



## پودمان ۵

### برش کاری حرارتی

## جلسه اول

هنرآموزان محترم در صورت صلاحدید بهتر است ابتدا مروری بر روش‌های برش کاری که پیش از این هنرجویان با آنها آشنا شده‌اند داشته باشید و مختصری از کاربرد و مزایا و معایب آنها به صورت پرسش و پاسخ‌های کلاسی انجام شود تا ذهن هنرجویان برای درک بهتر مطالب و جایگاه برش کاری حرارتی و دلایل استفاده از آن در صنعت آماده شود. به‌طور مثال دلیل و توجیه‌پذیری استفاده از انواع روش‌ها توضیح داده شود.

### اره دستی

در جاهایی که امکان دسترسی به سایر روش‌ها محدود باشد یا تعداد برش‌ها بسیار کم باشد استفاده می‌شود. ساده و قابل دسترس است ولی سرعت آن پایین است و در حجم زیاد استفاده از آن توجیه ندارد.

### قیچی دستی

برای بریدن ورق‌های فلزی در خطوط برش مستقیم و منحنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در دسترس و ساده می‌باشد ولی سرعت و دقت آن پایین می‌باشد و در برش کاری قطعات ضخیم دارای محدودیت می‌باشد.

### ماشین کاری

قابلیت استفاده در روتراشی، کف‌تراشی، پیچ‌تراشی و ایجاد سوراخ قطعات صنعتی می‌باشد. دقت آن در برش کاری بسیار بالا می‌باشد ولی هزینه تمام شده آن نسبتاً زیاد می‌باشد و همچنین از نظر شکل و ابعاد قطعه که باید به ماشین بسته شوند بسیار محدود می‌باشد و کمتر از آن به عنوان روش برش کاری استفاده می‌شود و بیشتر به عنوان روش تولید از آن استفاده می‌شود.

### قلم کاری

برای بریدن ورق‌ها و میله‌های فلزی و جداکردن قطعات پرچ شده استفاده می‌شود.

### پانچ کاری

برای برش اشکال مختلف از داخل ورق‌ها مانند دایره، مستطیل، پولک‌زنی و یا هر شکل دلخواه دیگر مورد استفاده دارد.

## گیوتین

بیشتر برای بریدن ورق‌های فلزی در خطوط برش مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. دقت و سرعت آن بالا می‌باشد ولی در برش کاری ورق‌های ضخیم و فرم‌بری دچار محدودیت می‌باشد.

پس از مروری خلاصه بر روش‌های ذکر شده می‌توان در مورد برش کاری حرارتی و مزایا و محدودیت‌های فرایند توضیح داد.

## هدف از شکل‌ها



(ب) برش کاری حرارتی - قطعات ضخیم



(الف) برش کاری مکانیکی - برش مستقیم و ضخامت کم



(ب) برش کاری حرارتی - قطعات حساس و با دقت بالا



(الف) برش کاری حرارتی - قطعات ضخیم و فرم‌های پیچیده

### شکل ۲-۵

مهم‌ترین نکته‌ای که باید در مورد برش کاری به آن اشاره نمود این است که هنرجویان به این درک برسند که فرایند برش کاری اگر چه مستقل از سایر فرایندها می‌باشد ولی معمولاً در صنعت به عنوان مرحله آغازین تولید یک محصول در نظر گرفته می‌شود و بروز عیب در این مرحله می‌تواند تمام مراحل تولید را تحت تأثیر خود قرار دهد و از این رو دارای اهمیت ویژه‌ای در میان سایر بخش‌ها می‌باشد.

## پژوهش



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؟ هدف از این پژوهش آشنایی هنرجویان با سایر روش‌های برش کاری می‌باشد و این مطلب که در ادامه بحث هنرجویان برش کاری حرارتی را صرفاً برش کاری با شعله گاز ندانند.

۱ برش کاری لیزر

۲ برش کاری پلاسما

۳ برش کاری با قوس الکتریکی

در اینجا بهتر است این مطلب توضیح داده شود که به دلیل گستردگی استفاده از روش اکسی گاز در صنعت و هزینه‌های مناسب تجهیزات آن بیشتر در این کتاب به آن پرداخته شده است و در سطوح بالاتر به سایر روش‌ها پرداخته خواهد شد.

## فعالیت کلاسی



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

۱ گرما

۲ اکسیژن

۳ ماده سوختی



هدف از این کار کلاسی مروری بر این مطلب می‌باشد که هنرجویان بدانند برای ایجاد شعله همیشه باید این سه عامل هم‌زمان در یکجا وجود داشته باشند و در صورتی که یکی از این عوامل حذف شود اشتعال اتفاق نمی‌افتد.

## پژوهش



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

هرچه خلوص اکسیژن بالاتر باشد، کیفیت برش کاری بهتر می‌شود یعنی کیفیت برش کاری رابطه مستقیم با خلوص اکسیژن مصرفی دارد.



در این کار کارگاهی با توجه به اینکه هنرجویان از قبل و فصل جوشکاری با شعله گاز، با تجهیزات اکسی گاز آشنا شده‌اند بهتر است بیشتر روی این مطلب تأکید شود که تقریباً تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری و برش کاری مشابه یکدیگر می‌باشد و در سایر تجهیزات تفاوت قابل مشاهده در نوع مشعل‌ها و نازل‌ها در تجهیزات برش کاری می‌باشد و در سایر تجهیزات تفاوت قابل ملاحظه‌ای دیده نمی‌شود ولی در تنظیمات باید توجه داشت که ممکن است تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای وجود داشته باشد. برای مثال فشار گازها در جوشکاری و برش کاری متفاوت است ولی مانومترها تقریباً مشابه می‌باشد. پیشنهاد می‌شود برای این کار کارگاهی نکات ایمنی مربوط به کپسول‌ها، شیلنگ‌ها، مانومتر و نحوه باز و بسته نمودن تجهیزات آموزش داده شود.

## آماده‌سازی تجهیزات برش کاری

با استفاده از آچار متناسب رگولاتور اکسیژن و رگولاتور استیلن را به کپسول‌های اکسیژن و استیلن محکم کنید توجه داشته باشید رگولاتور استیلن با مهره چپ گرد به کپسول وصل می‌شود. (این موضوع در مورد تمام گازهای قابل اشتعال صادق است). شیر تنظیم فشار گاز که در زیر رگولاتور قرار دارد را کاملاً باز کنید و شیر خروجی گاز رگولاتور را ببندید و با بازکردن شیر فلکه کپسول نشتی گازها را کنترل کنید. شیلنگ‌ها را به وسیله بست مخصوص به رگولاتور مربوطه وصل کنید. دقت کنید شیلنگ قرمز رنگ به رگولاتور استیلن و شیلنگ آبی یا سبز به رگولاتور اکسیژن وصل شود. سپس محل اتصال شیلنگ به رگولاتور را با آب صابون از نظر نشتی کنترل کنید. سر دیگر شیلنگ‌ها را به مشعل برش کاری بسته و با آچار مناسب بست‌ها را محکم کنید. (توجه نمایید شیلنگ‌ها جابه‌جا بسته نشوند)



## جلسه دوم

با توجه به اهمیت گازهای سوختنی و اکسیژن در برش کاری پیشنهاد می‌شود در جلسه دوم در مورد گازهای سوختنی پر مصرف در برش کاری و تفاوت تأثیر ارزش گرمایی گازها در برش کاری و جوشکاری توضیح داده شود. مثلاً این مطلب توضیح داده شود که در برش کاری نقش گاز سوختنی بیشتر در شروع عملیات و رساندن دمای اولیه قطعه به دمای سرخ شدن تأثیر دارد.

### گازهای سوختنی رایج در برش کاری هوا گاز

نکته‌ای که در مورد گازهای رایج در برش کاری حائز اهمیت است، این است که اگر چه گاز استیلن از لحاظ انرژی گرمایی تولید شده دارای ارزش گرمایی بالایی می‌باشد ولی با توجه به حجم زیاد گاز مورد نیاز برای برش کاری و قیمت نسبتاً بالای استیلن نسبت به سایر گازها بهتر است از سایر گازهای ارزان‌تر استفاده شود. برای درک بهتر هنرجویان نسبت به این مطلب بهتر است توضیح داده شود که ارزش ویژه گرمایی گاز در برش کاری، صرفاً برای شروع عملیات و رساندن دمای قطعه به مرز سرخ‌شدن مورد نیاز می‌باشد و در ادامه برش کاری واکنش شیمیایی بین فلز و اکسیژن و فشار گاز است که باعث عملیات برش کاری می‌شود. یعنی استفاده از گازهای با ارزش گرمایی بالا فقط می‌تواند شروع عملیات برش کاری را کمی سریع‌تر از سایر گازها انجام دهد ولی در ادامه تأثیر چندانی در سرعت عملیات نخواهد داشت پس بهتر است بر خلاف جوشکاری، در برش کاری علاوه بر سایر پارامترهای ذکر شده در کتاب، به قیمت گاز نیز توجه داشت. دلیل رایج بودن استفاده از کپسول‌های مایع در صنعت نیز همین مطلب می‌باشد.

### نکاتی در مورد گازها

#### گاز استیلن $C_2H_2$

گاز استیلن  $C_2H_2$  گازی بی‌رنگ و بی‌بو است. گاز استیلن  $C_2H_2$  در دمای معمولی به شدت آتش‌گیر است و بوی آن شبیه به بوی سیر است. مخلوط گاز استیلن  $C_2H_2$  و هوا بسیار منفجر شونده است بنابراین گاز استیلن  $C_2H_2$  را به صورت مخلوط استون و مواد متخلخل ذخیره و حمل می‌کنند.

**مشخصات فنی:** گاز استیلن گاز مرکبی است با ترکیب  $C_2H_2$ ، این گاز از هیدروکربن‌ها و ساده‌ترین آلکین‌ها تشکیل شده است. گاز استیلن  $C_2H_2$  گازی بی‌رنگ و بی‌بو است، این گاز بسیار ناپایدار است و از روش‌هایی از جمله اضافه کردن استون، آن را پایدار می‌کنند. کیسول حاوی گاز استیلن  $C_2H_2$  را باید در مکان خنک و همچنین دارای تهویه مناسب و به دور از محیط‌های قلیایی و اسیدی قرار دهند. همچنین هنگام استفاده از گاز استیلن  $C_2H_2$  بایستی از تجهیزات تقلیل فشار استفاده شود. بعد از هر بار استفاده از گاز استیلن  $C_2H_2$ ، شیر گاز حتماً بایستی بسته شود. اطلاعات کامل‌تر گاز استیلن در جدول مشخصات فنی می‌باشد.

گاز استیلن	نوع گاز
۹۹٫۷	خلوص %
Air <۹۰۰ Total Sulfure <۱۰ PH <sub>۲</sub> <۱۰	ناخالصی ppm
۴۰ لیتر	حجم سیلندر
۳	وزن گاز به کیلوگرم
اشتعال پذیری بالا	مشخصات فنی
- ۸۴ °C	نقطه تصعید
C <sub>۲</sub> H <sub>۲</sub>	نشان شیمیایی

**موارد مصرف:** گاز استیلن  $C_2H_2$  در کاربردهای برش کاری، جوشکاری و همچنین در مصارف سوختی بیشترین استفاده را دارد. گاز استیلن  $C_2H_2$  گاز سوختنی مناسب برای انواع لحیم کاری، جوشکاری، برش حرارتی و حرارت شعله است. در جوشکاری‌ها، برای ایجاد یک شعله صاف از گاز استیلن  $C_2H_2$  استفاده می‌کنند. از گاز استیلن  $C_2H_2$  همچنین در کربنیزه کردن فولاد استفاده می‌شود.

#### نکته ایمنی



در هنگام استفاده از گاز استیلن  $C_2H_2$  در محیط‌های سر بسته، بایستی پنجره‌ها را باز کرد و برای محل تهویه مناسب تعبیه شود. بیشترین مصرف گاز استیلن  $C_2H_2$  در جوشکاری‌ها می‌باشد بنابراین بایستی در هنگام کار با این گاز، برای جلوگیری از سرایت شعله به داخل کیسول استیلن از فلاش بک در سر شیلنگ‌ها استفاده شود. کیسول حاوی گاز استیلن  $C_2H_2$  را باید دور از چربی‌ها و روغن نگهداری کرد زیرا خطر انفجار وجود دارد.



## گاز پروپیلن $C_3H_6$

پروپیلن را با نماد شیمیایی  $C_3H_6$  نشان می‌دهند که نام فارسی آن پروپین است و نام‌های دیگر آن متیل اتن و متیل اتیلن می‌باشد. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  یکی از محصولات کلیدی پتروشیمیایی است که به عنوان مواد اولیه برای تولید پلیمرهای مختلف استفاده می‌شود. با توجه به آمارها، افزایش مصرف گاز پروپیلن  $C_3H_6$  به دلیل مشتقات (شامل: پلی پروپیلن، گاز مایع و بنزین، متانول، دی متیل اتر، پروپیلن) آن کاملاً مشهود است و ظاهراً این روند افزایش، ادامه‌دار خواهد بود ولی همچنان برای تولید گاز پروپیلن  $C_3H_6$  از روش‌های سابق استفاده می‌شود. این روش‌ها شامل تقطیر جز به جز نفت خام، بازیافت پالایشگاهی، هیدروژن‌زدایی از پروپان، تبدیل متانول به اولفین و پروپیلن می‌شود.

گاز پروپیلن  $C_3H_6$  به عنوان جایگزینی برای گاز استیلن برای جوش و برش به حساب می‌آید با این تفاوت که سرعت برش سریع‌تر و کیفیت جوش و برش چند برابر می‌شود. وزن کپسول پروپیلن از کپسول استیلن کمتر است و دلیل آن مواد متخلخل و استونی است که به گاز استیلن اضافه شده است. با استفاده از گاز پروپیلن  $C_3H_6$  به جای گاز استیلن، ۵۰٪ در هزینه صرفه‌جویی می‌شود و آن به این دلیل است که یک کپسول ۵۰ کیلویی به اندازه ۴ کپسول استیلن که در مجموع ۴۵۰ کیلو وزن دارد، کارایی دارد. **مشخصات فنی:** گاز  $C_3H_6$  یکی از تمیزترین و ساده‌ترین گازهای سوختنی برای استفاده است و همچنین از ایمن‌ترین سوخت‌هاست. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  گاز سوختنی، بی‌رنگ با بوی طبیعی تند، بسیار اشتعال‌زا، غیر سمی و ناپایدار است. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  در پروسه تصفیه بنزین و اتیلن به دست می‌آید همچنین از تجزیه مخلوط‌های هیروکربنی می‌توان گاز پروپیلن را تولید کرد.

اطلاعات کامل‌تر گاز پروپیلن  $C_3H_6$  در جدول مشخصات فنی می‌باشد.

گاز پروپیلن	نوع گاز
۹۹٫۵	خلوص %
$O_2 \leq 70$ $N_2 \leq 280$ $CO/CO_2 \leq 30$ Other Hydrocarbons $\leq 4000$ $H_2O \leq 10$	ناخالصی ppm
۵۰ لیتر	حجم سیلندر
۲۰	وزن گاز به کیلوگرم
گاز مایع - اشتعال پذیری بالا	مشخصات فنی
- ۴۸ °C	نقطه جوش
$C_3H_6$	نشان شیمیایی

**موارد مصرف:** یکی از پرکاربردترین موارد مصرف گاز پروپیلن  $C_3H_6$  استفاده از مشتقات آن در صنایع مختلف است. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  به عنوان یک گاز سوختنی در صنایع شیمیایی و صنایع پلاستیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین در صنایع خودروسازی، الکترونیک، بسته‌بندی، جوشکاری ذوبی، لحیم‌کاری، لحیم‌کاری نقره‌ای و انواع برش‌ها استفاده می‌شود. از گاز پروپیلن  $C_3H_6$  به عنوان یک واسطه شیمیایی در مخلوط کالیبراسیون هم استفاده می‌شود و برای تست کارایی مشعل گاز و موتورها کاربرد دارد.

#### نکته ایمنی



تفسر گاز پروپیلن  $C_3H_6$  در غلظت و حجم پایین سبب بی‌هوشی می‌شود ولی هر چه غلظت گاز پروپیلن  $C_3H_6$  بیشتر شود به علت کمبود اکسیژن، خفگی اتفاق می‌افتد. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  سنگین‌تر از هواست و در فضاهای بسته خطر انفجاری دارد و حتماً باید از تهویه مناسب استفاده شود. برای استفاده از گاز پروپیلن  $C_3H_6$  پیشنهاد می‌شود از دستکش‌های بلند که عایق مناسبی برای حرارت هستند، استفاده شود. گاز پروپیلن  $C_3H_6$  برای چشم و پوست بی‌خطر است ولی پروپیلن مایع در صورت تماس باعث انجماد و سوزش می‌شود که با شست‌وشوی طولانی با آب مشکل برطرف می‌شود.

### گاز پروپان $C_3H_8$

گاز طبیعی ترکیبی از چند گاز اتان، پروپان، بوتان و عمدتاً متان می‌باشد ولی با این وجود این گاز پروپان  $C_3H_8$  است که به دلیل وجود ۲ برابر انرژی در حجم یکسان نسبت به بقیه گازهای طبیعی، بعد از فرایند جداسازی به عنوان سوخت استفاده می‌شود. گاز پروپان  $C_3H_8$  را هم می‌توان به صورت مایع (LNG)، هم به صورت فشرده (CNG) و هم غیر فشرده استفاده کرد. گاز طبیعی به عنوان یک گاز گلخانه‌ای به محیط‌زیست آسیب می‌رساند ولی گاز پروپان  $C_3H_8$  به تنهایی آسیب‌رسان و سمی نیست و نمی‌توان آن را در گازهای گلخانه‌ای طبقه‌بندی کرد و مقایسه تولید گازهای گلخانه‌ای پروپان در برابر گاز طبیعی، این موضوع را واضح نشان می‌دهد. گاز پروپان  $C_3H_8$  در سال ۱۹۹۰ به عنوان سوخت پاک اعلام شد. گاز پروپان  $C_3H_8$  یکی از سبک‌ترین و ساده‌ترین هیدروکربن‌های موجود می‌باشد و به همین دلیل می‌توان از آن به عنوان تمیزترین سوخت در بین سوخت‌های فسیلی نام برد. از نظر هزینه‌ای هم استفاده از گاز پروپان  $C_3H_8$  به عنوان سوخت ارزان‌تر از بنزین‌های معمولی می‌باشد. از مزیت‌های دیگر گاز پروپان  $C_3H_8$  حمل و نقل آسان است که به دلیل سبک بودن و کم حجم بودن این گاز است.

**مشخصات فنی:** گاز پروپان با علامت اختصاری  $C_3H_8$  نشان داده می‌شود و نام‌های دیگر گاز پروپان دی متیل متان، گاز پترلیوم مایع، پروپیل هیدراد گاز است. گاز پروپان  $C_3H_8$  غیرسمی، بی‌رنگ و تقریباً بی‌بو می‌باشد. از گاز مرکاپتان (شامل اتیل مرکاپتان و متیل مرکاپتان) برای بودار کردن گاز پروپان استفاده می‌کنند که تشخیص

نشستی در زمان مصرف به عنوان سوخت آسان تر شود که در صورت نشستی، گاز پروپان بوی تخم مرغ گندیده می دهد. گاز پروپان  $C_3H_8$  از دو فرایند پردازش گاز طبیعی و پالایش نفت خام به دست می آید. گاز پروپان  $C_3H_8$  از هوا سنگین تر است و در نتیجه مایع آن نیز بسیار سرد می باشد و در  $54^\circ C$  درجه سانتی گراد مشتعل می شود. اطلاعات کامل تر گاز پروپان  $C_3H_8$  در جدول مشخصات فنی می باشد.

جدول ۵-۱

نوع گاز	گاز پروپان	گاز پروپان
خلوص %	۹۹٫۵	۹۹٫۵
ناخالصی ppm	$O_2 \leq 20$ $N_2 \leq 60$ $CO_2 \leq 20$ $C_2H_6 \leq 1000$ Othere Hydrocarbons $\leq 800$ $H_2O \leq 10$ Total Impurities $\leq 1000$	$O_2 \leq 100$ $N_2 \leq 400$ $CO_2 \leq 1000$ $C_2H_6 \leq 4000$ Othere Hydrocarbons $\leq 4000$ $H_2O \leq 5$
حجم سیلندر	۵۰ لیتر	۵۰ لیتر
وزن گاز به کیلوگرم	۲۰	۲۰
مشخصات فنی	گاز مایع - اشتعال پذیری بالا	
نقطه جوش	$-42^\circ C$	
نشان شیمیایی	$C_3H_8$	

**موارد مصرف:** بیشترین مصرف گاز پروپان  $C_3H_8$  به عنوان سوخت می باشد که در بین سوخت های رایج دنیا بعد از بنزین و گازوییل قرار دارد. از کاربردهای دیگر آن می توان به گرم کردن خانه، پخت و پز مواد غذایی سردخانه ای، صنایع جوشکاری، استفاده در بالن های هوای گرم، تأمین انرژی مزرعه و تجهیزات صنعتی و کشاورزی، کوره های سفال و آجرپزی، خشک کردن غلات، کارخانه های تولید شیشه و... نام برد.

گاز پروپان  $C_3H_8$  آتش زا است و به همین دلیل باید مانند سایر گازهای آتش زا نکات ایمنی آن را رعایت کرد به عنوان مثال از جرقه و گرما به دور نگه داشته شود و محل نگهداری آن باید دارای تهویه مناسب باشد و کپسول های حاوی گاز پروپان  $C_3H_8$  باید به صورت دوره های منظم (۱۰ سال یک بار) مورد تست و بازرسی قرار بگیرند. همچنین گاز پروپان  $C_3H_8$  یک گاز سرد است و در صورت تماس با پوست و هر عضو دیگری آسیب یخ زدگی را به دنبال خواهد داشت همچنین استنشاق گاز پروپان  $C_3H_8$  سبب کاهش کارایی سیستم اعصاب مرکزی می شود و در غلظت متوسط باعث ایجاد سر درد، تهوع، سرگیجه و گیجی می شود و در غلظت های بالا به دلیل کاهش دادن در صد اکسیژن هوا، خفه کننده است.

نکته ایمنی



## گاز هیدروژن $H_2$

هیدروژن  $H_2$  فراوان ترین عنصر در جهان است. در حدود ۷۵٪ از جرم مواد طبیعی از این عنصر ساخته شده است. هیدروژن سبک ترین عنصر شیمیایی است. گاز هیدروژن  $H_2$  گازی بی رنگ، بی بو و شدیداً قابل اشتعال است. گاز هیدروژن  $H_2$  در ایران از الکترولیز آب تولید می شود و به همین دلیل گاز هیدروژن  $H_2$  حاوی مقادیر بالای رطوبت است. همچنین گاز هیدروژن  $H_2$  از طریق عبور بخار از روی کربن داغ، تجزیه هیدروکربن به وسیله حرارت، واکنش هیدروکسید سدیم یا پتاسیم بر روی آلومینیوم تولید می شود. مهم ترین ترکیب گاز هیدروژن  $H_2$  با اکسیژن است که آب را تشکیل می دهد و از همین ماده حیاتی می توان با استفاده از فرایند الکترولیز به گاز هیدروژن  $H_2$  رسید.

**مشخصات فنی:** گاز هیدروژن  $H_2$  گازی به شدت قابل اشتعال، بی رنگ و بی بو می باشد. اشتعال بالای گاز هیدروژن  $H_2$  باعث تسریع در فرایند سوختن مواد شده و در غلظت های بالا باعث خفگی و مرگ می شود. این عنصر، فراوان ترین عنصر در جهان شناخته شده است. گاز هیدروژن  $H_2$  به طور صنعتی توسط فرایند الکترولیز آب تولید می شود. اطلاعات کامل تر گاز هیدروژن  $H_2$  در جدول مشخصات فنی می باشد.

جدول ۵-۲

نوع گاز	گاز هیدروژن	گاز هیدروژن
خلوص %	۹۹٫۹۹۹	۹۹٫۹۹۹
ناخالصی ppm	$O_2 \leq 0.05$	$O_2 \leq 1$
	$N_2 \leq 0.2$	$N_2 \leq 5$
	$CO \leq 0.02$	$CO \leq 1$
	$CO_2 \leq 0.02$	$CO_2 \leq 1$
	$CH_4 \leq 0.01$	$CH_4 \leq 1$
	$H_2O \leq 0.5$	$H_2O \leq 3$
حجم سیلندر	۲۰ لیتر - ۵۰ لیتر	۲۰ لیتر
فشار کاری	۱۸۰ بار	۱۰۰ بار
مشخصات فنی	گاز فشرده - اشتعال پذیری بالا	
نقطه جوش	-۲۵۳ °C	
نشان شیمیایی	$H_2$	

**موارد مصرف:** از گاز هیدروژن  $H_2$  برای تولید آمونیاک، هیدروژنه کردن چربی ها و روغنی ها و تولید متانول استفاده می شود. گاز هیدروژن  $H_2$  در جوشکاری و تولید فلزات، سوخت های موشک، در صنایع خودروسازی و تجهیزات حمل و نقل، در پالایش نفت، نیروگاه های برق، در صنایع غذایی و در تهیه پلاستیک و فرایندهای هیدروژنه کردن روغنی های خوراکی استفاده می شود. گاز هیدروژن  $H_2$  به عنوان سوختی تمیز و بدون آلودگی در پیل های سوختی برای راه اندازی اتومبیل هایی که با سوخت هیدروژنی کار می کنند استفاده می شود.



گاز هیدروژن  $H_2$  به دلیل اشتعال بالا و تسریع در فرایند سوختن در غلظت‌های بالا، ممکن است منجر به خفگی و حتی مرگ شود. به همین دلیل در هنگام استفاده از گاز هیدروژن  $H_2$  بایستی از سالم بودن سیلندر گاز اطمینان کافی را حاصل کنیم و همچنین در هنگام استفاده از گاز هیدروژن  $H_2$  حتماً باید از تجهیزات تقلیل فشار استفاده کنیم و بعد از استفاده حتماً شیر گاز را ببندیم. سیلندر گاز هیدروژن  $H_2$  با خلوص بالا را باید در مکان‌های دارای تهویه مناسب و به دور از هرگونه آلودگی و مواد اسیدی و قلیایی قرار داد.

### گاز متان $CH_4$

گاز متان  $CH_4$  ساده‌ترین آلکان و ترکیب اصلی گاز طبیعی است و یک منبع سوختی مهم بشمار می‌رود. گاز متان  $CH_4$  در هسته خود نسبتاً ساده است و گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است. گاز متان  $CH_4$  اگر چه یکی از گازهای اصلی جو به نسبت گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون است اما به دلیل بی‌بو، بی‌رنگ و بی‌مزه بودن قابل تشخیص نیست. گاز متان  $CH_4$  گازی گلخانه‌ای است و اثر گلخانه‌ای آن بیشتر از کربن دی‌اکسید است اما چون فراوانی آن در هوا کمتر از دی‌اکسید کربن است، به همین دلیل کربن دی‌اکسید را عامل اصلی اثر گلخانه‌ای می‌دانیم. گاز متان  $CH_4$  از گاز طبیعی، نفت، از دام و سایر فعالیت‌های کشاورزی، از زباله‌های آلی، گاز طبیعی و... به‌جود می‌آید. همچنین گاز متان  $CH_4$  می‌تواند از منابع طبیعی یا ساخته دست انسان به‌وجود آید اما بزرگ‌ترین منبع انتشار صنعت نفت و گاز است. گاز متان  $CH_4$  به مقدار زیادی در جو موجود است. به گزارش حفاظت از محیط‌زیست ایالات متحده، (EPA) گاز متان  $CH_4$  خیلی بیشتر از کربن دی‌اکسید و سایر گازهای گلخانه‌ای در گرم شدن زمین مؤثر است. گاز متان  $CH_4$  در دمای بالا به سرعت با بخار آب واکنش نشان می‌دهد.

**مشخصات فنی:** گاز متان  $CH_4$  گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است و ساده‌ترین آلکان که در هسته خود نسبتاً ساده است. گاز متان  $CH_4$  تشکیل‌دهنده اصلی گاز طبیعی است، گاز طبیعی تقریباً شامل ۵۰ تا ۹۰ درصد گاز متان  $CH_4$  بسته به منبع است. در طبیعت، گاز متان  $CH_4$  توسط تجزیه باکتری‌های بی‌هوازی از ماده گیاهی در زیر آب (گاز مرداب) تولید شده است. گاز متان  $CH_4$  به مقدار کمی محلول در آب است و بسیار پایدار است اما مخلوط گاز متان  $CH_4$  و هوا (با ۱۴٪ متان) قابل انفجار است. همچنین به مقدار زیادی در ترکیبات عالی مشاهده می‌شود. اطلاعات کامل‌تر گاز متان  $CH_4$  در جدول مشخصات فنی می‌باشد.

جدول ۳-۵

نوع گاز	گاز متان ۳	گاز متان ۳/۵	گاز متان ۴/۵
خلوص %	۹۹,۹	۹۹,۹۵	۹۹,۹۹۵
ناخالصی ppm	$N_2 \leq 250$ $O_2 \leq 50$ $C_2H_6 \leq 600$ $H_2 \leq 50$ $H_2O \leq 50$	$N_2 \leq 100$ $O_2 \leq 20$ $OHC \leq 400$ $H_2O \leq 5$	$N_2 \leq 10$ $O_2 \leq 3$ $OHC \leq 30$ $H_2 \leq 2$ $H_2O \leq 5$
حجم سیلندر	۵۰ لیتر	۵۰ لیتر	۵۰ لیتر
فشار کاری	۲۰۰ بار	۲۰۰ بار	۲۰۰ بار
مشخصات فنی	گاز فشرده - اشتعال پذیری بالا		
نقطه جوش	-۱۶۲ °C		
نشان شیمیایی	CH <sub>۴</sub>		

**موارد مصرف:** گاز متان CH<sub>۴</sub> به عنوان حلال در صنایع رنگ و چسب استفاده می شود. گاز متان CH<sub>۴</sub> ماده حیاتی در صنایع پتروشیمی به شمار می آید و همچنین همراه پروپان تحت عنوان LPG جهت مصارف سوختی و انرژی استفاده می شود.

نکته ایمنی



گاز متان CH<sub>۴</sub> فواید و مضراتی دارد. اما وجود گاز متان CH<sub>۴</sub> در آینده حیات نقش مهمی دارد. متان یک ماده طبیعی است که می تواند در طول زمان از طریق مسیرهای بیولوژیکی تولید شود. گاز متان CH<sub>۴</sub> گازی خفه کننده است و در غلظت های بالا جای اکسیژن را می گیرد، متان محرک چشم و پوست نمی باشد اما قابل اشتعال هست و نباید در مواجهه با منابع گرمازا قرار گیرد چون منجر به آتش سوزی می شود. سیلندر گاز متان CH<sub>۴</sub> بایستی در محیط خنک و دارای تهویه مناسب و به دور از گرما قرار گیرد.

فعالیت کارگاهی ۲



تست نشستی اتصالات و شیلنگ ها

پس از آماده نمودن تجهیزات و نصب قطعات و اتصالات برای اطمینان از ایمنی، کلیه محل اتصالات را از نظر نشستی تست می کنند. یکی از روش هایی که به طور معمول به عنوان روش تست نشستی اتصالات مورد استفاده قرار می گیرد استفاده از کف و آب صابون در محل اتصالات می باشد. هر چند که این روش مفید و کاربردی می باشد ولی بهتر است برای هنرجویان توضیح داده شود که در مواقعی که با سیستم های پیچیده و با حجم زیاد و طولانی برخورد

دارند و یا قرار است یک خط مورد بازرسی دوره‌ای قرار گیرد، ممکن است استفاده از این روش بسیار زمان بر باشد و بهتر است ابتدا از روش توضیح داده شده در زیر برای آزمون نشتی استفاده شود و در صورتی که متوجه وجود نشتی و کاهش فشار شدید می‌توان از کنترل کلیه اتصالات با کف یا آب صابون نمود.

برای این کار مراحل زیر را انجام دهید.

۱ شیرهای روی مشعل را کاملاً ببندید.

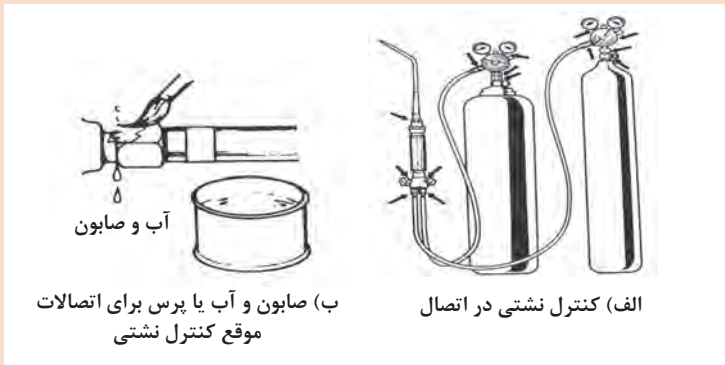
۲ شیر کپسول را باز کرده و فشار روی مانومتر کار را روی یک عدد دقیق ثابت کرده و ثبت کنید.

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.

از این روش با اندکی تغییر، معمولاً برای کنترل نشتی سیستم‌های گازکشی شهری نیز استفاده می‌کنند.



شکل ۳-۵

مطابق شکل محل‌های اتصال اجزای یک واحد جوشکاری گاز، باید با محلول آب صابون کنترل نشتی شود و از عدم نشتی گاز اطمینان حاصل گردد.

در اینجا منظور از آب صابون، محلول آب به همراه صابون یا ماده کف‌کننده می‌باشد، این مطلب توضیح داده شود تا با روغن آب صابون که معمولاً برای خنک‌کاری در سیستم‌های ماشین‌کاری استفاده می‌شود، اشتباه گرفته نشود.

نکته



## جلسه سوم

با توجه به تنوع گازها و سائز کپسول‌ها، دانستن نکات زیر در شناسایی و انتخاب نوع کپسول و گاز، می‌تواند مفید باشد.

### روش‌های شناسایی کپسول‌های گاز

مشخصه رنگ یک روش مناسب برای شناسایی ظاهری کپسول‌ها می‌باشد. معمولاً از رنگ‌های یکنواخت برای مشخص نمودن کپسول‌های گاز فشرده، خطوط انتقال گاز، انتقال مواد خطرناک و تجهیزات آتش‌نشانی استفاده می‌شود. پنج کلاس برای نشان دادن خطرات کلیه مواد خطرناک مشخص شده است.

جدول ۴-۵

Class	Standard Color	Class of Material
a	Yellow, No. 13655	FLAMMABLE MATERIALS. All materials known ordinarily as flammables or combustibles. Of the chromatic colors, it has the highest coefficient of reflection under white light and can be recognized under the poorest conditions of illumination.
b	Brown, No. 10080	TOXIC AND POISONOUS MATERIALS. All materials extremely hazardous to life or health under normal conditions as toxics or poisons.
c	Blue, No. 15102	ANESTHETICS AND HARMFUL MATERIALS. All materials productive of anesthetic vapors and all liquid chemicals and compounds hazardous to life and property but not normally productive of dangerous quantities of fumes or vapors.
d	Green, No. 14260	OXIDIZING MATERIALS. All materials which readily furnish oxygen for combustion and fire producers which react explosively or with the evolution of heat in contact with many other materials.
e	Gray, No. 16187	PHYSICALLY DANGEROUS MATERIALS. All materials, not dangerous in themselves, which are asphyxiating in confined areas or which are generally handled in a dangerous physical state of pressure or temperature.
f	Red, No. 11105	FIRE PROTECTION MATERIALS. All materials provided in piping systems or in compressed-gas cylinders exclusively for use in fire protection.



جدول ۵-۵

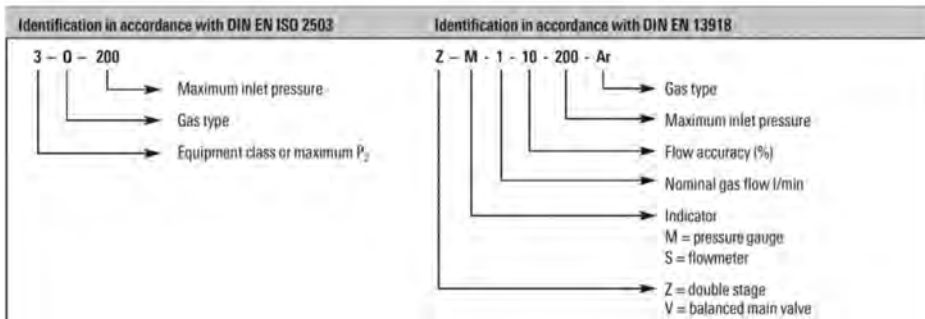
TITLE	LOCATION ON CYLINDER			
	TOP A	BAND B	BAND C	BODY
ACETYLENE	YELLOW	YELLOW	YELLOW	YELLOW
ARGON, OIL-FREE	GRAY	WHITE	GRAY	GRAY
CARBON DIOXIDE	GRAY	GRAY	GRAY	GRAY
CARBON DIOXIDE ( <i>Fire only</i> )	RED	RED	RED	RED
HELIUM, OIL-TOLERANT	GRAY	ORANGE	GRAY	GRAY
METHYLE ACETYLENE PROPADIENE (MAPP) MIXTURE	YELLOW	ORANGE	YELLOW	YELLOW
OXYGEN	GREEN	GREEN	GREEN	GREEN

Figure 4-32.—Titles and color codes for compressed-gas cylinders.

## استانداردهای مختلف جهت شناسایی کپسول‌ها

به‌طور معمول اطلاعاتی مانند نوع گاز، طبقه‌بندی گاز، مشخصات کپسول، حداکثر فشار، میزان خطرناک بودن گاز و مشخصات ایمنی بر روی پلاک‌های شناسایی درج می‌شوند که در زیر دو نمونه از این استانداردها آمده است.



شکل ۴-۵

پودمان پنجم: برش کاری حرارتی

- red - flammable gas
- yellow - oxidising gas
- green - inert gas
- red and white - poisonous gas



BOC Limited © 2006

شکل ۴-۵

کار کلاسی



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؟

با توجه به مطالب ارائه شده، در اینجا هنرجو باید به این درک برسد که مثلاً گاز استیلن هم برای جوشکاری و هم برای برش کاری مناسب می باشد ولی با توجه به مصرف بالا و هزینه تمام شده در برش کاری بهتر است از گازهای مایع و در جوشکاری به دلیل کیفیت و سرعت در جوش، بهتر است از گاز استیلن استفاده شود.

## مشخصات گازهای سوختنی رایج در برش کاری

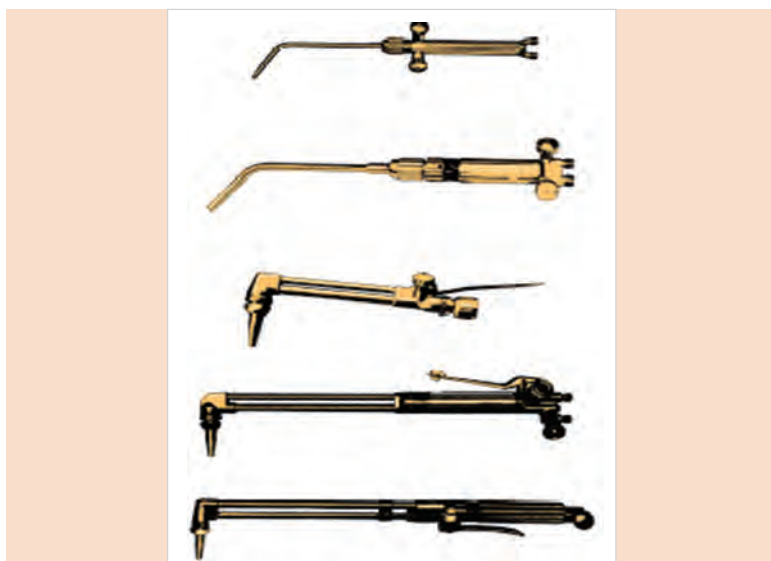
علاوه بر جدول ارائه شده در کتاب در صورت صلاحدید می‌توانید به جدول ذیل برای درک بهتر مطالب ارائه شده در مورد انتخاب گاز در برش کاری اشاره داشته باشید.

Fuel gas	Maximum flame with air °C	Temperature with oxygen °C
acetylene	2630	3130
hydrogen	2210	2660
coal gas	1920	2450
propane	1925	2700

Table 2.1 - Fuel gases - temperatures

## مشعل‌های برش کاری

هنرجو باید بتواند در این بخش با تفاوت دو نوع مشعل معرفی شده در کتاب آشنا شده و بداند از هر کدام در چه مواقعی باید استفاده کند. شکل برخی از مشعل‌های رایج در برش کاری در زیر نشان داده شده است.



شکل ۵-۵



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



شکل ۵-۶

جدول ۵-۶

کاربرد	رنگ	نوع گاز
شروع واکنش برش کاری و ایجاد فشار	آبی	اکسیژن
تأمین گاز سوختنی	قرمز	استیلن
پیش گرما	بنفش	میکس اکسیژن و استیلن

## نازلها

برای شناسایی نازلها پارامترهای مختلفی وجود دارد که معمولاً شرکت‌های سازنده براساس آن نازلها را طبقه‌بندی می‌کنند. برخی از این پارامترها شامل نوع گاز مصرفی، ضخامت قطعه کار، نوع نشیمن نازل روی تورچ و قطر سوراخ می‌باشد. در زیر به چند نمونه از این جداول اشاره شده است.

Thickness of Metal mm (inch)	Cutting Tip Size
6.4 mm ( $\frac{1}{4}$ " )	0
9.6 mm ( $\frac{3}{8}$ " )	1
12.8 mm ( $\frac{1}{2}$ " )	1
19.2 mm ( $\frac{3}{4}$ " )	2
25.4 mm (1" )	2
38.2 mm ( $1\frac{1}{2}$ " )	3
50.8 mm (2" )	4
76.2 mm (3" )	5
101.6 mm (4" )	5
127 mm (5" )	6
152.4 mm (6" )	6
203.2 mm (8" )	7
254 mm (10" )	7
304.8 mm (12" )	8

## تفاوت ظاهری نازل‌های برش کاری



شکل ۵-۷

با توجه به شکل نازل‌ها و شعله‌های نشان داده شده مربوط به آنها، پژوهش کنید نوع گاز سوختنی چه تأثیری می‌تواند در طراحی نازل و سوراخ‌های محیطی آن داشته باشد؟ لازم به توضیح است گاز مورد استفاده برای نازل شماره ۲ و نازل شماره ۴ مشترک می‌باشد.

پژوهش



شکل ۵-۸

برای تکمیل اطلاعات خود در این موضوع می‌توانید به آدرس زیر مراجعه نمایید.

<http://www.esabna.com/us/en/education/blog/oxy-fuel-torch-tip-nozzle-preheat-design.cfm>



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

جدول ۵-۷

Metal Thickness	Tip Size	Oxy Pressure	Acet Pressure	Acet cfm
1/64"	000	5	5	1
1/32"	00	5	5	2
3/64"	00	5	5	2
1/16"	0	5	5	3
5/64"	0	5	5	3
3/32"	1	5	5	5
1/8"	2	5	5	8
3/16"	3	7	7	14
1/4"	4	8	8	21
3/8"	5	9	9	31
1/2"	5	10	10	31
3/4"	6	11	11	41
1"	7	12	12	52
1-1/4"	7	12	12	52
2"	8	12	12	65
3"	10	20	14	94
4"	12	23	15	130

جدول ۵-۸

Material Thickness inches (millimeters)	Cutting Tip Number	Oxygen Cutting Pressure (psig)	MAPP Gas Pressure (psig)
1/8 (3)	75	40-50	2-10
3/16 (4.8)	72		
1/4 (6.4)	68		
1/2 (12.7)	61		
3/4 (19)	56		
1 (25.4)	54	50-60	6-10
1 1/4 (31.8)			
1 1/2 (38)			
2 (50.8)	52	60-70	6-10
2 1/2 (63.5)	48		
3 (76)	46		
4 (101)			

جدول ۵-۸

Settings For Oxy/Acetylene Cutting With Type 3 or NM Cutting Torches

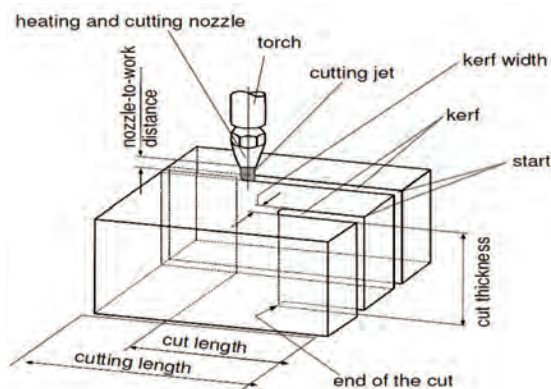
Mild Steel Thickness		Nozzle size	Operating pressure				Gas consumption						Cutting Speeds	
			Oxygen		Acetylene		Cutting Oxygen		Heating Oxygen		Acetylene			
mm	in	As/nm	bar	psi	bar	psi	l/h	ft <sup>3</sup> /h	l/h	ft <sup>3</sup> /h	l/h	ft <sup>3</sup> /h	mm/m	in/m
Sheet			1.5	20	0.14	2	800	28	85	3	85	3	-	-
6	<sup>1</sup> / <sub>16</sub>	<sup>1</sup> / <sub>32</sub>	1.8	25	0.14	2	800	28	480	15	400	14	510	20
13	<sup>1</sup> / <sub>8</sub>	<sup>3</sup> / <sub>64</sub>	2.1	30	0.21	3	1900	67	570	20	510	18	480	19
25	1	<sup>1</sup> / <sub>16</sub>	2.8	40	0.14	2	4000	140	540	19	470	17	400	16
50	2	<sup>1</sup> / <sub>16</sub>	3.2/3.5	45/50	0.14	2	4500	160	620	22	560	19	300	12
75	3	<sup>1</sup> / <sub>16</sub>	3.5/4.2	50/60	0.14	2	4800	170	680	24	620	22	205	8
100	4	<sup>3</sup> / <sub>64</sub>	3.2/4.8	45/70	0.14	2	6800	240	850	30	790	27	150	6
150	6	<sup>1</sup> / <sub>32</sub>	3.2/5.5	45/80	0.21	3	9400	330	960	34	850	30	125	5
200	8	<sup>1</sup> / <sub>8</sub>	4.2	60	0.28	4	14800	510	1380	48	1250	44	100	4
250	10	<sup>1</sup> / <sub>8</sub>	5.3	75	0.28	4	21500	760	1560	55	1420	50	75	3
300	12	<sup>1</sup> / <sub>8</sub>	6.3	90	0.28	4	25000	880	1560	55	1420	50	50	2

در صورت صلاحدید می‌توانید یک جلسه را به مشاهده تفاوت نازل‌های برش‌کاری و تأثیر آن بر نوع، شکل و قدرت شعله و نحوه تعویض و تمیزکاری نازل‌ها و تفاوت آن با سرمشعل‌های جوشکاری اختصاص دهید.



## جلسه چهارم

### اصطلاحات رایج در برش کاری حرارتی



شکل ۵-۹

#### کار کلاسی



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

جدول ۵-۹

Kerf	شیار	۶	Start	شروع برش	۱
Kerf width	عرض شیار	۷	End of the cut	انتهای برش	۲
Torch	مشعل	۸	Cutting length	طول برش	۳
Nozzle	نازل	۹	Cut length	طول برش خورده	۴
Cutting jet	جت برش	۱۰	Cut thickness	ضخامت برش	۵

#### نکته



حداکثر فشار کاری مورد استفاده در مورد گاز استیلن نباید بیشتر از ۱۵ بار باشد.



شکل ۵-۱۰



راهنمای انتخاب نازل و فشار گاز بر اساس ضخامت قطعه کار و سرعت پیشروی در روش دستی

جدول ۵- ۱۰

Plate thickness (inches)	Cutting tip (size number)	Oxygen (psi)	Acetylene (psi)	Hand cutting speed (inches per minute)
¼	0	30	3	16 to 18
3/8	1	30	3	14.5 to 16.5
½	1	40	3	12 to 14.5
¾	2	40	3	12 to 14.5
1	2	50	3	8.5 to 11.5
1½	3	45	3	6 to 7.5
2	4	50	4	5.5 to 7
3	5	45	4	5 to 6.5
4	5	60	5	4 to 5
5	6	50	5	3.5 to 4.5
6	6	55	6	3 to 4
8	7	60	6	2.5 to 3.5
10	7	70	6	2 to 3
12	8	70	6	1.5 to 2

همان طور که می‌دانید یکی از مشکلات اساسی در برش کاری حرارتی بحث کنترل حرارت و توزیع یکنواخت آن برای جلوگیری از پیچیدگی و اعوجاج می‌باشد. به همین منظور پیشنهاد می‌شود برخی از مفاهیم اولیه پیچیدگی قبل از شروع عملیات برش کاری برای هنرجویان توضیح داده شود.

## پیچیدگی Distortion

حرارت شدید ناشی از جوشکاری و یا برش کاری، باعث انبساط و انقباض در قطعه کار شده و در نتیجه، قطعات از حالت طبیعی خود خارج می‌شوند. در برش کاری‌های با طول زیاد معمولاً بیشتر شاهد این پدیده می‌باشیم. بهترین راه برای کنترل پیچیدگی در بحث برش کاری اعمال حرارت به صورت یکنواخت می‌باشد ولی اگر امکان این عمل وجود نداشت می‌توان از تکنیک‌هایی مانند خال جوش زدن در طول مسیر برش کاری یا برش کاری منقطع یا استفاده از قید و بست‌های مختلف برای برش کاری استفاده نمود. لازم به توضیح است که برخی از این روش‌ها می‌تواند باعث به وجود آمدن تنش پسماند در قطعه شود که بسته به نوع کاربرد قطعه مورد برش کاری، ممکن است باعث بروز عیوبی در قطعات شوند.

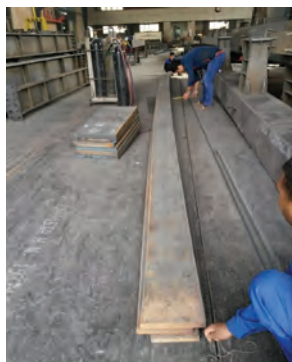
## پودمان پنجم: برش کاری حرارتی

در یک کار تجربی در کارگاه برای نشان دادن اثر حرارت در پیچیدگی، یک ورق ۱۲ متری با ضخامت ۲۵ میلی‌متر توسط برش ریلی از یک جهت و به عرض ۲۵ سانتی‌متر برش داده شد و پس از برش کاری با ریسمان میزان پیچیدگی اندازه‌گیری شد. همان‌طور که در تصویر مشاهده می‌شود حدود ۱۰ سانتی‌متر پس از برش کاری قطعه دچار پیچیدگی شده است.

### نکته



بر حسب توزیع حرارت‌های نامناسب در قطعات ممکن است انواع مختلف پیچیدگی در قطعات ایجاد شود.



شکل ۵-۱۱

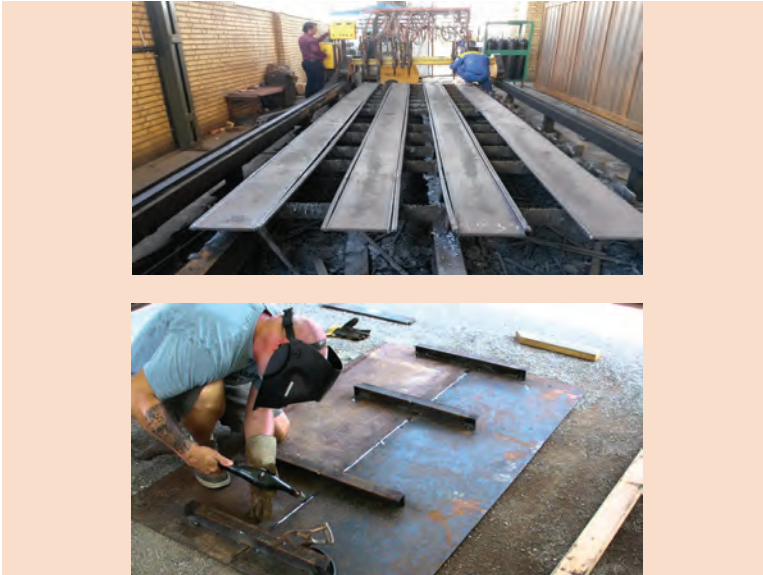
لازم به توضیح است که برخی از این روش‌ها می‌تواند باعث به وجود آمدن تنش پسماند در قطعه شود که بسته به نوع کاربرد قطعه مورد برش کاری، ممکن است باعث بروز عیوبی در قطعات شوند.

### نکته



برای جلوگیری و اصلاح پیچیدگی روش‌های متفاوتی وجود دارد که برخی از آنها در زیر آمده است.

- برش ندادن یک سانت در هر یک متر از طول خط برش (این عدد تجربی بوده و در برخی استانداردها و کارهای حساس مجاز نمی‌باشد)
- خال جوش زدن در فواصل معین بلافاصله پس از برش کاری
- استفاده از قید و بند برای مهار نمودن قطعه
- توزیع حرارتی قرینه و برابر در صورت امکان
- استفاده از عملیات حرارتی و صافکاری برای اصلاح پیچیدگی



شکل ۵-۱۱

در این کار کارگاهی توجه داشته باشید که برش کاری در مسیر مستقیم صورت گرفته و فاصله بین نازل و قطعه کار در طول مسیر برش کاری همواره ثابت نگه داشته شود و حتی الامکان لرزش دست کنترل شود. از قطعات برش خورده می توان به عنوان قطعه کار تمرینی برای درس جوشکاری استفاده شود.

#### پروژه

با همفکری یکدیگر و تشکیل گروه های 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.

پیشنهاد می شود با استفاده از شابلون های موجود در جعبه مشعل های برش کاری و اضافه نمودن برخی قطعات کمکی راهنماهای متفاوتی برای ایجاد انگیزه در هنرجویان ساخته شود. به طور مثال می توان از نبشی به عنوان ریل یا کمکی برش تحت زاویه استفاده نمود یا از میل گرد و سنبه به عنوان پرگار برای گرد بری استفاده نمود.



## جلسه پنجم

پیشنهاد می‌شود در ابتدای جلسه مروری بر طرح اتصالات مختلف و کاربرد برش کاری حرارتی در ایجاد پخ سازی‌های دقیق، سریع و کم هزینه نسبت به سایر روش‌ها خصوصاً در ضخامت‌های بالا، داشته باشید. در این جلسه پیشنهاد می‌شود ماشین برش کاری ریلی و کاربرد قید و بست در افزایش سرعت و کیفیت در برش کاری توضیح داده شود.

### کار کلاسی



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

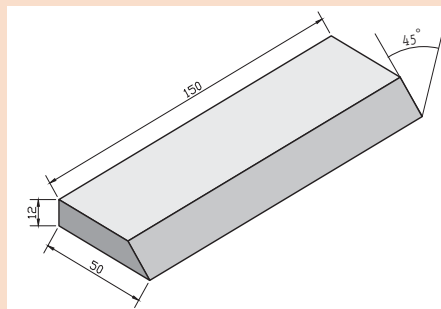
با استفاده از برش ریلی می‌توان برش با کیفیت و سرعت بیشتری نسبت به روش دستی داشت ولی ممکن است برای برش کاری اشکال منحنی و فرم بری دچار محدودیت شویم.

### فعالیت کارگاهی ۵



#### تکنیک برش کاری مایل (پخ زدن)

قطعه فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۵۰ \times ۱۵۰$  میلی‌متر را مطابق نقشه با روش اکسی گاز برش مایل بزیند.



#### مراحل انجام کار:

پیشنهاد می‌شود ابتدا هنرجویان بدون استفاده از نبشی یا وسایل کمکی و با دست آزاد چند نمونه مطابق نقشه ارائه شده برش کاری نموده و پس از آن از نبشی برای برش کاری کمک بگیرند و تأثیر استفاده از وسایل کمکی را در سرعت و کیفیت کار خود مشاهده نمایند.

## جلسه ششم

پیشنهاد می‌شود در مورد دستگاه‌های برش کاری راسته بر، برش اتوماتیک و تفاوت و مزایا و محدودیت‌های آنها توضیح داده شود.

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

در قسمت مربوط به پیچیدگی این مطلب توضیح داده شده است

پژوهش



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.

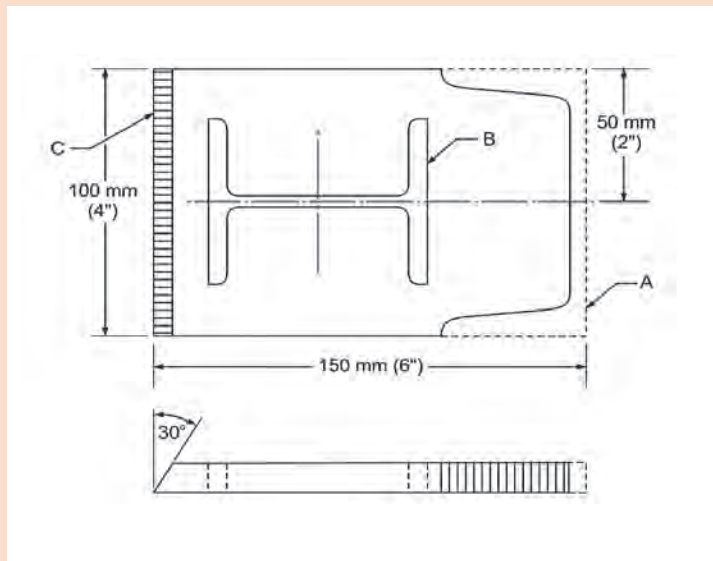
بله معمولاً در اکثر دستگاه‌ها این امکان وجود دارد ولی به دلیل اینکه معمولاً از دستگاه‌های راسته بر برای برش‌های موازی و چندین برش هم‌زمان استفاده می‌شود ممکن است با توجه به شکل قطعه فقط امکان استفاده از یکی از نازل‌های دستگاه وجود داشته باشد و نتوان از چندین نازل به صورت هم‌زمان استفاده نمود.

پژوهش





قطعه فولادی به ابعاد ۱۲\*۱۵۰\*۱۵ میلی متر را مطابق نقشه برش کاری کنید.



شکل ۵-۱۲

هدف از این کار کارگاهی استفاده از تمام تکنیک‌های آموزش داده شده در این فصل در قالب یک تمرین عملی می‌باشد.  
پیشنهاد می‌شود از یک مقطع تیرآهن برش خورده به عنوان شابلون روی ورق فولادی استفاده شود.  
توضیح اینکه ابتدا می‌توان از یک نمونه برای آموزش تکنیک سوراخ کاری مطابق روش ذکر شده در کتاب نمود و از این نقشه کار جهت نمونه امتحانی استفاده نمود.



بهنر آموزان محترم، می‌توانند نظریه‌های اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به‌نشانی تهران -

صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاروانش