

خشک کردن و پخت بدنه خام

هدفهای رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

- ۱- اهمیت و ضرورت خشک کردن بدنه‌های سفالی را توضیح دهد.
- ۲- مراحل خشک شدن بدنه‌های خام را شرح دهد.
- ۳- مراحل پخت بدنه‌های خام را شرح دهد.
- ۴- بدنه‌های سفالی ساخته شده را خشک کند.
- ۵- بدنه‌های سفالی خشک شده را در کوره بچیند.
- ۶- بدنه‌های سفالی را که در کوره چیده، بپزد.
- ۷- بدنه‌های پخته شده را پس از سرد شدن، از کوره خارج کند.

خشک کردن و پخت بدنه خام

می‌گردند.

مرحله دوم از دست‌دادن آب شیمیایی است که حالت برگشت‌پذیری ندارد و باعث کاهش حجم بدنه نیز نمی‌شود. این مراحل یعنی از دست دادن آب فیزیکی به هنگام «خشک کردن بدنه» و از دست دادن آب شیمیایی به هنگام «پختن» بدنه در کوره انجام می‌شود (تصویر ۱).

مهم‌ترین نقش آب در بدنه، آن است که شرایط شکل‌پذیری خاک را فراهم آورد. پس از شکل‌گرفتن خمیر و ساخته شدن بدنه، باید آب آن خارج و بدنه خشک شود. خاک‌های رسی آب خود را در دو مرحله از دست می‌دهند. مرحله اول از دست‌دادن آب فیزیکی است که با کاهش حجم همراه است. اما در صورتی که به این بدنه، آب افزوده شود، مواد آن به حالت خمیری باز



طرح، ساخت و تزئین: عنذرا جوادی، هنرمند کارگاه سفالگر مدیریت پژوهش‌های هنرهای سنتی سازمان میراث فرهنگی کشور

تصویر ۱- بدنه روشن‌تر آب فیزیکی خود را از دست داده و آماده برای پختن است. بدنه قرمز، آب شیمیایی خود را به‌هنگام پخت از دست داده و سخت شده است، که به این مرحله، «بدنه بیسکویت شده» گفته می‌شود.

۱- خشک کردن بدنه خام

خشک کردن بدنه‌های سفالی در دو مرحله انجام می‌گیرد. نخست آب موجود در سطح بدنه سرامیکی، در مجاورت هوای محیط اطراف تبخیر می‌شود و به تدریج آب موجود در لایه‌های داخلی به سطح بدنه آمده، و به همان ترتیب تمام آب موجود در بدنه تبخیر می‌شود تا بدنه کاملاً خشک شود. در این مرحله بیشترین انقباض به وجود می‌آید. در مرحله دوم بدنه سفالی را در مدت طولانی در معرض نور خورشید یا درجه حرارتی حدود 12°C قرار می‌دهند تا آبی که سطح ذرات رس را پوشانده و به علت پیوستگی ذرات رس به یکدیگر در لایه‌های آنها حبس شده، تبخیر شود.

بدنه خام با از دست دادن این آب‌ها که به آب «خلل و فرج» موسوم است، می‌تواند مقداری از رطوبت موجود در هوا را که به اصطلاح به آن «مقدار رطوبت تعادلی» گفته می‌شود، جذب کند. مقدار رطوبت در بدنه‌ها، علاوه بر رطوبت محیط به نوع، مقدار و دانه‌بندی ذرات رس نیز بستگی دارد. با وجود این که مقدار رطوبت بسیار ناچیز است، چنانچه خشک کردن بدنه به وسیله کوره و به سرعت انجام شود، فشار بخار ایجاد شده می‌تواند باعث ترکیدن بدنه در اولین مراحل پخت شود.

۲- پخت بدنه خام

در نخستین مراحل پخت، افزایش حرارت باید تدریجی و آهسته انجام شود. کنترل دمای کوره تا حدود 25°C بسیار حساس و مهم است و برای پیشگیری از ترکیدن بدنه‌ها، باید مدت پخت و سرعت حرکت هوا بیشتر باشد.

در بسیاری از خاک‌های رسی، مقداری مواد آلی وجود دارد که باید سوخته و از بدنه خارج شود. این امر در درجه حرارت‌هایی حدود 200°C تا 300°C انجام می‌گیرد و به آن مرحله «اکسیداسیون» می‌گویند که در نهایت منجر به خروج گازها از بدنه می‌شود. خروج گاز از بدنه باید قبل از آنکه ذرات رس بدنه متراکم شود، انجام گیرد زیرا موجب بروز «لکه تیره» در بیسکویت می‌شود. این لکه‌های تیره در حقیقت کربن محبوس در بدنه است. از آنجا که در درجه حرارت‌های حدود 75°C تا

90°C مقادیر کافی اکسیژن برای انجام واکنش‌های اکسیداسیون در محیط کوره وجود دارد، باید زمان کافی نیز برای آن در نظر گرفته شود. به این معنی که دما را در طی این درجه حرارت‌ها برای مدتی ثابت نگاهداشت یا سرعت افزایش دما را بسیار کاهش داد.

در مرحله بعدی پخت، برخی از عناصر ترکیب شده، تجزیه می‌شوند و با آزاد شدن آب پیوندی مولکول‌ها، ساختار مولکولی بدنه نیز تغییر می‌کند. واکنش تجزیه، به مواد موجود در بدنه و شرایط پخت بستگی دارد. به طور مثال کربنات‌ها با توجه به ترکیب و شرایط محیط کوره، در دامنه پخت 400°C تا 1000°C با آزاد کردن گاز کربنیک تجزیه می‌شوند. با تجزیه گازها، متراکم شدن ذرات رس آغاز شده و خلل و فرج کاهش می‌یابد.

آنچه در این مرحله به وقوع می‌پیوندد، حرکت اتم‌ها به سوی یکدیگر است که تخلخل بدنه را تا حدود ۵ درصد کاهش می‌دهد. اتصال ذرات باعث حبس گازهای درون حفره‌ها می‌شود. گاهی با حرکت اتم‌ها، برخی از گازها نیز آزاد می‌شوند. با افزایش حرارت، ذرات جامد حل شده و حفره‌ها را پر می‌کنند و این به منزله کاهش تخلخل بدنه است. سیلیس که در طبیعت ساختار بلوری دارد، در بدنه‌های سرامیکی با افزایش حرارت از این حالت خارج شده و بی‌شکل می‌شود و در درجه حرارت‌های بالا، بدنه حالت شیشه‌ای پیدا می‌کند.

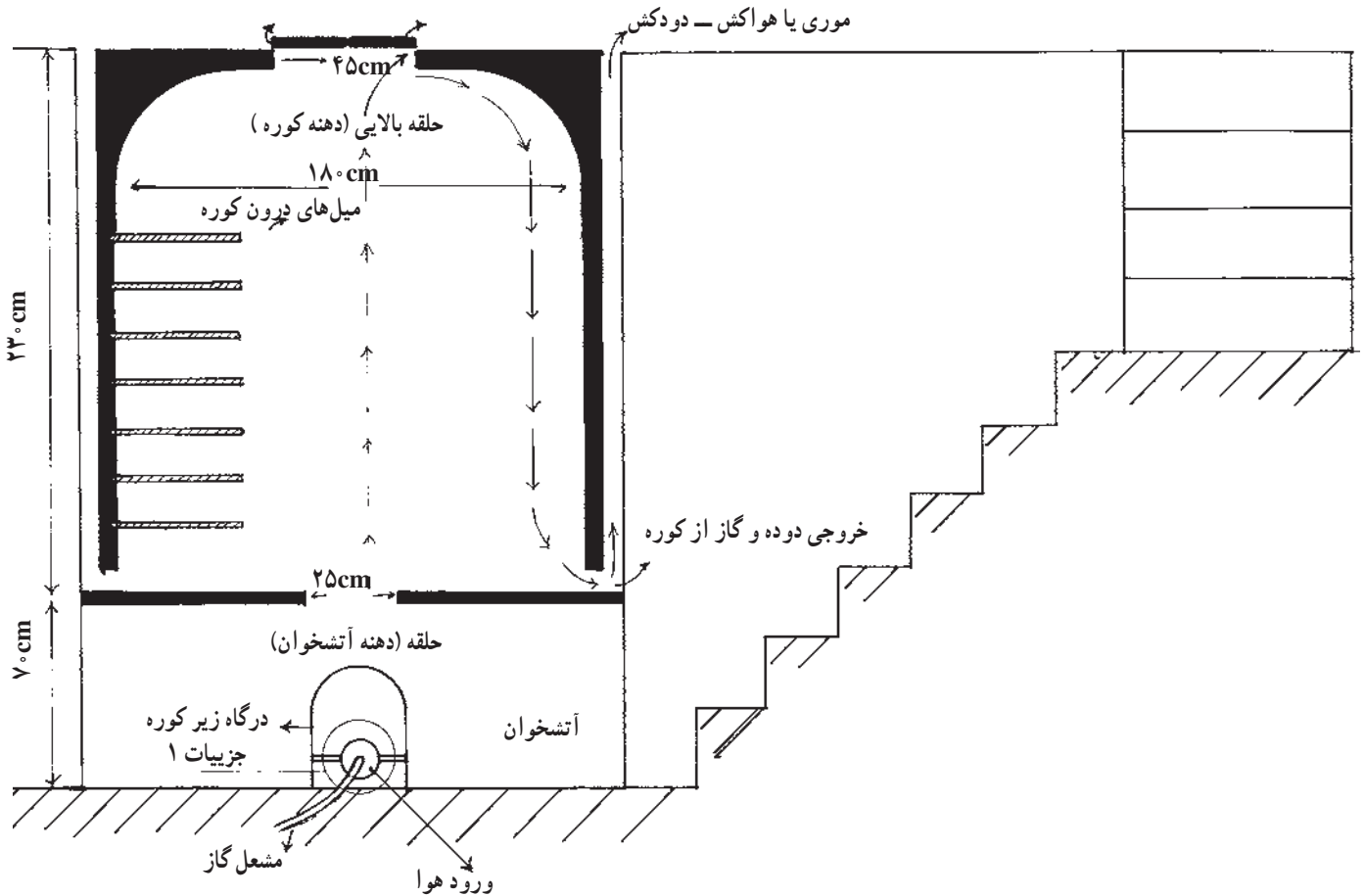
۱-۲- چیدن بدنه خام در کوره (کوره چینی^۱): برای چیدن بدنه‌ها در کوره از وسایل کمکی که جنس آنها از مواد نسوز است استفاده می‌شود. این وسایل علاوه بر تقسیم‌بندی مناسب به منظور استفاده بهتر از فضای کوره، بدنه‌ها را نیز از افتادن و ریزش حفظ می‌کند. چیدن صحیح بدنه‌ها با توجه به ضخامت و شکل آنها تا حد زیادی از تغییر شکل آنها در حین پخت جلوگیری می‌کند. در کوره‌های سنتی (با شعله مستقیم) اختلاف دمای زیادی وجود دارد، یعنی ظروفي که در مرکز و بالای کوره چیده می‌شوند، زودتر به مرحله پخت می‌رسند تا ظروفي که در محیط کوره قرار دارند. به همین منظور، ظروف با ضخامت زیاد در نقاطی از کوره قرار می‌گیرند که درجه حرارت بیشتری دارد و ظروف کوچک و ظریف با شکل پیچیده در محیط پیرامون

۱- در بخش صنعتی سرامیک به این مرحله «بارگیری کوره» گفته می‌شود.

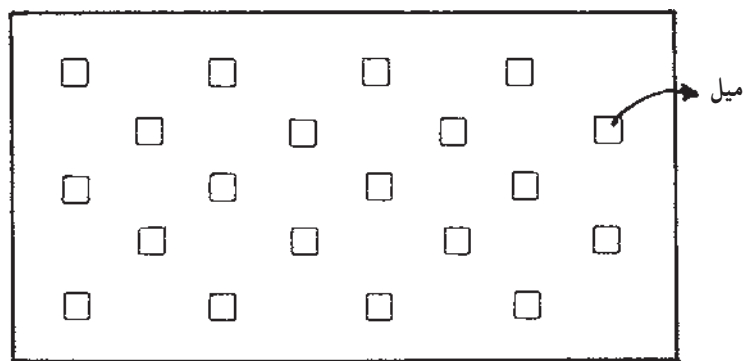
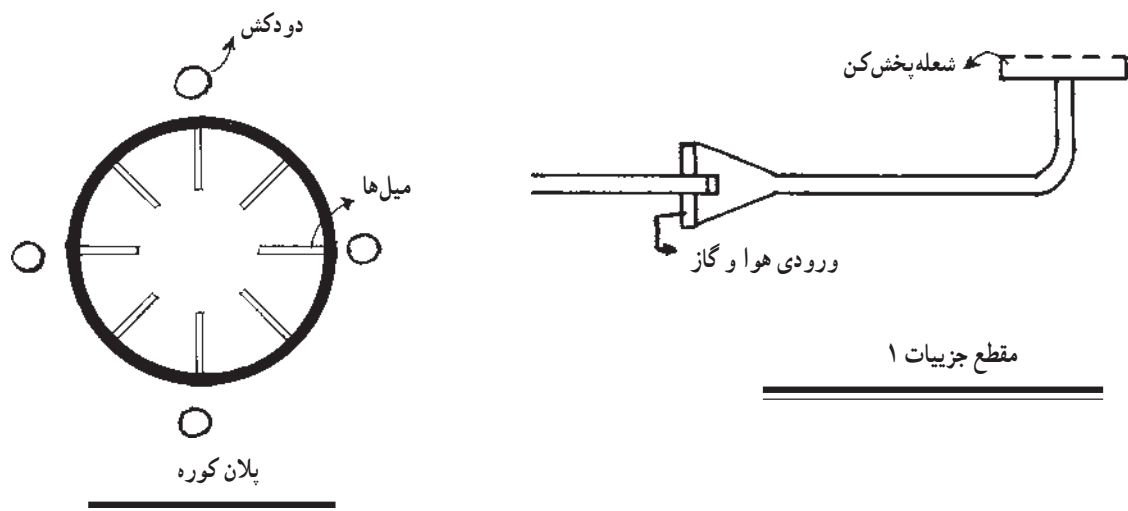
قرار داد. این صفحات طبقات یا تاقچه‌هایی را بر دیواره محیط داخلی کوره ایجاد می‌کند، به صورتی که در قسمت مرکزی، فضایی باز برای چیدن ظروف توسط «کوره چین» ایجاد شود. در عین حال این فضا برای انتقال حرارت به تمام طبقات کوره اهمیت زیادی دارد (تصویرهای ۲ تا ۴).

کوره قرار می‌گیرند. در کوره‌های الکتریکی تمام فضای داخلی کوره با بعضی از وسایل کمکی در پخت مانند استوانه‌ها (یا ستون‌ها) و صفحه‌های نسوز، قفسه‌بندی می‌شوند. در کوره‌های سنتی در دیواره داخلی کوره سوراخ‌هایی وجود دارد که در آن استوانه‌های بلندی از جنس مواد نسوز که به «میل» موسوم است، نصب و محکم می‌شود، به طوری که بتوان روی میل، صفحات نسوز را

دو قطعه نیم‌دایره شکل رسی که با آن دهانه کوره مسدود می‌شود.



تصویر ۲- کوره پخت ظروف در شهرضا (مقطع کوره)



تصویر ۳- طرز قرار گرفتن میل‌ها در کنار هم در داخل کوره

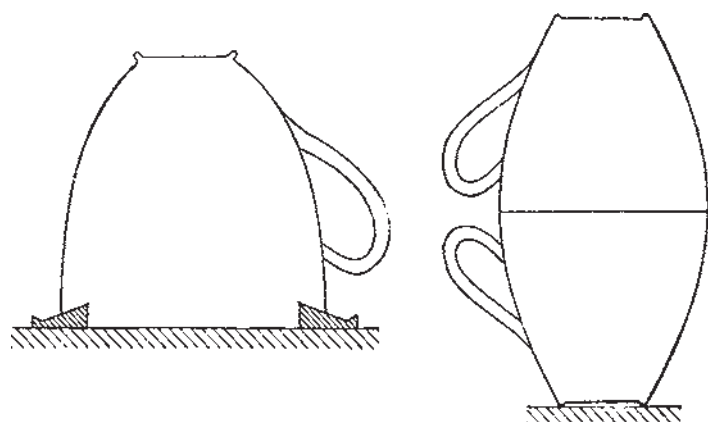
میل‌ها با فاصله ۴۰ سانتی متر در ۸ ردیف قرار گرفته‌اند.



تصویر ۴- داخل یک کوره سنتی گازی

کاسه دیگر قرار می‌گیرد، باید کوچکتر از آن باشد تا به دیواره یکدیگر فشار وارد نکنند، زیرا فشار دیواره‌ها به یکدیگر امکان شکستن بدنه خام در هنگام چیدن کوره یا تغییر شکل بدنه به هنگام پخت را به دنبال خواهد داشت. به‌طور کلی اتصال و اصطکاک بدنه با سطوحی که از انقباض و کاهش حجم آن‌ها جلوگیری کند، باعث تغییر شکل بدنه می‌شود.

ظروف بزرگ مانند کوزه، خمره و گلدان در کنار هم روی طبقات چیده می‌شود. ایجاد فاصله مناسب بین ظروف برای هدایت و انتقال حرارت در تمام قسمت‌های کوره ضروری است، در غیر این صورت به علت عدم هدایت دمای مناسب در تمام قسمت‌های کوره، برخی از ظروف دورنگ می‌شوند که ناشی از پخت ناقص آنهاست.



تصویر ۶- روش لب‌به‌لب‌گذاردن

درجه حرارت کوره و وضعیت بدنه در حال پخت، در کوره‌های سنتی استفاده می‌شود. امروزه در برخی از کوره‌ها، به‌منظور اندازه‌گیری دقیق‌تر درجه حرارت و زمان‌بندی از پیش تعیین شده برای مراحل پخت محصول، از دستگاه‌های خاصی به نام «آذرسنج یا ترموکوبل» استفاده می‌شود (تصویر ۷). مجهز بودن کوره به آذرسنج، برای پخت بدنه کمک زیادی به سفالگران می‌کند. برای دادن برنامه به آذرسنج باید عوامل متعددی مانند اندازه، ضخامت و جنس بدنه و همچنین نوع، اندازه و سوخت کوره در

شکل بدنه‌های خام و چگونگی چیدن آن‌ها در کوره بسیار مهم است. در پخت بیسکویت، ظروف تخت را با در نظر گرفتن وزن آن‌ها و ارتفاع طبقات و قفسه‌ها می‌توان به صورت افقی و عمودی (در کنار هم و یا بر روی هم) و با استفاده از سه پایه و انگشته چید. کاشی باید درون کاست به صورت افقی قرار گیرد (تصویر ۵). ظروف گود را در پخت بیسکویت به دو روش در داخل کوره قرار می‌دهند، یکی از این روش‌ها قرار دادن دهانه ظروف روی یکدیگر است که به روش «لب به لب گذاردن» موسوم است (تصویر ۶). در این روش دهانه، اندازه و وزن ظروف باید یکسان باشد. این روش از تغییر شکل دهانه ظروف گود مانند فنجان و کاسه جلوگیری می‌کند. در مواردی که روش لب‌به‌لب گذاردن به علت تنوع ظروف امکان‌پذیر نباشد، آن‌ها را به کمک سه پایه در داخل یکدیگر قرار می‌دهند. هر کاسه‌ای که درون



تصویر ۵- داخل یک کوره الکتریکی

۲-۲- پخت بدنه و تخلیه کوره: برای آگاهی از وضعیت و چگونگی محیط داخل کوره بعد از روشن شدن و کنترل آن در طی مراحل پخت عواملی مانند حرارت کوره به‌طور مداوم باید مورد بررسی و سنجش قرار گیرد. ابتدایی‌ترین و در عین حال تجربی‌ترین روش تعیین درجه حرارت کوره، براساس رنگ بدنه‌های داخل کوره است. سفالگر با تجربه با مشاهده داخل کوره از درون سوراخ کوچکی که در دیواره کوره تعبیه شده، دمای کوره را تشخیص می‌دهد. از این روش، هنوز برای تعیین حدود

می‌شود تا روند کاهش حرارت در آن به آرامی صورت گیرد. زیرا در غیر این صورت بدنه‌های داغ، قادر به از دست دادن حرارت خود نبوده و شوک حرارتی ایجاد شده، باعث شکستن آن‌ها می‌شود.

برای بعضی از بدنه‌های ضخیم و پیچیده، کاهش دما در کوره باید با کنترل و دقت بیشتری اعمال شود. بعد از حصول اطمینان از یکسان بودن دمای داخل کوره و دمای محیط در خارج از کوره می‌توان در کوره را گشود و بدنه‌ها را از آن خارج کرد.

هرگز نباید تا پیش از سرد شدن بدنه، تا حدی که بتوان آن را با دست لمس کرد، این کار را انجام داد، زیرا احتمال ترک خوردن بدنه در اثر سرد شدن سریع وجود دارد.

در صورت نداشتن امکانات کنترل دمای کوره، ابتدا از درجه کوچک کوره، به بدنه‌ها نگاه کرده، اگر رنگ بدنه‌های پخته شده در حالت معمولی بود، در کوره را باز می‌کنند.

در صورت کسب تجربه فراوان، در این مرحله با حس گرمای کوره نیز می‌توان مقدار داغ بودن بدنه‌ها را تخمین زد. در غیر این صورت با استفاده از دستکش و انبر بلند، بدنه‌ها را از کوره خارج کرده، در فضای گرم و بسته‌ای که در آن هوا جریان نداشته باشد، قرار می‌دهیم تا به تدریج حرارت بدنه و محیط یکسان شود.



تصویر ۷- انواع ترموکوبل‌ها

نظر گرفته شود. به‌طور مثال برای پخت بدنه‌های بزرگ و ضخیم، رعایت نکاتی مانند کاهش سرعت، افزایش درجه حرارت و زمان پخت، توقف و ثابت نگهداشتن درجه حرارت، در مراحل خاص به منظور ایجاد فرصت مناسب برای خارج شدن گازها از بدنه و پخت بدنه‌هایی با شکل‌های مختلف ضروری است. بعد از رسیدن دمای کوره به «دمای پخت» کوره خاموش

خودآزمایی

- ۱- خشک کردن بدنه‌های سفالی چه اهمیتی دارد؟
- ۲- مراحل خشک کردن بدنه‌های خام را شرح دهید.
- ۳- مراحل پخت بدنه‌های خام را شرح دهید.
- ۴- بدنه‌های سفالی ساخته شده را خشک کنید.
- ۵- بدنه‌های سفالی خشک شده را در کوره بچینید.
- ۶- بدنه‌های سفالی را که در کوره چیده‌اید، بپزید.
- ۷- بدنه‌های پخته شده را پس از سرد شدن، از کوره خارج کنید.

لعابکاری بدنه‌های سفالی

هدف‌های رفتاری: در پایان این فصل، فراگیر باید بتواند:

- ۱- «لعاب» را تعریف کند.
- ۲- دلایل لعابدهی بدنه‌های سفالی را بگوید.
- ۳- انواع لعاب را طبقه‌بندی کند.
- ۴- مراحل آماده سازی لعاب را بگوید.
- ۵- هریک از انواع لعابکاری را نام ببرد.
- ۶- شیوه‌های استفاده از رنگینه‌ها برای تزیین را نام ببرد.
- ۷- مراحل پخت بدنه لعابدار را بگوید.
- ۸- یک بدنه سفالی را با لعاب تزیین کند.
- ۹- یک بدنه سفالی را با «نقاشی زیر رنگی» تزیین کند.
- ۱۰- یک بدنه سفالی را با «نقاشی رو رنگی» تزیین کند.
- ۱۱- یک بدنه سفالی را با «نقاشی هفت‌رنگ» تزیین کند.
- ۱۲- هریک از بدنه‌های سفالی تزیین شده لعابدار را در کوره قرار داده، بیزد.

۱- لعاب

لعاب نوعی از مواد شیشه‌ای است. این ماده از نظر فیزیکی مایعی است که با تأخیر منجمد شده و با افزایش حرارت، حالت چسبندگی^۱ و کشش در خمیر آن پدید می‌آید. تعدادی از اکسیدهای غیر فلزی مانند اکسیدهای سیلیس و بُر، دارای خاصیت تشکیل شیشه هستند و قادرند تا سطح بدنه‌های سرامیکی را بپوشانند. استفاده از لعاب بر روی بدنه‌ها به دلایل مختلفی صورت می‌گیرد، تعدادی از این دلایل عبارت است از:

- ۱-۱- زیباتر کردن و تنوع سطح بدنه‌ها: با استفاده از لعاب می‌توان رنگ، نقش و بافت متنوعی را بر سطح بدنه اجرا کرد به طوری که ایجاد چنین تنوعی بدون لعاب امکان‌پذیر نیست.
- ۱-۲- حفظ تزیینات بدنه: لعاب برای رنگ‌ها و تزیینات برجسته روی بدنه، مانند یک پوشش عمل کرده و آنها را از

بعضی آسیب‌های احتمالی محافظت می‌کند.

- ۱-۳- غیرقابل نفوذ کردن بدنه‌های متخلخل: لعاب برای ظروفی که در آنها مایعات نگهداری می‌شود، بسیار اهمیت دارد و از خروج آب از منافذ بدنه جلوگیری می‌کند.
- ۱-۴- افزایش مقاومت شیمیایی و مکانیکی: بدنه لعابدار در مقابل بسیاری از اسیدها و مواد قلیایی نامحلول است و می‌توان این مواد شیمیایی را در آنها نگهداری کرد. بدنه‌های لعابدار در مقابل ضربه و فشار نیز تا حد زیادی مقاومت می‌کنند.
- ۱-۵- پوشاندن سطح ناصاف: صیقلی و صاف نبودن بعضی از اشیای سرامیکی موجب ایجاد اصطکاک می‌شود، ولی با پوشش لعاب بر روی بدنه، این مشکل برطرف خواهد شد.

۱-۶ — بهداشتی کردن سطح محصولات سرامیکی:
بدنه‌های لعابدار بسیار آسان‌تر از بدنه‌های بدون لعاب تمیز می‌شود.

۲- انواع لعاب

لعاب‌ها انواع بسیاری دارند که برای شناخت و مطالعه بهتر آنها را براساس ترکیب شیمیایی، روش تهیه، درجه حرارت لعاب و شکل ظاهری لعاب بعد از پخت طبقه‌بندی می‌کنند.

۲-۱ — طبقه‌بندی براساس ترکیب شیمیایی: لعاب‌ها براساس ترکیب مواد اولیه به صورت‌های مختلفی تقسیم می‌شوند، مانند لعاب‌های سربی و بدون سرب یا قلیایی

۲-۲ — طبقه‌بندی براساس روش تهیه (خام و پخته بودن لعاب): از آنجا که گروهی از اکسیدهای موجود در لعاب فرار هستند یا به علت حلالیت در آب جذب بدنه می‌شوند، ابتدا باید مواد اولیه تشکیل‌دهنده لعاب را پخت تا ترکیب بهتری به دست آید. به این ترکیب پخته شده، «فریت» گفته می‌شود.

فریت‌ها، موادی هستند که ابتدا ذوب و به یکباره سرد می‌شوند تا بر اثر شوک حرارتی ایجاد شده، ذرات لعاب به تکه‌های شیشه‌ای تبدیل شود.

۲-۳ — طبقه‌بندی براساس درجه حرارت لعاب: در بخش صنعت، لعاب‌ها براساس درجه حرارت پخت آنها به پنج دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

الف — لعاب‌های درجه حرارت پخت بسیار پایین با درجه

حرارت پخت کمتر از 90°C که به «راکو» مشهور هستند.
ب — لعاب‌های درجه حرارت پخت پایین با درجه حرارت پخت بین 90°C تا 102°C که به لعاب‌های «ماجولیکا» معروفند.

ج — لعاب‌های درجه حرارت پخت متوسط با درجه حرارت پخت بین 102°C تا 116°C که به لعاب‌های «ارتن ور» مشهور هستند.

د — لعاب‌های درجه حرارت پخت بالا با درجه حرارت پخت بین 116°C تا 126°C که لعاب‌های فرآورده‌های بهداشتی نامیده می‌شوند.

ه — لعاب‌های درجه حرارت پخت بسیار بالا که درجه حرارت پخت آنها بین 128°C تا 140°C است و به لعاب‌های «برسلان» مشهور هستند.

۲-۴ — طبقه‌بندی براساس شکل ظاهری لعاب بعد از پخت:
الف) لعاب شفاف یا ترانسپارنت^۱: این نوع لعاب‌ها، براق و شفاف هستند. نور تابیده شده بر این نوع لعاب‌ها هم از سطح لعاب منعکس می‌شود و هم از لعاب عبور می‌کند و بدنه در زیر لعاب دیده می‌شود.

ب) لعاب کدر یا آپک^۲: با اینکه این نوع لعاب‌ها دارای سطح درخشانی هستند، ولی نور قادر به عبور از این لعاب‌ها نیست و از سطح لعاب منعکس شده و بدنه از زیر لعاب دیده نمی‌شود (تصویر ۱ و ۲).



تصویر ۱ — لعاب کدر یا آپک سرمه‌ای



تصویر ۲- لعاب کدر در رنگ‌های مختلف که این حجم‌ها با آن رنگ‌آمیزی شده است.

انکسار شعاع‌های نور را بر عهده دارند. سطح این لعاب‌ها زیر و مات است و نسبت به نوع، تعداد و اندازه این کریستال‌ها، مقدار زبری و مات بودن لعاب متفاوت است (تصویرهای ۳ و ۴).

ج) لعاب مات: اختلاف این لعاب‌ها، با لعاب‌های شفاف و کدر، در وجود ذرات کریستالی منظم و ریزی است که به هنگام سرد شدن در سطح لعاب‌ها پدید می‌آید. وجود این کریستال‌ها کار



تصویر ۳- سرامیک کف با پوششی از لعاب مات



تصویر ۴- کاشی با لعاب مات قهوه‌ای که به کاشی جرمی شهرت دارد.

گاهی لعاب‌های شفاف و کدر نیز مات می‌شوند. این حالت هنگامی پدید می‌آید که لعاب به دمای پخت و حالت شیشه‌ای خود نرسیده و مات به نظر می‌رسد (تصویر ۵).



تصویر ۵- مقایسه دو بدنه لعابدار که یکی به‌علت نرسیدن به دمای پخت «مات» به نظر می‌رسد.

منعکس می‌کنند، ولی بقیه رنگ‌ها از لعاب عبور کرده و جذب بدنه می‌شود که به اصطلاح سنتی «قازمغازی» نامیده می‌شود.

۲- لعاب ترک‌دار یا کراکله: با وجود عدم تناسب میان انبساط بدنه و لعاب، ترک‌خوردگی‌هایی در سطح لعاب پدید می‌آید. این پدیده در بسیاری از موارد یک عیب محسوب می‌شود، ولی در سرامیک از این ویژگی به‌عنوان یک شیوه‌ترین بر روی بدنه‌های سرامیکی استفاده می‌کنند (تصویر ۶).

۳- لعاب پوست ماری: لعاب‌هایی که در سطح خود دارای کَشش هستند، در هنگام ذوب تمایل دارند که شکل کروی به خود گرفته و به‌عبارت دیگر خود را جمع کنند. در نتیجه، قسمت‌هایی از بدنه بدون لعاب باقی می‌ماند. به این ویژگی، اصطلاحاً «لعاب نگرفتگی» یا «گسیختگی لعاب» می‌گویند، ولی در سرامیک هنری، از همین ویژگی به‌عنوان یک نوع‌ترین استفاده می‌شود (تصویر ۷).

در مواقعی بلورهای لعاب به شکلی هستند که با چشم غیرمسلح نیز به راحتی دیده می‌شوند که به این لعاب‌ها، «لعاب کریستالی» گفته می‌شود.

لازم به ذکر است که لعاب‌های شفاف، کدر و مات، عمده‌ترین و رایج‌ترین لعاب‌هایی هستند که در سرامیک صنعتی و هنری مورد استفاده قرار می‌گیرند. لعاب‌های دیگر از تغییر ترکیب مواد این لعاب‌ها و یا استفاده از معیبه‌هایی است که در حین آماده‌سازی لعاب، لعابکاری یا پخت بدنه لعاب‌دار پدید می‌آید.

در اینجا به معرفی برخی از این لعاب‌ها می‌پردازیم:

۱- لعاب قازمغازی یا رنگین‌کمانی: سطح این لعاب مشابه منظره‌ای یک لایه نفت است که بر روی سطح آب ایجاد شود. رنگ این لعاب ناشی از پراکندگی شعاع‌های نور به وسیله بلورهای بسیار ریز است. این بلورها نورهایی با طول موج بنفش تا آبی را



تصویر ۷- لعاب پوست ماری - ساخت و تزیین: کارگاه سفالگری شیران در اصفهان



تصویر ۶- لعاب ترک‌دار

شده و عنصر فلزی بر سطح لعاب باقی می ماند و به همین دلیل، این لعاب را که دارای جلای خاصی تقریباً همانند جلای فلزی است، «زرین فام» می نامند (تصویر ۸).

در کارخانه های صنعتی، تولید رنگ ها و لعاب های سرامیکی، نوعی لعاب به نام «لواستر» یا «لاستر» ساخته می شود که دارای همان جلای فلزی است.

۴- لعاب زرین فام: در ابتدا سطح بدنه این نوع ظروف، با یک لایه لعاب کدر (یا آپک) سفید پوشانده شده و در کوره پخته می شود و سپس با لعاب دومی که ترکیب آن هنوز به درستی مشخص نیست پوشش می یابد. این لعاب که در محیط اکسیداسیون، لعاب رنگی معمولی است، در محیط احیا که اکسیژن درون کوره سوخته و از بین می رود، اکسیدهای فلزی آن احیا



تصویر ۸- کاشی زرین فام
ساخت و تزئین: اسماعیل شیران، سفالگر اصفهانی

همزن رسوب می کنند و از آنجا که لعاب یکنواخت نیست به هنگام لعابکاری، لایه یکنواختی بر سطح محصول ایجاد نخواهد شد. همچنین به علت درشتی ذرات لعاب، سطح بدنه لعابکاری شده در محیط کوره به صورت یکنواخت ذوب نشده و سیلان پیدا نمی کند و لعاب نسبتاً مات می شود.

برای جلوگیری از ته نشین شدن ذرات لعاب، مواد «معلق کننده» مانند کائولن به میزان ۵ تا ۷ درصد از کل وزن ترکیب لعاب به آن افزوده می شود. برای همین منظور، می توان از بنتونیت تا حدود یک درصد وزن خشک لعاب استفاده کرد. از بنتونیت هنگامی استفاده می شود که امکان افزایش کائولن به لعاب فراهم

۳- آماده کردن لعاب

لعاب ها را چه به صورت فریت و چه به حالت غیرفریت، باید به شکل دوغاب درآورد. برای این کار ابتدا مواد لعاب ساخته شده را وزن کرده، به همراه آب در آسیاب می ریزند. عامل آسیاب کننده معمولاً گلوله های چینی و یا میله های چینی از جنس آلومیناست. لعاب ها را معمولاً آنقدر نرم می کنند که روی الک مش ۱۲۰، یک درصد زبره بماند. افزایش مدت ساییدن مواد و نرم شدن بیش از حد مواد، موجب بروز واکنشی چون افزایش کشش سطحی لعاب می شود. دانه بندی درشت لعاب در دوغاب نیز می تواند باعث بروز اشکالاتی شود. ذرات درشت لعاب در

نباشد.

بدنه را توسط کمپرسور هوا کاملاً از گرد و غبار تمیز کرده، در صورت نیاز با اسفنج مرطوب، سطح آن را تمیز می‌کنند. سپس آن را به حالت مناسبی در دست گرفته، در دوغاب لعاب فرو می‌برند. برای اینکه بدنه کاملاً با لعاب آغشته شود باید بخشی از بدنه در دست گرفته شود که حتی الامکان محل تماس انگشتان دست و قطعه کم باشد. همچنین از نقاطی که کمتر دیده شود و از استحکام کافی نیز برخوردار باشد تا بدنه آسیب نبیند.

بدنه را باید به آرامی و با دقت در لعاب غوطه ور کرد. نحوه غوطه‌وری برای هر قطعه متفاوت است. برای لعابکاری ظروف دهانه گشاد مانند کاسه مشکلی وجود ندارد ولی برای لعابکاری ظروف دهانه بسته، باید آنها را به صورتی وارد دوغاب لعاب کرد که هوای داخل آن به راحتی قادر به خارج شدن از دهانه ظرف باشد.

بعد از وارد شدن بدنه، به درون دوغاب به مدت چند ثانیه آن را به حالت غوطه‌ور نگهداشته و سپس بدنه را از آن خارج می‌کنند و بعد از آنکه قطره‌های اضافه دوغاب از سطح بدنه فرو ریخت، با قراردادن بدنه روی میز، قسمت‌هایی که محل تماس بوده به وسیله قلم‌مو یا انگشتان، لعاب گذاشته می‌شود. هنگامی که مقداری از لعاب جذب بدنه شد (طوری که با گرفتن بدنه، لعاب به دست نچسبد) قسمت‌هایی از کف بدنه یعنی نقاطی را که روی قطعه‌های نسوز کوره قرار می‌گیرد، به وسیله چاقو و اسفنج پاک می‌کنند. سپس بدنه لعابکاری شده را برای خشک شدن در محل مناسبی قرار می‌دهند.

۲-۴- لعابکاری به روش پاشیدن: در این روش با استفاده از وسایلی مانند فوتک، مسواک و پیستوله، لعاب بر روی بدنه پاشیده می‌شود (تصویر ۱۰). با این روش می‌توان ضخامتی یکنواخت از لعاب را بر روی بدنه ایجاد کرد. با استفاده از یکی از این وسایل بافت‌های متفاوتی با کم و زیاد کردن فاصله از بدنه به وجود آورد. اگر فاصله پیستوله از بدنه زیاد باشد، ذرات لعاب پیش از برخورد با سطح بدنه کمی خشک شده و در نتیجه لایه سست، ریز و نرمی روی بدنه تشکیل می‌شود. اگر فاصله کم باشد، بدنه بیش از اندازه مرطوب شده و لعاب شره می‌کند و قطرات درشت لعاب روی بدنه تشکیل می‌شود که اصطلاحاً به این شکل «پوست پرتقالی» گفته می‌شود (تصویر ۱۱).

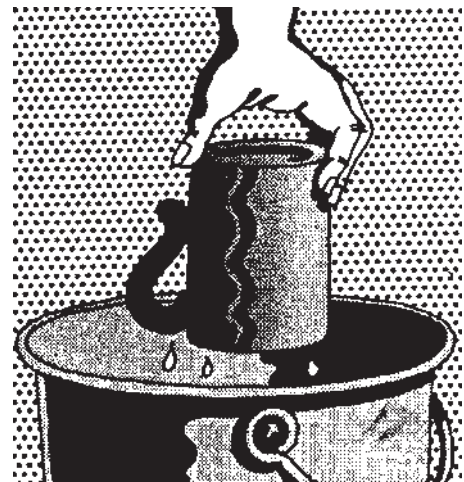
افزودن آب به پودر لعاب منجر به ایجاد دوغاب لعاب می‌شود. غلظت لعاب (که ارتباط مستقیم با ضخامت لعابی که روی بدنه‌های سرامیکی تشکیل می‌شود، دارد) به عوامل متعددی چون وزن مخصوص لعاب، چسبندگی و کشش سطحی لعاب، تخلخل بدنه و زمان غوطه‌وری بدنه در لعاب بستگی دارد. بدنه‌های سرامیکی با خلل و فرج زیاد، ضخامت بیشتری از لعاب را به خود جذب می‌کنند. میزان چسبندگی لعاب را می‌توان با اضافه کردن موادی مانند بنتونیت، بعضی صمغ‌ها و نشاسته تنظیم کرد. بعد از طی شدن زمان لازم برای ساییدن لعاب، محتویات آسیاب را در ظرفی تخلیه کرده و آن را از الک مش ۱۲۰ عبور می‌دهند. در این مرحله، دوغاب لعاب برای لعابکاری آماده است.

۴- لعابکاری بدنه‌های سرامیکی

برای لعابدهی بدنه‌های سرامیکی، روش‌های مختلف لعاب‌زدن دستی انجام می‌شود که عبارتند از: غوطه‌وری - پاشیدن - ریختن و نقاشی با قلم‌مو یا اسفنج

۱-۴- لعابکاری به روش غوطه‌وری: لعابکاری به روش

غوطه‌وری رایج‌ترین روش لعابکاری است. در این روش بدنه بی‌لعاب را داخل ظرف بزرگ محتوی دوغاب لعاب فرو می‌برند تا سطح بدنه با لایه یکنواختی از لعاب پوشیده شود و مراحل لعابدهی آن به این شرح است که اگر دوغاب لعاب قبلاً آماده شده و مدتی از زمان تهیه آن گذشته باشد، آن را با استفاده از همزن، مخلوط کرده و در ظرف مناسبی می‌ریزند (تصویر ۹).



تصویر ۹- لعابکاری به روش غوطه‌وری

لعابکاری به روش پاشیدن بهترین نوع لعابکاری برای یکنواخت لعاب دادن بدنه‌های بزرگ سرامیکی است. برای این کار یا باید هنگام لعابکاری به دور بدنه چرخید و یا بدنه را روی چرخ دوار گذاشت و با چرخاندن بدنه، آن را به‌طور یکنواخت لعاب داد. در این روش، محل تماس انگشتان نیز وجود ندارد.

۳-۴- لعابکاری به روش ریختن: لعابکاری در این روش با ریختن دوغاب لعاب بر روی بدنه انجام می‌شود. این روش بهترین نوع لعابکاری سطوح صاف و تخت است. در کارخانجات تولید کاشی برای لعابدهی معمولاً کاشی‌ها بر روی یک صفحه متحرک، از زیر یک آشپز یکنواخت و کنترل شده لعاب عبور می‌کنند.

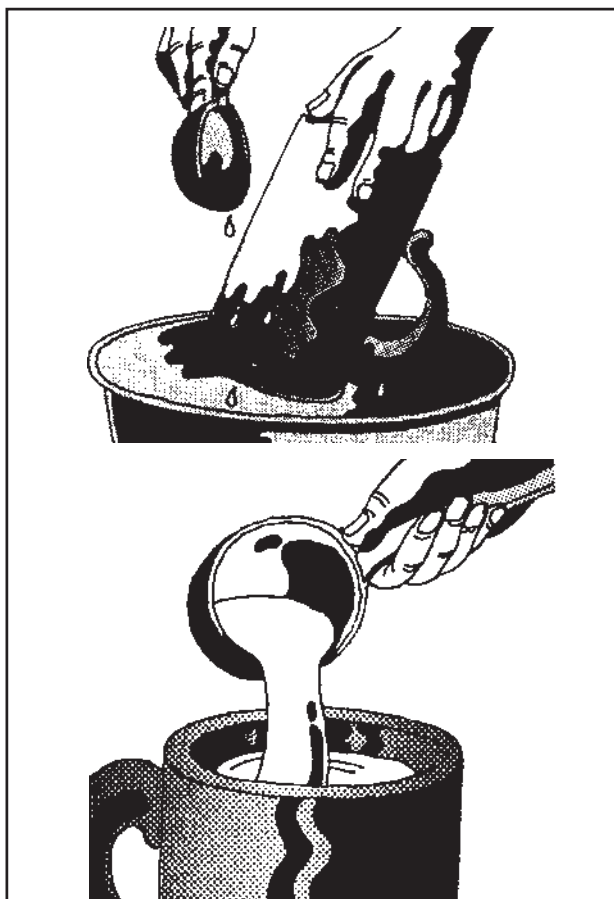
در روش سنتی، قسمتی از بدنه را که کمترین تماس بین انگشتان دست و بدنه را ایجاد کند، گرفته و با ظرف دیگری دوغاب لعاب را بر روی تمام قسمت‌های بدنه می‌ریزند. اگر مهارت کافی در این روش وجود نداشته باشد، بعضی قسمت‌ها که دوبار لعاب داده شده، ضخیم‌تر از بقیه قسمت‌ها می‌شود (تصویرهای ۱۲ و ۱۳).



تصویر ۱۰- لعابکاری به روش پاشیدن



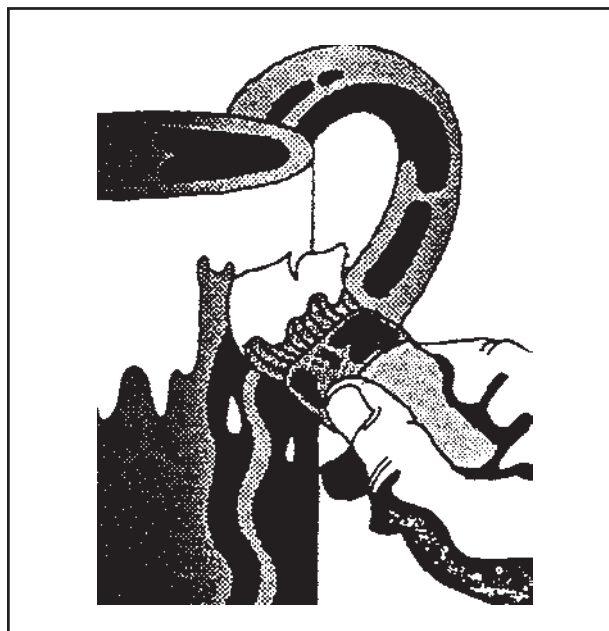
تصویر ۱۱- پوست پرتقالی شدن لعاب



تصویرهای ۱۲ و ۱۳- لعابکاری به روش ریختن (داخل و خارج ظرف)

دوغاب لعاب در این روش باید کمی رقیق‌تر باشد تا عمل پاشیدن به‌سهولت انجام شود.

۴-۴- لعابکاری با قلم مو و اسفنج: در این روش، بدنه با قلم مو یا اسفنج لعابکاری می‌شود، در عین حال با این روش قسمت‌های کوچک بدنه‌های لعابکاری شده اصلاح می‌شوند. از این روش معمولاً برای احجام با سطوح متفاوت که لعابکاری آن‌ها با سایر روش‌ها مشکل است، استفاده می‌شود ولی در این لعابکاری، به وجود آوردن ضخامت یکنواخت در سطح بدنه آسان نیست (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴- لعابکاری به روش قلم مو

دوباره طرح کاغذی تا خطوط روی بدنه ایجاد شود، همچنین می‌توان خطوط محیطی طرح کاغذی را سوراخ سوراخ کرد و پس از قراردادن آن روی سطح بدنه و کشیدن کیسه‌ای حاوی گرده زغال روی آن، طرح مورد نظر را پیاده کرد. به این روش «گرده کردن طرح» می‌گویند. مرحله بعد از انتقال طرح مرحله قلم‌گیری است. در این مرحله خطوط محیطی بیشتر با رنگ مشکی که ترکیب پودر اکسید منگنز و اکسید آهن به همراه چسب‌هایی مانند کتیرا و صمغ است، قلم‌گیری می‌شود.

یکی از مراحل مهم در تزئین بدنه، رنگ‌آمیزی آن‌هاست. مواد مورد نیاز در این مرحله، رنگینه‌های معدنی است. این رنگینه‌ها که به صورت جوهر یا اکسید رنگی برای تزئین استفاده می‌شود عمدتاً به سه شیوه تزئین با اکسید رنگی در زیر لعاب شفاف، تزئین با اکسید رنگی در روی لعاب و تزئین با اکسید رنگی در داخل لعاب به کار می‌رود.

۱-۵- تزئین با اکسید رنگی در زیر لعاب شفاف:

در این روش، جوهر یا اکسید رنگی با مقدار کمی آب و چسب ترکیب شده و روی بدنه پخته به کار می‌رود. غلظت مواد باید به حدی باشد که بتوان آن‌را با قلم مو بر روی بدنه قرار داد. از آنجا که جذب آب بدنه پخته زیاد است، قبلاً باید بدنه را کمی مرطوب کرد. با قراردادن هر رنگ در محل خود، بعد از آن که بدنه آب اضافی خود را از دست داد، سطح بدنه را با لایه‌ای از لعاب شفاف بیرنگ یا رنگی می‌پوشانند.

معمولاً اگر نقوش یا طرح رنگی باشد، از لعاب شفاف بی‌رنگ و اگر نقوش تک رنگ و عموماً سیاه باشد، از لعاب شفاف رنگی استفاده می‌شود. به این روش تزئین «نقاشی زیررنگی» یا «نقاشی زیر لعابی» گفته می‌شود. اکسیدهای رنگی در زیر لعاب دوام بسیار دارند زیرا لعاب‌ها پوشش مناسبی برای آن‌هاست و بر شفافیت و درخشندگی آنها می‌افزاید. برای استفاده از اکسیدهای رنگی در زیر لعاب شفاف، این نوع رنگ‌ها باید در زیر لعابی که آنها را پوشش می‌دهد، ثابت کافی داشته باشند، زیرا عدم تطابق بین آن‌ها موجب بی‌ثباتی رنگ زیرلعابی و تغییر رنگ لعاب خواهد شد. گاهی نیز اکسید رنگی به عنوان یک کمک ذوب عمل کرده و موجب ذوب شدن لعاب و شوره کردن آن می‌شود (تصویر ۱۵).

۵- تزئین با لعاب

یکی از موارد استفاده از لعاب‌ها، تزئین بدنه به منظور زیباتر کردن و ایجاد تنوع در محصولات سرامیکی است. مراحل مختلف تزئین بدنه بدین شرح است که ابتدا سطح بدنه را صاف و یکنواخت کرده و در صورت لزوم زبری آن‌را با سنباده از بین می‌برند. سپس با توجه به شکل ظرف برای تزئین آن طرح مناسبی را انتخاب و آماده می‌کنند. طرح انتخاب شده باید روی بدنه منتقل شود^۱. روش انتقال طرح روی بدنه بدون لعاب و لعابدار، یکسان است. انتقال طرح روی بدنه به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که عبارتند از کشیدن طرح به طور مستقیم روی بدنه، قراردادن کپی در زیر طرح کاغذی که روی بدنه ثابت شده است و رسم

۱- در تزئین به روش‌های نقاشی زیر رنگی و هفت رنگ، انتقال طرح روی بیسکویت (بدنه بدون لعاب) و در نقاشی رو رنگی (و بندرت نقاشی هفت رنگ) انتقال طرح

روی بدنه لعابدار انجام می‌گیرد.



تصویر ۱۵- «کاشی شش ضلعی با تزیین به روش نقاشی زیر رنگی» - معاصر - اصفهان

آب و چسب مناسب ترکیب کرده و سپس مطابق طرح، بدنه لعابدار را رنگ آمیزی می کنند. گاهی غلظت رنگینه ها زیاد است و زمینه را کاملاً می پوشاند، به طوری که از پشت قشر رنگ دیده نمی شود، به این حالت رنگینه ها، «رنگ های جسمی» و به رنگینه هایی که دارای غلظت کمتری هستند و زمینه از پس لایه رنگ هویداست، «رنگ های روحی» می گویند (تصویر ۱۶).

گاهی نقاشی رورنگی بر روی لعاب های شفاف بی رنگ یا رنگی انجام می گیرد و رنگ بدنه نقش مهمی در ترکیب بندی رنگی دارد.

۲-۵- تزیین با اکسید رنگی روی لعاب: گروهی از این رنگینه ها که به آنها اصطلاح مینایی اتلاق شده و بر روی لعاب مورد استفاده قرار می گیرند، در درجه حرارت های 60°C تا 90°C پخته می شوند. برای این نوع تزیین معمولاً در ابتدا باید سطح بدنه با لعاب کدر سفید پوشیده شود. زیرا این لعاب ها زمینه مناسبی برای نقاشی با اکسیدهای رنگی است. این روش تزیینی، «نقاشی رورنگی» یا «نقاشی رولعابی» خوانده می شود. برای نقاشی با اکسیدهای رنگی، ابتدا آن ها را به طور جداگانه با



تصویر ۱۶- تزیین بدنه لعابدار به روش نقاشی رورنگی کار استاد عالیوندی
کارگاه سفالگری سازمان میراث فرهنگی کشور



۳-۵ - تزیین با اکسید رنگی در داخل لعاب: در این روش، رنگ با لعاب ترکیب شده و لعاب رنگی تهیه می‌شود. این لعاب رنگی مطابق طرح مورد نظر، روی بدنه بیسکویت شده قرار داده می‌شود. مقدار اکسید رنگی به نسبت لعاب و با توجه به کمرنگی و پررنگی مورد نظر، تغییر می‌کند. در سفالگری سنتی برای این تزیین از هفت رنگ، لاجوردی، فیروزه‌ای یا آبی، سبز، زرد، سیاه، سفید، قهوه‌ای یا ارغوانی استفاده می‌شود. به همین دلیل این تزیین به نقاشی «هفت‌رنگ» شهرت دارد. لازم به ذکر است که تعداد رنگ‌های فوق برای تزیین و نقاشی قابل تغییر است و همیشه به این تعداد نیست و با توجه به ذوق و سلیقه هنرمند تغییر می‌یابد، ولی اصطلاحاً به «هفت‌رنگ» شهرت یافته است. از رنگ‌های بنفش و نارنجی نیز در این روش استفاده می‌شود (تصویر ۱۷).

تصویر ۱۷ - ظرف با تزیین به روش نقاشی هفت‌رنگ ساخت ظرف:
 - استاد مقصود پاشایی و تزیین: محمد دائم‌کار - کارگاه سفالگری سازمان میراث فرهنگی کشور.

مطالعه آزاد

به رنگینه‌های درون لعابی در اصطلاح جوهر رنگی یا استین stain گفته می‌شود. این گونه رنگینه‌ها، موادی هستند که یا در لعاب معلق می‌شوند که در این صورت در مقابل تحولاتی که در لعاب به وجود می‌آید، پایدار هستند یا در لعاب حل می‌شوند که سیلیکات‌های رنگی یا شیشه رنگی تولید می‌کنند. بدین معنی که اکسیدهای فلزی رنگی را با ترکیبات موادلعاب، فریت کرده و سپس از پودر فریت استفاده می‌کنند.

شده و لعاب منبسط می‌شود. بعد از این مرحله لعاب به ذوب کامل خود رسیده و حالت شیشه‌ای شدن آن آشکار می‌شود که به این مرحله «رسیدن کامل لعاب» می‌گویند. پخت لعاب، سریع‌تر از پخت بدنه انجام می‌گیرد، زیرا لعاب از یک لایه نازک مواد سرامیکی تشکیل شده و با زمان کمتر می‌توان این لایه را ذوب و در آن نفوذ کرد تا تغییرات شیمیایی لازم برای پخت لعاب به وجود آید. تأثیر حرارت در پخت لعاب، بستگی به مقدار و ترکیب شیمیایی آن دارد. وجود کمک ذوب‌ها در لعاب باعث ذوب سریع‌تر

۶- پخت بدنه لعابدار

در طی پخت لعاب، لایه خام لعاب با افزایش درجه حرارت ذوب شده و حالت روانی پیدا می‌کند، به طوری که لعاب در سطح بدنه روان و یکنواخت شده و حباب‌های موجود نیز در همین حالت از سطح بدنه و لعاب خارج می‌شود. با خارج شدن کربن، آب و گازهای درون بدنه لعابدار بین ذرات لعاب اتصال ایجاد می‌کند و یک لایه بین بدنه و لعاب تشکیل می‌شود که به «لایه بافر» شهرت دارد. در این هنگام، تاول و جوش در سطح لعاب مشاهده

و شیشه‌ای شدن آن در درجه حرارت‌های پایین می‌شود. تمام مراحل ذکر شده با توجه به دمای پخت لعاب‌های مختلف، یکسان است ولی زمان پخت عامل مهمی در کیفیت لعاب‌هاست. زیرا با افزایش سریع درجه حرارت، گازها فرصت لازم برای خروج از لعاب را نداشته و در سطح لعاب جوش، تاول و یا تغییر رنگ لعاب مشاهده خواهد شد.

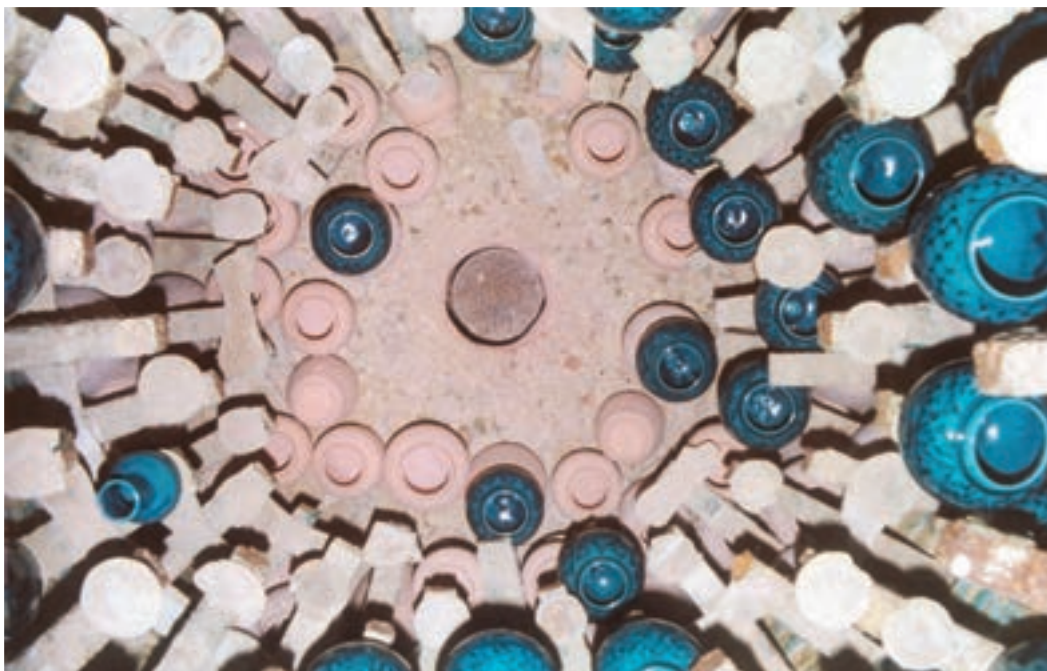
۱-۶- چیدن بدنه‌های لعابدار در کوره و پخت آن‌ها: برای پخت بدنه‌های لعابدار، روش چیدن ظروف با بدنه‌های خام متفاوت است. با وجود آنکه در پخت بدنه لعابدار، تغییر شکل در بدنه کمتر اتفاق می‌افتد ولی به دلیل لعابدار بودن، هرگونه تماس با یکدیگر در هنگام پخت باعث به هم چسبیدن آن‌ها می‌شود.

بدنه‌های تخت در پخت لعاب عموماً به صورت عمودی داخل قفسه‌ها چیده می‌شوند. برای جلوگیری از اتصال بدنه‌های لعابدار به یکدیگر معمولاً از وسایل قفسه‌بندی کوره یا وسایل دیگری به نام چنگک یا کرنگ استفاده می‌شود که دارای انواع متفاوتی است. گاهی به جای چنگک از وسایل دیگری مانند سه‌پایه، انگشترانه و سیخک برای پخت بدنه‌های لعابدار کمک گرفته می‌شود.

با وجود آن‌که استفاده از سه‌پایه و سیخک بسیار ساده‌تر و

اقتصادی‌تر به نظر می‌رسد ولی استفاده از آن موجب ایجاد لکه‌هایی در محل تماس با بدنه لعابدار در داخل و پشت آن‌ها می‌شود. ولی با استفاده از چنگک، این لکه‌ها فقط به صورت دو نقطه در پشت ظروف دیده خواهد شد. چیدن ظروف گود لعابدار، تفاوت چندانی با ظروف تخت ندارد و معمولاً با استفاده از وسایل کمکی پخت مانند سه‌پایه بر روی طبقات کوره قرار می‌گیرند. در این موارد لازم است که قبلاً پایه فنجان و دیگر ظروف به وسیله چاقو و اسفنج مرطوب پاک شود، تا لعاب باعث چسبیدن آن‌ها به قطعات نسوز کوره نشود. بعد از بارگیری کوره و با اطمینان از محکم بودن طبقات، در کوره بسته می‌شود. افزایش دما تا دمای پخت ادامه یافته و بعد از رسیدن به دمای پخت، برای مدتی درجه حرارت ثابت نگه داشته می‌شود و سپس کاهش دما تا رسیدن به دمای محیط ادامه می‌یابد. برای کنترل مراحل پخت می‌توان از آذرسنج یا ترموکوبل استفاده کرد و زمان‌بندی مراحل پخت را به وسیله آن انجام داد.

بعد از طی شدن مدت لازم کوره خاموش شده و با اطمینان از سرد شدن کامل محیط داخلی کوره، محصولات تخلیه می‌شود (تصویرهای ۱۸ و ۱۹).



تصویر ۱۸- فضای داخلی کوره سنتی برای پخت بدنه‌های خام و لعابدار



تصویر ۱۹- فضای داخلی کوره سنتی برای پخت کاشی

خودآزمایی

- ۱- لعاب را تعریف کنید.
- ۲- دلایل لعابدهی بدنه‌های سفالی را بگویید.
- ۳- انواع لعاب را طبقه‌بندی کنید.
- ۴- هر یک از انواع لعابکاری را نام ببرید.
- ۵- انواع شیوه‌های استفاده از رنگینه‌های معدنی برای تزیین را نام ببرید.
- ۶- یک بدنه سفالی را با لعاب تزیین کنید.
- ۷- یک بدنه سفالی را با «نقاشی زیررنگی» تزیین کنید.
- ۸- یک بدنه سفالی را با «نقاشی رورنگی» تزیین کنید.
- ۹- یک بدنه سفالی را با «نقاشی هفت‌رنگ» تزیین کنید.
- ۱۰- هر یک از بدنه‌های سفالی تزیین شده لعابدار را در کوره قرار داده، بپزید.

فهرست منابع و مآخذ

- ۱- بهروز مقدم، شهرام - تکنولوژی و کارگاه عمومی سرامیک - وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳
- ۲- رحیمی، افسون و متین، مهران - تکنولوژی سرامیک‌های ظریف، ناشر صنایع خاک چینی ایران - ۱۳۶۹
- ۳- سالاریه، محمود - کارگاه شکل دادن سرامیک، وزارت آموزش و پرورش - ۱۳۷۳
- ۴- کریمی، فاطمه و کیانی، محمدیوسف - هنر سفالگری دوره اسلامی، ناشر مرکز باستانشناسی ایران - ۱۳۶۴
- ۵- کیانی، محمدیوسف - سفال ایرانی - انتشارات نخست‌وزیری - ۱۳۵۷
- ۶- نگهبان، عزت‌الله - مارلیک - دانشگاه تهران

