب دار بر اثر از دست دادن آب خود در حرارت‌های

پایین، رنگ قرمز به خود می‌گیرند. مگنتیت (نوعی کلوخه آهن طبیعی به فرمول  $Fe_2O_4$ ) و دیگر کانی‌های آهن دار فاقد سیلیس، همچون پیریت (یا آهن سولفید که در طبیعت به رنگ طلائی ظاهر می‌گردد) و سیدریت (ماده آهن دار و کربن دار به فرمول  $FeCO_3$  که در طبیعت به صورت بلور یافت می‌شود و به «دُر کوهی» شهرت دارد) به هنگام پخت با اکسیژن کافی نیز، به آهن اکسید بدل می‌شوند. لازم به یادآوری است که آهن اکسید این دو کانی، تنها پس از سوخت کامل مواد کربن دار موجود در گِل سفال تشکیل می‌شود؛ بنابراین رنگ آهن اکسید در سفال با حرارت‌های پایین و در شرایط استفاده از اکسیژن کافی به دست می‌آید، اگر اکسیژن کوره اندک و حرارت بالا باشد، آهن اکسید به اکسید دیگری از آهن، که همان مگنتیت است، بدل می‌شود و رنگ سفال را به خاکستری تغییر می‌دهد. در چنین شرایطی، مگنتیت موجود در گِل سفال به صورت خنثی باقی می‌ماند یا خاکستری شدن رنگ سفال را تشدید می‌کند. کربن موجود در دود داخل کوره نیز، موجبات خاکستری شدن سطح سفال را فراهم می‌آورد و اگر دوده بیش از حد باشد، سطح ظرف به رنگ سیاه در می‌آید (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۹).

### سفال خاکستری در زاگرس مرکزی

در حدود ۳۲۰۰ تا ۳۰۰۰ ق. م. بخش‌های وسیعی از شمال غرب و غرب ایران تحت نفوذ و اشغال قومی جدید درآمد که ویژگی‌های مادی فرهنگی آن‌ها، مانند معماری و ساخت سفال، کاملاً با فرهنگ‌های پیشین تفاوت داشت (Burney, 1961: 138). مطالعات باستان‌شناسی، محل نشو، نما و شکل‌گیری این فرهنگ را در حدود دو رودخانه کورا و ارس در قفقاز اثبات نمود (Sagona, 2004: 80-96). به این اعتبار، امروزه این فرهنگ را به نام «فرهنگ کورا-ارس» می‌نامند، اما چون نخستین بار آثار آن، به طور گسترده در کاوش‌های تپه یانیق، نزدیک شهر تبریز یافت شد که در ایران گاهی به نام «فرهنگ یانیق» نیز نامیده می‌شود (Dyson, 1968: 310)؛ اما در دیگر مناطق تحت نفوذ، مانند شرق آناتولی و ماوراء قفقاز، به اسامی مختلفی مانند «نئولیتیک قفقاز E ماوراء قفقاز»، «مفرغ شرق آناتولی» (Burney & Lang, 1972: 57) و در مرکز غرب ایران به نام «فرهنگ گودین IV» نامیده می‌شود (Young, 1969: 9). تاکنون آثار این قوم، علاوه بر مناطقی در شرق آناتولی و حوزه قفقاز، در ایران در حوضه شرق دریاچه ارومیه (Burney, 1961: 138-9) و دشت‌های پیرامونی حوزه کوهستان الوند همدان یافت شده است (Young, 1966: 228-39).

از جمله زیستگاه‌های مهم مربوط به این فرهنگ در غرب ایران، می‌توان به محوطه‌هایی، مانند: گودین در کنگاور، باباقاسم در نهاوند، تپه گوراب در ملایر، تپه خدائی در سنقر کلیائی، تپه کوریجان در دشت کبودرآهنگ و تپه پیسا در همدان اشاره نمود که اخیراً عملیات کاوش باستان‌شناسی در تپه پیسا (مترجم و رنجبران، ۱۳۸۳؛ - محمدی‌فرو و مترجم، ۱۳۸۷) شروع شده و تاکنون نتایج درخور توجهی به همراه داشته است؛ یکی از مهم‌ترین این نتایج کشف گونه‌هایی از سفال‌های شاخص با تنوع بسیار بالایی از نقوش کنده مربوط به این سنت است. این مجموعه نقوش هم از لحاظ تنوع و هم از نظر موتیف نسبت به نمونه‌هایی که تاکنون شناخته شده‌اند، بسیار بیشتر می‌باشند.

سفالگران، سفال را بعد از ساخت و قبل از خشک شدن، کاملاً با یک شیء سخت، مانند قلوه سنگ به شدت داغ‌دار می‌کردند؛ در حدی که تبلور سیلیکات‌های موجود در گِل رس بر بدنه سفال ظاهر می‌شدند که موجب نوحی درخشش خاص در بدنه سفال می‌گردد (Young & Levine: 1974: 19)؛ بعد از آن، بر اساس یک طرح قبلی با یا ابزار ظریف و تیز نقوش هندسی متنوع را به عمق اندکی بر روی بدنه نقر می‌کردند. پس از خشک شدن کامل سفال، آن را درون نوعی چاله کوره که انباشت از مواد سوختنی بود، قرار می‌دادند؛ عدم احتراق کامل این مواد سوختی با تولید مقدار

زیادی گاز منو اکسید کربن CO همراه بود، این گاز با نفوذ در بطن سفال، رنگ آن را به نسبت شدت و ضعف مقدار موجود به رنگ سیاه تیره تا خاکستری روشن درمی آورد؛ سپس درون تمام نقوش کنده شده را با خمیره گچ پُر می کردند، درخشش رنگ سفید در زمینه سیاه با کنتراست بالا، موجب زیبایی بیش از پیش سفال می گردید. امروزه نزد باستان شناسان، سفال مخصوص این فرهنگ، همین سفال سیاه متالیک با نقوش کنده پُر شده با ماده سفید رنگ است که شاخص وجود این فرهنگ در محل تلقی می گردد.

### نمونه‌هایی از سفال خاکستری هزاره سوم قبل از میلاد (گودین IV) در نواحی شرقی زاگرس مرکزی (تپه پیسا)

تپه پیسا یا اوزباغ روسی، شامل دو تپه بزرگ مجموعاً به مساحت بیش از ۵/۵ هکتار هستند که امروزه در ضلع غربی شهر همدان و در کنار جاده آسفالت همدان- غارعلیصدر قرار دارد (محمدی فر و مترجم، ۱۳۸۷: ۱۴۲). اولین استقرار در این مکان که در گمانه لایه نگاری فقط ۳ متر مربع از آن کاوش شده، حاوی سفال‌های سیاه داغ‌داری بود که بر روی درصدی از آن‌ها نقوش کنده مثلثی، زیگزاگی و ترکیبی کنده شده و مجدداً با گچ پُر شده بودند؛ درحالی‌که این سفال‌ها قبلاً در طبقه IV گودین، در کاوش‌های کایلریانگ شناسایی و به‌عنوان نفوذ فرهنگ یانیق به زاگرس معرفی شده بودند. از این رو تاکنون قدیمی‌ترین دوره استقرار در این محوطه مربوط به فرهنگ یانیق یا همان گودین IV مربوط است. در تداوم این استقرار در نهشتی برابر با ۸۷۰ سانتی متر به ترتیب ۲۹ لایه برمینای تغییر رنگ تشخیص داده شد (همان: ۱۴۳). تپه مورد نظر یا تپه شرقی، دارای مساحت ۳/۴۹ هکتار است. ارتفاع تپه از سطح دریا در بلندترین نقطه ۱۷۷۴/۱۴ متر است؛ این درحالی‌ست که ارتفاع متوسط دشت در حاشیه تپه ۱۷۶۳ متر از سطح دریا است (محمدی فرو و مترجم، ۱۳۸۷: ۱۳۴)، (تصاویر ۱ و ۲؛ جداول ۱ و ۲).



تصویر ۱. نمونه سفال خاکستری تپه پیسا (آرشیو بانک سفال دانشگاه بوعلی سینا).

جدول ۱. مشخصات سفال خاکستری تپه پیسا (تصویر ۱)، (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نوع سفال	قسمتی از بدنه (لبه)، سفال خاکستری-سیاه یانیقی (گودین IV)
قدمت	هزاره سوم قبل از میلاد
تکنیک ساخت	دست‌ساز
تکنیک و کیفیت پخت	احیاء و کربنیزه با پخت نسبتاً مناسب
کیفیت و نوع خمیره	زبر و زمخت، مواد معدنی
ترئیانات	نقوش کنده با طرح زیگزاگی داغ‌دار و صیقلی



تصویر ۲. نمونه سفال خاکستری تپه پیسا (آرشیو بانک سفال دانشگاه بوعلی سینا).

جدول ۲. مشخصات سفال خاکستری تپه پیسا (تصویر ۲)، (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نوع سفال	قسمتی از بدنه (لبه)، سفال خاکستری-سیاه یانیقی (گودین IV)
قدمت	هزاره سوم قبل از میلاد
تکنیک ساخت	دست‌ساز
تکنیک و کیفیت پخت	احیاء و کربنیزه با پخت نسبتاً مناسب
کیفیت و نوع خمیره	زبر و زمخت، مواد معدنی
تزئینات	بدون نقش با سطح داغدار و صیقلی

### نمونه‌هایی از سفال خاکستری عصر آهن (هزاره اول قبل از میلاد) در نواحی شرقی زاگرس مرکزی

۱. تپه توشمالان K-64: در داخل روستای توشمالان و در زیر بافت کنونی روستا تپه‌ای باستانی قرار دارد که از نظر موقعیت توپوگرافی تپه، قسمت اعظم آن در زیر بافت مسکونی روستاست و فقط بخش کوچکی از آن در مرکز این روستای ۶۵ خانواری، آزاد است و بقیه آثار در زیر بافت مدفون است.

سفال‌های خشن با لعاب غلیظ قرمز رنگ از دوره گودین VII و گودین VI، سفال‌های نخودی منقوش از فازهای مختلف گودین III و سفال با شاموت نخودی مایل به قرمز با نقش قرمز از دوره اشکانی و سفال‌های لعاب دار تک رنگ اسلامی، مجموعه سفال‌های این تپه را تشکیل می‌دهند (محمدی فر، ۱۳۸۴: ۲۶۲).



تصویر ۳. نمونه سفال خاکستری تپه توشمالان (آرشیو بانک سفال دانشگاه بوعلی سینا).

جدول ۳. مشخصات سفال خاکستری تپه توشمالان (تصویر ۳)، (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نوع سفال	قسمتی از بدنه، سفال خاکستری عصر آهن
قدمت	هزاره اول قبل از میلاد
تکنیک ساخت	چرخ‌ساز
تکنیک و کیفیت پخت	احیاء با پخت مناسب
کیفیت و نوع خمیره	مناسب و با مواد بسیار ریز معدنی
تزئینات	نقوش خیاره‌ای داغدار

۲. تپه احمدآباد AS-67: در کنار روستای احمدآباد و متصل به ضلع شمالی روستا، تپه‌ای باستانی قرار دارد که در محل به نام «تپه احمدآباد» نامیده می‌شود. از نظر وضعیت توپوگرافی، تپه از اطراف دارای شیب به جوانب می‌باشد و سطح قاعده آن تقریباً به صورت مدور، به طول ۵۰، عرض ۴۰ متر و ارتفاع آن از سطح زمین‌های اطراف ۷/۳۰ متر است. این تپه به منظور مطالعه‌ی عصر آهن، یک تپه‌ی جالب توجه است؛ هرچند قسمت اعظم آن تخریب شده و تنها قسمت محدودی از آن باقی مانده است. سفال پراکنده بر روی سطح این تپه را، عمدتاً می‌توان در جدول گاهنگاری منطقه اسدآباد به شرح ذیل طبقه‌بندی نمود:

- ۱- مس‌وسنگ (سفال‌های پوک و گاهی خشن)
- ۲- مفرغ (دوره‌ی گودین III)
- ۳- هزاره اول (با سفال‌های شاخص خاکستری این دوران) (تصویر ۴، جدول ۴)
- ۴- اشکانی (محمدی‌فر، ۱۳۸۴: ۱۲۴-۱۲۵).



تصویر ۴. نمونه سفال خاکستری تپه احمدآباد (آرشو بانک سفال دانشگاه بوعلی سینا).

جدول ۴. مشخصات سفال خاکستری تپه احمدآباد (تصویر ۴)، (نگارندگان، ۱۳۹۵).

نوع سفال	قسمتی از بدنه و دسته ظرف، سفال خاکستری عصر آهن
قدمت	هزاره اول قبل از میلاد
تکنیک ساخت	چرخ‌ساز
تکنیک و کیفیت پخت	احیاء با پخت مناسب
کیفیت و نوع خمیره	مناسب و با مواد بسیار ریز معدنی
تزئینات	بدون نقش با سطح داغدار

### بازسازی عملی، تولید و پخت سفال خاکستری بدنه سفال‌های مورد نیاز

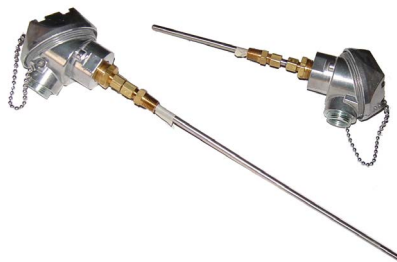
در تولید بدنه‌های سفالی مورد نیاز سعی شده تا حد ممکن الگوهای شکل‌دهی و فرم‌های شاخص این بازه زمانی مورد تقلید و بازسازی قرار گیرد و رعایت نکات طراحی بدنه، تنها تا حدی رعایت گردیده که حداقل‌های ظاهری و فنی مؤثر و مورد نیاز در محصول نهایی تأمین گردد. ظروفی که برای تست‌های پخت و هم‌چنین پخت‌نهایی انتخاب و استفاده شده‌اند، اکثراً دست‌ساز بوده و در تعداد کمی از چرخ استفاده شده است. در تعدادی نیز، از هر دو تکنیک چرخ و دست به موازات هم استفاده گردید که این اتفاق گریزناپذیر بوده و بنا به طراحی خاص آن‌ها در الگوهای تعریف شده، می‌بایستی شکل می‌گرفتند. در سفال‌هایی که به صورت دستی ساخته شده، فرم‌دهی با تکنیک‌های انگشتی و فتیله‌ای مهم‌ترین گزینه به‌شمار آمده و گاهی نیز، از تلفیق هر دو و یا حتی ترکیب تکنیک فتیله‌ای و چرخ‌کاری استفاده شده است. مهم‌ترین تزئینات ظروف نیز، تکنیک‌هایی هم‌چون: داغ‌دار کردن، ایجاد صیقل، تزئینات کنده و افزوده و تزئینات خیاره‌ای هستند. در تعدادی از ظروف که با تکنیک‌های تلفیقی شکل‌گرفت، همانند ظروف لوله‌دار عصر آهن، گاهی قطعاتی هم‌چون لوله و دسته، به‌طور جداگانه ساخته و به بدنه اصلی اتصال داده و افزوده شد.

### ابزار سنجش تغییرات حرارتی

در ادوار مختلف، سفالگران فرهنگ‌های گوناگون راه‌های بسیاری برای سنجش حرارت و چگونگی پخت سفال‌ها ارائه کرده‌اند که بیشترین آن‌ها بر مبنای مقایسه درجه ذوب مواد مختلف یا انبساط و انقباض و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد بوده است. از آن‌جا که در این تحقیق، به دلیل اهمیت ثبت دقیق و علمی تمامی مراحل پخت، نمی‌توان بر پایه احتمالات و روش‌های با دقت پایین استناد نمود؛ لذا به ابزاری دقیق و با حداقل ممکن خطا نیاز بود که خوشبختانه امروزه به وسیله پیشرفت تکنولوژی، این مشکل به آسانی بر طرف گردیده و ابزاری علمی به نام «ترموکوپل» یا حرارت‌سنج‌های الکترونیکی در دسترس هستند.

ترموکوپل، یکی از انواع مولد برق است. ترموکوپل، دو فلز غیر هم‌جنس است که از یک طرف به هم متصل‌اند. برای تولید برق باید محل اتصال دو فلز را حرارت داد. در این صورت در دو سر دیگر که آزاد هستند، برق تولید می‌شود؛ البته برقی که به این صورت تهیه می‌شود، بسیار کم است. به این صورت که وقتی به محل اتصال این دو مفتول حرارت داده شود، اختلاف پتانسیلی در دو سر این مفتول‌ها به وجود می‌آید. این اختلاف پتانسیل تابع میزان حرارت اعمال شده است و بنابراین با بررسی میزان ولتاژ خروجی، می‌توان درجه حرارت اعمال شده به ترموکوپل را تشخیص داد (تصویر ۵).

این دستگاه، قابلیت آن را دارد تا در صورت نیاز به‌طور جداگانه بر روی هرگونه کوره و منبع حرارتی نصب شده و برای اندازه‌گیری نوسانات درجه حرارت استفاده شود. امتیاز عمده ترموکوپل‌ها



تصویر ۵. نمونه ترموکوپل مورد استفاده در ثبت درجه حرارت نمونه‌های مورد مطالعه پژوهش (نگارندگان، ۱۳۹۵).

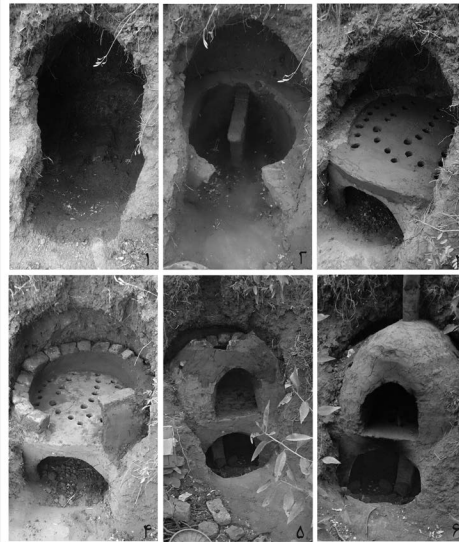
محدوده‌ی وسیع اندازه‌گیری آن‌هاست که به‌طور اوسطی از ۱۸۰- تا ۱۸۰۰+ درجه سانتی‌گراد را دربر می‌گیرد. دیگر امتیاز ترموکوپل‌ها، عملکرد خطی آن‌ها در محدوده اندازه‌گیری است. ترموکوپل‌ها، دارای گونه‌های متنوع برای اندازه‌گیری دما هستند؛ به‌طور مثال، گونه‌های R-S-B با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدوده ۲۰۰- الی ۱۸۰۰ و گونه‌های L-K-J با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدوده ۱۸۰- الی ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌کار می‌روند. از این دستگاه برای اندازه‌گیری دماهای بالا (مثلاً در کوره‌های پخت محصولات سرامیکی) استفاده می‌شود. ترموکوپل‌ها اصولاً در دمای پایین دارای دقت لازم نیستند، ولی جهت سنجش دماهای بالاتر از ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد یکی از گزینه‌های خوب به‌شمار می‌آیند.

### ساخت کوره

برای ساخت کوره، نقطه‌ای کوه‌پایه‌ای و در جنوب‌غربی شهر همدان، در باغ‌های دامنه کوهستان الوند انتخاب شد که هم از لحاظ جغرافیایی شرایط کلی محوطه‌های موجود در نواحی شرقی زاگرس مرکزی را دارا بوده و هم از لحاظ امکانات لازم طبیعی و فیزیکی، شرایط محیطی مناسبی جهت انجام مراحل ساخت و معماری کوره و هم‌چنین انجام مراحل پخت سفال را داشته باشد. ارتفاع نقطه‌ای که برای ساخت کوره انتخاب شد، بالاتر از سطح شهر بود (۱۹۶۲ متر از سطح دریا) که به‌همین دلیل محیط مناسبی را از لحاظ وجود جریان‌ات هوایی در اختیار گذاشت؛ هم‌چنین نقطه‌ای که برای ساخت کوره انتخاب شد، به‌دلیل دارا بودن شیب زیاد و حالت دیواره‌ای، محیطی مناسب از لحاظ بادگیر بودن و کنترل جریان‌ات هوایی به‌وجود آورد.

طراحی این کوره، براساس مطالعات نگارندگان بر روی کوره‌های به‌دست آمده از ادوار گوناگون شکل گرفت و از آن‌جا که گستره مورد پژوهش، محدوده‌ای تقریباً ۳۰۰۰ ساله را پوشش می‌داد؛ سعی شد طراحی به‌گونه‌ای انجام شود که بتوان شرایط لازم جهت بازسازی هر دو نوع پخت مورد نظر را با ایجاد تغییراتی مختصر، در آن محیا ساخت. در نتیجه، اگرچه پایه اولیه کوره براساس طرح اجاق‌ها بنا گذاشته شد، اما در ضمن رعایت شرایط طراحی اجاق-کوره، در مراحل بعدی سعی شد خصوصیات پلان مورد نظر کوره‌های دو محفظه‌ای عصر آهن کاملاً رعایت شود. آتشدان این کوره که عملاً در بخش اول بازسازی نقش اجاق مورد نظر را نیز، به‌عهده داشت؛ گودالی نعلی‌شکل بود که در قسمت جلویی به‌وسیله حفره‌ای شیب‌دار آغاز می‌شد. پس از انتخاب نقطه مناسب، عملیات حفر گودالی به قطر حدودی یک متر و عمق ۵۰ سانتی‌متر، در پایین دیواره آغاز گردید. بدنه اصلی زمین‌های منطقه توسط لایه بسیار نازکی از خاک‌های رُسی آبرفتی پوشیده شده، به‌دلیل وجود لایه سخت‌تر از نوع سنگ‌های شیبست در زیر لایه رسی، عمل حفاری کمی به‌سختی پیش رفت. به نوعی بدنه سنگی زمین، نقش دیواره قسمت داخلی کوره را دارا بود که تا قسمت زیر سقف آتشدان یا همان کف مشبک اتاق پخت کوره را دربر می‌گرفت. در وسط آتشدان نیز، دیوار کوچکی از ملات گل، آجر و سنگ در قسمت عقبی گودال نعلی‌شکل نقش ستون حمایت‌کننده سقف مشبک آتشدان را عهده‌دار شد. پس از پایان کار دیواره‌های داخلی آتشدان، ملاتی از گل رُس بر روی سطح داخلی کوره کشیده شد. برای ایجاد سقف آتشدان یا کف مشبک اتاقک پخت از قطعات سفالی باریک و بلند و در کناره‌ها از سنگ استفاده شد؛ به‌طوری‌که یک سر این قطعات به‌صورت زبانه در دیواره سنگی بدنه فرو رفته و در داخل دیواره قرار گرفت. طبقه دوم کوره، به‌صورت اتاقکی گنبدی‌شکل بر فراز طبقه اول یا همان اجاق یا آتشدان طراحی و پیش‌بینی گردید. مواد و مصالح مورد استفاده برای ایجاد این گنبد، سنگ و آجر بود که به‌وسیله ملات گل رُس بر روی هم چیده شد و کار به‌صورت چند مرحله‌ای انجام پذیرفت و وقفه‌هایی برای خشک‌شدن هر مرحله نیاز بود. قطر این گنبد در نهایت به دایره‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر رسید که محلی برای خروج دود و گازهای متصاعد شده،

هنگام پخت بود. سوراخ کوچکی نیز، در میانه گنبد و سمت چپ آن، جهت سوار کردن حرارت سنج الکتریکی در نظر گرفته شد. داخل و بیرون این گنبد نیز، به وسیله ملات گل رس اندود و دریچه ورودی اتاقک پخت نیز، همانند ورودی مخصوص سوخت به صورت هلالی ساخته شد. ضخامت دیواره این گنبد حدوداً ده سانتی متر بود که باعث می‌شد قطر داخلی محفظه پخت نسبت به طبقه پایینی، جمعاً ۲۰ سانتی متر کاهش پیدا کرده و در نهایت به ۸۰ سانتی متر برسد. این گنبد از کف مشبك کوره تا خروجی دود، حدوداً ۷۰ سانتی متر دارای ارتفاع بود (تصویر ۶).



تصویر ۶. مراحل ساخت کوره بازسازی شده جهت پخت و احیاء (نگارندگان، ۱۳۹۵).

### تهیه سوخت لازم

بنابر یافته‌های باستان‌شناسی، سوخت کوره‌های سفال خاکستری، اکثراً از: هیزم، شاخ و برگ درختان، خار و خاشاک و باقی مانده گیاهان خشك و فضولات حیوانی (بزسانان و گاوسانان) بوده است؛ لذا در آغازین مراحل پخت، سعی شد از نزدیک‌ترین و سهل‌الوصول‌ترین مواد موجود در محیط، جهت فراهم ساختن حرارتی مستمر برای پخت مناسب استفاده شود. هیزم حاصل از شاخ و برگ و ریشه درختان میوه، به دلیل داشتن شیره گیاهی خاص خود، موجبات تأمین حرارت لازم را تا حدی تضمین می‌کرد و به گونه‌ای وابستگی ایجاد کوره به اقلیم طبیعی مورد نظر را تأیید نمود. به منظور پخت ابتدایی با هدف بازسازی شرایط پخت سفال خاکستری-سیاه هزاره سوم قبل از میلاد، یعنی سفال خاکستری-سیاه یانیق یا گودین IV، سوخت مکملی جهت ایجاد کربن و دود لازم در کنار هیزم خشك بود که با توجه به فراهم بودن علف هرز خشك فراوان در محیط اطراف به آسانی فراهم گردید.

### بازسازی مراحل پخت سفال خاکستری-سیاه یانیقی (گودین IV)

در مورد این‌گونه خاص سفال خاکستری-سیاه یانیقی، تنها قسمت پایین یا اصطلاحاً آتشدان برای بازسازی شرایط چاله‌کوره‌های اجاق‌گونه، کفایت می‌کرد. با توجه به فضای کم این کوره، تنها سه عدد سفالینه خام در نزدیکی کوره و در مقابل ورودی آتشدان به گونه‌ای جاسازی شد که کم‌کم توسط گرمای شعله آتش با محیط هم‌دما شده و بتوان به آهستگی آن‌ها را به مرکز شعله نزدیک‌تر کرد. در مرحله بعد، سنسور ترموکوپل در مرکز چاله کوره قرار گرفت. در مدت یک ساعت ابتدایی، شعله‌ای بسیار ملایم هدف کار قرار داشت تا سفال‌ها به آهستگی گرم شده و شروع به از دست

دادن رطوبت نمایند. در پایان، حرارت آتش بر مبنای نمایشگر حدود ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد تخمین زده شد. کم‌کم بر حجم هیزم افزوده و با شیبی ملایم بر شدت شعله اضافه شد و دما تا ۳۶۰ درجه سانتی‌گراد در دومین ساعت پخت، بالا رفت و بر همین منوال در ساعت‌های سوم و چهارم به ترتیب به ۴۸۰ و ۵۸۰ درجه افزایش یافت. در این بین، سفال‌ها را کم‌کم به درون آتش نزدیک‌تر شدند. نهایتاً در ۵۸۰ درجه سانتی‌گراد سفال‌ها کاملاً در مرکز و کم‌کم رو به گداخته شدن گذاشتند. در پنجمین ساعت و در دمای حدود ۶۵۰ درجه، نیاز به سوخت بیشتر و هم‌چنین رساندن اکسیژن کافی، بیش از قبل خودنمایی کرد.

در این زمان، سرعت افزایش دما، رو به کاهش محسوسی گذاشته و گاهی نیز، به دلیل کمبود اکسیژن سوختن بد کوره و دود حاصل از آن را باعث می‌گردید. در نتیجه‌ی بالاتر رفتن دمای کوره، سرخی بدنه‌های سفالی، حتی در محیط روشن نیز قابل مشاهده بود. نکته قابل ذکر این‌که به دلیل وزش نسیمی اندک، گرچه رسیدن اکسیژن کافی به عمل افزایش دما کمک کرد؛ اما گاهی صدایی که حاصل از شوک حرارتی بدنه‌ها بود، با اندکی دقت کاملاً به گوش می‌رسید. در نتیجه، نگارندگان ناچار به پوشاندن بدنه‌ها در زیر خاکستر گردید؛ نهایتاً در پایان ششمین ساعت حدود ۵۰ درجه دیگر به دمای قبلی اضافه و نمایشگر عدد ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد را نشان داد. در این لحظه، زمان قطع اکسیژن رسانی، فرا رسیده بود. برای این منظور به یک باره، به وسیله حجم فشرده‌ای از علفه خشک و تر تمامی منافذ پوشیده و به وسیله گذاشتن موانعی بر روی خروجی دود و ورودی سوخت و ریختن خاک، کوره در حالت خفگی قرار گرفت. این عمل باعث حبس دود بسیار متراکم درون کوره گردید. عمل خفگی، باعث افت چشم‌گیر حرارت گشته و عدد نمایشگر تنها در یک ساعت از حدود ۷۰۰ درجه به ۵۳۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و اما در ساعت‌های بعدی، سیر کاهش دما به‌کندی گرایید؛ به طوری که طی ۴ ساعت تنها ۳۳۰ درجه کاهش یافته و حدوداً به ۲۰۰ درجه رسید. در این دما، کم‌کم حس شد، می‌توان منافذ را برای خنک‌تر کردن کوره گشود. نهایتاً در ششمین ساعت دسترسی به سفال‌ها امکان پذیر شد.

با کنار دادن خاکستر، سفال پخته شده سیاه-خاکستری خودنمایی کرد. پس از خروج تمامی سفال‌ها، یکی از ظروف برای حصول اطمینان از نفوذ رنگ خاکستری-سیاه سطح در عمق بدنه، شکسته و مورد بررسی قرار گرفت که پس از بررسی دقیق، می‌توان گفت رنگ خاکستری-سیاه در تمامی عمق بدنه نفوذ کرده بود؛ البته در نقاط با ضخامت کم‌تر این اتفاق قابل ملاحظه‌تر می‌نمود.

نکته دیگر، وجود ترک‌هایی ریز و مویی شکل، روی بدنه بود. سفال‌ها به دلیل تراکم کربن، اکثراً دچار حالتی چرب و آب‌گریز شده بودند که شباهت آن‌ها را به موادی هم‌چون گرافیت، بیشتر می‌کرد. در نقاطی بر روی سطح ظروف که در نزدیکی منافذ کوره قرار داشت، اثری از ابلق شدن (پلی‌کروم)، بر روی برخی نمونه‌ها قابل مشاهده بود. پرداخت حاصل از صیقل‌کاری نیز، برق و درخشندگی مخصوص نمونه‌های یانیک و گودین IV را در این نمونه‌ها یادآوری می‌کرد (تصویر ۷).



تصویر ۷. سفال خاکستری یانیکی بازسازی شده (نگارندگان، ۱۳۹۵).

### بازسازی مراحل پخت سفال خاکستری عصر آهن

در این مرحله، با توجه به وجود اتاقک پخت و فضای بیشتر تعداد سفالینه بیشتر (حدوداً ۱۰ قطعه) انتخاب شد و سعی شد تا قسمت‌های نازک‌تر و ظریف‌تر ظروف کمتر در معرض حرارت مستقیم قرار گرفته و حتی‌الامکان توسط قطعات ضخیم‌تر محافظت شوند (تصویر ۸).



تصویر ۸. چیدمان سفال‌های خام درون کوره (نگارندگان، ۱۳۹۵).

پس از حصول اطمینان از نحوه چیدمان، سنسور حرارتی ترموکوپل در محل تعبیه شده، قرار گرفت و در آخر ورودی اتاقک پخت توسط دیواره نازکی از سنگ، آجر و با ملات گِل، پوشیده شد و در نقطه‌ای که بهترین موقعیت میدان دید را دارا بود سوراخ کوچکی برای بررسی و مشاهده اتفاقات درون کوره تعبیه گردید. پس از گذشت نیم ساعت و خشکی ملات، به آرامی قراردادن هیزم و آمادگی جهت آغاز مراحل پخت در برنامه کاری قرار گرفت (تصویر ۹).



تصویر ۹. مراحل آغازین پخت (نگارندگان، ۱۳۹۵).

تقریباً در ساعت ۱۲ ظهر، می‌توان گفت کار شروع عملیات آغاز گردید. در ساعات اولیه پخت گرچه با افزایش حجم هیزم، بالا بردن سریع دما امکان‌پذیر بود، اما برای جلوگیری از ایجاد شوک حرارتی، روندی یکنواخت، منطقی‌تر به نظر رسید. از این‌رو در هر ساعت حدوداً ۱۰۰ درجه بر حرارت کوره افزوده شد؛ به طوری که تا ساعت ۱۹، یعنی به مدت ۷ ساعت دما، تقریباً به ۷۰۰ درجه رسید و سفالینه‌ها، عملاً فرصت کافی برای از دست دادن آب فیزیکی و شیمیایی را به دست آوردند. توضیح

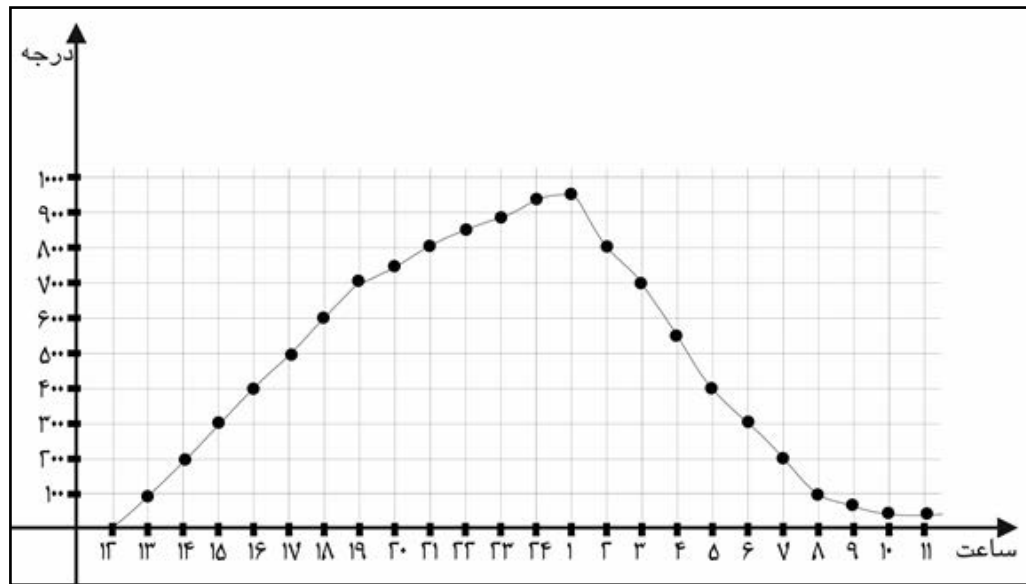
این نکته ضروری به نظر می‌رسد که متأسفانه در بازه زمانی این پخت، سکون جریانات هوایی به حدی رسید که حتی کوچک‌ترین نسیمی نیز، مشاهده نمی‌شد؛ اما با این همه به علت مکان مناسب ساخت کوره و هم‌چنین نوع معماری آن، خوشبختانه خللی به عملیات پخت وارد نشد. اما می‌توان گفت، پس از گذر از هفتمین ساعت پخت، افت محسوسی در سرعت افزایش دما اتفاق افتاد. تغییرات دمایی در طی ساعات ۱۹ الی ۲۴ (یا به عبارتی ۵ ساعت بعدی پخت)، به گونه‌ای بود که با چشم‌پوشی از نوسانات لحظه‌ای، می‌توان گفت در هر ساعت تقریباً ۵۰ درجه افزوده و در نهایت در ساعت ۲۴ به ۹۵۰ درجه رسید. در این دما (با توجه به تجربیات فراوان پخت سفال توسط نگارندگان) با نگاهی از طریق سوراخ چشمی، تغییر رنگ بدنه‌های سفال و درخشندگی خاص آن‌ها، تأییدکننده دمای بالاتر از ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد بود. در این زمان، نکته جالب این بود که با توجه به حجم زیاد شعله و گرمای موجود، آتش کوره آن‌چنان تشنه اکسیژن به نظر رسید که هر از چند گاهی با خروج ناگهانی گاز و اتمسفر کوره به همراه دود از دودکش، به دلیل حرارت بالا و وجود تراکم ذرات نسوخته در این اتمسفر انفجاری، گرچه بسیار مختصر، اما ناگهانی و غیرمنتظره بر فراز کوره در ارتفاع حدوداً یک متری به وقوع پیوست. در یک ساعت بعدی با توجه به رسیدن حرارت به حداکثر مورد نیاز، سعی شد تا دما به صورتی متعادل و ثابت نگه‌داشته شود و شرایط را برای ایجاد عملیات احیاء آماده گردد. در این موقع، با یک حرکت ناگهانی، ابتدا محل خروجی دود کوره مسدود و با توجه به این‌که هنوز آتشدان مملو از مواد سوختی و شعله‌های آتش بود، به یک باره سوراخ چشمی و پس از آن ورودی سوخت توسط ریختن خاک و ایجاد موانعی پوشانده شد که این عمل موجبات افت ناگهانی دما در کوره را فراهم آورد و تنها در یک ساعت حدود ۱۵۰ درجه از دما کاسته و در ساعت ۲ صبح به ۸۰۰ درجه سانتی‌گراد رسید (تصویر ۱۰).



تصویر ۱۰. پوشانیدن منافذ کوره جهت عملیات احیاء (نگارندگان، ۱۳۹۵).

پس از این کاهش ناگهانی، دما در ساعت بعدی روند کاهش کندتر شده و به ۷۰۰ درجه رسید؛ اما در سه ساعت بعدی، در هر ساعت حدوداً ۱۵۰ درجه و در نهایت در حدود ۶ صبح به ۳۰۰ درجه رسید. این روند، مجدداً در ساعت‌های بعد کاهش ملایم‌تری داشت که این تغییرات را، می‌توان در نمودار موجود به وضوح مشاهده نمود (نمودار ۱).

در نهایت، پس از گذشت چندین ساعت و خنک شدن کوره، وقت باز کردن و خروج سفال‌ها و مشاهده نتیجه عملیات پخت و احیاء فرا رسید و کار تخریب دیواره ورودی آغاز شد. پس از تخریب قسمتی از دیواره، نکته جالب توجه این بود که به علت سوخت کامل و مصرف تمامی اکسیژن داخل کوره، به دلیل انسداد دریچه‌ها، هیچ‌گونه اثری از دود و دود زدگی در کوره مشاهده نشد. هم‌چنین با نمایان شدن داخل کوره و مشاهده سفالینه‌ها، این نکته بیش از پیش خودنمایی نمود؛ چراکه سفالینه‌ها به صورتی بسیار تمیز و عاری از دود و دودزدگی به رنگ خاکستری روشن در آمده بودند! (تصویر ۱۲).



نمودار ۱. نمودار تغییرات حرارتی در طول زمان پخت (نگارندگان، ۱۳۹۵).



تصویر ۱۲. باز کردن کوره (نگارندگان، ۱۳۹۵).

کم‌کم دسترسی به سفالینه‌ها امکان‌پذیر گردید. می‌توان گفت، تقریباً بر روی هیچ‌یک از سفالینه‌ها اثری از شوک حرارتی و یا اثری از پخت بد و ایرادات معمول پخت مشاهده نگردید. تنها مورد مشاهده شده قابل ذکر و جالب در مورد یکی از سفالینه‌ها بود که به‌طور آزمایشی به‌وسیله الیاف سلولوزی، نوعی علف هرز پر شده بود. پس از خارج کردن این ظرف از کوره با کمال شگفتی مشاهده شد که پوششی تقریباً سیاه‌رنگ تمامی لبه‌ی داخلی دهانه ظرف را پوشانده و به‌صورتی براق و چشم‌نواز خودنمایی می‌کرد؛ معمولاً چنین آثاری به آسانی قابل شستشو یا تراشیدن هستند، اما این پوشش پس از شستشو و تراش، هم‌چنان پابرجا بود. در این مرحله نیز، برای اطمینان از نفوذ رنگ خاکستری، چند قطعه شکسته و وجود رنگ خاکستری در عمق بدنه و احیاء کامل سفالینه‌ها به‌وضوح مشاهده شد (تصویر ۱۳).



تصویر ۱۳. سفال‌های بازسازی شده (نگارندگان، ۱۳۹۵).

### بحث و تحلیل

یکی از مزایای استفاده از روش‌های باستان‌شناسی تجربی در پژوهش حاضر، این بود که بازسازی شرایط پخت دو گونه سفال خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن، باعث شد تا پس از حصول موفقیت در تولید نمونه‌های مشابه هر یک، در واقع گزینه معلوم این معادله به دست آید. پس از انجام عملیات بازسازی کوره و موفقیت در تولید نمونه‌ها، تنها با مقایسه‌ای بسیار ساده، درستی احتمالات موجود که همان مجهولات معادله بود به راحتی قابل دریافت است؛ البته ثبت دقیق و علمی مراحل کار نیز، بر این نتایج مهر تأیید زد. براساس این یافته‌های تجربی در مورد سفال خاکستری عصر مفرغ، اگرچه یافته‌های پیشین دال بر دستیابی سفالگر به فن پخت همراه با فرآیند احیاست، اما با توجه به حجم کربن انباشته شده در نمونه‌ها (کربنیزه شدن) که به دلیل همجواری با دود فراوان و هیزم بوده است، می‌توان گفت هنوز امکان کنترل دقیق و حساب شده شرایط پخت برای سفالگر مقدور نیست.

براساس بررسی گزارشات موجود و مشاهده عینی نمونه‌های به جا مانده از عصر مفرغ، این گونه از سفال دارای بدنه‌هایی بسیار زمخت‌تر از سفال خاکستری عصر آهن است و نشانه‌های تجربی حاکی از پایین‌تر بودن دمای پخت هستند؛ البته تفاوت‌های فراوانی در زمینه‌هایی دیگر، هم‌چون طراحی و تزئینات نیز وجود دارند که به دلیل نامرتب بودن با موضوع این پژوهش، یعنی «تکنیک‌های پخت» از آن‌ها صرف نظر شد. در مورد تکنیک پخت آن نیز، در اکثر اسناد موجود اشاره به احتمال نوعی پخت چاله‌کوره‌ای شده است که با توجه به شواهد دور از ذهن نیست. در مورد سفال خاکستری عصر آهن، اما وضع به گونه‌ای دیگر است؛ نمونه‌هایی از کوره‌هایی بسیار متفاوت و البته پیشرفته در این دوره از تسلط بالای سفالگر بر آتش کوره حکایت دارد و آنچه از مشاهده مستقیم و بررسی بدنه‌ها به چشم می‌خورد، نشان‌دهنده کنترل دقیق فرآیند پخت و عمل اکسیداسیون و احیاست.

بازسازی شرایط پخت سفال عصر مفرغ نشان داد که کوره مورد نظر، احتمالاً نوعی اجاق-کوره با ابعاد کوچک است که محفظه‌ای نسبتاً ابتدایی برای کنترل آتش و پخت در جوار دود فراوان حاصل از هیزم و سوخت را فراهم می‌کرده است. آتشدان کوره بازسازی شده توانست شرایطی مشابه اجاق-کوره‌ها را به خوبی فراهم نماید. در این اجاق-کوره، پخت سفالی کاملاً مشابه با نمونه‌های عصر مفرغ، به خصوص سفال یانیقی یا گودین IV امکان پذیر شد، اما به دلیل محدودیت‌های فیزیکی و اولیه بودن امکانات کیفیت و نوع احیاء، هرگز با نمونه‌های یافته شده متعلق به عصر

آهن قابل مقایسه نبود. در واقع، با وجود تلاش برای ایجاد شرایط بهینه، در این نوع از کوره‌ها امکان دستیابی به محصولی با کیفیت‌تر هم‌چون سفالینه خاکستری عصر آهنی وجود ندارد؛ ولو این‌که با توجه به هدر رفت بیش از حد انرژی بیشینه حرارت تولید شده در این اجاق از حدود ۷۰۰ درجه سانتی‌گراد تجاوز نکرد که تولید سفالینه‌ای با کیفیت بالاتر در این شرایط، تقریباً بعید است. با گسترش کوره و تکامل آن، در نهایت کوره بازسازی شده به پلانی هم‌چون کوره‌های به دست آمده در محوطه‌های عصر آهنی نزدیک‌تر شده و پس از بازسازی کامل شرایط پخت، نتیجه حاصل نیز، تأییدکننده این ادعا بود. در این کوره، دلایلی هم‌چون: جدا بودن محفظه پخت، تسلط بر اختصاص مناسب شعله به سفالینه‌ها، بسته بودن و برخورد نداشتن سفالینه‌ها با جریان هوا و آسان تر شدن ایجاد شرایط احیای مناسب، باعث شد تا با کیفیتی به مراتب بالاتر مواجه شویم. بررسی مراحل پخت سفالینه حاصل به نوعی، می‌توانست شرایط پخت سفالینه‌های باستانی عصر آهن را تداعی کند؛ علاوه بر آن، بسته و قابل کنترل بودن این کوره، باعث شد تا دسترسی به دماهای بالاتر (حدود ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد) نیز، امکان پذیر شده و هم‌چنین عمل احیاء نیز، در دمای مناسب‌تری روی داده و به دلیل حرارت کافی، شاهد رسوب کربن کمتری در سفالینه‌ها باشیم. در واقع، رنگ خاکستری سفالینه بازسازی شده با شرایط کوره‌های عصر آهن بیشتر حاصل احیای صحیح و وابسته به فعل و انفعالات شیمیایی کربن و مصرف و جایگزینی اکسیژن موجود در اکسید آهن ترکیبی در خاک بدنه سفال است. تفاوت‌های تکنیکی موجود در این دو گونه که عمدتاً حاصل وجود تفاوت‌هایی در ساختار معماری کوره‌هاست در کیفیت پخت بدنه‌ها و اختلاف شدت تجمع کربن و تفاوت رنگ سطح و عمق بدنه به خوبی مشهود است.

### نتیجه‌گیری

پس از بررسی و مطالعه مستندات موجود در محدوده زمانی و مکانی مورد نظر، می‌توان گفت سفال خاکستری دارای دوگونه اصلی است که این دوگونه از لحاظ زمان پیدایش، ریشه فرهنگی پدید آورنده و تکنیک‌های خاص تولید و پخت، تفاوت‌های شاخصی با هم دارند. از نظر شاخصه‌های تکنیک پخت شاید، بتوان گفت تنها مورد مشابهت این دو محصول فرهنگی، وجود «رنگ متفاوت خاکستری» در بدنه هر دو نوع سفال است که به دلیل تفاوت شاخص با دیگر گونه‌ها آن دو را به هم نزدیک‌تر نموده است. شاخصه‌های پخت سفال خاکستری اولیه عصر مفرغ که آن را از سفال خاکستری عصر آهن متمایز نموده، در وجود دو فاکتور اصلی، یعنی نوع کوره و خصوصیات بدنه محصول نهفته است؛ در نهایت با حصول نتیجه و بررسی یافته‌ها مشاهده شد که تقریباً هیچ‌گونه تفاوتی بین نمونه‌های بازسازی شده و داده‌های پیشین وجود ندارد. با توجه به مقایسه و بررسی نمونه‌ها، پخت سفال خاکستری عصر آهن به نوعی تکامل یافتن شیوه‌ها و روش‌های آگاهانه پخت را طی هزاره سوم تا اول قبل از میلاد متذکر است؛ به گونه‌ای که اگرچه تحولات آغازین، در جهت دستیابی به تکنیک پخت احیاء در عصر مفرغ اتفاق افتاد، اما تنها در نمونه‌های سفال عصر آهن، می‌توان احیاء کامل و صحیح یک سفالینه را به وضوح مشاهده کرد. در واقع اشتراک این دوگونه از سفال در ایجاد شرایط اتمسفر احیاء در پخت هر دو است و جالب این‌که تفاوت آن‌ها نیز در کیفیت و نوع اجرای آن است که می‌تواند حاصل پیشرفت تکامل تدریجی در معماری کوره و امکانات و آگاهی لازم در ساخت آن و رعایت فاکتورهای مهم در طی قرن‌ها باشد.

### سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دارند از آقای دکتر خلیل‌الله بیگ محمدی به جهت همیاری در نگارش مقاله و کمک‌های بی‌دریغشان، مراتب قدردانی خود را ابراز بدارند.

## پی‌نوشت

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر یعقوب محمدی‌فر که در گروه باستان‌شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه آزاد تهران مرکزی، نگارش و دفاع شده است.

## کتابنامه

- توحیدی، فائق، (۱۳۸۲)، *فن و هنر سفالگری*. تهران: انتشارات سمت، چاپ دوم.
- طلائی، حسن، (۱۳۸۷)، *عصر مفرغ ایران*. تهران: انتشارات سمت، چاپ دوم.
- علیزاده، عباس، (۱۳۸۳). *تئوری و عمل در باستان‌شناسی: با فصل‌هایی در زیست‌شناسی تحولی و معرفت‌شناسی*. تهران: وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی، سازمان میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری.
- کامبخش‌فرد، سیف‌الله، (۱۳۸۹)، *سفال و سفالگری در ایران از ابتدای نوسنگی تا دوران معاصر*. تهران: انتشارات ققنوس، چاپ چهارم.
- مجیدزاده، یوسف، (۱۳۷۰)، «باستان‌شناسی و سفال». *مجله باستان‌شناسی و تاریخ*، سال پنجم، شماره دوم، صص: ۱۴-۷.
- مترجم عباس؛ و رنجبران، محمدرحیم، (۱۳۸۳)، «گزارش فصل نخست لایه‌نگاری تپه پیسای همدان». *آرشیو مدارک اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان* (منتشر نشده).
- محمدی‌فر، یعقوب؛ و مترجم، عباس، (۱۳۸۷). «گزارش سومین کاوش تپه پیسا». *آرشیو مدارک اداره کل میراث فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان* (منتشر نشده).
- محمدی‌فر، یعقوب، (۱۳۸۴)، «بررسی و تحلیل آثار و استقرارهای اشکانی در زاگرس مرکزی». *رساله‌ی دکتر باستان‌شناسی، دانشگاه تربیت مدرس تهران* (منتشر نشده).

- Burney, C. A., (1961), "Excavation at Yanik Tepe North-West Iran", *IRAQ*. Vol. XXIII, Pp: 138-156.
- Burney, C. A. & Lang, D. M., (1972). *The Peoples of Hills*. New York, Praeger.
- Dyson, R. H., (1986), "Annotation and Corrections of the Relative Chronology of Iran". *American Journal of Archaeology*, Vol. 72, No. 4.
- Rice, P. M., 1987, *Pottery Analysis: A source Book*. University of Chicago Press, Chicago.
- Hansen, S. A., (2001), "Early Pottery Kilns In The Middle East". *Paleorient*, Vol. 26, No. 2, Pp: 69-81.
- Sagona. A., (2004), *Aviwe from the High land, Archaeological studies in Honor of Charles Burney*. Ed by: Antonio Sagona, Supplement, 12 leuven.
- Young, T. C., (1969), "The Chronology of the Late Third Second Millennia in Central Western Iran as Seen from Godin Tepe". *American Journal of Archaeology*, Vol. 73, No. 3.
- Young, T. C., (1961), "Survey in western iran, Journal of near eastern studies". Vol. 25, No. 4, Pp: 228-239.
- Young. T. C. & Levine, L., (1974), "Excavation of the God in Project". Second Rogross. ROM, No. 26.
- Young. T. C., (1963), "Dalma Painted Waer". *Expedition*, Pp: 38-39.