

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# جوش کاری و برش کاری حرارتی قطعات سنگین

رشته صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: جوش کاری و برش کاری حرارتی قطعات سنگین - ۲۱۱۴۰۷

پدیدآورنده:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

حمید تقی‌پور ارمکی، بهرام زارعی، حسن ضیغمی، محمدرضا سلطان محمدی، حمید رضا شادی، علی

رجایی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

محمدعلی آقاجانپور آرائی (پودمان اول)، حمیدرضا شادی (پودمان دوم)، مسعودخمیسی (پودمان سوم)،

اکبر علی محمدی (پودمان چهارم)، علی رجایی (پودمان پنجم) (اعضای گروه تألیف)

شناسه افزوده آماده‌سازی:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری)، ارمغان رحمانپور، فاطمه رئوف پی (صفحه آرا)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن:

۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۳۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب سایت: [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش)

تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ دوم ۱۳۹۷

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



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین  
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و  
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.  
امام خمینی (قدس سرّه الشریف)

پودمان اول: برش کاری مکانیکی ..... ۱۲

- واحد یادگیری ۱: برشکاری ورق با گیوتین..... ۱۳
- ارزشیابی پایانی..... ۴۲
- واحد یادگیری ۲: برش کاری با قیچی نیلر..... ۴۳
- ارزشیابی پایانی..... ۶۶

پودمان دوم: شکل دهی ورق ..... ۶۸

- واحد یادگیری ۳: رول کاری ورق..... ۶۹
- ارزشیابی پایانی..... ۹۲

پودمان سوم: جوشکاری اکسی گاز ..... ۹۳

- واحد یادگیری ۴: شایستگی ایجاد جوشکاری اکسی استیلن ..... ۹۵
- ارزشیابی پایانی..... ۱۵۱

۱۵۲ .....

پودمان چهارم: جوش برنج

۱۵۳ ..... واحد یادگیری ۵ : جوش برنج ■

۱۹۰ ..... ارزشیابی پایانی ■

۱۹۲ .....

پودمان پنجم: برش کاری حرارتی

۱۹۳ ..... واحد یادگیری ۶ : برش کاری دستی اکسی استیلن ■

۲۳۱ ..... ارزشیابی پایانی ■

۲۳۲ ..... منابع



شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوریها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه های درسی و محتوای کتاب های درسی را در ادامه تغییرات پایه های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم ترین تغییر در کتاب ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می شود. در رشته تحصیلی - حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱- شایستگی های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی جوشکاری

۲- شایستگی های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه

۳- شایستگی های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم افزارها

۴- شایستگی های مربوط به یادگیری مادام العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه ریزی درسی فنی و حرفه ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته های شاخه فنی و حرفه ای را تدوین نموده اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب های درسی هر رشته است.

این درس، سومین درس شایستگی های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته صنایع فلزی در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی جوشکاری و برشکاری حرارتی قطعات سنگین شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می توانید شایستگی های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

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

فعالیت های یادگیری در ارتباط با شایستگی های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی های یادگیری مادام العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی ها را در کنار شایستگی های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیتهای یادگیری به کار گیرید.

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

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

**دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع فلزی طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتابهای کارگاهی می باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی های این کتاب می باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان ها است. از ویژگی های دیگر این کتاب طراحی فعالیت های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می گیرد. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت های یادگیری و تمرین ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است. و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان ها و شایستگی ها، می بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می شود و دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان های ذیل است:

پودمان اول: "برشکاری مکانیکی"، در این پودمان مفهوم برشکاری با گیوتین و نیبلر، کاربرد و ویژگی های هر یک در واحد های یادگیری جداگانه ارائه شده است.



پودمان دوم: "شکل دهی ورق" می باشد که در آن اصول جوشکاری اکسی استیلن تجهیزات، روش جوشکاری و کاربرد آن بیان شده است.

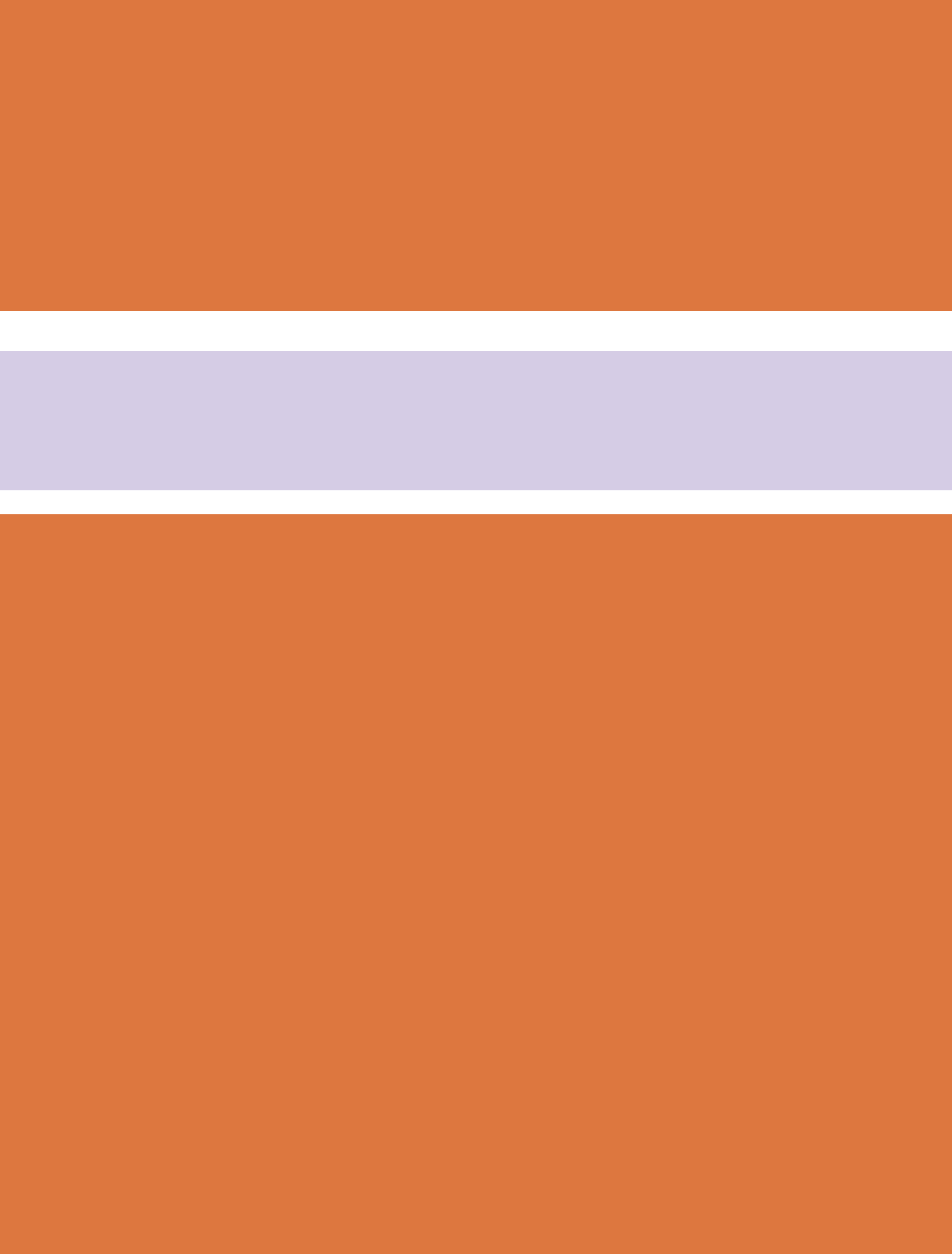
پودمان سوم: "جوشکاری اکسی گاز" نام دارد، که در این پودمان به یکی از روش های شکل دهی، رولکاری، پرداخته شده است؛ به طوری که روش های رولکاری و کاربرد هر یک از آنها شرح داده شده است.

پودمان چهارم: "جوش برنج"، در این پودمان، ابتدا تفاوت بین لحیم کاری نرم و سخت، جوشکاری و زرد جوش شده است، سپس روش زرد جوش به طور کامل ارائه شده است.

پودمان پنجم: با عنوان "برشکاری حرارتی" می باشد که در آن ابتدا به روش های برشکاری حرارتی و تجهیزات آن پرداخته شده و در ادامه روش برشکاری اکسی استیلن به طور کامل ارائه شده است. امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش بینی شده برای این درس محقق گردد.

دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش





## پودمان ۱

### برش کاری مکانیکی



در ساخت و تولید مصنوعات فلزی، برش ورق ها براساس نقشه و طرح محصول نهایی یکی از مراحل بسیار مهم می باشد. یکی از رایج ترین روش های برش، روش برشکاری مکانیکی است که در این فصل به دو نوع برش ورق با گیوتین و برش ورق با نیبلر اشاره می شود.

### برشکاری ورق با گیوتین

در این واحد یادگیری هنرجویان با روش‌های برش کاری مکانیکی، انواع دستگاه گیوتین و روش برشکاری ورق با گیوتین را فراخواهند گرفت. روش برشکاری با گیوتین را که برش ورق، به صورت انبوه یا محدود است انتخاب می‌کند پس از اجرای نقشه بر روی ورق فلزی، مهارت پیدا می‌کند که چگونه خطوط برش را با تیغه قیچی تنظیم کرده و عمل برش کاری را انجام دهد. پس از عملیات برشکاری با وسایل اندازه‌گیری لبه ورق را از نظر کیفیت برش، کنترل می‌کند. با مهارت کافی که به دست می‌آورد، می‌تواند با تنظیم کردن میزان لقی عیوبی را که در برشکاری به وجود آمد رفع کند.

### استاندارد عملکرد:

برشکاری ورق‌های متوسط و ضخیم فلزی توسط گیوتین‌های مکانیکی و هیدرولیکی برابر نقشه.

## برشکاری مکانیکی چیست؟

شکل ۱-۱ برخی از روش‌های برشکاری مکانیکی را نشان می‌دهد، به نظر شما در تولید انبوه مصنوعات فلزی برای برشکاری ورق‌های فلزی، از کدام نوع قیچی‌های زیر می‌توان استفاده کرد:



قیچی گیوتین



قیچی اهرمی





قیچی دستی

شکل ۱-۱ - برخی از روش‌های برشکاری مکانیکی

برش یا قطع کردن فلزات با استفاده از ابزار دستی یا ماشینی بدون استفاده از گرما را گویند. جدول ۱-۱ دسته‌بندی روش‌های برشکاری مکانیکی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۱- دسته‌بندی روش‌های برشکاری مکانیکی

ردیف	روش برشکاری	ویژگی	کاربرد	تصویر
۱	اره کاری	با براده برداری	برش لوله، انواع پروفیل و میله‌های تو پر	
۲	ماشین کاری		برش گرده	



جدول ۱-۱- دسته‌بندی روش‌های برشکاری مکانیکی

ردیف	روش برشکاری	ویژگی	کاربرد	تصویر
۳	قلم‌کاری	بدون براده‌برداری	بریدن ورق‌ها و میله‌های فلزی و جداکردن قطعات پرچ شده	
۴	قیچی‌کاری		بریدن ورق‌های فلزی در خطوط برش مسقیم و منحنی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
۵	پانچ‌کاری		برای برش اشکال مختلف از داخل ورق‌ها مانند دایره، مستطیل، پولک زنی و یا هر شکل دلخواه دیگر	
۶	لوله بر		برای قطع لوله	

همان‌طور که در جدول دیده می‌شود یکی از انواع قیچی‌های ماشینی، قیچی گیوتین می‌باشد که برای برشکاری ورق‌های با طول زیاد و مستقیم کاربرد دارند.

## قیچی گیوتین یک روش مکانیکی است

در این فرایند، برش به صورت تک‌ضربه‌ای صورت می‌گیرد که دخالت نیروی انسانی در آن بسیار کم است. (شکل ۱-۲)



شکل ۱-۲ - برشکاری با گیوتین

با توجه به جدول ۱-۲- تفاوت قیچی اهرمی و قیچی گیوتین را برای پارامترهای جدول زیر تکمیل نمایید.

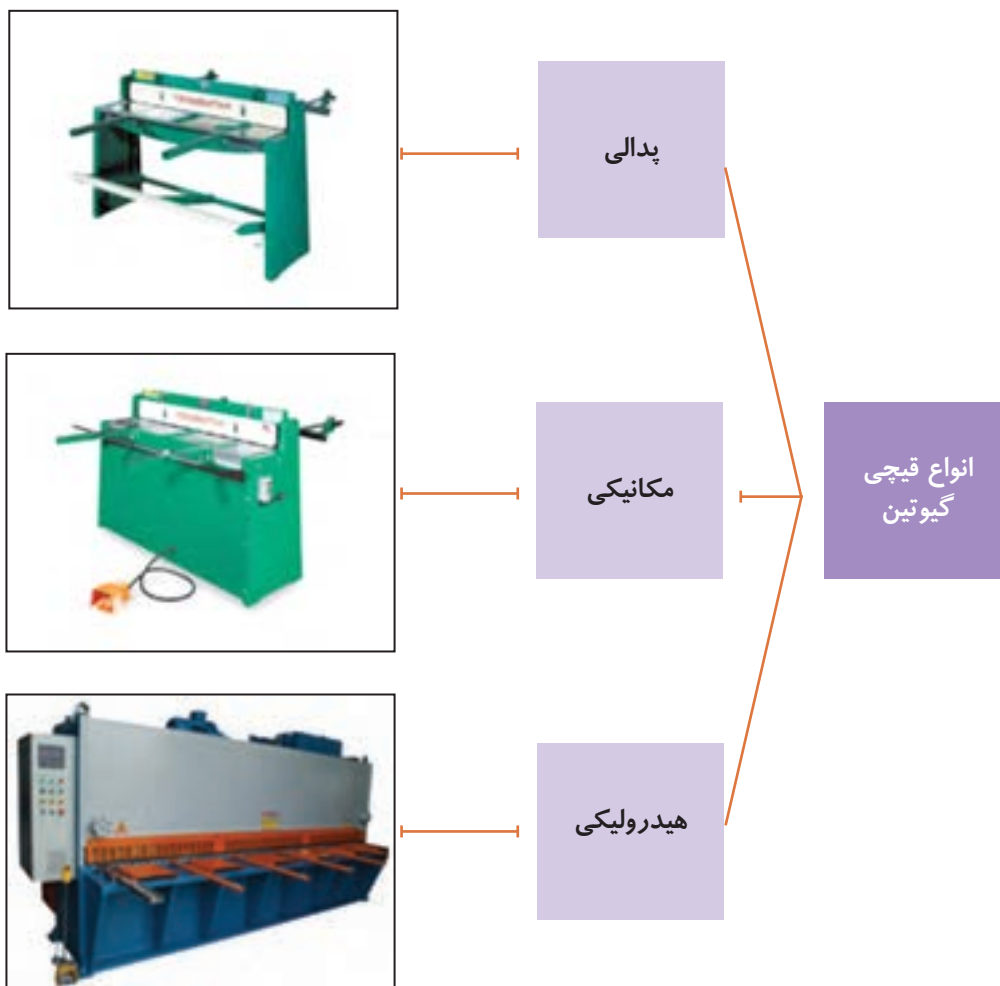
فعالیت  
کلاسی



جدول ۱-۲- تفاوت قیچی اهرمی و قیچی گیوتین		
پارامتر	قیچی اهرمی	قیچی گیوتین
سرعت برش		
مهارت اپراتور		
مقرون به صرفه بودن		
مقدار دورریز		
کیفیت برش		
نگهداری و تعمیر		

## انواع قیچی گیوتین

شکل ۳-۱ دسته‌بندی قیچی‌های گیوتین را بر مبنای نحوه انتقال قدرت آنها نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱ انواع گیوتین از نظر نحوه انتقال قدرت

## گیوتین پدالی

در این نوع گیوتین‌ها پدال قیچی توسط بازو و فنر تیغه متحرک متصل است. با فشار آوردن به پدال، تیغه بالایی به سمت پایین حرکت کرده و عمل برش‌کاری انجام می‌گیرد. پس از رها کردن پدال و برگشت فنر، تیغه به حالت اولیه برمی‌گردد.

جدول ۱-۳- محدوده برش گیوتین پدالی		
ردیف	ضخامت برش	طول برش
۱	۱mm	۹۰۰mm

شکل ۱-۴ و جدول ۱-۳ نمونه‌ای از این نوع قیچی و محدوده برش آن را که فقط با نیروی انسانی کار می‌کند نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴- گیوتین پدالی و اجزای اصلی آن

## گیوتین مکانیکی

همان‌طوری که در شکل ۱-۵ مشاهده می‌شود در این نوع از گیوتین‌ها نیروی الکتروموتور به وسیله واسطه‌هایی به میل لنگ قیچی منتقل می‌شود تا حرکت دورانی را به حرکت خطی رفت و برگشت تبدیل کند و در نتیجه موجب پایین آمدن تیغه بالایی و انجام عمل برشکاری شود.



شکل ۱-۵- اجزای گیوتین مکانیکی

جدول ۱-۴ اجزای انتقال قدرت را در گیوتین هیدرولیکی نشان می‌دهد.

جدول ۱-۴- اجزای انتقال قدرت در گیوتین هیدرولیکی		
ردیف	بخش	تصویر
۱	الکترو پمپ	
۲	جک و مدار هیدرولیکی	

در مدار هیدرولیکی این گیوتین ها پیستون‌های کشویی تیغه را سریع ولی به‌طور یکنواخت به حرکت در آورده و به محض اینکه تیغه با ورقه‌ای که می‌خواهد بریده شود، تماس پیدا کند پمپ، فشار لازم را برای برش و همچنین فشار لازم را برای نگه دارنده‌های ورق را تولید می‌کند. حجم و مقدار روغن به وسیله پمپ، متناسب با فشار لازم به‌طور مداوم کم و زیاد می‌شود تا جک‌ها در بهترین وضعیت فشار قرار گیرند.

عملکرد انتقال قدرت در دستگاه گیوتین CNC چگونه است؟

تحقیق کنید



## اجزای قیچی گیوتین

در جدول ۵-۱ موارد کاربرد، ویژگی و تصویر هریک از اجزای قیچی را مشاهده می کنید.

جدول ۵-۱- اجزای قیچی گیوتین		
بخش	توضیحات	تصویر
بدنه	کاربرد: مقاومت در مقابل تنش های ایجاد شده در اثر ضربات سنگین و بار انحرافی در حین برشکاری ویژگی: ورق های فولادی، چدن و ترکیبی از دو مواد فوق	
مولد قدرت	کاربرد: انتقال قدرت در یک قیچی گیوتین	
کلاچ	کاربرد: عامل ارتباط یا قطع ارتباط، بین دنده محرک با میل لنگ.	
نگه دارنده ورق	کاربرد: وظیفه نگه دارنده ها، ثابت نگه داشتن ورق بر روی بستر (میز) قیچی گیوتین به منظور جلوگیری از جابه جایی ورق در لحظه برش است. ویژگی: نگه دارنده ها بر اساس ضخامت و جنس ورق به سه دسته مکانیکی، فنری و پیستونی تقسیم می شوند.	
تیغه ها	کاربرد: به منظور نفوذ، برش و شکست ورق های فلزی استفاده می شوند. ویژگی: چون نیروی فوق العاده زیادی به لبه های برنده تیغه وارد می شود، جنس تیغه های گیوتین را از فولادهای کرم دار می سازند.	
میز (بستر)	کاربرد: محل قرارگیری ورق بر روی دستگاه را فراهم می سازد	

هنرجویان گرامی با به کارگیری منابع مختلف، انواع کلاچ های مکانیکی و دیسکی را براساس کاربرد، ویژگی و تصویر آن دسته بندی نمایید و بررسی نمایید که آیا گیوتین های مکانیکی که در کارگاه های هنرستان کار می کنند، کلاچ دارند؟

پژوهش





## تعیین اجزای قیچی گیوتین

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای شناخت و مشاهده اجزای گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار است را تهیه نموده سپس اجزای گیوتین را مشخص نمایید.

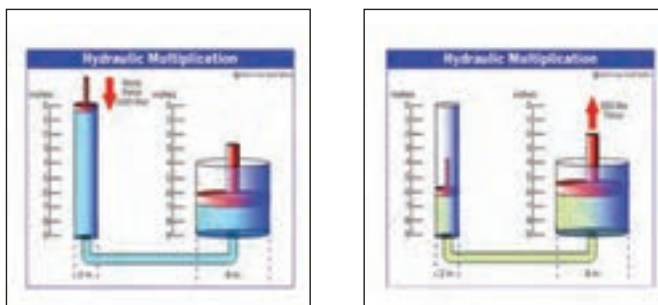
- ۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب
- ۲- **مواد مورد نیاز:** آچار فرانسه، آچار رینگ و تخت به نمره ۱۴، ۱۹، ۲۲، ۲۴ و گریس
- ۳- **نوع کار عملی:** باز کردن حفاظ دستگاه گیوتین شکل ۱-۳ اجزای قیچی گیوتین را نشان می دهد.

با استفاده از راهنمایی های هنرآموز محترم ابتدا حفاظ دستگاه گیوتین را باز نمایید سپس نظافت داخلی دستگاه را انجام دهید. جدولی از اجزای قیچی گیوتین تهیه نمایید و با توجه به جدول ۱-۵ هر یک از اجزای قیچی گیوتین را به دقت مشاهده نمایید و با صبر و حوصله از هنرآموز خود بخواهید تا درباره جزئیات آنها توضیح داده شود و در نهایت جداول را برای بررسی و ارزشیابی به هنرآموز خود تحویل نمایید. لازم به ذکر است محل یاتاقان بندی محور لنگ دستگاه را گریس کاری نمایید. پس از پایان کار حفاظ دستگاه را ببندید و محدوده ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید.

- قبل از باز کردن حفاظ دستگاه، برق گیوتین کاملاً قطع گردد.
  - مواظب باشید سیم اتصال به زمین (ارت) به دستگاه وصل باشد.
  - بدون اجازه هنرآموز محترم خود از دست زدن به سایر اجزای گیوتین خودداری کنید.
  - برنامه دوره ای را در خصوص نگهداری و تعمیر اجرا نمایید.
- پس از اتمام کار حفاظ دستگاه را ببندید و محدوده فعالیت خود را نظافت نمایید و ابزارهایی را که استفاده نمودید را به انباردار محترم تحویل دهید.

## گیوتین هیدرولیکی

سیستم های هیدرولیک بر پایه اصل پاسکال کار می کنند. اصل پاسکال بیان می کند: «فشار اعمال شده بر هر نقطه ای از مایع (مثل روغن) سبب ایجاد نیرویی می شود که در تمام جهات منتقل می شود» این نیرو به صورت عمود بر واحد سطح دیواره سیال اعمال می شود. شکل ۱-۶ بیانگر عملکرد جک در گیوتین هیدرولیکی است.



شکل ۱-۶ - عملکرد جک هیدرولیکی

## تنظیمات برش کاری در گیوتین

جدول ۱-۶ انواع روش‌های تنظیم برش کاری را در گیوتین نشان می‌دهد.

جدول ۱-۶- انواع روش‌های تنظیم برش کاری در گیوتین		
ردیف	نوع برشکاری	توضیحات
۱	تنظیم خط برش توسط چشم	تنظیم خطوط برش توسط اپراتور انجام می‌شود.
۲	برش کاری به کمک شابلن دستگاه	تنظیم خطوط برش توسط خط کش دستگاه انجام می‌شود.
۳	برش کاری با دستگاه NC و CNC	تنظیم خطوط برش توسط کامپیوتر انجام می‌شود.



### ۱- تنظیم خط برش توسط چشم

ورق خط کشی شده را روی میز ماشین هدایت نموده سپس آن را از فاصله بین تیغه بالایی و پایینی عبور دهید. مطابق شکل ۱-۷ لبه خط کشی شده ورق را بر روی لبه تیغه ثابت قرار داده و عمل برش کاری انجام می‌شود.

شکل ۱-۷- تنظیم خط برش با چشم توسط اپراتور

### ۲- برش کاری به کمک شابلن دستگاه

در برش کاری انبوه و سری، استفاده از شابلن حائز اهمیت است. در این روش، ابتدا عرض برش را بر روی خط کش دستگاه تعیین نموده و سپس ورق مورد نظر را به کمک شابلن برشکاری می‌کنیم. در این روش نیاز به اندازه‌گیری و خط کشی مجدد نیست. (شکل ۱-۸)



شکل ۱-۸- استفاده از شابلن جلویی و پشتی دستگاه

### ۳- برش کاری با دستگاه NC و CNC



شکل ۹-۱- نمایی از صفحه تنظیمات در گیوتین CNC

برای تولیدات دقیق و انبوه از دستگاه‌های پیشرفته خودکار استفاده می‌شود. در این دستگاه‌ها عرض برش، ضخامت و جنس ورق را روی سیستم دستگاه تعریف نموده سپس ورق مورد نظر را به سمت میز جلویی ماشین هدایت می‌کنند. قرار پستی که به صورت برقی است به اندازه عرض برش به سمت تیغه حرکت کرده با عمل کردن دستگاه و پایین آمدن نگهدارنده ورق، عمل برش انجام می‌گیرد.

شکل ۹-۱ دستگاه CNC را نشان می‌دهد.

### پارامترهای برشکاری با گیوتین

شکل ۱۰-۱ پارامترهای برشکاری با گیوتین را نشان می‌دهد



شکل ۱۰-۱- پارامترهای برشکاری با گیوتین

## الف) ضخامت ورق

برای برش کاری ورق‌های نازک از گیوتین مکانیکی و برای برشکاری ورق‌های ضخیم از گیوتین هیدرولیکی که توان برش بیشتری دارند، استفاده می‌شود.

هنرجویان عزیز به کمک هنرآموز محترمان با به کارگیری منابع اینترنتی و بازدید از کارخانجات صنعتی، پژوهش کنید تا چه ضخامتی را می‌توان با انواع گیوتین برش کاری کرد و جدول ۱-۷ را تکمیل نمایید.

پژوهش



جدول ۱-۷ - ضخامت قابل برش در گیوتین‌های مختلف

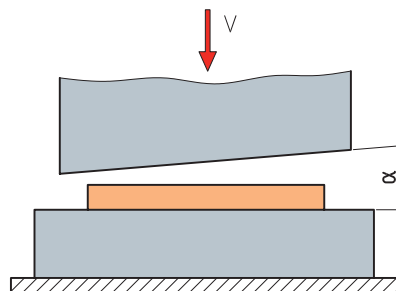
ردیف	انواع گیوتین	mm ضخامت
۱	پدالی	
۲	مکانیکی	
۳	هیدرولیکی	

## ب) جنس ورق

با تغییر جنس قطعه، جنس تیغه برش و زوایای آن تغییر می‌کند.

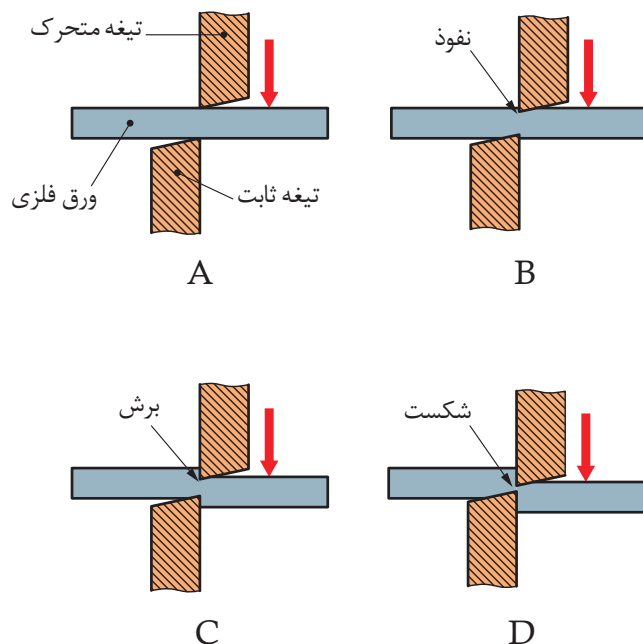
## ج) زاویه تیغه

در هنگام برش با گیوتین به منظور کاهش نیروی لازم برای بریدن قطعات، تیغه‌ها را با زاویه مناسبی نسبت به یکدیگر تنظیم می‌کنند تا سطح برش تقلیل یافته و عمل بریدن به راحتی انجام شود. با توجه به شکل ۱-۱۱ برای این منظور زاویه بین تیغه‌ها (زاویه  $\alpha$ ) را حدود ۹ تا ۱۵ درجه انتخاب می‌کنند.



شکل ۱-۱۱ - زاویه بین دو تیغه در گیوتین

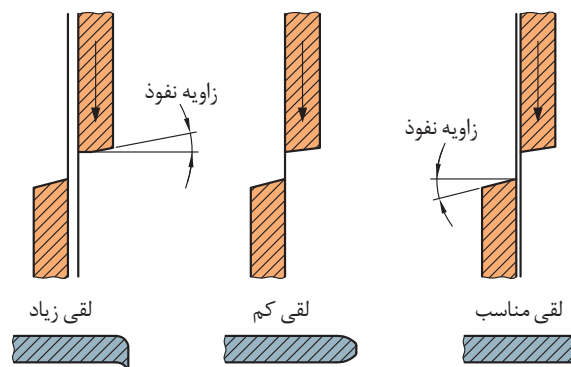
مطابق شکل ۱۲-۱ به طور کلی عمل قیچی کاری گیوتین در سه مرحله نفوذ، برش و شکست انجام می گیرد.



شکل ۱۲-۱ - عمل قیچی کاری گیوتین

#### د) فاصله یا مقدار لقی مجاز بین تیغه ها

پیش از شروع برش کاری، بین لبه های تیغه بالایی و پایینی یک فاصله کمی وجود دارد که شکست ماده را تسهیل می کند. میزان این فاصله به عوامل مختلفی از قبیل فرایند برش، جنس و ضخامت ورق بستگی دارد. شکل ۱۳-۱ نتایج ورق برش خورده را با تنظیمات نادرست و درست فاصله بین تیغه ها را نشان می دهد.



شکل ۱۳-۱ - مقدار لقی بین تیغه ها

جدول ۸-۱ مقدار لقی بین تیغه‌ها متناسب با ضخامت و جنس ورق (میلی متر)		
ضخامت ورق برحسب میلی متر	برای برشکاری فلزات با استحکام پایین مانند برنز	برای برشکاری فلزات با استحکام بالا مانند فولاد
۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۲
۰/۸	۰/۰۳	۰/۰۵
۱	۰/۰۴	۰/۰۶
۱/۵	۰/۰۵	۰/۰۷
۲	۰/۰۶	۰/۰۸
۳	۰/۰۷	۰/۱

با توجه به جدول بالا، میزان لقی بین تیغه‌ها چند درصد ضخامت ورق تعیین می‌شود.

در دستگاه‌های گیوتین CNC با تعریف ضخامت و جنس ورق، به‌طور خودکار امکان تطبیق سریع زاویه تیغه، تنظیم فاصله تیغه‌ها، تنظیم جریان و انجام برش‌های بسیار دقیق‌تر را فراهم می‌کند.

تمرین



نکته



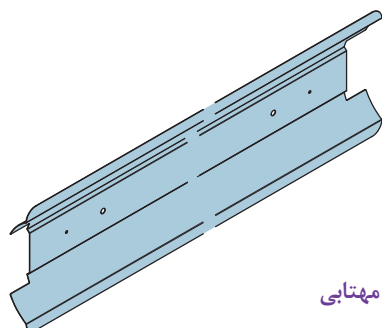
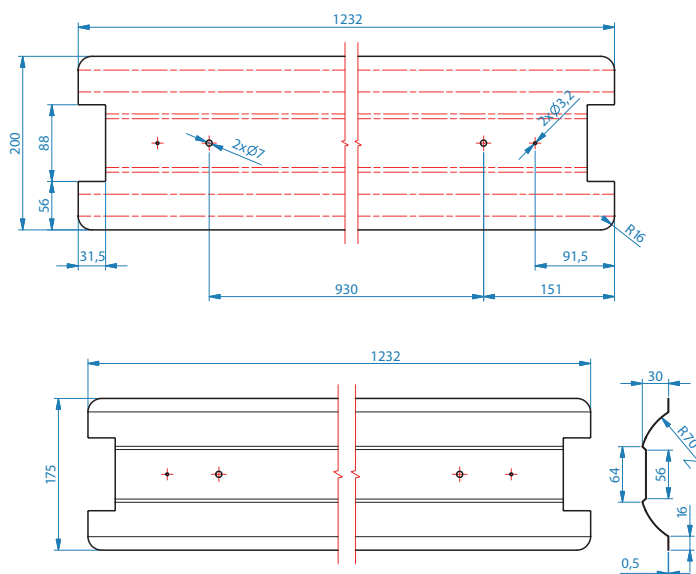


## خط کشی و برش کاری با گیوتین برای ساخت قاب مهتابی

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای خط کشی و برشکاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و گوشی محافظتی است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

- ۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب.
  - ۲- **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط کش، خط کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی متری، گونیای فلزی، متر فلزی و میز ورق کاری.
- روش انجام**

- پیاده سازی نقشه روی ورق با مقیاس ۱/۲
- استقرار ورق روی بستر ماشین
- تنظیم محل برش با تیغه پایینی
- اعمال فشار روی پدال
- جمع آوری ورق های دور ریز و نظافت



نقشه ۱-۱ - قاب مهتابی



شکل ۱۴- خط کشی و برش کاری ورق فولادی با گیوتین



شکل ۱۵- کنترل عدم حضور اشیاء اضافی در زیر تیغه



شکل ۱۶- سرویس دوره ای گیوتین



شکل ۱۷- قرار گیری دستان زیر حفاظ ایمنی ممنوع

قبل از شروع به کار دستگاه را مورد بازرسی قرار دهید تا اشیاء اضافی زیر تیغه نباشد (شکل ۱۵-۱).

ایمنی



برنامه دوره ای را در خصوص نگهداری و تعمیرات اجرا کنید (شکل ۱۶-۱).

از شال گردن، لباس گشاد و آستین بلند در موقع کار با دستگاه استفاده نشود.  
عبور دست هنگام برش از زیر حفاظ تیغه، برای کاهش ضایعات ممنوع می باشد (شکل ۱۷-۱).

از سالم بودن و تیز بودن تیغه دستگاه اطمینان حاصل کنید.  
از هرگونه ریخت و پاش در اطراف قیچی خودداری نموده و در چیدن پالت و ضایعات، نظم و ترتیب را رعایت نمایید.

## عیوب برشکاری گیوتین

عیوبی که در برش کاری با گیوتین ممکن است ایجاد شود در جدول ۹-۱ آورده شده است.

جدول ۹-۱ - عیوب موجود در برش کاری گیوتین				
ردیف	نام عیب	تصویر	دلایل عیب	برطرف کردن عیب
۱	گیر کردن تیغه‌ها		کم بودن لقی بین تیغه‌ها	تنظیم لقی بین تیغه‌ها
۲	پلیسه کردن لبه ورق		زیاد بودن لقی بین تیغه‌ها	تنظیم لقی بین تیغه‌ها
۳	خم شدن لبه ورق			
۴	گیر کردن ورق بین تیغه‌ها			
۵	برش نامطلوب		حرکت ورق در حین برش	عمل کردن نگه‌دارنده ورق در حین برش کاری
۶	مستهلك شدن سطح شابلن پشتی دستگاه		تماس ورق با سطح شابلن پشتی در حین برش کاری	فعال نمودن کلید برگشت به عقب شابلن در حین برش کاری
۷	لهیدگی ورق		نیروی بیش از حد نگه‌دارنده ورق	نیروی مناسب نگه‌دارنده‌ها بر روی ورق

## رفع لقی نامناسب بین تیغه‌ها در برش کاری ورق با گیوتین

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای رفع عیوب برش کاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین برای رفع عیب

۲- **مواد مورد نیاز:** آچار فرانسه، آچار رینگ و تخت به نمره ۱۴، ۱۹، فیلر و ورق فلزی با ضخامت متفاوت برای آزمایش میزان لقی

۳- **نوع کار عملی:** تنظیم لقی بین تیغه‌ها متناسب با ضخامت و جنس ورق

### ۴- روش کار :

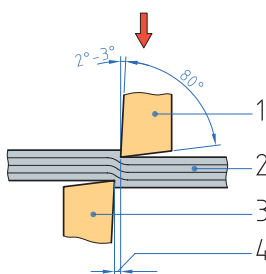
- باز کردن پیچ و مهره های تنظیمی مطابق شکل ۱۸-۱

- جایگذاری فیلر بین تیغه ها

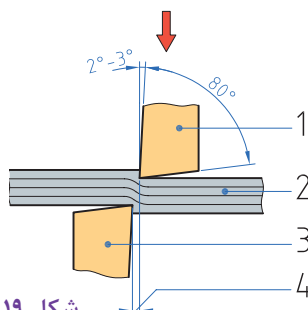
- محکم کردن پیچ و مهره

- برش کاری یک ورق برای اطمینان صحت انجام کار

- جمع آوری ورق های دور ریز



۱۸-۱ رفع عیوب برش کاری



۱۹-۱ میزان لقی متناسب با ضخامت و جنس ورق





در حین کار مطمئن شوید برق دستگاه کاملاً قطع است.  
دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) دستگاه وصل باشد.  
از هرگونه ریخت و پاش در اطراف قیچی خودداری نموده و در چیدن پالت و ضایعات، نظم و ترتیب را رعایت نمایید.

## روش کنترل کیفی و ابعادی محصولات برش

از مهم‌ترین بخش‌های در بخش تولید، واحد کنترل کیفی است. در این واحد، عملیاتی نظیر اندازه‌گیری روی یک محصول یا کالا انجام می‌شود که آیا این محصول با مشخصات فنی مطابقت دارد یا خیر؟  
در برش کاری ورق با گیوتین این امر بسیار حائز اهمیت است. با توجه به شکل ۱-۲۰ بعد از عملیات برش، ابعاد ورق برش خورده به وسیله متر فلزی یا خط کش با اندازه‌های موجود در نقشه کار، همچنین سطح مقطع برش، کنترل می‌شود.



شکل ۱-۲۰ روش کنترل کیفی

## اطمینان از انتخاب مناسب گیوتین بر اساس ضخامت ورق

انتخاب نوع قیچی گیوتین از اهمیت بالایی برخوردار است. به همین جهت پس از رعایت اصول برش کاری و دستورالعمل سازنده دستگاه، چنانچه این اطمینان حاصل شد که برای برش ورق به ضخامت‌های ۲۵٪ تا ۳ میلی‌متر مطابق شکل ۱-۲۱ الف از گیوتین مکانیکی استفاده شود و برای ضخامت‌های بیش از چهار میلی‌متر مطابق شکل ۱-۲۱ ب از گیوتین هیدرولیکی استفاده شود.



شکل ۱-۲۱ الف برش ورق با قیچی مکانیکی



شکل ۱-۲۱ ب برش ورق با قیچی هیدرولیکی

ب

الف

همان‌طور که گفته شد درصد دور ریز بر مبنای قطعه اولیه و ساخته شده محاسبه می‌شود. در اینجا در خط‌کشی ورق فلزی بایستی طوری عمل شود که درصد دور ریز به حداقل برسد. مطمئناً در برش کاری ورق، درصدی دور ریز وجود خواهد داشت که بایستی همان درصد کم دور ریز را در ساخت قطعات کوچک‌تر، استفاده نماییم.



## خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین برای ساخت کابین جوشکاری

کار  
کارگاهی



دستور کار

ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای خط‌کشی و برش‌کاری با گیوتین که شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و گوشی محافظتی است را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

**۱- تجهیزات فنی:** دستگاه گیوتین، قیچی نیبلر و دستگاه جوش آماده و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب.

**۲- مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی‌متری، گونیا فلزی، متر فلزی، پرگار فلزی، پیستوله، زاویه‌سنج، میز ورق‌کاری و وسایل جوش‌کاری.

### ۳- روش انجام کار:

– نقشه را با مقیاس ۱/۵ برابر بر روی قطعه پیاده نمایید.

– با استفاده از قیچی گیوتین ورق را برابر نقشه برشکاری نمایید.

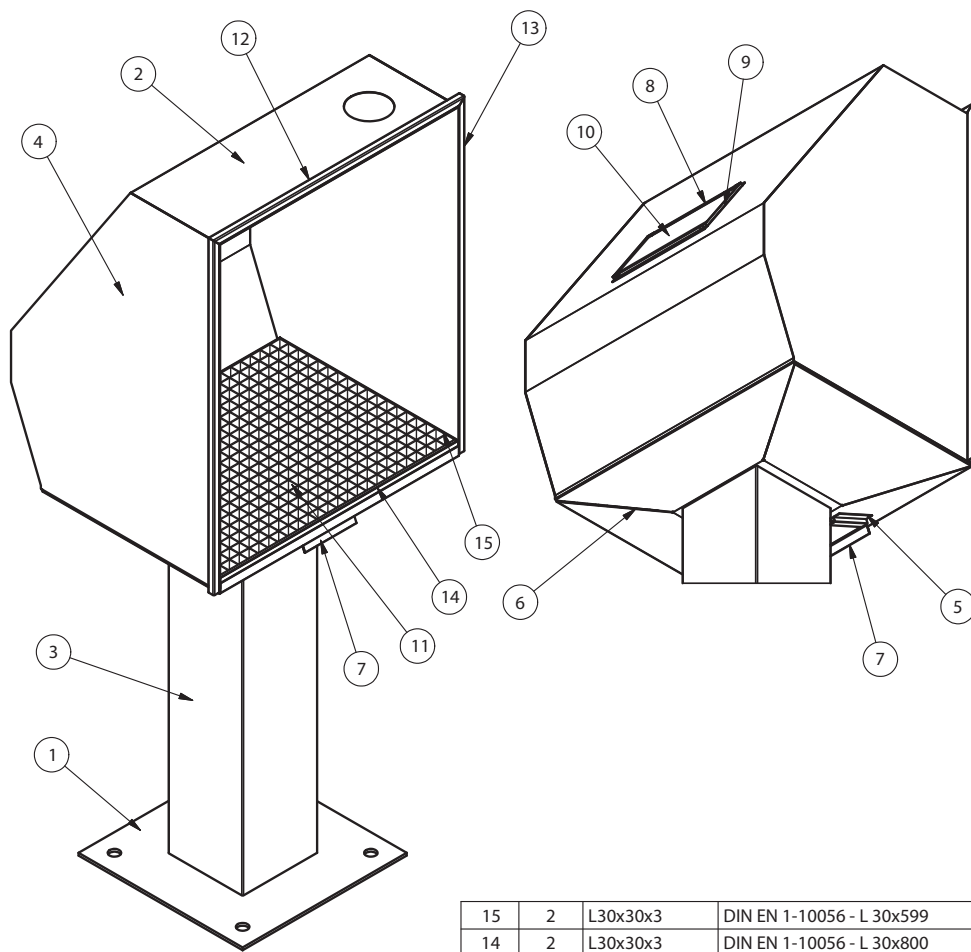
– روی ورق فولادی، مطابق با نقشه ۱-۳ ابعاد اولیه قطعه  $D \times 1/5 \times 797 \times 1690$  میلی‌متر را با مقیاس ۱:۵ خط‌کشی نمایید و با قیچی گیوتین عمل برش‌کاری را انجام دهید.

– تفکیک نقشه ها

– پیاده سازی نقشه روی ورق و جانمایی درست با کم‌ترین دور ریز

– برش‌کاری

یک ورق فولادی را مطابق نقشه زیر خط کشی و توسط قیچی گیوتین برشکاری نمایید. شکل ۱-۲۲ کابین جوشکاری را نشان می دهد.

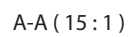
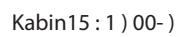


Kabin13 : 1 ) 00-

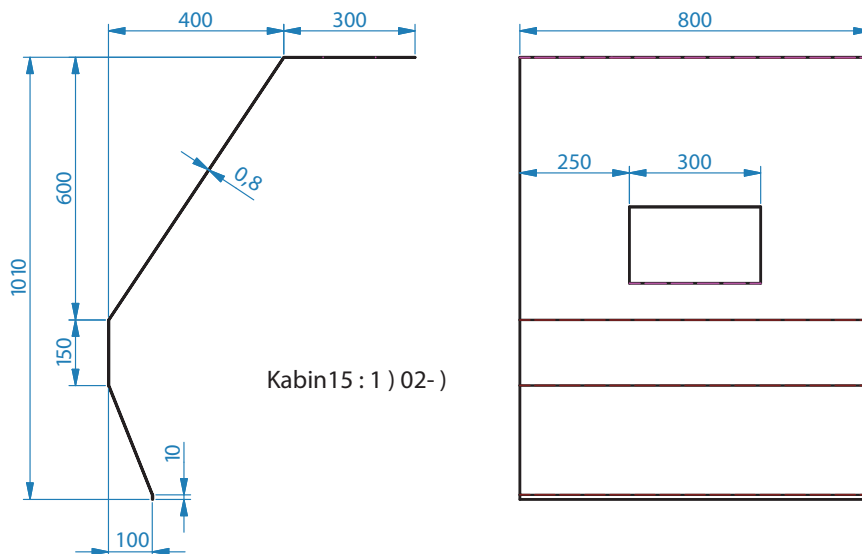
15	2	L30x30x3	DIN EN 1-10056 - L 30x599
14	2	L30x30x3	DIN EN 1-10056 - L 30x800
13	2	Tube 20x20	EN 2-10210 - Tube 20x1030 - 20
12	1	Tube 20x20	EN 2-10210 - Tube 20x841.6 - 20
11	1	Grating	Grating 30x30x3
10	1	Kabin10-	Glass 5 mm
9	2	Kabin09-	
8	2	Kabin08-	
7	1	Kabin07-	
6	1	Kabin06-	
5	2	Kabin05-	
4	2	Kabin04-	
3	1	Kabin03-	
2	1	Kabin02-	
1	1	Kabin01-	
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION

Part List

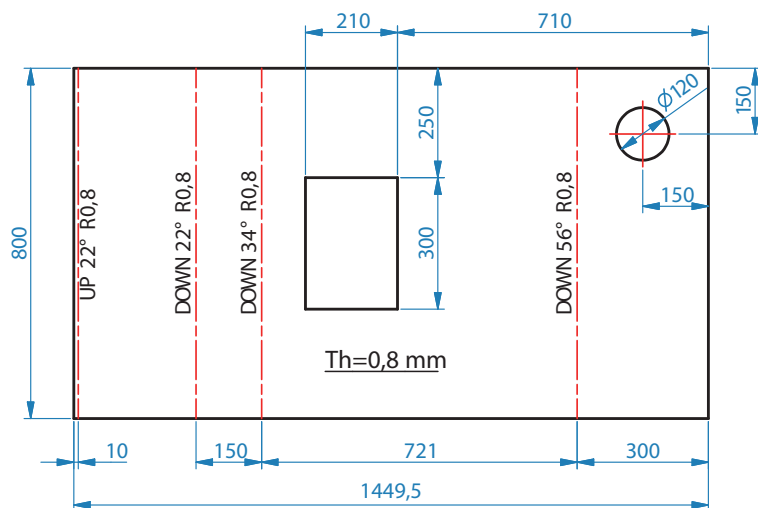
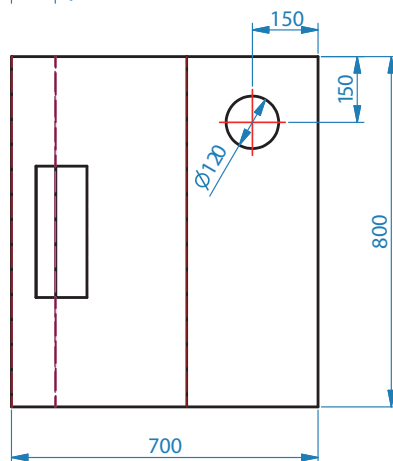
شکل ۱-۲۲- کابین جوش کاری

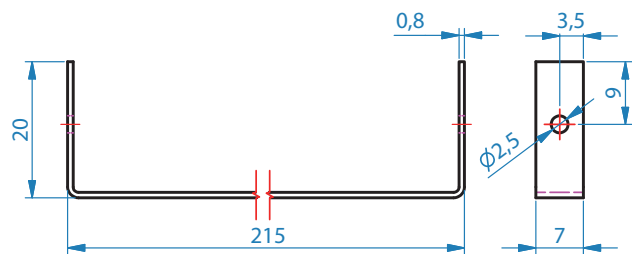




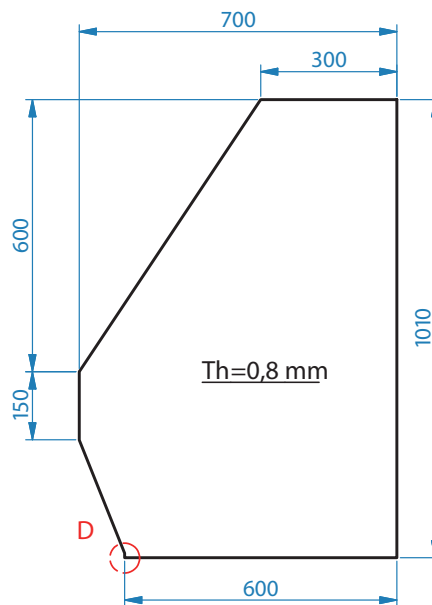
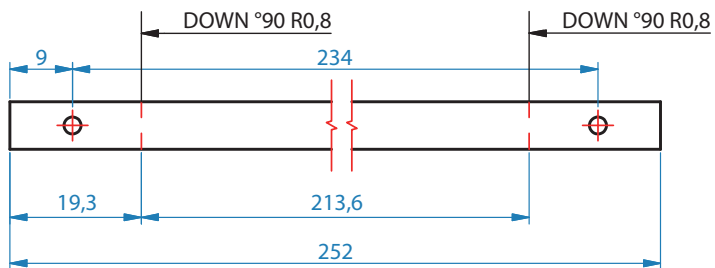


Kabin15:1 ) 02-)

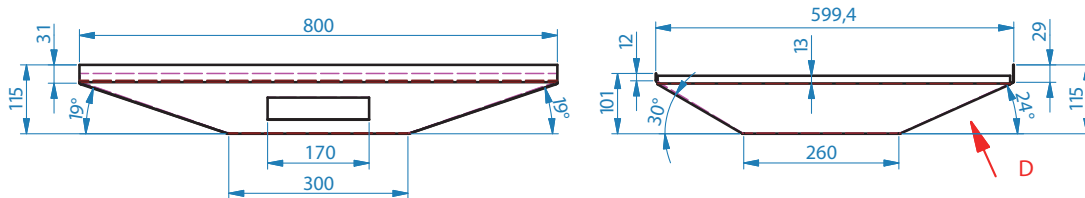




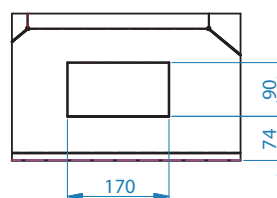
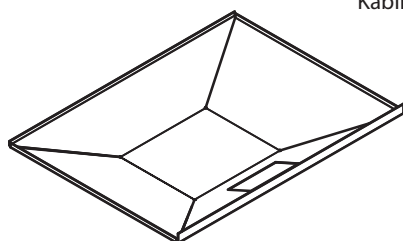
Kabin1 : 1 ) 09- )



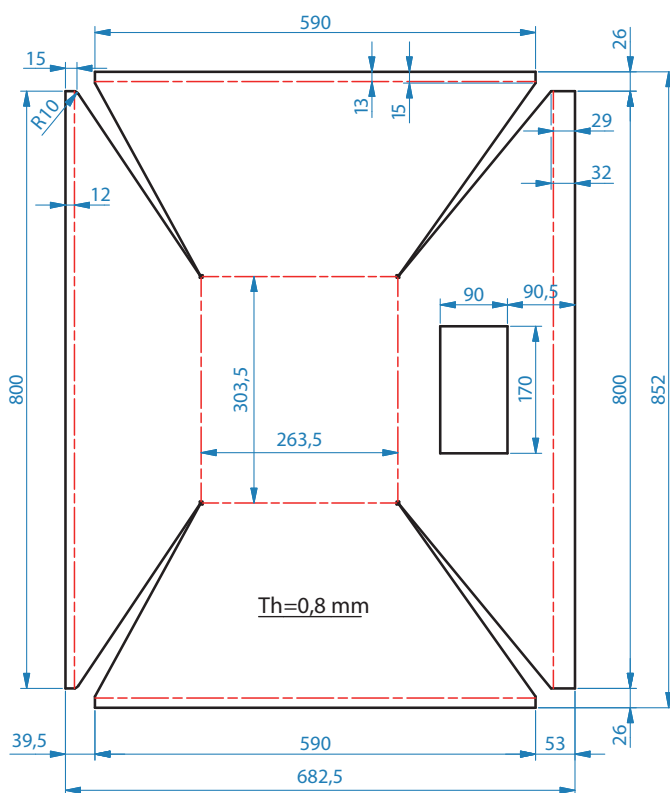
Kabin15 : 1 ) 04- )

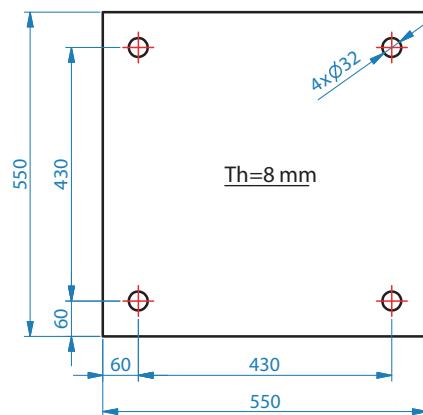


Kabin10:1) 06-)

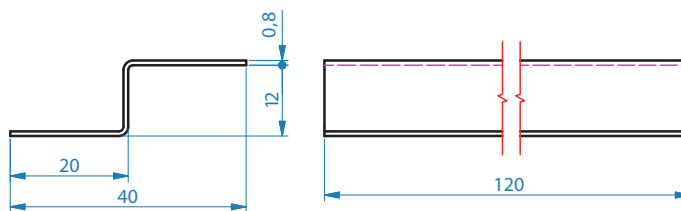


D (10:1)

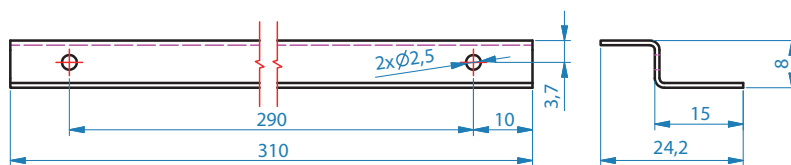
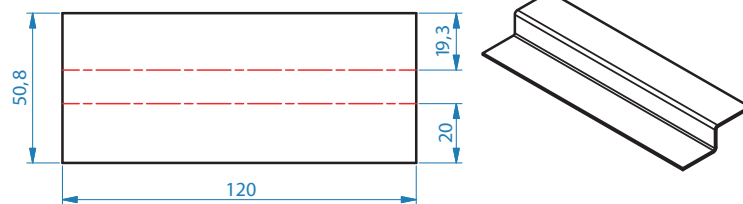




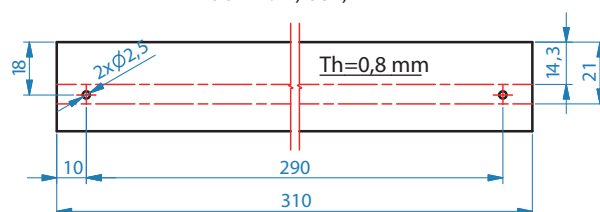
Kabin10 : 1 ) 01-)

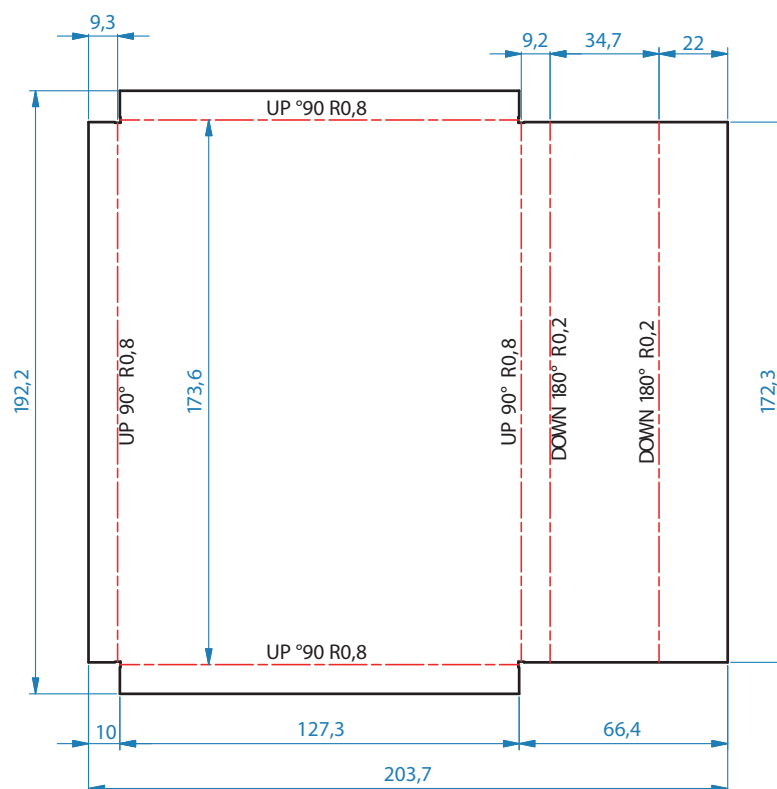
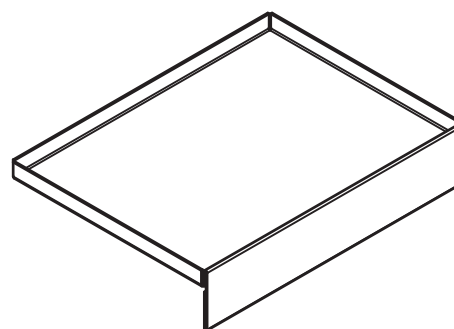
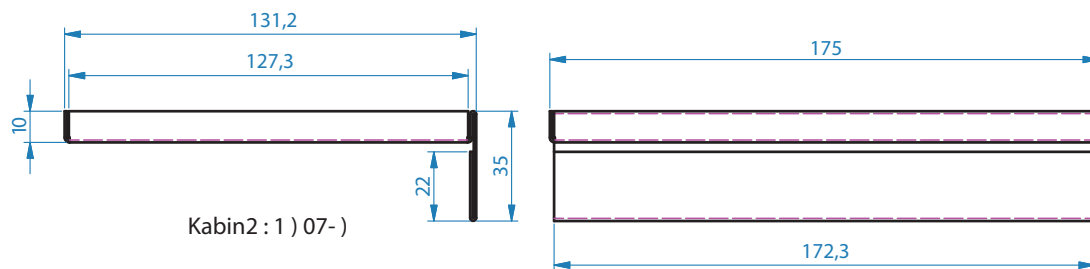


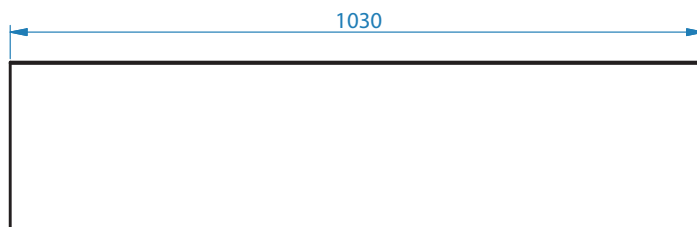
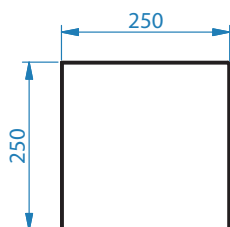
Kabin1 : 1 ) 05-)



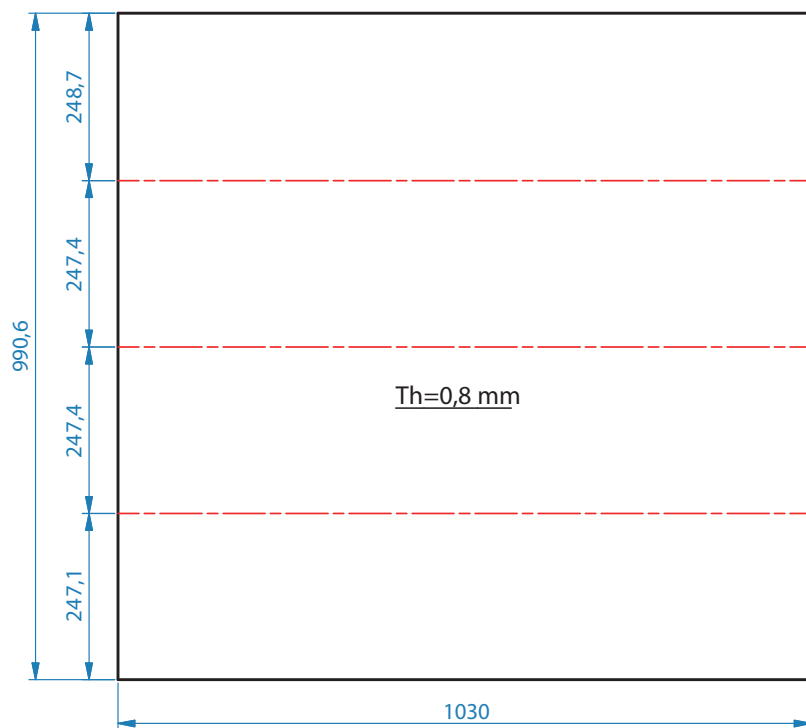
Kabin1 : 1 ) 08-)







Kabin10:1 ) 03- )





دقت کنید سیم اتصال به زمین (ارت) دستگاه وصل باشد (شکل ۲۳-۱).



شکل ۲۳-۱- نمونه‌ای از سیم ارت در گیوتین

- به هنجاریان در خصوص خطرات موجود در محل کار و استفاده از وسایل حفاظت فردی، آموزش‌های لازم داده شود.

- از باز کردن حفاظ نقاط خطرناک دستگاه به خصوص قسمتی از تیغه که عملیات برش را انجام می‌دهد خودداری کنید.

افرادی که در پشت دستگاه اقدام به چیدن ورق‌های بریده شده می‌نمایند باید از وسایل ایمنی خصوصاً کفش، دستکش و گوشی ایمنی استفاده نموده و کاملاً مراقب سقوط و برخورد ورق با دست باشند.

- از سالم بودن حفاظ پدال پایی و عملکرد آن مطمئن شوید.

- دستگاه می‌بایست در محلی قرار گیرد که اطراف دستگاه برای انجام کار و عبور و مرور و فعالیت‌های مختلف مناسب باشد.

## ارزشیابی پایانی: برش کاری ورق با گیوتین

**شرح کار:** ابتدا ورق را از مواد زائد سطحی عاری نموده و پس از دریافت نقشه، نقشه کار را روی آن پیاده کند و برش کاری یک ورق برابر نقشه با قیچی گیوتین را انجام دهد. البته قبل از آن باید گیوتین را با توجه به ضخامت ورق انتخاب نمایید.

**استاندارد عملکرد:** برش کاری ورق های متوسط و ضخیم فلزی توسط گیوتین های مکانیکی و هیدرلیکی برابر نقشه.

### شاخص ها:

- چربی زدایی و زنگ زدایی برابر دستورالعمل
- کنترل ابعادی با توجه به دقت نقشه
- علامت گذاری و خط کشی برابر نقشه
- برش کاری برابر نقشه و بدون لبه و پلیسه و عیب
- انتخاب گیوتین با توجه به ضخامت ورق

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:** یک کارگاه استاندارد برش کاری ورق که چند نوع گیوتین در آن قرار داشته باشد. گیوتین هیدرلیکی، گیوتین مکانیکی، ابزار خط کشی، ابزار اندازه گیری

زمان: یک ساعت

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی	۱	
۲	برش کاری ورق	۲	
۳	کنترل عملکرد	۲	
۴			
۵			
مسئولیت پذیری داوطلب شدن برای فعالیتهای جدید و خاص، دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق			
میانگین نمرات			×

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



### برش کاری با قیچی نیبلر

در این واحد یادگیری با یکی دیگر از روش های برش کاری مکانیکی ورق های نازک آشنا می شوید از آن برای کارهای با حجم تولید پایین و یا تعمیراتی استفاده می شود هنجو قادر خواهد بود که دستگاه نیبلر مورد نظر را انتخاب و تیغه آن را تعویض نماید و یک کار بدون نقص را با توجه به موارد ایمنی آن انجام دهد.

### استاندارد عملکرد:

برش کاری ورق های فلزی نازک با دستگاه نیبلر دستی و ماشینی برابر نقشه.

## قیچی ارتعاشی (نیبلر) دستی

این قیچی با انرژی الکتریکی یا با هوای فشرده کار می‌کند، دارای دو تیغه کوتاه است. تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی با سرعت حدود (۱۰۰۰ بار در دقیقه) بالا و پایین می‌رود. با این قیچی می‌توان ورق‌های نازک تا ضخامت ۲/۸ میلی‌متر را به صورت مستقیم و منحنی برید. شکل ۱-۱ الف - نیبلر با نیرو محرکه الکتریکی شکل ۱-۱ ب - نیبلر با نیرو محرکه هوای فشرده را نشان می‌دهد.



ب - نیبلر نیرو محرکه هوای فشرده (پنوماتیکی)



الف - نیبلر با نیرو محرکه الکتریکی

شکل ۱-۱



با توجه به جدول ۱-۱ تفاوت قیچی نیبلر و قیچی دستی را برای پارامترهای جدول زیر تکمیل نمایید.

جدول ۱-۱- تفاوت قیچی نیبلر و قیچی دستی		
 دستی	 نیبلر	نوع قیچی پارامتر
		مهارت اپراتور
		مقرون به صرفه بودن
		مقدار دورریز
		کیفیت برش
		نگهداری و تعمیر

## قیچی نیبلر رومیزی

این قیچی با انرژی الکتریکی کار می‌کند و بر خلاف قیچی‌های نوع دستی، تیغه بالایی ثابت و تیغه پایینی آن متحرک می‌باشد. طول تیغه این قیچی‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ میلی‌متر است. مطابق شکل ۱-۲ با این قیچی می‌توان ورق‌های به ضخامت ۲ تا ۴/۵ میلی‌متر را برش کاری کرد و کاربرد آن بیشتر برای برش فرم‌های شعاعی می‌باشد. نیبلر را روی گیره رومیزی ثابت نمایید و محل برش را با تیغه قیچی تنظیم کنید سپس ورق مورد نظر را با دست حرکت دهید.

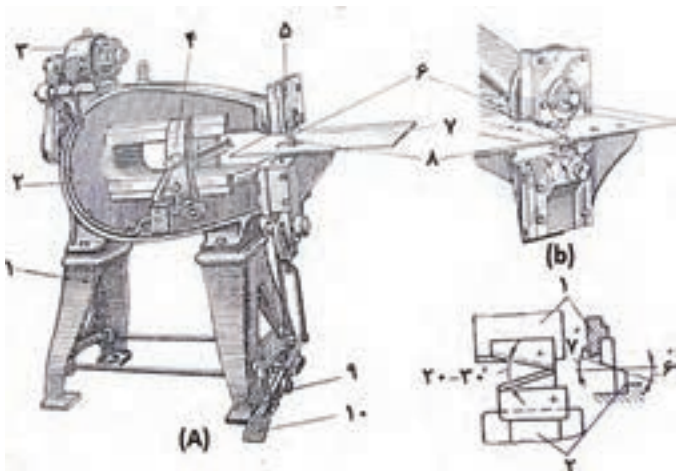


شکل ۱-۲- نیبلر رومیزی

## قیچی نیبلر با پایه ثابت (پدالی)

این نوع قیچی دارای دو تیغه کوتاه به طول ۲۰ تا ۳۰ میلی‌متر بوده و به صورت شمش‌های کوچک فولادی با سطح مقطع مستطیلی به ابعاد ۱۵×۲۵ میلی‌متر هستند. تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی آن دارای حرکت خطی عمودی است که می‌تواند روی خطوط مستقیم و منحنی‌های مسدود به راحتی کار کند. با این ماشین می‌توان بریدن منحنی‌های کوچک با شعاع ۱۵ میلی‌متر و نیز برشکاری ورق‌های فلزی دایره‌ای شکل با قطر ۲۵۰۰ میلی‌متر مورد استفاده می‌باشد.

در جدول ۱-۲ برخی از اجزای تشکیل‌دهنده دستگاه نیبلر ستونی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲- برخی از بخش‌های تشکیل‌دهنده دستگاه نیبلر ستونی		
شماره	نام	تصویر
۱	پایه	
۲	بدنه	
۳	موتور الکتریکی	
۴	وسپله نگه دارنده	
۵	قسمت بالایی دستگاه	
۶	تیغه بالایی	
۷	میز ماشین	
۸	تیغه پایینی	
۹	پدال متوقف کننده	
۱۰	پدال راه انداز	

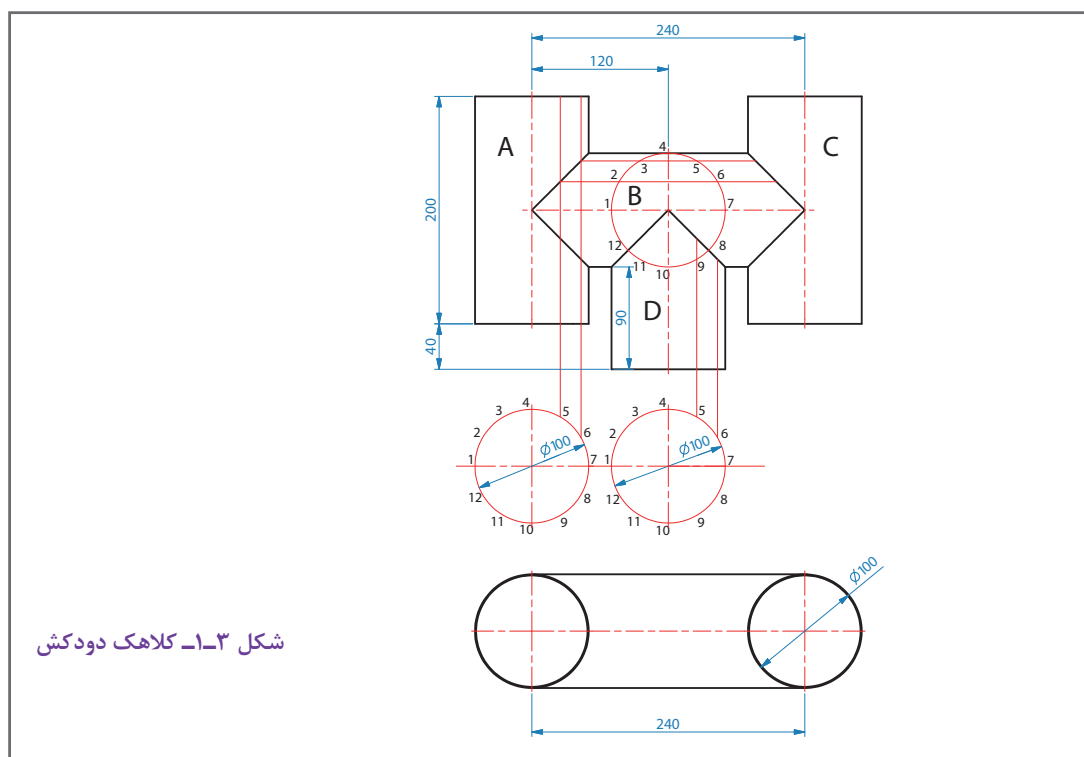
## انتخاب قیچی نیلر با توجه به جنس و ضخامت ورق

قیچی‌های نیلر به فرم‌ها و اندازه‌های مختلف از نظر توان برش ساخته می‌شوند و بر اساس ضخامت و جنس ورق تعیین می‌شوند. جدول ۱-۳ توان برش قیچی را مشخص می‌نماید.

جدول ۱-۳ توان برش قیچی			
ردیف	نوع فلز	مقاومت فلز بر حسب $N/m^2$	حداکثر ضخامت برش به میلی‌متر
۱	فولاد ساختمانی	۴۰۰	۲/۷
۲	فولاد آلیاژی	۶۰۰	۲/۲
۳	فولاد ضد زنگ	۸۰۰	۱/۶
۴	فلزات غیر آهنی (آلومینیم و غیره)	۲۵۰	۳/۵

## نقشه خوانی

به نقشه زیر به دقت نگاه کنید آیا نقشه مورد نظر را تجسم نمودید؟ آیا ابعاد اولیه قطعات را پیدا کردید و طریقه اندازه‌گذاری و خط‌کشی آن را حدس زدید؟ محل برش و محل اتصال آن چگونه تعیین می‌شود؟ شکل ۱-۳ نقشه کلاhek را نشان می‌دهد.





به کمک هنر آموز خود ، ابعاد اولیه، روش اندازه گذاری و خط کشی، محل برش و دیگر مراحل ساخت را از نقشه کلاhek دودکش استخراج و به کمک آن جدول ۴-۱ را تکمیل کنید.

جدول ۴-۱- تکمیل مشخصات نقشه

ردیف	شماره نقشه	نام قطعه ابعاد اولیه	مقیاس	استاندارد نقشه کشی
۱		A		
۲		B		
۳		C		
۴		D		

ورق فلزی را با توجه به نقشه استاندارد اندازه گذاری و خط کشی نمایید



اولین و مهم ترین مراحل اجرایی یک قطعه پیاده سازی نقشه بر روی ورق فلزی می باشد. در این مرحله شما با دقت و مهارت کافی شکل، ابعاد و اندازه موجود در نقشه را بر روی ورق فلزی اجرا نمایید.

## اندازه‌گذاری و خط‌کشی ورق فلزی برای ساخت کانال سه‌راهه

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای اندازه‌گذاری و خط‌کشی روی ورق فلزی شامل دستکش چرمی، کفش ایمنی و لباس کار مناسب را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

### ۱- تجهیزات فنی: قیچی نیبلر و تنظیم شده همراه

حفاظ ایمنی مناسب

### ۲- مواد مورد نیاز: ورق فولادی، سوزن خط‌کش،

خط‌کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی‌متری، گونیا فلزی،

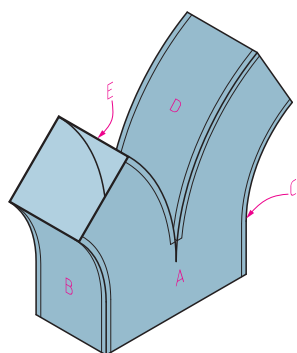
متر فلزی، پرگار فلزی، پیستوله، میز ورق‌کاری، قالب

فرنگی پیچ، قالب تنه و چکش پلاستیکی

### ۳- نوع کار عملی: اندازه‌گذاری و خط‌کشی ورق

فولادی برای ساخت کانال سه‌راهه. شکل ۱-۴ کانال

سه‌راهه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴- کانال سه‌راهه

### ۴- فرایند کار عملی:

**مرحله اول:** روی ورق فلزی با مقیاس ۱:۱ مطابق نقشه ۱-۱ به ابعاد اولیه A، B، C و D خط‌کشی نموده و با

قیچی نیبلر برش‌کاری نمایید.

**مرحله دوم:** روی ورق فلزی مطابق نقشه‌های ۱-۱ (A) که تعداد آن دو عدد می‌باشد، توسط پرگار فلزی و خط‌کش

فلزی اندازه‌گذاری و خط‌کشی نمایید. لازم به ذکر است برای اتصال فرنگی پیچ به لبه قطعه کار به اندازه (۲e-۱)

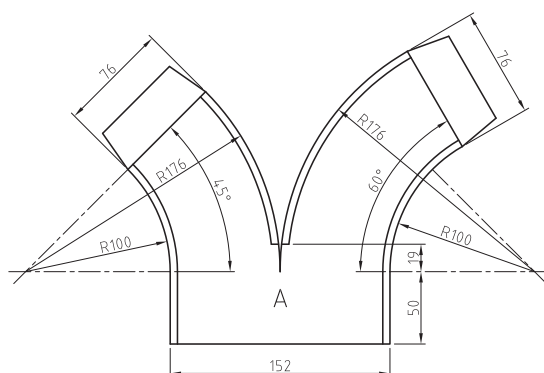
اضافه نمایید.

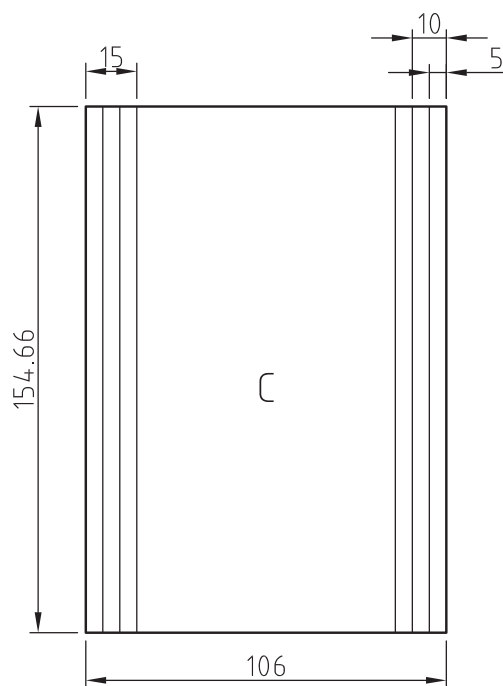
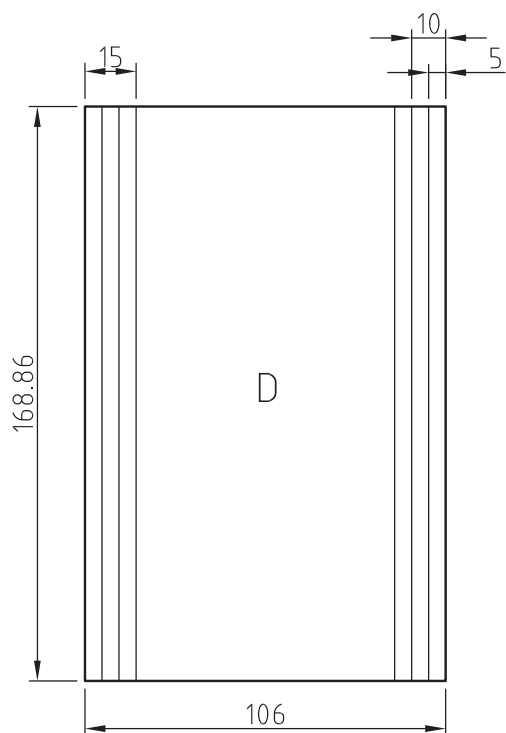
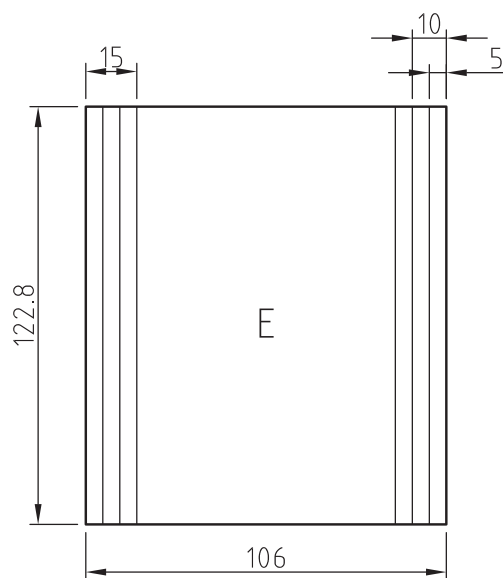
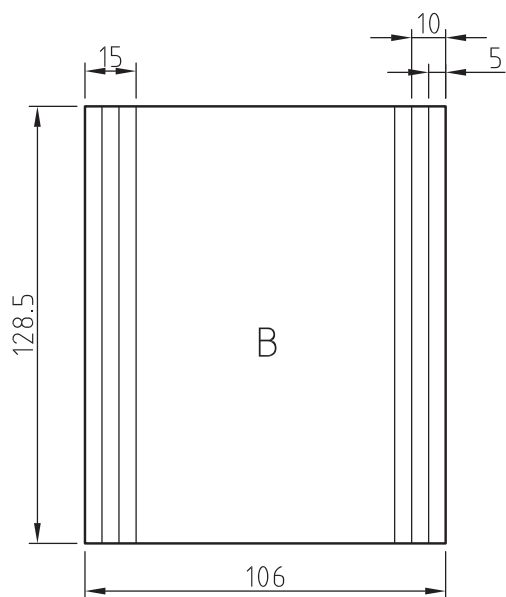
**مرحله سوم:** برای اتصال فرنگی پیچ کانال، لبه قطعات B، C و D را به هر طرف به اندازه (۶e-۳۱) اندازه‌گذاری و

خط‌کشی نمایید.

**توجه:** لازم به ذکر است برای اتصال فرنگی پیچ ضخامت ورق ۵/۰ و عرض قالب فرنگی پیچ ۶ میلی‌متر در نظر

گرفته شود.





نقشه ۱-۱- گسترده قطعات





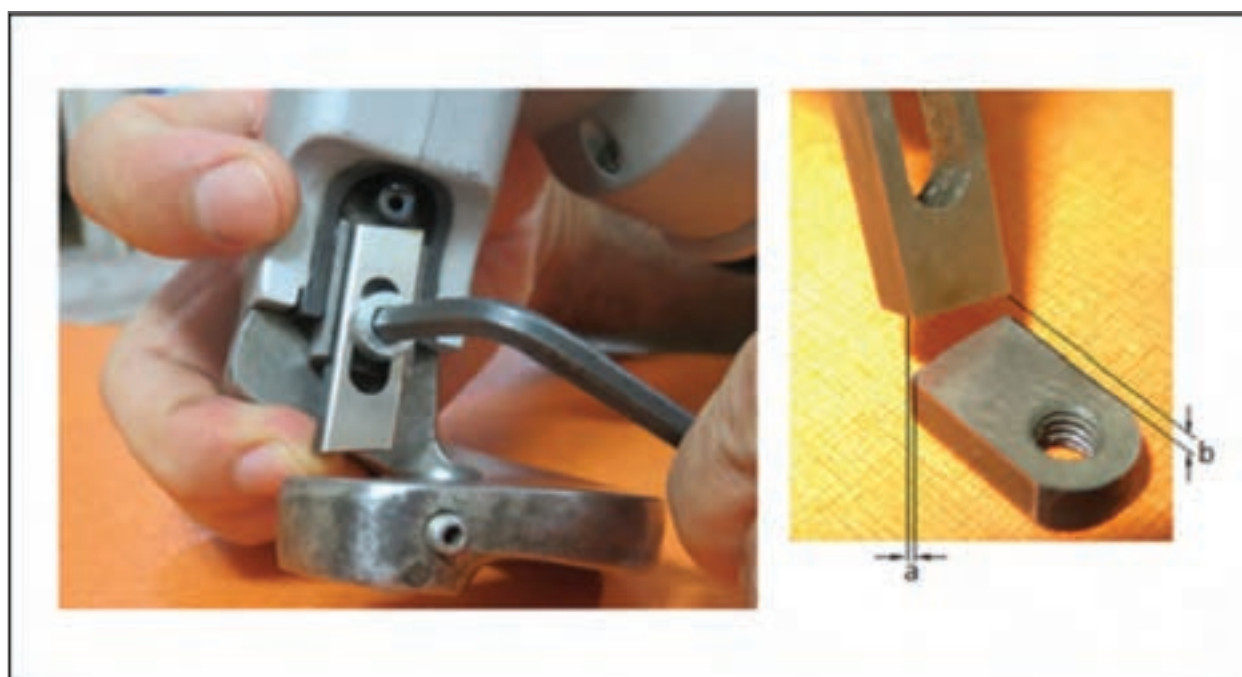
○ هنگام حمل ورق فولادی بر روی میز ورق کاری از دستکش چرمی استفاده نمایید و از برخورد لبه تیز ورق به خودتان و اطرافیان مراقبت کنید. مراقب باشید لبه تیز آن به دوستانتان برخورد نکند.

○ هرگز سوزن خط کش و پرگار فلزی را در جیب لباس کارتان قرار ندهید.

پس از پایان کار محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. وسایل و تجهیزات را به انباردار محترم تحویل دهید.

### روش نصب تیغه

تیغه‌ها بایستی با زاویه مناسبی به کمک شابلون مخصوص که غالباً همراه قیچی است تیز شوند. با توجه به شکل ۱-۵ تیغه بالایی مطابق شکل به بالا ترین موقعیت خود (بالا ترین موقعیت ساکن) که فاصله عمودی بین دو تیغه  $b = 0.4$  میلی متر است، محکم می شود. تیغه پایینی را با فاصله افقی که متناسب با ضخامت ورق از رابطه  $a = 0.2 \times t$  به دست می آید، با تیغه بالایی تنظیم نموده و پیچ آن محکم می گردد.



شکل ۱-۵- تنظیم فاصله افقی و عمودی تیغه‌ها

برای برش کاری ورقی به ضخامت ۰/۵ میلی متر فاصله افقی بین تیغه ها چند میلی متر تعیین می شود؟  
تیغه نیبلر را نصب نمایید.

### ۱- تجهیزات فنی: نیبلر دستی

۲- مواد مورد نیاز: مجموعه آچار آلن، تیغه بالایی، تیغه پایینی پیچ تنظیم پایینی و بالایی، زاویه سنج و میزکار

۳- نوع کار عملی: نصب تیغه نیبلر مطابق شکل ۱-۶

**مرحله اول:** تیغه پایینی را در فرو رفتگی پایه برش قرار دهید و با پیچ تنظیم پایینی، فاصله افقی آن را براساس رابطه بالا تنظیم کنید سپس پیچ پایینی را به آرامی سفت نمایید.  
**مرحله دوم:** تیغه بالایی در شیار نشان داده شده قرار دهید و پس از تنظیم فاصله عمودی با تیغه پایینی، توسط پیچ بالایی، با آچار آلن سفت نمایید.



شکل ۱-۶- مراحل نصب تیغه

- در حین نصب تیغه برق نیبلر کاملاً قطع گردد.
- مواظب باشید تیزی تیغه به دستتان آسیب نزنند.
- پس از پایان کار نظافت را انجام دهید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار محترم تحویل دهید.

## راه‌اندازی دستگاه نیبلر

قیچی نیبلر دستی که با برق ۲۲۰ ولت (شهری) کار می‌کند، مطابق شکل ۱-۷ موتور دستگاه توسط کلید روشن شده و پس از قرار گرفتن تیغه‌های قیچی در محل برش، عمل برشکاری انجام می‌گیرد.



شکل ۱-۷- راه‌اندازی قیچی نیبلر

## روش‌های برش‌کاری با نیبلر

### روش برش‌کاری با نوع دستی:

مطابق شکل ۱-۸ در این روش، قیچی را با دست راست و ورق را با دست چپ نگهداشته سپس دستگاه را روشن نماید. در طول کار باید قیچی در حالت عمودی قرار گرفته و هیچگونه تمایلی به طرفین نداشته باشد همین‌طور قسمت جلویی قیچی به اندازه ۱۰ تا ۱۵ درجه بالا نگهداشته شود تا قدرت عمل تیغه‌ها زیاده‌تر گردد. لازم به ذکر است در هنگام برش بایستی قسمت‌های بریده شده به سمت پایین خم شود.



شکل ۱-۸- روش برش‌کاری با نیبلر دستی

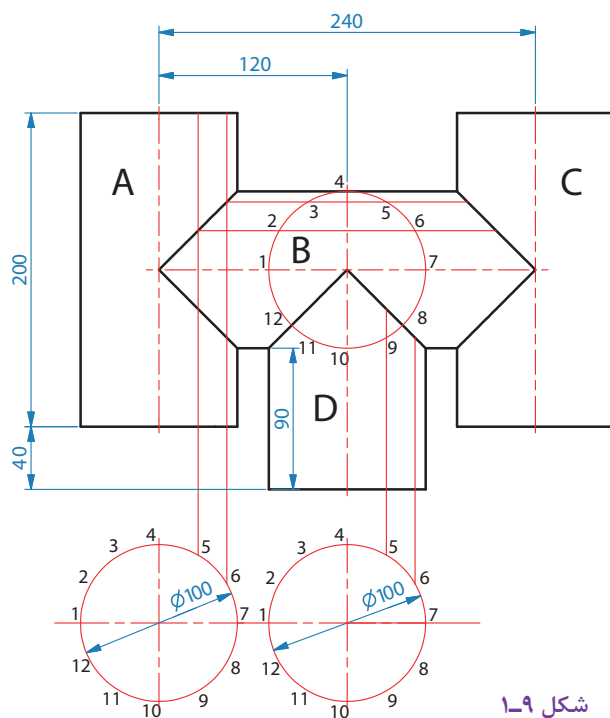
## اندازه گذاری، خط کشی و برش کاری با قیچی نیبلر برای ساخت کلاهک دودکش

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای اندازه گذاری و خط کشی روی ورق فلزی شامل دستکش اشبالتی، کفش ایمنی و لباس کار مناسب را تهیه نموده سپس عمل فوق را انجام دهید.

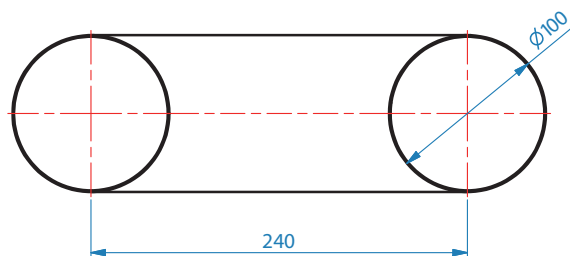
**۱- تجهیزات فنی:** قیچی نیبلر و تنظیم شده همراه حفاظ ایمنی مناسب

**۲- مواد مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط کش، خط کش فلزی ۱ متری و ۳۰ سانتی متری، گونیا فلزی، متر فلزی، پرگار فلزی، پیستوله و میز ورق کاری

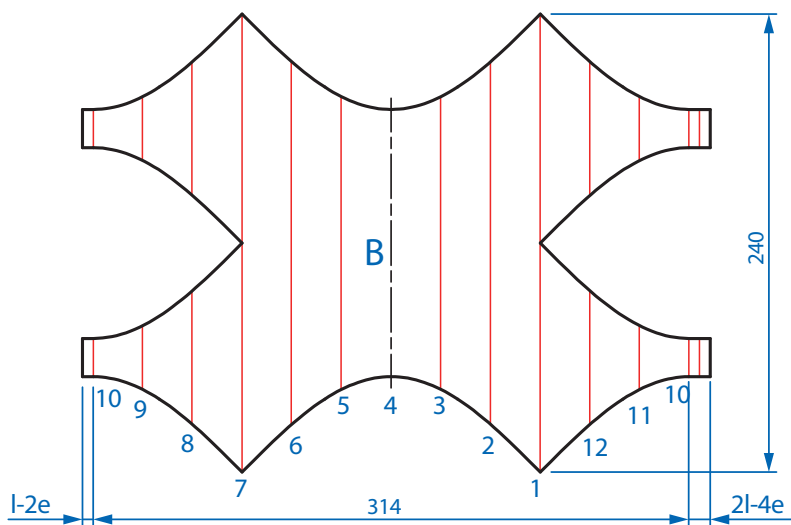
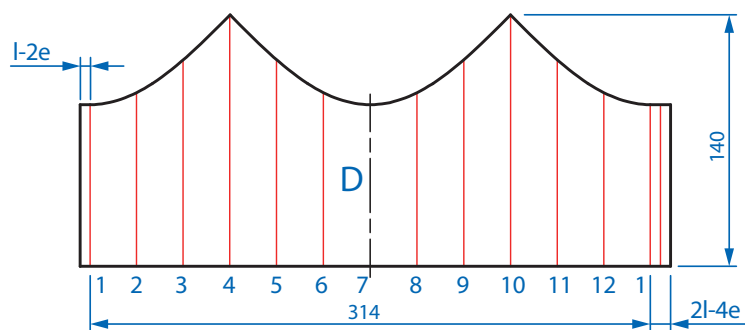
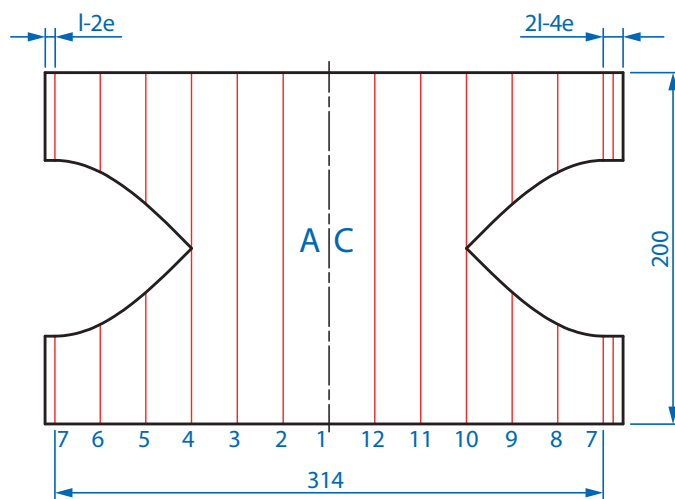
**۳- نوع کار عملی:** یک ورق فولادی را مطابق شکل ۹-۱ اندازه گذاری، خط کشی و با قیچی نیبلر برش کاری کنید. نقشه ۱-۲ نقشه کلاهک دودکش را نشان می دهد.



شکل ۹-۱



نقشه ۱-۲- نمای رو به روی کلاهک دودکش



نقشه ۱-۳- گسترده قطعات

#### ۴- فرایند کار عملی:

**مرحله اول:** روی ورق فلزی با مقیاس ۱:۱ مطابق نقشه ۳-۱ به ابعاد اولیه A، B، C و D خط کشی نموده و با قیچی گیوتین برش کاری نمایید.

**مرحله دوم:** طول قطعات را به ۱۲ قسمت مساوی تقسیم کنید و یال‌های آنها را روی ورق رسم نمایید. سپس مطابق نقشه، اندازه‌های کمان را با پرگار فلزی بر روی یال‌ها انتقال دهید و نقاط به‌وجود آمده را با پیستوله به هم وصل نمایید. شکل ۱۰-۱ و ۱۱-۱ رسم خطوط منحنی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰-۱ خط کشی ورق فلزی با خط کش فلزی



شکل ۱۱-۱ خط کشی با ورق فلزی با پیستوله

برای اتصال فرنگی پیچ ضخامت ورق ۵/۰ و عرض قالب فرنگی پیچ ۶ میلی‌متر در نظر گرفته شود.

نکته



**مرحله سوم:** با توجه به شکل ۱۲-۱ برای برش کاری قطعات خط‌کشی شده ابتدا با روشن نمودن کلید دستگاه، تیغه قیچی را در محل برش قرار دهید سپس با محکم نگهداشتن لبه ورق، دسته قیچی را روی خط برش به سمت جلو حرکت دهید تا عمل برش انجام گیرد.



شکل ۱۲-۱- برش کاری با قیچی نیبلر

برای جلوگیری از فرسوده شدن تیغه‌ها بهتر است قبل از شروع به کار، لبه‌های برنده آنها روغن کاری شود. شیلنگ هوای فشرده را با بست مخصوص به قیچی ارتعاشی پنوماتیکی محکم کنید تا از خارج شدن آن جلوگیری شود.

ایمنی

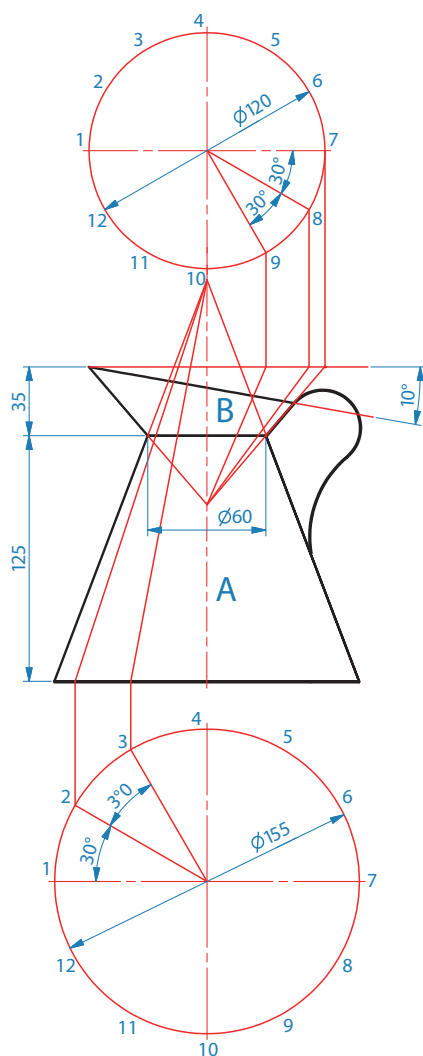


پس از پایان کار دستگاه را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق‌های دورریز را در جای مناسب جمع‌آوری نمایید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار محترم تحویل دهید.

## خط‌کشی و برش‌کاری با نیبلر دستی برای ساخت پیمانه لیتری

قبل از شروع کار، ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای برش‌کاری با نیبلر دستی که شامل دستکش، لباس کار مناسب و کفش ایمنی است را تهیه نموده سپس تمرین فوق را انجام دهید:

- ۱- **تجهیزات فنی:** قیچی نیبلر دستی آماده و تنظیم شده همراه حفاظت ایمنی مناسب
- ۲- **مواد و وسایل مورد نیاز:** ورق فولادی، سوزن خط‌کش، خط‌کش فلزی، گونیای فلزی و میز ورق‌کاری
- ۳- **نوع کار عملی:** خط‌کشی و برش‌کاری با قیچی نیبلر برای ساخت پیمانه لیتری مطابق شکل ۱۳-۱



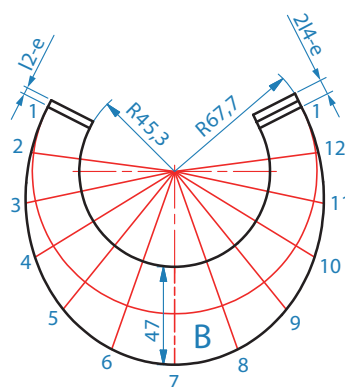
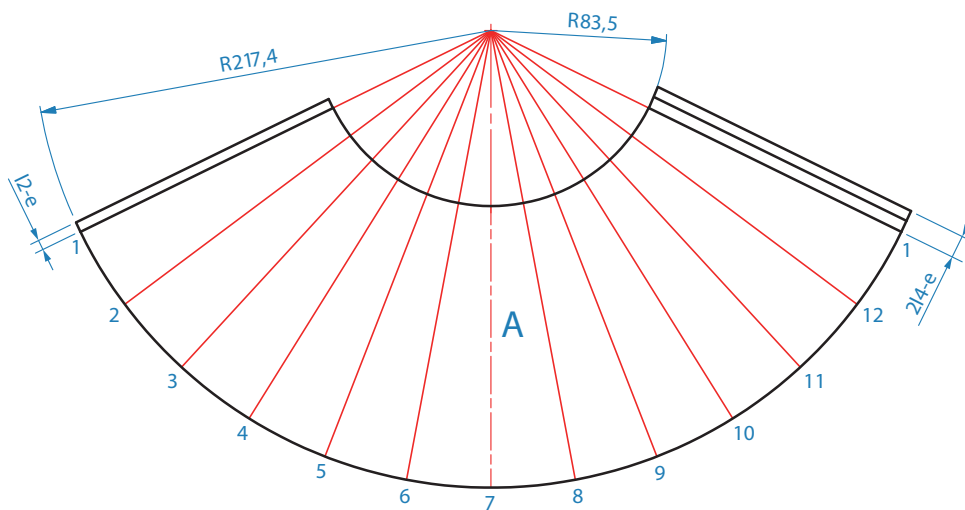
شکل ۱۳-۱ پیمانه لیتری



#### ۴- فرایند کار عملی:

**مرحله اول:** روی ورق گالوانیزه دو قطعه به ابعاد اولیه  $۴۹۰ \times ۲۴۰ \times ۰/۵$  و  $۲۹۰ \times ۹۵ \times ۰/۵$  اندازه گذاری و خط کشی نموده و با قیچی نیلر برش کاری نمایید.

**مرحله دوم:** مطابق نقشه ۴-۱ گسترده قطعات A و B را روی ورق فلزی اندازه گذاری و خط کشی نمایید. شکل ۴-۱ اندازه گذاری و خط کشی با خط کش و پرگار فلزی را نشان می دهد.



نقشه ۴-۱- گسترده پیمانه لیتر



شکل ۱۴-۱ خط کش ورق فلزی با خط کش و پرگار فلزی

**مرحله سوم:** برای برش کاری ورق فلزی با نیبلر دستی پس از روشن نمودن کلید دستگاه، تیغه قیچی در محل برش قرار دهید. با دست چپ لبه ورق را محکم نگهدارید و دسته قیچی را به سمت جلو حرکت دهید تا عمل برش انجام گیرد. مطابق شکل ۱۵-الف برشکاری مستقیم و شکل ۱۵-ب برشکاری منحنی را نشان می دهد.



ب - برشکاری منحنی با نیبلر

الف - برشکاری مستقیم با نیبلر

شکل ۱۵-۱ برشکاری مستقیم و منحنی

پس از پایان کار قیچی نیبلر را خاموش کنید و محدوده ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق های دور ریز را در جای مناسب جمع آوری نمایید.



در هنگام برش کاری برای محافظت دست‌ها در مقابل لبه‌های تیز ورق از دستکش‌های چرمی استفاده شود. سیم برق قیچی نیبلر الکتریکی را با دقت کنترل نموده و هنگام کار مواظب باشید تماس لبه ورق با سیم موجب بریدگی سیم و برق‌گرفتگی نشود.

### روش برش کاری قیچی رومیزی:

قیچی روی میز کار محکم شده با روشن شدن دستگاه، نیروی دورانی الکتروموتور آن به وسیله یک بازوی خارج از مرکز به حرکت بیضوی شکل تغییر یافته و تیغه پایینی به صورت حرکت عمودی بالا و پایین نموده با عبور از کنار تیغه بالایی عمل برش را انجام می‌دهد.

### روش برش کاری با نیبلر ستونی:

روش کار به نحوی است که دستگاه با فشردن پدالی به کار می‌افتد و با فشردن مجدد آن متوقف می‌گردد. در این روش تیغه پایینی ثابت و تیغه بالایی با حرکت عمودی خود عمل برش ورق را انجام می‌دهد و به وسیله آن می‌توان قطعاتی را با اشکال مختلف در وسط ورق‌های فلزی بدون ایجاد سوراخ اولیه برش داد.

## برش کاری قاب مستطیلی و دایره ای شکل ورق فلزی

ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای انجام کار فوق که شامل دستکش اشبالتی، کفش ایمنی، گوشی حفاظتی و لباس کار مناسب

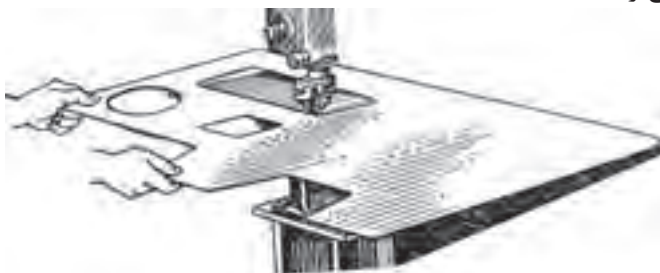
۱- **تجهیزات فنی:** دستگاه نیبلر ستونی آماده به کار همراه حفاظ ایمنی مناسب

۲- **مواد مورد نیاز:** ورق فولادی مورد نظر

۳- **نوع کار عملی:** برش کاری خطوط مستقیم و منحنی مسدود.

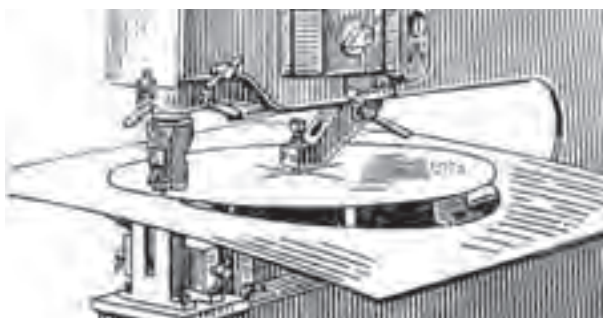
### مراحل انجام کار

**مرحله اول:** شکل ۱-۱۶ چگونگی برش یک قاب مستطیلی شکل را نشان می دهد بدین ترتیب که ورق مورد نظر را با هر دو دست بگیرید و در حالت افقی طوری آن را هدایت کنید که لبه تیغه بالایی همواره بر خط برش منطبق باشد. با فشردن پدال، دستگاه روشن کنید و با حرکت دادن ورق در امتداد برش، عمل برش کاری را انجام دهید. در این شکل چه نکته ایمنی رعایت نشده است؟



شکل ۱-۱۶- برش کاری مستقیم

**مرحله دوم:** شکل ۱-۱۷ روش برش کاری یک دایره را نشان می دهد، در این روش بر خلاف مرحله قبل، دستگاه مجهز به گیره مخصوصی است که در هنگام برش مرکز کار (دایره) را ثابت نگه داشته که موجب آسان نمودن دوران قطعه کار و دقت عمل، در برش دایره ای شکل می شود.



شکل ۱-۱۷- برش کاری دایره ای شکل



- در هنگام برش کاری، اطراف دستگاه به جز اپراتور کاملاً خلوت باشد.
- در موقع تنظیم و نصب تیغه‌ها برق دستگاه قطع باشد.
- در موقع حمل ورق برای برش کاری، مواظب باشید لبه تیز ورق به اطرافیان برخورد نکند.
- در حین انجام کار حتماً از دستکش استفاده نمایید.

پس از پایان کار دستگاه را خاموش کنید و محدوده‌ای که مشغول به کار بودید را نظافت کنید. ورق‌های دور ریز را در جای مناسب جمع‌آوری نمایید و وسایلی که از انبار تحویل گرفتید به انباردار تحویل دهید.

هنرجوی گرامی، با بازدید علمی در مراکز صنعتی بررسی کنید، کدام مصنوعات فلزی را می‌توان با دستگاه نیبلر ستونی برش کاری نمود.

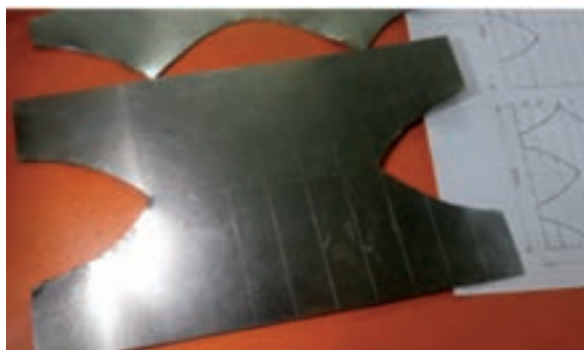


آیا امروزه دستگاه‌های برش کاری دیگری وجود دارد که جایگزین دستگاه نیبلر ستونی شود تا کیفیت و سرعت بخشی بالاتری داشته باشد؟



برش نهایی را از لحاظ پلیسه کنترل و پلیسه‌گیری نمایید.

چنانچه تنظیم فاصله بین تیغه‌ها صحیح نبوده و اصول تیز کردن تیغه‌ها رعایت نشود، باعث ایجاد چروک و پلیسه در لبه ورق خواهد شد. مطابق شکل ۱۸-۱ به همین دلیل پس از پایان برش کاری، خطوط برش بایستی کنترل شود تا اگر چنین عیبی وجود داشت، مرتفع گردد.



شکل ۱۸-۱ پلیسه‌های ایجاد شده در لبه‌های برش

برش نهایی را با نقشه تطبیق نماید.

ابعاد و خطوط ورق برش خورده بایستی با اندازه‌ها و خط‌کشی‌های موجود در نقشه کاملاً مطابقت داشته باشد. شکل ۱۹-۱ بیانگر مطلب فوق می‌باشد.



شکل ۱۹-۱- کنترل برش نهایی مطابق با نقشه

### بازیافت مواد دورریز

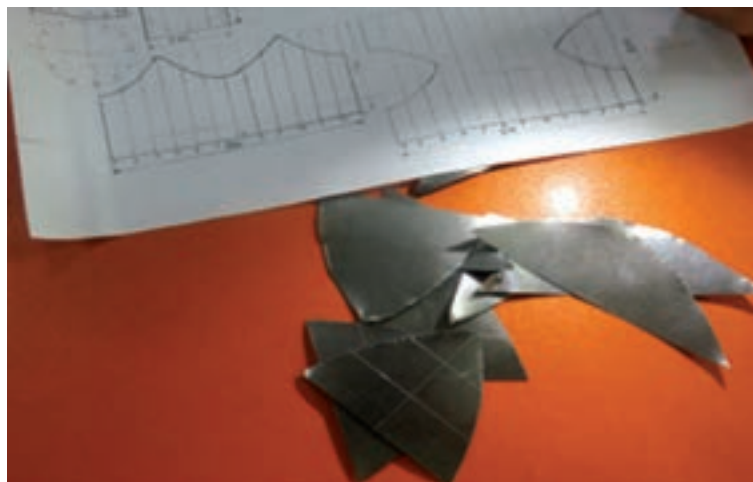
پس از انجام برش کاری، ممکن است برخی از قسمت‌های برش خورده مورد استفاده قرار نگیرد و به عنوان دورریز شناخته شود.

در طراحی، محاسبات، و ساخت قطعات طوری عمل شود تا درصد دورریز به حداقل برسد. با این وجود برای قطعات دور ریز محلی مناسبی در نظر گرفته شود تا پس از اتمام مراحل کار بتوان آنها را باز یافت نمود.

نکته



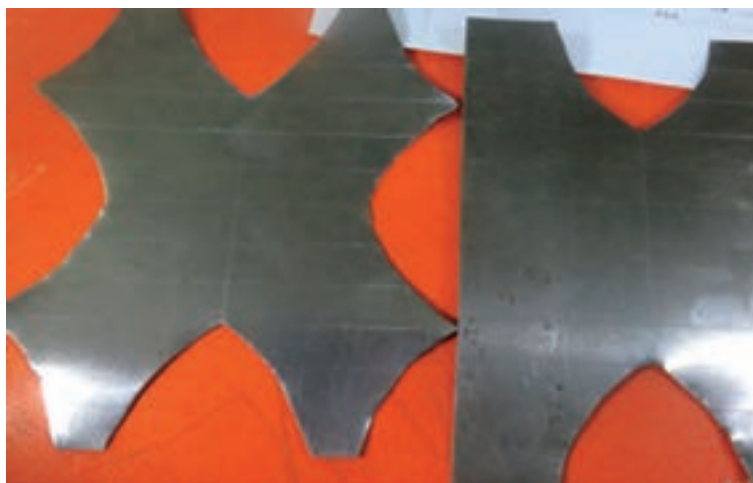
شکل ۲۰-۱ مواد دورریز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰-۱ باز یافت مواد

اطمینان از کیفیت کار انجام شده

پس از اینکه برش کاری روی قطعات انجام گرفت و اطمینان حاصل شد که هیچ عیبی در برش کاری ورق وجود ندارد، در مراحل ساخت یا مونتاژکاری قطعه کار، لبه‌های برش خورده کاملاً روی خط اتصال منطبق می‌شوند و با اطمینان از عدم فاصله یا اعوجاج بین آنها یک محصول با کیفیت عالی به دست خواهد آمد. شکل ۲۱-۱ بیانگر مطالب فوق می‌باشد.



شکل ۲۱-۱ کیفیت کار انجام شده

## ارزشیابی پایانی: برش کاری با دستگاه نیبلر

<p><b>شرح کار:</b> ابتدا یک ورق را عاری از مواد زائد سطحی نموده و پس از دریافت نقشه، نقشه کار را روی ورق پیاده کند و با توجه به نوع و جنس ورق وضاحت آن قیچی و تیغه نیبلر مورد نظر را انتخاب و برش کاری را بدون پلیسه و برابر نقشه انجام دهد.</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> برش ورق های فلزی نازک با دستگاه نیبلر ماشینی و دستی برابر نقشه و رعایت الزامات فنی</p>			
<p><b>شاخص ها:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-زنگ زدایی و جربی زدایی سطح قطعه برابر دستور العمل</li> <li>-انتخاب دستگاه بر اساس ضخامت ورق</li> <li>-انتخاب تیغه بر اساس ضخامت ورق و جنس قطعه</li> <li>-خط کشی برابر نقشه</li> <li>-برش کاری برابر نقشه و بدون عیب و پلیسه</li> </ul>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b> یک کارگاه استاندارد برش کاری ورق</p>			
<p><b>شرایط:</b> دستگاه نیبلر، ابزار علامت گذاری و خط کشی روی ورق - ابزارهای ایمنی ، حلال ها ، پاک کننده زمان : ۳۰ دقیقه</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی	۲	
۲	راه اندازی دستگاه	۱	
۳	برش کاری	۲	
۴	کنترل نهایی	۱	
مسئولیت پذیری و اطمینان از کیفیت کار انجام شده - دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق			
میانگین نمرات			*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			





## پودمان ۲

### شکل دهی ورق



امروزه در ساخت مصنوعات فلزی مختلف مبحث شکل دهی ورق و تغییر فرم آن مسئله بسیار مهم حائز اهمیتی است. در میان روشهای مختلف فرم دهی، رول کاری از نظر کاربرد و تنوع محصولات تولیدی بخش عمده ای از بازار را به خود اختصاص داده است که در صنایع مختلف نظیر مخزن سازی، صنایع غذایی، هوافضا و حمل و نقل کاربرد فراوان دارد.

## واحد یادگیری ۳

### رول کاری ورق

#### آیا تا به حال پی برده‌اید؟

با اصول رول کاری آشنا می شوید- ورقهای نازک را چگونه با ابزار دستی می توان رول نمود؟  
دستگاههای رول چه مکانیزمی دارد؟  
برای اینکه ابتداء وانتهای رول کامل شود چه تدبیری می اندیشید؟  
چگونه می توان مخروط ناقص را با نورد شکل داد؟  
راه مقابله با برگشت رول در ورقه‌ای ضخیم چیست؟

#### استاندارد عملکرد:

رول کاری ورق فلزی با استفاده از ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه و رعایت الزامات فنی.

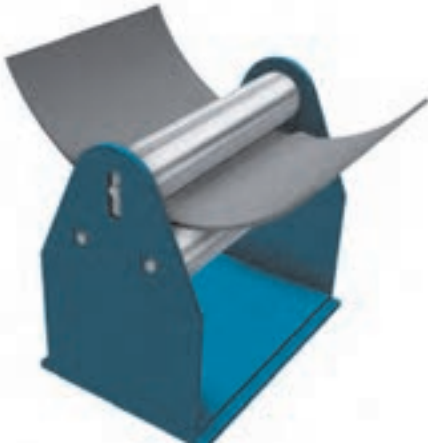
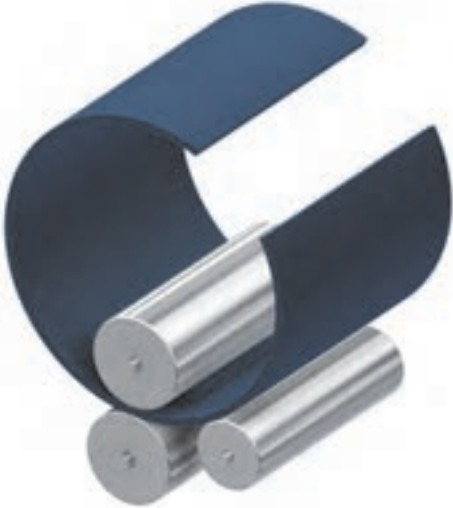
## رول کاری در صنعت

به شکل ۱-۲ نگاه کنید :  
به نظر شما فرآیند شکل دهی آنها چه بوده است؟



شکل ۱-۲- برخی از سازه ها که با استفاده از رول کاری تولید می شوند: الف) بدنه کشتی، ب) و د) مخازن و ج) فضا پیما

به عمل منحنی کردن ورق ها به شکل استوانه یا مخروط رول کاری گویند.  
جدول ۱-۲ برخی از منحنی های ایجاد شده توسط رول کاری و کاربردها را نشان می دهد.

جدول ۱-۲ انواع منحنی های قابل تولید به وسیله رول کاری و کاربرد آنها			
ردیف	انواع منحنی	تصویر	کاربرد
۱	باز		پوسته مخازن بزرگ بدنه کشتی ها و قایق ها، پل ها و ...
۲	بسته		لوله ها و مخازن

## روش‌های رول کاری

جدول ۲-۲ انواع روش‌های رول کاری ورق را نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲ انواع روشهای رول کاری

تصویر	طرز عملکرد	نوع رول کاری	انواع رول کاری
	اعمال نیروی دست	دستی	
	با استفاده از چکش مخصوص		
	ماشین‌های نورد	ماشینی	
	ماشین‌های پرس		

**رول کاری با نیروی دست:** این روش خیلی متداول نیست و تنها برای ورق‌های نازک فلزی و مصنوعات کوچک استفاده می‌شود. شکل ۲-۲ مراحل انجام رول کاری با نیروی دست را نشان می‌دهد.



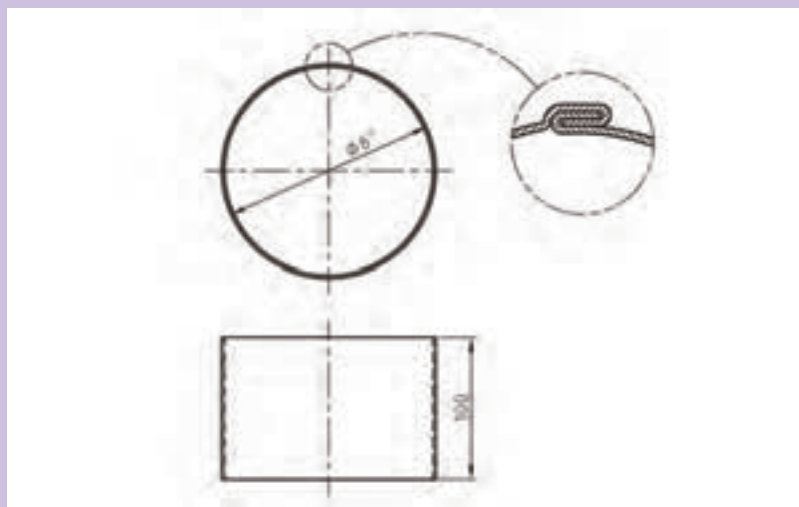
شکل ۲-۲ مراحل رول کاری با نیروی دست





### رول کاری با نیروی دست

با استفاده از ورق ۰/۵ میلی متر نقشه ۱-۲ را اجرا نمایید.



نقشه ۱-۲ استوانه

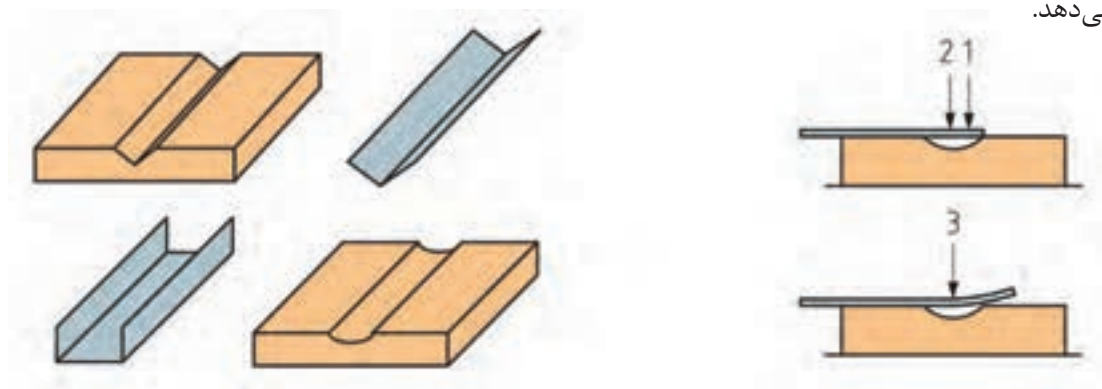
- ※ استفاده از دستکش و وسایل ایمنی فردی
- ※ حفظ فاصله ایمنی از گیوتین
- ※ استفاده از انبرهای مناسب فرنگی پیچ

ایمنی

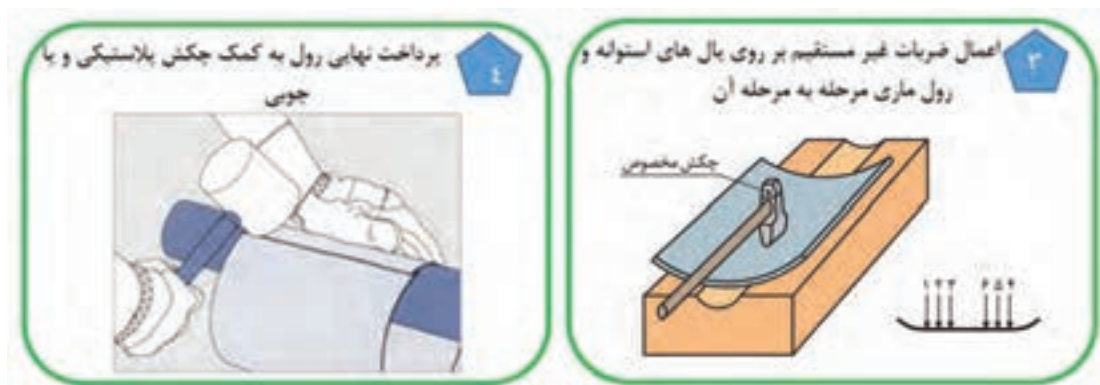


### رول کاری با چکش مخصوص

این روش برای رول کاری ورق هایی که ضخامتهای بیشتری نسبت به حالت قبل دارند، استفاده می شود. در این روش هم تولید منحنی های باز امکانپذیر است و هم تولید منحنی های بسته. بهترین روش رول کاری لبه های ورق ها استفاده از این روش است. شکل ۲-۳ روند رول کاری با استفاده از چکش مخصوص را نشان می دهد.







شکل ۲-۳ مراحل چهار گانه رول کاری با استفاده از چکش مخصوص

هرچه تعداد پال های انتخابی در مرحله ۳ بیشتر باشد عمل رول کاری ظریف تر و دقیق تر انجام می شود.

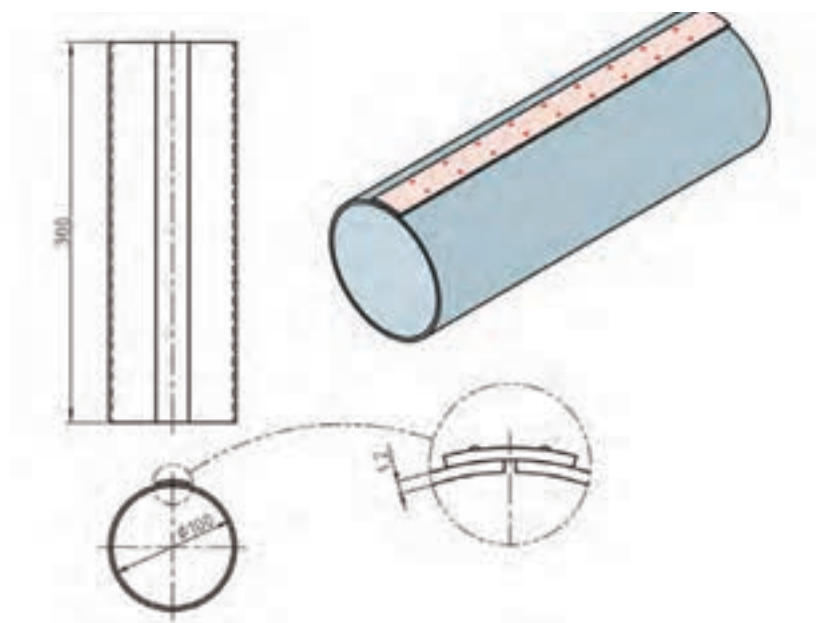
نکته



### رول کاری با چکش مخصوص

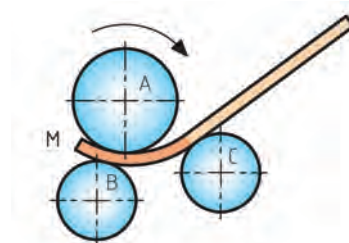
فعالیت  
کارگاهی

با استفاده از چکش مخصوص نقشه ۲-۲ را بر روی ورقی به ضخامت  $1/2$  میلیمتر اجرا نمایید. در نهایت فصل مشترک اتصال را نقطه جوش نمایید.

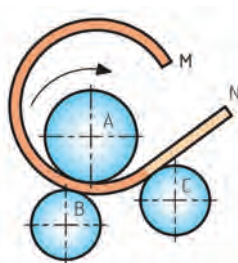


نقشه ۲-۲

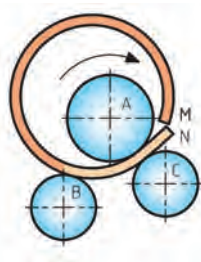
**ماشین غلتک:** این ماشین‌ها را معمولاً با نام ماشین نورد می‌شناسند. این دستگاه‌ها از تعدادی غلتک تشکیل شده‌اند و به همین دلیل به آنها دستگاه غلتک نیز می‌گویند. در این روش ورق فلزی با استفاده از حرکات انتقالی غلتک‌ها به داخل دستگاه نورد کشیده شده و تا توسط نیروی فشاری غلتک‌ها، یک سری خم‌های متوالی بر روی آن ایجاد شود تا در نهایت با تکرار این عمل ورق رول کاری شود (شکل ۴-۲).



کشیده شدن ورق به داخل دستگاه نورد



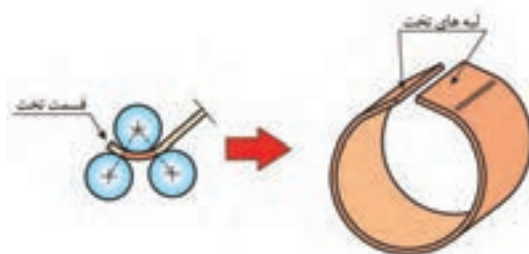
ایجاد خم‌های متوالی در ورق



رول شدن ورق

شکل ۴-۲ طرز کار دستگاه نورد

همانطور که در شکل ۵-۲ ملاحظه می‌شود همیشه باید در نظر داشت که قسمت دولبه ابتدا و انتهای ورق توسط غلتک‌ها درگیر نخواهد شد و صاف می‌ماند که این امر سبب ایجاد رولی ناقص می‌گردد.



شکل ۵-۲ صاف ماندن دو لبه ورق در برخی از دستگاه‌های نورد

نکته





برای رفع عیب شکل ۵-۲ چه راه‌حلی را می‌توان ارائه کرد؟

## ماشین‌های رول کاری

صرف‌نظر از نحوه اعمال نیرو، ماشین‌های نورد آنها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. جدول ۳-۲ انواع ماشین‌های نورد را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۲ انواع ماشین نورد			
موقعیت غلطک‌ها	تصویر	انواع نورد	ردیف
		هرمی افقی یا عمودی	۱
		صاف کننده سه غلطک یا چهار غلتک	۲

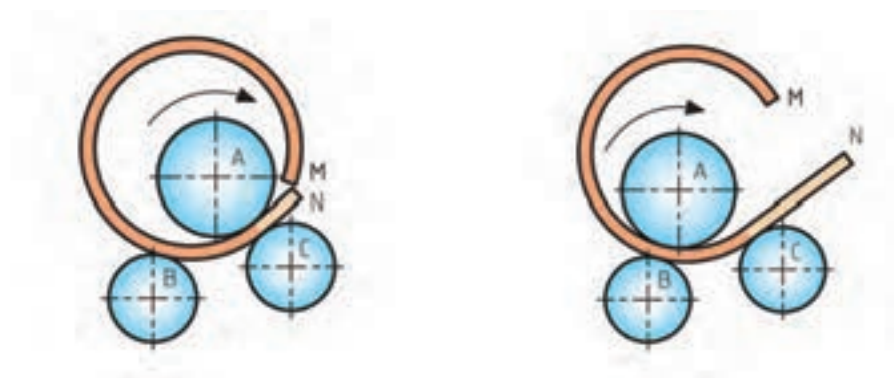
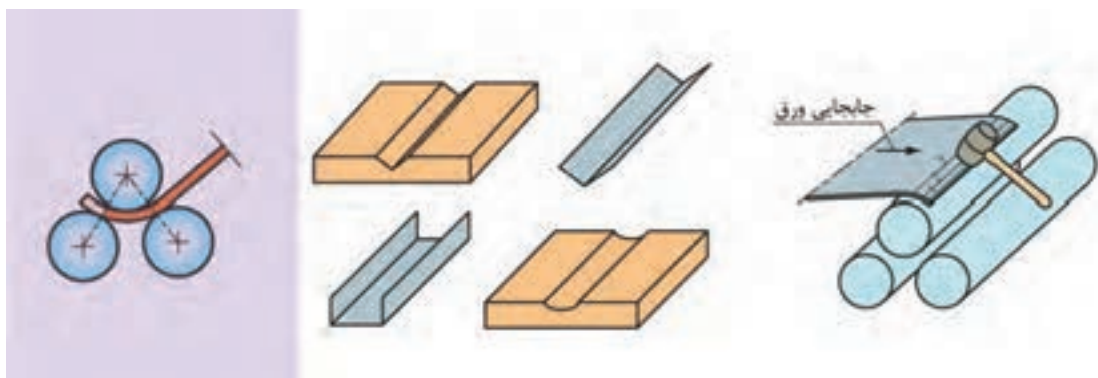
## اصول رول کاری با ماشین نورد

برای درک راحت تر، این مبحث را به ترتیب زیر دسته بندی می کنیم:

- (الف) رول کاری با ماشین هرمی
- (ب) رول کاری با ماشین صاف کننده سه غلتک ساده
- (ج) رول کاری با ماشین صاف کننده سه غلتک کامل
- (د) رول کاری با ماشین صاف کننده چهار غلتک

## رول کاری با ماشین هرمی

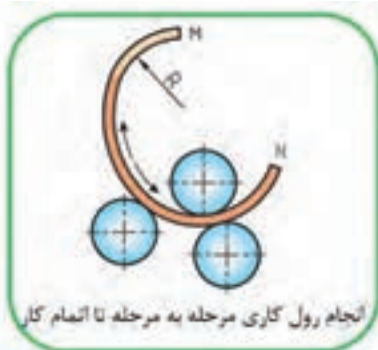
در این دستگاه ها یا غلتک بالا متحرک است (در مدل های دستی) و یا غلتک های پایین (در مدل های اتوماتیک). شکل ۶-۲ مراحل رول کاری با ماشین های هرمی را نشان می دهد.



شکل ۶-۲ روند انجام رول کاری با ماشین های هرمی

## رول کاری با ماشین صاف کننده سه غلتک ساده

شکل ۷-۲ روند کار با این دستگاه را نشان می‌دهد.



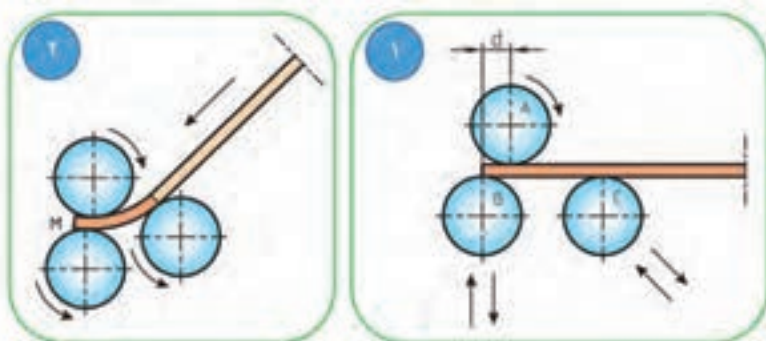
شکل ۷-۲ مراحل رول کاری با دستگاه نورد صاف کننده ساده

## رول کاری با ماشین صاف کننده سه غلتک کامل

تفاوت این دستگاه ها با ماشین‌های ساده در اختلاف محور غلتک تحتانی با غلتک فوقانی می‌باشد. این امر سبب می‌شود تا:

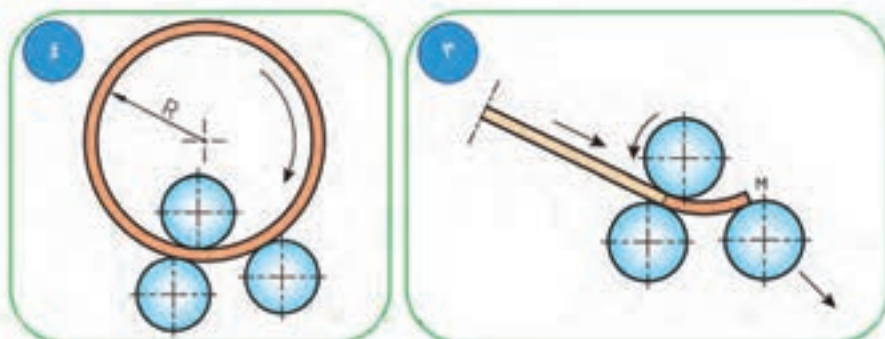
- ۱- ورق در اثر فشار غلتک‌های بالا و پایین دچار لهیدگی و ازدیاد سطح نشود.
- ۲- با استفاده از خود دستگاه نورد بتوان خیلی سریع لبه‌های ورق را منحنی کرد. ینا بر این نیازی به استفاده از چکش پلاستیکی نمی‌باشد.

شکل ۸-۲ مراحل انجام کار با این دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



و منحنی کاری لبه آن

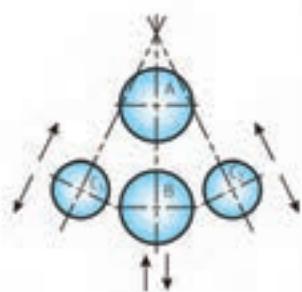
قرارگیری ورق در زیر غلتک‌ها از پشت دستگاه



جانمایی لبه دیگر ورق از جلو دستگاه و منحنی کاری آن انجام رول کاری مرحله به مرحله تا اتمام کار  
شکل ۸-۲ مراحل رول کاری با نورد صاف کننده ( سه غلتک کامل)

## رول کاری با ماشین صاف کننده چهار غلتک

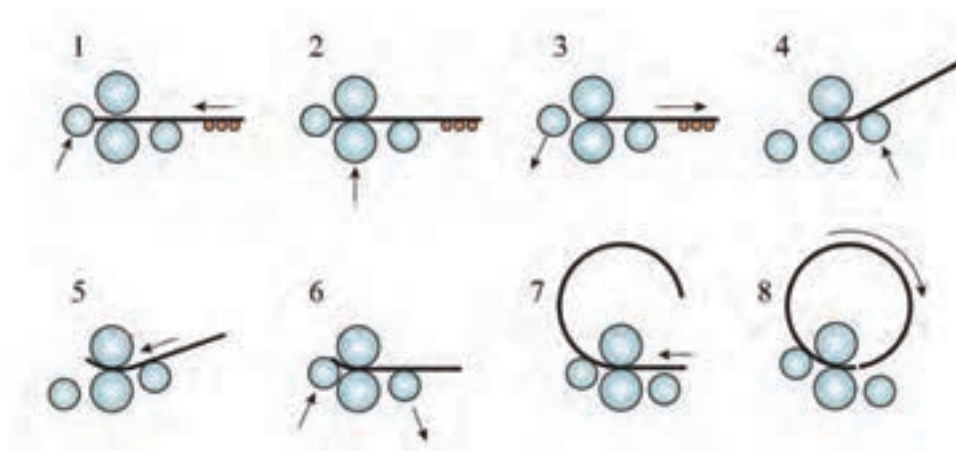
این ماشین‌ها به منظور رول کاری ورق‌های متوسط و ضخیم طراحی شده‌اند. شکل ۹-۲ نحوه قرارگیری و  
طریقه حرکت غلطک‌ها را در این ماشین نشان می‌دهد.



شکل ۹-۲ نمایی از نحوه قرارگیری غلتک‌ها در نورد صاف کننده چهار غلتک



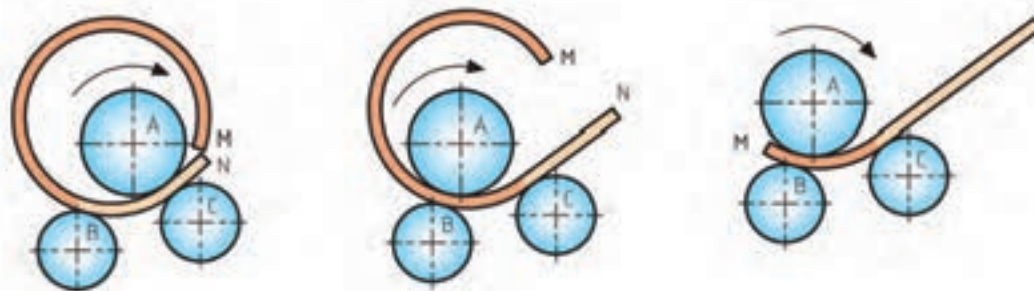
مزیت این ماشین‌ها آن است که با صرف وقت کمتر و بدون نیاز به چرخش ورق می‌توان دو طرف ورق‌ها را منحنی کرد. شکل ۲-۱۰ مراحل کار با این دستگاه را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۱۰ روند رول کاری با ماشین نورد صاف کننده چهار غلتک

ماشین‌های صاف کننده سه غلتکه‌ای وجود دارد که علاوه بر غلتک‌های پایینی، غلتک بالایی آنها نیز قابلیت جابجایی دارند که امکان رول کاری ابتداء، اواسط و انتهای ورق را در یک مرحله فراهم می‌سازد. این دستگاه‌ها با نام ماشین‌های نورد سریع شناخته می‌شوند. شکل ۲-۱۱ مراحل کار با این دستگاه‌ها را نشان می‌دهد.

نکته

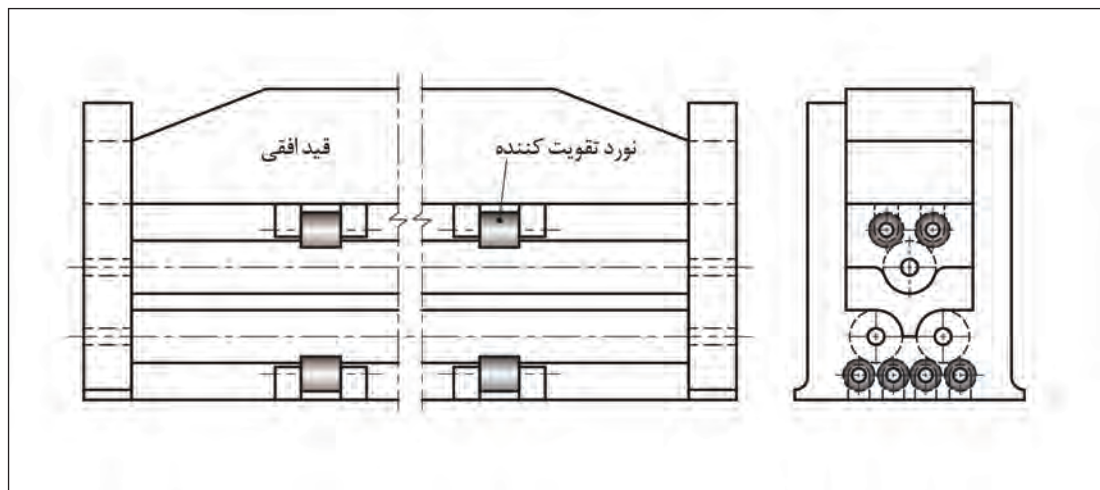


شکل ۲-۱۱ مراحل کار با ماشین نورد سریع

نکته



در دستگاه‌های نوردی که طول غلتک‌های آنها زیاد است با قرار دادن غلتک‌های تقویتی در آنها از شکم دادن غلتک‌های اصلی جلوگیری کرده و دستیابی به منحنی دقیق را فراهم می‌سازند (شکل ۱۲-۲).

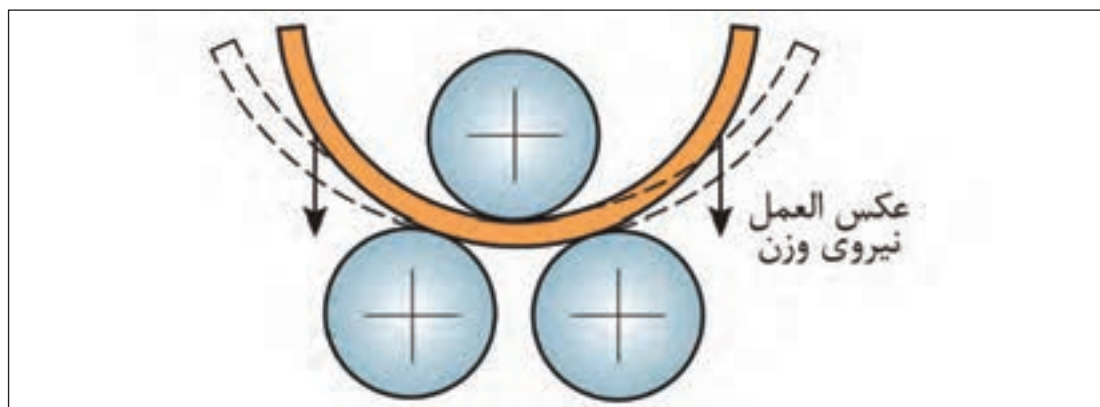


شکل ۱۲-۲ استفاده از غلتک‌های تقویت کننده در دستگاه‌های عریض

نکته



نوردهای عمودی در شرایطی ضرورت دارد که به واسطه ابعاد انحنا و یا ضخامت و وزن ورق امکان باز شدن منحنی ایجاد شده وجود دارد که این امر امکان دستیابی به منحنی دقیق را غیر ممکن می‌سازد. (شکل ۱۳-۲)

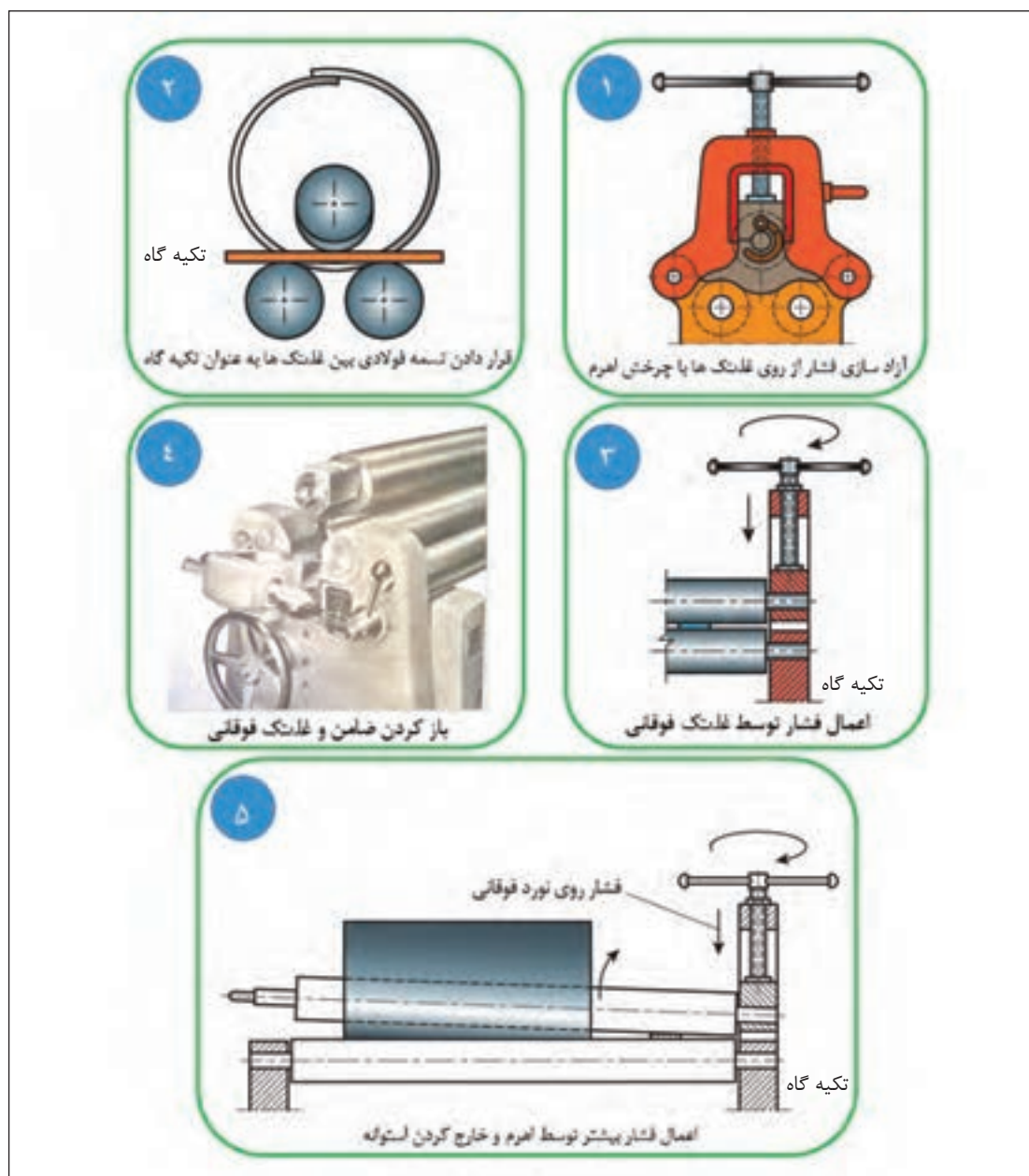


شکل ۱۳-۲ تغییر شکل رول در اثر نیروی وزن استوانه عکس‌العمل نیروی وزن



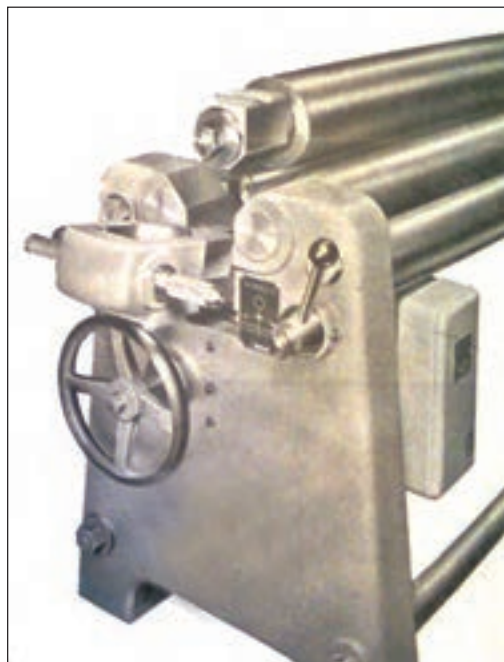
## طریقه خارج کردن منحنی کامل از دستگاه نورد

شکل ۱۴-۲ روش بیرون آوردن قطعه نورد شده کامل را نشان می دهد.



شکل ۱۴-۲ مراحل خارج کردن منحنی کامل از زیر دستگاه نورد هرمی

ترتیب خارج‌سازی منحنی‌های کامل از زیر دستگاه نورد تقریباً یکسان است. بسته به نوع دستگاه نورد نحوه آزادسازی غلتک منحنی‌کننده در آنها فرق دارد. (شکل ۱۵-۲)



شکل ۱۵-۲ نمونه ای از طرق آزاد سازی غلتک منحنی کننده در دستگاه‌های مختلف نورد

## انتخاب دستگاه نورد

دستگاه‌های نورد در ابعاد و توان مختلف ساخته می‌شوند که با توجه به جداول راهنما که توسط کارخانه‌های سازنده این دستگاه‌ها در اختیار متقاضیان قرار می‌گیرد. (جدول ۴-۲، ۵-۲ و ۶-۲)

جدول ۴-۲ مشخصات ماشین نورد هرمی							
ردیف	اندازه و نوع ماشین	طول مفید نورد (m)	ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm)	قطر نورد فوقانی (mm)	قطر نوردهای تحتانی (mm)	قدرت موتور (Hp)	وزن دستگاه (kg)
۱	کوچک	۱/۱۰۰	۲ - ۶	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۳۰۰
۲	متوسط	۱/۶۰۰	۲ - ۵	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۵۰۰
۳	بزرگ	۲/۱۰۰	۲ - ۴	۱۵۵	۱۳۰	۴	۱۷۰۰

جدول ۴-۲ مشخصات ماشین نورد صاف کننده سه غلتک

وزن دستگاه (kg)	قدرت موتور (Hp)	قطر نورد هدایت کننده (mm)	قطر نورد منحنی کننده (mm)	ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm)	طول مفید نورد (m)	اندازه و نوع ماشین	ردیف
۱۲۵۰	۴	۱۳۰	۱۴۵	۱ - ۶	۱/۱۰۰	کوچک	۱
۱۵۰۰	۴	۱۳۰	۱۴۵	۱ - ۵	۱/۶۰۰	متوسط	۲
۱۷۵۰	۴	۱۳۰	۱۴۵	۱ - ۴	۲/۱۰۰	بزرگ	۳

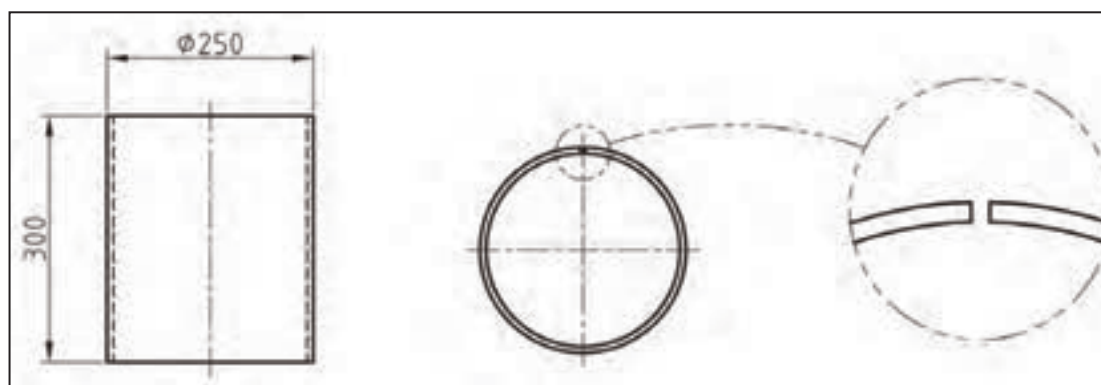
جدول ۴-۲ مشخصات ماشین نورد صاف کننده چهار غلتک

قدرت موتور (Hp)	قطر نورد هدایت کننده (mm)	قطر نوردهای تحتانی (mm)	قطر نورد فوقانی (mm)	ضخامت ورق (mm)		طول مفید نورد (m)	ردیف
				منحنی در دو طرف ورق	منحنی کامل		
۵	۱۴۰	۱۴۳	۱۷۶	۴	۵	۲/۰۵۰	۱
۲۸	۳۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۱۵	۱۹	۳/۰۵۰	۲
۵۵	۴۶۰	۶۰۰	۶۰۰	۲۸	۳۶	۳/۰۵۰	۳
۵۵	۴۶۰	۶۰۰	۶۰۰	۱۷	۲۲	۵/۰۵۰	۴

## رول کاری با دستگاه نورد

با توجه به نقشه زیر مقدار ورق مورد نیاز برای ساخت استوانه زیر را محاسبه و آن را با استفاده از دستگاه نورد موجود در کارگاه خود اجرا نمایید.

فعالیت  
کارگاهی



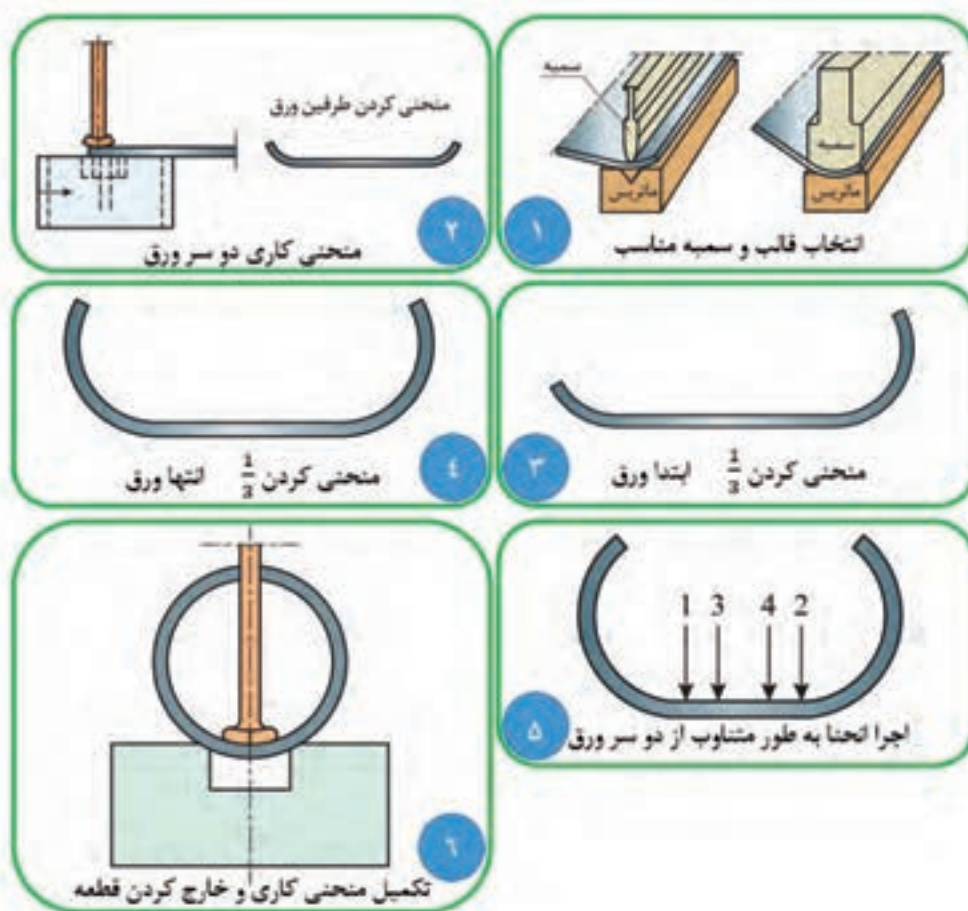
نقشه ۳-۲



پس از انجام رول کاری، فصل مشترک اتصال را با استفاده از روش لحیم کاری سخت اتصال دهید و سپس رول نهایی را با استفاده از دستگاه نورد اجرا نمایید.

## رول کاری با دستگاه پرس

ورق‌های ضخیم را می‌توان به وسیله پرس‌های هیدرولیک افقی یا عمودی و با استفاده از سمبه و ماتریس‌های خاص رول کاری نمود. شکل ۱۶-۲ مراحل رول کاری با دستگاه‌های پرس را نشان می‌دهد.

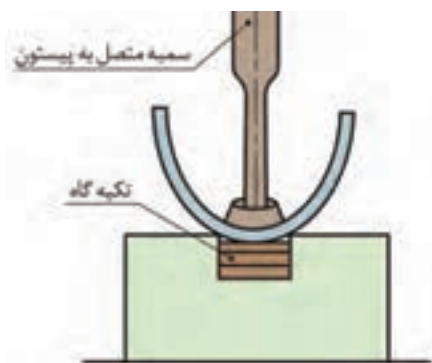


شکل ۱۶-۲ روند رول اجرای رول با دستگاه پرس

نکته



در مواردی که ساخت استوانه کامل امکان پذیر نباشد، می توان با ساخت دو نیم استوانه و اتصال آنها به یکدیگر به استوانه رسید. ( شکل ۱۷-۲ )



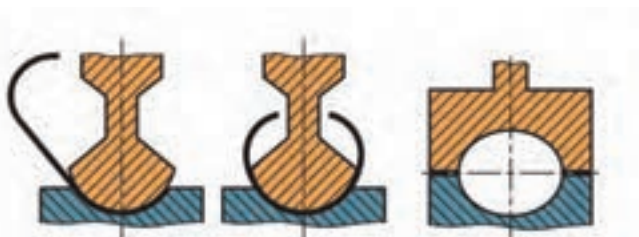
شکل ۱۷-۲ ساخت نیم استوانه با دستگاه پرس

نکته



امروزه برای تسهیل رول کاری ورق های نازک دستگاه های پرس خاصی طراحی شده است که برخی از آنها به همراه روند اجرا در شکل ۱۸-۲ نشان داده شده است.

نوع اول



نوع دوم



نوع سوم

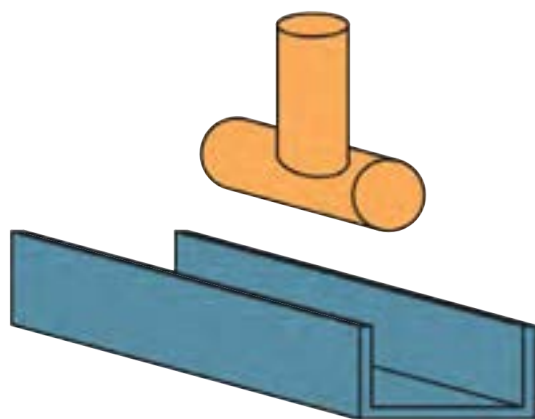


شکل ۱۸-۲ برخی از دستگاه های پرس مورد استفاده در رول کاری

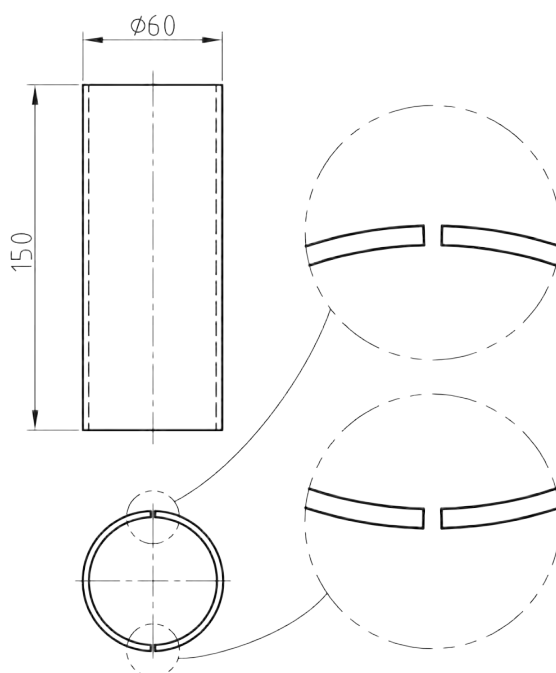


## رول کاری فشاری

همانند شکل ۲۰-۲ با استفاده از یک شفت یک اینچ و یک ناودانی فولادی و جوشکاری آنها سمبه و ماتریسی تولید نمایید و با استفاده از گیره رومیزی دو نیم استوانه مطابق با نقشه ۴ بسازید. در نهایت دو نیم استوانه را با استفاده از فرآیند اکسی استیلن جوشکاری نمایید.



شکل ۲۰-۲ نمایی از سمبه و ماتریس تولید شده در کارگاه



نقشه ۴

همانند روش‌های ساخت استوانه، ساخت مخروط ناقص نیز با روش‌های مختلفی امکان پذیر است. جدول ۵-۲ روش‌های مختلف رول کاری مخروط ناقص را نشان می‌دهد.

جدول ۵-۲ انواع روش‌های رول کاری مخروط ناقص			
توضیحات	طرز عملکرد	نوع رول کاری	انواع رول کاری
ورق‌های خیلی نازک روی لبه مخروطی سندان و یا قالب مخروطی از پیش ساخته	اعمال نیروی دست	دستی	
ورق نازک و مخروط‌هایی که ابعاد بزرگ دارند	با استفاده از چکش مخصوص		
ضخامت‌های مختلف ورق در ابعاد گوناگون	ماشین‌های نورد	ماشینی	
ضخامت‌های مختلف ورق در ساخت مخروط‌های بزرگی که با نورد قابل تولید نیستند	ماشین‌های پرس		

### رول کاری مخروط ناقص با نیروی دست :

این حالت برای ورق‌های نازک و مخروط‌های کوچک استفاده می‌شود. بدین صورت که با استفاده از نیروی دست ورق را بر روی قسمت مخروطی سندان و یا قالبی از پیش ساخته رول می‌کنیم.

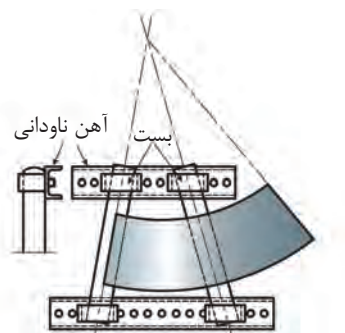
### رول کاری مخروط ناقص با چکش مخصوص :

اگر ابعاد مخروط مورد نظر کمی بزرگ باشد که نتوان آن را بصورت فوق تولید کرد، با استفاده از لوله، نبشی، پروفیل و یا ناودانی قالبی همانند شکل ۲-۲۰ ساخته و با استفاده از ضربات غیر مستقیم چکش مخصوص آن را رول کاری نمود.





زاویه بین پروفیل‌ها بسته به زاویه رأس مخروط مورد نظر انتخاب می‌شود و ضربات باید بر روی یال‌ها یا مولدهای مخروط اعمال شود.

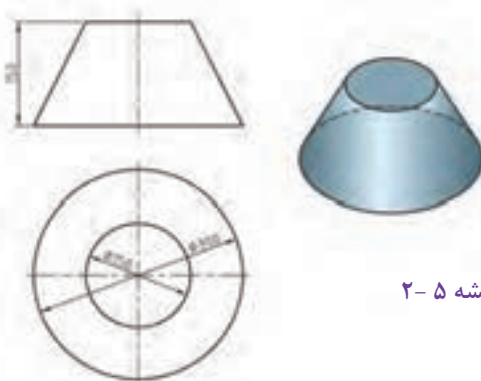


شکل ۲-۲ قالب ساخت مخروط ناقص

### رول کاری دستی مخروط ناقص

با استفاده از اصول گسترش مقدار ورق مورد نیاز و قالب مناسب را تهیه و نقشه ۵ را اجرا نمایید.

کار  
گاه‌های

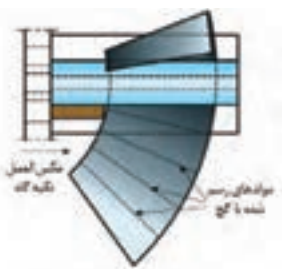


نقشه ۵-۲

### رول کاری مخروط ناقص با ماشین نورد

با استفاده از ماشین‌های نوردی که غلتک منحنی‌کننده آنها به صورت مایل تنظیم می‌شود، به راحتی می‌توان مخروط‌های ناقص را تولید کرد.

برای این منظور همانند شکل ۲-۲۱ می‌بایست نورد منحنی‌کننده را به صورت مایل تنظیم نمود تا در قسمت قاعده کوچک فشار ملایمی به مخروط وارد شود به نحوی که فشار غلتک‌ها در این قسمت بیشتر از فشار در سمت قاعده بزرگ باشد.



شکل ۲-۲۱ تنظیم و اجرای مخروط ناقص با دستگاه نورد



نکته



در طول رول کاری باید مولدهای (پال‌ها) مخروط با محور غلتک منحنی‌کننده منطبق شود. برای این منظور باید سرعت چرخش ورق در سمت قاعده بزرگ بیشتر از سمت قاعده کوچک باشد. بنابراین با قرار دادن یک تسمه ضخیم و یا یک چهار پهلوی در مجاورت غلتک‌ها و در سمت قاعده کوچک ورق ترمزی برای حرکت غلتک‌ها ایجاد می‌کنیم تا بصورت خودکار سرعت چرخش ورق در سمت قاعده بزرگ بیشتر تنظیم شود.

نکته



برای کنترل عملیات رول کاری بهتر است قبل از شروع کار تعدادی مولد بر روی ورق رسم شود.

نکته



برای ساخت مخروط‌های ناقص دستگاه‌های نوردی وجود دارد که غلتک‌های آنها به صورت مخروطی بوده تا با دقت و سرعت بیشتری مخروط‌های ناقص را تولید کند (شکل ۲-۲۲).

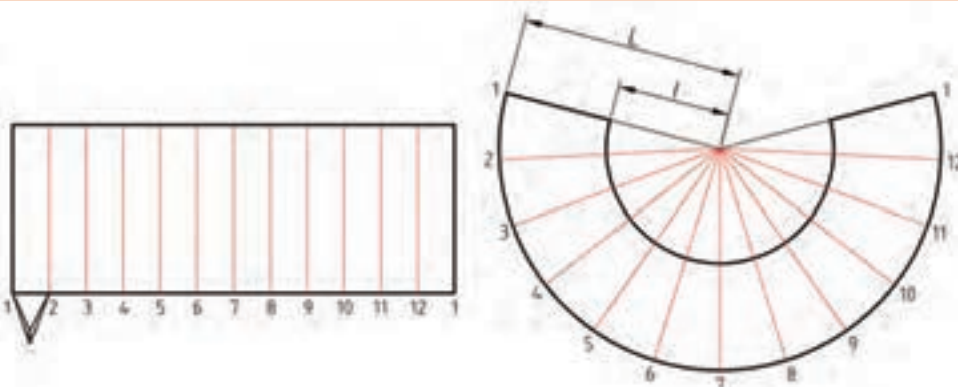


شکل ۲-۲۲ نورد خاص در تولید مخروط ناقص

### رول کاری مخروط ناقص با دستگاه پرس

همانند رول کاری استوانه با استفاده از دستگاه پرس می‌توان مخروط ناقص نیز تولید کرد، تنها تفاوت این دو محصول در نحوه رسم مولدهای آنها است به نحوی که در استوانه تمامی مولدها با هم موازی هستند ولی در مخروط‌ها آنها به نقطه‌ای به نام رأس ختم می‌شوند. (شکل ۲-۲۳)

کار  
کارگاهی



شکل ۲-۲۳ اختلاف مولدها در استوانه و مخروط

شرح کار: رول کاری مخروط ناقص از جنس ورق سیاه و یا روغنی با استفاده از دستگاه های مورد			
استاندارد عملکرد: رول کاری ورق های فلزی با استفاده از ابزار دستی و ماشینی با توجه به نقشه و رعایت الزامات فنی			
شاخص ها: -بدون چربی، اکسید، زنگ زدگی، رنگ -دقت در برشکاری مطابق نقشه -رول کاری -کنترل ابعادی و قوس رول			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه مجهز به تجهیزات ایمنی، انواع ورق های فولادی و غیر فولادی، دستگاه رول کاری، غلتک های رول کاری، انواع چکش های فلزی، لاستیکی، فیبر، خط کش، لوازم اندازه گیری، سوزن خط کش، خط کش فلزی، گونیا، وسایل برشکاری، انواع قیچی ها، گیوتین، قیچی های اهرمی، شابلون ها			
زمان : دو ساعت			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی ورق	۲	
۲	رول کاری	۲	
۳	عملیات تکمیلی	۱	
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: استفاده از لوازم ایمنی فردی، رعایت اصول ایمنی در هنگام کار با گیوتین و دستگاه نورد، توجه به نکات زیست محیطی و دور ریز مواد			
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .			



## پودمان ۳

# جوشکاری اکسی گاز



جوشکاری اکسی گاز یکی از فرایندهای اتصال دائم می‌باشد که در آن انرژی گرمایی مورد نیاز برای ذوب لبه‌های اتصال و فلز پرکننده از سوختن گاز سوختنی و اکسیژن به دست می‌آید. میان گازهای سوختنی، استیلن ( $C_2H_2$ ) از بهترین‌ها است، زیرا تمرکز گرمایی بیشتری داشته و کمترین واکنش را با فلز در حوضچه مذاب جوش دارد. از این روش می‌توان برای جوشکاری فلزات نازک، قطعات کوچک و به ویژه کارهای تعمیری نیز استفاده کرد.

### شایستگی ایجاد جوشکاری اکسی استیلن

یکی از شایستگی‌های بسیار مهم در جوشکاری اکسی گاز، ایجاد خط جوش است. در ابتدا اصول و مفاهیم جوشکاری با شعله اکسی گاز ارائه می‌شود و در ادامه به تکنیک و روش‌های ایجاد حوضچه مذاب، ایجاد خط جوش با فلز پرکننده یا بدون فلز پرکننده، اتصال دو قطعه فولادی به صورت سطحی (لب به لب) در تمام حالت‌ها و ایجاد گرده جوش پرداخته می‌شود.

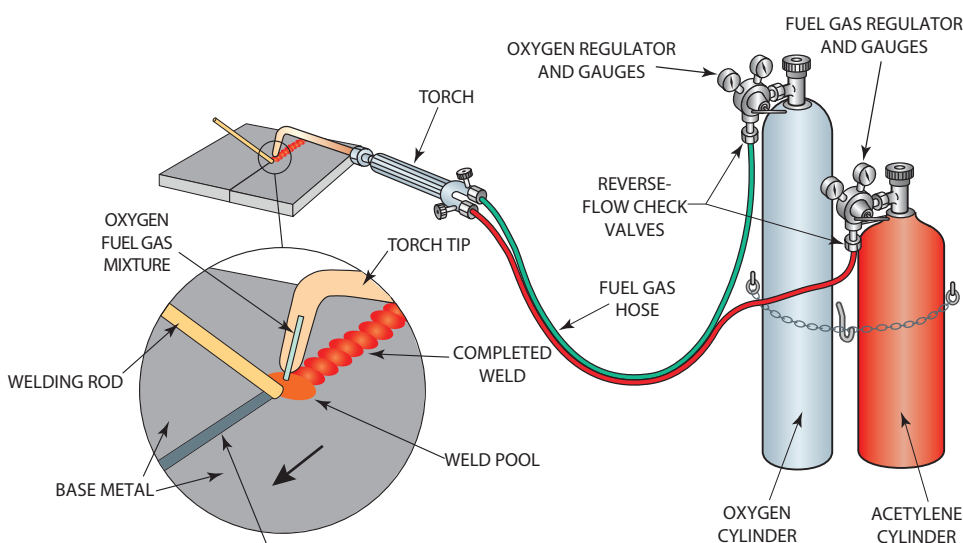
### استاندارد عملکرد

جوشکاری قطعات فلزی نازک با روش اکسی گاز در وضعیت‌های مختلف برابر نقشه و دستورالعمل.

## فرایند جوشکاری با شعله اکسی گاز (OFW)<sup>۱</sup>

جوشکاری اکسی گاز یک فرایند جوشکاری ذوبی است. گرمای لازم برای ذوب فلز پایه و فلز پرکننده در این فرایند از یک گاز سوختنی و یک گاز عامل اشتعال تأمین می‌شود. به طور مثال از گاز استیلن ( $C_2H_2$ ) به عنوان گاز سوختنی و اکسیژن ( $O_2$ ) به عنوان عامل سوختن و یک مشعل که این دو گاز را با نسبت مناسب با هم ترکیب نموده استفاده می‌شود.

موقعی که از گاز استیلن به عنوان گاز سوختنی استفاده می‌شود، فرایند را اکسی استیلن می‌گویند. جوشکاری اکسی استیلن (OAW)<sup>۱</sup> یکی از قدیمی‌ترین فرایندهای جوشکاری گازی محسوب می‌شود (شکل ۴-۱).



شکل ۳-۱- شماتیک سیستم احتراق گاز اکسی استیلن و تشکیل حوضچه جوش

## مواد و تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری اکسی گاز



شکل ۳-۲

## گازهای قابل احتراق در جوشکاری گاز

گازهای سوختنی، که برای جوشکاری مورد استفاده قرار می گیرند، باید دارای خصوصیات زیر باشند. (جدول ۱-۳)

انرژی گرمایی بالا	تهیه ساده و ارزان	ایمنی در هنگام استفاده
ضریب بهره سوختنی بالا	کمترین اثر مخرب برروی جوش	

جدول ۱-۳- ویژگی گازهای سوختنی

علاوه بر استیلن گازهای دیگری نیز استفاده می شوند که ویژگی آنها در جدول آمده است.

جدول ۲-۳- روش تولید، درجه حرارت شعله و ارزش حرارتی شعله در فرایند اکسی گاز

گاز	روش تولید	دمای شعله به C	ارزش گرمایی گاز Kcal/m <sup>۳</sup>
گاز استیلن	واکنش کاربید کلسیم و آب - فرایند شیمیایی	۳۰۸۷	۱۳۰۹۰
گاز طبیعی (متان)	منابع طبیعی که عمده آن متان است	۲۵۳۸	۸۹۰۰
گاز مایع	تقطیر نفت خام	۲۵۲۶	۲۲۲۴۰
گاز مپ	ترکیبی از متیل استیلن	۲۹۲۷	۲۱۲۴۰
گاز هیدروژن	آب الکترولیز شده (الکترولیز آب)	۲۲۶۰	۱۰۷۵۰

## عوامل مؤثر بر دمای شعله و مصرف گاز

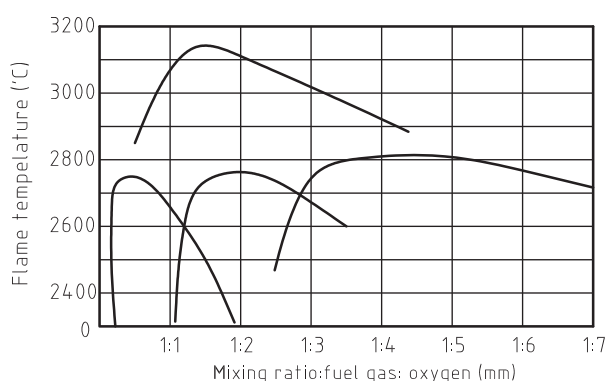
در جوشکاری ارزش گرمایی، دمای شعله و نسبت اختلاط گاز سوختنی با اکسیژن برای رسیدن به احتراق کامل همواره مورد توجه است.

ارزش گرمایی: مقدار گرمایی که یک گاز سوختنی هنگام احتراق کامل در شرایط معمول ایجاد می‌کند.

دمای شعله: بیشترین دمای حاصل از سوختن کامل هر گاز.

نسبت اختلاط: نسبت اختلاط استیلن به اکسیژن در شرایط عملی ۱:۱/۱۵ تا ۱:۱/۱ به دست آمده است.

بدین ترتیب میزان مصرف اکسیژن در هنگام جوشکاری بیش از مصرف استیلن خواهد بود. (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۳- نسبت اختلاط گازهای سوختنی مختلف به حداکثر دمای شعله

هنر جوی گرمایی جدول زیر را با توجه به نمودار نسبت اختلاط گازهای سوختنی با اکسیژن، برای دمای حداکثر شعله تکمیل نمایید.

کار  
کلاسی

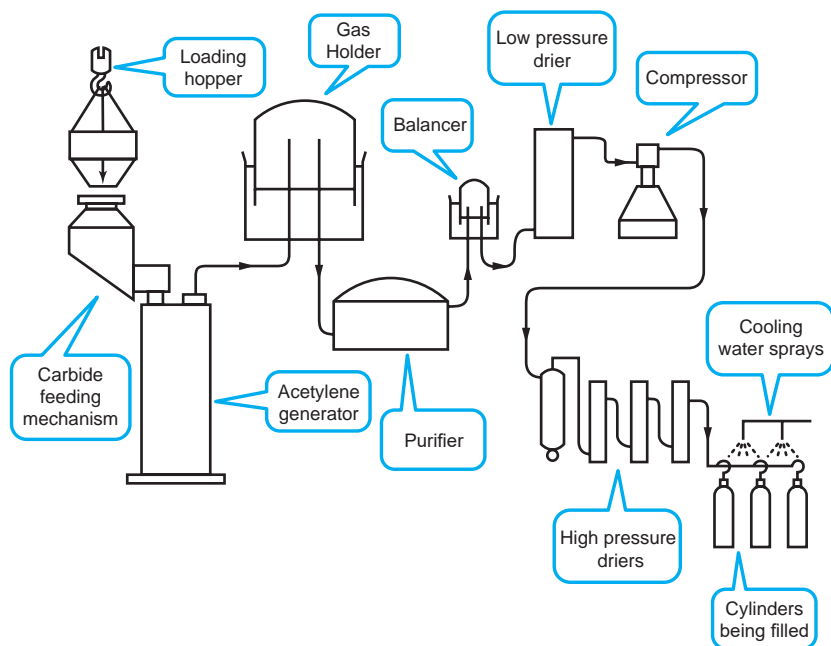


نام گاز	حدود نسبت اختلاط	حداکثر دمای شعله
استیلن		
هیدروژن		
پروپان		
متان		



## طرز تهیه گاز استیلن

این گاز در طبیعت وجود ندارد اما از سوختن ناقص مواد آلی مثل نفت به دست می آید. استیلن گازی است بی رنگ و سبک تر از هوا، اگر خالص باشد بی بو است، اما استیلن ناخالص به علت وجود فسفین ( $\text{PH}_3$ ) بویی شبیه بوی سیر دارد. گاز استیلن از طریق ترکیب (تماس) کاربید کلسیم (سنگ کاربید) با آب، تولید می شود (شکل ۴-۳).



شکل ۴-۳- شماتیک طرز تهیه استیلن

در مورد مراحل تولید نشان داده شده در تصویر بحث کنید و با کمک گرفتن از درس شیمی خود، نتیجه را به همراه فرمول شیمیایی تولید گاز استیلن به کلاس ارائه کنید.

کار کلاسی



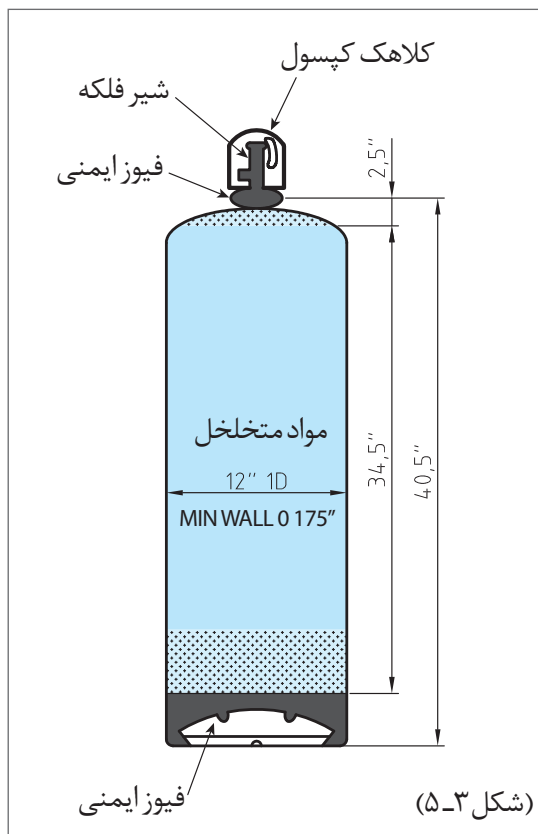
با جست و جو در اینترنت اطلاعاتی در مورد مولدهای تولید استیلن کارگاهی و روش کار با آنها، و موارد ایمنی آن تهیه کنید.

پژوهش

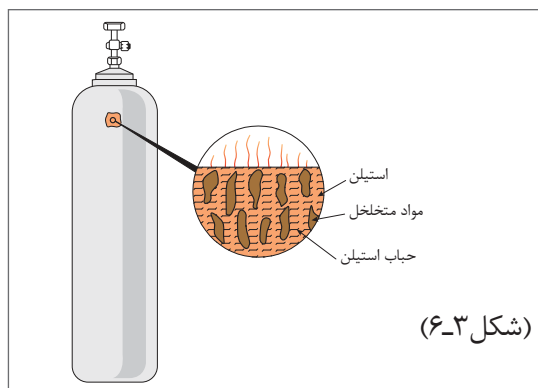


## کپسول استیلن

کپسول استیلن به روش درزدار تولید شده و از اجزای زیر تشکیل شده است (شکل ۳-۵).



(شکل ۳-۵)



(شکل ۳-۶)

رنگ کپسول‌های استیلن قرمز، نارنجی یا زرد می‌باشند. مهم‌ترین اندازه‌های کپسول استیلن در جوشکاری، کپسول‌های ۳۳۰، ۲۹۰، ۱۳۰ فوت مکعبی می‌باشد. گاز استیلن در فشار بالای ۲ بار خاصیت انفجاری دارد. لذا برای ذخیره‌سازی گاز استیلن در داخل کپسول آن را با مایع استن حل می‌کنند، همان‌طور که در پایه دهم در درس شیمی آموختید مهم‌ترین حلال گاز استیلن مایع استن است. برای توزیع یکنواخت مایع استن، داخل کپسول استیلن را از مواد اسفنجی شکل (سیمان مخصوص و زغال چوب و سنگ‌های متخلخل سلیس‌دار) پر می‌کنند.

یک کپسول ۴۰ لیتری استیلن گنجایش ۱۶ لیتر استن را دارد و هر لیتر استن در فشار یک بار و دمای ۱۵ درجه، توان جذب ۲۵ لیتر استن را دارد (شکل ۳-۶). چنانچه حجم گاز استیلن در محیط را بخواهیم از معادله زیر محاسبه می‌شود:

مقدار استن  $\times$  فشار مانومتر (بار)  $\times$  میزان حلالیت استیلن در استن = حجم گاز موجود در کپسول

حجم داخلی یک کپسول استیلن ۴۰ لیتر است و کپسول پر است که فشار نشان داده شده آن ۱۵ بار است. حجم گاز استیلن در شرایط محیط چند لیتر است؟

$$V = 16 \times 15 \times 25 = 6000 \text{ lit}$$

چنانچه مانومتر کپسول فشار ۱۰ بار را نشان دهد، حجم گاز چند لیتر است؟

مثال

پرسش  
کلاسی



## اکسیژن و خواص آن

برای احتراق وجود اکسیژن الزامی می‌باشد.



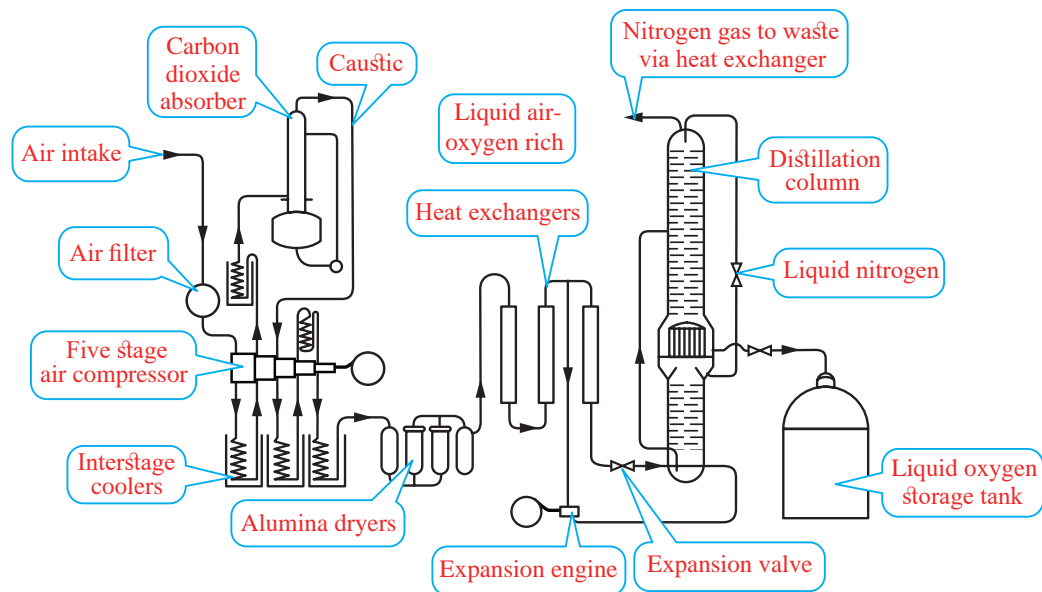
شکل ۳-۷- ویژگی‌های گاز اکسیژن

## طرز تهیه اکسیژن در صنعت

برای تهیه گاز اکسیژن راه‌های مختلفی وجود دارد که دو راه آن در جدول ۳-۳ و شکل ۳-۸ نشان داده شده است.

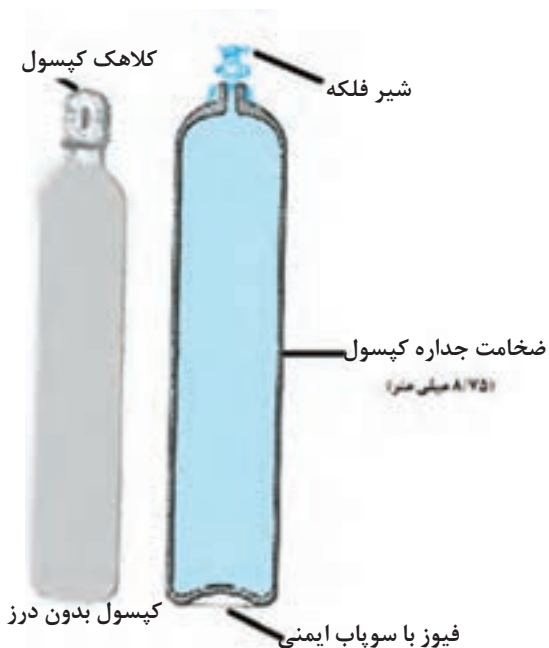
جدول ۳-۳ روش‌های تهیه گاز اکسیژن

<p>آب را توسط جریان الکتریسته تجزیه نموده و اکسیژن خالص را از آن جدا می‌نمایند. در این روش جریان الکتریکی از داخل آب گذرانده می‌شود و آب به عنصرهای سازنده خود یعنی اکسیژن و هیدروژن تجزیه می‌شود. در تجزیه آب به وسیله جریان الکتریکی، اکسیژن در قطب مثبت و هیدروژن در قطب منفی جمع می‌شود.</p>	<p>تجزیه الکتریکی آب  <math>2H_2O \rightarrow H_2 + O_2</math></p>
<p>۱- با عبور دادن هوا از داخل صافی‌های ویژه گرد و غبار، چربی و بخار آب آن گرفته می‌شود.                  ۲- هوا توسط کمپرسور تا فشار ۲۰۰ بار متراکم می‌شود (لازم به توضیح است که در این موقع در فشار ۵۰-۶۰ بار گاز دی اکسید کربن (<math>CO_2</math>) جدا می‌شود).                  ۳- هوای متراکم شده از داخل کویل‌ها عبور نموده و باعث سرمازایی و در نتیجه تبدیل هوای متراکم به مایع می‌شود (مانند سیستم سرماساز در یخچال‌ها) در اینجاست که فشار گاز افت نموده و به ۵-۶ بار کاهش یافته و دمای هوای مایع به ۲۰۰- درجه سلسیوس می‌رسد.                  ۴- هوای مایع را مجدداً گرما داده و در ۱۹۳/۸- درجه سلسیوس گاز نیتروژن و در ۱۸۱/۳- درجه سلسیوس گاز اکسیژن تبخیر و جدا می‌شود.</p>	<p>از طریق هوا</p>



شکل ۳-۸- تهیه گاز اکسیژن از طریق هوا

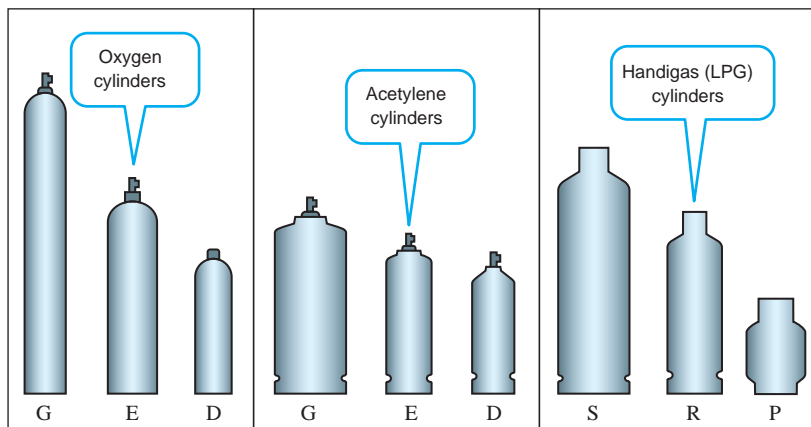
### مشخصات کپسول اکسیژن



اکسیژن با فشار بالایی در داخل کپسول ذخیره می شود، لذا برای ساخت کپسول اکسیژن از فولاد با استحکام بالا استفاده شده و به روش اکستروژن و بدون درز تولید می شوند.

به طور معمول ضخامت دیواره های کپسول در حدود ۹-۸ میلی متر و ارتفاع آن ۱۸۰۰ میلی متر می باشد (شکل ۳-۹ و شکل ۳-۱۰).

## نسبت سایز کپسول‌ها



شکل ۱۰-۳

## مقدار باقی مانده اکسیژن و میزان مصرف آن

وزن خالی کپسول ۷۵ کیلوگرم و گنجایش آن معادل ۴۰ لیتر می‌باشد (البته کپسول‌هایی با ظرفیت بیشتر و کمتر نیز وجود دارد). فشار داخل کپسول‌های اکسیژن در حدود ۱۵۰ بار می‌باشد. برای محاسبه حجم گاز موجود در کپسول می‌توانید فشار کپسول را در حجم کپسول ضرب کنید.  
طبق قانون عمومی گازهای کامل در دمای ثابت:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

حجم گاز داخل سیلندری با حجم ۴۰ لیتری و فشار ۱۵۰ بار را در شرایط محیط محاسبه کنید.

مثال

$$40 \text{ lit} \times 150 \text{ bar} = V \times 1 \text{ bar} \quad V = \frac{40 \text{ lit} \times 150 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \quad V = 6000 \text{ Lit} = 6 \text{ m}^3$$

مقدار اکسیژن باقی مانده در داخل کپسول از حاصل ضرب حجم کپسول (برحسب لیتر) در فشار اکسیژن داخل کپسول (برحسب بار) که از روی عقربه فشارسنج خوانده می‌شود به دست می‌آید. به طور کلی می‌توان در مورد اکسیژن باقی مانده در داخل کپسول رابطه زیر را در نظر گرفت:  
مقدار اکسیژن مصرف شده در طول عملیات جوشکاری را می‌توان از رابطه زیر به دست آورد:

$$\Delta V = \frac{v(p_1 - p_2)}{P_{amb}} \quad \text{رابطه شماره ۱}$$

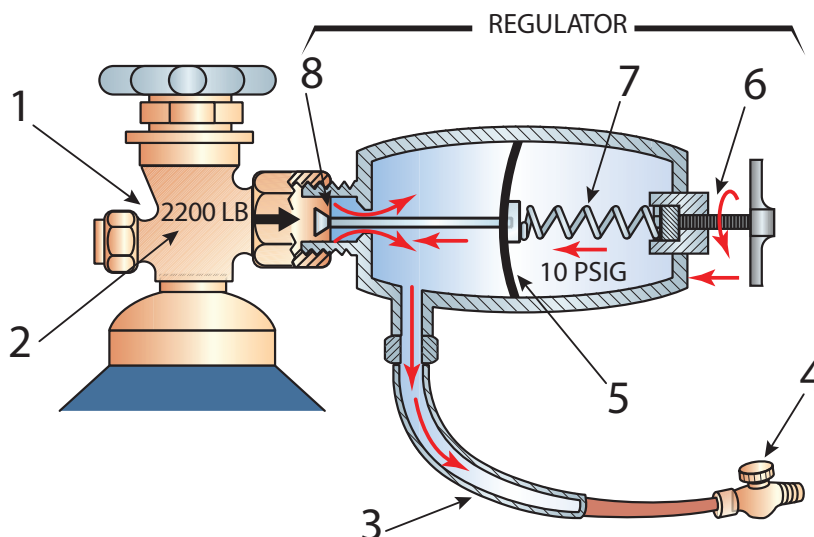
هنرجوی گرامی با توجه به رابطه صفحه قبل جدول زیر را تکمیل نمایید.



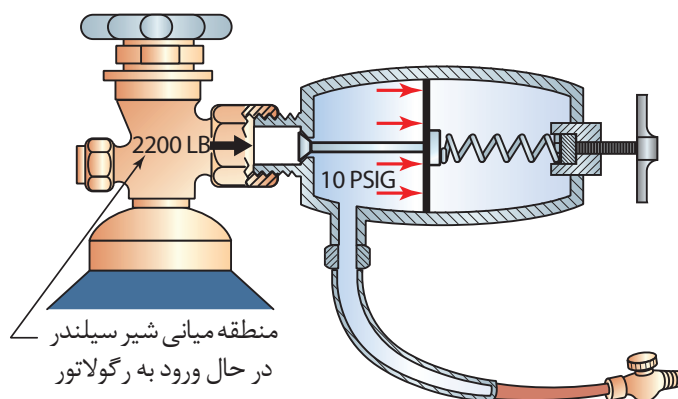
فشار گاز قبل از جوشکاری (بر حسب بار)	فشار گاز بعد از جوشکاری (بر حسب بار)	فشار محیط (بر حسب بار)	مقدار اکسیژن مصرفی (بر حسب لیتر)	حجم کپسول گاز قبل از جوشکاری (بر حسب لیتر)
۱۵۰	۱۰۰	۱		
۱۰۰	۶۰	۱		

### وظیفه رگولاتورها و فشارسنج‌ها چیست؟

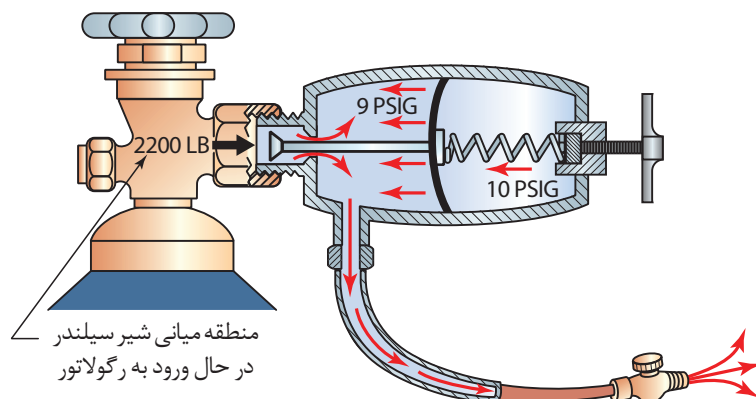
گازها در کپسول با فشار زیادی ذخیره می‌شوند و این فشار برای جوشکاری مناسب نیست و باید با رگولاتور (دستگاه تقلیل و تنظیم فشار) فشار گاز کاهش داده شود تا گاز به طور یکنواخت و با فشار مناسب به طرف مشعل هدایت شود. روش کار تمام رگولاتورها مشابه است، ولی نمی‌توان از آنها برای گازها و فشارهای مختلف به جای یکدیگر استفاده کرد، برای اینکه خطر انفجار و آتش‌سوزی پیش می‌آید. رگولاتور با فشار به دیافراگم جریان گاز را تنظیم می‌کند. شکل‌های ۱۱-۳، ۱۲-۳، ۱۳-۳.



شکل ۱۱-۴- با تنظیم پیچ به وسیله فنر، بر دیافراگم قابل انعطاف نیرو اعمال شده و سوپاپ‌های فشارقوی باز می‌شوند.

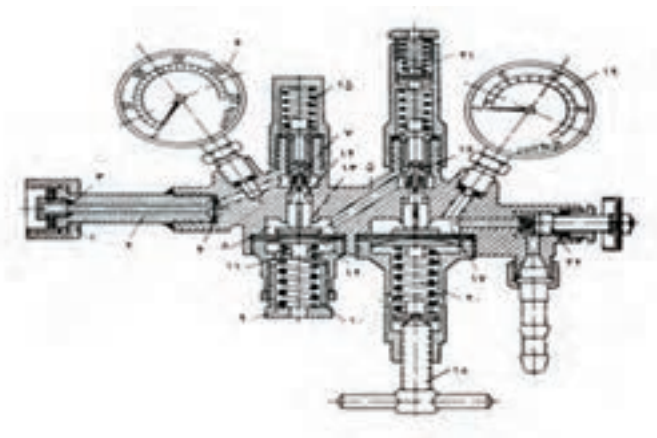


شکل ۳-۱۲- زمانی که فشار گاز در مقابل دیافراگم قابل انعطاف برابر با فشار فنر بشود، شیر فشار قوی بسته می‌شود.



شکل ۳-۱۳- فشار کاری وقتی افت خواهد کرد که شیر مشعل باز باشد و جریان گاز درون رگولاتور در فشار ثابت جریان داشته باشد.

در عمل از رگولاتورهای یک مرحله‌ای و رگولاتورهای دو مرحله‌ای استفاده می‌شود. شکل ۳-۱۴.



شکل ۳-۱۴- نمای برش خورده یک نمونه رگولاتور فشار گاز نوع دو مرحله‌ای



هنرجوی گرامی با توجه به شماره گذاری، روی شکل جدول زیر را تکمیل نمایید.

شماره	نام	شماره	نام
	مهره اتصال روی کپسول		مجرای ورود گاز
	بدنه		سوپاپ کاهش فشار
	لوله واسطه		واشر جذب کننده حرارت
	پیچ قطع جریان گاز		درجه فشار کپسول
	مهره تنظیم فشار		فتر اصلی
	میله تنظیم فشار		اتاقک اول کاهش فشار
	واسطه اتصال حرکت		صفحه تنظیم فشار
	فتر برگشت سوپاپ		واسطه بالا برنده سوپاپ
	اتاقک دوم کاهش فشار		سوپاپ کاهش فشار
	درجه فشار کاری		پیچ تنظیم فشار مورد لزوم

### فشارسنج ها

روی هر رگولاتور دو عدد فشارسنج نصب شده است. یکی از آنها فشارکاری و دیگری فشار داخل سیلندر را نشان می دهد. شکل ۱۵-۳.

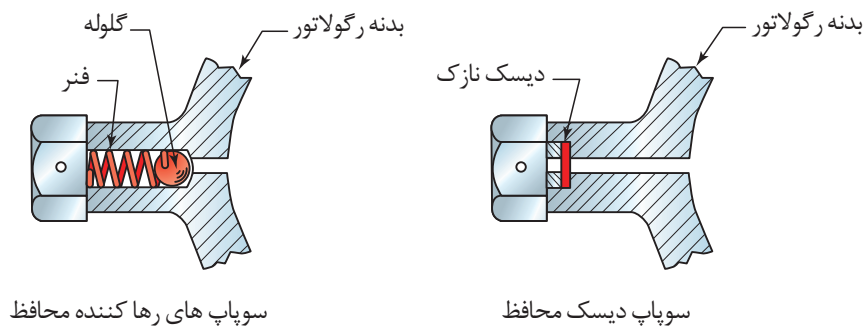


شکل ۱۵-۳- شیرهای اطمینان در رگولاتور اکسیژن



## سوپاپ اطمینان

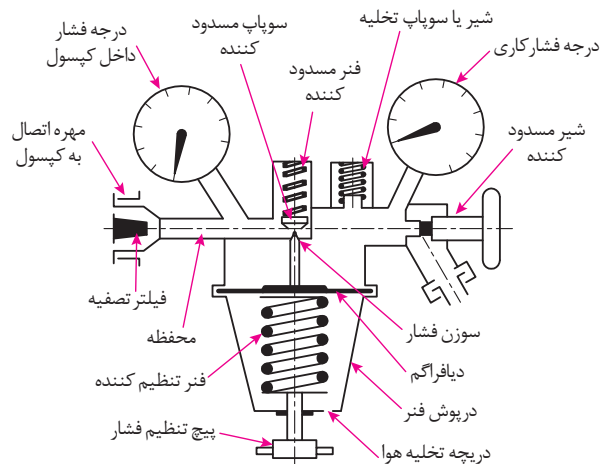
رگولاتورها مجهز به یک شیر اطمینان هستند تا از ایجاد فشار اضافی ممانعت کنند و به رگولاتور آسیبی نرسد. شیر اطمینان از توپ کوچکی تشکیل شده است که با فنری به سختی مقابل سر لوله قرار گرفته است. پس از اینکه فشار اضافی رها شد، شیر اطمینان خود به خود به حالت اول برمی گردد. دیسک محافظ قطعه نازکی است که بین دو فلز برای آب بندی استفاده می شود. شکل ۳-۱۶.



شکل ۳-۱۶- سوپاپ های اطمینان (آزادکننده فشار)

## رگولاتورهای یک مرحله ای

در صنعت بیشتر از رگولاتورهای یک مرحله ای استفاده می شود در این رگولاتورها یک فشارسنج، فشار گاز داخل کپسول و فشارسنج دیگر فشار گاز مصرفی را نشان می دهد. (شکل ۳-۱۷).



شکل ۳-۱۷- برش رگولاتور یک مرحله ای

روش کار بدین ترتیب است که گاز از دریچه اول وارد یک فضای بزرگ‌تر شده، انبساط پیدا کرده و فشار آن کاهش می‌یابد و از طریق شیر به شیلنگ هدایت می‌شود. هر رگولاتور دارای یک پیچ است که با گردش آن می‌توان حجم این فضا را افزایش یا کاهش داد و فشار گاز خروجی را تنظیم نمود. (شکل ۱۸-۳)



شکل ۱۸-۳- بستن رگولاتور به کپسول

## مشعل‌های جوشکاری

وظیفه اختلاط و هدایت مخلوط گازها را دارند. روی مشعل دو عدد شیر برای تنظیم جریان گازها وجود دارد و سر مشعل به دسته متصل می‌شوند. (شکل ۱۹-۳)  
 مشعل جوشکاری از چهار قسمت اصلی تشکیل شده است:  
 ۱- دسته ۲- شیرها با دریچه‌های تنظیم گاز ۳- محفظه اختلاط ۴- افشانک یا نازل



شکل ۱۹-۳- مشعل

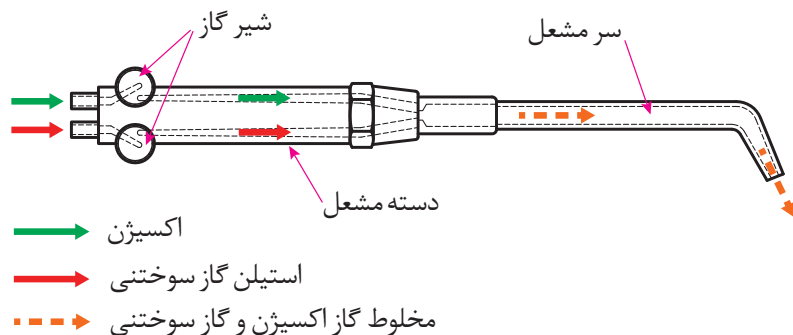
بعضی کارخانه‌های سازنده سرمشعل اعدادی را که نشان‌دهنده مصرف گاز استیلن بر حسب لیتر در ساعت است روی سر مشعل حک می‌کنند (مثلاً شماره ۱۰۰ یعنی در هر ساعت ۱۰۰ لیتر گاز مصرف می‌شود)، برخی دیگر ضخامت‌های فلز مورد جوشکاری را روی آن حک می‌کنند.

## مشعل‌های جوشکاری دودسته‌اند

الف) فشار قوی یا برابر      ب) فشار ضعیف یا انژکتوری

در مشعل‌های فشار برابر، گاز اکسیژن و استیلن با فشار مساوی وارد محفظه اختلاط شده و با هم مخلوط می‌شوند و در سرمشعل با جرقه فندک جوشکاری روشن شده و شعله متمرکز ایجاد می‌کنند. در گذشته این مشعل در جوشکاری مورد استفاده بوده است. (شکل ۲۰-۳)

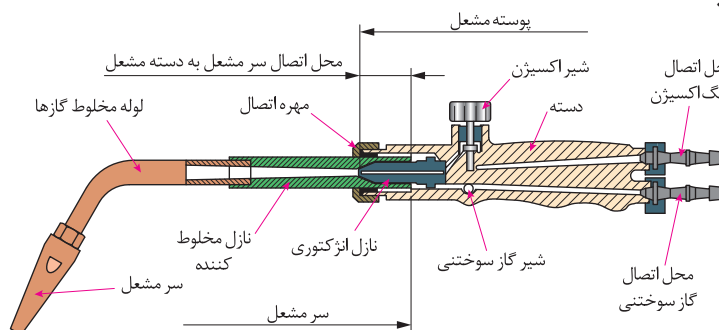
جنس مشعل‌ها ممکن است از فلزات مختلف مثل برنج، آلومینیم یا فولاد زنگ‌نزن باشد.



شکل ۲۰-۳- شماتیک مشعل جوشکاری اکسی استیلن

## مشعل‌های فشار ضعیف یا انژکتوری

در این مشعل‌ها گاز سوختنی و اکسیژن به وسیله انژکتور با هم مخلوط می‌شوند و فشار گاز سوختنی کم و فشار اکسیژن بیشتر است. امروزه این نوع مشعل‌ها بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. عمل مخلوط شدن گاز اکسیژن با گاز سوختنی در سر مشعل انجام می‌شود. انژکتور دارای سوراخ ریزی در وسط بوده که اطراف آن روزنه‌هایی به شکل تاج دایره تعبیه شده است. مزیت اصلی مشعل فشار ضعیف یا انژکتوری این است که می‌توان از فشار کم استیلن استفاده کرد. اندازه سرمشعل و ضخامت فلزی که جوشکاری می‌شود، در فشار استیلن تأثیری ندارد.



شکل ۲۱-۳- برش دست مشعل و سرمشعل جوشکاری



هنرجوی گرامی با توجه به شماره گذاری، روی شکل ۴-۲۱ مشعل و سرمشعل جوشکاری جدول زیر را تکمیل نمایید.

شماره	نام	شماره	نام
	سرمشعل		نازل مخلوط کننده
	لوله مخلوط گازها		نازل انژکتوری
	مهره اتصال		شیر گاز سوختنی
	محل اتصال گاز سوختنی		محل اتصال سرمشعل به دسته مشعل
	محل اتصال شلنگ اکسیژن		شیر اکسیژن
	دسته		پوسته مشعل

همراه هر دسته مشعل چند سرمشعل جوشکاری با شماره های مختلف وجود دارد، سرمشعل ها دارای شماره هایی هستند که روی سرمشعل حک می شود و معمولاً استاندارد خاصی ندارد و با توجه به ضخامت ورق یا میزان مصرف گازها در ساعت شماره گذاری شده اند. جدول های (۴-۳) - (۵-۳)



شکل ۳-۲۲- سرمشعل های مخصوص جوشکاری

جدول ۴-۳- شماره انتخاب مشعل با توجه به ضخامت ورق

مصرف استیلن (لیتر در ساعت)	ضخامت ورق (میلی متر)	شماره مشعل (میلی متر)
۱۵۰	۱	۱-۲
۳۰۰	۲ تا ۴	۲-۴
۵۰۰	۴ تا ۶	۴-۶



**فندک:** برای روشن کردن مشعل استفاده می‌شود. (شکل ۳-۲۲)



**سوزن یا سوهان سر مشعل (سوزن بک):** برای تمیز کردن نوک مشعل از آن استفاده می‌شود. (شکل ۳-۲۳)



**عینک جوشکاری:** برای محافظت از چشم در مقابل نور زیاد ایجاد شده توسط شعله استفاده می‌شود.

با توجه به نوع کار از عینک با شیشه‌های مختلف استفاده می‌شود.

نکته



جدول ۳-۵ شماره شیشه عینک و ماسک جوشکاری برای کارهای مختلف

شماره شیشه	موارد استفاده	درصد اشعه‌های عبوری از شیشه		
		نور مرئی	مادون قرمز	ماوراء بنفش
۲	انعکاس نور شدید و گرم کاری	۲۸	۰/۸۷	۱۰/۷۵
۳	لحیم نرم با شعله	۱۶	۰/۴۳	۱۰/۳۵
۴	لحیم سخت با شعله استیلن	۶/۵	هیچ	۰/۰۹۷
۵	جوشکاری و برشکاری سبک استیلن	۲	هیچ	۰/۰۴۶
۶	استاندارد جوشکاری استیلن	۰/۸	هیچ	هیچ

### ایمنی در جوشکاری با شعله اکسی استیلن

اجرای قواعد و مقررات حفاظت فنی و ایجاد شرایط ایمن در کار یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین موضوعی است که هر شخص باید قبل از شروع کار با آن آشنا بوده و با مطالعه و بررسی همه جانبه محیط شروع به کار نماید.



در کارگاه جوشکاری یک گاز سوختنی و گاز اکسیژن در کنار هم قرار دارند. کمترین بی توجهی آتش سوزی و انفجار را موجب می شود.

### آلودگی های گازی

از سوختن گازها در جوشکاری و برشکاری، دود، گاز کربنیک و مونوکسیدکربن تولید می شود که در جدول زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

جدول ۳-۶- آلودگی های گازی

نوع آلودگی	مشخصات و عوارض آن
گاز $CO_2$	گاز کربنیک از هوا سنگین تر بوده و فضای جوشکاری را اشغال کرده و اکسیژن هوا هم صرف سوختن گاز در مشعل می شود پس در محل جوشکاری اکسیژن کافی وجود ندارد.
گاز CO	این گاز موجب سرگیجه و تهوع و تاری چشم می شود. به طور کلی گازها و بخارات ممکن است عوارض ریوی ایجاد کند.
بخارات فلزی	اثر حرارت زیاد شعله فلزات هم تبخیر شده و بخارات فلزی تولید می کنند استنشاق بخارات فلزی تشکیل شده بسیاری از اکسیدهای فلز مثل مثل روی، نیکل، مس، کروم و جوشکاری ورق های گالوانیزه می توانند موجب عارضه تب بخارات فلزی شود.

تهویه مناسب از محل انجام فرایند و تصفیه آن روش مناسبی جهت برطرف نمودن آلودگی ها می باشد.

### ایمنی فردی

تجهیزات فردی زیر در هنگام جوشکاری با شعله اکسی استیلن استفاده می شود. (شکل ۳-۲۶)  
لباس کار- شلوار کار- پیش بند چرمی - دستکش چرمی - کفش چرمی - پابند - عینک جوشکاری و تجهیزات کلاه ایمنی



شکل ۳-۲۶- لباس ایمنی جوش گاز

## رعایت نکات زیر در کارگاه جوشکاری اکسی گاز ضروری است

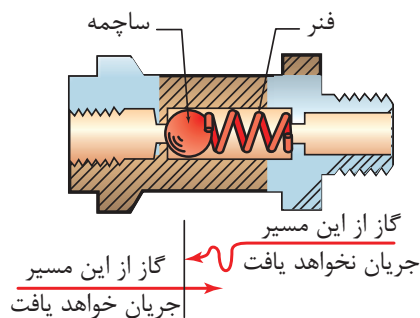
- ۱- جلو و پشت درهای خروجی اضطراری مانعی نباشد.
- ۲- محل نصب کپسول‌های آتش‌نشانی و شیلنگ‌های آب و ظرف شن مخصوص آتش‌نشانی را به خاطر بسپارید.
- ۳- قبل از روشن کردن مشعل اطراف محل کار را از مواد سوختنی پاک کنید.
- ۴- از جوشکاری سطوح رنگ شده خودداری نمایید چون امکان آتش‌سوزی وجود دارد.
- ۵- وجود سیم‌های سیار برق در کنار شیلنگ‌های گاز خطرناک است.
- ۶- در هنگام آتش‌سوزی شیرفلکه گازها را بسته و مواد قابل اشتعال را از محل دور کنید.

**پس زدن سطحی (BACK FIRE):** در این حالت شعله روشن به داخل مشعل کشیده شده و با یک صدای بنگ همراه می‌باشد. چنانچه سوختن گاز در داخل مشعل ادامه یابد، با یک صدای هیس همراه می‌باشد که ممکن است باعث ذوب قسمت‌های انژکتوری مشعل شود.

**پس زدن عمقی (FLASH BACK):** در این حالت شعله از مشعل عبور نموده و به شیلنگ‌ها و کپسول‌ها می‌رسد که می‌تواند باعث انفجار کپسول و ترکیدن شیلنگ شود.

**شیر یک طرفه (CHECK Valve):** شیر یک طرفه پشت مشعل در مسیر ورودی گازها بسته می‌شود و به طور مؤثری از معکوس شدن جریان جلوگیری می‌نماید.

**بازدارنده برگشت شعله (FLASH Back):** در سر خروجی رگولاتور نصب شده و از کشیده شدن شعله به داخل کپسول یا سیستم تأمین سوخت می‌شود. (شکل ۳-۲۷)



شکل ۳-۲۷- بازدارنده برگشت شعله

اکثر شیلنگ‌های جوشکاری که امروزه استفاده می‌شوند به صورت چسبیده به هم و یکپارچه می‌باشد که شیلنگ به هم چسبیده (siamese hose) نامیده می‌شوند. شیلنگ‌هایی که به این شکل نیستند و یا دارای انتهای جدا از هم هستند باید با یک نوار به هم بسته شوند. هنگامی که شیلنگ‌ها با نوار به هم بسته می‌شوند نوار نباید همه طول شیلنگ را بپوشاند.

آماده‌سازی یک سیستم جوشکاری سیار اکسی استیلن

کار  
کارگاهی ۱

### شرایط محل انجام کار:

کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش نشانی)

### تجهیزات ایمنی:

تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری که شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشی را تهیه کنید.

### تجهیزات فنی:

کپسول‌های اکسیژن و استیلن، یک عدد رگولاتور اکسیژن و یک عدد رگولاتور استیلن، شیلنگ هدایت کننده اکسیژن و استیلن، مشعل جوشکاری، آچار مخصوص بستن مهره رگولاتور، دو عدد شیر اطمینان و دو عدد بازدارنده برگشت شعله.



(شکل ۳-۲۸)

### شروع کار

۱- یک کپسول پر اکسیژن و یک کپسول پر استیلن را روی ارابه قرار دهید و با زنجیر یا بست تسمه‌ای کپسول را ببندید. (شکل ۳-۲۸)



(شکل ۳-۲۹)

۲- کلاهک کپسول‌ها را با دست باز کنید و دهانه و پیچ خروجی گازها را با پارچه نرم و مناسب تمیز کنید تا در مجرای خروجی، هرگونه مواد و گرد و خاک وجود نداشته باشد. (شکل ۳-۲۹)





به هیچ وجه اتصال کلاهک، به کپسول‌های اکسیژن را روغنکاری یا گریسکاری نکنید، زیرا باعث ترکیب با اکسیژن شده و انفجار رخ می‌دهد همچنین در باز و بستن کپسول اکسیژن به هیچ عنوان از ابزاری که به چربی آلوده باشند، استفاده نکنید.



(شکل ۳-۳۰)

۳- رگولاتور اکسیژن را از نظر سلامت ظاهری کنترل کنید و توجه داشته باشید که واشر ویکتوری یا پلاستیکی داخل مهره اتصال به کپسول وجود داشته باشد. در صورت لزوم آن را با واشر نو تعویض کنید و سپس با آچار، رگولاتور اکسیژن را به کپسول ببندید. (شکل ۳-۳۰)



(شکل ۳-۳۱)

هنگام بستن رگولاتور به کپسول مراقب باشید از نوار تفلون استفاده نشود، روغن کاری نشود، پیچ دنده به دنده بسته نشود و کامل سفت شود. (ابتدا با دست مهره را ببندید سپس با آچار سفت کنید). (شکل ۳-۳۱)



توجه داشته باشید که هنگام باز کردن شیر کپسول اکسیژن مقابل آن قرار نگیرید که اگر احتمالاً دنده به دنده سفت شده باشد و دنده خراب باشد با فشار زیاد پرتاب می‌شود و به صورت برخورد نکند و محل اتصال رگولاتور به کپسول را، جهت کنترل نشتی با آب صابون کنترل کنید و در صورت نشتی، با آچار کمی مهره رگولاتور را سفت کنید و مجدداً آزمایش نشتی انجام گیرد تا رفع نشتی شود.

۴- رگولاتور استیلن را به همین ترتیب به کپسول استیلن ببندید.



برای جلوگیری از اشتباه بستن رگولاتورها مهره را چپ‌گرد یا راست‌گرد طراحی می‌کنند مهره رگولاتور اکسیژن راست‌گرد، اما مهره رگولاتور استیلن چپ‌گرد است، چون استیلن یک گاز سوختنی است و این نکته ایمنی در مورد تمام کپسول‌های گاز قابل اشتعال وجود دارد.

نکته



( شکل ۳-۳۲ )

شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند برای خارج کردن پودر از هوای فشرده استفاده کنید .  
( شکل ۳-۳۲ )



( شکل ۳-۳۳ )

۵- شیلنگ‌های استیلن قرمز رنگ و اکسیژن سبز رنگ می‌باشد. شیلنگ‌ها را با طول مناسب (حداقل سه متر) به وسیله بست مخصوص و توسط پایه سرشیلنگی به شیلنگ‌ها بسته و سپس به بازدارنده برگشت شعله در سر خروجی رگولاتور نصب نمایید. (شکل ۳-۳۳)

۶- شیر یک طرفه در پشت مشعل در مسیر ورودی گازها بسته شود تا از معکوس شدن جریان گاز جلوگیری نماید. (شکل ۳-۳۴)



( شکل ۳-۳۴ )

شکل ۳-۳۴- بسته شدن شیر اطمینان در اتصال شیلنگ‌های مشعل  
جوشکاری اکسیژن (سبز) و استیلن (قرمز)

نکته



مهره سرشیلنگی گاز استیلن دارای یک شیر در وسط است و دارای رزوه چپ گرد است که در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت محکم می‌شود.

برای تعویض یا نصب سرشیلنگ، ابتدا شیلنگ را به صورت سرتخت ببرید. بست با اندازه صحیح انتخاب شود. پستانک و مهره را به بدنه مشعل پیچ کنید.



( شکل ۳-۳۵ )

شکل ۳-۳۵- پیچ کردن سرپیچ به درون شیلنگ به طور مناسب و فشار دادن پستانک داخل شیلنگ



شکل ۳-۳۶

شکل ۳-۳۶- شیار انداختن روی حلقه دور شیلنگ (برای سفت کردن شیلنگ موج‌دار)

۷- وقتی که عملیات چین دادن تمام شد شیلنگ را روی مشعل و رگولاتور نصب کنید. سپس رگولاتور را روی فشار کاری تنظیم کنید.



شکل ۳-۳۸- کنترل سلامت شیلنگ‌ها



شکل ۳-۳۷- اسپری کردن محلول نشتی‌یاب روی اتصالات

۸- اتصالات را به وسیله محلول نشت‌یابی یا توسط محلول آب صابون آزمایش کنید. به حباب‌های تشکیل شده که نشانگر وجود نشتی است نگاه کنید. (۳۷-۳ و ۳۸-۳)

از تعمیر شیلنگ‌های آسیب‌دیده با نوار چسب و امثال آن خودداری کنید. باید اقدام به تعویض آنها گردد و از شیلنگ نو استفاده شود.  
در نهایت شیر فلکه‌های گاز را بسته و شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کنید و محل کار را تمیز کرده و وسایل را به انبار تحویل دهید.

نکته ایمنی ۱



### روشن کردن مشعل، تنظیم شعله و خاموش کردن آن

**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)  
**تجهیزات ایمنی:** ابتدا تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.  
**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن - فندک جوشکاری

کار کارگاهی ۲



### تمرین روشن کردن مشعل

شیر اکسیژن را حدود  $\frac{1}{4}$  تا  $\frac{1}{3}$  دور باز کرده و سپس شیر استیلن را در حدود  $\frac{1}{2}$  دور باز و مشعل را به فندک و شمعک جوشکاری نزدیک نمایید در این حال شعله در سر مشعل بدون آنکه دوده در فضای کارگاه منتشر گردد روشن می‌شود، حال می‌توان شعله مورد نیاز را تنظیم کرد.

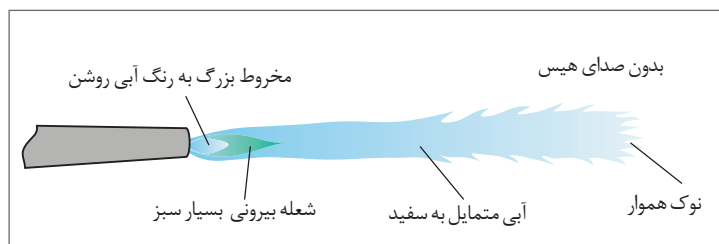
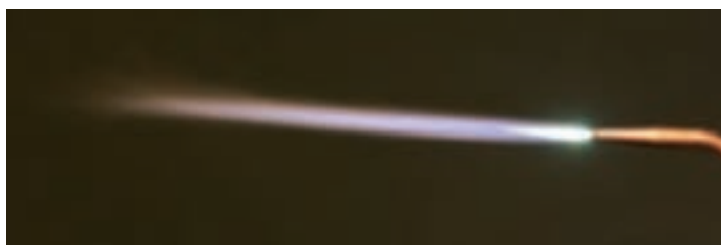
### تمرین تنظیم شعله احیا

در ابتدا شعله زرد رنگ است و کمی دوده دارد، یعنی اکسیژن کافی برای سوختن کامل به شعله نمی‌رسد اگر کمی گاز اکسیژن را بیشتر باز کنید شعله‌ای بدون دود و زرد رنگ خواهیم داشت این شعله هنوز اندکی استیلن اضافی دارد و کربن ده است برای روکش کاری سخت بر روی فولادها به کار می‌رود. (شکل ۳-۳۹)



شکل ۳-۳۹ شعله احیا قوی (کربن ده)

حال چنانچه بخواهیم شعله مناسب جوشکاری داشته باشیم نیاز است به آن اکسیژن اضافه کنیم. بدین منظور شیر اکسیژن را مقداری باز کنید تا رنگ شعله از زرد به آبی تبدیل شود. (شکل ۳-۴۰) شعله احیا دارای سه قسمت است. این نوع شعله در جوشکاری قطعات چدنی و آلومینیومی استفاده می‌شود.



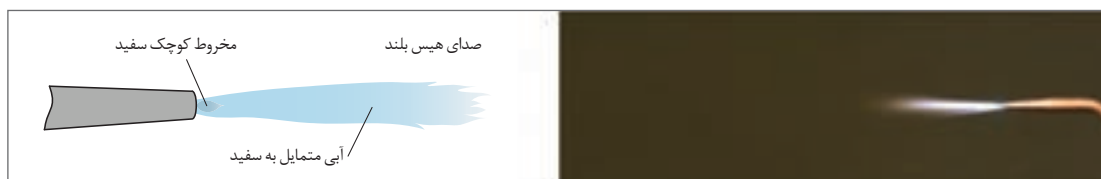
شکل ۳-۴۰ شعله احیا

### تمرین تنظیم شعله خنثی

پس از تنظیم شعله احیا به آرامی شیر اکسیژن را کمی بیشتر باز کنید تا میزان خروجی دو گاز استیلن و اکسیژن برابر شود. شعله خنثی دارای دو بخش می‌باشد. این شعله برای جوشکاری فولادها مناسب است. (شکل ۳-۴۰)

## تمرین تنظیم شعله اکسید

پس از تنظیم شعله خنثی، اگر باز هم میزان اکسیژن را اضافه کنیم، در این حالت شعله اکسیدی است چنین شعله ای برای جوشکاری قطعات برنجی و آلیاژهای روی مناسب است. (شکل ۳-۴۱).



شکل ۳-۴۱- شعله اکسید

برای خاموش کردن شعله ابتدا شیر استیلن مشعل و پس از خاموش شدن شعله، شیر اکسیژن را ببندیم.

پس از خاموش کردن شعله، شیر کپسول‌ها را بسته و شیرهای روی دسته مشعل را باز کنید تا گازها خارج شوند.

پس از خروج گازها شیرهای روی دسته مشعل را بسته و پیچ تنظیم فشار دستگاه‌های تنظیم کاملاً باز نمایید تا فشار از روی آنها برداشته شود.

نکته



جدول ۳-۷- با توجه به شکل شعله در حین جوشکاری تأثیر شعله در فلز را بنویسید.

انواع شعله	تأثیر شعله در فلز	شکل شعله در حین جوشکاری
شعله احیا		

کار کلاسی



		شعله خنثی
		شعله اکسید

فاکتورهای مؤثر بر جوشکاری با شعله اکسی استیلن

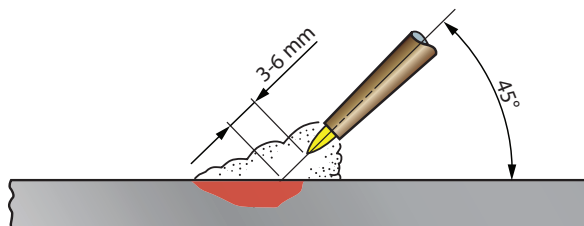
اندازه سرمشعل

اندازه سرمشعل با توجه به عرض جوش و عمق نفوذ انتخاب می شود.

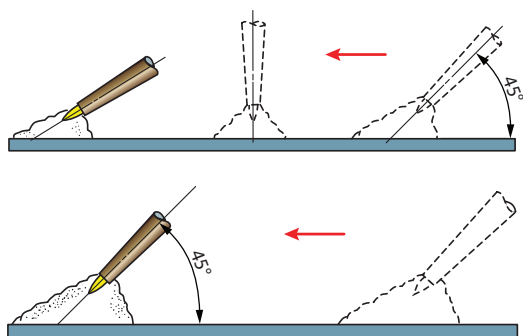
راندمان پایین، ذوب و نفوذ ناقص	سایز کمتر از حد سرمشعل نسبت به ضخامت ورق
ناپایداری شعله، قطع و وصل شدن شعله و پاشش مذاب	سایز بیشتر از حد سرمشعل نسبت به ضخامت ورق

### زاویه مشعل جوشکاری

زاویه مشعل نسبت به قطعه کار، در سرعت ذوب و اندازه حوضچه مذاب تأثیر مستقیم دارد. زاویه ایده آل ۴۵ درجه می باشد. شکل های (۳-۴۲ و ۳-۴۳)



شکل ۳-۴۲- زاویه ایده آل برای مشعل جوش ۴۵ درجه



شکل ۳-۴۳- جهت پیشروی و زاویه مشعل جوشکاری

با افزایش زاویه به سمت زاویه ۹۰ درجه، نرخ گرمادهی افزایش می یابد و با کاهش زاویه به سمت صفر درجه، نرخ گرمادهی کاهش می یابد. فاصله بین مخروط داخلی و قطعه کار باید ۳ تا ۶ میلی متر باشد.

با افزایش این اندازه، نرخ گرمادهی کاهش می یابد. (شکل ۳-۴۴) و اگر این فاصله خیلی کم شود احتمال مسدود شدن نازل، پاشش زیاد و خطر پس زدن شعله وجود دارد.

نکته



	<p>تغییر زاویه بین سر مشعل و حوضچه مذاب</p>
	<p>تغییر فاصله بین سر مشعل و حوضچه مذاب</p>

(شکل ۳-۴۴)



## قطر سیم جوش

قطر سیم جوش و حرکات دستی مشعل می تواند مشخصات مهره جوش را کنترل کند. همان طور که سرمشعل با توجه به ضخامت قطعه کار تعیین می شود قطر سیم جوش نیز تابع ضخامت ورق مورد جوشکاری می باشد.

ایجاد و حفظ حوضچه مذاب روی ورق فولادی

کار  
کارگاهی ۳

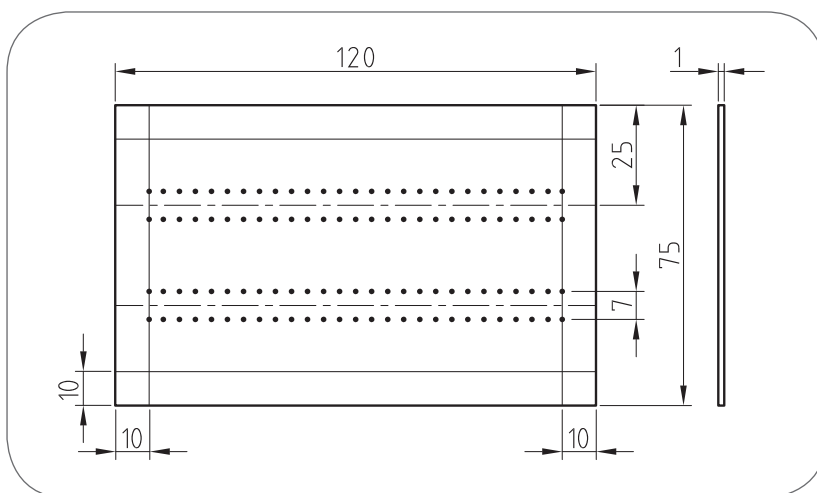


**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی)

**تجهیزات ایمنی:** تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشی را تهیه کنید.

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش و چکش ساده

**مواد مصرفی:** ورق فولادی St ۳۷ به ابعاد  $۱۲۰ \times ۷۵ \times ۱$



شکل ۳-۴۵- نقشه قطعه کار خط کشی شده

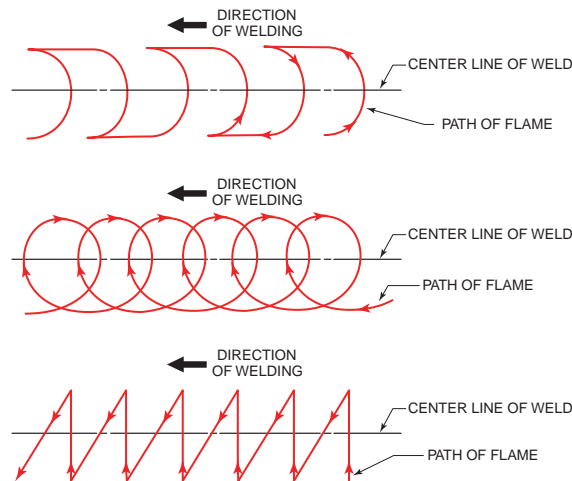
## شروع کار

- ۱- با استفاده از نقشه، قطعه کار را خط کشی کرده و سنبه نشان بزنید.
- ۲- سرمشعل مناسب ذوب سطحی با توجه به ضخامت ورق انتخاب و آن را بر روی مشعل ببندید.
- ۳- فشار کپسول های اکسیژن و استیلن را با توجه به جداول استاندارد تنظیم کنید.
- ۴- مشعل را روشن و شعله خشی را تنظیم کنید.
- ۵- مشعل را با یکی از الگوهای هلالی، دایره ای یا زیگزاگ، روی ورق فولادی به حرکت درآورید.



## تکنیک انجام کار

شعله را در ابتدا بین دو خط سنبه نشان زده شده تحت زاویه ۶۰-۷۰ درجه به کار نزدیک کنید به صورتی که فاصله نوک مشعل تا قطعه کار ۳ تا ۵ میلی باشد. (شکل ۳-۴۶)



شکل ۳-۴۶- الگوهای حرکتی مشعل

برای گرم کردن فلز پایه پیش از ایجاد حوضچه مذاب، مشعل را به صورت دایره‌ای به حرکت درآوردید این نوع حرکت سبب پخش یکنواخت گرما می‌شود وقتی که فولاد ذوب و شروع به حرکت درآمد، می‌توانید حوضچه مذاب ایجاد شده را هدایت کنید. توجه داشته باشید مذاب را به جلو هدایت کنید به نحوی که مذاب در جلوی نوک مشعل باشد سرعت پیشروی و حوضچه مذاب باید کنترل شود.

نکته



هنرجوی عزیز مشعل را به فلز نزدیک کنید و هرگاه دیدید سوراخی در حال ایجاد شدن است به سرعت مشعل را عقب بکشید. با تمرین می‌توانید کم‌کم از عهده کنترل گرما و حفظ حوضچه مذاب برآیید. آن قدر تمرین کنید تا ضمن این که ورق سوراخ نشود از پشت ورق برآمدگی حاصل از ذوب سطحی مشاهده شود.

نکته



۶- در پایان تمرین ذوب سطحی مشعل را خاموش کرده، فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید، شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کنید و قطعه کار را برس زده و آن را برای ارزیابی و راهنمایی به هنرآموز خود تحویل دهید.

## اصول جوشکاری اکسی استیلن با سیم جوش در حالت تخت

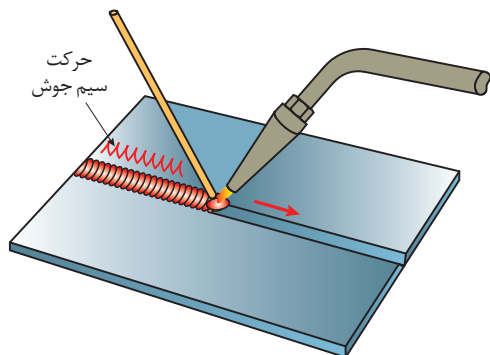
در جوشکاری با شعله و سیم جوش، دو روش متفاوت وجود دارد که عبارتند از:

الف) روش پیش‌دستی<sup>۱</sup>      ب) روش پس‌دستی<sup>۲</sup>

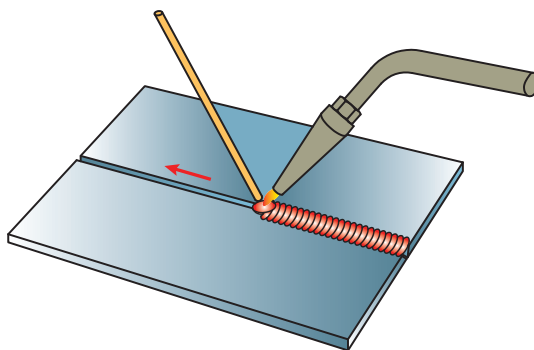
۱- Fore hand

۲- back hand

منظور از ذکر اصطلاحاتی مانند پیش‌دستی و پس‌دستی، مشخص کردن امتداد نوک مشعل نسبت به امتداد خط جوش است. (شکل ۳-۴۷ و ۳-۴۸)



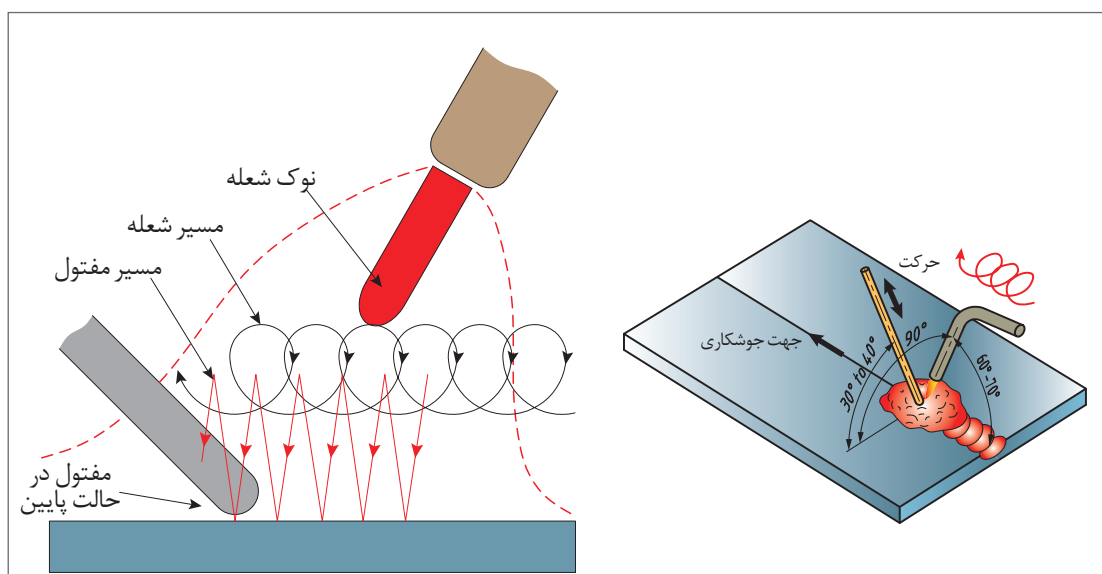
شکل ۳-۴۸- روش پس‌دستی



شکل ۳-۴۷- روش پیش‌دستی

اصول جوشکاری اکسی استیلن با روش پیش‌دستی

در جوشکاری با روش پیش‌دستی، نوک مشعل باید در امتداد خط جوش باشد. به این ترتیب می‌توان فلز پایه را پیش گرم کرد، تا در هنگام ایجاد خط جوش، حوضچه مذاب به آسانی تشکیل شود. برای استفاده از سیم جوش همچنان که حوضچه مذاب را در طول درز جوش به جلو می‌رانید، سیم جوش را باید به طور یکنواخت در حوضچه مذاب فرو و بیرون آورد تا خط جوش یکنواختی ایجاد شود. (شکل ۳-۴۹، ۳-۵۰)



شکل ۳-۵۰- چگونگی حرکت مشعل و سیم جوش در جوشکاری

شکل ۳-۴۹- ایجاد گرده جوش با سیم جوش

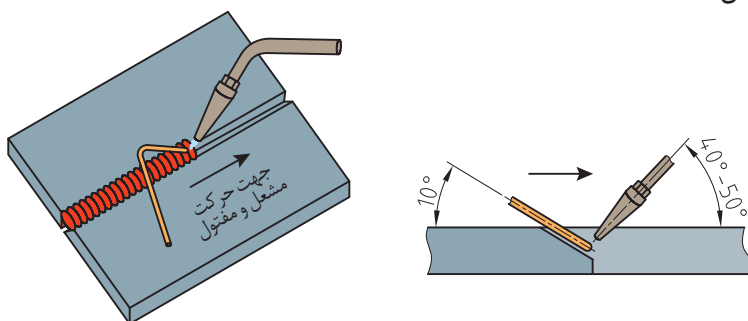
در نتیجه برجستگی جوش کمتر است و چون گرمای شعله بلافاصله از محل منجمد شدن مذاب دور می‌شود جوش سریع‌تر سرد می‌شود (شکل ۳-۵۱) این روش برای جوشکاری ورق‌های نازک تا ضخامت ۳ میلی‌متر مناسب است.



شکل ۳-۵۱- جوشکاری به روش پیش‌دستی

### اصول جوشکاری اکسی استیلن به روش پس‌دستی

در این روش شعله بر روی جوش رسوب داده شده، متمرکز است و سیم جوش بین شعله و جوش قرار دارد. از این روش بیشتر برای جوشکاری قطعات ضخیم که نیاز به آماده‌سازی از قبیل پخ‌سازی دارند استفاده می‌شود. روش پس‌دستی از نظر صرفه‌جویی در زمان، مصرف اکسیژن و استیلن مقرون به صرفه است. از طرفی چون شعله به طرف درز تازه جوشکاری شده است آرام‌تر نیز سرد می‌شود اغلب مواقع خواص جوش را بهبود می‌بخشد و از طرف دیگر به نفوذ بیشتر جوش و افزایش استحکام اتصال منجر خواهد شد. این روش در تمام وضعیت‌ها قابل اجرا است. (شکل ۳-۴۷)



شکل ۳-۵۲- جهت حرکت مشعل و سیم جوش و زوایای جوشکاری

چگونه سیم جوش مناسب برای جوشکاری انتخاب کنیم؟

قطر سیم جوش تابع ضخامت ورق می‌باشد و قطر آن را به اندازه یک میلی‌متر بیشتر از نصف ضخامت ورق در نظر می‌گیرند. به عبارت دیگر خواهیم داشت:

$$d = \frac{e}{2} + 1 \text{ mm}$$

در این رابطه  $d$  قطر مفتول (سیم جوش) و  $e$  ضخامت ورق برحسب میلی‌متر است. به جدول شماره ۳-۷ در این خصوص توجه فرمایید.

سرعت جوشکاری از حد معینی نمی‌تواند تجاوز کند همچنین قطر مفتول از حد معینی نمی‌تواند بیشتر شود، چون به راحتی ذوب نمی‌شود.

سیم‌جوش‌های مصرفی در فرایند اکسی‌استیلن اغلب به صورت سیم‌های بریده شده با طول‌های استاندارد یا بنا به سفارش مصرف‌کننده با قطرهای مختلف ( $1/6$  تا  $6/4$  میلی‌متر) و بدون روکش تولید می‌شوند.

برای جلوگیری از زنگ‌زدگی سیم در هنگام انبارداری سطح آن را با یک لایهٔ مسی روکش می‌کنند.

طبقه‌بندی سیم‌جوش‌ها براساس ترکیب شیمیایی انجام می‌شود. قطر مفتول‌های جوشکاری گاز معمولاً  $1/6$ ،  $2/5$ ،  $4$ ،  $5$  میلی‌متر (تا) اینچ می‌باشد و طول آنها تا  $1$  متر ( $36$  اینچ) هم می‌رسد.

جدول ۳-۸- وابستگی عوامل گوناگون به ضخامت ورق برای جوش لب به لب در وضعیت سطحی

مواد مصرفی در یک متر جوشکاری			سرعت جوش به متر بر ساعت	زمان برای یک متر جوشکاری به دقیقه	قطر سیم جوش به میلی‌متر	شمارهٔ پستانک مشعل	ضخامت ورق به میلی‌متر
سیم جوش به گرم	گاز اکسیژن به لیتر	گاز استیلن به لیتر					
۲۰	۱۰	۸/۵	۱۲	۵	۲	۱۰۰	۱
۳۵	۲۲	۱۹	۸	۷/۵	۲	۱۴۰	۱/۵
۵۰	۴۲	۳۵	۶	۱۰	۳	۲۰۰	۲
۶۵	۵۷	۴۸	۴/۷	۱۲	۳	۲۵۰	۲/۵
۹۰	۹۰	۷۵	۴	۱۵	۳	۳۱۵	۳

نکته



نکته





## ایجاد خط جوش و گرده‌سازی بر روی ورق فولادی در حالت تخت به روش پیش‌دستی

**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

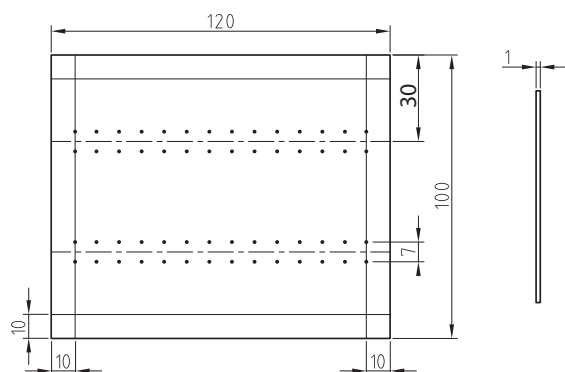
**تجهیزات ایمنی:** تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشی را تهیه کنید.

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط کش، چکش ساده و میز کار.

**مواد مورد نیاز:** ورق فولاد معمولی St ۳۷ به ابعاد  $120 \times 100 \times 2$  و سیم جوشکاری

## شروع کار

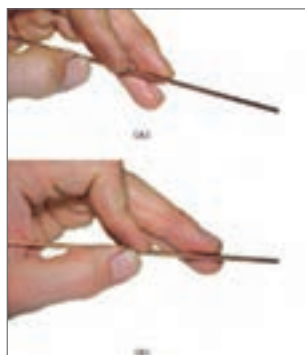
۱- طبق نقشه، قطعه کار را خط‌کشی نمایید سپس به وسیله سنبه و چکش بر روی دو خط که به فاصله ۷ میلی‌متر از هم قرار دارند علامت‌گذاری نمایید.



شکل ۳-۵۳- نقشه کار

۲- قطعه را مطابق شکل در حالت تخت بر روی میز کار قرار دهید. با استفاده از سیم جوش مناسب بین دو خط را، که به فاصله ۷ میلی‌متر از هم قرار دارند، به روش پیش‌دستی از راست به چپ جوشکاری نمایید. (شکل ۳-۵۳)

**تکنیک انجام کار:** در این حالت زاویه بین سیم جوش و شعله  $90^\circ$  و زاویه بین مشعل و قطعه کار  $70^\circ$  تا  $60^\circ$  می‌باشد. سیم جوش را در محل ذوب تحت زاویه  $30^\circ$  -  $40^\circ$  درجه، در حوضچه مذاب قرار دهید تا قسمتی از آن ذوب شود و با حرکت دادن مشعل خط جوش را کامل کنید و در وسط خط جوش‌ها باز هم گرده جوش ایجاد کنید تا مهارت کافی را به‌دست آورید.



شکل ۳-۵۴ روش در دست گرفتن صحیح سیم جوش

۳- پس از اتمام کار قطعه را به آرامی خنک کنید و پس از تمیز کردن و بررسی جهت رفع اشکال به هنرآموز مربوطه ارائه دهید.

### ایجاد گرده جوش با روش لب برگردان

کار  
کارگاهی ۵



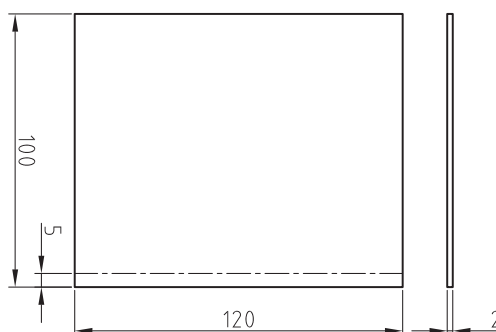
**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

**تجهیزات ایمنی:** تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشتی را تهیه کنید.

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط کش و چکش ساده و میز کار.

**مواد مورد نیاز:** دو عدد ورق فولادی St ۳۷ به ابعاد  $۱۲۰ \times ۱۰۰ \times ۲$  و سیم جوشکاری  
**شروع کار:**

۱- طبق نقشه، قطعه کار را خط کشی نمایید.

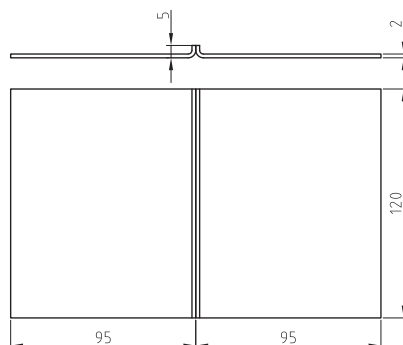


شکل ۳-۵۵

۲- لبه‌های قطعات را مطابق نقشه خط‌کشی شده به صورت ۹۰ درجه خم نموده و کنار هم قرار دهید.

۳- ابتدا و انتهای کار را خال جوش بزنید.

**تکنیک انجام کار:** پس از تنظیم شعله خنثی، مشعل را در ابتدای لبه‌های برگشته با زاویه ۶۰-۷۰ درجه به کار نزدیک کنید و نوک مشعل به اندازه ۳ تا ۵ میلی‌متر از سطح کار قرار گیرد. برای گرم کردن فلز پایه، پیش از ایجاد حوضچه مذاب، مشعل را به صورت دایره‌ای به حرکت درآورید. پس از تشکیل مذاب شروع به حرکت نموده و با ذوب لبه‌های برگشته، حوضچه مذاب را هدایت کنید.



شکل ۳-۵۴

۴- در پایان تمرین ایجاد گرده مشعل را خاموش کرده، فلکه کپسول‌های گاز یا شیر خط لوله‌های گاز را ببندید، شیلنگ‌ها را جمع‌آوری کنید و سپس قطعه کار را برس بزنید و آن را برای ارزیابی و راهنمایی به هنرآموز خود تحویل دهید.

### ایجاد خط جوش در حالت افقی بر روی ورق فولادی

کار  
کارگاهی ۶



**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی)

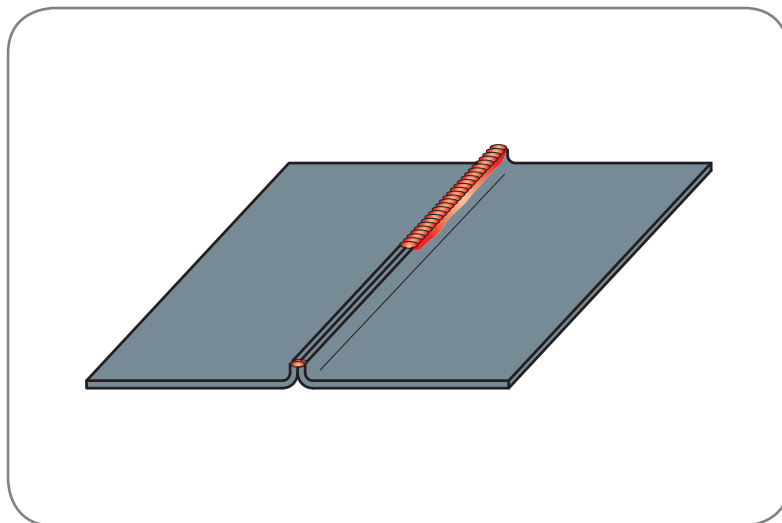
**تجهیزات ایمنی:** تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش‌بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل‌نشسته را تهیه کنید.

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده و میز کار.

**مواد مورد نیاز:** ورق فولاد معمولی St ۳۷ به ابعاد ۱۲۰×۷۵×۵-سیم جوش مس‌وار G۱۱-G۱ به قطر ۲ میلی‌متر

### شروع کار

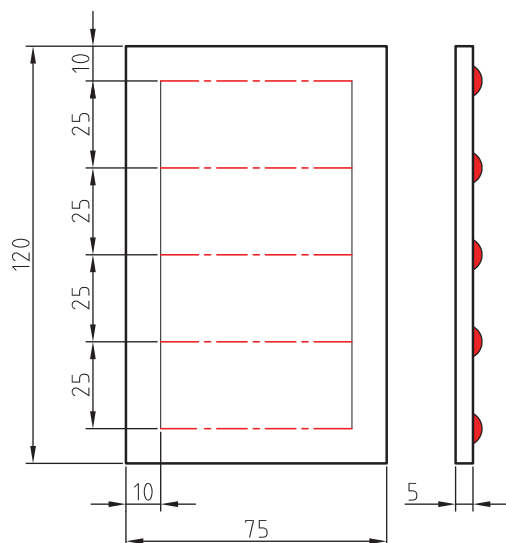
۱- قطعه کار را مطابق نقشه خط‌کشی کنید.



شکل ۳-۵۴

### تکنیک انجام کار:

در این حالت زاویه بین مشعل و قطعه کار ۶۰ درجه و زاویه بین قطعه کار و سیم جوش ۳۰ درجه می‌باشد. مشعل و سیم جوش نسبت به صفحه افقی زاویه ۷۵ درجه می‌سازد تا مذاب به پایین سرازیر نشود و ریزش نکند. عمل جوشکاری را تا انتهای خط جوش انجام دهید.



شکل ۳-۵۸

جوشکاری در حالت افقی به نحوی است که درز اتصال در صفحه قائم قرار گرفته و خط جوش در امتداد افق است. در این حالت مذاب میل به سرازیر شدن دارد، در نتیجه مشعل باید به اندازه ۱۰ تا ۱۵ درجه از حالت عمود به حالت مایل به طرف زمین قرار گیرد تا مذاب به طرف پایین سرازیر نشود.

۲- قطعه کار را سرد و آن را نگاه کنید آیا عیبی در آن مشاهده می‌کنید؟

۳- در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید و ته‌مانده سیم جوش و دورریزهای ورق‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده، قرار دهید.

نکته







## ایجاد خط جوش در حالت عمودی بر روی ورق فولادی

**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی)

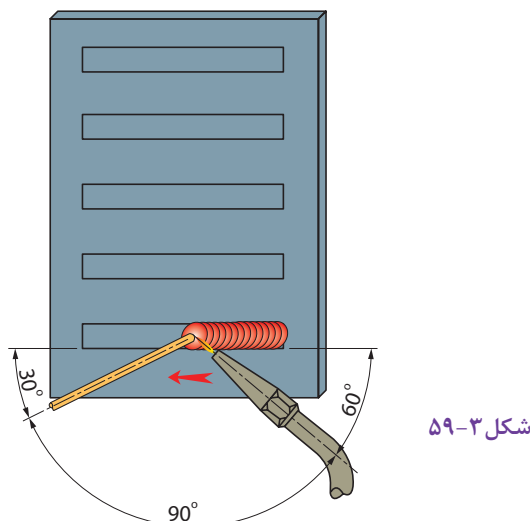
**تجهیزات ایمنی:** تجهیزات ایمنی مورد نیاز برای کار جوشکاری شامل لباس کار مناسب، کفش ایمنی، دستکش، پیش بند، کلاه ایمنی سبک، عینک مناسب، ظرف آب و محلول آب صابون کنترل نشستی را تهیه کنید.

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش و چکش ساده و میز کار.

**مواد مورد نیاز:** ورق فولاد معمولی St ۳۷ به ابعاد  $۱۲۰ \times ۷۵ \times ۲$  - سیم جوش مس وار  $G1 - G11$  به قطر ۲ میلی متر

### شروع کار

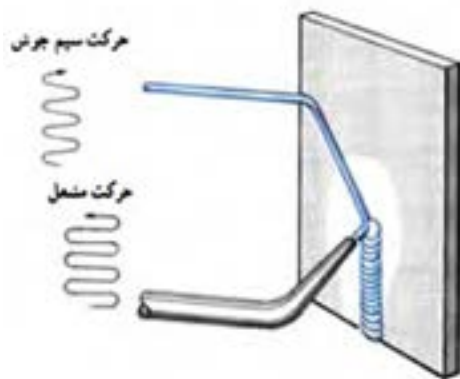
قطعه کار را مطابق نقشه، خط کشی کنید.



### تکنیک انجام کار:

جوشکاری عمودی و جوشکاری بالای سر به مهارت بیشتری نیاز دارد، دلیل اصلی آن هم تأثیر جاذبه زمین بر روی مذاب فلزی است که در حوضچه مذاب شکل می گیرد. در جوشکاری عمودی جوشکار باید با جابه جا کردن شعله، از حجیم شدن مذاب جلوگیری کند و با رعایت نکات زیر به جوشکاری ادامه دهد:

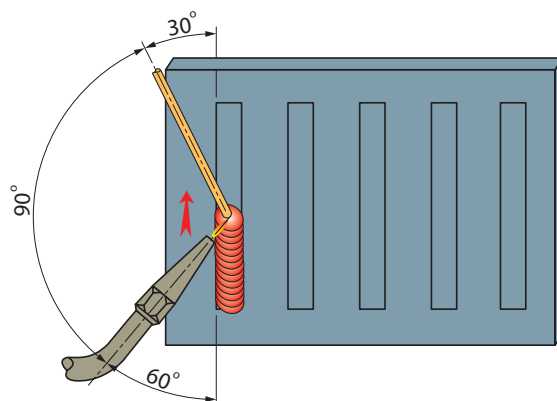
- ۱- ثابت بودن سرعت جوشکاری
- ۲- مشعل با کار زاویه ۶۰ درجه داشته باشد.
- ۳- سرعت جوشکاری نباید کم و نباید زیاد باشد زیرا سرعت کم پیشروی باعث بزرگ شدن حوضچه مذاب می شود و سرعت زیاد جوشکاری موجب می شود نفوذ کافی در جوش به وجود نیاید.



شکل ۳-۶۰ حرکت مشعل و سیم جوش در خط جوش قائم (سربالا)

۲- عمل جوشکاری را تا انتهای خط جوش انجام دهید.

۳- قطعه کار را سرد و آن را کنترل کنید.



شکل ۳-۶۱ زاویه مشعل و سیم جوش نسبت به کار در جوش قائم (سربالا)

### ایجاد خط جوش در حالت سقفی بر روی ورق فولادی

کار  
کارگاهی ۸



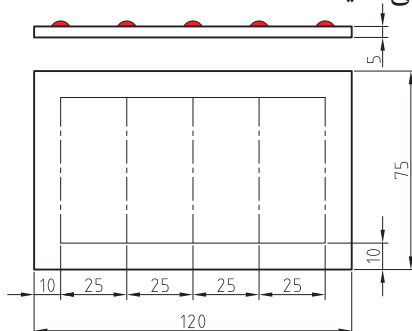
**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به تجهیزات ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی)

**تجهیزات فنی:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انتخاب سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش، چکش ساده

**مواد مورد نیاز:** ورق فولاد معمولی St ۳۷ به ابعاد ۱۲۰×۷۵×۵ - سیم جوش مس وار G۱۱ - G۱ به قطر ۲ میلی متر

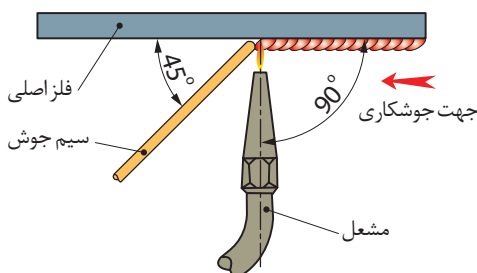
## شروع کار:

۱- قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید.



شکل ۳-۶۲

**تکنیک انجام کار:** در این روش فشار شعله باعث می شود که به نیروی جاذبه زمین غالب شویم و مذاب ریزش نکند. زاویه سیم جوش بین ۴۵ درجه و ۹۰ درجه در نوسان است. وقتی زاویه مشعل با کار ۹۰ درجه مشعل گرما متمرکز می شود و با شعله ضعیف تر امکان جوشکاری با نفوذ کافی فراهم می گردد.



شکل ۳-۶۳ زاویه مشعل و سیم جوش نسبت به کار در خط جوش افقی

۲- به روش توضیح داده شده خط جوش ایجاد کنید.

۳- قطعه کار را سرد کنید و بررسی نمایید.

ایجاد خط جوش در حالت لب به لب در وضعیت تخت (پس دستی)

کار  
کارگاهی ۹



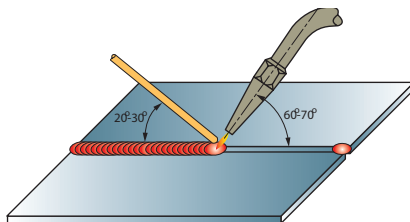
**شرایط محل انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل عینک، پیش بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشست یابی)

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، و گیره فیکسچر جوشکاری را تهیه کنید.

**مواد مورد نیاز:** دو ورق فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۲$ ، سیم جوش به قطر ۲ میلی‌متر

## شروع کار

- ۱- دو قطعه را کنار هم قرار داده و ابتدای کار را خال جوش بزنید.
- ۲- از سمت چپ به راست شروع به جوشکاری نمایید ابتدا مشعل را با زاویه  $۹۰^\circ$  درجه بر روی قطعه کار نگه دارید تا حوضچه مذاب ایجاد شود. بعد از تشکیل حوضچه مذاب زاویه سرمشعل را از  $۹۰^\circ$  درجه به  $۶۰-۷۰^\circ$  درجه تغییر دهید و سیم جوش را به درون حوضچه فرو ببرید. زاویه سیم جوش با قطعه کار  $۲۰-۳۰^\circ$  درجه و زاویه بین سیم جوش و مشعل  $۹۰^\circ$  درجه می‌باشد.



شکل ۳-۶۴

- ۳- با توجه به زوایای داده شده لبه‌های کار را ذوب کرده و سیم جوش را مرتب وارد حوضچه مذاب نمایید تا مقداری از سیم جوش ذوب شده با مذاب لبه‌ها مخلوط شود و انجماد حاصل گردد و گرده جوش به وجود آید. مشعل باید حرکت دورانی داشته و پهنای گرده جوش به وجود آمده و در حد و اندازه قطر دایره دوران مشعل خواهد بود.
- ۴- در پایان جوشکاری، محیط کار و میز کار را تمیز و مرتب نمایید و ته‌مانده‌های سیم جوش و ورق‌های جوشکاری شده را در محفظه‌ای که برای بازیابی در نظر گرفته شده قرار دهید.

## جوشکاری گوشه

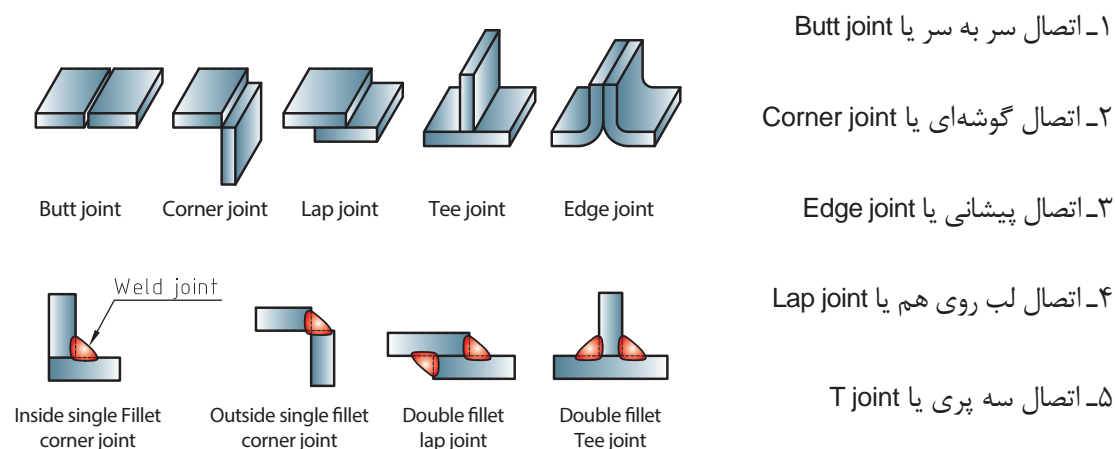
در گذشته از جوشکاری اکسی گاز استفاده‌های زیادی می‌شده است، اما امروزه با جایگزین شدن روش‌های جدید در صنعت، این روش کمتر استفاده می‌شود، با این وجود هنوز از این روش برای جوشکاری مقاطع نازک، لوله‌ها، تیوب‌ها، گرم‌کاری و برش‌کاری استفاده می‌شود و در مواقعی که دسترسی به برق یا سایر روش‌ها امکان‌پذیر نمی‌باشد، انتخاب مناسبی است. در این فصل انواع طرح اتصال، تکنیک‌ها و مهارت‌های جوشکاری گوشه اکسی گاز معرفی شده است.



شکل ۳-۶۵

## انواع طرح اتصال

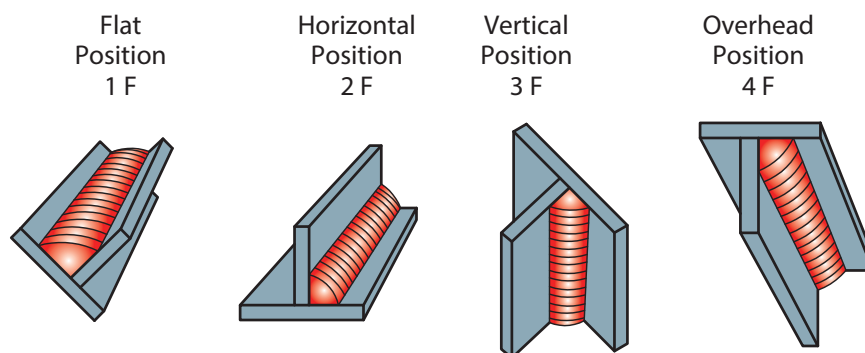
پنج نوع طرح اتصال در جوشکاری کاربرد دارد که از آنها نام برده شده است و در شکل طرح‌هایی که در اتصالات گوشه کاربرد دارند، نشان داده شده است.



شکل ۳-۶۶

## وضعیت‌های مختلف در جوش گوشه

هدف از آموختن علم جوشکاری استفاده از آن در عمل می‌باشد و در همین راستا تلاش کنید از آموخته‌های خود برای کاربردی‌تر شدن فعالیت‌هایتان بهره ببرید. در ادامه یک پروژه به عنوان نمونه معرفی شده است که با استفاده از آموخته‌های قبلی و آنچه در این فصل آمده است توان ساخت آن را دارید. تلاش کنید در هر کار کارگاهی قسمتی از این پروژه را که مربوط به آن بخش می‌باشد ساخته و در انتهای درس آن را تکمیل و به کلاس ارائه دهید.



شکل ۳-۶۶

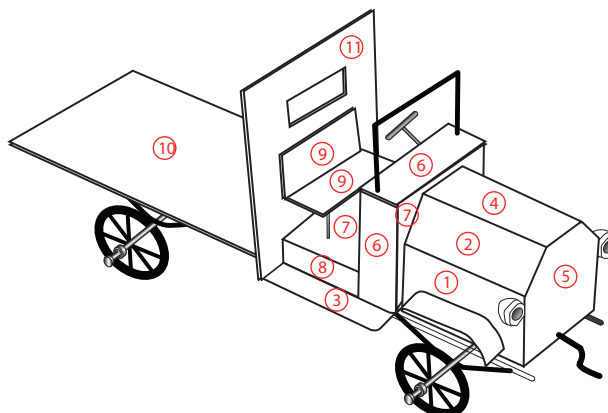
### ساخت مدل کامیون (بارکش قدیمی)



### نکته

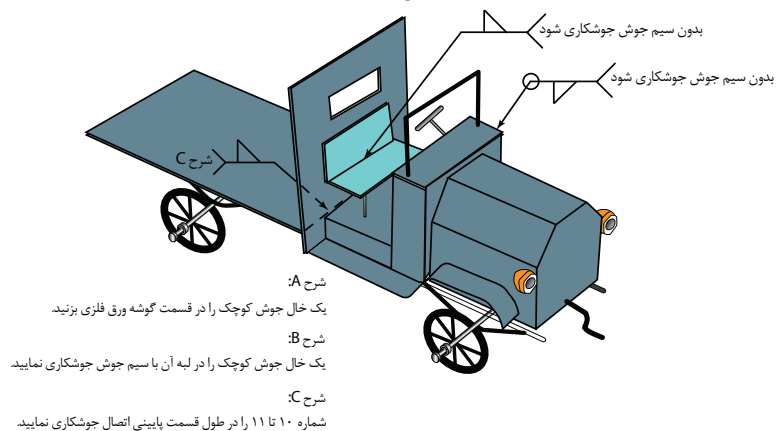


## طرح بخش بندی طبق شماره های نقشه



## طرح جوشکاری

### طرح جوشکاری



## شکل ۳-۶۹ - طرح سرهم بندی یک مدل کامیون (بارکش قدیمی)

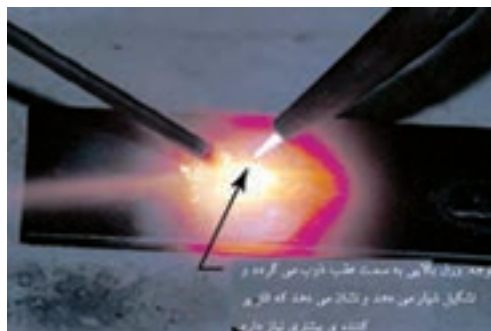


## شکل ۳-۷۰ - طرح ساخته شده یک مدل کامیون (بارکش قدیمی)

## اتصال لب روی هم

اگر چند مسئله پایه در حرکات دستی مشعل رعایت شود، اتصال لب روی هم در حالت تخت به راحتی قابل جوشکاری است. هنگامی که گرمادهی به دو ورق باید به صورتی انجام شود که مطمئن شوید هر دو ورق هم‌زمان ذوب می‌شوند.

مفتول جوشکاری باید به ورق بالایی اضافه شود. جاذبه، حوضچه مذاب جوش را به سمت پایین می‌کشد.



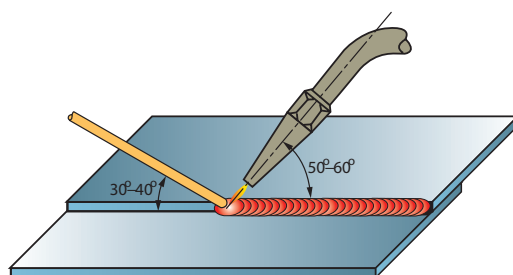
شکل ۷۱-۳- اضافه نمودن فلز پرکننده

## جوش گوشه لب روی هم ورق‌های فولادی در وضعیت سطحی با روش پیش‌دستی

**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب‌صابون (جهت نشت‌یابی)، کلاه ساده (نخی یا کتان) و عینک مناسب) جوشکاری گاز را تهیه کنید.

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوش کاری و قطعه فولادی جهت ثابت کردن قطعات را تهیه کنید.

**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق فولادی St۳۷، به ابعاد  $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۱/۵$  میلی‌متر، سیم جوش مس وار



شکل ۷۲-۳

کار  
کارگاهی ۱۰





## شروع کار

۱- هر دو قطعه را مطابق نقشه به صورت لب روی هم قرار داده و با شعله خنثی آنها را به هم خال جوش کنید. در صورت لزوم با چکش فلزی یا پلاستیکی کار را صاف کنید.

۲- در ابتدای درز جوش، حوضچه مذاب را ایجاد کرده و با ذوب سیم جوش درون حوضچه مذاب، با توجه به زوایای نشان داده در (شکل ۳-۷۳) درز اتصال را تا آخر جوش دهید به نحوی که لبه‌های بالایی در فلز جوش جا گرفته و سوختگی نداشته باشد.

۳- طرف دوم (پشت کار) را با استفاده از نظرات هنرآموز خود جوش دهید.

۴- شعله را خاموش کنید و قطعه کار را برس زده و سپس بررسی کنید تا عیوبی از قبیل ریزش به سمت پایین، مک، خلل و فرج و بریدگی لبه‌های جوش نداشته و دارای گرده جوش یکنواختی در تمام خط جوش باشد.

## جوش گوشه زاویه خارجی

در این روش خط جوش در زاویه خارجی تشکیل شده بین دو قطعه ایجاد می‌شود.



شکل ۳-۷۳- اتصال گوشه‌ای در بارکش

## جوش گوشه خارجی در وضعیت تخت با روش پیش‌دستی

کار  
کارگاهی ۱۱



**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی)، کلاه ساده (نخی یا کتان) و عینک مناسب) جوش کاری گاز را تهیه کنید.

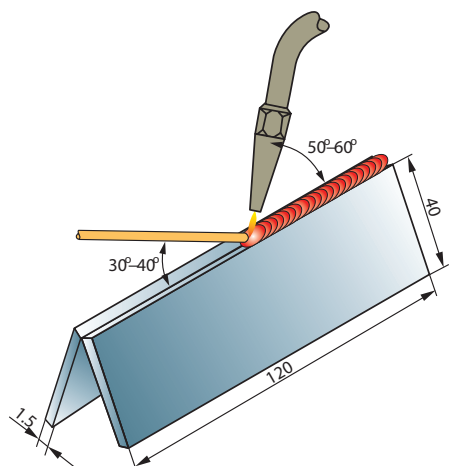
**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری و قطعه فولادی جهت ثابت کردن قطعات را تهیه کنید.

**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق های فولادی St۳۷، به ابعاد  $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۲$  میلی متر، سیم مسوار

**نوع کار عملی:** تمرین جوش زاویه خارجی در وضعیت تخت با روش پیش دستی

### شروع کار:

- ۱- دو قطعه را مانند سقف شیب دار به هم تکیه دهید. می توانید از قطعات کمکی مانند نبشی برای نگه داشتن قطعات در هنگام خال جوش زدن استفاده کنید.
- ۲- دو سر درز اتصال را خال جوش بزنید.
- ۳- ابتدای جوش کاری، بایستی مشعل با قطعه کار زاویه  $۹۰^\circ$  درجه تشکیل داده تا حوضچه مذاب به وجود آید. پس از تشکیل حوضچه مذاب زاویه مشعل با قطعه کار را از زاویه  $۹۰^\circ$  درجه به  $۶۰^\circ$  تا  $۷۰^\circ$  درجه تغییر دهید و سیم جوش را به حوضچه مذاب اضافه نمایید. زاویه سیم جوش با قطعه کار  $۳۰^\circ$  تا  $۴۰^\circ$  و زاویه سیم جوش با مشعل در حدود  $۸۰^\circ$  -  $۹۰^\circ$  درجه خواهد بود.

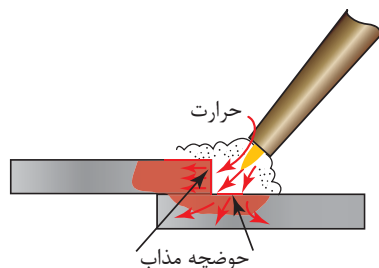


شکل ۳-۷۴

- ۴- لبه های کار را ذوب کرده و سیم جوش را به طور مداوم به حوضچه اضافه نمایید تا اتصال جوش با گرده مناسب ایجاد شود. جوش کاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث نموده و با ذوب کردن مقدار بیشتری از سیم جوش در حوضچه مذاب، انتهای درز را از مذاب پر کنید تا چاله جوش به وجود نیاید.
- ۵- شعله را خاموش کنید و قطعه کار را برس زده و سپس بررسی کنید.

## اتصال جوش گوشه سپری T

مسئله مهمی که در مورد اتصال سپری T وجود دارد این است که درصد بالایی از گرمای جوشکاری به سمت مشعل برگشت می‌کند. این گرمای برگشتی می‌تواند باعث پس زدن شعله و ایجاد سر و صدا شود. جهت جلوگیری از این پدیده زاویه مشعل را در راستای جوشکاری بیشتر کنید.



شکل ۳-۷۵

### جوشکاری اتصال گوشه سپری در وضعیت سطحی با روش پیش دستی

**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، کلاه ساده (نخی یا کتان) ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی)، تهیه کنید.

کار  
کارگاهی ۱۲



**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند را تهیه کنید.

**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق St۳۷، به ابعاد ۱۲۰×۴۰×۲، سیم مس‌وار

### شروع کار:

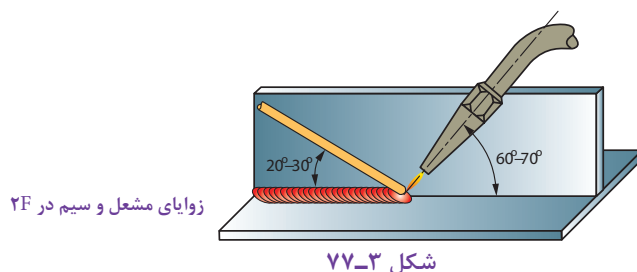
۱- به وسیله یک تسمه شکاف‌دار قطعه بالایی را نگه دارید. تسمه شکاف‌دار F مانند یک وسیله ساده برای نگهداری قطعه کار عمودی است که با راهنمایی هنرآموزان به راحتی می‌توان ساخت.



شکل ۳-۷۶

۲- ابتدا و انتهای قطعه را خال جوش بزنید. با کمک چکش بر روی سندان لبه‌های دو قطعه را جفت نمایید تا هیچ فاصله‌ای بین دو لبه وجود نداشته باشد.

۳- جوشکاری را از سمت راست به چپ (اگر چپ دست هستید از سمت چپ به راست) شروع نمایید. در ابتدا مشعل با قطعه کار زاویه از ۹۰ درجه به ۶۰-۵۰ درجه تغییر دهید و با تشکیل حوضچه جوش سیم جوش را در آن فرو ببرید. سیم جوش با قطعه کار در طول خط زاویه ۳۰-۴۰ درجه داشته باشد.



۴- جوشکاری را تا انتها درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.  
۵- در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید قطعه را سرد نمایید و به وسیله برس سیمی اکسیدهای سطحی را کاملاً تمیز نمایید.

### جوش‌های عمودی

جوش‌های در حالت عمودی یکی از رایج‌ترین جوش‌های خارج از وضعیتی است که نیاز به انجام آن دارد. هنگامی که جوش عمودی ایجاد می‌شود مسئله کنترل اندازه حوضچه مذاب جوش اهمیت پیدا می‌کند. اگر حوضچه مذاب جوش و اندازه آن از مقدار دیواره‌ای که حوضچه را حمایت می‌کند بیشتر شود حوضچه جوش سرریز می‌کند و از آن ناحیه سرازیر می‌گردد و روی جوش قرار می‌گیرد این قطره‌ها وقتی سرد می‌شوند شبیه قطرات پارافین روی شمع می‌باشند. برای جلوگیری از افتادن حوضچه مذاب جوش باید به لبه پیشرو حوضچه مذاب جوش دقت شود. با حرکت رو به بالای جوشکاری، لبه دنباله‌دار به صورت ثابت منجمد می‌شود و با تشکیل یک دیواره حمایت‌کننده حوضچه مذاب جوش را نگاه می‌دارد.



شکل ۳-۷۸- جوش عمودی اثرات حرارت خیلی زیاد را نشان می‌دهد.



## جوشکاری اتصال لب روی هم در وضعیت عمودی (پیش‌دستی)

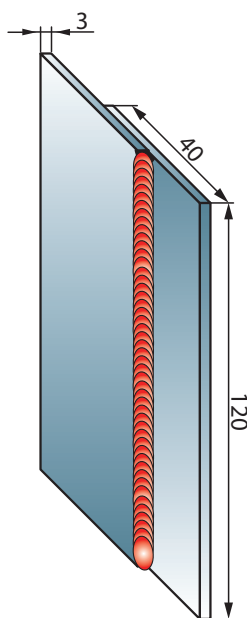
**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)).

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوش‌کاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، و گیره فیکسچر جوشکاری را تهیه کنید.

**مواد مورد نیاز:** دو قطعه ورق فولاد معمولی St37 به ابعاد  $120 \times 40 \times 2$ ، سیم جوش مس وار G1-G11 به قطر ۲ میلی‌متر

## شروع کار:

- ۱- دو قطعه را به اندازه (حداقل ۴ برابر ضخامت) روی هم قرار دهید.
- ۲- ابتدا و انتهای دو قطعه را به هم خال جوش نمایید و سپس با استفاده از چکش و سندان، دو لبه را باهم جفت کنید تا بین دو قطعه فاصله‌ای نباشد.
- ۳- قطعه کار را، بر روی گیره به صورت عمودی ببندید، به نحوی که ارتفاع قطعه که به گیره بسته‌اید در محدوده‌ای باشد که جوشکاری برایتان راحت باشد.



شکل ۳-۷۹

۴- جوشکاری را شروع کنید. در ابتدا باید مشعل با قطعه کار زاویه ۹۰ درجه تشکیل دهد تا حوضچه مذاب به وجود آید. پس از تشکیل حوضچه مذاب سیم جوش را از بالا وارد حوضچه کنید. در موقع جوشکاری زاویه مشعل نسبت به کار ۴۵ درجه و زاویه سیم جوش با مشعل ۶۰ درجه باشد.

۵- در حین جوشکاری شعله را بر روی قطعه‌ای که در زیر است متمرکز کنید و از تمرکز شعله روی قطعه بالایی خودداری کنید زیرا باعث سوختگی لبه‌های قطعه کار می‌شود.

۶- جوشکاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث نمایید. با اضافه کردن سیم جوش به مذاب، چاله جوش را پر کنید.

۷- در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

### جوشکاری زاویه خارجی ورق‌های فولادی در حالت عمودی با روش پیش‌دستی

کار  
کارگاهی ۱۳



**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی)).

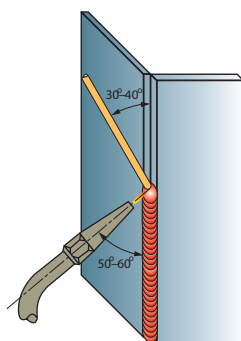
**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوش کاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوش کاری، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوش کاری را تهیه کنید.

**مواد لازم:** دو ورق فولادی St۳۷ به ابعاد ۱۰۰×۴۰×۲ میلی‌متر

### شروع کار:

۱- دو قطعه را مانند سقف شیب‌دار به هم تکیه دهید، دو سر درز اتصال را خال جوش بزنید و قطعه کار را در گیره به‌طور عمود قرار دهید به نحوی که ارتفاع کار برای قد شما مناسب بوده و اجرای جوش کاری ساده باشد.

۲- جوشکاری را از پایین به بالا شروع کنید. در ابتدای جوش کاری باید زاویه بین مشعل و قطعه کار ۹۰ درجه باشد تا حوضچه مذاب تشکیل شود. پس از تشکیل حوضچه مذاب، سیم جوش را از بالا به درون حوضچه فرو ببرید. زاویه مشعل نسبت به کار ۶۰-۵۰ درجه و زاویه سیم جوش با مشعل در حدود ۶۰ درجه باشد.



شکل ۳-۸۰

۳- جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید، در انتهای کار کمی مکث کنید و با اضافه کردن سیم جوش بیشتر به حوضچه جوش، چاله جوش را پر کنید.

۴- در پایان، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

### جوشکاری سپری ورق های فولادی در حالت عمودی با روش پیش دستی

کار  
کارگاهی ۱۴



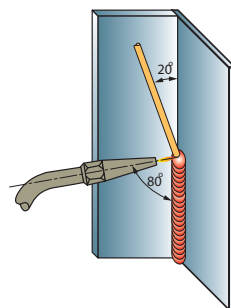
**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی)).

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوش کاری اکسی استیلن، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

**مواد مورد نیاز:** ورق فولادی St37 تمیز و عاری از اکسید ...، به ابعاد  $100 \times 40 \times 2$  میلی متر - سیم جوش مس وار G1-G11

### شروع کار:

- ۱- قطعات را به روی هم قرار دهید و قطعه بالایی را به وسیله نگهدارنده تسمه ای شکاف دار F مانند را به صورت عمود بر هم نگه دارید.
- ۲- قطعه کار را به وسیله گیره به طور عمودی قرار دهید که بالاترین نقطه، در مقابل صورت شما قرار گرفته باشد.
- ۳- از طرف پایین به بالا شروع به جوشکاری نمایید. در ابتدا مشعل را به طور قائم نگه دارید تا حوضچه مذاب تشکیل شود. پس از تشکیل حوضچه، سیم جوش را از بالا وارد حوضچه کنید. توجه داشته باشید مشعل و سیم جوش در صفحه نیم سازه زاویه دو قطعه قرار داشته باشد. لبه های قطعه کار را ذوب کرده و سیم جوش را به طور مرتب وارد حوضچه مذاب کنید، تا اتصال با گرده مناسب ایجاد شود.



شکل ۳-۸۱

- ۴- جوش کاری را تا انتها درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.
- ۵- در پایان کار جوش کاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

### جوش های افقی

در ایجاد جوش های افقی همانند جوش های عمودی برای حمایت و نگه داشتن حوضچه مذاب جوش باید از بخشی از جوش استفاده کرد. دیواره ای که حوضچه مذاب جوش را نگه می دارد باید هم زمان با تولید حوضچه در ناحیه زیر حوضچه تشکیل گردد تا بتواند مهره های جوش یکنواختی را ایجاد نماید.



شکل ۳-۸۲- یک طرح موج «J» شکل در جوش های افقی

### جوشکاری لب روی هم افقی (پیش دستی)

**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول های آتش نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، کلاه ساده (نخی یا کتان) ظرف آب و آب صابون (جهت نشست یابی)) تهیه کنید.

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، گیره یا فیکسچر جوشکاری و قطعه فولادی جهت ثابت کردن قطعات را تهیه کنید.

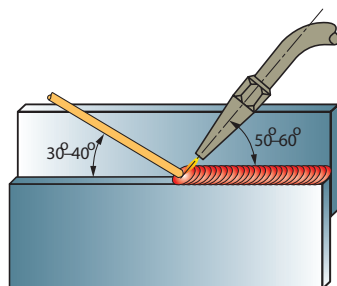
**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق فولاد St37 به ابعاد  $120 \times 40 \times 2$  - سیم جوش مس وار G11-G1 به قطر ۲ میلی متر

### شروع کار:

- ۱- دو قطعه را به اندازه (حداقل ۴ برابر ضخامت) روی هم قرار دهید.
- ۲- ابتدا و انتهای دو قطعه را به هم خال جوش نمایید و سپس با استفاده از چکش و سندان، دو لبه را با هم جفت کنید تا بین دو قطعه فاصله ای نباشد.
- ۳- قطعه را در گیره مناسب قرار دهید که درز جوش موازی سطح زمین و روبه روی شما به نحوی قرار گیرد تا اجرای جوشکاری ساده و راحت باشد.
- ۴- جوشکاری را از سمت راست به چپ شروع کنید. در ابتدای جوشکاری، مشعل با قطعه کار زاویه ۹۰ درجه تشکیل می دهد تا حوضچه جوش به وجود آید. پس از تشکیل حوضچه مذاب سیم جوش را به درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش مناسبی ایجاد گردد (میزان ذوب سیم جوش به ابعاد گرده جوش بستگی دارد).



۵- با توجه به زوایای داده شده در شکل ۵-۴۴، لبه‌های کار را ذوب کنید و جوشکاری را تا انتهای درز جوش ادامه دهید و در انتهای کار کمی مکث کنید و با ذوب اضافی سیم جوش چاله جوش را پر کنید.



شکل ۳-۸۳

۶- در پایان کار جوشکاری شعله را خاموش کنید، قطعه کار را از گیره باز کرده و آن را سرد نمایید و با برس سیمی اکسیدهای قطعه را تمیز نمایید.

### جوش‌های سقفی، جوش‌های بالاسری

هنگام جوشکاری در وضعیت سقفی استفاده از ابزار محافظت شخصی مناسب، شامل دستکش، آستین، پیش‌بند چرمی و سربند چرمی مهم است. در جوشکاری سقفی، حوضچه مذاب جوش توسط کشش سطحی روی ورق نگاه داشته می‌شود. به همان صورت که قطره آب بر روی ورق شیشه‌ای نگاه داشته می‌شود. اگر حوضچه مذاب جوش خیلی بزرگ گردد، قطرات بزرگ فلزی ممکن است سقوط کنند اگر مفتول جوشکاری درون حوضچه مذاب جوش فرو برده نشود ولی فرصت بیاورد که توسط شعله ذوب شود، قطرات مذاب سقوط خواهند کرد. تا زمانی که حوضچه جوش در کنترل باشد و سیم جوش به درستی اضافه شود، جوشکاری سقفی بی‌خطر خواهد بود.

### جوشکاری سپری ورق‌های فولادی در حالت سقفی با روش پیش دستی

**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل (عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، سربند چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت یابی))

کار  
کارگاهی ۱۶



**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوش کاری اکسی استیلن، سرمشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوش کاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ سوزن سرمشعل، برس سیمی، خط کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط کش، چکش ساده، گونیا، نگهدارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

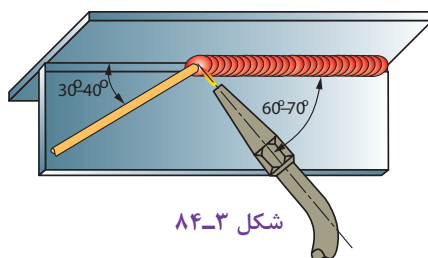
**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق فولادی St۳۷ به ابعاد ۱۰۰×۴۰×۲ میلی‌متر - سیم جوش مس‌وار G۱۱ - G۱

## شروع کار

۱- قطعه کار را به وسیله نگه‌دارنده تسمه‌ای شکاف‌دار به صورت عمود برهم نگه‌دارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال جوش بزنید.

۲- قطعه را به وسیله گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سرشما قرار داشته باشد.

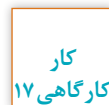
۳- از سمت راست به چپ شروع به جوش کاری نمایید. در ابتدا زاویه بین مشعل و قطعه کار در حدود ۸۰ درجه باشد تا حوضچه مذاب تشکیل شود، اما پس از به وجود آمدن حوضچه زاویه مشعل با کار را به ۶۰-۷۰ درجه تقلیل دهید و سیم جوش را به حوضچه مذاب اضافه کنید. زاویه سیم جوش با کار باید در حدود ۳۰-۴۰ درجه باشد و زاویه بین مشعل و سیم جوش را نیز تقریباً ۹۰ درجه تنظیم کنید.



شکل ۳-۸۴

۴- جوشکاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.  
۵- در پایان جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

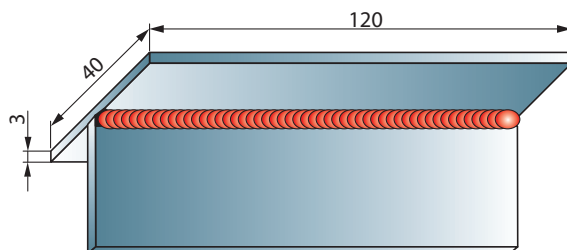
## جوشکاری سه پری در وضعیت سقفی (پس دستی)



**شرایط انجام کار:** کارگاه استاندارد مجهز به سیستم ایمنی (تهویه هوا، کپسول‌های آتش‌نشانی) و تجهیزات ایمنی شامل: عینک، پیش‌بند چرمی، جلیقه چرمی، دستکش چرمی، سربند چرمی، ظرف آب و آب صابون (جهت نشت‌یابی)

**ابزار و تجهیزات مورد نیاز انجام کار:** سیستم جوشکاری اکسی استیلن، سر مشعل مناسب با توجه به ضخامت قطعه کار، فندک جوشکاری، انبر برای گرفتن قطعات داغ، سوزن سر مشعل، برس سیمی، خط‌کش فلزی، سنبه‌نشان، سوزن خط‌کش، چکش ساده، گونیا، نگه‌دارنده ساخته شده از تسمه شکافته شده F مانند تهیه نمایید.

**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق فولادی St۳۷ به ابعاد ۱۰۰×۴۰×۲ میلی‌متر - سیم جوش مس‌وار G۱ - G۱۱  
**شروع کار**



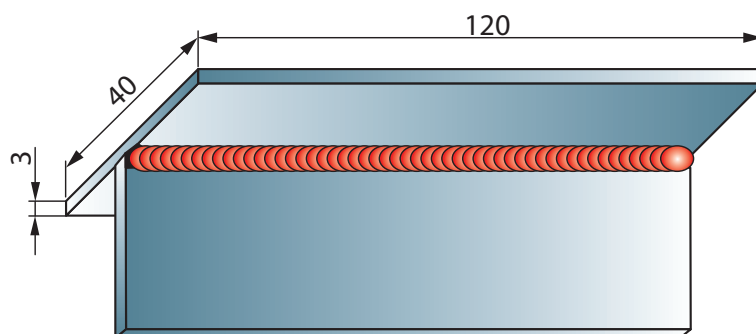
شکل ۳-۸۵

- ۱- قطعه کار را به وسیله نگه دارنده تسمه‌ای شکاف‌دار به صورت عمود برهم نگه دارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال جوش بزنید.
- ۲- قطعه را به وسیله گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سرشما قرار داشته باشد.
- ۳- از سمت چپ به راست شروع به جوش کاری نمایید. در ابتدا زاویه مشعل را به قطعه کار تحت زاویه ۹۰ درجه تشکیل نمایید تا حوضچه مذاب تشکیل شود و پس از ایجاد حوضچه مذاب سیم جوش را درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش ایجاد شود. مشعل در کناره‌ها با مکث همراه باشد تا سیم جوش در کناره‌ها ذوب شود.
- ۴- جوش کاری را تا انتهای درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.
- ۵- در پایان کار جوشکاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

### عیوب جوشکاری با شعله گاز

جدول ۳-۹- عوامل مؤثر در کاهش کیفیت جوش گاز	
عامل عیب	نوع عیب
سوختن ناقص گاز	گرمای کافی در حوضچه مذاب ایجاد نمی‌کند و در جوش کاری فولادها باعث افزایش کربن در فلز جوش می‌شود.
شعله اکسیدی	شعله با اکسیژن بیشتر از اندازه موجب اکسید شدن و ایجاد حالت شکنندگی در جوش می‌شود.

**مواد مورد نیاز:** ۲ عدد ورق فولادی St۳۷ به ابعاد ۱۰۰×۴۰×۲ میلی‌متر - سیم جوش مس‌وار G۱۱ - G۱ شروع کار



شکل ۳-۸۶

- ۱- قطعه کار را به وسیله نگهدارنده تسمه‌ای شکاف‌دار را به صورت عمود برهم نگهدارید و ابتدا و انتهای اتصال را خال بزنید.
- ۲- قطعه را به وسیله گیره در وضعیت سقفی محکم کنید به نحوی که قطعه‌های کار در مقابل سرشما قرار داشته باشد.
- ۳- از سمت چپ به راست شروع به جوش کاری نمایید. در ابتدا زاویه مشعل را به قطعه کار تحت زاویه ۹۰ درجه تشکیل نمایید تا حوضچه مذاب تشکیل شود و پس از ایجاد حوضچه مذاب سیم جوش را درون حوضچه فرو ببرید تا گرده جوش ایجاد شود. مشعل در کناره‌ها با مکث همراه باشد تا سیم جوش در کناره‌ها ذوب شود.
- ۴- جوش کاری را تا انتها درز اتصال ادامه دهید و در انتها کمی مکث کنید تا چاله جوش پر شود.
- ۵- در پایان کار جوش کاری، شعله را خاموش کرده و قطعه را از گیره فیکسچر باز و آن را سرد کنید، سپس با برس سیمی اکسیدهای آن را تمیز کنید.

#### عیوب جوش کاری با شعله گاز

جدول ۳-۱۰ عوامل مؤثر در کاهش کیفیت جوش گاز	
عامل عیب	نوع عیب
سوختن ناقص گاز	گرمای کافی در حوضچه مذاب ایجاد نمی‌کند و در جوش کاری فولادها باعث افزایش کربن در فلز جوش می‌شود.
شعله اکسیدی	شعله با اکسیژن بیشتر از اندازه موجب اکسید شدن و ایجاد حالت شکنندگی در جوش می‌شود.
عدم انتخاب سرمشعل مناسب جوشکاری	انتخاب سرمشعل مناسب نیز نقش مؤثر در کیفیت جوش دارد. سرمشعل بزرگ‌تر با شعله کوچک سبب ناپایداری شعله و قطع و وصل آن شده و مذاب را به اطراف می‌پاشد. استفاده از مشعل کوچک باعث کاهش راندمان جوشکاری و کوچک شدن حوضچه مذاب شده و نفوذ ناکافی را در اتصال جوش به دنبال خواهد داشت.
عدم تمیزی سطح کار	چون اکسیدهای فلزی دیرذوب بوده، مانع پیشروی مذاب در درز جوش شده و باعث آلودگی اکسیدی در حوضچه مذاب می‌شود و چنانچه اکسیدها در فلز جوش حل شوند جوش دچار ترک و شکست خواهد شد.

کنترل حوضچه مذاب، سرعت پیشروی جوشکاری و مقدار رسوب (فلز جوش) توسط جوش کار انجام می‌شود لذا جوشکاران باید از مهارت کافی برخوردار بوده و اجرای صحیح جوشکاری بدون عیب را همیشه مد نظر داشته باشند.

شرح کار: جوشکاری سه پلیت فولادی به صورت لب به لب و سه پری در وضعیت تخت.			
استاندارد عملکرد: جوشکاری قطعات با طرح اتصال های مختلف با روش اکسی استیلن در تمام وضعیت ها با توجه به نقشه و رویه جوشکاری			
<p>شاخص ها:</p> <p>- هم راستائی، میزان بودن فاصله قطعات، هم سطح بودن دو قطعه، زاویه درست</p> <p>- خال جوش هم اندازه ، ذوب کامل خال جوش ها</p> <p>- جوش با مهره های منظم و گرده یکنواخت</p> <p>- جوش با مهره های منظم، گرده یکنواخت، ذوب کامل سیم جوش و قطعه کار</p> <p>- ایجاد جوش بدون عیب</p>			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری اکسی استیلن استاندارد، تجهیزات کامل جوشکاری اکسی استیلن، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابه جایی قطعات			
زمان : دو ساعت			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی دستگاه	۲	
۲	آماده سازی قطعات	۱	
۳	جوشکاری	۲	
۴	تمیز کاری	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتشزا و انفجاری، ایمنی فرایند		
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.			

## پودمان ۴

### جوش برنج



جوشکاری فلزات غیر همجنس مانند مس به فولاد، چدن به نیکل و یا حتی فلزات رنگی توسط فرایندهای جوشکاری ذوبی دشوار و یا حتی غیر ممکن میباشد، اما توسط فرایند زرد جوش، جوشکاری فلزات غیر هم جنس و فلزات رنگی می تواند صورت بگیرد.

### جوش برنج

### آیا تا به حال پی برده‌اید؟

چه تفاوت‌هایی بین لحیم کاری و جوشکاری وجود دارد؟  
چه تفاوت‌هایی بین زردجوش و جوشکاری وجود دارد؟  
چرا جوشکاری فلزات غیر همجنس توسط فرایندهای ذوبی دشوار است؟  
کاربرد زرد جوش چیست و به چه منظور استفاده می‌شود؟

### استاندارد عملکرد:

فرایند زرد جوش عموماً برای جوشکاری قطعات غیر همجنس و فلزاتی که جوش پذیری خوبی ندارند مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین این فرایند بطور گسترده برای تعمیر قطعات شکسته شده بخصوص قطعات چدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پودمان تفاوت‌های بین لحیم کاری، زرد جوش و جوشکاری را بیان می‌کند و تمرین‌هایی مطابق استاندارد در این قسمت تهیه و طراحی شده است که با انجام تمرین‌های این بخش به مهارت کافی در اجرای جوشکاری زرد جوش دست پیدا خواهید کرد.

اتصال قطعات فلزی با به کارگیری جوش کاری اکسی استیلن

## مقایسه لحیم کاری نرم، لحیم کاری سخت، زرد جوش و جوشکاری



### لحیم کاری نرم (Soldering)

فرایندی دو قطعه به یکدیگر از طریق ذوب و انجماد یک آلیاژ زود ذوب در دمای کمتر از ۴۵۰ درجه سلسیوس را لحیم کاری نرم می گویند. در لحیم کاری (برخلاف جوشکاری) فلز پایه ذوب نمی شود و فقط فلز پرکننده ذوب می شود.



### لحیم کاری سخت (Brazing)

فرایندی که فلزات توسط ذوب فلز پرکننده در دمای بالای ۴۵۰ درجه سلسیوس به همدیگر پیوند داده می شوند. در این فرایند دمای ذوب فلز پایه بیشتر از گرمای ایجاد شده است و به عبارتی فلز پایه در این فرایند ذوب نمی شود. فلز پرکننده در این فرایند معمولاً آلیاژهای نقره، آلومینیم، طلا، مس، کبالت و نیکل می باشد. در لحیم کاری سخت پنج پارامتر طرح اتصال، فلز پایه، فلز پرکننده، منبع گرمایی، نوع اتمسفر بسیار مهم است و باید مورد توجه قرار بگیرد.



### زرد جوش (Braze welding)

فرایندی که در آن فلزات مورد اتصال توسط منبع گرمایی دچار ذوب سطحی شده و فلز پرکننده با نقطه ذوب کمتر در اثر گرمای اعمالی ذوب و به محل متصل می شود که توسط خاصیت ترشوندگی به محل اتصال می چسبد و پس از انجماد اتصال صورت می گیرد. فرایند زرد جوش عموماً برای تعمیرات، به خصوص قطعات چدنی کاربرد دارد.



### جوشکاری (Welding)

فرایندی که فلزات توسط منبع گرمایی ذوب می شوند و با فلز پرکننده آمیخته شده و پس از انجماد اتصال صورت می گیرد.



## جوشکاری برنج یا زرد جوش (Braze Welding)

زردجوش همانند لحیم کاری سخت در دمای بالای ۴۵۰ درجه انجام می شود ولی برخلاف لحیم کاری سخت، در زرد جوش فلز پرکننده (بدون نیاز به موئینگی و کشش سطحی) در محل اتصال رسوب می کند. علت نامگذاری این روش به کارگیری فلز برنج با رنگ زرد به عنوان پر کننده است اما توجه به این نکته ضروری است که چنانچه فلز پایه برنج باشد این روش جوش برنج (Brass Weld) و چنانچه غیر برنج باشد آنرا زرد جوش (Braze Weld) می نامند. در شکل (۶-۱) تجهیزات و فرایند زرد جوش نشان داده شده است.



شکل (۶-۱) تجهیزات و فرایند زرد جوش

این فرایند در ابتدا با استفاده از شعله و گاز سوختنی انجام می شد اما اخیراً توسط روشهای دیگر نظیر (GTAW)، (CABW)، (GMAW)، (PAW) صورت می پذیرد.

روش اعمال گرما	نوع محافظت	فرایند
شعله	فلاکس	جوشکاری اکسی استیلن
قوس الکتریکی	گاز محافظ	GMAW, PAW, GTAW

نمونه از جوش‌های ایجاد شده توسط فرایند زرد جوش در شکل (۶-۲) نشان داده شده است.

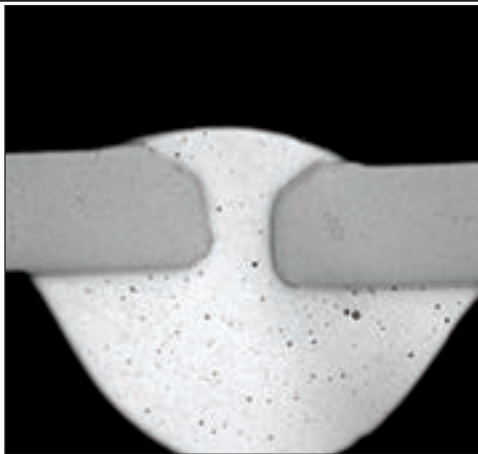
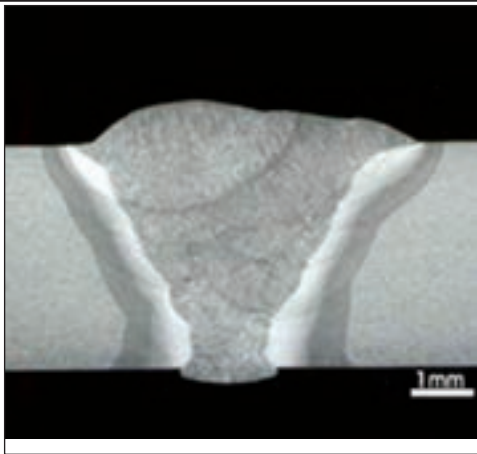


شکل (۶-۲) نمونه از جوش‌های ایجاد شده توسط فرایند زرد جوش

در شکل زیر چه تفاوت‌هایی بین اتصال جوشکاری و زرد جوش مشاهده می‌کنید؟ (سه مورد بنویسید)

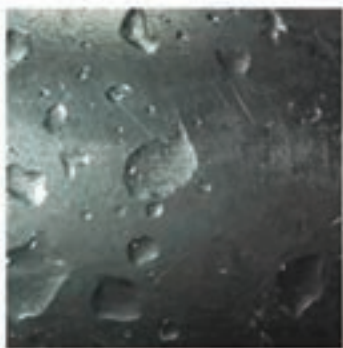
بحث  
کلاسی



اتصال زرد جوش	اتصال جوشکاری	
		شکل
<p>..... ۱</p> <p>..... ۲</p> <p>..... ۳</p>		تفاوت

## خاصیت ترشوندگی (Wetting)

چرا قطرات آب بر روی ساق و برگ درختان نسبت به فلزات کمتر پخش می‌شوند؟ در شکل‌های (۶-۳) و (۶-۴) این موضوع نشان داده شده است.

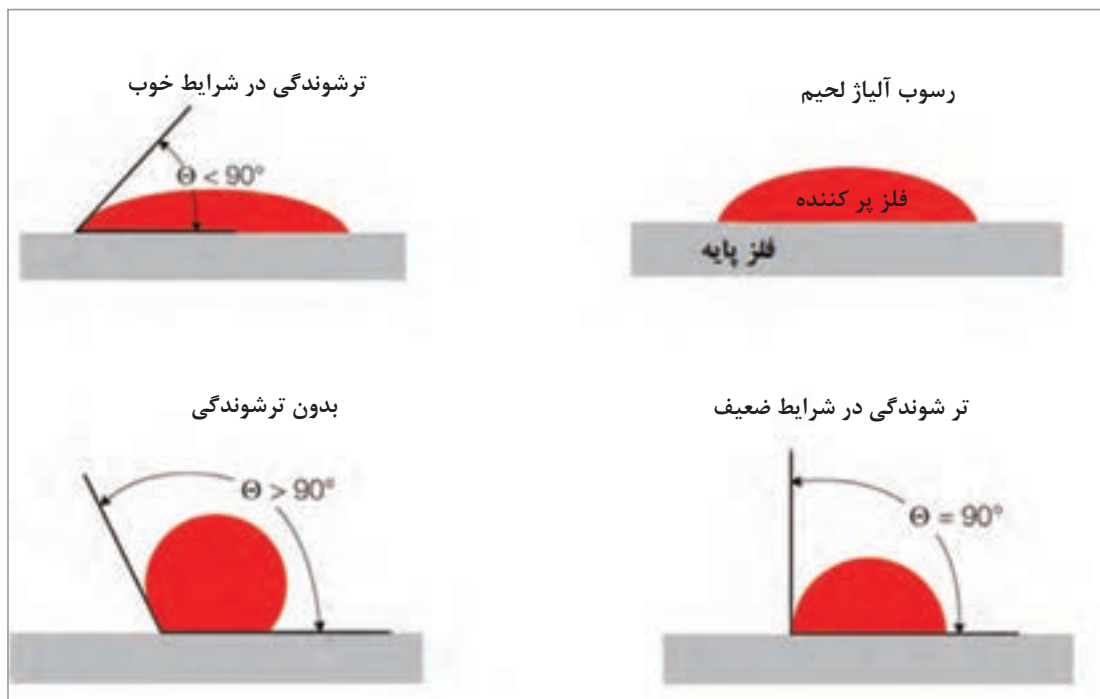


شکل (۶-۴) قطرات آب بر روی سطح فلز



شکل (۶-۳) قطرات آب بر روی ساقه برگ درخت

شکل (۶-۵) خاصیت ترشوندگی در شرایط مختلف نشان می‌دهد.



شکل (۶-۵) خاصیت ترشوندگی در شرایط مختلف

در جدول زیر فلزات هم‌جنس و غیر هم‌جنس را که امکان جوشکاری آنها با فرایند زرد جوش وجود دارد را کامل کنید.



فلزات غیر هم‌جنس	فلزات هم‌جنس
چدن را می‌توان به نیکل توسط زرد جوش اتصال داد.	فولاد را می‌توان به فولاد توسط زرد جوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.
..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.	..... را می‌توان به ..... توسط زرد جوش اتصال داد.

## اصول فرایند زرد جوش

- سطح عاری از رنگ و چربی
- گرم کردن محل اتصال
- اضافه کردن روانساز
- به کارگیری همزمان فلز پر کننده و روانساز

### نکته

درز اتصال باید به قدری گرما ببیند تا به صورت سطحی ذوب بشود. شکل (۶-۷) تصویری از زرد جوش را نشان می‌دهد.



شکل (۶-۷) ذوب کردن فلز پایه و فلز پرکننده

## تجهیزات (EQUIPMENT)

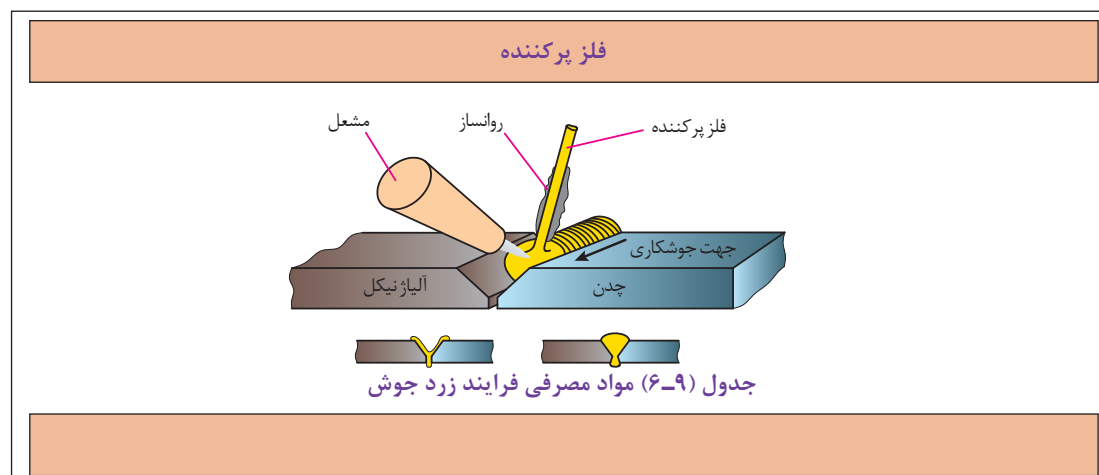
تجهیزات فرایند زرد جوش مشابه لحیم کاری سخت و جوشکاری است و شامل کپسول اکسیژن، کپسول گاز سوختنی (استیلن)، مشعل، رگولاتور کاهنده فشار و شیلنگ‌ها می‌باشد. شکل (۶-۸) تجهیزات زرد جوش را نشان می‌دهد.



شکل (۶-۸) تجهیزات مورد استفاده فرایند زرد جوش

## مواد مصرفی (Consumables of Materials)

جدول (۶-۹) مواد مصرفی در فرایند زرد جوش را نشان می‌دهد.



## فلز پرکننده (Filler Metal)

فلز پرکننده معمولاً بر مبنای ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی و خواص فیزیکی فلز پایه انتخاب می‌شوند. فلز پرکننده مورد استفاده عموماً برنج است که حاوی ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی است. ممکن است مقدار کمی قلع، آهن و منگنز نیز به آن اضافه شود تا به توزیع مذاب بهبود ببخشد، همچنین اضافه کردن حدود ۱۰٪ نیکل باعث افزایش استحکام و سفید تر شدن رنگ جوش می‌شود.

هنگامی که از فلز پرکننده برنز استفاده می‌شود جوش حاصل، شکل‌پذیری بیشتری نسبت به برنج دارد. همچنین استفاده از فلزات پرکننده برنز- فسفر و مس - نیکل می‌تواند جوشی همراه با کمی تخلخل ایجاد کند. جدول ۶-۱

جدول (۶-۱) خواص و کاربرد پیشنهادی فلزات پرکننده در فرایند زرد جوش				
ردیف	دسته بندی طبق استاندارد AWS	استحکام کششی (MPa)	نقطه ذوب (°C)	کاربرد
۱	RBCuZn - A	۲۷۵	۸۹۹	اتصال برنز به مس، اتصال برنز به تیوپ‌های فولادی، چدن‌ها و فولادهایی توسط عملیات کشش عمیق تولید شده اند.
۲	RBCuZn - B	۳۴۴	۸۸۲	فولادهای کار شده، چدن، مس و فولادهای با استحکام بالا.
۳	RBCuZn - C	۳۴۴	۸۸۸	از لحاظ تشابه رنگی با رنگ فولاد آرام، چدن، و فولادهای کار شده بهترین است.
۴	RBCuZn - D	۴۱۳	۹۳۵	از لحاظ استحکام و تشابه رنگی با چدن و فولاد کار شده کاربرد دارد.
۵	RBCuSi - A	۳۴۴	-	برای اتصال آهن و ورق‌های فلزی کاربرد دارد.

**الف)** فلز پرکننده برنز (Bronze) یک آلیاژ است که از عناصر ..... و ..... تشکیل شده است.  
**ب)** فلز پرکننده برنج (Brass) یک آلیاژ است که از عناصر ..... و ..... تشکیل شده است.

ماده‌ای که برای انحلال اکسید و سایر عناصر نامناسب باقیمانده در سطح قطعه و جلوگیری از اکسید شدن عمل می‌کند فلاکس یا روانساز نام دارد. روانساز مورد استفاده برای لحیم‌کاری سخت باید دارای ترکیباتی باشد که هم فلز پرکننده و هم قطعه مورد اتصال را هنگام عملیات زرد جوش تمیز نگه دارد و تفاوت این فلاکس‌های مورد استفاده در زرد جوش در دمای ذوب آنها است به اینصورت که از دمای ذوب فلاکس‌های رایج در لحیم‌کاری سخت بیشتر باشد. جدول (۲-۶) فلاکس‌های مورد استفاده در لحیم‌کاری سخت و زرد جوش را نشان می‌دهد. J-FB<sup>۳</sup> از پرکاربردترین فلاکس‌های مورد استفاده در زرد جوش می‌باشد که دو حرف اول نام روانسازها با حروف اختصاری FB نشان داده می‌شوند که نشانگر Flux می‌باشد. حرف سوم نشانگر کاربرد روانساز برای فلز پایه می‌باشد و حرف چهارم نشان‌دهنده حالت روانساز است.

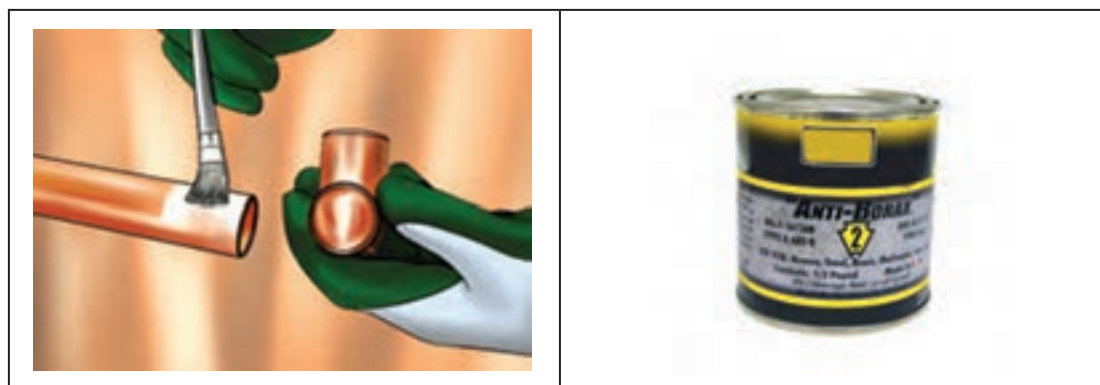


وظایف روانسازها را در جدول زیر کامل کنید:

ردیف	فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زرد جوش چه وظایفی دارند؟
۱	فلاکس‌ها باعث بهبود روانسازی و سیلان فلز پرکننده در حین جوشکاری می‌شوند.
۲	
۳	
۴	

فلاکس‌ها به یکی از روش‌های زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در شکل‌های (۶-۱۰) و (۶-۱۱) طریقه استفاده از روانساز را به صورت فرو بردن فلز پرکننده در فلاکس و اعمال روانساز با قلم را نشان می‌دهد.

۱	فلز پرکننده گرما داده می‌شود تا داغ بشود سپس داخل ظرف فلاکس غوطه ور می‌شود به‌طوری‌که فلاکس بروی آن بچسبد و فلاکس و فلز پرکننده همزمان در محل اتصال مورد استفاده قرار گیرد.
۲	فلاکس می‌تواند با استفاده از قلم پیش از انجام جوشکاری در محل اتصال اعمال شود.
۳	فلز پرکننده می‌تواند توسط پوششی از فلاکس پوشانده شود و در محل اتصال اعمال شود.
۴	فلاکس‌ها می‌توانند داخل گاز سوختنی اعمال شوند و عملیات محافظت را انجام دهند.



شکل (۶-۱۱) اعمال روانساز با قلم

شکل (۶-۱۰) فرو بردن قلم در ظرف فلاکس

فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زرد جوش طبق استاندارد AWS A5.31 در جدول (۶-۲) زیر نشان داده شده است.

جدول (۶-۲) فلاکس‌های مورد استفاده در فرایند زرد جوش طبق استاندارد AWS A5.31				
شماره	کلاس بندی AWS	شکل فلاکس	نوع فلز پرکننده	درجه سلسیوس
۱	FB1_A	پودری	BALSi	۶۱۵-۵۸۰
۲	FB1_B	پودری	BALSi	۶۱۵-۵۶۰
۳	FB1_C	پودری	BALSi	۶۱۵-۵۴۰
۴	FB2_A	پودری	BMg	۶۲۰-۴۸۰
۵	FB3_A	تیوپ	BAg, BCu	۸۷۰-۵۶۵
۶	FB3_J	پودری	BAg, BCu, BNi, BAu, RBcuZn	۷۶۰-۱۲۰۵



## مراحل اصلی زرد جوش

- ۱- تمیز کاری پیش از جوش کاری
- ۲- انتخاب فلز پرکننده
- ۳- انتخاب روانساز
- ۴- انتخاب فیکسچر
- ۵- پیش گرما
- ۶- انتخاب منبع گرما
- ۷- گرمادهی به فلز پایه
- ۸- انجام جوش کاری
- ۹- تمیز کاری بعد از جوش کاری
- ۱۰- کنترل نهایی

### تمیز کاری پیش از جوش کاری

سطح اتصال از هر نوع، اکسید، گریس روغن، رنگ و دیگر مواد که ممکن است باعث جلوگیری از ترشوندگی شود و باعث کاهش کیفیت گردد، باید توسط فرایندهای مکانیکی، شیمیایی و یا آب داغ پاک شود. شکل های (۶-۱۲) و (۶-۱۳) ابزارهای مکانیکی و محلول های شیمیایی را جهت تمیز کاری نشان می دهد.



شکل (۶-۱۳) تمیز کاری توسط محلول های شیمیایی



شکل (۶-۱۲) تمیز کاری توسط ابزارهای مکانیکی

### انتخاب فلز پرکننده

فلزات پرکننده معمولاً بر مبنای ترکیب شیمیایی، خواص مکانیکی و خواص فیزیکی فلز پایه انتخاب می‌شوند. فلز پرکننده مورد استفاده عموماً برنج است که حاوی ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی است. جدول (۶-۳) ترکیب شیمیایی فلز پرکننده در فرایند زرد جوش را نشان می‌دهد.

جدول (۶-۳) ترکیب شیمیایی فلز پرکننده در فرایند زرد جوش بر اساس استاندارد AWS

AWS Classification	AWS Specification	UNS Numbers <sup>a</sup>	C	Cu	Zn	Sn	Fe	Ni + Co	Mn	Ti	Al	Si	S	Pb	P	Other Elements, Total
ERCuAl-A2	AS.7	C61800	—	Rem. <sup>2</sup>	0.02	—	1.50	—	—	—	8.50–11.00	0.10	—	0.02	—	0.50
ERCuSi-A	AS.7	C65600	—	Rem.	1.0	1.0	0.50	—	1.5	—	0.01	2.8–4.0	—	0.02	—	0.50
ERCuNi	AS.7	C71580	—	Rem.	—	—	0.45–0.75	29.0–32.0	1.0 (max.)	0.20–0.50	—	0.25	0.01	0.02	0.02	0.50
BNi-3 <sup>b</sup>	AS.8	N99630	0.06–max.	—	—	—	0.5–max.	Rem.	—	0.05–max.	0.05–max.	4.0–5.0	0.02–max.	—	0.02–max.	0.50
ERNiCu-7	AS.14	N04060	0.15	Rem.	—	—	2.5	62.0–69.0	4.0	1.5–3.0	1.25	1.25	0.015	—	0.02	0.50
RBCuZn-A	AS.8	C47000	—	57.0–61.0	Rem.	0.25–1.00	—	—	—	—	0.01	—	—	0.05	—	0.50
RBCuZn-B	AS.8	C68000	—	56.0–60.0	Rem.	0.80–1.10	0.25–1.2	0.20–0.80	0.01–0.50	—	0.01	0.04–0.15	—	0.05	—	0.50
RBCuZn-C	AS.8	C618100	—	56.0–60.0	Rem.	0.80–1.10	0.25–1.2	—	0.01–0.50	—	0.01	0.04–0.15	—	0.05	—	0.50
RBCuZn-D	AS.8	C77300	—	46.0–50.0	Rem.	—	—	9.0–11.0	—	—	0.01	0.4–0.25	—	0.05	0.25	0.50
ENiCu-A	AS.15	W84001	0.35–0.55	35.0–45.0	—	—	3.0–6.0	50.0–60.0	2.30–max.	—	—	0.25–max.	0.025	—	—	1.00

### انتخاب روانساز

روانسازها به منظور تمیز کاری و جلوگیری از اکسید شدن سطح قطعه و جاری شدن بهتر سیالیت فلز پرکننده و به صورت پودری، تیوپ و دوغاب مورد استفاده قرار می گیرند. فلاکس ها بر اساس نوع فلز پرکننده و محدوده دمایی که در جدول (۶-۲) مشخص شده است مورد استفاده قرار می گیرد باید توجه داشت که روانسازها فقط بر اساس دسته بندی جدول (۶-۲) می توانند مورد استفاده قرار گیرند. رایج ترین روانسازهایی که در زرد جوش مورد استفاده قرار می گیرد روانساز (J-FB3) می باشد که به صورت پودر موجود است و برای فولادها، نیکل و آلیاژهای نیکل مورد استفاده قرار می گیرد. روانساز (J-FB3) حاوی ماده ای به نام براکس و فلوئورید و ذرات بور می باشد و گاهی آب به صورت رقیق به آن اضافه می شود. در شکل های (۶-۱۴) و (۶-۱۵) این نوع روانساز، و طریقه استفاده از آن در عملیات زرد جوش نشان داده شده است.

	
<p>شکل (۶-۱۵) استفاده از روانساز در زرد جوش</p>	<p>شکل (۶-۱۴) روانساز پودری مورد استفاده در زرد جوش</p>

### انتخاب فیکسچر

فیکسچر ابزاری است که قطعه کار را در حالت های مختلف می تواند نگه دارد تا عملیات جوشکاری را انجام داد. فیکسچر باعث افزایش سرعت تولید و دقت در مونتاژ قطعات می شود. در شکل (۶-۱۶) یک نوع فیکسچر در هنگام جوشکاری قطعات نشان داده شده است.



شکل (۶-۱۶) فیکسچر مورد استفاده شده در فرایند زرد جوش

## انتخاب منبع گرما

با توجه به نوع فرایند منبع گرمایی می تواند قوس الکتریکی و یا شعله انتخاب شود. در اکثر موارد از شعله اکسی استیلن به عنوان منبع گرما در فرایند زرد جوش استفاده می شود. شکل های (۶-۱۷) و (۶-۱۸) قوس الکتریکی و شعله اکسی استیلن را نشان می دهد.

## پیش گرما

قطعاتی مانند مس و چدن پیش از عملیات جوشکاری باید آنها را پیش گرم کرد تا بتوان جوش مناسبی ایجاد کرد. همچنین باید دقت داشت، تمرکز گرما زیاد بر روی قطعه باعث سوراخ شدن و یا ذوب شدن بیش از اندازه می شود. گرمادهی توسط ابزاری بنام ترمومتر یا گچ های حرارتی اندازه گیری و کنترل می شود. شکل های (۶-۱۹) و (۶-۲۰) استفاده از ترمومتر و گچ های حرارتی جهت گرمادهی را نشان می دهد.

شکل (۶-۱۷)  
استفاده از قوس الکتریکی



شکل (۶-۱۸)  
استفاده از شعله اکسی استیلن



شکل (۶-۱۹)  
اندازه گیری دما توسط گچ های حرارتی



شکل (۶-۲۰)  
اندازه گیری دما توسط ترمومتر

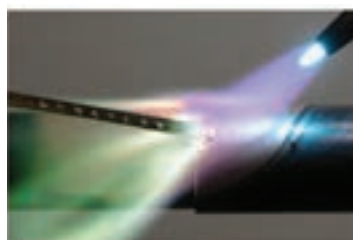


## انجام جوشکاری

- انتخاب سر مشعل
- فرو بردن سیم داغ داخل روانساز
- گرم کردن محل اتصال
- اضافه کردن فلز پر کننده
- پر کردن درز اتصال

شکل (۶-۲۱)

شکل (۶-۲۱) فرایند زرد جوش



عدم ترشوندگی



عدم ترشوندگی

اگر فلز پایه پیش گرمای مناسب نداشته باشد قطره مذاب مانند ساچمه ای روی سطح قرار می گیرد.

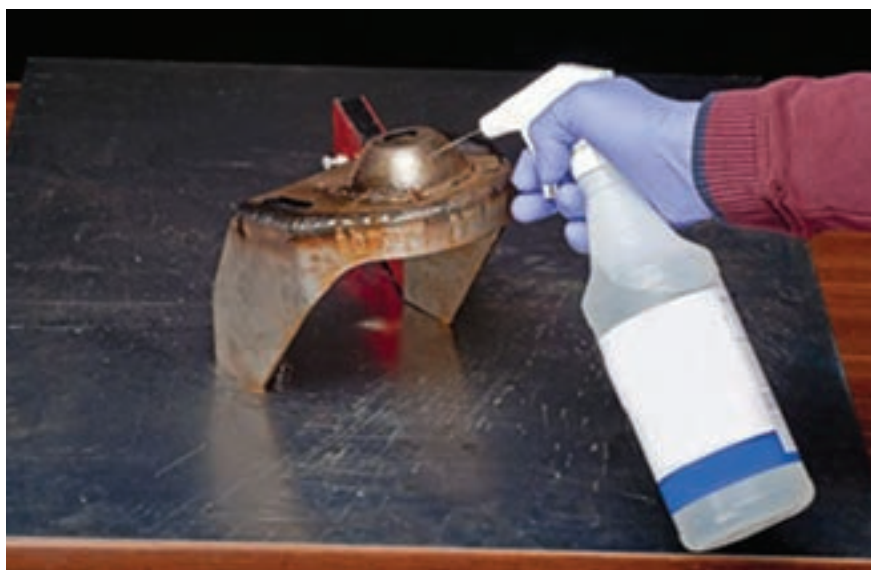
شکل (۶-۲۲) عدم ترشوندگی سطح فلز را به دلیل سرد بودن درز اتصال نشان می دهد.

نکته



### تمیزکاری بعد از جوشکاری

اغلب روانسازها علاوه بر اینکه سمی هستند چنانچه بر روی قطعات جوشکاری شده باقی بماند به مرور زمان در قطعه کار نفوذ کرده و ایجاد خوردگی می‌کنند. برای این منظور پس از پایان جوشکاری قطعات کار را توسط ابزارهای مکانیکی، آب گرم و محلول شیمیایی مناسبی که به نوع روانساز بستگی دارد، شست‌وشو می‌دهند. شکل (۶-۲۳)



شکل (۶-۲۳) تمیزکاری بعد از جوشکاری توسط محلول شیمیایی

### کنترل نهایی

کیفیت زرد جوش بستگی به آماده‌سازی طرح اتصال و اجرای مناسب جوش دارد. استفاده از طرح اتصال صحیح و رویه مناسب جوشکاری می‌تواند اتصالی مستحکم همانند فلز پایه را ایجاد کند. فلز پرکننده، تمیزکاری فلز پایه، تنظیم مناسب گاز سوختنی، کنترل صحیح گرمادهی و استفاده کافی از فلاکس نیز از عوامل مؤثر در کیفیت جوش می‌باشند. پس از انجام جوشکاری و تمیزکاری قطعات باید سالم بودن جوش را بررسی و کنترل نهایی کرد و اگر جوش از کیفیت مناسبی برخوردار نباشد، باید آن را تعمیر کرد و به رفع عیوب احتمالی پرداخت.

### چگونه مطمئن شویم جوش ایجاد شده کیفیت مناسب را دارد؟

در نظر بگیرید شخصی بر اثر تصادف پاهایش دچار شکستگی می‌شود و دیگر قادر به راه رفتن نخواهد بود، حال سؤال اینجاست که آیا این شخص با پاهای شکسته می‌تواند همچنان به شغل خود ادامه دهند و یا اینکه باید در خانه بماند و

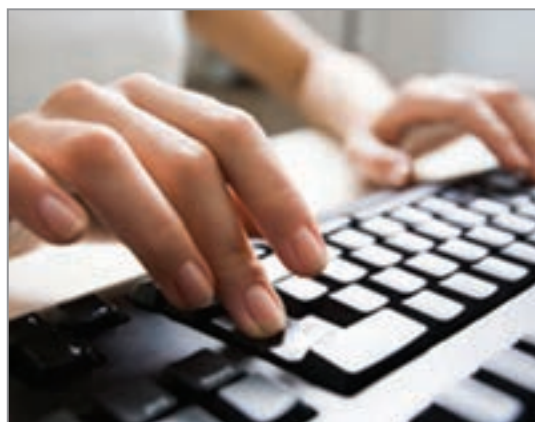




شکل (۶-۲۴) کسی که دچار شکستگی پا هست به این معنی نیست که هیچ فعالیتی نمی تواند بکند.



شکل (۶-۲۵) فوتبالیست اگر پاهایش بشکند دیگر نمی تواند فوتبال بازی کند (عیب).



شکل (۶-۲۶) یک تایپیست اگر پاهایش بشکند همچنان می تواند تایپ کند (نقص).

استراحت کند؟ پاسخ شما چیست؟ شکل (۶-۲۴).

برای پاسخ دادن به این سؤال، باید گفت تا شغل آن فرد را ندانید، نمی توانید درباره ادامه شغل آن فرد اظهار نظر کنید.

فرض کنید شغل آن فرد فوتبالیست است، یک فوتبالیست با پاهای شکسته قادر به انجام فوتبال نخواهد بود و نمی تواند شغل خود را ادامه دهد. بنابراین آن شخص با پاهای شکسته مناسب شغلش نخواهد بود. در این حالت که شخص سلامت کافی ندارد و نمی تواند وظایفش را انجام دهد و مناسب شغلش نیست می گوییم شخص دچار عیب (Defect) است شکل (۶-۲۵).

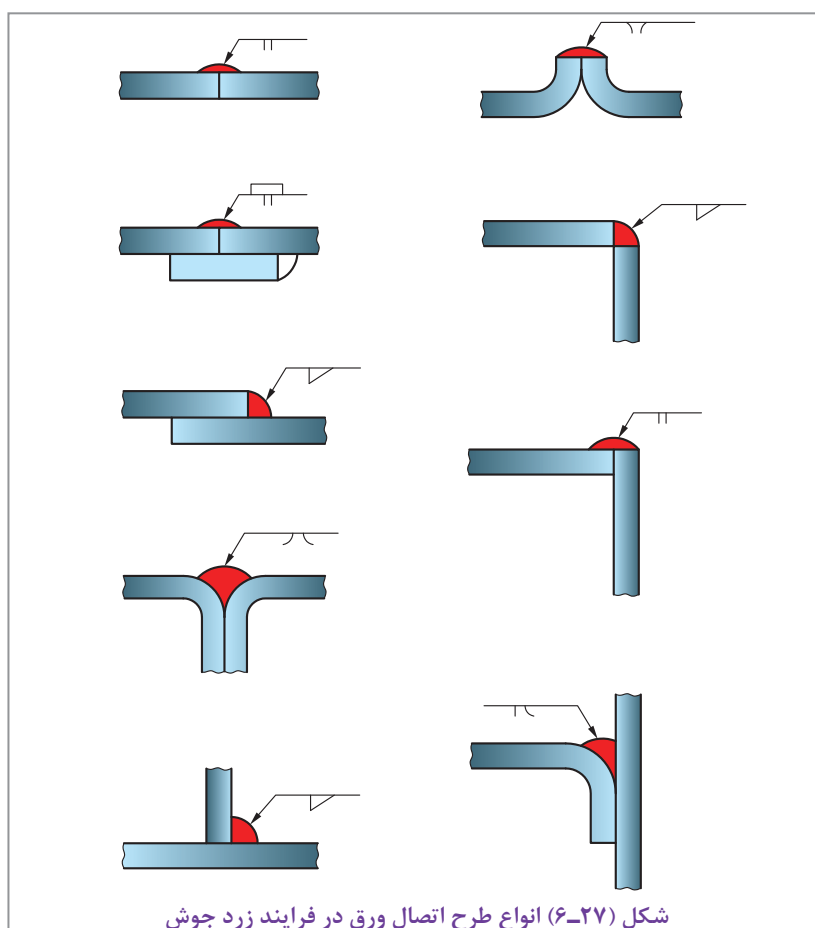
این بار فرض کنید شغل آن فرد تایپیست است و یک تایپیست با پاهای شکسته همچنان می تواند به شغل خود ادامه دهد چون دست های او برای تایپ کردن سالم است و عملی را که از یک تایپیست انتظار می رود را به خوبی می تواند انجام دهد. به عبارتی آن شخص با پاهای شکسته برای آن شغل مناسب است و پاهای شکسته نمی تواند او را از انجام وظایفش باز دارد. در این حالت که شخص سلامت کافی را ندارد ولی همچنان مناسب شغلش است و می تواند وظایفش را انجام دهد می گوییم دچار نقص است شکل (۶-۲۶).

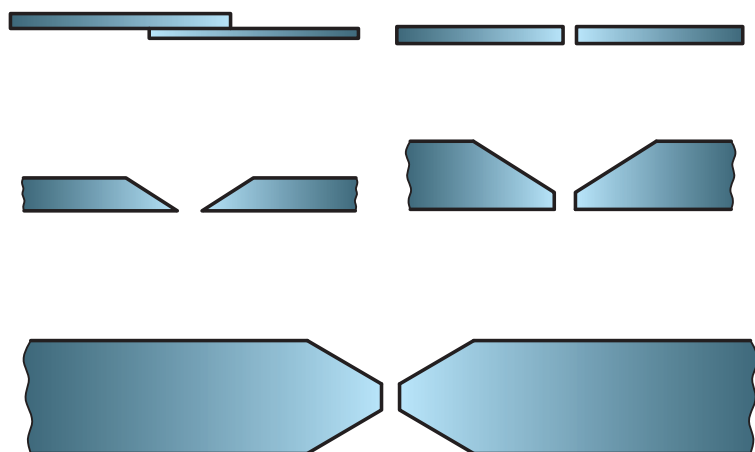
ناپیوستگی (discontinuities) در جوش کاری مانند پاهای شکسته آن فرد است و می تواند رفتار دوگانه ای داشته باشد و گاهی به صورت عیب و گاهی به صورت نقص در جوش ظاهر شود. پیش از آنکه بگوییم جوش دچار عیب است یا نقص باید بدانیم چه انتظاری از جوش می رود (آیا فوتبالیست است یا تایپیست؟) یعنی آن جوش در کجا به کار رفته؟

چه میزان نیرویی می‌خواهد تحمل کند؟ ..... بعد از اینکه دانستیم چه انتظاری از جوش می‌رود، در مورد عیب یا نقص آن می‌توانیم قضاوت کنیم. از فرایند زرد جوش عموماً برای جوش کاری قطعات نازک و تعمیرات قطعات استفاده می‌شود، بنابراین هنگامی که نیاز به تحمل نیروی زیاد جوش و جوشکاری قطعات ضخیم باشد، از این فرایند استفاده نمی‌شود. اگر ظاهر جوش سالم باشد و عیوب ظاهری که در فصل قبل به آن اشاره شد مشاهده نشود، جوش سالم است و انتظاری را که از زرد جوش می‌رود را برآورده می‌کند.

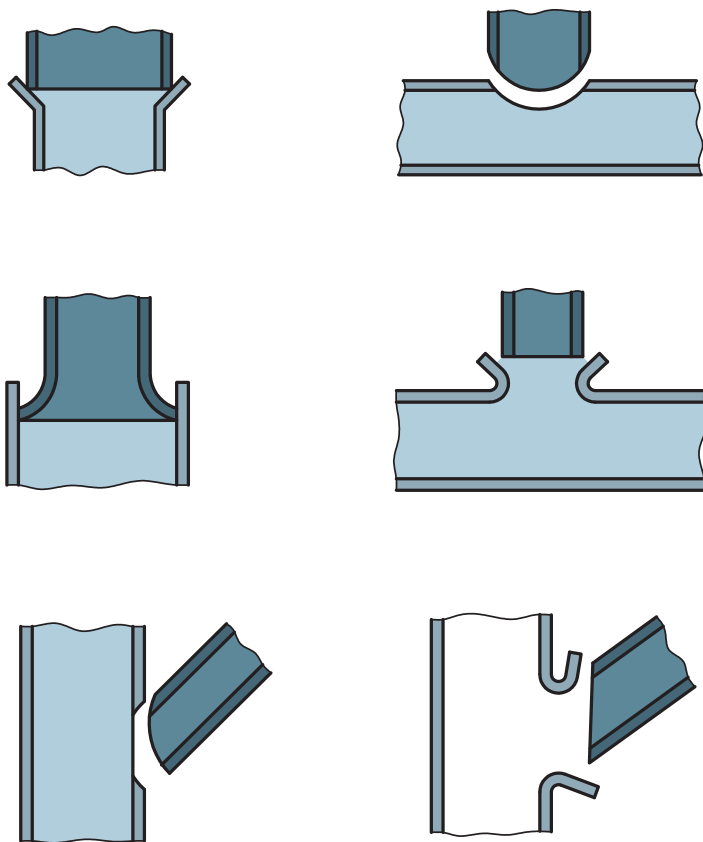
### آماده‌سازی اتصال (Joint Preparation)

طرح اتصال در زرد جوش شبیه به طرح اتصال در فرایندهای ذوبی است و محدوده تolerانس دقیق در درز جوش مانند لحیم‌کاری حساس نمی‌باشد. برای ضخامت‌های بیش از ۲ میلی‌متر (۳/۳۳ اینچ) در جوش‌های شیار پخ جناغی یک‌طرفه و یا دوطرفه با زاویه ۹۰ تا ۱۲۰ مورد نیاز است. اجرای جوش شیار با زاویه گفته شده در بالا می‌تواند یک اتصال محکم بین فلز جوش و فلز پایه ایجاد کند. جوش شیار بدون پخ ممکن است برای ضخامت ۲ میلی‌متر و کمتر مورد استفاده قرار بگیرد. طرح اتصالات مختلف در زرد جوش در شکل‌های (۶-۲۷) و (۶-۲۸) برای اتصالات لوله‌ای و در شکل (۶-۲۹) طرح اتصال برای اتصال ورق‌های فلزی نشان داده شده است.





شکل (۶-۲۸) انواع طرح اتصال ورق در فرایند زرد جوش



شکل (۶-۲۹) انواع طرح اتصال لوله در فرایند زرد جوش



### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی



#### ۱- تمیز کاری قطعات

- با استفاده از ابزارهای مکانیکی (برس سیمی، سنباده....)، محلول‌های شیمیایی، آب داغ ( آب داغ بهترین حلال برای حذف چربی می‌باشد) برای حذف زنگ زدگی، لایه‌های اکسید، رنگ و انواع کثافات دیگر، قطعات را تمیز و آماده جوش کاری کنید.

#### ۲- کنترل تجهیزات جوش کاری

- تجهیزات جوش کاری اعم از نوع گاز مصرفی، فشار داخلی کپسول‌ها، مشعل مناسب جهت جوش کاری، شیلنگ‌ها، پیش از انجام جوش کاری باید مورد بررسی قرار بگیرند و آماده جوش کاری شوند.

#### ۳- نکات ایمنی



- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می‌باشد که پیش از انجام جوش کاری باید مورد توجه قرار بگیرد.

- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوش کاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوش کاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوش کاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانان در کابین‌های مجاور نشود.

#### ۴- رعایت اصول فرایند زرد جوش

- پس از روشن کردن مشعل جوشکاری، با تنظیم نسبت مساوی اکسیژن و استیلن شعله خنثی ایجاد کنید.
- فلز پرکننده را با شعله داغ کنید و در تنه کار بزنید تا تنه کار به فلز پرکننده بچسبد.
- مخروط آبی رنگ را به محل اتصال نزدیک کنید به‌طوری که سطح قطعه کار گداخته شود و ذوب سطحی در قطعه کار ایجاد شود.
- فلز پرکننده را به سطحی که دچار ذوب سطحی شده است نزدیک کنید و تا فلز پرکننده ذوب شود و درز اتصال را پر کند.

- این کار را ادامه دهید تا فرایند جوشکاری کامل شود.

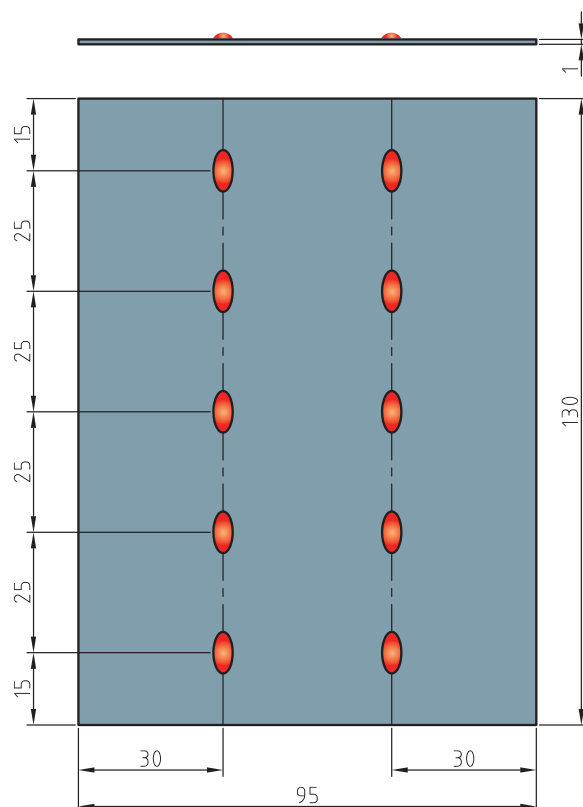
#### ۵- مسایل زیست محیطی



- مدیریت مواد مصرفی
- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها
- مدیریت استفاده از گازهای مصرفی



یک قطعه به ابعاد  $1 \times 95 \times 130$  از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی متر و روانساز پودری از جنس FB3-L انتخاب کنید و مطابق نقشه، خال جوش زدن را تمرین کنید.



## ابزارهای مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد حوضچه مذاب توسط مشعل جوشکاری در جدول زیر کامل کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

## ایجاد زرد جوش بر روی پلیت به صورت لب روی هم

### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی

#### ۱- تمیز کاری قطعات



#### ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری

#### ۳- نکات ایمنی



- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال دهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین های مجاور نشود.

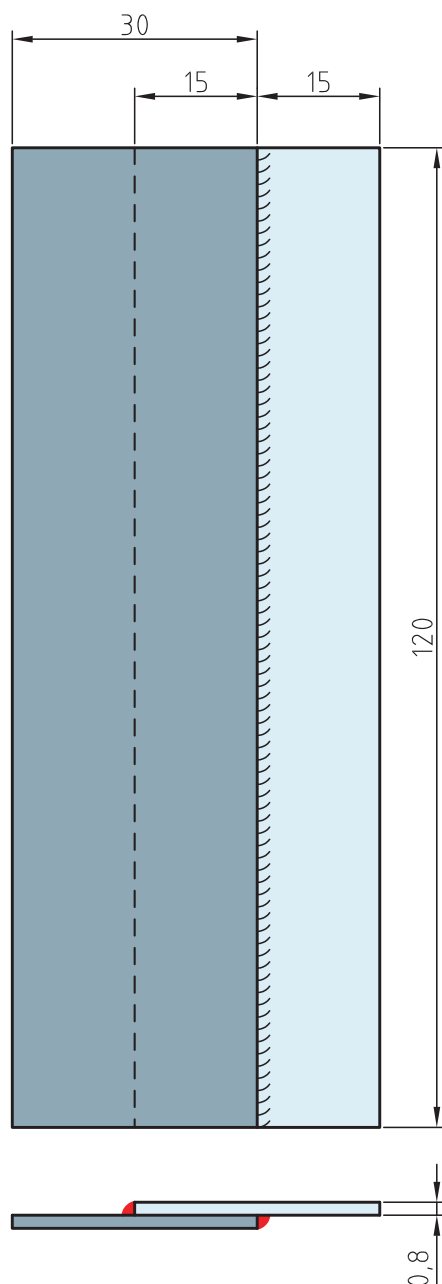
#### ۴- مسایل زیست محیطی



- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



دو قطعه به ابعاد  $120 \times 30 \times 0,8$  از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی متر و روانساز پودری از جنس ل- FB3 انتخاب کنید و مطابق نقشه، ایجاد زرد جوش بر روی پلیت به صورت لب روی هم را تمرین کنید.



## ایجاد اتصال لب به لب توسط زرد جوش

### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی



- ۱- تمیز کاری قطعات
- ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری



### ۳- نکات ایمنی

- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در فرایند زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین های مجاور نشود.

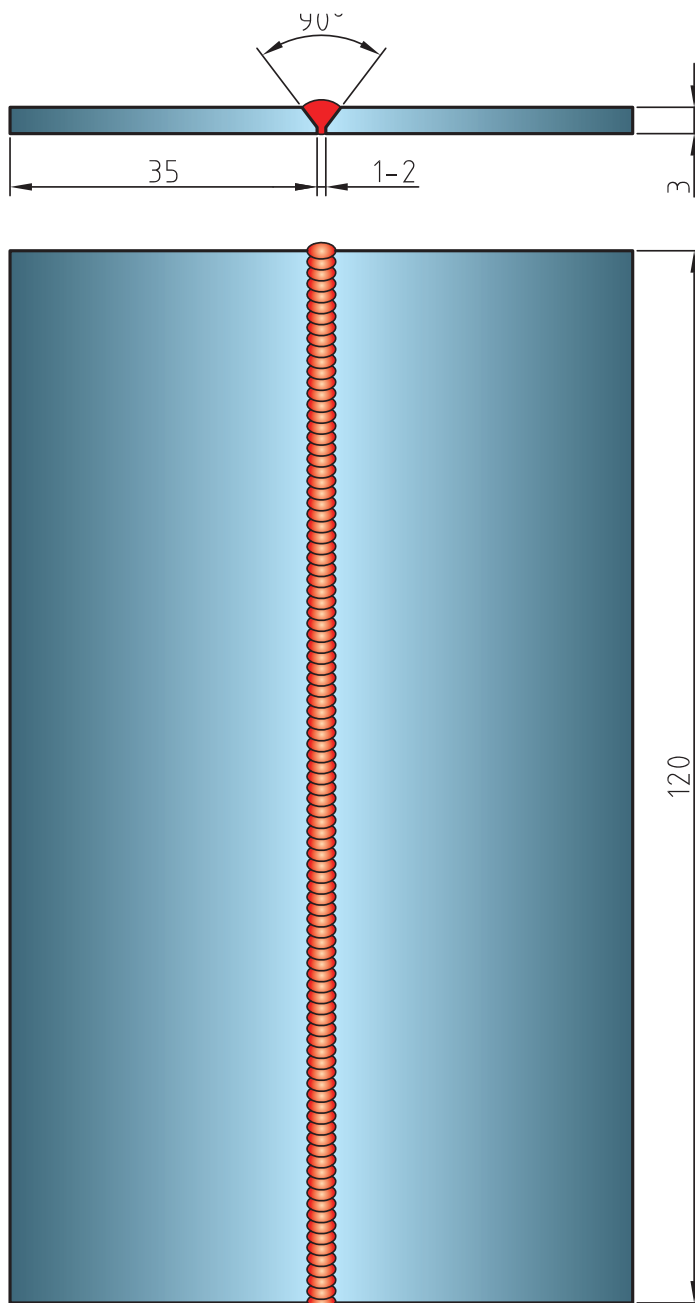
### ۴- مسایل زیست محیطی

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها





دو قطعه‌ای به ابعاد  $۱۲۰ \times ۳۵ \times ۳$  میلی متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی متر و روانساز پودری از جنس J-FB3 انتخاب کنید و مطابق نقشه، پخ زده و با یک پاس جوش اجرا کنید. در صورت نیاز می‌توانید از پشت‌بند مناسب استفاده کنید.





- ۱- تمیزکاری قطعات
- ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری



- ۳- نکات ایمنی

- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

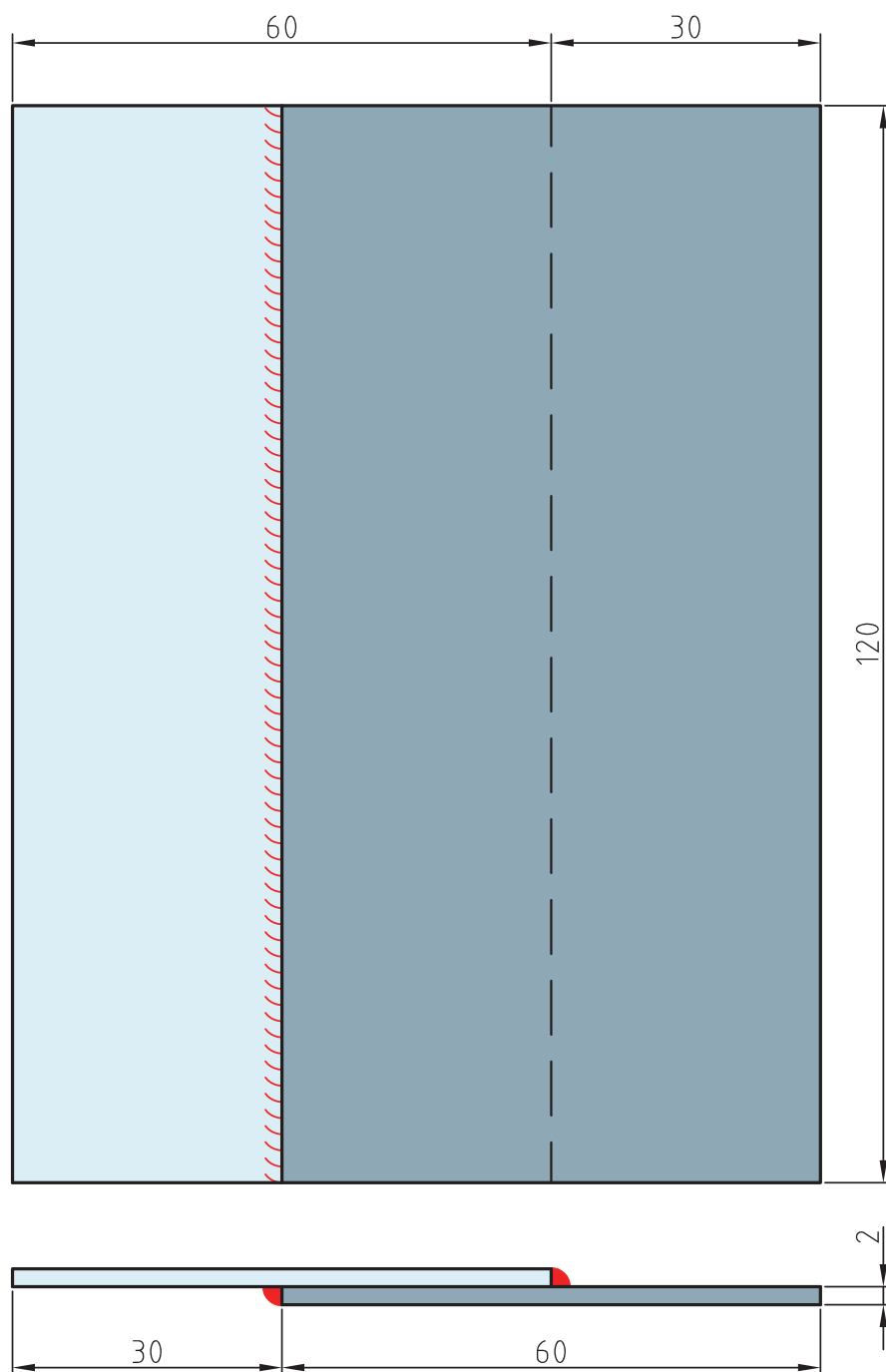
- ۴- مسایل زیست محیطی



- مدیریت مواد مصرفی
- مدیریت استفاده از گازهای مصرفی



دو قطعه‌ای به ابعاد  $۱۲۰ \times ۶۰ \times ۲$  میلی‌متر از جنس فولاد St37 و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روانساز پودری از جنس ل-۳ FB3 انتخاب کنید و مطابق با نقشه، جوش گوشه را اجرا کنید.





### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی



#### ۱- تمیزکاری قطعات

#### ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری

#### ۳- نکات ایمنی



- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش‌بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین‌های مجاور نشود.

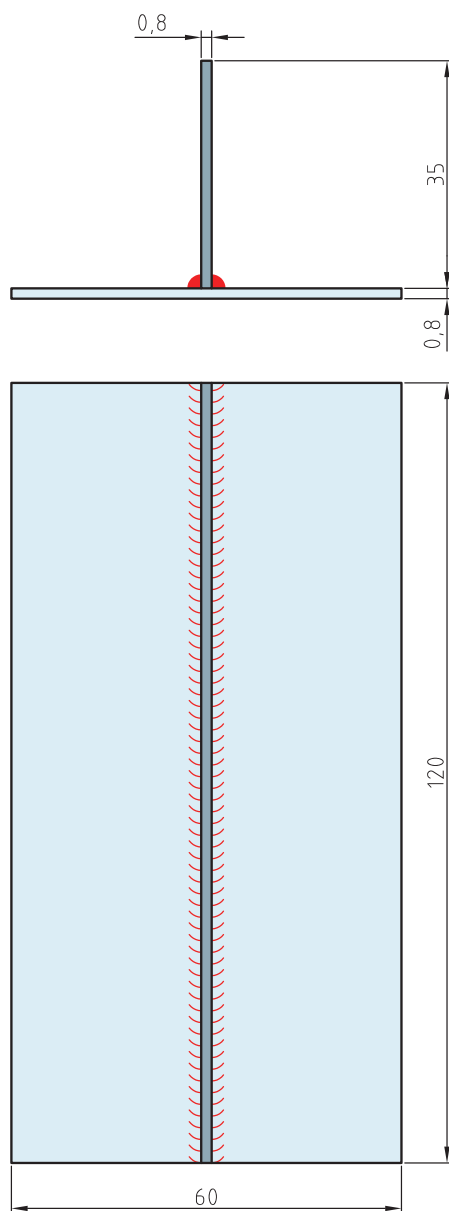
#### ۴- مسایل زیست محیطی



- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



دو قطعه‌ای به ابعاد  $۱۲۰ \times ۳۵ \times ۰/۸$  و  $۱۲۰ \times ۶۰ \times ۰/۸$  میلی‌متر از جنس فولاد  $St^{۳۷}$  و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روانساز پودری از جنس J-FB<sup>۳</sup> انتخاب کنید و مطابق نقشه اتصال سه پری را اجرا کنید.





#### ۱- تمیزکاری قطعات

#### ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری

#### ۳- نکات ایمنی



- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین های مجاور نشود.

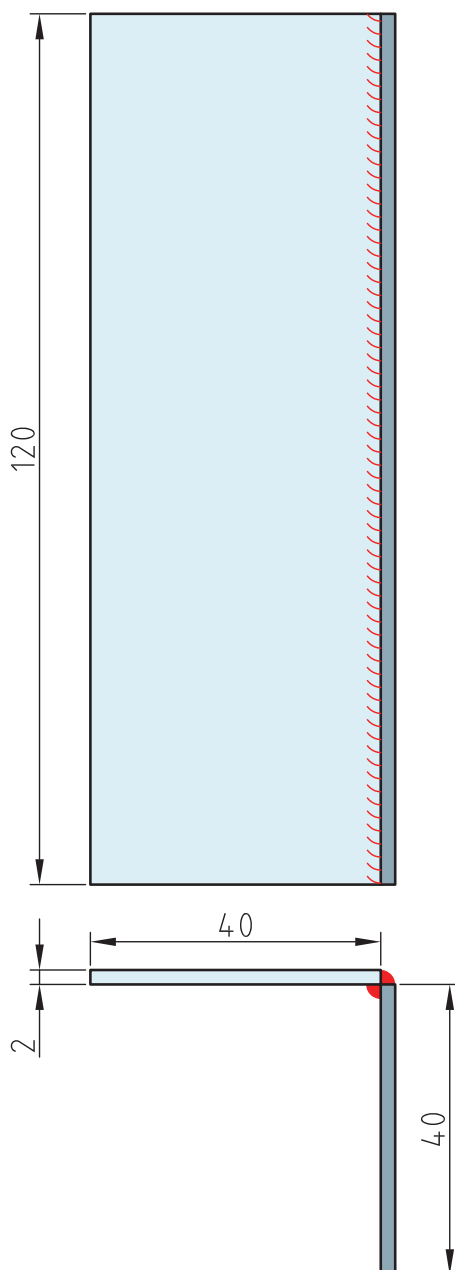
#### ۴- مسایل زیست محیطی

- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها





دو قطعه‌ای به ابعاد  $۱۲۰ \times ۴۰ \times ۲$  میلی‌متر از جنس فولاد  $St^{۳۷}$  و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روانساز پودری از جنس ل- $FB^۳$  انتخاب کنید و مطابق نقشه اتصال نبشی را اجرا کنید.



### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی



- ۱- تمیزکاری قطعات
- ۲- کنترل تجهیزات جوش کاری

### ۳- نکات ایمنی



- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانان در کابین های مجاور نشود.

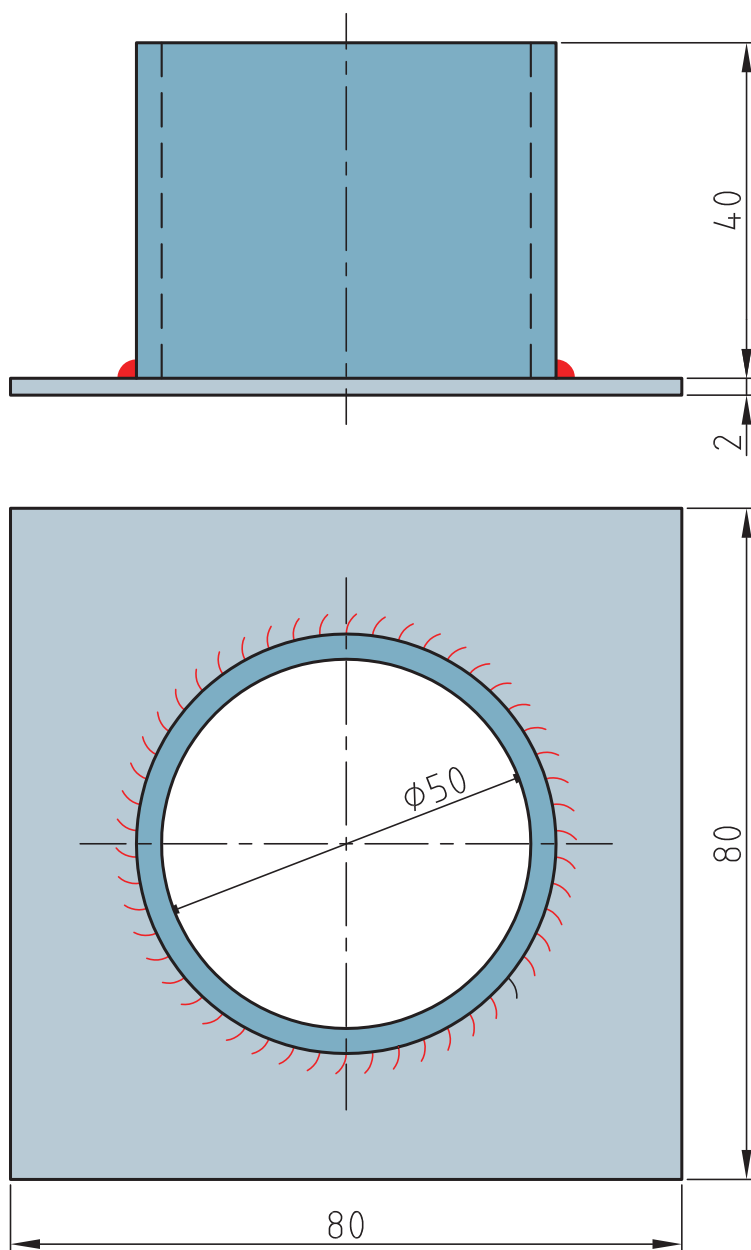
### ۴- مسایل زیست محیطی



- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



لوله‌ای به قطر خارجی ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۴۰ میلی‌متر و ورقی به ابعاد ۸۰×۸۰×۲ میلی‌متر از جنس St۳۷ و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی‌متر و روانساز پودری از جنس J-FB۳ انتخاب کنید مطابق با شکل جوش لوله به ورق را اجرا کنید.



## اجرای اتصال لوله به لوله با زرد جوش

### مراحل انجام کار

کار  
کارگاهی



#### ۱- تمیز کاری قطعات

#### ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری

#### ۳- نکات ایمنی



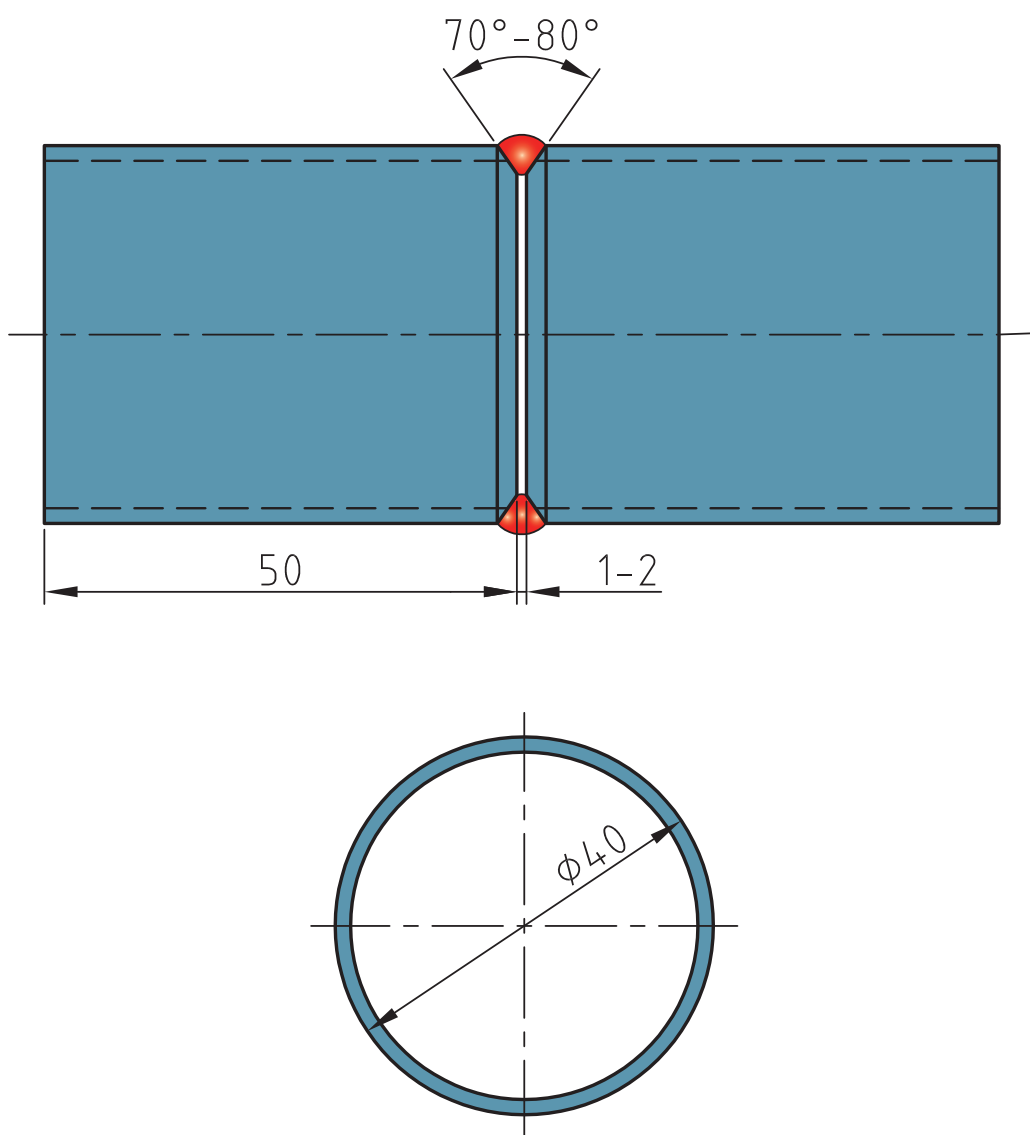
- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین های مجاور نشود.

#### ۴- مسایل زیست محیطی



- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها

دو لوله به قطر خارجی ۴۰ میلی متر و ارتفاع ۵۰ میلی متر از جنس  $St^{37}$  و سیم برنج (RBCuZn) به قطر ۲ میلی متر و روانساز پودری از جنس ل- $FB^3$  انتخاب کنید مطابق با نقشه جوشکاری لوله به لوله را در حالت افقی اجرا کنید.







#### ۱- تمیزکاری قطعات

#### ۲- کنترل تجهیزات جوشکاری

#### ۳- نکات ایمنی



- رعایت نکات ایمنی یکی از موارد بسیار مهم در زرد جوش می باشد که پیش از انجام جوشکاری باید مورد توجه قرار بگیرد.
- لباس کار مناسب بپوشید و از پیش بند چرمی استفاده کنید.
- در هنگام جوشکاری از دستکش مناسب استفاده کنید و همیشه احتمال بدهید قطعاتی که در مجاور کابین جوشکاری وجود دارند، داغ هستند.
- از عینک مخصوص جوشکاری با تیرگی مناسب (شماره شیشه ۴) جهت جوش زرد جوش استفاده کنید.
- پوشیدن کفش ایمنی در هنگام جوشکاری الزامی است.
- هرگز قطعات داغ را با دستکش جابجا نکنید برای این منظور از انبر مناسب استفاده کنید.
- پس از روشن کردن مشعل، مراقب باشید شعله را به طرف بالا، چپ و راست نگه ندارید تا باعث سوختن دوستانتان در کابین های مجاور نشود.

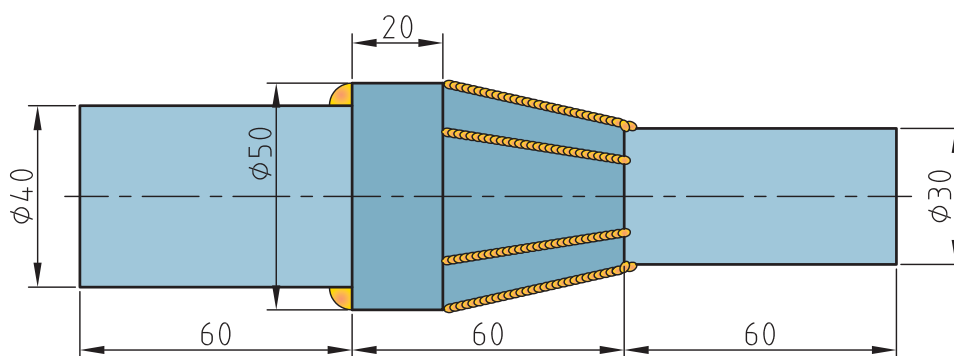
#### ۵- مسایل زیست محیطی



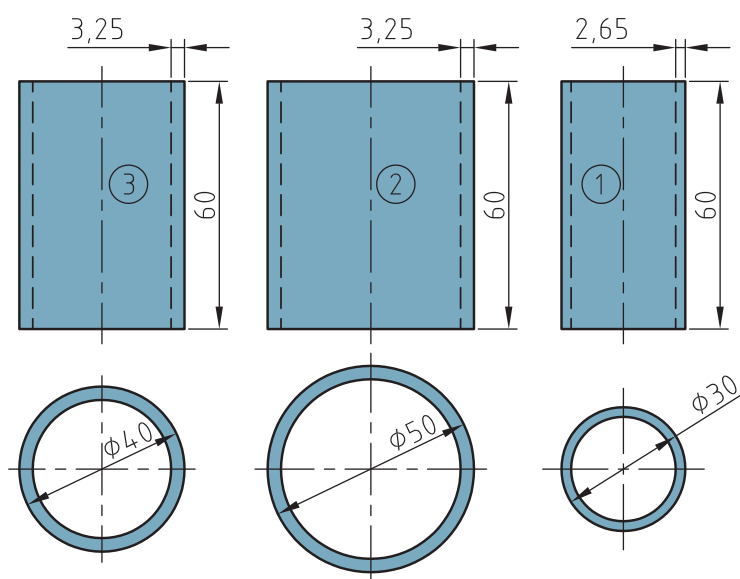
- استفاده از سیستم تهویه در خروج گازها و دودها



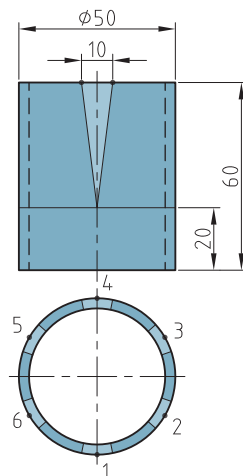
سه لوله به قطرهای خارجی ۳۰، ۴۰، ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر از جنس St۳۷ و روانساز پودری از جنس FB۳-L انتخاب کنید و مطابق با نقشه یک تبدیل ۵ به ۳ بسازید و آنها را توسط زرد جوش به یکدیگر اتصال دهید.



اتصال لوله ۵ به ۳/۵ و استفاده از تبدیل توسط زرد جوش

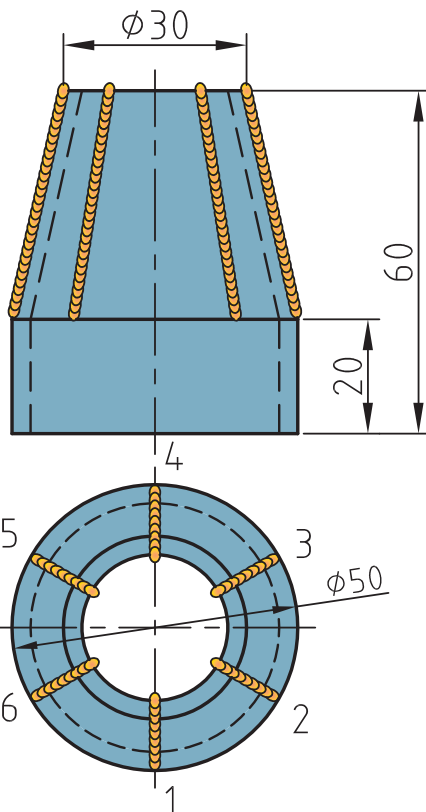


لوله به قطرهای خارجی ۲۵، ۴۰، ۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۶۰ میلی‌متر جهت اتصال دادن به یکدیگر



#### طریقه خط‌کشی و بریدن و آماده‌سازی تبدیل لوله ۵ به ۲/۵

مطابق شکل بالا استوانه را به شش قسمت مساوی تقسیم کنید سپس از نقاط تقسیم‌بندی شده (نقطه یک) از هر طرف ۵ میلی‌متر سمت چپ و راست جدا کنید، تا نقاط B و C به دست بیاید. خط‌های عمودی به طول ۴۰ میلی‌متر به سمت پایین امتداد دهید تا به نقطه A برسید سپس از نقطه A به نقاط B و C وصل کنید تا مثلث ABC به دست بیاید و توسط کمان اره و قلم تیزبر مثلث ABC را ببرید. این کار را در محیط استوانه ادامه دهید تا شش مثلث ABC از استوانه ۲ برش بخورد.



نکته



بریدن مثلث ABC مهارت و دقت زیادی می‌طلبد در بریدن آن دقت لازم را انجام دهید.

بعد برش کاری لبه‌های برش خورده را توسط سوهان پلیسه زنی کنید و لبه‌های قطعه را صاف کنید. در ادامه لبه‌های ایجاد شده را به سمت داخل خم کنید تا لبه‌های قطعه به یکدیگر برسد و درز اتصال ایجاد شود. دقت کنید خمکاری از ریشه در ارتفاع ۴۰ میلی‌متری انجام شود تا تبدیل ظاهر مناسبی پیدا کند.

نکته



بعد از ایجاد برش و خم کاری توسط زرد جوش لبه‌های ورق را جوش داده و آن را آب‌بندی کنید و تبدیل ۵ به ۳ ایجاد کنید و در نهایت لوله‌های شماره ۱ را به قسمت بالایی تبدیل و لوله شماره ۳ را به قسمت پایینی تبدیل جوش دهید.

در صورت لقی بیش از حد سر لوله‌ها در محل اتصال می‌توان سر لوله‌ها را گشاد کرد به طوری که قطعات در یکدیگر فیت شوند، سپس قطعات را جوش داد.

شرح کار: اتصال دو پلیت فولادی به یکدیگر با اتصال لب به لب در وضعیت تخت			
استاندارد عملکرد: اتصال قطعات فلزی یکدیگر با بکارگیری روش اکسی استیلن مطابق با نقشه			
<p>شاخص ها: -تنظیم و راه اندازی تجهیزات</p> <p>-اطمینان از آب بند بودن</p> <p>-تمیز کاری</p> <p>-آغشته بودن سیم جوش به فلاکس</p> <p>-جوش کامل</p> <p>-جوش بدون عیب</p>			
<p>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری اکسی استیلن استاندارد، تجهیزات کامل جوشکاری اکسی استیلن، سیم جوشهای برنجی، فلاکس، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابجایی قطعات</p>			
زمان: ۲ ساعت			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی مواد	۱	
۲	آماده سازی دستگاه	۲	
۳	اتصال قطعات با جوش برنج	۲	
۴	تمیزکاری و کنترل نهایی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:	۲	
	اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتشزا و انفجاری،		
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .			



## پودمان ۵

### برش کاری حرارتی



از پیدایش برشکاری تا کنون که فرایند های زیاد کشف و ثبت شده است. همواره برشکاری حرارتی نقش بسزایی در صنعت ایفا کرده است، با عنایت به اینکه سرعت عمل، صرفه اقتصادی و انعطاف از جمله دلایل آن می باشد. از بین فرآیندهای حرارتی، برشکاری اکسی گاز پر کاربردترین و ارزان ترین و قابل برش با ضخامت خیلی بالا می باشد و آموزش آن از اولویت های برشکاری می باشد.

### برش کاری دستی اکسی استیلن

#### آیا تا به حال پی برده اید؟

- پر کاربرد ترین روش برشکاری چیست؟
- در کشتی سازی از چه روشی برای برشکاری استفاده می شود؟
- در مواقعی که نیاز به یک سیستم برشکاری قابل حمل داریم از چه روشی می توان استفاده نمود؟
- هدف از این شایستگی، کسب مهارت و دانش فرآیند برشکاری اکسی گاز، کاربرد آن، شناخت گازهای سوختنی و خواص آنها، انتخاب صحیح نازل و آموختن تکنیکهای برشکاری مستقیم، مایل، پخ زنی و سوراخکاری توسط روش اکسی گاز می باشد.
- برشکاری اکسی گاز می تواند به روش دستی یا اتوماتیک انجام شود.

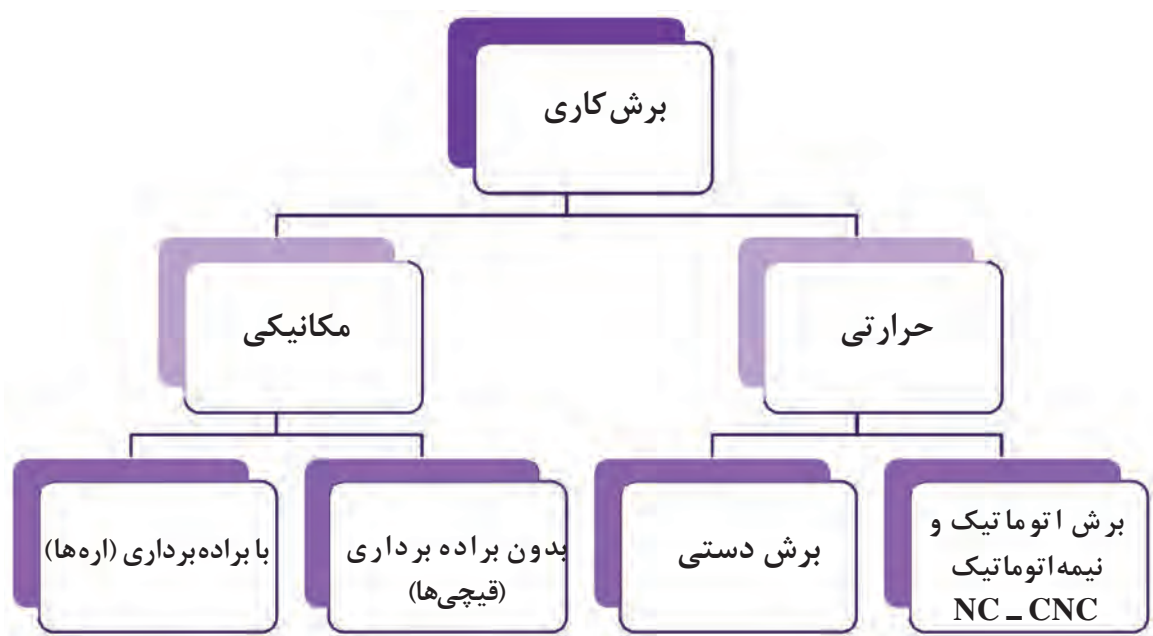
#### استاندارد عملکرد:

برشکاری قطعات فولادی بر اساس نقشه

برش کاری هسته مرکزی واحد تولید می باشد که طی آن قطعه به دو یا چند بخش تقسیم می شود. به طور کلی برش کاری فلزات با دو روش مکانیکی و حرارتی انجام می شود که بر اساس پارامترهایی چون جنس، ضخامت، دقت و سرعت، یکی از این روش ها را انتخاب می نمایند.

### روش های برش کاری

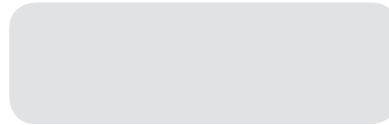
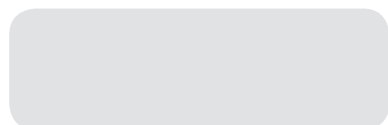
تاکنون با برخی از روش های برش کاری مکانیکی آشنا شده اید و هدف از این فصل آشنایی با روش های برش کاری حرارتی می باشد. برش کاری حرارتی می تواند بر اساس روش انجام فعالیت و همچنین منبع تأمین انرژی حرارتی دسته بندی متفاوتی داشته باشد







از چه فرایند برش کاری برای ساخت مصنوعات زیر استفاده شده است؟ مکانیکی یا حرارتی



## برش کاری حرارتی

این روش به طور گسترده‌ای در صنعت استفاده می‌شود زیرا قابلیت برش کاری قطعات ضخیم را دارد و تجهیزات آن نیز ساده و ارزان می‌باشد و می‌تواند به صورت دستی یا اتوماتیک استفاده شود. در این روش، از عملیات شیمیایی مانند اکسیداسیون یا ذوب برای برش کاری استفاده می‌شود.

## کاربرد انواع روش های برش کاری اکسی گاز در صنعت

از نوع دستی برای قطعات کوچک و تعداد پایین و همچنین عملیات تخریب و قراضه‌سازی استفاده می‌شود. برش کاری نیمه‌اتوماتیک و اتوماتیک برای قطعات با تعداد بالا، کیفیت و سرعت زیاد استفاده می‌شود. در برش کاری اتوماتیک یا نیمه‌اتوماتیک می‌توان از چند مشعل هم زمان نیز استفاده نمود.



با استفاده از موتورهای جست‌وجو در اینترنت پژوهش کنید برای تأمین انرژی حرارتی مورد نیاز برای برش کاری فلزات از چه منابعی می‌توان استفاده نمود؟

۱-

۲-

۳-

۴-



برای شروع عملیات احتراق یا ایجاد شعله چه پارامترهایی باید وجود داشته باشد؟  
به کمک شکل جدول زیر را تکمیل کنید.

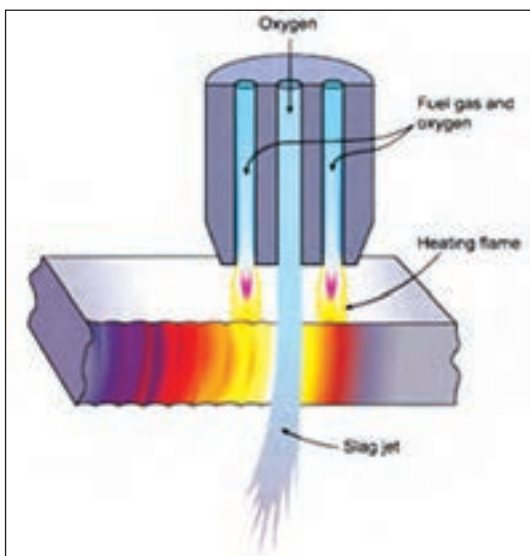


۱-

۲-

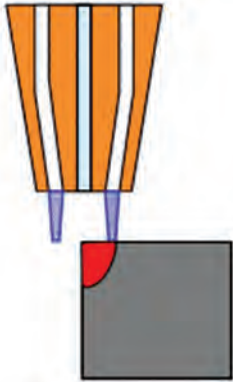
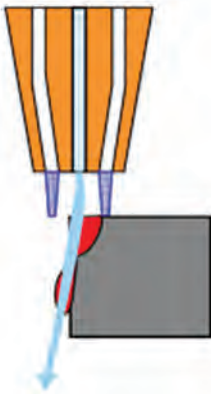
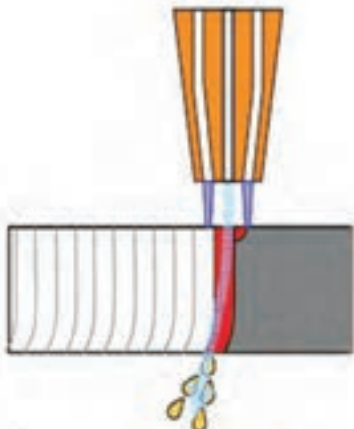
۳-

### برش کاری اکسی گاز (OFC)



به مجموعه‌ای از فرایندهای برش کاری با اکسیژن می‌گویند که در آن از یک واکنش گرماده بین اکسیژن و یک ماده سوختنی به منظور بالا بردن دمای سطح فلز استفاده می‌شود، سپس اکسیژن با فشار زیاد برای انجام برش کاری به محل ذوب افزوده می‌شود.



## مراحل برش کاری اکسی گاز

	<p><b>مرحله اول:</b> گاز اکسیژن و گاز سوختنی در داخل مشعل<sup>۱</sup> با هم ترکیب شده و به صورتی که در شکل نشان داده شده است به سمت نازل هدایت می شوند. این وظیفه به عهده سوراخ های محیطی نازل انجام می شود.</p> <p>گاز ترکیبی بلافاصله پس از خروج از نازل مشتعل می شود، که این اشتعال باعث بالا رفتن دمای سطح قطعه تا مرز سرخ شدن می شود، این دما برای فولاد بین ۷۰۰ تا ۹۰۰ درجه می باشد.</p>
	<p><b>مرحله دوم:</b> خروجی مرکزی نازل، گاز اکسیژن را با فشار زیاد به سمت منطقه پیش گرم شده پرتاب می کند، که این امر باعث ایجاد یک واکنش شیمیایی شدیداً گرما زا بین اکسیژن و فلز شده و منجر به تشکیل اکسید آهن و شروع برش کاری می شود.</p>
	<p><b>مرحله سوم:</b> حرکت در مسیر برش کاری و تداوم فشار اکسیژن اضافی از مرکز نازل باعث می شود تا اکسید آهنی که به دلیل واکنش شیمیایی بین اکسیژن و فلز تشکیل شده است به سمت بیرون پرتاب شده و برش کاری ادامه یابد.</p>



بررسی کنید که میزان خلوص اکسیژن چه ارتباطی می‌تواند با سرعت و کیفیت برش کاری داشته باشد؟

### گازهای سوختنی رایج در برش کاری هوا گاز

ویژگی	شکل رایج کپسول	نام گاز
استیلن گازی پی‌رنگ و قابل اشتعال است. این گاز معمولاً حاوی مقدار اندکی فسفین است که بوی نامطبوعی شبیه به بوی سیر ایجاد می‌کند. این گاز درون کپسول‌های پرفشاری که حاوی مواد متخلخل و استون هستند ذخیره می‌شود.		استیلن Acetylene ( $C_2H_2$ )
یکی از ترکیبات هیدروکربنی است که سه اتم کربن دارد. پروپان به صورت عادی در حالت گاز بوده و تحت فشار و برودت، برای حمل ساده‌تر به حالت مایع در می‌آید. گاز پروپان معمولاً از محصولات چاه‌های نفت است. از اختلاط ۱۰ تا ۵۰ درصد از این گاز با گاز بوتان، گاز مایع حاصل می‌شود.		پروپان Propane ( $C_3H_8$ )

<p>گاز MAPP یک نام تجاری می باشد که از ترکیب گاز متیل استیلن (پروپین) و پروپادین ساخته شده است.</p> <p>دمای شعله این گاز به ۲۹۷۶ درجه سلسیوس می رسد و به دلیل تراکم پذیری بیشتر و وزن پایین کپسول های آن، جایگزین امن و مناسبی برای استیلن می باشد.</p>		<p>گاز Mapp</p> <p>methyacetylene-propadiene</p>
<p>گاز پروپیلن یکی از تمیزترین و ساده ترین گازهای سوختنی و همچنین از ایمن ترین سوخت هاست. گاز پروپیلن، بی رنگ با بوی طبیعی تند، بسیار اشتعال زا، غیر سمی و ناپایدار است. این گاز در پروسه تصفیه بنزین و اتیلن به دست می آید. همچنین از تجزیه مخلوط های هیدروکربنی می توان گاز پروپیلن را تولید کرد.</p>		<p>پروپیلن</p> <p>PROPYLENE</p> <p>(C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)</p>
<p>هیدروژن گازی بی رنگ و شدیداً قابل اشتعال است و به راحتی با مواد شیمیایی دیگر واکنش نشان می دهد. هیدروژن سبک ترین گاز است و می تواند به آسانی به جاذبه زمین غلبه کند و به فضا وارد شود. این گاز به خوبی با هوا ترکیب می شود و ترکیبات انفجاری تشکیل می دهد.</p>		<p>هیدروژن</p> <p>Hydrogen</p> <p>(H<sub>2</sub>)</p>
<p>متان گازی بی رنگ و بی بو است و از هوا سبک تر می باشد. متان از طریق تجزیه کربن های آلی تولید می شود و به طور رایج در مجاورت زمین های خیس، ذخائر زغال سنگ یا محل های دفن زباله یافت می شود.</p>		<p>گاز متان</p> <p>Metan</p> <p>(CH<sub>4</sub>)</p>

## مؤلفه‌های اصلی گازهای سوختنی

معمولاً گازهای سوختنی با سه مؤلفه زیر شناخته می‌شوند.

۱- دمای شعله

بیش‌ترین دمای شعله، در نوک مخروط داخلی یا همان شعله اولیه قرار دارد.

۲- نسبت نیاز گاز سوختنی به اکسیژن

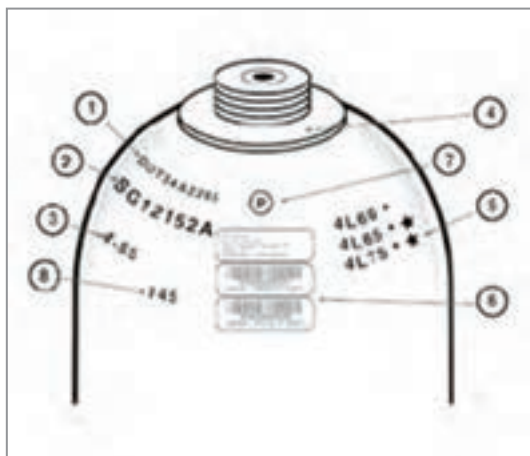
مقدار اکسیژنی که گاز سوختنی برای انجام فرایند احتراق به صورت کامل نیاز دارد که البته این مقدار اکسیژن مورد نیاز به نوع شعله (احیا، خنثی، اکسید) بستگی دارد.

۳- گرمای ویژه

به میزان گرمای تولید شده یک گاز در واحد حجم یا جرم گویند.

شکل‌های زیر نشان دهنده پلاک شناسایی رایج بر روی کپسول می‌باشد. با جست‌وجو در اینترنت مشخص کنید چه نوع اطلاعاتی در این پلاک‌های شناسایی درج می‌شود و به چه کار می‌آیند؟

پژوهش



## مشخصات گازهای سوختنی رایج در برش کاری

نسبت اکسیژن به گاز سوختنی	حداکثر دمای شعله (سلسیوس)	گاز سوختنی
۱/۲:۱	۳۱۶۰	استیلن
۴/۳:۱	۲۸۲۸	پروپان
۳/۳:۱	۲۹۷۶	گاز مپ
۳/۷:۱	۲۸۹۶	پروپیلن
۰/۴۲:۱	۲۸۵۶	هیدروژن
۱/۸:۱	۲۷۷۰	گاز طبیعی

عملکرد نسبی گازهای سوختنی در مواردی همچون زمان ایجاد سوراخ، سرعت برش و کیفیت لبه کار به وسیله دمای شعله و توزیع گرما در مخروط شعله بیرونی و درونی محاسبه شده است. همان گونه که در جدول مشاهده می شود گاز مایع با دمای شعله ای در حدود ۲۸۲۸ درجه سلسیوس جایگاه پایین تری را نسبت به استیلن با دمای شعله ۳۱۶۰ درجه سلسیوس دارد. اما از آنجایی که فرایند سوختن توسط جت اکسیژن به انجام می رسد، سرعت برش در هر دو حالت تقریباً یکسان است.

از طرف دیگر پروپان در مقایسه با استیلن، به اکسیژن بیشتری برای انجام فرایند کامل احتراق نیاز دارد. همان گونه که در جدول نیز نشان داده می شود، نسبت گاز اکسیژن به استیلن برابر ۱/۲:۱ بوده ، در صورتی که همین نسبت برای گاز مایع (پروپان) برابر ۴/۳:۱ می باشد.

با توجه به مطالب گفته شده در مورد گازهای سوختنی، بحث کنید که کدام نوع از گازها برای برش کاری و کدام گاز برای جوشکاری مناسب تر می باشند؟ چرا؟

کار  
کلاسی



## تجهیزات برش کاری با شعله

اکثر تجهیزات برش کاری از قبیل مانومتر، شیلنگ و کپسول‌های برش کاری مشابه تجهیزات ذکر شده در فصل جوش کاری اکسی گاز می‌باشد و سایر موارد، در ادامه توضیح داده خواهد شد. با کمک هنر آموز خود و شکل زیر، پس از آماده شدن و رعایت نکات ایمنی با ابزار و تجهیزات برش کاری اکسی گاز آشنا شوید و تفاوت تجهیزات جوش کاری و برش کاری با اکسی گاز را در کارگاه خود مشاهده کنید و پس از آشنایی با تجهیزات و رعایت نکات ایمنی، باز و بست نمودن اتصالات مانند شیلنگ‌ها، مشعل، مانومترها را به کمک هنرآموز خود انجام دهید.



### ابتدا برای شروع کار آماده شوید

کار  
کارگاهی ۱



استرس، اضطراب، کم خوابی، قند خون پایین و استفاده از داروهای مسکن، می‌تواند به‌طور مستقیم روی عملکرد کار شما و همچنین ایمنی تأثیرگذار باشد.	
تمام لوازم جانبی که می‌تواند حرارت را انتقال دهد یا در مسیر حرکت فعالیت ما مشکل ایجاد کند، مانند ساعت، حلقه، زنجیر، کارت شناسایی را از محل کار دور کنیم.	
اگر موهایمان بلند است قبل از شروع عملیات برش کاری آنها را ببندیم یا از کلاه برای این منظور استفاده کنیم.	
از پیراهن‌های با جنس الیاف طبیعی، نخ، پنبه، کنف یا پشم در حین برش کاری استفاده کنید و از لباس‌هایی با جنس الیاف مصنوعی مانند پلی استر یا نایلون پرهیز کنید.	
از لباس‌های سوراخ، پاره، گشاد یا بلندی که روی زمین کشیده می‌شود اجتناب شود.	
از کفش‌های ایمنی محکم و بسته استفاده کنید. استفاده از مواد مصنوعی پیشنهاد نمی‌شود.	





همیشه وقتی با تجهیزات اکسی استیلن کار می‌کنید مطمئن شوید که نکات ایمنی کاملاً رعایت شده است. این تجهیزات می‌تواند مانند مواد منفجره قابل حمل باشد.

## ایمنی کپسول‌های اکسیژن

	<p>کپسول‌ها باید به‌طور عمودی روی زمین قرار گیرد و با بست و زنجیر مناسب به دیوار یا ارابه (گاری) ویژه حمل بسته شود.</p>
	<p>کپسول‌های پر و خالی را جدا انبار کنید.</p>
	<p>از غلتاندن کپسول‌ها روی زمین خودداری کنید و برای حمل کپسول‌ها از تجهیزات کمکی مناسب استفاده کنید.</p>
	<p>برای جابه‌جایی سیلندرها از ارابه (گاری) مخصوص این کار استفاده کنید.</p>

- از اکسیژن برای پاک کردن لباس کار و باد کردن لاستیک و چرخ خودداری شود.
- هر سه سال یک بار باید کپسول اکسیژن از سوی مؤسسات دارای صلاحیت از نظر ایمنی مورد آزمایش قرار گیرد.
- از آلوده شدن کپسول و شیر فلکه آنها به روغن و گریس و سایر چربی‌ها جلوگیری شود.
- از وارد شدن ضربه و شوک مکانیکی به هر قسمت از کپسول جلوگیری شود.
- هنگام باز کردن شیر کپسول دقت شود که فشارسنج جلو صورت نباشد تا از خطر احتمالی شکستن مانومتر و پرتاب به داخل چشم افراد جلوگیری گردد.
- کپسول را از هر نوع منبع حرارتی و قرار دادن در گرمای شدید آفتاب محافظت کنید زیرا افزایش دما باعث افزایش فشار گاز درون کپسول خواهد شد.

### ایمنی کپسول‌های استیلن

- علاوه بر نکاتی که در بالا به آنها اشاره شد، رعایت نکات زیر نیز در مورد کپسول‌های استیلن پیشنهاد می‌شود.
- چنانچه شیر خروج استیلن یخ بزند باید با آب گرم یا کیسه شن داغ آن را گرم و باز کرد و هرگز نباید هیچ نوع شعله آتش برای این منظور به کاربرد.
  - محل برش کاری و محل استقرار کپسول‌های استیلن باید حداقل ۵-۴ متر از یکدیگر فاصله داشته باشند تا از برخورد و رسیدن جرقه به کپسول‌ها و احتمال انفجار و آتش سوزی جلوگیری شود.
  - کلید چراغ داخل انبار نگهداری کپسول‌های استیلن باید خارج از انبار باشد تا جرقه‌ای ایجاد نکند.
  - هرگز از اتصالات ساخته شده از مس یا آلایژی که بیش از ۷۰٪ مس داشته باشد برای استیلن استفاده نکنید چون ترکیب قابل انفجار ایجاد می‌کنند.
  - اگر به هر دلیل کپسول محتوی گاز استیلن گرم شد به هوای آزاد انتقال داده و با آب خنک کپسول را سرد کنید و گازهای آن را به آرامی خارج کنید. در صورت لزوم به شرکت پرکننده کپسول گزارش دهید.
  - محل نگهداری کپسول‌ها باید دارای تهویه مناسب باشد.

### ایمنی و حفاظت از شیلنگ‌های گاز

- شیلنگ‌ها باید از مجاورت گرمای شدید، شعله و جرقه‌های سنگ دور نگه داشته شود.
- شیلنگ‌های گاز استیلن با استفاده از واسطه‌های مسی به هم اتصال داده نشود.
- شیلنگ‌ها از تماس با لبه‌های تیز و داغ فلزات مصون باشد.
- شیلنگ‌های آسیب دیده با چسب و امثال آن تعمیر نشود.
- چرخ‌های لیفتراک یا اجسام سنگین مانند کپسول، از روی شیلنگ‌ها عبور نکنند.
- برای کنترل نشتی شیلنگ از ظرف آب استفاده شود.
- شیلنگ‌های نو به پودر تالک آغشته هستند برای خارج کردن پودر از هوای فشرده استفاده شود.

## ایمنی و حفاظت از مشعل‌های جوش کاری و برش کاری

- از باز و بسته کردن سر مشعل و پستانک مشعل وقتی داغ هستند خودداری شود. در صورت داغ شدن سر مشعل، با آب خنک شود.
- از رها کردن مشعل روی زمین خودداری شود.
- مشعل روشن روی میز کار قرار داده نشود.
- هرگاه در حین کار اختلالی پیش آمد مشعل فوری خاموش شده و سپس به رفع اشکال اقدام شود.
- هیچ قسمتی از مشعل روغن کاری نشود.

## کپسول‌های مورد استفاده در برش کاری

به‌طور معمول تفاوتی در کپسول‌های جوش کاری و برش کاری وجود ندارد ولی مواقعی که کارهای صنعتی و با حجم زیاد انجام می‌شود برای صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه، از کلکتورهای گاز و یا مخازن، به جای کپسول‌های رایج استفاده می‌شود.

این امر در برش کاری به دلیل مصرف زیاد گاز و اکسیژن، بیشتر دیده می‌شود.



## ساختمان مشعل برش کاری

وظیفه مشعل برش کاری همانند مشعل جوش کاری اختلاط اکسیژن و گاز سوختنی می باشد با این تفاوت که علاوه بر شیر گاز و اکسیژن، دارای یک مسیر اکسیژن اضافی می باشد.

مشعل های برش کاری به دو دسته تقسیم می شوند.

نوع اول مشعل هایی می باشد که به دسته مشعل های جوش کاری متصل می شوند و معمولاً در کارگاه های کوچک و مواردی که میزان استفاده آنها از مشعل برش کاری پایین می باشد، استفاده می شود و در مواقعی که نیاز باشد، مشعل جوش کاری باز شده و مشعل برش کاری جایگزین آن می شود.



برای کارهای با ضخامت بالا و حجم سنگین از مشعل های مخصوص برش کاری استفاده می شود که مشعل و دسته مشعل در آن به صورت یکپارچه می باشد.

این مشعل ها علاوه بر لوله های با سایز بزرگ تر برای رساندن بهتر گاز و اکسیژن، دارای لوله های با طول بیشتر برای جلوگیری از رسیدن گرما به اپراتور حین برش کاری می باشند.





با توجه به رنگ گازهای مشخص شده در شکل مشعل، جدول را تکمیل کنید.



نوع گاز	رنگ	کاربرد
اکسیژن		
استیلن		
میکس اکسیژن و استیلن		پیش گرما

## نازل‌های ابرش کاری

آخرین نقطه یک مشعل نازل آن است که گاز سوختنی و اکسیژن از آن خارج می‌شود. نازل‌های ابرش کاری، سطح مقطع دایره‌ای دارند و به‌طور رایج دارای یک خروجی اکسیژن برش در مرکز (خروجی اکسیژن اضافی) و چندین خروجی در محیط دایره‌ای نازل (خروجی‌های پیش‌گرم گاز و اکسیژن) می‌باشند.

نازل‌ها (در برش کاری) و سرمشعل‌ها (در جوش کاری)، برای شناسایی و انتخاب بهتر، دارای کدهای مخصوص به خود می‌باشند که روی آنها حک می‌شوند.

اگرچه استاندارد ثابتی برای شماره گذاری نازل ها وجود ندارد ولی معمولاً شرکت های سازنده براساس سه مشخصه اصلی یعنی محل اتصال نازل به مشعل و نحوه چیدمان و سایز سوراخ های نازل و نوع گاز مورد استفاده، جداولی را برای انتخاب نازل ها ارائه می دهند.



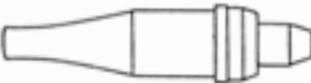

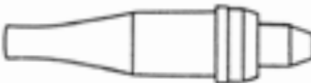







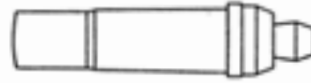





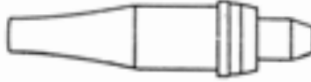

### سایز نازل ها :

برای کارهای سبک، نازل های با قطر کمتر و برای کارهای سنگین نازل های با قطر بیشتر استفاده می شود. سایز سوراخ نازل ها معمولاً با واحد دهم میلی متر روی آنها درج می شود، به طور مثال نازل شماره ۱۲ دارای سوراخی با قطر ۱/۲ میلی متر می باشد.

سایزهای رایج مورد استفاده در نازل های برش کاری ۶، ۸، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۲۴، ۳۲، ۴۰، ۴۸ و ۶۴ می باشد و سایزهای رایج در سرمشعل های جوش کاری ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۶، ۳۲ و ۳۸ می باشد.

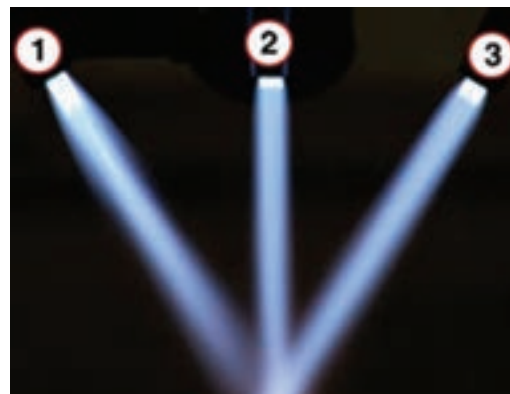
شکل صفحه بعد برخی از انواع نازل ها ی برش کاری قطعات سبک، سنگین، گوجینگ و سایر موارد نشان داده شده است.

شکل و کاربرد نازل های رایج دربرش کاری

		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	00-8	I-101
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	0' 1' 3	I-100
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	00-4	I-113
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	00-4	I-111
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	00-5	I-110
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	2-8' 10	S-101M
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	000-4	S-101M
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	1' 5' 3	I-115M
		<p>Machine gun: standard spray gun nozzle          Russian: Стандартный          VSELAGENE</p>	00-8	I-103M
TYPE	REMARKS	DESCRIPTION	SIZE	TYPE

باتوجه به شکل نازل ها و شعله های نشان داده شده مربوط به آنها، پژوهش کنید نوع گاز سوختنی چه تأثیری می تواند در طراحی نازل و سوراخ های محیطی آن داشته باشد؟  
لازم به توضیح است گاز مورد استفاده برای نازل شماره ۲ نازل شماره ۴ مشترک می باشد.

پژوهش



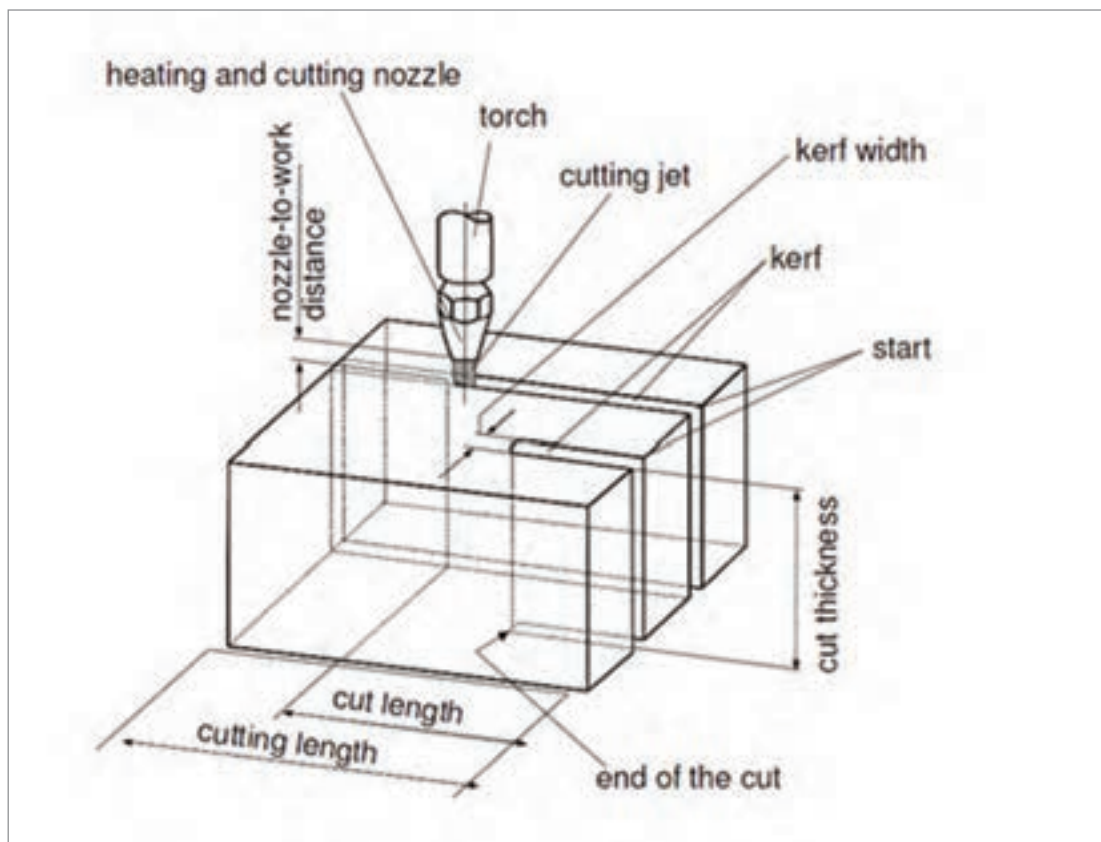
با جست و جو در اینترنت، جداول مربوط به قطر و نوع نازل و سرمشعل های برش کاری مربوط به چند شرکت معتبر تولید تجهیزات برش کاری را بیابید.

کار  
کلاسی





## اصطلاحات رایج در برش کاری حرارتی



به کمک هنرآموز خود قسمت‌های ذکر شده را با شماره روی شکل مشخص نمایید.

کار  
کلاسی



شماره	۶	شماره	۱	شروع برش
عرض شیار	۷	شماره	۲	انتهای برش
مشعل	۸	شماره	۳	عرض برش
نازل	۹	شماره	۴	عرض برش خورده
جت برش	۱۰	شماره	۵	ضخامت برش

بسته تجهیزات برش کاری و وسایل ایمنی فردی



### تست نشتی اتصالات و شیلنگ‌ها

پس از آماده نمودن تجهیزات و نصب قطعات و اتصالات برای اطمینان از ایمنی، کلیه محل اتصالات را از نظر نشتی تست کنید. برای این کار مراحل زیر را انجام دهید.

- ۱- شیرهای روی مشعل را کاملاً ببندید.
- ۲- شیر کپسول را باز کرده و فشار روی مانومتر کار را روی یک عدد دقیق ثابت کرده و ثبت کنید.
- ۳- شیر کپسول را ببندید.
- ۴- پس از چند دقیقه، فشار روی مانومتر را نگاه کنید، اگر فشار مانومتر ثابت بود یعنی سیستم نشتی ندارد و اگر فشار در حال کم شدن بود، به این معناست که بخشی از سیستم دارای نشتی است.
- ۵- برای پیدا کردن نشتی محل اتصالات را توسط قلم مو و آب صابون تست کنید.

به هیچ عنوان از شعله برای تست نشتی استفاده نکنید

نکته



نازل صحیح را با توجه به نوع گاز و ضخامت قطعه کار انتخاب کنید.

Thickness of plate	Size of nozzle	Oxygen pressure	Acetylene pressure
3 mm	8	100 kPa	100 kPa
6 mm	8	180 kPa	100 kPa
12 mm	12	200 kPa	100 kPa
20 mm	12	235 kPa	100 kPa
25 mm	15	180 kPa	100 kPa
40 mm	15	300 kPa	100 kPa
50 mm	15	350 kPa	100 kPa



فشار گاز اکسی استیلن را می توان بین ۵-۸ Psi تنظیم نمود.



فشار گاز اکسیژن را می توان بین ۲۵-۴۰ Psi تنظیم نمود.



به کمک شکل زیر بگویید، درجه بندی فشارسنج های اکسیژن و استیلن چه تفاوتی باهم دارند؟

**Oxygen Number Increments: 5, 10, 15, 20**



**Acetylene Number Increments: 1, 2, 3, 4, 5**




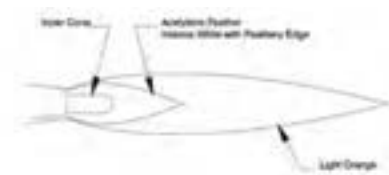


با استفاده از جدول ذیل می‌توان فشار گاز، فاصله سربک و سرعت پیشروی را انتخاب نمود.

فشار گازها، فاصله سربک و سرعت پیشروی مشعل در برش با گاز				
ضخامت قلعه کار بر حسب میلی‌متر	۳ تا ۱۰	۱۰ تا ۲۵	۲۵ تا ۵۰	۵۰ تا ۸۰
فشار گاز اکسیژن بر حسب بار	۱/۵ تا ۲	۲ تا ۳/۵	۳/۵ تا ۵	۵ تا ۶/۵
فشار گاز استیلن بر حسب بار	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵
فاصله سربک تا سطح کار بر حسب میلی‌متر	۲	۳	۴	۵
سرعت برش بر حسب میلی‌متر در هر دقیقه	۴۲۰ تا ۵۸۰	۲۶۰ تا ۴۲۰	۲۱۰ تا ۲۶۰	۱۷۰ تا ۲۱۰

با استفاده از جدول زیر می‌توان میزان مصرف گازهای سوختنی و اکسیژن براساس نوع نازل و ضخامت قطعه کار، تعیین نمود.

برشکاری فولاد کم‌کربن به روش دستی با شعله اکسیژن - استیلن						
مصرف استیلن لیتر در متر	مصرف اکسیژن لیتر در متر	سرعت برش متر در ساعت	قطر مجرای پستانک برش میلی‌متر	ضخامت ورق میلی‌متر		
۶-۷	۱۹۶-۲۵۲	۳۵-۴۲	۱-۰/۹۵	-		
۸-۱۱	۲۵۲-۳۰۸	۵۹-۶۷	۰/۹۵-۱/۵	۶		
۱۰-۱۲	۲۸۰-۳۳۶	۷۵-۹۰	۰/۹۵-۱/۵	۹		
۱۲-۱۶	۲۸۰-۳۶۴	۱۰۳-۱۰۶	۱/۲-۱/۵	۱۲/۵		
۱۴-۱۹	۳۳۶-۴۲۰	۱۳۳-۱۸۲	۱/۲-۱/۵	۱۹		
۱۷-۲۷	۳۶۴-۴۵۶	۱۶۶-۲۶۹	۱/۲-۱/۵	۲۵		
۲۰-۳۱	۴۲۰-۵۰۴	۱۸۳-۲۹۶	۱/۵-۲	۳۷/۵		
۲۹-۵۰	۴۴۸-۵۶۰	۳۳۱-۵۷۳	۱/۷-۲	۵۰		
۴۳-۸۹	۵۳۲-۶۴۴	۵۴۰-۱۱۱۶	۱/۷-۲	۷۵		
۶۱-۹۸	۵۸۸-۷۲۸	۹۰۲-۱۳۶۲	۲-۲/۲	۱۰۰		
۸۵-۱۲۸	۶۷۲-۸۱۲	۱۲۷۱-۱۸۴۵	۲-۲/۲	۱۲۵		
۱۱۱-۱۶۸	۷۵۶-۹۹۶	۱۹۵۳-۲۴۸۳	۲/۴-۲/۵	۱۵۰		
۱۷۱-۲۲۵	۸۸۲-۱۰۷۸	۲۷۲۵-۲۶۱۳	۲/۵	۲۰۰		
۲۳۹-۳۵۸	۱۰۳۳-۱۲۶۳	۴۳۶۲-۵۹۷۱	۲/۵	۲۵۰		
۳۷۱-۵۶۳	۱۱۸۴-۱۴۴۸	۶۲۹۶-۹۵۷۹	۳	۳۰۰		

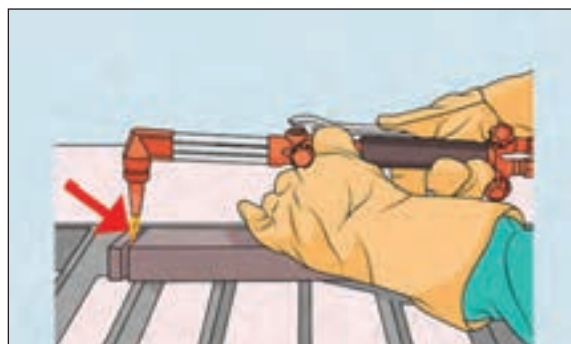
مشعل را روشن کنید و شعله مناسب را تنظیم نمایید .

	<p>شعله استیلین خالص</p>
	<p>شعله احیا</p>
	<p>شعله خنثی</p>
	<p>شعله اکسید</p>

با اضافه شدن هر چه بیشتر اکسیژن از شعله احیا به شعله اکسید که مد نظر ما برای برش کاری است می‌رسیم.  
برش کاری را آغاز کنید.

### تکنیک برش کاری ساده

پس از تنظیم مناسب شعله، پیشنهاد می‌شود مشعل را در دست چپ نگه داشته و از دست راست برای حرکت دادن مشعل در امتداد خط برش استفاده نمایید. از شست دست راست برای به کار انداختن اهرم اکسیژن برش استفاده کنید.

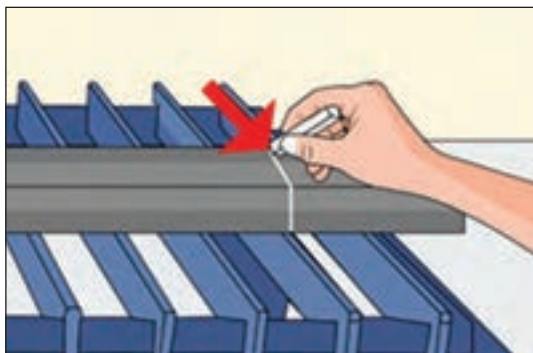




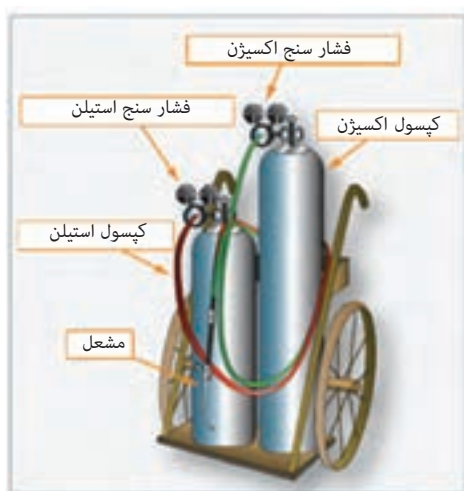
## نکته



## روش انجام کار



- برای شروع کار آماده شوید.
- تحویل ورق و پیاده سازی نقشه روی آن.



- آماده سازی تجهیزات برش کاری اکسی استیلن.
- اطمینان از عدم نشتی مسیر گاز
- انتخاب صحیح نازل
- تنظیم فشار خروجی گاز
- تنظیم نوع شعله
- برشکاری

پس از پایان برش کاری شعله را خاموش کنید.  
برای این کار ابتدا شیر گاز سوختنی و سپس شیر اکسیژن را ببندید.  
قطعه کار را با راهنمایی هنرآموز خود سرد نموده و بررسی نمایید.

بستن شیر های گاز و اکسیژن روی مشعل صرفاً مواقعی مناسب است که برای مدت کمی از دستگاه استفاده نمی شود.

نکته

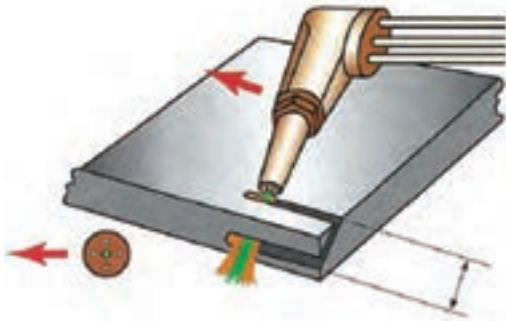


مواقعی که زمان زیادی دستگاه مورد استفاده قرار نمی گیرد بهتر است کارهای زیر انجام شود.

- ۱- شیرهای گاز روی مشعل بسته شود.
- ۲- شیر های هر دو کپسول گاز و اکسیژن بسته شود.
- ۳- شیر اکسیژن روی مشعل را باز کنید و اجازه بدهید اکسیژن به طور کامل از آن خارج شود تا زمانی که فشار مانومتر به صفر برسد.
- ۴- مانومتر اکسیژن را باز کنید.
- ۵- همین عملیات را در مورد کپسول استیلن انجام دهید.
- ۶- کلیه تجهیزات مانند شیلنگ، کپسول، مشعل و مانومتر را در جای امن قرار دهید.



## تکنیک برش کاری مایل (پخ زدن):



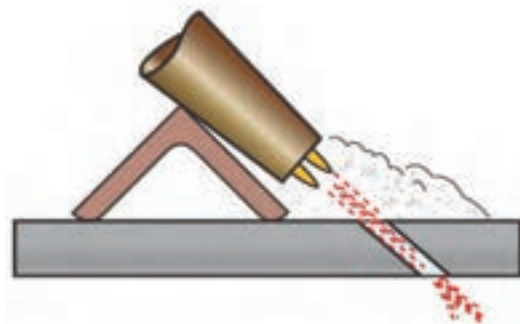
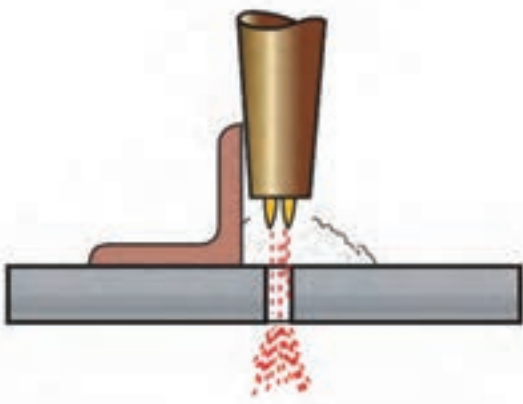
برای برش کاری مایل به روش دستی، سر مشعل را به اندازه زاویه مشخص شده در نقشه، نسبت به ورق مایل نگه داشته و عملیات برش کاری را انجام می دهند.

سرعت پیشروی مشعل باید ثابت و یکنواخت باشد. اگر سر مشعل به جلو و عقب نوسان داشته باشد، شکاف برش غیر یکنواخت خواهد شد و علاوه بر آن سطوح شکاف دندانه دار می شود. سرعت پیشروی مشعل متناسب با عمل برش انتخاب می شود و

برحسب نوع گاز، ضخامت فلز و اندازه نازلی که استفاده می شود تغییر می کند. در حین برش کاری کاملاً مطمئن شوید که ذرات اکسیده فلزی آزادانه از شکاف برش به خارج پرتاب گردد و در کف شیار جمع نشود، زیرا در غیر این صورت مانع برش کامل شده و لبه های خشن و دندانه دار ایجاد می نماید.

برای ساده تر شدن کار می توان از برخی ابزار کمکی مانند نبشی، استفاده نمود.

نکته



## تجهیزات کمکی برای برش کاری به روش دستی

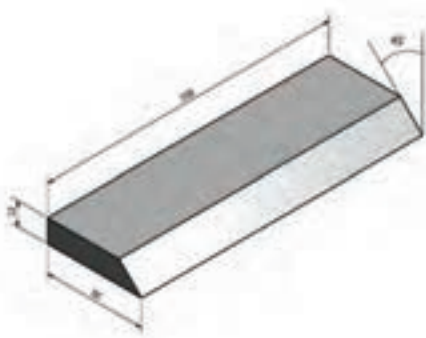
در برش کاری به روش دستی، یکنواختی سرعت حرکت و ثابت بودن فاصله نازل تا قطعه کار به مهارت و تجربه زیاد اپراتور بستگی دارد، از این رو برای افزایش سرعت و بالا بردن کیفیت می توان با استفاده از قطعات کمکی زاویه و مسیر حرکت را ثابت نمود.

نام قطعه	شکل قطعه	عملکرد قطعه
راهنمای برش کاری خطی		
راهنمای برش کاری دایره با شعاع کم		
راهنمای برش کاری دایره با شعاع زیاد		
راهنمای برش کاری خطی تحت زاویه		



قطعه فولادی به ابعاد ۱۲\*۵۰\*۱۵۰ میلیمتر را مطابق نقشه با روش اکسی گاز برش مایل بزنید.

### مراحل انجام کار



- آماده شوید.
- قطعه کار را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
- ابزار و تجهیزات را آماده کنید.
- نکات ایمنی را کنترل کنید.
- قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید.
- تجهیزات برش کاری را آماده کنید.
- برش کاری را آغاز کنید.
- در پایان برش کاری شعله را خاموش کنید.
- قطعه کار خود را سرد نموده و بررسی نمایید.

با هم‌فکری یکدیگر و تشکیل گروه‌های چند نفره و راهنمایی هنرآموز خود و با استفاده از امکانات موجود در کارگاه، یک راهنمای ساده جهت برش کاری تحت زاویه طراحی نموده و بسازید.  
پس از طراحی، لیست مواد و تجهیزات مورد نیاز را بنویسید.

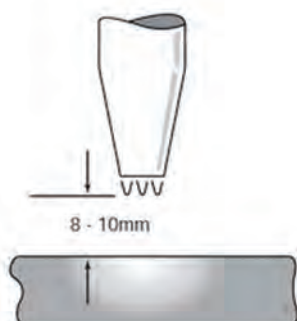
پروژه



## تکنیک سوراخ کاری با شعله

برای سوراخ کاری با شعله ابتدا باید نازلی با یک سایز بیشتر انتخاب کنید.

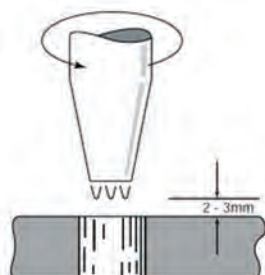
فشار گاز اکسیژن را جهت کاهش تمایل برگشت گل اکسید به نوک مشعل، روی  $PSI 25$  تنظیم کنید. با توجه به ضخامت، قطعه کار را تا دمای سرخ شدن گرما دهید. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۲-۳ میلی متر)



پس از اینکه رنگ قطعه به قرمز روشن تبدیل شد، به آهستگی مشعل را بالا می آوریم. (فاصله سر مشعل تا قطعه کار ۸-۱۰ میلی متر)



به آرامی مشعل را زاویه می دهیم و اهرم اکسیژن را کمی فشار می دهیم تا یک لایه از روی سطح جدا شود، با این کار به گل اکسید اجازه دهید از اطراف نازل به بیرون پرتاب و باعث آسیب دیدن نازل نشود. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۱۰-۱۲ میلی متر).



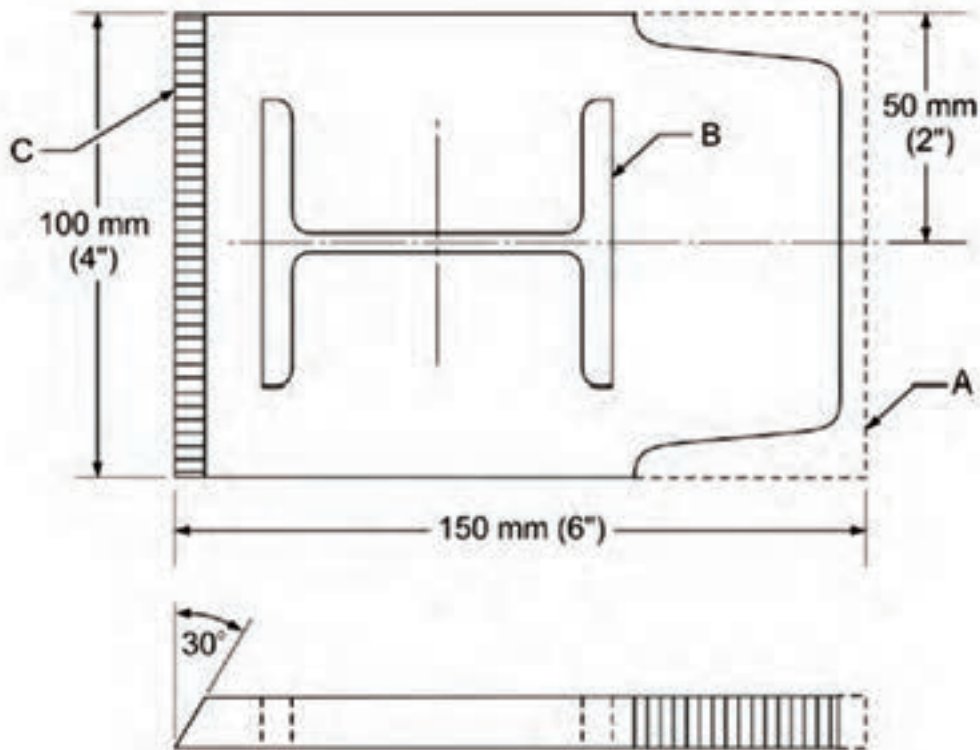
پس از سوراخ شدن قطعه مشعل را به آرامی پایین آورده و اهرم اکسیژن را سریع و به طور کامل فشار دهید. (فاصله نوک مشعل تا قطعه ۲-۳ میلی متر)



در صورت نیاز با حرکت دورانی قطر سوراخ را افزایش دهید.



قطعه فولادی به ابعاد ۱۲\*۱۵۰\*۱۵۰ میلی متر را مطابق نقشه برش کاری کنید.



### مراحل انجام کار



شکل نهایی قطعه پس از برش کاری

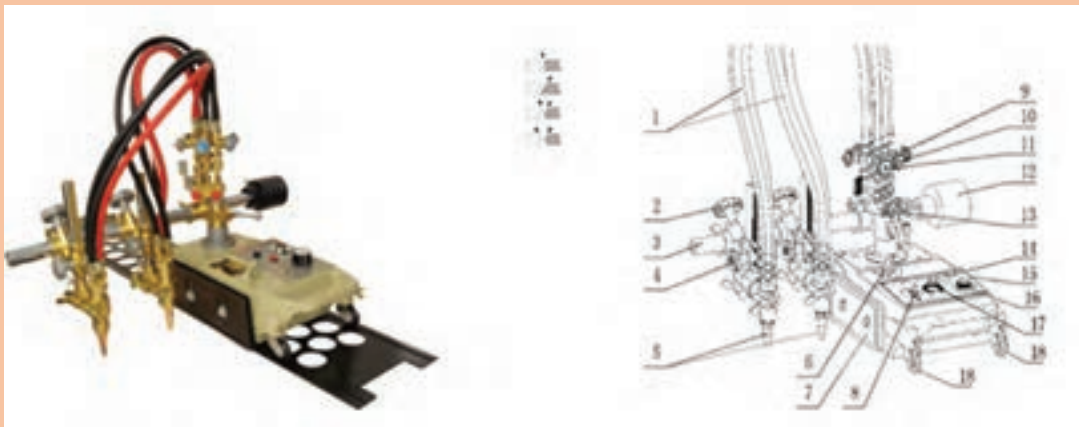
- آماده شوید.
- قطعه کار را از هنرآموز خود تحویل بگیرید.
- ابزار و تجهیزات را آماده کنید.
- نکات ایمنی را کنترل کنید.
- قطعه کار را مطابق نقشه خط کشی کنید.
- تجهیزات برش کاری را آماده کنید.
- برش کاری را آغاز کنید.
- در پایان برش کاری، شعله را خاموش کنید.
- قطعه کار را سرد نموده و بررسی نمایید.

با توجه به رشد روزافزون تکنولوژی و افزایش تولید کارخانه‌ها و نیاز به قطعات با کیفیت و همچنین کاهش خطای انسانی و بالا بردن سرعت و کاهش هزینه، امروزه در تولیدات انبوه و صنعتی بیشتر از ماشین‌های برش کاری استفاده می‌کنند.

ماشین‌های برش کاری از یک دستگاه ساده برش کاری ریلی تا دستگاه‌های برش CNC که قابلیت برش کاری از روی نقشه‌های کامپیوتری را دارند، در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### دستگاه برش کاری ریلی

دستگاه برش کاری ریلی می‌تواند روی یک ریل مستقیم با سرعت قابل تنظیم حرکت کند و فاصله نوک مشعل تا کار قابل تنظیم است همچنین می‌توان زاویه مشعل نسبت به کار را تنظیم نمود تا پخ سازی نیز انجام دهد. برش کاری با خط مستقیم و با لبه پخ دار و بدون پخ قابل اجرا است. همچنین این دستگاه، دارای یک محور شعاعی است که می‌تواند حول آن محور با شعاع قابل تنظیم خطوط دایره با شعاع‌های متفاوت را برش کاری کند.





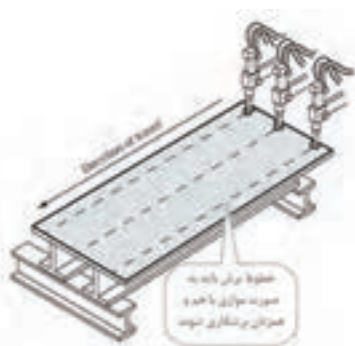
به نظر شما مزیت‌ها و محدودیت‌های استفاده از برش ریلی نسبت به روش دستی چیست؟

### دستگاه راسته بر چند نازله

این دستگاه یک مجموعه متحرک است که در جهت طول و عرض قابلیت جابه‌جایی به صورت دستی و اتومات را دارد.



این دستگاه به‌طور معمول دارای چندین مشعل برش‌کاری در جهت طول و یک مشعل عرضی می‌باشد. همان‌طور که از اسم دستگاه مشخص است، معمولاً مواقعی که نیاز به برش‌های مستقیم طولی و به تعداد زیاد، بر روی یک یا چند قطعه می‌باشد، از این دستگاه استفاده می‌شود. از قابلیت‌های دستگاه این است که هم زمان چند مشعل برش می‌توانند با هم عملیات برش‌کاری را انجام دهند که این امر موجب سرعت بسیار بالای برش‌کاری می‌شود.



نکته



در برش‌کاری بادستگاه‌های برش‌کاری، برای جلوگیری از به وجود آمدن پیچیدگی در برش‌های موازی با طول زیاد باید بالانس حرارتی در قطعه برقرار کرد.





با جست‌وجو در اینترنت راه‌های دیگری جهت جلوگیری از پیچیدگی در برش‌کاری پیشنهاد دهید.

## دستگاه برش CNC

ساختار این دستگاه تقریباً مشابه دستگاه راسته بر می‌باشد، با این تفاوت که دارای یک سیستم پردازش و کنترل جهت گرفتن اطلاعات و نقشه از کاربر و تبدیل آن به فرمان برش می‌باشد. در این دستگاه معمولاً از یک نازل برش گاز یا پلاسما استفاده می‌شود که قابلیت فرم‌بری و برش اشکال پیچیده را دارد.



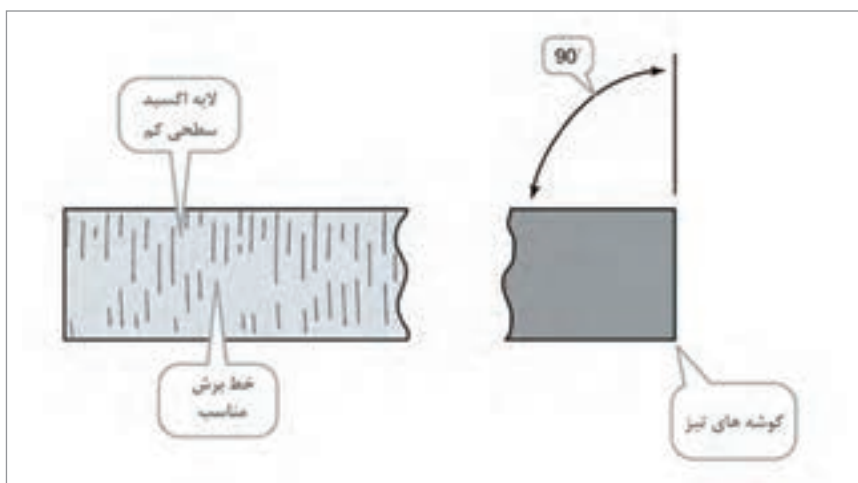
پژوهش کنید که آیا امکان نصب سیستم‌های پردازش و کنترل بر روی دستگاه‌های راسته بر وجود دارد یا خیر و اگر این امکان وجود دارد در چه مواقعی توجیه خواهد داشت؟ مزایا و معایب آن را بیان کنید.





## مشخصه‌های یک مقطع برش مطلوب

شکل و اندازه صحیح قطعه برش کاری شده  
سطح برش صاف و مناسب (خط‌های برش زیاد کشیده نباشد)  
لبه‌های بالا و پایین برش تیز باشد  
گل اکسید روی سطح چسبیده نباشد یا به راحتی جدا شود.



به کمک هنرآموز خود بگویید برای رسیدن به کیفیت بالای سطح برش، به چه نکاتی باید توجه شود؟

کار  
کلاسی



- ۱-
- ۲-
- ۳-
- ۴-
- ۵-
- ۶-

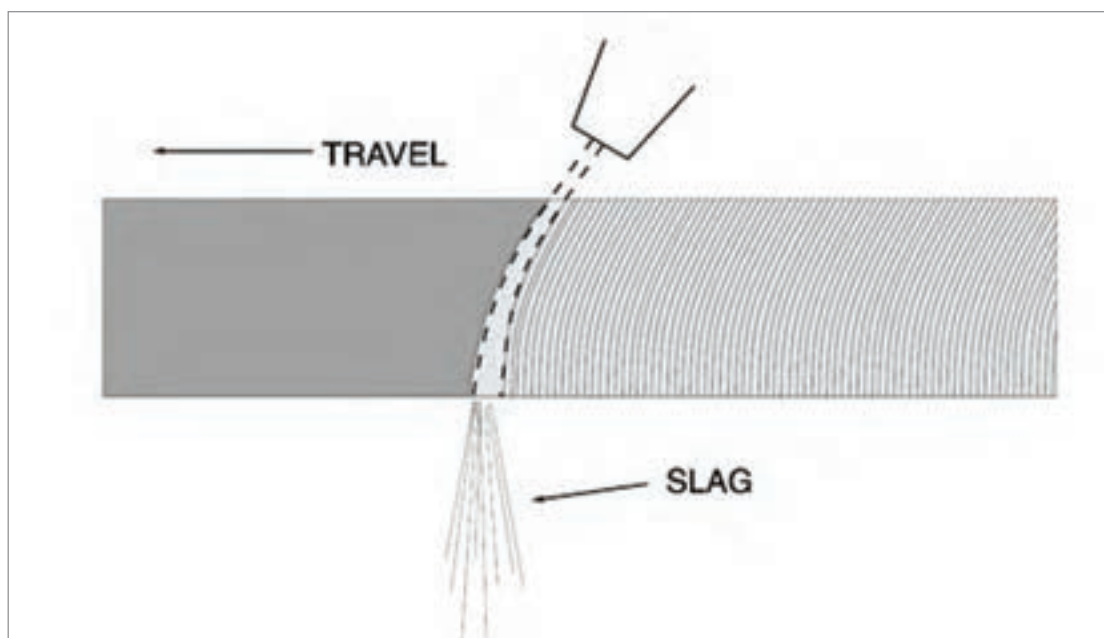
## شناخت عیوب برش کاری حرارتی

در حین عملیات اجرایی یک پروژه (برش کاری یا جوش کاری) امکان به وجود آمدن عیب بسیار زیاد است، اما با داشتن یک دستورالعمل مناسب و شناخت معیارهای پذیرش در استانداردها و بازرسی دقیق و همچنین شناخت دلایل به وجود آمدن عیوب و راه‌های برطرف نمودن آنها، می‌توان بر این مشکل غلبه کرد.

یکی از رایج‌ترین مشکلات برش‌کاری حرارتی، کثیف بودن نوک نازل می‌باشد که این امر موجب به وجود آمدن سطحی خشن و خارج نشدن کامل گل اکسید از انتهای قطعه می‌شود. برای جلوگیری از این عیب باید نوک نازل توسط سوزن بک تمیز شود. سایز مناسب سوزن جهت نازل‌های مختلف انتخاب شود.

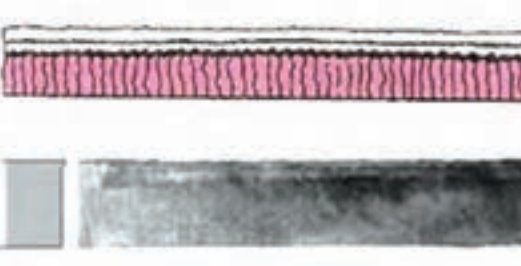


یکی دیگر از مشکلات رایج سرعت زیاد پیشروی می‌باشد که باعث خطوط برش مایل به سمت پشت مشعل و شکل گرفتن سطح زیر و در نهایت تشکیل حباب روی سطح و توقف عمل برش‌کاری می‌شود.



به‌طور کلی با نگاه کردن به مقطع برش و خطوط برش می‌توان از کیفیت برش‌کاری و مشکلات احتمالی آن مطلع شد.

در ادامه سطح مقطع برخی از این موارد با ذکر دلیل به وجود آمدن آنها نشان داده شده است..

	<p><b>برش‌کاری مطلوب</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• سطح بالا و پایین تیز</li> <li>• خطوط برش عمودی</li> <li>• عدم چسبندگی گل اکسید</li> <li>• سطح باشکل مربعی و روشن و بدون اکسید</li> </ul>
	<p><b>کم بودن زمان پیش گرما</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ذوب نامناسب لبه پایینی برش</li> <li>• عدم یکنواختی خطوط برش</li> <li>• سرعت کم برش‌کاری</li> </ul>
	<p><b>زیاد شدن دمای پیش گرما</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• لبه بالایی برش گرد و غیر قابل قبول</li> <li>• آمدن مذاب به داخل شیار برش</li> <li>• چسبندگی زیاد گل اکسید به لبه‌ها</li> </ul>
	<p><b>فاصله زیاد نازل از سطح برش</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• جمع شدن مذاب اضافه روی سطح</li> <li>• وجود آندرکات روی سطح بالایی برش</li> </ul>

	<p><b>کم بودن فشار اکسیژن</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم تیز بودن سطح بالایی</li> <li>• چسبیدن گل اکسید به سطح بالا</li> <li>• خطوط برش نامنظم</li> </ul>
	<p><b>حرکت غیر یکنواخت مشعل</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• لبه های موجی شکل</li> <li>• خطوط برش ناهموار</li> <li>• چسبندگی گل اکسید</li> </ul>
	<p><b>سرعت بالای پیشروی مشعل</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم تیز بودن سطح بالایی</li> <li>• سطح زیر گرد و غیر یکنواخت می باشد</li> <li>• خطوط برش به سمت پشت خوابیده اند</li> <li>• لبه غیر قابل قبول برش</li> </ul>
	<p><b>فشار زیاد اکسیژن و کوچک بودن سایز نازل</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم تیز بودن سطح بالا و پایین</li> <li>• ذوب لبه های برش</li> <li>• خطوط برش نامنظم و کیفیت پایین</li> </ul>

با توجه به اینکه معمولاً برش کاری اولین مرحله انجام کارهای صنعتی می باشد، باید هم در اجرای صحیح آن و هم در کنترل کیفیت و ابعاد آن حداکثر تلاش خود را انجام دهیم، زیرا در غیر این صورت حتی با رعایت نکات فنی در سایر بخش ها باز هم قطعه نهایی ساخته شده دارای عیب خواهد بود.

شرح کار: برشکاری یک قطعه فولادی به ضخامت ۸ میلیمتر : در آوردن دو مستطیل به طول ۱۸۰ میلیمتر و ۱۲۰ میلیمتر در حالت قطعه کار ثابت و در آوردن یک شابلون از قطعه کار			
استاندارد عملکرد: برشکاری فولادهای ساختمانی با استفاده از اکسی گاز با بکارگیری ابزار دستی و ماشینی (اتومات و نیمه اتومات) و مطابق نقشه			
<p>شاخص‌ها:</p> <p>-آزمایش دستگاه</p> <p>-رنگ شعله</p> <p>-حرکت دستگاه مطابق با نقشه</p> <p>-بریده شدن طبق نقشه مبدأ صاف و قائم نسبت به سطح با پلیسه مناسب</p> <p>-عدم وجود پلیسه</p>			
شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات: کارگاه جوشکاری اکسی استیلن استاندارد، تجهیزات کامل برشکاری اکسی استیلن، برس سیمی، چکش، سندان، کمان اره، تجهیزات ایمنی، انبر برای جابجایی قطعات			
زمان : دو ساعت			
معیار شایستگی:			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	آماده سازی دستگاه	۱	
۲	برشکاری	۲	
۳	تمیز کاری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش : اطمینان از کیفیت کار انجام شده، ایمنی در محل کپسول، ایمنی در شیلنگ‌ها، ایمنی در محیط از نظر تمیز بودن قطعه کار و محیط کار از نظر روغن و غیره، ایمنی در محیط از نظر عوامل آتش‌زا و انفجاری، ایمنی فردی	۲	
میانگین نمرات			*
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است .			

- 1-Larrg Jeffus, Welding and Metal Fabrication. DELMr,2012  
 2-Oxy - Acetylene Welding and Cutting , Esab, 2010  
 3-Oxy - Acetylene Welding , Aws, 2012

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

#### کتاب جوشکاری و برشکاری حرارتی قطعات سنگین – کد ۲۱۱۴۰۷

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	اکبر علی محمدی	اصفهان	۹	جمال مسیح آبادی	گلستان
۲	پویا بصیر	کهگیلویه و بویراحمد	۱۰	احمد مرادی	خوزستان
۳	حسینعلی نیستانی	خراسان شمالی	۱۱	سیروس هدایتی	اردبیل
۴	قاسم شکوهی راد	شهرستان‌های تهران	۱۲	حسن رشنو	لرستان
۵	سید محمد قریشی آذر	آذربایجان غربی	۱۳	جواد قلندری پامزاری	کرمان
۶	محمد رضا محمدیان	آذربایجان شرقی	۱۴	محمد لطف	مازندران
۷	محمد رضا افراسیابی	فارس	۱۵	سید ابوالفضل احمدی	خراسان رضوی
۸	حمزه دهقان نیری	البرز			

