



## فصل پنجم

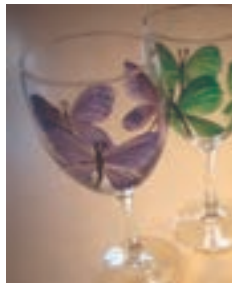
### تزئین شیشه

## تزئین شیشه

تصویر ورودی پودمان، تصویری از گلدان شیشه‌ای دوپوست را نشان می‌دهد که در آن چند تزئین مختلف با هم (استفاده از رنگ و تراش) استفاده شده است. هنرآموزان گرامی می‌توانند ذهن هنرجو را به این موضوع معطوف کنند که امکان انجام تزئین‌های مختلف با هم بر روی بدنه وجود دارد و باعث افزایش زیبایی اثر و قیمت آن می‌شود.



شکل ۱ صفحه ۱۴۹ یک محصول شیشه‌ای بدون تزئین با محصولات مشابه که به روش‌های مختلف تزئین بر روی آنها انجام شده است را نشان می‌دهد که هنرجو با دقت در این تصاویر متوجه این موضوع می‌شود. مواردی مانند استفاده از رنگ، مات کردن قسمت‌هایی از بدنه و حکاکی و تراش که باعث افزایش زیبایی بدنه‌ها شده است مواردی است که هنرجویان باید به آن اشاره کنند.



در این قسمت هنرآموزان می‌توانند به وقت، هنر و تلاشی که برای انجام این تزئینات توسط هنرمندان صرف شده است اشاره کنند و ذهن هنرجویان را برای ورود به موضوع ارزش افزوده آماده کنند.

فکر کنید



**صفحه ۱۴۹** هدف از مطرح شدن فکر کنید در مورد ارزش افزوده، اشاره و آشنایی مختصر هنرجو با تاثیر تزئین در قیمت و ارزش محصولات شیشه‌ای است. ارزش افزوده به معنای بهای دستمزد کاری است که بر روی قطعه اولیه انجام شده است. در تمامی محصولات سرامیکی و شیشه‌ای می‌توان با تزئین، ارزش یا به عبارتی قیمت فروش آن را افزایش داد.

با تزئین شیشه می‌توان گاهی تا چند برابر، ارزش افزوده یک محصول شیشه‌ای را افزایش داد.

هنرآموزان محترم می‌توانند با آموزش صحیح تئوری و عملی روش‌های تزئین شیشه شرایطی فراهم آورند که هنرجویان پس از فارغ التحصیلی بتوانند با حداقل امکانات کارآفرینی کنند.

در صفحه ۱۴۹ در نمودار ۱ روش‌های متداول تزئین شیشه آورده شده است.

روش‌های تزئین شیشه	
تراش	
حرارت مستقیم	
فیوزینگ شیشه	
تزئین شیشه با رنگ‌ها	
مات کردن شیشه	

نمودار ۱

هنرآموزان محترم بهتر است برای راهنمایی هنرجویان نکات زیر را مد نظر قرار دهند: **۱** روش‌های تزئین شیشه گسترده است و در این پودمان متداول‌ترین روش‌های

تزئین شیشه آورده شده است.

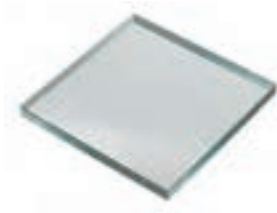
۲ در منابع مختلف گاهی انجام بعضی از روش‌های تزئین شیشه، به روش متفاوت که در این پودمان نگارش شده است ارائه می‌شود.

۳ این روش‌ها گاهی با اسامی متفاوت دیگری در کتب، شرکت‌ها و بازار عنوان می‌شوند.

۴ گاهی یک شیشه همزمان با ادغام دو یا چند روش تزئین می‌شود.

۵ علاوه بر روش‌های ذکر شده برخی از هنرمندان به روش‌های منحصر به فرد و ابتکاری محصولات شیشه‌ای را تزئین می‌کنند.

در شکل ۲ صفحه ۱۵۰ تصاویر قسمت (الف) ظروف شیشه‌های ساده و تصاویر قسمت (ب) همان محصولات شیشه‌ای را به صورت تراش خورده نشان می‌دهد.



الف



ب

روش تراش شیشه اغلب روی سطوح خارجی محصولات شیشه‌ای انجام می‌شود. این روش ساده‌ترین و متداول‌ترین روش تزئین شیشه است که با حداقل تجهیزات و با کمی مهارت قابل انجام است. در تصاویر شکل ۳ محصولات شیشه‌ای تخت و با سطح انحنادار آمده است تا هنرجو به این نکته دقت کند که امکان تراش دادن هم در سطح صاف و هم انحنادار وجود دارد.

کنجکاوی



**صفحه ۱۵۱:** کنجکاوی در مورد دلیل تزئین بدنه شیشه‌ای به روش تراش با استفاده از تکرار یک طرح بر روی آن بیان شده است تا ذهن هنرجو در زمینه نحوه اجرای طرح بر روی بدنه با روش تراش متمرکز شود.

تکرار یک طرح بر روی محصول باعث می‌شود که تعداد زیادی محصول در واحد زمان تولید شود. هم‌چنین دلایل اشاره شده در زیر می‌توانند توسط هنرجویان ارائه شوند:

- ۱ از به هم پیوستن طرح‌ها می‌توان طرح‌های بسیار زیبایی به وجود آورد.
- ۲ برای ایجاد یک طرح بزرگ و فراگیر در سطح محصول نیاز به کسب مهارت زیاد نیست و فرد می‌تواند با داشتن کمی مهارت با ایجاد یک طرح ساده و تکرار آن، طرح را در ابعاد بزرگ ارائه کند.
- ۳ گاهی این طرح‌ها علاوه بر زیبایی با ایجاد خطای دید مثبت باعث بزرگ‌تر به نظر آمدن محصول می‌شوند.

**شکل ۵ صفحه ۱۵۱:** این شکل طراحی نقوش هندسی شمشه‌های هشت پر و دوازده پر که برای تزئین شیشه‌ها کاربرد فراوان دارند همراه با ظرف شیشه‌ای دوپوست که با این نقوش تزئین شده است را نشان می‌دهد.



هنرآموزان محترم می‌توانند در کلاس از هنرجویان بخواهند طرح شمشه‌ها را بر روی کاغذ به صورت تمرین در ابعاد مختلف طراحی کنند تا مهارت لازم در کشیدن این نوع طرح‌ها را کسب کنند.

نکته



**صفحه ۱۵۲:** در نکته بیان شده طبق شکل ۶، تزئین شیشه دو پوست با روش تراش نشان داده شده است. در تراش شیشه دو پوست، تزئین بسیار زیبا و چشم‌گیر خواهد شد و در هنگام تراش این شیشه‌ها عمق تراش باید به مقداری باشد تا به پوسته اول برسد و رنگ پوسته اول در طرح‌های تراشیده شده نمایان شود.

در شکل‌دهی شیشه‌های دوپوست که رنگ لایه درونی با لایه بیرونی آن متفاوت است، از دو مذاب شیشه که از لحاظ رنگ متفاوت هستند، استفاده می‌شود. لقمه اولیه با یک رنگ که در اکثر مواقع شیشه بی‌رنگ یا سفید است، آغاز می‌شود و سپس با لقمه دوم با هر رنگ دلخواه کار شکل‌دهی تکمیل می‌شود.

در روش دستی ابتدا مقداری مذاب شیشه به صورت گوی ناقص (از لحاظ وزن مذاب گوی) با چرخاندن میله در مذاب آماده برای شکل‌دهی برداشته شده و سپس این گوی شیشه را در مخزن مذاب رنگی فرو برده می‌چرخانند تا مذاب رنگی بر روی گوی مذاب قبلی به مقدار معین قرار بگیرد و به اندازه مورد نظر برای شکل‌دهی شیشه برسد. سپس شیشه شکل‌دهی می‌شود. محصول شیشه‌ای شکل‌دهی شده از درون و بیرون دارای دو رنگ است که به آن شیشه دو پوست گفته می‌شود.

صفحه ۱۵۲ شکل ۷: این تصویر مربوط به دستگاه تراش شیشه و دیسک‌های ساینده است.



دستگاه تراش (lathe) ماشین ابزاری است که برای تراشیدن و شکل‌دهی انواع شیشه به کار می‌رود. به دلیل ارزان بودن و سرعت بالای تراشکاری نسبت به سایر روش‌های تزئین استفاده از ماشین تراش یک روش معمول و پر استفاده در صنعت است. دستگاه تراش مشابه دستگاه سنگ ساب است که برای تیز کردن و براده برداری ابزار آلات فلزی به کار می‌رود. در هر دو دستگاه قسمت بُرنده به صورت دیسک است و به وسیله نیروی الکتروموتور حول محوری می‌چرخد. جنس دیسک ساینده متفاوت است. تراش به عنوان قدیمی‌ترین کار تکمیلی قابل انجام بر روی شیشه به دو دسته تقسیم می‌شود:

■ حکاکی فیزیکی شیشه با الماسه (فرز)

■ حکاکی فیزیکی با چرخ مسی

دیسک‌های دستگاه‌های تراش شیشه در اندازه و ضخامت‌های مختلفی وجود دارند، بر اساس میزان تراش شیشه و ابعاد طرح از دیسک‌های متفاوتی استفاده می‌شود و عملیات تعویض دیسک‌ها به راحتی قابل انجام است.

معمولاً هنگام تراش دادن شیشه در قسمت تراش از مایعی مانند آب استفاده می‌شود که وظیفهٔ خنک کردن دیسک را دارد. همچنین آب یا مایع خنک‌کننده باعث می‌شود تا عملیات تراش شیشه راحت‌تر (کاهش اصطکاک) انجام شده و براده‌های (پودرها) شیشه از محل تراش شسته شده و از ایجاد گرد و غبار جلوگیری شود. سرعت چرخش دیسک تراشکاری بستگی مستقیم به نوع تراش دارد و هرچه عمق تراش مورد نظر بیشتر باشد، سرعت چرخش تراش نیز بیشتر است و در صورتی که تراش سطحی باشد سرعت چرخ تراش نیز کمتر است.

#### نکات ایمنی



هنرآموزان گرامی لازم است بر رعایت نکات ایمنی توسط هنرجویان تأکید کنند:  
**۱** هنگام کار با دستگاه تراش لازم است تمام نکات ایمنی مانند استفاده از عینک محافظ کاملاً رعایت شود.

**۲** آب پسماند حاوی پودرهای حاصل از تراش شیشه نباید مستقیماً به درون لوله‌های فاضلاب ریخته شوند، زیرا پودرهای شیشه به راحتی به دلیل خاصیت غیرپلاستیک بودن در لوله‌ها رسوب کرده و منجر به گرفتگی می‌شوند. برای جلوگیری از بروز این مشکل باید آب به حوضچه‌ای مانند حوضچه‌های سنگ‌بری در ابعاد بسیار کوچک‌تر منتقل شود تا پودرهای شیشه در این حوضچه رسوب کنند.

**۳** برای جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی به واسطه پودرهای شیشه حاصل از تراش، می‌توان از این پودرها در تهیه آمیزه‌های شیشه در فعالیت‌های کارگاهی استفاده کرد.

#### تحقیق کنید



**صفحه ۱۵۲:** تحقیق کنید در مورد جنس دیسک‌های تراش آمده است تا هنرجویان به اهمیت ابزارآلات و تجهیزات در تراش شیشه دقت کنند.

هنرجویان باید در این تحقیق به این نکته اشاره کنند که جنس دیسک‌های



دستگاه تراش باید از لحاظ سختی، دارای سختی بیشتر از شیشه باشند. سختی شیشه‌ها متناسب با نوع آمیز حدود ۶ الی ۶/۵ است. هر چه سختی دیسک بالاتر از شیشه باشد، عمر مفید دیسک بیشتر خواهد بود و دیرتر ساییده شده و از بین می‌رود. دیسک‌ها عموماً از جنس الماس هستند.

نمونه‌هایی از دیسک تراش شیشه





دستگاه فرزمینیاتوری که به فرز انگشتی نیز معروف است، علاوه بر تراش شیشه، در صنایع دیگر مانند تراش چوب در مبلمان و قاب‌سازی، محصولات پلیمری، محصولات مسی و آلومینیومی نیز استفاده می‌شود. سری‌ها یا فرز‌ها با اشکال گوناگون، برای ایجاد طرح‌های مختلف کاربرد دارند که جنس آنها برای تراش هر نوع محصول متفاوت است..

کار با فرز مینیاتوری نیاز به داشتن مهارت و دقت است و در مقایسه با دستگاه تراش میزان تولید پایین‌تر است.



هنرآموزان محترم به این موضوع توجه داشته باشند که امکان خرید و دسترسی به فرز مینیاتوری در بازار با توجه به قیمت پایین آن در مقایسه با سایر تجهیزات تراش شیشه وجود دارد و برای تجهیز کردن کارگاه هنرستان مناسب است.

نکته



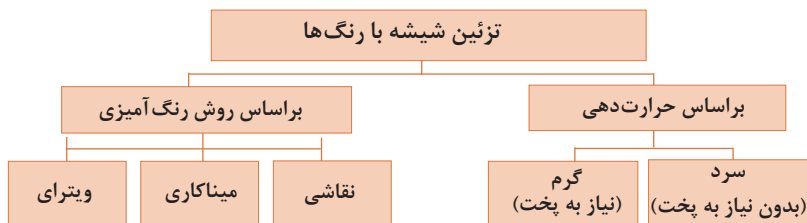
**صفحه ۱۵۳:** فعالیت کارگاهی ارائه شده با عنوان کار عملی ۱ کسب مهارت در تراش شیشه با استفاده از فرز مینیاتوری است.

در انجام این کار عملی بهتر است هنرآموز محترم ابتدا با فرز، خطوطی تصادفی بر روی شیشه تراش دهد و نحوه انجام کار با فرز و رعایت نکات ایمنی را عملاً به هنرجویان آموزش دهد، سپس از هنرجویان بخواهد به صورت فعالیت عملی بر روی شیشه خطوط ساده را تراش دهند. لازم است هنرآموز گرامی هنگام انجام فعالیت کارگاهی نکات فنی و ایمنی که باید رعایت شوند را به هنرجویان یادآوری کند.

فعالیت کارگاهی



**صفحه ۱۵۴:** نمودار ۲ روش‌های تزئین شیشه به روش نقاشی را عنوان می‌کند.



### متن صفحه ۱۵۵:

در تزئین شیشه با استفاده از رنگ‌های سرد، پس از نقاشی نیاز به پخت (حرارت دادن) نیست و پایه این رنگ‌ها از نوع رنگ‌های پلاستیک و روغنی موجود در بازار است. برای نقاشی بر روی شیشه‌ها عموماً رنگ‌های روغنی مناسب‌ترند زیرا شیشه جذب آب ندارد و اگر چه می‌توان با استفاده از رنگ‌های پلاستیک (آبی) بر روی شیشه نقاشی کرد اما به خاطر نداشتن جذب آب شیشه‌ها بر روی سطح شیشه اتصال مناسبی ندارند و راحت‌تر از سطح شیشه در اثر خراش و اصطکاک، در تماس با آب و سایر مایعات و محلول جدا می‌شوند و هنگام اعمال رنگ امکان شره کردن رنگ وجود دارد. هنرآموز محترم لازم است موارد زیر را به هنرجویان متذکر شود: زمان لازم برای خشک شدن نقاشی روی شیشه:

زمان مناسب برای خشک شدن رنگ‌های ویترای ۸ ساعت و خمیرهای دورگیری ۳۰ دقیقه است، مکان مناسب برای خشک شدن کار، محیطی است که هوای آن خشک و ترجیحاً دور از گرد و غبار باشد.

### میزان مقاومت رنگ‌های ویترای در نقاشی روی شیشه:

رنگ‌های ویترای پس از خشک شدن دارای استحکام و مقاومت مناسب در مقابل شست‌وشوی آرام و ملایم (نه سنگین خیساندن و غوطه‌ور کردن) هستند، و سطوح تزئین شده با این رنگ‌ها جنبه دکوراتیو دارند و نباید از آنها به صورت مداوم استفاده کرد.

### صفحه ۱۵۵:

فکر کنید



ویترای روشی آسان و ارزان است اما به مرور زمان در مقابل تابش آفتاب و در مجاورت باد و باران به حالت پوسته‌ای درآمده و جلای خود را از دست می‌دهد. دلیل این اتفاق اتصال ضعیف رنگ با شیشه پایه است. به علت مقاومت کمتر رنگ در برابر این عوامل، رنگ تجزیه شده و جلا و براقیت رنگ از بین رفته و به انسجام رنگ آسیب وارد می‌شود. سپس خود ترکیب رنگ تجزیه می‌شود. برای دوام بیشتر این رنگ‌ها بهتر است از جایگزین‌هایی که بتواند اتصال قوی‌تری به وجود آورد و در مقابل عوامل بیرونی مانند تغییرات دما، رطوبت و نور مقاوم باشد، استفاده شود. بهبود این ویژگی‌ها می‌تواند کاربردهای جدیدی برای رنگ ایجاد کند.



**صفحه ۱۵۶:** کار عملی ۲ طراحی نام هنرستان روی شیشه و تزئین آن به روش ویتراژ است. هنر آموزان محترم می‌توانند هر طرح یا نوشته‌ای را از هنرجویان بخواهند تا به روش ویتراژ بر روی شیشه انجام دهند.



**صفحه ۱۵۷:** هدف از طرح فکر کنید در مورد مزایای رنگ‌های پایین پخت، معطوف کردن ذهن هنرجویان به موارد اقتصادی، سرعت و سهولت کار است. مزیت رنگ‌های پخت پایین :

- ۱ ارزان تر از رنگ‌های دما پخت بالا از لحاظ مواد اولیه هستند.
- ۲ چون در ترکیب این رنگ‌ها درصد مواد آلی زیاد است بنابراین اعمال آن بر روی شیشه راحت تر است.
- ۳ به علت دمای پخت پایین، در فرایند پخت مصرف انرژی کمتر است.
- ۴ به علت دمای پخت پایین، نیاز به زمان پخت کمتری دارند و راندمان تولید بالاست.



**صفحه ۱۵۷:** با افزایش درصد مواد معدنی آمیز رنگ، به دمای پخت بالاتری نیاز است تا رنگ بتواند به تثبیت کامل برسد. می‌توان با پخت رنگ در دماهای مختلف بهترین دمایی که رنگ از لحاظ ظاهری (جلا، شفافیت و رنگ مورد نظر) و مقاومت در برابر اشعه خورشید و سایر عوامل دارای کیفیت مطلوب باشد را تعیین کرد. هنرجویان باید به این نکته دقت کنند که دمای پخت رنگ باید نهایتاً از دمای نرم شوندگی شیشه کمی کمتر باشد تا محصول شیشه‌ای در فرایند پخت دکور تغییر شکل نداشته باشد.

### صفحه ۱۵۸: روش نقاشی روی شیشه

نقاشی روی شیشه‌های تخت در روش‌های تزئین شیشه به دو روش روی شیشه و پشت شیشه انجام می‌شود. روش نقاشی بر روی پشت شیشه نیاز به دانش فنی و مهارت بالایی دارد و در این کتاب به آن اشاره نشده است. از لحاظ زمان برای تدریس تئوری و انجام کار عملی نیاز به زمان زیادی دارد. مزیت اصلی این روش در تماس نبودن نقاشی با عوامل خارجی است که این امر باعث جلوگیری از آسیب رسیدن به نقاشی می‌شود.

ذکر این نکته توسط هنرآموزان ضروری است که روش کار در نقاشی پشت شیشه با نقاشی روی بوم نقاشی و روی شیشه فرق دارد. نقاشی پشت شیشه بر خلاف نقاشی

معمولی کار آسانی نیست. زمانی که نقاش روی کاغذ یا بوم نقاشی می‌کند به آنچه که انجام می‌دهد مسلط است و در پایان نیز به سادگی به قلم‌گیری می‌پردازد. ولی در نقاشی پشت شیشه این روش به گونه‌ای دیگر انجام می‌پذیرد، بدین معنی که قسمت‌های پایانی در آغاز کار انجام می‌شود، ابتدا جزئیات و ظرافت‌های کار انجام می‌شود و سپس به رنگ‌های اصلی و رنگ‌آمیزی زمینه پرداخته می‌شود.

دومین تفاوت نقاشی پشت شیشه با نقاشی روی بوم یا هر زمینه دیگر این است که در نقاشی روی بوم اشتباهات را می‌توان با رنگ‌ها رفع کرد اما در نقاشی پشت شیشه رنگ اشتباه را با رنگ دیگر نمی‌توان درست کرد، بلکه باید رنگ‌های زده‌شده را پاک و از نو شروع کرد.

نقاش پشت شیشه باید با مبانی طراحی آشنایی داشته و بتواند انواع طرح‌های منظره (طبیعت بی‌جان) و حیوانات و پرندگان، ابنیه تاریخی و مینیاتور را روی شیشه ساده و مات شده و پلکسی گلس منتقل کرده و سپس نقاشی انواع طرح‌ها در پشت شیشه انجام می‌شود.

موضوعات و طرح‌های مورد استفاده نقاشی پشت شیشه عبارت‌اند از: حاشیه‌های رنگی، گل، گل و مرغ، وقایع مذهبی و داستان‌های رزمی، نقوش انسانی، حیوانی، هندسی، تصاویر منظره‌ها و نوشته‌ها و خطوط قرآنی.

## پرسش



**صفحه ۱۵۸:** سؤالی در زمینه روش تشخیص نقاشی روی شیشه و پشت آن مطرح شده است. می‌توان با لمس کردن سطح شیشه تشخیص داد که نقاشی بر روی سطح شیشه یا پشت آن کشیده شده است. روش شناخت نقاشی در پشت و روی شیشه، ساده است زیرا دو طرف (پشت و روی) نقاشی در روی شیشه تقریباً مانند همدیگر است اما پشت و روی نقاشی در پشت شیشه کاملاً متفاوت است. به گونه‌ای که با دیدن پشت نقاشی به سختی می‌توان موضوع نقاشی را حدس زد. در این روش لایه‌های رنگ یک به یک روی هم‌دیگر می‌آیند و رنگ زیرین را پوشش می‌دهند.



هنرجویان باید بتوانند برای پاسخ به سؤال به نکات زیر اشاره کنند:

۱ اگر سطحی کاملاً صاف و صیقلی باشد. نقاشی پشت شیشه کشیده شده است.

۲ اگر سطحی کاملاً صاف و صیقلی نباشد و طرح‌ها حس شود. نقاشی روی شیشه کشیده شده است.

نکته

می‌توان با تست‌های مخرب مانند خراش دادن یا استفاده از مواد پاک‌کننده رنگ تشخیص داد ولی به علت آسیب رسیدن به نقاشی نباید انجام شود.



فعالیت کارگاهی

صفحه ۱۵۸: کار عملی ۳ نقاشی روی شیشه تخت است که طرح‌های مورد استفاده می‌توانند متناسب با علاقه و مهارت هنرجو از لحاظ نقاشی باشند.



صفحه ۱۵۹ شکل ۱۳: تزئین شیشه با میناکاری است که اغلب بر روی ظروف شیشه‌ای و لوسترها انجام می‌شود.



رنگ‌های مینا مخصوص شیشه است و ترکیبی کاملاً متفاوت با سایر لعاب‌های انامل فلز دارند و در دمایی حدود ۶۰۰ - ۵۰۰ درجه سلسیوس پخت و ثابت می‌شوند. مطالعه کتاب لعاب فلز، دکتر ابراهیم مسعود، برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

شکل ۱۴ در صفحه ۱۵۹ نمونه‌ای از پمپ میناکاری را نشان می‌دهد که محفظه پلاستیکی دارند و برای سر آنها از سر سرنگ استفاده می‌شود.





**صفحه ۱۶۰:** با عنوان کار عملی ۴ در مورد میناکاری روی شیشه آمده است. هنرآموزان گرمای بهتر است پیش از انجام میناکاری روی نمونه اصلی از هنرجویان بخواهند نحوه کار با پمپ‌های رنگ را روی یک تکه شیشه امتحان کنند تا نحوه رنگ‌آمیزی به وسیله پمپ را بیاموزند.

هنگام تهیه رنگ، شرایط پخت (دمای پخت، مدت ماندگاری در دمای بیشینه، سرعت رساندن به دمای بیشینه و سرعت سردکردن) نمونه‌های رنگ مینا را از فروشنده بخواهید تا در اختیار شما قرار دهد. همچنین در صورت امکان می‌توانید در شرایط مختلف پخت را انجام دهید تا بهترین دمای پخت را به دست آورید. هنرآموز محترم لازم است به هنرجویان رعایت نکات زیر را متذکر شود:

۱ تا حد ممکن سعی شود غلظت رنگ‌ها و ضخامت طرح‌ها یکسان باشد تا پس از پخت تزئین محصول ایده‌آل باشد.

۲ در چیدن محصولات برای پخت تزئین، سطوح میناکاری شده هیچ تماسی با هم یا ابزارآلات و کف کوره نداشته باشند.

## دانش‌افزایی

### حرارت مستقیم

در این روش با حرارت دادن مستقیم یک میله یا لوله شیشه‌ای می‌توان محصولات شیشه‌ای متنوعی ساخت.

در این روش باید نکات زیر را در نظر گرفت:

۱ میزان حرارت‌دهی به اندازه‌ای است که شیشه گداخته شود. باید دما بین دمای کارپذیری با گرانروی  $۱۰۷/۶$  پواز و دمای نرم شوندگی با گرانروی  $۱۰۴$  پواز شیشه برسد.

۲ شیشه از جنسی باشد که تغییرات گرانروی بر اثر دما از نوع محدوده (بُرد) وسیع باشد.

۳ شیشه از جنسی باشد که از خاصیت الاستیک و هدایت حرارتی بالا برخوردار باشد. شیشه‌ها از لحاظ تأثیر دما بر گرانروی بر اساس نوع آمیز به دو دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱ گرانروی (ویسکوزیته) محدوده (بُرد) کوتاه: در این نوع شیشه، تغییرات گرانروی با دما کم است و به اصلاح شیشه short است.

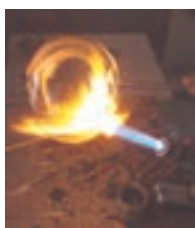
۲ گرانروی (ویسکوزیته) محدوده (بُرد) وسیع (بلند): در این نوع شیشه، تغییرات گرانروی با دما (زیاد) است و به اصلاح شیشه long است.

در فرایند شکل‌دهی، به‌خصوص روش‌های دستی، هنری یا عملیات تکمیلی و تزئین هر چقدر تأثیر دما بر گرانشی شیشه از نوع وسیع باشد شرایط کار روی شیشه راحت‌تر و مهیاتر است و فرصت مناسب برای کار بر روی شیشه وجود دارد. شیشه‌های بوروسیلیکاتی ویژگی‌های بالا را دارند به همین علت برای روش حرارت مستقیم مناسب هستند.

**صفحه ۱۶۰:** شکل ۱۵ مشعل گازی که برای روش حرارت مستقیم استفاده می‌شود را نشان می‌دهد. مشعل‌های مورد استفاده برای کار بر روی شیشه هنگام حرارت دادن نباید دود و آلودگی تولید کند، زیرا آلودگی‌ها با شیشه گداخته شده واکنش داده و باعث تغییر رنگ شیشه و کاهش کیفیت کار می‌شود.



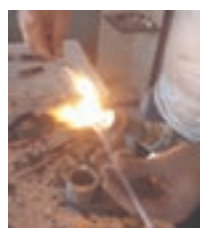
**صفحه ۱۶۱:** تصاویر شکل‌های ۱۶ و متن مراحل تزئین شیشه به روش حرارت مستقیم را آموزش می‌دهد. هنرجویان می‌توانند با تهیه لوله یا میله شیشه‌ای بر روی شیشه عملیات تزئین را انجام دهند.



۳



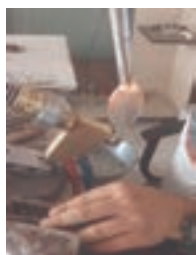
۲



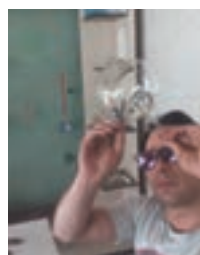
۱



۶



۵



۴



**صفحه ۱۶۲:** در مورد جنس شیشه‌های مورد استفاده در روش حرارت مستقیم که اغلب بوروسیلیکاتی است آمده است.

هنرآموزان گرامی، لازم است هنرجویان را متوجه این نکته کنند که در روش حرارت مستقیم، شیشه چند بار حرارت داده شده و سرد می‌شود، بدون اینکه بشکند یا تنش در آن ایجاد شود. بنابراین مقاومت در برابر شوک حرارتی ویژگی است که باید در نظر گرفته شوند. شیشه‌های بوروسیلیکاتی دارای ضریب انبساط حرارتی بسیار کم  $10^{-6} K^{-1} \times 3/3$  و هدایت حرارتی زیاد هستند. این دو خاصیت منجر می‌شود که مقاومت در برابر شوک حرارتی این شیشه‌ها بسیار بهتر از سودالایم باشد. همچنین وسیع بودن محدوده گرانروی نیز ویژگی مهمی است که باید به آن اشاره شود.

در ترکیب این شیشه‌ها، درصد مواد قلیایی که دارای ضریب انبساط حرارتی زیاد هستند کم است و در مقابل بوراکسید و سیلیس که دارای ضریب انبساط حرارتی کم هستند بیشتر استفاده می‌شوند. این امر در پایین بودن ضریب انبساط حرارتی آن مؤثر است. شیشه‌های کوارتز نیز در شکل دهی با حرارت مستقیم قابل استفاده هستند.

## دانش‌افزایی

برای اینکه شیشه‌ای از مقاومت در برابر شوک حرارتی بالایی برخوردار باشد باید:

- ۱ ضریب انبساط حرارتی آن کم باشد.

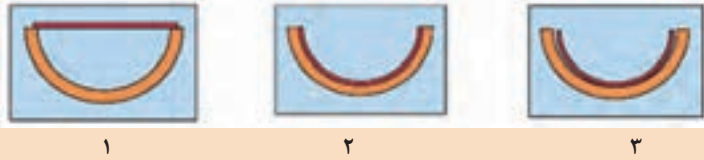
چنانچه محصول شیشه دارای ضریب انبساط حرارتی کم باشد با تغییرات ناگهانی دما تغییرات حجمی کمتری دارد. دلیل ایجاد شوک در قطعات، تغییرات حجمی زیاد و ناگهانی است.

- ۲ هدایت حرارتی آن را افزایش داد. اگر محصول شیشه دارای هدایت حرارتی زیاد باشد هنگام گرم شدن قسمتی از شیشه، حرارت به سایر قسمت‌ها منتقل شده و تمامی قسمت‌ها با هم منبسط شده و از بروز تنش جلوگیری می‌شود. به عنوان مثال، علت اینکه یک لیوان یا استکان شیشه‌ای گاهی در زمستان به محض ریختن مایع گرم ترک برمی‌دارد، ضریب انبساط حرارتی بالا است که در اثر دمای مایع داغ سطح درونی آن تمایل به انبساط دارد ولی سطح بیرونی سرد است و تمایل به انبساط ندارد. اختلاف رفتار سطح درونی و بیرونی باعث بروز تنش در شیشه شده و منجر به ترک خوردن یا شکست آن می‌شود. به دلیل پایین بودن هدایت حرارتی، گرمای درون شیشه به سطح بیرونی آن سریع منتقل نمی‌شود.





صفحه ۱۶۸ در مورد اسلامپینگ آمده است.



در تصاویر نشان داده شده، شیشه بیشتر از قالب اسلامپیک که سرامیکی است منقبض و جمع شده است که به دلیل ضریب انبساط حرارتی بیشتر آن نسبت به قالب است که به سهولت خارج شدن از قالب کمک می‌کند. شیشه بیشتر از سرامیک و کمتر از فلز منقبض می‌شود. بنابراین در اسلامپینگ از قالب سرامیکی و در دراپینگ از قالب فلزی استفاده می‌شود. قالب فلزی ضریب انبساط بیشتری نسبت به شیشه دارد بنابراین امکان شکل‌دهی بدون اعمال فشار به شیشه و سهولت جداکردن آن از قالب در دراپینگ وجود دارد.



صفحه ۱۶۹ و ۱۷۰ کار عملی ۷ و ۸: هنرآموزان گرمای توجه داشته باشند برنامه ارائه شده کلی نیست و می‌تواند متغیر باشد و تنها مثالی از برنامه عملیات حرارتی پیشنهاد شده است.  
برنامه حرارتی پیشنهادی برای اسلامپینگ

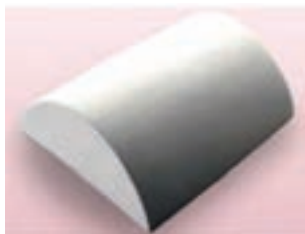
زمان	دما (درجه سلسیوس)	سرعت گرمایش و سرمایش (ساعت / درجه)
۱۰ دقیقه	۶۳۳	۱۶۷
۱ ساعت	۴۸۲	کاهش دما با سرعت کمتر از ۲۷۷
بدون توقف	۳۷۱	۵۶
بدون توقف	۲۱	کاهش دما با سرعت کمتر از ۲۷۷

برنامه حرارتی پیشنهادی برای فول فیوز

زمان	دما (درجه سلسیوس)	سرعت گرمایش و سرمایش (ساعت / درجه)
۱ ساعت	۶۳۳	۲۲۲
۱۰ دقیقه	۸۱۰	۳۳۳
۱ ساعت	۴۸۲	کاهش دما با سرعت کمتر از ۲۷۷
بدون توقف	۳۷۱	۸۳
بدون توقف	۲۱	کاهش دما با سرعت کمتر از ۲۷۷

صفحة ۱۶۸:

در روش اسلامپینگ قالب آن به صورت توخالی انتخاب می‌شود روش دراپینگ مشابه اسلامپینگ است ولی در این روش از قسمت بیرونی قالب استفاده می‌شود و یا اینکه قالب توخالی نیست و جنس آن با قالب اسلامپینگ متفاوت است. با توجه به تصاویر و محصولات ساخته شده با دراپینگ ذهن هنرجویان به چالش کشیده می‌شود و با هم گروهی‌های خود در مورد نحوه ساخت این محصولات مشورت می‌کنند. باید هنرجویان بتوانند تشخیص دهند که قسمت انتهایی قالب به عنوان تکیه‌گاه این بدنه‌های شیشه عمل کرده و قسمت کناره‌های آن در اثر حرارت و جاذبه زمین افتاده می‌شوند.



قالب فلزی مورد استفاده در روش دراپینگ



نمونه‌های ساخته شده به روش دراپینگ

صفحة ۱۷۰: در فعالیت کارگاهی ۸ برای ساخت کاشی شیشه‌ای هنرجویان باید به این نکته دقت کنند که حتماً ضریب انبساط حرارتی شیشه‌های مورد استفاده برابر یا بسیار به هم نزدیک باشند. همچنین هنرجویان در هنگام خارج کردن از کوره باید دقت کافی داشته باشند زیرا با توجه به امکان شکسته شدن محصول و عدم اتصال قسمت‌های مختلف آن، امکان آسیب دیدگی برای آنها وجود دارد. در صورت ایجاد شکستگی در محصول پس از حرارت، آزمایش را دوباره و در دمای بالاتر تکرار کنند.

### شیشه‌سندبلاست:

شیشه‌سندبلاست برای اولین بار در سال ۱۸۷۴ میلادی به‌عنوان یک روش تمیزکاری ثبت‌شد و امروزه نمونه‌های فراوانی از طرح شیشه‌سندبلاست را می‌توان در نمای ساختمان و درب‌های سکوریت مشاهده کرد. پس از اختراع دستگاه سندبلاست و مکانیزه شدن عملیات شیشه‌سندبلاست، طراحی روی شیشه برای مات کردن تمام یا بخشی از شیشه بیشتر رواج یافت.

### فرایند سندبلاست شیشه:

سندبلاست بر روی شیشه سکوریت به فرایندی گفته می‌شود که با استفاده از پاشیدن پرفشار شن مخصوص (سیلیسیم اکسید) روی شیشه، لایه نازکی از شیشه برداشته می‌شود و سطح مربوطه نمای مات پیدا می‌کند. سندبلاست بر روی کل سطح شیشه و یا قسمت‌هایی که بعد از عملیات شن‌پاشی باید به‌صورت لوگو، طرح یا نوشته به‌صورت مات نمایش داده شود انجام می‌پذیرد، در حالتی که طرح خاصی باید مات شود ابتدا با استفاده از نرم‌افزارهای مربوط به طراحی، طرح یا نوشته یا لوگوی مدنظر طراحی شده و سپس به دستگاه پلاتر فرستاده می‌شود، روی برجسب طرح موردنظر نقش گرفته و بعد از چسباندن آن بر روی شیشه آماده فرستاده شدن به اتاق سندبلاست می‌شود، در نهایت شیشه را پس از فرایند سندبلاست، عاری از هرگونه شن و ماسه کرده و مورد شست‌وشو قرار می‌دهند و به محل نصب منتقل می‌کنند. پس از نصب برجسب‌های روی شیشه را برداشته و طرح موردنظر روی شیشه نمایان می‌شود. سندبلاست را شن‌زنی یا ساب‌پاشی نیز می‌نامند.

ماده اصلی عملیات سندبلاست ساینده‌هایی از جنس شن و ماسه هستند که بسته به نوع شیشه و نوع طرح در اندازه سختی متفاوتی به کار می‌روند. سندبلاست یک اصطلاح کلی برای توصیف عمل پاشیدن ذرات ریز شن توسط بخار و یا فشار هوا با سرعت بالا جهت حکاکی و ایجاد طرح بر روی یک سطح است. گاهی اوقات به‌جای شن و ماسه از ذرات ریز مصنوعی یا از جنس پوسته نارگیل در فرایند سندبلاست استفاده می‌شود.

فرایند سندبلاست روی شیشه، متشکل از عمل فرسایش شیشه با استفاده از جریان هوا یا بخار به همراه شن و ماسه با شدت عمل بیشتر است. لوله‌های انتقال جریان هوا برای پاشیدن شن و ماسه دارای سوراخ‌های ریزی در خروجی می‌باشند. شن و ماسه به شدت بر روی سطح پاشیده شده و سطوح را دچار فرسایش می‌کنند. تغییر اندازه شن و ماسه، حجم و سرعت پاشیدن شن و ماسه و قطر دهانه لوله

انتقال جریان هوا از جمله عوامل تأثیرگذار بر روی فرایند سندبلاست می‌باشد که می‌تواند طراحی روی شیشه را تغییر دهد.

دو نوع سندبلاست‌کننده (ماسه‌پاش) وجود دارد: سیستم بلاست به‌صورت فشار و یا سیستم به‌اصطلاح زانویی قابل حمل. سیستم بلاست فشاری سریع‌تر و بسیار مؤثرتر است ولی کمی گران است. دو نوع اصلی ماسه‌پاش عبارت‌اند از اتاقک بلاست (انفجار) و بلاستر قابل حمل. انواع متفاوتی از دستگاه‌های سندبلاست وجود دارد که هر کدام نوع کاربرد خاصی دارند.

نکات ایمنی زیر توسط هنرآموزان به هنرجویان یادآوری شود:

- هنگامی که دستگاه سنگ‌شکن مشغول به کار است از آن فاصله بگیرید زیرا ممکن است به مشکلات ریوی دچار شوید.

- استفاده از اتاقک سندبلاست بهترین روش است. این اتاقک باید دارای روشنایی مطلوبی باشد، وجود یک روبنده گردوغبار و دستکش برای حفاظت در هنگام کار در محفظه انفجار بسیار مهم است، با توجه به اینکه عمل انفجار در داخل محفظه صورت می‌گیرد و گردوغبار کنترل می‌شود، بنابراین مشکلات تنفسی کاهش می‌یابد.

## ارزشیابی نهایی

<p><b>شرح کار:</b></p> <p>۱- آماده‌سازی ابزار و تجهیزات تزئین شیشه                  ۲- آماده‌سازی مواد اولیه تزئین شیشه                  ۳- تزئین شیشه                  ۴- پخت                  ۵- کنترل نهایی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b></p> <p>تزئین شیشه به روش‌های تراش، حرارت مستقیم، فیوزینگ و با استفاده از رنگ‌ها و مات کردن  <b>شاخص‌ها:</b>                  تمیز و آماده‌کار بودن ابزار تزئین                  تنظیم و آماده‌کار بودن دستگاه‌ها                  آماده‌سازی مواد اولیه موردنیاز                  تزئین شیشه</p>			
<p><b>شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:</b>  <b>مکان:</b> کارگاه استاندارد ایمنی  <b>ابزار و تجهیزات:</b> کوره الکتریکی، بوتله ذوب شیشه، دستگاه فرز انگشتی، دستگاه ساب و پولیش، مشعل تزئین شیشه و تجهیزات (کپسول گاز، هوا و شیلنگ)، چرخ گردان، انواع ابزار تراش شیشه، بُرد سرامیکی، قالب سرامیکی</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده‌سازی ابزار و تجهیزات تزئین شیشه	۱	
۲	آماده‌سازی مواد تزئین شیشه	۲	
۳	تزئین شیشه	۱	
۴	پخت	۱	
۵	کنترل نهایی	۱	
<p>شایستگی‌های غیر فنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و...                  دقت عمل و صحت، مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات،                  مدیریت زمان، به‌کارگیری فناوری مناسب</p>			
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی ۲ است.

- ۱ راهنمای برنامه درسی رشته سرامیک (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۲ کتاب درسی تولید شیشه (۱۳۹۷). ناصر ضیائی‌ان مفید، الهامی صمد‌بین، محمد امین حائری، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۳ استاندارد ارزشیابی حرفه رشته سرامیک (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۴ استاندارد شایستگی حرفه رشته سرامیک (۱۳۹۲). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی و حرفه‌ای و کار دانش
- ۵ شیشه «ساختار، خواص، کاربرد»، واهاک مارقوسیان، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۴
- ۶ صنعت شیشه، فرانسیس جوزف، ترانس مالونی، ترجمه محمد‌رمضانی، نشر گوتنبرگ، ۱۳۷۹
- ۷ Introduction to Glass Science and technology/ Jane E.Shelly
- ۸ شیشه‌گری دستی در ایران، حسین یآوری، انتشارات سوره مهر
- ۹ روش‌های پیشرفته شکل دادن شیشه‌های رنگی، حمید کیا میری، سعید باغشاهی، علیرضا میرحبیبی، ناشر نقش بیان، ۱۳۸۶
- ۱۰ شالوده صنعت شیشه (۳ و ۲ و ۱)، گروه مترجمین، شیشه قزوین ۱۳۷۲

