

Ceramic Types Classification Based on Body Structure, Firing Temperature and Manufacturing Techniques

Mohammad Yaghizaei *¹, *Atefeh Fazel Najafabadi* ²

1. M.A in Conservation of Cultural and Historical Objects, Faculty of Cultural Materials Conservation, Tabriz Islamic Art University, Iran.

2. Assistant Professor, Faculty of Islamic Crafts, Tabriz Islamic Art University, Iran.

Abstract

Ceramics and the ceramics industry have undergone numerous changes since the emergence of tool-making humans on Earth. These changes have led to the development of various types of ceramics, differing in shape, design, nomenclature, size, preparation and Making methods. These are primarily found in archaeological excavations, and their conservation and restoration can be more accurately performed by understanding and identifying their types and varieties. Ceramics are classified into different types based on their manufacturing technique, firing temperature, the clay used, and the additives used in the clay body. These classifications can sometimes be quite scattered. For instance, based on firing temperature, they can be divided into four categories: stoneware, earthenware, bone China, and porcelain. Based on manufacturing methods, they can be classified into hand-built, slab-built, wheel-thrown, molded, and pressed. The aim of this research is to introduce the most important types of ceramics and their characteristics, including firing temperature, manufacturing technique, and other structural properties and materials used in the body. To achieve this goal, this study will explain some of the terminology used in ceramics and classify ceramics based on firing temperature, manufacturing method, and the type of clay that constitutes their clay body.

Keywords: Typology, Ceramics, Pottery, Manufacturing Techniques.



**Knowledge of
Conservation and
Restoration**

Vol. 5(3) No.13

December 2022

<https://ker.richt.ir>

Pages: 47 to 62

Corresponding Author

Mohammad Yaghizaei

M.A in Conservation of
Cultural and Historical
Objects, Faculty of Cultural
Materials Conservation,
Tabriz Islamic Art University,
Iran.

Email
mohamdyagizai@gmail.com

گونه‌شناسی انواع سرامیک بر اساس ساختار بدنه، دما و روش ساخت

محمد یاغی‌زایی^{۱*}، عاطفه فاضل نجف‌آبادی^۲

۱. دانش‌آموخته، کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.

۲. استادیار، دانشکده هنرهای صناعی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران.



فصلنامه دانش حفاظت و مرمت

سال پنجم، شماره ۳

شماره پیاپی ۱۳، پاییز ۱۴۰۱

<https://kcr.richt.ir>

صفحات: ۴۷ تا ۶۲

نویسنده مسئول

محمد یاغی‌زایی

دانش‌آموخته، کارشناسی ارشد مرمت اشیاء فرهنگی و تاریخی، دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، ایران

رایانامه

mohamdyagizai@gmail.com

چکیده

سرامیک و صنعت سرامیک‌سازی از ابتدای حضور انسان ابزارساز بر روی زمین تا به امروز دستخوش تغییرات متعددی شده است. این تغییرات سبب پیدایش گونه‌های مختلفی از سرامیک‌های متفاوت در شکل، طرح، نام‌گذاری، اندازه، روش‌های تهیه و تولید، گردیده که عمدتاً در حفاری‌های باستان‌شناسی به دست می‌آیند و حفاظت و مرمت آنها با درک و شناسایی انواع و گونه‌های آن بسیار می‌تواند دقیق‌تر انجام پذیرد. سرامیک‌ها بسته به فن ساخت، دمای پخت، خاک مورد استفاده و افزودنی‌های مورد استفاده در خمیره به انواع مختلفی دسته‌بندی می‌شوند. این دسته‌بندی‌ها در برخی مواقع بسیار پراکنده هستند، به طوری که بر اساس دمای پخت به چهار دسته استون‌ور و ارتن‌ور، چینی و پورسلان و بر اساس روش ساخت به انواع دستی، ورقه‌ای، چرخی، قالبی و فشاری تقسیم می‌شوند. هدف از انجام این پژوهش معرفی مهم‌ترین گونه‌های سرامیک و ویژگی‌های آنها از جمله دمای پخت، فن ساخت و سایر ویژگی‌های ساختاری و مواد مورد استفاده در بدنه است. در این راستا و برای رسیدن به این هدف، به تشریح برخی از اصطلاحات سرامیک‌سازی، و دسته‌بندی سرامیک‌ها بر مبنای دمای پخت، روش ساخت و نوع خاک، خمیره تشکیل دهنده آنها می‌پردازیم.

واژگان کلیدی: گونه‌شناسی، سرامیک، سفال، فن ساخت.

مقدمه

و درک درست این مفاهیم به ما کمک می‌کند تا در پژوهش‌های علمی، با دقت بیشتری به بخش‌های مختلف این دست‌ساخته‌ها بپردازیم. در همین راستا پژوهشگران مختلفی به ارائه برخی از این مفاهیم و اصطلاحات پرداخته‌اند. یحیی ذکاء ایران‌شناس و پژوهشگر تاریخ هنر در کتاب خود با عنوان "فن و هنر سرامیک‌سازی" به بخشی از این مفاهیم و واژگان همچون واژه سرامیک و روش‌های ساخت انواع آن پرداخته است (ذکاء، ۱۳۴۱). پایدار در کتاب خود "مواد اولیه مصرفی در صنایع سرامیک" که سال ۱۳۸۴ به چاپ رسیده است، به مواد اولیه برای ساخت سرامیک مانند انواع خاک‌ها و پرکننده‌ها و خواص این مواد اشاره کرده است (پایدار، ۱۳۸۴). انوشفر و شروه نیز در زمینه کاشی، لعاب و سفال پژوهشی داشته‌اند و به روش‌های ساخت سفال، کاشی و انواع لعاب به‌طور مفصل پرداخته‌اند (شروه و انوشفر، ۱۳۷۸). در کتاب "هشت هزار سال سفال ایران" به انواع سفال‌های ساخته‌شده در ایران و گونه‌شناسی، طرح، شکل و رنگ آن‌ها اشاره شده است (طلایی، ۱۳۹۰).

در پژوهش حاضر از روش مطالعه کتابخانه‌ای استفاده و طی آن به گردآوری داده‌هایی پرداخته شده است که در ریشه‌یابی برخی از اطلاعات به‌کاررفته در صنعت سرامیک به ما کمک می‌کنند. هدف از انجام این پژوهش ایجاد درک درست از نام‌گذاری‌های صورت گرفته در این زمینه است که با گردآوری اطلاعات مربوط به انواع و گونه‌های مختلف به سرانجام خواهد رسید.

تعریف سرامیک و مفاهیم مرتبط

انسان نخستین پس از شناخت محیط اطراف خود و کشف آتش، شروع به ساختن ابزار، لوازم و اشیاء مورد نیاز خود کرد. در هم آمیختن آب و خاک و سخت شدن خمیره آن‌ها بر اثر تبخیر، مراحل هستند که طبیعت به انسان آموخت. قدیمی‌ترین کشف انسان اولیه که بر اساس کاوش‌ها و دانستنی‌های ابتدایی او استوار بوده، استفاده از حرارت آتش جهت سختی و استحکام اشیاء و اجسام گلی است. به تدریج با

سرامیک‌ها و مواد سرامیکی در قالب اشیاء و قطعات سفالین در طول اکتشافات باستان‌شناسی، از مهم‌ترین مواد فرهنگی هستند که تقریباً در تمامی حفاری‌های باستان‌شناسی یافت می‌شوند و گویای چگونگی سیر تحول یا سکون یک تمدن در برهه‌ای مشخص و محدوده‌ای معین و خاص هستند (امامی، ۱۴۰۰). سرامیک‌سازی را می‌توان نخستین صنعتی دانست که بشر همواره در صدد گسترش آن برآمده به‌نحوی که در طول تاریخ با افزایش دانش و توانایی‌های بشر، این تنوع بیشتر شده است (Tsetlin, 2018). سرامیک‌ها بسته به عوامل مختلف می‌توانند تغییرات و حالات متنوعی در بدنه‌های خود داشته باشند که همین امر سبب شده در گذر زمان اسامی مختلفی در جوامع مختلف به خود اختصاص دهند. از جمله مهم‌ترین عواملی که می‌توانند بیشترین تغییر را در این بدنه‌ها ایجاد کنند می‌توان به نوع خاک، دمای پخت و پرکننده‌های استفاده شده در خمیر بدنه اشاره کرد. با توجه به عوامل ذکر شده، سرامیک‌ها می‌توانند از نظر شکل، طرح، اندازه، رنگ و کاربرد نیز نام‌گذاری شوند. برخی از این دست‌ساخته‌ها با چرخ سفالگری و برخی با روش‌های مختلف دستی مانند فشاری، قالبی و غیره ساخته شده‌اند (Tite, 2004). این روش‌ها تأثیر مستقیمی بر نام‌گذاری سرامیک‌ها دارند (Gilstrap, et al. 2016). بنابراین می‌توان گفت کوچک‌ترین تغییرات در بدنه‌های سرامیکی موجب ایجاد انواع و یا گونه‌های مختلف می‌شود. حتی اسم برخی از سرامیک‌ها از نام محل ساخت آن‌ها گرفته شده است.

سرامیک‌ها به‌طور کلی به چهار دسته استون‌ور، ارتن‌ور، چینی و پرسلان^۳ تقسیم می‌شوند. این تقسیم‌بندی مبتنی بر میزان دمای پخت و در مواردی نوع لعابی است که بر روی بدنه آن‌ها استفاده شده است. امروزه عمده سرامیک‌ها را با نام سفال و یا سفالینه می‌شناسند. این امر سبب شده تا تفاوت میان سرامیک و سفال را به‌عنوان دست‌ساخته‌های بشر از پخت خاک درست تشخیص ندهیم. کلمه سرامیک دارای اصطلاحات و مفاهیم گسترده‌ای است که شناخت

برای ساخت آن‌ها استفاده شده است، دارای تخلخل بالا هستند (سین کوپین، ۱۳۹۹). از جمله نمونه‌های بارز این آثار می‌توان به ارتش سفالین چین و مجسمه‌های یونانی اشاره کرد. امروزه از بدنه‌های تراکوتا در ساخت لوله‌های فاضلاب، آجر، کاشی سقف و غیره نیز استفاده می‌شود. رنگ قرمز این آثار به خاطر وجود ترکیبات آهن‌دار در خاک آن‌ها است (Hanzlick, et al., 2009). در فرآوری خاک و فرآوری ساخت تراکوتا همان مراحل ساخت سفال دنبال می‌شود. از مراکز مهم ساخت این نوع از مجسمه‌ها می‌توان به هند، چین و اروپا اشاره کرد که بیشتر برای عبادت در خانه، به‌عنوان اسباب‌بازی کودکان، آراستن خانه و غیره استفاده شدند (Pardhi & Vaidya, 2016)، اما باید به این نکته اشاره کرد که تمام این آثار دست‌ساز نبوده و بخش عمده این مجسمه‌ها قالبی هستند. در انگلستان و آمریکای شمالی از این نوع بدنه‌های سفالی به‌منظور پوشش سقف‌ها و یا تزئین نما استفاده کرده‌اند (Hall, 2011). سفالینه: این اصطلاح، بنا بر تعریف لغتنامه‌ها عموماً به معنی اشیاء ساخته شده از گل پخته، مانند کاسه، کوزه و غیره است. همچنین سفالینه، سفال ساخته‌شده را می‌گویند. سفالینه نیز شامل انواع اشیایی است که از سفال می‌سازند (دهخدا، ۱۳۸۵).

آثار سفالی از آن دسته از ساخته‌های بشر به‌حساب می‌آیند که نشانگر دانش، روابط اجتماعی، زیست‌شناسی، فرهنگ، باورها و اعتقادات اقوام مختلف هستند و همیشه مورد توجه باستان‌شناسان بوده‌اند، زیرا از این آثار می‌توان برای قوم‌شناسی مناطق مختلف استفاده کرد (Gosselain, 2018). قطعات سفال‌های تاریخی همیشه به‌دلیل شرایط مختلف دچار تغییرات عمده‌ای شده‌اند. از آن جمله می‌توان به تغییر در نوع و دمای پخت، نوع خاک رس و افزودنی‌ها اشاره کرد که در طول تاریخ بسته به شرایط اقتصادی و یا سیاسی در جهت بهتر شدن این صنعت شکل گرفته است (Beltrame, et al., 2020). بررسی‌ها نشان می‌دهد آثاری را می‌توان در دسته سفالینه‌ها قرار داد که دماهای بین ۵۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد را تجربه کرده‌اند (Hein & et al., 2014).

گذشت زمان و پیشرفت دانش بشری، روش‌های ساخت و دماهای پخت بهبود یافت تا جایی که امروزه سرامیک‌ها بخش وسیعی از صنایع مختلف معاصر را در بر می‌گیرد. با توجه به این گستردگی و تنوع، عنوان‌های متعددی به آثار تولیدی در این حوزه اطلاق شده است. این عنوان‌ها اغلب دارای بار معنایی مشترک هستند. بنابراین به‌منظور ایجاد ادبیات مشترک در طول این مقاله به تعریف برخی از این واژگان می‌پردازیم.

سرامیک: واژه سرامیک از نظر زبان‌شناسی ریشه‌ای سانسکریتی به معنای پخته‌شده دارد. سرامیک در زبان یونانی (Keramos) به معنای "لوله‌ای از گل پخته‌شده" (ذکاء، ۱۳۴۱) و "رس سفال یا سفال" آمده است، به نظر می‌رسد این واژه در زبان یونانی به تمامی موادی گفته می‌شده است که به‌نوعی در فرایند پخت یا پیروتکنولوژی استحکام می‌یافتند (امامی، ۱۴۰۰: ۲۵۸). همچنین پیش‌تر از آن در زبان سانسکریت به معنای "چیزهای پخته‌شده" به‌کاررفته است (ذکاء، ۱۳۴۱). اطلاق معنای سرامیک برای یک فن خاص کاربرد همگانی نداشت تا اینکه در اجلاس سال ۱۹۲۰ میلادی واژه سرامیک برای تمام موادی که از سیلیکات‌ها ساخته و حرارت داده می‌شدند، انتخاب و معرفی شد. بنابراین، سرامیک به آثار جامد و شکننده که با بهره‌گیری از دانش و علم ساخته شده باشند و ماده اصلی و پایه آن‌ها خاک - شامل کائولن^۴ و خاک سفال - باشد، اطلاق می‌شود (هاشمی، ۱۳۹۴).

سفال: سوفال، سوفار، سفاله، این اصطلاحات بر مبنای تعریف لغتنامه‌ها و دائرةالمعارف‌ها، عموماً به معنای "اشیا ساخته‌شده از گل پخته" هستند. به انواع اشیایی مانند کوزه، کاسه، بشقاب، فنجان که از سفال یا گل پخته‌شده ساخته‌شود «سفالین» یا «سفالینه» گویند (دهخدا، ۱۳۸۵).

تراکوتا: تراکوتا بدنه‌های رسی شاموتی است که در ایتالیایی به معنای "خاک پخته‌شده" است. این آثار لعاب‌دار و یا بدون لعاب معمولاً به شکل مجسمه هستند. تراکوتاها از خاک‌های ثانویه تهیه و تولید می‌شوند و عمدتاً به رنگ قرمز تا قهوه‌ای هستند. این نوع بدنه‌ها به دلیل دمای پخت و نوع خاکی که

۱- انواع خاکها

خاک یکی از عناصر چهارگانه است که موجب زیست و پیشرفت آدمیان شده است. واژه خاک به‌طور کلی به انباشته‌ای از مواد طبیعی و زمینی، دارای دانه‌هایی با نرمی زیاد اطلاق می‌شود که در اثر مخلوط شدن با آب حالت چسبندگی و شکل‌پذیری (پلاستیسیته) به خود می‌گیرد. خاک، اصلی‌ترین جزء تشکیل‌دهنده سرامیک به‌حساب می‌آید که ویژگی‌های مکانیکی و شیمیایی خاصی را داراست (گرجستانی، ۱۳۸۴). از میان انواع خاکها می‌توان به خاک رس اشاره کرد. واژه خاک رس برای نخستین بار در سال ۱۵م به رسمیت شناخته شد و تا به امروز دستخوش دگرگونی‌هایی شده است. خاک رس اساساً بر مبنای پلاستیسیته، اندازه دانه‌ها و سرعت و میزان سخت شدن پس از پخت تعریف می‌شود. به‌عنوان مثال در زمین‌شناسی برای نامیدن دانه‌های با اندازه کمتر از ۰/۲ میکرو به کار گرفته می‌شود. در رسوب‌شناسی به دانه‌های با اندازه ۰/۴ میکرو، رس گفته می‌شود. رس ماده‌ای معدنی است که در آمیزش با آب حالتی خمیری و چسبناک به خود می‌گیرد (Guggenheim & Martin, 1995).

به‌طور کلی خاکهایی که برای ساخت سرامیک استفاده می‌شوند به سه دسته (۱) خاکهای نوع اول یا خاک اولیه؛ (۲) خاکهای نوع دوم یا ثانویه و (۳) خاکها یا بدنه‌های ترکیبی تقسیم می‌شوند. خاکهای نوع اول به آن دسته از خاکهایی گفته می‌شود که پس از به‌وجود آمدن دچار فرسایش نشده و به همان حالت اولیه خود باقی ماندند (شروه و انوشفر، ۱۳۷۸). خاک کائولن، یک نوع خاک اولیه است که به آن خاک سفید نیز گفته می‌شود (یاوری، ۱۳۹۰). خاکهای نوع دوم در گذر زمان دچار فرسایش و جایجایی شده و سرانجام در جایگاهی که از آن به‌دست‌آمدند، رسوب کرده‌اند (شروه و انوشفر، ۱۳۷۸). خاک سفال به‌نوعی خاک ثانویه است که به آن خاک رس نیز گفته می‌شود (یاوری، ۱۳۹۰).

در علم مهندسی سرامیک، خاکها با توجه به کانی‌های موجود در آنها و میزان حضور این کانی‌ها با توجه به ویژگی‌های مختلف همچون اندازه دانه‌ها و میزان خلوص، به گونه دیگری دسته‌بندی می‌شوند.

به محصول این مرحله از پخت بدنه، بیسکویت گفته می‌شود. دمای مناسب جهت استحکام و پخت بدنه معمولاً ۹۰۰ درجه سانتی‌گراد است. محصولات سفالی قبل از اختراع چرخ سفالگری به‌وسیله دست و با حرکت انگشتان ساخته می‌شدند و در مواردی پس از خشک شدن بدنه آن را با یک لایه نازک از گل تزئین می‌کردند (هاشمی، ۱۳۹۴). پس از اختراع چرخ سفالگری تحولات بسیار گسترده‌ای در ساخت انواع و ابعاد سفالینه رخ داد که تا به امروز نیز ادامه دارد. سفالینه و محصولات سفالی در طول زمان دچار تحولات و پیشرفت‌های گسترده‌ای شد، به‌طوری که از یک شیء باستانی و مصرفی در زندگی روزانه به محصولی صنعتی و کاربردی تغییر پیدا کرد. جهت شناخت بهتر، این گروه بزرگ با عنوان «سرامیک» را می‌توان به دسته‌های زیر تقسیم کرد.

طبقه‌بندی سرامیک‌ها

با توجه به توضیحاتی که پیش‌تر گفته شد، تقریباً در تمامی تعاریف، سرامیک و سفال به‌عنوان گل پخته‌شده شناخته می‌شوند که در برخی ویژگی‌ها تفاوت دارند. سرامیک، دربرگیرنده بسیاری ویژگی‌های دما، اجزا و مواد است لذا جامعیت بیشتری در بین بقیه واژگان دارد و در این نوشتار مورد استفاده قرار خواهد گرفت. سرامیک‌ها را می‌توان بر اساس (۱) نوع خاک؛ (۲) اجزا تشکیل‌دهنده؛ (۳) دمای پخت؛ و (۴) شیوه‌های شکل‌دهی طبقه‌بندی کرد (شکل ۱).

ارتن ور ۱۰۰-۸۵۰	استون ور ۱۲۰۰-۱۳۰۰	چینی ۱۲۰۰-۱۴۵۰	پرتسلان ۱۲۰۰-۱۴۰۰
انواع دماغ پخت			
پلاستیک‌ها	سرامیک		پراکندگی
انواع شیوه‌های فرور دهی			
روش دستی یا بینج	روش اسلب یا ورقه ای	روش قالب	روش چرخکاری
روش پرس یا فشاری			

شکل ۱. طبقه‌بندی سرامیک بر اساس انواع ویژگی‌های ساختاری و دمایی.

موریلونیت بسیار زیادتر است، و این امر غالباً به دلیل پیوندهای هیدروژنی قوی است که در کائولن به وجود می‌آیند (بابائی نژاد و جوادی ده‌خوارقانی، ۱۳۷۵).

۲- طبقه‌بندی سرامیک‌ها بر اساس اجزاء تشکیل‌دهنده بدنه‌های ترکیبی

اجزاء تشکیل‌دهنده بدنه‌های ترکیبی به سه قسمت کلی تقسیم می‌شود: الف) مواد پلاستیک که خاصیت شکل‌پذیری و پلاستیسیته خمیر گل را تأمین می‌کنند. از جمله منابع تأمین آن می‌توان کائولن، بالکلی^۶ و بتونیت را نام برد؛ ب) مواد پرکننده^۷ که ساختمان و استخوان‌بندی بدنه‌های سرامیکی را تشکیل می‌دهند، مانند سیلیس^۸، آلومین، تالک^۹، شاموت، ماسه بادی؛ ج) مواد‌گدازآور که با ایجاد پیوندهای شیمیایی بین ذرات موجب استحکام بدنه بعد از پخت می‌شوند، مانند فلدسپات‌ها^{۱۰} و فریت‌ها^{۱۱}.

الف) مواد پلاستیک

بارزترین ویژگی رس‌ها خاصیت شکل‌گیری و انعطاف در بدنه است. پلاستیسیته خاصیتی است که یک ماده را قادر می‌سازد تا در اثر یک نیروی خارجی بدون شکست و گسستگی تغییر شکل داده و بعد از حذف یا کاهش نیرو همچنان شکل خود را حفظ نماید (رحیمی و متین، ۱۳۸۷).

کائولن: نوعی خاک رس است که برای نخستین بار در چین کشف شد. در برخی از منابع به آن خاک چینی نیز می‌گویند. خاک کائولن به رنگ سفید است و بعد از پخت نیز به رنگ سفید باقی می‌ماند. این خاک از فرسایش سنگ‌های گرانیتی تشکیل می‌شود و در دمای میانه ۱۷۷۰ تا ۱۷۷۵ درجه سانتی‌گراد به نقطه‌گدازش می‌رسد. پیش از یافتن کائولن، در برخی سفال‌ها مقدار اندکی از این نوع خاک شناسایی شده است که با توجه به شواهد، استفاده از آن به صورت آگاهانه نبوده است، اما امروزه در بیشتر سرامیک‌ها از کائولن استفاده می‌شود (پایدار، ۱۳۸۴). خاک کائولن به دلیل چسبندگی بالا و پلاستیسیته مناسبی که دارد، اغلب به صورت دوغابی برای ساخت سرامیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در این دسته‌بندی، خاک‌ها به انواع کائولین، رس (رس کلوخه‌ای یا رس گلوله‌ای)، رس قرمز، هالوزیت، بتونیت^۵ و غیره تقسیم‌بندی می‌شوند (گرجستانی، ۱۳۸۴). همچنین در گروه‌بندی دیگری بر اساس خلوص مواد تشکیل‌دهنده، سرامیک‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند. گروه نخست از سرامیک‌ها بر پایه خاک رس (سیلیکات‌آلومینیم)، کوارتز و خرده‌سنگ تشکیل می‌شوند. آثاری همچون ظروف چینی، سفالی و سنگ‌نما از این مواد هستند. گروه دوم از سرامیک‌ها شیشه‌ها هستند که مواد تشکیل‌دهنده خالص‌تری دارند و درجه حرارت بالاتری را هم در زمان پخت و هم بعد از آن تحمل می‌کنند. هرچه خلوص مواد در سرامیک‌ها بیشتر باشد، کارایی بهتری پیدا می‌کنند. این پارامتر می‌تواند بر روی ویژگی‌هایی همچون مقاومت فشاری، تخلخل، استحکام (تامپسون، ۱۳۹۲) و تحمل دما تأثیر مستقیم بگذارد. تنوع در سرامیک‌ها امروزه بسیار قابل توجه است و می‌توان گفت این مواد در بخش بزرگی از زندگی و دانش پیرامون ما کاربرد دارند (میرهادی و کفیلی، ۱۳۸۷). سرامیک‌ها بسته به کارکردی که معمولاً در هر رشته یا شاخه از این علم دارند، تقسیم‌بندی می‌شوند. اصولاً در ساخت سرامیک‌ها یک فرایند کلی وجود دارد و آن ترکیب خاک رس با آب است. در این حالت، خاک رس تبدیل به یک حالت خمیری، چسبناک و نرم می‌شود که پس از خشک شدن در زیر نور آفتاب به واسطه حرارت دچار تغییر شیمیایی و فیزیکی خواهد شد. این خمیر، بسته به دمای پخت می‌تواند خصوصیات متفاوتی از خود نشان دهد. به‌طور کلی می‌توان گفت آثار رسی که در معرض حرارت قرار می‌گیرند، یک واکنش غیر قابل برگشت را تجربه می‌کنند (پلندرلیت و ورنر، ۱۳۹۱). به این حالت خمیری خاک اصطلاحاً پلاستیسیته خاک نیز گفته می‌شود؛ اصلی‌ترین عوامل در کیفیت پلاستیسیته، میزان خلوص خاک رس و میزان آب موجود در آن است. به‌طور کلی خاک‌ها از لحاظ میزان پلاستیسیته به چهار دسته تقسیم‌بندی می‌شوند: خاک‌های بدون پلاستیسیته، با پلاستیسیته متوسط، خوب و عالی. این ویژگی قابل اندازه‌گیری است. پلاستیسیته در خاک‌های مختلف متفاوت است. به عنوان مثال پلاستیسیته در کائولن نسبت به مونت

مقاومت شیمیایی خوبی بوده و مهم‌ترین وظایف آن‌ها جلوگیری از تغییر شکل بدنه در خلال پخت، ایجاد انبساط حرارتی مناسب و کنترل انقباض تر به خشک و خشک به پخت است. علاوه‌بر این، پرکننده‌ها در تعیین تخلخل و رنگ (سفیدی) بدنه، اتصال مناسب لعاب و بدنه و اصلاح بافت خام نقش مهمی دارند و در واقع ساختمان و استخوان‌بندی بدنه‌های سرامیکی را تشکیل می‌دهند. از مهم‌ترین و رایج‌ترین پرکننده‌ها در صنعت سرامیک و مورد استفاده در بدنه‌های ترکیبی، سیلیس و تالک است (رحیمی و متین، ۱۳۸۷).

سیلیس: دارای اشکال مختلفی است که می‌توان آن را در طبیعت یافت. متداول‌ترین نوع سیلیس، سیلیس کوارتزی است. سیلیس در دمای ۱۷۵۰ درجه سانتی‌گراد به نقطه ذوب خود می‌رسد و در این نقطه تبدیل به ساختار شیشه‌ای می‌شود. می‌توان گفت که تمام شیشه‌های موجود، جنسی با پایه سیلیسی دارند. سیلیس به دلیل رفتارهای حرارتی خاص در دماهای بالا بسیار مورد توجه سرامیک‌سازها بوده و در ساخت لعاب استفاده می‌شود. در ساخت لعاب، سیلیس را با خاک رس، فلدسپات و برخی مواد دیگر ترکیب می‌کنند (عباسیان، ۱۳۸۴).

تالک: موارد استفاده فراوانی در صنعت سرامیک امروزی دارد، اما آغاز استفاده از آن به دوره تانگ در چین برمی‌گردد. تالک سفیدرنگ است و برای کمک به گدازش سیلیس و کوچک‌تر شدن مولکول‌ها در بدنه‌های سرامیکی استفاده می‌شود. برآیند این عمل بدنه را در برابر حرارت مقاوم می‌کند. پودر تالک در ساخت لعاب نیز مورد مصرف قرار می‌گیرد. از آن برای زدایش ریزترک‌های روی لعاب و جلوگیری از تکانه‌های حرارتی استفاده می‌شود (گرجستانی، ۱۳۸۴).

ج) مواد گداز آور

گداز آورها در صنعت سرامیک جهت کاهش نقطه ذوب بدنه و یا لعاب به‌عنوان یکی از مواد اولیه مصرف می‌شوند. در هنگام پخت بدنه، گداز آورها ذوب شده و در هنگام سرد شدن فاز شیشه‌ای را در بدنه به وجود می‌آورند. شیشه حاصل کلیه بلورهای موجود در بدنه پخته را در بر گرفته و بدین ترتیب یک توده یکپارچه

بالکلی: یک نوع سنگ رسوبی حاوی کائولینت و مقدار جزئی ایلیت، کلریت و مونت مورینیت است. در ترکیب شیمیایی بالکلی نوعی رس، همانند کائولن است و تفاوت آن با کائولن در داشتن پلاستیسیته بالا و مقاومت کمتر در برابر حرارت است، اما در ترکیب شیمیایی بالکلی و کائولن تفاوت چندانی دیده نمی‌شود و تنها در نسبت و میزان سیلیس شرکت‌کننده در ترکیب دارای اختلاف می‌باشند. ترکیب عمومی بالکلی‌ها غالباً شامل ۲۰ تا ۸۰ درصد کائولینیت، ۱۰ تا ۲۵ درصد میکا و ۶ تا ۶۵ درصد سیلیس (کوارتز) است (رحیمی و متین، ۱۳۸۷). از جمله دلایل استفاده از بالکلی در بدنه‌ها می‌توان به این موارد اشاره کرد: پلاستیسیته بالا، قابلیت شکل‌پذیری (آب را در خود نگه می‌دارد)، استحکام خام بالا، افزایش سیالات دوغاب‌های ریخته‌گری، به دلیل ریزدانه بودن و پائین بودن دمای ذوب چنانچه از یک حدی بیشتر استفاده شود نقطه ذوب را شدیداً پائین می‌آورد و موجب تغییر شکل محصولات می‌شود، در بدنه‌هایی که زیاد استفاده می‌شوند شدیداً بر روی رنگ بعد از پخت تأثیر می‌گذارد، اگر مقدار استفاده زیاد باشد ضمن اینکه قابلیت کارپذیری را افزایش می‌دهد باعث انقباض شدید در بدنه شده و قطعه خشک شده با انقباض شدید در نهایت ترک می‌خورد (گرجستانی، ۱۳۸۴).

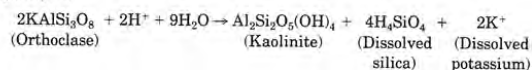
بنتونیت: یکی دیگر از گونه‌های خاک رس است که به رنگ‌های سفید، خاکستری، زرد تا قهوه‌ای در طبیعت یافت می‌شود. این نوع خاک از خاکستر آتش‌فشانی تشکیل می‌شود و دارای گیرش آب بسیار بالا و نقطه ذوب پایین است. به دلیل جذب آب بالای بنتونیت، از آن در بدنه آثار سفالین به مقدار بسیار کم استفاده می‌شود. این خاک می‌تواند تا پنج برابر حجم خود آب جذب و ازدیاد حجم پیدا کند. معمولاً از بنتونیت برای ایجاد توازن و هماهنگی در چسبندگی بدنه استفاده می‌شود. از دیگر موارد استفاده بنتونیت می‌توان به مصرف آن در ساخت لعاب‌ها اشاره کرد (بابایی‌نژاد و جوادی‌ده‌خوارقانی، ۱۳۷۵).

ب) مواد پرکننده

پرکننده‌ها، مواد غیر پلاستیکی هستند که به بدنه اضافه می‌شوند و معمولاً دارای نقطه ذوب بالا و

از فلدسپات‌ها به‌عنوان پرکننده و یا گداز‌آور استفاده می‌شود. فلدسپات‌ها محصول هوازدگی بر پایه موازنه زیر، برآمده از آبرافت کائولینیت است.

Hydrolysis:



فریت: در بدنه‌های سرامیکی بیشتر به‌عنوان گداز‌آور (ارتنور) و در بدنه‌های با پخت بالا به‌عنوان پرکننده نیز استفاده می‌شوند. فریت به‌صورت سربی و قلیایی وجود دارد (بابائی نژاد و جوادی دهخوارقانی، ۱۳۷۱) و یکی از اجزای اصلی لعاب نیز به‌حساب می‌آید. با توجه به نیاز سرامیک‌سازها با درصدهای گوناگون به‌کار گرفته می‌شود. در جدول ۱ گزیده‌ای از انواع خاکها و کانی‌های مورد استفاده در سرامیک‌سازی به همراه بارزترین خواص آن‌ها درج شده است.

را به وجود می‌آورد. گداز‌آورها با ایجاد پیوندهای شیمیایی بین ذرات مواد، موجب استحکام بدنه بعد از پخت می‌شوند. گداز‌آورهایی که در صنعت سرامیک مورد استفاده قرار می‌گیرند بسیار متنوع‌اند، از جمله: اکسیدهای سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم. فلدسپات‌ها که دارای اکسیدهای قلیایی و یا قلیایی خاکی هستند، مهم‌ترین تأمین‌کننده گداز‌آورهای مصرفی در بدنه‌ها و لعابها (به‌خصوص در بدنه‌های پخت بالا) هستند (رحیمی و متین، ۱۳۸۷). همچنین فریت‌ها در بدنه‌های پخت پایین به‌عنوان گداز‌آور در بدنه و یکی از اجزای لعاب مورد استفاده قرار می‌گیرند.

فلدسپات‌ها: از گسترده‌ترین موادی هستند که بر روی کره زمین یافت می‌شوند. گونه‌های ناهمسانی دارند و دارای شکست نور پایی هستند و به بدنه‌های سرامیکی رویه‌ای شیشه‌ای می‌دهند. در صنعت سرامیک

جدول ۱. انواع خاک مورد استفاده در صنعت سرامیک (بابائی نژاد و جوادی دهخوارقانی، ۱۳۷۱؛ گرجستانی، ۱۳۸۴؛ شروه و انوشهر، ۱۳۷۸).

انواع خاکها و کانی‌ها	خواص و کاربرد خاکها و کانی‌ها در صنعت سرامیک‌سازی
سیلیس / SiO ₂	استفاده جهت افزایش مقاومت سرامیک و ایجاد رویه‌ای شفاف در دمای بالا
بنتونیت / Na, CaO(Al, Mg) (Si ₄ O ₁₀) ₃ (OH) ₆ NH ₂ O	بالا بردن میزان چسبندگی و توازن در مقدار جذب آب در بدنه سرامیک
فریت	معمولاً از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده لعاب و ندرتاً برای استفاده در بدنه
فلدسپات‌ها	از اجزای اصلی در صنعت سرامیک و مقاومت دهنده به بدنه
تالک / H ₂ Mg ₃ (SiO ₃) ₄	استفاده برای افزایش پایداری حرارتی و مقاومت بدنه و در لعابها برای جلوگیری از ترک‌خوردگی
خاک قرمز / Fe ₂ O ₃	عمدتاً برای ایجاد بدنه‌های قرمز به دلیل آهن بالا (استفاده کمتر از سایر خاکها)
کائولن / Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	استفاده در بیشتر بدنه‌های سرامیکی در حجم زیاد ایجاد رنگ سفید بدنه
آزبست	استفاده به‌عنوان ماده نسوز و در مواردی به‌عنوان ماده افزودنی
باریم کربنات / BaCO ₃	استفاده در ساخت بدنه‌های آجری
خاکستر آتش‌فشانی	استفاده در بدنه‌های سرامیکی و لعاب به‌عنوان گداز‌آور
ولاستونیت / CaSiO ₃	استفاده به‌عنوان فلاکس در لعابها
دولومیت / CaMg(CO ₃) ₂	استفاده در ساخت بدنه‌ها و لعابها
رس کلسینه‌شده	استفاده به‌منظور تعدیل شکل‌پذیری و کاهش انقباض در بدنه‌های سرامیکی
کلی‌ها	استفاده به‌عنوان گداز‌آور و برای بهبود برخی ویژگی‌ها
بوراکس / Na ₂ B ₄ O ₇ . nH ₂ O	استفاده بسیار به‌عنوان فلاکس در لعاب

۳- طبقه‌بندی سرامیک بر اساس دمای پخت

در دستبندی کلی، سرامیک‌ها را از نظر دمای پخت به چهار دسته الف) ارتنور؛ ب) استونور؛ ج) چینی؛ د) پورسلان و بدنه‌های سرامیکی خاص دستبندی می‌کنند. در ادامه سرامیک‌ها از لحاظ میزان دمای پخت در بدنه و لعاب دسته‌بندی شده‌اند (شکل ۳). البته این نکته قابل ذکر است که هرکدام از این بدنه‌ها خود به دسته‌های دیگری تقسیم (گرجستانی، ۱۳۸۴) و بسته به کاربرد و بنا به ضرورت تجاری‌سازی با اسامی متفاوتی نامیده می‌شوند.

الف) سفال

در فارسی به آثار ارتنور سفال، سفالینه و گلینه گفته می‌شود، اما در انگلیسی واژه دیگری وجود دارد که در فارسی کلمه سفال برای آن به کار می‌رود. واژه "Pottery" از دو کلمه "Pot" ظرف و "Ery" کار کردن و ساختن تشکیل شده است که در نزدیکترین حالت می‌توان واژه "کوزه‌گری" را برای آن به کار برد. ارتنورها از نظر ترکیبات موجود معدنی در بدنه خود به چند دسته تقسیم می‌شوند: ارتنور طبیعی که از خاک‌های اولیه تهیه می‌شود، ارتنور ظریف، ارتنور تالکی و ارتنور نیمه شیشه‌ای (گرجستانی، ۱۳۸۴) که به آن بدنه بدل چینی نیز گفته می‌شود. همچنین ارتنورها را می‌توان بر اساس خاک دستبندی کرد که به سه دسته ارتنورهای رسی یا آرژیلی، ارتنور آهکی و ارتنور فلدسپاتی تقسیم می‌شود (رحیمی، ۱۳۶۹). از نظر دمایی سفال بین ۸۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد (گرجستانی، ۱۳۸۴) و به نقل دیگر ۹۵۰-۱۰۵۰ درجه سانتی‌گراد (امامی، ۱۴۰۰) پخته می‌شوند. خاکی که برای ساخت بدنه‌های ارتنور استفاده می‌شود معمولاً دارای درصدی اکسید آهن است. اگر این مقدار از ۲۰ درصد زیادتر باشد بر رنگ بدنه تأثیر زیادی می‌گذارد (شروه و انوشفر، ۱۳۷۸). قدمت سفال بیش از ۷ هزار تا ۸ هزار سال قبل از میلاد است و از جمله ویژگی‌های بصری آن می‌توان به دانه‌بندی درشت و رنگ قرمز یا نخودی پس از حرارت دیدن و تخلخل محسوس اشاره کرد (امامی، ۱۴۰۰).

ب) استونور

استونور یا بدنه‌های گل سنگی به بدنه‌هایی گفته می‌شود که در دماهای بین ۱۲۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد پخته شده‌اند. استونورها می‌توانند لعابدار یا بدون لعاب باشند. استونورها شفافیت ندارند و آثاری هستند که از استحکام بالایی برخوردارند. نام تجاری این آثار، چینی استخوانی است. برخلاف ارتنور، بخش اعظم استونورها را دیرگازها تشکیل می‌دهد. بدنه‌های استونور به دسته‌های استونور طبیعی، استونور ظریف، ظروف جاسپر، استونور بازالت و استونور صنعتی غیرمتخلخل تقسیم می‌شوند (گرجستانی، ۱۳۸۴). در فارسی به استونورها، ظروف "سنگینه" یا "داشخال" نیز گفته می‌شود. این ظروف به دلیل وجود گدازآورها و دمای پخت بالا، تراکم بالایی دارند، به همین دلیل به سنگ تشبیه می‌شوند (رحیمی، ۱۳۶۹). بدنه‌های استونور معمولاً از خاک‌های نوع دوم یا خاک‌های ثانویه ساخته می‌شوند و آثاری سرامیکی با بدنه استونور در طیف رنگ‌های خاکستری روشن تا قهوه‌ای تیره می‌توانند تغییر کنند (شروه و انوشفر، ۱۳۷۸).

ج) چینی

در زبان فارسی ظروفی چینی در گذشته صرفاً به آن دسته از آثاری گفته می‌شد که در کشور چین ساخته شده بودند، اما این آثار بعدها در ایران دوره صفوی بسیار تولید و به اروپا نیز صادر شدند. در زبان انگلیسی نیز به همین صورت بوده است. امروزه مفهوم این کلمه تغییر پیدا کرده و به تمام آثار سفید رنگی که بدنه متراکم دارند، گفته می‌شود (رحیمی، ۱۳۶۹). این ظروف ترکیب مشابهی با پورسلان دارند، تنها تفاوت شاخص آن‌ها افزودن ۵٪ خاکستر استخوان حیوانی (کلسیم فسفات) به این ماده است (امامی، ۱۴۰۰). این ظروف در دماهای بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۵۰ درجه سانتی‌گراد پخته می‌شوند و می‌توانند لعابدار یا بدون لعاب باشند. به دلیل پخته شدن در دمای بالا دارای تخلخل کم و تراکم بالا، شفافیت زیاد و در صورت لعاب‌دار بودن جلوه شیشه‌ای هستند. ظروف چینی از خاک‌های اولیه و بسیار خالص مانند کائولن که در گذشته به آن خاک چینی

تقسیم‌بندی می‌شود. این تقسیم‌بندی بدلیل تفاوت در تغییراتی است که وابسته به میزان و تغییرات رس و آلومینات و فلدسپار و پیامدهای استفاده از آن‌ها بر تغییر درجه حرارت، در خواص، سیمای بدنه و ویژگی‌های شکل‌پذیری آنها ایجاد می‌شوند (امامی، ۱۴۰۰: ۲۶۱).

۴- انواع شیوه‌های شکل‌دهی

پس از شناخت و بررسی خاک‌ها، مواد اولیه و انواع دماهای پخت یکی دیگر از مهم‌ترین مراحل بررسی آثار سرامیکی شیوه‌های شکل‌دهی است. خاک به دلیل در دسترس بودن و ارزانی از ابتدای تاریخ مورد استفاده انسان‌ها بوده است. در دوره‌های نخستین انسان‌ها از شیوه‌های ساده و ابتدایی برای ساخت قطعات استفاده می‌کردند، اما به مرور زمان و با پیشرفت جوامع و صنایع، روش‌های شکل‌دهی پیشرفته‌تر شد. امروزه استفاده از دستگاه‌ها و تکنولوژی صنعتی جایگزینی برای روش‌های دستی و سنتی شده است. جدا از روش‌های صنعتی و دستگاه‌های پیشرفته، انواع شیوه‌های شکل‌دهی بر اساس روش‌های متداول در طول تاریخ را می‌توان به چند گروه کلی طبقه‌بندی کرد: الف) روش دستی، پینچ یا انگشتی؛ ب) روش اسلب یا ورق‌لای؛ ج) شکل‌دهی به روش قالب؛ د) روش چرخ‌کاری؛ ه) روش پرس یا فشاری.

الف) روش دستی، پینچ یا انگشتی

یکی از ابتدایی‌ترین و ساده‌ترین روش‌ها در شکل‌دهی بدنه‌های سرامیکی روش پینچ یا انگشتی است. با این روش به‌سادگی می‌توان حجم‌های توخالی و یا مجسمه‌های کوچک ساخت. ونوس تپه سراب یکی از بهترین نمونه‌های روش انگشتی در طول تاریخ سفال ایران است. ونوس تپه سراب نامی قراردادی برای پیکرک گلی الهه‌ای است (شکل ۲) که در تپه سراب در کرمانشاه به دست آمده است. این پیکره مربوط به عصر نوسنگی است و هم‌اکنون در موزه ایران باستان نگهداری می‌شود. قدمت این پیکره حدود شش هزار سال پیش از میلاد تخمین زده شده است. این پیکرک گلی پنج و نیم سانتیمتر ارتفاع دارد و زنی را نشان می‌دهد که در حالت نشسته پاهای خود را دراز کرده است.

نیز گفته می‌شد، ساخته می‌شوند. ظروف چینی نیز به چندین دسته مانند چینی استخوانی^{۱۲}، فریت، سخت، چینی خانگی (گرجستانی، ۱۳۸۴) و غیره تقسیم‌بندی می‌شوند. این ظروف در اروپا توسط یک فرد آلمانی (رحیمی، ۱۳۶۹) پس از کشف، ساخته و متداول شدند.

د) پرس‌لان

پرس‌لان، به آن دسته از بدنه‌هایی اطلاق می‌شود که از یک ترکیب سه ماده‌ای ساخته می‌شود. این بدنه‌ها علاوه بر ظروف آشپزخانه‌ای برای مصارف صنعتی نیز کاربرد دارند که به آن‌ها پرس‌لان‌های الکتریکی نیز گفته می‌شود. کلمه پرس‌لان ریشه در واژه "پورسلا" در زبان ایتالیایی دارد که برگرفته از نام نوعی حلزون با صدف سفید و نیمه‌شفاف است که در دریای مدیترانه زیست می‌کند (رحیمی، ۱۳۶۹). بدنه‌های پرس‌لان در دمای بین ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد پخته می‌شوند و دارای چقرمگی بالایی هستند. این بدنه‌ها دارای استحکام خوب، رنگ سفید و شفافیت هستند که به دلیل وجود مواد شیشه‌ای و ماده معدنی مولیت در بدنه است. به‌طور کلی بدنه‌های پرس‌لانی از حرارت دادن دو ماده اصلی کائولن و فلدسپات‌ها تا آستانه ذوب ساخته می‌شوند. مواد اولیه در ساخت این بدنه‌ها می‌تواند بسیار متغیر باشد. از جمله آن‌ها می‌توان به فلدسپات‌ها، خاک رس، شیشه، خاکستر استخوان، کربنات کلسیم و کوارتز اشاره کرد (Anwar et al., 2014). به دلیل اینکه پرس‌لان‌ها مقاومت بالایی در برابر جریان‌های الکتریکی از خود نشان می‌دهند، برای انتقال برق در مسافت‌های طولانی بسیار مفید واقع می‌شوند. به‌همین دلیل از بدنه‌های پرس‌لان علاوه بر ساخت ظروف خانگی در صنعت انتقال برق نیز استفاده می‌شود. وجود موادی چون آلومینیوم، سیلیس و کوارتز در بدنه‌های پرس‌لانی به کیفیت این محصولات کمک بسیار می‌کند (Merga et al., 2019). از مهم‌ترین ویژگی‌های بدنه‌های سرامیکی در صنعت می‌توان به مقاومت الکتریکی و دی‌الکتریک بالا، خواص مکانیکی نسبتاً خوب، مقاومت در برابر گرما و عایق حرارتی حتی در هوای مرطوب اشاره کرد (Islam & Chan, 2004). در تقسیم‌بندی‌های جدیدتر پرس‌لان به دو گونه پرس‌لان نرم^{۱۳} و پرس‌لان سخت^{۱۴}

ج) شکل‌دهی به روش قالب

در روش قالب این امکان وجود دارد که یک شکل چندین بار تکرار شود. اولین نمونه‌ها به این روش در تاریخ سفال ایران مربوط به دوره سلجوقی است. قالب‌هایی که با گل‌سنگی ساخته می‌شدند، سپس با فشار گل درون آن‌ها مجدد از شکل تکرار می‌شد. بعدها قالب‌های گچی مرسوم شد که تولید به روش ریخته‌گری دوغاب انجام می‌شد (شکل ۴).



شکل ۲. تصویری از مجسمه سرامیکی که با اسم ونوس تپه سراب شناخته می‌شود (Irannationalmuseum, 2017).



شکل ۴. ظروف سرامیکی با روش کنده‌کاری و قالب، لعاب آبی کبالت، قرن ششم هجری، موزه بروکلین (Brooklyn museum, 2009).

ب) روش ورقه‌ای یا اسلب

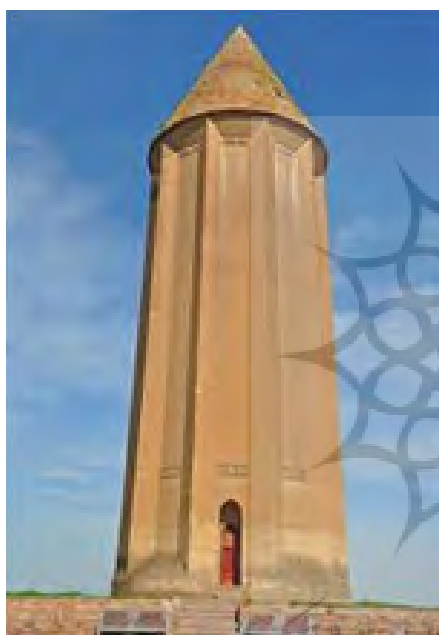
روش ورقه‌ای یا اسلب یکی دیگر از روش‌های بسیار پرکاربرد شکل‌دهی بدنه‌های سرامیکی است. در این روش گل را با دست یا ابزاری مناسب مانند وردنه به صورت ورقه‌ای تخت درآورده و با توجه به الگوی حجم سرامیکی مورد نظر، آن را به ابعاد و اشکال دلخواه برش می‌دهند. سپس با اتصال قطعات مختلف حجم مورد نظر ساخته می‌شود. از بهترین نمونه‌های روش ورقه‌ای، بالش‌های سرامیکی از دوران تانگ در چین است که به صورت ورقه‌ای و به شکل مربع و مستطیل ساخته شده‌اند (شکل ۳).



شکل ۳. (راست) بالش سرامیکی از دوره تانگ چین، قرن هشتم میلادی (Sancai, three-color Glazed ware, 2019).

د) روش چرخ‌کاری

حدود سه هزار سال قبل از میلاد با اختراع چرخ سفالگری تحول بزرگی در تولیدات محصولات سفالی و سرامیکی اتفاق افتاد. چرخ سفالگری سبب شد انواع مختلف ظروف مصرفی در زمان کوتاه و با کیفیت بیشتر ساخته شوند. گرچه امروزه چرخ‌های سفالگری از دستی به برقی پیشرفت کرده‌اند، اما در مناطقی مانند کلپورگان، همچنان از روش‌های دستی برای ساخت ظروف استفاده می‌شود.



شکل ۵. بالا: آجرهای لعابدار مربوط به دوره هخامنشیان که در موزه لوور نگهداری می‌شود؛ پایین: برج ساخته شده از آجر که به برج گنبد قابوس شهرت دارد.

گل‌نوشته^{۱۰}: گل‌نوشته‌ها از آن دسته آثاری هستند که بشر برای ثبت وقایع و معاملات از آن‌ها استفاده می‌کرده است. گل‌نوشته‌ها در ابعاد و اشکال مختلف ساخته شده‌اند. به‌طور عمده می‌توانند شامل کتیبه‌ها، مهرهای استوانه‌ای، کالاشمارها و غیره باشند (امامی و حصاری، ۱۳۹۹). در فرایند تولید این آثار، از گل خام و از ابزارهای فلزی و یا چوبی برای نگارش استفاده شده است (سیدسجادی، ۱۳۸۰).

ه) روش فشاری

روش پرس یا فشاری یکی از روش‌های مناسب برای تولید قطعات مسطح و با رطوبت کم است. در این روش میزان رطوبت بدنه حدود ۴ الی ۱۲ درصد است. مواد بدنه تحت فشار یا پرس در قالب فلزی یا چوبی قرار می‌گیرد و سطح صاف و تخت ساخته می‌شود. ساخت آجر، کاشی، سرامیک و سنگ‌نوشته‌های باستانی از این گروه هستند.

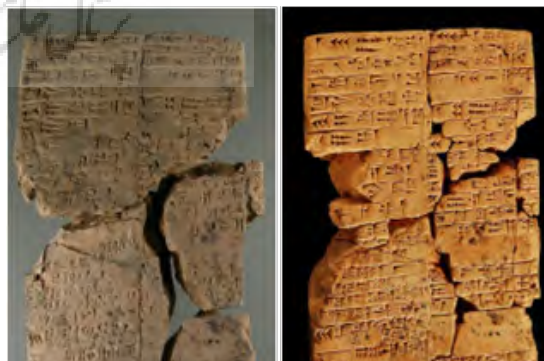
آجر: یکی از مهم‌ترین مصالح مورد استفاده در طول تاریخ بوده است. ماده اصلی تهیه آجر گل‌رس است و می‌توان آن را به اشکال و ابعاد مختلف درآورد. شکل‌دهی آجر به روش قالب‌گیری انجام می‌شود (شکل ۵). آجرها طیف گسترده‌ی را از نظر بدنه و مواد اولیه شامل می‌شوند. به دلیل هزینه پایین و سرعت عمل‌آوری در ساخت معمولاً به جای سنگ استفاده می‌شود. اغلب اوقات برای افزایش استحکام و تحمل نیروهای فشاری، برخی مواد را به خمیر آجرها می‌افزوند که بسیار کارساز بوده‌است (فروتنی، ۱۳۹۶). آجرها از مرحله تولید تا استفاده، چهار مرحله را طی می‌کنند. ابتدا خاک رس فرآوری می‌شود؛ پس از عملیات خاک‌شویی (به‌واسطه آب) تبدیل به گل می‌شود؛ در مرحله بعد گل به‌دست آمده توسط قالب به شکل و اندازه دلخواه شکل داده می‌شود؛ در ادامه زمانی که آجر هنوز خام است، در زیر نور آفتاب خشک شده و پس از آن در کوره پخته می‌شود و در پایان در قسمت‌های مختلف بنا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Dalkilic & Nabikoglu, 2017). بسته به اینکه آجر برای کدام قسمت بنا استفاده می‌شود، در زمان فرآوری افزودنی‌های مختلفی به خاک رس اولیه اضافه می‌شود. زیرا خاک رس اگر به‌طور خالص برای ساخت آجر استفاده شود، در زمان خشک شدن دچار ترک می‌شود. به‌همین دلیل برای افزایش و بهبود کارایی، موادی مانند ماسه و لای، سنگ آهک، فلدسپات‌ها، سولفات‌ها و ترکیبات آهن‌دار به خاک آن اضافه می‌شود (هاشمی، ۱۳۹۴). بسته به نوع خاک رس اولیه، این امکان وجود دارد که خودش سرشار از مواد افزودنی مورد نیاز باشد و ضرورتی برای اضافه کردن آن‌ها وجود نداشته باشد.

نتیجه‌گیری

زمان ساخت سرامیک‌ها مقارن با رشد فکری انسان‌های اولیه و ایجاد نخستین تمدن‌های بشری بوده است. طبیعت به انسان آموخت چگونه از درهم آمیختن آب و خاک، خمیره‌ای بسازد و با آن ابزار، لوازم و اشیاء مورد نیاز خود را تولید کند. یکی از قدیمی‌ترین کشف‌های بشر اولیه بر اساس کاوش‌ها، همانا استفاده از حرارت آتش جهت سختی و استحکام اشیاء و اجسام گلی است. تحقیقات نشان می‌دهد، اشیاء گلی آتش خورده و سخت به‌وفور در محیط زیست انسان‌ها یافت شده که از آن جمله می‌توان ظروف تهیه و نگهداری غذا، ابزار، مجسمه، تابوت و بسیاری دیگر را نام برد. با گذشت زمان و پیشرفت دانش بشری، روش‌های ساخت و دماهای پخت بهبود یافت. استفاده از خاک‌های ترکیبی و بدنه‌های مقاوم‌تر سبب تولیدات با کیفیت بالاتر شد و همین امر گستردگی و تنوع زیادی در محصولات و اسامی آنها ایجاد کرد. در واقع در یک تعریف کلی به اشیاء ساخته شده از گل پخته سرامیک، سفال و تراکوتا گویند که با توجه به دمای پخت و مواد مورد استفاده در بدنه، تفاوت‌هایی وجود دارد.

سرامیک‌ها را می‌توان بر اساس انواع خاک‌ها، انواع دمای پخت، انواع مواد تشکیل‌دهنده در بدنه و انواع شیوه‌های شکل‌دهی طبقه‌بندی کرد که بر همین اساس عناوین متنوعی برای هر گروه ذکر می‌شود. ابتدایی‌ترین نمونه‌های سرامیکی با خاک‌های اولیه و خاک‌های ثانویه که در دسترس انسان نخستین بود، ساخته می‌شد. پس از پیشرفت دانش و طی تجربه متوجه شد برخی ترکیبات پرکننده و گدازآور مانند سیلیس، تالک، ماسه‌بادی و فلدسپات‌ها سبب بهبود کیفیت بدنه می‌شود و این امکان را به وجود می‌آورد که قطعات در دمای بالاتری پخته شوند و استحکام بیشتری حاصل شود. بر اساس دمای پخت سرامیک‌ها به چهار گروه ارتن‌ور (-۱۰۰۰) ۸۵۰ درجه سانتی‌گراد، استون‌ور (درجه سانتی‌گراد ۱۲۰۰-۱۴۵۰) ۱۲۰۰-۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد، چینی (۱۲۰۰-۱۴۵۰) ۱۲۰۰-۱۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و پورسلان (۱۲۰۰-۱۴۰۰) درجه سانتی‌گراد) طبقه‌بندی می‌شوند. هرچقدر دمای پخت

معمولاً اغلب گل‌نوشته‌ها مربوط به اسناد حکومتی (شکل ۶) و یا قراردادهای مالیاتی هستند که فرایند پخت بر روی آن‌ها انجام نشده است. دسته دیگری از گل‌نوشته‌ها هم وجود دارند که به‌طور ناخواسته در معرض آتش قرار گرفته و پخته شده‌اند. خاکی که برای گل‌نوشته‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفته دارای تنوع فراوانی بوده است. این خاک پس از عمل‌آوری و اتمام نگارش در زیر نور آفتاب خشک می‌شده است (باتر، عابد اصفهانی و پایدار، ۱۳۸۴). گاهی ممکن است گل‌نوشته‌ها در زمان مرمت، با هدف افزایش استحکام و حفاظت پخته‌شوند؛ زیرا برخی از گل‌نوشته‌ها بعد از کاوش، ساختار بسیار ناپایداری دارند. بنابراین، برای انجام عملیات پاکسازی ذیل مراحل حفاظت و مرمت نیاز است این آثار پخت شوند (پلندرلیت و وارنر، ۱۳۹۱) و بعد اقدامات اولیه مرمتی بر روی آن‌ها اعمال شود. گرما درمانی در فرایند مرمت باید با دقت بسیار زیاد انجام شود تا آسیبی به اثر وارد نشود (باتر، ۱۳۸۲). از طرف دیگر در همین رده با برخی اشیاء گلین پخت نشده در کاوش‌های باستان‌شناسی مواجه هستیم که اثر مهر را بر خود دارند و نه پخت شده‌اند و نه شکل منظم و مرتبی دارند، اما به دلیل اثر بقایای مهر در رابطه با شواهد باستان‌شناسی بسیار ارزشمند و قابل توجه هستند و چالش حفاظت و مرمت آن‌ها یکی از جذاب‌ترین مسائل تخصصی حفاظت و مرمت است.



شکل ۶: تصاویر الواح گلی قبل و بعد از پخت و مرمت‌های انجام شده بر روی آن‌ها، مکشوفه از عراق (Parker, 2010).

12. Bone China
13. Soft-Paste Porcelain
14. Hard-Paste Porcelain
15. Tablet.

منابع

امامی، سید محمد امین. و حصاری، مرتضی. (۱۳۹۹). بررسی گل نوشته‌های آغاز ایلامی در محوطه سفالین بر اساس مطالعات میکروسکوپ الکترونی و میکروسکوپ نیروی اتمی. پژوهش باستان‌سنجی، ۶(۱) ۳۳-۴۶.

امامی، سید محمد امین. (۱۴۰۰). علم مواد در باستان‌شناسی و باستان‌سنجی (با تکیه بر مواد معدنی و فلزی). اصفهان: جهاد دانشگاهی.

بابائی نژاد، ب؛ و جوادی دهخوارقانی، ف. (۱۳۷۱). ماده اولیه مورد مصرف در سرامیک‌سازی. مرکز آموزش و تحقیقات سرامیک شرکت مقرر سازی ایران.

بابائی نژاد، ب؛ و جوادی دهخوارقانی، ف. (۱۳۷۵). خواص بدنه‌های سرامیکی (پلاستیسیته). جلد ۱. تهران: فنی‌حسینان.

باتر، مسعود. (۱۳۸۲). مطالعه ساختاری و بررسی روش‌های استحکام‌بخشی گل نوشته‌های منقور به خط میخی مکشوفه از هفت‌تپه خوزستان. دانشگاه هنر اصفهان: پایان‌نامه کارشناسی ارشد، (منتشر نشده).

باتر، مسعود. عابد اصفهانی، عباس؛ و پایدار، حسین. (۱۳۸۴). بررسی و مطالعه ساختاری گل نوشته‌های میخی هفت‌تپه خوزستان. مجله بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران، ۱۳(۱): ۱۶۶-۱۵۵.

پایدار، حسین. (۱۳۸۴). مواد اولیه مصرفی در صنایع سرامیک. اصفهان: غزل.

پلندرلیت، هارولد؛ و ورنر، (۱۳۹۱). حفاظت و نگهداری و مرمت آثار هنری و تاریخی. ترجمه: رسول وطن‌دوست. تهران: دانشگاه هنر.

تامپسون، راب. (۱۳۹۲). مواد و فرایندهای تولید برای طراحان حرفه‌ای جلد ۱. ترجمه: نازیلا محمدقلی‌زاده. تهران: فرهنگسرای میردشتی.

بالتر باشد، قابلیت‌های بیشتری جهت استحکام به دست می‌آید.

بشر می‌اندیشید، پیشرفت می‌کرد و می‌توانست بدون هیچ مانعی بسازد. همین امر سبب اندوختن و انباشتن دانستنی‌های او شد. در دوره‌های نخستین از شیوه‌های ساده و ابتدایی برای ساخت قطعات استفاده می‌کرد اما به مرور زمان و با پیشرفت جوامع و صنایع، روش‌های شکل‌دهی پیشرفته‌تر شد، انواع شیوه‌های شکل‌دهی بر اساس شیوه‌های متداول در طول تاریخ را می‌توان به چند گروه کلی طبقه‌بندی کرد: الف) روش دستی، پینچ یا انگشتی؛ ب) روش اسلپ یا ورقه‌ای؛ ج) شکل‌دهی به روش قالب؛ د) روش چرخ‌کاری؛ ه) روش پرس یا فشاری مانند آجر و گل نوشته‌ها که سابقه طولانی در تاریخ سفال دارد و گویای فرهنگ و تمدن ایرانی است.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد محمد یاغی‌زایی در دانشکده حفاظت آثار فرهنگی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز به انجام رسیده است. از کلیه دست‌اندرکاران دانشکده حفاظت آثار فرهنگی سپاسگزاری می‌شود.

حامیان مادی و معنوی

این تحقیق با حمایت مادی و معنوی دانشگاه هنر اسلامی تبریز انجام شده است.

پی‌نوشت‌ها

1. Stone Ware
2. Earthenware
3. Porcelain 4. Kaolin
5. Bentonite
6. Ball Clay
7. Filler
8. Silica
9. Talc
10. Feldspar
11. Ferrite

- تهران: سیمای دانش.
- Anwar, R., Salleh, M., Vermol, V., Zakaria, Z., & Hassan, M. (2014). Hard Ceramic Porcelain Physical Test Through Potential Formulation Parameter. *Proceedings of The International Symposium on Research of Arts, Design And Humanities*, Springer, Singapore. 323-332.
- Beltrame, M., Sitzia, F., Liberato, M., Santos, H., Barata, F., Columbu, S., & Miró, J. (2020). Comparative Pottery Technology Between The Middle Ages And Modern Times (Santařm, Portugal). *Archaeological And Anthropological Sciences*, 12(7), 1-31.
- Gilstrap, W. D., Day, P. M., & Kilikoglou, V. (2016). Pottery production at two neighbouring centres in the Late Bronze Age Saronic Gulf: historical contingency and craft organisation. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 7, 499-509.
- Gosselain, O. (2018). Pottery Chařnes Opřratoires As Historical Documents. In *Oxford Research Encyclopedia Of African History*.
- Guggenheim, S., & Martin, R. (1995). Definition of Clay and Clay Mineral: Joint Report of The AIPEA Nomenclature And CMS Nomenclature Committees. *Clays And Clay Minerals*, 43(2), 255-256.
- Hall, M. (2011). Characterization of Irreversible Black Soiling Layer Formation on Historic Unglazed Terracotta Substrates Using Analytical Scanning Electron Microscopy (Asem) With Energy Dispersive X-Ray (Edx) Analysis. *International Journal of Architectural Heritage*, 5(2), 172-187.
- <http://irannationalmuseum.ir/fa/wp-content/uploads/2017/09/09.jpg>
- <https://www.brooklynmuseum.org/opencollection/objects/124908>.
- Islam, R., Chan, Y., & Islam, M. (2004). Structure-Property Relationship in High
- دهخدا، علی اکبر. (۱۳۸۵). لغت نامه دهخدا. تهران: دانشگاه تهران.
- ذکاء، یحیاء. (۱۳۴۱). فن و هنر سرامیک چیست؟. هنر و مردم، ۱(۱) ۱۵-۱۹.
- رحیمی، ا. (۱۳۶۹). تکنولوژی سرامیک‌های ظریف جلد ۱. تهران: شرکت صنایع خاک چینی ایران.
- متین، مهران، دهنوی، محمد و افسون رحیمی، (۱۳۸۷). تکنولوژی سرامیک‌های ظریف، تهران: شرکت سهامی انتشار.
- سیدسجادی، منصور. (۱۳۸۰). گل نوشته دوران آغاز ایلامی شهر سوخته. علوم انسانی دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۷(۱۵) ۱۳۱-۱۴۸.
- سین کویین، پاتریک. (۱۳۹۹). پتروگرافی سرامیک در علوم باستان‌شناسی. ترجمه: مهدی رازانی و حکیمه افشاری نژاد. تبریز: دانشگاه هنر اسلامی تبریز.
- شروه، عربعلی؛ و انوشفر، محمد مهدی. (۱۳۷۸). لعاب، کاشی، سفال (برای کاشی‌پز، سفال‌ساز، نقاش و مجسمه‌ساز). چاپ سوم. تهران: گوتنبرگ.
- عباسیان، میر محمد. (۱۳۸۴). مبانی شیمی فیزیک مواد کانی غیرفلزی تهیه و تولید و کاربرد سرامیک، مواد نسوز، شیشه، گچ، آهک. تهران: جاودان - گوتنبرگ.
- طلایی، حسن. (۱۳۹۰). هشت هزار سال سفال ایران. تهران: سمت.
- فروتنی، سعید. (۱۳۹۶). مواد و مصالح ساختمانی. چاپ هجدهم. تهران: روزنه.
- گرجستانی، سعید. (۱۳۸۴). صنعت سرامیک. تهران: گوتنبرگ.
- میرهادی، بهمن؛ و کفیلی، نگار. (۱۳۸۷). سفال و سرامیک‌های کهن سرخ‌پوستان آمریکا و ایران و تکنولوژی ساخت. تهران: بهمن میرهادی.
- هاشمی، یوسف. (۱۳۹۴). شناخت مواد و مصالح ساختمانی. تهران: سیمای دانش.
- یاوری، حسین. (۱۳۹۰). سفال و سرامیک‌سازی.

Tension Ceramic Insulator Fired at High Temperature. *Materials Science and Engineering, B*, 106(2), 132-140.

Merga, A., Murthy, H., Amare, E., Ahmed, K., & Bekele, E. (2019). Fabrication of Electrical Porcelain Insulator from Ceramic Raw Materials of Oromia Region, Ethiopia. *Heliyon*, 5(8), E02327.

Pardhi, M., & Vaidya, S. (2016). Newly Discovered Terracotta Figurines From Recent Exploration In Nagpur District, Vidarbha. *The Odisha Historical Research Journal*, 55(3-4), 47-55.

Parker, A. (2010). *The New York Times*. Retrieved From [Www.Nytimes.Com: Https://Www.Nytimes.Com/2010/09/16/Arts/Design/16tablets.Html](https://www.nytimes.com/2010/09/16/Arts/Design/16tablets.html).

Tite, M. S. (2004). Production technology of ancient pottery. In *Physics Methods in Archaeometry* (pp. 357-367). IOS Press.

Tsetlin, Y. B. (2018). The origin of ancient pottery production. *Journal of Historical Archaeology & Anthropological Sciences*, 3(2), 193-198.

