

تمرینات عملی جوشکاری اکسی استیلن

- پس از پایان این فصل، هنرجو باید بتواند :
- ۱- انواع اتصالات اصلی و جوشکاری را توضیح دهد.
 - ۲- حوضچه مذاب را تشکیل و هدایت کند.
 - ۳- جوشکاری بدون سیم جوش را طبق دستور کار شماره ۱ انجام دهد.
 - ۴- جوشکاری با سیم جوش در حالت تخت را طبق دستور کار شماره ۲ انجام دهد.
 - ۵- اتصالات سر به سر را طبق دستور کار شماره ۳ انجام دهد.
 - ۶- اتصالات لبه روی هم را طبق دستور کار شماره ۳ انجام دهد.
 - ۷- جوشکاری زاویه داخلی را طبق دستور کار شماره ۴ انجام دهد.
 - ۸- جوشکاری در وضعیت قائم را طبق دستور کار شماره ۵ انجام دهد.
 - ۹- پلیت‌ها را برای انجام جوشکاری آماده نماید.
 - ۱۰- جوشکاری لوله به روش گردان را طبق دستور کار شماره ۵ توضیح دهد.
 - ۱۱- جوشکاری لوله به روش ثابت را طبق دستور کار شماره ۵ توضیح دهد.
 - ۱۲- جوشکاری لوله به صورت گردان را طبق دستور کار شماره ۶ انجام دهد.
 - ۱۳- جوشکاری لوله به صورت ثابت را طبق دستور کار شماره ۷ انجام دهد.
 - ۱۴- انشعاب‌گیری از لوله را انجام دهد.
 - ۱۵- علائم بکار رفته در روی نقشه‌های جوشکاری را تشخیص دهد.

۴- تمرینات عملی جوشکاری اکسی استیلن

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> ۲- اتصال گوشه‌ای^۲ ۳- اتصال سپری^۳ یا جوش T شکل ۴- اتصال لبه^۴ روی هم ۵- اتصال لبه‌ای^۵ | <ol style="list-style-type: none"> ۴-۱- اتصالات اصلی در جوشکاری <p>پنج نوع اتصال اصلی جوش مطابق شکل ۴-۱ وجود دارد و عبارتند از :</p> <ol style="list-style-type: none"> ۱- اتصال سر به سر^۱ |
|--|---|

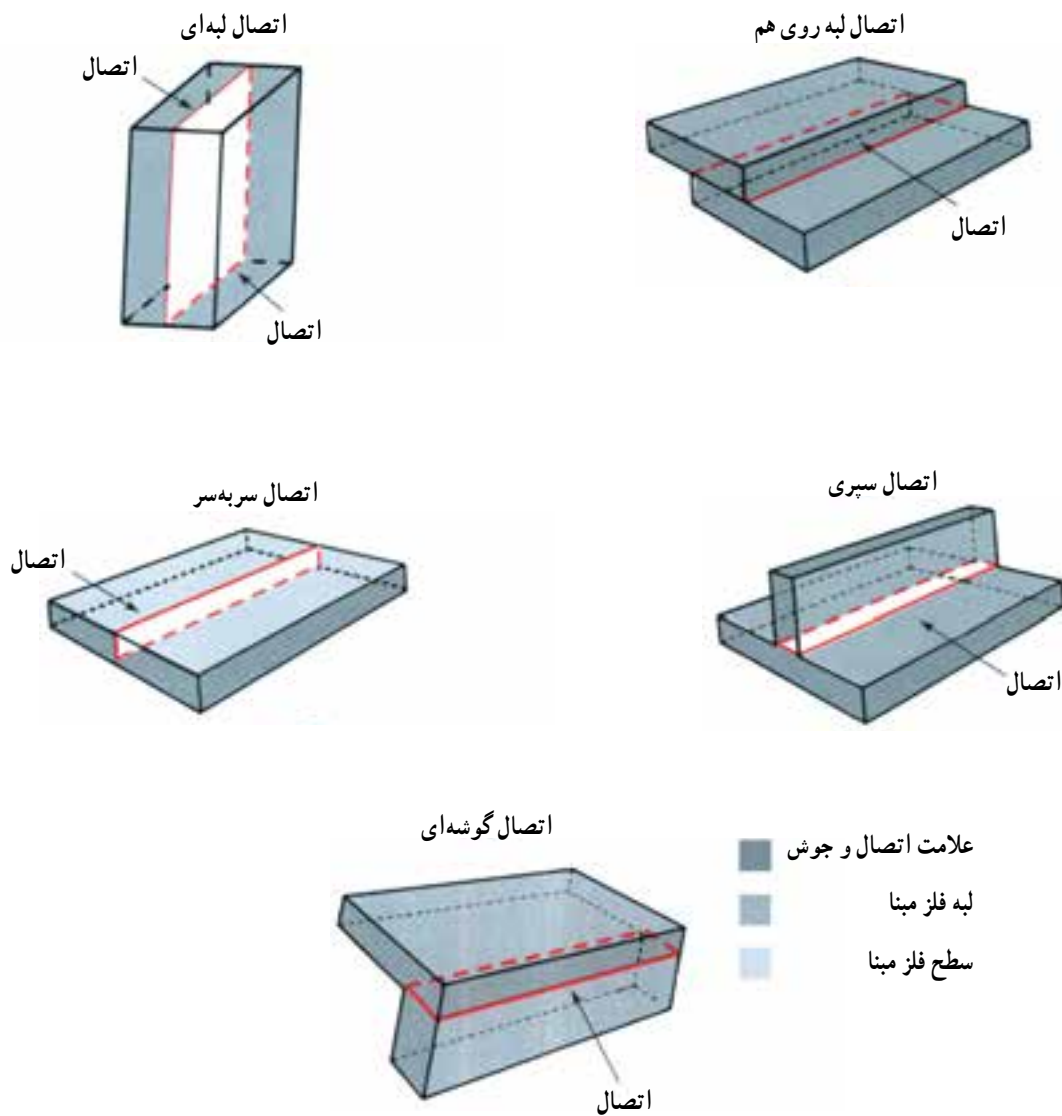
۱- Butt Joint

۲- Corner Joint

۳- Tee Joint

۴- Lap Joint

۵- Edge Joint



شکل ۱-۴- پنج نوع اتصالات اصلی جوش مطابق ANSI/AWS

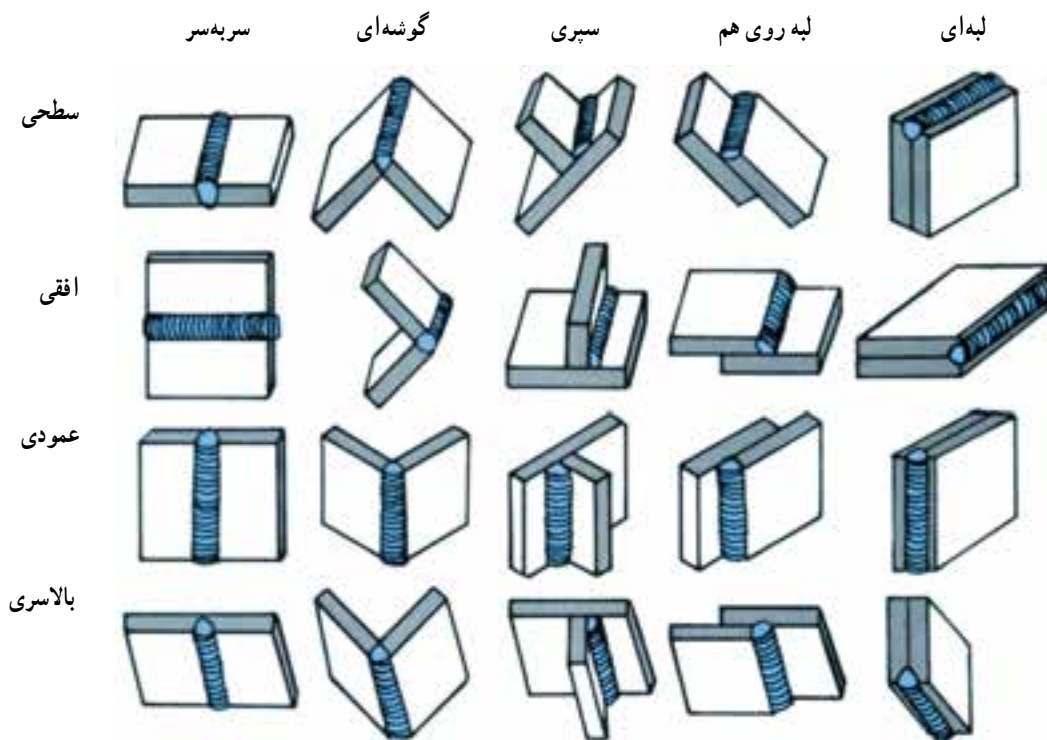
شیار مخصوص به این دلیل است که جوش تا انتهای قطعه نفوذ کند و از طرف دیگر وجود شیار فضای مانور سیم جوش یا الکتروود را زیاد می‌کند.

جوش سر به سر را می‌توان از بالا یا از زیر یا از هر دو طرف جوش داد. جوش‌های سربه سر را می‌توان مطابق شکل ۳-۴ با شیارهای متفاوت از لحاظ شکل هندسی جوشکاری کرد، مانند شیار مربع - شیار یک طرف پخ - شیار V شکل، U شکل، J شکل، پخ زبانه‌ای، شیار فلانچ سربه سر و ...

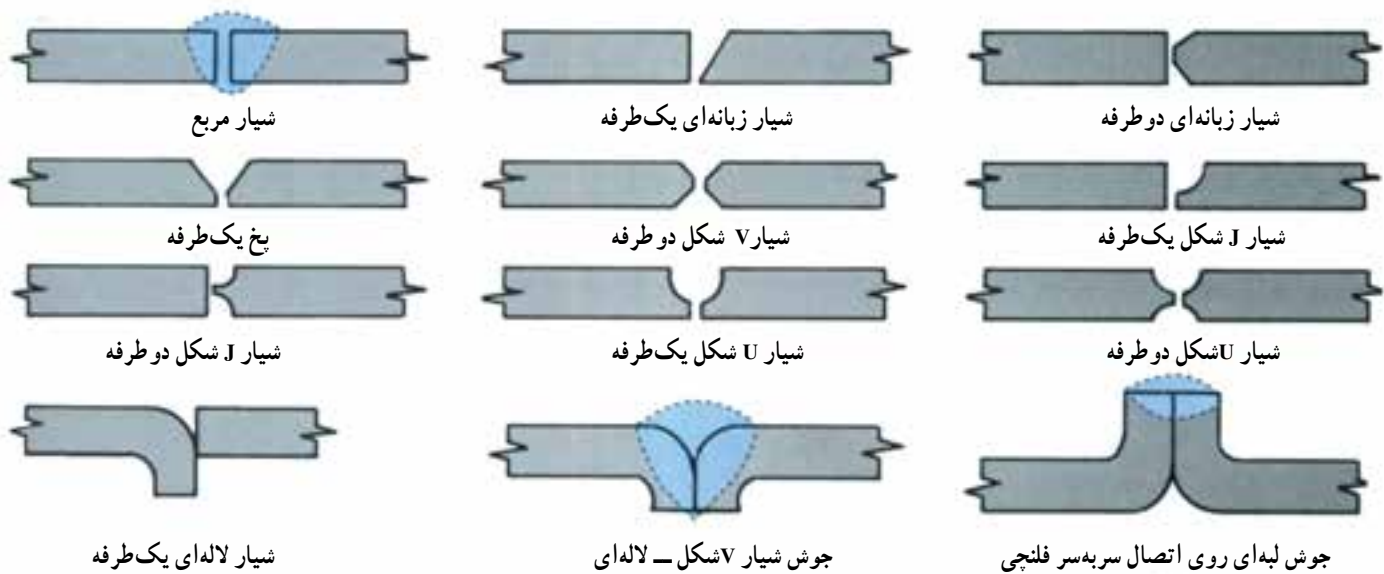
پنج نوع اتصالات جوش را می‌توان در چهار حالت مختلف جوش سطحی، جوش قائم یا از پایین به بالا، جوش افقی و جوش بالای سر مطابق شکل ۲-۴ جوشکاری کرد.

هریک از انواع اتصالات اصلی را می‌توان به فرم‌های متفاوت پخ‌زده تا شیارهای مختلفی شکل بگیرد. نوع اتصال و پخ و نیز اسامی شیارهای متفاوت باید جزء فرهنگ جوشکاران باشد.

پخش زدن قطعات فلزی را یا به وسیله برشکاری یا ماشین کاری و یا سنگ زدن انجام می‌دهند. هدف از پخش زدن فلز و ایجاد یک



شکل ۲-۴- اتصالات اصلی و حالت‌های مختلف جوش



شکل ۳-۴- شیارهای مختلف جوش سربه سر

شیارهای دو طرفه اغلب روی فلزات ضخیم ایجاد می‌شود و از دو طرف جوش داده می‌شوند. در اتصالات سربه سر با شیار لاله ای فلز خمیده می‌شود.

۴-۲- هدایت حوضچه مذاب

قبل از اینکه اقدام به جوش دادن شود پیشنهاد می‌گردد که در ابتدای آموزش جوشکاری هدایت مذاب را تمرین کرد. در این روش مذاب را می‌توان در طول یک قطعه فلز هدایت و آن را کنترل کرد.

یک مدرس با دیدن جوش می‌تواند نکات زیر را گوشزد نماید:

۱- مقدار نفوذ جوش

۲- نگهداری صحیح مشعل و توزیع حرارت صحیح

۳- چگونه و چه وقت باید مشعل را حرکت داد.

۴- چگونه و چه وقت لازم است که سیم جوش اضافه

شود.

- تناسب اندازه حوضچه مذاب (قطر) نسبت به نفوذ جوش. در ورق‌های خیلی نازک نفوذ یا عمق حوضچه مذاب بیشتر از عرض یا قطر آن است و در ورق‌های ضخیم برعکس است. ظاهر و نمای سطح حوضچه معرف حرکت، زاویه مشعل و

نوع شعله انتخابی است.

شعله خنثی موج‌های منظم و ظریفی را بوجود می‌آورد. در لبه حوضچه که دور از شعله می‌باشد یک نقطه روشن و شفاف دیده می‌شود و این نقطه شروع به حرکت در اطراف مذاب می‌کند (شکل ۴-۴).

چنانچه اندازه این نقطه بزرگ یا محو شود نشان می‌دهد که شعله خنثی نمی‌باشد.

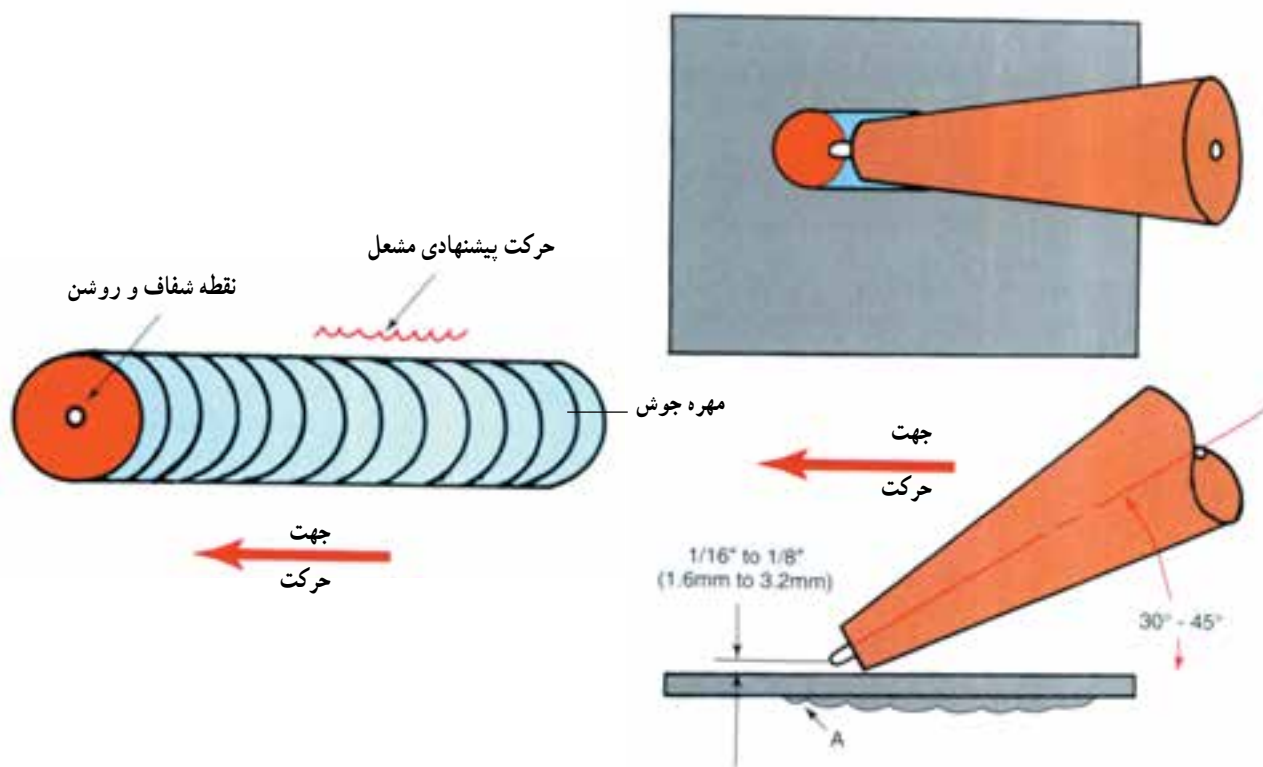
اگر در حوضچه حباب مشاهده گردد و تعداد جرقه‌ها زیاد شود نشان می‌دهد که شعله اکسیدکننده است.

جنس نامرغوب فلز و هم‌چنین وجود جرم و کثافت نیز ایجاد جرقه می‌کند.

۱-۲-۴- دستور کار تمرین شماره ۱- هدایت

حوضچه مذاب

۱- یک قطعه ورق فولادی سیاه به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر و به ابعاد ۱۰۰×۱۰۰ میلی‌متر انتخاب نمایید (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴- هدایت حوضچه مذاب

شکل و وضعیت صحیح مشعل نسبت به قطعه کار و قسمت A نفوذ مذاب را نشان می‌دهد.

- ۲- سطح فلز را با برس سیمی بخوبی پاک و تمیز کنید به طوری که آثار جرم و زنگ و غیره مشاهده نگردد.
- ۳- شیر کپسول اکسیژن را بطور آهسته شروع به باز کردن نمایید و آن را تا آخر باز کنید.
- ۴- شیر کپسول استیلن را به اندازه نیم دور باز کنید و آچار مغزی کپسول را در روی مغزی باقی بگذارید.
- ۵- اندازه سر مشعل یا سربک را نگاه کنید. اگر اندازه آن مناسب نیست آن را تعویض کنید در این مورد نازل شماره ۲ یا ۳ پیشنهاد می گردد.
- ۶- فشار کاری اکسیژن را روی ۳psig یا ۲۱kPa تنظیم کنید.
- ۷- فشار کاری استیلن را نیز روی ۳psig یا ۲۱MPa تنظیم نمایید.
- ۸- ابتدا شیر استیلن مشعل را نیم دور باز کنید و سپس آن را با فندک روشن کنید. چنانچه شعله محتوای دود باشد کمی شیر را بیشتر باز کنید.
- ۹- شیر اکسیژن مشعل را آهسته باز کنید و شعله خنثی را تنظیم کنید.
- ۱۰- نوک شعله را در یک نقطه روی سطح فلز متمرکز کنید و توجه داشته باشید که زاویه مشعل نسبت به کار 45° باشد.
- ۱۱- با ملاحظه شروع مذاب، یک حرکت دورانی کوچک به مشعل بدهید و سپس حرکت دورانی را کمی بزرگ تر کنید.
- ۱۲- با کامل شدن مذاب و فشار مشعل آن را در امتداد یک خط مستقیم به جلو برانید.
- ۱۳- سعی کنید که سرعت دست در تمام طول خط تغییر

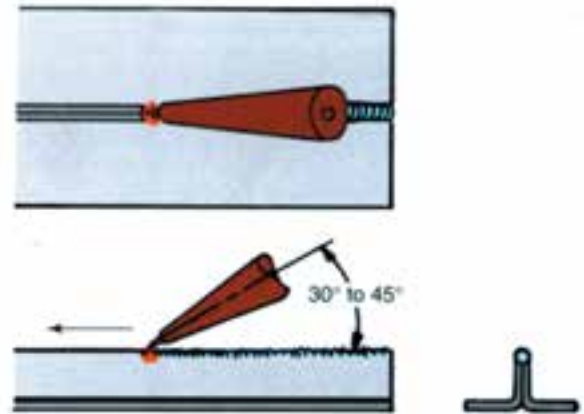
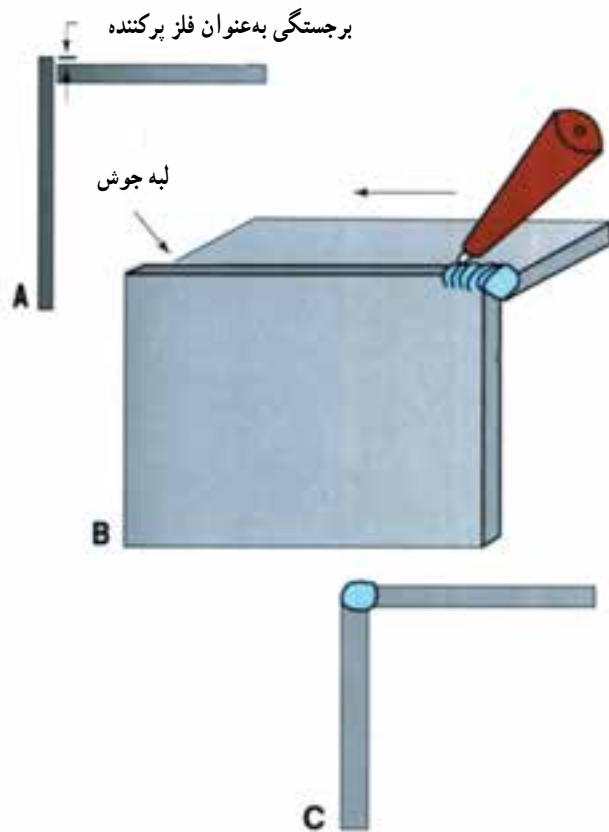
نکند.

- ۱۴- پس از سرد شدن قطعه ظرافت مهره‌ها و یکنواخت بودن آنها را بررسی کنید.
- ۱۵- خطوط دیگری را در همان فلز مطابق با آنچه گفته شد تکرار کنید.
- ۱۶- مشعل را خاموش کنید و کار انجام شده را به مدرس کارگاه تحویل دهید.

۳-۴- جوشکاری بدون سیم جوش

جوشکاری زاویه خارجی با داشتن زبانه: در این نوع تمرین عمل جوشکاری بدون سیم جوش صورت می گیرد و یکی از انواع تمرین‌ها است که بهترین شرایط را برای جوشکار ایجاد می کند. این تمرین به شخص جوشکار یاد می دهد که چگونه می توان از قطعه کار به جای سیم جوش استفاده کرد (شکل ۴-۵).

در این تمرین جوش باید نفوذ خوبی داشته باشد اما از طرف داخل، زاویه مذاب بیش از حد بیرون نزده باشد. جوشکار متوجه می گردد که در این تمرین نیاز به حرکت زیاد مشعل نیست و نوک مشعل را باید اندکی کج کرد تا شعله بیشتر متوجه سطح صاف ورق افقی گردد، به طوری که تقریباً تمام جوش روی سطح افقی شکل بگیرد. مذاب کناره یا لبه جوش نباید روی لبه ورق قائم کشیده شود چون که در خیلی موارد در پرداخت کاری قطعات وجود جوش در سطح قائم عمل سنگ زدن را موجب می شود. بعد از بررسی جوش می توان نفوذ جوش را آزمایش کرد (به دستور کار شماره ۲ مراجعه شود)



شکل ۴-۵- جوشکاری بدون سیم جوش

۷- لبه ورق قائم را نسبت به ورق افقی طوری نگه دارید

که لبه یا زبانه‌ای بین 8° تا $1/5$ میلی متر ایجاد شود.

۸- شعله خنثی را تنظیم کنید.

۹- هر دو ورق را در انتها و ابتدا با ذوب کردن زبانه،

خال جوش بزنید.

۱۰- بعد از خال جوش زدن تمام درز را با برس سیمی

بخوبی پاک و تمیز کنید.

۱۱- جوشکاری را در امتداد درز با ذوب کردن زبانه که

به جای سیم جوش است، ادامه دهید.

۱۲- بعد از اتمام جوشکاری تمام درز ظرافت و یکنواختی

مهره‌ها را بررسی نمایید.

۱۳- جوش را آزمایش کنید.

برای آزمایش نفوذ جوش می‌توان از گیره رومی‌زی

(در صورت نبودن دستگاه تست) استفاده کرد و اتصال را مابین

گیره قرار داد، با فشار گیره آن را مانند باز کردن کتاب باز کنید تا

از حالت نبشی یا گونیایی به صورت یک ورق صاف درآید. اگر

۱-۳-۴- دستور کار شماره ۲:

۱- دو قطعه فولادی به ضخامت $1/5$ میلی متر را مطابق

شکل ۴-۵ به ابعاد 100×50 میلی متر انتخاب کنید.

۲- شیر کپسول اکسیژن را با کمک هر دو دست بطور

آهسته تا آخر باز کنید.

۳- رگلاتور اکسیژن را برای فشار کاری 3 Psi یا 21 kPa

تنظیم کنید.

۴- شیر کپسول استیلن را نیم دور باز کنید و آچار مغزی

کپسول را از روی مغزی بردارید و بگذارید در جای خودش باشد

تا در صورت بروز حادثه بتوانید با سرعت، شیر کپسول استیلن را

ببندید.

۵- رگلاتور استیلن را برای فشار کاری 3 sig یا 21 KPa

تنظیم کنید.

۶- هر دو ورق فولادی را نسبت به هم با زاویه 90° نگه

دارید. برای نگهداری ورق‌ها می‌توان از یک قطعه نبشی

$30 \times 30 \times 3$ میلی متر استفاده کرد.

ترک یا شکستگی مشاهده نمودید علت آن عدم نفوذ کافی جوش است.

۴-۴- جوشکاری با استفاده از سیم جوش و ساخت

مهله

زمانی از سیم جوش استفاده می شود که نیاز به فلز اضافی برای پرکردن درز و شکل صحیح جوش و مقاومت آن باشد. در ورق های ضخیم اگر بخواهیم بدون سیم جوش و با استفاده از حوضچه مذاب جوشکاری کنیم باعث نازک شدن ورق در ناحیه جوشکاری می شود.

برای برطرف کردن این نقص و استحکام بیشتر، فلز افزودنی یا سیم جوش را درون حوضچه مذاب فرو می برند، این عمل باعث می شود که عمق حوضچه کمتر شده و ضخامت فلز در ناحیه جوش افزایش یابد. مهله های جوش صحیح باید اندکی محدب باشد.

هرکدام از اتصال های نامبرده شده را باید در حالت های متفاوت تمرین کرد. در ابتدا تمرین ها باید در روی ورق های فولادی تا ۱/۵ میلی متر اجرا شود سپس در روی ورق های ضخیم با حداقل ضخامت ۳ میلی متر.

برای استفاده کردن از سیم جوش به نکات زیر توجه شود :
مشعل را در قسمتی از اتصال که نقطه شروع جوشکاری است نگهدارید تا یک حوضچه مذاب کوچک در روی لبه های دو ورق شکل گیرد. در همین موقع با دست دیگر سیم جوش را نزدیک به شعله مشعل نگهدارید به طوری که در حدود ۱۰ میلی متر با نوک شعله فاصله داشته باشد و فاصله آن نسبت به ورق روی حوضچه مذاب در حدود ۳-۱/۵ میلی متر باشد. این روش فرصت می دهد که سیم جوش پیش گرم شود و در موقعی که وارد حوضچه مذاب می شود سرعت مذاب شدن آن افزایش می یابد و جوشکار در موقعی که احساس کرد مذاب نیاز به سیم جوش دارد باید آن را وارد حوضچه نماید. در این حالت مذاب سیم جوش یا مذاب ورق در هم آمیخته شده و تشکیل گرده های جوش را می دهند.

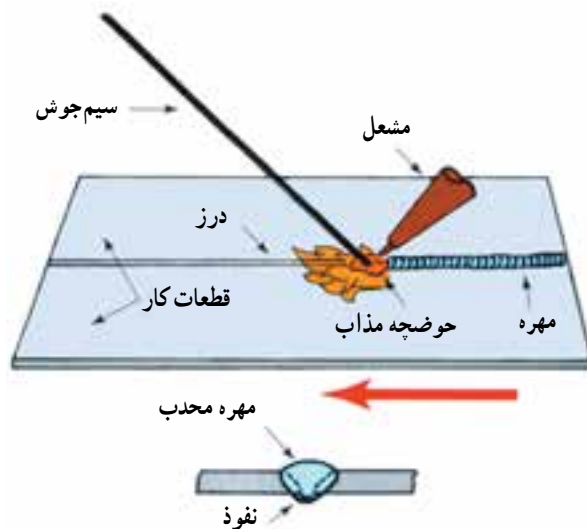
جدول ۴-۱- رابطه ضخامت ورق و فشار اکسیژن و استیلن و شماره مشعل را نشان می دهد.

۴-۵- اتصال سربه سر

اتصال سربه سر مطابق شکل ۴-۶ یکی از متداول ترین روش های جوشکاری اکسی استیلن می باشد که افراد مبتدی باید به دقت دستورات و نحوه عمل را اجرا کنند.

جدول ۱-۴- رابطه ضخامت ورق و فشار اکسیژن و فشار استیلن

فشار استیلن		فشار اکسیژن		ضخامت ورق		شماره سر مشعل
psi	kPa	psi	kPa	in	mm	
۱	۷	۱	۷	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{5}$	۰۰
۱	۷	۱	۷	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{5}$ - $\frac{1}{8}$	۰
۱	۷	۱	۷	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$ - $\frac{1}{5}$	۱
۲	۱۴	۲	۱۴	$\frac{3}{32}$	$\frac{2}{5}$	۲
۳	۲۱	۳	۲۱	$\frac{1}{8}$	۳	۳
۴	۲۸	۴	۲۸	$\frac{3}{16}$	۵	۴
۵	۳۵	۵	۳۵	$\frac{1}{4}$	$\frac{6}{5}$	۵
۶	۴۲	۶	۴۲	$\frac{5}{16}$	۸	۶
۷	۴۹	۷	۴۹	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{5}$	۷
۷	۴۹	۷	۴۹	$\frac{1}{2}$	۱۲	۸
$\frac{7}{5}$	۵۲	$\frac{7}{5}$	۵۲	$\frac{5}{8}$	۱۶	۹
۹	۶۳	۹	۶۳	بیش از $\frac{3}{4}$	بیش از ۱۶	۱۰



شکل ۶-۴- اتصال سریبه سر. جوشکاری با سیم جوش

برای جلوگیری کردن از جمع شدن لبه‌ها بر روی هم می‌توان یکی از روش‌های زیر را به کار برد :

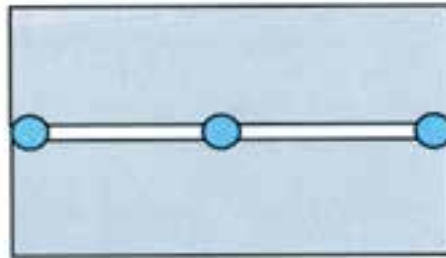
الف - لبه ورق‌ها را مطابق شکل ۴-۷- الف قبل از جوشکاری خال جوش بزنید. این روش باعث ایجاد تغییر فرم داخلی (کُرنش) فلز شده اما لبه‌ها در اثر خال جوش در امتداد یکدیگر خواهند بود و به جوشکار فرصت می‌دهد تا یک جوش خوب بدهد. فاصله بین خال جوش‌ها باید در حدود 5° میلی‌متر باشد.

ب - فاصله دو ورق را در انتها از هم دور کنید تا یک شیار V شکل طویل در امتداد درز ایجاد شود. این شیار برای انقباض و انبساط ورق‌ها می‌باشد (شکل

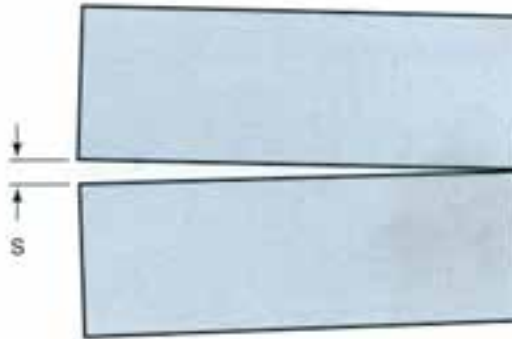
۴-۷- ب).

اندازه فاصله بین 1° میلی‌متر تا 2° میلی‌متر برای یک متر می‌باشد. هرچه اندازه حوضچه مذاب بزرگ‌تر باشد عمل انقباض و انبساط ورق‌ها افزایش می‌یابد. برای ابعاد داده شده تمرین شماره ۳ مقدار افزایش فاصله را به اندازه ۳ میلی‌متر زیادتر کنید. برای مثال اگر فاصله بین دو ورق را در ابتدا ۱ میلی‌متر در نظر می‌گیرید اندازه فاصله در انتها باید $4 = 3 + 1$ mm باشد.

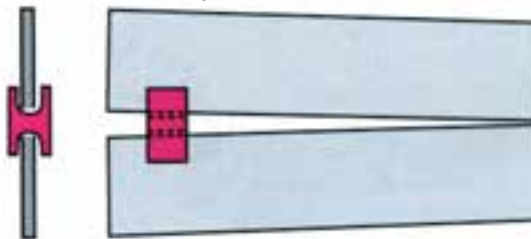
ج - استفاده از یک ابزار نگهدارنده فاصله (گوه) که مابین دو درز ورق قرار می‌گیرد و این وسیله از جمع شدن لبه ورق‌ها جلوگیری می‌نماید. معمولاً از این وسیله در جوشکاری‌هایی که طول زیاد دارند استفاده می‌شود (شکل ۴-۷- ج).



الف - استفاده از خال جوش



ب - ایجاد شیار V شکل



ج - استفاده از ابزار نگهدارنده

شکل ۴-۷- روش‌های جلوگیری از تاب برداشتن

به طوری که فاصله آن تا شعله 10° میلی متر و نسبت به ورق در حدود $1/5$ تا 3 میلی متر باشد.

شعله لبه های دو ورق را ذوب می کند و ناحیه مذاب در هر دو ورق باید یکسان باشد. سیم جوش را در ناحیه مذاب فرو برده بطوری که اندازه مذاب نسبت به قبل گسترش یابد. مشعل را باید در امتداد درز نوسان داد. این نوسان ها می تواند به صورت دایره ممتدی باشد و دو مرتبه سیم جوش را به ناحیه مذاب فرو برده تا نوک آن ذوب شود عمل حرکت مشعل و نوسان آن با وارد کردن سیم جوش در حوضچه مذاب باید هماهنگ و یکنواخت باشد (شکل ۸-۴).

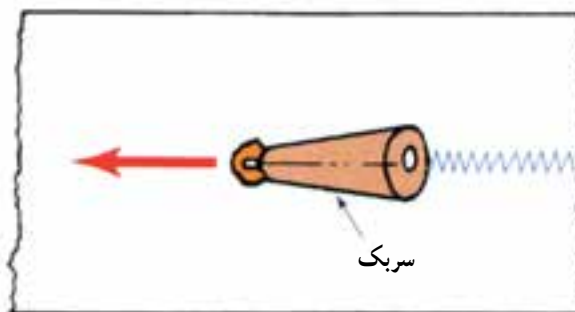
۹- بعد از اینکه ورق ها به یکی از سه روش در روی میز قرار گرفت مشعل را برای شعله خنثی تنظیم نمایید و مطابق با دستورات زیر عمل کنید:

الف - شعله را در مجاورت نقطه شروع جوشکاری، قرار دهید.

ب - زاویه مشعل را بین 30° تا 45° نسبت به سطح ورق انتخاب کنید بطوری که نوک آن به طرف امتداد درز باشد.

ج - مخروط داخلی شعله را به فاصله $1/5$ تا 3 میلی متر نسبت به سطح ورق دورتر بگیرید.

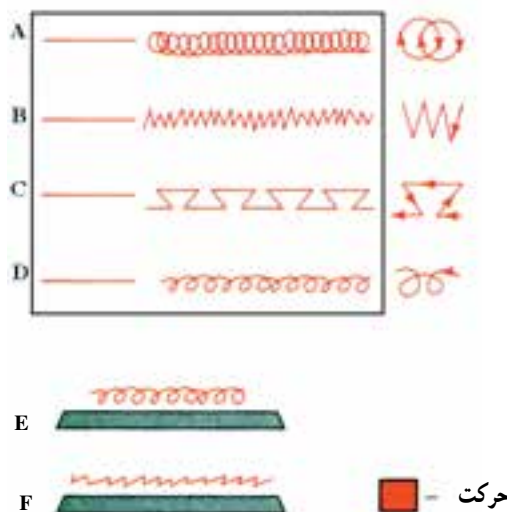
د - با دست دیگر سیم جوش را نزدیک به شعله بگیرید



نمای افقی (از بالا)



نمای جانبی



شکل ۸-۴ - زاویه و حرکات مختلف مشعل

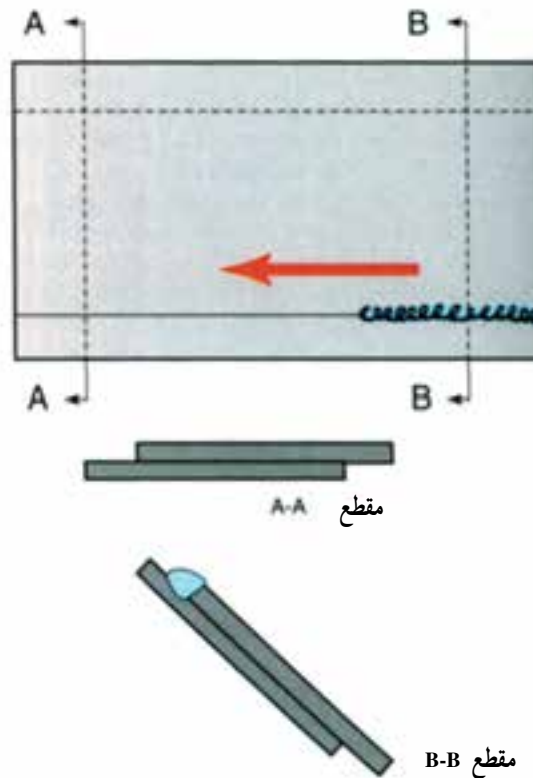
۴-۶- اتصال لبه روی هم^۱

اتصال لبه روی هم یکی از پنج گروه اتصالات اصلی است. در این اتصال لبه یکی از ورق‌ها بر روی لبه ورق دیگری می‌نشینند و یک درز گلوبی ایجاد می‌کند که باید آن را جوش داد. این نوع جوش را از نظر شکل هندسی جوش ماهیچه‌ای^۲ می‌نامند (شکل ۴-۹ و ۴-۱۰).

جوش لبه روی هم را در ابتدا باید در حالت سطحی جوش داد و برای یک جوش رضایت‌بخش باید به نکات زیر توجه نمود: الف- تجربه نشان داده است که طول زمان مذاب‌شدن ورق زیرین خیلی بیش از ورقی است که در رو قرار می‌گیرد،

بنابراین لبه ورق رویی خیلی زودتر از ورق زیر به نقطه ذوب می‌رسد و اکثر جوشکاران مبتدی در همین زمان سیم جوش را ذوب کرده و در درز ورق‌ها می‌ریزند به طوری که مذاب سیم جوش با مذاب ورق رویی مخلوط شده و به ورق زیری فقط می‌چسبد از این رو نمی‌توان به یک جوش مقاوم و خوب دسترسی پیدا کرد.

برای جلوگیری از این عیب باید نوک شعله را بر روی ورق زیرین متمرکز کرد تا نقطه ذوب آن با ورق رویی همزمان انجام شود. ورق زیرین به $\frac{2}{3}$ کل حرارت برای مذاب‌شدن و ورق رویی فقط به $\frac{1}{3}$ کل حرارت برای مذاب‌شدن نیاز دارد.



شکل ۴-۹- اتصال به روش لبه روی هم

محدب باشد. با آزمایش مخرب DT^۳ به سرعت می‌توان نواقص را در این نوع اتصال نشان داد. برای آزمایش کردن باید اتصال را در وسط گیره رومیزی

ب- در ورق‌های نازک ارتفاع جوش حداقل باید مساوی ضخامت دو ورق باشد. برای این منظور باید برای پرشدن درز ورق، مذاب سیم جوش بیشتری را مصرف کرد و شکل مهره‌ها

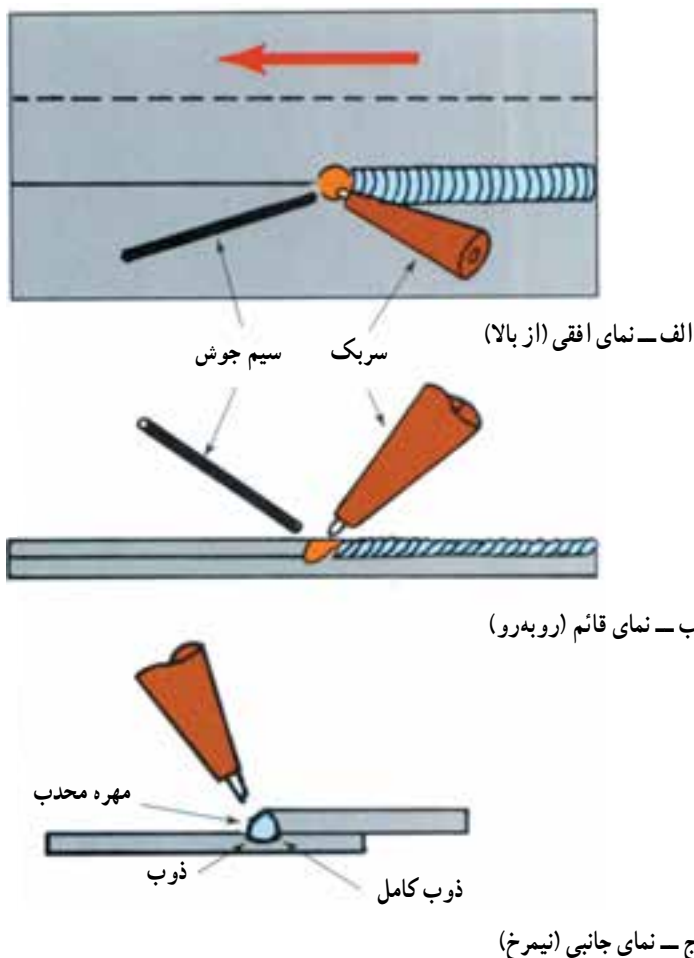
۱- Lap joint

۲- Fillet Weld

۳- Destructive Test

مشاهده نمود. چنانچه اختلاط بخوبی انجام شده و جوش رضایت بخش باشد در موقع جدا شدن ورق‌ها از یک‌دیگر تعدادی از مواد ورق زیرین همراه جوش جدا می‌شود و در سطح ورق زیری چاله‌های کوچک مشاهده خواهد شد.

قرار داده به طوری که لبه ورق رویی مساوی لبه گیره قرار گیرد و سپس آنرا محکم نموده و ورق رویی را به وسیله آچار فرانسسه گرفته و خم کرد به محض خم کردن، دو ورق از هم جدا شده و عدم اختلاط مذاب سیم جوش و ورق زیرین را بخوبی می‌توان



شکل ۱۰-۴- اتصال به روش لبه روی هم

دور باز کنید و اگر از کپسول استیلن استفاده می‌شود آچار را در روی پیچ کپسول باقی بگذارید.

۴- رگلاتور اکسیژن را برای فشار ۱ psig یا ۷ kPa تنظیم کنید.

۵- رگلاتور استیلن را نیز برای فشار ۱ psig یا ۷ kPa تنظیم نمایید.

۶- لبه‌های دو ورق را به اندازه ۲ mm بر روی هم قرار دهید و برای اینکه ورق رویی صاف باشد از یک ورق اضافی

۱-۶-۴- دستور کار شماره ۴- جوشکاری لبه روی

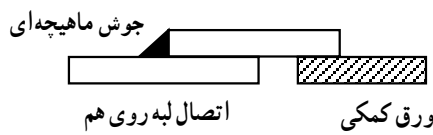
هم:

۱- دو قطعه ورق به ضخامت ۱/۵ mm و به عرض ۴۰ mm و طول ۱۲۰ mm انتخاب کنید و اگر لبه‌های آنها صاف باشد آنها را صاف کنید.

۲- شیر کپسول اکسیژن را با کمک هر دو دست به آرامی تا آخر باز کنید.

۳- شیر کپسول استیلن یا ژنراتور استیلن را در حدود نیم

مطابق شکل ۴-۱۱ استفاده کنید و دو ورق اصلی را با خال جوش محکم نمایید.



شکل ۴-۱۱- نحوه قرارگیری دو قطعه کار

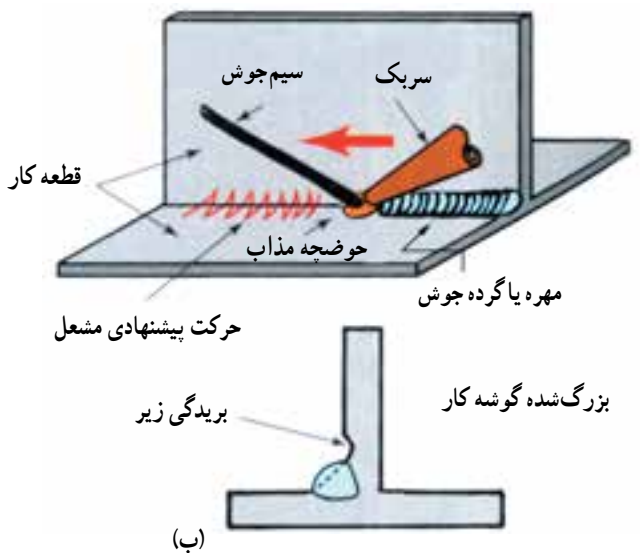
در جوش اتصال زاویه داخلی یا اتصال T شکل به علت اینکه نوک مشعل یا مخروط شعله داخلی در زاویه قرار می‌گیرد بدین لحاظ بسیار مشکل است که بتوان اکسیژن اضافی را برای احتراق کامل استیلین از محیط مجاور گرفت. بنابراین لازم است که گاهی اوقات شیر اکسیژن مشعل را کمی بازتر کرد، که خواه ناخواه شعله در خارج از محیط زاویه اتصال یک شعله اکسیدکننده خواهد بود اما شعله هنگامی که در زاویه قرار می‌گیرد خنثی خواهد بود و اکسیژن اضافی صرف کامل شدن احتراق می‌گردد. تمرین جوشکاری زاویه داخلی و اتصال T شکل را می‌توان به دو طریق متفاوت انجام داد:

الف - بعد از اینکه دو قطعه به صورت 90° خال جوش زده شد، می‌توان کل اتصال را در یک زاویه 45° قرار داد (شکل ۴-۱۲ - الف)

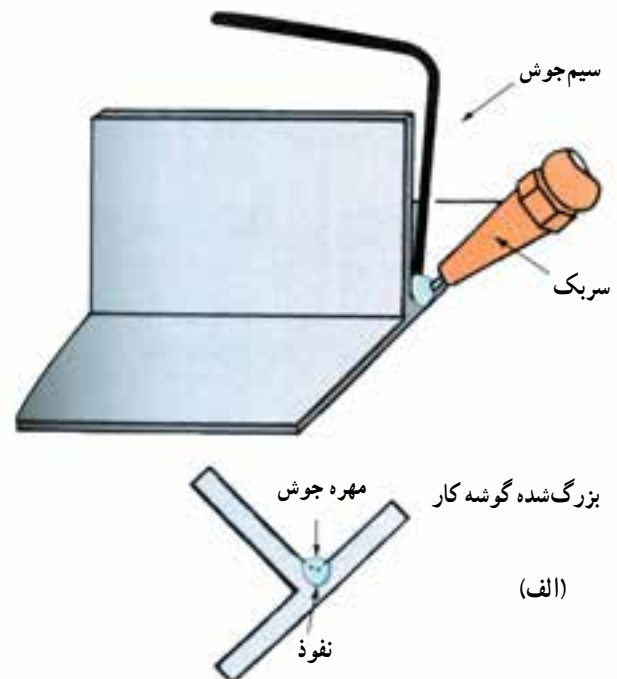
۷- دو ورق را به هم جوش دهید و مشعل را به صورت نیم‌دایره نوسان دهید و سعی کنید که نوک مشعل متوجه ورق زیری باشد. عمل جوشکاری را از راست به چپ شروع کنید. افرادی که دست چپ هستند جوشکاری را از چپ به راست آغاز نمایند. یک طرف را جوشکاری نمایید و آنرا مطابق آنچه گفته شد آزمایش کنید. پس از آزمایش ورق را صاف کرده و سمت دیگر آنرا جوش دهید.

۴-۷- جوش زاویه داخلی و اتصال T شکل^۱

در جوش زاویه داخلی و اتصال T شکل یکی از نکات عمده، مسئله نفوذ جوش است. در این روش می‌توان از دو قطعه ورق استفاده کرد و آنها را به صورت گونیایی یا L شکل یا T شکل به یکدیگر جوش داد.



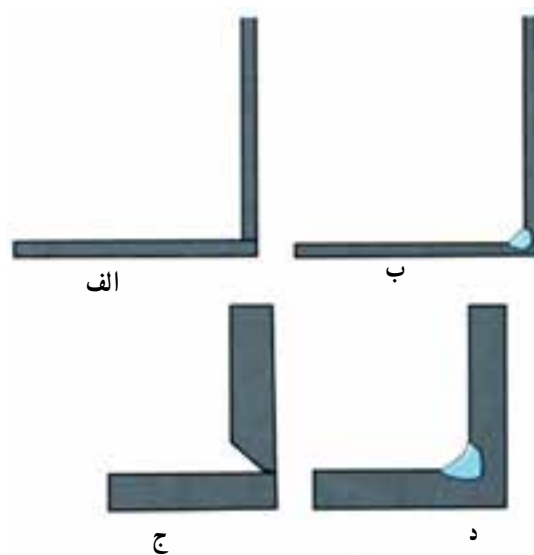
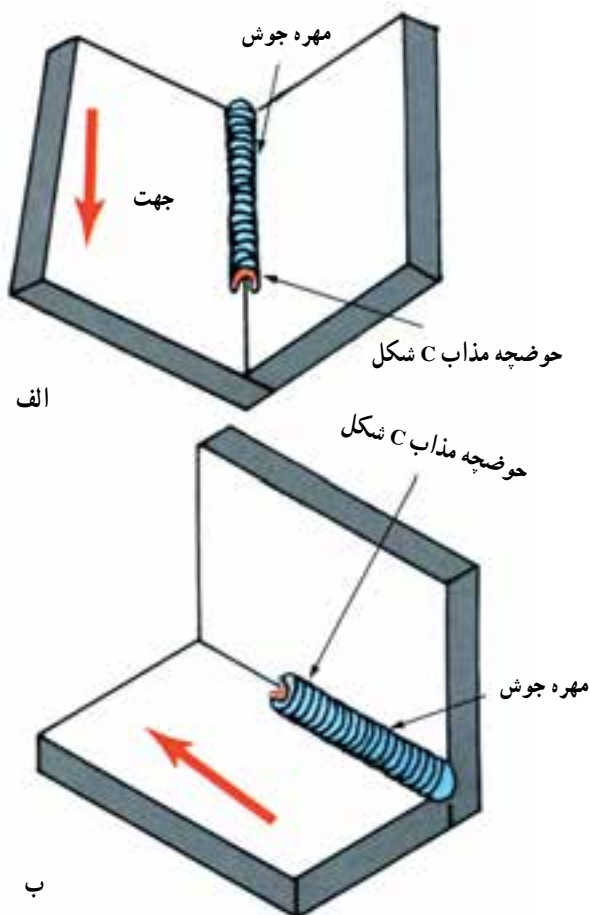
شکل ۴-۱۲- جوش زاویه داخلی



(الف)

برای نفوذ کافی لازم است حتی الامکان شعله را نزدیک به درز جوش گرفت درحالی که مخروط اولیه شعله با ورق‌ها تماس نداشته باشد. هنگامی که حوضچه شکل گرفت مشعل را کمی به عقب برده و در همین موقع باید سیم جوش اضافه شود. سطوح ورق‌ها موقعی ذوب می‌شوند که لبه مذاب حرکت کند و یک قوس «C» شکل را نمایان کند سیم جوش را باید موقعی در مذاب فرو برد که حوضچه «C» شکل ظاهر شده باشد (شکل ۱۳-۴).

ب- در روش دوم مطابق شکل ۱۲-۴- ب یکی از ورق‌ها در حالت قائم و دیگری در حالت افقی قرار می‌گیرد و جوش در این روش حالت افقی دارد. برای انقباض و انقباض ورق‌ها، تغییر اندازه زاویه لازم نیست زیرا یکی از آنها برخلاف دیگری منبسط و منقبض می‌گردد. روش جوشکاری در این اتصال همانند جوش لبه روی هم است. در این روش ایجاد یک حوضچه مذاب و صحیح قبل از افزایش سیم جوش بسیار مهم است و در غیر این صورت عدم نفوذ کافی صورت می‌گیرد.



شکل ۱۳-۴- سطوح ورق‌ها موقعی ذوب می‌شوند که لبه مذاب حرکت کند و یک قوس C شکل داشته باشد.

الف - $120 \times 30 \times 1/5$

ب - $120 \times 60 \times 1/5$

۲- هر دو ورق را با برس سیمی بخوبی پاک کنید.

۳- ورق ب را بطور افقی در روی میز کار قرار دهید.

۱-۲-۴- دستور کار شماره ۵- جوش زاویه داخلی

یا «T» شکل:

۱- دو قطعه ورق $1/5$ میلی متری را به ابعاد داده شده در

زیر تهیه نمایید.

- ۴- ورق الف را در وسط ورق ب بطور قائم نگهدارید (با کمک دو قطعه نبشی کوتاه).
- ۵- شیر کپسول اکسیژن را با کمک هر دو دست بطور آهسته تا آخر باز کنید.
- ۶- شیر کپسول استیلن را نیم دور باز کنید و آچار را بر روی مغزی کپسول بگذارید.
- ۷- چنانچه از مولد استیلن استفاده می شود شیر مولد استیلن را یک دور باز کنید.
- ۸- رگلاتور اکسیژن را برای 1 psig یا 7 kPa تنظیم کنید.
- ۹- رگلاتور استیلن را برای 1 psig یا 7 kPa تنظیم نمایید.
- ۱۰- شعله خنثی را که کمی گرایش به اکسید کنندگی داشته باشد، ایجاد کنید.
- ۱۱- ورق ها را که در روی میز نگه داشته اید وسط آن را خال جوش بزنید.
- ۱۲- با کاهش دما نیز ابتدا و انتهای ورق ها را خال جوش کنید.
- ۱۳- دو مرتبه اتصال را با برس سیمی به خوبی تمیز نمایید.
- ۱۴- جوشکاری را از طرفی شروع کنید که خال جوش نشده باشد.
- ۱۵- در موقع شروع مذاب توجه نمایید که شکل «C» ایجاد شده باشد و سپس سیم جوش را اضافه کنید.
- ۱۶- دقت نمایید که حرکت مشعل زیگزاگ مانند باشد (شکل ۱۲-۴).
- ۱۷- این نوع جوش را که جوش ماهیچه ای می نامند باید سطح آن قوس دار و 45° باشد، یعنی نیمی از ماهیچه جوش در روی ورق قائم و نیمی دیگر آن روی ورق افقی باشد.
- ۱۸- زاویه سیم جوش و شعله هر دو 45° باشد.

۴-۸- جوشکاری در وضع قائم

قطعاتی را که می خواهند به یکدیگر جوش دهند حتی الامکان باید در حالت سطحی قرار گیرد. زیرا عمل جوشکاری در این وضع بهتر و سریع تر انجام می گیرد. اما گاهی موقعیت و محل دو قطعه کار طوری است که ناگزیر باید آنها را در

وضع قائم جوش داد.

جوشکاری در وضع قائم نیاز به مهارت بیشتری دارد و در اجرای آن باید از شیوه خاصی پیروی کرد. فلز مایع ناحیه مذاب در نتیجه تأثیر قوه جاذبه فرو می چکد اما چهار عامل زیر می تواند از فروچکیدن آن جلوگیری کند.

- ۱- نیروی کشش سطحی بین ذرات فلز ناحیه مذاب
 - ۲- قسمت سرد و منجمد درز جوش خورده که مانند تکیه گاهی برای فلز مذاب است ریزش نکند.
 - ۳- فشار شعله بر انتهای ناحیه مذاب
 - ۴- حرکت نوک سیم جوش در ناحیه مذاب
- درجه حرارت زیاد درجه سیلان فلز مذاب را بالا برده آن را رقیق تر می کند و بدین ترتیب تمایل به چکیدن دارد.
- بدیهی است که درجه روانی یا سیلان فلز مذاب را به وسیله شعله می توان کنترل کرد. اگر شعله مدت زیادی به طرف یک نقطه باشد فلز مذاب بیش از حد رقیق شده فرو خواهد چکید.
- برای جلوگیری از فروریختن فلز مذاب باید به محض آنکه بیش از حد رقیق شد، شعله را اندکی از روی آن دور کرد. این عمل یعنی کنترل مواد مذاب به وسیله تغییر فاصله میان شعله و فلز که یکی از شیوه های مهم جوشکاری در وضع قائم است.
- ۵- برای جلوگیری از فروریختن مواد مذاب عمل جوشکاری را طوری انجام دهید که آن قسمت از درز جوش خورده که سرد و منجمد شده مانند تکیه گاهی زیر ناحیه مذاب قرار گیرد.

۶- جوشکاری در وضع قائم را با شعله خنثی انجام دهید و اندازه نازل یا سر مشعل را چنان انتخاب کنید که کمی کوچک تر از نازلی باشد که برای جوشکاری فولاد به همان ضخامت در وضع سطحی لازم است.

شیوه جوشکاری: درز قطعاتی که در حالت قائم قرار گرفته ممکن است افقی یا قائم باشد (ورق قائم جوش قائم، ورق قائم جوش افقی)

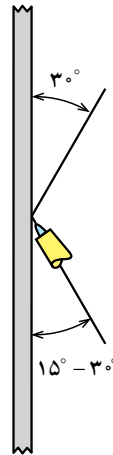
۱- قبل از جوشکاری دو قطعه فلز را با خال جوش به صورت سربه سر محکم کنید.

۲- جوشکاری را از پایین به طرف بالا انجام دهید (شکل

۱۵-۴).

- ۷- سیم جوش را همیشه در قسمت بالای حوضچه مذاب فرو برید.
- ۸- پس از اتمام جوشکاری وضعیت نفوذ جوش و ظرافت مهره‌ها را بازرسی کنید.
- ۹- هرچه ضخامت فلز بیشتر شود می‌توان زاویه مشعل را نیز زیادتر کرد.

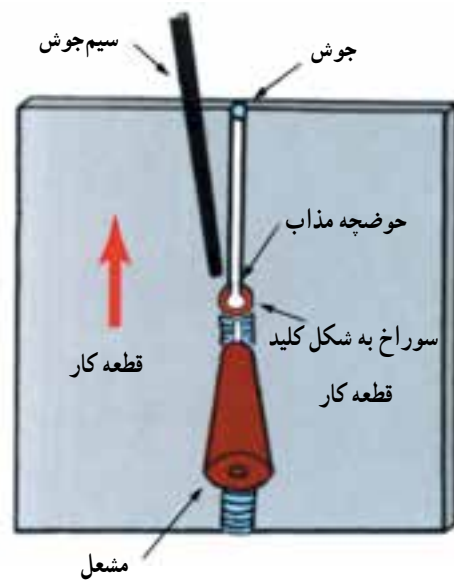
- ۳- زاویه مشعل نسبت به سطح فلز در حدود 15° تا 30° باشد به طوری که نوک نازل به طرف بالا باشد (شکل ۱۴-۴).
- ۴- نوسان مشعل کم و دامنه نوسان آن باید کوتاه باشد.
- ۵- از بزرگ شدن ناحیه مذاب پرهیز کنید و این عمل با دور کردن مشعل انجام می‌گیرد.
- ۶- مواقعی که احساس می‌کنید مواد مذاب تمایل به ریزش



شکل ۱۴-۴- زاویه مناسب مشعل و سیم جوش در جوشکاری قائم



ب- اتصال سپری



الف- اتصال سربه‌سر

شکل ۱۵-۴- جوشکاری در حالت قائم

۹-۴- محدودیت‌های جوشکاری در ورق‌های ضخیم

در جوش گاز هر چه ضخامت فلز افزایش یابد محدودیت‌هایی نیز ایجاد می‌شود:

۱- هرچه ضخامت فلز افزایش یابد الزاماً از سر مشعل بزرگ‌تر باید استفاده کرد.

۲- استفاده از سر مشعل بزرگ کنترل مواد مذاب را مشکل می‌کند.

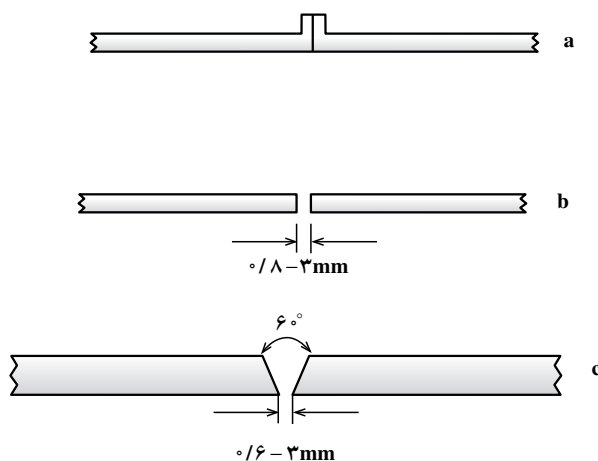
۳- حجم مواد مذاب در شیارهای V شکل زیاد می‌شود.

۴- استفاده از سر مشعل بزرگ برای ضخامت زیاد تجربی است و در این مورد قاعده‌ای وجود ندارد و به همین علت سرعت عمل کاهش می‌یابد.

۵- استفاده از نوسان مشعل به صورت زیگزاگ (پهلوی به پهلوی) در شیارهای V شکل میسر نیست زیرا برای مذاب شدن لبه‌های شیار و عمق آن زمان بسیار طولانی خواهد بود.

۶- در ضخامت‌های زیاد حجم مواد مذاب بیشتر است از این رو کنترل آن مشکل می‌گردد زیرا حجم مذاب افزایش می‌یابد، برای برطرف شدن این محدودیت‌ها بهتر است که در ضخامت‌های زیاد از دو پاس جوش یا بیشتر استفاده کرد.

در روش پیش‌دستی بهتر است که در ضخامت بیش از ۴/۵mm از دو پاس جوش استفاده شود و در بیش از ۶/۵ میلی‌متر ضخامت بهتر است که از روش پیش‌دستی استفاده نشود. جدول ۲-۴ را ملاحظه نمایید.



جدول ۲-۴- اندازه نازل، فشار اکسیژن و استیلن، نوع اتصال، مصرف اکسیژن نسبت به ضخامت فلز در روش پیش‌دستی

نوع اتصال	ضخامت فلز mm	اندازه نازل mm	فشار اکسیژن و استیلن	مصرف گاز اکسیژن و استیلن L/h
a	۰/۹-۱/۶	۰/۹-۱	۰/۱۴bar	۲۸
		۱/۲-۲	۰/۱۴bar	۵۷
b	۲/۴-۳	۲-۳	۰/۱۴bar	۸۶
		۲/۶-۵	۰/۱۴bar	۱۴۰
c	۳-۴	۳/۲-۷	۰/۱۴bar	۲۰۰
		۴-۱۰	۰/۲۱bar	۲۸۰

۱۰-۴- جوشکاری لوله با شعله اکسی استیلن

هرچند که استفاده از روش جوشکاری با قوس الکتریکی در مورد لوله‌ها بیشتر کاربرد دارد اما مواردی وجود دارد که باید از جوش اکسی استیلن استفاده کرد.

برای جوشکاری لوله‌ها با جوش گاز نیز قواعد و استانداردهایی وجود دارد که باید اجرای کار مطابق با آن باشد، که در این قسمت به کلیات آن اشاره می‌گردد.

۱-۱۰-۴- شناسایی لوله و تیوب: مصارف لوله‌ها و تیوب برای عبور سیال‌های گازی شکل، مایعات، محلول‌های شیمیایی و نیز جامداتی که به صورت پودر یا ذرات ریز می‌باشند استفاده می‌شود که در ساخت شبکه فلزی ستون و غیره نیز به کار می‌رود.

در صنایع سنگین مانند کشتی‌سازی، هواپیما، اتومبیل، ماشین‌های کشاورزی، پالایشگاه‌ها و غیره از لوله یا تیوب استفاده می‌شود. بنابراین اختلاف بین لوله و تیوب را باید تشخیص داد.

چون لوله و تیوب بیشتر برای عبور مایعات مختلف یا گازها است بنابراین جنس و ضخامت جداره باید متناسب با شرایط فیزیکی- شیمیایی سیال باشد. از طرفی باید بدانیم که چرا مقطع لوله یا تیوب دایره است؟ برای درک بیشتر به موارد زیر توجه شود:

۱- در مقاطع دایره فشار سیال بر جداره داخل لوله یا خارج آن در همه جا بطور یکسان پخش می‌شود، در صورتی که در مقاطع دیگر چنین حالتی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

۲- پرس کردن یا کشیدن (اکستروژن) که برای ساختن لوله به کار می‌رود برای مقاطع دایره ساده‌تر است.

۳- متعلقات لوله مانند سهراهی، زانو، تبدیل‌ها و غیره نیز با مقطع دایره ساده‌تر ساخته می‌شوند.

۴- امروزه بیشتر اتصالات لوله از طریق جوشکاری انجام می‌شود و مزیت آن نسبت به سایر روش‌های اتصال دهنده براساس زیر است:

۱- استحکام و مقاومت بیشتر

۲- جلوگیری از حالت‌های گردابی در حین عبور سیال

۳- تعمیرات ساده‌تر و اقتصادی‌تر

۴- سبکی وزن نسبت به سایر اتصالات

۵- ظریف‌تر و نمای بهتر داشتن

۶- ساده بودن عایق‌کاری و سرعت عمل آن

اختلاف بین تیوب و لوله^۱: تفسیر کلی تفاوت بین لوله و

تیوب چندان ساده نیست زیرا دامنه اختلاف در مورد مسائل زیادی است مانند عملیات تولید، تولرانس‌ها، نحوه جوش یا کشیدن، قیمت، جنس و غیره. اما در زیر به چند نکته اشاره می‌گردد:

اختلافاتی بین لوله و تیوب وجود دارد که باید به آن توجه شود:

۱- نوع ساخت: بطور کلی تیوب‌ها بدون درز ساخته می‌شوند در صورتی که لوله هم درزدار و هم بدون درز ساخته می‌شود.

۲- تیوب ممکن است به اندازه دلخواه برای سفارش دهنده ساخته شود در صورتی که ساختن لوله در چهارچوب استاندارد می‌باشد.

۳- اصولاً اندازه کمتر از $\frac{1}{4}$ اینچ به پایین را در هر حالتی که باشد، تیوب می‌نامند.

۴- تیوب از لحاظ جدار داخلی و خارجی دارای سطح صاف می‌باشد در صورتی که جدار داخلی لوله نسبت به تیوب ناهموارتر است.

۵- واژه TUBE در برخی استانداردها به لوله‌هایی گفته می‌شود که برای خم کردن مناسبند (مثلاً لوله‌های بی‌درز که در ساختن مبدل‌ها و دیگ‌ها به کار می‌رود).

ضخامت جداره لوله یا دیواره آن: ضخامت جداره لوله متناسب است با فشار داخلی آن. برای مثال یک لوله ۶ اینچ می‌تواند با ضخامت جداره متفاوت ساخته شود، در جدول ۴-۳ مشخصات لوله‌های مختلف در رده‌های گوناگون براساس استاندارد ANSI داده شده است.

۲-۱-۴- پخ زدن لوله‌ها: در اغلب لوله‌های جداره ضخیم، طبق قواعد و استانداردها، دو سر لوله پخ‌دار می‌باشد ولی در بعضی لوله‌ها باید این پخ را ایجاد کرد. اقتصادی‌ترین و ساده‌ترین روش پخ زدن لوله‌ها به‌طریقه برش زدن با مشعل اکسی استیلن است.

۳-۱-۴- انبساط و هم‌محور کردن لوله‌ها در موقع جوشکاری: در جوشکاری اتصالات متفاوت مشاهده می‌گردد. انبساط و انقباض می‌تواند تغییر شکل زیادی را در اتصال ایجاد کند.

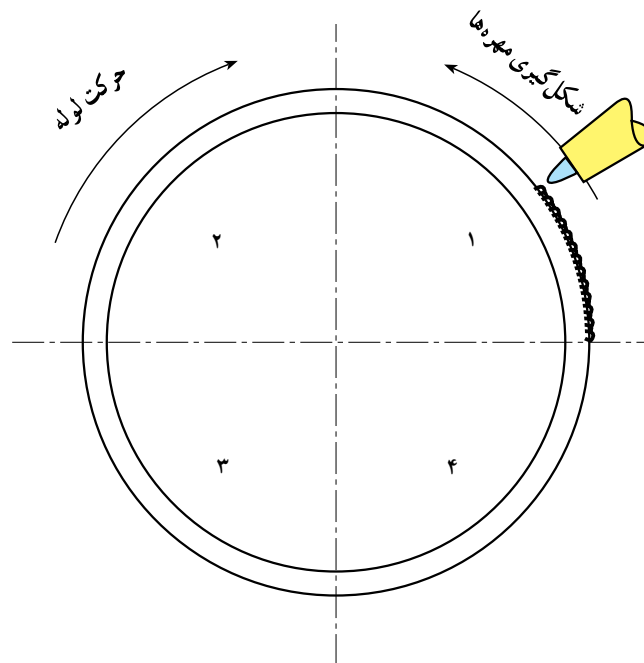
نیروهای انبساط و انقباض نیز در مورد لوله‌ها صادق است و اگر توجه نشود دو لوله‌ای که به هم جوش می‌خورند از حالت هم‌محور بودن و صاف بودن خارج می‌شوند. برای جلوگیری از پیچیدگی و تاب برداشتن باید به نکات زیر توجه داشت:

۱- فاصله بین دو لوله: در لوله‌های با قطر کم تا «۲ اینچ»، حجم فلزاتی که باید به یکدیگر جوش بخورند کم است و علاوه بر آن ضخامت جداره آنها نازک می‌باشد، به همین علت پخ زدن ضروری نیست. ولی ایجاد یک فاصله بین دو لوله ضروری است. فاصله باید به حدی باشد که مطمئن شویم مواد مذاب

می‌تواند سطح داخلی لوله را پوشش دهد (نفوذ کافی).
۲- طریقه خال جوش زدن لوله: در لوله‌های کوچک سه خال جوش محکم برای جوشکاری آن کفایت می‌کند در هنگام جوشکاری خال جوش‌ها باید دو مرتبه ذوب شوند و پاس جوش را از روی آن گذرانند.

۴-۱-۴- روش جوشکاری لوله: دو روش متفاوت جوشکاری به‌وسیله مشعل اکسی استیلن را می‌توان اجرا کرد.

۱- روش گردان جوشکاری لوله: در روش گردان، لوله را روی دستگاهی قرار می‌دهند که به‌وسیله تعدادی چرخ‌دنده و موتور الکتریکی غلتک‌های دستگاه با دور آرام شروع به چرخیدن می‌کنند و وقتی لوله بر روی غلتک‌ها قرار بگیرد با دور کم شروع به دور زدن می‌کنند و جوشکاری در حدود $\frac{1}{4}$ محیط پایین‌تر از نقطه بالای لوله شروع می‌شود. نوک شعله را باید به طرف بالا نگه داشت، مانند هنگامی که جوش قائم و از پایین به بالا اجرا می‌شود. حرکت لوله موافق با عقربه ساعت و شکل گرفتن مهره‌های جوش برخلاف گردش عقربه ساعت می‌باشد (شکل ۱۶-۴).

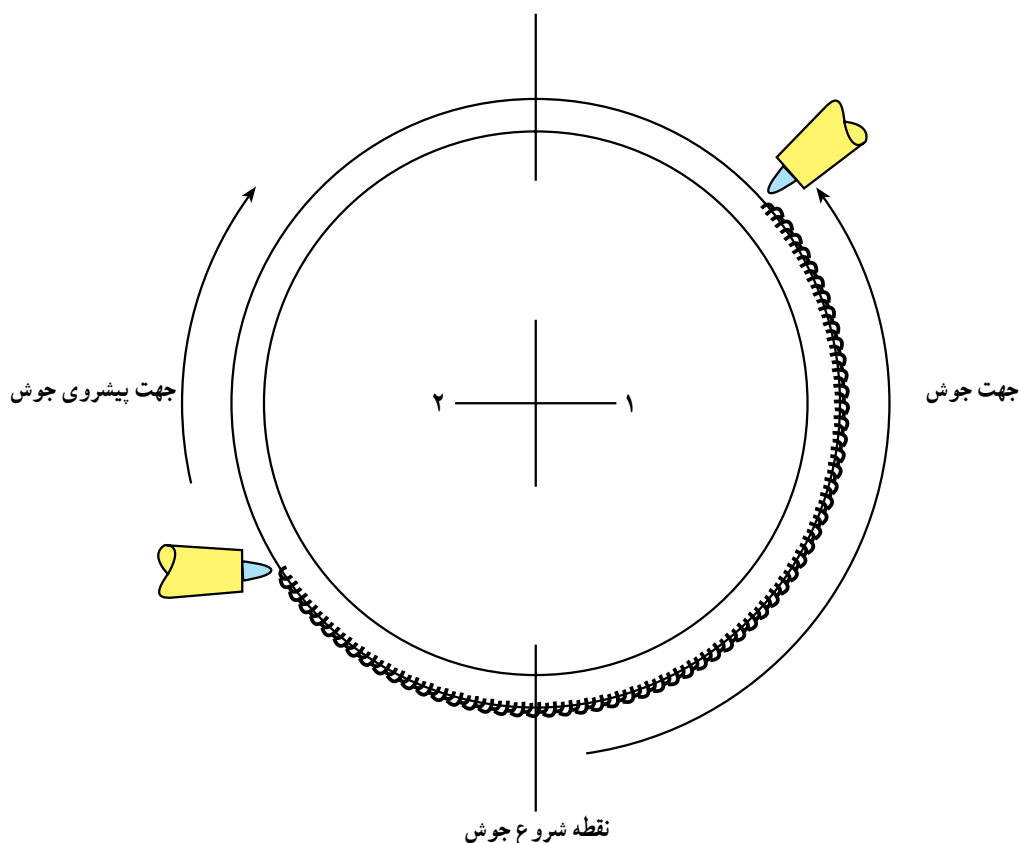


جوشکاری در حالت گردان

شکل ۱۶-۴- جوش کاری لوله به روش گردان

دو مرتبه از قسمت زیر باید شروع به جوشکاری کرد تا نیمه دیگر لوله کامل شود (شکل ۱۷-۴).

۲- روش ثابت جوش لوله: در روش ثابت جوشکاری، اجرای جوشکاری باید از قسمت زیر یا پایین لوله شروع و به طرف بالای لوله ادامه یابد، به طوری که نصف محیط لوله جوش بخورد.



شکل ۱۷-۴- جوشکاری لوله به روش ثابت

- کنید تا برای جوش دادن به یکدیگر کاملاً آماده باشد.
- ۴- شیر کپسول اکسیژن را با کمک هردو دست و بطور آهسته تا آخر باز کنید.
 - ۵- شیر کپسول استیلن را به اندازه نیم دور و اگر از مولد استفاده می‌شود شیر آن را به اندازه $\frac{3}{4}$ دور باز کنید.
 - ۶- از سر مشعل شماره ۳ استفاده کنید و آن را محکم به مشعل متصل کنید.
 - ۷- رگلاتور اکسیژن را برای فشار کاری ۳psig یا ۲۱kPa تنظیم کنید.
 - ۸- رگلاتور استیلن را برای فشار کاری ۳psig یا ۲۱kPa تنظیم نمایید.
 - ۹- لوله‌ها را در یک راستا قرار دهید و اولین خال جوش

- جوشکاری لوله‌ها بستگی به نوع جنس لوله، اندازه و محل جوش دارد. انواع اتصالات در جوشکاری لوله‌ها مانند جوش سر به سر بدون پخ یا پخ‌دار در تمام حالات جوش زانویی با زوایای متفاوت و نیز جوشکاری متعلقات لوله در حالت‌های مختلف مورد نظر است.
- ۵-۱۰-۴- دستور کار شماره ۵- جوش لوله به صورت گردان:
 - ۱- یک لوله ۲ اینچ سیاه به طول ۲۰۰ میلی‌متر انتخاب کنید.
 - ۲- از یک سر آن به اندازه ۴۰ میلی‌متر صاف و گونیا ببرید.
 - ۳- قسمت بریده شده را از طرف داخل و خارج کاملاً تمیز کرده و اگر در لبه آنها پلیسه وجود داشته باشد آن را تمیز

را با شعله خنثی در قسمت بالای لوله بزنید. بطوری که طول خال جوش دو برابر ضخامت جدار لوله باشد.

۱۰- اندکی صبر کنید تا دمای قسمت جوش خورده به حدود 60°C یا کمتر برسد. هرچه دما کمتر باشد پیچیدگی در قطعه کار کمتر می‌گردد.

۱۱- لوله را با استفاده از دستکش جوشکاری بردارید و دقت کنید که فاصله بین دو لوله تغییر نکرده باشد (فاصله در حدود $2\text{mm} - 1/5$). چنانچه فاصله کمی تغییر کرده باشد با کمک چکش سبک و ضربات آهسته فاصله را تنظیم نمایید.

۱۲- لوله را برای خال جوش دوم آماده کنید، بطوری که زاویه بین خال جوش اول و دوم 120° باشد و محل خال جوش دوم نیز باید در بالا قرار گیرد.

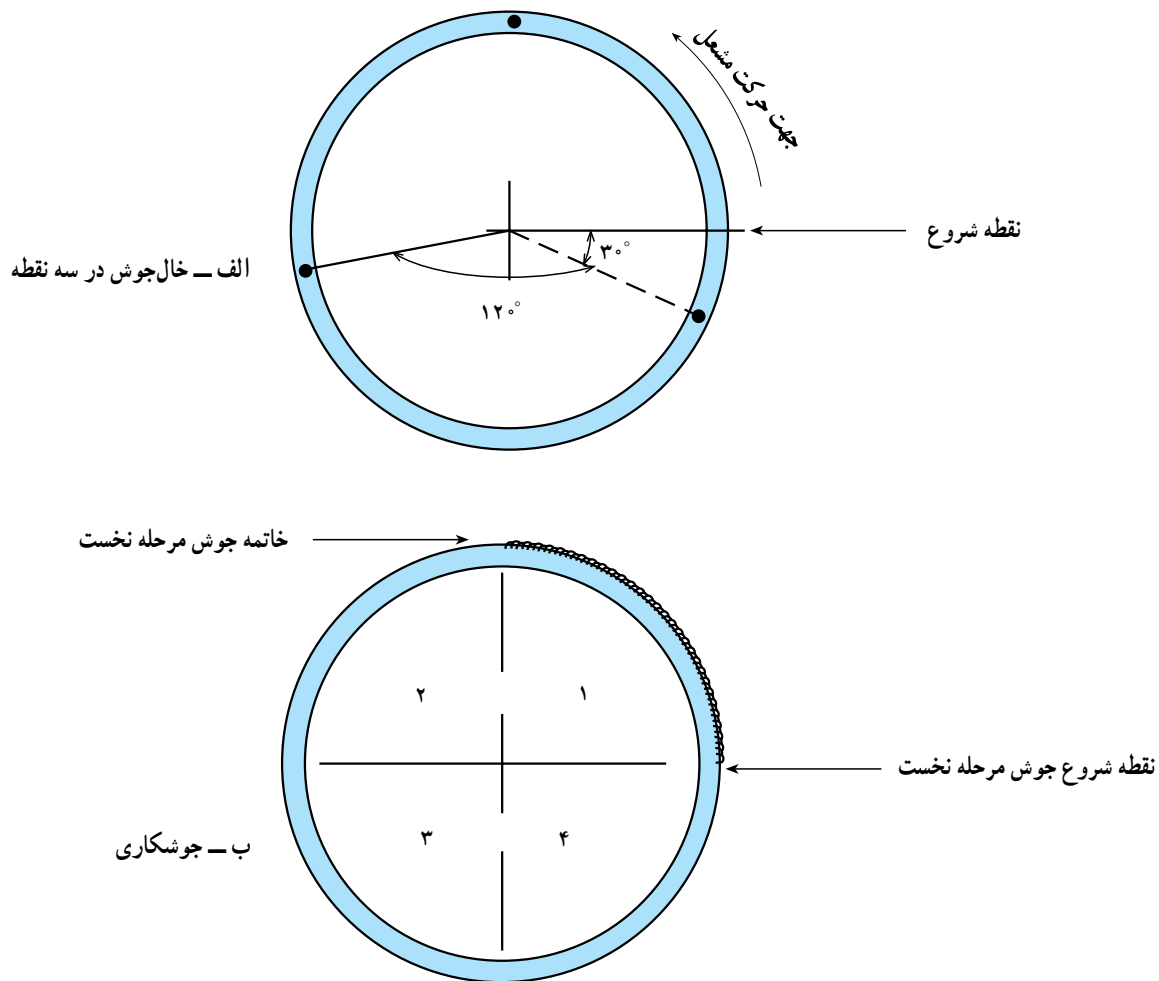
۱۳- خال جوش دوم را به اندازه دو برابر ضخامت لوله بزنید و صبر کنید تا دمای قسمت جوش خورده کاهش یابد.

۱۴- لوله را با استفاده از دستکش از روی میز کار بردارید و با دقت فاصله آن را بازرسی کنید و اگر فاصله تغییر کرده باشد باز با کمک چکش آن را درست کنید.

۱۵- لوله را در روی میز کار قرار دهید و خال جوش سوم را با زاویه 120° نسبت به دیگری جوش دهید.

۱۶- لوله را بردارید دو مرتبه با برس سیمی دور تا دور آن را کاملاً تمیز کنید به طوری که هیچگونه آثار ناخالصی مشاهده نگردد.

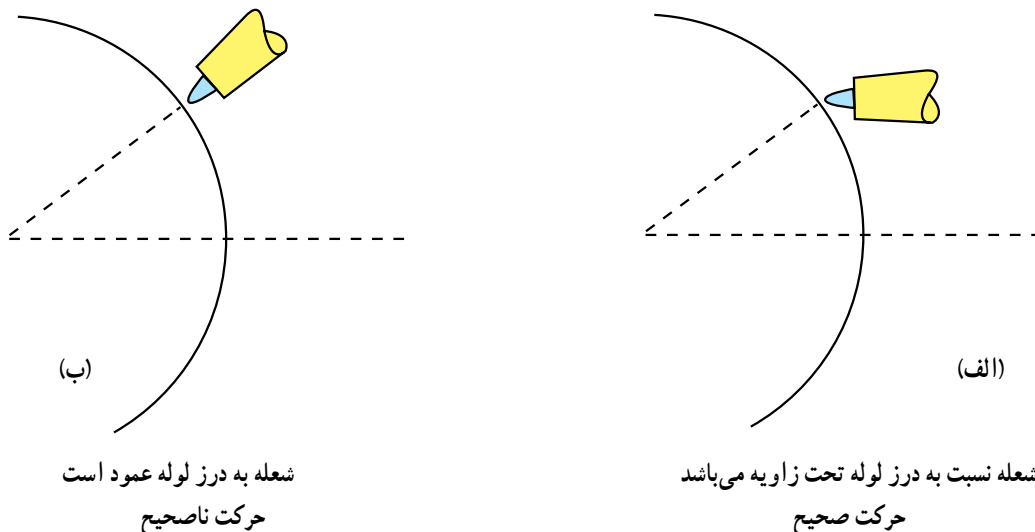
۱۷- لوله را مطابق شکل ۱۸-۴ الف برای جوشکاری در روی میز کار قرار دهید به طوری که حرکت دست‌ها برای جوشکاری آزاد باشد و به شیء یا وسیله دیگری برخورد نکند. توجه کنید که یکی از خال جوش‌ها کاملاً در بالا قرار گیرد و خال جوش دوم به اندازه 30° زیر نقطه شروع مطابق شکل ۱۸-۴ ب باشد.



شکل ۱۸-۴- مراحل جوشکاری لوله

۱۸- جوشکاری را زمانی شروع کنید که اولاً مخروط شعله نسبت به درز جوش عمود نباشد و طول شعله با یک زاویه

تقریبی 1° - 2° در امتداد درز حرکت کند (شکل ۱۹-۴).



شکل ۱۹-۴- حرکت شعله نسبت به درز جوش

۱۹- زاویه تقریبی 1° - 2° یک زاویه تجربی است و در لوله‌ها اندازه آن تغییر می‌کند که این تغییرات با ضخامت جداره لوله، فشار کاری اکسیژن، استیلن و اندازه سرمشعل متناسب است. در هر حالت هیچگاه نباید مخروط شعله نسبت به درز عمود باشد. معایبی که از عمود بودن شعله نسبت به درز مشاهده می‌شود به صورت زیر است:

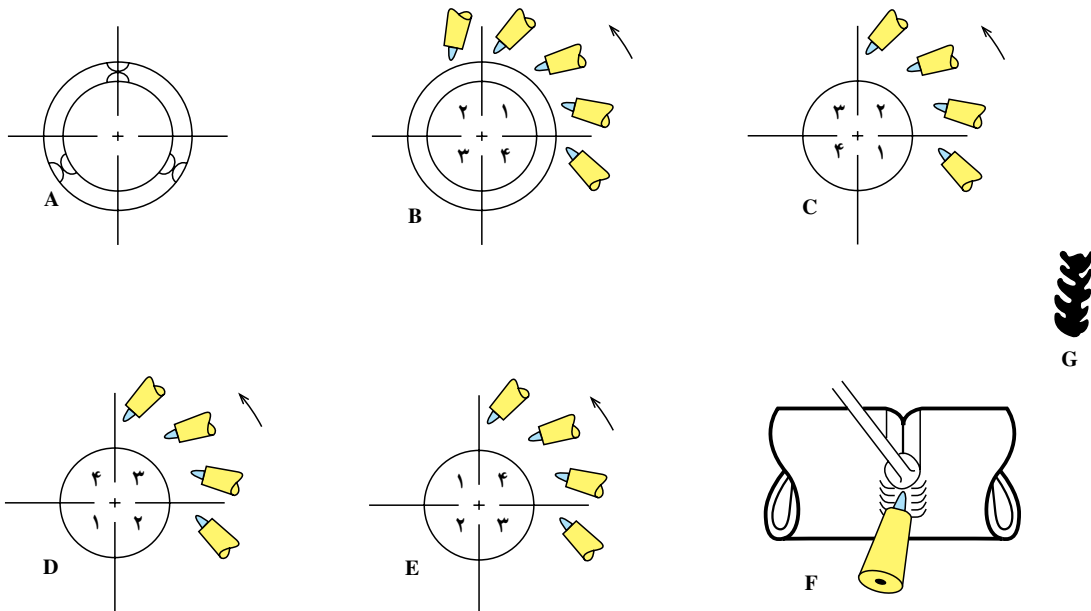
۲۱- با همان شرایط قبل، جوشکاری را در خلاف جهت عقربه ساعت ادامه دهید تا نیمی از محیط لوله جوشکاری شود. با تمام موارد قبل باز لوله را به اندازه 9° بچرخانید و مرحله سوم و پس از آن مرحله چهارم را به اتمام برسانید. شکل ۲۰-۴ مراحل جوش لوله به صورت گردان را نشان می‌دهد.

- الف - حرکت پیشروی کندتر می‌شود.
- ب - نفوذ جوش از حد متعادل زیاده‌تر می‌شود.
- ج - پیش گرم شدن سیم جوش کم می‌شود.
- د - نفوذ جوش در داخل ناهموار و غیر یکنواخت است.
- ه - عمل احتراق کامل نخواهد بود و شعله گرایش به خاموش شدن دارد.

۲۲- بازرسی چشمی را به صورت زیر آغاز کنید:
الف - چون فاصله جوش تا یک طرف لوله 40 mm است نفوذ جوش را از طرف داخل بخوبی می‌توان مشاهده کرد.
ب - اولاً نفوذ باید در تمام جداره یکنواخت باشد و بیش از حد بیرون زده باشد.

و - مقاومت جوش نسبت به سطح مقطع لوله کاهش می‌یابد.
۲۰- پس از این که دمای لوله کمی کاهش پیدا کرد، انتهای جوش را دو مرتبه با برس سیمی بخوبی تمیز کنید و لوله را به اندازه 9° به طرف پایین و در جهت عقربه ساعت بگردانید بطوری که انتهای جوش قبلی نقطه شروع مرحله دوم جوش باشد.

ج - ناهموار بودن نفوذ جوش در ارتباط با زاویه مشعل، نوسان مشعل و عدم سرعت یکنواخت جوش است.
د - در محل بندهای جوش کاملاً دقت کنید که نفوذ در این قسمت با سایر قسمت‌ها تفاوت نداشته باشد.
پس از آگاهی از معایب جوش قسمت دیگر را مطابق با شرایط قبل بریده و اقدام به تمرین مجدد نمایید.



شکل A خال جوش‌ها را که نسبت به هم زاویه 120° دارند، نشان می‌دهد.
 در شکل B شروع جوشکاری، جهت و زاویه نازل مشعل نسبت به لوله نشان داده شده است.
 در شکل C قسمت جوش داده شده در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد و ربع دوم جوش داده می‌شود.
 در شکل D بخش دیگر لوله جوش داده شده است.
 شکل E ربع چهارم را در حال جوشکاری نشان می‌دهد.
 نوسان مشعل، زاویه سیم جوش و نازل مشعل در شکل‌های F و G نشان داده شده است.

شکل ۲۰-۴- مراحل جوش لوله به صورت گردان

- ۶-۱۰-۴- دستور کار شماره ۷- جوش لوله به صورت ثابت
- ۱- یک لوله ۲ اینچ سیاه به طول 200 mm انتخاب کنید.
 - ۲- از یک طرف آن به اندازه 40 mm به طور گونیا و صاف ببرید.
 - ۳- قسمت بریده شده‌ها را از طرف داخل و خارج لوله با برس سیمی - سوهان و غیره کاملاً تمیز کنید.
 - ۴- شیر کپسول اکسیژن را با کمک هر دو دست به طور ملایم تا آخر باز کنید.
 - ۵- شیر کپسول استیلن را به اندازه نیم دور با آچار باز کنید و آچار را در سر جای خود روی مغزی کپسول بگذارید.
 - ۶- چنانچه از مولد استفاده می‌کنید، شیر استیلن را به اندازه $\frac{3}{4}$ دور باز کنید و دقت کنید هیچگاه فشار از 15 psi بیشتر نشود.
- ۷- رگلاتور اکسیژن را برای فشار کاری 3 psig یا 21 kPa تنظیم کنید.
- ۸- رگلاتور استیلن را برای فشار کاری 3 psig یا 21 kPa تنظیم کنید.
- ۹- لوله را در یک راستا در روی میز قرار دهید و اولین خال جوش را با شعله خنثی روی قسمت بالا ایجاد کنید. (اولین خال جوش اگر در قسمت‌های دیگر لوله زده شود تاب برداشتن لوله بیش از حد می‌شود).
- ۱۰- اندکی صبر کنید تا دمای لوله کاهش یابد و سپس لوله را با استفاده از دستکش بردارید سپس فاصله را نگاه کنید که تغییر نکرده باشد (اگر نفوذ جوش در تمرین شماره ۶ کم بوده باشد می‌توانید در این تمرین فاصله را اندکی زیادتر در نظر بگیرید مشروط بر اینکه پارامترهای دیگر صحیح بوده باشند).
- ۱۱- چنانچه فاصله تغییر یافته باشد، با کمک ضربات ملایم فاصله را درست کنید.
- ۱۲- لوله را برای خال جوش دوم، که زاویه آن نسبت

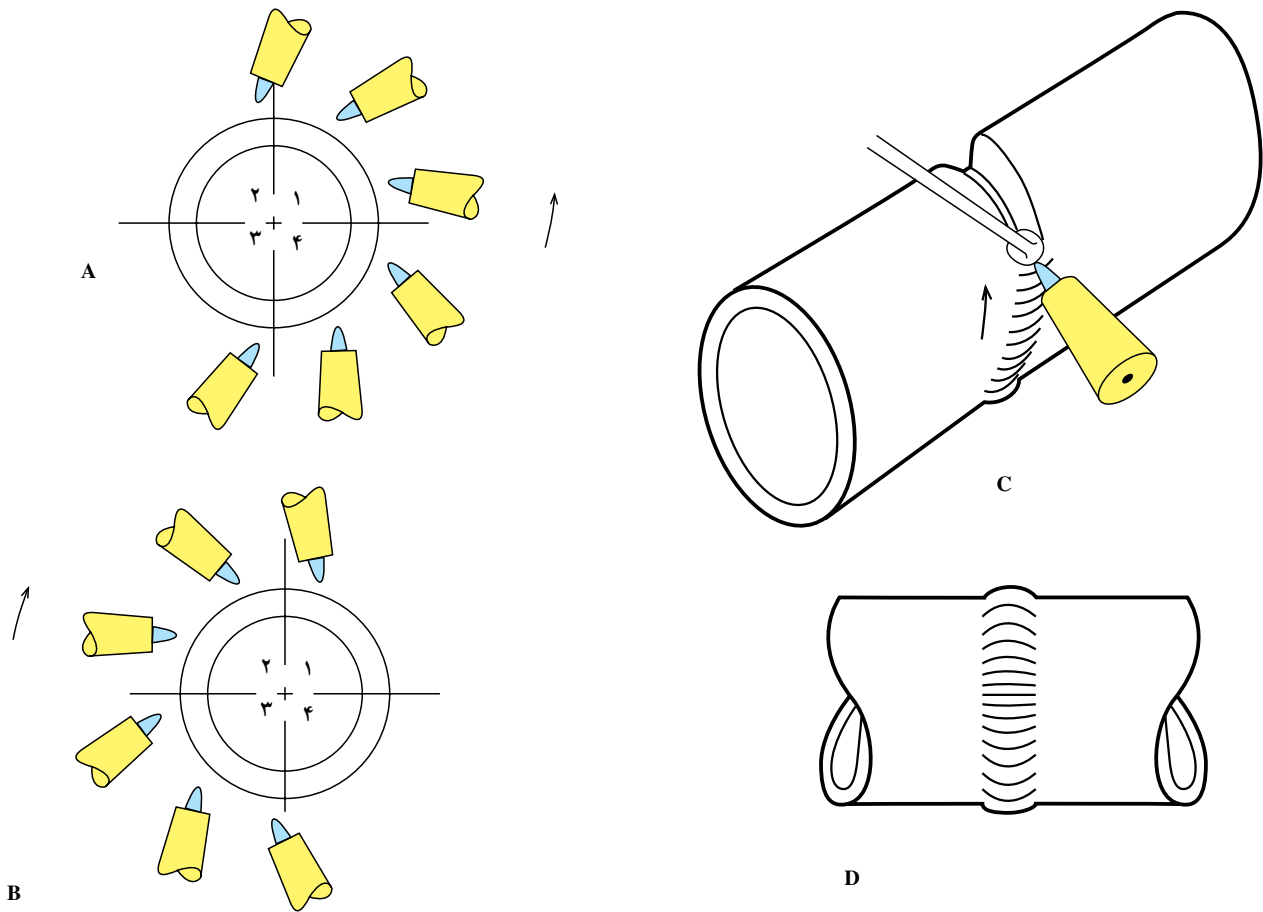
به‌حال جوش اول 12° باشد، آماده کنید و باز محل خال جوش در بالا قرار گیرد.

۱۳- خال جوش دوم را به اندازه دو برابر ضخامت جداره بزنید و باز صبر کنید تا دمای لوله کاهش یابد.

۱۴- مراقب باشید فاصله لوله تغییر نکند و لوله در یک راستا باشد. در صورت تغییر یافتن با کمک چکش و ضربات ملایم فاصله را درست کنید.

۱۵- خال جوش سوم را نیز با زاویه 12° نسبت به

خال جوش قبل بزنید در این مورد هم باز خال جوش در بالا باشد.
۱۶- لوله را در روی میز ثابت و محکم کنید سپس با شعله خنثی از قسمت پایین شروع به جوش نمایید و پس از رسیدن به بالای لوله، که نصف محیط است، شعله را خاموش نمایید سپس کمی صبر کنید تا دمای لوله کاهش یابد. دوباره از پایین شروع به جوشکاری و نیمه دیگر را نیز کامل کنید (شکل ۲۱-۴).
۱۷- دقت نمایید همیشه و در هر مورد برای جوشکاری سر بندها مقداری از جوش قبلی را دو مرتبه ذوب کنید.



شکل ۲۱-۴- مراحل جوش لوله به صورت ثابت

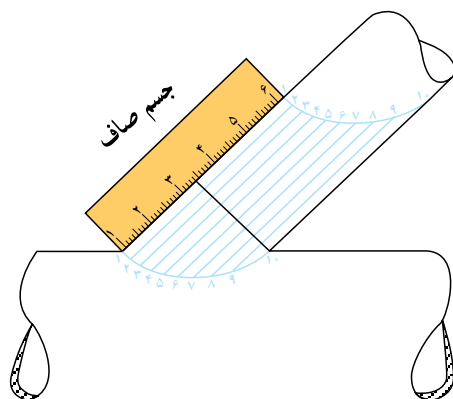
اینکه الگو یا وسیله‌های ترسیم وجود داشته باشد. روش برش لوله به صورت زیر است:

۱- دو قطعه لوله را در حالتی مانند زاویه 45° در شکل

۲۲-۴ قرار دهید.

۷-۱۰-۴- دستور کار شماره ۸- ساخت انشعاب

لوله بدون ترسیم و الگو در مورد لوله‌های فولادی: غالباً در کارهای لوله‌کشی یا در خطوط لوله بدون اینکه وسیله‌ای در اختیار باشد انشعاب گرفتن از لوله دیگری الزاماً به وجود می‌آید بدون



شکل ۲۲-۴- انشعاب‌گیری از لوله

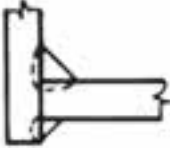
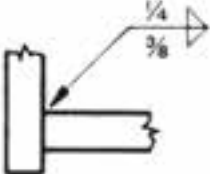
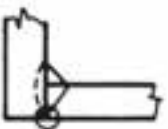
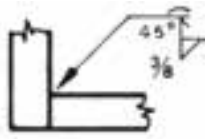
۷- قسمت بریده شده دو لوله را بر یکدیگر منطبق نمایید به طوری که زاویه انشعابی به دست آید. اگر ضخامت لوله بیش از ۴mm باشد، آن را پخ بزنید.
 ۸- در اطراف انشعاب به تعداد زیادی خال جوش بزنید که زاویه انشعاب تغییر نکند.
 ۹- از سر مشعل مناسب برای ضخامت جداره لوله برای جوش دادن استفاده کنید.

۴-۱۱- کاربرد علائم جوشکاری

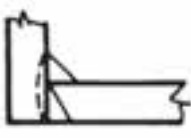
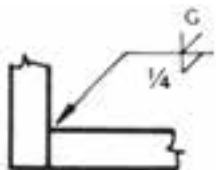
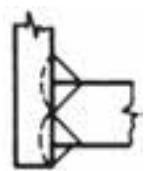
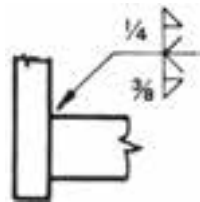


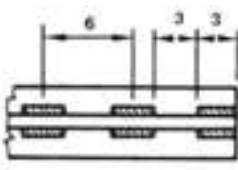
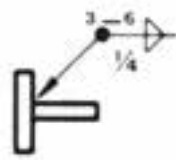
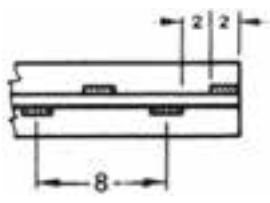
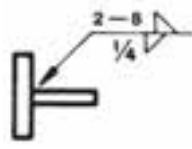



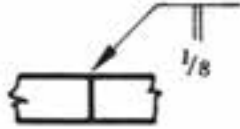
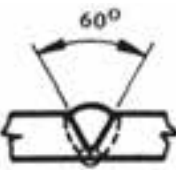
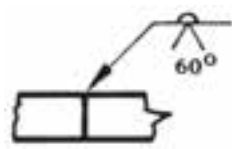
برای مشخص نمودن چگونگی جوش دادن قطعات کار به یکدیگر از علائم مخصوصی استفاده می‌شود (جدول ۴-۴).

۲- یک شیء صاف و مستقیم مانند خط کش را به موازی لوله انشعاب، که یکسر آن روی لوله اصلی تکیه کند، قرار دهید.
 ۳- در نقاط ۱ و ۱ مانند شکل ۲۲-۴ علامت بگذارید.
 ۴- خط کش را به دور انشعاب آهسته بگردانید بطوریکه درست موازی لوله انشعاب باشد و نوک آن به لوله اصلی مماس شود و در هر چرخش نقاطی مانند ... و ۳ و ۲ و ۱ را هم برای لوله اصلی و هم برای انشعاب علامت‌گذاری کنید.
 ۵- وقتی که خط کش یک دور کامل به اطراف لوله چرخید از نقاط علامت گذاشته با سنگ صابون، منحنی را ترسیم کنید.
 ۶- هر دو لوله انشعابی و اصلی را از روی منحنی ترسیم شده ببرد.

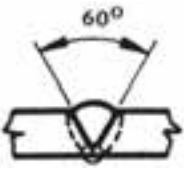
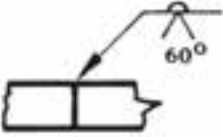


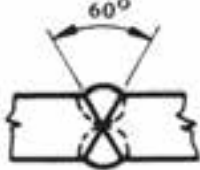
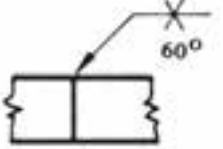
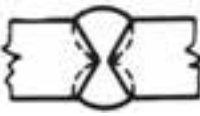

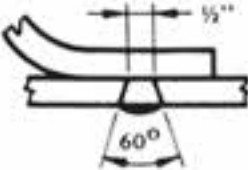
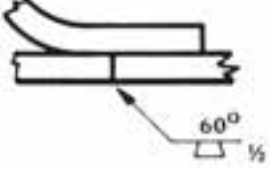

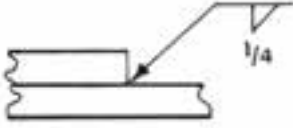
جدول ۴-۴- کاربرد علائم جوشکاری

جوش	علامت	معنی علائم جوشکاری
		علامت نشان می‌دهد که در جهت پیکان جوش ماهیچه‌ای $\frac{3}{8}$ " و در سمت دیگر جوش ماهیچه‌ای $\frac{1}{4}$ " داده شود.
		علامت نشان می‌دهد که در جهت پیکان پخ خبایی با زاویه 45° با جوش ماهیچه‌ای $\frac{3}{8}$ " و در پشت جوش مهره‌ای داده شود.

ادامه جدول ۴-۴- کاربرد علائم جوشکاری

		علامت نشان می‌دهد که $\frac{1}{4}$ " جوش ماهیچه‌ای در جهت پیکان و در سمت دیگر جوش درز جناقی داده شود.
		علامت نشان می‌دهد که در جهت پیکان درز جناقی و $\frac{3}{8}$ " جوش ماهیچه‌ای و در سمت دیگر درز جناقی با $\frac{1}{4}$ " جوش ماهیچه‌ای داده شود.
		علامت نشان می‌دهد که $\frac{1}{4}$ " جوش ماهیچه‌ای دور تا دور لوله داده شود.
		علامت نشان می‌دهد که جوش ماهیچه‌ای $\frac{1}{4}$ " به صورت تناوبی داده شود طول هر تناوب ۳ و فاصله بین دو جوش مجاور ۶ از هر دو طرف به موازات هم باشد.
		علامت نشان می‌دهد که جوش ماهیچه‌ای تناوبی به طول ۲ از هر طرف و فاصله بین دو جوش مجاور ۸ است جوش‌ها به صورت زیگزاگ می‌باشند.
		علامت نشان می‌دهد که در جهت پیکان $\frac{1}{4}$ " جوش ماهیچه‌ای و در سمت دیگر $\frac{3}{8}$ " جوش ماهیچه‌ای داده شود.
		علامت نشان می‌دهد که شیار بدون پخ است و در جهت پیکان جوش داده شود. فاصله روت $\frac{1}{8}$ اینچ (Root)
		علامت نشان می‌دهد که شیار باید پخ 60° شکل 60° بخورد و در جهت پیکان جوش داده شود.

ادامه جدول ۴-۴- کاربرد علائم جوشکاری

		<p>علامت نشان می‌دهد که شیار باید پخ V شکل 60° بخورد. در جهت پیکان و در پشت یک پاس مهره‌ای جوش داده شود.</p>
		<p>علامت نشان می‌دهد که $\frac{1}{2}$ ضخامت پخ V شکل بخورد و در جهت پیکان جوش داده شود.</p>
		<p>علامت نشان می‌دهد که شیار باید پخ V شکل دو طرفه 60° بخورد و هر دو طرف جوش داده شود.</p>
		<p>علامت نشان می‌دهد که شیار باید پخ V شکل دو طرفه بخورد. اندازه روت $\frac{1}{8}$ و هر دو طرف جوش داده شود.</p>
		<p>علامت نشان می‌دهد که نوع جوش تویی شکل با قطر $\frac{1}{4}$ و زاویه 60° می‌باشد.</p>
		<p>علامت نشان می‌دهد که نوع جوش ماهیچه‌ای است و اندازه آن $\frac{1}{4}$ اینچ می‌باشد.</p>