



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# تولید سرامیک به روش ریخته‌گری دوغابی

رشته سرامیک

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

- نام کتاب: تولید سرامیک به روش ریخته‌گری دوغابی - ۲۱۱۵۰۸
- پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: غلامرضا امامی میبدی، ناصر ضیاییان‌مفید، محمود سالاریه، حسین سرپولکی، امیر مقصودی‌پور، فرشاد فرشیدفر، مهران غفاری، محمدحسن نجاری (شورای برنامه‌ریزی).
- تألیف: غلامرضا امامی میبدی، ناصر ضیاییان‌مفید، ایمان صفایی، مهران غفاری، الهام صمدبین (گروه تألیف)
- مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی: سید مرتضی میرمجیدی (رسم فنی) آرزو توماج (صفحه آرا)
- نشانی سازمان: تهران - خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وب‌گاه: www.chap.sch.ir
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵ دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاصی»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایشی، اقتباسی، تلخیصی، تبدیلی، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد، و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه ان شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الان عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است.

امام خمینی (قدس سره الشریف)

۱ ..... پودمان اول: آماده‌سازی دوغاب

۳۱ ..... پودمان دوم: تعیین چگالی و خواص رئولوژی دوغاب

واحد یادگیری ۲: شایستگی تعیین چگالی

واحد یادگیری ۳: شایستگی تعیین خواص رئولوژی دوغاب

۷۹ ..... پودمان سوم: مدل‌سازی و ساخت مادر قالب

۱۱۳ ..... پودمان چهارم: قالب‌سازی

۱۴۵ ..... پودمان پنجم: ریخته‌گری دوغابی

## سخنی با هنرآموزان گرامی

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی – حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی ریخته گری دوغابی

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این کتاب سومین کتاب کارگاهی است که ویژه رشته سرامیک تألیف شده است و کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی تولید سرامیک به روش ریخته گری دوغابی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرآیند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از آن‌ها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام فعالیت کارگاهی جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر، شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداریم.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته سرامیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی باید برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، نکات مهم در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمان، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

پودمان اول: با عنوان "آماده سازی دوغاب است" که ابتدا مفاهیم مرتبط با ریخته گری دوغابی بیان شده است. سپس مراحل آماده سازی دوغاب و روش های کنترل خواص دوغاب شرح داده می شود.

پودمان دوم: عنوان "تعیین چگالی و خواص رئولوژی دوغاب" دارد که مفاهیم مرتبط با چگالی و خاصیت رئولوژی دوغاب در دو واحد مجزا پرداخته شده است و در ادامه شیوه های مختلف تعیین این خواص بیان می شود.

پودمان سوم: دارای عنوان "مدل سازی و ساخت مادر قالب" است. در این پودمان ابتدا طراحی و ساخت مدل بیان شده و در ادامه روش تولید مدل و مادر قالب آموزش داده شده است.

پودمان چهارم: "قالب سازی" نام دارد. ابتدا درباره ویژگی های گچ و نکات مهم برای ساخت قالب گچی بیان شده و سپس روش تکثیر قالب گچی از مادر قالب شرح داده شده است.

پودمان پنجم: عنوان "ریخته‌گری دوغابی" دارد که در آن مراحل فرایند ریخته‌گری دوغابی آموزش داده شده است. همچنین مونتاژ بدنه های ریخته‌گری دوغابی و انواع عیوب این بدنه ها بیان شده است.

امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق گردد.

## فصل اول

### آماده‌سازی دوغاب



یکی از مراحل تولید سرامیک، مرحلهٔ تهیه و آماده‌سازی آمیز بدنه است که با وزن و مخلوط کردن مواد اولیه آغاز شده و با ساخت دوغاب (پس از تنظیم ویژگی‌های آن) جهت شکل دادن فرآورده پایان می‌یابد. در فرایند تولید سرامیک به روش ریخته‌گری دوغابی، مرحلهٔ آماده‌سازی دوغاب دارای اهمیت ویژه‌ای است.

## شایستگی آماده‌سازی دوغاب

- ۱ اولین مرحله در تهیه بدنه به روش ریخته‌گری دوغابی چیست؟
- ۲ یکنواختی دوغابی چه اهمیتی در تولید بدنه های سرامیکی دارد؟
- ۳ در مرحله آماده‌سازی دوغاب، آهن‌گیری دارای چه اهمیتی است؟

آیا تا به حال  
پی برده‌اید

هدف از این شایستگی فراگیری دانش و مهارت انتخاب آمیز و چگونگی آماده‌سازی مواد اولیه آمیز جهت ساخت دوغاب مناسب است که در روش ریخته‌گری دوغابی کاربرد دارد.

## استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان توانایی تهیه و آماده‌سازی دوغاب شامل مهارت وزن کردن مواد اولیه، بارگیری بال‌میل، الک کردن و آهن‌گیری دوغاب را کسب می‌نمایند.



## آماده‌سازی دوغاب

متناسب با دانش و مهارت‌هایی که کسب نموده‌اید، چه روش یا روش‌هایی را برای شکل‌دهی قطعات نشان داده شده در جدول زیر پیشنهاد می‌دهید؟

جدول ۱

روش‌های شکل‌دهی	قطعه	روش‌های شکل‌دهی	قطعه
		مثال: ۱- فتیله ۲- جولی ۳- قالب‌گیری تزریقی	
			
			

قطعات نشان داده شده در جدول ۱ را با روش ریخته‌گری دوغابی نیز می‌توان ساخت.

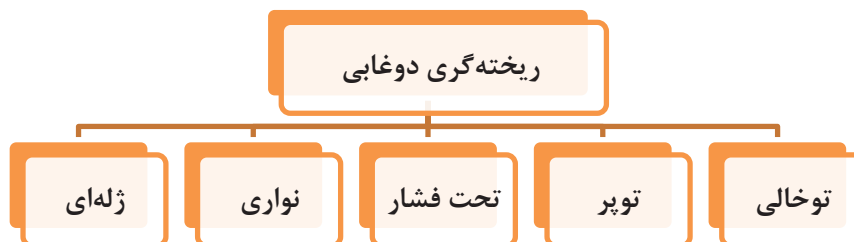
شکل‌دهی قطعات سرامیکی به روش ریخته‌گری دوغابی از حدود ۲ قرن پیش آغاز شده است و یکی از مهم‌ترین روش‌های شکل‌دهی قطعات سرامیکی است. این روش در قرن هجدهم میلادی در اروپا ابداع گردید و در قرن نوزدهم میلادی به یک روش صنعتی تبدیل شد.

آیا می‌دانید



## روش‌های ریخته‌گری دوغابی<sup>۱</sup>

برخی از روش‌های ریخته‌گری دوغابی در نمودار ۱ نشان داده شده است:



نمودار ۱- روش‌های ریخته‌گری دوغابی

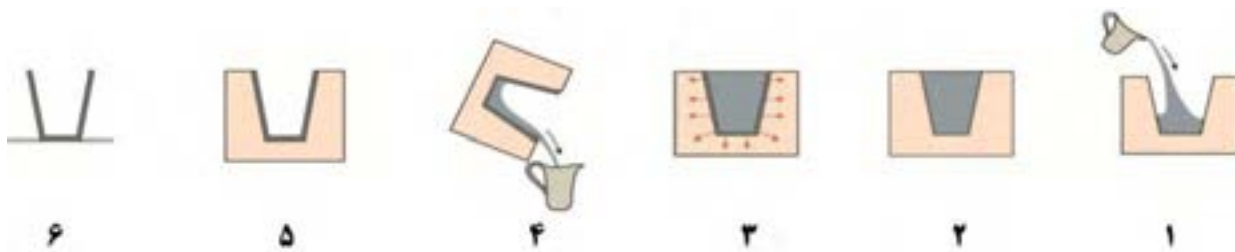
**کار عملی ۱:** یک اسفنج خشک را برداشته و یک سطح آن را در تماس با آب موجود در یک ظرف قرار دهید. به نحوه خیس شدن اسفنج توجه نمایید و با سایر هنرجویان درباره علت جذب آب در این حالت تبادل نظر کنید.

فعالیت کارگاهی



## روش‌های ریخته‌گری توخالی<sup>۲</sup>

در این روش، مخلوط مواد اولیه به صورت دوغاب آماده شده و درون یک قالب گچی ریخته می‌شود. جداره نازکی از گل بر روی قالب ایجاد می‌شود که با گذشت زمان، این جداره ضخامت بیشتری می‌یابد. سپس دوغاب اضافی از قالب گچی تخلیه می‌شود. به همین دلیل گاهی به این روش، «ریخته‌گری تخلیه‌ای<sup>۳</sup>» نیز می‌گویند. پس از تخلیه دوغاب اضافی، جداره تشکیل شده در قالب، با گذشت زمان منقبض شده و به راحتی از قالب جدا می‌شود. سپس قطعه از قالب خارج شده و به خشک‌کن منتقل می‌شود.



شکل ۱- مراحل ریخته‌گری دوغابی توخالی

۱-Slip Casting

۲-Hollow Casting

۳-Drain Casting

گلدان، قندان، پارچ، قوری و چینی بهداشتی از جمله محصولاتی هستند که با این روش شکل داده می‌شوند. پر کردن و تخلیه قالب می‌تواند به دو صورت دستی و ماشینی انجام شود.



شکل ۳- ریخته‌گری دوغابی ماشینی

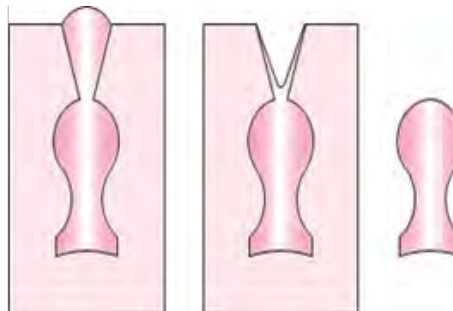


شکل ۲- ریخته‌گری دوغابی دستی

## ریخته‌گری دوغابی توپر<sup>۱</sup>

در این روش، دوغاب به درون قالب گچی ریخته شده اما تخلیه نمی‌شود. به عبارتی دیگر، مرحله تخلیه دوغاب وجود ندارد و تمامی دوغاب جهت تشکیل قطعه مصرف می‌شود.

در این روش با دادن زمان بیشتر، ضخامت جداره‌ها بیشتر می‌شود تا جایی که این دو جداره در قسمت میانی به یکدیگر وصل شده و به یک جداره تبدیل می‌شوند. زمان ریخته‌گری دوغابی توپر طولانی است زیرا ضخامت محصول زیاد است. در شکل ۴ فرایند شکل‌دهی و یک نمونه قالب به روش ریخته‌گری دوغابی توپر نشان داده شده است.



شکل ۴- ریخته‌گری دوغابی توپر



محصولات سرامیکی که به روش ریخته‌گری دوغابی شکل داده شده‌اند را انتخاب و در مورد نوع روش ریخته‌گری آن گفت و گو کنید.

## ریخته‌گری دوغابی تحت فشار<sup>۱</sup>

ریخته‌گری دوغابی تحت فشار، مشابه کار یک فیلتر پرس است. در فیلتر پرس، آب دوغاب با فشار از میان یک فیلتر پارچه‌ای عبور کرده و ذرات جامد به شکل کیک بین صفحات فیلتر پرس باقی می‌مانند. در ریخته‌گری دوغابی تحت فشار، دوغاب به داخل یک قالب یک یا چند تکه پمپ می‌شود و قالب به عنوان یک فیلتر عمل می‌کند. تشابه کار یک فیلتر پرس با ریخته‌گری دوغابی تحت فشار در شکل ۵ نشان داده شده است.

ریخته‌گری دوغابی تحت فشار به دو دسته تقسیم می‌شود:

۱- ریخته‌گری دوغابی تحت فشار پایین؛

۲- ریخته‌گری دوغابی تحت فشار بالا.



ب

الف

شکل ۵- الف) فیلتر پرس ب) ریخته‌گری دوغابی تحت فشار

## ریخته‌گری دوغابی تحت فشار پایین<sup>۱</sup>

در این روش از قالب‌های گچی برای ریخته‌گری استفاده می‌شود، بنابراین فشار اعمال شده نمی‌تواند خیلی بالا باشد. این روش برای صنایعی مانند چینی بهداشتی یا ظروفی که از سرعت تولید کمتری برخوردار باشند کاربرد دارد.



شکل ۶- ریخته‌گری دوغابی با فشار پایین

## پمپ کردن دوغاب

فشار لازم برای تزریق دوغاب به درون قالب با پمپ کردن دوغاب یا با قرار دادن مخزن دوغاب در ارتفاع که در شکل ۷ نشان داده شده است، تأمین می‌شود.



ب) قرار دادن مخزن دوغاب در ارتفاع



الف) پمپ کردن دوغاب

شکل ۷

## ریخته‌گری دوغابی تحت فشار بالا<sup>۱</sup>

ریخته‌گری دوغابی تحت فشار بالا در قالب‌های رزینی انجام می‌شود. در این روش، از رزین‌هایی که مانند گچ، متخلخل بوده و در ضمن استحکام بالایی دارند استفاده می‌شود. رزین ترکیبی طبیعی یا مصنوعی است که گرانروی بالایی داشته و تحت شرایط خاص سخت می‌شود.

نکته

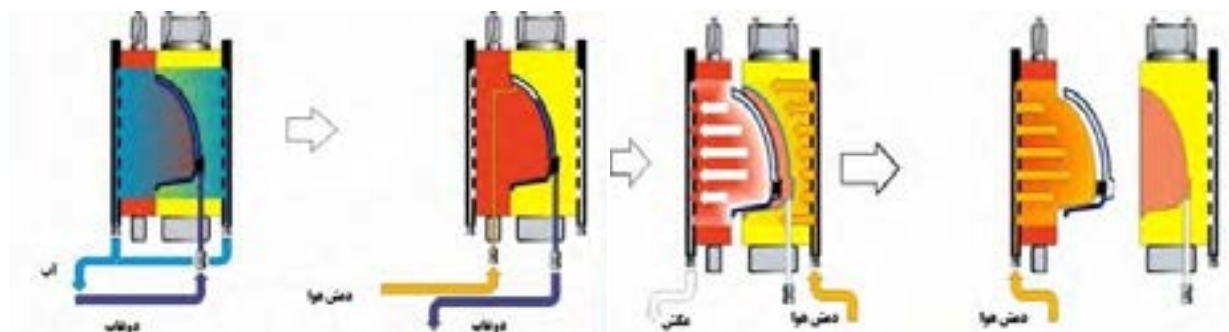
پس از مکش آب و خروج قطعه از قالب رزینی، با اعمال فشار منفی، آب مکش شده از قالب خارج و سپس برای ریخته‌گری مجدد آماده می‌شود.



با به کارگیری قالب‌های رزینی می‌توان فشار وارد شده به دوغاب را افزایش داد، بنابراین سرعت تشکیل جداره در این روش بیشتر است.

با توجه به شکل ۸، این نوع قالب‌ها به گونه‌ای ساخته می‌شوند که با تغییر میزان فشار از کم به زیاد، سرعت تشکیل جداره بیشتر و در نهایت پس از رسیدن به فشار معینی، ریخته‌گری متوقف می‌شود.

پس از تکمیل فرایند شکل‌گیری، آب جذب شده توسط هوای فشرده به بیرون منتقل شده و به جداسدن قطعه از قالب کمک می‌کند.



شکل ۸

فعالیت کلاسی

مزیت استفاده از قالب‌های رزینی نسبت به قالب‌های گچی چیست؟





شکل ۹- شکل دهی بدنه در قالب رزینی

### چینی‌های نرم

این نوع محصولات، سرامیک‌هایی متراکم، سفید، پشت پیدا، نیمه شفاف و مقاوم در برابر سایش هستند. انواع گوناگون ظروف چینی که در زندگی روزمره با آنها سروکار داریم مانند چینی‌های تزئینی و دکوراسیون نظیر گلدان‌ها، لوسترها و مجسمه‌ها از این دسته هستند. محدوده درصد ترکیب این چینی عبارت است از: کائولن ۴۵-۳۵، فلدسپات ۳۵-۲۵ و سیلیس ۲۵-۳۵ درصد.



### چینی‌های سخت

این نوع محصولات مانند چینی‌های نرم، سفید، پشت پیدا و نیمه شفاف بوده ولی نسبت به چینی‌های نرم از شفافیت کمتری برخوردارند؛ اما متراکم‌تر و دارای مقاومت سایشی بیشتری می‌باشند. ظروف چینی آشپزخانه‌ای و بعضی از چینی‌های صنعتی از جنس چینی‌های سخت هستند. محدوده درصد ترکیب این نوع چینی عبارت است از: کائولن ۵۵-۴۵، فلدسپات ۲۵-۲۰ و سیلیس ۳۰-۲۰ درصد.



### چینی‌های بهداشتی

این محصولات بدنه‌هایی سفید تا کمی کدر و نیمه متراکم با مقاومت مکانیکی نسبتاً خوبی هستند که خاصیت پشت پیدایی و شفافیت ندارند. محصولات بهداشتی نظیر انواع روشویی‌ها، توالت‌ها، زیردوشی‌ها، وان‌ها و بعضی از ابزارآلات چینی که در سرویس‌های بهداشتی و حمام کاربرد دارند، از این جنس می‌باشند. محدوده درصد ترکیب این نوع چینی عبارت است از:

کائولن ۲۵-۳۰، بالکلی ۲۵-۳۰، فلدسپات ۲۵-۳۰، سیلیس ۲۵-۳۰ درصد.



### چینی‌های آزمایشگاهی (شیمیایی)

این محصولات در محیط‌های آزمایشگاهی و شیمیایی، پتروشیمی، دارویی و صنایع هسته‌ای به کار گرفته می‌شوند. این چینی‌ها باید مقاومت بالایی در برابر انواع خوردگی‌ها، محلول‌های شیمیایی، بخارها و گازها داشته باشند و به این دلیل از مقاومت مکانیکی و حرارتی خوبی برخوردار هستند. محدوده درصد ترکیب این چینی عبارت است از:

کائولن ۶۰-۷۰، فلدسپات ۲۰-۳۰، سیلیس ۱۵-۱۰ درصد.



چینی پریان  
بدنه‌های سفید، پشت پیدا که در ساخت چینی تزئینی و محصولات رومیزی استفاده می‌شود.



بوته دیرگداز معمولاً از جنس سرامیک‌های اکسیدی و غیراکسیدی است.



چینی استخوانی  
به نسبت چینی سخت، سفیدتر بوده و عبور نور از آن نیز بیشتر است.



استون‌ور دارای بدنه رنگی و متراکم است.

شکل ۱۰

۱- تقسیم‌بندی دیگری از بدنه‌های سرامیکی به روش ریخته‌گری دوغابی را در کلاس ارائه دهید.  
۲- در مورد بدنه‌های چینی استخوانی، ظروف کوردیریتی، استون‌ور و ارتن‌ور تحقیق کرده و در کلاس مورد بررسی قرار دهید.

تحقیق کنید





جدول ۲- مزایا و معایب روش ریخته‌گری دوغابی

مزایا	معایب
<ul style="list-style-type: none"> <li>• امکان تولید قطعات پیچیده</li> <li>• عدم نیاز به تجهیزات پیچیده</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• دقت ابعادی کم</li> <li>• زمان بر بودن تولید</li> <li>• نیاز به مواد اولیه با ویژگی روان‌سازی خوب</li> <li>• مصرف آب بالا</li> </ul>

### مراحل آماده‌سازی دوغاب

اولین مرحله در تولید سرامیک به روش ریخته‌گری دوغابی، آماده‌سازی مواد اولیه است که شامل خردایش، آسیاب و انبارش است. دومین مرحله تهیه و آماده‌سازی دوغاب است. روش‌های گوناگونی برای آماده‌سازی دوغاب بدنه وجود دارد که در شکل ۱۱ یک نمونه از آن آورده شده است.



شکل ۱۱- فرایند ساخت دوغاب و شکل‌دهی قطعه

در این روش آماده‌سازی، مواد سخت (سیلیس و فلدسپات) در بال‌میل ساییده شده و مواد رسی که نیاز به سایش ندارند به بلانجر اضافه می‌شوند.

**الک شماره ۱:** الکی است که دانه بندی مواد غیر رسی را تعیین می‌کند.

**الک شماره ۲:** الکی است که فقط برای جلوگیری از ورود قطعات و ضایعات به دوغاب مانند خرده‌های کاغذ، چوب و سنگ‌های درشت‌تر که ممکن است با مواد رسی (بال کلی و کائولن فراوری شده) همراه باشند استفاده می‌شود. بهتر است برای تهیه دوغاب ریخته‌گری از کیک فیلتر پرس استفاده شود، زیرا آمیز فیلتر پرس شده یک بار شسته شده و نمک‌های محلول آن که در روش ریخته‌گری دوغابی باعث ایجاد بعضی از عیوب می‌شوند، حذف شده است.

تحقیق کنید

در فرایند تولید کدام محصول، امکان حذف مرحله فیلتر پرس وجود دارد؟



عملیات آماده‌سازی دوغاب در مقیاس کارگاهی مطابق نمودار ۲ انجام می‌شود:



نمودار ۲- آماده سازی دوغاب در مقیاس کارگاهی

ابتدا مواد سخت در بال‌میل آسیاب شده و پس از دستیابی به دانه‌بندی مناسب، مواد رسی و روان‌ساز اضافه و بال‌میل دوباره به گردش درمی‌آید و در ادامه، دوغاب از الک و آهن‌ربا عبور کرده و درون مخزن‌های مربوط به خود نگهداری خواهد شد.

## وزن کردن مواد

مرحله وزن کردن مواد اولیه دارای اهمیت زیادی است، زیرا تأثیر خطاهای این بخش عموماً پس از پخت نهایی قطعه آشکار می‌شود.



شکل ۱۲- انبار کردن و وزن کردن مواد اولیه

در صورتی که مواد اولیه‌ای مانند کائولن، بال کلی و سیلیس مطابق با فرمول آمیز به درستی وزن نشوند، چه تأثیری روی کیفیت محصول نهایی خواهد گذاشت؟



وزن کردن مواد اولیه به دو روش خشک و تر انجام می‌شود. در روش خشک، مواد به صورت خشک یا تقریباً خشک، وزن می‌شوند ولی در روش تر، هر یک از مواد اولیه ابتدا به دوغاب تبدیل شده و سپس به بال میل یا حوضچهٔ بلانجر اضافه شده و وزن می‌شوند. برای محاسبهٔ مقدار مواد خشک موجود در دوغاب از رابطهٔ «برونیا» استفاده می‌شود.

$$W = (\rho_1 - 1) \frac{\rho_2}{\rho_2 - 1}$$

در این رابطه:

$W$  = مقدار مادهٔ خشک موجود در یک سانتی‌متر مکعب دوغاب ( $g/cm^3$ )؛

$\rho_1$  = چگالی دوغاب ( $g/cm^3$ )؛

$\rho_2$  = چگالی مادهٔ خشک ( $g/cm^3$ ).

**مثال:** مقدار مادهٔ خشک موجود در ۶ لیتر دوغابی را که از بالکلی با چگالی  $2/45 g/cm^3$  ساخته شده و دارای چگالی  $1/4 g/cm^3$  است، محاسبه کنید.

$$\rho_1 = 1/4 \rho_2 = 2/45$$

$$W = (1/4 - 1) \times \frac{2/45}{2/45 - 1} = 0/675 g$$

عدد به‌دست آمده، مقدار ماده خشک برای ۱ سانتی‌متر مکعب است. برای ۶ لیتر که ۶۰۰۰ برابر یک سانتی‌متر مکعب هست این مقدار ماده خشک را در حجم دوغاب ضرب می‌کنیم.

$$0/675 \times 6000 = 4050$$

$300 cm^3$  دوغاب با چگالی  $1/6 g/cm^3$  از ماده خشکی با چگالی  $2/65 g/cm^3$  ساخته شده است. مقدار مادهٔ خشک آن را محاسبه کنید.





چرا انتخاب کارکنان قسمت مواد اولیه باید به دقت انجام گیرد؟



شکل ۱۳

توجه به موارد زیر برای انبارداری صحیح مواد اولیه ضروری است:

- ۱- درهای ورودی و پنجره‌های سالن مواد اولیه باید همیشه بسته باشد تا از ورود گرد و غبار و رسوب بر روی مواد اولیه جلوگیری شود.
- ۲- در صورتی که امکان ورود کامیون و تریلی به داخل سالن وجود دارد، پس از خروج آنها دقت شود تا آلودگی ناشی از ورود وسایل نقلیه به سالن بر جای نمانده باشد.
- ۳- در حفظ و نگهداری کیسه‌های مواد اولیه باید دقت کرد تا از پارگی و پوسیدگی در امان بمانند.
- ۴- بهتر است بر روی کیسه‌ها اطلاعات لازم مانند نوع جنس، تاریخ ورود و دیگر موارد نوشته شود.
- ۵- مواد اولیه باید به ترتیب تاریخی که وارد کارخانه می‌شوند به مصرف برسند، به عنوان مثال کیسه‌ای از یک ماده اولیه که سال‌ها از خریداری آن گذشته است نباید در گوشه‌ای باقی بماند.



شکل ۱۴- انبار مواد اولیه

## آماده‌سازی دوغاب

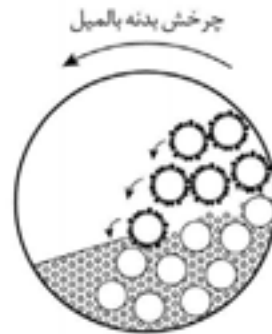
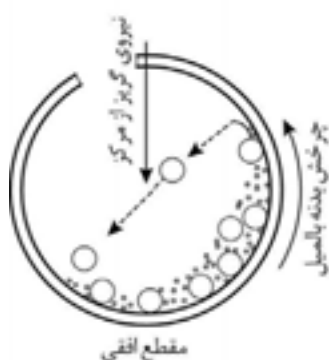
- ۶- پس از تخلیه مواد اولیه از کیسه‌ها، باید آنها را تا کرده و در محلی دور از آفتاب و شرایط جوی مناسب، انبار کرد.
- ۷- در داخل سالن انبار مواد اولیه، فقط مواد اولیه نگهداری شود و ضایعات چینی، مواد نسوز و روان‌سازها در سالنی جداگانه نگهداری شوند.
- ۸- انبار مواد اولیه نباید محل رفت و آمد غیرضروری افراد باشد و لازم است دور از در ورودی اصلی کارخانه در نظر گرفته شود.
- ۹- مواد اولیه بدنه و لعاب باید به طور کامل از هم جدا باشند و رنگ تابلوها و برگه‌های بارگیری این دو ماده نیز متفاوت باشند.
- ۱۰- برای نگهداری مواد اولیه فلّه، بهتر است محل انبار آنها توسط دیواری از هم جدا شود و تابلویی که بر روی آن نوع و مشخصات ماده اولیه نوشته شده است، به دیوار نصب شود.



شکل ۱۵- انبار مواد اولیه فلّه‌ای

## آسیاب کردن مواد اولیه

عمل سایش و آسیاب کردن مواد اولیه در بال‌میل انجام می‌شود. بال‌میل مخزنی استوانه‌ای است که به طور افقی به دور محور خود می‌چرخد. درون این استوانه گلوله‌هایی قرار دارند که هنگام چرخش به طور هم‌زمان بر روی یکدیگر لغزیده و در اثر برخورد با جداره بال‌میل و برخورد با یکدیگر باعث سایش مواد اولیه می‌شوند. از بال‌میل‌ها به دو روش تر و خشک استفاده می‌شود.



شکل ۱۶- بال‌میل



زمانی که نیاز به دوغاب داشته باشیم از روش تر استفاده می‌شود. مواد اولیه، آب، گلوله‌ها و فضای خالی چهار جزء اشغال‌کننده فضای بال‌میل هستند.



شکل ۱۷- محتویات فضای داخلی بال‌میل



گلوله فلینتی



گلوله آلومینایی

شکل ۱۸- گلوله‌های آلومینایی و فلینتی بال‌میل

چگونگی حرکت محتویات داخل بال‌میل به سرعت چرخش آن بستگی دارد. در سرعت کم، گلوله‌ها و مواد در قسمت پایین بال‌میل باقی می‌مانند. در این حالت سایش مواد بسیار کم و در حد صفر است. از طرف دیگر اگر سرعت گردش بال‌میل بسیار سریع باشد، مواد و گلوله‌ها به جداره چسبیده و بی‌حرکت خواهند ماند و سایش انجام نمی‌شود. در نتیجه برای رسیدن به بازده مناسب به سرعتی بهینه نیاز است. جنس جداره داخلی (آستر) بال‌میل می‌تواند از موادی مانند استتاتیت، پرسلان، آلومینا یا لاستیک‌های مقاوم در مقابل سایش باشد.



شکل ۱۹- جداره داخلی بال‌میل از جنس آلومینا

دلیل اصلی استفاده از استئاتیت، پرسلان، آلومینا و لاستیک در آستر بال‌میل‌ها چیست؟



در سال‌های اخیر آسترهای لاستیکی، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند. مزایا و معایب آسترهای لاستیکی در مقایسه با آسترهای سرامیکی در جدول ۳ آمده است:

جدول ۳- مزایا و معایب آسترهای لاستیکی

مزایا	معایب
<ul style="list-style-type: none"> <li>- سر و صدای کم</li> <li>- سرعت نصب بالا</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- افزایش زمان سایش</li> </ul>

چرا استفاده از آسترهای لاستیکی در بال‌میل‌ها باعث افزایش زمان سایش می‌شود؟



شکل ۲۰- آستر لاستیکی

ذرات ساییده شده لاستیک، تأثیر منفی چندانی بر ویژگی‌های بدنه نمی‌گذارند، زیرا این مواد در دماهای پایین می‌سوزند و از بین می‌روند.





شکل ۲۱- آستر لاستیکی بال میل

برای کنترل فرایند آسیاب کردن و همچنین برای کنترل درجهٔ ریز شدن مواد دوغاب در آسیاب، بر اساس تجربه، مقدار زبره (رسیت<sup>۱</sup>) باقی مانده بر روی الکی با مش معین را به عنوان معیار در نظر می‌گیرند و از رابطهٔ زیر، درصد آن را محاسبه می‌کنند.

$$R = \frac{r}{d \times s} \times 100$$

R = درصد زبرهٔ روی الک؛

r = وزن خشک زبرهٔ مانده روی الک به g از حجم ۱۰۰ cc دوغاب؛

d = چگالی دوغاب به  $(g/cm^3)$ ؛

s = درصد مادهٔ جامد موجود در دوغاب.

ثابت بودن عدد زبرهٔ دوغاب، به این دلیل اهمیت فراوان دارد که اندازهٔ ذرات خروجی از آسیاب تأثیرات زیادی بر خواص بدنهٔ ساخته شده می‌گذارد. برای مثال، هر چه زبرهٔ دوغاب بدنه کمتر شود نشان دهنده ریز شدن بیش از حد ذرات خواهد بود. بنابراین درجه حرارت پخت کاهش، درصد انقباض بدنه افزایش و جذب آب بدنه کاهش می‌یابد.

### کار عملی ۱: آسیاب کردن مواد سخت

مواد و ابزار: بال میل، الک با مش ۲۰۰، ترازو، فلدسپات، سیلیس و آب.

شرح فعالیت:

- ۱- ترکیب یک آمیز بدنه را به اختیار انتخاب کنید.
- ۲- ترکیب آمیز را به میزان ۱۰۰ kg محاسبه کنید.
- ۳- آب را به میزان ۳۰٪ وزن آمیز، محاسبه نموده و بعد از توزین به داخل بال میل بریزید.
- ۴- فلدسپات و سیلیس را وزن نموده و درون بال میل بارگیری کنید.
- ۵- زمانی که زبره با الک مش ۲۰۰ به درصد مناسب مثلاً ۸-۵ درصد رسید، دوغاب را تخلیه کنید.

فعالیت کارگاهی







- ۱- هنگام ریختن آمیز درون بال میل حتماً از ماسک، عینک و کلاه ایمنی استفاده کنید.
- ۲- در هنگام کار از دستکش و کفش ایمنی استفاده کنید.
- ۳- از ایمن بودن وسایل برقی و داشتن سیم اتصال به زمین اطمینان حاصل کنید.
- ۴- از ریختن دوغاب در کف کارگاه جداً خودداری کنید و در صورت ریخته‌شدن دوغاب، آن را سریعاً جمع‌آوری کرده و از لغزنده نبودن کف کارگاه مطمئن شوید.
- ۵- هنگام حمل مواد اولیه توسط جرثقیل یا لیفتراک، از ایستادن در زیر کیسه‌های مواد و حمل‌کننده‌های مواد اولیه خودداری کنید.

## الک کردن

آماده‌سازی مواد اولیه چه به صورت تر و چه به صورت خشک، نیاز به الک کردن دارد. ابعاد ذرات دوغاب بدنه نباید از یک اندازه‌ای بزرگ‌تر باشد. تعیین ابعاد ذرات موجود در دوغاب بدنه در پایان عمل آسیاب کردن و پیش از تخلیه دوغاب در حوضچه انجام می‌شود. جهت جداسازی ذرات درشت و ناخالصی‌های غیرمترعارف مانند خرده‌های چوب، کاغذ به طور معمول از الک استفاده می‌شود.



شکل ۲۲- الک

الک‌ها از یک توری و یک قاب تشکیل شده‌اند. در مقیاس صنعتی، حرکت لرزشی الک‌ها از نیروی یک موتور الکتریکی تأمین شده که باعث تسهیل در عبور مواد و افزایش بازدهی الک می‌شود. توری الک از جنس فولاد زنگ نزن یا آلیاژ فسفر برنز، آلومینیوم، مس، نیکل، آلیاژهای گوناگون، نایلون یا ابریشم است.



توری فسفر برنزی



توری فولاد زنگ نزن



توری برنجی

شکل ۲۳- انواع توری الک

تحقیق کنید



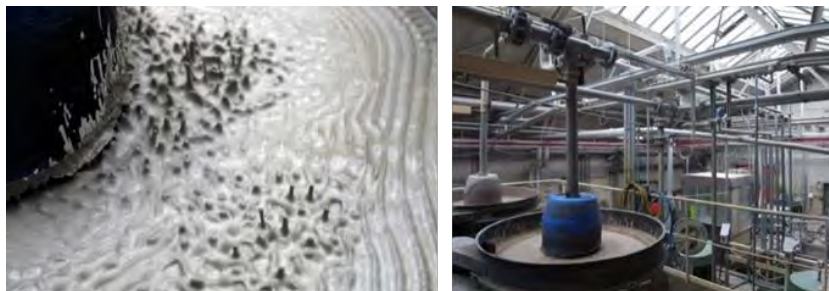
نکته



جدول مقایسه عدد مش و قطر سوراخ الک در استانداردهای گوناگون را جست‌وجو کنید و در کلاس ارائه دهید.

۱- الک‌ها باید به طور مرتب بررسی شوند تا از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود؛ زیرا وجود پارگی در الک باعث ورود مواد درشت به دوغاب می‌شود.  
۲- باقی ماندن ناخالصی‌ها و ذرات درشت بر روی الک به شدت به آن صدمه می‌زند و بازده آن را کاهش می‌دهد، بنابراین پس از پایان کار، باید الک را شست و سپس خشک کرد.

برای آماده‌سازی دوغاب از بال‌میل تا مصرف با توجه به ناخالصی‌های موجود و حجم دوغاب مصرفی، ابتدا از الک با مش پایین مثلاً ۶۰-۵۰ استفاده کرده و سپس به مرور با افزایش چگالی و گرانیوی دوغاب، از الک با مش ۸۰-۷۰ و در نهایت الک با مش ۱۲۰-۱۰۰ استفاده می‌شود.



شکل ۲۴- دستگاه الک لرزشی

## آهن‌گیری

در فرایند تولید دوغاب برای حذف ذرات آهن، از آهن‌ربا استفاده می‌شود. آهن‌رباها در دو نوع دائمی و موقت موجود هستند. آهن‌رباهای دائمی، آهن‌رباهایی هستند که خاصیت مغناطیسی آنها دائمی و همیشگی است. آهن‌رباهای موقت معمولاً به وسیله جریان الکتریسیته، خاصیت مغناطیسی پیدا کرده و پس از قطع جریان برق، این خاصیت نیز از بین می‌رود. آهن‌رباهای دائمی گران‌تر از نوع موقت آن هستند. در حال حاضر آهن‌رباهایی با قدرت بسیار بالا و اندازه کوچک در دسترس می‌باشند.



ب) آهن‌ربای موقت



الف) آهن‌ربای دائمی

شکل ۲۵

## آماده‌سازی دوغاب

آهن‌رباهای موقت این عیب را دارند که در صورت قطع برق، تمام ذرات جذب شده آهنی رها و به دوغاب وارد می‌شوند. برای رفع این مشکل، شرکت‌های سازنده با اصلاح طراحی آهن‌رباهای الکتریکی، نسبت به توقف عبور دوغاب بلافاصله پس از قطع برق اقدام می‌کنند. همچنین آهن‌ربای دائمی این ویژگی را دارد که می‌توان آن را در مسیرهای دوغاب سرباز مانند جوی‌ها یا حوضچه‌ها قرار داد.

نکته

آهن‌گیری دوغاب‌هایی با چگالی و سرعت جریان کمتر، بهتر انجام می‌شود.



شکل ۲۶- گاری الک، آهن‌ربا و پمپ



شکل ۲۷- آهن‌ربای دائمی در اشکال گوناگون

ممکن است به علت وجود نقص در همزن‌ها، قطرات گریس و روغن از محور همزن به داخل دوغاب چکه کنند. این قطرات، مملو از ذرات آهن ناشی از سایش محور همزن هستند و بنابراین توصیه می‌شود بعد از این مرحله نیز عمل آهن‌گیری انجام شود.

### کار عملی ۲: الک کردن و آهن‌گیری دوغاب مواد سخت

مواد و ابزار: الک با مش ۵۰-۱۲۰، آهن‌ریا، دوغاب آماده شده کار عملی ۱

#### شرح فعالیت:

- ۱- دوغاب تخلیه شده از بال‌میل را از الک با مش ۵۰ عبور دهید.
  - ۲- به کمک آهن‌ریا، عمل آهن‌گیری دوغاب را انجام دهید.
  - ۳- دوغاب آهن‌گیری شده را به بلانجر منتقل کنید.
- توجه: حتماً آهن‌های جذب شده توسط آهن‌ریا را از محیط کارگاهی خارج کنید.

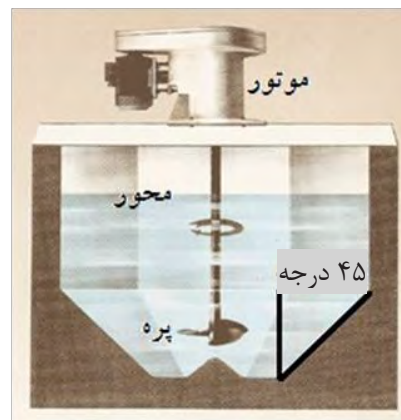
فعالیت کارگاهی



## بلانجر

بلانجرها، همزن‌هایی با دور تند هستند که باعث باز شدن کلوخه‌های مواد اولیه شده و می‌توانند از کیک فیلتر پرس یا ماده رسی، دوغاب همگن تهیه کنند. اجزای اصلی این نوع همزن عبارت‌اند از:

- ۱- مخزن شش یا هشت ضلعی که در قسمت پایین دارای پخ بوده و در مرکز آن برآمدگی وجود دارد.
- ۲- محور و پره که تا فاصله ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متری برآمدگی کف پایین رفته است.
- ۳- سیستم نیرو محرکه‌ای که محور و پره را به حرکت در می‌آورد.



شکل ۲۸- دستگاه بلانجر

تحقیق کنید

در مورد شکل و جنس پره بلانجر تحقیق کنید و در کلاس مورد بررسی قرار دهید.



## آماده‌سازی دوغاب

پره‌های منحنی شکل، دوغاب را به سمت پایین هدایت کرده و کلوخه‌ها را به کف بلانجر می‌کوبند. گاهی پس از تخلیه دوغاب، مقدار زیادی مواد باز نشده به کف بلانجر می‌چسبند. مسئله بسیار مهم در این حالت آن است که هنگام کار بلانجر، دوغاب درون مخزن باید تا آنجا که ممکن است پر تلاطم بوده و تمام تنظیمات باید در جهت افزایش تلاطم دوغاب باشد.

آیا می‌دانید



شکل ۳۰- بلانجر و الک لرزشی



شکل ۲۹- داخل بلانجر



افزودن مواد به صورت کلوخه یا کیک فیلترپرس باید زمانی انجام شود که پروانه در حال چرخش و دوغاب در حال تلاطم باشد.

نکته

پیش از افزودن مواد به بلانجر از تمیز بودن داخل آن اطمینان حاصل کنید.



نکات ایمنی

هنگامی که بلانجر در حال کار است از وارد کردن دست یا وسایل دیگری مانند میله به دوغاب خودداری کنید.



برای تنظیم شرایط دوغاب و تعیین مقدار کیک افزودنی به بلانجر، نیاز به انجام محاسبات است. در ادامه چند مثال مرتبط با بارگیری بلانجر آورده شده است.

مثال ۱: برای تولید یک بدنهٔ چینی از آمیزی استفاده کردیم که دارای چگالی  $2/6 \text{ g/cm}^3$  است. کیک این آمیز دارای ۲۴٪ رطوبت است. مقدار ماده خشک، آب و چگالی  $100 \text{ kg}$  از این کیک را محاسبه کنید.

$$\frac{24}{100} \times 100 = 24 \text{ kg} \quad \text{مقدار آب داخل کیک:}$$

$$100 - 24 = 76 \text{ kg} \quad \text{مقدار خاک خشک کیک:}$$

$$\text{چگالی کیک} = \frac{\text{وزن آب} + \text{وزن خاک}}{\text{حجم آب} + \text{حجم خاک}} = \frac{76000 \text{ g} + 24000 \text{ g}}{\frac{76000 \text{ g}}{2/6 \text{ g/cm}^3} + \frac{24000 \text{ g}}{1 \text{ g/cm}^3}} = 1/88 \text{ g/cm}^3$$

مثال ۲: کیک آمیزی دارای ۲۰٪ رطوبت بوده و چگالی مادهٔ جامد این کیک  $2/5 \text{ g/cm}^3$  است. می‌خواهیم دوغابی به حجم ۱۰۰ لیتر و با چگالی  $1/7 \text{ g/cm}^3$  آماده کنیم. محاسبه کنید چه وزنی از آب و کیک باید به بلانجر اضافه شود؟  
حجم دوغاب: ۱۰۰ لیتر

$$\text{چگالی دوغاب: } 1/7 \text{ g/cm}^3 \text{ یا } 1/7 \text{ kg/l}$$

$$\text{وزن دوغاب: } 100 \times 1/7 = 170 \text{ kg} \rightarrow \text{چگالی} \times \text{حجم} = \text{وزن دوغاب}$$

درصد مادهٔ خشک کیک: ۸۰٪

$$w = \left( \rho_1 - 1 \right) \frac{\rho_2}{\rho_2 - 1} = (170 - 100) \times \frac{2/5}{2/5 - 1} = 117 \text{ لیتر دوغاب}$$

$$\text{وزن کیک مورد نیاز} = 117 \times \frac{100}{80} = 146/25 \text{ kg}$$

$$\text{وزن آب مورد نیاز} = 170 - 146/25 = 23/75 \text{ kg}$$

کیک آمیزی دارای ۲۴ درصد رطوبت است و چگالی مادهٔ جامد این کیک  $2/65 \text{ g/cm}^3$  است. می‌خواهیم دوغابی به حجم ۲۰۰۰ لیتر و با چگالی  $1/8 \text{ g/cm}^3$  آماده کنیم، محاسبه کنید چه وزنی از آب و کیک باید به بلانجر اضافه شود؟

فعالیت کلاسی



۳- مخزنی حاوی ۵ لیتر دوغاب به چگالی  $1/4 \text{ g/cm}^3$  است. چه وزنی از کیک آمیز با ۲۲٪ رطوبت باید به آن افزوده شود تا چگالی دوغاب به  $1/7 \text{ g/cm}^3$  برسد؟ (چگالی ترکیب خشک آمیز  $2/5 \text{ g/cm}^3$  است)  
 حجم دوغاب اولیه: ۵ لیتر  
 وزن دوغاب اولیه: ۷ کیلوگرم ( $5 \times 1/4 = 7$ )

$$\text{چگالی کیک} = \frac{\text{وزن آب} + \text{وزن خاک}}{\text{حجم آب} + \text{حجم خاک}} = \frac{78 + 22}{\frac{78 \text{ g}}{2/5 \text{ g/cm}^3} + 22 \text{ cm}^3} = 1/88 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{افزودنی کیک وزن} = X, \quad \text{چگالی کل} = \frac{X}{\text{حجم کیک}}$$

$$\text{چگالی دوغاب ثانویه} = \frac{\text{وزن کیک افزودنی} + \text{وزن دوغاب اولیه}}{\text{حجم کیک افزودنی} + \text{حجم دوغاب اولیه}}$$

$$1/7 = \frac{7 + X}{5 + \frac{X}{1/88}} \rightarrow X = 15/7 \text{ kg}$$

فعالیت کلاسی



مخزنی حاوی ۱۰ لیتر دوغاب به چگالی  $1/4 \text{ g/cm}^3$  است. چه مقدار کیک آمیز با ۲۲٪ رطوبت باید به آن افزود تا چگالی دوغاب به  $1/7 \text{ g/cm}^3$  برسد؟ (چگالی ترکیب خشک آمیز  $2/5 \text{ g/cm}^3$  است)

نکته ایمنی



چنانچه بلانچر در مدت زمان طولانی متوقف باشد، قبل از راه‌اندازی لازم است داخل آن را در حالی که از مدار برق خارج است، کاملاً شست و شو دهید.



### کار عملی ۳: آماده‌سازی و فیلتر پرس کردن دوغاب

مواد و ابزار: بلانجر، ترازو، فیلتر پرس، مواد رسی و آب

شرح فعالیت:

- ۱- مواد رسی فراوری شده را وزن کنید.
  - ۲- مواد رسی وزن شده را به بلانجر حاوی دوغاب آماده شده در کار عملی ۲ اضافه کنید.
  - ۳- مقدار ۱۰ الی ۲۰ درصد آب به بلانجر اضافه کنید.
  - ۴- دوغاب را به کمک فیلتر پرس به کیک تبدیل کنید.
- توجه: بلانجر در حال کار باشد.



### کار عملی ۴: تعیین رطوبت گل فیلتر پرس شده

مواد و ابزار: ترازو، خشک‌کن، کاردک و کیک فیلتر پرس.

شرح فعالیت:

- ۱- به وسیله کاردک از کیک تهیه شده با فیلتر پرس مقداری برداشته و سپس ۱۰۰g از آن را وزن کنید.
- ۲- کیک وزن شده را درون خشک‌کن در دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس قرار دهید.
- ۳- بعد از خشک شدن کامل آن را وزن کنید.
- ۴- مقدار کاهش وزن گل فیلتر شده (درصد رطوبت موجود در گل) را محاسبه کنید.



در هنگام کار از دستکش و کفش ایمنی استفاده کنید.



### کار عملی ۵: دوغاب‌سازی

مواد و ابزار: باسکول، کاردک، بلانجر، روان‌ساز، آب و کیک فیلتر پرس

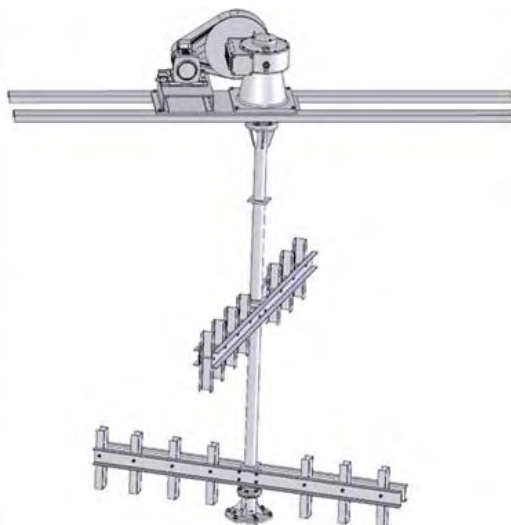
شرح فعالیت:

- ۱- کیک‌های تهیه شده از فیلتر پرس را وزن کنید.
- ۲- مقدار ۳۰ الی ۴۰ درصد آب جهت تهیه دوغاب محاسبه کنید.
- ۳- مقدار آب محاسبه شده را از مقدار آب موجود در کیک فیلتر پرس کم کرده و باقی مانده آن را به بلانجر اضافه کنید.
- ۴- بر مبنای مقدار خاک خشک (۰/۲ الی ۰/۳۵ درصد) مقدار روان‌ساز را محاسبه کنید.
- ۵- کیک و روان‌ساز را به صورت مرحله‌ای درون بلانجر اضافه کنید.



### همزن

برای کهنه شدن، جلوگیری از رسوب و ذخیره‌سازی دوغاب از همزن دور آرام استفاده می‌شود. حجم این گونه مخازن به حجم دوغاب تولیدی بستگی دارد. در صنعت چینی بهداشتی، حجم مخازن بیشتر (در حد چند ده متر مکعب) و تعداد آنها کمتر است اما در صنعت چینی ظروف، حجم مخازن کمتر و تعداد بیشتر است.



شکل ۳۱- همزن (دور آرام)

اهداف نگهداری دوغاب در همزن‌ها در نمودار ۳ مشاهده می‌شوند:



نمودار ۳

دوغاب درون این مخزن‌ها به آرامی به هم می‌خورد تا از ته‌نشینی مواد جلوگیری و حباب‌ها خارج شوند. برای همزن‌هایی تا قطر دو متر، سرعت ۱۲ دور بر دقیقه کافی است.

اگر قطر همزن حدود سه متر باشد، سرعت بیش از ۸ دور بر دقیقه می‌تواند باعث ایجاد حباب‌های هوا شود.

تکته



از دیگر معایب همزن‌های با قطر زیاد می‌توان به تبخیر بسیار آب از سطح آنها اشاره کرد. همزن‌های بزرگ دارای دو پره هستند که یکی در فاصله ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری کف مخزن و دیگری در ارتفاعی از محور که حدوداً وسط مخزن است نصب می‌شود.

فکر کنید



سرعت بیش از حد همزن چه مشکلاتی را ایجاد می‌کند؟

فعالیت کارگاهی



کار عملی ۶: الک کردن، آهن‌گیری و ذخیره‌سازی دوغاب

مواد و ابزار: الک‌های با مش ۱۰۰-۵۰، آهن‌ریا، همزن دور آرام.

شرح فعالیت:

- ۱- دوغاب تهیه شده را از الک با مش ۱۰۰-۵۰ عبور دهید.
- ۲- دوغاب الک شده را آهن‌گیری کنید.
- ۳- دوغاب را جهت ذخیره و نگهداری به همزن آرام منتقل کنید.

نکته



حتماً آهن‌های جذب شده توسط آهن‌ریا را از محیط کارگاهی خارج کنید.

### پرسلان‌های باستانی

ساخت پرسلان (ظروف چینی) در ایران نسبت به اروپا سابقه بیشتری دارد. قدیمی‌ترین نوع پرسلان‌ها در ایران پرسلان‌های فریتی است که در قرن پنجم هجری (دوره سلجوقی) ساخته می‌شدند و تا اواخر دوره قاجار نیز رایج بودند. این پرسلان‌ها از مقدار زیادی فریت تشکیل شده که دارای مقدار بسیار کمی رس نیز هستند.



شکل ۳۲- نمونه ای از ظروف سرامیکی پرسلانی در قرن نوزدهم هجری

با ۳ کیلوگرم آمیز خشک با چگالی  $2/35 \text{ g/cm}^3$  چند لیتر دوغاب پرسلانی با چگالی  $1/7 \text{ g/cm}^3$  می‌توان ساخت؟

پرسش



## ارزشیابی نهایی شایستگی آمادسازی دوغاب

### شرح کار:

- ۱- وزن کردن مواد سخت، مواد رسی، آب و مواد افزودنی
- ۲- بارگیری بال میل و تعیین شرایط دوغاب خروجی از بال میل
- ۳- تخلیه و الک کردن دوغاب
- ۴- آهن گیری و ذخیره سازی دوغاب

### استاندارد عملکرد:

کسب مهارت در تهیه و آماده سازی دوغاب

### شاخص ها:

وزن کردن صحیح و با دقت مواد به مقدار مناسب  
انجام محاسبه جهت بارگیری بال میل  
گرفتن رسیت دوغاب و تعیین شرایط تخلیه  
انتخاب الک مناسب و نصب توری بر روی الک  
انتخاب آهن ربا، راه اندازی و به کارگیری صحیح آن

### شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

مکان: کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی، سیستم تهویه و نور کافی  
ابزار و تجهیزات: باسکول، ترازوی دیجیتال، بال میل، بلانچر، فیلتر پرس، همزن، الک، خشک کن آزمایشگاهی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	وزن کردن مواد اولیه	۱	
۲	بارگیری بال میل	۱	
۳	تعیین شاخص های تخلیه دوغاب	۲	
۴	الک کردن و آهن گیری دوغاب	۱	
۵	فیلتر پرس کردن و دوغاب سازی در بلانچر	۲	
	شایستگی های غیرفنی، 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 هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.