

## فصل ۳

# جوش کاری مقاومتی



امروزه در تولیدات صنعتی، جوش مقاومتی نقش بسیار زیادی را ایفا می‌کند از جمله در صنعت خودروسازی، در صنعت هوافضا، لوازم خانگی و سایر صنایع. به عنوان مثال در بدنه هر خودرو حدود ۶۰۰۰ اتصال وجود دارد که با نقطه جوش انجام می‌شود. سرعت بالا، قابلیت اتوماسیون و امکان نقطه جوش همسان از جمله محاسن و ویژگی‌های این فرایند است که نمی‌توان جایگزینی برای آن در ساخت مصنوعات با ورق نازک متصور شد. در صنایع خودروسازی برای تسهیل سرعت تولید از روبات‌های جوش کار استفاده می‌کنند.

## واحد یادگیری ۴

### شایستگی نقطه جوش

آیا تا  
به حال پی  
برده‌اید

- ۱ چند نوع روش اتصال برای یکپارچه کردن قطعات فلزی وجود دارد؟
- ۲ انرژی چه نقشی در پدید آوردن یک روش جوش کاری دارد؟
- ۳ با انرژی الکتریسیته می‌توان حرارت تولید کرد؟
- ۴ از چه روش اتصالی برای یکپارچه کردن بدنه فلزی خودروها استفاده می‌شود؟
- ۵ چگونه می‌توان کیفیت یک اتصال را ارزیابی کرد؟

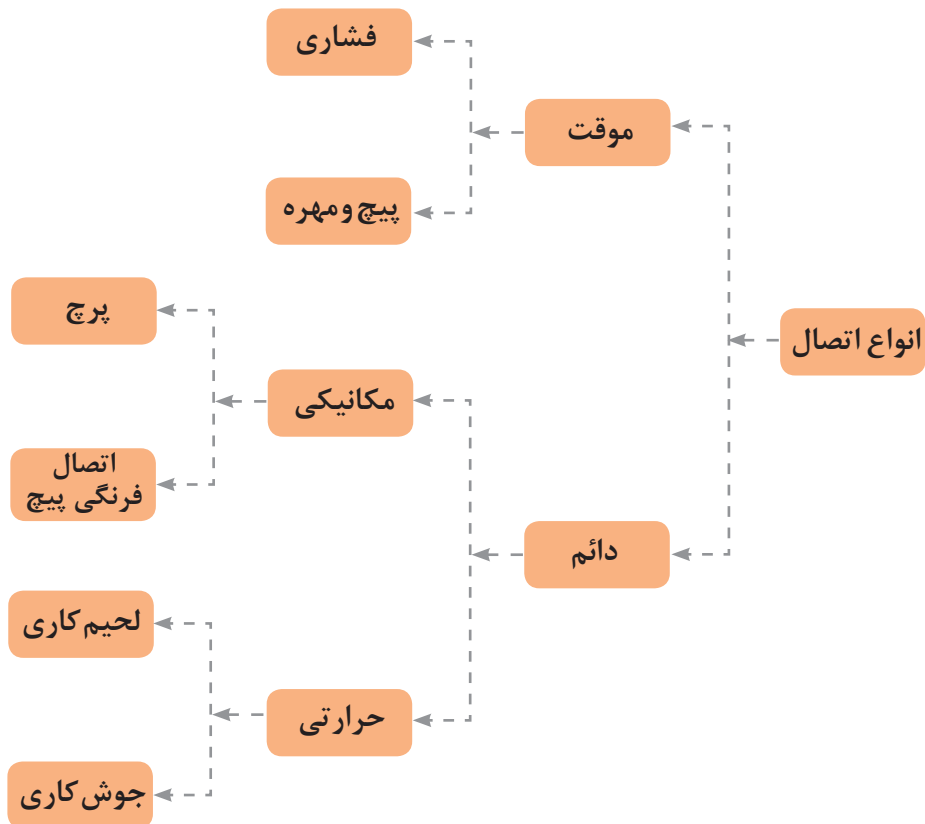
هدف از این شایستگی فراگیری روش‌های اتصال فلزات، جوش کاری مقاومتی و روش‌های آن، تنظیم و راه اندازی دستگاه نقطه جوش، شیوه‌های جوش کاری با فرایند نقطه جوش و ارزیابی کیفیت آن می‌باشد. روش‌های اتصال فلزات بسیار متنوع می‌باشند و انتخاب هر یک از این روش‌ها به‌طور کلی به نوع مواد، کاربرد، انعطاف‌پذیری و اقتصاد تولید و امکانات موجود وابسته است.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری و کسب شایستگی جوش کاری با فرایند نقطه جوش، هنرجویان قادر به تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش، جوش کاری با فرایند نقطه جوش و ارزیابی کیفیت اتصال خواهند بود.

## اتصالات بر چه اساسی دسته‌بندی می‌شوند؟

قطعات فلزی به روش‌های مختلفی به یکدیگر متصل می‌شوند. که نوع اتصال می‌تواند به صورت موقت یا دائم باشد. شکل ۱ دسته‌بندی انواع اتصال را از لحاظ دائم و موقت بودن نشان می‌دهد.



شکل ۱- دسته بندی انواع اتصال

## اتصال موقت



شکل ۲- اتصال موقت: پیچ و مهره

به اتصالی می‌گویند که بتوان دو قطعه متصل به هم را به راحتی و در مواقع ضروری بدون هیچ‌گونه تخریبی از هم جدا کرده و سپس مجدداً به هم اتصال داد. به‌طور مثال اتصال پیچ و مهره (شکل ۲).

## اتصال دائم

اتصال دائمی است که در صورت نیاز به جدا کردن دو قطعه، باید محل اتصال را تخریب کنیم، مانند جوش، لحیم، فرنگی پیچ و پرچ (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳- اتصال دائم : پرچ



شکل ۴- اتصال دائم : جوش

همان طور که در شکل ۱ می بینید، اتصالات دائم به صورت مکانیکی و حرارتی می باشند، اگر بخواهیم در رابطه با روش های اتصال حرارتی بحث کنیم، این سؤال پیش می آید که چگونه می توان انرژی مورد نیاز برای حرارت را تأمین کرد؟

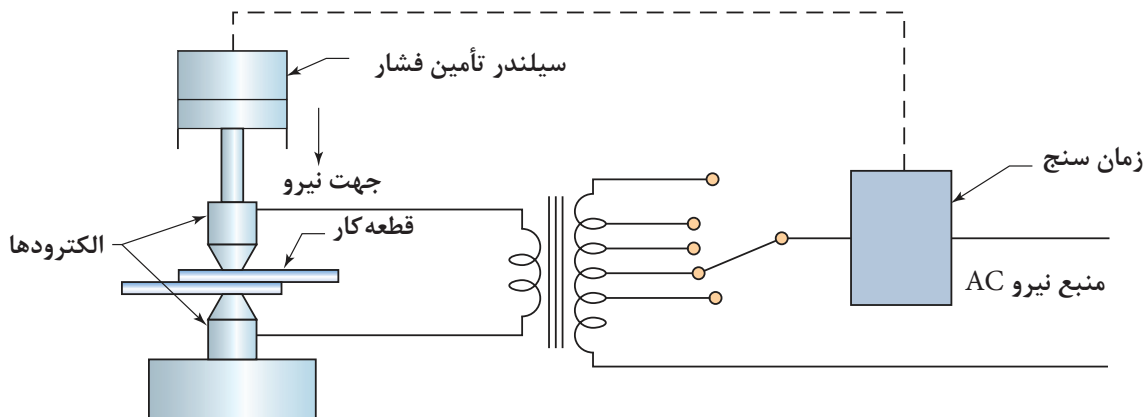


اطو و سشوار چگونه گرما تولید می کنند؟

بر اساس تئوری تولید گرما که در اطو و سشوار وجود دارد، روش جوش کاری مقاومتی اختراع شده است که به واسطه مقاومت الکتریکی می توان قطعات را به صورت دائم به یکدیگر متصل کرد.

## جوش کاری مقاومتی (RW) ۱

فرایندی است که به واسطه عبور جریان الکتریسیته از فلز مورد اتصال و مقاومت الکتریکی ایجاد شده در فصل مشترک دو فلز، حرارت تولید می شود که این حرارت موجب اتصال دو فلز می شود. یا به عبارت دیگر، با عبور جریان الکتریسیته از فلزات، فصل مشترک بین دو فلز گرم شده که این گرما موجب خمیری شدن و در ادامه ذوب این ناحیه شده، در نهایت با اعمال فشار در فصل مشترک دو فلز اتصال ایجاد می شود. در جوش کاری مقاومتی جریان مورد نیاز بایستی دارای ویژگی ولتاژ پایین و آمپر بالا باشد. همان طور که در شکل ۵ می بینید، برای برقراری جریان الکتریسیته و اعمال نیرو به بخش های گرم شده، فشار وارد می شود. این فشار توسط الکترودهای بالا و پایین اعمال می شود. در این فرایند نیاز به ماده پُرکننده نمی باشد.



شکل ۵ - شماتیک فرایند جوش کاری مقاومتی

جریان مورد نیاز برای مقاومت الکتریکی توسط ترانسفورماتور تأمین می شود. وظیفه ترانسفورماتور تبدیل برق با ولتاژ بالا و آمپر پایین به ولتاژ پایین و آمپر بالا می باشد. فشار مورد نیاز هم برای اعمال نیرو توسط سیستم های مکانیکی، هیدرولیکی و پنیوماتیکی تأمین می شود.

## کاربرد جوش کاری مقاومتی

جوش کاری مقاومتی در صنایع خودروسازی، هوافضا برای بدنه خودرو که از جنس ورق فولادی می باشد و صنایع الکترونیک به طور گسترده استفاده می شود. به طور گسترده این روش مورد استفاده قرار می گیرد.


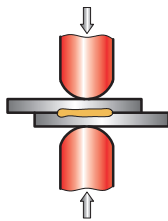

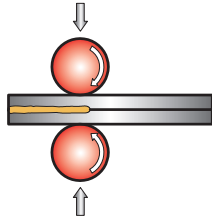

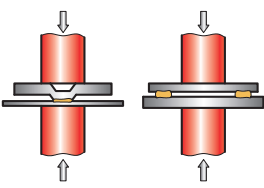

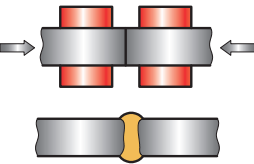

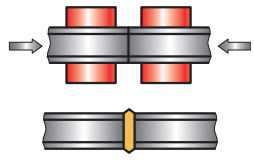


شکل ۶- صنایع خودرو سازی

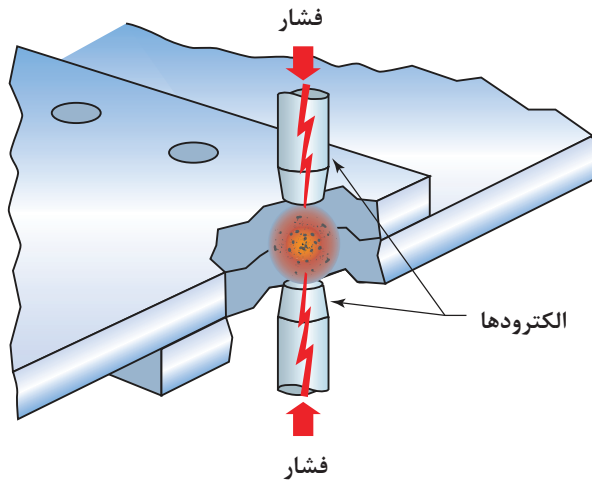
## روش های جوش کاری مقاومتی

جوش کاری مقاومتی بر اساس کاربرد به پنج روش مختلف دسته بندی می شوند. جدول ۱ روش های جوش کاری مقاومتی همراه با کاربرد هر یک از آنها را نشان می دهد.

جدول ۱- روش های جوش کاری مقاومتی

تصویر	کاربرد	شماتیک	روش
	سینک ها، بدنه خودروها، صنایع الکترونیک، صنایع هوافضا		نقطه جوش Spot weld
	سینک ها، لوله ها، بشکه ها، قوطی های بسته بندی مواد غذایی		درز جوش Seam Weld
	صندلی، لوله ها، قطعات سپر و گلگیر خودرو		جوش زائده ای Projection Weld
	پروفیل ها، لوله ها، مقاطع		جوش سر به سر Butt Weld
	زنجرهای فلزی، ریل های قطار، ابزارهای فلزی		جوش جرقه ای Flash Weld

## نقطه جوش (RSW) ۱



شکل ۷ - روش اتصال با فرایند نقطه جوش

نقطه جوش متداول ترین روش در بین روش های جوش کاری مقاومتی می باشد. در این فرایند، جوش به واسطه گرمای تولید شده بین فصل مشترک دو فلز، شکل می گیرد. این گرما به دلیل مقاومت الکتریکی ایجاد می شود. از آنجایی که مقاومت الکتریکی در فصل مشترک بین دو فلز بیشترین مقدار می باشد، عمل ذوب و جوش در این نقطه رخ می دهد. شکل ۷ نمایشی از نقطه جوش و مقاومت های مختلف موجود در این فرایند را نشان می دهد.

نکته



اندازه و شکل جوش ایجاد شده در فصل مشترک دو قطعه با اندازه نوک الکتروود قابل کنترل می باشد.

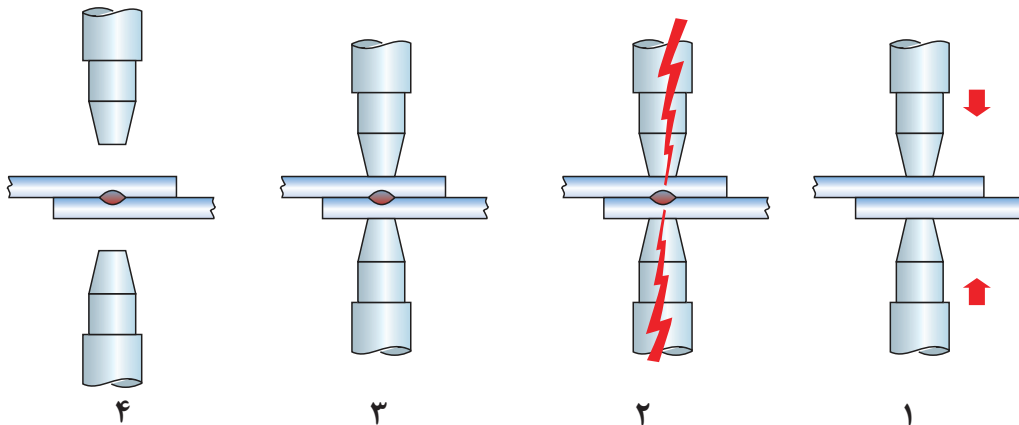
در فرایند نقطه جوش اتصال در چهار سیکل (دوره زمانی) صورت می گیرد که در شکل ۸ نشان داده شده است:

مرحله اول: سیکل اعمال فشار

مرحله دوم: سیکل جوش کاری - اعمال جریان

مرحله سوم: سیکل نگهداری - اعمال فشار فورج

مرحله چهارم: سیکل خنک کاری - خنک شدن ناحیه اتصال



شکل ۸ - مراحل نقطه جوش



## تجهیزات فرایند نقطه جوش

انواع دستگاه: دستگاه نقطه جوش بر اساس نوع کاربرد در شکل و ابعاد مختلفی ساخته می‌شوند که برخی از متداول‌ترین نوع از این دستگاه‌ها در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



شکل ۹ - دستگاه نقطه جوش قابل حمل



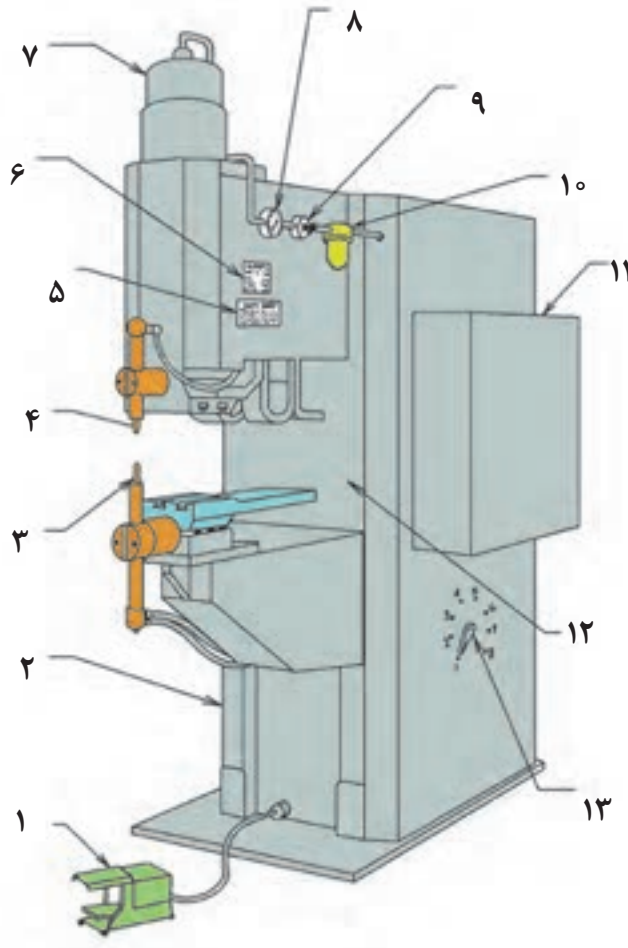
شکل ۱۱ - دستگاه نقطه جوش پدالی



شکل ۱۰ - روبات نقطه جوش

## اجزای دستگاه نقطه جوش

بخش‌های مختلف یک دستگاه نقطه جوش در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

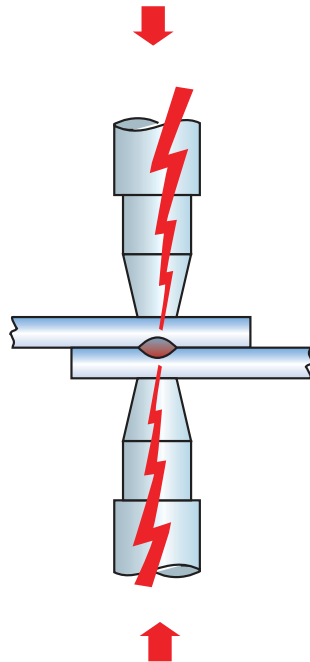


شکل ۱۲- اجزای دستگاه نقطه جوش پدالی

- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| ۱- پدال نقطه جوش      | ۸- درجه فشار هوا             |
| ۲- قاب دستگاه         | ۹- پیچ تنظیم فشار هوا        |
| ۳- الکتروود پایینی    | ۱۰- سیلندر فشار هوا          |
| ۴- الکتروود بالایی    | ۱۱- جعبه کنترل پارامترها     |
| ۵- مشخصات دستگاه      | ۱۲- ترانسفورماتور            |
| ۶- جدول نیرو الکتروود | ۱۳- کلید تنظیم ترانسفورماتور |
| ۷- سیلندر هوا         |                              |

## الکترو د نقطه جوش

به طور معمول در دستگاه نقطه جوش از فلز مس به عنوان الکترو د استفاده می شود. الکترو دها وظیفه مشخصی دارند که در شکل ۱۳ شماتیک از آنها نشان داده شده است. سؤال: با توجه به شکل ۱۳ وظایف الکترو دهای نقطه جوش چیست؟



شکل ۱۳- شماتیک الکترو د نقطه جوش

به نظر شما وجود آب در الکترو د سمت راستی به چه منظور است؟ الکترو د باید شکل ظاهری و هدایت الکتریکی و گرمایی خود را حین شرایط کاری حفظ کند. به همین دلیل نوک الکترو دها را از آلیاژهای مس و آلیاژهایی که این ویژگی ها را دارند می سازند.

نکته



## دسته بندی الکترو دها بر اساس جنس

انجمن تولیدات جوش کاران مقاومتی<sup>۱</sup> (RWMA) نوک الکترو د نقطه جوش را در دو گروه دسته بندی کرده است.

- گروه A: جنس این گروه از الکترو دها مس و آلیاژ مس می باشد  
نوع ۱، نوع ۲، نوع ۳، نوع ۴، نوع ۵  
گروه B: جنس این گروه از الکترو دها فلزات دیرگداز می باشد  
نوع ۱۰، نوع ۱۱، نوع ۱۲، نوع ۱۳

<sup>۱</sup> - Resistance Welders Manufacturing Association



جدول زیر تفاوت بین این دو گروه از الکترودها، را نشان می دهد.

کاربرد	ویژگی	هدایت در مقایسه با مس خالص	مواد	نوع	گروه
	با افزایش میزان عناصر آلایزی، استحکام افزایش، هدایت الکتریکی و حرارتی کاهش می یابد	۸۵ درصد از هدایت مس خالص	مس، مس و کروم، مس و زیرکونیوم	۱	A
		۷۵ درصد از هدایت مس خالص	کروم، مس و زیرکونیوم	۲	
		۴۵ درصد از هدایت مس خالص	مس و آلایژ برلیوم درصد پایین	۳	
		۲۰ درصد از هدایت مس خالص	مس و آلایژ برلیوم درصد بالا	۴	
		۷۵ درصد از هدایت مس خالص	آلایژ مس و آلومینیوم	۵	
	با افزایش میزان عناصر آلایزی، استحکام افزایش	۴۵ درصد از هدایت مس خالص	آلایژ مس و فلزات دیرگداز	۱۰	B
		۳۰ درصد از هدایت مس خالص		۱۱	
		۲۹ درصد از هدایت مس خالص		۱۲	
		۲۸ درصد از هدایت مس خالص		۱۳	

## دسته بندی الکترودها از لحاظ شکل ظاهری

جدول ۲ دسته بندی الکترودها از لحاظ شکل ظاهری را نشان می دهد. به نظر شما هر یک از این الکترودها چه کاربردی دارند؟ جدول ۲ ستون مربوط به کاربردها را تکمیل کنید.

جدول ۲ - دسته بندی الکترودهای نقطه جوش از لحاظ ظاهری

شکل	کاربرد	نوع الکتروود	علامت الکتروود
	..... ..... .....	تخت	F
	..... ..... .....	شعاعی	R
	..... ..... .....	گنبدی	DR
	..... ..... .....	مخروطی	CF
	..... ..... .....	مخروطی	P
	..... ..... .....	خارج از مرکز	E



با توجه به اطلاعات جدول ۳، بررسی کنید هر یک از این الکترودها برای چه کاربردهایی مناسب می‌باشند.

## روش اجرای نقطه جوش

به‌طور کلی برای اتصال قطعات فلزی به یکدیگر با فرایند نقطه جوش به صورت زیر عمل می‌کنیم:  
**۱- آماده سازی ورق:** قبل از شروع جوش کاری سطوح قطعات فلزی را باید از هرگونه آلودگی زدود. چرا؟  
 در جدول ۳ عوامل، اثرات آنها و راه تمیزکاری شرح داده شده است.

### جدول ۳- روش‌های حذف لایه‌های مزاحم

روش حذف و تمیزکاری	اثر مخرب در جوش	تصویر	نوع لایه مزاحم	ردیف
تمیزکاری مکانیکی مانند برس زدن و سنباده زدن	افزایش شدت جریان مورد نیاز چسبیدن الکتروده به سطح قطعه آلوده شدن سطح الکتروده		اکسید سطحی	۱
تمیزکاری با پارچه تنظیف و تمیزکاری با مواد شیمیایی مجاز (برای حذف لایه‌های ضخیم)	ایجاد حباب در جوش		چربی	۲
تمیزکاری مکانیکی و شیمیایی	نقطه جوش ضعیف ظاهر نامناسب جوش		رنگ	۳

**۲- تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش:** مراحل تنظیم و راه‌اندازی دستگاه نقطه جوش عبارت‌اند از:

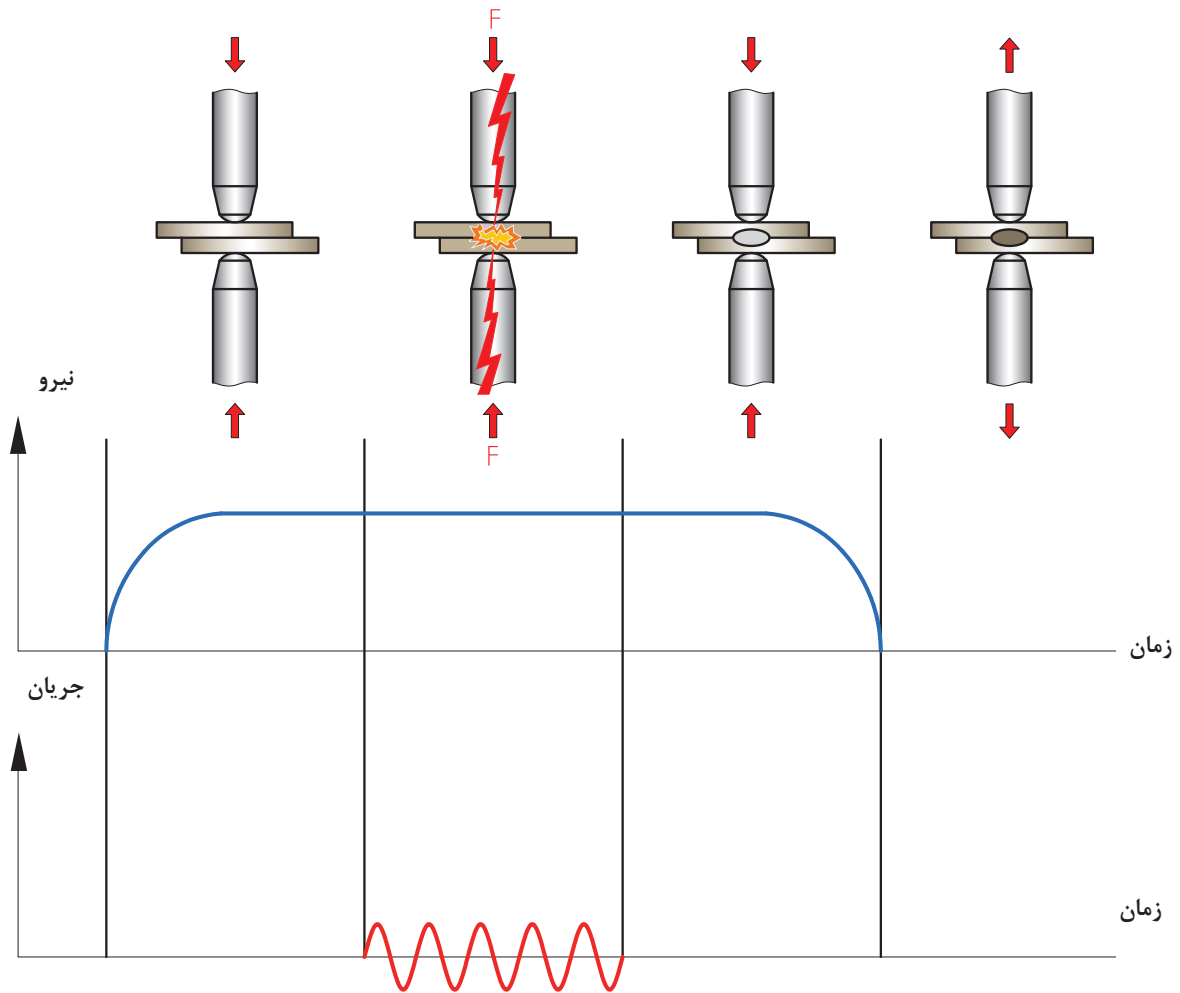
**الف) کنترل اجزای دستگاه نقطه جوش**

- ۱- کنترل الکتروده شکل و زاویه الکتروده
- ۲- کنترل هم‌راستایی الکترودها
- ۳- کنترل شلنگ آب‌گرد و اتصال آن به الکتروده و خروجی آب

ب) تنظیم پارامترهای دستگاه

- ۱- تنظیم شدت جریان
- ۲- تنظیم زمان نگهداری
- ۳- تنظیم نیروی اعمالی (فشار)
- ۳- ایجاد اتصال

همان طور که قبلاً ذکر شد، ایجاد اتصال در فرایند نقطه جوش در چهار سیکل صورت می پذیرد. شکل زیر سیکل های فرایند نقطه جوش را نشان می دهد.



شکل ۱۴- سیکل های نقطه جوش

## کار کارگاهی

### ۱- اتصال دو ورق به صورت لب روی هم با فرایند نقطه جوش

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد  $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$  میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیز کاری نقشه شماره ۱ را بر روی آن پیاده کنید.

محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.

نکته

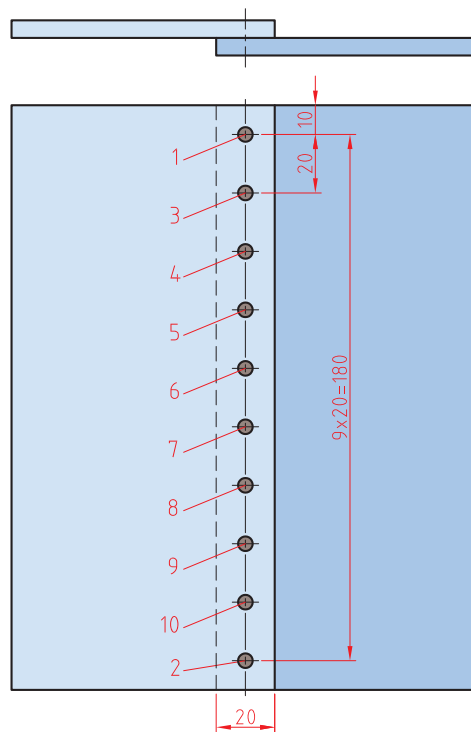


نکات ایمنی



- ۱- در هنگام کار با دستگاه موارد مربوط به کار با برق را رعایت کنید.
- ۲- برای پیشگیری از سوختگی و برندگی از دستکش و پیش بند چرمی استفاده کنید.
- ۳- به کار گیری عینک سفید برای محافظت از چشم در برابر پاشش جرقه

نقشه شماره ۱



### ابزار مورد نیاز

ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش را در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات

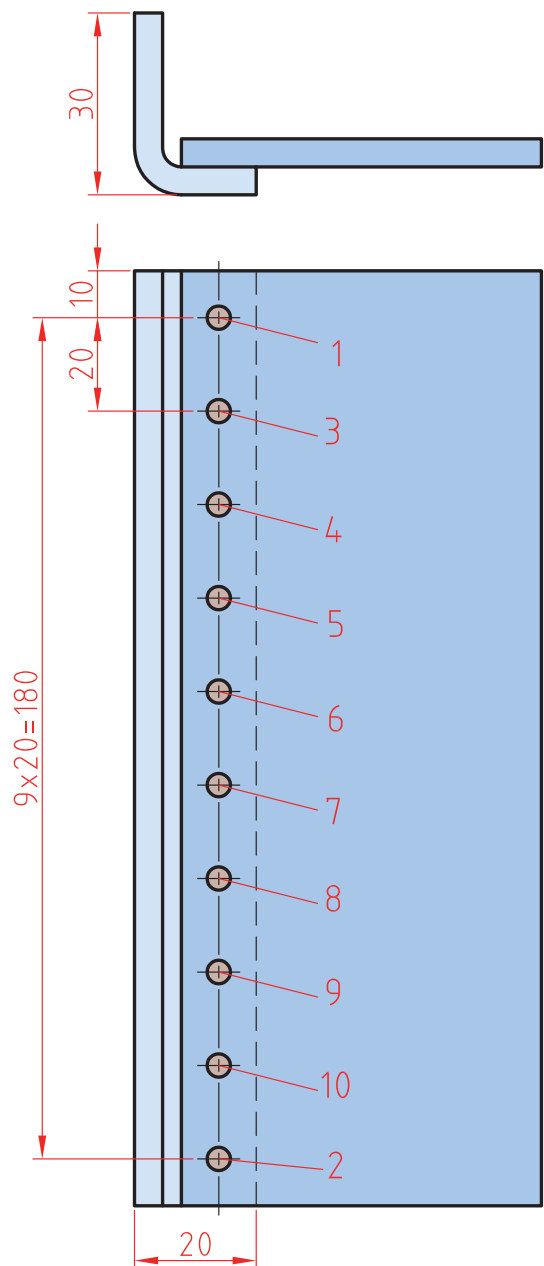


## ۲\_ اتصال دو قطعه به صورت لب روی هم

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد  $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$  میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیز کاری نقشه شماره ۲ را بر روی آن پیاده سازی کنید.

محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.

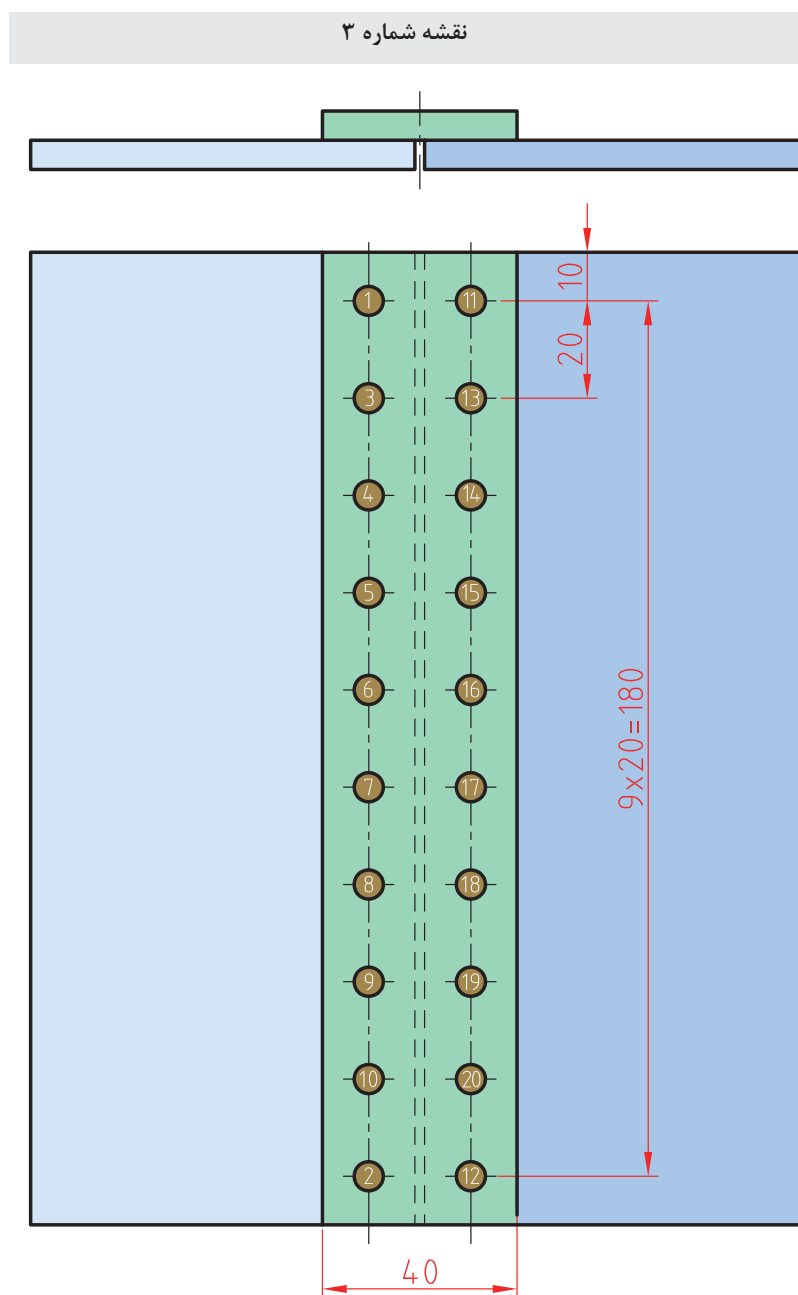
نقشه شماره ۲



### ۳\_ اتصال سربه سر دو ورق ( پلواره )

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد  $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$  میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۳ را بر روی آن پیاده کنید.

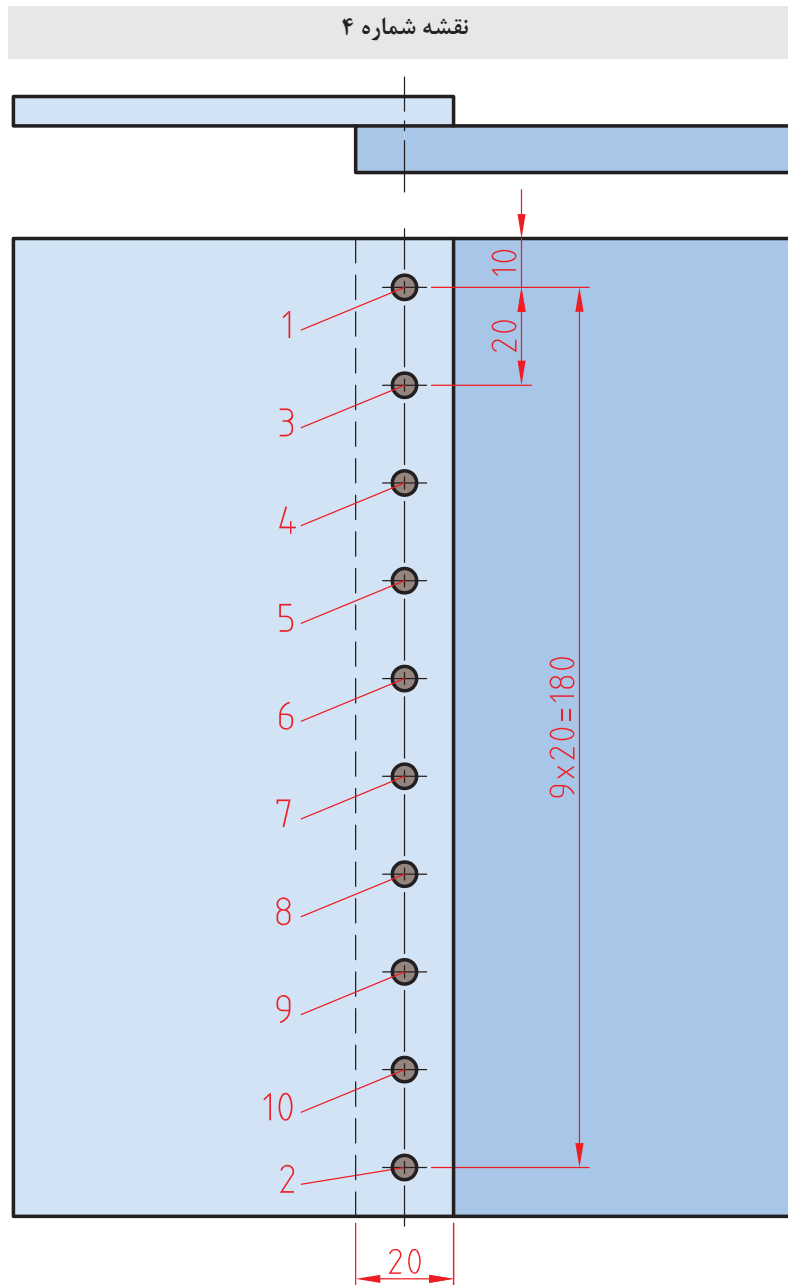
محل اجرای نقطه جوش ها را خط کشی و با سنبه نشان مشخص نمایید.



#### ۴\_ اتصال یک ورق نازک به یک ورق ضخیم در حالت لب روی هم

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد  $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۰/۸$  و  $۲۰۰ \times ۵۰ \times ۳$  میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۴ را بر روی آن پیاده کنید.

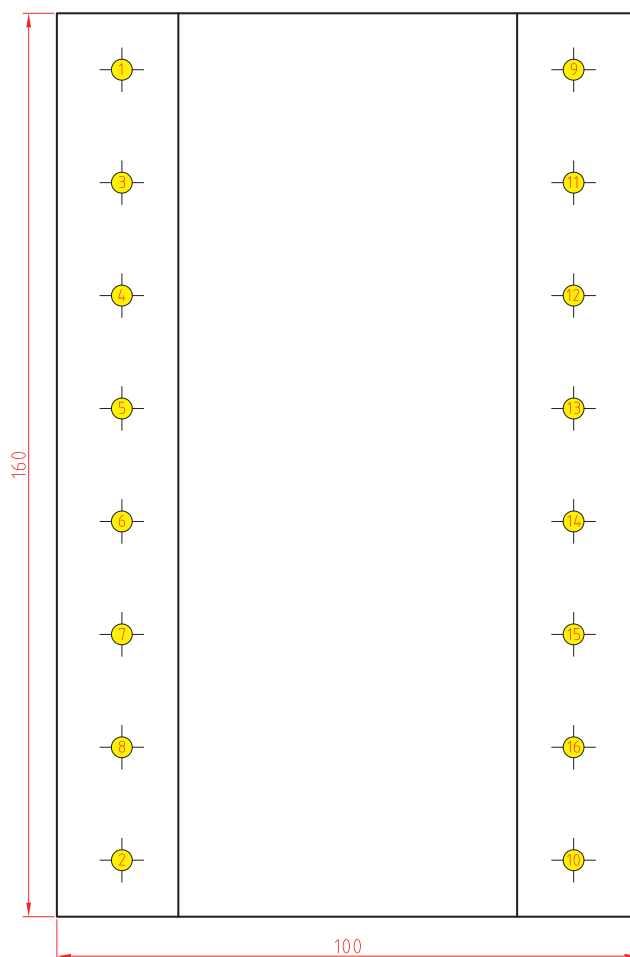
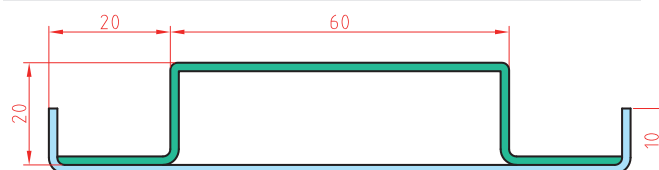
برای اجرای این تمرین یکی از الکترودها را مخروطی و دیگری را تخت استفاده نمایید. محل قرارگیری الکترودها را با سنبه نشان مشخص کنید.



## ۵\_ اتصال پل با فرایند نقطه جوش

شرح فعالیت: دو قطعه ورق فولادی به ابعاد  $۱۶۰ \times ۱۲۰ \times ۱$  mm و  $۱۶۰ \times ۱۴۰ \times ۰/۸$  میلی متر انتخاب کنید و بعد از تمیزکاری نقشه شماره ۵ را بر روی آن پیاده کنید. (نقشه نشان داده شده، پل در کمد می باشد) به جای الکتروود پایینی از قالب مسی صافی با ابعاد  $۲۰ \times ۲۰$  استفاده شود تا در سمت زیرین کار که در معرض دید مشتری است اثر نقطه ها مشخص نشود.

نقشه شماره ۵



## ۶\_ اتصال کف قوطی به دیواره توسط نقطه جوش

شرح فعالیت: یک لوله به ضخامت ۰/۸ و قطر ۲۰۰ و طول ۱۰۰ تهیه نمایید. یک دایره به قطر ۲۲۰ با ضخامت ۰/۸ تهیه نمایید. روی لبه سندان دور دایره را به لبه یک سانت خم نمایید. و داخل استوانه مونتاژ نمایید. سپس دور تا دور آن را با ۱۲ عدد نقطه جوش مونتاژ نمایید.

در هنگام برش کاری و آماده سازی ورق ها از انگشتان خود در برابر بریدگی حفاظت نمایید.

نکات ایمنی



هنگام جوش کاری از عینک محافظ شفاف استفاده نمایید.

نکات ایمنی



### توجهات زیست محیطی

مدیریت مواد دورریختنی  
استفاده از سیستم تهویه در جهت خروج بخارات

## ارزشیابی تکوینی

نمره	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	مراحل کار
۳	_____	آماده‌سازی بالاتر از انتظار		آماده‌سازی
۲	اندازه‌گذاری براساس نقشه، خط‌کشی براساس نقشه، پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی قابل قبول	کارگاه: کارگاه استاندارد ورق‌کاری مواد: ورق فولادی	
۱	اندازه‌گذاری براساس نقشه، عدم خط‌کشی و پیاده‌سازی جزئیات نقشه	آماده‌سازی غیر قابل قبول	ابزار: ابزارهای اندازه‌گیری و خط‌کشی	
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مسئولیت‌پذیری، مدیریت مواد	شایستگی‌های غیرفنی
			دستکش، لباس کار، دقت در پیاده‌کردن	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیرقابل قبول	مدیریت مواد دورریختنی	توجهات زیست‌محیطی
			نقشه روی ورق برای افزایش بهره‌وری	نگرش
<p>معیار: شایستگی انجام کار:  کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی  کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش  کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار</p>				

## همه فلزات قابلیت جوش پذیری یکسان ندارند

جوش پذیری مقاومتی فلزات متفاوت می باشد، برخی از فلزات را می توان به راحتی با جوش مقاومتی به هم متصل کرد، اما برای تعدادی دیگر با دشواری مواجه هستیم. عوامل مؤثر بر جوش پذیری مقاومتی عبارتند از: الف) مقاومت الکتریکی، ب) خمیری شدن، ج) وجود لایه های سطحی با توجه به جدول زیر، ورق ها را از لحاظ مقاومت الکتریکی دسته بندی کنید.

جدول ۴- عوامل تأثیرگذار بر جوش پذیری آلیاژهای مختلف

فکر کنید



مقاومت الکتریکی				
ورق	بالا - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه		✓		
قلع اندود		✓		
گالوانیزه		✓		
روغنی		✓		
آلومینیوم				✓
برنج				✓
استیل	✓			
سهولت خمیری شدن				
ورق	خوب - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه		✓		
قلع اندود		✓		
گالوانیزه		✓		
روغنی		✓		
آلومینیوم	✓			
برنج	✓			
استیل			✓	
سهولت جوش کاری از لحاظ عدم وجود لایه های سطحی				
ورق	خوب - ۳ امتیاز	مناسب - ۲ امتیاز	متوسط - ۱ امتیاز	ضعیف - ۰ امتیاز
سیاه	✓			
قلع اندود			✓	
گالوانیزه			✓	
روغنی	✓			
آلومینیوم				✓
برنج		✓		
استیل			✓	



امتیازات هر ورق را از تمرین‌های قبلی به جدول زیر منتقل کنید و جدول زیر را تکمیل کنید. به نظر شما جوش پذیری چه آلیاژهایی خوب است؟ کدام آلیاژها به سختی جوش کاری می‌شوند؟

جدول ۵- مقایسه جوش پذیری آلیاژهای مختلف

ورق	مقاومت الکتریکی	خمیری شدن	لایه محافظ	جمع امتیاز	جوش پذیری
سیاه					
قلع اندود					
گالوانیزه					
روغنی					
آلومینیوم					
برنج					
استیل					

اگر امتیاز به دست آمده کمتر از ۵ شود ← جوش پذیری ضعیف است

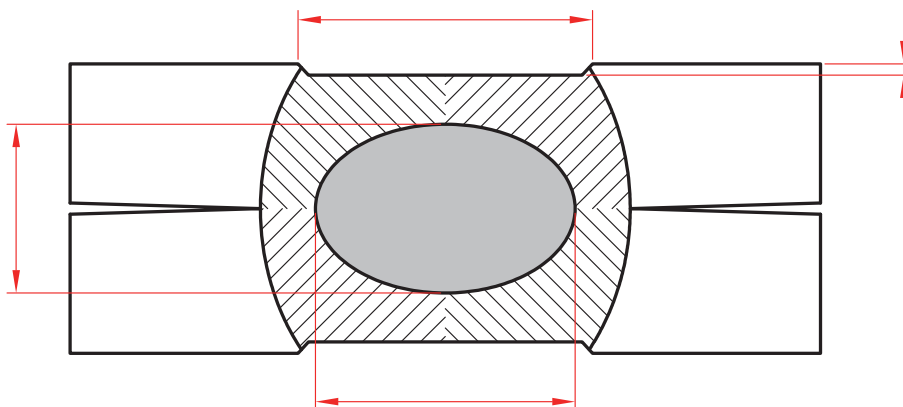
اگر امتیاز به دست آمده بین ۵ تا ۷ شود ← جوش پذیری متوسط است

اگر امتیاز به دست آمده ۷ و بیشتر از ۷ شود ← جوش پذیری خوب است



## نواحی یک نقطه جوش

شکل ۱۵ نواحی مختلف دو فلز که با فرایند نقطه جوش به یکدیگر متصل شده‌اند را نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۶ هر منطقه را بر روی جدول مشخص کنید.



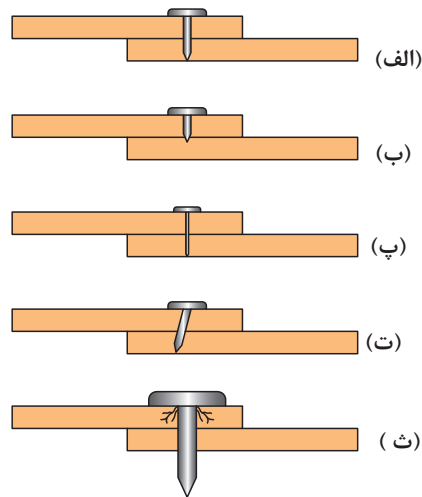
شکل ۱۵ - نواحی مختلف یک اتصال نقطه جوش

جدول ۶ - مناطق مختلف در یک دکمه جوش مقاومتی نقطه‌ای

منطقه	نام منطقه	توضیحات
الف	فلز جوش	به منطقه بین دو ورق فلزی گفته می‌شود که در اثر مقاومت الکتریکی ذوب و سپس منجمد شده است.
ب	قطر دکمه جوش	به طول فلز جوش گفته می‌شود.
پ	منطقه متأثر از گرما	ناحیه‌ای است که در اثر جوش کاری داغ شده ولی ذوب نشده است.
ت	عمق فرورفتگی	عمق فرورفتگی ناشی از فشار الکتروود بر سطح ورق
ث	عرض منطقه فرورفته	اندازه عرض ناحیه‌ای از سطح ورق که در اثر فشار الکتروود فرو رفته است.
ج	عمق جوش	ضخامت فلز جوش
چ	فلز پایه	قطعه کار

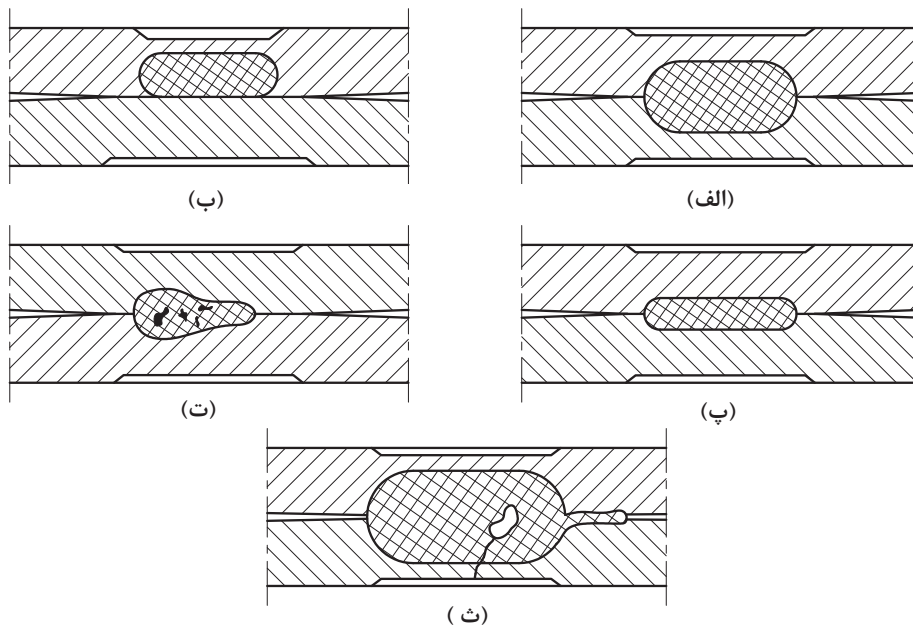
## کنترل کیفی اتصال نقطه جوش

به شکل ۱۶ نگاه کنید. برای ساخت جعبه چوبی کدام میخ مناسب تر است و اتصال مقاوم تری ایجاد می کند؟ سایر میخ ها چه مشکلی دارند؟



شکل ۱۶- مقطع نقطه جوش های مختلف

همان گونه که ملاحظه کردید، مناسب بودن اندازه و ابعاد میخ در مقاومت اتصال بسیار مهم است. در نقطه جوش نیز برای اتصال دو ورق، ابعاد و اندازه دکمه جوش بسیار مهم است. ارتباط بین شکل های ۱۶ (الف-ث) را با شکل های ۱۷ (الف-ث) پیدا کنید و تعیین کنید، کدام یک از این اتصالات بیانگر یک اتصال مناسب است.



شکل ۱۷- مقطع نقطه جوش های مختلف

## آزمون‌های ارزیابی کیفیت اتصال

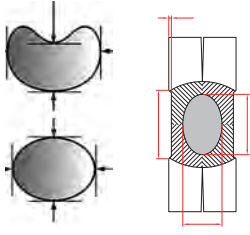
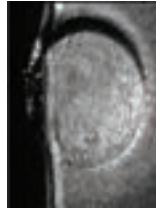

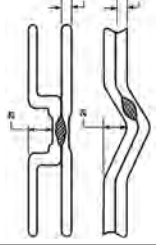
ارزیابی کیفیت اتصال نقطه جوش معمولاً به دو روش انجام می‌شود:

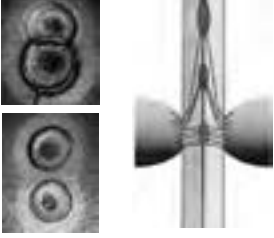



الف) بازرسی چشمی

ب) آزمون‌های مکانیکی

**الف) بازرسی چشمی:** پس از انجام جوش کاری باید با کمک ابزارهای اندازه‌گیری (خط‌کش، کولیس و ...) شکل و ابعاد نقطه جوش مورد بازرسی قرار گیرد و سلامت یا معیوب بودن آن مشخص گردد. در جدول ۷ برخی از عیوب متداول نقطه جوش به همراه حدود پذیرش آنها نشان داده شده است.

جدول ۷- انواع عیوب جوش در جوش کاری مقاومتی نقطه‌ای

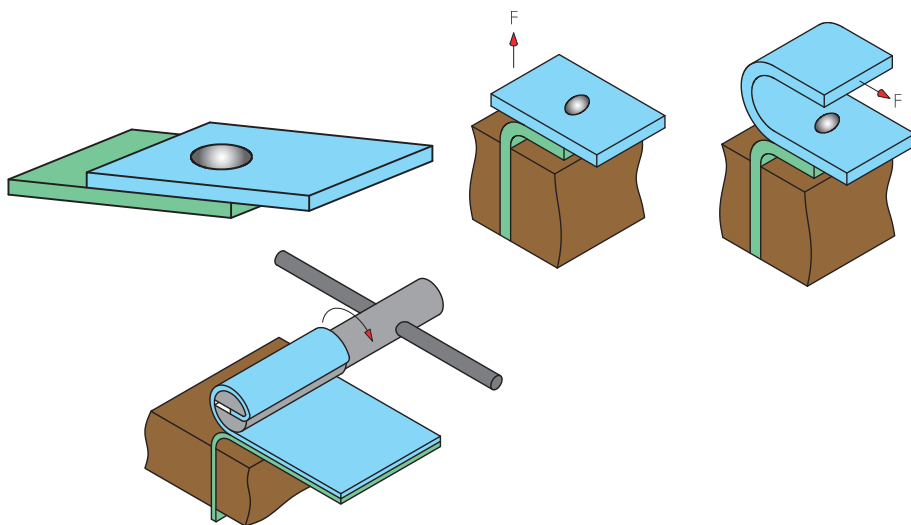
حد پذیرش	راه کنترل و رفع عیب	دلیل ایجاد عیب	توضیح	تصویر	نوع عیب	ردیف
$\frac{\text{قطر بزرگ}}{\text{قطر کوچک}} < 2$	<p>آماده‌سازی نوک الکتروده، تنظیم و کنترل گیره‌ها رعایت فاصله بین دو کمه جوش‌ها و فاصله تا لبه کنترل هم‌راستایی الکترودها</p>	<p>نوک غیر متقارن الکتروده، عدم رعایت فاصله مناسب تا لبه ورق و نقطه هم‌جوار</p>	<p>اختلاف در قطرهای دو کمه جوش و یا نفوذ سبب ایجاد شکل نامتقارن می‌گردد.</p>		دکمه نامتقارن	۱
$s > 6/5$	<p>رعایت فاصله از لبه ورق</p>	<p>نزدیکی بیش از حد دکمه به لبه ورق</p>	<p>عبور جریان از لبه ورق سبب ذوب شدن لبه می‌شود.</p>		سوختن لبه ورق	۲
<p>در سطوح قابل مشاهده مورد قبول نمی‌باشد</p>	<p>تنظیم زمان، فشار و جریان تمیزکاری سطح ورق کنترل شدت جریان و زمان</p>	<p>فشار کم الکتروده، نا هماهنگی بین پارامترها، کثیف بودن سطح ورق</p>	<p>بالا رفتن دما در محل اتصال الکتروده به ورق می‌تواند سبب ذوب شدن یا سوختن سطح ورق‌ها شود. این اتفاق باعث ایجاد ظاهر نامناسب جوش گردد.</p>		ذوب شدن و سوختن ورق	۳
<p>عمق اعوجاج باید کمتر از دو برابر ضخامت باشد</p>	<p>کنترل هم‌راستایی الکترودها، کنترل قید و بست‌ها و تنظیم فشار</p>	<p>محکم نبودن گیره ورق، عدم هم‌راستایی الکتروده و فشار بیش از حد</p>	<p>در اثر اعمال فشار ممکن است ورق‌ها تغییر شکل داده و دچار اعوجاج شود که سبب ایجاد ظاهر نامناسب و کاهش مقاومت اتصال می‌شود.</p>		پیچیدگی	۴

حد پذیرش	راه کنترل و رفع عیب	دلیل ایجاد عیب	توضیح	تصویر	نوع عیب	ردیف
حدود موجود در جدول ۱۱	رعایت حداقل فاصله متناسب با قطر دکمه جوش	عدم رعایت حداقل فاصله جوش ها	عدم رعایت فاصله بین دکمه جوش ها سبب عبور بخشی از جریان از دکمه هم جوار کاهش ابعاد و مقاومت جوش حاصل می شود		روی هم افتادگی دکمه ها و فاصله کم بین آنها	۵
$\frac{\text{قطر بزرگ}}{\text{قطر کوچک}} < 0.3$	کنترل و تنظیم پارامترهای جوش کاری	فشار بیش از حد، شدت جریان زیاد و زمان زیاد	در اثر اعمال فشار، نقطه اثر الکتروود بر روی سطح ورق به صورت فرورفتگی باقی می ماند که سبب ایجاد ظاهر نامناسب و افت مقاومت اتصال می شود		فرورفتگی	۶
غیر مجاز	فشار کم و جریان زیاد، جنس نامناسب الکتروود، عدم تناسب بین فشار، جریان و پهن بودن نوک الکتروود	فشار کم و جریان زیاد، جنس نا مناسب الکتروود، عدم تناسب بین فشار، جریان و پهن بودن نوک الکتروود	در اثر ذوب و چسبیدن ورق به الکتروود عملکرد و رسانایی الکتروود کاهش می یابد		آلوده شدن سطح الکتروود	۷
غیر مجاز	چرب بودن بیش از حد ورق، ذوب شدن نوک الکتروود و آلوده کردن حوضچه شدت جریان بالا و حذف فشار قبل از تکمیل انجماد	چرب بودن بیش از حد ورق، ذوب شدن نوک الکتروود و آلوده کردن حوضچه شدت جریان بالا و حذف فشار قبل از تکمیل انجماد	وجود آلودگی ها و یا تنظیم نبودن پارامترها سبب ایجاد ناپوستگی، افت خواص و یا شکست دکمه جوش در حین کار می شود		ترک و حفره	۸

ب. **آزمون‌های مکانیکی:** آزمون مکانیکی نقطه جوش به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که دو نمونه از پرکاربردترین‌های آنها عبارت است از:  
 الف: آزمون خم کاری<sup>۱</sup>  
 ب: آزمون قلم و چکش<sup>۲</sup>

## آزمون خم کاری

- این آزمون در سه مرحله انجام می‌شود (شکل ۱۸).  
 ۱- خم کردن لبه یکی از ورق‌ها به میزان  $90^\circ$   
 ۲- قرار دادن آن لبه درون گیره  
 ۳- چرخاندن لبه ورق آزاد حول ابزار (انبر دست و ...) تا جدا شدن کامل اتصال



شکل ۱۸- آزمون خم کاری



شکل ۱۹- نتیجه مطلوب در آزمون خم کاری

قبل از جدا شدن اتصال، دکمه جوش توسط چشم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. شرایط جوش سالم عبارت است از:

- ۱- اتصال از ورق جدا شده و در اصطلاح قلم‌کن شده باشد (شکل ۱۹).

۱- Peel Test  
 ۲- Chisel Test

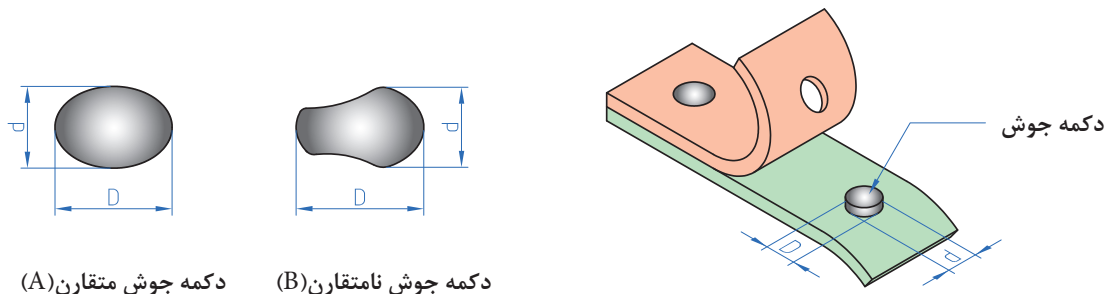
۲- قطر دکمه مطابق با جدول ۸ باشد.

جدول ۸- ابعاد دکمه جوش

ردیف	ضخامت ورق (mm)	حداکثر قطر مجاز (mm)	حداقل قطر مجاز (mm)	قطر مطلوب (mm)
۱	۰/۴	۳/۵۰	۲/۵۰	۳/۲۰
۲	۰/۵	۳/۹۰	۲/۸۰	۳/۵۰
۳	۰/۶	۴/۳۰	۳/۱۰	۳/۸۰
۴	۰/۷	۴/۶۰	۳/۳۰	۴/۲۰
۵	۰/۸	۴/۹۰	۳/۶۰	۴/۵۰
۶	۰/۹	۵/۲۰	۳/۸۰	۴/۷۰
۷	۱/۰۰	۵/۵۰	۴/۰۰	۵/۰۰
۸	۱/۱۰	۵/۸۰	۴/۲۰	۵/۲۰
۹	۱/۲۰	۶/۰۰	۴/۴۰	۵/۵۰

$$\text{ضخامت ورق} = 4\sqrt{\text{حداقل قطر مجاز}} = 5\sqrt{\text{حداکثر قطر مجاز}} = 5\sqrt{\text{ضخامت ورق}} = \text{قطر مطلوب}$$

در صورت گرد نبودن دکمه جوش می‌بایست از قطر متوسط به جای قطر دکمه جوش استفاده شود. نحوه محاسبه آن در شکل ۲۰ نشان داده شده است.



دکمه جوش متقارن (A)

دکمه جوش نامتقارن (B)

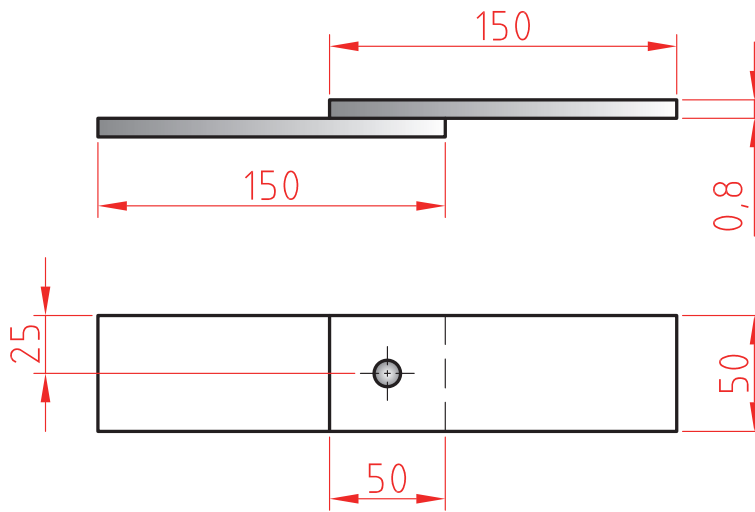
$$\text{قطر متوسط دکمه جوش} = \frac{D+d}{2}$$

شکل ۲۰- محاسبه قطر متوسط دکمه جوش

آزمون خمشی

شرح فعالیت: طبق نقشه در فصل مشترک یک نقطه جوش بزنید. سپس در جهت مخالف تحت خمشی قرار دهید تا مشخص شود که نقطه استحکام کافی را دارد. نتیجه را به صورت آزمایش گزارش دهید

نقشه شماره ۶



ابزارهای مورد نیاز خود را برای ایجاد نقطه جوش در جدول فهرست کنید.

ابزار	کاربرد	تعداد	توضیحات



## ارزشیابی تکوینی

نمره	استاندارد (شاخص‌های داوری / نمره‌دهی)	نتایج ممکن	شرایط عملکرد (ابزار، مواد، تجهیزات، زمان، مکان و ...)	مراحل کار
۳	فاق‌بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	آماده‌سازی بالاتر از انتظار	کارگاه: ابزارآلات خم کاری، دستگاه خم‌کن	خم کاری
۲	فاق‌بری برابر نقشه، خم کاری نادرست	آماده‌سازی قابل قبول		
۱	فاق‌بری برابر نقشه، زاویه خم و شعاع خم درست، خم کاری درست	آماده‌سازی غیر قابل قبول		
۲	توجه به همه موارد	قابل قبول	مدیریت مواد و تجهیزات	شایستگی‌های غیرفنی
			استفاده از لباس کار و دستکش	ایمنی و بهداشت
۱	توجه به ایمنی و بهداشت	غیر قابل قبول		توجهات زیست‌محیطی
				نگرش
<p>معیار: شایستگی انجام کار:                      کسب حداقل نمره ۲ از مرحله آماده‌سازی                      کسب حداقل نمره ۲ از بخش شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش                      کسب حداقل میانگین ۲ از مراحل کار</p>				

## ارزشیابی پایانی – نقطه جوش دو ورق فولادی به صورت لب روی هم

<p><b>شرح کار:</b>          - آماده سازی دستگاه          - آماده سازی الکترودهای نقطه جوش          - انجام جوش کاری          - عیب یابی و کنترل ابعاد</p>																																							
<p><b>استاندارد عملکرد:</b>          اتصال فلزات به روش جوش کاری نقطه ای براساس استاندارد SWA  <b>شاخص ها:</b>          - سطح تمیز و بدون چربی و بدون لایه های اکسیدی          - کنترل سطح الکترودها از نظر عدم وجود چربی و کثیفی و نیز هم راستایی نوک الکترودها          - کنترل پارامترهای تنظیمی دستگاه جوش کاری و اطمینان از درست بودن آنها          - اطمینان از انجام جوش کاری نقطه ای بر محل های مورد نظر</p>																																							
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>  <b>شرایط:</b> کارگاه استاندارد جوش کاری مجهز به تجهیزات، جوش کاری نقطه ای، دستگاه ویژه نقطه جوش کاری، قطعات فلزی، قید و بند، متر، خط کش، کولیس، سوزن خط کش، سنبه نشان، سوهان و Tip dress  <b>ابزار و تجهیزات:</b> دستگاه جوش کاری نقطه ای</p>																																							
<p><b>معیار شایستگی:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ردیف</th> <th>مرحله کار</th> <th>حداقل نمره قبولی از ۳</th> <th>نمره هنرجو</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۱</td> <td>آماده سازی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>خم کاری</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>کنترل نهایی</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۵</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۶</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری، سطح ۱، داوطلب شدن برای فعالیت های جدید و خاص، دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق افزایش بهره وری</td> <td>۲</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">میانگین نمرات</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>				ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو	۱	آماده سازی	۲		۲	خم کاری	۲		۳	کنترل نهایی	۲		۴				۵				۶				شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری، سطح ۱، داوطلب شدن برای فعالیت های جدید و خاص، دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق افزایش بهره وری		۲		میانگین نمرات			*
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو																																				
۱	آماده سازی	۲																																					
۲	خم کاری	۲																																					
۳	کنترل نهایی	۲																																					
۴																																							
۵																																							
۶																																							
شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: مسئولیت پذیری، سطح ۱، داوطلب شدن برای فعالیت های جدید و خاص، دستکش، لباس کار، دقت در پیاده کردن نقشه روی ورق افزایش بهره وری		۲																																					
میانگین نمرات			*																																				
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.</p>																																							