

## پیش آزمون

۱. برای شکل دادن یک قطعه‌ای فلزی، ریخته‌گری تنها روش نیست.

درست  نادرست

۲. اولین گام برای قوس و خم کاری قطعه فلزی، ..... است.

الف) انتخاب ابزار ضربه (چکش) متناسب با جنس قطعه کار

ب) انتخاب شابلون و وسیله بازرسی میزان صحت قوس یا خم کاری

ج) استفاده از ضربات مستمر و پیوسته

د) انتخاب قالب مناسب یا خواسته

۳. استفاده از فشار دست برای خم کاری ورق‌ها .....  
الف) ممنوع است

ب) (ورق‌ها)ی نازک با رعایت ایمنی مجاز است

ج) تنها در صورتی که با یک ضربه، خم کاری انجام شود مجاز است.

د) ب و ج

۴. کدام گزینه در نوردکاری استفاده نمی‌شود؟

الف) استفاده از چکش‌ها پس از نورد

ب) استفاده از حرارت برای نورد

ج) استفاده از خنک‌کننده‌ها (هوا یا آب)، گاهی پس از نورد

د) استفاده از غلتک‌های طرح‌دار در برخی موارد

۵. روش تولید پروفیل‌های صنعتی مانند آهن H کدام است؟

الف) جوش کاری  ریخته‌گری

ج) نورد (فرم‌دهی)  هیچ‌کدام

۶. به هنگام انجام خم کاری، فرایند باید حتماً به صورتی انجام شود، که خط خَم مشخصی ایجاد نشود.

درست  نادرست

## ۱-۵ مفهوم شکل دهی<sup>۱</sup> و آهنگری<sup>۲</sup> (فرم دهی<sup>۳</sup>)

این در حالی است که بسیاری از هزاران قطعه ریز و درشت اطراف شما در زندگی روزمره، اشکال پیچیده اما وظایف ساده و متنوعی دارند. بنابراین استفاده از ابزارهای برش برای ساخت آنها به دلیل افزایش زمان تولید، فرسایش ابزار و دورریز شدن اضافات به هیچ وجه مقرون به صرفه (اقتصادی) نیست.



□ ده نوع از بست‌های متنوع لوله و شیلنگ و مجاری را انتخاب، ترسیم و طرح و شکل خم‌های آنها را ارائه دهید.

علاوه بر مزیت اصلی استفاده از روش شکل دهی نسبت به روش برش کاری که مقرون به صرفه بودن در کار با فلزات گرانبها و توانایی تولید قطعات پیچیده

□ ایده بریدن قسمت‌های مورد نیاز از مواد اولیه وارد شده به کارگاه و سپس بریدن قسمت‌های اضافی تا رسیدن به شکل مورد نظر چه محدودیت‌هایی دارد؟

حتی اگر شکل کالا (محصول کارگاه فلزکاری)، پیچیده نبوده و برای ساخت آن تنها به وسایل برش نیاز باشد، از بین رفتن (پرت) بخشی از مواد اولیه (نیم‌ساخته) به‌عنوان بُراده و دورریز و نیز کندشدن تدریجی ابزار برش ما را وادار به ایده‌پردازی برای یافتن روش‌های دیگر ساخت می‌کند.



□ با توجه به تصویر فوق، برداشت خود را از نحوه عمل قالب برش لوله (حدیده برش) بنویسید.

.....  
.....  
.....

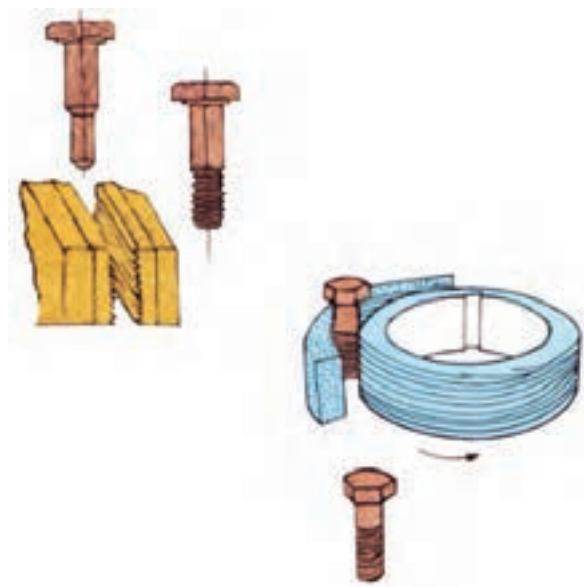
1. Shaping
2. Forging
3. Forming

ابزارهای کارگاهی به دلیل اشکال پیچیده و قابلیت‌ها و سختی مورد نیاز برای دوام بالا تماماً با روش‌های مختلف شکل‌دهی (سرد یا گرم) ساخته می‌شوند. □ با تحقیقات از ابزارسازهای مهم داخلی در مورد روش ساخت یک ابزار، گزارش مصور (تصویری) تهیه کرده و ارائه دهید.



هدف از بیان مطالب فوق در این کتاب و در کارگاه فلزکاری سبک (آموزشی)، تنها یادآوری مزایای روش‌های شکل‌دهی (بدون براده‌برداری) قطعات کار است تا به خاطر داشته باشید که پرس یا خم‌کاری (شکل‌دهی) تنها بخشی از فرایند ساخت یا پروژه تولید یک قطعه خاص مانند پروژه فلزکاری شما نیستند، بلکه این روش‌ها می‌تواند رقیب جدی نقشه‌کلی و اجرایی شما در طراحی یک

اما ارزان قیمت است، گاهی شرایط فیزیکی و حتی شیمیایی قسمت‌هایی از محصول با وجود شباهت جنس (مثلاً تماماً فولاد) یکسان نیست. یعنی با توجه به وظیفه محصول، ساختار مولکولی قسمت‌های مختلف کالا باید قدری با هم متفاوت باشند تا ویژگی‌های خاصی در آنها ایجاد شود. این قابلیت نیز تنها توسط روش‌های شکل‌دهی قابل ایجاد است. در تصاویر فوق ملاحظه می‌کنید که علاوه بر دورریز نشدن مقدار زیادی براده در تولید پیچ به روش آهنگری، قسمت گل‌پیچ (قابلمه پیچ) که نیاز به استحکام ویژه‌ای دارد، دچار فشردگی مولکول‌ها شده است.



مسیر برای ساخت یک قطعه باشند.

□ در مورد ساخت برخی از قطعات ساده اطراف خود که ریخته‌گری شده‌اند (مانند شیر آب) تحقیق کنید و آن را در کلاس ارائه دهید.

## ۲-۵ آهنگری دستی

□ از واژه آهنگری چه برداشتی دارید و نام چه ابزارهایی را به ذهن شما می‌آورد؟

.....

.....

.....



مهم‌ترین بخش از روش‌های شکل‌دهی بدون بُراده قطعات، بخش «ریخته‌گری»<sup>۱</sup> است که در واقع به دلیل قابلیت این شاخه از صنعت در ساخت انواع قطعات ساده و پیچیده، سبک و سنگین و با خواص متفاوت در قسمت‌های گوناگون قطعه، به آشیزخانه صنعت معروف است. اما از آنجا که ریخته‌گری با مذاب فلزات سروکار دارد و ما در کارگاه فلزکاری قصد ذوب کردن مواد اولیه را نداریم (شکل‌دهی در کارگاه فلزکاری اغلب سرد انجام می‌شود). کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه صنعتی را به هنرجو وامی‌گذاریم.



□ چرا در شهرهای بزرگ، مجوز راه‌اندازی کارگاه‌های ریخته‌گری در فاصله کمتر از ۱۰km تا شهر صادر نمی‌شود؟

اگر ریخته‌گری را از مجموعه فلزکاری و کارگاه آن جدا کنیم، آن وقت می‌توان تمام روش‌های تولید

1. Casting



چنانچه برای شکل دهی به قطعه کار به دلیل ضخامت کم آن یا تعداد محدود، از ابزارهای دستی مانند چکش، انبردست، آچار شلاقی و تکیه گاه هایی مانند سندان یا قالب های فرم دهی دست ساز استفاده کنیم، در واقع آهنگری دستی انجام داده ایم. این مسئله تا هنگامی که جای نیروی دست و اهرم بندی های مکانیکی را روغن های هیدرولیک و فرمان دهی الکترونیک نگیرند صادق است.



□ آیا می توانید انواع مولدهای قدرت در صنعت را نام ببرید؟ در مورد قدرت های غیر مکانیکی، مانند قدرت هیدرولیک، پنوماتیک (بادی) و ... تحقیق کنید. ماهیچه های دست شما مکانیکی، روغنی، بادی، برقی یا اسید و بازی هستند؟

## ۱-۲-۵ آهنگری قوس ها با دست (فرورژه و رول کاری)<sup>۱</sup>

در صنعت چنانکه پیشتر نیز گفته شده دو نوع منحنی وجود دارد. منحنی هایی که مرکز مشخصی ندارند و تنها به ملاحظه زیبایی، کاهش خطر در کار (افزایش ایمنی) و یا ساده تر کردن کارایی کالا، ایجاد می شوند و به قوس یا منحنی غیر مهندسی (غیر ریاضی) معروفند و منحنی ها یا

### 1. Rolling

را به دو گروه اصلی فرم دهی یا آهنگری و براده برداری یا تراش کاری تقسیم بندی کرد. هرچند این دو گروه با زیرشاخه های خود در صنعت به ده ها نام دیگر شناخته می شوند اما اساس کار در همه زیرشاخه ها ایجاد فرمی خاص در قطعه کار با استفاده از تکنیک آهنگری<sup>۱</sup> (کشیدن یا فشردن، سرد یا گرم) و یا تراش کاری<sup>۲</sup> (جدا کردن براده حتی به صورت پودر یا مذاب و بخار) خواهد بود.

آهنگری شاخه ورق کاری را نیز شامل می شود چرا که مواد اولیه ورودی به کارگاه فلزکاری ممکن است به صورت تیر آهن، شمش، پلیت، مفتول، لوله و یا ورق باشند. همچنین اگرچه با شنیدن عنوان آهنگری بلافاصله نام کوره، شعله و حرارت دَمشی به ذهن می آید، اما کلیه فعالیت های تولید قوس های مرکزدار (مهندسی) و آزاد یا بی مرکز (غیر مهندسی) و کُنج ها و زوایا بر روی ورق و پروفیل ها در این عنوان می گنجد.

□ نقشه اجرایی برای ساخت یک چاقو را بنویسید.

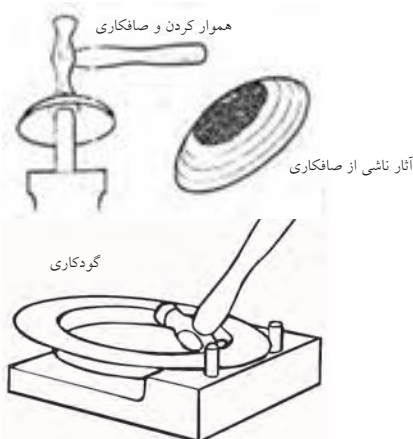
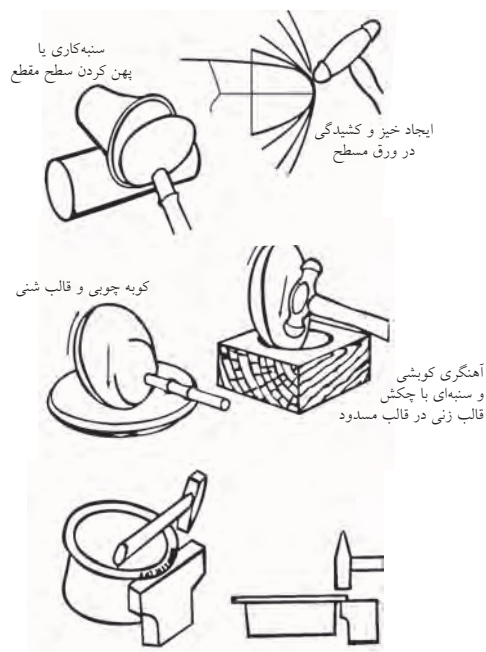


به نظر شما برای شکل دادن به تیغه ها از آهنگری سرد استفاده می شود یا گرم؟

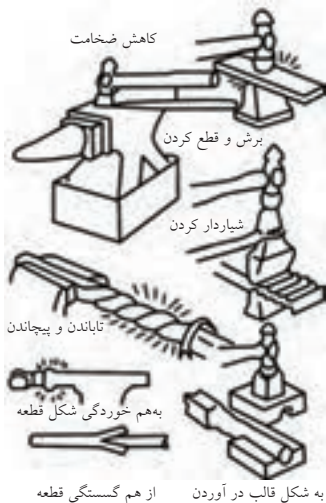
1. Forming: Forging, Mixing, Coating, Bonding,...

2. Separating: Turring, Shearing, Millinig, Sawing, filling,...

برای بازرسی قوس در حال ساخت در اختیار بگیرید.



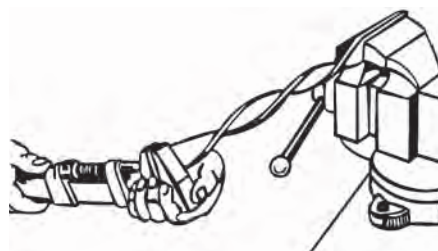
با گودکاری اشیایی لبه‌دار مثل سینی‌ها و بشقاب‌ها را می‌سازند



به هم خوردگی شکل قطعه از هم گسستگی قطعه به شکل قالب در آوردن

قوس‌هایی که به دلیل رعایت استانداردهای طراحی و با مرکز مشخص (حتی در دور از دسترس) و شعاع معلوم، در نقشه قطعه آورده و اجرا می‌گردند.

نوع اول را به‌طور عموم اجرای فرفورژه و دومی را که معمولاً با غلتک انجام می‌شود رول‌کاری (نورد قوس) می‌نامند.



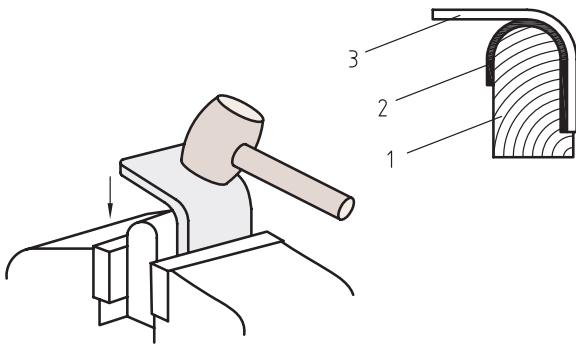
□ در تصویر دو چرخه تزئینی، چند منحنی مهندسی و چند فرفورژه ملاحظه می‌کنید؟



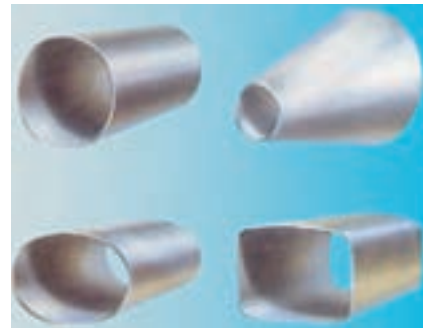
چنانکه در تصاویر مشاهده می‌شود، برای اجرای یک طرح فرفورژه یا قوس غیر فنی، داشتن چکش نرم (برحسب جنس و ظرافت آن) یا فلزی (جهت صاف‌کاری قوس) و یا چکش‌های خاص (ابزار صاف‌کاری) و گیره رومیزی به همراه حداکثر یک قالب فرم قوس که از قبل آماده و در جایی نزدیک گیره ثابت شده است کفایت می‌کند. همانند حرفه صاف‌کاری و در استفاده از ابزارهایی خاص به‌هنگام آهنگری دستی قوس‌ها (مانند سندان دستی صاف‌کاری)، یا باید از روی شکست نور از روی سطح و مشاهده آن درستی کار خود را ارزیابی کنید و یا آنکه شابلون‌هایی را

□ با انتخاب یک قالب قوس و یک ایده گروهی هماهنگ، فرّ فلزی خاصی را طراحی و بسازید.

آنها را برای ساخت فرهای فلزی به کار می گیرند.



استفاده از قالب فرم و تلاش برای انطباق کامل قطعه با آن وقتی اهمیت ویژه‌ای پیدا می کند که حجم کار فرفورژه بسیار بالا و طاقت فرسا و یا قیمت مواد اولیه مانند حرفه زرگری بسیار زیاد باشد. در حرفه درودگری (نجاری) نیز ایجاد قوس به دلیل نقش زیادی که در زیبایی محیطی زندگی افراد دارند، ظرافت ویژه‌ای را می طلبد.



تصویر زیر، قالب دست‌سازی را برای آهنگری فرها و ایجاد قوس نشان می دهد. در صورتی که قوس فلزی از ماده اولیه مفتولی باشد، می توان از یک میله راهنمایی برای ایجاد فر و یا حتی فنی کردن آن مفتول (مطابق تصویر) استفاده کرد.



□ در مورد قالب فرم در سه حرفه آهنگری، زرگری و درودگری تحقیقات گروهی مصور انجام و آنها را در کلاس به یکدیگر ارائه دهید.

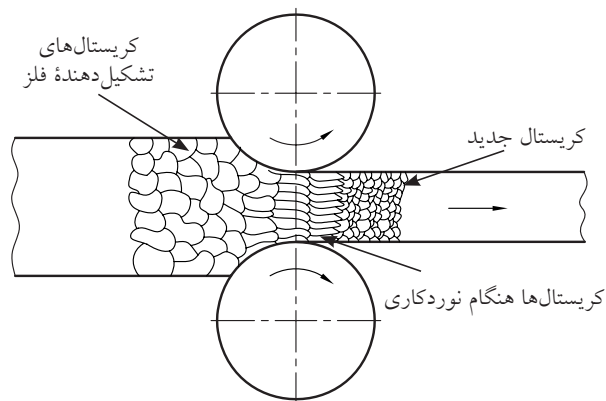
علاقه و پی گیری صنعتگران فلزکار برای طراحی قالب های فرم دهی تسمه ها، مفتول ها و ورق های فلزی، به ساخت «گیره فرم» هایی منجر شده است



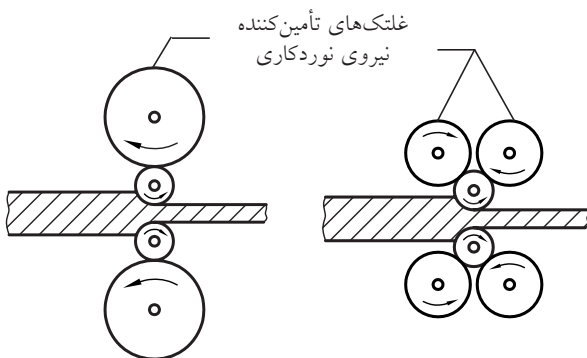
قالب فرم را در کارهای سبک از جنس چوب های بادوام مانند چوب گردو و راش می سازند و سپس با محکم کردن آن روی میز با استفاده از گیره یا پیچ و مهره،

این ایده در واقع از آنجا شروع شد که برای قوس‌دهی به ورق‌های بسیار نازک از میله‌ها، محورها و شفت‌های گرد استفاده کردند.

پیش از این، در صنعت از روی هم لغزیدن غلتک‌ها، که باعث مخالف چرخیدن آنها و در نتیجه ایجاد حالت مکش می‌شد، برای دربرگرفتن و له کردن صفحات ضخیم ورق‌های فولادی استفاده می‌گردید.



چنانکه در تصویر ملاحظه می‌شود این عمل که آن را «نورد» می‌نامند به کمک چهار، شش و یا تعداد دیگری از غلتک‌های حامی حرکت انجام می‌گردد.

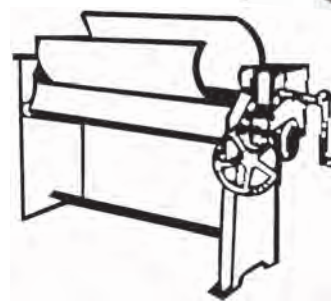
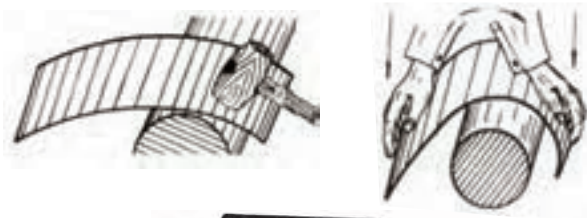


حال اگر با تغییر موقعیت غلتک‌ها، ترتیبی دهیم که به جای کاهش ضخامت ورق‌ها، بتوان با درگیری نیروهای زیر و بالای ورق قوسی را در آن ایجاد کرد، فرایند را «رولکاری» یا «غلتک‌زنی» می‌نامند. البته هنوز هم در

که در تصاویر زیر نمونه‌هایی از آنها را مشاهده می‌کنید.



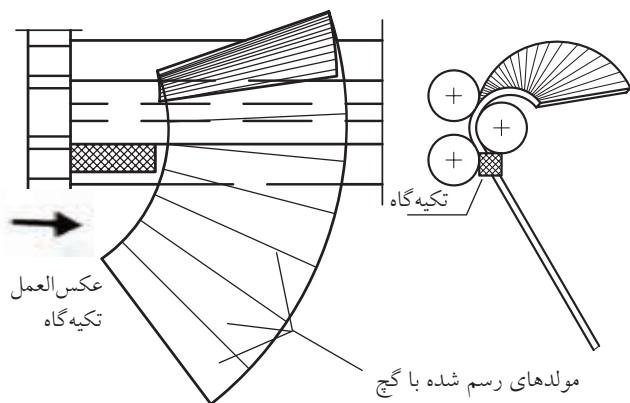
چنانچه فرم مورد نظر یک منحنی مرکزدار باشد، می‌توان «گیره فرم» را با کمک فک‌های غلتکی و به گونه‌ای ساخت که در جریان عبور قطعه در میان غلتک‌های در گردش و در اثر فشار، فرم مورد نظر در قطعه به روش «رولکاری» ایجاد شود.





□ با توجه به تصویر، مراحل کار بر روی ورق ضخیم با دستگاه رولکاری را بنویسید.

هنگامی که یک خودرو در حال طی کردن مسیری منحنی است، چرخ داخل قوس سرعت کمتر و چرخ بیرونی سرعت بیشتری خواهد داشت که وظیفه متعادل کردن این دو و ایجاد این تفاوت، به عهده تنظیم‌کننده (دیفرانسیل) خواهد بود. حال اگر بخواهیم مخروطی از ورق مانند تصویر را با کمک غلتک‌های رولکاری بسازیم، باید ترتیبی داد که طرف کوچک‌تر مخروط دیرتر و طرف بزرگ‌تر (قاعده مخروط)، سریع‌تر از زیر غلتک‌ها گذر کنند. برای این منظور از لقمه‌های فلزی (نیشی یا هر چیز دیگر) به عنوان تکیه‌گاه سمت کوچک استفاده می‌کنیم تا در مقابله با آن نیروی عکس‌العمل، سمت بزرگ مخروط را با سرعت بیشتری از زیر غلتک‌ها عبور دهد.

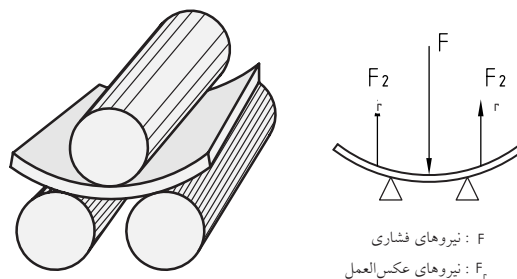


در نورد سبک، نیروی رانش قطعه به داخل دستگاه توسط مکانیسمین تأمین می‌شود که به آن «تغذیه» با دست می‌گویند.

□ تدارک شرایط غلتک‌های دستگاه نورد به چه اطلاعاتی نیازمند است؟

با گرفتن ایده از عملیات نورد می‌توان فک‌های چرخان

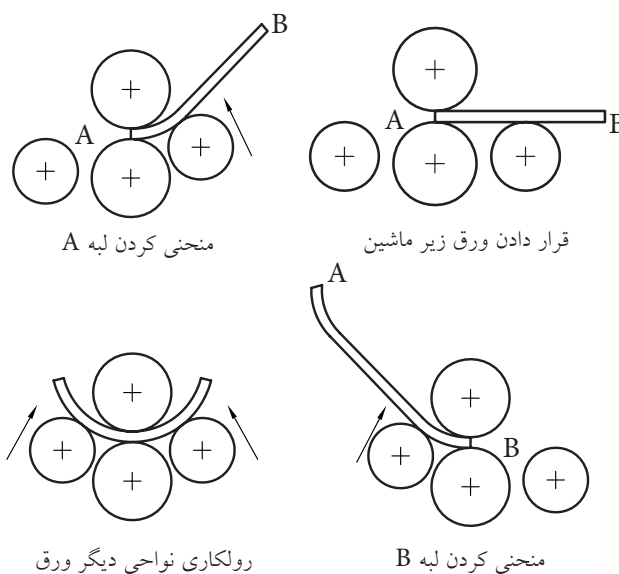
صنعت، اسامی فعالیت‌ها گاهی مشترک است و واژه «نورد» برای قوس‌دهی نیز استفاده می‌شود.



چنانچه مایل به ایجاد کنگره یا طرح دیگری در ورق باشیم، می‌توان سفارش ساخت غلتک‌های فرم‌داری را برای دستگاه رولکاری داد. این نوع رولکاری را «رُخ‌زنی» می‌نامند.

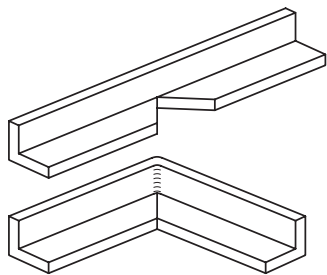


چنانکه در تصویر مشاهده می‌کنید، برای قوس‌دهی به ورق با کمک غلتک‌ها، باید مراحل را با توجه به ضخامت ورق در نظر گرفت.



## 1. Feeding

«ورق کاری» یا «صنایع فلزی» و به صورت جدا از حرفه مذکور در صنعت مطرح شده است.



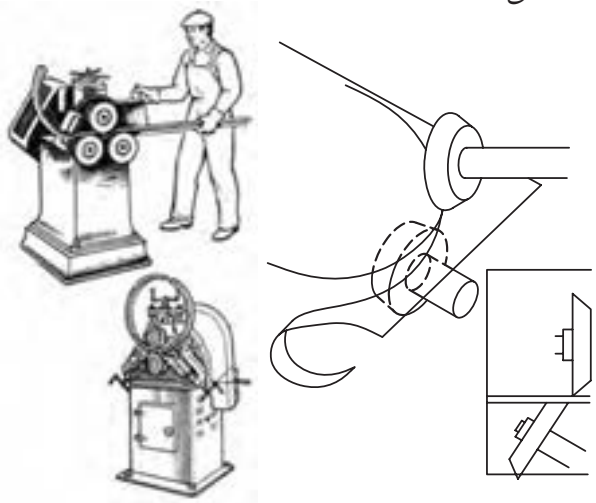
با رعایت کامل ایمنی و استفاده از دستکش ضخیم، خم کاری ورق های نازک را می توان با فشار دست آغاز کرد. در این صورت از مناسب بودن تکیه گاه ورق پس از خم شدن و مستقیم بودن «خط خم» اطمینان حاصل کنید.



تصاویر زیر، ایده های خوبی در استفاده از گیره و ابزارهای مناسب برای خم کاری زاویه قائمه تسمه های فولادی را نشان می دهد. در صورتی که به جای تسمه با قطعه ای ورق برای خمش روبه رو باشید، بهتر است که با تدبیر مناسب سطح تماس فک های گیره را افزایش دهید. برای کاهش اثر ضربات چکش بر قطعه می توان از یک تکه چوب به عنوان واسطه استفاده کرد (تصویر را ببینید).



را برای برش و یا خال جوش زنی ممتد (درز جوش) استفاده کرد. در تصویر، تیغه های مخروطی قیچی های گردبرد را که نسبت به هم مایل قرار می گیرند و می توانند ورق های تا 4mm را بدون تغییر فرم سطحی برش بزنند نشان می دهد.



## ۲-۲-۵ آهنگری کُنچ ها (خم کاری و سازه)

ایجاد زاویه در قطعه کار به روش آهنگری و برای تکمیل پروژه ساخت، به مراتب دشوارتر از فرم دهی قوس ها و منحنی هاست. زیرا این بار به جای زیبایی، ایمنی و ساده تر کردن کاربری، الزامات طراحی و کار محصول پایانی، ما را در مسیر ساخت دقیق کالا تحت فشار می گذارد. مثلاً برای ساخت یک کُنچ گونیا ( $90^\circ$ ) در یک قطعه، مجرا (کانال) و پیکره فلزی (سازه) راهی جز محاسبه دقیق و استفاده از زاویه سنج ها نداریم. در صورت نیاز به قالب خم کاری نیز با آزمون و خطا (شکست ناپذیری) باید به درست ترین طرح دست پیدا کنیم. اهمیت ایجاد دقیق زوایا در خم کاری برای عملکرد صحیح سازه های فلزی به حدی است که این بخش از آهنگری تحت عنوان

تصویر زیر، قالب خم دست‌سازی را نشان می‌دهد که می‌تواند تکیه‌گاه خم‌کاری‌های نسبتاً سنگینی باشد.



□ آیا می‌توانید با توجه به تصاویر، ایده‌های به‌کاررفته در آنها و سیستم‌های مشابه آنها را برای تقویت نیروی خم‌کاری بیان کنید؟

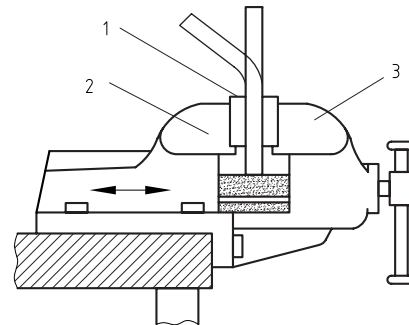
.....

.....

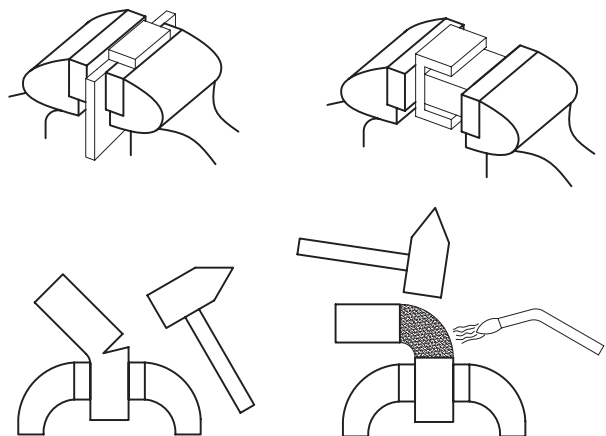


در «خط خم»‌های بلند استفاده از ضربات چکش که

برای جلوگیری از انحناء نامناسب تسمه یا ورق فلزی درگیرشده در گیره (به‌دلیل قوس ملایم برجستگی فک‌ها به سمت ریل گیره)، می‌توان قالب خمی را تهیه کرده و زیر قطعه‌کار در میان فک‌های گیره بست. به این ترتیب قطعه به‌جای خمش روی گیره، روی قالب خود خم می‌شود (تصویر را ببینید).



در پایان خم‌کاری سبک ورق‌ها و تسمه‌های نازک، روی خط خم را با چکش لاستیکی بکوبید. این مسئله باعث نزدیک‌تر شدن دو راستای قطعه پس از خم‌کاری هم شده و شعاع خم‌کاری گوشه (کنج) کم می‌شود. تغییر فرم نامتناسب با جنس قطعه‌کار ممکن است به ترک برداشتن و یا حتی شکست آن منجر شود. پس به‌عنوان راه چاره، باید زاویه خم را کاهش داده و نیروی کمتری به قطعه وارد ساخت و یا محل خم‌کاری را در ابتدای اعمال نیرو، گرم کنیم.



ماتریس) دلخواهی را بر روی کاغذ ترسیم کنید و «شبییه‌سازی»<sup>۱</sup> خم ایجادشده از قالب خود را بکشید.



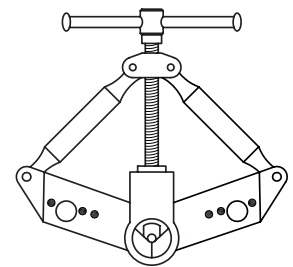
### ۳-۵ آهنگری ماشینی

برای انجام ساده‌تر، سریع‌تر و دقیق‌تر فرایند خم کاری (مانند سایر فرایندها) و با تجربه‌ی خم کاری‌های دستی که خطاهای قابل پیش‌بینی و در نتیجه قابل پیش‌گیری را برای ما مشخص می‌کنند، می‌توان به طراحی و ساخت ماشین‌های آهنگری پرداخت. در این ماشین‌ها معمولاً نیروی مستقیم دست انسان که دقت کافی ندارد در تغذیه‌ی قطعه‌کار به داخل (زیر) ابزار آهنگری، حذف می‌شود و اجرای محاسبات آهنگری در طراحی محصولات پیچیده یا با تعداد بسیار زیاد، امکان‌پذیر می‌شود. مثلاً تجربه کار دستی نشان می‌دهد که قطعات کار پس از نورد یا فر و خم، دچار تغییر طول می‌شوند و در صورتی که این تغییر طول قبلاً در نظر گرفته نشده باشد، محصول آهنگری ناکارآمد خواهد بود. چنانکه در تصاویر می‌بینید در محل خم کاری، قسمتی از قطعه (بیرون خم)، دچار کشیدگی و افزایش طول و قسمتی دیگر (داخل خم) فشرده می‌شود. و تنها می‌تواند گفت خط محور قطعه (تسمه، میله یا لوله)، تغییر ابعادی پیدا نمی‌کند. این خط فرضی میانی را، به همین دلیل که تغییر ابعادی و کریستالی پیدا نکرده است، «تار

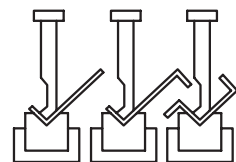
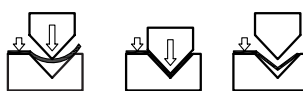
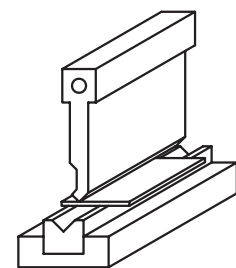
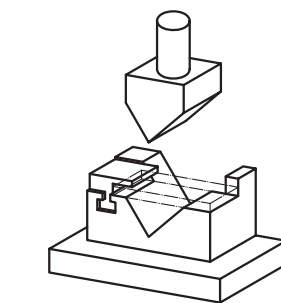
باعث ایجاد پستی و بلندی در طول خط می‌شود، توصیه نمی‌شود.

به‌علاوه ابزارهایی که قطعه را از یک نقطه خم می‌کنند، اغلب بر اساس بازوهای قرقره‌ای که درگیری نقطه‌ای داشته با چرخش خود تغذیه‌ی قطعه به ابزار را ساده می‌کنند، طراحی می‌شوند.

این دو راهکار (چکش و قرقره) در مورد خط خم‌های بلند جای خود را به «گوه‌های بلند (تیغه) می‌دهد که می‌توان آن را با فشار دو دست (اهرم) مانند تصاویر به طول خط خم فشرده و با کمک تکیه‌گاه مناسب شکاف‌دار، خم قائم یا زاویه‌ی مشخصی را اجرا کرد.



□ با کمک مربی، نام اجزای تصویر زیر را بنویسید.



□ با گرفتن ایده از تصاویر فوق، قالب خم (سنبه و



خنثی» می نامند.

## ۱-۳-۵ آهنگری قوس‌ها (فرورژه اتومات و نورد سنگین)

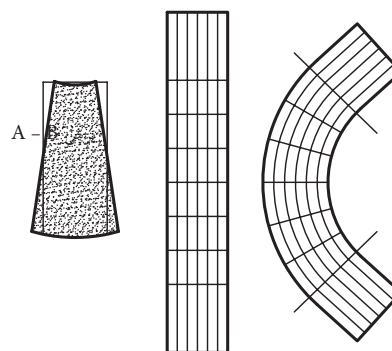
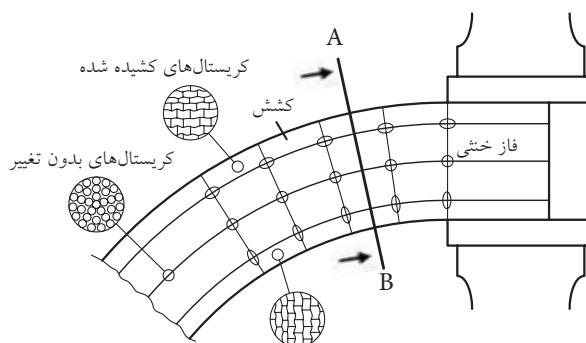
□ با جمع‌آوری اطلاعات و فیلم آموزشی خطوط تولید ماشین‌آلات مختلف، ایده‌های موجود در ساخت مقاطع (مفتول، لوله و تسمه) فر شده فلزی مانند لوله آگروز موتورسیکلت را جستجو و آن را در کلاس به نمایش بگذارید.

□ کنترل عددی (کامپیوتری<sup>۱</sup>) یک ماشین‌ابزار (CNC) به چه معناست؟

افزایش تعداد، حجم و حساسیت قطعات فرم‌شده صنعتی، آهنگری قوس‌ها را هم از نظر طراحی دقیق‌تر قالب فرم و هم محافظت ساختاری قطعه‌کار متحول کرده است. علاوه بر آن نیروی متغیر و محاسبه‌نشده دست صنعتگر در روش‌های ماشینی با نیروی ثابت، مستمر و دقیق باد (پنوماتیک<sup>۲</sup>) یا روغن (هیدرولیک<sup>۳</sup>) جایگزین شده است.



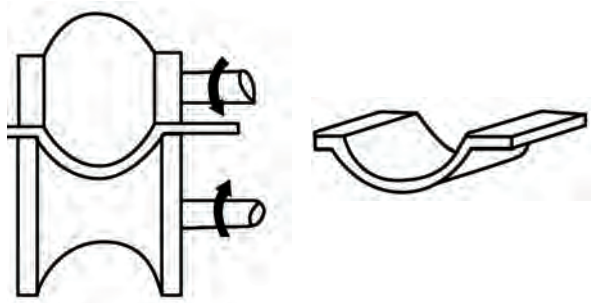
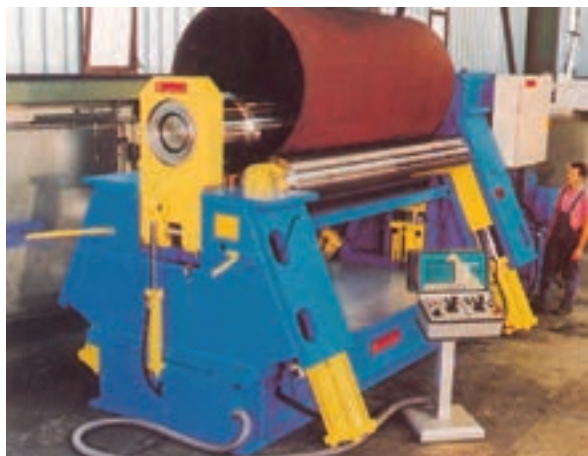
در ماشین‌های آهنگری محاسبه قطعات کار که پی‌درپی توسط ماشین خم می‌شوند بر اساس ابعادِ تار یا فاز خنثی انجام می‌شود تا بر اساس آن بتوان قالب خم یا فاصله غلتک‌های فر و نورد را به درستی طراحی کرد و قطعه پس از تغییر شکل کوتاه نشود.



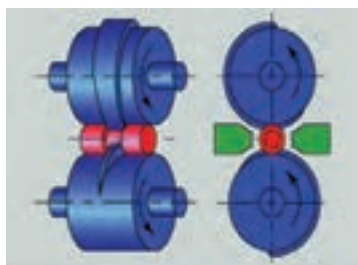
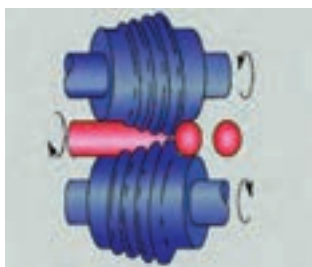
□ در مورد ساختار کریستالی فولاد و تغییر آن در اثر حرارت، فشار یا کشش تحقیق کنید. آیا تغییر در ابعاد کریستال‌ها، در خواص فلز تأثیرگذار است؟ چگونه؟

1. Computer Numerical Control (CNC)
2. Penumatic
3. Hydraulic

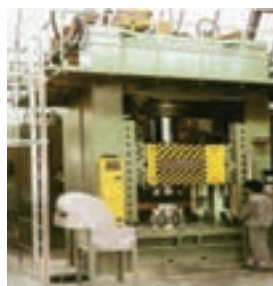
ماشین آلات نورد یا رولکاری سنگین نیز می‌توانند علاوه بر ایجاد انواع لوله‌های با قطر زیاد در ورق‌های بسیار ضخیم (تا ۲۰۰mm)، به دلیل توان بالا و پیوستگی قدرت هیدرولیک، انواع غلتک‌های رُخ و فرم را پذیرا باشند.



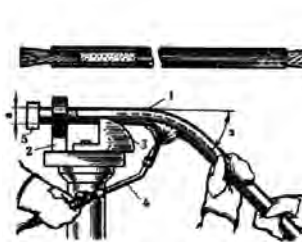
□ در مورد روش تولید ساچمه‌های فولادی تحقیق کنید.



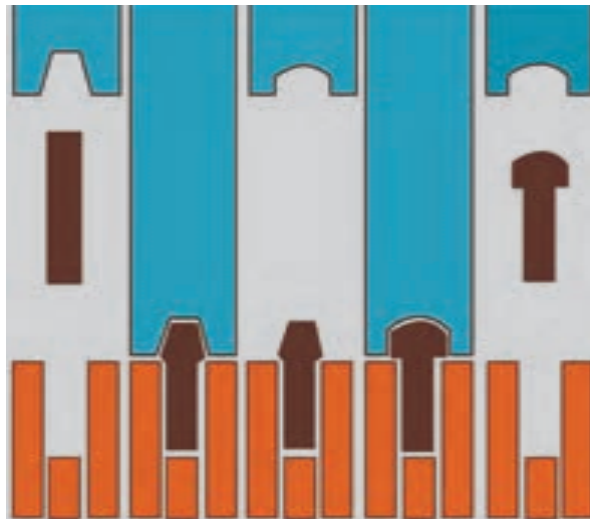
تصویر زیر، توسعه ماشین‌های آهنگری از چکش‌های کوبش هیدرولیکی قطعات گداخته تا پرس‌های فرم‌دهی سرد و گرم سنگین نشان می‌دهد.



در صورت نیاز به استفاده از حرارت برای فرم‌دهی، ماشین‌آلات آهنگری که دارای فک‌ها و گیره‌های مخصوص و سیستم‌های تبرید (خنک‌کاری) کنترل‌شده هستند، برخلاف روش‌های دستی فرم‌دهی گرم، باعث تفاوت‌های هندسی در نتیجه چین‌خوردگی نمی‌شوند. در تصویر سردکردن بلادرنگ لوله با فشار هوا، پس از سرخ شدن و خم‌کاری در مشعل مخصوص (حرارتی یا مغناطیسی) را مشاهده می‌کنید.



□ در مورد شکل‌دهی مفتول‌ها با قالب و ساخت پیچ، مهره، پین، پرچ، سوزن، میخ و... تحقیقاتی را انجام و نتیجه را در کلاس ارائه دهید.

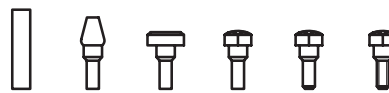
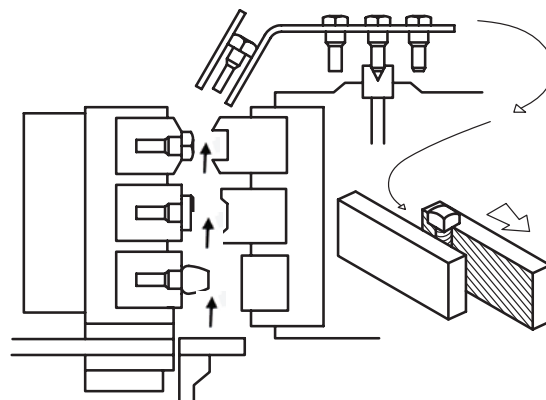


### ۲-۳-۵ آهنگری کنج‌ها (خم‌کاری و سازه)

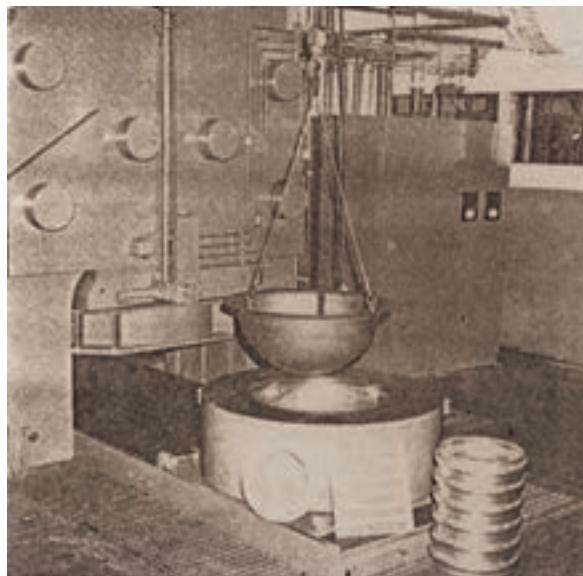
مهم‌ترین و در عین حال گران‌ترین روش شکل‌دهی به ورق‌های فلزی استفاده از پرس‌های قالب‌فرم است که موضوع رشته قالبسازی را به خود اختصاص داده است.



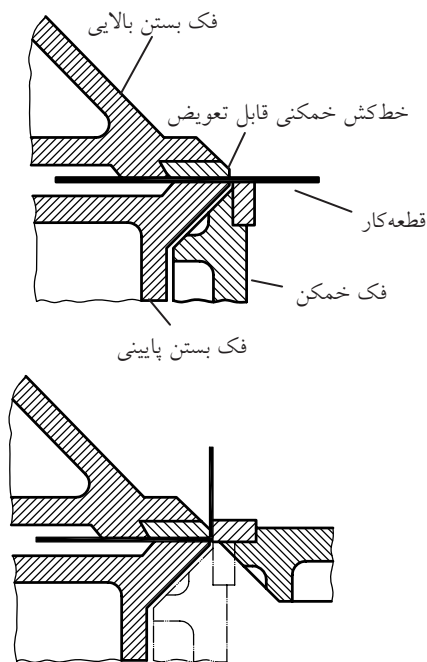
از ایده غلتک‌های نورد رُخ (طرح‌زن)، در ماشین‌آلات تولید پیچ استفاده می‌شود.  
□ با کمک مربی، مراحل ساخت پیچ‌های نوردشده (تصویر زیر) را بنویسید.



در مواردی که طراحی مکانیکی پیچیده‌ای در ساخت فرم و قوس حاکم باشد، از شیوه‌هایی مانند فرم‌دهی انفجاری (مطابق تصویر) نیز استفاده می‌شود.



خم کاری هیدرولیکی برای ایجاد کنج قائمه در ورق فولادی را مشاهده می کنید.



□ با راهنمایی مربی درس رسم فنی، تصویر شماتیک (نمایشی) تیغه های دستگاه خم را با مقیاس ۳:۱ (سه برابر) رسم و در کلاس فلزکاری ارائه دهید.

با توجه به تصاویر زیر، طراحی مناسب قالب خم (سنبه و ماتریس) در کنار قدرت بالای ضرب زنی و حرکت تک یا دوگانه فک های ماشین های خم کاری، انواع زوایای خم را به دست می دهد.



با کمک این پرس و قالب ها حتی می توان به شکل دهی انواع ورق ها و صفحات پلاستیکی پرداخت. قبلاً فقط از طریق «تزریق» یا «روزن رانی»<sup>۱</sup> و بافتن یا «روزن کشی»<sup>۲</sup> تولید قطعات پلاستیکی را انجام می دادند که این روش های شکل دهی (و نه فرم کاری) فقط در کارخانه ها و کارگاه های بزرگ قابل انجام بود. اما با توسعه تکنولوژی مواد مصنوعی و نیز طراحی قالب های بی خطر برای صفحات پلاستیکی، امروزه فرم کاری ورق ها در کارگاه های کوچک هم میسر شده است.

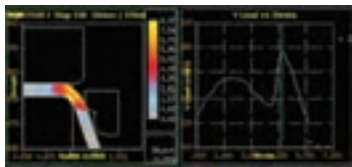
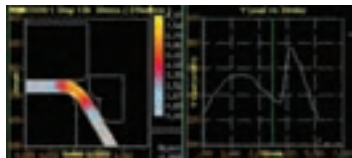


در تصویر بعد شیوه درگیر شدن تیغه های دستگاه

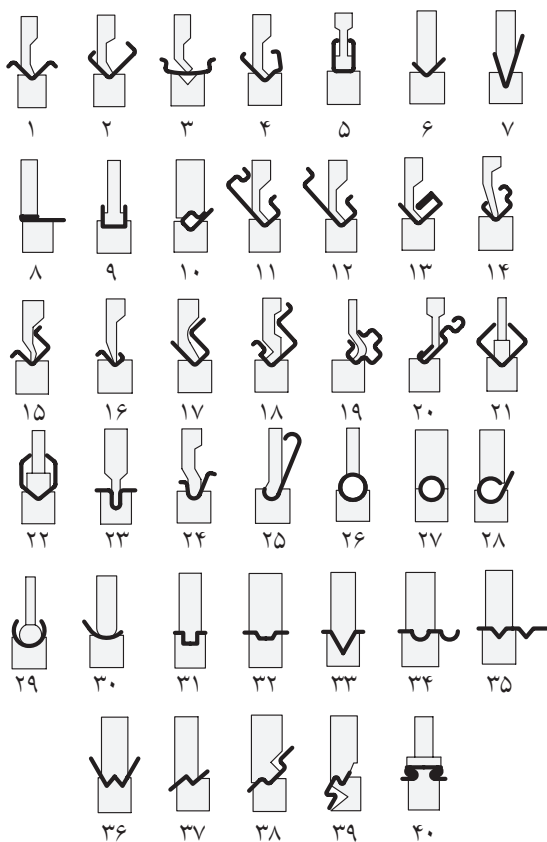
1. Extrusion
2. Paltrusion



□ با کمک مربی خود، نمودارهای نشان داده شده در تصویر را بررسی کنید.



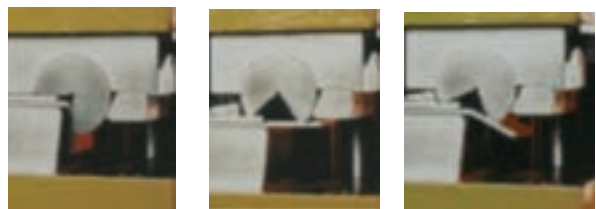
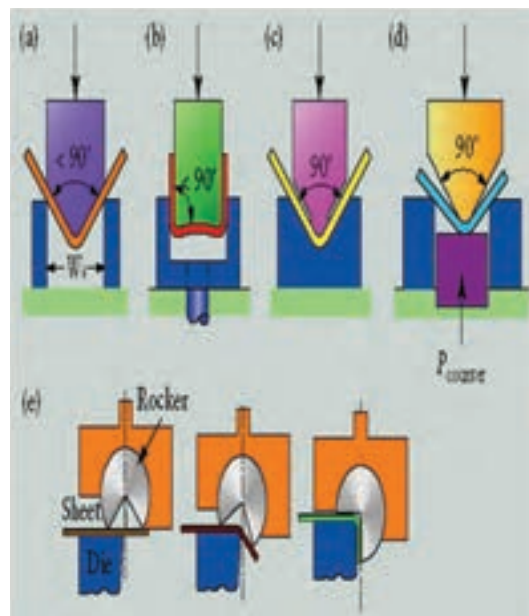
□ با رعایت ترتیب شماره، قالب‌ها و سنبه‌های هریک از خم‌های تصویر پیش رو را که محصول آنها را در اطراف زندگی روزمره خود به وفور می‌بینید بررسی کنید.



در نتیجه با طراحی دقیق فرایند مورد نظر و کنترل آن در حین انجام کار (توسط پانل یا صفحه نمایشگر دیجیتال دستگاه خم)، احتمال نیاز به فرایندهای تکمیلی جهت کاهش قوس انتهای زاویه خم (شعاع خم) کاهش می‌یابد.



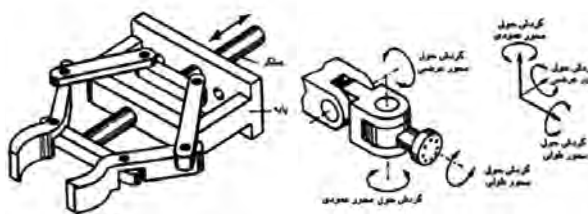
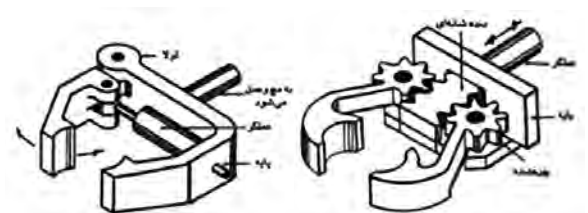
در تصویر ملاحظه می‌کنید که فرایند خم کاری توسط نرم افزار مخصوص پیش از انجام شبیه سازی شده و اشکالات احتمالی آن به اپراتور (کاربر) دستگاه گزارش می‌شود.



در فرم‌دهی گرم، خطر اصلی کنجکاوی در لمس قطعه قبل از سرد شدن است. اگر در فرایندهای شکل‌دهی از حرارت و گرم‌کاری استفاده می‌شود، مراقبت ویژه از منابع انرژی حرارتی مانند کپسول‌های اکسیژن و استیلن یا لوله‌ها و اتصالات گاز، بنزین و نفت، نخستین وظیفه صنعتگر این کارگاه است.



گاهی در کار با ماشین‌آلات فرم‌دهی از انبرک‌ها، اهرم‌ها و حتی ربات‌های صنعتی برای انجام کار و برداشتن و خوراندن (تغذیه) قطعات استفاده می‌شود.



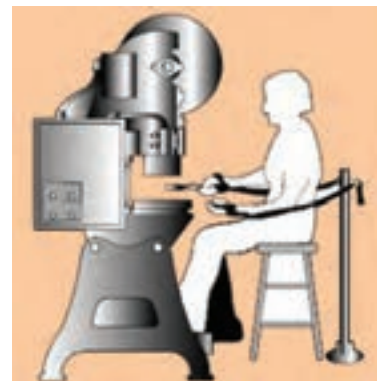
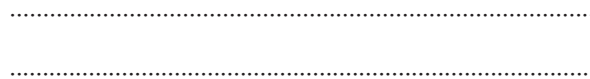
□ در مورد انواع مکانیزم‌های گرفتن و برداشتن اجسام تحقیق کنید. آیا می‌توانید با تجهیزات کارگاهی، نمونه‌ای از آنها را بسازید؟

□ نمونه‌هایی از محصولات دستگاه‌های خم‌کاری را که با تولید انبوه در زندگی روزمره خود مشاهده می‌کنید، جمع‌آوری و در کارگاه فلزکاری جهت ساخت با دست و گیره به‌عنوان مدل به‌کار ببرید.

## ۴-۵ موارد ایمنی

قالب‌های شکل‌دهی فلزات (یا غیر فلزات) به‌دلیل استفاده مداوم و بی‌وقفه، باید از سخت‌ترین جنس فولاد ساخته شوند تا در اثر ضرب‌زنی فرسایش کمتری بیابند. این مسئله در کنار نیروی اهرمی یا روغنی تجهیزات فرم‌دهی و خم‌کاری، چکش‌های صنعتی بسیار خشنی را در موضوع فرم‌دهی فلزات خلق می‌کند که بی‌احتیاطی در کار با آنها، صدمات قطعی جبران‌ناپذیر به دنبال خواهد داشت.

□ در تصویر، چه روشی را برای پیش‌گیری از صدمه کاربر پرس‌نشان می‌دهد؟ چه جایگزین مناسبی را برای آن می‌شناسید؟

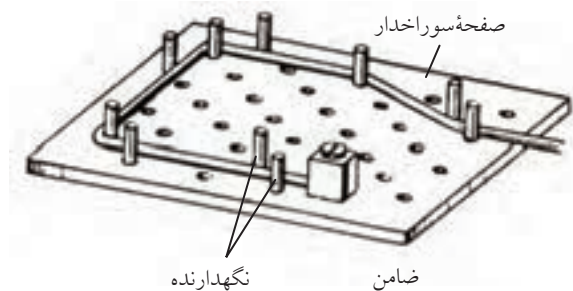




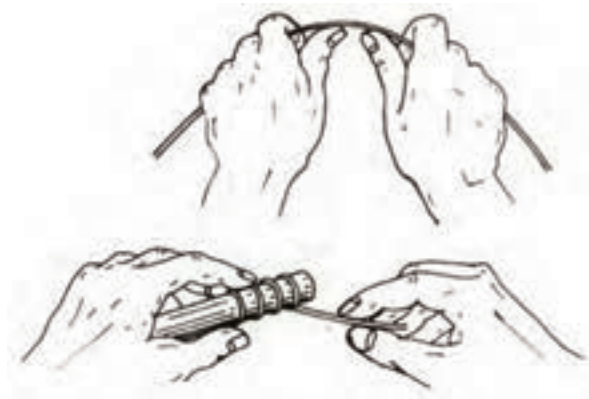
## دستور کار

### خم کاری ورق، مفتول و لوله

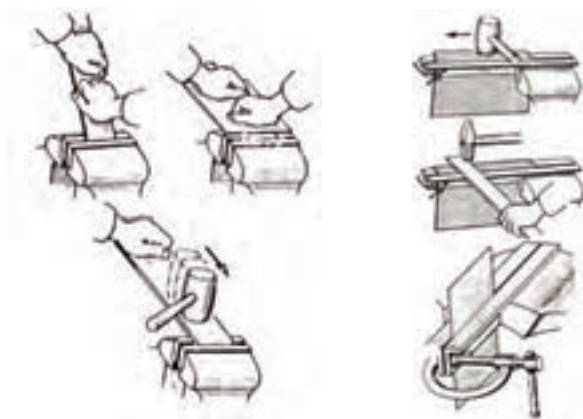
۳. بر روی تخته چوبی به ابعاد  $200 \times 200$  mm و با ضرب میخ‌های فولادی با فاصله و طرح دلخواه (مانند تصویر)، قالب خم کاری ساده‌ای برای تسمه‌ها و نوارها باریک ورق ساخته و با کمک آن در گروه اجرای پروژه خم کاری نقشه‌داری به عهده بگیرید.



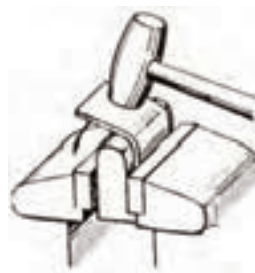
۴. با انتخاب مفتول‌هایی از جنس، ضخامت و ابعاد دلخواه، و تهیه نقشه اجرائی و قالب خم مناسب، فنرهای یکدست و همواری را تهیه و به همراه نقشه خود به مربی ارائه دهید.



۱. با انتخاب ورق فلزی در ضخامت‌های متفاوت، به هر یک از روش‌های نشان داده شده و با کمک مربی، پروژه‌های خم کاری در ابعاد و زوایای مشخص را اجرا کنید. سپس طرح‌واره (شیوه عمل) خود را همراه با نتیجه ارائه دهید. (در خم کاری ورق‌های بزرگ‌تر از دهانه گیره مانند تصاویر از ورق گیر مناسب در گیره استفاده کنید).

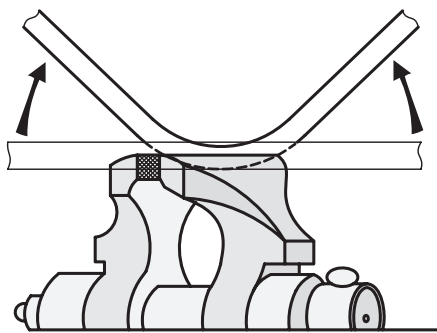


۲. با استفاده یا ساخت قالب قوس مناسب، ورقی به ضخامت ۱ mm را به صورت حرف "U" یا "O" فر بزنید.

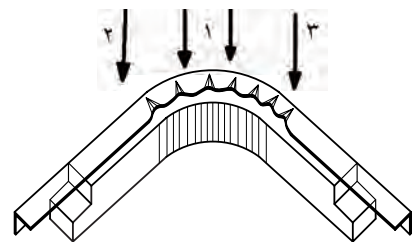




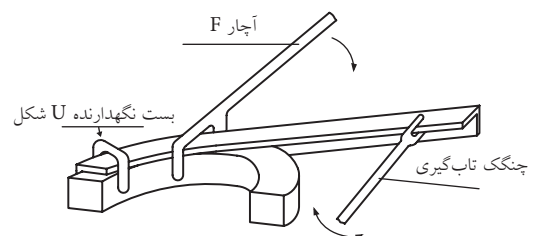
۷. لوله‌هایی با قطر کمتر یا مساوی ۴۰mm را به صورت خالی یا در حالی که از ماسه نرم و کاملاً خشک پر کرده‌اید و دو سر آن را مسدود ساخته‌اید، به کمک گیره رومیزی تا شعاع چهار تا شش برابر شعاع خود لوله خم کاری کرده و نتیجه را با هم مقایسه کنید. خم کاری لوله پُر شده از ماسه چه مزیتی دارد؟



۵. با استفاده از صندلی‌های تحریر مستعمل در محیط کارگاه (دسته‌ها و قسمت‌های خم) و برش قوطی‌های نازک (پروفیل چهارپر) قالب و قطعه‌ای مانند تصویر را بر روی هم سوار کرده و قوس یا فرم موجود در قالب را بر روی تسمه یا پروفیل خود ایجاد کنید (چروک‌های احتمالی را با گرم کردن و چکش کاری از بین ببرید).



۶. با کمک مریبی خود، آچارهای خاصی مانند آچار "F" و آچار تاب‌گیری یا آچار "U" را با استفاده از میلگردهای آجدار (آرماتور) ساخته و با کمک آنها، خم و قوس‌های ابتکاری را بر روی قالب‌هایی که خود پیشنهاد می‌کنید، ایجاد کنید. از محکم بودن نقطه اتصال قطعه به قالب اطمینان حاصل کنید.





## ارزشیابی پایانی

### ◀ نظری

۱. شکل دهی همان فرم دهی است.

درست  نادرست

۲. در روش های شکل دهی بُراده تولید نمی شود.

درست  نادرست

۳. منظور از منحنی های غیر مهندسی در صنعت فرفورژه و قوس سازی:

الف) منحنی بدون قانون

ب) منحنی بدون مرکز

ج) منحنی با مرکز دور از دسترس

د) هیچ کدام

۴. «گیره فرم» چگونه گیره ای است؟

الف) گیره ای برای ایجاد فرفورژه

ب) گیره ای برای ایجاد رُخ

ج) گیره ای برای ایجاد خم

د) الف و ج

۵. منظور از تار یا فاز خنثی:

الف) مرحله بی تأثیر (مُرده) عملیات خم کاری

ب) قسمت بی تأثیر قطعه کار

ج) قسمت کشیده شده قطعه در خم کاری

د) قسمت فشرده شده قطعه کار در خم کاری

۶. منظور از «رُخ زنی» چیست؟

۷. قطعاتی که با استفاده از غلتک های فرم و نورد تولید می شوند، معمولاً زائده هایی دارند، در مورد روش بهبود کیفیت

سطح آنها و از بین بردن زوائد پس از نورد تحقیق کنید.

## واحد کار ششم: توانایی کم کردن زائده‌ها (براده‌برداری)

◀ هدف کلی: براده‌برداری از سطوح فلزی با ابزارهای دستی

زمان			عنوان توانایی
جمع	عملی	نظری	
۶۴	۵۴	۱۰	توانایی کم کردن زائده‌ها (براده‌برداری)

## توانایی کم کردن زائده‌ها (براده‌برداری از سطح)

◀ پس از آموزش این توانایی، از فراگیر انتظار می‌رود:

- بین ابزارهای براده‌برداری خطی و سطحی تفاوت‌هایی را بیان کند.
- چند نوع قلم معمول (از نظر شکل نوک ابزار) را نام برده و وظیفه هر یک را برشمارد.
- حرکت‌های اصلی برش، پیشروی و براده را در فرایند قلم‌کاری و سوهان‌کشی معرفی کند.
- دو راهکار برای سهولت انجام حرکت برش بیان کند.
- علت انجام فرایند شابرزنی را بیان کند.
- با کمک مربی طرح‌هایی برای جداکردن، قیچی‌زدن با قلم و براده‌برداری را تهیه و آنها را با انتخاب قلم مناسب بر روی قطعات کار اجرایی کند.
- با استفاده از شابر و مواد تسهیل‌کننده سطوح راهنمای یک گیره مستعمل را شابر و سایه بزند.
- انواع سوهان را نام برده و یک سوهان خاص را بر اساس رنگ پیشانی دسته یا زبری آج‌ها تعیین درجه کند.
- مقاطع مختلف را با انتخاب سوهان مناسب، سوهان‌کشی و نتیجه کار را به درستی پایش کند.
- موارد ایمنی در کار با ابزارهای براده‌برداری سطحی را بیان کند.



## پیش آزمون

۱. روش براده‌برداری نسبت به روش بدون براده دقیق‌تر است.  
 درست  نادرست
۲. در روش بُراده‌برداری ساختار قسمت‌های مختلف مواد قطعه‌کار را می‌توان تغییر داد.  
 درست  نادرست
۳. درگیری یک اره با یک قطعه‌کار از نوع درگیری ..... است.  
الف) درگیری نقطه‌ای  
ب) درگیری خطی  
ج) درگیری سطحی  
د) الف و ب
۴. منظور از حرکت پیشروی، در براده‌برداری حرکتی است که در آن؛  
الف) قطعه توسط ابزار جارو می‌شود.  
ب) ابزار به داخل قطعه نفوذ کرده و بار (بُراده) بر می‌دارد.  
ج) ابزار موفق به درگیر شدن و براده‌برداری از قطعه می‌شود.  
د) همه موارد.
۵. منظور از تولید:  
الف) ساخت قطعات مختلف است.  
ب) ساخت اندازه‌های مختلف یک محصول است.  
ج) ساخت تکراری و مشابه یک قطعه است.  
د) الف و ب
۶. زاویه رأس قلم‌های قطع‌کن معمولاً ..... درجه است که برحسب تغییر جنس قطعه‌کار می‌توان آن را تغییر داد.  
الف)  $30^\circ$   
ب)  $60^\circ$   
ج)  $80^\circ$   
د)  $120^\circ$
۷. در انتهای مسیر کار با قلم براده‌برداری (لبه کار) باید:  
الف) جهت قلم‌کاری را برعکس کرد.  
ب) نیروی قلم‌کاری را کاهش داد.  
ج) نیروی قلم‌کاری را افزایش داد.  
د) نیروی ناگهانی بسیار زیادی به قلم وارد کرد.
۸. هدف از شابرزنی سطوح و سایه‌زنی آنها ..... است.  
الف) افزایش کیفیت سطح مانند سنگ‌زنی  
ب) افزایش کیفیت و جهت‌بخشی سطح در سطوح نیاز به آب‌بندی و تماس  
ج) کاهش کیفیت سطح در سطوح نیازمند روغن‌کاری  
د) رنگین کردن سطح قطعه و جلاکاری آن



۹. سوهان‌ها را از جنس نرمی می‌سازند تا زیاد به قطعه خراش وارد نکنند.

درست  نادرست

۱۰. سوهان را باید طوری در دست گرفت که انتهای مسیر سوهان‌کاری مشخص باشد. (اُریب به سمت جلو)

درست  نادرست

۱۱. کدام مورد از ملاحظات بررسی کیفیت سطح سوهان‌کاری در حین انجام فرایند نیست؟

الف) استفاده از گونیا در کنترل صافی سطح

ب) استفاده از مواد رنگین در مشخص شدن پستی و بلندی‌های سطح

ج) استفاده از انگشت برای لمس پستی و بلندی سطح

د) هیچ‌کدام

۱۲. چگونه می‌توان به شماره (درجه) سوهان پی برد؟

الف) یک یا دوسویه بودن آج آن

ب) طول تیغه سوهان

ج) ضخامت سوهان و آجدار بودن کناره‌ها

د) اندازه آج سوهان و یا رنگ مغزی دسته آن

۱۳. منظور از خالی کردن سوهان چیست؟

الف) بیرون آوردن آن از دسته

ب) از بین بردن آج سوهان

ج) سُرخوردن سوهان بر روی سطح

د) خارج کردن بُراده‌ها از لابه‌لای آج‌های آن

## ۱-۶ مفهوم براده‌برداری سطحی

□ برای ساخت قطعه‌ای مانند تصویر زیر (دستگیره)

چه روشی را پیشنهاد می‌کنید؟

□ قیچی‌زنی

□ اره‌کاری

□ نورد و فرکاری

□ خم‌کاری

□ هیچ‌کدام



چنان‌که در فصل‌های گذشته دیدید، برای کار بر روی مواد اولیه وارد شده به کارگاه فلزکاری مراحل مختلفی باید طی شود که ممکن است بنا به خصوصیات ماده اولیه و نیاز محصول (کالا)، هر مرحله می‌تواند به فرایند اصلی تبدیل شده، ساخت قطعه در کارگاه به آن پایان پذیرد. این مراحل عبارت بودند از:

تمیزکاری اولیه، برش، شکل‌دهی، آهنگری و فرم‌دهی اما هیچ‌کدام برای ساخت قطعه‌ای مانند نمونه بالا، مناسب به نظر نمی‌رسند و این به دلیل منحنی خاص، کیفیت سطح، جنس ویژه و از همه مهم‌تر ضخامت (گوشت) قطعه مورد نظر است. در چنین مواردی روش مناسب‌تر و «بهینه»<sup>۲</sup> ساخت با برداشتن یا تراشیدن قسمت‌های اضافی یعنی کم کردن زائده‌هاست. این زائده‌ها را چنان‌که دیدید تراشه<sup>۳</sup> یا «براده» نامیدیم. روش‌های ساخت با کمک حذف قسمت‌های زائد را نیز روش‌های «براده‌برداری»<sup>۴</sup> می‌گویند. از آنجا که این روش‌ها تنوع بسیار زیادی دارند و این ویژگی اصلی‌ترین مزیت روش براده‌برداری نسبت

به روش‌های شکل‌دهی «بدون براده‌برداری»<sup>۱</sup> است، مهارت صنعتگر در انتخاب درست یک ابزار و روش از بین آنها بسیار تعیین‌کننده خواهد بود. بنابراین می‌توان گفت محدودیت روش‌های براده‌برداری بیشتر مهارت صنعتگر است تا محدودیت دستگاه‌ها و ابزارها. چنان‌که یکی از مجسمه‌سازان معروف دنیا گفته است: «تنها مهارت من در حذف قسمت‌های زائد یک تکه سنگ است».

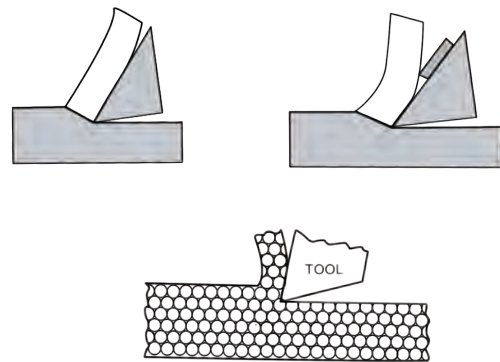
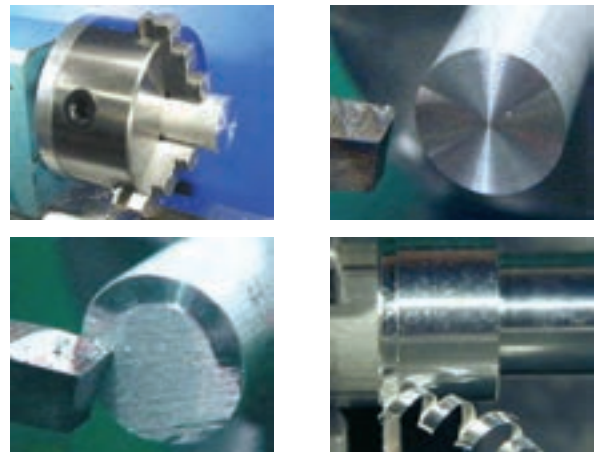


البته ذکر این نکته ضروری است که حتی اگر قرار باشد که قطعه‌ای با یکی از روش‌های براده‌برداری تولید شود، بهتر است قبل از آن، تا حد ممکن آن را به روش شکل‌دهی به محصول نهایی نزدیک و شبیه کرده باشیم. زیرا به این ترتیب با حداقل براده‌برداری، به نتیجه خواهیم رسید و این کاهش براده‌برداری به معنی کاهش زمان و هزینه‌های تولید

1. Handle
2. Optimize
3. Chip
4. Chip Removing

1. Chip Less Methodes

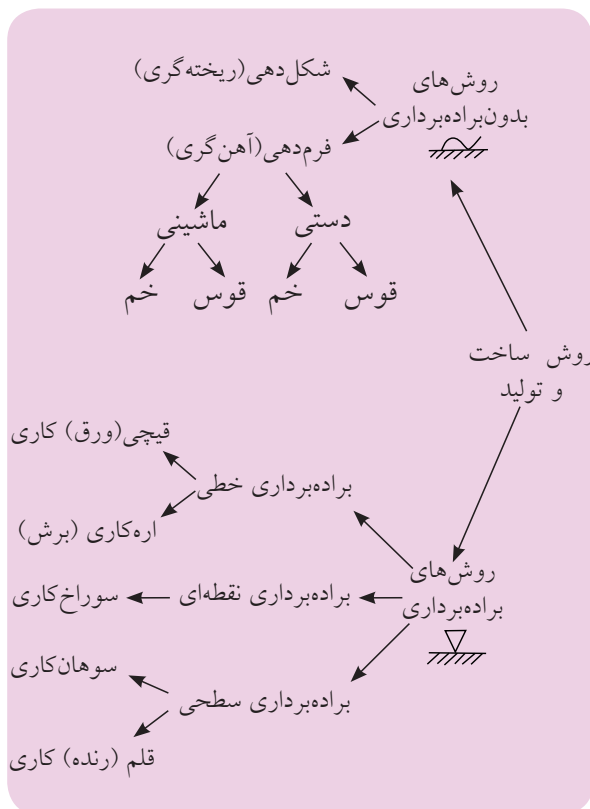
(مثل ابزار، کارگر و...) و افزایش «بهره‌وری» خواهد بود. در فصل مربوط به توانایی قطع کردن یا براده‌برداری خطی، مهم‌ترین شرط ابزار براده‌برداری یا نفوذکننده به قطعه کار سخت‌تر بودن جنس خط لبه ابزار و پس از آن داشتن زاویه مناسب برای نفوذ به قطعه (زاویه رأس یا گوه - بتا -  $\beta$ ) در آن خط عنوان شد. با تدارک یک گیره (قید و بست) مناسب ابزاری با شرایط فوق می‌تواند در تماس با قطعه فلزی یا غیر فلزی به داخل آن نفوذ کرده تحت فشاری که به آن نیروی برش می‌گویند (اطراف ابزار به قطعه یا از طرف قطعه به ابزار وارد می‌شود)، براده‌هایی را از قطعه جدا کند.



□ آیا می‌توانید طرحی از براده‌برداری را مثال بزنید که در آن قطعه‌کار به ابزار فشار وارد کرده و در نتیجه تراشیده می‌شود؟ ابزار ممکن است در لحظه تماس با قطعه‌کار به صورت

خط به خط با آن درگیر شود و با حرکت یکی از آن دو (قطعه یا ابزار) و یا هر دو، ابزار باعث برش قطعه به دو قسمت شود. مانند قیچی یا اره. همچنین ممکن است که برخورد آنها با هم به صورت سطح به سطح و در نتیجه خراشیدگی باشد که در این صورت براده‌هایی از قطعه تا رسیدن به ابعاد نقشه، برداشته خواهد شد. مانند سوهان‌کاری. این حالت ممکن است به صورت درگیری خط (ابزار) به سطح (قطعه) نیز باشد، مانند روش‌های تراشکاری و قلم‌زنی. آخرین نوع درگیری ابزارهای براده‌برداری با قطعات کار درگیری نقطه‌ای است که در آن ابزار یا قطعه‌کار با چرخش خود از لِه‌شدگی قطعه در برابر این برخورد نقطه‌ای جلوگیری کرده و به تولید براده می‌پردازند. نتیجه کار سوراخ‌شدن قطعه خواهد بود مانند روش‌های سوراخ‌کاری.

□ بنابر آنچه گفته شد و اطلاعات تکمیلی مری نموداری مانند نمودار زیر را ترتیب داده و آن را توسعه دهید.



## 1. Productivity

□ فرایند سنگ‌زنی که در آن ذرات ماسه چسبیده در کنار هم، ضمن براده‌برداری کنده می‌شوند، در کجای این نمودار خواهد بود؟

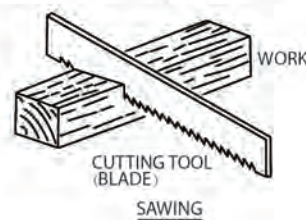
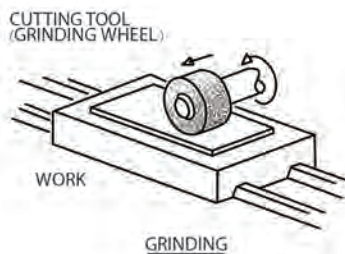
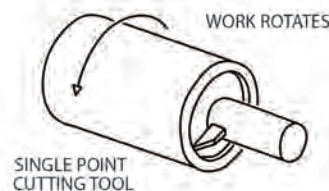
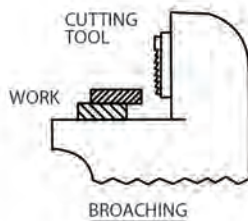
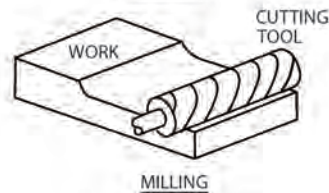
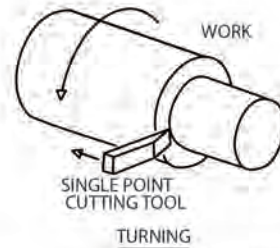
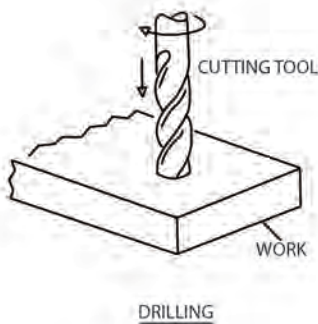
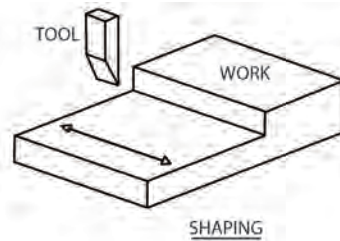
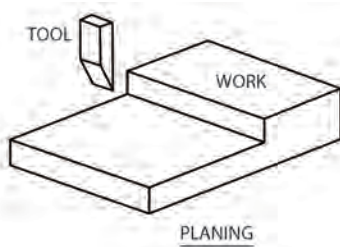
## ۲-۶ انتخاب روش براده‌برداری سطحی

اگرچه در صنعت ساخت و تولید، روش‌های براده‌برداری بسیار متنوعی وجود دارد، اما همه آنها در انجام مأموریت خود به سه حرکت اصلی برای براده‌برداری بین ابزار و

قطعه‌کار وابسته هستند.

در کارگاه فلزکاری از بین روش‌های براده‌برداری سطحی تنها «سوهان»، «قلم»، یا رنده و شابر وجود دارند که پس از شناخت سه حرکت عمومی آنها را به طور خاص مورد بررسی قرار داده‌ایم.

□ با کمک مربی خود تصویر زیر را ترجمه و سپس در اندازه A3 بزرگ و نصب کنید.

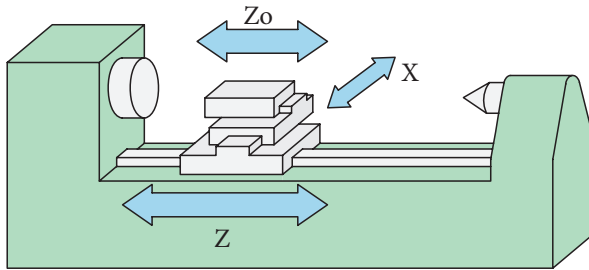




(ب) حرکت پیش روی (ادامه برش)

(ج) حرکت باردهی (عمق برش)

شناسایی این سه حرکت در واقع الفبای کار با هر ابزار برش دستی یا نصب شده بر روی ماشین ابزار است.



حرکت اصلی یا برشی، همان حرکتی است که علت اصلی براده برداری یا سایش ابزار به قطعه کار می شود. مثلاً در ماشین فوق (دستگاه تراش)<sup>۱</sup> این حرکت، همان چرخش سه نظام است. این حرکت را با «V» نشان می دهند (۷).



حرکت دوم در براده برداری، حرکتی است که باعث تداوم کار برداشت براده تا پایان قطعه کار یا فرایند براده برداری است. این حرکت را با «S» نشان داده و در کار با دستگاه فوق، به صورت حرکت رفت و برگشتی در طول میز یا ریل دستگاه تراش شاهدیم (۸).

سومین حرکت مؤثر در براده برداری با یک ابزار یا ماشین ابزار، حرکت تنظیم کننده بار یا عمق براده (a) است

فرض کنید که با دستگاهی مانند تصویر زیر، قصد براده برداری دارید در حالی که آشنایی چندانی به طرز کار آن نداشته و قصد تحلیل روش کار آن را در ذهن می پرورانید. گام نخست شناسایی محل قرارگرفتن ابزار و قطعه کار در آن است.



تصویر بعدی به این سؤال پاسخ می دهد.



قطعه کار در داخل سه نظام دستگاه و ابزار (قلم) در قلم گیر آن جای گرفته است. میزهای سوار شده بر روی هم که حرکت را در جهات مختلف میسر می سازند (حامل حرکت)<sup>۱</sup>، می توانند حرکت در جهت نزدیک شدن و دوری از سه نظام و نیز عمود بر این مسیر را محیا کنند (مطابق تصویر). به این ترتیب گام دوم شناسایی حرکت هایی است که بتواند به ما، در براده برداری قطعه و تبدیل آن به کالا کمک کند. این حرکات در همه ماشین های ابزار عبارت اند از:

الف) حرکت اصلی یا برشی

1. Lathe

1. Suport

برای سهولت در انجام این سه حرکت (a, S, V) می‌توان ابزارهای خاص و گیره‌های ویژه‌ای را طراحی کرد. این ابزارها و گیره‌ها باید طوری ساخته شده باشند که جنس، شکل ظاهری و سادگی استفاده از آنها، سرعت حرکت برشی، وسعت حرکت پیشروی و دقت حرکت بار را افزایش دهد. مثلاً در دستگاه‌های تراش به‌جای استفاده تنها از قلم (رنده)‌های مرکز تراش، از رنده‌ها و قلم‌های چپ‌بر و راست‌بر نیز استفاده می‌شود (به نوک قلم‌ها در تصویر توجه کنید).

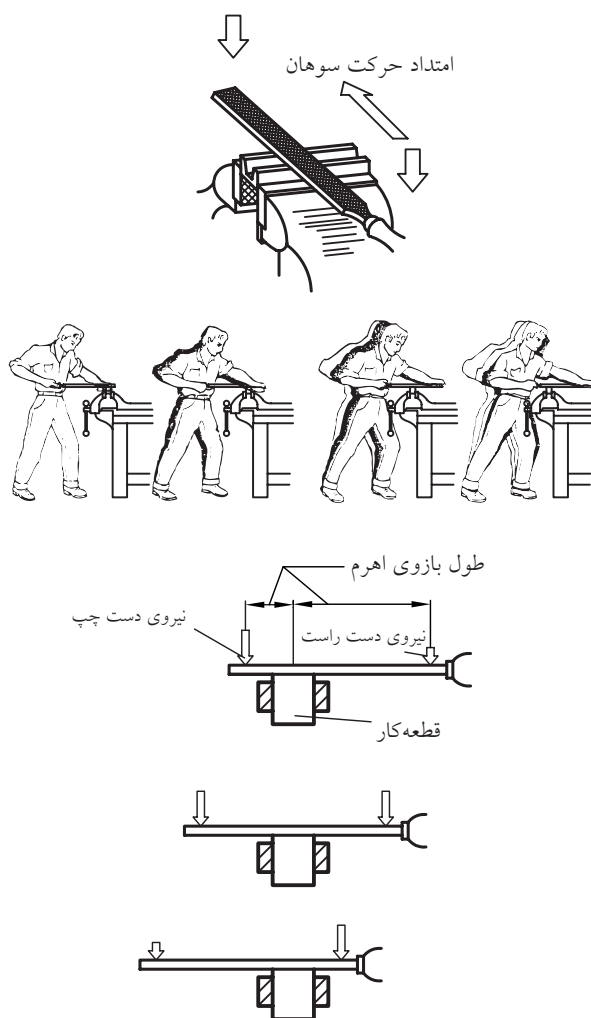


علاوه بر آن جنس قلم‌ها را از فولاد سخت مانند فولاد ابزارسازی (H.S.S)<sup>۱</sup> انتخاب می‌کنند تا بتوان به حرکت برشی

و آن حرکتی است جهت نفوذ به قطعه برای براده‌برداری را نشان می‌دهد. در دستگاه تراش این حرکت عمود بر میز دستگاه تراش (از بغل) بوده و به صورت (⊗ ⊙) نشان داده می‌شود.

در بین ماشین‌های براده‌برداری، دستگاه تراش تقریباً تنها ماشینی است که در آن حرکت اصلی برش به‌جای ابزار به قطعه‌کار تعلق دارد. در ماشین سوراخ‌کاری (دریل)، حرکت اصلی، چرخش مته و در دستگاه سنگ‌زنی، چرخش ابزار سنگ است.

□ به نظر شما در سوهان‌کشی حرکت اصلی، پیشروی و حرکت بار چه جهت‌هایی دارند؟



1. High Speed Steel

گیره‌های «با انعطاف»<sup>۱</sup> گردان، قفل شونده و موقعیت‌پذیر (فک متغیر) توسعه‌یافته تا حرکتِ بار (a) بدون ذره‌ای خطا (کمتر از میلی‌متر) قابل رهگیری باشد.



میزهای کار نیز اغلب با دقتِ دهم میلی‌متر مدرج (درجه‌بندی) شده‌اند تا حرکت‌های سه‌گانه (برش، پیشروی و بار) کاملاً تحت کنترل باشند.



سرعت بخشید و میزان عمق براده (حرکت بار) را در یک لحظه مشخص افزایش داد.

اگر خنک کردن ابزار با سیال (مایع) خنک‌کننده مانند آب صابون نیز به موقع و صحیح انجام پذیرد، می‌توان آن را در افزایش سرعت پیشروی مؤثر به حساب آورد. تصویر، قلم‌گیر چندابزاره‌ای را نشان می‌دهد که در آن هر ابزار مجهز به مجرای آب صابون مخصوص به خود است.



توسعهٔ تکنولوژی ابزارسازی، ابزارهای چندتکه را به بازار عرضه کرده است که نوک بُرشی آنها (الماسه) می‌تواند با شکل‌های متفاوت روی پیکرهٔ یا دنبالهٔ ابزار نصب گردیده و حرکت‌های سه‌گانه بُراده‌برداری را ساده‌تر کند.



از سوی دیگر نگهدارنده‌های قطعه‌کار (گیره‌ها) نیز از آنچه شما در کارگاه خود ملاحظه می‌کنید به سمت

1. Fluxable

مزیت واقعی ماشین‌های ابزار نسبت به فلزکاری با دست، قابلیت «ساخت» تکراری یک محصول بدون کوچک‌ترین تغییر است که به آن «تولید» گفته می‌شود. در تولید سطوح براده‌برداری شده تشابه و تقارن کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. در این صورت کالا را محصول «خط تولید» می‌نامند.



### ۳-۶ قلم‌کاری و شابرزنی

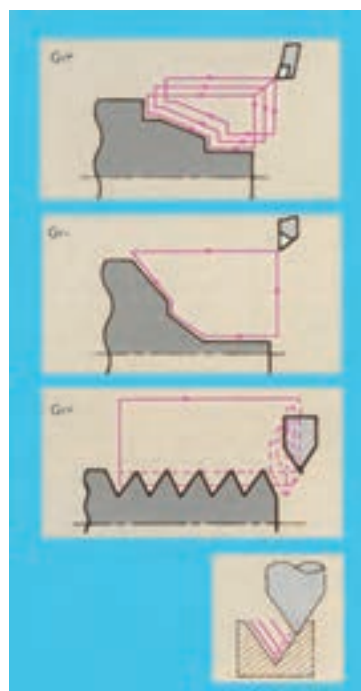
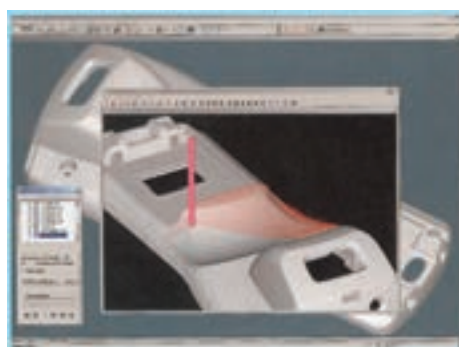
□ در کارگاه فلزکاری، ابزار خاصی که بتوان با آن هم براده‌برداری خطی (برش) انجام داد و هم براده‌برداری سطح (سایش) کدام است؟ گاهی به ملاحظه کم بودن ابعاد قطعه (پلیت) نسبت به ضخامت آن و یا کمبود زمان تولید و یا لزوم برش بدون براده و یا با براده زیاد، قیمت ارزان قطعه‌کار و... برای جدا کردن قسمتی از قطعه از قلم‌کاری (مطابق تصاویر) استفاده می‌شود.



1. Manufacturing
2. Production

با این وصف، کافی است حرکت‌های اصلی یک ماشین براده‌برداری را بشناسید تا برای کار با آن، قطعه و ابزار را در جای خود محکم کرده با رعایت اصول ایمنی، براده‌برداری را آغاز کنید.

اگر میزان حرکت ابزار برای انجام برش، پیشروی و افزایش عمق براده‌برداری را با عدد نشان دهیم در واقع نشانی مقصد خود روی قطعه‌کار را (نسبت به نقطه شروع کار) مشخص کرده‌ایم. امروزه این آدرس‌ها را می‌توان به کمک نرم‌افزارهای مهندسی مکانیک مرحله‌بندی کرد و به ترتیب آنها را به انجام رسانید. تصویر زیر سه نمونه از این نشانی‌دهی‌ها را که به «Gکد» معروفند نشان می‌دهد.

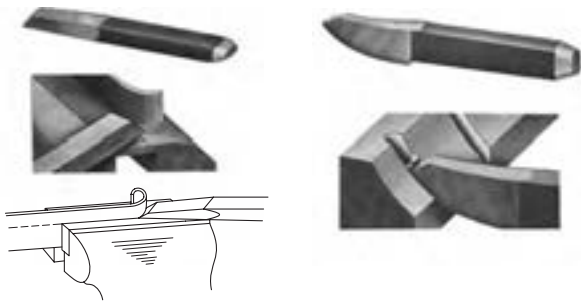
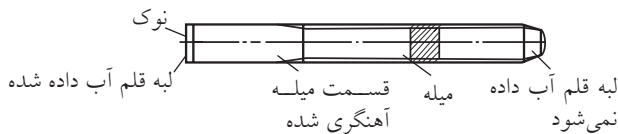
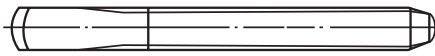




### ۱-۳-۶ روش کار با قلم

برای قلم‌های جداکردن، برحسب پهنای خطوط برش، معمولاً دونوع لبه وجود دارد، ولی لبه قلم‌هایی که وظیفه خاصی دارند، باید با حرکت آنها در حین قلم‌کاری متناسب باشد. در تصویر زیر قلم‌هایی برای ایجاد شیارهای منحنی‌بر و نیز برای بریدن باریکه از لبه ورق را مشاهده می‌کنید.

قلم تخت با لبه گرد

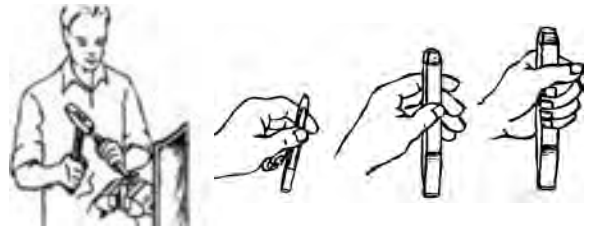


ممکن است که از قلم برای ایجاد شیارهای مستقیم در قطعه استفاده شود. در این صورت ضخامت نوک مناسبی را برای این کار انتخاب خواهیم کرد. قلم دم‌باریک و قلم ناخنی نمونه‌هایی از این دست هستند.



از قلم ناخنی برای جداکردن یک طرح از داخل ورق

برحسب ظرافت یا خشنی ضربات وارده بر قلم (با چکش)، قلم را با دو یا پنج انگشت و یا با تمام دست بر روی قطعه نگه می‌دارند و اگر جنس قطعه از چدن (تُرد) باشد، از سپر محافظی نزدیک گیره کمک گرفته می‌شود.



در تصویر سه نوع قلم‌کاری مشاهده می‌شود:

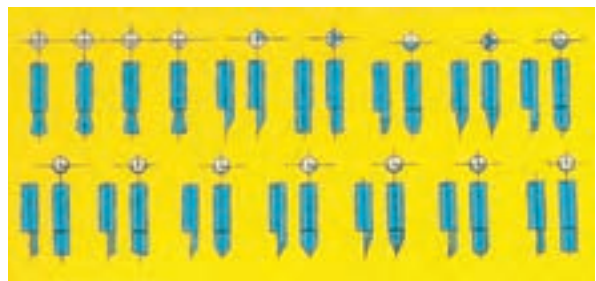
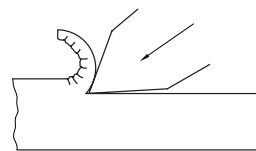
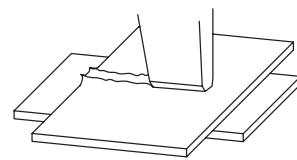
الف) قلم‌کاری جداکردنی

ب) قلم‌کاری قیچی‌کن

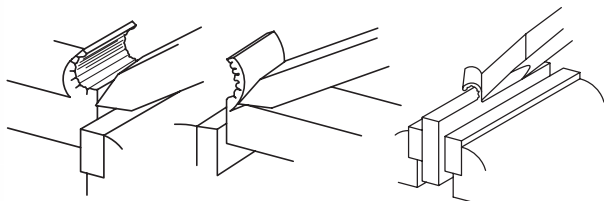
ج) قلم‌کاری براده‌گیر

بر اساس این قلم‌کاری‌ها انواع قلم‌های خاص و

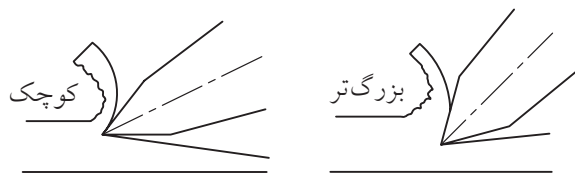
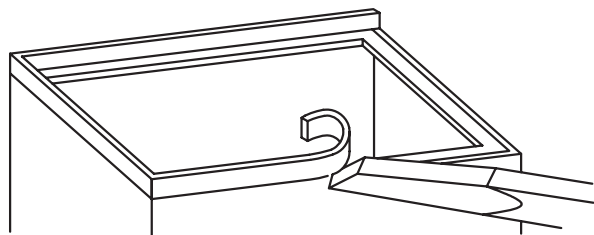
استانداردشده نیز وجود دارد.



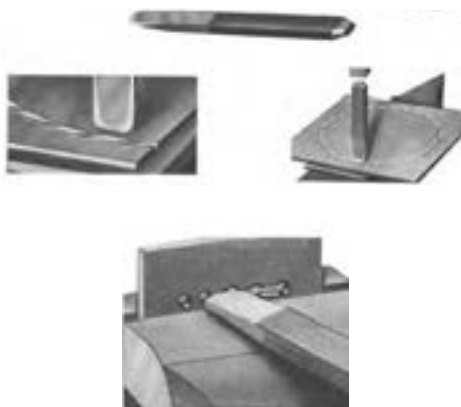
باید طوری در گیره بسته شود که لبه گیره در حکم تیغه پایین یک قیچی (تکیه‌گاه) عمل کرده، یا تکیه قلم به آن وارد آمدن ضربه باریکه مورد نظر کاملاً مماس به لبه گیره جدا شود.



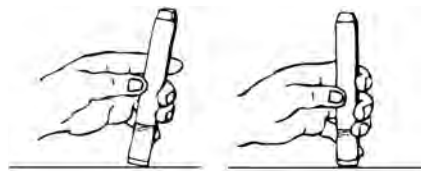
در مورد قلم‌های براده‌گیر رعایت زاویه دست (زاویه قرار قلم) برای جلوگیری از سُرخوردن آن بر روی قطعه، یا افزایش ضخامت ناگهانی براده و گیرکردن قلم، ضروری است. همچنین قسمت پایانی مسیر براده‌برداری را معمولاً از جهت مخالف قلم می‌زنند تا از شکستن براده و تخریب سطح براده‌برداری جلوگیری شود. تصاویر زیر نحوه قیچی‌زنی با قلم و براده‌گیری با زوایای قرار کم و زیاد را نشان می‌دهد.



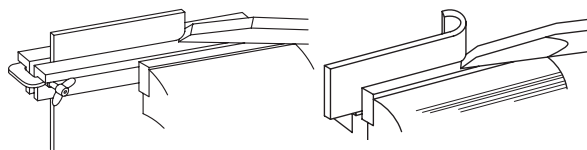
استفاده می‌شود. قلم‌های دیواره (میان‌بر) نیز برای این کار استفاده می‌شوند.



قلم‌ها از جنس فولادهای سخت ابزارسازی ساخته شده و قدری تُرد هستند. پس باید آنها را تدریجاً با کار درگیر کرد. پس در ابتدای قلم‌کاری، آن را با زاویه نسبت به قطعه کار نگه می‌داریم (قلم‌های سرگرد نیازی به این مراقبت ندارند).

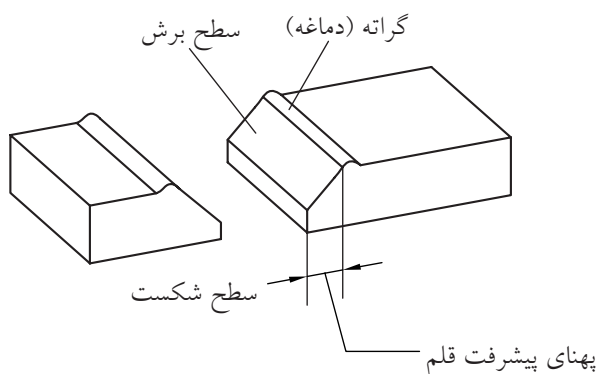


قلم‌های جداکن اغلب با زاویه  $60^\circ$  در رأس ساخته می‌شوند و بنا به سختی جنس قطعه می‌توان نوک آنها را به  $30^\circ$  (برای مواد نرم) کاهش یا به  $90^\circ$  (برای مواد سخت) افزایش داد. (ر.ک سنگ‌زنی).

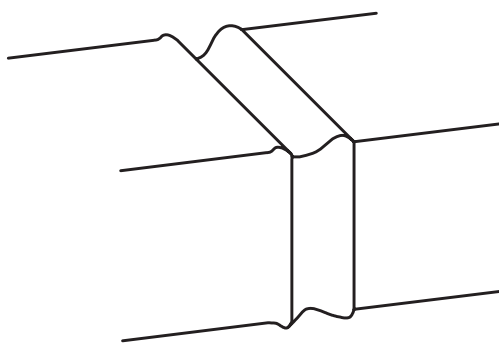


برخی قلم‌ها مخصوص جداکردن باریکه‌ای از ورق از صفحه اصلی هستند (قلم قیچی‌کن). در این صورت قطعه

به این ترتیب از انواع قلم (نوک‌های متفاوت) می‌توان برای سهولت یک نوع قلم‌کاری نیز استفاده کرد. در قلم‌کاری، به دلیل ورود ضربتی یک گوه فولادی به قطعه، قدری له‌شدگی در لبه ورود اتفاق می‌افتد که به آن گراته (دماغه) گفته می‌شود. (تصویر را ببینید).



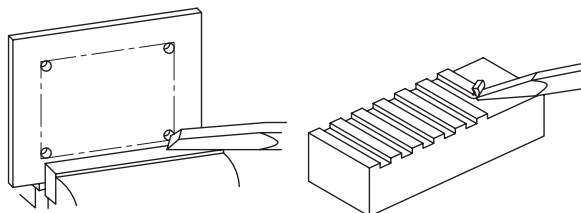
برای قلم‌کاری مقاطع ضخیم، باید فرایند را از اطراف قطعه همزمان پیش برد.



به هنگام قلم‌کاری سطوح باریک‌تر از نوک قلم، با اُریب‌گرفتن قلم از حداکثر لبه برنده آن در براده‌برداری قطعه استفاده کنید.

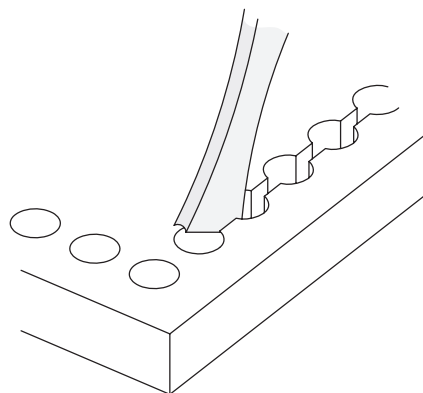
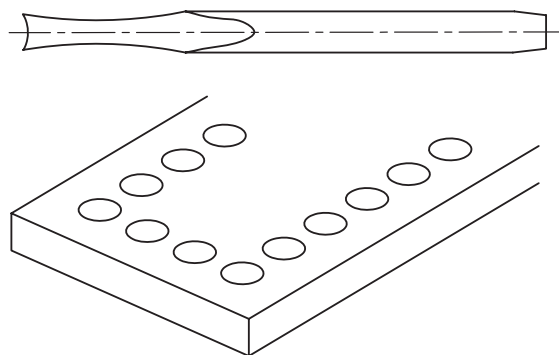


گاهی لازم است که از داخل ورقی ضخیم (غیر قابل بُرش با پرس یا پانچ)، طرحی را برش زده و خارج کنیم. در این صورت قلم‌کاری به‌همراه ایجاد سوراخ‌هایی در مسیر برش راهگشاست.



برای این منظور می‌توان از قلم‌های خاصی که در دو جهت زاویه براده دارند برای شکستن دیواره‌های باقی‌مانده بین سوراخ‌های مسیر استفاده کرد.

در براده (پلیسه)‌گیری از سطوح پُرپهنا یا ضخیم، می‌توان (مانند تصویر) این کار را با ایجاد پله و پل و برداست یکه در میان آنها صورت داد.



جدول زیر برخی از عیوب احتمالی در قلم کاری و روش پیش گیری از آنها را نشان می دهد.

ردیف	نوع عیب	علت به وجود آمدن عیب	رفع عیب
۱	قطعه بزرگ تر یا کوچک تر از اندازه بریده شده است.	تنظیم نشدن قلم به طور دقیق در محل برش	نوک قلم به صورت مایل ابتدا روی خط تنظیم شود و سپس، به حالت قائم در محل مربوطه قرار داده شود.
۲	در براده برداری سطحی ضخامت براده متفاوت است. (سطح قلمکاری شده ناصاف است)	زاویه برش قلم تنظیم نشده است.	دقت شود زاویه برش قلم و زاویه آزاد آن در طول برش کاری ثابت بماند.
۳	ارتفاع سطح قلمکاری شده یکسان نیست.	حرکت متناوب قطعه کاری در ضمن قلمکاری	قطعه در جای خود (گیره - سندان و...) محکم و ثابت بماند.
۴	برای وارد شدن قلم در قطعه ضربه های زیاد لازم است.	کُند بودن لبه قلم	تیز کردن لبه قلم با توجه به زاویه های مناسب صورت گیرد.
۵	برجستگی سطح قطعه در محل قلمکاری زیاد است.	بزرگ بودن زاویه رأس قلم	زاویه رأس قلم متناسب با جنس قطعه تیز شود.
۶	لغزیدن قلم روی سطح کار	یکنواخت نبودن سطوح نوک قلم	نوک قلم به طور یکنواخت تیز شود.
۷	نوک قلم زود کُند می شود.	نرم بودن نوک قلم	آب کاری و سخت کاری نوک قلم

□ تصویر زیر را ملاحظه کرده و با کمک مربی جمله آموزشی مرتبط با آن را بنویسید.

.....

.....

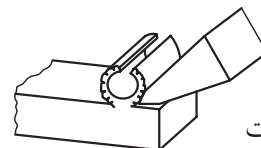
.....

□ چنانچه قصد بیرون آوردن سطحی (مانند یک دیسک) را از داخل ورق اولیه داشته باشیم باید:

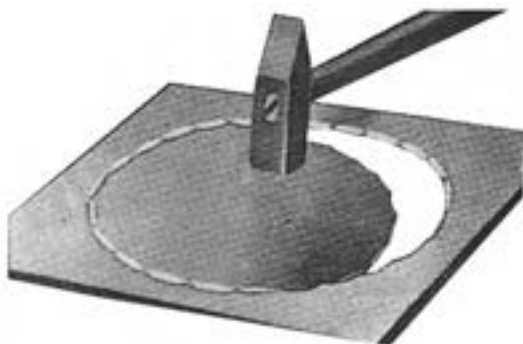
- الف) قلم را در بیرون خط دایره یا شکل مورد نظر بگوییم.
- ب) قلم را در داخل خط دایره یا شکل مورد نظر بگوییم.
- ج) قلم را روی خط دایره یا شکل مورد نظر بگوییم.
- د) فرقی نمی کند.



درست



نادرست



## ۲-۳-۶ قلم سایه‌زنی (شابر)

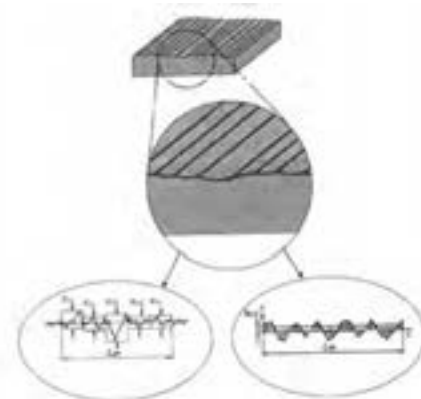
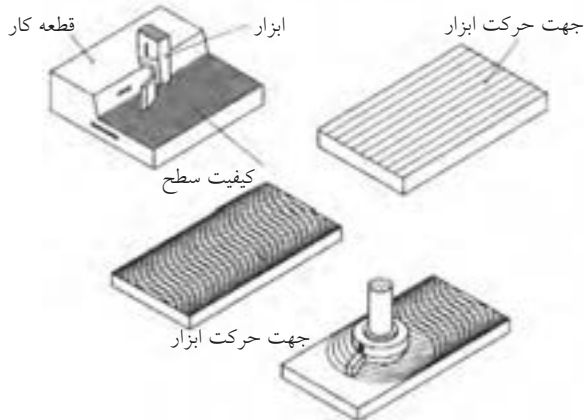
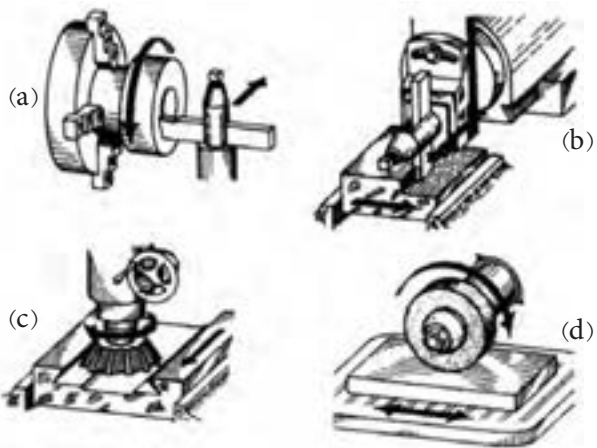
سطوح تولیدشده با قلم و ابزارهای دقیق‌تر از آن، حتی سطوحی که با ماشین‌های ابزار تولید می‌شوند حتی در صورتی که ظاهراً صاف به نظر برسند، دارای پستی و بلندی‌های زیادی هستند که برای آنها، سیستم و واحدهای اندازه‌گیری نیز در نظر گرفته شده است.

به سطوح ریل یا میز دستگاه تراش (راهنمای دستگاه) نگاه کنید.



این سطوح نیز پس از تولید بسته به روشی که در ساخت آنها استفاده شده، دارای طرح سطحی خاصی هستند که اتفاقاً همین طرح‌ها در روان‌کاری و روغن‌کاری آنها پس از سوار شدن میزهای دیگر (سوپورت‌های افقی و عمودی)، بسیار کمک‌کار خواهند بود. به شرط آنکه جهت طرح (خواب) این پستی و بلندی‌ها با جهت خواب طرح سطحی صفحات بالایی متناسب باشد.

تصویر زیر، چند طرح سطحی مختلف را در نتیجه استفاده از روش‌های مختلف ساخت و تولید، به وجود آمده‌اند، نشان می‌دهد.



Rz = میانگین بلندترین ارتفاع‌های زبری      Ra = میانگین متوسط سطح زبری



با استفاده از فرایند سنگ‌زنی (ابزار تیزکنی) به زاویه اولیه یا دلخواه رسانید.



لازم به یادآوری است که هرچه جنس قطعه کار سخت‌تر باشد، زاویه نفوذ (گوه یا  $\beta$ ) نیز باید بیشتر در نظر گرفته شود.



به زاویه مناسب دست به هنگام شابرزنی برای جلوگیری از سُرخوردن یا درگیری بیش از اندازه شابر دقت کنید.



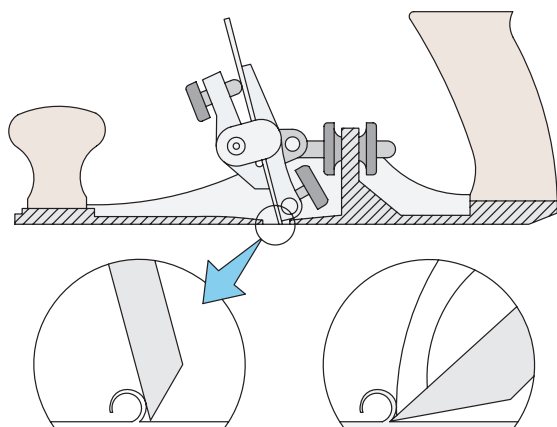
برای همسان‌سازی طرح سطحی و برداشت براده‌های مویی از این سطوح از قلم‌کاری خاصی به نام «شابرزنی» استفاده می‌شود.



شابرها در کارگاه فلزکاری قدیم، شباهت زیادی به سوهان‌ها داشتند و از یک دسته چوبی با تیغه تخت سوهان‌مانند که قدری بلندتر ساخته می‌شد تا در لحظه درگیری قلم‌مانند، حالت فنریت هم داشته باشد، تشکیل می‌شد. اما امروزه از اشکال تیغه و بدنه مطمئن‌تری برای «شابرزنی» استفاده می‌شود.

لبه برنده شابرهای قدیمی (که البته هنوز در کارگاه‌های فلزکاری به وفور استفاده می‌شوند)، مانند قلم‌های دستی اشکال مختلفی مانند تخت، قاشقی و... دارد تا به کمک آنها بتوان از سطوح صاف، نیم‌گرد (قوس) و... براده‌های بسیار ریزی را برداشته و به آن خواب مورد نیاز را در جهت متناسب با قطعات دیگر درگیر (هم‌ردیف) داد. در صورت لزوم این لبه‌ها را نیز می‌توان مانند لبه برنده قلم‌ها

در صنایع خودروسازی و پس از جوشکاری قسمت‌های مختلف رویه بدنه (اتاق) و سپس برداشتن گره جوش‌ها با فرایند سنگ‌زنی پیش از عملیات رنگ‌پاشی، درزهای اتصال را با کمک ابزار شابر دستی با زاویه دست مناسب، بسیار ظریف شابر می‌زنند. به بازوی محدودکننده براده توجه کنید.



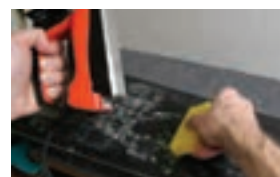
امروزه به دلیل نیاز بسیار زیاد شابرزنی دستی به مهارت بالای صنعتگر، شابر برقی مرسوم شده است.



با استفاده از خمیرهای مخصوص (یا براده‌های صابون سفید) و یک تکه شیشه (مطابق تصویر) می‌توان از نتیجه کار و بهبود وضعیت آن آگاه شد. □ روش کار را با توجه به تصویر بنویسید.



این ایده ساده در تشخیص پستی و بلندی نامرئی سطوح، باعث شد تا صابون‌های «ساینده» وارد میدان شابرزنی شوند با طرح ساده‌ای که از یک اتوی برقی الهام گرفته، بتوان شابرزنی جدید و برقی را صورت داد. به این ترتیب «ذرات ساینده» صابون، در محیط ارتعاشی یا گرم اتوی داغ، می‌توانند خواب مورد نظر در روی سطح را نمایان و ایجاد کنند. از مواد ژله‌ای ساینده به صورت دستی و با ابزارهای ساده‌ای مانند فرچه سیمی بسیار ظریف (غیر فلزی) نیز می‌توان استفاده کرد.

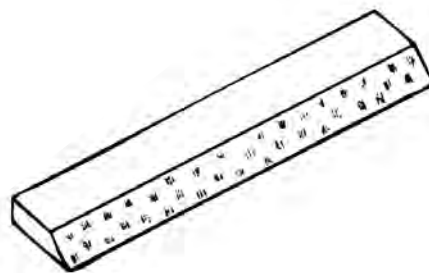
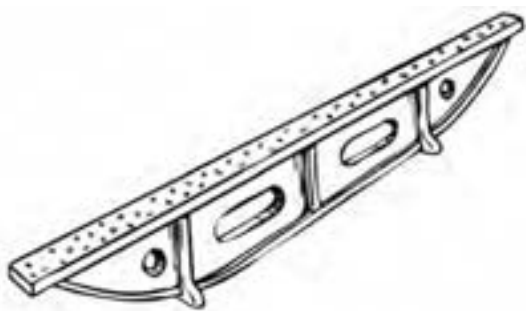
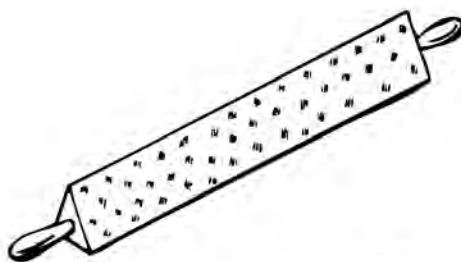
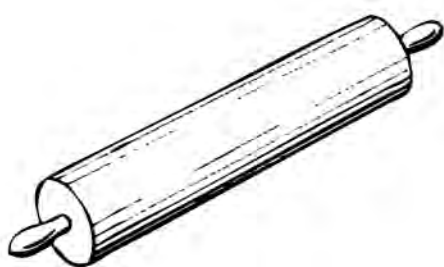


1. Abrasi

شود. زیرا به این ترتیب به هنگام روغن کاری سطوح در هم رونده محصول صنعتی سطح شابر خورده می تواند در مسیر حرکت خود این روغن کاری را ساده تر کند.

از ایده وردنه (غلتک چوبی پهن کننده خمیر نان) نیز در ساخت شابرهای مخصوص سایه زنی قطعات بلند و کم عرض (با تیغه سایه زنی)، یا زاویه های داخلی (با منشور سایه زنی)، و پخش کردن رنگ روی صفحه صافی (با غلتک سایه زنی) استفاده شده است.

□ چنانچه در کارگاه فلزکاری خود، از ابزارهای شابر دستی برخوردارید، پس از شناسایی انواع آنها از نظر ظاهری (به کمک مربی و جداول استاندارد)، با استفاده از آغشته سازی سطح قطعه انتخاب شده به رنگ یا کات کبود، آن را شابر بزنید. این عمل به منظور کم کردن اصطکاک سطح با سطوح دیگر انجام می شود پس باید تمام پستی و بلندی ها را به گونه ای از بین ببرید که قطعه در جهت مورد نظر شما (مانند خوابِ قالی ها) طرح دار

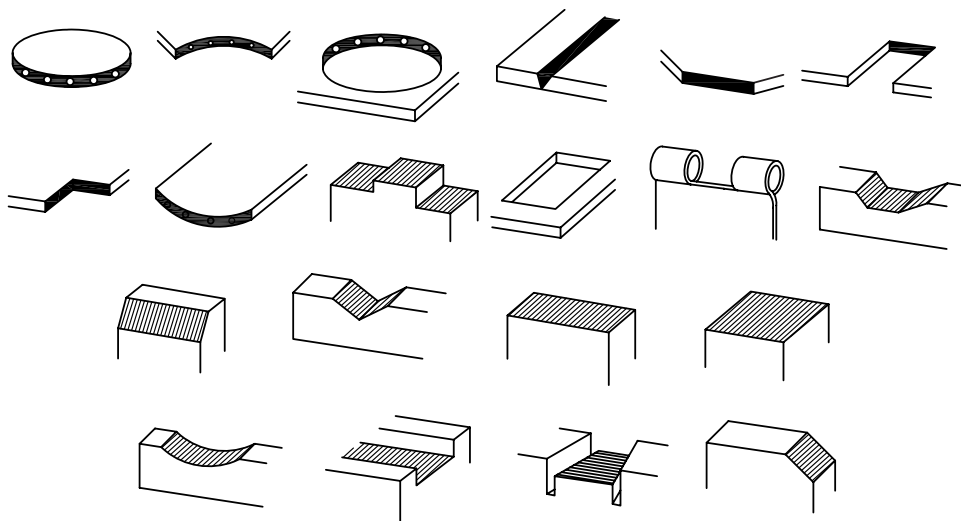




## دستور کار

### قلم‌زنی و شابرکاری

۱. با استفاده از قلم‌هایی با زاویه رأس  $30^\circ$ ،  $60^\circ$  و یا  $80^\circ$  در رأس و خط‌کشی اولیه سطوحی مانند تصاویر زیر را قلم‌کاری کرده و هر سه فعالیت جدا کردن (شکستنی)، قیچی کردن (لب‌بری) و براده‌برداری را انجام دهید. (در صورتی که نوک قلم زاویه مناسبی ندارد با کمک مریب آن را سنگ زده آماده کنید).



۲. ریل (راهنما)ی گیره‌های مستعمل و از کارافتاده را با تفکیک گیره و رنگ‌کاری اولیه شابرزنی کنید. در هنگام کار با شابر از نزدیک کردن سر به مسیر حرکت شابر خودداری کرده و مراقب انگشتان خود باشید.





## ۴-۶ سوهان کاری (کار با سوهان)

همانند تبدیل قیچی به اره برای افزایش میزان تسلط بر خط بُرش، با تبدیل گوه‌های قلم و رنده به «سوهان» یعنی ابزاری مسطح با گوه‌های بسیار که بتواند بسیار دقیق‌تر براده‌برداری کند، می‌توان سطح قابل‌کنترلی را به وجود آورد. این گوه‌ها که برای کار با چوب، بزرگ‌تر و در کار بر روی فلزات، ریزتر انتخاب می‌شوند، «آج» نامیده شده و به دو روش «فرزکاری» یا «ضرب‌زنی» در سطح تسمه یا میله‌ای از فولاد ابزارسازی ایجاد می‌شوند.



□ در مورد تصویر زیر (از دحام برای آموزش دیدن) چه چاره‌ای پیشنهاد می‌کنید؟



ایستادن با زاویه مناسب و عقب قرار دادن پای نزدیک‌تر به مرکز گیره، باعث افزایش کارایی در هنگام سوهان‌کشی است.



سوهان‌کاری به دلیل ظرافت و براده‌برداری آهسته پیش از هر چیز نیازمند شکیبایی و دقت ثابت صنعتگر است. بنابراین باید در هنگام سوهان‌کشی، بدن خود را در وضعیتی قرار دهید که ضمن تسلط کامل بر سطح سوهان‌کاری، از صدمه دیدن یا خسته‌شدن زودهنگام در امان باشید. مثلاً قبل از شروع سوهان‌کاری روی گیره‌های معمولی، از در مسیر نبودن دسته (هندل) گیره، مطمئن باشید. اگرچه قطعه باید در گیره کاملاً محکم شده باشد اما این مسئله نباید با زاویه‌دار شدن دسته آن به صورت ناخودآگاه به شما صدمه بزند. در کارگاه سوهان‌کاری شما برای حفاظت از قطعه خود در



## ۱-۴-۶ انواع سوهان

سوهان‌ها علاوه بر قابلیت بالایی که در براده‌برداری حتی از روی ابزارهای برش دیگر دارند، باید از اشکال و ابعاد متنوعی برخوردار باشند تا به این وسیله بتوان براده‌های خشن، متوسط و ریز را از روی سطوح صاف نیم‌گرد، گرد و یا گوشه‌های مربعی و مثلثی برداشت.

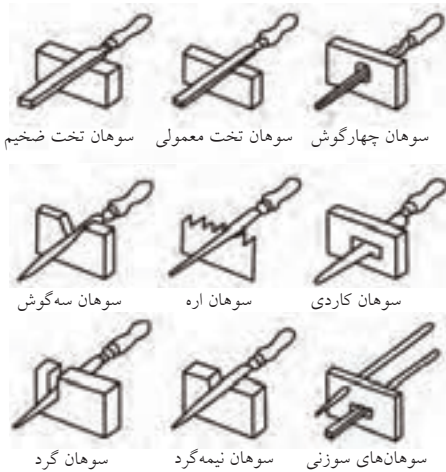


تصاویر زیر ابعاد و اشکال مختلفی از سوهان‌ها را نشان می‌دهند.



از آنجا که این ابعاد و اشکال بسیار متفاوت هستند، توصیه می‌شود که با انبار کردن غلط سوهان‌ها و ریختن آنها به روی هم، باعث ساییده شدن آنها به یکدیگر نشویم. همچنین نباید از سوهان‌ها برای براده‌برداری از فولادهای آبکاری‌شده استفاده کرد یا آنها را در معرض آغشته شدن به مواد خورنده و زنگ‌زدگی قرار

داد. بنابراین از خارج کردن سوهان به همراه خود از کارگاه فلزکاری به بیرون خودداری کنید.



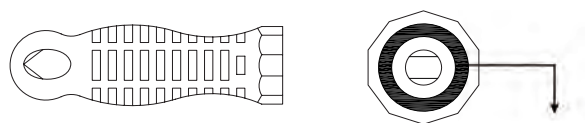
درجه زبری (بلندی) آج سوهان‌ها متفاوت بوده و آنها را با شماره‌های ۰ تا ۴ یا ۶ دسته‌بندی کرده‌اند. این درجه‌بندی را همچنین ممکن است به صورت نوارهای رنگین در پیشانی داخلی دسته پلاستیکی سوهان‌های استاندارد ملاحظه کنید. شماره زبری سوهان را عموماً بر روی دنباله آن حک می‌کنند. تصویر زیر جدول این تقسیم‌بندی را نشان می‌دهد.

جدول تشخیص نوع و زبری سوهان					
چوب	تیزکننده	دقیق	مهندسی	سوهان	درجه سایش
		مشکی		خشن	۰
			سبز	زبر	۱
قهوه‌ای	نارنجی	خاکستری	زرد	متوسط	۲
			قرمز	نرم	۳
		آبی		ظریف	۴
		سفید		خیلی ظریف	۶

استفاده از جدول (مثال): حلقه نارنجی معرف سوهان

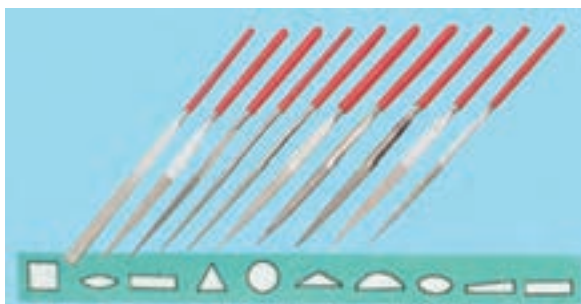
تیزکننده با درجه سایش متوسط (۲)

از سوهان‌ها همچنین می‌توان برای صاف یا تیز کردن سطوح غیر صاف یا هموارمانند رزوه‌های یک پیچ ساییده‌شده استفاده کرد. برای این منظور از سوهانی به نام سوهان رزوه یا دنده استفاده می‌شود. از آنجا که پیچ‌ها خود در صنعت با دو استاندارد اینچی (انگلیسی) و میلی‌متری (امریکایی) ساخته شده‌اند، سوهان دنده نیز به صورت سوهان دنده اینچی و سوهان دنده میلی‌متری ساخته شده و یا حرکت رفت و برگشت چرخش‌گون خود می‌تواند دنده‌های (رزوه) پیچ را احیا کند.

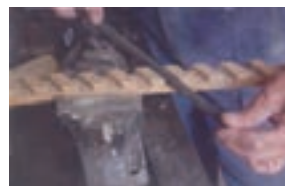


رنگ حلقه در محلی که تصویر نشان داده است، مشخص‌کننده نوع و درجه زبری سوهان است.

آج سوهان نسبت به ظرافت آن ممکن است یک‌سویه یا دوسویه باشد. دسته آن نیز می‌تواند قابلیت تعویض آسان داشته و به آسانی قابل بازکردن باشد (در سوهان‌های ظریف).



با توجه به تصاویر و مقایسه آنها با سوهان‌های موجود در انبار کارگاه خود، نام هر یک از آنها و کاربردشان را بنویسید.



اگر سطح سوهان کاری برخلاف مورد قبل از وسعت و همواری زیادی برخوردار باشد، از سوهان‌های دو دسته معروف به «سوهان سطح» استفاده می‌شود که با دو سوراخ در ابتدا و انتهای خود (مطابق شکل) بر روی دسته بلند و طول پوش خود نصب می‌گردند.

گام (تعداد دندان در میلی‌متر)	۰٫۸	۰٫۱	۱٫۲۵	۱٫۵	۱٫۷۵	۲٫۰۰	۲٫۵۰	۳٫۰۰
سایز رزوه میلی‌متر	M۵	M۶+M۷	M۸+M۹	M۱۰+M۱۱	M۱۲	M۱۴+M۱۶	M۲۰، M۱۸ M۲۲	M۲۴+M۲۷

گام (تعداد دندان در اینچ)	۲۴	۲۰	۱۸	۱۶	۱۴	۱۳	۱۲	۱۱
سایز رزوه UNF	$\frac{3}{8}, \frac{5}{16}$	$\frac{1}{2}, \frac{7}{16}$	$\frac{9}{16}, \frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$1, \frac{7}{8}$	—	$1\frac{1}{2}, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{8}$	—
سایز رزوه UNC	—	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$1, \frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	۱"



□ با توجه به تصویر مقابل چه نکته‌ای نظر شما را جلب می‌کند؟

.....

.....

۲-۴-۶ ساختمان و طرز کار سوهان □ با توجه به تصاویر زیر به چه نتیجه‌ای می‌رسید؟

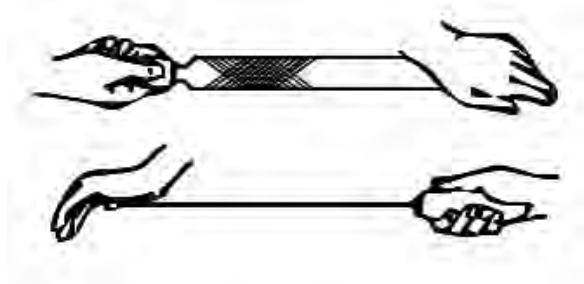
.....

.....

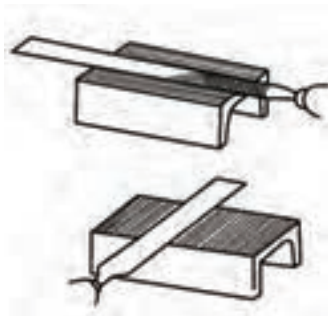
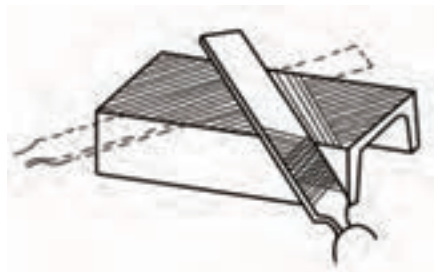


□ براده‌های طلا چه نامیده می‌شود و آنها را چگونه در کارگاه طلاسازی جمع‌آوری می‌کنند؟

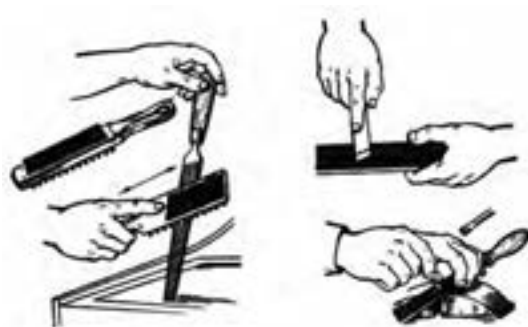
به هنگام سوهان‌کاری، سعی شود که موقعیت تمامی انگشتان دو دست تحت کنترل بوده و از برخورد آنها با اشیاء مسیر حرکت رفت و برگشت جلوگیری شود. به‌ویژه در حرکت رفت که سوهان کار باید بر روی قطعه کار منتقل شود.



سوهان‌کاری می‌تواند در طول قطعه (طولی)، عمود بر سطح سوهان‌کاری (عرضی) و یا با زاویه  $30^\circ$  یا  $45^\circ$  نسبت به سطح (و به صورت صلیبی یا ضربدری) انجام شود. ولی در هر صورت دقت کنید که فقط در حرکت رفت (مانند اره‌کاری) به سمت پایین نیرو وارد کنید. این مسئله فقط با استمرار و شکیبایی و به تدریج احساس می‌شود.



شناخت کافی از یک ابزار و تمیز کردن و تنظیم آن قبل از شروع کار، چنان‌که قبلاً نیز به آن اشاره شده است، الفبای فلزکاری است.



در تصاویر فوق نحوه صحیح استفاده از کناره‌های آجدار سوهان و پیشانی آجدار آن به شرط تمیزی و عاری بودن از براده‌ها نشان داده شده است.

سوهان پُرسوهانی است که فاصله آج‌های آن توسط براده‌های عملیات پیشین آکنده شده و احتمال سُرخوردن یا سایش ناخواسته بر روی سطح قطعه مورد نظر ما را دارد. این سوهان را می‌توان با استفاده از فرچه مناسب و یا لقمه‌های برنجی تمیز و خالی کرد. این موضوع در کار بر روی فلزات گرانبهایی مانند طلا، اهمیت خود را دوسویه و صدچندان نشان می‌دهد.



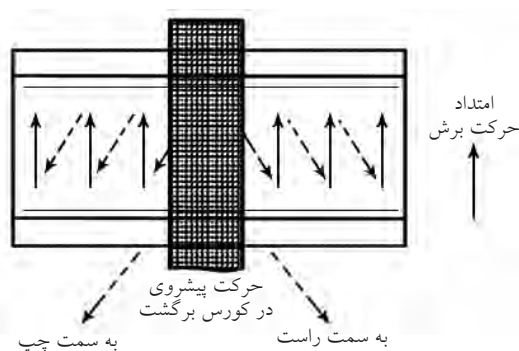
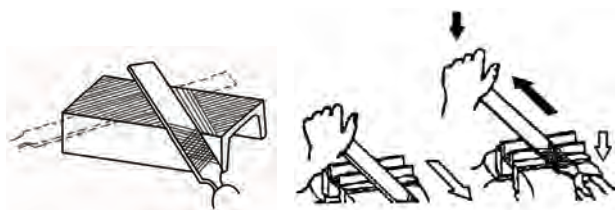


همچنین لمس سطح سوهان کاری شده با انگشت به منظور حس کردن صافی آن، علاوه بر بی نتیجه بودن به دلیل انحناء خود انگشت و انعطاف آن، باعث چرب شدن سطح و سُرخوردن سوهان بر روی قطعه می شود. بنابراین تا آخرین لحظه از لمس سطح یا سوهان با دست خودداری کنید.

برای شروع موفق سوهان کشی، نخست باید از افقی بسته شدن کامل قطعه در گیره و موازات آن با لبه ها، اطمینان حاصل کرد. برای این کار می توان از تراز و یا به طور ساده از گونیای مدرج استفاده کرد. قسمت فوقانی خطوط میلی متر یا اعداد خط کش، هریک می توانند ملاکی برای بررسی چشمی این راستا باشند. هر چند برخی گونیاها برای این منظور، خطوطی را در پیشانی خود دارند.



زاویه دادن به سوهان نسبت به سطح افق به صورت آگاهانه (مثلاً برای رفع خستگی و تنوع در کار) یا ناخودآگاه باعث براده برداری ناهمسان از سطح شده، علاوه بر افزایش زمان سوهان کاری احتمال خروج از حد مشخص شده با سوزن خط کش را به وجود می آورد.



بستن سپری، لب بند و محافظ هایی از این دست در فک های گیره و واسطه بین قطعه و گیره، باعث حفاظت سطوح دیگر قطعه خواهد شد. به شرط آنکه مانعی در جهت انجام فرایند نباشد.





چنانکه ملاحظه می‌کنید، در سوهان‌کاری دستی، الزاماً سوهان به روی سطح کشیده نمی‌شود، بلکه ممکن است قطعه از زیر آج‌های سوهان گذشته و به آنها ساییده شود. (قطعه متحرک). تجربه این‌گونه موارد متفاوت، صنعتگر را در کنترل استقامت و راستای سوهان‌کاری در طول فرایند براده‌برداری با سوهان، آگاه و خبره می‌کند. آنگاه این «خبرگی»<sup>۱</sup> در اداره موقعیت ابزار و قطعه نسبت به هم را مانند تمام فرایندهای مطالعه‌شده پیش از این می‌توان به نرم‌افزار تبدیل و سوهان‌کاری را نیز کنترل یا «پایش»<sup>۲</sup> کامل الکترونیک کرد.

پایش، در واقع بررسی، مقایسه و بهبود همزمان شرایط کاری است. نمونه دیگر استفاده از کات کبود، خمیردندان یا ژله‌ها و رنگ‌های مشابه (مطابق تصویر) در بررسی صحت عملکرد صنعتگر سوهان‌کار است که در نتیجه آن (برخلاف لمس با دست) به درستی می‌توان به عیوب سوهان‌کشی آگاه شد.

□ با توجه به تصویر، مراحل پایش صافی سطح سوهان‌کشی را نوشته، آن را در مورد پروژه سوهان‌کشی خود اجرا کنید (صفحه زیرین، صفحه استاندارد باشد).



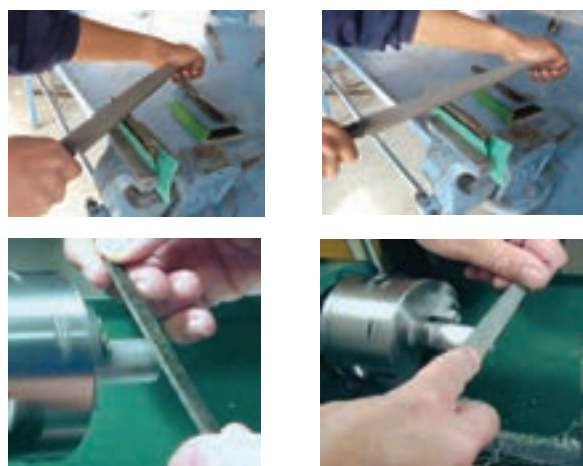
1. Expert Sys
2. Control

در شروع سوهان‌کاری قطعه، با انتخاب موقعیت مناسب، از گریز قطعه به هنگام کار یا ارتعاش آن که صدای مهیبی را به وجود می‌آورند جلوگیری کنید. به خاطر داشته باشید که «صدا»<sup>۱</sup>، «ارتعاش»<sup>۲</sup> و «مخاطره»<sup>۳</sup> سه مزاحم همیشگی در صنعت هستند و وظیفه صنعتگران جوان کاهش این سه عامل یعنی V، N، H (NVH) در محصولات کنونی صنعت است.



### ۳-۴-۶ پایش سطح سوهان‌کاری و ابزار آن

□ تصاویر زیر (سوهان‌کاری روی میز و سوهان‌کاری روی دستگاه تراش)، چه تفاوتی با هم دارند؟



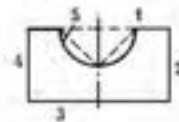
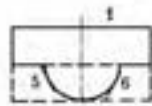
1. Noise
2. Vibration
3. Harshness



## دستور کار

### تهیه لیست مراحل کار

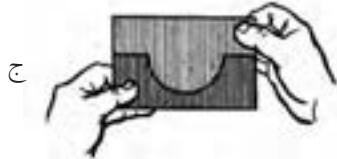
۱. با توجه به تصاویر و با کمک مربی خود نقشه اجرایی (مراحل کار) و «مسیر اصلی فرایند» (CP) مورد نیاز برای ساخت قید و بست زیر را تهیه و آن را اجرا کنید.  
 از آنجا که اجرای قوس داخلی (مقعر) ساده‌تر از قوس خارجی (محدب) است. ابتدا قوس داخلی را با کمک سوهان نیم‌گرد به وجود آورده و سپس قوس خارجی را شروع کنید. در مراحل تکمیل کار می‌توانید از لقمه داخلی به عنوان شابلونی برای بررسی صحت سوهان‌کاری لقمه خارجی استفاده کنید.



الف



ب



ج



ج



ب



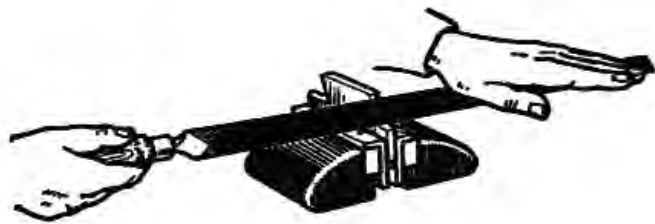
الف



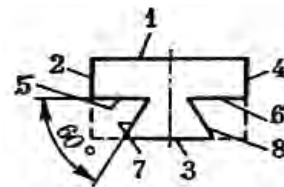
الف



۲. طرح فاق و زبانه زیر را ترسیم کرده و نقشه اجرایی آن را بنویسید. در نوشتن نقشه راه، از اره کاری به عنوان راهی برای رسیدن سریع تر به داخل سوراخ دوزنقه فراموش نکنید. این طرح خاص که در صنعت به وفور از آن استفاده می شود به «بست دم چلچله» معروف است و اغلب میز دستگاه های صنعتی را با کمک این طرح ساخته و روی هم سوار می کنند. این بار ساخت لقمه خارجی ساده تر از لقمه داخلی است و از آن می توان به عنوان شابلون در تکمیل لقمه داخلی استفاده کرد.



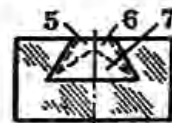
(ب)



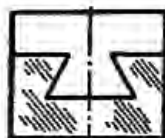
(الف)



(د)



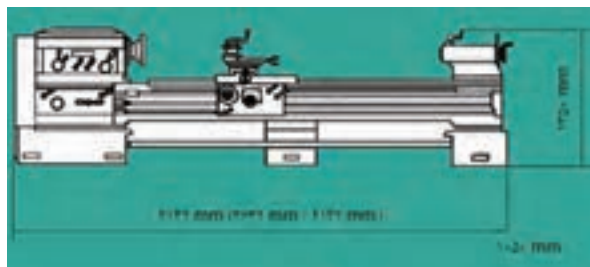
(ج)



(ه)

## ۵-۶ موارد ایمنی

پیش‌بینی شود. به این ترتیب براده‌برداری در محیط شلوغ که بسیار خطرناک است اجرا نخواهد شد.



نور کافی در محیط کارگاه فلزکاری و براده‌برداری (تراشکاری) علاوه بر افزایش دقت کار از بروز خطاهای ناشی از خطای دید و در نتیجه خطرات ناشی از آن می‌کاهد.



در کار با ماشین‌آلات صنعتی که به روش براده‌برداری فعالیت ساختی را انجام می‌دهند، چنان‌که پیشتر نیز اشاره شد، شناخت جهت سه حرکت اصلی دستگاه یعنی حرکت برشی و جهت آن، حرکت پیشروی و جهت آن و

یکی از مهم‌ترین موضوعات در بخش رعایت ایمنی در کار با ابزارآلات براده‌برداری، حفاظت در برابر همان براده‌هاست که اغلب اشکال پیچیده اما ظریف، تیز و ریز و درشتی دارند. علاوه بر آن اغلب آلوده به غبارهای کارگاهی و کف بوده و پراکنده هستند. علی‌الخصوص در روی قطعه‌کار که صنعتگر را وسوسه می‌کند تا سریعاً آنها را پاک کند. اما لطافت دست هرگز فرجه مناسب برای این کار نیست.



لطافت دست شما، فرجه مناسبی برای جارو کردن براده‌های قطعه‌کار شما نیست!

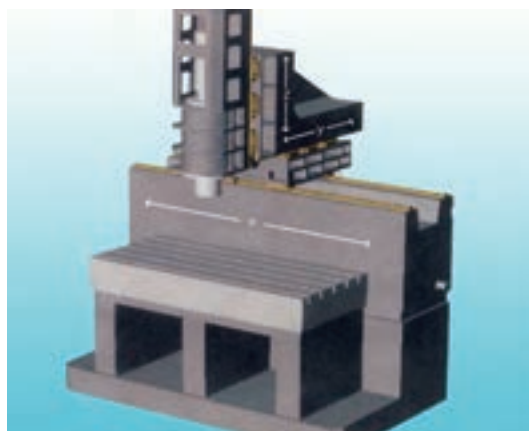
به هنگام نصب تجهیزات براده‌برداری، از میز و گیره ساده سوهان‌کاری گرفته تا دستگاه‌های تراش و غیره، حتماً باید نسبت به ابعاد تجهیزات ذکر شده، فاصله مناسب جهت تردد افراد و حتی مسیر اضطراری برای مواقع خطر



براده‌های سوهان‌کاری اگرچه نرم و ریز هستند اما هدایت درست آنها پس از ایجاد، می‌تواند چشم همکاران شما در کارگاه را از خطر نفوذ براده مصون بدارد. □ با توجه به شکل‌های زیر، مشکل ایمنی موجود در هر تصویر را بیان کنید.



حرکت بار و جهت آن برای صنعتگری که قصد کارکردن و یا نزدیک‌شدن به آنها را دارد الزامی است.



در استفاده از سوهان برای براده‌برداری، بجز حفاظت از انگشتان دستی که در انتهای لبه سوهان قرار می‌گیرد، موضوع ایمنی دیگر مراقبت از خود به هنگام جا زدن دسته سوهان یا خارج کردن آن است.

برای این کار پس از گرم کردن انتهای مثلث‌گون سوهان آن را مطابق شکل جا می‌زنیم. به هنگام خارج کردن دسته نیز باید سوهان را به صورت آویزان در گیره محکم کرده دسته را خارج کرد.





# ارزشیابی پایانی

## ◀ نظری

۱. قیچی زنی نوعی فرایند براده برداری است.  
 درست  نادرست
۲. حرکتی که باعث نفوذ در قطعه کار می شود حرکت برشی نام دارد.  
 درست  نادرست
۳. در سوهان کاری حرکت بار:  
الف) عمود بر سطح قطعه است.  
ب) در راستای سطح قطعه است.  
ج) در عرض سطح قطعه قرار می گیرد.  
د) وجود ندارد.
۴. زاویه رأس قلم برای نفوذ به قطعه کار:  
الف)  $30^\circ$   
ب)  $60^\circ$   
ج)  $80^\circ$   
د)  $90^\circ$
۵. جنس قلم:  
الف) چدن  
ب) فولاد فنی  
ج) فولاد ساختمانی  
د) فولاد H.S.S
۶. از شابر برای براده برداری عمیق سطحی استفاده می شود.  
 درست  نادرست
۷. سوهان کاری سطوح نیم گرد را با ..... انجام می دهند.  
الف) سوهان گرد  
ب) سوهان نیم گرد  
ج) سوهان تخت  
د) فرقی نمی کند
۸. سوهان ها را از نظر زبری آج به ..... دسته تقسیم می کنند.  
الف) دو  
ب) سه  
ج) چهار  
د) شش
۹. برای کاهش صدای سوهان کاری:  
الف) باید از سوهان های چهار گوش استفاده کرد. ب) باید از سوهان های نیم گرد استفاده کرد.  
ج) باید قطعه را در ارتفاع پایین تری بست. د) همه موارد
۱۰. برای حفاظت از سوهان و افزایش عمر آن، کدام مورد از همه مهم تر است؟  
الف) آنها را به روی یکدیگر نریزید. ب) به سوهان ضربه وارد نکنید.  
ج) سوهان را در برابر عوامل خورنده نگذارید. د) سوهان را مرتباً خالی کنید.

## منابع

۱. الواح آموزشی و به‌روزشده شرکت پویان صنعت، وهاب‌زاده، امیر هوشنگ
۲. تاریخ مصور تکنولوژی اسلامی، پروفیسور احمد یوسف‌حسن، دکتر دانالد ر هیل، ترجمه دکتر ناصر موفقیان، انتشارات علمی و فرهنگی
۳. مکانیک عمومی، استاندارد، ۸-۷۱/۰۵، فرهادی، علی و اوسطی / کریم، نشر علوم معروف / ۸۲
۴. فلزکاری در برق ساختمان و برق صنعتی درجه (۲)، استاندارد ۸-۵۵/۲۸ و ۸-۵۵/۱۴، مسگری / علی و قناد، هادی، انتشارات صفار / ۸۱
۵. درس فنی فلزکاری، ویتسورک لیبن، ربیع‌زاده / محمد، انتشارات دهخدا / ۵۱
۶. صنعت فلزکاری، انتشارات تکنیک برای همه
۷. ماشین‌های افزار، ترجمه ابراهیم صادقی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت / ۷۴
۸. *Practical Bench Working* N.Makienko / ۸۴
۹. آشنایی با فرایندهای ساخت و تولید، عالی / حجت‌اله، دانشگاه امام حسین (ع) / ۸۱
۱۰. آشنایی با فرایندها و خطوط تولید، عالی / حجت‌اله، غیاثوند / حسن، دانشگاه امام حسین (ع) / ۸۱
۱۱. سیر تکاملی آهن و فولاد در ایران و جهان، توحیدی / ناصر / ۶۴
۱۲. کنترل صدا در صنعت، صالحی / اسرافیل، کمال دانش / ۷۹
۱۳. درآمدی بر طراحی صنعتی، دیوید لودینگتن، ترجمه میرقیداری، سیدمجتبی، انتشارات قصیده / ۷۷
۱۴. راهنمای فلزکاری، آمو کوهن، ترجمه: افضلی / محمدرضا، انتشارات فنی ایران / ۸۱
۱۵. طراح مکانیزم‌ها برای طراحان و ماشین‌سازان، ترجمه شیرخورشیدیان، علی‌اکبر، انتشارات طراح
۱۶. نقشه‌کشی مقدماتی، حمید غلامرضایی، کتاب درسی کار دانش ساخت و تولید
۱۷. اینترنت



فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب فلزکاری استفاده کنند.

ردیف	نام رشته مهارتی	شماره رشته مهارتی	کد رایانه‌ای رشته مهارتی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد استاندارد مهارتی مبنا
۱	استخراج معدن	۱-۱۲-۱۰۸-۳۰۳	۶۱۲۳	معدن‌کاری عمومی	۷-۱۱/۸/۱/۲
۲	برق ساختمان	۱-۱۰-۱۰۱-۳۲۱	۹۹۶۲	برق ساختمان درجه ۲	۸-۵۵/۲۸/۲/۴
۳	برق صنعتی	۱-۱۰-۱۰۱-۳۲۳	۹۹۶۹	برق صنعتی درجه ۲	۸-۵۵/۱۵/۲/۴
۴	تأسیسات گازرسانی	۱-۱۲-۱۰۴-۳۱۹	۶۱۱۱	لوله‌کشی گاز خانگی و تجاری	۸-۷۱/۲۲/۱/۲
۵	تأسیسات حرارتی و برودتی	۱-۱۲-۱۰۴-۲۲۱	۶۲۰۵	تعمیرکار دستگاه‌های سردکننده‌های خانگی و تجاری	۸-۴۱/۸۳/۱/۲
				تعمیر کار وسایل گاز سوز خانگی	۸-۴۱/۹۲/۱/۲
۶	تأسیسات بهداشتی ساختمان	۱-۱۲-۱۰۴-۳۱۶	۶۱۰۸	لوله‌کشی و نصاب وسایل بهداشتی درجه ۲	۸-۷۱/۰۶/۲/۲
۷	تراشکاری	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۳	۶۱۹۹	تراشکار درجه ۲	۸-۳۴/۲۲/۲/۳
۸	تراشکاری CNC	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۴	۶۱۹۹	تراشکار درجه ۲	۸-۳۴/۲۲/۲/۳
۹	فرزکاری CNC	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۲	۶۱۹۸	فرزکار درجه ۲	۸-۳۴/۳۲/۲/۳
۱۰	تراشکاری و فرزکاری	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۸	۶۲۰۶	تراشکار درجه ۲	۸-۳۴/۲۲/۲/۳
۱۱	فرزکاری	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۱	۶۱۹۷	فرزکار درجه ۲	۸-۳۴/۳۲/۲/۳
۱۲	تعمیر برق اتومبیل	۱-۱۲-۱۰۷-۳۱۸	۶۱۱۳	تعمیرکار برق خودرو درجه ۲	۸-۵۵/۴۲/۲/۳
۱۳	تعمیر لوازم خانگی برقی	۱-۱۰-۱۰۱-۳۱۹	۹۹۶۰	تعمیرکار لوازم برقی حرارتی	۸-۵۵/۷۷/۲/۱
۱۴	تعمیر ماشین ابزار	۱-۱۲-۱۰۲-۳۲۵	۶۲۰۱	تعمیرکار ماشین‌های ابزار	۸-۵۲/۵۸/۱/۳
۱۵	تعمیر ماشین‌های راهسازی	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۴	۶۱۲۰	مکانیک ماشین‌آلات سنگین راهسازی عملیات	۸-۴۹/۶۳/۲/۲
۱۶	تعمیر موتور و برق خودرو	۱-۱۲-۱۰۷-۳۱۹	۶۱۱۴	تعمیرکار اتومبیل‌های سواری درجه ۲	۸-۴۶/۲۳/۲/۳
۱۷	تعمیر موتور خودرو	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۱	۶۱۱۶	تعمیرکار اتومبیل‌های سواری درجه ۲	۸-۴۶/۲۳/۲/۳
۱۸	تعمیر موتور دیزل دریایی	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۶	۶۱۲۲	تعمیرکار موتورهای دیزلی دریایی	۸-۴۹/۲۹/۲/۲
۱۹	تعمیر موتور قایق	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۸	۶۲۰۷	تعمیرکار موتورهای بنزینی قایق	۸-۴۳/۴۶/۲/۲
۲۰	جوشکاری برق	۱-۱۲-۱۰۱-۳۱۲	۶۱۹۳	جوشکاری با فرایند قوس الکتریکی E <sub>3</sub>	۸-۷۲/۲۲/۲/۳
۲۱	جوشکاری برق و گاز	۱-۱۲-۱۰۱-۳۱۳	۶۱۹۴	جوشکاری با فرایند قوس الکتریکی E <sub>3</sub>	۸-۷۲/۲۲/۲/۳
				جوشکار گاز درجه ۲	۸-۷۲/۱۷/۲/۲
۲۲	جوشکاری گاز محافظ CO <sub>2</sub>	۱-۱۲-۱۰۱-۳۱۷	۶۲۱۲	جوشکاری با فرایند قوس الکتریکی E <sub>3</sub>	۸-۷۲/۲۲/۲/۳
				جوشکار گاز محافظ CO <sub>2</sub>	۸-۷۲/۱۳/۱/۲
۲۳	خدمات فنی خودرو	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۰	۶۱۱۵	سرویس و نگهداری خودرو	۸-۴۹/۸۱/۲/۳
				تون‌آپ درجه ۲	۸-۴۳/۹۵/۲/۳
۲۴	در و پنجره‌سازی آهنی	۱-۱۲-۱۰۱-۳۱۵	۶۱۹۶	در و پنجره ساز پروفیل آهنی درجه ۲	۸-۷۴/۹۳/۲/۲
۲۵	ریخته‌گری	۱-۱۲-۱۱۲-۳۰۶	۶۱۳۰	ریخته‌گری درجه ۲	۱-۲۴/۱۳/۲/۳
۲۶	ساخت شناورهای چوبی صیادی	۱-۱۲-۱۰۳-۳۰۴	۹۵۳۱	ساخت شناور چوبی (جهاد دانشگاهی)	جهادسازندگی ۷۹
۲۷	صافکاری و نقاشی خودرو	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۷	۶۲۰۴	صافکار درجه ۲	۸-۷۳/۷۴/۲/۲
۲۸	تأسیسات گرمای ساختمان	۱-۱۲-۱۰۴-۳۱۸	۶۱۱۰	لوله‌کشی و نصاب دستگاه‌های حرارت مرکزی درجه ۲	۸-۷۱/۱۴/۲/۲
۲۹	ماشین‌های الکتریکی	۱-۱۰-۱۰۱-۳۲۲	۹۹۶۳	تعمیرکار ماشین‌های الکتریکی درجه ۲	۸-۵۳/۴۷/۲/۴
۳۰	مکانیک تراکتور و تیلر	۱-۱۲-۱۰۷-۳۱۱	۶۱۴۱	مکانیک تراکتور و تیلر	۸-۴۹/۵۷/۱/۲
۳۱	نقشه‌کشی صنعتی به کمک رایانه	۱-۱۲-۱۰۲-۳۱۸	۶۱۰۱	نقشه‌کشی درجه ۲	۰-۳۲/۱۲/۲/۳
۳۲	ورقکاری	۱-۱۲-۱۰۱-۳۱۱	۶۱۹۲	ورقکار (نازک کار)	۸-۷۳/۱۴/۲/۲
۳۳	تأسیسات تهویه مطبوع ساختمان	۱-۱۲-۱۰۴-۳۲۴	۶۲۱۰	لوله‌کش و نصاب دستگاه‌های حرارتی درجه ۲	۸-۷۱/۰۸/۲/۳
۳۴	تعمیر موتورسیکلت	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۳	۶۱۱۹	تعمیرکار موتورسیکلت درجه ۲	۸-۴۳/۴۲/۲/۴
۳۵	تعمیر خودروهای تجاری	۱-۱۲-۱۰۷-۳۲۵	۶۱۲۱	تعمیرکار خودروهای تجاری درجه ۲	۸-۴۳/۲۶/۲/۲
۳۶	تعمیر دستگاه‌های سردکننده	۱-۱۲-۱۰۴-۳۲۵	۶۲۳۵	تعمیر دستگاه‌های سردکننده	۸-۴۱/۸۳/۱/۲