[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

P. ISSN: 2645-5048 & E. ISSN: 2645-5706
|| شماره ۹ || سال سوم || پاییز ۱۳۹۸ ||

بررسی و بازسازی تکنیک‌های پخت سفال خاکستری طی هزارهٔ سوم تا اول قبل‌ازمیلاد در نواحی شرقی زاگرس‌مرکزی[1]

مهدی کریمی‌منسوب[I]
یعقوب محمدی‌فر[II]

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

چکیده

دو گونهٔ شاخص از داده‌های فرهنگی مربوط به نواحی شرقی زاگرس‌مرکزی، سفال خاکستری یانیقی مربوط به عصر مفرغ قدیم (هزارهٔ سوم قبل‌ازمیلاد) و سفال خاکستری عصر آهن (هزارهٔ دوم و اول قبل‌ازمیلاد) هستند که شناسایی، بررسی و بازسازی تکنیک پخت این دو گونهٔ سفال در پژوهش پیش‌رو، 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 عبارتنداز: ۱. سفال خاکستری به‌واسطهٔ 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؟ در این مسیر با تکیه بر داده‌های باستانی و مقایسهٔ 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 مذبور، در انتها می‌توان چنین نتیجه گرفت که پخت به روش احیاء و رنگ خاکستری حاصله، مهم‌ترین شاخصهٔ 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. آن‌چه مسلم است، با تکامل ساختمان کوره‌ها، حرارت تولید شده از حدود ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد در سفال خاکستری یانیقی عصر مفرغ، به حدود ۱۰۰۰درجهٔ سانتی‌گراد، در نمونه‌های عصر آهنی افزایش یافته و باعث بالاتر رفتن کیفیت پخت و همچنین، احیای مناسب و کامل سفالینه‌ها شده است. مقایسهٔ 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 گونهٔ شاخص سفال خاکستری پرده برداشته است.

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

I. دانش‌آموختهٔ کارشناسی‌ارشد باستان‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
II. استاد گروه باستان‌شناسی دانشگاه بوعلی‌سینا (نویسندهٔ مسئول). mohamadifar@basu.ac.ir

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

مقدمه

پدیدهٔ سفال و سفالگری، همواره به‌دلیل آمیخته بودن آن با تاریخ زندگی انسان، از اهمیت بالایی در مطالعات باستان‌شناسی برخوردار بوده است. طی صد سال گذشته، مطالعه برروی این مقوله برای شناخت بهتر جوامع، به تحقیقات باستان‌شناسی وارد شده است (کامبخش‌فرد، ۱۳۸۹: ۹). در ابتدا، سفالینه بیشتر در جهت کاربردی آن و کم‌کم به‌منظور انتقال پیام و مفاهیم فرهنگی مورد استفاده قرار گرفت؛ بدین‌ترتیب به نوعی، باید گفت با بررسی سفال، می‌توان از موقعیت صنعتی، کشاورزی و حتی احساسات عاطفی یک جامعهٔ 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 ناگفتهٔ زیستی و فرهنگی جوامع خواهد بود.

بر مبنای مطالعات باستان‌شناسی، می‌توان زاگرس‌مرکزی را خاستگاه اولیهٔ سفال و سفالگری دانست؛ از این‌رو، در این پژوهش به بررسی و بازسازی تکنیک‌های پخت سفال خاکستری در نواحی شرقی زاگرس‌مرکزی 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 زمینهٔ 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 حقایقی دربارهٔ تکنیک‌های تولید و پخت سفال خاکستری بوده است. باتوجه به مطالعات گذشته، انواع سفال خاکستری را، می‌توان در دو دستهٔ سفال خاکستری‌رنگ اولیه در هزارهٔ سوم قبل‌ازمیلاد معروف به «یانیقی» و سفال خاکستری رنگ هزارهٔ اول قبل‌ازمیلاد 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 عبارتنداز: ۱. سفال خاکستری به‌واسطهٔ 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 نقطه‌نظر، از مهم‌ترین و در عین‌حال 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 مقایسهٔ آن با نمونه‌های بازسازی شده، به شباهت‌ها و تفاوت‌های تکنیکی موجود پرداخته شده است. در این راستا، به بازسازی دو

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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 اولیهٔ 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 بدنهٔ سفال در این کوره‌ها اتفاق افتاد که دستیابی به اطلاعاتی جدید در مقولهٔ سیر تحول پخت سفال خاکستری را به‌دنبال داشت؛ نهایتاً، مقایسهٔ داده‌های به‌دست آمده در این بازسازی با نتایج مطالعات گذشته، اثبات درستی فرضیات را در پی داشت؛ به‌طوری 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.

پیشینهٔ پژوهش

اگر چه در منابع پیش‌تر (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۹-۷)، اشاراتی کلی به‌دلایل خاکستری شدن بدنهٔ سفال، هم‌چون دخالت عناصری مانند: اکسیژن، آهن و کربن شده بود و در پژوهشی دیگر، فرآیند احیا 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 آگاهانهٔ پخت در طی هزارهٔ سوم تا اول قبل‌ازمیلاد را متذکر است؛ به‌گونه‌ای که باوجود 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 به‌وضوح مشاهده نمود.

فرآیند پخت سفال

پختن سفال، یك اقدام مهم در تکنولوژی تولید محسوب می‌شود. به این‌ترتیب که با ایجاد درجه حرارتی بین ۱۷۰۰-۵۰۰ درجهٔ 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 یك محفظهٔ 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 عمدهٔ سفالگران بوده و هستند: ۱. کنترل بیشتر بر تولید محصول؛ ۲. تولید درجهٔ حرارت بیشتر؛ و ۳. استفاده اقتصادی‌تر از سوخت (Rice, 1987: 153).

مراحل پخت سفال

الف) خشك‌شدن کامل: در این مرحله، تمام آب باقی‌مانده در گِل تبخیر می‌شود و این‌کار، باید به آهستگی انجام گیرد. این مرحله، در نزد سفالگران به مرحلهٔ -بخار شدن آب سفال- معروف است که سفالگران با مشاهدهٔ بخار و نوع دود کوره، این حالت را به‌خوبی تشخیص می‌دهند. در پایان مرحلهٔ تبخیر، سفالگران حرارت (سوخت / آتش) کوره را افزایش می‌دهند که معمولاً به ۳۵۰ تا ۴۰۰ درجه می‌رسد؛ در این مرحله، آب شیمیایی گِل رس شروع به تجزیه و خارج‌شدن می‌کند. آب شیمیایی از مواد ترکیبی با ملکول‌های تشکیل‌دهندهٔ گِل است که تا قبل از ۳۵۰ درجه بدون واکنش در گِل 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 مرحلهٔ تبخیر شیمیایی،

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

دقت زیادی لازم است؛ زیرا اگر حرارت به‌سرعت بالا برود امکان تَرَک و تخریب زیاد می‌شود. خطر دیگر در حرارت حدود ۵۷۳ درجهٔ 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 باقی‌مانده و آن‌را به رنگ قهوه‌ای یا سیاه درمی‌آورد. ممکن است مقدار کمی از کربنات کلسیم یا سولفات در گل وجود داشته باشد که این ناخالصی‌ها در حرارت‌های بالا از آن خارج می‌شود (همان).

ج) تجزیهٔ کوارتز: مقدار قابل‌توجهی کوارتز، به‌صورت‌های مختلف در گِل وجود دارد. کریستال کوارتز، به شکل‌های مختلف دیده می‌شود و با افزایش درجهٔ 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 به‌جای خود بازمی‌گردد. کوارتز شکل و اندازهٔ خود را به‌دست می‌آورد. با درنظر 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 درجهٔ حرارت بالا، به‌ویژه آهن، داخل گِل با یکدیگر جوش می‌خورد. اگر درجهٔ حرارت را بسیار بالا برود، تمام این مواد به‌صورت مادهٔ شیشه‌ای درخواهند آمد. بعضی گِل‌های قرمز چون مقدار بیشتری آهن دارند، نقطهٔ ذوب آن‌ها پایین‌تر است. سختی اشیای سفالی بستگی به نوع ترکیب کریستال‌های آن پس از پختن دارد و این خاصیت به‌ویژه به وجود کریستال‌های دوگانهٔ آلومینیوم و سیلیکات برمی‌گردد که دراز و سوزنی‌شکل است و باعث چسبندگی و سختی اجزای سفال می‌شود. استحالهٔ گل‌ها در حرارت‌های مختلف صورت می‌پذیرد؛ مثلاً گِل قرمز به علت وجود آهن، ۱۰۰۰ درجه و بعضی دیگر از گل‌ها 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 به‌اندازهٔ آب رفتن گِل در مرحلهٔ خشک‌شدن کامل نیست. در این مرحله، آب رفتن گِل به‌طور کلی ۱۰ درصد است که این مقدار بسته به درجهٔ انجام استحاله متغیر است. هنر پختن اشیای سفالی در گرو تنظیم درجهٔ حرارت به مقدار معینی است که در آن درجهٔ ذوب شدن و جوش‌خوردن 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 نظریهٔ رایس (Rice, 1987)، کوره‌ها را می‌توان به سه نوع کلی تقسیم کرد:

۱- کوره‌های اجاقی.

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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 این‌صورت که فضای کوره محدود شده، اما مواد سوختنی هنوز بین ظروف پراکنده‌اند. در اصطلاح به این تکنیك «روش پخت آمیخته» نیز می‌گویند. این کوره‌ها به‌طور معمول از سه یا چهار طرف به‌وسیلهٔ دیوارهای کوتاه خشتی احاطه شده‌اند. در این نوع درجه، حرارت نسبتاً بالایی تولید شده و برای مدت نسبتاً طولانی در کوره باقی‌مانده و عمل پخت نیز به‌طور کامل انجام می‌گیرد؛ اگرچه که این درجهٔ حرارت برای پخت ظروف لعاب‌دار نیز، کافی است؛ اما از این کوره‌ها به‌دلیل نزدیکی بیش از حد ظروف به یکدیگر، استفاده نمی‌شود (Rice, 1987: 158).

آتشدان کوره‌های رو به بالا، به‌گونه‌ای طراحی شده که گرما از زیر ظروف به طرف بالا حرکت کرده و در نهایت از کوره خارج می‌شود. این کوره‌ها، به‌طور معمول استوانه‌ای شکل هستند؛ البته اشکال مکعبی شکل نیز، دارند. سوخت این کوره‌ها در محوطهٔ رو باز اطراف کوره یا زیر آتشدان قرار دارد. انواع اولیهٔ این کوره‌ها، کوره‌های پشته‌ای بوده که روی یك تپه یا خاکریز حفر می‌شده‌اند. آتشدان آن‌ها در سطحی پایین‌تر قرار داشته و روی آن اتاقکی بوده است که به‌وسیلهٔ یك دودکش به خارج راه پیدا می‌کرده است. وجود سطحی مشبك در کف اتاقك‌ها، 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 به‌نظر 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 گنبدی‌شکل برای آن‌ها می‌ساخته‌اند. احتمالاً برای جدا کردن ظروف لعاب‌دار نیز، از تکه‌های گِل پخته استفاده می‌کرده‌اند تا آسیبی به ظروف نرسد. حد اکثر حرارت تولید شده در این کوره‌ها ۱۰۰۰-۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. محل قرار گرفتن دودکش در این کوره‌ها، براساس نحوهٔ چیدن ظروف در آن مشخص می‌شود. با این‌همه، پایین‌ترین سطح ظروف، هم‌چنان در معرض خطر شوك حرارتی قرار دارند. تفاوت کوره‌های طراحی شدهٔ رو به بالا و رو به پایین در محل قرار گرفتن ظروف، مسیر حرکت حرارت و موقعیت اتاقك احتراق است. حرکت حرارت در کوره‌های رو به بالا، به‌طرف بالا و در کوره‌های رو به پایین، به‌طرف 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، درواقع مظهری از تکنولوژی اولیهٔ استفاده از آتش هستند. ۸۹ عدد کوره از ۱۵ محوطه در ایران، عراق و سوریه به‌دست آمده است. این تعداد، نشان‌گر این است که محققان، تعداد بسیار کمی از هزاران کوره‌ای را که از هزارهٔ هفتم تا هزارهٔ پنجم قبل‌ازمیلاد 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 گِل به آن‌ها بستگی دارد، تماماً در نحوهٔ پخت مؤثرند. برخی مواد کربن‌دار در حرارت پایین، مانند ۲۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد شروع به اکسید شدن می‌کنند؛ اما مؤثرترین دما برای این عمل بین ۷۰۰ تا ۸۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است. در حرارت‌های بالاتر، کربن اغلب به‌شکل متراکم‌تری تبدیل می‌شود که به آسانی اکسید نمی‌شود. اگر مواد کربن‌دار پیش از آغاز مرحلهٔ شیشه‌ای شدن، به‌طور کامل خارج نشود، گازهایی که در زیر سطح نفوذ ناپذیری که در اثر شیشه‌ای شدن سطح سفال

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

به‌وجود 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 کربن‌دار به‌وجود آمده است؛ اما در مورد گزینهٔ دوم، مرحلهٔ شیشه‌ای شدن به‌وقوع نپیوسته و مغز سفال صرفاً اکسید شدن ناقص و ناتمام را نشان می‌دهد که حاصل یك 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؛ گِل کربن‌دار، اگر در پخت کاملاً اکسید نشود به رنگ قهوه‌ای، یا نخودی و یا قهوه‌ای مایل به خاکستری درمی‌آید. بیشتر کانی‌های آهن‌دار در حرارت ۸۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد اکسید می‌شوند و گِل آهن‌دار با اکسید شدن، روشن‌ترین رنگ را به‌خود می‌گیرد. آهن اکسید اکسیژن خود را در حرارت ۱۰۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد از دست می‌دهد و تشکیل آهن اکسید مغناطیسی می‌دهد و بالاخره این‌که آهن اکسید در گرمای ۱۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد، نمی‌تواند وجود داشته باشد؛ این حرارتی است بسیار بالاتر از حرارت موجود در کوره‌های پیش‌ازتاریخ. به‌طور کلی، دخالت آهن اکسید در شیشه‌ای شدن بدنه‌ی سفال باعث تیره و ناخالص شدن رنگ سفال می‌شود. در چنین مواردی، رنگ‌های روشن‌تر 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 این‌گونهٔ ناخالصی‌ها کمیاب‌اند (مجیدزاده، ۱۳۷۰: ۷).

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

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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

پایین، رنگ قرمز به خود می‌گیرند. مگنتیت (نوعی کلوخهٔ آهن طبیعی به فرمول Fe2O4) و دیگر کانی‌های آهن‌دار فاقد سیلیس، همچون پیریت (یا آهن سولفید که در طبیعت به رنگ طلایی ظاهر می‌گردد) و سیدریت (مادهٔ آهن‌دار و کربن‌دار به فرمول FeCo3 که در طبیعت به‌صورت بلور یافت می‌شود و به «دُرّ کوهی» شهرت دارد) به‌هنگام 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 کربن‌دار موجود در گِل سفال تشکیل می‌شود؛ بنابراین رنگ آهن اکسید در سفال با حرارت‌های پایین و در شرایط استفاده از اکسیژن کافی به‌دست می‌آید، اگر اکسیژن کوره اندك 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 به‌صورت 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 زاگرس‌مرکزی

در حدود ۳۲۰۰ تا ۳۰۰۰ ق.م. بخش‌های وسیعی از شمال‌غرب و غرب ایران تحت‌نفوذ 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 رودخانهٔ کورا و ارس در فققاز اثبات نمود (Sagona, 2004: 80-96). به این اعتبار، امروزه این فرهنگ را به‌نام «فرهنگ کورا-ارس» می‌نامند، اما چون نخستین‌بار آثار آن، به‌طور گسترده در کاوش‌های تپه یانیق، نزدیک شهر تبریز یافت شد که در ایران گاهی به‌نام «فرهنگ یانیق» نیز نامیده می‌شود (Dyson, 1968: 310)؛ اما در دیگر مناطق تحت‌نفوذ، مانند شرق آناطولی و ماوراءقفقاز، به اسامی مختلفی مانند «نئولیتیک قفقاز E ماوراءقفقاز»، «مفرغ شرق آناطولی» (Burney & Lang, 1972: 57) و در مرکز غرب ایران به‌نام «فرهنگ گودین IV» نامیده می‌شود (Young, 1969: 9). تاکنون آثار این قوم، علاوه‌بر مناطقی در شرق آناطولی و حوزهٔ قفقاز، در ایران در حوضهٔ شرق دریاچهٔ ارومیه (Burney, 1961: 138-9) و دشت‌های پیرامونی حوزهٔ کوهستان الوند همدان یافت‌شده است (Young, 1966: 228-39).

ازجمله 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؛ - محمدی‌فر 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 خشک‌شدن، کاملاً با یک شئ سخت، مانند قلوه‌سنگ به‌شدت داغ‌دار می‌کردند؛ در حدی که تبلور سیلیکات‌های موجود در گِل رس بر بدنهٔ سفال ظاهر می‌شدند که موجب نوحی درخشش خاص در بدنهٔ 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 برروی بدنه نقر می‌کردند. پس از خشک‌شدن کامل سفال، آن‌را درون نوعی چالهٔ کوره که انباشت از مواد سوختنی بود، قرار می‌دادند؛ عدم احتراق کامل این مواد سوختی با تولید مقدار

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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 درمی‌آورد؛ سپس درون تمام نقوش کَنده شده را با خمیرهٔ گچ پُر می‌کردند، درخشش رنگ سفید در زمینهٔ سیاه با کنتراست بالا، موجب زیبایی بیش از بیش سفال می‌گردید. امروزه نزد باستان‌شناسان، سفال مخصوص این فرهنگ، همین سفال سیاه متالیک با نقوش کَندهٔ پر شده با مادهٔ سفید رنگ است که شاخص وجود این فرهنگ در محل تلقی می‌گردد.

نمونه‌هایی از سفال خاکستری هزارهٔ سوم قبل‌ازمیلاد (گودین IV) در نواحی شرقی زاگرس‌مرکزی (تپه پیسا)

تپه پیسا یا اوزباغ روسی، شامل دو تپهٔ بزرگ مجموعاً به مساحت بیش از ۵/۵ هکتار هستند که امروزه در ضلع غربی شهر همدان و در کنار جادهٔ آسفالتهٔ همدان-غارعلیصدر قرار دارد (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۷: ۱۴۲). اولین استقرار در این مکان که در گمانهٔ لایه‌نگاری فقط ۳ متر مربع از آن کاوش شده، حاوی سفال‌های سیاه داغداری بود که برروی درصدی از آن‌ها نقوش کَندهٔ مثلثی، زیگزاگی و ترکیبی کَنده شده و مجدداً با گچ پُر شده بودند؛ درحالی‌که این سفال‌ها قبلاً در طبقهٔ IV گودین، در کاوش‌های کایلریانگ شناسایی و به‌عنوان نفوذ فرهنگ یانیق به زاگرس معرفی شده بودند. از این‌رو تاکنون قدیمی‌ترین دورهٔ استقراری در این محوطه مربوط به فرهنگ یانیق یا همان گودین IV مربوط است. در تداوم این استقرار در نهشتی برابر با ۸۷۰ سانتی‌متر به‌ترتیب ۲۹ لایه برمبنای تغییر رنگ تشخیص داده شد (همان: ۱۴۳). تپهٔ مورد نظر یا تپهٔ 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 حاشیهٔ تپه ۱۷۶۳ متر از سطح دریا است (محمدی‌فر و مترجم، ۱۳۸۷: ۱۳۴)، (تصاویر ۱ و ۲؛ جداول ۱ و ۲).

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

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

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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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	هزارهٔ سوم قبل‌ازمیلاد
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 (هزارهٔ اول قبل‌ازمیلاد) در نواحی شرقی زاگرس‌مرکزی

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 بقیهٔ آثار در زیر بافت مدفون است.

سفال‌های خشن با لعاب غلیظ قرمز رنگ از دورهٔ 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 دورهٔ اشکانی و سفال‌های لعاب‌دار تک‌رنگ اسلامی، مجموعهٔ سفال‌های این تپه را تشکیل می‌دهند (محمدی‌فر، ۱۳۸۴: ۲۶۲).

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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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

نوع سفال	قسمتی از بدنه، سفال خاکستری عصر آهن
قدمت	هزارهٔ اول قبل‌ازمیلاد
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. تپهٔ احمدآباد AS-67: در کنار روستای احمدآباد و متصل به ضلع شمالی روستا، تپه‌ای باستانی قرار دارد که در محل به‌نام «تپهٔ احمدآباد» نامیده می‌شود. از نظر وضعیت توپوگرافی، تپه از اطراف دارای شیب به جوانب می‌باشد و سطح قاعدهٔ آن تقریباً به‌صورت مدور، به‌طول ۵۰، عرض۴۰ متر و ارتفاع آن از سطح زمین‌های اطراف ۷/۳۰ متر است.

این تپه به‌منظور مطالعه‌ی عصر آهن، یك تپه‌ی جالب توجه است؛ هرچند قسمت اعظم آن تخریب شده و تنها قسمت محدودی از آن باقی‌مانده است. سفال پراکنده برروی سطح این تپه را، عمدتاً می‌توان در جدول گاهنگاری منطقهٔ اسدآباد به‌شرح ذیل طبقه‌بندی نمود:

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

تصویر ۴. نمونه سفال خاکستری تپهٔ احمدآباد (آرشیو بانک سفال دانشگاه بوعلی‌سینا).

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

نوع سفال	قسمتی از بدنه و دسته ظرف، سفال خاکستری عصر آهن
قدمت	هزارهٔ اول قبل‌ازمیلاد
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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

بازسازی عملی، تولید و پخت سفال خاکستری بدنهٔ سفال‌های مورد نیاز

در تولید بدنه‌های سفالی مورد نیاز سعی شده تا حد ممکن الگوهای شکل‌دهی و فرم‌های شاخص این بازهٔ 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 به‌موازات هم استفاده گردید که این اتفاق گریزناپذیر بوده و بنا به طراحی خاص آن‌ها در الگوهای تعریف شده، می‌بایستی شکل می‌گرفتند. در سفال‌هایی که به‌صورت 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 تزیینات ظروف نیز، تکنیک‌هایی هم‌چون: داغ‌دار کردن، ایجاد صیقل، تزئینات کَنده 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 بدنهٔ 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 مقایسهٔ درجهٔ ذوب مواد مختلف یا انبساط و انقباض و دیگر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد بوده است. از آن‌جا که در این تحقیق، به‌دلیل اهمیت ثبت دقیق و علمی تمامی مراحل پخت، نمی‌توان بر پایهٔ احتمالات و روش‌های با دقت پایین استناد نمود؛ لذا به ابزاری دقیق و با حداقل ممکن خطا نیاز بود که خوشبختانه امروزه به‌وسیلهٔ پیشرفت تکنولوژی، این مشکل به آسانی بر طرف گردیده و ابزاری علمی به‌نام «ترموکوپل» یا حرارت‌سنج‌های الکترونیکی در دسترس هستند.

ترموکوپل، یکی از انواع مولد برق است. ترموکوپل، دو فلز غیر هم جنس است که از یک‌طرف به‌هم 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 این‌صورت تهیه می‌شود، بسیار کم است. به این‌صورت که وقتی به محل اتصال این دو مفتول حرارت داده شود، اختلاف پتانسیلی در دو سر این مفتول‌ها به‌وجود می‌آید. این اختلاف پتانسیل تابع میزان حرارت اعمال شده است و بنابراین با بررسی میزان ولتاژ خروجی، می‌توان درجهٔ حرارت اعمال شده به ترموکوپل را تشخیص داد (تصویر ۵).

این دستگاه، قابلیت آن‌را دارد تا در صورت نیاز به‌طور جداگانه برروی هرگونه کوره و منبع حرارتی نصب شده و برای اندازه‌گیری نوسانات درجهٔ حرارت استفاده شود. امتیاز عمدهٔ ترموکوپل‌ها

تصویر ۵. نمونهٔ ترموکومپل مورد استفاده در ثبت درجهٔ حرارت نمونه‌های مورد مطالعهٔ پژوهش (نگارندگان، ۱۳۹۵).

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]

Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

محدوده‌ی وسیع اندازه‌گیری آن‌هاست که به‌طور اسمی از ۱۸۰- تا ۱۸۰۰+ درجهٔ سانتی‌گراد را دربر می‌گیرد. دیگر امتیاز ترموکوپل‌ها، عملکرد خطی آن‌ها در محدودهٔ اندازه‌گیری است.

ترموکوپل‌ها، دارای گونه‌های متنوع برای اندازه‌گیری دما هستند؛ به‌طور مثال، گونه‌های R-S B- با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدودهٔ ۲۰۰- الی ۱۸۰۰ و گونه‌های L-K-J با قابلیت اندازه‌گیری دما در محدودهٔ ۱۸۰- الی ۱۰۰۰ درجهٔ 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 درجهٔ سانتی‌گراد یکی از گزینه‌های خوب به‌شمار می‌آیند.

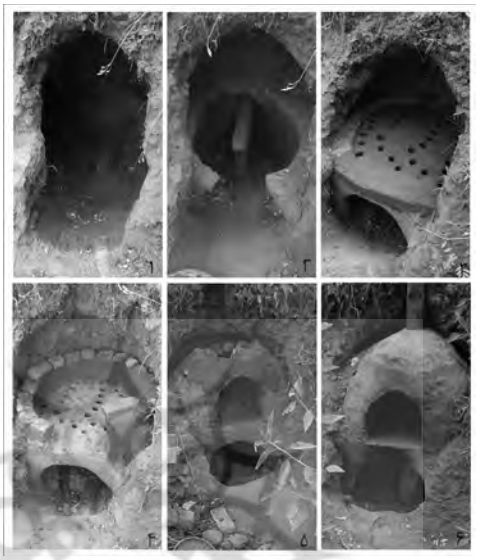
ساخت کوره

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 زاگرس‌مرکزی 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 برروی کوره‌های به‌دست آمده از ادوار گوناگون شکل گرفت و از آن‌جا که گسترهٔ 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 پایهٔ اولیهٔ 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 به‌وسیلهٔ حفره‌ای شیب‌دار آغاز می‌شد. پس از انتخاب نقطهٔ مناسب، عملیات حفر گودالی به قطر حدودی یك متر و عمق ۵۰ سانتی‌متر، در پایین دیواره آغاز گردید. بدنهٔ اصلی زمین‌های منطقه توسط لایهٔ بسیار نازکی از خاك‌های رُسی آبرفتی پوشیده شده، به‌دلیل وجود لایهٔ سخت‌تر از نوع سنگ‌های شیست در زیر لایهٔ رسی، عمل حفاری کمی به‌سختی پیش رفت. به نوعی بدنهٔ سنگی زمین، نقش دیوارهٔ قسمت داخلی کوره را دارا بود که تا قسمت زیر سقف آتشدان یا همان کف مشبك 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 حمایت‌کنندهٔ سقف مشبك آتشدان را عهده‌دار شد. پس از پایان کار دیواره‌های داخلی آتشدان، ملاتی از گل رُس برروی سطح داخلی کوره کشیده شد. برای ایجاد سقف آتشدان یا کف مشبك اتاقك پخت از قطعات سفالی باریك و بلند و در کناره‌ها از سنگ استفاده شد؛ به‌طوری‌که یك سر این قطعات به‌صورت زبانه در دیوارهٔ سنگی بدنه فرو رفته و در داخل دیواره قرار گرفت. طبقهٔ دوم کوره، به‌صورت اتاقکی گنبدی‌شکل بر فراز طبقهٔ اول یا همان اجاق یا آتشدان طراحی و پیش‌بینی گردید. مواد و مصالح مورد استفاده برای ایجاد این گنبد، سنگ و آجر بود که به‌وسیلهٔ ملات گل رُس برروی هم چیده شد و کار به‌صورت چند مرحله‌ای انجام پذیرفت و وقفه‌هایی برای خشك‌شدن هر مرحله نیاز بود. قطر این گنبد درنهایت به دایره‌ای به قطر ۱۰ سانتی‌متر رسید که محلی برای خروج دود و گازهای متصاعد شده،

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

هنگام پخت بود. سوراخ کوچکی نیز، در میانهٔ گنبد و سمت چپ آن، جهت سوار کردن حرارت‌سنج الکتریکی درنظر گرفته شد. داخل و بیرون این گنبد نیز، به‌وسیلهٔ ملات گل رس اندود و دریچهٔ ورودی اتاقك پخت نیز، همانند ورودی مخصوص سوخت به‌صورت هلالی ساخته شد. ضخامت دیوارهٔ این گنبد حدوداً ده سانتی‌متر بود که باعث می‌شد قطر داخلی محفظهٔ پخت نسبت به طبقهٔ پایینی، جمعاً ۲۰ سانتی‌متر کاهش پیدا کرده و درنهایت به ۸۰ سانتی‌متر برسد. این گنبد از کف مشبك کوره تا خروجی دود، حدوداً ۷۰ سانتی‌متر دارای ارتفاع بود (تصویر ۶).



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

تهیهٔ سوخت لازم

بنابر یافته‌های باستان‌شناسی، سوخت کوره‌های سفال خاکستری، اکثراً از: هیزم، شاخ و برگ درختان، خار و خاشاك و باقی‌ماندهٔ گیاهان خشك و فضولات حیوانی (بزسانان و گاوسانان) بوده است؛ لذا در آغازین مراحل پخت، سعی شد از نزدیك‌ترین و سهل‌الوصول‌ترین مواد موجود در محیط، جهت فراهم ساختن حرارتی مستمر برای پخت مناسب استفاده شود. هیزم حاصل از شاخ و برگ و ریشهٔ درختان میوه، به‌دلیل داشتن شیرهٔ گیاهی خاص خود، موجبات تأمین حرارت لازم را تا حدی تضمین می‌کرد و به‌گونه‌ای وابستگی ایجاد کوره به اقلیم طبیعی مورد نظر را تأیید نمود.

به‌منظور پخت ابتدایی با هدف بازسازی شرایط پخت سفال خاکستری-سیاه هزارهٔ سوم قبل‌ازمیلاد، 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 این‌گونهٔ 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 سفالینهٔ خام در نزدیکی کوره و در مقابل ورودی آتشدان به‌گونه‌ای جاسازی شد که کم‌کم توسط گرمای شعلهٔ آتش با محیط هم‌دما شده و بتوان به آهستگی آن‌ها را به مرکز شعله نزدیك‌تر کرد. در مرحلهٔ بعد، سنسور ترموکوپل در مرکز چاله کوره قرار گرفت. در مدت یك ساعت ابتدایی، شعله‌ای بسیار ملایم هدف کار قرار داشت تا سفال‌ها به آهستگی گرم شده و شروع به از دست

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

دادن رطوبت نمایند. در پایان، حرارت آتش برمبنای نمایشگر حدود ۲۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد تخمین زده شد. کم‌کم بر حجم هیزم افزوده و با شیبی ملایم بر شدت شعله اضافه شد و دما تا ۳۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد در دومین ساعت پخت، بالا رفت و برهمین منوال در ساعت‌های سوم و چهارم به‌ترتیب به ۴۸۰ و ۵۸۰ درجه افزایش یافت. در این بین، سفال‌ها را کم‌کم به درون آتش نزدیک‌تر شدند. نهایتاً در ۵۸۰ درجهٔ 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، به‌دلیل کمبود اکسیژن سوختن بدِ کوره و دود حاصل از آن‌را باعث می‌گردید. در نتیجه‌ی بالاتر رفتن دمای کوره، سرخی بدنه‌های سفالی، حتی در محیط روشن نیز قابل‌مشاهده بود. نکتهٔ قابل ذکر این‌که به‌دلیل وزش نسیمی اندک، گرچه رسیدن اکسیژن کافی به‌عمل 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 درجهٔ دیگر به دمای قبلی اضافه و نمایشگر عدد ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد را نشان داد. در این لحظه، زمان قطع اکسیژن رسانی، فرا رسیده بود. برای این‌منظور به یک‌باره، به‌وسیلهٔ حجم فشرده‌ای از علوفهٔ خشک و تر تمامی منافذ پوشیده و به‌وسیلهٔ گذاشتن موانعی برروی 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 درجهٔ سانتی‌گراد کاهش یافت و اما در ساعت‌های بعدی، سیر کاهش دما به‌کُندی گرایید؛ به‌طوری که طی ۴ ساعت تنها ۳۳۰ درجه کاهش‌یافته 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 امکان‌پذیر شد.

با کنار دادن خاکستر، سفال پخته شدهٔ 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 قابل‌ملاحظه‌تر می‌نمود.

نکتهٔ دیگر، وجود تَرک‌هایی ریز و مویی‌شکل، روی بدنه بود. سفال‌ها به‌دلیل تراکم کربن، اکثراً دچار حالتی چرب و آب گریز شده بودند که شباهت آن‌ها را به موادی هم‌چون گرافیت، بیشتر می‌کرد. در نقاطی برروی سطح ظروف که در نزدیکی منافذ کوره قرار داشت، اثری از ابلق‌شدن (پلی‌کروم)، برروی برخی نمونه‌ها قابل مشاهده بود. پرداخت حاصل از صیقل‌کاری نیز، برق و درخشندگی مخصوص نمونه‌های یانیق و گودین IV را در این نمونه‌ها یادآوری می‌کرد (تصویر ۷).

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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

بازسازی مراحل پخت سفال خاکستری عصر آهن

در این مرحله، با توجه به‌وجود اتاقک پخت و فضای بیشتر تعداد سفالینهٔ بیشتری (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 نحوهٔ چیدمان، سنسور حرارتی ترموکوپل در محل تعبیه شده، قرار گرفت و در آخر ورودی اتاقک پخت توسط دیوارهٔ 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 مشاهدهٔ اتفاقات درون کوره تعبیه گردید. پس از گذشت نیم ساعت و خشکی ملات، به‌آرامی قراردادن هیزم و آمادگی جهت آغاز مراحل پخت در برنامهٔ 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 اولیهٔ پخت گرچه با افزایش حجم هیزم، بالا بردن سریع دما امکان‌پذیر بود، اما برای جلوگیری از ایجاد شوک حرارتی، روندی یکنواخت، منطقی‌تر به‌نظر رسید. از این‌رو در هر ساعت حدوداً ۱۰۰ درجه بر حرارت کوره افزوده شد؛ به‌طوری‌که تا ساعت ۱۹، یعنی به‌مدت ۷ ساعت دما، تقریباً به ۷۰۰ درجه رسید و سفالینه‌ها، عملاً فرصت کافی برای از دست‌دادن آب فیزیکی و شیمیایی را به‌دست آوردند. توضیح

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

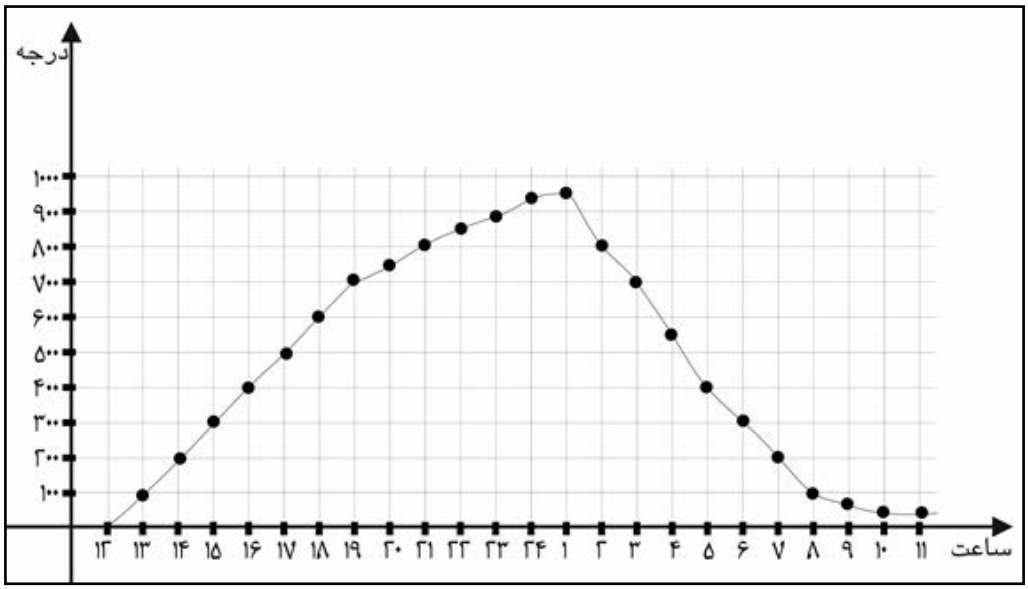
این نکته ضروری به‌نظر می‌رسد که متأسفانه در بازهٔ زمانی این پخت، سکون جریانات هوایی به‌حدی رسید که حتی کوچک‌ترین نسیمی نیز، مشاهده نمی‌شد؛ اما با این‌همه به‌علت مکان مناسب ساخت کوره و هم‌چنین نوع معماری آن، خوشبختانه خللی به عملیات پخت وارد نشد. اما می‌توان گفت، پس از گذر از هفتمین ساعت پخت، افت محسوسی در سرعت افزایش دما اتفاق افتاد. تغییرات دمایی در طی ساعات ۱۹ الی ۲۴ (یا به‌عبارتی ۵ ساعت بعدی پخت)، به‌گونه‌ای بود که با چشم‌پوشی از نوسانات لحظه‌ای، می‌توان گفت در هر ساعت تقریباً ۵۰ درجه افزوده و درنهایت 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، تأییدکنندهٔ دمای بالاتر از ۹۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود. در این زمان، نکتهٔ جالب این بود که با توجه به حجم زیاد شعله و گرمای موجود، آتش کوره آن‌چنان تشنهٔ اکسیژن به‌نظر رسید که هر از چند گاهی با خروج ناگهانی گاز و اتمسفر کوره به همراه دود از دودکش، به‌دلیل 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 به‌وقوع پیوست. در یک ساعت بعدی با توجه به رسیدن حرارت به حداکثر مورد نیاز، سعی شد تا دما به‌صورتی 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، به‌یک‌باره 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 ۱۵۰درجه از دما کاسته و در ساعت ۲ صبح به ۸۰۰ درجهٔ 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 درنهایت 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 به‌وضوح مشاهده نمود (نمودار ۱).

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

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020



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 برروی هیچ‌یک از سفالینه‌ها اثری از شوک حرارتی و یا اثری از پخت بد و ایرادات معمول پخت مشاهده نگردید. تنها مورد مشاهده شدهٔ قابل‌ذکر و جالب در مورد یکی از سفالینه‌ها بود که به‌طور آزمایشی به‌وسیلهٔ الیاف سلولوزی، نوعی علف هرز پر شده بود. پس از خارج کردن این ظرف از کوره با کمال شگفتی مشاهده شد که پوششی تقریباً سیاه رنگ 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 قطعهٔ شکسته و وجود رنگ خاکستری در عمق بدنه و احیاء کامل سفالینه‌ها به‌وضوح مشاهده شد (تصویر ۱۳).

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

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 گونهٔ سفال خاکستری عصر مفرغ و عصر آهن، باعث شد تا پس از حصول موفقیت در تولید نمونه‌های مشابه هر یک، درواقع گزینهٔ معلوم این معادله به‌دست 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 به‌راحتی قابل دریافت است؛ البته ثبت دقیق و علمی مراحل کار نیز، بر این نتایج مُهر 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 به‌دلیل همجواری با دود فراوان و هیزم بوده است، می‌توان گفت هنوز امکان کنترل دقیق و حساب شدهٔ شرایط پخت برای سفالگر مقدور نیست.

براساس بررسی گزارشات موجود و مشاهدهٔ عینی نمونه‌های به‌جا مانده از عصر مفرغ، این‌گونه 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 به‌دلیل نامرتبط بودن با موضوع این پژوهش، یعنی «تکنیک‌های پخت» از آن‌ها صرف‌نظر 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 به‌گونه ای 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 مشاهدهٔ مستقیم و بررسی بدنه‌ها به‌چشم می‌خورد، نشان‌دهندهٔ کنترل دقیق فرآیند پخت و عمل اکسیداسیون و احیاست.

بازسازی شرایط پخت سفال عصر مفرغ نشان داد که کورهٔ 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 کورهٔ بازسازی شده توانست شرایطی مشابه اجاق-کوره‌ها را به‌خوبی فراهم نماید. در این اجاق-کوره، پخت سفالی کاملاً مشابه با نمونه‌های عصر مفرغ، به‌خصوص سفال یانیقی یا گودین IV امکان‌پذیر شد، اما به‌دلیل محدودیت‌های فیزیکی و اولیه بودن امکانات کیفیت و نوع احیاء، هرگز با نمونه‌های یافته‌شدهٔ متعلق به عصر

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

آهن قابل‌مقایسه نبود. درواقع، با وجود تلاش برای ایجاد شرایط بهینه، در این نوع از کوره‌ها امکان دستیابی به محصولی با کیفیت‌تر هم‌چون سفالینهٔ خاکستری عصر آهنی وجود ندارد؛ ولو این‌که با توجه به هدر رفت بیش از حد انرژی بیشینهٔ حرارت تولید شده در این اجاق از حدود ۷۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد تجاوز نکرد که تولید سفالینه‌ای با کیفیت بالاتر در این شرایط، تقریباً بعید است.

با گسترش کوره و تکامل آن، درنهایت کورهٔ بازسازی شده به پلانی هم‌چون کوره‌های به‌دست آمده در محوطه‌های عصر آهنی نزدیک‌تر شده و پس از بازسازی کامل شرایط پخت، نتیجهٔ حاصل نیز، تأییدکنندهٔ این ادعا بود. در این کوره، دلایلی هم‌چون: جدا بودن محفظهٔ پخت، تسلط بر اختصاص مناسب شعله به سفالینه‌ها، بسته بودن و برخورد نداشتن سفالینه‌ها با جریان هوا و آسان‌تر شدن ایجاد شرایط احیای مناسب، باعث شد تا با کیفیتی به‌مراتب بالاتر مواجه شویم. بررسی مراحل پخت سفالینهٔ حاصل به‌نوعی، می‌توانست شرایط پخت سفالینه‌های باستانی عصر آهن را تداعی کند؛ علاوه‌بر آن، بسته و قابل‌کنترل بودن این کوره، باعث شد تا دسترسی به دماهای بالاتر (حدود ۹۵۰درجهٔ سانتی‌گراد) نیز، امکان‌پذیر شده و هم‌چنین عمل احیاء نیز، در دمای مناسب‌تری روی داده و به‌دلیل حرارت کافی، شاهد رسوب کربن کمتری در سفالینه‌ها باشیم. درواقع، رنگ خاکستری سفالینهٔ 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 خاك بدنهٔ 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 به‌خوبی مشهود است.

نتیجه‌گیری

پس از بررسی و مطالعهٔ مستندات موجود در محدودهٔ زمانی و مکانی مورد نظر، می‌توان گفت سفال خاکستری دارای دوگونهٔ اصلی‌ست که این دوگونه از لحاظ زمان پیدایش، ریشهٔ فرهنگی پدید آورنده و تکنیك‌های خاص تولید و پخت، تفاوت‌های شاخصی با هم دارند. از نظر شاخصه‌های تکنیك پخت شاید، بتوان گفت تنها مورد مشابهت این دو محصول فرهنگی، وجود «رنگ متفاوت خاکستری» در بدنهٔ هر دو نوع سفال است که به‌دلیل تفاوت شاخص با دیگر گونه‌ها آن دو را به‌هم نزدیك‌تر نموده است. شاخصه‌های پخت سفال خاکستری اولیهٔ عصر مفرغ که آن‌را از سفال خاکستری عصر آهن متمایز نموده، در وجود دو فاکتور اصلی، یعنی نوع کوره و خصوصیات بدنهٔ محصول نهفته است؛ درنهایت 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 به‌نوعی تکامل‌یافتن شیوه‌ها و روش‌های آگاهانهٔ پخت را طی هزارهٔ سوم تا اول قبل‌ازمیلاد متذکر است؛ به‌گونه‌ای که اگرچه تحولات آغازین، در جهت دستیابی به تکنیك پخت احیاء در عصر مفرغ اتفاق افتاد، اما تنها در نمونه‌های سفال عصر آهن، می‌توان احیاء کامل و صحیح یك سفالینه را به‌وضوح مشاهده کرد. درواقع اشتراك 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 می‌دانند از آقای دکتر خلیل‌الله بیک‌محمدی به‌جهت همیاری در نگارش مقاله و کمک‌های بی‌دریغشان، مراتب قدردانی خود را ابراز بدارند.

[DOI: 10.30699/PJAS.3.9.39]
Downloaded from journal.richt.ir at 15:47 IRST on Wednesday January 1st 2020

پی‌نوشت

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد نگارندهٔ اول به راهنمایی دکتر یعقوب محمدی‌فر که در گروه باستان‌شناسی دانشکدهٔ 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.
- طلایی، 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، شمارهٔ دوم، صص: ۱۴-۷.
- مترجم عباس؛ و رنجبران، محمدرحیم، (۱۳۸۳)، «گزارش فصل نخست لایه‌نگاری تپه پیسای همدان». آرشیو مدارک اداره کل میراث‌فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان (منتشر نشده).
- محمدی‌فر، یعقوب؛ و مترجم، عباس، (۱۳۸۷). «گزارش سومین کاوش تپه پیسا». آرشیو مدارک اداره کل میراث‌فرهنگی، صنایع دستی و گردشگری استان همدان (منتشر نشده).
- محمدی‌فر، یعقوب، (۱۳۸۴)، «بررسی و تحلیل آثار و استقرارهای اشکانی در زاگرس‌مرکزی». 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 Jornal 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 Jornal 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.