

## فصل ۴

### لعاب زنی



در صنعت سرامیک بدنه‌های شکل داده شده، معمولاً لعاب کاری شده و در کوره پخت می‌شود. در قطعات سرامیکی لعاب دار، لعاب کاری یکی از مهم‌ترین مراحل در تولید قطعه است.

بسته به ترکیب لعاب و نحوه لعاب زنی و پخت، لعاب می‌تواند باعث بالا رفتن کیفیت محصول تولیدی و یا از بین رفتن آن شود.

## واحد یادگیری ۴

### شایستگی مفهوم لعاب‌زنی و یادگیری مهارت آن

در این پودمان، ابتدا مفهوم لعاب و علت استفاده از آن بیان می‌شود. در ادامه با تجهیزات مورد نیاز جهت لعاب‌زنی آشنا می‌شویم. سپس به طور مختصر انواع لعاب شرح داده می‌شود و در نهایت روش‌های لعاب‌زنی و عیوب ناشی از اعمال لعاب را فراخواهید گرفت.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود که قطعات سرامیکی را با استفاده از روش‌های مختلف، لعاب‌زنی کنند. همچنین قادر خواهند بود که انواع عیوب لعاب را شناسایی کنند.

## مفهوم لعاب<sup>۱</sup>

به تصویر زیر نگاه کنید و به سؤالات پاسخ دهید:



الف ب

شکل ۱

- به نظر شما کدام یک از بدنه‌ها زیباتر می‌باشند؟
- کدام بدنه دارای مقاومت بیشتری در برابر ضربه است؟
- در کدام محصول طرح و نقش جلوه بهتری دارد؟
- به نظر شما در کدام یک از ظروف بالا در صورتی که مایع ریخته شود نفوذ مایع به خارج بدنه مشاهده نخواهد شد؟

در تولید محصولات سرامیکی جهت ایجاد زیبایی، **بالا بردن استحکام و شست‌وشوی راحت‌تر** بر روی سطح سرامیک‌ها لعاب می‌زنند.

## لعاب

دوغایی است که پوشش شیشه‌ای بر روی سطوح بدنه‌های سرامیکی ایجاد می‌کند.

## آیامی‌دانید

تاریخچه لعاب به حدود ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد برمی‌گردد، یعنی زمانی که سفالگران بین‌النهرین، لعاب شیشه‌ای (شفاف) را برای پوشش آجرها ابداع و بعدها از آن بر روی سفالینه‌ها و کاشی‌ها استفاده کردند. سپس با کمک نقاشی و لعاب‌های رنگی آنها را تزیین کردند.

۱- Glaze

## دلایل کاربرد لعاب:

### ۱- زیباتر کردن و تنوع ظاهری محصولات:

به دلیل آنکه لعاب‌ها حالت شیشه‌ای دارند، باعث می‌شوند که سطح محصولات براق‌تر باشد و با به کارگیری لعاب‌های رنگی، محصولات متنوعی تولید خواهد شد.



### ۲- غیر قابل نفوذ کردن بدنه‌ها:

محصولات سرامیکی بدون لعاب قابلیت نفوذ دارد و مایعات، مواد خوراکی و محلول‌ها می‌توانند به بدنه نفوذ کنند، استفاده از لعاب از این امر جلوگیری می‌کند.



### ۳- افزایش مقاومت شیمیایی و مکانیکی:

لعاب‌ها دارای مقاومت شیمیایی و مکانیکی بالایی هستند. بنابراین باعث می‌شوند سطح محصولات تولید شده مقاومت مطلوبی داشته باشند.



#### ۴- پوشاندن سطح ناصاف:

چنانچه بدنه‌های سرامیکی پس از شکل‌دهی و حتی پرداخت نمودن، بدون لعاب پخت شوند دارای سطحی زبر، خشن و تاحدی ناصاف می‌باشند. اعمال لعاب باعث می‌شود که محصولات تولیدی دارای سطحی صاف و صیقلی باشند.



#### ۵- حفظ تزیینات بدنه:

گاهی روی بدنه‌های سرامیکی به صورت زیرلعابی نقاشی می‌شود. استفاده از لعاب شفاف باعث محافظت این تزیینات در برابر عوامل خارجی مانند مواد شیمیایی و سایش می‌شود.



#### ۶- بهداشتی کردن سطوح محصولات سرامیکی:

سطح لعاب، شیشه‌ای و غیرقابل نفوذ می‌باشد، بنابراین بدنه به راحتی جرم نگرفته و قابلیت شست‌وشو دارد.



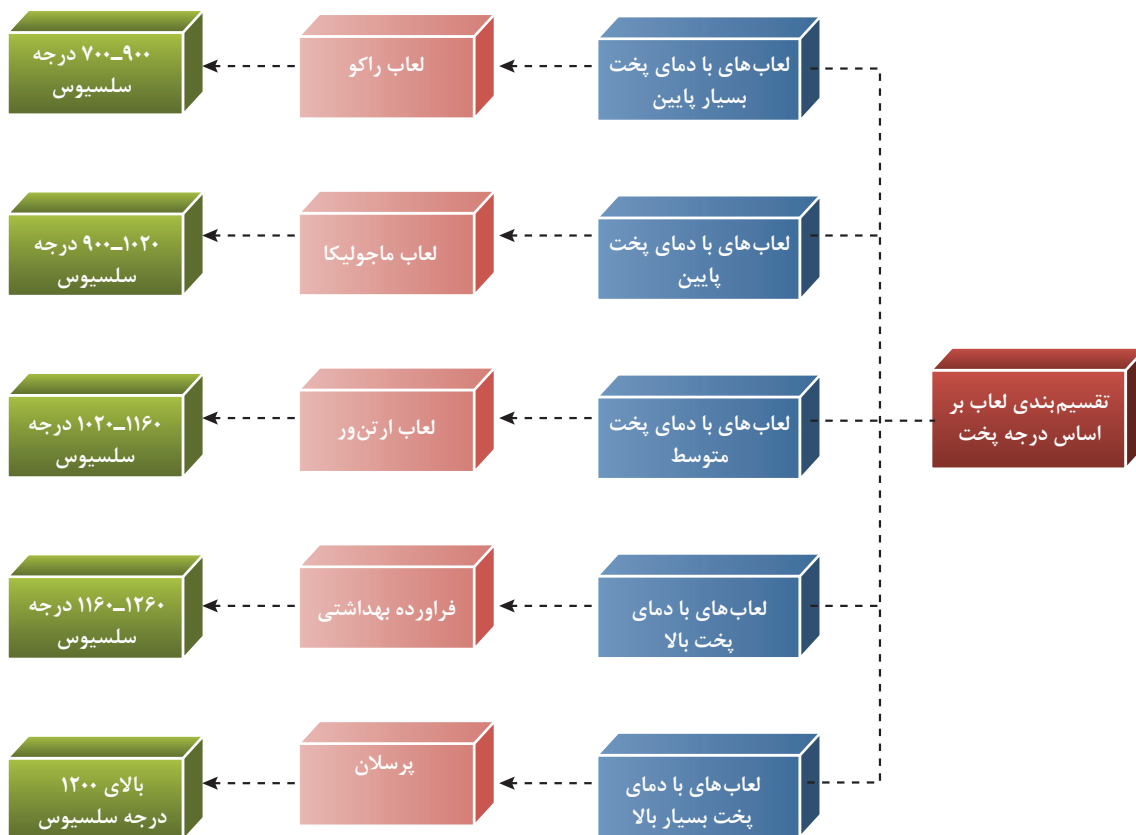
## ابزار و تجهیزات لعاب‌زنی

	الک		آب پاش
	پمپ باد		پایه گردان
	دستکش		موم - پارافین
	پیستوله		انبرک
	قلم‌مو		همزن دستی
	ظرف نگهداری لعاب		ماسک
	اسفنج		کابین اسپری

## انواع لعاب

لعاب‌ها را براساس عوامل و ویژگی‌های متنوعی نظیر درجه حرارت پخت، میزان شفافیت و ترکیب تقسیم‌بندی می‌شوند. یکی از عمومی‌ترین و رایج‌ترین معیارهای تقسیم‌بندی لعاب‌ها درجه حرارت پخت آنها است.

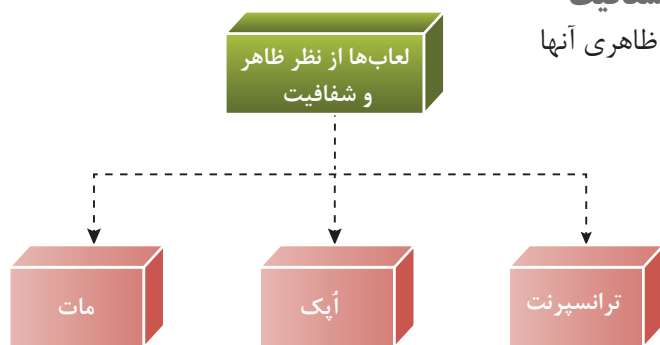
### ۱- تقسیم‌بندی لعاب‌ها براساس درجه حرارت پخت



نمودار ۱

### ۲- تقسیم‌بندی لعاب‌ها از نظر ظاهر و شفافیت

معیار دیگری برای تقسیم‌بندی لعاب‌ها شکل ظاهری آنها بعد از پخت می‌باشد.



نمودار ۲

## بررسی لعاب از لحاظ نوری

انواع لعاب‌های مصرفی از نظر کیفیت ظاهری به دو دسته براق و مات دسته‌بندی می‌شوند؛ در لعاب براق انعکاس آینه‌ای وجود دارد اما در لعاب مات به علت عدم انعکاس آینه‌ای یک حالت ماتی و گرفتگی در لعاب مشاهده می‌شود.



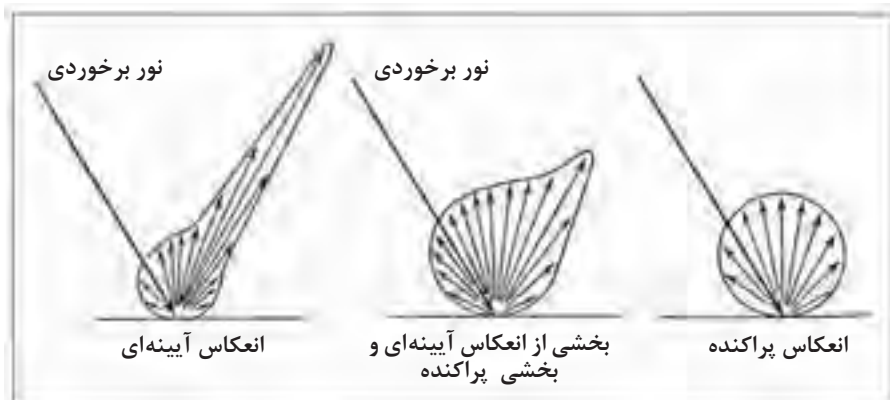
ب) لعاب مات



الف) لعاب براق

شکل ۲- انواع لعاب از لحاظ ویژگی ظاهری

هنگام برخورد اشعه نورانی دو نوع انعکاس از سطح لعاب ایجاد می‌شود: آینه‌ای و پراکنده (شکل ۳)



شکل ۳- انواع انعکاس‌های نوری

در لعاب‌های براق بخش عمده‌ای از انعکاس‌ها از نوع آینه‌ای است و در لعاب‌های مات انعکاس پراکنده وجود دارد.

- عوامل مؤثر بر براقیت لعاب شامل موارد زیر می‌شود:
- ۱- کیفیت و صافی سطح: وجود پستی و بلندی در سطح لعاب برانعکاس نور تأثیرگذار است. در سطح صاف انعکاس آینه‌ای افزایش می‌یابد. لعاب‌های مات اغلب دارای سطح زبری هستند و معمولاً کاشی‌های کف دارای این نوع لعاب هستند.
  - ۲- بافت و ریزساختار درونی لعاب: هرچه ساختار درونی لعاب همگن‌تر باشد انعکاس آینه‌ای افزایش می‌یابد، به عنوان مثال وجود تخلخل در بافت لعاب باعث کاهش جلا و براقیت لعاب می‌شود.
  - ۳- ترکیب شیمیایی لعاب: وجود اکسیدهای با ضریب شکست بالا باعث افزایش براقیت لعاب می‌شود. لعاب‌هایی که در آنها اکسید سرب به کار رفته خاصیت براقیت بالایی دارند.



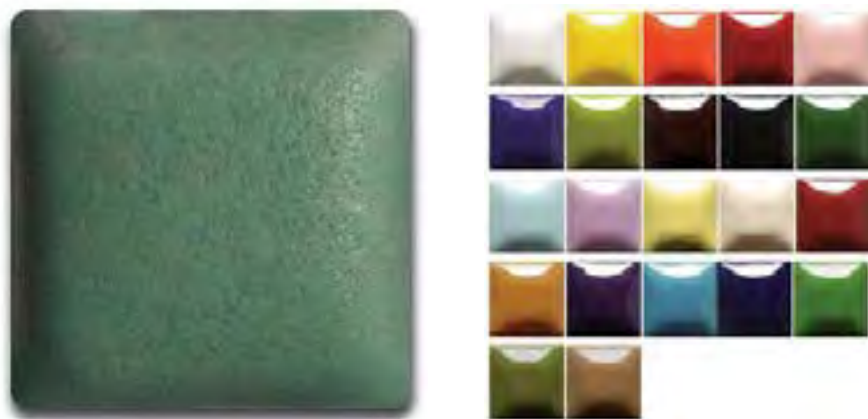
### لعاب های ترانسپرنت و اپک

لعاب های ترانسپرنت یا شفاف یا پشت پیدا یا بی رنگ، زمانی به کار می روند که رنگ بدنه مناسب باشد. لعاب شفاف همچون لایه شیشه ای، سطح بدنه را می پوشاند، بنابراین در این حالت بدنه بیسکوییت مشخص است. این نوع لعاب ها معمولاً براق هستند.



شکل ۴

نوع دیگری از لعاب ها، لعاب های اپک هستند. این نوع لعاب بیشترین کاربرد را نسبت به سایر لعاب ها جهت لعاب زنی محصولات سرامیکی دارند: نظیر چینی بهداشتی، کاشی و سرامیک های الکتریکی. این نوع لعاب ها می توانند در حالت براق یا مات باشند. نمونه هایی از لعاب های اپک در شکل ۵ نشان داده شده است.



ب) لعاب اپک مات

الف) انواع لعاب های اپک براق

شکل ۵- انواع لعاب های اپک

## آماده سازی بدنه قبل از لعاب زنی

برای آماده کردن بدنه قبل از لعاب زنی باید مراحل زیر انجام داده شود:

- ۱- زدودن گردوغبار
  - ۲- زدودن چربی و مواد زائد
  - ۳- اسپری آب یا اسفنج مرطوب
- در فرایند لعاب کاری، آماده سازی قطعات جهت اعمال لعاب از اهمیت بالایی برخوردار است. عدم آماده سازی صحیح قطعات جهت اعمال لعاب می تواند منجر به بروز عیوب مختلفی از قبیل عیب خزیدگی<sup>۱</sup> لعاب در قطعه نهایی شود که بر روی کیفیت و ارزش محصول نهایی تأثیر بسزایی دارد.



شکل ۶- عیب خزیدگی لعاب

مرحله اول آماده سازی قطعه، بازدید چشمی و مطمئن شدن از عدم وجود هرگونه عیب و آلودگی بر روی سطح قطعه می باشد.

سرامیک خشک شده و یا پخته شده قبل از لعاب زنی باید عاری از هرگونه گرد و خاک و چربی و مواد زائد باشد.

باید بدنه قبل از لعاب زنی از گرد و خاک زدوده شود. هنگام انجام این کار مواظب چشم های خود باشید.



نکته

پاک کردن گرد و خاک ممکن است باعث شود که گرد و غبار در خلل و فرج قطعه نفوذ کند، همچنین بدنه آغشته شده به مواد روغنی باید به دقت با مواد پاک کننده شست و شو شده و قبل از استفاده کاملاً خشک شوند. با حرارت دادن نیز می توان روغنی که بر روی قطعه برجا مانده را حذف کرد.



شکل ۷- بدنه‌های سرامیکی حاوی گرد و غبار

سپس باید با اسپری آب و یا اسفنج مرطوب سطوح را برای اتصال و چسبیدن لعاب به بدنه در مرحله اعمال لعاب آماده کنیم.



شکل ۸- حذف گرد و غبار از سطح سرامیک با استفاده از اسفنج مرطوب جهت اعمال لعاب

در مرحله آماده‌سازی بدنه جهت لعاب‌زنی دقت شود داخل بدنه، اطراف دسته، لوله، نقش‌ها، زاویه‌ها و فرورفتگی‌ها به خوبی از گرد و غبار، چربی و مواد زائد زدوده شوند.

نکته



شکل ۹

محصولات سرامیکی و سفالی لعاب‌دار که در منزل دارید و همچنین فرآورده‌های موجود در بازار را کنترل چشمی نمایید و لیستی از عیوب آنها تهیه کنید.



فعالیت کلاسی

بروز عیب لعاب نگرفتگی می‌شوند. راه دیگری که برای زدودن لعاب وجود دارد این است که ابتدا تمام قطعه لعاب کاری شود و سپس آن بخش‌هایی از قطعه که نیازی به لعاب ندارند را با استفاده از ابزار تیز یا اسفنج مرطوب تمیز کرد.

در مرحله بعد، اگر قسمتی از قطعه نیاز به اعمال لعاب ندارد، از قبیل پایه گلدان و یا ته پارچ و لیوان می‌توان قسمت مورد نظر را به پارافین و یا مواد روغنی و نفتی آغشته کرد. اگر پارافین و یا مواد روغنی و نفتی به سایر قسمت‌های بدنه سرازیر شود پاک کردن آن مشکل است. اگر پارافین و یا مواد روغنی پاک نشوند باعث

بعد از آنکه قسمتی از قطعه آغشته به پارافین شد و پس از آن نظر ما تغییر کرد، جهت حذف پارافین چه راهکارهایی پیشنهاد می‌کنید؟  
بهترین روش برای اینکه پایه‌ها و کف بدنه‌ها لعاب نداشته باشند چه روشی است؟



شکل ۱۰- آغشته کردن پایه لیوان با پارافین

اگر قطعات سرامیکی دارای چند جزء باشند مانند قندان، محل اتصال دو جزء قطعه، با استفاده از موم پوشش داده می‌شود تا در حین پخت لعاب و بر اثر ذوب شدن لعاب به یکدیگر نچسبند.



نکته



شکل ۱۱

## انگوب چیست؟

در صورتی که بدنه دارای ظاهر و رنگ مناسبی نباشد جهت پوشش دادن بدنه چه کاری می‌توان انجام داد؟ اگر لعاب، شیشه‌ای و دارای خاصیت پشت‌نمایی باشد، رنگ و مشخصات ظاهری بدنه مشخص خواهد بود. آن نیز می‌شود.

برای انگوب نوع خاصی از دوغاب‌های رسی است که برای چسبندگی بهتر لعاب به بدنه استفاده می‌شود. ترکیب انگوب شامل موادی از بدنه و لعاب است.

اصولاً انگوب به سه دلیل عمده اعمال می‌شود:

- ۱- پوشاندن رنگ بدنه
- ۲- کم کردن اختلاف ضریب انبساط حرارتی بدنه و لعاب
- ۳- چسبندگی بهتر لعاب و بدنه

برای اینکه شرایط مناسبی برای تزئین داشته باشیم باید علاوه بر پوشش رنگ بیسکوییت، زمینه مناسبی را فراهم کنیم، در نتیجه از انگوب استفاده می‌شود. انگوب در واقع یک لایه حدواسط بین لعاب و بدنه است، که جهت رفع عیوبی مانند رنگ نامطلوب بدنه و یا اصلاح کردن اختلاف شدید ضریب انبساط حرارتی لعاب یا بدنه مورد استفاده قرار می‌گیرد. از انگوب، به عنوان یک لایه کدر و سفید که پوشاننده رنگ



شکل ۱۲- قطعه بدون انگوب و بعد از اعمال انگوب

بعد از این مرحله می‌توان لعاب را با استفاده از روش‌های مختلف بر روی قطعه مورد نظر اعمال کرد.

## روش‌های اعمال لعاب

با اعمال لعاب بر روی قطعات سرامیکی، کیفیت قطعات سرامیکی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. از این رو فرایند اعمال لعاب باید ساده و بدون خطا و یا با حداقل خطا باشد که منجر به ضایعات نشود. همچنین روش مورد استفاده تکرارپذیر و اقتصادی باشد. انتخاب روش اعمال لعاب یکی از مهم‌ترین مراحل در ساخت قطعات سرامیکی می‌باشد. مهم‌ترین معیارهای انتخاب روش لعاب‌زنی عبارت‌اند از:

- ۱- نوع محصول
- ۲- شکل و اندازه قطعه
- ۳- محیط کارگاهی در دسترس
- ۴- هزینه تأمین انرژی و نیروی کار

آبشاری



غوطه‌وری



ریختنی



قلم مو



اسپری کردن



شکل ۱۳- انواع روش‌های لعاب‌زنی

## ۱- روش قلم‌مو

اگر بخواهیم قطعه‌ای را با رنگ‌های مختلف لعاب بزنییم و یا ته رنگ‌های تزئینی به آن اضافه کنیم، بدون شک روش لعاب‌زنی با قلم‌مو مناسب‌ترین است. این روش به ویژه برای لعاب کاری نقوش دیواری، مجسمه‌ها یا نقوش برجسته که اغلب به بیش از یک نوع لعاب نیاز دارند، مناسب است و در ضمن با این روش امکان دقت بیشتر در مشخص کردن قسمت‌هایی با لعاب‌های مختلف میسر است. سرامیک کارهای مبتدی باید لعاب‌زنی را با روش قلم‌مو شروع کنند زیرا کسب مهارت در این روش با کمی تمرین و تجربه نسبتاً آسان است.



شکل ۱۴- تجهیزات مورد استفاده جهت لعاب‌زنی با قلم‌مو

اگر بخواهید اثری را فقط با یک رنگ لعاب بزینید، بهتر است لعاب با یک قلم‌موی مسطح به پهنای حدود ۳ سانتی‌متر زده شود. قلم‌مو باید کاملاً آغشته به لعاب شود به خاطر داشته باشید که با قلم‌مو نقاشی نمی‌کنید بلکه هدف آن است که پوششی یکنواخت و مناسب به دست آید، به طوری که قطعه لعاب را جذب کند و در عین حال لعاب از آن چکه نکند.

از قلم‌موی با شماره کمتر برای پوشش گوشه‌ها و درزها که از دسترس قلم‌موی پهن خارج است، استفاده می‌شود. لازم است برای هر رنگ لعاب یک قلم‌موی مجزا به کار برده شود.

برای جلوگیری از جذب سریع لعاب که باعث پوششی غیر یکنواخت می‌شود، بهتر است لایه اول با لعاب رقیق‌تر زده شود. باید اولین لایه، کل سطح شامل تمام فرورفتگی‌ها و خلل و فرج‌ها را به خوبی بپوشاند. قبل از آنکه لایه دوم لعاب زده شود، صبر کنید تا لایه اول خشک شود. همین‌طور وقتی که لایه‌های بعد لعاب زده می‌شود باید مراقب بود که قلم‌مو، لایه‌های قبلی را خراب نکند.



شکل ۱۵- اعمال لعاب بر روی سطح بیرونی قطعه



نکته



شکل ۱۶- قطعه لعاب زده شده با استفاده از روش قلم‌مو

گاهی بدنه برای پوشش کامل به دو یا سه لایه لعاب نیاز دارد. برای جلوگیری از حباب زدن یا متورم شدن لعاب، قبل از زدن لایه بعدی صبر کنید تا لایه فعلی خشک شود. برای پوشش بهتر، جهت لایه‌ها تغییر داده می‌شود. اگر اولین لایه به صورت عمودی زده شده است لایه بعدی به صورت افقی اعمال شود.

در طول فرایند لعاب‌زنی، مخلوط لعاب باید مرتب هم‌زده شود تا از ته‌نشینی لعاب در ته ظرف و آبکی شدن آن در سطح ظرف جلوگیری شود. به محض آنکه لعاب خشک شد، اگر قسمت‌هایی از سطح ناهموار است، می‌توان روی آنها را با نوک انگشتان یا با یک قلم‌موی پرپشت، هموار کرد.

## ۲- روش ریختنی

و همین‌طور قطعه چرخانده شود. برای لعاب‌زنی بدنه‌ای که از قبل آماده شده است، ابتدا داخل قطعه لعاب زده می‌شود. به این صورت که قطعه از لعاب پر می‌شود و سپس چرخانده می‌شود تا لعاب به‌طور یکنواخت سطح داخلی را پوشش دهد. سپس لعاب اضافی به ظرف محتوی لعاب برگردانده می‌شود.

این روش در بین روش‌های لعاب‌کاری متداول است زیرا این روش سریع و اقتصادی است. برای این روش، یک ظرف با سطح مقطع بزرگ و کم‌عمق و دو میله آهنی یا دوتکه چوب لازم است. برای سهولت کار، ظرف روی یک پایه گردان قرار داده می‌شود تا همزمان با ریختن لعاب روی قطعه بتوانید پایه گردان



خارج کردن اضافه لعاب از داخل قطعه



پر کردن داخل قطعه از لعاب

شکل ۱۷- روش لعاب‌زنی ریختنی

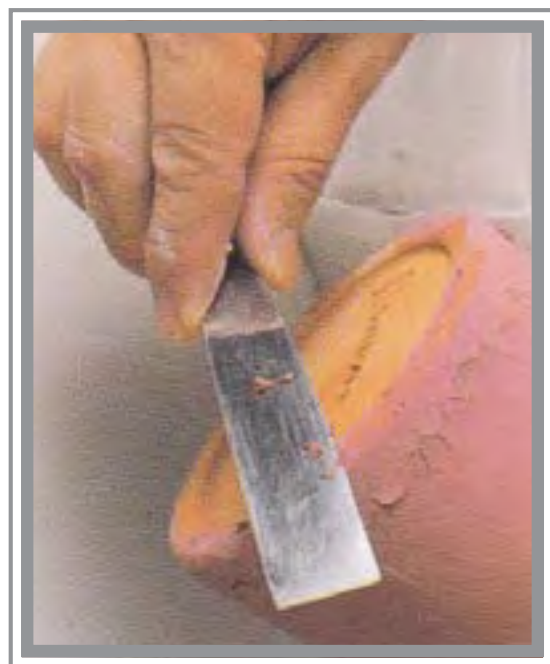




شکل ۱۸- اعمال لعاب به روش ریختنی

اگر قطعه، یک گلدان یا شکلی شبیه به آن است، در مرحله بعد، لبه را تا حدود ۲ تا ۳ سانتی متر به طور مستقیم به داخل لعاب فرو برده تا از لعاب پوشیده شود. سپس گلدان به طور ایستاده بر روی میله‌های آهنی یا تکه‌های چوب قرار داده می‌شود. از محل لعاب شده لبه شروع به ریختن لعاب می‌شود و همزمان گلدان یا ترجیحاً پایه گردان با دست دیگر چرخانده می‌شود. نباید لبه ظرف حاوی لعاب با سطح قطعه تماس پیدا کند. هنگام ریختن لعاب، باید به طور یکنواخت روی سطح کار، با پوشش کافی و بدون هیچ چکه‌ای (مگر آن که خواهان یک جلوه‌گری چکه‌ای برای قطعه خود باشیم) جاری شود.

بعد از خشک شدن بدنه، ته آن را با یک برس زبر، کاردک و یا اسفنج از هرگونه لعاب اضافی پاک می‌کنیم.



شکل ۱۹- پاک کردن کف قطعه از لعاب

برای قطعات بزرگ‌تر، به لایه دوم لعاب بر روی لایه اول نیاز خواهد بود تا لعابی مناسب ایجاد شود، به دلیل آنکه اولین پوشش لعاب ضخامت لازم را نخواهد داشت. لعاب زنی در دو لایه، لعاب بسیار زیباتری را ایجاد خواهد کرد تا آنکه سعی شود لعاب به صورت لایه‌ای ضخیم زده شود. دومین لایه بلافاصله بعد از خشک شدن لایه اول لعاب، باید اعمال شود اگر فاصله زمانی اعمال لایه دوم لعاب طولانی‌تر شود، در لعاب حباب‌هایی ایجاد می‌شود و حتی ممکن است در قسمت‌هایی ترک ناخواسته ایجاد شود. در صورت تمایل، برای دستیابی به جلوه‌های جذاب، می‌توان برای دومین لایه از لعابی دیگر استفاده کرد.

اگر ترک یا سوراخ‌های سوزنی شکل روی ظرف به وجود آمد، نشان‌دهنده زیادبودن ضخامت لعاب است. در این گونه مواقع با نوک انگشت لعاب را صاف کرده و حفره‌ها و ترک‌های آن را پر می‌کنیم.

### ۳- روش غوطه‌وری

در این روش بدنه را وارد ظرف دوغاب لعاب کرده و لعاب توسط بدنه جذب می‌شود. غوطه‌وری یک روش ساده، کارآمد و سریع است که به وسایل کمی نیاز دارد.

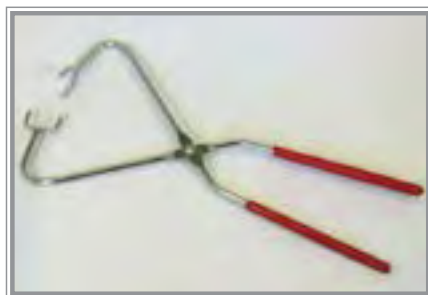
بدنه داخل ظرف حاوی لعاب فروبرده می‌شود. دوغاب لعاب وارد تخلخل‌های بدنه می‌شود و بر روی قطعه لعابی نازک ایجاد می‌شود. غوطه‌وری خوب، وابسته به مهارت لعاب‌زن است. در این روش، بدنه در دوغاب لعاب فروبرده شده، چرخشی داده می‌شود، سپس از دوغاب تخلیه‌شده و خشک می‌شود.



شکل ۲۰- خارج کردن قطعه در روش غوطه‌وری

وسایل لازم در این روش لعاب‌زنی خیلی ساده است. عمق ظرف لعاب باید به قدری باشد که قطعه آزادانه در داخل آن فروبرده شود. روش غوطه‌وری بستگی به اندازه و شکل قطعه دارد. قطعات میان‌تهی مانند لیوان، پارچ و گلدان ابتدا به سرعت از لعاب پر و سپس تخلیه می‌شوند تا داخل قطعه به خود لعاب بگیرد. هم قطعات میان‌تهی و هم قطعات تخت کوچک را باید، با انگشت نگه‌داشت و کاملاً در داخل دوغاب برای مدت چند ثانیه فروبرده شوند و آرام و به‌طور رفت و برگشتی حرکت داده می‌شود، سپس تحت زاویه‌ای خاص قطعه خارج‌شده و با حرکت تکانی ضربه‌ای، اضافی دوغاب خارج می‌شود. آنگاه به قطعه اجازه داده می‌شود تا خشک شود.

در مقیاس صنعتی از انبرک غوطه‌وری استفاده می‌شود. انبرک قطعه را به‌طور محکم در سه نقطه می‌گیرد. تمام فرایند در عرض چند ثانیه انجام می‌شود.



شکل ۲۱- انبرک

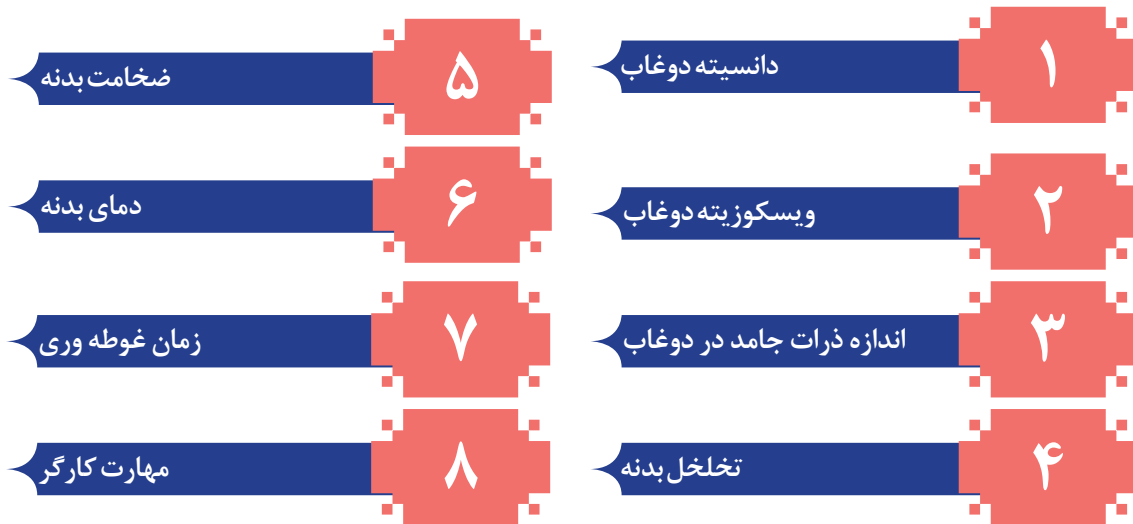
بعد از غوطه‌وری محل تماس انبرک یا انگشتان با قطعه، باید لعاب زده شود.



شکل ۲۲- قطعه لعاب زده شده به روش غوطه‌وری

سرعت تولید یکی از متغیرهای اساسی در فرایند غوطه‌وری است. هرچه قطعه بیشتر در دوغاب لعاب نگه‌داشته شود، ضخامت لعاب بیشتر خواهد بود، اما جذب آب بدنه و به دنبال آن سرعت ایجاد پوشش، با افزایش زمان کاهش می‌یابد. از طرفی اگر جذب آب بدنه در حد کافی نباشد، بدنه توانایی جذب لعاب با ضخامت مناسب را ندارد زیرا بدنه از آب اشباع شده و لعاب روی سطح خشک‌نشده و شره می‌کند.

## عوامل مؤثر بر لعاب اعمال شده به روش غوطه وری



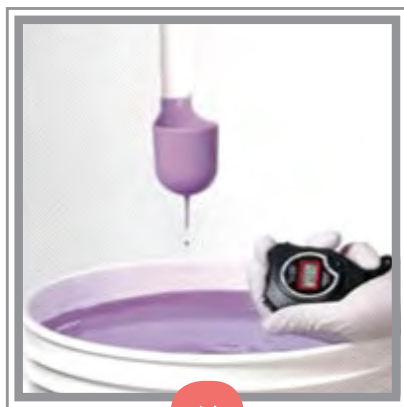
با استفاده از دستگاه‌های پیشرفته امکان مکانیزه کردن فرایند غوطه‌وری وجود دارد. این روش برای ایجاد پوشش داخلی ظروف میان تهی تا حدودی موفق بوده است.



شکل ۲۳- لعاب‌زنی به صورت دستی و کارگاهی



شکل ۲۴- لعاب‌زنی ماشینی



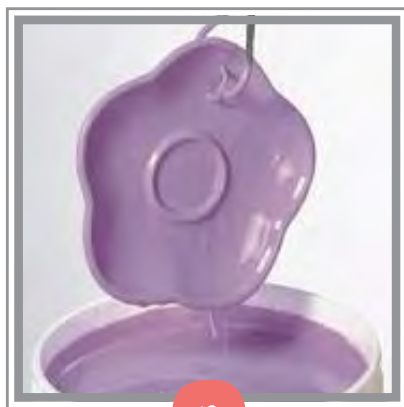
۲

اندازه گیری ویسکوزیته



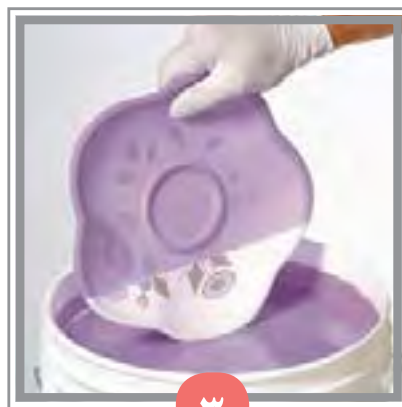
۱

مخلوط کردن لعاب با استفاده از همزن



۴

خارج کردن قطعه



۳

انجام عمل غوطه وری

شکل ۲۵- لعاب زنی به روش غوطه وری در شرایط آزمایشگاهی

## ۴- روش اسپری

اسپری کردن لعاب عبارت است از پاشش لعاب با فشار باد بر روی سطوح بدنه سرامیکی. مزیت اسپری کردن نسبت به سایر روش‌های لعاب‌زنی در سادگی لعاب‌کاری و قابلیت حمل دستگاه‌ها، سرعت لعاب‌زنی و کیفیت لعاب اعمالی است. در روش اسپری به مقدار دوغاب لعاب کمتری، نسبت به روش غوطه‌وری نیاز است. می‌توان لعاب با ضخامت‌های گوناگون بر روی بدنه‌هایی با تخلخل متفاوت اعمال نمود. اشکال بزرگ و یا پیچیده را می‌توان با این روش لعاب زد. لعاب‌زنی با روش اسپری در مقایسه با روش‌های دیگر به تجهیزات پیچیده‌تری نیاز دارد. پیستوله، اتاقلک لعاب‌زنی با هواکش، پمپ باد و ماسک ایمنی جزء وسایل ضروری

می‌باشند. افزون بر آن به پایه گردان نیز نیاز است که قطعه را روی آن قرار داده و همزمان که لعاب اسپری می‌شود، بتوان آن را چرخاند تا پوششی یکدست‌تر و یکنواخت‌تر ایجاد شود.

برای جلوگیری از مسدود شدن نازل پیستوله، لعاب را باید از الک مش ۱۰۰ یا ریزتر عبور داد. برای عدم تشکیل رسوب در مخزن پیستوله، لعاب باید همگن باشد تا باعث ایجاد رسوب در مخزن حاوی لعاب نشود و به‌طور مداوم همزده شود.

نازل پیستوله می‌تواند به دو صورت لعاب را آزاد کند که شامل موارد زیر می‌شود: به‌صورت جهش‌های باریک که قسمت‌های کوچک پوشش داده می‌شود و یا به‌صورت پخش که قسمت‌های وسیع‌تر قطعه پوشانده می‌شود.

همیشه باید پیستوله به‌صورت عمود در فاصله ۳۰ سانتی‌متری نگه داشته شود.

در صورتی که فاصله ۳۰ سانتی‌متر برای لعاب‌زنی به روش اسپری رعایت نشود چه مشکلی به وجود می‌آید؟

بزرگ‌ترین ضعف این روش، پخش شدن مقدار زیادی از لعاب در محیط است.

حداقل مقدار لعاب پخش‌شده در محیط ۲۵ درصد لعاب مصرفی می‌باشد. جهت جلوگیری از هدررفتن لعاب، اتاقلک اسپری با ورق پلاستیکی نسبتاً ضخیم، پوشش داده شود که لعاب درون آن ریخته شود. بنابراین لعاب اضافی را می‌توان بازیافت کرد و دوباره مورد استفاده قرار داد. باید دقت شود که از ورود ناخالصی ناشی از قطعات بدنه و زنگ‌زدگی به درون لعاب اضافی جلوگیری شود.

به چه دلیل بعضی از لعاب‌ها را نمی‌توان به روش اسپری اعمال کرد؟

استفاده از ماسک در هنگام لعاب‌زنی برای جلوگیری از استنشاق پودر لعاب الزامی است.



نکته



سؤال



نکته



تحقیق کنید



نکته

عوامل مؤثر در این روش عبارت‌اند از:

- ۱- خواص دوغاب لعاب مانند: چگالی، ویسکوزیته و یکنواختی
- ۲- قطر نازل دستگاه اسپری لعاب
- ۳- فشار اعمالی بر دوغاب
- ۴- فاصله پیستوله با سطح قطعه
- ۵- درصد تخلخل بدنه
- ۶- زمان اسپری نمودن دوغاب
- ۷- مهارت کارگر



شکل ۲۶- کابین لعاب‌زنی (سمت راست)، لعاب‌زنی با استفاده از روش اسپری کردن (سمت چپ)

## ۵- روش آبشاری

در این روش یک بخش متحرک دیسکی مانند وجود دارد که بدنه از زیر آن حرکت می‌کند و لعاب از سوراخ‌های موجود بر روی دیسک به روی بدنه ریخته می‌شود. در این روش با تغییر سرعت دیسک می‌توان وزن لعاب اعمالی بر روی سطح مورد نظر و ضخامت لعاب را تغییر داد.



شکل ۲۷- لعاب‌زنی به روش آبشاری

روش‌های لعاب‌زنی



فیلم

عوامل مؤثر بر کیفیت لعاب در روش آبشاری را بیان کنید.



فعالیت کلاسی

جدولی از محصولات بدون لعاب در زیر آمده است، بهترین روش لعاب‌کاری برای هر یک از بدنه‌ها را با ذکر دلیل مشخص کنید.



فعالیت کلاسی

			بدنه شکل داده شده به روش دستی
			روش لعاب‌زنی

شکل ۲۸

### کار عملی ۱:

چهار بدنه سفالی شکل داده شده به روش دستی و پخت شده را تهیه کرده و روش‌های لعاب‌زنی آموزش داده را اعمال و پس از پخت از لحاظ خواص و کیفیت مقایسه کنید.



فعالیت کارگاهی

بدنه شماره ۴	بدنه شماره ۳	بدنه شماره ۲	بدنه شماره ۱
روش اسپری	روش قلم‌مو	روش ریختنی	روش غوطه‌وری



**کار عملی ۲: اعمال لعاب بر روی قطعه تهیه شده با روش دستی با استفاده از روش (قلم‌مو)**  
**شرح فعالیت:** قطعه را کاملاً از گرد و غبار پاک و سپس آن را مرطوب کنید. لعاب مورد نظر را داخل قطعه بریزید.



فعالیت کارگاهی

**کار عملی ۳: اعمال لعاب بر روی گلدان با دهانه باریک با استفاده از روش غوطه‌وری**  
**شرح فعالیت:**

لعاب را در ظرفی مناسب آماده و در صورت لزوم آن را از الک عبور دهید تا ذرات نامطلوب و درشت آن جدا شود. برای لعاب زدن داخل گلدان با دهانه باریک، لعاب را با یک ظرف کوچک‌تر از طریق قیف داخل گلدان بریزید. قطعه را بچرخانید تا پوشش لعاب تمام داخل آن را بپوشاند، مراقب باشید که لعاب به بیرون نریزد. باقیمانده لعاب را به داخل ظرف محتوی لعاب برگردانید.

دهانه گلدان را گرفته و آن را در لعاب فرو ببرید. نگذارید لعاب به انگشتانتان بخورد. این عمل را چند بار انجام دهید تا به ضخامت لازم برسد. قطعه را روی میز قرار دهید تا لعاب آن خشک شود. قطعه را از قسمت پایین بگیرید و تا خط قسمتی که قبلاً لعاب شده، داخل لعاب فرو ببرید. گلدان را دوباره کنار بگذارید تا خشک شود. توجه داشته باشید تا زمانی که لعاب درخشان به نظر می‌رسد هنوز مرطوب است.

به محض آنکه لعاب خشک شد، ته گلدان را یک برس مویی زبر کوچک تمیز کنید.

**مواد و ابزار:**

گلدان دهانه باریک، لعاب، اسفنج، کاردک، برس زبر



فعالیت کارگاهی

**شرایط زیست محیطی، شایستگی‌های غیرفنی، اخلاق حرفه‌ای:**

پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن نمودن سیستم تهویه کارگاه الزامی است.

نکات  
زیست محیطی



فعالیت کارگاهی

#### کار عملی ۴: اعمال لعاب با استفاده از روش اسپری

##### شرح فعالیت:

قطعه را به صورت برعکس روی پایه گردان قرار دهید. بعد از پوشیدن لباس و زدن ماسک ایمنی، مخزن پیستوله را از لعاب پر کرده، هواکش و پمپ باد را روشن کنید و پیستوله را روی قطعه بگیرید. درست قبل از آنکه ماشه پیستوله را فشار دهید، با دست دیگرتان شروع به چرخاندن پایه گردان کنید تا پاشش‌های کوتاه لعاب بر روی یک نقطه از سطح، متمرکز نشود.

اجازه دهید تا لعاب بدنه خشک شود. سپس آن را برگردانید و به لعاب‌زنی ادامه دهید تا تمام سطح پوشش داده شود. تعداد لایه‌های لعاب می‌تواند به هر میزان که نیاز است باشد. قبل از زدن لایه بعدی، حتماً لایه قبلی باید خشک شود. پس از آن که قطعه بعد از آخرین مرحله لعاب‌زنی خشک شد، کف ظرف را همچون دیگر روش‌ها تمیز کنید.

زمان اسپری کردن لعاب می‌توانید در حالی که دسته پمپ را فشار می‌دهید، درپوش هوا را با انگشت مسدود کنید، با این عمل، هوای فشرده به داخل مخزن لعاب راه پیدا کرده و باعث حباب‌زدن شده و در نتیجه محلول لعاب همزده می‌شود.

**مواد و ابزار:** لعاب، پیستوله، اتاقک لعاب‌زنی، پمپ باد، اسفنج مرطوب، قطعه، برس زبر



فعالیت کارگاهی

#### کار عملی ۵: اعمال انگوب بر روی بدنه‌های سرامیکی

##### شرح فعالیت:

۱- حذف گرد و غبار و چربی از سطح بدنه

۲- اسپری آب و یا تمیز کردن سطح بدنه با اسفنج مرطوب

۳- اعمال انگوب با استفاده از روش غوطه‌وری، اسپری و یا قلم‌مو

**مواد و ابزار:** دوغاب انگوب، پمپ باد، اسفنج و یا پنبه، قلم‌مو، پیستوله



نکات  
زیست محیطی

#### شرایط زیست محیطی، شایستگی‌های غیر فنی، اخلاق حرفه‌ای

پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن نمودن سیستم تهویه کارگاه الزامی است.

## معایب لعاب

برای دستیابی به لعابی زیبا، دلخواه و بدون عیب، باید با علت بروز عیوب و انواع معایب لعاب آشنا شویم تا با برطرف کردن عوامل ایجادکننده این عیوب، از بروز مجدد آنها جلوگیری کنیم. در اینجا به تعدادی از این معایب اشاره می‌کنیم.

## شُرّه کردن و ایجاد سطح ناصاف

برای رفع آن عیوب باید دانست اکسیدهای قلیایی بیشترین تأثیر را بر افزایش سیالیت و اکسید آلومینیم بیشترین تأثیر را بر کاهش سیالیت لعاب می‌گذارند. لعابی که شره کرده است باید در دمای پایین‌تر پخته شود و بالعکس لعابی که سطح ناصاف و موج‌دار به وجود آورده است می‌بایست در دمای بالاتری پخته شود، زیرا افزایش حرارت با افزایش سیالیت لعاب رابطه مستقیم دارد.

در صورتی که لعاب در درجه حرارت پخت، بیش از حد سیال و روان باشد، از سطح ظرف شره کرده و پایین می‌ریزد. این اتفاق باعث چسبیدن فرآورده‌ها به قطعات دیرگداز و تجهیزات کوره خواهد شد.

عکس این اتفاق نیز ممکن است اتفاق بیافتد، یعنی اگر لعاب در درجه حرارت پخت سیالیت بسیار کم داشته باشد، نمی‌تواند سطح یک‌دست، صاف و بدون موج ایجاد کند.



شکل ۲۹- عیب شره کردن لعاب

### پخت ناقص و بیش از حد لعاب

نامناسب بودن دمای حرارت پخت باعث بروز عیوب می‌شود. لعابی که در درجه حرارت پایین‌تر از حد لازم پخته شود زبر و خشن است و دارای درخشندگی و براقیت لازم در سطح نیست. این عیب را می‌توان با حرارت دادن مجدد قطعه و رساندن به حرارت کافی از بین برد. برعکس این حالت لعابی که بیش از حد حرارت داده شود دچار سوختگی می‌شود که رنگ آن با لعاب معمولی تفاوت محسوسی دارد و نازک و براق است و اغلب از سطح ظرف شره می‌کند. البته گاهی اوقات لعاب سوخته ظاهر زیبایی به خود می‌گیرد.



شکل ۳۰- لعاب با دمای پخت نامناسب

### ترک خوردن و پوسته شدن لعاب

در محیط اطراف همواره شاهد انبساط اجسام مختلف در اثر گرم شدن و انقباض آنها در اثر سرد شدن بوده‌ایم. میزان این انبساط و انقباض نیز برای اجسام و مواد مختلف متفاوت است.

انقباض لعاب بیشتر از بدنه باشد چون لعاب و بدنه بعد از پخت کاملاً به هم متصل شده‌اند، بدنه اجازه انقباض آزادانه به لعاب را نخواهد داد، در این حالت لعاب تمایل به جمع شدن و انقباض دارد، ولی بدنه آن را به سمت خود می‌کشاند و اجازه جمع شدن به لعاب نمی‌دهد و اگر میزان این کشش از استحکام لعاب بالاتر باشد، لعاب تسلیم شده و در نهایت لعاب ترک خواهد خورد.

یک فراورده لعاب خورده را در نظر بگیرید، بدنه و لعاب اعمال شده، هر کدام از مواد مختلف تشکیل شده‌اند و هر کدام ضریب انبساط حرارتی مختلفی دارند. بعد از اینکه مرحله پخت در کوره انجام شد، به هنگام سرد شدن هم لعاب و هم بدنه منقبض خواهند شد و اگر میزان انقباض آنها با یکدیگر، تفاوت زیادی داشته باشد، عیوب ترک خوردن یا پوسته شدن به وجود می‌آیند. اگر



شکل ۳۱- عیب ترک برداشتن لعاب

باعث چروکیدگی و پوسته شدن لعاب می‌شود و اگر میزان اتصال بین بدنه یا لعاب کم باشد و فشار وارده از آستانه تحمل لعاب بالاتر باشد لعاب از بدنه جدا شده و حتی ممکن است این پوسته‌ها با لمس کردن سطح لعاب به صورت فلُس‌های نازکی جدا شوند.

عکس این مطلب هم ممکن است اتفاق بیافتد یعنی اگر ضریب انبساط بدنه خیلی بیشتر از لعاب باشد. هنگام سرد شدن نیز بدنه بیشتر منقبض می‌شود ولی لعاب انقباض کمتری دارد، اما اغلب اوقات بدنه انقباض خود را انجام می‌دهد و لعاب را در هم می‌فشرد که



شکل ۳۲- عیب پوسته شدن لعاب

## گسیختگی لعاب

بریزیم نه تنها روی سطح پهن نمی‌شود بلکه جمع شده و سطحی شبیه کره به خود می‌گیرد. در این مورد اصطلاحاً گفته می‌شود که جیوه توانایی ترک کردن سطح را ندارد.

اگر یک قطره آب روی سطحی (مثلاً روی یک میز) ریخته شود، روی سطح میز کاملاً پخش می‌شود و اصطلاحاً سطح را تر می‌کند. اما در مورد یک قطره جیوه چنین حالتی وجود ندارد، یعنی اگر یک قطره جیوه روی میز



– جمع شدگی لعاب: در صورتی که لعاب به هنگام پخت، خاصیتی شبیه به جیوه از خود نشان دهد و خود را جمع نماید، عیب جمع شدگی لعاب رخ می دهد.



شکل ۳۳- عیب جمع شدگی لعاب

– لعاب نگرفتگی: ایجاد این عیب ممکن است به علت چرب و روغنی بودن یا وجود شوره در سطح بدنه باشد که از اتصال و چسبیدن صحیح لایه لعاب خام به بدنه جلوگیری می کند. علاوه بر این موارد، ترکیب لعاب و درجه حرارت پخت نیز مؤثر هستند. افزایش درجه حرارت پخت احتمال لعاب نگرفتگی را کمتر می کند.



شکل ۳۴- عیب لعاب نگرفتگی



شکل ۳۵- عیب خزیدگی لعاب

– دررفتگی یا خزیدگی لعاب: در صورتی که در لعاب مواد اولیه ریزدانه مانند کائولن و بال کی زیاد باشد، یا مواد لعاب را زیاد ساییده باشیم و ذرات بسیار ریز در لعاب خام پدید آمده باشد (چون انقباض لعاب به هنگام خشک شدن زیاد می شود) احتمال خزیدگی لعاب وجود خواهد داشت.

## سوراخ‌های ته سوزنی و جوش

منظور از این عیب، سوراخ‌های ریزی است که بر سطح لعاب پدید می‌آید. یکی از عوامل ایجاد جوش بر سطح لعاب حبس شدن حباب‌های هوا بر سطح بدنه‌ای است که بر روی آن لعاب زده‌ایم، که در موقع پخت لعاب در کوره این حباب‌ها از زیر لعاب، جوش زده و سطح لعاب را ناصاف می‌کنند.



شکل ۳۶- عیب ته سوزنی

عیب ته‌سوزنی هنگام خروج گازها و در زمان پخت بروز می‌کند، زیرا لعاب سیالیت کافی را ندارد تا اجازه خروج به گازها را بدهد.

برای درک بهتر چنین لعابی می‌توان آن را شبیه به عسل در نظر گرفت، در صورتی که لعاب در دمای پخت این گونه باشد حتی اجازه خروج حباب‌های گازهای مختلف را که به هنگام حرارت دیدن لعاب ایجاد می‌شوند نخواهد داد و در نتیجه سطح لعاب جوش‌دار خواهد شد.



شکل ۳۷- عسل

این مشکل بیشتر در لعاب‌های مات و لعاب‌هایی که در دمایی پایین‌تر از دمای پخت خود حرارت دیده‌اند بروز می‌کند. افزایش دمای پخت و نگه داشتن دمای پخت برای مدت طولانی‌تر می‌تواند این عیب را از بین ببرند. همچنین اگر لعاب نازک زده شود، حباب‌های گاز راحت‌تر خارج می‌شوند. گاهی نیز ایجاد جوش به دلیل حرارت بیش از اندازه است، یعنی لعاب شروع به جوشیدن می‌کند و سطح آن دچار سوراخ‌های ریز خواهد شد.

## تاول زدن لعاب

از جمله عوامل به وجود آورنده این عیب ایجاد گاز به علت وجود مواد تولید کننده گاز در حین پخت می باشد. همچنین عدم پخت کامل لعاب و یا پخت بیش از حد لعاب باعث تشکیل این عیب می شود.



شکل ۳۸- عیب تاول زدن لعاب

### کار عملی ۶: تشخیص عیوب لعاب

#### شرح فعالیت:

قطعاتی که در طول این درس لعاب زنی کرده اید را بررسی و عیوب آن را مشخص کنید. قطعات سفالی و سرامیکی با عیوب مختلف که توسط هنرآموز در اختیار شما قرار گرفته است را به دقت بررسی کنید.

مواد و ابزار: قطعات و بدنه های لعاب خورده با عیوب مختلف



فعالیت کارگاهی

### زیست محیطی، شایستگی های غیرفنی، اخلاق حرفه ای:

پوشیدن لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، ماسک تنفسی و روشن نمودن سیستم تهویه کارگاه الزامی است.



نکات  
زیست محیطی



با توجه به تصاویر نوع عیب لعاب را مشخص کنید.



فعالیت کارگاهی



## ارزشیابی شایستگی لعاب زنی

<p><b>شرح کار:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- آماده سازی قطعات و تجهیزات لعاب کاری</li> <li>- آماده سازی لعاب برای لعاب زنی</li> <li>- لعاب زنی با روش های مختلف</li> <li>- کنترل عیوب لعاب</li> </ul>																															
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p><b>لعاب زدن قطعه با کمک ابزارهای لعاب زنی مطابق استانداردها و دستورالعمل های مربوطه</b></p> <p><b>شاخص ها:</b></p> <p>ابتدا پس از بررسی کلیه سطوح از لحاظ کیفیت (مانند پرداخت صحیح، نداشتن ترک و عدم گرد و غبار) اقدام، سپس مطابق دستورالعمل اقدام به لعاب زنی کند.</p> <p>مطابق دستورالعمل سطوح لعاب خورده را از لحاظ شرگی، یکنواختی لایه لعاب، یکنواختی ضخامت و ترک لعاب بررسی کند.</p>																															
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p><b>مکان:</b> واحد لعاب زنی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> تجهیزات لعاب زنی شامل پمپ لعاب زنی، سیستم اعمال لعاب شامل روش اسپری، آبشاری و غوطه وری و ... ، ابزار تنظیم تجهیزات اعمال لعاب، ابزار بررسی ظاهری لعاب (مانند ذره بین، چراغ قوه)</p> <p><b>مواد مصرفی:</b> انگوب، لعاب</p> <p><b>تجهیزات ایمنی:</b> ماسک تنفسی، دستکش مناسب، لباس کار مناسب، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک مناسب، کمر بند ایمنی</p> <p><b>ابزار و تجهیزات:</b> تجهیزات لعاب زنی شامل پمپ لعاب زنی، سیستم اعمال لعاب شامل روش اسپری، آبشاری و غوطه وری و ... ، ابزار تنظیم تجهیزات اعمال لعاب، ابزار بررسی ظاهری لعاب (مانند ذره بین و چراغ قوه)</p> <p><b>ابزار و تجهیزات ایمنی:</b> ماسک تنفسی، دستکش مناسب، لباس کار مناسب، کلاه ایمنی، کفش ایمنی، عینک مناسب، کمر بند ایمنی، تجهیزات اطفای حریق</p>																															
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>آماده سازی تجهیزات و قطعات</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>اعمال انگوب و لعاب</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>کنترل عیوب</td> <td>۱</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">ماسک تنفسی، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، عینک مناسب، تهویه، عایق صوتی، جداسازی زباله، مسئولیت پذیری، سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله مدیریت مواد و تجهیزات، سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات به طور ایمن و صحیح</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">میانگین نمرات</td> </tr> </tbody> </table> <p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو*	۱	آماده سازی تجهیزات و قطعات	۲		۲	اعمال انگوب و لعاب	۲		۳	کنترل عیوب	۱		شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲		ماسک تنفسی، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، عینک مناسب، تهویه، عایق صوتی، جداسازی زباله، مسئولیت پذیری، سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله مدیریت مواد و تجهیزات، سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات به طور ایمن و صحیح				میانگین نمرات			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو*																												
۱	آماده سازی تجهیزات و قطعات	۲																													
۲	اعمال انگوب و لعاب	۲																													
۳	کنترل عیوب	۱																													
شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲																													
ماسک تنفسی، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، عینک مناسب، تهویه، عایق صوتی، جداسازی زباله، مسئولیت پذیری، سطح ۱، وقت شناسی، انجام وظایف و کارهای محوله مدیریت مواد و تجهیزات، سطح ۱، استفاده از مواد و تجهیزات به طور ایمن و صحیح																															
میانگین نمرات																															