

## پودمان ۴

### تکمیل کاری قطعه ریختگی



# واحد یادگیری

## تکمیل کاری قطعه ریختگی

### مقدمه

پس از انجماد کامل قطعه، تخلیه قالب انجام می‌گیرد؛ سپس ماسه ماهیچه، سیستم راهگامی، تغذیه، پلیسه و... از قطعه جدا می‌شوند. بعد از آن با استفاده از روش مناسب سطوح قطعه پرداخت کاری می‌شود. به مجموعه این اقدامات عملیات تکمیلی (Finishing Treatment) می‌گویند. در عملیات تکمیلی هدف افزایش کیفیت سطح قطعه جهت انجام عملیات‌های بعدی مانند: عملیات حرارتی (Heat Treatment)، ماشین کاری (Machining Treatment)، آبکاری و ... می‌باشد. افزایش دقت و تمرکز در حین قالب‌گیری سبب کاهش اضافات خواهد شد. به عبارتی دیگر با روش مناسب می‌توان، دوباره کاری و هزینه‌های اضافی احتمالی را کاهش داد. میزان انرژی، زمان و هزینه عملیات تکمیلی به تکنولوژی و دقت به کار رفته در فرایند تولید بستگی دارد.

### استاندارد عملکرد

تکمیل کاری قطعات ریختگی با استفاده از ابزار و تجهیزات مناسب براساس استانداردهای مرتبط

### پیش‌نیاز

تولید قطعه ریخته‌گری

## تخلیه قالب

به شکل های زیر دقت کنید.



شکل ۱

همان طور که مشاهده می شود پس از اتمام بارریزی قالب باید تخلیه و قطعه خارج شود.

پس از پایان بارریزی و انجماد، قطعات باید سرد شوند. سرد شدن می تواند درون قالب و یا خارج از آن انجام گیرد. انتخاب نحوه سرد شدن قطعه به جنس فلز یا آلیاژ و مدول سطحی قطعه بستگی دارد. اگر لازم باشد قطعه در قالب سرد شود، باید به آن فرصت کافی جهت سرد شدن تا دمای مناسب داده شود، سپس تخلیه قالب انجام گیرد. سرعت سرد شدن بر روی ریزساختار مؤثر است، خواص مکانیکی قطعه تحت تأثیر ریزساختار و سرعت سرد شدن می باشد؛ در نتیجه تخلیه زود هنگام قالب سبب ایجاد خواص مکانیکی نامطلوب و بروز عیوب و یا کاهش عمر و کارکرد قطعه خواهد شد. چنانچه سرعت سرد شدن در ریزساختار تأثیری نداشته باشد، تخلیه قالب می تواند در دماهای بالا و بلافاصله پس از اطمینان از انجماد قطعه انجام گیرد. با روش هایی مانند: سردکردن تحت فشار هوا، سردکردن در حین ریخته گری و سردکردن طبیعی می توان سرعت سردکردن را افزایش داد.

با جست و جو در اینترنت در مورد سؤالات زیر تحقیق کنید و نتایج حاصل را در کلاس ارائه دهید.

- عوامل مؤثر در سرعت سرد کردن کدام اند؟
- چه فلزات و آلیاژی را نمی توان سریع سرد کرد؟
- عیوب ریخته گری ناشی از سرعت سرد کردن کدام اند؟

فعالیت





برای تخلیه قالب روش‌های مختلفی وجود دارد. روش تخلیه به عوامل متعددی مانند: روش ریخته‌گری، حجم تولید، تکنولوژی موجود در کارگاه، جنس قطعه، ابعاد قطعه (مدول سطحی) و... بستگی دارد. در کارگاه‌های سنتی این کار با فعالیت فیزیکی اپراتور و با نیروی دست انجام می‌گیرد. حرارت ناشی از تماس مذاب با دیواره قالب سبب تجزیه برخی از مواد افزودنی و چسب‌های زودگداز در مخلوط ماسه خواهد شد؛ که با تولید گاز همراه است. لذا باید در حین تخلیه قالب، سیستم تهویه کارگاه روشن باشد. از طرفی دیگر، این واکنش‌ها سبب کاهش خواص مخلوط ماسه می‌شوند؛ لذا مخلوط ماسه پس از تخلیه قالب باید ابتدا بازیابی و سپس به ماسه‌دادن اضافه شود.

- ۱ کاهش خواص مخلوط ماسه سبب بروز چه عیوبی در قطعه ریختگی می‌شود؟
- ۲ در اثر مواجهه با گازهای حاصل از تجزیه مواد مخلوط ماسه چه آسیب‌ها و بیماری‌هایی شما را تهدید می‌کند؟

### عملیات تکمیلی

به شکل‌های زیر دقت کنید. پس از تخلیه قالب چه عملیاتی بر روی قطعه ریختگی انجام می‌گیرد؟



شکل ۲

همان‌طور که می‌بینید پس از بارریزی و تخلیه قالب، مجموعه‌ای از عملیات بر روی قطعه انجام می‌شود، که به عملیات تکمیلی موسوم‌اند.

عملیات تکمیلی، مجموعه‌ای از فرایندها با هدف رسیدن به خواصی از قبیل: بهبود کیفیت ظاهر، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، سختی، حذف پلیسه و دیگر معایب سطحی و... بر روی سطح قطعه انجام می‌گیرد. این عملیات برحسب کار انجام شده روی قطعه به دو دسته تقسیم می‌شود:

الف) عملیات تکمیلی که منجر به تغییر شکل یا حذف در قطعه می‌شود؛

ب) عملیات تکمیلی که منجر به تغییر یا اضافه کردن در قطعه می‌شود.

عملیات تکمیل کاری شامل مراحل زیر است:

- ۱ ماسه‌زدایی؛ جداسازی ماسه قالب و ماهیچه از قطعه.
- ۲ جداسازی؛ جدا کردن اضافات شامل سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه و ...
- ۳ تمیزکاری (Trimming) و پرداخت نهایی؛ حذف گوشه، زوایا و نقاط تیز از روی قطعه.

تحقیق کنید، برای هریک از مراحل عملیات تکمیلی سطوح قطعه چه روش و ابزاری وجود دارد؟ سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

ابزارها	روش‌ها	کارها
		ماسه زنی
		جداسازی
		تمیزکاری و پرداخت کاری

فعالیت



فیلم



ماسه‌زدایی قطعات ریختگی

### ماسه‌زدایی

در ریخته‌گری آلیاژها با نقطه ذوب بالا (مانند چدن‌ها) به دلیل دمای بالای بارریزی، واکنش‌های مخرب و نامطلوبی بین اجزای مخلوط ماسه با مذاب رخ می‌دهد که منجر به چسبیده شدن ماسه به سطح قطعه می‌شود. لذا باید پس از تخلیه قالب، سطوح قطعه تمیزکاری شود. میزان هزینه و زمان تمیزکاری به‌اندازه، میزان پیچیدگی قطعه و نوع فرایند تولید بستگی دارد.

در مورد عیوب ریختگی ناشی از چسبیدن ذرات ماسه ماهیچه و قالب به سطح قطعه تحقیق کنید و جدول زیر را تکمیل کنید.

ردیف	نام عیب	عامل بروز عیب	روش برطرف کردن
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			

فعالیت

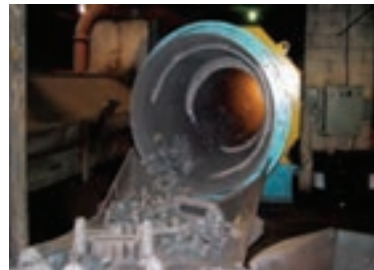
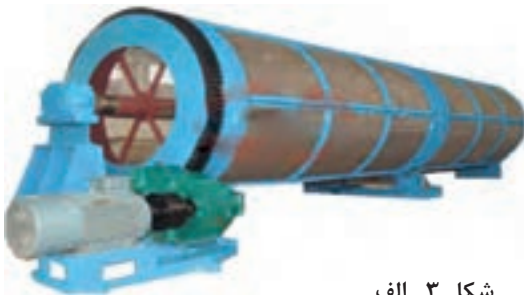




چگونه می‌توان واکنش‌های بین فلز مذاب و اجزای مخلوط ماسه را به حداقل رساند؟

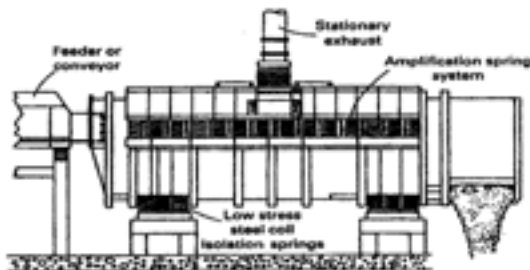
روش‌های متنوعی برای تخلیه و ماسه‌زدایی قالب وجود دارد:

**۱ روش استوانه چرخشی:** در این روش از یک استوانه مشبک دوار استفاده می‌شود؛ در اثر چرخش آن ذرات ماسه از قطعه جدا و از سوراخ‌های موجود بر روی بدنه استوانه خارج می‌شوند.



شکل ۳\_ الف

**۲ روش استوانه لرزشی:** یک فرایند پیوسته است که برای قطعات ظریف و سرد کردن هنگام تخلیه مناسب است. این ماشین‌ها تمام اتوماتیک هستند و تمام وظایف تخلیه و ماسه‌زدایی را به‌طور کامل انجام می‌دهند. سیستم‌های پنوماتیکی موجود در این ماشین سبب تخلیه قالب می‌شود. مزیت این ماشین‌ها کاهش میزان گرد و غبار تولیدی به‌هنگام تخلیه قالب و افزایش سرعت عمل، افزایش کنترل مسائل زیست محیطی است.



شکل ۳\_ ب

**۳ فرایند ارتعاشی:** رایج‌ترین و قدیمی‌ترین روش تخلیه و ماسه‌زدایی است. این روش دارای دامنه ارتعاشات بسیار بالایی است. لذا ممکن است در حین ارتعاش، سیستم راهگامی و تغذیه از قطعه جدا شوند. این روش برای تولید در حجم بسیار بالا بسیار مناسب است.



شکل ۴



در کارگاه‌های ریخته‌گری سنتی عملیات تخلیه قالب و ماسه زدایی توسط اپراتور و به‌صورت فیزیکی و دستی انجام می‌گیرد؛ که برای آن ابزار ساده‌تری مانند: برس سیمی، چکش‌های دستی، چکش‌های پنوماتیکی و... به کار گرفته می‌شود. یکی از روش‌های مرسوم برای حذف ماسه چسبیده به سطح قطعه، استفاده از ضربه زدن با چکش و ابزار مناسب است. چکش‌های موجود در بازار، انواع مختلفی دارند و هر کدام برای کاربرد خاصی هستند؛ برای ضربه زدن به قطعه جهت ماسه زدایی باید از چکش‌های سرگرد و سرصاف استفاده کرد. گاهی برای حذف ماسه در گوشه‌های قطعه از قلم نیز به‌همراه چکش استفاده می‌شود. از چکش‌های پنوماتیکی نیز برای ماسه زدایی قطعات بزرگ استفاده می‌شود. ضربه زدن به قطعه منجر به ایجاد تنش‌های مکانیکی در قطعه خواهد شد، لذا در قطعات حساس و قسمت‌های نازک، احتمال شکسته شدن یا ترک خوردگی قطعه وجود دارد.



شکل ۵

- ۱ اعمال تنش‌های مکانیکی (ضربه زدن) ناشی از تخلیه و ماسه زدایی سبب بروز چه عیوبی ریختگی می‌شوند؟
- ۲ راه‌های پیشگیری از بروز این عیوب را بنویسید.

پرسش



چکش‌های پنوماتیکی برای ماسه زدایی قطعات بزرگ و هنگامی که مخلوط ماسه چسبندگی زیادی به قطعه داشته و قطعه از استحکام کافی در برابر تنش‌های مکانیکی برخوردار باشد به‌جای قلم و چکش به‌کار می‌رود.



شکل ۶

پس از آنکه ماسه از سطح قطعه توسط چکش و قلم یا چکش پنوماتیکی جدا شد، هنوز ممکن است مقادیر جزیی از ماسه در قسمت‌هایی به‌سطح قطعه چسبیده باشد. لذا برای حذف آنها از برس سیمی، فرچه سیمی و فرز سیمی استفاده می‌شود. برای انتخاب یک برس سیمی مناسب باید اطلاعات کافی از مشخصات و جنس مفتول به‌کار رفته در برس سیمی در اختیار داشت. فرچه‌سیمی و فرز سیمی متناسب با شکل و اندازه بافت و جنس مفتول انتخاب می‌شوند. انتخاب جنس مفتول سیمی متناسب با جنس قطعه و خواص سطحی آن است.



شکل ۷

## جداسازی

پس از تخلیه قالب و ماسه زدایی لازم است اضافات مانند: سیستم راهگاهی، تغذیه، پلیسه و... از قطعه جدا شوند. این اضافات سبب کاهش راندمان ریختگی و راندمان کل می‌شوند. برای افزایش بهره اقتصادی باید در طراحی تغذیه و سیستم راهگاهی دقت کرد. امروزه با استفاده از محاسبات دقیق و نرم افزارهای شبیه‌ساز می‌توان میزان اتلافات و برگشتی‌ها را کاهش داد. نرم‌افزارهای شبیه‌ساز مختلفی در صنایع ریخته‌گری با اهداف مشخص به کار می‌روند. نرم‌افزار شبیه‌ساز محاسبات دقیقی جهت تعیین، تعداد، محل و ابعاد تغذیه، شکل، ابعاد و محل اتصال سیستم راهگاهی به قطعه ارائه می‌دهند؛ تا حداکثر راندمان به دست آید. معمولاً نتایج به دست آمده شبیه‌سازی شده تا ۸۰ درصد صحت دارند.

با استفاده از اینترنت نرم‌افزارهای شبیه‌ساز (Simulation software) مختلف مورد استفاده در صنایع ریخته‌گری را جست‌وجو کنید، سپس جدول زیر را تکمیل کنید.

فعالیت



ردیف	نام شبیه‌ساز	نام لاتین	کاربردها	ویژگی‌ها	مزایا	معایب	میزان صحت نتایج با واقعیت
۱							
۲							
۳							
۴							

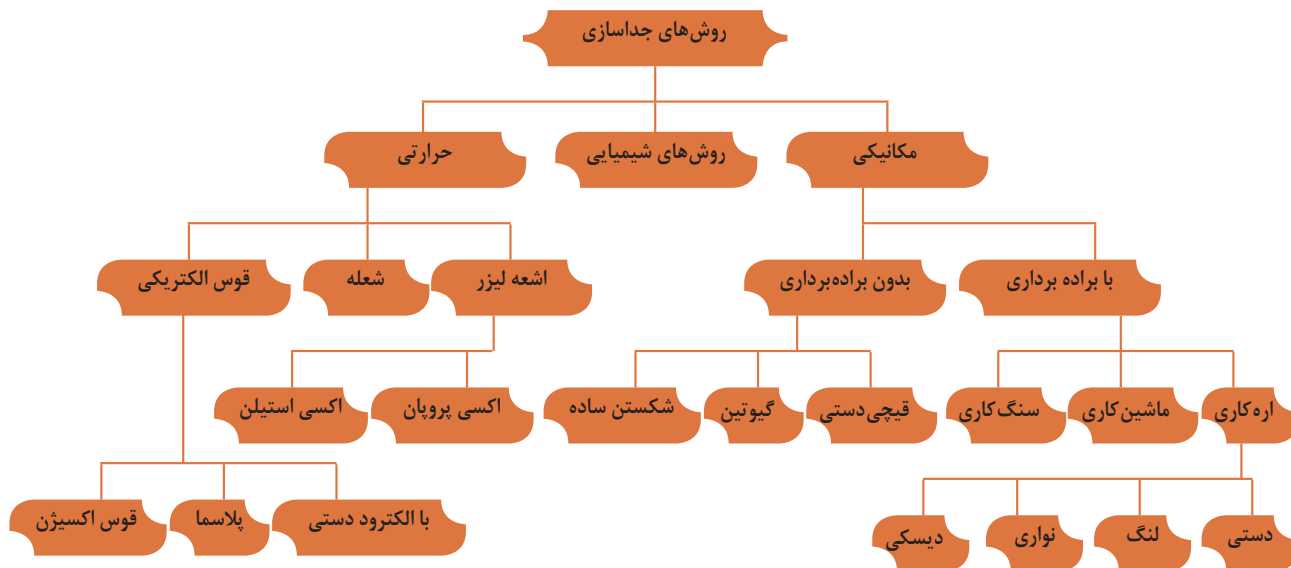
با اعمال تغییرات در طراحی می‌توان سطح تماس بین قطعه و سیستم راهگاهی یا تغذیه را کاهش داد تا بدین ترتیب هزینه‌های جداسازی کاهش یابد.





چگونه می‌توان در طراحی تمهیداتی در جهت افزایش راندمان تغذیه و سیستم راهگاهی و همچنین کاهش هزینه‌های جداسازی انجام داد؟

جداسازی به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد. در شکل زیر انواع روش‌های جداسازی نشان داده شده است.



**شکستن ساده ( بدون براده برداری):** از این روش برای شکستن سیستم راهگاهی و تغذیه در قطعات ترد و شکننده (چدنی) استفاده می‌شود. گاهی اوقات در هنگام تخلیه، اضافات از قطعه جدا می‌شوند. باید از ورود اضافات و پلیسه‌ها به درون مخلوط ماسه جلوگیری کرد.



چرا جداسازی راهگاه‌ها و تغذیه‌ها از قطعات ریختگی با استفاده از ضربه چکش پیشنهاد نمی‌شود؟



شکل ۸

**جداسازی با قوس الکتریکی:** یکی از مقرون به صرفه‌ترین روش‌های جداسازی قطعات ریختگی در صنایع بزرگ و متوسط که به عنوان جایگزین عملیات سنگ‌زنی محسوب می‌شود. حرارت توسط قوس الکتریکی ایجاد شده بین الکتروود گرافیتی و مس پوشش داده تولید می‌شود. حذف زوائد با سرعت زیاد انجام می‌گیرد. عیب عمده این روش تولید صدا و دود زیاد است. شکل روبه‌رو نازل مورد استفاده در این روش را نشان می‌دهد.

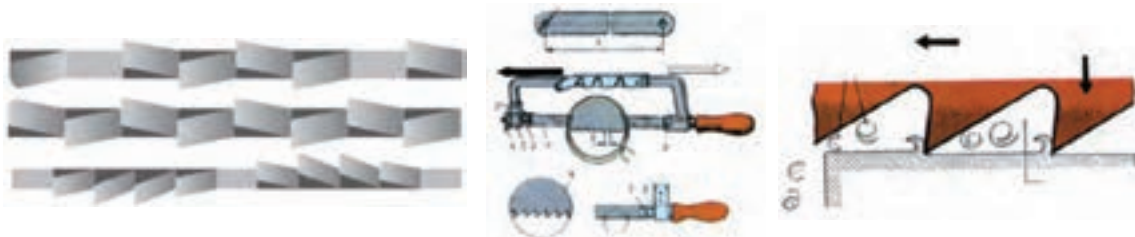
**جداسازی با ابزار ساینده:** در این روش جداسازی می‌تواند با اره دستی، سنگ کاری و ماشین کاری انجام گیرد. در جداسازی با کمان اره باید متناسب با جنس قطعه تیغه (جنس، شکل، اندازه تیغه) انتخاب شود. در جداسازی با چرخ ساینده (سنگ کاری) و سنگ فرز (ماشین کاری) با استفاده از سرعت بالای چرخ ساینده می‌توان اضافات

را از قطعه جدا کرد. این روش برای حذف زوائد بزرگ و یا کاهش ضخامت سطوح استفاده می‌شود. دقت بالا و اقتصادی بودن این روش سبب فراگیر شدن آن شده است. یکی دیگر از ابزار جداسازی اره نواری است که از تیغه‌ای شبیه تیغه‌های معمولی ولی به شکل یک حلقه استفاده می‌شود. تیغه نواری حول دو محور دستگاه حرکت دورانی دارد و در اثر تماس با قطعه کار عمل براده برداری صورت می‌گیرد.



شکل ۹

**جداسازی با کمان اره:** یکی از روش‌های جداسازی اضافات (سیستم راهگامی، تغذیه و...) از طریق براده برداری با اره دستی است. در این روش جداسازی از طریق تیغه‌های کوچک گوه‌ای شکل تیغه انجام می‌گیرد. برای برش کاری مواد با جنس مختلف از تیغه‌ها مناسب استفاده می‌شود. شکل زیر انواع تیغه اره مناسب برای کارهای مختلف را نشان می‌دهد. به طور کلی برای برش کاری اجسام نرم از تیغه‌های درشت و برای برش کاری اجسام سخت از تیغه‌ها با دندان ریز استفاده می‌شود. برای حرکت آزادانه تیغه درون شیار تیغه‌ها را به سمت چپ و راست متمایل می‌کنند.



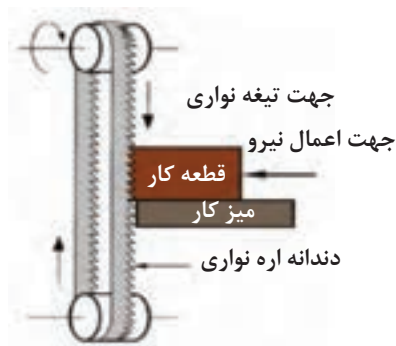
شکل ۱۰



شکل ۱۱

**جداسازی با حرکت رفت و برگشت (اره لنگ):** این ماشین‌ها دارای تیغه اره صاف و با حرکت رفت و برگشت هستند. کورس حرکت رفت و برگشت تیغه در این ماشین‌ها مقداری مشخص است.

**جداسازی با اره نواری:** اره نواری از تیغه‌های شبیه تیغه‌های معمولی ولی به شکل یک حلقه استفاده می‌شود. تیغه نواری حول دو محور دستگاه حرکت دورانی دارد و در اثر تماس با قطعه کار عمل براده برداری



شکل ۱۲

صورت می‌گیرد. استفاده از این ماشین‌ها دارای مزایای زیر است:

۱ **دقت زیاد:** این ماشین‌ها به دلیل تیغه اره‌های نازک‌تر عمل برش کاری را با دقت زیادتری انجام می‌دهند.

۲ **سرعت بیشتر:** برش کاری پیوسته سبب سرعت بیشتر این روش شده است.

۳ **دورریز کمتر:** سطح مقطع باریک‌تر این روش سبب دورریز کمتر شده است.

**جداسازی با سنگ کاری (سنگ‌دستی):** یکی دیگر از ابزار در عملیات جداسازی استفاده از سنگ‌دستی است. از این روش برای جداسازی تمام فلزات و آلیاژها استفاده می‌شود. در این روش فرایند براده‌برداری بسیار ظریف توسط ذرات ساینده چسبیده شده به صفحه برش انجام می‌گیرد. در روش سنگ‌زنی (grinding) دقت و سرعت عمل بالاست. سنگ برش در عملیات سنگ‌زنی توسط ذرات سخت عملیات برش را انجام می‌دهند و در واقع هر کدام از ذرات ساینده به معنای یک ابزار برش است که بخشی از برش را انجام می‌دهد.

### برش کاری حرارتی:

این روش با استفاده از یک گاز سوختنی مثل استیلن  $C_2H_2$  و اکسیژن  $O_2$  به عنوان عامل سوختن و اکسیداسیون و براساس گداختن قطعه فلزی تا درجه حرارت  $815-871$  درجه سانتی‌گراد و اکسیداسیون صورت می‌گیرد. این فرایند به برش کاری فولادهای کربنی و کم‌آلیاژ محدود می‌شود و فلزات فعال و یا با اکسید دیرگداز به راحتی با شعله بریده نمی‌شوند.

پس از جداسازی سیستم راهگامی با استفاده از دستگاه سنگ، سنگ فرز، سنباده دستی، نوار سنباده و... اقدام به پلیسه‌زنی می‌شود. سنگ فرز در دو نوع برقی و پنوماتیکی و متناسب با دقت و ظرافت یا بزرگی در اندازه کوچک و یا بزرگ‌تر برای سنگ‌زنی پخ‌ها و سطوحی خشن و برجسته و پلیسه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### آماده سازی قطعه

در کارگاه ریخته‌گری عوامل مخاطره آمیز زیادی وجود دارد. در هنگام تخلیه قالب امکان پاشش ذرات ماسه داغ، سوختگی، تصاعد گازهای سمی، انتشار گرد و غبار و... وجود دارد، لذا قبل از تخلیه قالب باید به وسایل ایمنی فردی مانند: دستکش نسوز (چرمی ساق بلند)، ماسک، عینک، ساق بند، روپوش و... و ابزاری مانند انبر، چکش، برس سیمی و... مجهز شد؛ همچنین در ابتدا سیستم تهویه و فن هواکش موجود در کارگاه را روشن کنید.



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
  - با استفاده از انبر به محل تخلیه قالبها بروید.
  - قالبهایی که از قبل ریخته‌گری شده‌اند و آماده تخلیه می‌باشند را در محل تخلیه قالب در کنار ماسه‌دان قرار دهید.
  - با استفاده از دستکش چرمی لنگه‌های درجه را از یکدیگر باز کنید.
  - با استفاده از انبر قطعه را از درون مواد قالب خارج کنید.
  - ارتفاع گیره را با قد خود تنظیم کنید.
  - قطعه را بر روی گیره، محکم ببندید.
  - با استفاده از قلم و چکش و ضربات آرام ماسه اطراف قطعه حذف شود.
  - به وسیله برس سیمی باقی ماسه اطراف قطعه را از بین ببرید.
  - سپس با استفاده از سوهان مثلثی محل برش و جداسازی اضافات سیستم راهگاهی و تغذیه را با کمان‌اره علامت‌گذاری کنید.
  - تیغه، کمان و سایر اجزا چک شود تا محکم و فاقد هرگونه ترک و... باشند.
  - سیستم راهگاهی، تغذیه و... را با استفاده از کمان‌اره، جداسازی کنید.
  - ااره‌کاری تحت زاویه ۱۰ درجه نسبت به قطعه کار انجام گیرد.
  - نیروی برش به صورت یکنواخت و مداوم بر قطعه کار انجام گیرد.
  - از تمام طول ااره برای جداسازی استفاده شود.
  - چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.



شکل ۱۳



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- با استفاده از انبر به محل تخلیه قالب‌ها بروید.
- قالب‌هایی که از قبل ریخته‌گری شده‌اند و آماده تخلیه می‌باشند را در محل تخلیه قالب در کنار ماسه‌دان قرار دهید.
- با استفاده از دستکش چرمی لنگه‌های درجه را از یکدیگر باز کنید. با استفاده از انبر قطعه را از درون مواد قالب خارج کنید.
- قطعه را بر روی گیره، محکم ببندید.
- قلم مناسب را بر روی چکش برقی نصب و با استفاده از آن ماسه‌زدایی را انجام دهید.
- با استفاده از انبر قطعه را جهت عملیات ماسه‌زدایی و برس کاری به‌روی گیره میز کار محکم ببندید.
- فرچه سیمی مناسب را بر روی دستگاه چرخان ببندید و با برس سیمی ماسه‌زدایی را انجام دهید.
- با استفاده از دستگاه سنگ چرخان (سنگ‌دستی)، اضافات را از قطعه جدا کنید.
- با استفاده از سنگ سنباده مناسب سطوح باقیمانده از اهر کاری و سطح خشن و برجستگی‌های خشن را سوهان کاری کنید.



توجه داشته باشید قطعات بریده شده دارای لبه تیز هستند، هنگام جابه‌جایی آنها از دستکش استفاده کنید.



شکل ۱۴



- برای تعویض صفحه سنگ ابتدا دو شاخه دستگاه را از پریز جدا کنید. با توجه به ضخامت صفحه سنگ، طرف صحیح مهره مخصوص محکم‌کننده صفحه، قرار داده شود. از صفحه سنگ سالم استفاده شود. با آچار مخصوص مهره فلنجی محکم‌کننده کاملاً محکم شود. ابتدا شاسی روشن خاموش چک شود که بر روی حالت خاموش قرار دارد سپس دوشاخه را به پریز وصل کنید.
- برس‌ها نباید در هوای مرطوب یا غبار آلود و محیط اسیدی نگهداری شوند، توصیه می‌شود به‌منظور جلوگیری از زنگ زدگی رشته‌های سیم به خصوص در مناطق مرطوب در بسته‌های نایلونی قرار داده شوند؛ لذا قبل از استفاده از برس و هنگام خارج کردن آن از جعبه، لازم است ظاهر آن بررسی شده و از برس‌های زنگ زده و معیوب استفاده نشود.



## نحوه خارج کردن طوقه:

وقتی از برس استفاده شده و سیم‌ها به نزدیک طوقه نگهدارنده رسید لازم است با وارد کردن ضربه توسط چکش به طوقه نگهدارنده آن را بیرون انداخته و سپس برس قابل استفاده است.

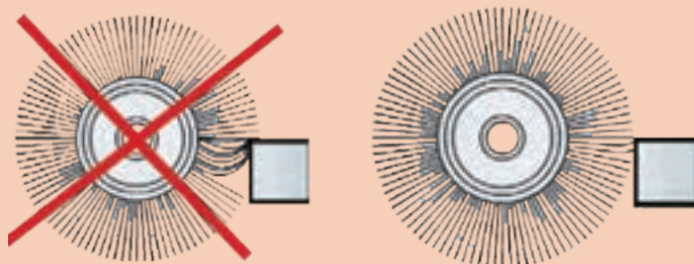
### عملیات تمیزکاری اولیه

- در حین باز کردن مواظب پاشش و خروج غبار، ذرات ماسه و انتشار بخار آب و گازهای موجود در قالب باشید.
- به هنگام تخلیه قالب از اعمال ضربه شدید به قالب خودداری کنید.
- در انتخاب جای پای مناسب دقت کنید و قبل از تأمین شرایط تعادل اقدام به ضربه زدن نکنید.
- به هنگام خارج کردن قطعه از درون قالب، انبر را در پشت قطعه یا قالب اهرم نکنید.
- قبل از عملیات چکش کاری، قطعه کار را بر روی گیره ثابت نگه دارید.
- هرگز به قطعه در حالت معلق یا متحرک ضربه نزنید.
- قبل از ضربه زدن، وزنه و دسته چکش را کنترل کنید که معیوب یا شکسته نباشد. هرگز از چکش با دسته یا وزنه معیوب استفاده نکنید.
- هنگام ضربه زدن به سطوح خشن و شکننده دقت کنید احتمال شکستن و برخورد آن با شما وجود دارد.
- در هنگام وارد کردن ضربه به قطعه، دقت کنید ضربه به صورت عمودی به قطعه برخورد کند.
- در صورت استفاده از قلم برای ماسه زنی حتماً پشت قلم را با انبر قفلی بگیرید.
- از سالم بودن کمان اره و دسته آن اطمینان حاصل کنید.
- از سالم بودن تیغه اره و نداشتن ترک روی آن مطمئن شوید.
- به هنگام تعویض تیغه اره از صحیح بسته شدن جهت تیغه اره مطمئن شوید.
- دسته کمان و تیغه اره را محکم به کمان اره ببندید.
- اره به هنگام جلو رفتن براده برداری می‌کند و در موقع برگشت کمان اره تیغه درون قطعه را تحت فشار قرار ندهید.
- در پایان برش با اره دقت کنید که نیروی دست کم باشد تا باعث جراحت دست نشود.
- به دلیل برنده بودن تیغه اره آن را در جای مطمئن قرار دهید که به کسی آسیب نرسد.
- فقط سر رشته‌های برس بایستی با سطح مورد نظر تماس داشته باشد، فشار بیش از حد به میزان چشمگیری باعث کاهش کارایی و عمر برس‌ها می‌گردد، بنابراین پیشنهاد می‌شود حداکثر تداخل درگیری سطح، بیشتر از ۳٪ طول یال نباشد.
- قبل از شروع به کار پیچ صفحه چرخان را محکم کنید.
- برای بلند کردن دستگاه از دسته کمکی استفاده کنید.
- دستگاه روشن را روی میز کار یا زمین برای ساییدن قطعه قرار ندهید.



- در هنگام کار با دستگاه سنگ آن را با دو دست خود محکم ببندید.
- در هنگام کار حتماً از صفحه محافظ استفاده شود.
- در هنگام برش، از حرکت عرضی چپ و راست خودداری کنید.
- از صفحه سایش برای برش کاری استفاده نشود.
- برای برش قسمت‌های غیر تخت و مدور از سنگ برش استفاده نشود.
- تنها در هنگام کار دستگاه روشن باشد و بلافاصله پس از اتمام کار آن را خاموش کنید.
- در هنگام کار هرگز دستتان را از روی کلید برق برندارید.
- پس از اتمام کار دستگاه را از پریز برق بکشید.
- برای هر کاری از صفحه برش مناسب آن استفاده کنید.
- برای جلوگیری از گرم شدن قطعه فشار کمی بر روی سنگ وارد کنید.
- برای جلوگیری از تغییر فرم قطعه از تمرکز نیرو بر یک نقطه جلوگیری کنید و قطعه را بر روی سنگ حرکت دهید.
- از بردن قطعه کار به طرف صفحه سنگ خودداری شود.
- فاصله تکیه‌گاه و زبانه را با محافظ تنظیم کنید و پس از هر بار صاف کردن سنگ سنباده مجدداً تنظیم کنید.
- هیچ‌گاه حفاظ روی سنگ را از محل خود دور نکنید.
- قطعات خیلی کوچک را برای سنگ کاری با دست نگیرید.
- هرگز برای متوقف کردن سنگ از دست استفاده نکنید.
- در صورتی که در حین کار برق قطع شد، حتماً سوئیچ را در حالت خاموش قرار دهید.
- در هنگام برشکاری دستگاه را از طرف بیرون به طرف خود حرکت دهید بدن خود را در معرض جرقه‌ها قرار ندهید.
- به‌هنگام استفاده از فرچه سیمی باید از دستکش جهت جلوگیری از آسیب زدن سیم‌ها به دست استفاده کرد.
- بایستی قبل از روشن نمودن دستگاه از نصب صحیح برس بر روی محور دستگاه و محکم‌بودن آن اطمینان داشته سپس اقدام به روشن نمودن دستگاه و عمل برس‌زنی نماید.
- در طول عملیات برس‌زنی، برای جلوگیری از برخورد احتمالی رشته‌ها و پلیسه‌های کنده شده باید حفاظ ایمنی دستگاه بسته شده باشد.
- عملیات برس‌زنی باید در محیطی با تهویه مناسب انجام گیرد و در هنگام کار از کلاه ایمنی، عینک و ماسک مناسب استفاده شود تا گردوغبار ایجاد شده از عملیات برس‌زنی که گاهی سمی نیز می‌باشد باعث آسیب به کاربر نشود.
- هنگام برس‌کاری سطوح دارای لبه‌های تیز و ناهموار، اگر به‌علت بی احتیاطی، به قطعه کار فشار ناگهانی و ضربه شدید وارد شود، ممکن است به برس صدمه جدی وارد شود و باعث فاصله انداختن بین یال‌های برس می‌شود و توازن آن از بین رفته و دیگر قابل استفاده نمی‌باشد.
- چنانچه اپراتور هنگام برس‌کاری داخل شیارهای باریک و عمیق به‌علت بی احتیاطی با فشار ناگهانی و

ضربه شدید برس را وارد کار نماید، ممکن است برس در داخل قطعه کار گیر کند.



شکل ۱۵

پس از آنکه بارریزی قطعات چدنی تمام شد، علی‌رغم اینکه هنرآموز در مورد زمان تخلیه قطعات چدنی از قالب اطلاعات کافی را در کلاس بیان کرده است، هنرجویی بلافاصله اقدام به تخلیه قالب می‌کند. در حین تخلیه قالب، قطعه دچار شکست راهگاه می‌شود. سپس هنرجو اقدام به ماسه زدایی می‌کند. اما با توجه به اینکه قطعه از محل راهگاه معیوب شده است در عملیات جداسازی با مشکل مواجه می‌شود. لذا در کلاس به‌نحوی وانمود می‌کند که در اثر شوخی هم‌کلاسی‌اش قطعه به زمین خورده است و شکسته است. اما هنرآموز با مشاهده مقطع شکست محل راهگاه متوجه بروز عیب راه شکن می‌شود.

شما در قالب یک گروه چهار نفره موضوع را بررسی کنید و راهکار مناسب برای برخورد با این اتفاق را بیان کنید و به سؤالات زیر پاسخ دهید.

آیا شما رفتار هنرجو را می‌پذیرید؟ چرا؟

هنرجو در فعالیت کارگاهی خود چه اشتباهاتی را مرتکب شده است؟

چه عواملی باعث شده است که هنرجو با هنرآموز صادق نباشد؟

به نظر شما برخورد هنرآموز با هنرجو به چه صورت باشد تا هنرجو به اشتباه خود پی ببرد؟

پیشنهاد خود را در مورد این حادثه بنویسید.

## تمیزکاری

مرحله تمیزکاری به منظور افزایش کیفیت سطح قطعه انجام می‌گیرد. افزایش کیفیت سطح قطعه سبب افزایش مقاومت به خوردگی، خستگی و... می‌شود. در این مرحله حذف اثرات باقیمانده از آره کاری، پلیسه‌زنی و... انجام می‌گیرد.

به شکل زیردقت کنید.



شکل ۱۶



شکل ۱۷

### تمیز کاری شیمیایی :

در این روش جهت تمیز کاری سطح از مواد شیمیایی استفاده می نمایند که به شرح زیر می باشد:

**اسیدشویی (Pickling):** از مواد شیمیایی جهت تمیز کردن سطح فلزات استفاده می نمایند. گاهی برای تمیز کاری سطح فلز از روش الکترولیز استفاده می شود؛ مانند آبکاری سطحی فولادهای زنگ نزن.

**شست و شو با حلال (Solvent cleaning):** این روش از تمیز کاری به دو طریق انجام می گیرد: الف) قطعه‌هایی که سندبلاست شده و نباید گرد و خاکی بر روی آن وجود داشته باشد با حلالی مانند الکل سفید؛ شست و شو داده می شوند؛ ب) قطعاتی که سندبلاست گردیده و بعد از آن آغشته به روغن می باشد مورد استفاده قرار می گیرند که با محلول مشخصی (White Spirit) مورد شست و شو قرار می گیرند.

### تمیز کاری مکانیکی:

- با تراش کاری و ماشین کاری (Machining) می توان ناصافی‌های ضخیم را از بین برد.
- با سنگ زنی سطوح قطعه را صیقل و صاف می کنند.
- تمیز کاری دستی (Hand cleaning) (سنگ زنی دستی و سوهان کاری) که پلیسه‌ها یا اثرات تعمیر جوش را از بین می برند.
- تمیز کاری با سنباده‌ها با درجه‌های مختلف که می توان سطح فلز را با آنها تمیز کرد.
- تمیز کاری به وسیله برس‌های سیمی؛
- تمیز کاری به وسیله برس‌های برقی؛
- ماسه زنی (ماسه پاشی یا سندبلاست)، اکسیدهای سطحی و ماسه چسبیده به سطح قطعه را تا ۲ میلیمتر از بین می برد.
- ساچمه زنی (ساچمه پاشی یا شات بلاست) با ساچمه‌های چدنی با قطر ۵ میلیمتر؛
- تمیز کاری سطح قطعه با پاشش ذرات آب با فشار زیاد (Jet blast).

در مورد سایر روش‌های تمیز کاری قطعات با تکنولوژی‌های پیشرفته مانند لیزر و... تحقیق کنید و نتایج را در کلاس ارائه دهید.



## سوهان کاری

برای براده برداری اثرات باقیمانده ناشی از جداسازی سیستم راهگامی و تغذیه و همچنین از بین بردن پلیسه‌ها از سوهان استفاده می‌شود. انواع سوهان از لحاظ شکل، اندازه اسمی و نحوه کاربرد آنها در سال قبل در کتاب مدل سازی و ماهیچه‌ها به طور کامل توضیح داده شده است.

فعالیت



در مورد انواع روش‌های ساخت و تولید سوهان تحقیق کنید، سپس نتایج جست‌وجو و تحقیق خود را در کلاس ارائه دهید.

## سنگ زنی

برای صافکاری، پلیسه‌زنی و از بین بردن اثرات باقیمانده اره کاری و جداسازی از سنگ سنباده نیز استفاده می‌شود. سنگ سنباده توسط قاب محافظ پوشیده شده است تا از خطرات احتمالی جلوگیری کند. همچنین در جلوی سنگ سنباده تکیه‌گاه قابل تنظیمی وجود دارد که با فاصله کمی از محیط سنگ تنظیم شده است. چنانچه فاصله زیاد باشد امکان ذوب شدن قطعه کار و یا گیر کردن قطعه کار بین سنگ و تکیه‌گاه وجود دارد. سنگ‌ها را باید از تصادم و ضربه محافظت کرده و در محل خشکی نگاهداری کنند.

**ترکیبات سنگ سنباده:** سنگ‌های سنباده از ذرات سخت گوشه‌دار و تیز (وسیله تیز کردن) که با چسب مخصوصی بهم متصل شده‌اند ساخته می‌شوند.

**انواع مواد سنباده‌زنی:** مواد سنباده‌کاری بر دو نوع‌اند مصنوعی و طبیعی. مواد سنباده‌کاری طبیعی عبارت‌اند از کروندام طبیعی و خاک سنباده یک نوع از مواد سنباده‌زنی طبیعی سنگ چخماق است. برای سنگ‌های سنباده اغلب مواد سنباده‌کاری مصنوعی مصرف می‌شود؛ مانند: الکتروکروند و سیلیسیم‌کاربید.

**انتخاب وسیله یا مواد سنباده‌زنی:** کروند طبیعی برای فولاد و سیلیسیم‌کاربید برای فلزات شکننده مانند چدن استفاده می‌شود.

فعالیت



در مورد فرایند تولید سنگ سنباده تحقیق کنید.

## انتخاب دانه‌بندی:

**الف) دانه‌بندی خشن:** سنگ‌های سنباده‌ای که دانه‌بندی درشت داشته باشند دارای قدرت زیاد بوده ولی سطح قطعه کار زبر خواهد بود.

**ب) دانه‌بندی ظریف:** قدرت سنباده کاری این‌گونه سنگ‌ها کم بوده ولی سطح کار را کاملاً صاف پرداخت می‌نمایند.

**اتصال یا چسب مواد سنباده‌کاری:** ذرات بی‌شمار تیزکننده با چسبی مخلوط شده و در قالب‌ها به فرم سنگ سنباده در می‌آیند. چسب سرامیک، چسب معدنی، چسب ماگنیزیت، چسب سیلیکات، چسب گیاهی و... انتخاب چسب براساس کاربرد و بزرگی سطح اصطکاک حاصل بین سنگ سنباده و قطعه کار بستگی دارد.

**سختی سنگ‌های سنباده:** اگر در موقع سنگ زدن یکی از دانه‌های سنگ کند شود در نتیجه اضافه شدن فشار

برش آن دانه از چسب بدنه جدا خواهد شد. سختی یا نرمی سنگ هیچ ارتباطی با سختی ذرات سنباده کاری ندارد بلکه ارتباط مستقیم با نوع چسب یا اتصال آن دارد. سنگ‌های سخت نسبت به سنگ‌های نرم دارای اتصال محکم‌تری هستند. درجه سختی سنگ‌های سنباده را با حروف مشخص می‌کنند.

**انتخاب درجه سختی:** ذرات کند و سائیده شده سنگ بایستی از چسب جدا و جای خود را به دانه‌های تیز بدهند؛ از این جهت سنگ‌های نرم را برای فلزات سخت و سنگ‌های سخت را برای فلزات نرم به کار می‌برند. چنانچه سطح اصطکاک بین سنگ و قطعه کار زیاد باشد دانه‌های سنگ خیلی زود سائیده می‌شود و به این جهت برای چنین کارها لازم است که سنگ‌های نرم به کار برده شود و در مورد سختی سنگ سنباده باید سختی سنگ را از سختی کار تشخیص داد.

**تخلخل سنگ‌های سنباده:** منظور از تخلخل عبارت از تقسیمات فضایی دانه‌ها و وسیله اتصال (چسب) و سایر سوراخ‌ها و خلل و فرجی است که در سنگ موجود است. میزان تخلخل را معمولاً با اعداد مشخص می‌کنند.

## سنباده کاری

سنباده عبارت است از دانه‌های سخت ساینده و خورنده‌ای که با چسب‌های مخصوص مخلوط شده و بر روی صفحات کاغذی و پارچه‌ای مخصوص چسبانده می‌شود و برای ساییدن و پرداخت در صنعت از آن استفاده می‌شود.

### مواد ساینده مورد استفاده:

**الف) مواد طبیعی:** ماسه، سنگ چخماق (فلینت)، سنگ کوارتز، سنگ لعل (گارانته)؛

**ب) مواد مصنوعی:** کربور سیلیسیم، اکسید آلومینیم، براده فلزات، کاربید سیلیسیم.

**انواع سنباده از لحاظ نوع پشت بند:** پشت بند کاغذی، پشت بند پارچه‌ای، پشت بند الیافی (که برای قطعات فلزی و آلیاژی به کار می‌رود).

**انواع سنباده از لحاظ شکل ظاهری و ابعاد:** صفحه‌ای یا ورقه‌ای، رولی یا توپی، رولی با پشت بند پارچه‌ای، رولی با پشت بند کاغذی، سنباده تسمه‌ای یا نواری (نواری پر عرض، نواری کم عرض)، سنباده دیسکی یا دایره‌ای، سنباده پره‌ای یا ورقه ورقه.



شکل ۱۸



## استاندارد و درجه بندی

سنباده‌ها بر اساس ریزی و درشتی ذرات ساینده و تعداد آنها در واحد سطح (اینچ مربع) درجه بندی و شماره گذاری می‌شوند هر قدر تعداد دانه‌ها بیشتر می‌شود اندازه آنها نیز ریزتر می‌شود بنابراین نرم تر می‌شود. در ایران معمولاً از سیستم اروپایی برای شناسایی درجه استفاده می‌شود.

جدول گروه بندی درجه های سنباده							
درجه	فوق العاده نرم	خیلی نرم	نرم	متوسط	زبر	خیلی زبر	فوق العاده زبر
شماره در سیستم اروپایی	۴۰۰ تا ۶۰۰	۲۲۰ تا ۳۸۰	۱۶۰ تا ۲۰۰	۱۲۰ تا ۱۵۰	۸۰ تا ۱۲۰	۴۰ تا ۸۰	۱۲ تا ۳۰

**سنباده پوست آب:** کاغذهایی هستند که چسب ضد آب سیلیس دارند و برای کارهایی که باید همراه آب استفاده شوند به کار می‌رود آب ذرات را به بیرون هدایت می‌کند و از پر شدن فاصله بین ذرات جلوگیری می‌کند.

نکته



**در سنباده کاری باید به نکات زیر توجه کرد:**

- همیشه از سنباده زبر شروع شده و به ترتیب از سنباده نرم تر استفاده می‌شود.
- در موقع سنباده زدن از تمام جهات و قسمت‌های آن استفاده کنید.
- سنباده‌های زیر پس از استفاده نرم شده و می‌توان به جای سنباده نرم استفاده کرد.
- هنگام استفاده با دست سنباده را از عرض نصف نموده و آن را سه لا کنید این کار باعث می‌شود هنگام کار سنباده نلغزد و آسیب به انگشتان نزند.



شکل ۱۹

## دستگاه سنباده نواری:

دستگاه سنباده برای پرداخت کاری نهایی قطعه ریختگی استفاده می‌شود. سنباده‌های نواری قابل استفاده در انواع دستگاه‌های نواری که در حالت‌های مختلف افقی، تخت و زاویه دار کار سایش را انجام می‌دهند می‌باشد.



شکل ۲۰



## پلیسه گیری قطعه

در کارگاه ریخته‌گری عوامل مخاطره آمیز زیادی وجود دارد. در هنگام تمیزکاری امکان پرتاب پلیسه و براده، تولید گازهای سمی انتشار گرد و غبار و... وجود دارد، لذا قبل از انجام تمیزکاری باید به وسایل ایمنی فردی مانند: دستکش، ماسک، عینک و... و ابزاری مانند انبر، چکش، برس سیمی و... مجهز شوید؛ همچنین در ابتدا سیستم تهویه و فن هواکش موجود در کارگاه را روشن کنید. در هنگام عملیات تمیزکاری باید محیط کارگاه از روشنایی کافی برخوردار باشد.

### فعالیت



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- سوهان و آلومینیوم سای مناسب را انتخاب کرده و سپس از سلامت آج و دسته آن اطمینان حاصل کنید.
- قطعه را روی گیره ببندید.
- با استفاده از آلومینیوم سای محل بروز و تشکیل پلیسه‌ها را تمیزکاری کنید.
- محل جداسازی سیستم راهگاهی و تغذیه را با استفاده از آلومینیوم سای سوهان کاری کنید.
- قطعه را از روی گیره باز کنید تمامی سطوح سوهان کاری شده را کنترل کنید.
- با استفاده از سنباده نواری یا سنباده دستی اثرات سوهان کاری را از بین ببرید.
- با استفاده از برس سیمی اقدام به تمیزکردن آج‌های سوهان کنید.
- میز کار خود را تمیز کنید و براده‌های بین گیره و میز کار را جمع آوری و در ظرف براده‌های فلزی آلومینیوم بریزید.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- قطعه را روی گیره، محکم ببندید.
- صفحه برش را از روی دستگاه سنگ باز کنید و صفحه ساب مناسب ۶ میلی متری را بر روی دستگاه نصب کنید.
- با استفاده از دستگاه سنگ فرز دستی اقدام به پلیسه‌گیری و تمیزکاری قطعه بکنید.
- قطعه را از روی گیره باز کنید سپس با استفاده سنباده نواری پلیسه و اثرات باقیمانده ناشی از سنگ‌زنی را صیقل دهید.
- میزکار خود را تمیز کنید و براده‌های بین گیره و میزکار را جمع‌آوری و در ظرف حمل براده‌های فلزی آلومینیوم بریزید.
- قطعه را از روی گیره باز کنید.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.



### عملیات پلیسه‌گیری

- پس از اتمام کار ابزار را نظافت کنید.
- سوهان را مطابق شکل در دست بگیرید.
- در سوهان کاری براده برداری در هنگام حرکت به سمت جلو انجام می‌گیرد. لذا در مسیر برگشت به سوهان فشار وارد نکنید.
- پس از مدتی شیارهای سوهان از براده پر می‌شوند؛ لذا با استفاده از برس سیمی تمیز شود.
- هرگز به سوهان گریس و روغن آغشته نشود.
- هرگز از سوهان بدون دسته یا بادسته ترکدار، شکسته و معیوب استفاده نکنید.
- دسته سوهان در جای خود محکم باشد.
- از ضربه زدن به سوهان خودداری کنید.
- جا زدن غلط دسته سوهان ممکن است به دست شما آسیب برساند.
- از صفحه برش برای سنگ زنی استفاده نشود.
- قبل از انجام کار با سنگ ساب سیم و دوشاخه برق را کنترل کنید.
- قبل از انجام کار، محافظ و دستگیره دستگاه را کنترل کنید.
- قبل از انجام تمیزکاری صفحه دستگاه را کنترل کنید تا فاقد هرگونه ترک و زدگی باشد.
- برای صیقل دادن از صفحه سنگ ۶ میلی متری استفاده کنید.
- در کارهای خشن از صفحه سنگ سه میلی متری استفاده نکنید.
- از سلامت و اتصال سیستم ارت دستگاه مطمئن باشید.

- در هنگام روشن بودن دستگاه نباید دست را برای بازکردن گیره یا اندازه‌گیری جلو برد.
- دستگاه باید دارای سیستم حفاظتی کامل باشد و شخصی که با آن کار می‌کند باید دارای وسایل ایمنی باشد کامل باشد.
- در هنگام تعویض صفحه سنگ حتماً دو شاخه را از برق در آورید و به کلید دستگاه اکتفا نکنید.
- در زمان کار با دستگاه آن را از بدن خود دور کنید.
- در صورت بروز مشکل و نقص در دستگاه آن را برای تعمیر نزد افراد متخصص ببرید.
- چنانچه حین کار دستگاه دچار مشکل شد بلافاصله آن را خاموش و به هنرآموز اطلاع دهید.

## ماسه زنی (ماسه پاشی یا سند بلاست)

همان‌طور که در درس شیمی پایه دهم خوانده‌اید، برای حفاظت سطوح قطعه در برابر عوامل خارجی و خوردگی، سطح قطعه را رنگ‌آمیزی می‌کنند؛ قبل از رنگ‌آمیزی باید سطوح قطعه را با روش مناسب آماده سازی کرد. رایج‌ترین روش آماده سازی سطوح قطعه، ماسه‌زنی (Sand blast) و ساچمه‌زنی (Shot blast) است. به شکل زیر دقت کنید.



شکل ۲۱

همان‌طور که در شکل می‌بینید با انجام عملیات ماسه‌زنی می‌توان کیفیت سطح قطعه را بالا برد و آلودگی‌ها و ناخالصی‌های سطحی را از بین برد.



شکل ۲۲

### ماسه‌زنی و ساچمه‌زنی

فیلم



ماسه زنی یکی از روش‌های تمیزکاری سطوح قطعات است که در آن با استفاده از فشار هوا، مواد ساینده را بر روی سطح قطعه می‌پاشند. این روش مشابه سنباده زدن با ورق‌های سنباده است با این تفاوت که مشکلاتی از قبیل ایجاد گوشه یا برآمدگی در سطح پایانی به وجود نخواهد آمد. در اثر برخورد شدید ذرات ماسه بر روی سطح

قطعه تمامی برجستگی‌ها، پلیسه‌ها و ناخالصی‌های سطحی شامل ماسه‌های باقیمانده، زنگ و... از روی سطح قطعه جدا می‌شود. این روش متداول‌ترین روش تمیزکاری قطعات در صنعت است که به‌طور گسترده در صنایع مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ویژگی‌های ماسه زنی:

- سطح قطعه چکشی و براق می‌گردد.
- در صورت لزوم می‌توان سطح قطعه مات و زبر گردد.
- درجه زبری ایجاد شده بر روی سطح بستگی به جنس و اندازه مواد ساینده و دستگاه دارد.



دیگ ماسه



کابین ماسه‌زنی



دستگاه ماسه‌سازی کارگاهی

### شکل ۲۳

ماسه‌زنی بر اساس کیفیت سطح مورد نیاز، به چهار گروه دسته‌بندی می‌شود:

Sa1: ماسه زنی سبک است و تنها به‌منظور حذف عمده ماسه و پلیسه‌های سطحی قطعه انجام می‌گیرد.

Sa2: ماسه زنی سبب می‌شود جزئیات سطح تا ۶۰ درصد حذف شوند.

Sa2/5: ماسه زنی تقریباً کامل انجام می‌گیرد و ۹۰ درصد جزئیات سطحی قطعه از بین می‌رود.

Sa3: ماسه‌زنی کامل است که منجر به تمیزی، صیقلی و قابل رؤیت بودن سطوح براق قطعه می‌شود.

### روش کار ماسه زنی

در این روش دستگاه تولید هوای فشرده (کمپرسور) هوا را با شیلنگ به مخزن ماسه متصل می‌کنند. ماسه از مخزن به‌صورت کنترل شده در مسیر هوای فشرده قرار می‌گیرد و از نازل خروجی با فشار خارج می‌شود. چنانچه نازل خروجی به طرف سطح فلزی گرفته شود باعث تمیز شدن و زبر شدن سطح می‌شود. قبل از شروع ماسه‌زنی سطح فلز باید بازرسی شده و آلودگی‌های روغنی با تینر تمیز شود. تجهیزات مورد استفاده در روش ماسه زنی شامل:

- کمپرسور هوا؛
- شیلنگ هوا جهت دمش (blasting) ماسه و هوا؛
- نازل ماسه زنی (لوله خروج ماسه با فشار)؛
- محفظه ماسه؛
- ماسه.

### مواد ساینده

انتخاب مواد ساینده بسیار حائز اهمیت است. ماده ساینده انتخابی باید دارای سختی بالا، شکل و حتی چگالی (وزن مخصوص) مناسبی باشد. هر یک از مواد ساینده مورد استفاده در اندازه‌های مختلف وجود دارند. تعدادی از ساینده‌های متداول به شرح زیر می‌باشد.

- ماسه سیلیس؛
- مسبار؛
- سرامیک - خاکه سرامیک؛
- ذرات شیشه؛
- خرده شیشه؛
- اکسید آلومینیوم،
- کاربید سیلیسیم.

فعالیت



در مورد نحوه تولید، کاربرد و خواص مواد ساینده زیر تحقیق کرده و جدول زیر را تکمیل کنید.

ویژگی	کاربرد	خواص	نحوه تولید	ماده ساینده
				مسبار
				سیلیس



شکل ۲۴

## بازرسی آماده سازی سطح

- آماده سازی سطح باید در هوای خشک انجام شود. اگر دمای هوا در حدود نقطه شبنم (dew point) باشد سطح ماسه زنی سریعاً زنگ می زند.
- قبل از بازرسی سطح ماسه زنی شده، باید با هوای فشرده گرد و خاک آن تمیز شود. تمام گوشه ها و لبه ها باید به دقت بازرسی شود.
- آثار شکستگی ماسه روی سطح ماسه زنی شده را با برس سیمی و سنباده باید خوب تمیز تا از تاول زدگی رنگ جلوگیری شود.
- زمان بین پایان ماسه زنی و رنگ کاری نباید از ۴ ساعت تجاوز کند.
- در هنگام ماسه زنی باید موارد زیر را رعایت کرد:  
هوای فشرده باید بدون چربی و روغن و رطوبت باشد.
- ماسه خروجی باید فاقد ترکیبات آهکی باشد (آهک سبب چسبیدن بر روی سطح قطعه و تخریب سطح قطعه می شود).
- بعد از ماسه زنی بلافاصله سطح قطعه باید با رنگ آستری پوشیده شود.
- جهت خروج ماسه، نازل و سطح باید زاویه ای در حدود ۴۵ درجه با یکدیگر داشته باشند. در صورتی که زاویه عمودی باشد سبب شکسته شدن ماسه روی سطح می شود و اگر مقدار زاویه کمتر باشد راندمان و زبری ماسه زنی کمتر می شود.
- پس از پایان عملیات ماسه زنی می توان با استفاده از دستگاه صافی سنج (gauge roughness) میزان کیفیت سطوح را اندازه گیری کرد. سطوحی را که میزان صافی آنها تا ۰/۸ میکرومتر است، سطح صاف و سطوحی که ضخامت آنها به ۱۲/۵ تا ۱/۲ میکرون می رسد سطح خشن می نامند.

نکات کلیدی



### خطرات ناشی از عملیات ماسه زنی

خطرات بهداشتی ناشی از عملیات ماسه زنی برای فلزات و آلیاژهای مختلف در جدول زیر نشان داده شده است.

حد مجاز $mg/m^3$	خطرات بهداشتی احتمالی	جنس
۱۵	سبب تحریک سیستم تنفسی می شود	آلومینیوم
۱	سبب تحریک سیستم تنفسی می شود	مس
۱۰	سبب سیدروزین می شود	آهن
۱۵	سبب تب دود فلزی می شود	روی و مس
۰/۰۵	سبب نورپانی محیطی بالینی و تحت بالینی، شکست سلول های خونی و کم خونی، نقص عملکرد کلیه افزایش فشارخون، کاهش تعداد اسپرم و افزایش احتمال سرطان می شود	سرب



## ساچمه زنی ( ساچمه پاشی یا شات بلاست )

یکی دیگر از روش‌های افزایش کیفیت سطح قطعه ساچمه زنی است.



دستگاه ساچمه‌زنی کارگاهی



دستگاه ساچمه‌زنی قابل حمل



ساچمه

شکل ۲۵

### ساچمه‌زنی

فیلم



در این روش، سطح فلز توسط پرتاب ساچمه‌های فلزی تمیزکاری می‌شود. انرژی لازم برای پرتاب ساچمه‌ها از یک توربین تحت نیروی گریز از مرکز به دست می‌آید و قطعه در یک محفظه مورد بارش ساچمه‌ها قرار می‌گیرد. فلسفه پیدایش این ماشین‌ها به منظور حذف نیروی انسانی، کاهش هزینه‌ها و معضلات زیست محیطی بوده است. از طرفی در هر فضایی قابل اجرا و سرو صدای کمتری ایجاد می‌کند. در این روش امکان جمع آوری ذرات فلزی وجود دارد. محدودیت‌های بهداشتی این روش نسبت به ماسه زنی کمتر است و دیگر نیاز به فضای محصور و مراقبت‌های زیست محیطی شدید را ندارد و از سرعت عمل بیشتری نیز برخوردار است.

### روش کار ساچمه زنی

در این دستگاه‌ها ساچمه‌های فولادی پس از وارد شدن به توربین‌های گریز از مرکز دستگاه شتاب می‌گیرند پره‌های پارو مانند قابل تغییر داشته و سرعت بالایی دارد. مواد ساینده در طول شعاع چرخشی پره‌ها حرکت کرده و با سرعت زیاد در جهت قابل تنظیم و تعیین شده برخورد می‌کنند. همین که ماده ساینده با سطح برخورد کرد آن را تمیز می‌کند، سپس ماده ساینده کمانه کرده و داخل اتاقکی می‌شود که مجدداً مورد مصرف قرار می‌گیرد، ماده ساینده قابل مصرف از گرد و غبار و مواد اضافی جدا شده و مجدداً استفاده می‌شود. جریان هوا گرد و غبار را توسط شیلنگ به جمع‌کننده گرد و غبار برده که از آنجا دور ریخته می‌شود. ساچمه زنی عمدتاً در کارهای صنعتی و قطعات با تیراژ بالا استفاده می‌شود. با استفاده از ساچمه زنی می‌توان ماسه چسبیده به قطعه، زنگ احتمالی قطعات را حذف و یا قبل از رنگ آمیزی و آبکاری برای بهبود چسبندگی رنگ به سطح قطعه اقدام به زبر کردن سطح قطعه کرد.

برای دستیابی به بهترین کیفیت سطح در ساچمه زنی باید به نکات زیر توجه کرد:

■ اگر قطعه به گریس یا روغن آغشته شده است، ابتدا سطح قطعه را با شوینده مناسب تمیز کنید.

■ سطح قبل از ساچمه زنی باید خشک باشد.



شکل ۲۶

- ابتدا محدوده کوچکی را ساچمه زنی کنید در صورت مورد تأیید بودن باقی سطح قطعه را نیز ساچمه زنی کنید.
- تا حد ممکن از ریزترین ذرات فلزی استفاده شود تا بهترین نتیجه به دست آید. ذرات ریز کیفیت سطح بهتری ایجاد می کنند.
- هرچه سطح پرتاب ناودانی پر نگه داشته شود، کیفیت سطح بهتری به دست می آید.
- در هنگام توقف دستگاه، شیر کنترل را ببندید. در غیر این صورت عمق سطح ساچمه زنی بیشتر می شود.
- از ذرات با اندازه نامناسب و غیر یکنواخت استفاده نکنید.
- در لایه اول ساچمه زنی عمق لایه برداری زیادی را مدنظر قرار ندهید.

فرق ماسه زنی (سندبلاست) و ساچمه زنی (شات بلاست) چیست؟ کاربرد هر یک را بنویسید.

پرسش



### مراحل کار ماسه زنی و ساچمه زنی

ابتدا کلیه وسایل و تجهیزات و مصالح مورد نیاز از قبیل کمپرسور باد، میکسر بادی، همزن، پمپ ایرلس، ماسه را کنترل کرده و در محل مورد نظر در کارگاه یا فضای در نظر گرفته شده قرار دهید. عملیات ماسه زنی باید طبق استاندارد و دستورالعمل دستگاه انجام شود. هر دستگاهی بر اساس یک استاندارد مشخص تهیه شده است لذا باید قبل از شروع به فعالیت کاتالوگ، استاندارد و دستورالعمل مربوطه کاملاً مطالعه شود. برای شروع به کار شرایط جوی، وزش باد و رطوبت هوا باید مدنظر قرار گیرد.

فعالیت



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
- قطعه را در محل در نظر گرفته شده برای ماسه زنی قرار دهید.
- نکات ایمنی و بهداشتی در مورد فضای کارگاهی و ماسه زنی را در هنگام کار مد نظر داشته باشید.
- قبل از استارت کمپرسور تمام شیلنگ‌ها، سر شیلنگ و نازل را مورد بررسی قرار دهید.
- فیلتر و سیستم برق و ارت را بازرسی کنید.
- نازل را تحت زاویه ۴۵ نسبت به سطح قطعه قرار دهید.
- استقامت و تعادل خود را برای بازکردن شیر نازل حفظ کنید.
- نازل را به سمت محل مدنظر نشانه بگیرید.
- سطح قطعه را مورد پاشش ماسه قرار دهید.
- پس از اتمام کار شیر نازل را ببندید.
- قطعه را بررسی کنید در صورتی که هنوز قسمتی از قطعه نیاز به ماسه زنی دارد به فعالیت ادامه دهید.
- ماسه پاشیده شده در اطراف را جمع‌آوری و الک کنید.

- ماسه را دوبار الک و به مخزن ماسه بازگردانید.
- شست‌وشوی سر و صورت و در صورت امکان استحمام کامل انجام گیرد.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

کارگاه ریخته گری مجهز به دستگاه ساچمه زنی باید دارای تهویه مناسب و تجهیزات حفاظت فردی متناسب باشد.

نکته



فعالیت



- مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.
- ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.
  - قطعه را در محل در نظر گرفته شده برای ساچمه زنی قرار دهید.
  - نکات ایمنی و بهداشتی در مورد فضای کارگاهی و ساچمه زنی را در هنگام کار مدنظر داشته باشید.
  - قبل از استارت کمپرسور تمام شیلنگ‌ها، سر شیلنگ و نازل را مورد بررسی قرار دهید.
  - فیلتر و سیستم برق و ارت را بازرسی کنید.
  - نازل را تحت زاویه ۴۵ نسبت به سطح قطعه قرار دهید.
  - استقامت و تعادل خود را برای بازکردن شیر نازل حفظ کنید.
  - نازل را به سمت محل مدنظر نشانه بگیرید.
  - سطح قطعه را مورد پاشش قرار دهید.
  - پس از اتمام کار شیر نازل را ببندید.
  - قطعه را بررسی کنید در صورتی که هنوز قسمتی از قطعه نیاز به ساچمه زنی دارد به فعالیت ادامه دهید.
  - ساچمه پاشیده شده در اطراف را جمع‌آوری و الک کنید.
  - چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

در ایمنی کار ماسه زنی باید نکاتی از قبیل: کنترل گرد و غبار، تأمین هوای سالم در حین کار، حفاظت فردی حین کار و کنترل اثرات زیست محیطی ناشی از فعالیت در حین کار مورد توجه قرار گیرد.

نکات ایمنی

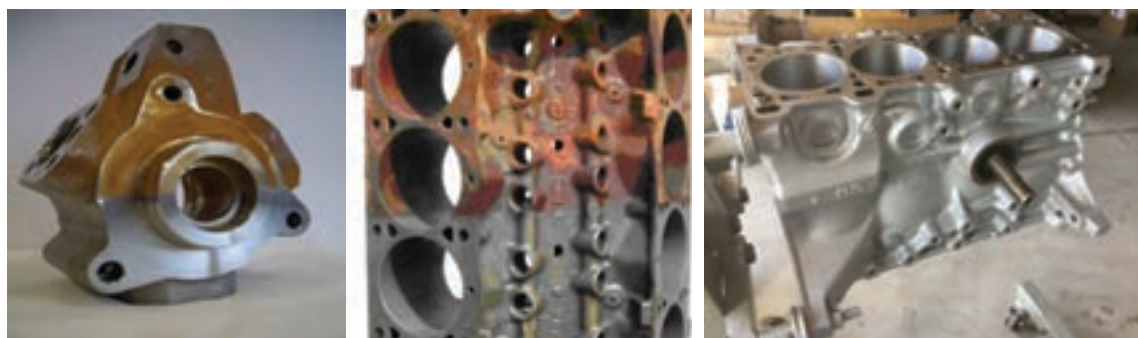


- ۱ از ماسه با حداکثر ۱٪ سیلیکا استفاده شود.
- ۲ سعی شود به جای سیلیکا از مس باره استفاده شود.
- ۳ ماسه زنی باید در محیطی محصور انجام گیرد.
- ۴ محل ماسه زنی، باید توسط علائم ایمنی مشخص شود.
- ۵ قبل از انجام کار باید سیستم اعمال فشار و آمادگی تجهیزات کنترل شود.
- ۶ هنرجو و هنرآموز بایست مجهز به لوازم حفاظت فردی شامل: لباس کار یکسره و چسبان و کلاه ایمنی مناسب باشد.

- ۷ باز کردن سوپاپ اطمینان، مانومتر و سایر تجهیزات ایمنی ظروف مخازن تحت فشار اکیداً ممنوع است.
- ۸ در صورتی که در حین کار نازل از دست خارج شد باید فوراً لوله ارتباط مخزن را قطع کرد.
- ۹ ماسه خروجی را باید به هنگام بازگرداندن به مخزن ماسه دوبار الک کنید.
- ۱۰ اگر به هنگام کار، ماسه درون نازل گیر کند ابتدا دستگاه را متوقف کنید و پس از رفع گیر مجدداً به کار خود ادامه دهید.
- ۱۱ محیط انجام ماسه زنی باید دارای وسایل پزشکی و ایمنی بهداشتی کافی باشد.
- ۱۲ قبل از انجام کار آموزش‌های لازم جهت کار و همچنین بستن مانومتر و شیر مخلوط کن مواد ساینده را به هنرجو داده و یا باز آموزی کنید.
- ۱۳ پس از اتمام کار شیلنگ‌ها را جمع آوری و در محیطی به دور از نور خورشید و مواد خورنده نگهداری کنید.
- ۱۴ در صورت وزش باد در محیط، ماسه زنی را قطع کنید.
- ۱۵ تمام شیلنگ‌ها باید از جنس پلاستیک باشند و دارای سیم ارت جهت جلوگیری از ایجاد الکتریسته ساکن باشند.
- ۱۶ خوردن و آشامیدن در حین کار اکیداً ممنوع می‌باشد.
- ۱۷ بعد از اتمام کار حتماً شست‌وشوی کامل و یا استحمام انجام گیرد.
- ۱۸ پس از پایان کار یک لیوان شیر بنوشید.

## رنگ آمیزی

فلزات و آلیاژها تمایل بالایی برای واکنش با محیط اطراف خود دارند، که این امر سبب خوردگی (Corrosion) قطعه می‌شود. در اثر خوردگی خواص فلزات یا آلیاژها به شدت کاهش می‌یابد؛ در نتیجه عمر کارکرد قطعه کم می‌شود. برای جلوگیری از خوردگی فلزات روش‌های مختلفی وجود دارد، یکی از این روش‌ها ایجاد پوشش مناسب است. رنگ‌ها نوعی پوشش شیمیایی هستند که با تشکیل یک فیلم نازک، پیوسته و یکنواخت بر روی سطح قطعه ایجاد شده و سبب حفاظت سطح و زیبایی آن می‌شوند. به شکل زیر دقت کنید.



شکل ۲۷

همان‌طور که دیده می‌شود یکی از راه‌های جلوگیری از خوردگی و زنگ زدن قطعات رنگ کاری آن است.

رنگ عبارت است از مخلوط مایع دارای رنگدانه که پس از اجرای آن به صورت فیلم نازک، تبدیل به سطح غیرشفافی بر روی سطح قطعه می‌شود. رنگ از سه جزء: پایه اصلی (رنگدانه Pigment)، حلال (Solvent) و مواد افزودنی (Additive) تشکیل می‌شود. رنگدانه‌ها از ذرات بسیار ریز به کار رفته در ساخت رنگ هستند که در یک حامل رزینی (بخش مایع رنگ) معلق هستند. رزین وظایف ایجاد فیلم نفوذ ناپذیر روی سطح، چسبندگی به سطح و مقاومت در مقابل عوامل خورنده دارد. هر چه سطح فلز تمیزتر باشد چسبندگی به طریق شیمیایی و قطبی افزایش می‌یابد و هر چه سطح فولاد زبرتر باشد چسبندگی رزین به طریق مکانیکی افزایش پیدا می‌کند. رنگدانه‌ها وظیفه زیبایی و نوع فام رنگ را دارند و به دو دسته رنگدانه‌های طبیعی و سنتزی تقسیم می‌شوند. هر کدام نیز به رنگ دانه‌های آلی و معدنی تقسیم می‌شوند.

رنگ در مصارف صنعتی به سه دسته تقسیم می‌شود:

**الف) لایه آستری (Primer)؛** اولین لایه ایجاد شده بر روی سطح که پایه و اساس رنگ می‌باشد و تمام لایه‌ها بر روی آن قرار می‌گیرند. در لایه آستری رنگدانه‌هایی که خاصیت ضد خوردگی دارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. رنگدانه روی و رنگدانه سرب در لایه میانی. رنگدانه‌ها به عنوان ماده پرکننده عمل می‌کنند. در تشکیل لایه ضخیم فیلم شرکت کرده و به عنوان تقویت کننده از تشکیل ترک و شکستگی فیلم رنگ جلوگیری می‌کند. آستری باید دارای ویژگی‌های زیر باشد.

■ چسبندگی عالی به سطح قطعه؛

■ مقاومت در برابر عوامل خورنده؛ رنگدانه‌های موجود در رنگ سبب توقف یا به تأخیر انداختن خوردگی در آستری می‌شوند.

■ چسبندگی خوب با لایه میانی؛

■ انعطاف پذیری مناسب.

**ب) لایه میانی (Intermediate)؛** ترکیب شیمیایی لایه میانی از اهمیت بالایی برخوردار است. لایه میانی باید دارای ضخامت فیزیکی، مقاومت شیمیایی، حداقل سرعت تبخیر و انتقال بوده و حداکثر مقاومت در برابر سایش و ضربه را ایجاد کند. لایه میانی باید چسبندگی خوبی به لایه آستری داشته باشد. اگر لایه میانی و آستری با یکدیگر اتصال خوبی نداشته باشند؛ پوشش لایه نهایی خیلی زود از بین می‌رود. از آنجا که لایه میانی همواره دارای نواقصی می‌باشد. لذا باید بر روی آن لایه نهایی اعمال شود. ویژگی‌های عمده لایه میانی شامل:

■ تأمین ضخامت لازم برای کل پوشش؛

■ مقاومت بسیار زیاد در برابر خوردگی و مواد شیمیایی؛

■ مقاومت زیاد در برابر ورود رطوبت و بخار؛

■ ایجاد مقاومت الکتریکی؛

■ چسبندگی بسیار قوی به آستری و لایه نهایی؛

**ج) لایه نهایی (Finish Coat)؛** مهم‌ترین ویژگی‌های لایه نهایی شامل:

■ فراهم کردن یک لایه مقاوم مکانیکی و شیمیایی بر روی کل قطعه؛

■ تشکیل سد مقاوم در برابر عوامل زیرین و بیرونی (محیطی)؛

■ ایجاد یک سطح سخت و غیر قابل فرسایش بر روی سطح قطعه؛

■ ایجاد جلوه زیبایی از قطعه؛

لایه نهایی که بر روی لایه میانی اعمال می‌شود؛ در خلل و فرج لایه میانی نفوذ می‌کند، و به عنوان خط مقدم

جلوگیری در برابر عوامل محیطی و خوردنده محسوب می‌شود. البته باید یادآور شد که در قطعاتی که در صنایع نفت و گاز به کار می‌روند عمدتاً تنها از یک لایه برای رنگ‌آمیزی استفاده می‌شود. هدف از افزودن تینر در هنگام رنگ‌آمیزی تنظیم گرانروی و هم‌ترازی و خشک کردن رنگ است.

**انتخاب رنگ:**

انتخاب یک رنگ مناسب به پارامترهای بسیار زیادی بستگی دارد. در واقع مهم‌ترین مرحله تصمیم‌گیری در فرایند رنگ‌آمیزی است. در انتخاب رنگ باید به عوامل خوردنده اتمسفری، چگونگی آماده‌سازی سطح و روش اعمال رنگ نیز دقت کرد. در انتخاب یک رنگ باید در نظر داشت هدف از اعمال رنگ چیست؟ آیا هدف مقاومت در برابر خوردگی است یا جنبه تزئینی دارد؟ یا رنگ‌آمیزی به منظور تعمیر قطعه انجام گرفته است. مهم‌ترین مرحله در انتخاب یک رنگ مناسب، بررسی شرایط محیطی و رنگ و عوامل تأثیرگذار بر روی آن است. نکته دیگری که در انتخاب رنگ باید در نظر داشت جنبه اقتصادی آن است.

برای اعمال رنگ روی سطح قطعه (رنگ‌آمیزی) باید به نکاتی مانند: آماده‌سازی قبل از رنگ، تعیین نوع رنگ و نحوه اعمال آن توجه داشت.

نکته



**حلال‌ها و انواع آن:** حلال‌ها مایعات فراری هستند که برای حل کردن رزین به رنگ افزوده می‌شوند. این مایعات می‌توانند نقش اصلاح و تعدیل‌کننده رنگ را نیز داشته باشند. مهم‌ترین خواص حلال‌ها عبارت‌اند از: قدرت انحلال رزین، میزان تبخیر، نقطه جوش، قابلیت اشتعال و سمی بودن. حلال‌ها بر اساس قدرت تبخیر به سه دسته تقسیم می‌شوند: حلال‌ها با قدرت تبخیر پایین، متوسط و بالا.

**افزودنی‌ها:** افزودنی‌ها با اهداف مشخص به رنگ اضافه می‌شوند و شامل: خشک‌کن‌ها (جهت افزایش سرعت پلیمریزاسیون)، ضد پوسته (فنل‌ها)، مواد ضد رسوب، مواد هم‌تراز کننده سطح فیلم رنگ (جهت از بین بردن اثرات قلم مو روی سطح)، مواد بازدارنده خوردگی، مواد مقاوم‌کننده فیلم رنگ در مقابل رطوبت و مواد نرم‌کننده (به منظور انعطاف دادن به فیلم رنگ) می‌باشند.

در مورد مکانیزم‌های بازدارندگی از خوردگی در رنگ برای حفاظت از سطح قطعه تحقیق کنید، نتایج را در کلاس ارائه دهید.

فعالیت



## مراحل رنگ‌کاری

برای افزایش چسبندگی رنگ به قطعه کار و ایجاد یک پوشش مناسب و یکنواخت بر روی سطح قطعه لازم است، پس از ساخت قطعه و قبل از رنگ‌آمیزی سطح قطعه را آماده کرد. مراحل آماده‌سازی شامل: چربی زدایی، زنگ‌زدایی و فسفات‌کاری است؛ سپس اقدام به ایجاد لایه آستر بر روی سطح قطعه و زیرسازی مناسبی انجام می‌گیرد.

**چربی زدایی:** به منظور از بین بردن روغن، چربی، گریس؛ غبار و... از روی سطح قطعه که مانع از نفوذ آب روی سطح قطعه می‌شوند. این روش به سه طریق انجام می‌گیرد:

(الف) از طریق شست‌وشو با محلول‌های خنثی مانند پرکالراتیلن، تری کلراتیلن، استون، نفت، بنزین و... .

(ب) شست‌وشو با محلول‌های قلیایی گرم مانند: هیدروکسید سدیم، کربنات سدیم و سایر پاک‌کننده‌های سنتز شده.

(ج) به صورت الکتریکی، آندی، کاتدی، روش التراسونیک (ultrasonic) و... .



پس از پایان چربی زدایی باید کیفیت آن مورد بررسی قرار گیرد. تأیید و کیفیت آن به عواملی مانند: شکل هندسی قطعه، نوع چربی و آلودگی، حدود موردنیاز تمیزی، نوع چربی گیر مصرفی، درجه حرارت و غلظت محلول چربی گیر، روش چربی گیری. پس از چربی زدایی باید قطعه را با آب داغ شست و شو داد.

**زنگ زدایی:** چنانچه به هردلیلی قطعات در اثر نگهداری در انبار یا رطوبت کارگاه قطعه ریختگی دچار زنگ زدگی شود لازم است قبل از رنگ آمیزی زنگ از روی قطعه جدا شود. برای زنگ زدایی از روش هایی مانند: زنگ زدایی با برس سیمی، زنگ زدایی با سنباده، زنگ زدایی با سندبلاست مرطوب و خشک استفاده می شود.

**فسفاتنه کردن:** به منظور افزایش چسبندگی رنگ، جلوگیری از زنگ زدن فلز، عملیات فسفاتنه کردن روی سطح قطعه انجام می گیرد. در این مرحله با اعمال ترکیبات اسید فسفریک و اسید نیتریک سطح قطعه را ناهموار کرده تا شرایط برای رشد کریستال ها در نتیجه افزایش چسبندگی آماده شود. فسفاتنه کردن با ترکیبات مختلفی مانند: فسفات آهن و فسفات روی انجام می گیرد. فسفات آهن چسبندگی بیشتری برای رنگ ایجاد می کند و در اثر رنگ پریدگی مانع زنگ زدن قطعه می شود. فسفاتنه کردن روی دارای کیفیت سطح بهتری می باشد. فسفاتنه کردن به دو روش پاششی و غوطه وری انجام می گیرد. جدول زیر ویژگی های هر یک از دو روش فسفاتنه کردن را نشان می دهد.

روش غوطه وری		روش پاششی	
معایب	مزایا	معایب	مزایا
پوشش ضخیم تر	سرمایه گذاری سنگینی نیاز ندارد	سرمایه گذاری زیاد برای خرید تجهیزات اولیه هزینه زیاد تأمین انرژی اشغال فضای زیاد	مناسب برای ظرفیت بالای تولید
راندمان پایین	هزینه تأمین و نگهداری پایین		یکنواختی عالی
زمان بر است	فضای بسیار کمی اشغال می کند		کیفیت فسفاتنه کاری بالا
	مناسب برای هرگونه ظرفیت		زمان کم برای فسفاتنه کاری
	امکان فسفاتنه کردن قطعات بسیار کوچک		راندمان بالا

## روش های رنگ آمیزی

### روش های رنگ آمیزی

فیلم



برای رنگ آمیزی باید از یک روش مناسب استفاده کرد تا رنگ از عمر طولانی برخوردار باشد. برای رنگ آمیزی معمولاً رنگ در چند لایه اعمال می شود که بستگی به شرایط محیطی و کاری قطعه دارد. به طور مثال در شرایط آب و هوایی خنک حداکثر دو لایه و در شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب تا سه لایه رنگ کاری انجام می گیرد. در انتخاب رنگ باید به مواردی مانند: نوع رنگ و ضخامت پوشش دقت کرد. اکثر رنگ های صنعتی با توجه به نوع حلال و سخت کننده دما و زمان مشخصی برای خشک کردن نیاز دارند تا فعل و انفعالات شیمیایی خود را کامل کنند. برای اعمال رنگ بر روی سطح قطعه روش های متداولی وجود دارد:

■ با استفاده از قلم مو،

■ روش غوطه‌وری،

■ پیستوله بادی،

با توجه به این نکته که وظیفه رنگ حفاظت و زیبایی دادن به سطح است، بعضاً یک مرحله رنگ آمیزی به خصوص برای حفظ سطح از عوامل جوی و مکانیکی کفایت نمی‌کند و لازم است چند مرحله پیاپی رنگ آمیزی صورت گیرد تا کیفیت مطلوب حاصل شود. تعداد این مراحل بستگی به موارد زیر دارد. نوع و جنس سطح رنگ آمیزی شونده، نوع رنگ، مقاومت رنگ.

**رنگ آمیزی با قلم مو:** یکی از قدیمی‌ترین شیوه‌های رنگ آمیزی رنگ آمیزی توسط قلم مو است. کیفیت قلم موها عموماً به نوع مو یا الیاف به کار رفته در آن بستگی دارد و از این لحاظ به دو دسته کلی زیر تقسیم می‌شوند. قلم موهای مرغوب و عالی ساخته شده از موهای طبیعی حیوانات نظیر اسبی، خوک و غیره و قلم موهای معمولی ساخته شده از الیاف مصنوعی به تنهایی و یا به همراه موهای طبیعی حیوانات. قلم موها بر اساس شکل دارای انواع مختلفی هستند؛ مانند: قلم موی گریزی، گرد، قلم موی کپسولی، قلم موی تخت یا پهن و ... .

**رنگ آمیزی با غلتک:** برای انجام سریع‌تر و همچنین یکنواختی بهتر از غلتک یا رولرهای مخصوص جهت رنگ آمیزی استفاده می‌نمایند. غلتک معمولاً برای رنگ آمیزی سطوح بزرگ به کار می‌رود. یکی دیگر از مزیت‌های غلتک امکان ایجاد طرح‌های متنوع در سطح رنگ شونده است. یکی از شرایط لازم برای مطلوب بودن رنگ آمیزی، غلظت مناسب رنگ است. و باید توجه داشت غلظت رنگی که با غلتک رنگ آمیزی می‌شود اندکی غلیظتر از رنگی باشد که توسط قلم رنگ آمیزی می‌شود. بدین ترتیب هم رنگ از غلتک چکه نمی‌کند و هم به علت غلظت قدرت پوشش آن بالا می‌رود.

**رنگ آمیزی توسط افشانه (پیستوله):** این سیستم در بسیاری از کارگاه‌ها و کارخانجات بزرگ و کوچک متداول است. رنگ آمیزی به این روش مقرون به صرفه‌تر بوده و برای مواردی که تعداد قطعات یا سطح رنگ آمیزی شونده زیاد است، انجام می‌شود. در این سیستم رنگ آماده شده در مخزن تحت فشار، ریخته شده و در این مخزن کاملاً مسدود می‌شود به نحوی که هیچ منفذ خروجی نداشته باشد. سپس در اثر فشار هوا رنگ از طریق افشانه به سطح مورد نظر پاشیده می‌شود.

نکته



در حمل و نقل قطعات رنگ شده، برای جابه‌جایی، بارگیری و تخلیه قطعات رنگ شده باید از سیم بکسل‌های بافته شده غیرآلی استفاده شود؛ قطعات رنگ شده باید در هر شرایطی روی قطعات چوبی گذاشته شود.

فعالیت



مراحل زیر را تحت نظر هنرآموز و استادکار محترم انجام دهید.

■ ابتدا لباس کار پوشیده و به وسایل ایمنی و حفاظت فردی مجهز شوید.

■ سطح مقطع قطعه را بررسی کنید، در صورت وجود هرگونه عیب سطحی، حفره، تخلخل و...، ابتدا نسبت به برطرف کردن عیب اقدام کنید.

■ با استفاده از الکل یا تینر اقدام به چربی‌زدایی سطح شود.

■ سپس با استفاده از ترکیب تری کاتونیک و یا دی کاتونیک به روش غوطه‌وری یا پاششی سطح را فسفاته می‌کنند.

- رنگ لایه آستری را ابتدا با استفاده از حلال مناسب در حد مطلوب رقیق کنید.
- با استفاده از بومه سنج غلظت رنگ را بررسی کنید.
- برای اطمینان از غلظت رنگ قلم مو را درون رنگ فرو برده و به روش تجربی غلظت آن را کنترل کنید.
- لایه آستری را بر روی سطح قطعه با استفاده از قلم مو اعمال کنید.
- پس از خشک شدن رنگ لایه دوم (لایه میانی) را اعمال کنید.
- پس از خشک شدن رنگ لایه میانی، لایه رویه را اعمال کنید.
- پس از خشک شدن کامل رنگ، کیفیت سطح نهایی کنترل شود.
- در صورت نیاز به تعمیر باید سطح رنگ تعمیر شود.
- برای تعمیر باید ابتدا محل بروز عیب را سنباده کاری کرد، سپس با استفاده از رنگ آستری محل بروز عیب را لکه گیری و پس از خشک شدن مجدداً رنگ لایه میانی و نهایتاً رنگ رویه اعمال شود.
- چنانچه قطعه عیوب سطحی قابل جبرانی دارد برای تعمیر و ترمیم و انتخاب روش مناسب کنار گذاشته شود و چنانچه قابل تعمیر نیست به قسمت شارژ و برگشتی منتقل شود.

#### نکته ایمنی



#### نکات ایمنی در هنگام رنگ کاری

- ۱ قبل از رنگ کاری دست‌ها را با کرم‌های مخصوص چرب کنید تا دست‌ها کمتر رنگی بشوند.
- ۲ پس از اتمام کار بقایای رنگ را از روی برس، قلم مو و پیستوله پاک کنید. لذا لازم است با استفاده از حلال مناسب آن را حذف کرد و نهایتاً خشک کرد.
- ۳ در هنگام کار از ماسک، عینک و لباس کار استفاده شود.
- ۴ در پایان دست‌ها را با آب صابون شسته و کاملاً خشک کنید.
- ۵ تبخیر تینر همراه رنگ، باعث خواب آلودگی افراد می‌شود.
- ۶ روشن کردن آتش و جوش کاری در محل اجرای رنگ ممنوع است.
- ۷ در هنگام رنگ آمیزی سیستم تهویه و هواکش موجود در کارگاه روشن شود.

## ارزشیابی هنر جو در فصل چهارم: تکمیل کاری قطعه ریختگی

**نقشه کار: تکمیل کاری قطعه ریختگی**

مدل فلزی قطعه مقابل را به روش CO<sub>2</sub> قالب گیری کرده و پس از مذاب ریزی آلومینیم و خارج کردن از قالب، سیستم راهگامی و تغذیه را جدا کرده و تکمیل کاری آن را انجام دهید.

**شاخص عملکرد:** آماده سازی سطح، کیفیت ظاهری قطعه

**شرایط انجام کار:** انجام کار در کارگاه تکمیل کاری با روشنایی مناسب

**مواد مصرفی:** رنگ- سنگ برش و ساب- ساچمه فولادی- ماسه سایشی- سنباده

**ابزار و تجهیزات:** دستگاه شات بلاست- سند بلاست- سنگ فرز- ابزار پاشش رنگ- فرچه سیمی- قلم- چکش

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنر جو
۱	تمیز کاری اولیه	۱	
۲	عملیات بلاست	۲	
۳	پلیسه گیری	۲	
۴	رنگ کاری	۱	
	<p><b>شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:</b></p> <p>۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار</p> <p>۲- استفاده از لباس کار، کفش ایمنی، کلاه ایمنی، دستکش نسوز، عینک و ...</p> <p>۳- تمیز کردن محیط کارگاه و تفکیک ضایعات ناشی از سنگ کاری و باقیمانده رنگ از سایر زباله ها</p> <p>۴- رعایت دقت و نظم</p>		۲
میانگین نمرات *			

\* حداقل میانگین نمرات هنر جو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.