

## پودمان ۴

### جوش کاری گاز



## واحد یادگیری ۴

### جوش کاری گاز

#### آیا تاکنون پی برده‌اید

- گاز استیلن و اکسیژن در صنعت چگونه تولید می‌شود؟
- جوش کاری گاز به چه روش‌هایی انجام می‌گیرد؟
- آیا می‌توان دو ورق نازک را بدون نیاز به الکتروود، با جوش کاری گاز به هم متصل کرد؟
- آیا در جوش کاری گاز با مفتول می‌توان دو قطعه غیرهم‌جنس را به هم جوش داد؟
- در جوش کاری گاز نیازی به برق نیست؟

#### استاندارد عملکرد

پس از به پایان رساندن این واحد یادگیری، هنرجویان روش تولید استیلن و اکسیژن در صنعت را فرامی‌گیرند و می‌توانند جوش کاری گاز اکسی استیلن با دو روش بدون مفتول و با مفتول را با رعایت تمامی نکات ایمنی انجام دهند.

## شناسایی و راه اندازی دستگاه جوش گاز (اکسی استیلن)

حرارت لازم برای ذوب لبه قطعات جوش کاری را می توان از سوختن گاز تأمین کرد؛ که به این روش اصطلاحاً جوش کاری گاز می گویند.

در این نوع جوش کاری به گازهای زیر نیاز داریم:

الف) گاز قابل احتراق (ب) اکسیژن عامل احتراق

### گاز قابل احتراق

گازهای مختلفی در جوش کاری به عنوان گاز مشتعل شونده استفاده می شوند که مهم ترین آنها عبارتند از:

۱- هیدروژن  $H_2$

۲- پروپان  $C_3H_8$

۳- استیلن  $C_2H_2$

۴- گاز مپ Mapp

۵- گازهای طبیعی - شهری

گازهای فوق می توانند به عنوان گاز سوختن در جوش کاری استفاده شوند. هر کدام از آنها ویژگی هایی دارند و حرارت حاصل از احتراق آنها با هم فرق دارد.

در این میان استیلن بهترین گاز از نظر حرارتی است و جوش کاری اکسی استیلن متداول ترین و عمومی ترین روش جوش کاری گاز در ایران است.

### استیلن $C_2H_2$

گاز استیلن هیدروکربوری است که  $92/3$  درصد کربن و  $7/7$  درصد هیدروژن دارد.

استیلن گازی است بی رنگ، بی طعم و دارای بویی شبیه بوی سیر است. در اغلب مایعات به نسبت های مختلف حل می شود.

بهترین حلال آن مایع استون است که می تواند در حرارت  $15$  درجه سانتی گراد و فشار معمولی،  $25$  حجم استیلن را در خود حل کند. هر لیتر این گاز  $1/16$  گرم وزن دارد. چنانچه گاز استیلن حتی به صورت خالص تا

دو کیلوگرم بر سانتی متر مربع فشرده شود، خودبه خود تجزیه و منفجر می شود.

مخلوط استیلن با هوا یا اکسیژن قابلیت انفجار دارد.

قابلیت انفجار دارند حتی بدون استفاده از شعله و جرقه

۱- مخلوط  $2/3$  درصد استیلن با  $97/3$  درصد هوا

۲- مخلوط  $82$  درصد استیلن با  $18$  درصد هوا

۳- مخلوط  $93$  درصد استیلن با  $7$  درصد اکسیژن

۴- استیلن خالص با فشار اتمسفر



در صنعت برای ممانعت از خطر انفجار استیلن، آن را در مایع استون حل می‌کنند و به صورت مایع در کپسول نگهداری می‌کنند.

وقتی استیلن به صورت واحدهای کوچک محلول درآید، می‌توان آن را تحت فشار قرار داد و مقدار بیشتری گاز را در یک مخزن ذخیره کرد.



جای خالی را پر کنید.

هنگام سوختن استیلن با اکسیژن خالص حرارتی معادل ..... درجه سانتی‌گراد تولید می‌شود. با این درجه حرارت اکثر فلزات و آلیاژهای صنعتی را می‌توان ذوب کرد.

### طرز تهیه استیلن:

در صنعت از ترکیب سنگ کاربید با آب، گاز استیلن تولید می‌شود. این فعل و انفعال سریع و گرم‌زا است (شکل ۱).

ترکیب کاربید یا کربور کلسیم ( $\text{CaC}_2$ ) با آب در دستگاهی به نام مولد استیلن صورت می‌گیرد. این دستگاه انواع مختلف دارد. در بازار به مولدهای استیلن، دیگ استیلن هم می‌گویند.



شکل ۱

### طرز تهیه کاربید:

برای تهیه کاربید، آهک پخته یا آهک زنده ( $\text{CaO}$ ) را با زغال کک به قطعات کوچک خرد می‌کنند و در کوره‌های الکتریکی با ظرفیت ۳۵ مگاوات که حجمی معادل ۱۲۰ متر مکعب دارند، تا ۳۰۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهند. در عمل هیچ‌گاه نباید درجه حرارت کوره از ۱۶۳۰ درجه سانتی‌گراد کمتر شود، چون کاربید به مواد اولیه تجزیه می‌شود.

در هر ساعت مقداری کاربید مذاب از مجرای تخلیه وارد استوانه‌ای می‌شود و منجمد می‌گردد. این استوانه‌ها دوجداره‌اند و با آب که در اطراف آن جریان دارد، سرد می‌شوند. محصول دیگر کوره گاز منواکسید کربن ( $\text{CO}$ ) است که می‌توان از آن در صنعت استفاده کرد.



## جوش کاری گاز

کاربید حاصل را در آسیاب خرد و دانه‌بندی می‌کنند و با ابعاد مشخص در بشکه‌ها یا ظرف‌های سربسته به وزن ۷۵ کیلوگرم، که دارای ۷۰ کیلوگرم کاربید خالص است، به بازار عرضه می‌کنند (شکل ۲).



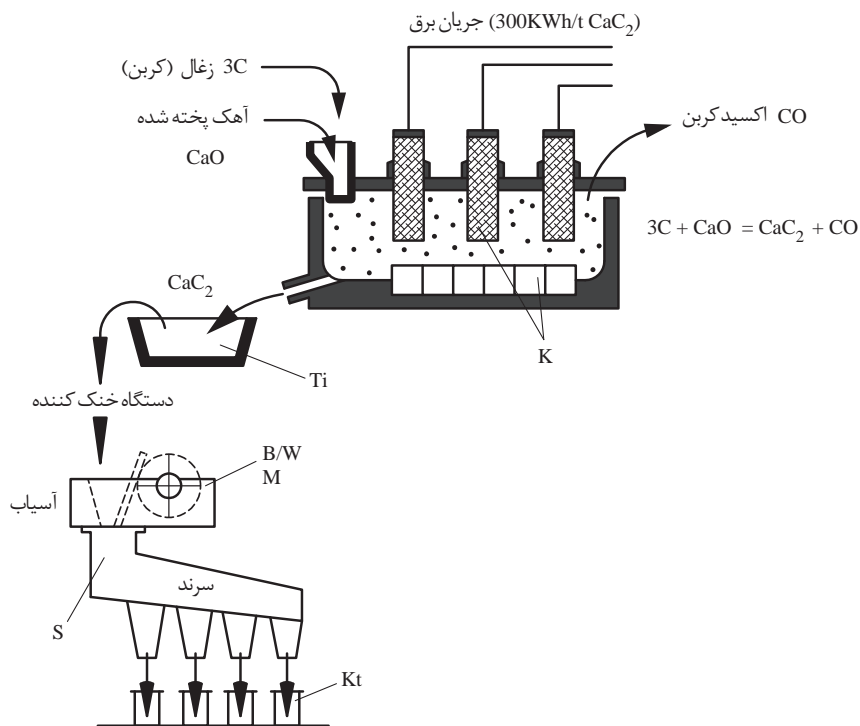
شکل ۲

تحقیق کنید دلیل استفاده از ظرف‌های سربسته و بدون منفذ برای نگهداری کاربید چیست؟

تحقیق کنید



کاربید علاوه بر مصارف جوش کاری در صنایع پتروشیمی نیز به کار می‌رود.



شکل ۳- مراحل تولید کاربید

#### نکات ایمنی



#### ایمنی نگهداری کاربرد:

- ۱ بشکه کاربرد را در محل خشک و با تهویه کامل انبار کنید.
- ۲ موقع باز کردن در بشکه‌های کاربرد باید مراقب بود، چون همیشه مقداری گاز در داخل آنها جمع می‌شود و در صورت بی‌احتیاطی انفجار رخ می‌دهد.
- ۳ برای نگهداری کاربرد می‌توان آن را در نفت سفید غوطه‌ور کرد تا از ترکیب شدن با بخار آب موجود در هوا مصون بماند.
- ۴ هیچ‌گاه نباید از کاربرد به عنوان وسیله بازی استفاده شود، چون فوق‌العاده خطرناک است.
- ۵ برای خاموش کردن آتش‌سوزی گاز استیلن متصاعدشده از کاربرد نباید از آب و فوم استفاده کرد.

#### بحث کلاسی



در شکل ۴ چه اشکالاتی در نحوه چیدمان و نگهداری بشکه‌ها می‌توان یافت؟



شکل ۴

#### خواص حرارتی گازها:

ویژگی حرارتی گازهای قابل احتراق از قبیل ارزش حرارتی، حداکثر حرارت شعله، و نسبت مخلوط گاز با اکسیژن در جوش کاری گاز همیشه مورد توجه و دقت است تا بهره‌گیری کامل از گازها امکان‌پذیر شود.

#### ارزش حرارتی:

مقدار گرمایی که یک واحد حجم گاز سوختنی هنگام احتراق کامل در شرایط متعارفی تولید می‌کند، ارزش حرارتی آن گاز نامیده می‌شود. واحد ارزش حرارتی کیلوکالری در متر مکعب و بی‌تی‌یو در فوت مکعب است.

#### تحقیق کنید



در مورد واحدهای کالری (Cal) و BTU تحقیق کنید.

#### بحث کلاسی



یک BTU چند کالری است؟

### درجه حرارت شعله:

بیشترین گرمای حاصل از شعله هر گاز در موقع سوختن کامل، حداکثر درجه حرارت احتراق آن گاز نامیده می‌شود و بر حسب درجه سانتی‌گراد یا فارنهایت بیان می‌شود.

فرمول تبدیل درجه سانتی‌گراد به درجه فارنهایت و بالعکس را بیابید و محاسبه کنید که ۴۰ درجه فارنهایت چند درجه سانتی‌گراد است.

کار در کلاس



### نسبت مخلوط با اکسیژن:

نسبت مخلوط مناسب اکسیژن با گاز سوختی زمانی است که احتراق کامل بیشترین راندمان حرارتی را دارد. خصوصیات حرارتی گازهای مورد مصرف در جوش کاری گاز در جدول ۱ آمده است.

هنگام ایجاد شعله مناسب جوش کاری توسط گازهای سوختنی دو مخروط درون شعله تشکیل می‌شود که به مخروط بیرونی، مخروط اولیه و به مخروط داخلی، مخروط ثانویه می‌گویند. با توجه به این موضوع، جدول ۱ را کامل کنید

کار در کلاس



جدول ۱

ارزش حرارتی کل شعله Kcal/m <sup>3</sup>	ارزش حرارتی مخروط ثانویه شعله Kcal/m <sup>3</sup>	ارزش حرارتی مخروط اولیه شعله Kcal/m <sup>3</sup>	درجه حرارت شعله C°	گاز سوختنی
۱۳۰۹۰	.....	۴۵۱۰	۳۰۸۷	استیلن
۲۱۴۲۰	۱۶۸۲۰	.....	۲۹۲۷	مپ
.....	۸۸۱۰	۹۸	۲۵۳۸	گاز طبیعی
۲۲۲۴۰	.....	۲۲۷۰	۲۵۲۶	پروپان
۲۱۱۱۰	۱۷۴۷۰	.....	۲۸۶۷	پروپیلن

### عامل احتراق:

از گازهای موجود در هوا فقط اکسیژن عامل سوختن است و سایر گازها در احتراق نقشی ندارند.

استفاده از هوای فشرده به عنوان عامل احتراق چه تأثیری در جوش کاری گاز دارد؟

تحقیق کنید



در گذشته هوای فشرده در جوش کاری استفاده می‌شد، ولی امروزه فقط در بعضی از انواع برش کاری کاربرد دارد. در جدول ۲ اکسیژن و هوای فشرده در تولید گرما مقایسه شده‌اند.

جدول ۲

ردیف	گاز سوختنی	عامل سوختن	درجه حرارت به سانتی‌گراد
۱	استیلن	اکسیژن	۳۱۰۰-۳۲۰۰
۲	استیلن	هوا	۲۴۵۸
۳	پروپان	اکسیژن	۲۵۲۵
۴	پروپان	هوا	۱۷۵۰
۵	گاز زغال	اکسیژن	۲۲۰۰
۶	گاز زغال	هوا	۱۸۷۰

### اکسیژن

اکسیژن گازی است بی‌بو، بی‌رنگ، بی‌طعم و یکی از فراوان‌ترین عناصر موجود در طبیعت است. وزن هر متر مکعب اکسیژن در دمای صفر درجه و فشار یک اتمسفر ۱/۴۳ کیلوگرم است. اکسیژن در ۱۸۲/۹۶- درجه سانتی‌گراد به حالت مایع درمی‌آید و در ۲۱۸/۴- درجه سانتی‌گراد منجمد می‌شود. اکسیژن خود نمی‌سوزد ولی برای هر احتراق و اشتعالی لازم است. همچنین به مقدار کم در آب حل می‌شود و موجودات دریایی از اکسیژن محلول در آب استفاده می‌کنند.

### طرز تهیه اکسیژن:

اکسیژن در صنعت از دو راه تهیه می‌شود:

۱- تجزیه الکتریکی آب

۲- جداسازی از هوا

در کشورهای که برق ارزان در اختیار است، از راه تجزیه الکتریکی آب، اکسیژن و هیدروژن به دست می‌آورند.

### جداسازی اکسیژن از هوا:

امروزه برای تهیه اکسیژن در مقیاس وسیع، از هوای مایع استفاده می‌شود. مراحل تولید اکسیژن از هوای مایع در جدول ۳ توضیح داده شده است.

جدول ۳- مراحل تولید اکسیژن از هوای مایع

ردیف	مراحل
۱	جداکردن ناخالصی‌ها شامل بخار آب، گرد و غبار و کربن دی‌اکسید
۲	فشردن و متراکم کردن هوا از ۶ تا ۲۰۰ اتمسفر که بستگی به دستگاه سردکننده دارد.
۳	سرد کردن هوای فشرده تا به مایع تبدیل شود.
۴	کم کردن فشار یا گرم کردن هوای مایع تا اینکه ازت از هوای مایع جدا شود (ازت در فشار یک اتمسفر و دمای ۱۹۶- درجه سانتی‌گراد از هوای مایع جدا می‌شود).
۵	اکسیژن باقی‌مانده دارای خلوص ۹۸/۱۵ درصد است که می‌توان آن را به صورت مایع در کپسول‌های مخصوص ذخیره کرد و یا با کاهش فشار یا گرم کردن به گاز اکسیژن تبدیل کرد.



اکسیژن مایع نسبت به گاز اکسیژن حجم کمتری را اشغال می‌کند و کارخانه‌ها و مؤسسه‌های صنعتی که مصرف اکسیژن آنها زیاد است، از نظر حمل و نقل و نگهداری مقرون به صرفه‌تر است که اکسیژن را به صورت مایع خریداری کنند.

جاهای خالی را پر کنید.

هر لیتر اکسیژن مایع به ..... لیتر گاز اکسیژن ..... درجه سانتی‌گراد تبدیل می‌شود.

کار در کلاس



شکل ۵- دستگاه اکسیژن‌ساز ساخت یک شرکت ایرانی

### دستگاه‌ها و تجهیزات جوش گاز

در بحث‌های قبلی اطلاعاتی در مورد گازهای سوختنی مورد مصرف در جوش کاری و خواص حرارتی و کاربرد آنها ارائه شد و دانستیم که برای رسیدن به حداکثر راندمان و درجه حرارت کافی لازم است که گاز اکسیژن را به عنوان عامل احتراق با یک گاز قابل احتراق، با نسبت معین مخلوط و مشتعل کنیم و با استفاده از حرارت حاصل از سوخت، لبه‌های قطعات جوش‌دانی و مغتول پرکننده درز را ذوب کنیم تا مذاب قطعات در هم بیامیزد و پس از انجماد، قطعات به هم اتصال یابند.

انجام عملیات فوق مستلزم به‌کارگیری دستگاه‌ها و وسایلی است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

### مولد استیلن (دیگ استیلن):

برای ترکیب سنگ کاربید با آب به منظور تولید گاز استیلن و ذخیره آن جهت مصرف، از دستگاهی به نام مولد استیلن استفاده می‌کنیم.

مولدها از نظر نحوه رسیدن آب به کاربید به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- سقوطی

۲- ریزشی

۳- تماسی

مولد ها از لحاظ تولید فشار در داخل مولد نیز به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- فشار ضعیف تا ۱/۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع

- ۲- فشار متوسط تا ۰/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع
- ۳- فشار قوی از ۱/۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع به بالا

تحقیق کنید



درباره مولد ریزشی که یکی از متداول‌ترین مولدها در ایران است، تحقیق کنید.

### شیر یک‌طرفه شعله‌گیر:

خروج گاز از مولد یا از خط لوله و قبل از ورود به شیلنگ‌های لاستیکی اجباراً از شیر یک‌طرفه شعله‌گیر را طی می‌کند. این امر موجب می‌شود که از برگشت اکسیژن (در اثر نقص فنی یا بدکار کردن مشعل) به داخل مولدها و یا مسیر لوله استیلن ممانعت شود. در اصطلاح، برگشت اکسیژن را پس زدن شعله می‌گویند. از طرف دیگر چنانچه شیلنگ‌ها آتش بگیرند، از رسیدن شعله و آتش به مولد و یا خط لوله استیلن جلوگیری می‌شود (شکل ۶).



شکل ۶

نمایش فیلم



فیلم آموزشی درباره نحوه عملکرد شیر یک‌طرفه شعله‌گیر را مشاهده کنید.

نکات ایمنی



### نکات ایمنی در مولدها:

- ۱ مقدار آب داخل مولد استاندارد باشد.
- ۲ اندازه قطعات کاربرد از روی مشخصات مولد انتخاب شود.
- ۳ باید به طرز کار مولد آشنایی کامل داشت و بعد از آن استفاده کرد.
- ۴ مولد استیلن باید از یخ زدن مصون باشد.
- ۵ از سالم بودن شیر یک‌طرفه شعله‌گیر باید اطمینان کامل داشته باشیم.
- ۶ در موقع شارژ مولد قبل از تولید گاز باید تمام دریچه‌ها و قسمت‌هایی که باز و بسته کرده‌ایم، دقیق و اصولی محکم بسته شده باشند.
- ۷ تمام دستورالعمل‌های ایمنی و بهره‌برداری توصیه‌شده توسط کارخانه‌سازنده دقیقاً باید رعایت شود.

### کپسول استیلن:



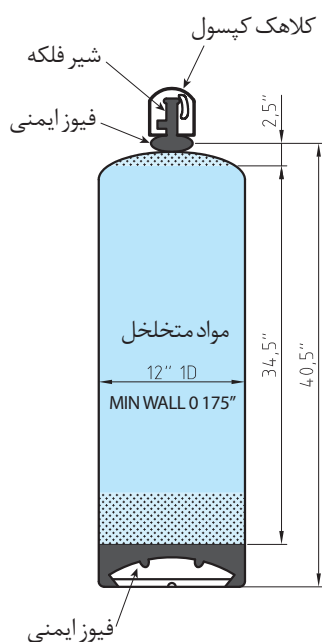
کپسول استیلن از فولاد مقاوم ساخته شده است و نسبت به کپسول اکسیژن، قطر بیشتر و ارتفاع کمتری دارد. در موقع ساخت کپسول‌های استیلن آن را از ماده مخصوصی پرمی‌کنند و تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت می‌دهند تا این ماده به صورت جسم متخلخل فضای داخل کپسول را اشغال کند. سپس با توجه به ظرفیت کپسول مقداری مایع استون در کپسول می‌ریزند و در آخرین مرحله، شیر فلکه را به کپسول می‌بندند و به گاز وصل می‌کنند تا پر شود. تدابیر فوق به منظور ذخیره‌سازی گاز استیلن در یک کپسول است. چنان چه قبلاً اشاره شد، استون در سطح بزرگی پخش می‌شود و گاز استیلن با وسعت بیشتری در استون حل می‌گردد و در موقع مصرف راحت‌تر از آن جدا می‌شود. علاوه بر آن وضعیت داخل کپسول موجب می‌شود استیلن به واحدهای کوچک تبدیل شود و خطر انفجار خودبه‌خود و با تجزیه استیلن منتفی گردد (شکل ۷).

شکل ۷- کپسول برش خورده استیلن

جاهای خالی را پر کنید.

کپسول‌های معمولی استیلن محتوی ..... مکعب استیلن است که با فشار ..... کیلو گرم بر سانتی‌متر مربع در استون حل می‌شود. در این فشار هر لیتر استون قادر است ۳۷۵ لیتر گاز استیلن را در خود حل کند.

کار در کلاس



شکل ۸- کپسول استیلن



شکل ۹- کپسول استیلن

با یک محاسبه ساده معلوم می‌شود که کپسول استیلن با این ظرفیت دارای تقریباً ۱۰ لیتر استون است.

چون استیلن به آرامی از استون جدا می‌شود، نباید کپسول استیلن در هر ساعت بیشتر از یک چهارم ظرفیت کل کپسول گاز به مصرف برساند؛ در غیر این صورت استون همراه با گاز استیلن خارج می‌شود و در کار مشکلاتی ایجاد می‌کند.

در صورت نیاز بیشتر به گاز باید از چند کپسول یا مجموعه کپسول‌هایی که به هم مرتبط شده‌اند، استفاده کرد.

کپسول‌های استیلن معمولاً زردرنگ یا ارغوانی هستند و به وسیله مهره چپ‌گرد به رگولاتور وصل می‌شوند.

اصولاً کپسول‌های محتوی گاز قابل اشتعال در محل اتصال به رگولاتور دارای پیچ چپ‌گرد هستند.

### پست مرکزی استیلن:

در کارگاه‌هایی که مصرف استیلن‌های آنها زیاد است، غالباً چند کپسول استیلن را به نام پست مرکزی مجتمع می‌کنند و به وسیله لوله‌های فولادی آنها را به هم وصل می‌کنند و به شبکه لوله‌کشی استیلن مرتبط می‌شوند. در این پست‌ها همانند پست مرکزی اکسیژن، دو سری کپسول تدارک شده است و همیشه یک سری در حال بهره‌برداری و یک سری آماده به کار نگه داشته می‌شوند تا وقفه‌ای در جریان استیلن رخ ندهد (شکل ۱۰).

البته می‌توان به جای کپسول‌ها از یک مولد استیلن بزرگ فشار قوی استفاده کرد که معمولاً از نوع سقوطی هستند و طوری طراحی شده است که به طور دائم گاز تولید کند و به سیستم لوله‌کشی استیلن هدایت شود.

بحث کلاسی



لوله‌های فولادی حاوی استیلن در پست مرکزی استیلن چه رنگی است؟



شکل ۱۰



- ۱ استیلن گاز قابل احتراق است و باید نکات ایمنی گاز های مشتعل شونده در مورد آنها رعایت شود: کپسول های استیلن باید در حالت ایستاده در محلی که کاملاً تهویه می شود، انبار شوند.
- ۲ در موقع کار باید به دیوار یا محل مناسب دیگر یا در مجموعه کپسول ها بسته شده باشد.
- ۳ چنانچه در اثر برودت شیر فلکه یخ بزند، باید با آب گرم ( نه با آب جوش ) آن را گرم کنیم.
- ۴ همیشه باید در حال ایستاده استفاده شود؛ در غیر این صورت، استون به رگولاتور آسیب می رساند.
- ۵ هرگز نباید از لوله های مسی برای انتقال گاز استیلن استفاده شود.

### کپسول های اکسیژن:

اکسیژن را در استوانه های فولادی مخصوص بسیار مقاوم به بازار عرضه می کنند که به کپسول اکسیژن موسوم اند (شکل ۱۱).



جاهای خالی را پر کنید.

کپسول های اکسیژن استوانه های فولادی هستند که مقاومت آن ..... کیلوگرم در میلی متر مربع با فشار ..... کیلوگرم بر سانتی متر مربع معادل ..... بار یا در حدود ..... پوند در اینچ مربع در حرارت ..... معادل ..... متراکم کپسول ها بدون درز ساخته می شوند. قطر داخلی آن ..... میلی متر و ضخامت جداره آن ..... میلی متر است.

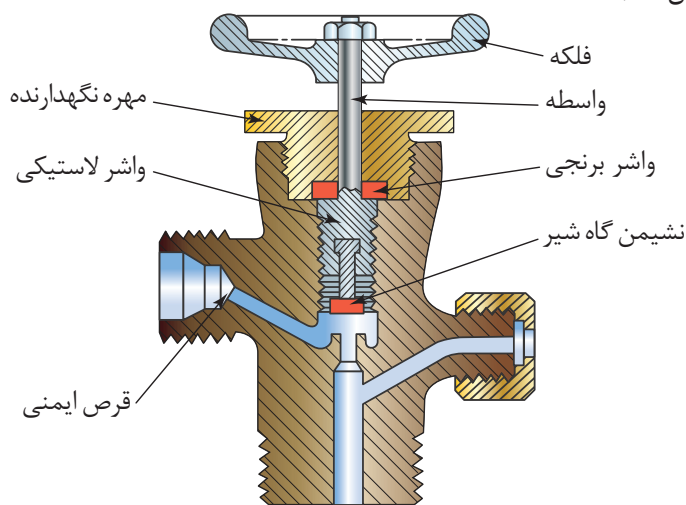
کپسول های اکسیژن در سه اندازه مختلف ساخته می شوند:

- ۱- اندازه بزرگ با ظرفیت ۶۸۰۰\_۶۳۰۰ لیتر
- ۲- اندازه متوسط با ظرفیت ۳۴۰۰\_۳۱۰۰ لیتر
- ۳- اندازه کوچک با ظرفیت ۲۲۰۰\_۱۶۰۰ لیتر



شکل ۱۱

هر کپسول اکسیژن یک شیر فلکه برنجی برای پر کردن و خروج اکسیژن دارد که به وسیله یک کلاhek فولادی محافظت می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲

این کلاhek گنبدی شکل روی رینگ سر کپسول پیچ می‌شود. کلاhek به جز مواردی که کپسول در حال استفاده است باید روی کپسول بسته باشد تا آسیبی به شیر فلکه خروجی کپسول نرسد. در قسمت کف بعضی از کپسول‌ها پایه چهارگوش یا گودی تعبیه شده است تا روی زمین راحت استقرار یابد. کپسول‌های اکسیژن معمولاً به رنگ آبی عرضه می‌شوند.

#### نکات ایمنی



نکات ایمنی نگهداری کپسول اکسیژن:

- ۱ کپسول اکسیژن باید از آلودگی مواد روغنی و چرب مصون باشد. هرگز کپسول‌های اکسیژن را نزدیک روغن گریس و سایر مواد چرب انبار نکنید.
- ۲ با دست و یا آچار روغنی نباید با کپسول اکسیژن کار کرد.
- ۳ هرگز از اکسیژن برای دمیدن در خط لوله و پاک کردن غبار از لباس‌ها یا برای بالا بردن فشار مخزن‌ها استفاده نکنید.
- ۴ کپسول‌های اکسیژن باید به دیوار یا محل مناسب دیگر به طور قائم مهار شده و یا در پست اکسیژن و یا در چرخ مخصوص حمل و نقل قرار داشته باشد.

#### پست مرکزی اکسیژن:

غالباً چند کپسول اکسیژن را در یک محل به نام پست مرکزی اکسیژن جمع می‌کنند و به وسیله لوله‌های فولادی به هم وصل می‌کنند. دو سری کپسول وجود دارد که در هر نوبت یک سری از کپسول‌ها استفاده می‌شوند و سری دیگر، به عنوان ذخیره آماده مصرف هستند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

زمانی که کپسول‌های سری اول خالی شد، شیر فلکه مخصوص این سری را می‌بندند و بلافاصله شیر فلکه دوم را باز می‌کنند تا جریان اکسیژن برقرار شود و وقفه‌ای در کار به وجود نیاید. به جای کپسول‌های خالی سری اول، کپسول‌های پر به سیستم لوله‌کشی وصل و آماده مصرف می‌شوند.

#### بحث کلاسی



#### لوله‌های حاوی اکسیژن در پست مرکزی اکسیژن چه رنگی است؟

ممکن است به جای چند کپسول گاز، یک مخزن گاز مایع به عنوان پست مرکزی اکسیژن مورد استفاده شود. در این وضعیت، اکسیژن مایع به وسیله گرمکن‌های مخصوص که با آب گرم یا برق کار می‌کنند، از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شود و به سیستم لوله‌کشی اکسیژن ارتباط می‌یابد و از حالت مایع به گاز تبدیل شده و به سیستم لوله‌کشی هدایت می‌شود.

اکسیژن مایع از کارخانه تولید اکسیژن به وسیله تانکرهای مخصوصی به پست مرکزی اکسیژن ارسال می‌گردد.

#### دستگاه تقلیل فشار:

چون اکثر گازها در کپسول با فشار زیادی ذخیره می‌شود و مصرف گاز در جوش کاری با این فشار عملی نیست، لازم است با استفاده از دستگاهی به نام رگولاتور فشار گاز را تقلیل دهیم و تنظیم کنیم تا جریان گاز به طور یکنواخت به سمت مشعل جوش کاری هدایت شود و علاوه بر آن با توجه به نوع کار، فشار گاز را به دلخواه تنظیم کنیم.

این دستگاه‌ها معمولاً به طور مستقیم به کپسول‌ها متصل می‌شوند. همچنین به خطوط انتقال گاز قبل از شیلنگ‌های لاستیکی نصب می‌شوند تا فشار گاز را تنظیم و آماده مصرف کنند. دستگاه‌های تقلیل‌دهنده لازم است که فشار گاز را کاهش دهند و تنظیم کنند و در اثنای مصرف این فشار را ثابت نگه دارند. این عمل ممکن است در فشارسنج‌های یک‌مرحله‌ای صورت پذیرد و یا در دو مرحله فشار گاز کاهش یابد و تنظیم شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ - دستگاه تقلیل فشار دو مرحله‌ای کپسول اکسیژن

در مرحله اول فشار تقلیل پیدا می‌کند (مثلاً از ۱۵۰ اتمسفر به ۱۵ اتمسفر) و در مرحله دوم با پیچ تنظیم فشار گاز مورد نیاز برای کار تأمین می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود، دستگاه مذکور دارای دو فشارسنج (مانومتر) است که یکی فشار گاز داخل کپسول و دیگری فشار تنظیم‌شده (فشار گاز مصرفی) را نشان می‌دهد. همچنین دارای یک سوپاپ اطمینان و یک شیر خروجی است.

بیشتر بدانید

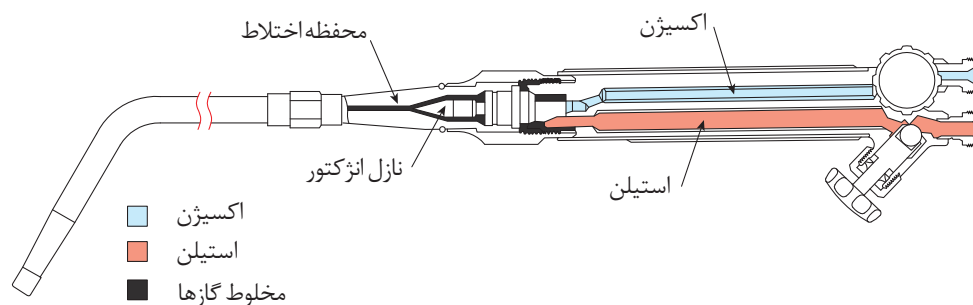


مهرة اتصال مانومتر گاز استیلن چپ گرد است. برای شناسایی مهره‌های چپ گرد، نشانه یا یک شیار کوچک بر مهره توسط کارخانه سازنده ایجاد شده است.

شکل ۱۵

### مشعل‌های جوش کاری:

مشعل جوش کاری وسیله‌ای برای مخلوط کردن گاز قابل احتراق با اکسیژن به میزان دقیق و معین است که با سرعت از دهانه مشعل خارج می‌شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶



مشعل جوش کاری از قسمت‌های مختلف تشکیل می‌شود:

۱- دسته مشعل

۲- شیر تنظیم گاز

۳- لوله اختلاط

۴- پستانک

مشعل‌های جوش کاری اقسام مختلف دارند. معروف‌ترین آنها عبارتند از:

■ فشار قوی

■ فشار ضعیف (انژکتوری)

**مشعل‌های فشار قوی:**

در این مشعل‌ها گاز سوختنی و اکسیژن با فشار مساوی به محفظه اختلاط وارد می‌شوند و با هم مخلوط می‌شوند. از این مشعل‌ها در کارگاه‌هایی که استیلن در مولدهایی فشار قوی تولید می‌شود یا از کپسول گرفته می‌شود، می‌توان استفاده کرد.

**مشعل‌های فشار ضعیف (انژکتوری):**

در این مشعل‌ها اختلاط گاز سوختنی و اکسیژن به وسیله انژکتور انجام می‌گیرد.

انژکتور سوراخ ریزی دارد که اطراف آن روزنه‌ای به شکل تاج دایره تعبیه شده است اکسیژن با فشار ۱ تا ۳ اتمسفر از سوراخ انژکتور خارج می‌شود و گاز سوختنی را از روزنه اطراف آن با خود درون محفظه اختلاط می‌کشد. در این محل گاز سوختنی و اکسیژن به نسبت معینی مخلوط می‌گردد و از پستانک مشعل خارج می‌شود. برای ایجاد شعله با ظرفیت‌های حرارتی متفاوت سر مشعل (لوله اختلاط+پستانک) را عوض می‌کنند.

**سر مشعل‌های جوش کاری:**

برای جوش کاری فلزات با ضخامت‌های گوناگون به وسیله شعله گاز سر مشعل‌های مختلفی که قطر سوراخ‌های آنها متفاوت است، ساخته شده‌اند. این اندازه معمولاً روی خود سر مشعل نوشته شده است.

تحقیق کنید



تحقیق کنید اعداد نوشته‌شده بر روی مشعل‌ها چه چیزی را نشان می‌دهد.

امروزه جعبه مشعل‌ها معدودی سر مشعل دارند و اغلب سه‌تایی هستند (کوچک، متوسط و بزرگ) (شکل ۱۷).



شکل ۱۷

### مشعل برش کاری:

دارای ساختمان مشابه مشعل جوش کاری است و فقط یک شیر اکسیژن اضافی دارد که معمولاً با اهرم باز و بسته می‌شود و از مسیر جداگانه به مرکز سر مشعل می‌رسد و به محل برش دمیده می‌شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸

روش کار بدین نحو است که اول شعله خنثی به وسیله مشعل برش تنظیم می‌گردد و سپس اهرم اکسیژن اضافی باز می‌شود. اگر مخروط اول شعله تغییر طول نداد، شعله تنظیم است؛ در غیر این صورت، با کم و زیاد کردن اکسیژن، شعله تنظیم می‌شود. آن گاه با شعله روی نقطه‌ای که می‌خواهند برش را شروع کنند، حرارت می‌دهند. پس از اینکه قطعه به درجه حرارت مطلوب رسید، اهرم اکسیژن اضافی را باز می‌کنند تا با قسمت گرم‌شده کار ترکیب شود و با ایجاد گرما و حرارت آن را اکسید و از محل دور کند و قطعه مورد نظر بریده شود. سپس آرام آرام مشعل را در جهت خطی که می‌خواهند ببرند، به جلو می‌برند تا برش تکمیل گردد. ممکن است مشعل برش به دستگاه‌های اتوماتیک متصل شود که ضمن تنظیم فاصله و زاویه مشعل با کار و با سرعت پیشروی مناسب در مسیر خط برش حرکت کند و قطعات ضخیم را به راحتی برش دهد.



شکل ۱۹ - مشعل برش کاری

### شیلنگ‌های حامل گاز:

برای انتقال اکسیژن و گاز سوختنی به مشعل لازم است که از شیلنگ‌های لاستیکی مخصوصی استفاده شود. این شیلنگ‌ها دارای دو قطر استاندارد  $\frac{5}{11}$  اینچ و  $\frac{9}{16}$  اینچ هستند. شیلنگ‌های گاز در ایران با رنگ آبی یا سبز و شیلنگ‌های حامل استلین با رنگ قرمز یا قهوه‌ای مشخص شده‌اند.

#### نکات ایمنی



#### نکات ایمنی در نصب شیلنگ گاز:

اتصال شیلنگ‌ها روی مشعل یا دستگاه تقلیل فشار یا دستگاه‌های دیگر باید به کمک بست‌های ثابت مناسب و قابل تنظیم و صد درصد مطمئن صورت گیرد. هرگز نباید از مفتول آهنی برای محکم کردن آن استفاده کرد، زیرا باعث بریدگی شیلنگ‌ها می‌شود. برای کنترل نشت گاز از محل اتصال‌ها هرگز نباید از شعله استفاده کرد، بلکه باید با آب و صابون و یا فروبردن محل اتصال در ظرف آب نشتی گاز را بررسی کرد.



شکل ۲۰- بست فلزی

### فندک یا آتش‌زنه:

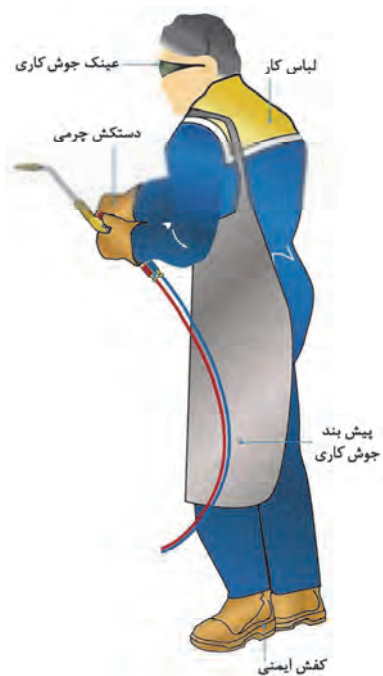
برای روشن کردن مشعل باید از فندک مخصوص استفاده شود. از روشن کردن مشعل با کبریت خودداری کنید، چون ممکن است باعث سوختگی دست و یا آتش‌سوزی شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۱

### تجهیزات فردی:

تجهیزات فردی شامل لباس کار، شلوار کار، پیش‌بند چرمی، دستکش چرمی، کفش چرمی، پابند و عینک جوش کاری و کلاه ایمنی است (شکل ۲۲).



شکل ۲۲

لباس کار جوش کاری: موقع جوش کاری با شعله اکسی استلین باید روپوش و پیش بند با لباس کار پوشید، چون جرقه ها و ذرات فلزی مذاب در موقع کار به سمت جوش کار پرتاب می شود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳

در موقع جوش کاری از پوشیدن لباس های پشمی و نایلونی خودداری کنید.

نکته ایمنی



### عینک جوش کاری:

شعله اکسی استیلین نور زیادی دارد و اگر بدون عینک مخصوص جوش کاری به آن نگاه کنیم، چشم دچار آسیب می‌شود. شیشه‌های عینک باید به قدر کافی تیره باشد. اصولاً این نوع شیشه‌ها از صفر تا چهارده شماره گذاری شده‌اند. در جدول ۴ نمره شیشه عینک و ماسک جوش کاری برای کارهای مختلف درج شده است و برای انتخاب شیشه عینک و ماسک باید مورد توجه باشد.



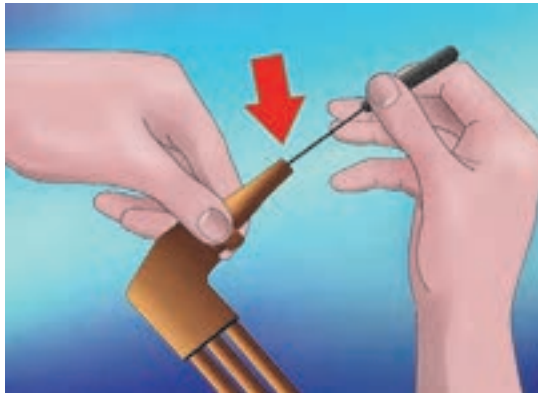
شکل ۲۴

جدول ۴

درصد اشعه‌های عبوری از شیشه			موارد استفاده	نمره شیشه
ماوراءبنفش	مادون قرمز	نور مرئی غیرمضر		
۱/۰۷۵ %	۸۷ %	۲۸ %	انعکاس نور شدید و گرمای قطعات	نمره ۲
۱/۰۳۵ %	۴۳ %	۱۶ %	لحیم نرم با شعله	نمره ۳
۰/۰۹۷ %	۰ %	۶/۵ %	لحیم سخت با شعله استیلین	نمره ۴
۰/۰۴۶ %	۰ %	۲ %	جوش کاری و برش کاری سبک استیلین	نمره ۵
۰ %	۰ %	۰/۸ %	استاندارد جوش کاری اکسی استیلین	نمره ۶
۰ %	۰ %	۰/۲۵ %	جوش کاری سنگین - برش کاری و جوش کاری برق تا ۷۵ آمپر	نمره ۸
۰ %	۰ %	۰/۰۱۴ %	جوش کاری و برش کاری برق بین ۷۵ تا ۲۵۰ آمپر	نمره ۱۰
۰ %	۰ %	۰/۰۰۲ %	جوش کاری و برش کاری برق بالاتر از ۲۵۰ آمپر	نمره ۱۲
۰ %	۰ %	۰/۰۰۰۳ %	جوش کاری و برش کاری با الکتروود کربنی	نمره ۱۴

### سوزن یا سوهان سر مشعل:

در موقع تنظیم شعله مشاهده می‌شود که شعله دو شاخه یا چند شاخه شده و یا طول شعله کوتاه است و خوب تنظیم نمی‌شود. دلیل آن وجود دوده و یا اکسیدهای درون سوراخ سر مشعل است که موقع کار به نازل چسبیده است. در این حالت لازم است سوراخ پستانک یا سوزن مناسب تمیز شود (شکل ۲۵).



شکل ۲۵

### ایمنی در جوش کاری گاز

یکی از موضوعات مهم در جوش کاری که به ویژه مسئولان یک کارگاه جوش کاری باید دقیقاً به آن توجه کنند، نکات و دستورهای ایمنی است. حوادث و وقایع ناگواری که حین جوش کاری یا برش کاری اتفاق می‌افتد، دو دلیل عمده دارد:

- ۱- نداشتن دانش کافی نسبت به نکات ایمنی و بهداشتی
- ۲- سهل‌انگاری و بی‌توجهی نسبت به رعایت نکات ایمنی.

هرگز با وسیله‌ای که روش کار آن را نمی‌دانید و آموزش آن را ندیده‌اید، کار نکنید.

نکته ایمنی



- در جوش کاری گاز گرما به وسیله یک عمل شیمیایی تولید می‌شود و خطرات زیر را به دنبال دارد:
- ۱- هوای محیط صرف سوختن گازها در مخروط خارجی شعله می‌شود.
  - ۲- در نتیجه سوختن استیلن دی اکسید کربن به فضای جوش کاری می‌دهد.
  - ۳- اکسید ازت تشکیل می‌گردد و فضا را آلوده می‌کند.

نکته ایمنی



تهویه فضاهای بسته در هنگام جوش کاری بسیار ضروری است.

مکان‌هایی مانند مخازن و اتاقک‌ها در فرایند جوش کاری نیازمند تهویه مناسب هستند (شکل ۲۶).

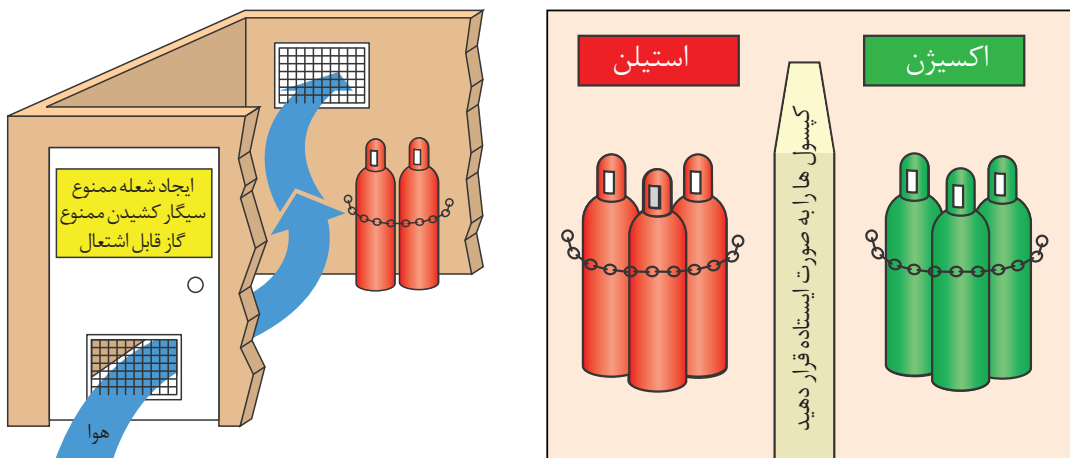


شکل ۲۶

نور خروجی از شعله اکسی استیلن خیلی کمتر از قوس الکتریکی است. میزان نورهای ماوراءبنفش، مادون قرمز نیز نسبتاً کم است و نیازی به محافظت از صورت نیست.

موقع استفاده از گازهای فشرده و قابل احتراق در جوش کاری رعایت نکات زیر الزامی است:

- ۱- هوای محل نگهداری کپسول‌های گاز باید تهویه شود.
- ۲- کپسول‌هایی که در فضای باز قرار دارند باید از برف و یخ و تابش مستقیم آفتاب محافظت شوند.
- ۳- روشنایی محل نگهداری کپسول‌های گاز باید به وسیله لامپ‌های ضدانفجار و کلیدهای برق استاندارد تأمین شود.
- ۴- کپسول‌ها را دور از مواد سوختنی و وسایل ایجاد حرارت قرار دهید.
- ۵- کپسول‌ها و مولدهای استیلن و ظروف حاوی کاربید را از جرقه و شعله جوش کاری و برش کاری دور نگه دارید.
- ۶- در حمل کپسول‌ها دقت کنید. چنانچه در اثر بی احتیاطی به شیر فلکه آسیب برسد، گاز به سرعت از دهانه خارج می‌شود و کپسول مانند جت عمل می‌کند و خطرات زیادی به بار می‌آورد.
- ۷- هیچ وقت کپسول‌های گاز را حتی زمان خالی بودن، بر روی زمین نغلتانید.
- ۸- کپسول‌های گاز را در حالت ایستاده به صورت ایمن مهار کنید.



شکل ۲۷



شکل ۲۸



## آماده‌سازی دستگاه برای جوش کاری

یک واحد جوش کاری گاز دارای تجهیزات زیر است:

- ۱- کپسول گاز
- ۲- مشعل جوش کاری
- ۳- تجهیزات فردی جوش کار
- ۴- کپسول اکسیژن
- ۵- دستگاه تقلیل و تنظیم فشار گاز
- ۶- شیلنگ‌ها



شکل ۲۹- یک واحد جوش کاری گاز

تجهیزات فوق می‌تواند در محل مناسبی استقرار یابد و یا روی اربابه دستی چرخ‌دار قرار گیرد.

در برخی کارگاه‌ها برای جوش کاری، گاز استیلن و اکسیژن توسط سامانه لوله‌کشی ثابت و از جنس فلز به محل کار می‌رسد و دستگاه‌های تقلیل فشار به لوله‌ها و یا سیلندرهای وصل شده و فشار گاز در آنها به وسیله جوش کار تنظیم می‌گردد.

## نصب و راه‌اندازی دستگاه جوش گاز:

قبل از شروع به جوش کاری لازم است دستگاه آماده به کار شود. در آماده‌سازی دستگاه‌های جوش گاز باید نکات ایمنی با دقت رعایت شود تا انفجار و حادثه ناگواری رخ ندهد.

مراحل انجام کار به شرح زیر است:

- ۱- رگولاتور اکسیژن را به کپسول اکسیژن و رگولاتور استیلن را به کپسول استیلن با آچار مناسب وصل کنید (شکل ۳۰).

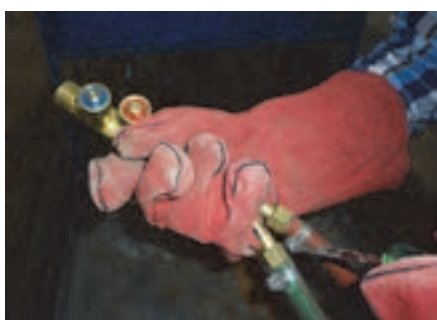


شکل ۳۰



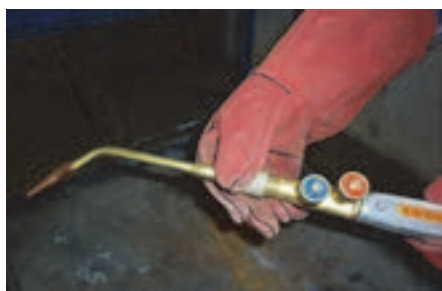
شکل ۳۱

۲- شیلنگ‌ها را با بست مخصوص به رگولاتور وصل کنید (شکل ۳۱).



شکل ۳۲

۳- سر دیگر شیلنگ‌ها را با بست مخصوص به مشعل وصل کنید (شکل ۳۲).



شکل ۳۳

۴- پستانک یا نازل مناسب را روی مشعل سوار کنید. دقت کنید جهت نازل و حالت شیرها به طرز صحیح قرار گیرند (شکل ۳۳).



شکل ۳۴

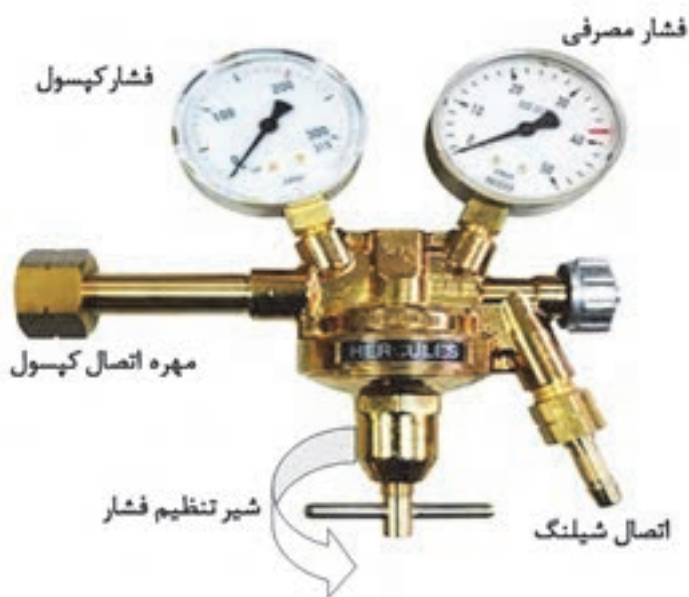
۵- شیرهای مشعل را کاملاً ببندید.  
۶- پیچ تنظیم فشار رگولاتورها را شل کنید.  
۷- شیر خروجی کپسول اکسیژن را به آرامی باز کنید (شکل ۳۴).

۸- فشارسنج اول نشان دهنده فشار درون کپسول است و فشارسنج دوم، فشار درون شیلنگ را نشان می دهد. به وسیله شیر تنظیم فشار (رگلاتور) فشار درون شیلنگ اکسیژن را تنظیم کنید (شکل ۳۵).



شکل ۳۵

۹- به آرامی و فقط نیم تا یک دور شیر خروجی سیلندر استیلن را باز کنید. ۱۰- فشارسنج اول نشان دهنده فشار درون کپسول است و فشارسنج دوم، فشار درون شیلنگ را نشان می دهد. به وسیله شیر تنظیم فشار (رگلاتور) فشار درون شیلنگ استیلن را تنظیم کنید (شکل ۳۶).



شکل ۳۶



هنرجویان دستگاه جوش کاری گاز را برای جوش کاری آماده کنند.

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	شناسایی و راه‌اندازی دستگاه جوش گاز	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: کپسول اکسیژن، کپسول استیلن، رگلاتور، وسایل ایمنی جوش کاری	بالاتر از سطح انتظار	۱- شیوه تولید استیلن و اکسیژن در صنعت را بدانند. ۲- وسایل و لوازم جوش کاری گاز را بشناسند. ۳- دستگاه جوش کاری گاز را برای جوش کاری آماده سازند. ۴- نکات ایمنی قبل و در حین جوش کاری را بدانند و رعایت کنند.	۳
			در حد انتظار	۱- شیوه تولید استیلن و اکسیژن در صنعت را بدانند. ۲- وسایل و لوازم جوش کاری گاز را بشناسند. ۳- نکات ایمنی قبل و در حین جوش کاری را بدانند و رعایت کنند.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- وسایل و لوازم جوش کاری گاز را بشناسند. ۲- نکات ایمنی قبل و در حین جوش کاری را بدانند و رعایت کنند.	۱

## جوش کاری گاز بدون مفتول

### روشن کردن مشعل جوش کاری (تنظیم شعله)

موقع روشن کردن مشعل باید اطمینان داشته باشیم که گاز اکسیژن و استیلن برای مصرف آماده‌اند. برای این منظور شیر اکسیژن مشعل را باز می‌کنیم و با استفاده از پیچ تنظیم فشار اکسیژن را بین یک تا سه بار (Bar) تنظیم می‌کنیم، بعد به آرامی شیر اکسیژن را می‌بندیم. به همین صورت در مورد استیلن عمل می‌کنیم و فشار استیلن را بین یک دهم تا یک بار تنظیم می‌کنیم.

حال با اعتماد اقدام به روشن کردن مشعل می‌کنیم. اول شیر استیلن را باز می‌کنیم و فندک می‌زنیم. گاز استیلن با شعله زرد رنگی همراه با دود و دوده می‌سوزد. در اینجا گاز استیلن برای سوختن از اکسیژن هوا استفاده می‌کند.

حال به آرامی شیر اکسیژن را باز می‌کنیم. شعله به رنگ زرد روشن تبدیل می‌شود. بسته به مقدار اکسیژن سه نوع شعله به شرح زیر خواهیم داشت:

#### شعله احیاکننده:

در صورتی که مقدار گاز اکسیژن از گاز استیلن کمتر باشد، شعله به سه قسمت کاملاً مجزا دیده خواهد شد که به آن شعله احیاکننده گویند.

این‌گونه سوختن گاز را احتراق ناقص گویند که راندمان حرارتی آن کم است و برای جوش کاری فولادهای معمولی مناسب نیست. ممکن است برای گرم کردن و جوش کاری فلزاتی که زود اکسید می‌شوند، به کار رود (شکل ۳۷).

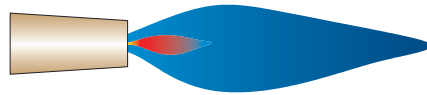


شکل ۳۷

#### شعله خنثی:

اگر به شعله احیا آرام آرام اکسیژن اضافه کنیم یا گاز استیلن را کم کنیم، قسمت وسطی شعله (مخروط وسطی) کوتاه و کوتاه‌تر می‌شود و بالاخره از بین می‌رود. درست زمانی که شعله دو قسمتی می‌شود، شعله خنثی تشکیل شده است. در این حالت هر دو گاز به نسبت مساوی تنظیم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، احتراق کامل است و برای سوختن یک حجم استیلن به طور کامل  $2/5$  حجم اکسیژن لازم است که یک حجم به صورت مخلوط با استیلن از مشعل خارج می‌گردد و مابقی از هوا تأمین می‌شود.

گازهای حاصل از سوخت، دی‌اکسید کربن و بخار آب دیگر هیچ میلی به ترکیب با اکسیژن ندارند؛ به همین دلیل شعله را خنثی گویند. این شعله حرارت بالاتری دارد و برای جوشکاری فولادها مناسب است. البته باید دقت کرد که شعله درست تنظیم شود و اکسیژن اضافی نداشته باشد. برای این منظور همیشه اول باید شعله احیا را که دارای سه قسمت است، به وجود بیاوریم، سپس آن را به شعله خنثی تبدیل می‌کنیم (شکل ۳۸).



شکل ۳۸

### شعله اکسیدکننده:

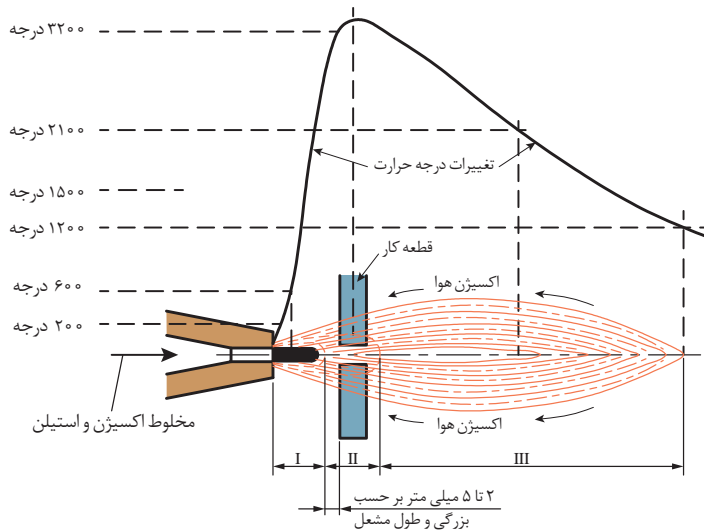
چنانچه به شعله خنثی باز هم اکسیژن بدهیم، به عبارت دیگر مقدار اکسیژن بیشتر از گاز استیلن باشد، شعله حاصل اکسیدکننده است.

در این شعله مخروط اولی باریک و کوتاه می‌گردد و مخروط خارجی هم کوتاه می‌شود و صدای شعله بیشتر از حالت خنثی است (شکل ۳۹).



شکل ۳۹

چنانچه با این شعله روی ورق‌های فولادی جوش کاری کنیم، به دلیل اکسید شدن فولاد، جرقه‌هایی به اطراف پراکنده می‌شود و جوش حاصل شکننده می‌شود. این شعله در مواردی که بخواهیم روی ورق‌های نازک سوراخ ایجاد کنیم، ممکن است به کار رود و در جوش کاری به ندرت کاربرد دارد. بیشترین درجه حرارت شعله به فاصله ۳ تا ۵ میلی‌متری مخروط اول است. نقاط نزدیک‌تر به مشعل و نقاط دورتر از این فاصله درجه حرارت کمتری دارند (شکل ۴۰).



شکل ۴۰

### ذوب سطحی

جوش بدون مفتول که روی اوراق فلزی تا ضخامت ۲ میلی‌متری اجرا می‌شود، باید طوری صورت گیرد که سطح جوش کاملاً صاف و به اندازه کمی گود باشد. به همین نسبت سمت دیگر کار گردهای جوش به عرض کمتر

## جوش کاری گاز

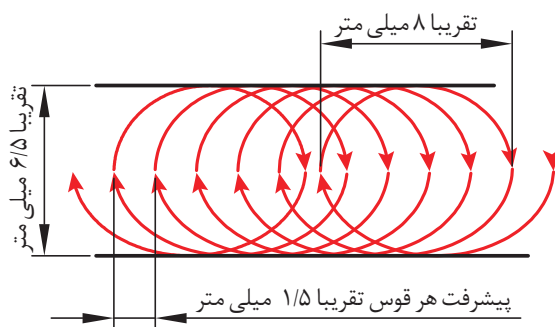
از روی جوش به صورت یکنواخت به وجود می‌آیند. به نحوی که اگر جوش صاف کاری شود، هیچ‌گونه برآمدگی یا فرورفتگی در طرفین کار باقی نمی‌ماند. برای انجام ذوب سطحی لازم است که قدرت مشعل متناسب با ضخامت ورق باشد. معمولاً برای هر میلی‌متر ضخامت ورق باید ۱۰۰ لیتر در ساعت استیلین مصرف شود. با استفاده از جدول ۵ می‌توان با توجه به ضخامت ورق نوع پسانک مورد استفاده مقدار مصرف هر گاز و سرعت جوش کاری را تعیین کرد.

جدول ۵

گاز لازم برای یک متر جوش		سرعت (متر بر ساعت)	زمان برای یک متر بر حسب دقیقه	پستانک مورد استفاده	ضخامت ورق میلی‌متر
استیلین به لیتر	اکسیژن به لیتر				
۳/۶	۳	۲۴	۲ ½	۷۰	۰/۸
۶	۵	۲۰	۳	۱۰۰	۱
۹	۷/۵	۱۶	۳ ¾	۱۰۰	۱/۲
۱۳	۱۱	۱۴	۴ ½	۱۴۰	۱/۵
۴۲	۱۸	۱۲	۵	۲۰۰	۲

## زاویه و حرکت مشعل در اجرای ذوب سطحی:

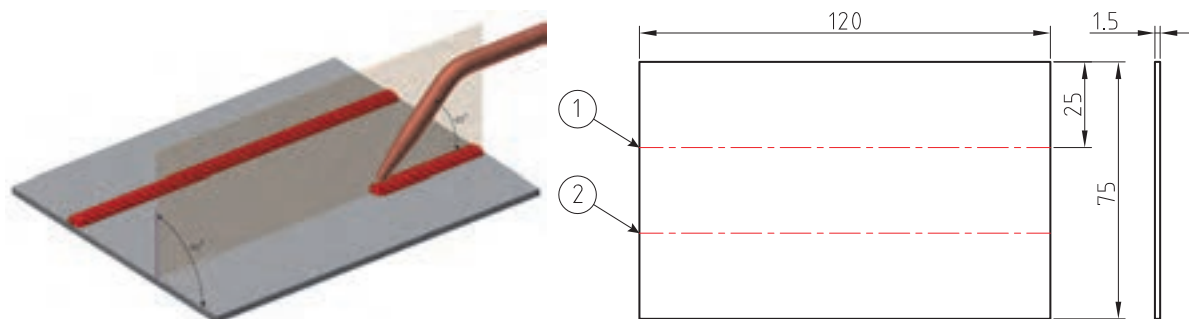
زاویه مشعل نسبت به سطح کار هنگام شروع و تشکیل حوضچه مذاب در حدود ۶۰ تا ۷۰ درجه و در موقع ذوب سطحی حدود ۳۰ تا ۴۵ درجه است. شعله پشت مذاب با حرکت نوسانی مطابق شکل ۴۱ حرکت می‌نماید و موج‌های صاف روی کار ایجاد می‌کند و فرورفتگی‌ای که قبلاً اشاره شد، ایجاد می‌شود. روش ذوب بدون مفتول روی ورق‌های نازک فولادی کاملاً رضایت بخش است؛ به طوری که ناحیه جوش دارای استحکامی برابر با ۸۰ الی ۹۵ درصد ورق اصلی است. سرعت جوش کاری از روش‌های دیگر بیشتر و تغییر شکل‌هایی که روی ورق‌ها ایجاد می‌شود، بسیار کمتر خواهد بود. این روش علاوه بر حالت لب به لب، بر روی لبه‌های برگشته استفاده می‌شود.



شکل ۴۱



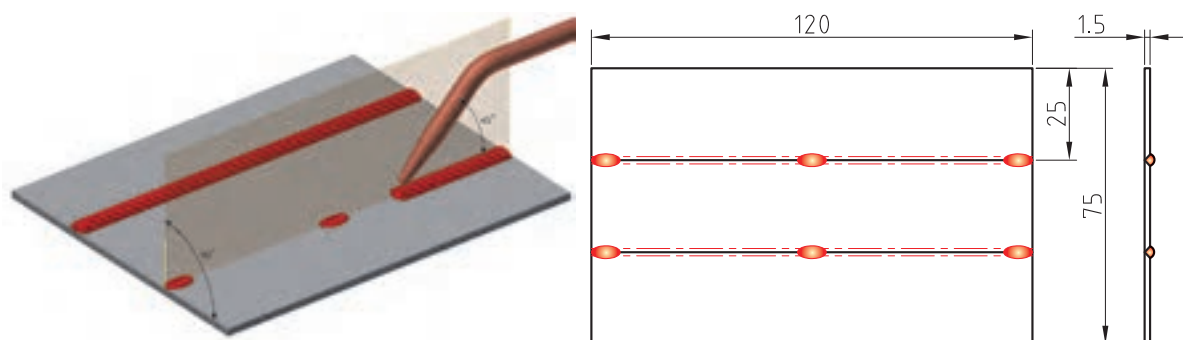
سه ورق فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۷۵ \times ۱/۵$  میلی‌متر ببرید و شکل ۴۲ را بر آن پیاده نمایید و جوش کاری کنید.



شکل ۴۲



شش ورق فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$  میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۴۳ خال جوش بزنید و سپس دو طرف را جوش کاری کنید.

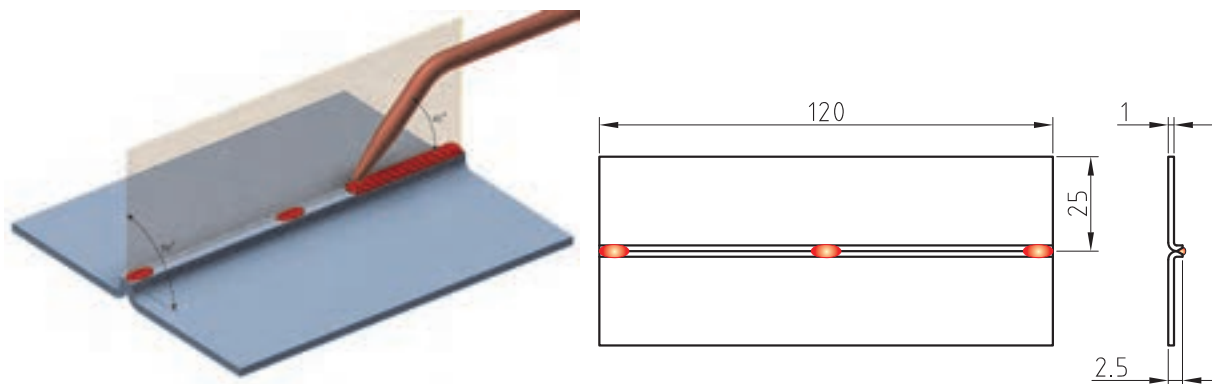


شکل ۴۳



چهار قطعه از ورق فولادی به ابعاد  $120 \times 25 \times 1$  میلی‌متر مطابق شکل ۴۴ ببرید و لبه‌های آنها را به اندازه  $1/5$  میلی‌متر با زاویه  $90^\circ$  درجه خم بزنید. سپس لبه‌ها را جوش کاری کنید

فعالیت  
کارگاهی



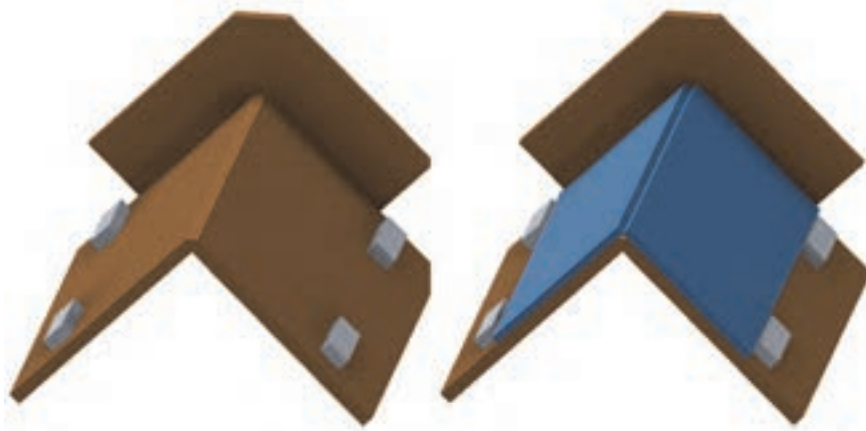
شکل ۴۴

### جوش زاویه خارجی (بدون مفتول)

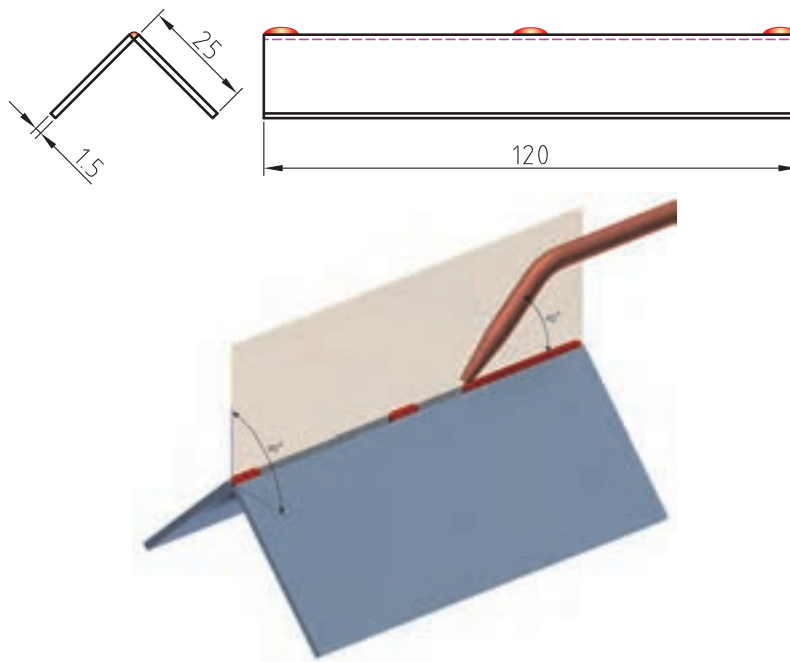
جوش زاویه خارجی بدون مفتول برای ورق‌های تا ضخامت دو میلی‌متری معمول است. در این روش مانند ذوب سطحی عمل می‌شود؛ منتهی قدرت مشعل ۲۵ درصد کمتر از حالت ذوب سطحی است و برای هر میلی‌متر ضخامت، ۷۵ لیتر استیلن در ساعت در نظر گرفته می‌شود.

چهار قطعه از ورق فولادی به ابعاد  $120 \times 25 \times 1/5$  میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۴۶ به کمک محکم‌کننده شکل ۴۵ خال جوش بزنید و سپس جوش کاری کنید.

فعالیت  
کارگاهی



شکل ۴۵- نوعی فیکسچر برای ثابت نگهداشتن زاویه



شکل ۴۶

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی)	نمره
۲	جوش کاری گاز بدون مفتول	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: واحد جوش کاری گاز، وسایل ایمنی فردی و قطعه کار	بالاتر از سطح انتظار	۱- انواع شعله را بشناسد. ۲- بتواند خط جوش ایجاد کند. ۳- جوش لب‌به‌لب را انجام دهد. ۴- جوش گوشه را انجام دهد.	۳
			در حد انتظار	۱- انواع شعله را بشناسد. ۲- بتواند خط جوش ایجاد کند. ۳- جوش لب‌به‌لب را انجام دهد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- انواع شعله را بشناسد. ۲- بتواند خط جوش ایجاد کند.	۱

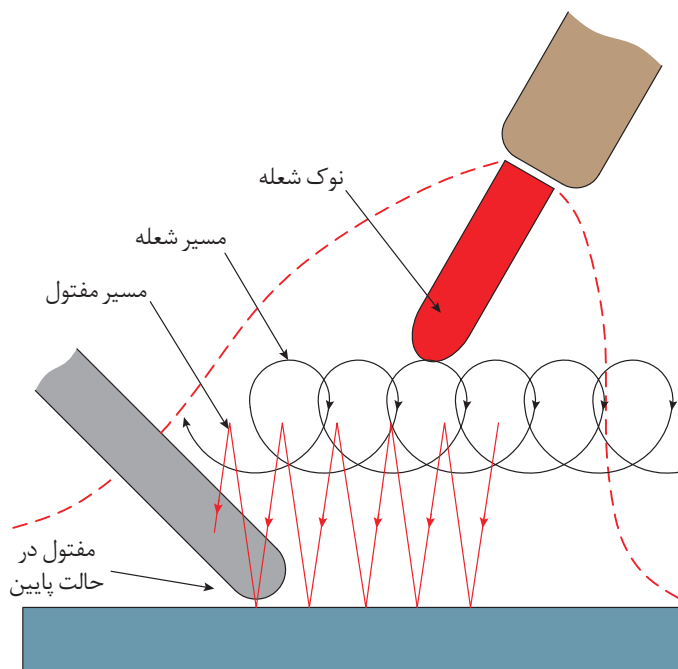
## جوش کاری گاز با مفتول مس (مسوار)

جوش گاز روی ورق‌های نازک فولادی به ضخامت ۲ میلی‌متر

در این روش جوش کاری با یک دست مشعل را می‌گیرند و حوضچه مذاب تشکیل می‌گردد و با دست دیگر مفتول به حوضچه مذاب هدایت می‌کنند. جنس مفتول مسوار از فولاد کم‌کربن است که لایه نازکی از مس روی آن را پوشانده است.

ایجاد گرده جوش روی ورق فولاد کم‌کربن با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر

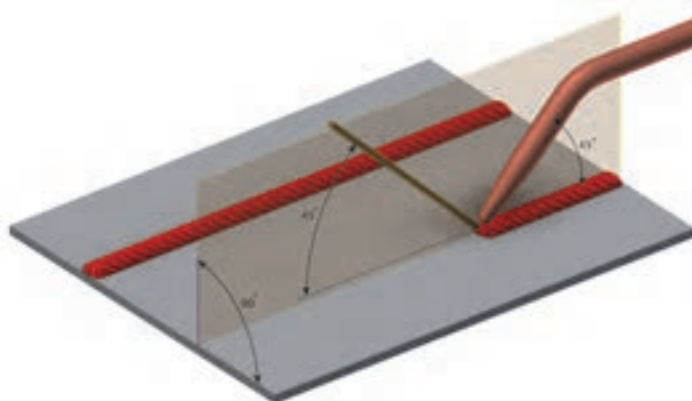
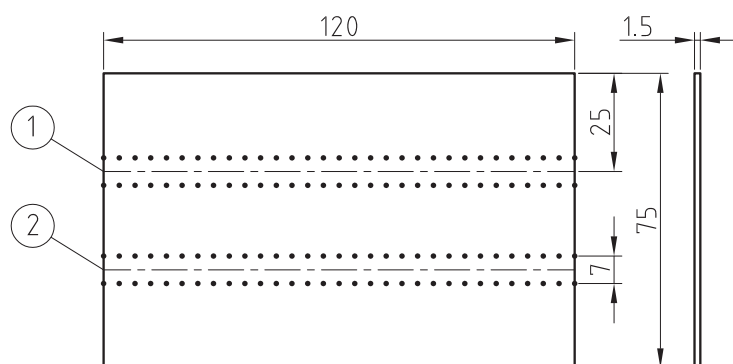
با استفاده از مفتول پرکننده می‌توان گرده جوش کاملاً صاف و یکنواخت به دست آورد. یاد گرفتن این روش خیلی آسان است. سرعت این نوع جوش کاری از جوش کاری بدون مفتول کندتر است و مصرف گاز بیشتر از حالت قبلی است. در شکل ۴۷ مشاهده می‌شود که مشعل حرکت دورانی دارد و مفتول مسوار حرکت نوسانی وقتی که بالا می‌آید به نوک مخروط نزدیک می‌شود و در موقع پایین آمدن وارد حوضچه مذاب می‌شود. با این عمل هر بار مقداری از مفتول ذوب و به حوضچه مذاب اضافه می‌شود و گرده جوش تشکیل می‌دهد.



شکل ۴۷



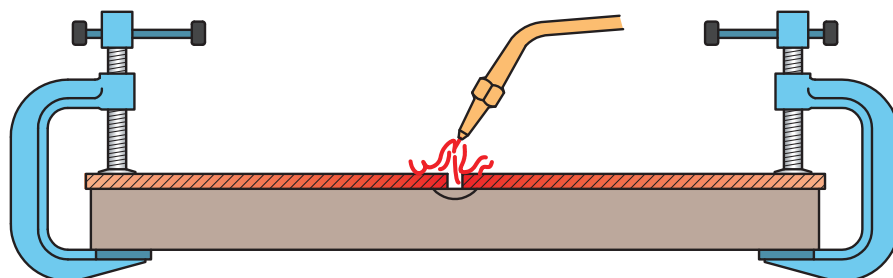
سه ورق فولادی به ابعاد  $120 \times 75 \times 1.5$  میلی‌متر ببرید و شکل ۴۸ را بر آن پیاده نمایید و جوش کاری کنید.



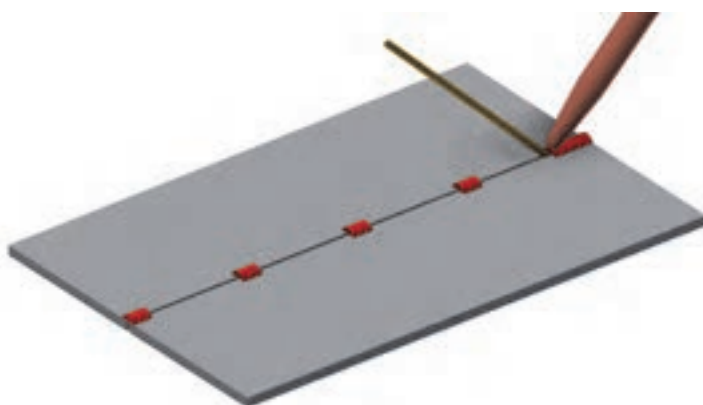
شکل ۴۸

### خال جوش زدن قطعات

برای ثابت کردن قطعات جوش کاری، بهترین وسیله خال جوش زدن است که به فواصل معینی انجام می‌شود. این فواصل با توجه به ضخامت قطعات تعیین می‌شود که برای جوش کاری سطحی به صورت زیر اقدام می‌گردد: در ورق‌ها با ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر فاصله خال جوش‌ها ۳۰ برابر ضخامت ورق است و در ورق‌های با ضخامت بیش از ۵ میلی‌متر فاصله خال جوش‌ها ۲۰ برابر ضخامت آنهاست. در ضمن قطعاتی که دارای پخ ۷ شکل هستند، از پشت خال جوش می‌شوند. خال جوش معمولاً از وسط کار شروع می‌شود و به طور متناوب یکی چپ و بعدی راست، با فاصله تعیین شده، خال جوش زده می‌شود؛ به نحوی که همیشه شعله متوجه قسمت‌های خال جوش نخورده کار باشد. البته بدون خال جوش زدن و با استفاده از وسایل نگهدارنده و محکم‌کننده (فیکسچر) می‌توان قطعات را به هم جوش داد (شکل‌های ۴۹ و ۵۰).



شکل ۴۹



شکل ۵۰

### جوش لب به لب در حالت سطحی

ورق‌هایی که ضخامت آنها از ۰/۷۵ تا ۳ میلی‌متر است، بدون پخ زدن در حالت سطحی جوش کاری می‌شوند. روش کار بدین صورت است که قطعات را به هم خال جوش می‌زنند و در محل مناسب برای جوش کاری قرار می‌دهند. در این نوع جوش کاری، شعله به طرف قسمت جوش نخورده کار متمایل است و مفتول در جلوی شعله از راست به چپ با سرعت یکنواخت پیشروی می‌کند. شعله و مفتول در صفحه‌ای عمود بر خط جوش قرار می‌گیرند. زاویه بین مفتول و شعله ۹۰ درجه است و زاویه مشعل و مفتول نسبت به کار هر کدام ۴۵ درجه است (برای افراد چپ‌دست جوش کاری از چپ به راست با همین زوایا معمول است). قدرت شعله با توجه به ضخامت قطعه تغییر می‌کند. برای هر میلی‌متر ضخامت ورق مشعل با میزان مصرف هر میلی‌متر ۱۰۰ لیتر در ساعت استیلین در نظر گرفته می‌شود. قطر مفتول جوش نیز یک میلی‌متر بیش از نصف ضخامت ورق انتخاب می‌شود.

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

در این فرمول  $D$  قطر مفتول پرکننده درز برحسب میلی‌متر و  $e$  ضخامت ورق برحسب میلی‌متر است.

برای جوش کاری ورق با ضخامت ۲/۵ میلی‌متر باید قطر مفتول چقدر باشد؟

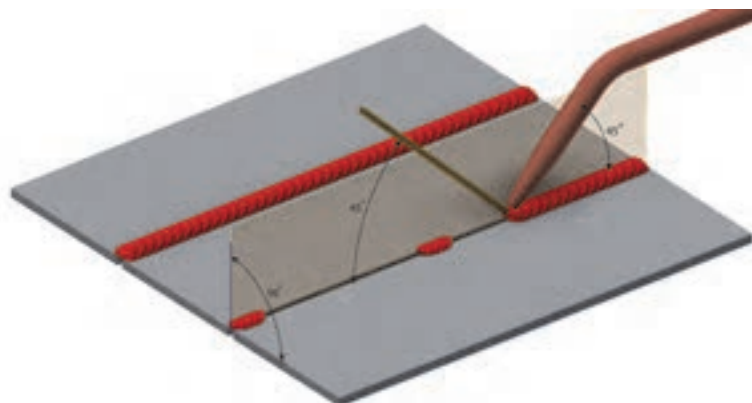
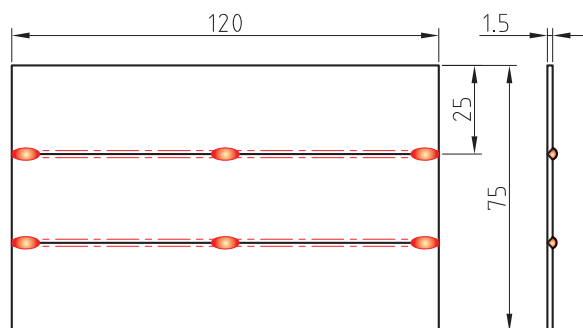


جدول ۶- تعیین پارامترها در جوش کاری لب به لب در حالت سطحی

مواد لازم برای یک متر جوش			سرعت (متر بر ساعت)	زمان برای یک متر بر حسب دقیقه	قطر مفتول به میلی متر	شماره پستانک	ضخامت ورق به میلی متر
مفتول به گرم	اکسیژن به لیتر	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

شش ورق فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$  میلی متر ببرید و مطابق شکل ۵۱ خال جوش بزنید، سپس دو طرف را جوش کاری کنید.

فعالیت  
کارگاهی



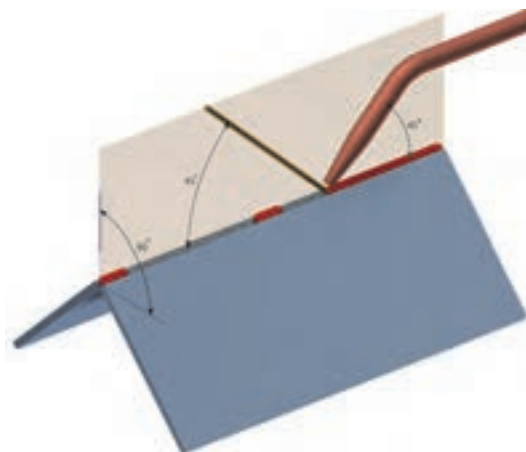
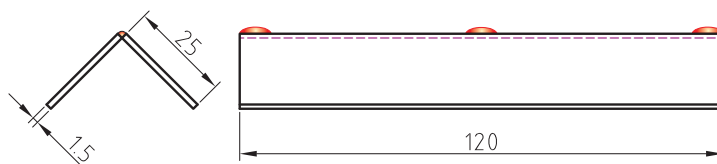
شکل ۵۱

جدول ۷ - قطر مفتول و دیگر پارامترهای جوش کاری زاویه‌ای

مواد لازم برای یک متر جوش			سرعت (متر بر ساعت)	زمان برای یک متر بر حسب دقیقه	قطر مفتول به میلی‌متر	پست‌تاک مورد لزوم	ضخامت ورق به میلی‌متر
مفتول به گرم	اکسیژن به لیتر	استیلن به لیتر					
۱۵	۷	۶	۱۲	۵	۱/۵	۷۰	۱
۳۰	۲۴	۲۰	۷/۵	۸	۲	۱۴۰	۲
۶۰	۵۴	۴۵	۵	۱۲	۳	۲۰۰	۳
۱۰۰	۹۶	۸۰	۳/۷۵	۱۶	۳	۳۱۵	۴
۱۶۰	۱۵۰	۱۲۵	۳	۲۰	۴	۴۰۰	۵
۲۵۰	۲۴۰	۲۰۰	۲/۵	۲۴	۴	۵۰۰	۶
۴۰۰	۳۸۰	۳۲۰	۱/۸۵	۳۲	۴	۶۳۰	۸
۷۰۰	۶۰۰	۵۰۰	۱/۵	۴۰	۵	۸۰۰	۱۰

چهار قطعه از ورق فولادی به ابعاد  $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۲$  میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۵۲ خال جوش بزنید، سپس جوش کاری کنید.

فعالیت  
کارگاهی



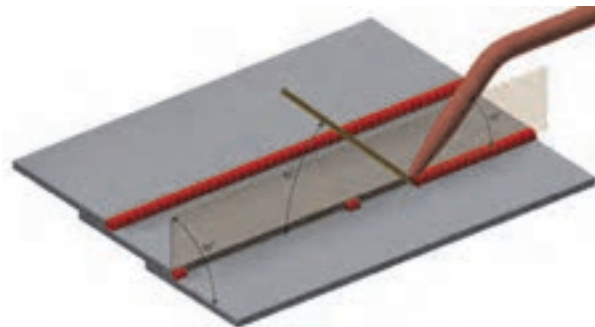
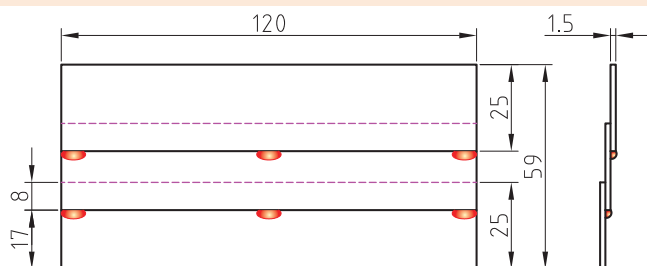
شکل ۵۲

## جوش کاری لب روی هم

در جوش کاری حالت سطحی، معمولاً درز جوش به شکل لب به لب، لب روی هم، گونیایی یا سپری است. در جوش کاری لب روی هم، لبه قطعات باید کاملاً صاف باشد تا لبه ها کنار هم قرار گیرد و بین آنها فاصله ایجاد نشود. ورق هایی تا ضخامت ۳ میلی متر را می توان با این روش جوش کاری کرد. اندازه پستانک و سایر پارامترها مانند جوش لب به لب است.

شش قطعه از ورق فولادی به ابعاد  $120 \times 25 \times 1.5$  میلی متر ببرید و مطابق شکل ۵۳ خال جوش بزنید، سپس جوش کاری کنید.

فعالیت  
کارگاهی



شکل ۵۳

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
۳	جوش کاری گاز با مفتول مسوار	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: واحد جوش کاری گاز، مفتول مسوار و وسایل ایمنی فردی و قطعه کار	بالاتر از سطح انتظار	۱- جوش لب به لب را انجام دهد. ۲- جوش گوشه را انجام دهد. ۳- جوش لب روی هم را انجام دهد.	۳
			در حد انتظار	۱- جوش لب به لب را انجام دهد. ۲- جوش گوشه را انجام دهد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- جوش لب به لب را انجام دهد.	۱



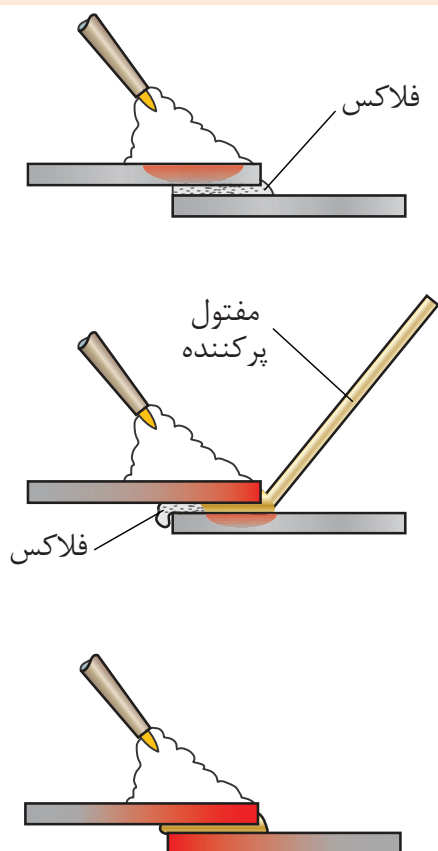
## جوش کاری گاز با مفتول برنجی

جوش زرد برای اتصال فلزات مشابه و یا غیرهم جنس به کار می‌رود و روشی است مابین جوش کاری و لحیم کاری سخت. مقاومت این جوش از لحیم سخت بیشتر است و با شعله گاز و در حرارتی حدود ۸۸۰ الی ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد اجرا می‌شود؛ بدین طریق که سطح لبه‌های مورد اتصال حرارت داده شده است ( تا درجه حرارت ذوب مفتول و پایین‌تر از نقطه ذوب قطعه کار) سپس با حضور فلاکس مفتول که غالباً آلیاژهای مس (برنج و برنز) هستند، ذوب در محل درز رسوب داده می‌شود (شکل ۵۴).

بحث کلاسی



تفاوت جوش زرد با روش‌های دیگر جوش کاری در چیست؟



شکل ۵۴- مراحل مختلف جوش با مفتول برنجی

### مفتول‌های جوش برنج

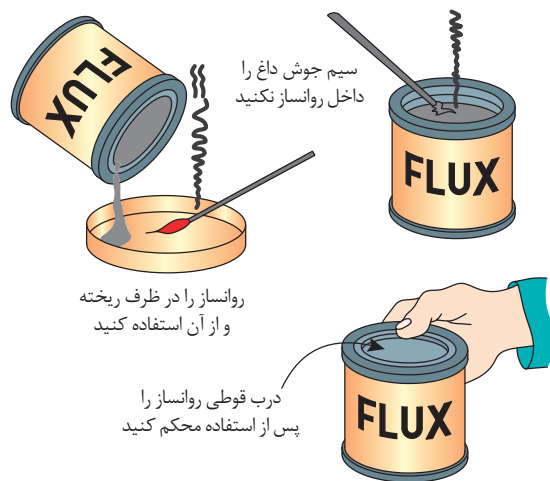
چندین نوع مفتول جوش برنج موجود است که مشهورترین آنها برنج است، متشکل از ۶۰ درصد مس و ۴۰ درصد روی است که برای افزایش برخی خواص فیزیکی و شیمیایی آن عناصری از قبیل سیلیسیم، قلع، منگنز، آهن و نیکل به آن افزوده می‌شود.

جدول ۸- مفتول‌های برنجی

درجه ذوب °f	درجه ذوب °C	استحکام کششی		درصد عناصر آلیاژی					مشخصات مفتول استاندارد AWS
		ksi	MPa	Ni	Fe	Sn	Zn	Cu	
۱۶۵۰	۹۰۰	۴۰	۲۷۵	-	-	۱	۳۹	۶۰	RBcuzn-A
۱۶۳۰	۸۹۰	۵۰	۳۴۴	۰/۵	۱	۱	۳۷/۵	۶۰	RBcuzn-B
۱۶۳۰	۸۹۰	۵۰	۳۴۴	-	۱	۱	۳۸	۶۰	RBcuzn-C
۱۷۱۵	۹۳۵	۶۰	۴۱۳	۱۰	-	-	۴۰	۵۰	RBcuzn-D

### فلاکس‌ها و روان‌سازهای جوش زرد

اغلب فلزها در درجات حرارت نزدیک ذوب آمادگی اکسید شدن را دارند. برای جلوگیری از اکسیداسیون و همچنین برای تمیز کردن شیمیایی سطح فلز و روان کردن فلز (تسهیل در جاری شدن مذاب بر روی قطعه کار) موقع جوش برنج از فلاکس استفاده می‌شود که به آنها روان‌ساز یا تنه کار هم گفته می‌شود. روان‌سازها به اشکال مختلف (پودر، خمیر، و گاز) ساخته می‌شوند که معمول‌ترین آنها به صورت پودر است. نکاتی که در هنگام استفاده از روان‌سازهای پودری باید رعایت شود، در شکل ۵۵ نمایش داده شده است.



شکل ۵۵

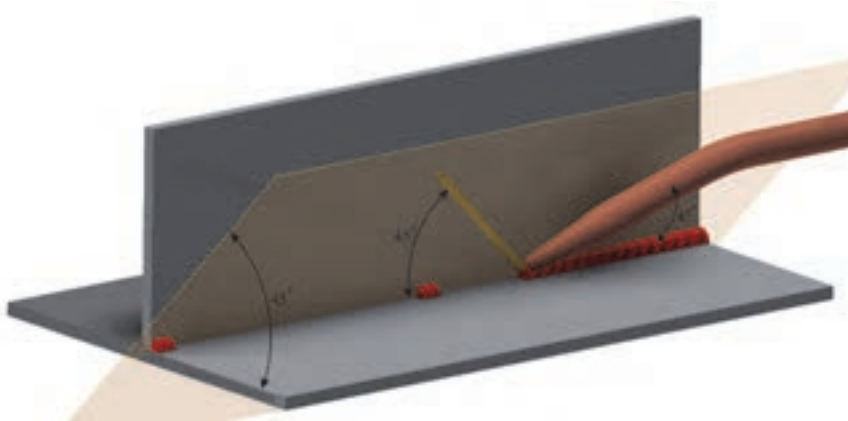
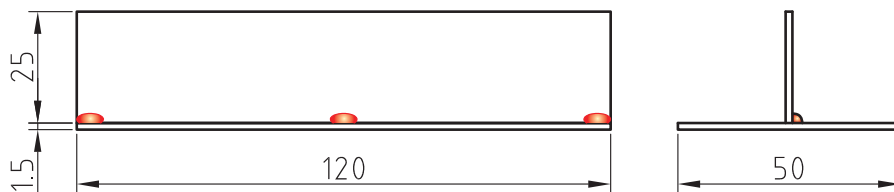
برای رساندن فلاکس به موضع اتصال راه‌های مختلفی وجود دارد: الف) گرم کردن مفتول جوش و فروبردن آن به داخل فلاکس. در این حالت مقداری روان‌ساز به مفتول می‌چسبد و در هنگام جوش کاری به موضع اتصال منتقل می‌شود. ب) استفاده از مفتول‌های جوش برنجی پوشش‌دار شبیه الکتروود روپوش‌دار برق. پ) اضافه کردن پودر یا مایع بر روی مسیر اتصال. ت) اتصال تنه کار به موضع جوش همراه با گازهای مصرفی.

## جوش کاری گاز

ورق‌های فولادی کم‌کربن قابلیت خوبی برای جوش برنج دارند. برای جوش لب‌به‌لب و یا جوش لب روی هم به ازای هر میلی‌متر قطعه ۵۰ تا ۶۰ لیتر استیلین و برای جوش زاویه داخلی ۷۵ الی ۸۰ لیتر استیلین در ساعت باید به مصرف برسد. در جوش زرد قطر مفتول  $3/4$  ضخامت قطعه کار در نظر گرفته می‌شود. جوش برنج به دلیل پایین بودن درجه حرارت جوش کاری در ورق‌ها و لوله‌های گالوانیزه به طور گسترده کاربرد دارد. چون فلز روی که به عنوان روکش ورق‌های گالوانیزه به کار رفته است، در برابر حرارت کمتر اکسید می‌شود و مقاومت در مقابل خوردگی آن حفظ می‌گردد. جوش برنج در جوش کاری چدن و قطعات مسی و لوله‌های مسی به راحتی مورد استفاده است.

دو قطعه از ورق فولاد کم‌کربن با ابعاد  $120 \times 25 \times 1.5$  و  $120 \times 50 \times 1.5$  میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۵۶ خال‌جوش بزنید، سپس جوش کاری کنید.

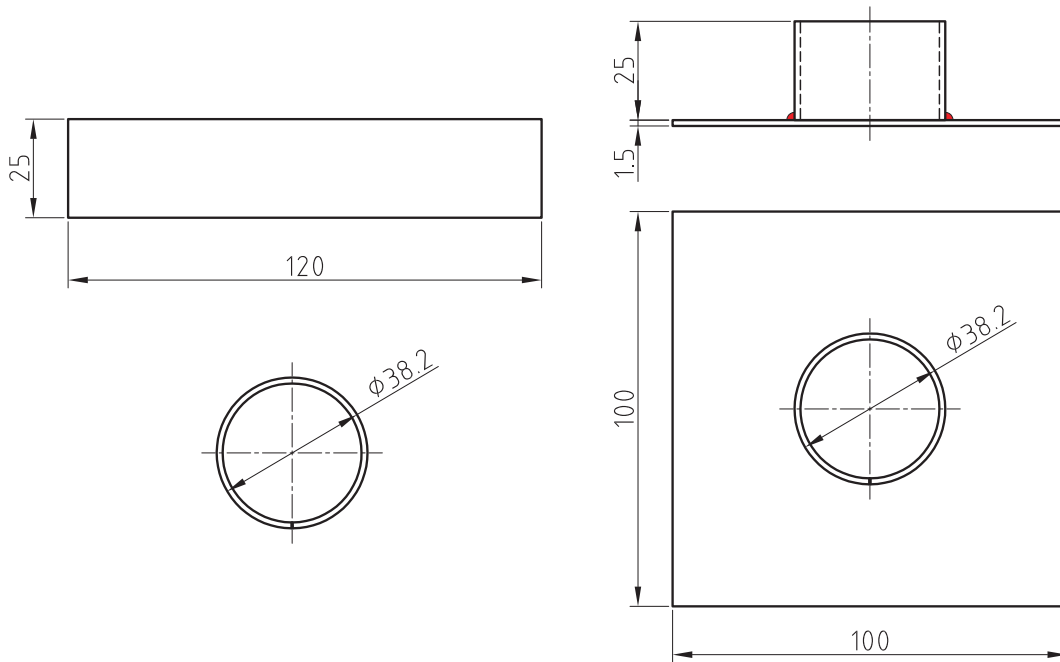
فعالیت  
کارگاهی



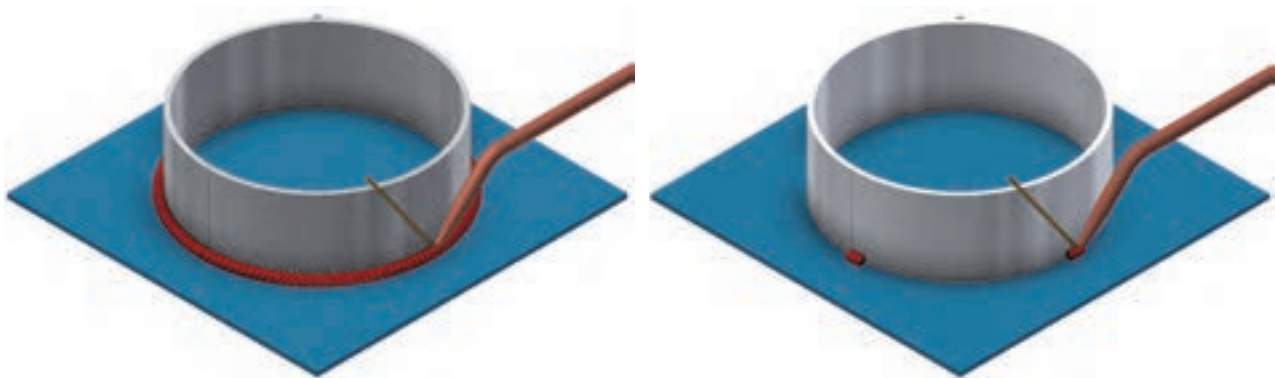
شکل ۵۶



دو قطعه از ورق فولاد با ابعاد  $۱۲۰ \times ۲۵ \times ۱/۵$  میلی‌متر ببرید و مطابق شکل ۵۷ به وسیله لبه گرد سندان به صورت استوانه درآورید و لبه‌های آن را با جوش ذوبی متصل کنید. سپس دو قطعه ورق به ابعاد  $۱۰۰ \times ۱۰۰ \times ۱/۵$  ببرید و مطابق شکل ۵۸ با مفتول برنجی به استوانه با جوش دهید.



شکل ۵۷



شکل ۵۸

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۴	جوش کاری گاز با مفتول برنجی	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: واحد جوش کاری گاز، مفتول برنجی و وسایل ایمنی فردی و قطعه کار	بالاتر از سطح انتظار	۱- جوش سپری را انجام دهد. ۲- تولید کردن لوله با ورق توسط جوش ذوبی ۳- جوش سپری لوله را انجام دهد.	۳
			در حد انتظار	۱- جوش سپری را انجام دهد. ۲- تولید کردن لوله با ورق توسط جوش ذوبی	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- جوش سپری را انجام دهد.	۱

## ارزشیابی برش کاری ورق فلزی

### شرح کار:

شناسایی و راهاندازی دستگاه جوش گاز  
جوش کاری گاز بدون مفتول  
جوش کاری گاز با مفتول مسوار  
جوش کاری گاز با مفتول برنجی

### استاندارد عملکرد:

هنرجویان روش تولید استیلن و اکسیژن در صنعت را فرامی‌گیرند و می‌توانند جوش کاری گاز اکسی استیلن را با دوروش بدون مفتول و با مفتول با رعایت تمامی نکات ایمنی انجام دهند.

### شاخص‌ها:

- سطح ورق تمیز و بدون گرد و غبار و زنگ‌زدگی باشد
- برش قطعه کار طبق نقشه و نشانه‌گذاری لازم
- جوش کاری قطعه کار با رعایت نکات ایمنی

### شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

شرایط: کارگاه جوش کاری با شرایط تهویه مناسب و نور کافی.

ابزار و تجهیزات: وسایل انتقال نقشه بر روی ورق، واحد جوش کاری گاز، وسایل ایمنی فردی، مفتول مسوار، مفتول برنج.

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی و راهاندازی دستگاه جوش گاز	۲	
۲	جوش کاری گاز بدون مفتول	۱	
۳	جوش کاری گاز با مفتول مسوار	۱	
۴	جوش کاری گاز با مفتول برنجی	۱	
...	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و		
	۱- رعایت نکات ایمنی قبل و حین جوش کاری	۲	
	۲- تمیزکاری محل جوش کاری		
	۳- رعایت نکات زیست‌محیطی و جمع‌آوری دورریزها		
	میانگین نمرات		*

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