

پودمان ۵

تزئین شیشه



همراه با تکامل و پیشرفت کیفیت و عملکرد ابزارهای ساخت دست بشر، روش‌های تزئین و زیباترکردن محصولات نیز به تدریج توسعه یافت. امروزه روش‌های تزئین جزء مهم‌ترین مراحل است که در فرایند ساخت بدنه‌های مختلف در نظر گرفته می‌شود تا محصول جلوه و زیبایی بیشتری داشته باشد.

واحد یادگیری ۵

شایستگی تزیین شیشه و کسب مهارت آن

هدف از این شایستگی کسب دانش و مهارت تزیین شیشه است تا بتوان محصول شیشه‌ای با جلوه‌ای زیباتر و ارزش افزوده بیشتر به مصرف‌کننده ارائه کرد.

استاندارد عملکرد

تزیین شیشه به روش‌های تراش، حرارت مستقیم، فیوزینگ و با استفاده از رنگ‌ها و مات کردن.

تصاویر نشان داده شده در شکل ۱ را با هم مقایسه کنید. چه تفاوت‌هایی بین این تصاویر مشاهده می‌کنید؟



شکل ۱

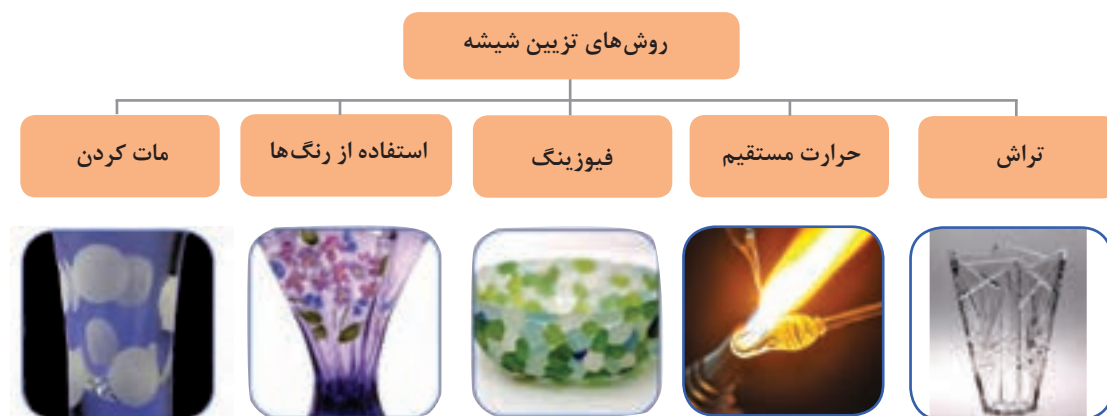
تزئین یک روش تکمیلی در تولید محصولات شیشه‌ای است که با هدف افزایش جلوه و زیبایی آن به کار می‌رود.

عبارت «ارزش افزوده» به چه معنا است؟
آیا می‌توان با تزئین محصولات شیشه‌ای ارزش افزوده آنها را افزایش داد؟

فکر کنید



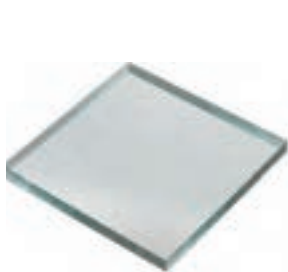
برای تزئین مصنوعات شیشه‌ای روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد که تعدادی از این روش‌ها در نمودار ۱ آورده شده است:



نمودار ۱

تراش شیشه

بر روی سطح برخی از محصولات شیشه‌ای طرح‌های زیبا و متنوعی، به صورت فرو رفته وجود دارد. این طرح‌ها به روش تراش که یکی از روش‌های تزیین بدنه‌های شیشه‌ای است ایجاد می‌شود. شکل ۲ تصاویری از محصولات شیشه‌ای ساده و تراش خورده را نشان می‌دهد.



الف) محصولات شیشه‌ای ساده



ب) محصولات شیشه‌ای تراش خورده

شکل ۲

تراش شیشه با خراشیدن سطح شیشه و ایجاد نقش و طرح‌های مختلف انجام می‌شود که یکی از پرکاربردترین روش‌های تزیین شیشه است. در شکل ۳ تراش محصولات مختلف شیشه‌ای مانند شیشه‌های تخت و ظروف که می‌توانند کاربردی یا هنری باشند، نشان داده شده است.



ج) ظرف شیشه‌ای هنری و دکوری



ب) ظرف شیشه‌ای کاربردی



الف) شیشه تخت

شکل ۳

کارگاه‌های تراش معمولاً محصولات شیشه‌ای ساده و بدون طرح را تهیه می‌کنند و پس از تراش آن، که معمولاً به صورت تکرار یک طرح ساده و در تعداد زیاد است، محصول نهایی را به بازار عرضه می‌کنند.



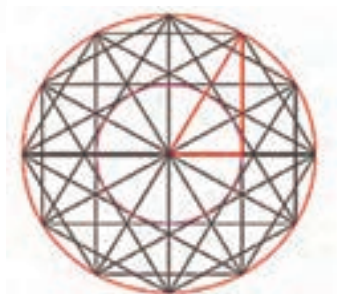
شکل ۴

به چه دلیل برای تزیین اغلب بدنه‌های شیشه‌ای به روش تراش از تکرار یک طرح بر روی آن استفاده می‌شود؟

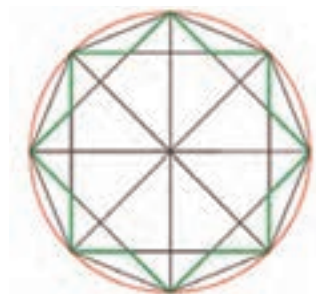
کنجکاو



تراش شیشه‌های دکوری بر روی شیشه‌های رنگی و دست‌ساز و معمولاً به صورت تکی یا در تعداد کم اجرا می‌شود. در تراش این شیشه‌ها اغلب از نقوشی مانند شمس‌های هشت پر و دوازده پر استفاده می‌شود.



ب) شمس دوازده پر



الف) شمس هشت پر

شکل ۵- نقوش شمس هشت پر و دوازده پر

ارزش افزوده بدنه‌هایی که به روش تراش تزیین شده‌اند بیشتر از روش‌های دیگر تزیین شیشه است و به همان نسبت کار و زمان بیشتری برای انجام این روش نیاز است.



بهترین نوع تراش شیشه، بر روی شیشه‌های دو پوست اجرا می‌شود. در شکل‌دهی شیشه‌های دو پوست، لقمه اولیه با یک رنگ که در اکثر مواقع شیشه بی‌رنگ یا سفید است، آغاز می‌شود و سپس با لقمه دوم با رنگی دیگر مانند قرمز، سبز یا آبی شکل‌دهی تکمیل می‌شود. تراش بر روی این شیشه‌ها به این شکل است که با شکافتن و تراش دادن قسمت رنگی شیشه و نمایان شدن بار زیرین (قسمت‌های بی‌رنگ شیشه)، نمایی زیبا ایجاد می‌شود.

شکل ۶- ظرف شیشه‌ای دو پوست تراش داده شده

دستگاه تراش شیشه

برای تزیین محصولات شیشه‌ای به روش تراش از دستگاه تراش استفاده می‌شود. دیسک‌های برش از اجزا مهم این دستگاه هستند که وظیفه تراش بدنه را انجام می‌دهند. چند نوع دیسک برش در شکل ۷ نشان داده شده است. دیسک‌های برش در اندازه‌ها و ضخامت‌های مختلفی وجود دارد که هر کدام برای ایجاد خطوط مختلف از لحاظ عمق و اندازه به کار می‌رود. در مراحل کار تراش باید به صورت دائم یک نازل کوچک آب روی دیسک برش وجود داشته باشد تا دیسک‌ها را خنک کند. دستگاه تراش شیشه شامل موتوری است که توسط یک تسمه، دیسک برشی را حول یک محور می‌چرخاند.



ب



الف

شکل ۷- الف) دیسک‌های برش ب) تراش دادن ظرف شیشه‌ای

هنگام کار با دستگاه تراش شیشه لازم است از عینک ایمنی، دستکش و صندلی‌های متناسب با قد تراشکار استفاده شود.

نکات ایمنی



تحقیق کنید



دیسک‌های تراش شیشه از چه نوع موادی ساخته می‌شوند؟ چرا؟

امروزه از دستگاهی به نام «فرز مینیاتوری» نیز برای تراش شیشه استفاده می‌شود. فرز دستگاهی است که دور چرخشی بالایی دارد و در ابعاد و توان‌های مختلف تولید می‌شود. در شکل ۸ یک نمونه از دستگاه فرز مینیاتوری نشان داده شده است.

ابزارهای برنده و ساینده سر این دستگاه‌ها فرز فرم نامیده می‌شود که در شکل‌های مختلف برای کاربردهای متنوع عرضه می‌شوند. در هنگام تهیه فرز باید نوع متناسب با طرح و قابل استفاده روی شیشه را انتخاب کرد.



ب) تجهیزات فرز مینیاتوری و فرز فرم‌ها



الف) دستگاه فرز مینیاتوری

شکل ۸- فرز مینیاتوری و تجهیزات آن

دستگاه فرز مینیاتوری تمام قابلیت‌های دستگاه‌های تراش را ندارد اما برای انجام تزئینات هنری و خاص، وسیله‌ای مناسب است. نحوه کنترل و کار با دستگاه فرز مینیاتوری نیازمند تمرین است.

کار عملی ۱: تراش شیشه با استفاده از فرز مینیاتوری

مواد و ابزار: فرز مینیاتوری، شیشه ساده در ابعاد مشخص، فرز فرم، طرح آماده بر روی کاغذ پیشنهاد: نام و نام خانوادگی هنرجو به صورت خوشنویسی شده یا تایپ و پرینت شده در اندازه متناسب با شیشه می‌تواند به عنوان طرح انتخاب شود.

شرح فعالیت:

- ۱ دو طرف سطح شیشه را قبل از انجام تراش تمیز کنید.
 - ۲ طرح را روی میز کار قرار داده و شیشه را بر روی آن قرار دهید.
 - ۳ فرز فرم با سرگرد را روی دستگاه فرز مینیاتوری نصب کنید.
 - ۴ خطوط کناره طرح را با احتیاط و دقت توسط فرز فرم گرد تراش دهید.
 - ۵ داخل طرح را می‌توانید با طرح یا بافت مورد نظر تراش دهید.
- نکات:** هنگام تراش شیشه با دستگاه فرز مینیاتوری باید به صورت عمودی نگاه کرد اما حرکت دستگاه روی شیشه نباید به صورت کاملاً عمودی باشد.
- محیط کار هنگام تراش باید از نور کافی برخوردار باشد و بهتر است روی سطح در حال تراش نور منعکس نشود و سایه روی کار ایجاد نشود.
- در هنگام تراش طرح روی شیشه دقت کنید و خطوط کشیده شده را دوباره نتراشید زیرا خطوط حکاکی شده قابل پاک کردن نیستند.

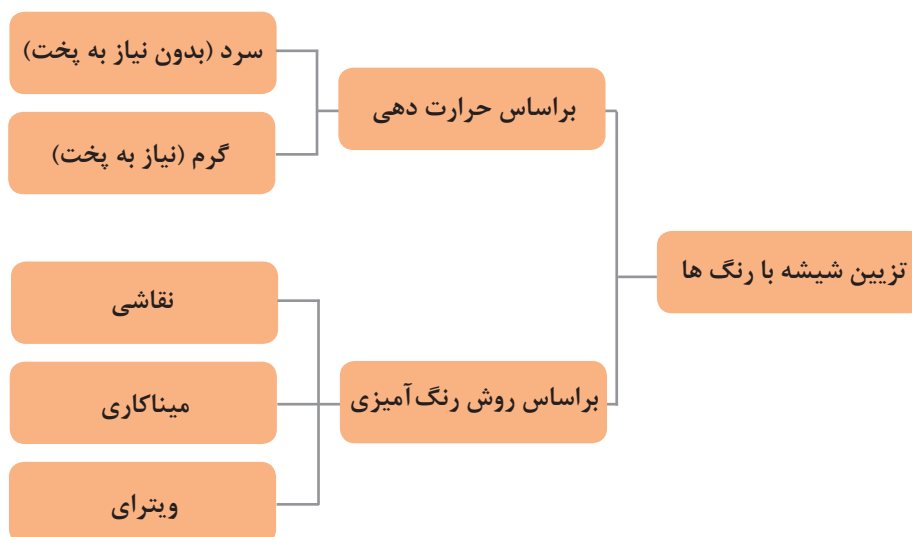




- در هنگام تراش شیشه از عینک ایمنی و دستکش استفاده کنید زیرا امکان پرتاب شدن خرده شیشه به سمت چشم وجود دارد.
- ممکن است لبه‌های شیشه مورد استفاده بُرنده باشد. در این صورت با چسب نواری لبه‌های شیشه را دورگیری کنید.
- قد صندلی خود را چنان تنظیم کنید که هنگام کار، روی شیشه و دستگاه فرز تسلط داشته باشید.
- هنگام کار با دستگاه فرز مراقب آسیب‌های احتمالی باشید.
- پس از هر مرحله تراش، گرد شیشه را از سطح کار با دستمال پاک کنید.
- پس از تکمیل کار خرده شیشه‌ها را از روی میز یا کف زمین جمع‌آوری کنید. هنگام انجام این کار حتماً از دستکش استفاده کنید.

تزئین شیشه با رنگ‌ها

روش دیگر تزئین شیشه استفاده از رنگ است.
انواع روش‌های تزئین با استفاده از رنگ در نمودار ۲ نشان داده شده است:



نمودار ۲- تزئین شیشه با رنگ‌ها

دو نکته بسیار مهم که در کیفیت شیشه تزئین شده با استفاده از رنگ‌ها بسیار مؤثر است عبارت‌اند از:
 - دقت و ظرافت در رنگ‌آمیزی
 - تمیز بودن سطح شیشه و وسایل مورد استفاده
 رنگ‌های مورد استفاده برای تزئین شیشه براساس استفاده از حرارت به دو نوع رنگ‌های سرد و رنگ‌های گرم تقسیم‌بندی می‌شوند.

تزئین شیشه با استفاده از رنگ‌های سرد

رنگ‌هایی را که برای ثابت شدن روی شیشه نیازی به حرارت ندارند رنگ‌های سرد می‌گویند. از جمله روش‌های تزئین با رنگ سرد، استفاده از ویترای است.

تزئین شیشه به روش ویترای

ویترای نوعی رنگ سرد و شفاف است که بر دو نوع «پایه آبی» و «پایه روغنی» وجود دارد. در این روش ابتدا بر اساس طرح مورد نظر که روی سطح شیشه رسم شده است، با چسب مخصوص مرز رنگ‌های مختلف دورگیری می‌شود. این دورگیری برای به هم نخوردن انجام می‌شود به طوری که رد قلم برجای نماند. سپس با قلم‌موهای مخصوص رنگ‌آمیزی در داخل مرزهای مشخص شده انجام می‌شود.



شکل ۹

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. چرا پایداری ویترای در برابر عوامل و شرایط محیطی کم است؟

فکر کنید



اجرای تزئین شیشه به روش ویترای شامل مراحل زیر است:
وسایل مورد نیاز: شیشه تخت یا بطری یا هر نوع ظرف شیشه‌ای، یک بسته رنگ ویترای، دورگیر، قلم‌مو، یک طرح ساده



شکل ۱۰

- ۱ ظرف شیشه‌ای یا شیشه تخت تهیه شده را کاملاً تمیز کنید.
- ۲ سپس طرح موردنظر را به وسیله دورگیر روی شیشه منتقل کنید.

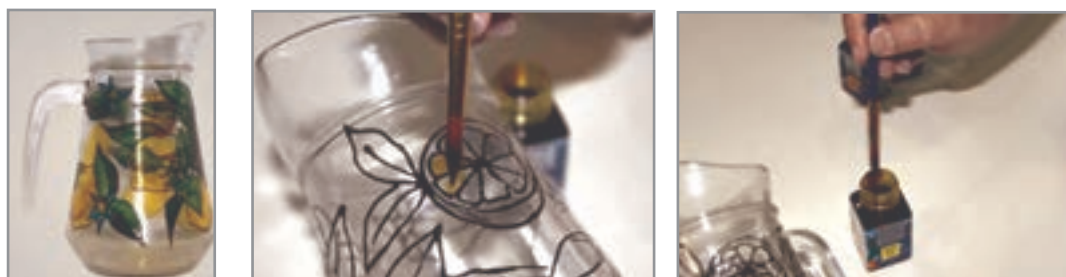


۳

۲

۱

- ۲ پس از دورگیری بخش‌های مختلف طرح را به وسیله رنگ‌های ویترازی رنگ‌آمیزی کنید.



۶

۵

۴

یک طرح مناسب برای ویترازی طراحی است که خطوط محیطی آن مشخص باشد.

نکته



فعالیت
کارگاهی



کار عملی ۲: طراحی نام هنرستان روی شیشه و تزئین آن به روش ویترازی
مواد و ابزار: شیشه در ابعاد مشخص؛ طرح خوشنویسی شده یا تایپ و پرینت شده نام هنرستان در اندازه متناسب با شیشه انتخاب شده، رنگ ویترازی، قلم مو، دورگیر، چسب کاغذی
شرح فعالیت:

- ۱ ابتدا لبه‌های شیشه را با چسب کاغذی بپوشانید.
 - ۲ شیشه را کاملاً تمیز کنید.
 - ۳ طرح را زیر شیشه قرار دهید. خطوط محیطی طرح را به وسیله دورگیر، دورگیری کنید.
 - ۴ داخل طرح را رنگ‌آمیزی کنید. فضای اطراف نوشته‌ها را نیز با یک رنگ دیگر رنگ‌آمیزی کنید.
- نکته:** هرگونه آلودگی و چربی از پخش شدن یکنواخت رنگ جلوگیری می‌کند.



هنگام کار با شیشه مراقب لبه‌های تیز و برنده آن باشید.

رنگ‌های گرم

برخی از رنگ‌ها برای تثبیت و مقاوم شدن روی شیشه نیاز به اعمال حرارت دارند. این رنگ‌ها، رنگ‌های گرم نامیده می‌شوند. رنگ‌های گرم پس از رنگ‌آمیزی در داخل کوره یک مرحله پخت می‌شوند. پخت کردن باعث تثبیت رنگ روی شیشه و دوام و جلای بیشتر آن می‌شود.

رنگ‌های گرم براساس محدوده درجه حرارت لازم برای پخت شامل دو نوع هستند:

(الف) پایین پخت

(ب) بالا پخت

رنگ‌های پایین پخت و بالا پخت دوجزئی هستند، به این معنا که علاوه بر رنگ، نیاز به حلال نیز دارند که در زمان استفاده رنگ و حلال باید با هم ترکیب شوند. حلال این رنگ‌ها از نوع روغن‌های مخصوصی است. پس از مخلوط کردن دو جزء (رنگ و حلال)، محلول حاصل شده را بلافاصله با تینر رقیق کرده و با پیستوله یا قلم موی نرم روی شیشه موردنظر اعمال می‌کنند.

تفاوت رنگ‌های پایین پخت با بالا پخت در نوع حلال‌ها و درجه پخت آنها است:

رنگ‌های پایین پخت در دمای حدوداً ۲۵۰-۳۰۰ درجه سلسیوس پخت می‌شوند اما رنگ‌های بالا پخت در محدوده دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سلسیوس پخت می‌شوند.

رنگ‌های پایین پخت به دلیل پایداری کم در برابر نور، رطوبت و شست‌وشو به صورت محدود در انجام کارهای هنری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

نکته



مزیت مهم رنگ‌های پایین پخت چیست؟

فکر کنید



در استفاده از رنگ‌های گرم باید با انجام آزمایش‌های مختلف بهترین دمای پخت را به دست آورد. دمای پخت مناسب برای این رنگ‌ها، دمایی است که در آن رنگ‌ها به درخشان‌ترین حالت خود برسند و از طرفی دما در حدی نباشد که باعث تغییر شکل ظروف شیشه‌ای شود.

نکته



می‌توان برای تزیین بدنه، از ترکیب یک یا چند روش برای زیباتر کردن محصول استفاده کرد. برای مثال در شکل ۱۱ دو روش رنگ و تراش با هم برای تزیین استفاده شده است.

شکل ۱۱- ظرف شیشه‌ای رنگ شده و تراش خورده



در هنگام استفاده از رنگ، استفاده از ماسک تنفسی و روشن بودن سیستم تهویه کارگاه ضروری است.

نقاشی

نقاشی روی شیشه‌های تخت در روش‌های تزیین شیشه به دو بخش تقسیم می‌شود:

الف) نقاشی روی شیشه

ب) نقاشی پشت شیشه



به نظر شما چگونه می‌توان متوجه شد که نقاشی روی شیشه یا پشت آن انجام شده است؟

روش نقاشی روی شیشه شامل سه مرحله است:

۱ انتقال طرح موردنظر بر روی شیشه

۲ رنگ‌گذاری

۳ قلم‌گیری نهایی

جنس رنگ در این روش بیشتر از نوع رنگ روغن است.



شکل ۱۲

کار عملی ۳: نقاشی روی شیشه

مواد و ابزار: رنگ روغن یا آکرلیک، قلم مو، شیشه تخت بی‌رنگ در ابعاد مشخص، یک طرح ساده مانند منظره متناسب با اندازه شیشه، چسب کاغذی، دستمال و شیشه پاک‌کن

شرح فعالیت:

۱ ابتدا با چسب کاغذی لبه‌های شیشه را بپوشانید. با این کار ضمن رعایت ایمنی در مراحل کار، پس از اتمام کار کادر برای نقاشی به وجود می‌آید.

۲ شیشه مورد نظر را کاملاً تمیز کنید.

۳ سپس طرح را در زیر شیشه قرار دهید و شروع به رنگ‌آمیزی در روی شیشه کنید.

نکته: اگر از رنگ روغن استفاده می‌کنید حلال آن تربانتین است و اگر از آکرلیک استفاده می‌کنید از آب به عنوان حلال استفاده کنید.

۴ پس از تکمیل رنگ‌آمیزی می‌توانید طرح را از زیر شیشه درآورید و پس از خشک شدن رنگ‌های



اولیه، سایه روشن‌ها را انجام دهید. دقت، صرف وقت و حوصله کافی در ترکیب رنگ‌ها و سایه‌پردازی‌ها باعث بهتر شدن نتیجه کار می‌شود.
۵ پس از خشک شدن کامل رنگ، چسب کاغذی را با احتیاط از شیشه جدا کنید.

وجود هرگونه لکه و چربی باعث می‌شود که رنگ به اصطلاح از آن قسمت فرار کند.

نکته



میناکاری شیشه

میناکاری شیشه، نوعی نقاشی روی شیشه است که بر روی ظروف شیشه‌ای مانند لیوان و پارچ انجام می‌شود. رنگ‌های مینایی نوعی لعاب خاص است که مخصوص شیشه است و ترکیبی کاملاً متفاوت با سایر لعاب‌ها دارد. این رنگ‌ها در دمایی حدود ۶۰۰-۵۰۰ درجه سلسیوس پخت و ثابت می‌شوند.



شکل ۱۳- نمونه‌های میناکاری روی شیشه



اعمال رنگ‌های مینایی به وسیله پمپ میناکاری انجام می‌شود. رنگ داخل پمپ‌ها ریخته می‌شود و با نازل ظریف آن، براساس طرح روی شیشه قرار می‌گیرد.

شکل ۱۴- پمپ رنگ میناکاری



کار عملی ۴: میناکاری روی شیشه

مواد و ابزار: رنگ میناکاری، پمپ میناکاری به تعداد رنگ‌های مورد استفاده، ظرف شیشه‌ای، یک طرح از نقوش سنتی ایرانی، ماژیک تخته سفید و کوره

شرح فعالیت:

ابتدا ظرف شیشه‌ای مورد نظر را تمیز کنید. رنگ‌های مینایی را داخل پمپ‌های رنگ بریزید. طرح را به وسیله ماژیک تخته سفید روی شیشه منتقل کنید و شروع به رنگ‌گذاری کنید. پس از اتمام رنگ‌گذاری، ظرف شیشه‌ای را داخل کوره قرار دهید. پس از انجام پخت با رعایت نکات ایمنی، نمونه را از کوره خارج کنید. **نکته:** با توجه به متفاوت بودن دمای پخت رنگ‌های مینایی، در هنگام تهیه رنگ‌ها درجه پخت آنها را از فروشنده سؤال کنید. بهتر است پیش از انجام میناکاری روی نمونه اصلی، نحوه کار با پمپ‌های رنگ را روی یک تکه شیشه امتحان کنید تا نحوه رنگ آمیزی به وسیله پمپ را بیاموزید.

حرارت مستقیم (لَمپ وُرکینگ)^۱

روش دیگری که برای تزئین شیشه کاربرد دارد، روش حرارت مستقیم است که این روش مشابه شیشه‌گری با شعله است.

تزئین شیشه با روش حرارت مستقیم یا لَمپ وُرکینگ در مقایسه با روش‌های دیگر قدمت چندانی ندارد. این روش شامل حرارت دادن میله‌ها و لوله‌های شیشه‌ای و شکل دادن به آنها است. جنس شیشه‌های استفاده شده در این روش اغلب از جنس بوروسیلیکاتی است. مهم‌ترین ابزار مورد استفاده در این روش یک مشعل گازی^۲ با بازدهی حرارتی بالا است.



شکل ۱۵- مشعل گازی

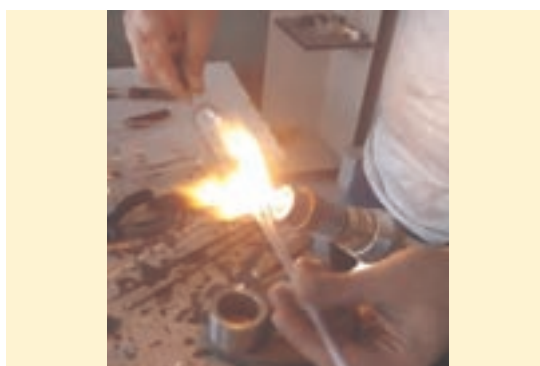
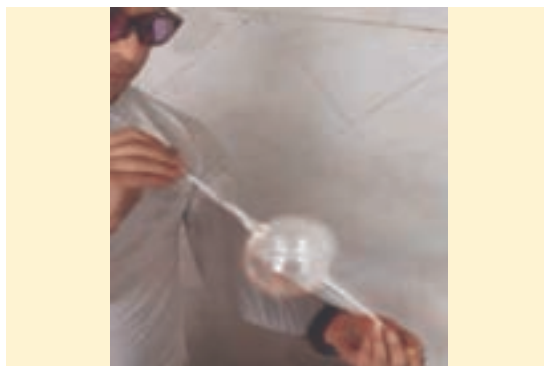
۱- Lamp working

۲- Torch

مراحل کار تزئین شیشه به روش حرارت مستقیم (لمپ ورکینگ)
مراحل ساخت بدنه شیشه‌ای شکل ۱۶ با استفاده از لوله شیشه‌ای توخالی به صورت مرحله به مرحله آورده شده است:

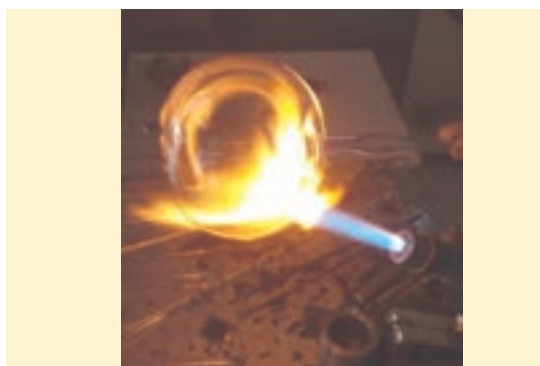
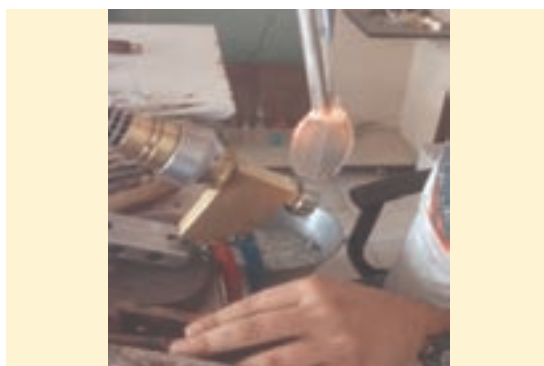
۱ حرارت دادن شیشه برای نرم شدن آن

۲ ساخت حباب با دمیدن داخل لوله



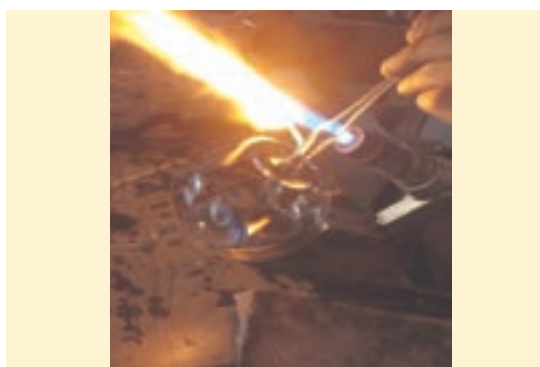
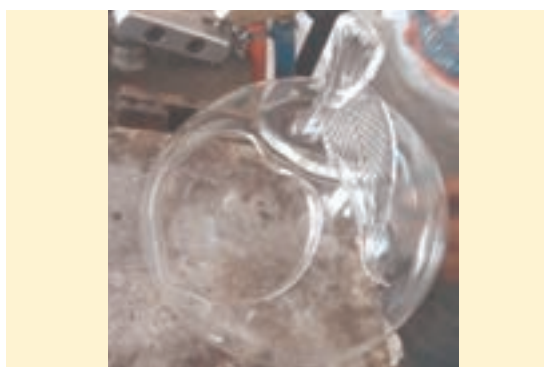
۳ ایجاد حفره روی حباب

۴ ساختن و شکل دهی برگ با استفاده از قالب



۵ وصل کردن برگ به حباب با حرارت دادن به محل اتصال

۶ تکمیل فرایند تزئین و تولید محصول نهایی



شکل ۱۶



شکل ۱۷

چرا اغلب در تزئین شیشه با روش حرارت مستقیم از شیشه‌های بوروسیلیکاتی استفاده می‌شود؟

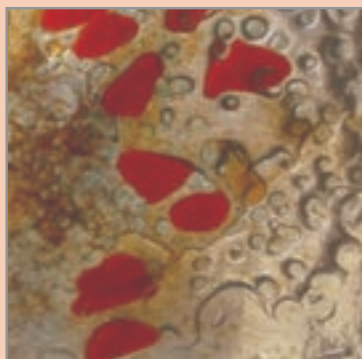


شکل ۱۸

- در کارگاه حرارت مستقیم شیشه، استفاده از عینک‌های مخصوص ضروری است.
- استفاده از دستکش نسوز، لباس کار و مجهز بودن کارگاه به سیستم تهویه دارای اهمیت است.

فیوز شیشه

روش فیوز شیشه، شکل‌دهی شیشه در دمای آستانه ذوب است. دمای آستانه ذوب دمایی است که در آن دما، شیشه کم‌کم شروع به ذوب شدن می‌کند. نرم شدن تدریجی شیشه در اثر حرارت، این امکان را به وجود می‌آورد که قطعات شیشه‌ای به همدیگر بچسبند و همچنین شیشه شکل قالب را به خود بگیرد.



شکل ۱۹- شیشه فیوز شده

دمای ذوب قطعات شیشه‌ای مختلف با هم متفاوت است و به ترکیب آمیز وابسته است. بنابراین لازم است که با آزمایش‌های مختلف دمای مطلوب برای فیوز شیشه‌های مختلف را به دست آورد.

ابزار و تجهیزات لازم برای فیوز شیشه در جدول ۱ آمده است:

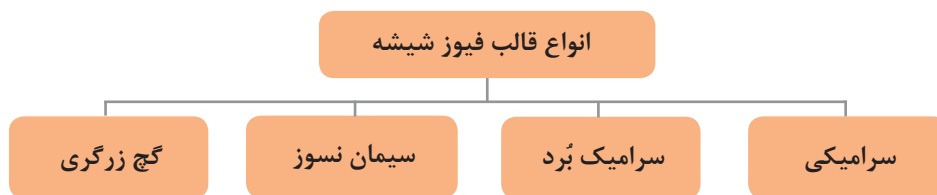
جدول ۱- ابزار و تجهیزات فیوز شیشه

وسیله	تصویر
کوره الکتریکی: رایج ترین کوره ها برای فیوز شیشه، کوره های الکتریکی جعبه ای است که درب آن از بالا باز و بسته می شود.	
ابزار شیشه بری	
انبر شیشه بری	
سنگ ساب (سنگ نفت)	
قالب	

قالب فیوز شیشه

جنس قالب در فیوزینگ شیشه بسیار مهم است زیرا برخلاف شیشه دمی که مدت زمان تماس شیشه و قالب بسیار کم است. در فیوز شیشه، قالب و قطعه در تمام مراحل پخت با هم در تماس هستند بنابراین اگر سرعت سرد و گرم شدن قالب و شیشه با هم تفاوت زیادی داشته باشد، با فشاری که قالب به هنگام انقباض و انقباض

حاصل از تغییر دما به شیشه وارد می‌کند، باعث شکسته شدن شیشه می‌شود. انواع قالب‌های فیوز شیشه در نمودار ۳ آورده شده است.



نمودار ۳



شکل ۲۰- قالب سرامیکی

قالب سرامیکی: مناسب‌ترین ماده برای تهیه قالب در فیوز شیشه، از نوع سرامیکی است. ترکیب‌آمیزهای شیشه و سرامیک بسیار نزدیک به یکدیگر است، بنابراین برای جلوگیری از چسبیدن شیشه به قالب، روی سطح قالب به ماده نسوز آغشته می‌شود. رایج‌ترین ماده پودر تالک است که به شکل پودر یا بصورت محلول در آب استفاده می‌شود.

سرامیک بُرد: سرامیک بُردها، صفحات نسوز هستند. قابلیت برش آسان، این ماده را به یکی از قالب‌های پرکاربرد در فیوز شیشه تبدیل کرده است.



شکل ۲۱- سرامیک بُرد

سیمان نسوز: سیمان نسوز برای ساخت قالب در ابعاد صنعتی و برای تولید قطعاتی که دارای ظرافت کمتری باشند استفاده می‌شود. این نوع سیمان‌ها با دانه‌بندی‌های مختلف در بازار موجود است.

گچ زرگری: نوعی گچ نسوز است که در صنایع جواهرسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این گچ برای ساختن قالب قطعات کوچک و زیورآلات استفاده می‌شود. بعد از قالب‌گیری معمولاً قالب در کوره حرارت داده شده و سپس مورد استفاده قرار می‌گیرد.



هر نوع شیشه شکسته مانند تکه‌های خرد شده شیشه سکوریت یا شیشه بازیافتی مانند بطری و محصولات شیشه‌ای دیگر مانند تیل و منجوق می‌توانند به‌عنوان ماده اولیه برای فیوز شیشه مورد استفاده قرار گیرند.

حرارت دهی

در فرایند فیوز شیشه، روش حرارت‌دهی به شیشه در کوره بسیار مهم است. مراحل حرارت‌دهی در فیوز براساس نوع شیشه‌های مصرفی متفاوت است. ولی معمولاً حرارت‌دهی در روش فیوز شیشه دارای ۵ مرحله است:

- ۱ حرارت‌دهی از دمای اولیه تا حدود 520° درجه سلسیوس در مدت زمان تقریبی 180 دقیقه
- ۲ ماندن در دمای 520° درجه سلسیوس به مدت 10 دقیقه
- ۳ افزایش دما از 520° درجه سلسیوس تا محدوده 770° تا 850° درجه سلسیوس در مدت زمان 180 دقیقه
- ۴ ماندن در بیشینه دمای حرارت‌دهی به مدت زمان 10 تا 15 دقیقه
- ۵ کاهش دما از دمای بیشینه تا دمای اولیه در مدت زمان حدود 420 دقیقه



شکل ۲۲

مرحله سوم این برنامه حرارتی براساس نوع شیشه‌ها متفاوت است. بنابراین لازم است با انجام آزمایش‌های متعدد برنامه دمایی مطلوب برای فیوز شیشه‌های مختلف را به‌دست آورد.



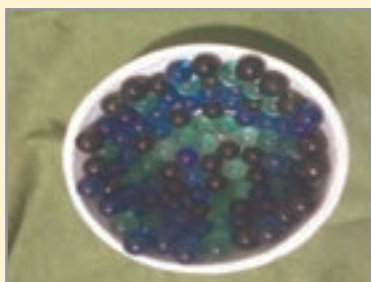
کار عملی ۵: فیوز شیشه با استفاده از تکه‌های خرد شده شیشه
مواد و ابزار: تکه‌های خرد شده شیشه یا تیل‌های شیشه‌ای، ظرف سرامیکی یا سفالی بدون لعاب مانند کاسه به‌عنوان قالب، پودر تالک، قلم‌مو، کوره
شرح فعالیت:



- ۱ ابتدا پودر تالک را در آب حل کنید و با قلم مو به سطح داخلی قالب بزنید. دقت کنید که تمام قسمت‌های در تماس با شیشه را پوشش دهید. چند دقیقه‌ای صبر کنید تا خشک شود.



۲ سپس خرده‌های شیشه یا تیل‌های شیشه‌ای را در قالب و کنار همدیگر به صورتی که قسمت‌های صاف آنها با هم در تماس باشند به صورت یک لایه قرار دهید، تا پس از اعمال حرارت اتصال‌های محکم بین آنها برقرار شود.



۳ قالبی که با قطعات شیشه‌ای پر شده است را با احتیاط داخل کوره قرار دهید. با راهنمایی هنرآموز خود طبق برنامه حرارتی ارائه شده نمونه را حرارت دهید.



۴ پس از سرد شدن قطعه را از قالب سرامیکی خارج کنید.

نکات ایمنی



- ۱** در هنگام کار کردن با شیشه خرد شده احتیاط کنید و حتماً از دستکش استفاده کنید.
- ۲** بدون حضور هنرآموز از کوره استفاده نکنید.

فعالیت
کارگاهی



کار عملی ۶: ساخت سنگ مصنوعی با روش فیوز شیشه
مواد و ابزار: منجوق شیشه‌ای، قالب سرامیکی، پودر تالک

شرح فعالیت:

- ۱** گل سفال را به شکل مکعب مستطیل به ابعاد $۲۰ \times ۳۰ \times ۳۰$ میلی‌متر درآورید.
- ۲** سپس یک شکل ساده مانند نیمکره را بصورت فرو رفته روی یکی از وجوه مکعب ایجاد کنید و قالب را پس از خشک شدن برای پخت در کوره قرار دهید.
- ۳** سطح قالب پخت شده را به وسیله محلول پودر تالک در آب و به وسیله قلم‌مو بپوشانید.
- ۴** منجوق‌ها را در داخل قسمت فرو رفته قالب بریزید و در دمای ۸۱۰ درجه سلسیوس حرارت دهید.
- ۵** پس از سرد شدن قطعه را از قالب سفالی خارج کنید.



بدون حضور هنرآموز از کوره استفاده نکنید.

روش های فیوزینگ شیشه

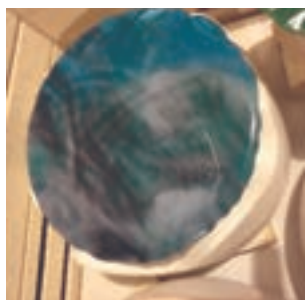
فیوزینگ شیشه روش های متعددی دارد که در زیر به چند مورد اشاره می شود.

۱ اسلامپینگ^۱ و دراپینگ

۲ فول فیوز

۳ ساندویچ گلاس

۱ اسلامپینگ: در روش اسلامپینگ در اثر حرارت، شیشه به طرف قالب توخالی خم شود. در شکل زیر مراحل خم شدن شیشه در قالب نشان داده شده است.



۱



۲



۳

شکل ۲۳

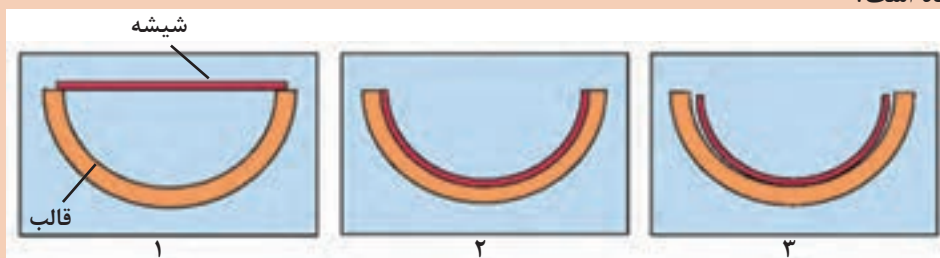
در این روش یک تکه شیشه مسطح بر روی قالبی که به عنوان نمونه در وسط آن حفره ای ایجاد شده باشد، قرار داده می شود. پس از قرارگیری قالب و شیشه در کوره، با افزایش دما شیشه نرم می شود و کم کم براساس نیروی جاذبه زمین بخش هایی از شیشه در قسمت حفره پایین می رود و شکلی فرو رفته به خود می گیرد.



شکل ۲۴

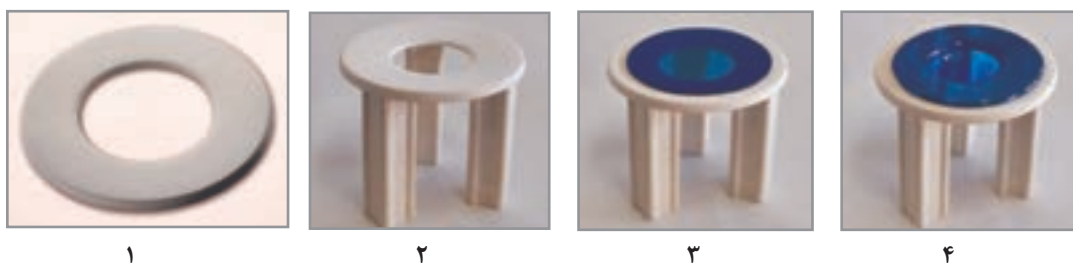


شکل زیر مراحل اسلایپینگ را نشان می‌دهد. با توجه به تصاویر این شکل چرا شیشه بیشتر از قالب جمع شده است؟



شکل ۲۵

در شکل زیر نمونه‌ای از اسلایپینگ نشان داده شده است. در این روش از قالب توخالی سرامیکی استفاده شده است که بر روی پایه‌های دیرگداز قرار داده شده است.



شکل ۲۶

گاهی برای شکل‌دهی و ساخت بدنه‌های شیشه‌ای، صفحه شیشه‌ای بر قسمت خارجی قالب خم می‌شود که با عنوان دراپینگ^۱ شناخته می‌شود. معمولاً در دراپینگ جنس قالب مورد استفاده فولاد است.



شکل ۲۷- قالب فلزی مورد استفاده در دراپینگ

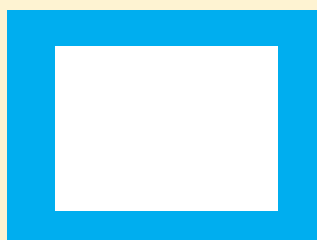


کار عملی ۷: اسلایپینگ با استفاده از نوارهای شیشه

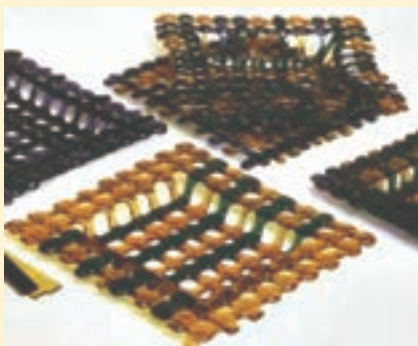
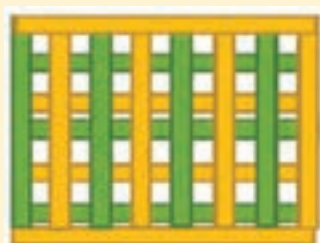
مواد و ابزار : سرامیک بُرد با ابعاد مشخص (به عنوان نمونه ۲۵×۲۵ سانتی متر)، شیشه ساده در ابعاد ۶×۱۰×۲۵ سانتی متر به تعداد ۲۰ عدد و در دو رنگ متفاوت، سنگ نفت، مداد، خط کش، ابزار برش

شرح فعالیت:

۱ داخل سرامیک بُرد را مانند شکل زیر خالی کنید. می توانید داخل سرامیک بُرد را به صورت دایره یا هشت ضلعی یا هر شکل دیگری خالی کنید.



۲ لبه ها و گوشه های تیز نوارهای شیشه ای را به وسیله سنگ نفت بسایید به طوری که هیچ لبه یا گوشه تیزی باقی نماند. شیشه ها را به وسیله شیشه پاک کن و یک دستمال تمیز پاک کنید. نوارهای شیشه ای را مانند تصویر زیر روی قالب سرامیک برد ساخته شده بچینید.



۳ با نظارت هنرآموز و با رعایت نکات ایمنی نمونه را در دمایی حدوداً ۸۰۰ درجه سلسیوس و طبق برنامه حرارتی ذکر شده حرارت دهید. در طی عملیات حرارتی علاوه بر اینکه شیشه ها به هم می چسبند شکل قالب سرامیک برد را نیز به خود می گیرند.

۴ پس از سرد شدن نمونه را با احتیاط از کوره خارج کنید.



- ۱ به هنگام سائیدن لبه‌های نوارهای شیشه‌ای از دستکش و عینک ایمنی استفاده کنید.
- ۲ بدون حضور هنرآموز خود از کوره استفاده نکنید.



شکل ۲۸- محصول فول فیوز

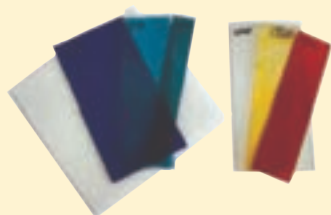
۲ فول فیوز: در روش فول فیوز، حرارت دادن و اتصال قطعات شیشه‌ای در بالاترین حد از دمای ممکن اتفاق می‌افتد، به‌طوری که قطعات فیوز شده کاملاً به هم جوش می‌خورند و ماهیت مجزای خود را از دست داده و محصولی جدید حاصل از جوش خوردن شیشه‌ها به دست می‌آید.

۳ ساندویچ گلاس: قرار دادن تزیینات موردنظر در میان دو لایه شیشه ساندویچ گلاس نام دارد. در این روش تزیینات شیشه را که حتی می‌تواند تکه‌هایی از فلزاتی چون مس و برنج باشد را در میان دو لایه شیشه قرار داده و حرارت اعمال می‌شود. حرارت باعث ذوب شدن شیشه‌ها می‌شود و دو لایه شیشه و تزیینات بین آنها به همدیگر می‌چسبند.



کار عملی ۸: ساخت کاشی شیشه‌ای با روش فول فیوز

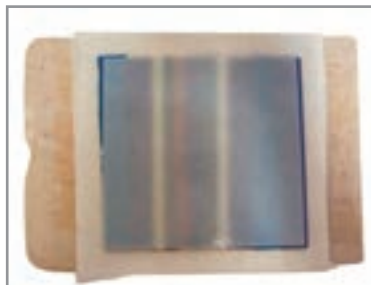
مواد و ابزار: شیشه تخت سفید یا بی‌رنگ در ابعاد مشخص (به عنوان نمونه در ابعاد $60 \times 200 \times 200$ میلی‌متر)، شیشه‌های رنگی به صورت نواری با عرض‌های متفاوت و طول برابر با ابعاد شیشه سفید، سنگ نفت، شیشه پاک‌کن، بُرد سرامیکی



۱ قطعات شیشه رنگی را به وسیله سنگ نفت بسایید تا لبه‌تیز آنها از بین برود. پس از آن به وسیله شیشه پاک‌کن آنها را کاملاً تمیز کنید.



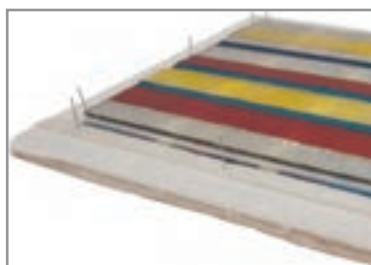
۲ تعدادی از نوارهای رنگی را بر روی قالب سرامیک برد با سلیقه خود بچینید.



۳ شیشه سفید را بر روی نوارهای رنگی چیده شده قرار دهید.



۴ نوارهای باقیمانده را روی صفحه سفید شیشه به صورت عمود بر صفحات لایه اول قرار دهید.



۵ می‌توانید از سنجاق و فیبرهای کاغذی برای جلوگیری از پخش شدن و حفظ شکل شیشه در کوره استفاده کنید.



۶ با کمک هنرآموز خود مجموعه را به کوره منتقل کنید و طبق برنامه حرارتی، نمونه را در کوره حرارت دهید.



۷ پس از سرد شدن با احتیاط نمونه را از کوره خارج کنید.



۱ دقت کنید که حتماً ضریب انبساط حرارتی شیشه‌های مورد استفاده برابر یا بسیار به هم نزدیک باشند.

۲ در هنگام کار با شیشه و ساییدن آنها مراقب باشید و حتماً از دستکش استفاده کنید.

۳ در هنگام قرار دادن و خارج کردن نمونه از کوره نکات ایمنی را رعایت کنید و از دستکش نسوز استفاده کنید.

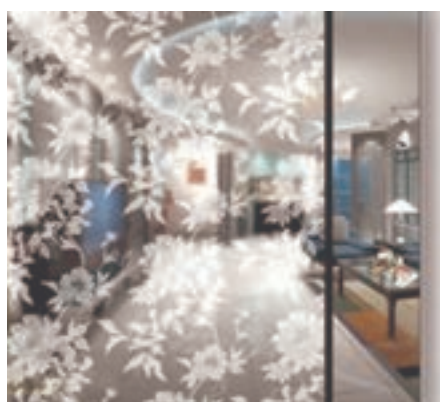
۴ بدون حضور هنرآموز از کوره استفاده نکنید.

۵ در هنگام خارج کردن نمونه از کوره دقت کافی داشته باشید. زیرا محصول پس از حرارت ممکن است دچار شکستگی شود. در صورتی که اتصال‌ها ضعیف و شکننده بود آزمایش را دوباره و در دمای بالاتر تکرار کنید.

در شکل زیر نمونه‌های تهیه شده به روش فیوز شیشه نشان داده شده است.



شکل ۲۹



شکل ۳۰

مات کردن شیشه

یکی از روش‌های تزئین شیشه از بین بردن تمام یا بخشی از سطح صاف و صیقلی شیشه و مات کردن آن است. به نظر شما چگونه می‌توان سطح صاف شیشه را مات کرد؟

مات کردن شیشه با دو روش زیر قابل انجام است:

۱- استفاده از اسید

۲- سندبلاست

۱- استفاده از اسید

مات کردن شیشه با استفاده از ویژگی خوردگی فلئوریدریک اسید بر روی شیشه انجام می شود. این اسید تنها اسیدی است که بر شیشه تأثیر گذاشته و باعث خوردگی آن می شود.



شکل ۳۱- شیشه های مات شده با اسید



شکل ۳۲

فلئوریدریک اسید بسیار سمی است و در تماس با پوست باعث ایجاد مشکلات پوستی و جسمی می شود. به همین دلیل عموماً از «هیدروژن آمونیوم بی فلئوراید» که ارزان تر و کم خطرتر است استفاده می شود.

نکته



سندبلاست: سندبلاست روشی برای مات کردن انواع سطوح شیشه ای است که با پاشیدن ذرات ساینده مانند سیلیسیم اکسید به سطح شیشه، با فشار و سرعت زیاد انجام می شود. علاوه بر مات کردن کل سطح شیشه، می توان با پوشاندن برخی از قسمت های شیشه طرح های متنوعی در سطح آن ایجاد کرد.



شکل ۳۳- شیشه های سندبلاست شده

سند بلاست در چه صنایعی و برای تولید چه محصولاتی کاربرد دارد؟

تحقیق کنید



شرح کار:

- ۱- آماده سازی ابزار و تجهیزات تزیین شیشه
- ۲- آماده سازی مواد تزیین شیشه
- ۳- تزیین شیشه
- ۴- پخت
- ۵- کنترل نهایی

استاندارد عملکرد:

تزیین شیشه به روش های تراش، حرارت مستقیم، فیوزینگ و با استفاده از رنگ ها و مات کردن.

شاخص ها:

تمیز و آماده کار بودن ابزار تزیین
تنظیم و آماده کار بودن دستگاه ها
آماده سازی مواد اولیه مورد نیاز
تزیین شیشه

شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه مجهز به استانداردهای ایمنی

ابزار و تجهیزات: کوره الکتریکی، بوتله ذوب شیشه، دستگاه فرز انگشتی، دستگاه ساب و پولیش، مشعل تزیین شیشه و تجهیزات (کپسول گاز، هوا و شیلنگ)، چرخ گردان، انواع ابزار تراش شیشه، بُرد سرامیکی، قالب سرامیکی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنجار
۱	آماده سازی ابزار و تجهیزات تزیین شیشه	۱	
۲	آماده سازی مواد تزیین شیشه	۱	
۳	تزیین شیشه	۲	
۴	پخت	۱	
۵	کنترل نهایی	۱	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		۲	
دقت عمل و صحت، مسئولیت پذیری، مدیریت مواد و تجهیزات، مدیریت زمان، به کارگیری فناوری مناسب			
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنجار برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

منابع و مراجع

- ۱ برنامه درسی درس تولید شیشه رشته سرامیک (۱۳۹۳). سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش.
- ۲ شیشه‌گری دستی در ایران - حسین یآوری - انتشارات سوره مهر
- ۳ Introduction to Glass Science and technology / Jane E.Shelly
- ۴ Ceramic Materials / Science and Engineering Carter C.Barry, Norton M.Grant
- ۵ فناوری تولید الیاف شیشه، دکتر محمد رنجبران، انتشارات دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
- ۶ شیشه «ساختار، خواص، کاربرد» واهاک مارقوسیان، دانشگاه علم و صنعت، ۱۳۸۴
- ۷ شالوده صنعت شیشه جلد ۳ و ۲ و ۱، گروه مترجمین، شیشه قزوین، ۱۳۷۲
- ۸ تولید و کنترل رنگ در شیشه، سی . ار . بامفورد. «سعید باغشاهی، علی‌رضا میرحبیبی، فتح‌الله مضطرزاده» پژوهشکده صنایع رنگ ایران. ۱۳۸۰.
- ۹ شیشه ایرانی، شینجی فوکائی، ترجمه آرمان شیشه‌گر، انتشارات سازمان میراث فرهنگی کشور، ۱۳۷۱.
- ۱۰ صنعت شیشه، فرانسیس جوزف، ترانس مالونی، ترجمه محمد رضانی، نشر گوتنبرگ، ۱۳۷۹.
- ۱۱ روش‌های پیشرفته شکل دادن شیشه‌های رنگی، حمید کیامیری، سعید باغشاهی، علی‌رضا میرحبیبی، ناشر نقش بیان، ۱۳۸۶
- ۱۲ شیشه‌گری دستی در ایران، زهرا تجویری، ناشر سازمان صنایع دستی ایران، ۱۳۵۶



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب تولید شیشه، رشته سرمیک - کد ۲۱۲۵۱۱

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	علی‌رضا کریم‌بیگی	یزد	۴	مرجان عزیزی	یزد
۲	شراره شادان‌فر	یزد	۵	جعفر فاضل‌پور	یزد
۳	پریسا اسدالله‌پور	یزد	۶		

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظراتی اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: tvoccd.oerp.ir

دفترتألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش