

## پودمان ۳

### جوش کاری برق



## واحد یادگیری ۳

### جوش کاری برق

#### آیا تاکنون پی برده‌اید

- ورق‌های بدنه شناور به چه وسیله‌ای به هم متصل می‌شوند؟
- ایمنی لازم در جوش کاری برق چیست؟
- روش‌های مختلف جوش کاری به چه صورتی است؟
- انواع دستگاه‌های جوش کاری در صنایع کدامند؟
- چه عاملی باعث برقراری اتصال بین دو قطعه جوش داده شده می‌گردد؟
- مهارت‌های لازم برای جوش کاری استاندارد چیست؟

#### استاندارد عملکرد

در پایان این فصل هنرجو می‌تواند نکات ایمنی در هنگام جوش کاری برق را رعایت کند. همچنین وسایل لازم برای جوش کاری برق و روش استفاده از آنها را بداند. در ضمن مهارت‌های لازم برای اجرای جوش کاری خوب را کسب کند تا بتواند فرایند جوش کاری را به صورت استاندارد و قابل اطمینان اجرا کند.

## جوش کاری برق دستی

جوش کاری برق دستی با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش دار یکی از روش های جوش کاری برق است که بیشترین کاربرد را در صنعت دارد. انواع دیگر جوش کاری برق وجود دارد که شامل موارد زیر است:

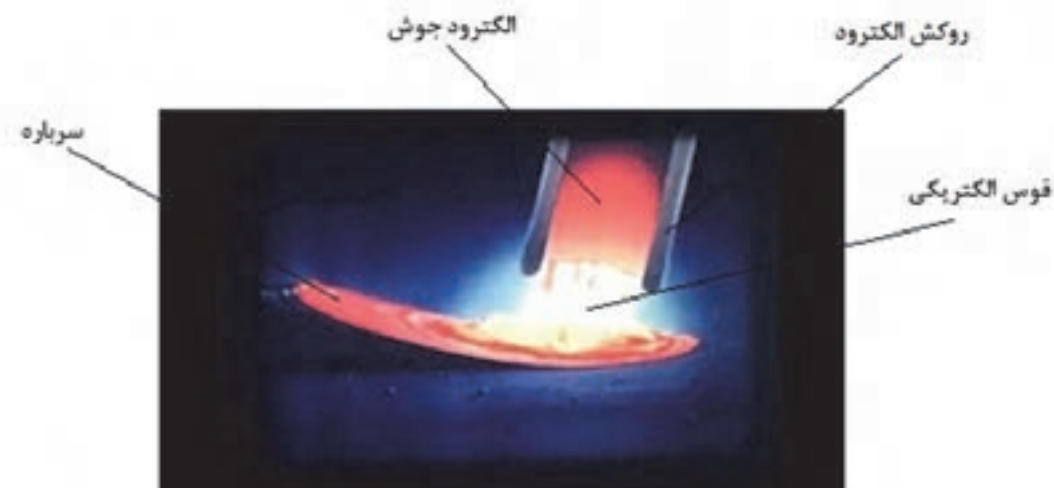
- جوش کاری با گازهای محافظ
- جوش کاری پلاسما
- جوش کاری زیر آب
- جوش کاری مقاومتی

تحقیق کنید



چه روش های دیگری از جوش کاری برق وجود دارد؟

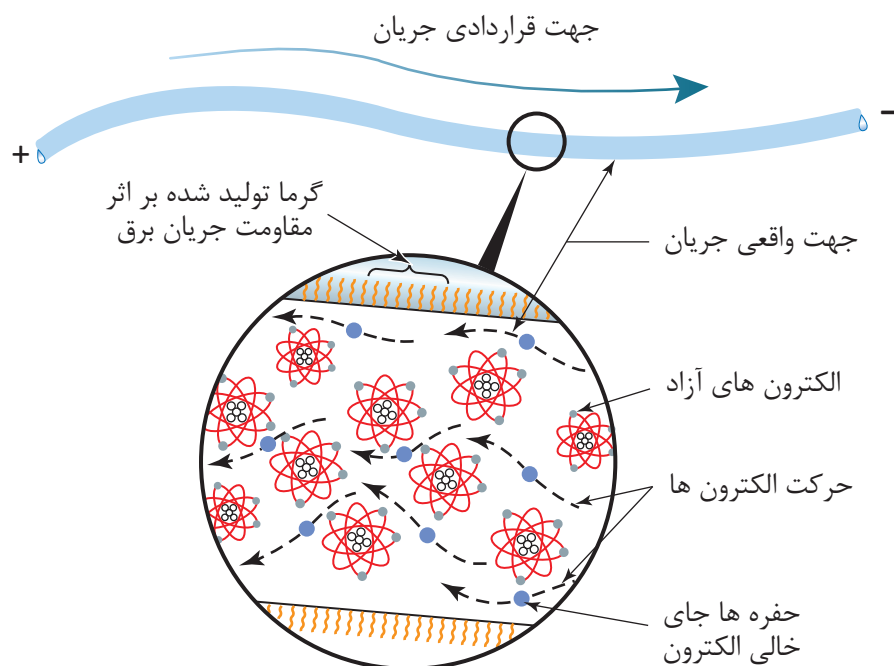
در جوش کاری دستی با استفاده از جریان برق، الکتروود فلزی، قوس را به وجود می آورد و خود در گرمای قوس ذوب می شود و روکش ذوب شده به دلیل کمتر بودن جرم حجمی روی مذاب را می پوشاند. پس از انجماد مواد مذاب، خط جوش به همراه گل جوش یا سرباره تشکیل می شود (شکل ۱). پس می توان گفت عوامل لازم برای جوش کاری یعنی انرژی حرارتی برای ذوب و محافظت از مذاب هر دو از طریق الکتروود روپوش دار عملی می شود. بر این اساس این فرایند را جوش کاری قوس الکتریکی با الکتروود روپوش دار گویند.



شکل ۱ - جوش کاری با الکتروود روپوش دار

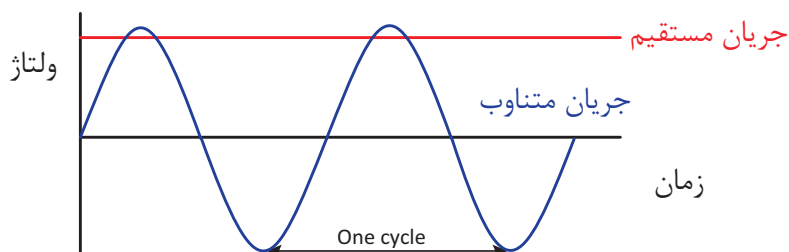
## جریان جوش کاری (Welding Current)

حرکت الکترون‌ها از قطب منفی به سمت قطب مثبت (شکل ۲) به دلیل وجود مقاومت، تولید گرما می‌کند. در فرایند جوش کاری، الکترون‌ها از الکتروود به سمت قطعه کار پرش می‌کنند که به دلیل وجود مقاومت هوا تولید گرما صورت می‌گیرد.



شکل ۲

در جوش کاری با الکتروود دستی از هر دو نوع جریان متناوب (Alternating Current) (AC) و مستقیم (DC) می‌توان استفاده کرد. استفاده از منبع تغذیه با جریان متناوب و یا جریان مستقیم در فرایند دستی با قوس الکتریکی و الکتروود روپوش‌دار به انتخاب الکتروود بستگی دارد. نوع جریان مصرفی بر روی عملکرد الکتروود تأثیر می‌گذارد. هر نوع جریان، مزایا و محدودیت‌هایی دارد که این موارد هنگام انتخاب نوع جریان برای یک کاربرد خاص باید مد نظر قرار گیرند.



شکل ۳

جدول زیر را تکمیل کنید.

کار در کلاس



مزایای جریان‌ها		
DC	AC	ردیف
	دستگاه‌های مولد جریان AC ساده‌تر و ارزان‌تر هستند.	۱
قوس راحت‌تر تشکیل می‌شود و پایدارتر است.		۲
		۳
		۴
		۵
		۶

تحقیق کنید



معایب جریان‌های AC و DC در فرایند جوش کاری را بیابید.

### شدت و ولتاژ جریان:

شدت جریان و ولتاژ جوش کاری از جمله مهمترین پارامترها در فرایندهای جوش کاری ذوبی به حساب می‌آیند. انتخاب نکردن صحیح یا کنترل آنها به طور مستقیم باعث به وجود آمدن بسیاری از عیوب در جوش می‌شود. زیرا مقدار حرارت قوس ارتباط مستقیم با مقدار شدت جریان و ولتاژ دارد. بنابراین روی صفحه کلید دستگاه‌های جوش کاری کلیدهای مخصوصی برای تغییر پیوسته یا پله‌ای این متغیرها در نظر گرفته می‌شود.

کار در کلاس



جدول زیر را کامل کنید.

شرح	پارامتر جریان		ردیف
	انگلیسی	فارسی	
به میزان..... عبوری از الکتروود گفته می‌شود.	Amper	شدت جریان	۱
میزان ..... سطح الکتریکی در مسیر جریان است که تعیین‌کننده میزان عبور الکترون‌ها است که هر چه ..... باشد، تخلیه الکتریکی از فاصله دورتری صورت می‌گیرد.	Voltage	ولتاژ	۲
حاصل ضرب آمپر در ولتاژ است که میزان توان قوس جوش کاری بوده و عمق و پهنای جوش کاری را تعیین می‌کند.	.....	.....	۳

### قطب‌های مستقیم و معکوس در جوش کاری:

هر دو جریان AC و DC در جوش کاری با الکتروود روپوش دار استفاده می‌شود. با این تفاوت که وقتی با جریان متناوب جوش کاری می‌کنیم، قطب مثبت و قطب منفی وجود ندارد و انبر جوش کاری به هر کدام از کابل‌های خروجی دستگاه جوش وصل شود، نتیجه کار یکسان خواهد بود. گرما در الکتروود و کار به طور مساوی توزیع می‌شود. به دلیل این که در جریان متناوب در هر ثانیه ۵۰ بار جای قطب‌ها عوض می‌شود، قوس پایداری کمتری دارد و مواردی که ضرورت دارد با آمپر کمتر کار کنیم، جوش کاری مشکل‌تر می‌شود، مانند جوش کاری افقی، عمودی و سقفی و جوش کاری ورق‌های نازک‌تری در به‌کارگیری جریان مستقیم که توسط دستگاه رکتی‌فایر یا دینام جوش کاری تأمین می‌شود، انتخاب قطب در اختیار جوش کار است (شکل ۴).



شکل ۴ - قطب‌های مولد جریان

### تجهیزات جوش کاری

دستگاه‌ها و ابزارهای مورد استفاده در جوش کاری برق در جدول زیر نمایش داده شده است:

جدول زیر را کامل کنید.



تصویر	شرح و کاربرد	نوع تجهیز		ردیف
		انگلیسی	فارسی	
	دستگاهی است که برای کاهش ولتاژ و ..... آمپر جریان، در فرایند جوش کاری استفاده می‌شود.	Step-down transformer	ترانسفورماتور کاهنده	۱
	این دستگاه که نوعی ترانسفورماتور است، برای تولید جریان مستقیم در فرایند جوش کاری کاربرد دارد.	.....	دستگاه تولید جریان DC	۲
	این ابزار برای نگه‌داشتن الکتروود در هنگام جوش کاری استفاده می‌شود.	Electrode Holders	انبر الکتروود	۳
	از این ابزار برای متصل کردن یکی از قطب‌های جریان به ..... استفاده می‌شود.	.....	انبر اتصال	۴
	برای حفاظت چشم‌ها و صورت در حین جوش کاری استفاده می‌شود.	.....	ماسک	۵
	برای حفاظت دست‌ها از سوختگی و ..... احتمالی استفاده می‌شود.	.....	دستکش	۶
	این قطعه در هنگام جوش کاری ذوب می‌گردد و باعث اتصال قطعات به همدیگر می‌شود.	.....	.....	۷

### ترانسفورماتورهای جوش کاری (Welding Transformers):

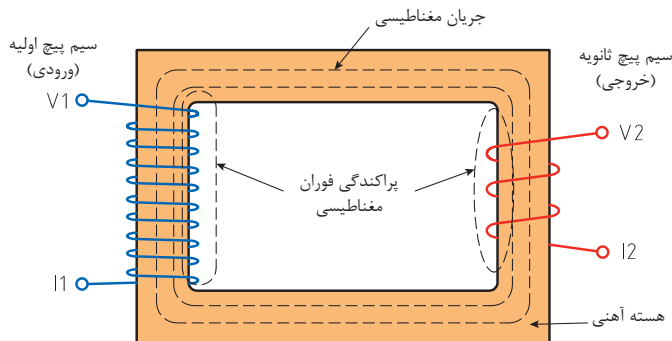
ترانسفورماتورهای جوش کاری مبدل جریان هستند؛ یعنی ولتاژ برق ورودی را که ۲۲۰ و ۳۸۰ ولت است، به برق ولتاژ پایین برای جوش کاری تبدیل می‌کنند. به این دستگاه‌ها ترانسفورماتور کاهنده ولتاژ گویند که در شکل ۵ آورده شده و دارای قسمت‌های زیر است:



شکل ۵- نمایی از ترانسفورماتور

**هسته آهنی:** که از ورقه‌های نازک فولادی که درصد سیلیسیم آنها بیشتر از فولادهای معمولی استفاده شده است تا خاصیت آهن‌ربایی را در خود ذخیره نکند. همچنین به دلیل لایه‌های نازک عایق که بین ورقه‌ها وجود دارد، از گرم شدن بیش از حد آنها جلوگیری می‌شود.

**سیم پیچ‌ها:** یکی سیم‌پیچ اولیه که از سیم عایق دار نازک با تعداد حلقه‌های زیاد روی هسته پیچیده شده است مطابق شکل ۶ به برق ورودی وصل می‌شود و حوزه مغناطیس متغیر یا میدان مغناطیسی در هسته ایجاد می‌کند؛ و دیگری سیم پیچ ثانویه است که دارای تعداد حلقه‌های کمتر و با قطر بیشتر است و میدان مغناطیسی از وسط آن عبور می‌کند.



شکل ۶- سیم پیچ با هسته آهنی



## جوش کاری برق

میدان مغناطیسی باعث می‌شود الکترون‌های آزاد سیم تحریک شود و جریان الکتریکی در سیم‌پیچ ثانویه به وجود آید که جریان القایی نام دارد که ولتاژ آن کمتر از ولتاژ اولیه است (ترانسفورماتور کاهنده). ولتاژ ثانویه با نسبت تعداد دورهای سیم‌پیچ اولیه ( $N_1$ ) به تعداد دور سیم‌پیچ ثانویه ( $N_2$ ) ضریب تبدیل بستگی دارد و روابط زیر برقرار است:

$$a = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

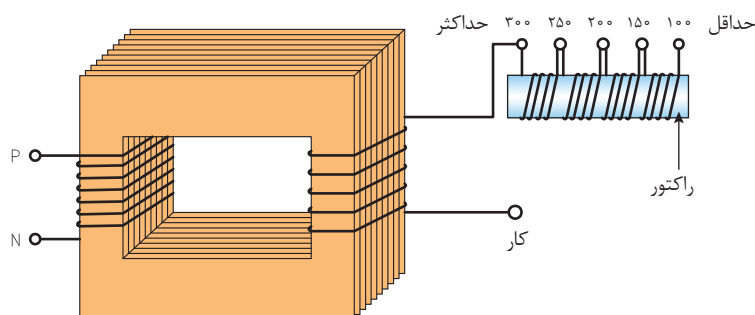
که در آن  $I_1$  و  $V_1$  شدت جریان و ولتاژ ورودی دستگاه و  $I_2$  و  $V_2$  شدت جریان و ولتاژ خروجی جوش کاری است. همچنین ترانسفورماتورها دارای یک کلید قطع و وصل در ورودی جریان و یک فن خنک‌کننده سیم‌پیچ‌ها هستند.

### تغییر آمپر در ترانسفورماتور جوش کاری:

برای جوش کاری فلزات مختلف و اتصالات گوناگون با ضخامت‌های متفاوت ضرورت دارد که الکترودهای روپوش‌دار با جنس مغز فلزی و جنس روپوش و همچنین قطرهای متفاوت به راحتی قابل استفاده باشد؛ لذا باید آمپر جوش کاری قابل تنظیم باشد. پس لازم است روشی برای کم و زیاد کردن آمپر در دستگاه‌های جوش کاری تدارک شده باشد. در ترانسفورماتورهای جوش کاری به دو روش تغییر آمپر عملی می‌شود.

### تغییر آمپر پله‌ای:

در این روش یک سر سیم‌پیچ ثانویه از طریق یک مبدل عبور داده می‌شود. در این مبدل همان طور که در شکل ملاحظه می‌شود، ترمینال‌های متعدد برای دریافت جریان جوش کاری وجود دارد (شکل ۷). هر چه تعداد دورهای سیم‌پیچ مبدل بیشتر در مدار باشد، تأثیر متقابل هسته بر عبور جریان بیشتر خواهد بود و شدت جریان کاهش می‌یابد و بر عکس، مثلاً در ترمینال حداکثر، چون جریان القایی (ثانویه) از سیم‌پیچ مبدل عبور نمی‌کند، شدت جریان بیشتری در اختیار جوش کار قرار می‌گیرد.

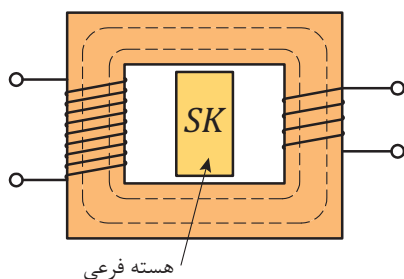


شکل ۷- سیم‌پیچ با تغییر آمپر پله‌ای

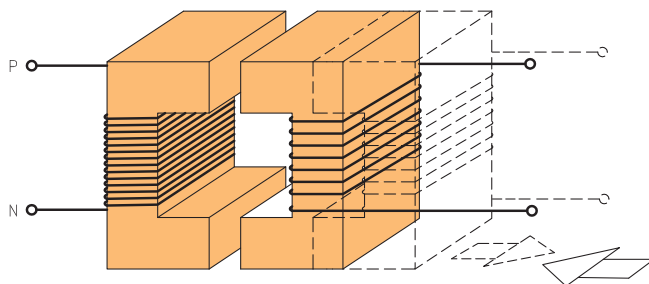
### تغییر آمپر پیوسته:

در این روش از راه‌های مختلف در میزان میدان مغناطیسی که از وسط سیم‌پیچ ثانویه عبور می‌کند، تغییر به وجود می‌آورند.

الف) با قرار دادن هسته فرعی درون هسته اصلی، درصدی از خطوط حوزه مغناطیسی از هسته فرعی عبور می‌کند و از شدت میدان مغناطیسی در هسته اصلی کاسته می‌شود (شکل ۸).  
 ب) کم و زیاد کردن دسته سیم‌پیچ‌های مدار ثانویه همراه با جابه‌جایی هسته فرعی.  
 ج) ایجاد فاصله هوایی بین دو قسمت هسته به وسیله دور و نزدیک کردن یک قسمت هسته از قسمت دیگر آن (شکل ۹). با دور کردن دو قسمت هسته از هم، شدت جریان کم می‌شود و برعکس، با نزدیک کردن آنها به هم شدت جریان افزایش می‌یابد.



شکل ۸- تغییر آمپر با هسته فرعی



شکل ۹- تغییر آمپر با جابه‌جایی بخشی از هسته

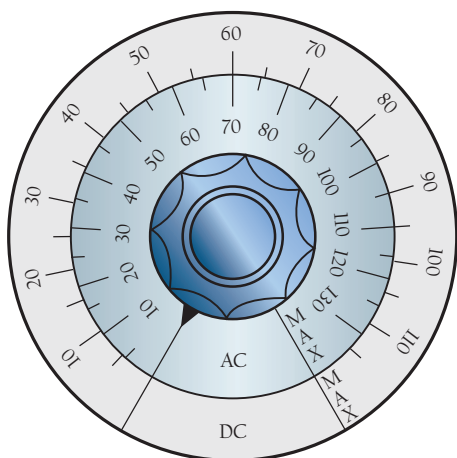
### رکتی‌فایر جوش‌کاری:

مبدل جریان است که جریان DC برای جوش‌کاری تأمین می‌کند و علاوه بر قسمت‌های مختلف یک ترانسفورماتور معمولی دارای یک قسمت یک‌سوساز هم است. یک‌سوکننده را می‌توان به شیر یک‌طرفه تشبیه کرد. جریان فقط در یک جهت می‌تواند از یک‌سوکننده عبور کند. اگر جریان ورودی تک‌فاز AC باشد، خروجی یک‌سوکننده جریان مستقیم بسیار موجی شکل خواهد بود. اما اگر جریان ورودی سه‌فاز به یک‌سوکننده وارد شود، چون هر فاز با فاز دیگر ۱۲۰ درجه اختلاف دارد جریان خروجی بسیار هموارتر خواهد بود. یک‌سوکننده‌ها چند نوع هستند؛ سیلیکونی، و سیلینیمی و لامپی، که اجازه می‌دهند الکترون‌ها از یک جهت عبور کنند ولی برگشت از این مسیر امکان‌پذیر نیست.

### تغییر آمپر در رکتی‌فایرها:

در رکتی‌فایرهای امروزی به جای یک‌سوکننده معمولی از تریستور استفاده می‌شود. تریستور یک وسیله حالت جامد است که فقط اجازه عبور جریان در یک جهت را می‌دهد؛ یعنی مانند یک‌سوکننده معمولی عمل می‌کند، به علاوه می‌توان شدت جریان را با استفاده از سیگنال کنترل‌شونده از راه دور تغییر داد. نقطه ضعف اساسی

## جوش کاری برق



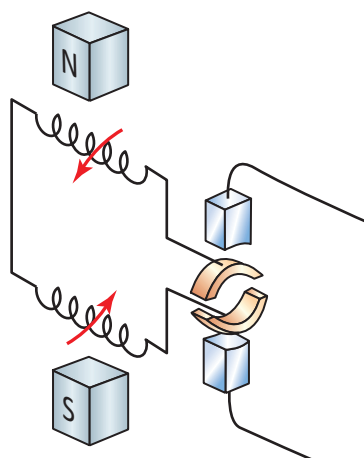
شکل ۱۰ - تغییر آمپر در رکتی فایر

تریستور وجود موج‌های چشمگیر در جریان خروجی است. این عیب توسط یک سلف در مدار کاهش می‌یابد. پس تغییر آمپر در رکتی فایرها به وسیله یک کلید گردشی است که در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنیم. در دستگاه‌های جوشکاری که در سیستم‌های جوش کاری اتومات یا ربات کار می‌کند، از ترانزیستور به عنوان تقویت‌کننده استفاده می‌شود و مقدار عبور جریان به عنوان عکس‌العمل با یک سیگنال تنظیم می‌شود و دیگر موج‌های مزاحم در جریان خروجی کاهش می‌یابد. در این دستگاه‌ها برای بالا بردن ظرفیت خروجی جریان تعداد زیادی مثلاً ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد ترانزیستور به صورت موازی به هم بسته می‌شود.

ناگفته نماند دستگاه‌های امروزی با استفاده از افزایش فرکانس جریان (از ۵۰ بر ۲۵۰۰۰ هرتز) با فرکانس بالا ساخته شده‌اند که سبک‌وزن و کوچک هستند و به آنها اینورترتور گویند.

### ژنراتور (دینام) - مولدهای جریان جوش کاری:

همان طور که می‌دانیم اگر یک حلقه سیم، خطوط مغناطیسی موجود بین دو قطب آهن‌ریا را قطع کند، در آن حلقه جریان الکتریکی برقرار می‌شود (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ - نمای داخلی مولد برق

اگر دو سر سیم مذکور به کلکتور (جمع‌کننده) وصل شود، از طریق جاروبک یا ذغال می‌توان جریان الکتریکی را دریافت کرد.

حال چنانچه هر سر سیم به یک حلقه کلکتور مجزا وصل شود، جریان متناوب به وجود می‌آید و برعکس، در صورت استفاده از کلکتورهای دوتکه جریان ایجاد شده جریان مستقیم می‌شود. این فرایند در دستگاهی انجام می‌شود که به آن ژنراتور می‌گویند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- ژنراتور

در صورت افزایش تعداد حلقه‌های کلاف و استفاده از ۴ آهن‌ربا و کلکتورهای چندپارچه می‌توانیم جریان مستقیم هموارتری را داشته باشیم.

چنانچه حرکت دورانی توسط یک الکتروموتور که با برق شهر کار می‌کند، تأمین شود، دستگاه را دینام جوش کارگاهی گویند و اگر حرکت دورانی توسط یک موتور احتراقی بنزین یا گازوئیل سوز تدارک شود، دستگاه را دینام جوش سیار گویند. دستگاه‌های دینام جوش امروزی، جریان بسیار هموار و پایدار دارند و هیچ‌گونه نوسان در جریان قوس ندارند؛ در نتیجه پایداری قوس الکتریکی کاملاً رضایت‌بخش است.

### تغییر آمپر در دینام‌های جوش کاری:

در دستگاه‌های تولید جریان برق جوش کاری (دینام جوش کاری) با تغییر در جریان تحریک بالشتک‌های ایجاد حوزه مغناطیسی (ایجادکننده خطوط قوا یا فلوی مغناطیسی) شدت جریان را افزایش یا کاهش می‌دهند (شکل ۱۳).

در این دستگاه‌ها برای تغییر قطب، کلیدی روی دینام جوش تعبیه شده است که الکتروود را منفی یا مثبت می‌کند و به آن کلید تعیین قطب می‌گویند.



شکل ۱۳ - کلید تغییر قطب در دینام

دینام‌های جوش کاری کارگاهی با کلید ستاره، مثلث راه‌اندازی می‌شوند. با ستاره شروع به کار می‌کند، وقتی که دور دینام به ۷۵٪ رسید، آنگاه کلید در حالت مثلث قرار می‌گیرد. هیچ‌گاه نباید در حالت ستاره، عمل جوش کاری انجام شود (باید توجه داشت همه دستگاه‌ها به کلید ستاره مجهز نیستند).



### نوع فعالیت: بررسی مولد جوش کاری شرح کار:

- ۱- نوع مولدهای جوش کاری موجود در کارگاه را تعیین کنید.
- ۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.
- ۳- بررسی نمایید تغییر آمپر در این مولدها از چه نوعی است.

### ایمنی در جوش کاری

رعایت ایمنی در جوش کاری با توجه به مخاطرات زیادی که در این فعالیت از جمله خطر برق‌گرفتگی، سمی بودن گازهای حاصل و خطرات قوس الکتریکی وجود دارد، بسیار مهم و حیاتی است.

#### مخاطرات اصلی در جوش کاری با قوس الکتریکی عبارتند از:

- ۱- شوک الکتریکی
- ۲- تشعشع پرتوها
- ۳- استنشام دود و گاز
- ۴- پاشیدن جرقه از مذاب

#### شوک الکتریکی:

شوک الکتریکی زمانی حادث می‌شود که جریان الکتریسیته از مسیر قلب بگذرد و یک واکنش ماهیچه‌ای را باعث شود. به طور کلی عبور جریان بیشتر از یک میلی آمپر از بدن، باعث احساس یک شوک می‌شود. عبور جریان‌های بالاتر از ۲۵ میلی آمپر از بدن باعث از کار افتادن قلب می‌شود. جوش کار نباید با ولتاژی که بتواند جریانی بیشتر از یک میلی آمپر را از بدن عبور دهد، کار کند. برق جوش کاری دارای ولتاژ پایین است و از نظر برق‌گرفتگی هم کم‌خطر است ولی کابل‌های ورودی به دستگاه دارای ولتاژ بالا حداکثر تا ۴۱۵ ولت هستند که بسیار خطرناک‌اند و باید کاملاً محافظت شوند تا در تماس با اجسام داغ، تیز و برنده نباشند. ولتاژ مدار باز دستگاه‌های جوش کاری به طور معمول باید زیر ۹۰ ولت باشد. دستگاه‌های جوش کاری امروزی طوری طراحی شده‌اند که وقتی روشن می‌شوند، ابتدا ولتاژ کمی در دو سر کابل وجود دارد و موقع تماس الکتروود به کار ولتاژ مدار باز مناسب به طور اتومات جریان می‌یابد.

#### جدول ۱

##### نکات ایمنی در جوش کاری برق

۱	اتصال کابل تغذیه دستگاه و تابلو برق باید توسط کلید و فیوز مناسب انجام شده باشد.
۲	اطمینان حاصل کنید که کابل ورودی به دستگاه دارای عایق‌بندی خوب باشد و برای ولتاژ تا ۴۱۵ ولت مناسب باشد.
۳	مطمئن شوید که دستگاه به سامانه اتصال به زمین (ارت) مجهز باشد.
۴	هنگام کار با دست‌کش خشک کار کنید.

### نکات ایمنی در جوش کاری برق

۵	هنگام جوش کاری از کفش‌های مناسب دارای کف عایق و یا از یک عایق زیر پا مانند تخته‌چوب استفاده کنید.
۶	توجه داشته باشید تجهیزات برق‌رسانی و سیم‌کشی برق قادر به عبور جریان لازم برای کار مورد نظر باشد.
۷	هنگام برق‌گرفتن، به شخص برق‌گرفته دست نزنید و کلید اصلی برق ورودی را قطع کنید.
۸	وصل کردن کابل‌های جوش کاری باید هنگام خاموش بودن دستگاه صورت گیرد.
۹	تعویض الکتروود خصوصاً در ارتفاع باید با دست‌کش انجام شود.

### تشعشع پرتوها:

قوس الکتریک دارای سه نوع اشعه است:

۱- اشعه قابل رؤیت (روشنایی) (Visible Light (VL)

۲- اشعه ماوراء بنفش (Ultra Violet (UV)

۳- اشعه مادون قرمز (Infrared (IR)

نور مرئی قوس الکتریک بسیار شدید است و مانند نور شدید خورشید در روزهای برفی برای چشم ضرر دارد؛ بنابراین، باید از عینک دودی استفاده کرد تا درصد کمتری از آن به چشم برسد. اشعه ماوراء بنفش قابل رؤیت نیست چون دارای طول موج کمتر از  $4/0$  است و برای چشم و پوست و مو و مخاط تنفسی خطر دارد. عدسی چشم انسان در معرض اشعه ماوراء بنفش دچار برق‌زدگی می‌شود که دردناک است و باعث جاری شدن اشک چشم و عدم تحمل نور می‌گردد. اشعه مادون قرمز هم دارای طول موج بیشتر از  $7/0$  است که موجب آسیب رسیدن به پوست (مثل سوختگی صورت و گردن در کنار دریا) می‌شود و خطر آب‌مروارید در چشم را به دنبال دارد (شکل ۱۴)، علاوه بر جوش‌کاران بی‌توجه، افرادی هم که در مجاورت عملیات جوش کاری کار می‌کنند دچار مشکلات برق‌زدگی در چشم می‌شوند؛ لذا باید به افرادی که در محدوده قوس جوش کاری کار می‌کنند آگاهی داده شود تا با چشم غیرمسلح به قوس الکتریکی نگاه نکنند. انعکاس قوس از سطوح صیقلی و براق هم مخاطره‌آمیز است. جوش‌کاران باید از ماسک جوش کاری که دارای شیشه‌تار مناسب است، استفاده کنند و اطراف کار جوش کاری هم باید توسط پرده‌های برزنتی نسوز حفاظدار شود.



شکل ۱۴ - آب مروارید ناشی از اشعه مادون قرمز

### تولید دود و گاز:

دمای زیاد قوس باعث سوختن روپوش الکتروود می‌شود که موجب تولید دود، گازهای مختلف و گرد و غبار و بخارهای فلزی در قوس و اطراف آن می‌گردد. این ذرات معلق و گازها برای مجاری تنفسی جوش کاران زیان‌بخش است که به ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد. البته حداکثر غلظت مجاز که جوش کار می‌تواند در معرض آن قرار گیرد، توسط سازمان‌های ذی‌ربط تعیین و اعلام می‌شود. عمده گازهایی که تولید می‌شوند، عبارتند از:

#### منواکسید کربن (CO):

از سوختن ناقص کربن و تجزیه ترکیب کربنی شکل می‌گیرد. گازی است بی‌رنگ و بی‌بو که از هوا سبک‌تر است و حداکثر میزان مجاز آن ۵۵-۵۰ میلی‌گرم در یک متر مکعب هوا است. در جوش کاری با الکتروود روپوش دار و از تجزیه گاز در جوشکاری با گاز محافظ CO<sub>2</sub> و همچنین موقع جوش کاری قطعات رنگ‌شده به وجود می‌آید. تنفس این گاز موجب سرگیجه، تهوع، استفراغ و تاری دید می‌شود.

#### گاز کربنیک (CO<sub>2</sub>):

در جوش کاری SMAW (Shielded Metal Arc Welding) و GMAW (Gas Metal Arc Welding) روی فولادها با الکتروودهای روپوش دار از سوختن سلولز، گرافیت و از تجزیه کربنات کلسیم موجود در روپوش مقدار زیادی گاز CO<sub>2</sub> به عنوان گاز محافظ به وجود می‌آید که در جوش کاری با گاز CO<sub>2</sub> ناحیه قوس و اطراف آن را پوشش می‌دهد و باعث می‌شود که فضای تنفسی جوش کار اشغال شود و اکسیژن به شدت کاهش یابد. تراکم بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم در متر مکعب باعث مسمومیت می‌شود.

#### گازهای N<sub>2</sub>O و N<sub>2</sub>O و NO:

از ترکیب اکسیژن با ازت هوا که در گرمای قوس به وجود می‌آید، به‌ویژه زمانی که با برش کاری پلاسمای هوا کار می‌کنیم، به مقدار زیاد تولید می‌شود. حداکثر مجاز این گازها ۹ میلی‌گرم در متر مکعب است و عملیات جوش کاری و برش کاری در فضاهای محدود بدون تهویه مناسب مخاطره‌آمیز است.

#### گاز اوزن (O<sub>3</sub>):

گازی فعال است و باعث صدمه زدن به مجاری تنفسی می‌شود. اکسیژن هوا در مجاورت اشعه ماورای بنفش تبدیل به اوزن می‌شود. ناگفته نماند که از برخورد گاز اوزن به جسم جامد، واکنش فوق برگشت پذیر خواهد بود و خطر رفع می‌شود.

تحقیق کنید



خطراتی که گازهای ذکر شده دارند، بیابید.

### بخارهای فلزی:

دمای قوس از دمای غلیان و جوشیدن فلزات بالاتر است؛ لذا در مرکز قوس، فلزات تبخیر شده و بخارهای فلزی تولید می‌شوند. مغز فلزی الکتروودها می‌توانند بخارات منگنز، مولیبدن، کروم، نیکل، آلومینیوم، مس، قلع و غیره تولید کنند. استنشاق بخارهای تازه تولیدشده در قوس ممکن است منجر به عارضه‌ای به نام تب بخارهای فلزی

شود. بخارهای فلز روی که موقع جوش کاری لوله‌ها و ورق‌های گالوانیزه تولید می‌شود، یکی از شایع‌ترین موارد ابتلا به تب بخارهای فلزی است. نوشیدن شیر و آب میوه پس از عملیات جوش کاری برای رفع مشکلات تنفسی توصیه شده است.

## کنترل و کاهش میزان آلودگی‌های گازی

سه روش برای این منظور به کار گرفته می‌شود:

- ۱- تهویه عمومی کارگاه با تهویه مناسب، تا همه کسانی را که در کارگاه جوش کاری کار می‌کنند، از آن بهره‌مند شوند.
- ۲- می‌توان به وسیله قرار دادن یک لوله از محل تشکیل (قوس الکتریکی)، دود و گازها را انتقال داد (تهویه موضعی) ۳- می‌توان هوای داخل ماسک جوش کاری را جابه‌جا کرد؛ یعنی هوای تازه از طریق لوله‌ها که به ماسک وصل است، جهت تنفس جوش کار به ماسک هدایت شود.

## پاشش جرقه از مذاب:

جرقه‌هایی که از قوس پرتاب می‌شوند و همچنین جرقه‌های ناشی از سنگ سنباده دستی که زمان سنگ‌زنی تولید می‌شود، می‌تواند موجب سوختگی بدن جوش کار، و آسیب رسیدن به چشم افراد و یا آتش‌سوزی شود؛ لذا رعایت نکات ایمنی زیر ضروری است:

- ۱- از لباس کار نخی با جیب‌های در بسته و شلوار کار با دمپای مناسب و پابند چرمی نسوز استفاده شود.
- ۲- از پوشیدن لباس کار چرب و کار در فضای آغشته به چربی و روغن و سایر مواد اشتعال‌زا خودداری شود.
- ۳- جوش کاری و برش کاری و سنگ‌زنی در جوار مخازن و انبار مواد سوختنی و محیط‌هایی که امکان نشت گاز سوختنی وجود دارد، باید تحت نظارت مسئول بهداشت و ایمنی کارگاه انجام شود.
- ۴- از پرتاب ته‌الکتروود به اطراف خودداری کنید و آنها را در ظرف مخصوص بریزید.
- ۵- موقع پاک کردن شلاکه (گل جوش) از روی جوش (خط جوش) از عینک محافظ شیشه‌سفید استفاده کنید.
- ۶- موقع جوش کاری غیر از حالت سطحی از کلاه و شانه‌بند نسوز یا سربند چرمی نسوز مناسب استفاده کنید.

### بحث کلاسی



تجهیزات ایمنی در برابر گاز و دود را که در کارگاه موجود است، ذکر کنید.

### تحقیق کنید



خطرات دیگر ناشی از جوش کاری برق را بررسی کنید.

### فعالیت کارگاهی



نوع فعالیت: ۱- بررسی مولد جوش کاری

شرح کار:

- ۱- نوع مولدهای جوش کاری موجود در کارگاه را تعیین کنید.
- ۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.
- ۳- بررسی نمایید تغییر آمپر در این مولدها از چه نوعی است.



## ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۱	شناسایی تجهیزات جوش کاری برق	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش کاری، دستکش جوش کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- تجهیزات جوش کاری برق دستی را بشناسد. ۲- تجهیزات ایمنی جوش کاری را بشناسد. ۳- نکات ایمنی را بداند.	۳
			در حد انتظار	۱- نکات ایمنی را بداند. ۲- تجهیزات ایمنی جوش کاری را بشناسد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- تجهیزات ایمنی جوش کاری را بشناسد.	۱

## ایجاد قوس الکتریکی و گرده جوش

## شناسایی الکترودها

قطعه‌ای که با ذوب شدن باعث اتصال دو قطعه کار می‌شود الکتروود نام دارد. مشخصات درج‌شده بر روی الکترودها اطلاعاتی در مورد انتخاب الکتروود می‌دهند.

## E601

نوع جوشکاری: برق E - گاز G - قدرت کششی (پوند بر اینچ مربع)  
وضعیت جوش کاری:

الف) ۱ = همه وضعیت‌ها، ب) ۲ = افقی و تخت، پ) ۴ = عمودی

## قطر الکتروود:

مناسب‌ترین قطر الکتروود، قطری است که الکتروود با استفاده از جریان و سرعت حرکت مناسب، در حداقل زمان، مکان مورد نظر را جوش کاری کند. ضخامت الکتروود انتخابی، تا حد زیادی به ضخامت موادی که جوش کاری می‌شوند وضعیت جوش کاری و نوع اتصال بستگی دارد. در جوش کاری مواد ضخیم‌تر و یا جوش کاری در شرایط مسطح، برای دستیابی به سرعت نفوذ بالاتر و زمان کمتر، از الکتروودهای با قطر بیشتر استفاده می‌شود. همواره باید از ضخیم‌ترین الکتروود ممکن که تأثیر منفی روی محدوده گرمای ورودی یا میزان رسوب جوش ندارد، استفاده شود. جوش‌هایی که از حد نیاز بزرگتر باشند، هزینه‌های بیشتری در بردارند و حتی در برخی موارد باعث زیان می‌شوند. هرگونه تغییر ناگهانی در اندازه مقاطع مختلف یا در حالت و شکل جوش، مانند آنچه هنگام

جوش کاری بیش از اندازه، شکل می گیرد، می تواند باعث ایجاد نقاط تمرکز تنش گردد. البته این امر واضح است که بهترین اندازه الکتروود، اندازه های است که هنگام استفاده از آن با سرعت و حرکت و جریان مناسب مکان مورد نظر در حداقل زمان، جوش کاری شود.

### جهت گرفتن الکتروود:

جهت گیری الکتروود با در نظر داشتن وضعیت کار و پخ جوش، برای کنترل کیفیت جوش کاری بسیار مهم است. زاویه نامناسب الکتروود می تواند باعث حبس سرباره، تخلخل و یا بریدگی کناره جوش شود. موقعیت مناسب الکتروود، وابسته به نوع و اندازه الکتروود، موقعیت جوش کاری و شکل هندسی اتصال است. یک جوش کار ماهر، به طور خودکار همه این عوامل را هنگام تعیین جهت گیری الکتروود در نظر می گیرد. برای تعریف و تعیین جهت گیری الکتروود از زاویه کار و زاویه حرکت استفاده می شود. زاویه حرکت، زاویه ای کمتر از ۹۰ درجه، بین سطح الکتروود و سطح کار است. زاویه کار نیز زاویه ای است کمتر از ۹۰ درجه، بین یک خط عمود بر سطح قطعه کار اصلی و صفحه ای که توسط محور الکتروود و محور جوش تعیین می گردد. هنگامی که الکتروود در مسیر جوش کاری قرار می گیرد، از تکنیک جوش کاری پیش دستی استفاده می گردد. لذا به زاویه حرکت، زاویه فشار نیز گفته می شود. در تکنیک جوش کاری پس دستی، الکتروود برخلاف مسیر جوش کاری حرکت می کند؛ لذا به زاویه حرکت در این حالت، زاویه کشیدن نیز گفته می شود.

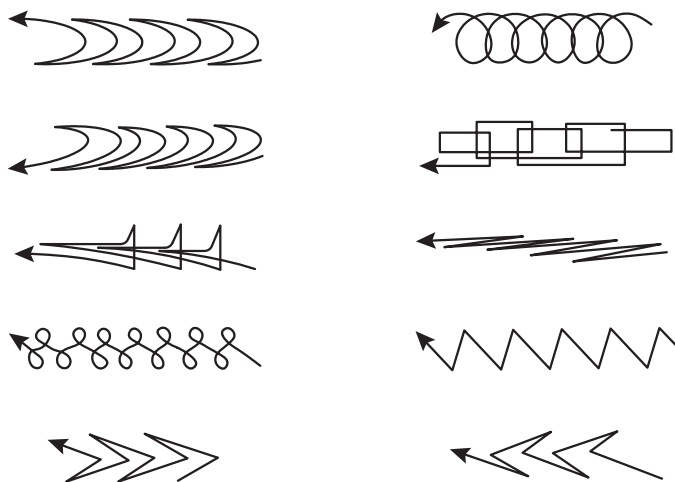
### سرعت حرکت الکتروود:

عبارت از سرعت حرکت الکتروود در طول اتصال است. سرعت مناسب سرعتی است که در آن مهره های جوشی با طرح و ظاهر مناسب ایجاد شود. سرعت حرکت تحت تأثیر فاکتورهای زیادی قرار دارد. موارد زیر از آن جمله اند:

- ۱- قطبیت جریان جوش کاری
- ۲- وضعیت جوش کاری
- ۳- نرخ ذوب الکتروود
- ۴- ضخامت فلز پایه
- ۵- شرایط سطحی فلز پایه
- ۶- نوع اتصال
- ۷- نصب اتصالات
- ۸- مهارت در به کارگیری الکتروود
- ۹- شناسایی الکتروود، جریان برق و قطبها

### حالات حرکت الکتروود:

حرکت الکتروود (شکل ۱۵) به عنوان تکنیکی برای جوش کاری، تعیین کننده کیفیت جوش است که انتخاب آن بیشتر به تجربه جوش کار وابسته است.



شکل ۱۵ - حالت‌های حرکت الکترون

### کابل‌های جوش کاری

کابل‌های جوش کاری مدار جریان الکتریکی بین انبر الکتروگیر و اتصال به قطعه کار را تشکیل می‌دهند. به دلیل بالا بودن شدت جریان جوش کاری سطح مقطع کابل باید در حدی باشد که بتواند به راحتی شدت جریان‌های زیاد را از خود عبور دهد. انتخاب سیم مسی و یا آلومینیومی در کابل‌ها به دلیل هدایت الکتریکی خوب این دو فلز است. کابل‌ها باید انعطاف‌پذیر باشند و وقتی به انبر جوش کاری وصل می‌شوند، مانع حرکت‌های دست نشوند تا کار کردن با انبر راحت‌تر باشد؛ به همین منظور کابل‌ها را از سیم‌های رشته‌ای افشان انتخاب می‌کنند و روی آن یک لایه کاغذ کتان و سپس پلاستیک نرم می‌پوشانند. چند دسته از این گروه با هم در پوشش مناسب و ضدسایش قرار می‌گیرد تا آمپر زیادی از آن عبور کند و گرم نشود. قطر کابل‌ها با توجه به میزان آمپر و طول مسیر عبور جریان انتخاب می‌شود.

### قوس الکتریکی (electric arc)



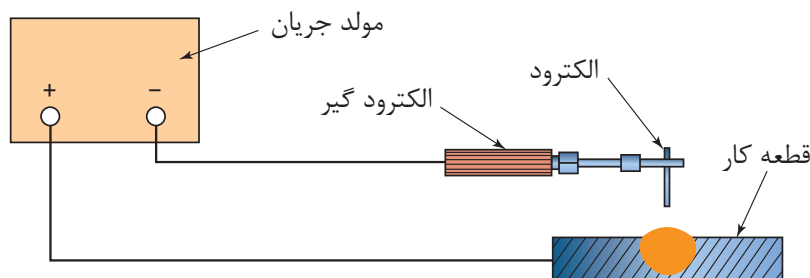
شکل ۱۶- قوس الکتریکی

قوس الکتریکی در اثر تخلیه بار الکتریکی در فاصله هوایی بین دو قطب جریان به وجود می‌آید که با نور و حرارت همراه است (شکل ۱۶). در حقیقت اگر دو قطب جریان یا الکتروود و قطعه کار را به هم تماس دهند و سپس در فاصله کمی از یکدیگر قرار گیرند، به خاطر فشار الکتریکی الکترون‌ها از قطب منفی به قطب مثبت پرش می‌کند و جرقه‌های اولیه ایجاد می‌شود. این جرقه‌ها موجب یونیزه شدن گاز بین دو قطب می‌شود. الکترون‌های جریان برق از فاصله هوایی بین آن دو قطب عبور می‌کنند. این عمل باعث گرم شدن نوک الکتروود می‌شود و الکترون‌های آزاد درون الکتروود میل به خروج پیدا می‌کنند. همچنین یون‌ها و الکترون‌ها سریعاً به طرف قطب‌های مخالف خود در قوس حرکت می‌کنند و با

برخورد الکترون‌ها به اتم‌های گاز موجود بین دو قطب جریان، موجب افزایش یونیزاسیون و پایداری قوس می‌گردد. البته برای ایجاد قوس ولتاژ بیشتری لازم است ولی ادامه قوس با ولتاژ کمتری عملی است.

## روش‌های اتصال قطب‌ها:

۱- کابل انبر الکتروگیر را به قطب منفی دستگاه و کابل اتصال را به قطب مثبت دستگاه وصل کنیم.

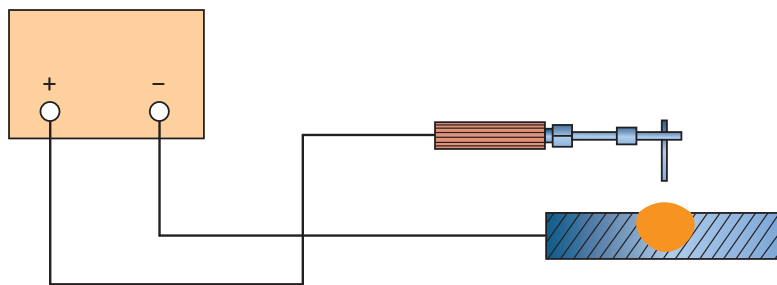


شکل ۱۷ - اتصال قطب‌ها در جوش کاری

این حالت را جوش کاری با قطب مستقیم (DC EN) (Direct current electrode negative) و یا (DCSP) (Direct current straight polarity) می‌گویند. جهت حرکت الکترون‌ها، از الکتروده به قطعه کار است و الکترون‌ها با سرعت زیاد به قطعه برخورد می‌کنند و به دلیل بمباران الکترونی گرمای زیادی در قطعه کار (قطب مثبت) به وجود می‌آید (شکل ۱۷). در جوش کاری قوس با الکتروده تنگستن الکتروده تنگستن به قطب منفی دستگاه وصل است و گرمای بیشتر در کار یعنی  $\frac{2}{3}$  در قطعه کار و  $\frac{1}{3}$  در الکتروده توزیع می‌شود و این امر از ذوب شدن الکتروده تنگستن جلوگیری می‌کند.

در جوش کاری با الکتروده روپوش‌دار هم گرما در قطب مثبت بیشتر از قطب منفی است، ولی به دلیل وجود روپوش و بخارها و گازهای حاصل از آن، گرما متعادل‌تر توزیع می‌شود.

۲- در به‌کارگیری قطب معکوس (DC RP) (Direct current reverse polarity) یا الکتروده مثبت (DC EP) (Direct current electrode positive) گرما بیشتر در الکتروده توزیع می‌شود؛ در نتیجه سرعت ذوب الکتروده بیشتر است (شکل ۱۸). همچنین آن دسته از الکتروده‌ها هم که روپوش دیرذوب‌تر دارند، با این قطب جوشکاری می‌شوند. همانند الکتروده قلیایی در جوشکاری با این قطب (DC RP) عمل تمیزکاری قوس وجود دارد؛ یعنی چون الکترون‌ها از کار جدا شده و یون‌ها از الکتروده به کار برخورد می‌کنند، اکسیدهای فلزی در محل تشکیل قوس خرد شده و یا به صورت یک پارچه تشکیل نمی‌شوند و برای جوش کاری فلزاتی که اکسید دیرذوب و یک پارچه تشکیل می‌دهند، مثل آلومینیوم و منیزیم بسیار مناسب است.



شکل ۱۸ - جابه‌جایی قطب‌ها

نمایش فیلم

فیلم مربوط به فرایند جوش کاری را مشاهده کنید.



تحقیق کنید

روش‌های ایجاد قوس الکتریکی چیست؟



فعالیت کارگاهی

نوع فعالیت: ۲- مقایسه تاثیر تغییرات آمپر و جابه‌جایی قطب‌ها بر وضعیت جوش  
شرح کار:



۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- قبل از شروع جوش کاری، نکات ایمنی را مرور کنید و در طول جوش کاری آنها را رعایت نمایید.

۴- بر روی پلیت شروع به جوش کاری نمایید و خطی ۵ سانتی ایجاد کنید.

۵- با جابه‌جایی قطب‌ها دوباره به همان اندازه جوش کاری کنید.

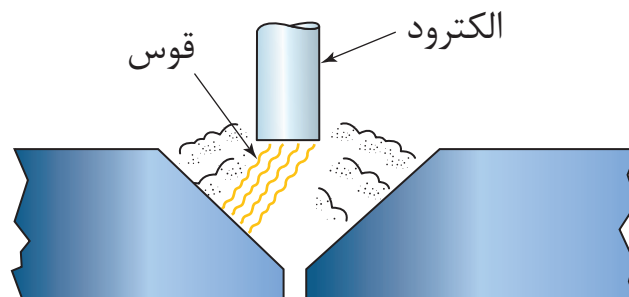
۶- دو مرحله قبل را با تغییر آمپر دوباره تکرار کنید.

۷- جوش‌ها را مقایسه کنید و اختلاف بین آنها را بدست آورید.

توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکتروود به قطعه کار زیاد است. در این حالت بلافاصله با باز کردن دهانه انبر، الکتروود را جدا کنید؛ در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.

### وزش قوس (Arc blow)

در جوش کاری با جریان مستقیم به دلیل وجود میدان مغناطیسی در اطراف مسیر جریان (الکتروود)، قوس الکتریکی به یک سمت منحرف می‌شود که به آن وزش قوس می‌گویند (شکل ۱۹). این عیب باعث ایراداتی در فرایند جوش کاری می‌گردد.



شکل ۱۹- وزش قوس



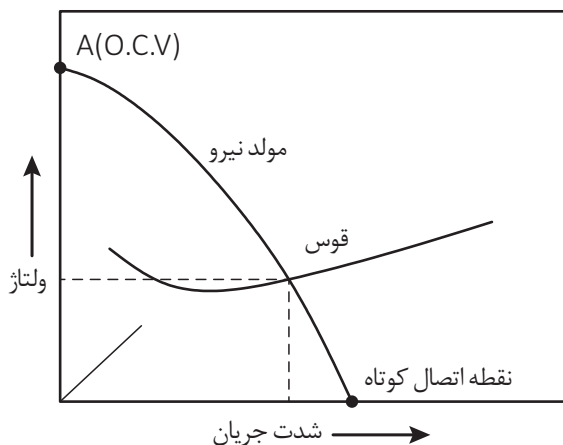
عیوبی که در اثر انحراف قوس الکتریکی در جوش کاری ایجاد می‌شود، چیست؟

جدول زیر را کامل کنید

ردیف	روش‌های جلوگیری از وزش قوس
۱	دور کردن محل اتصال قطعه از محل جوش کاری
۲	کاهش آمپر جوش کاری
۳	به حداقل رساندن طول قوس
۴	
۵	
۶	

### نمودار ولت آمپر قوس الکتریکی:

جوش کار هنگام استفاده از قوس، سرعت پیشروی را برای ایجاد جوش یکنواخت تنظیم می‌کند و نیاز به قوس الکتریکی با ولتاژ و شدت جریان ثابت دارد. چون ولتاژ و شدت جریان با هم ارتباط دارند، به ازای مقادیر مختلف جریان این رابطه به صورت یک منحنی شکل می‌گیرد که به منحنی قوس معروف است. اگر منحنی ولت آمپر با توجه به قانون اهم  $V = IR$  ترسیم شود که در آن با افزایش جریان به صورت تابع خطی ولتاژ افزایش یابد، منحنی به شکل خط صاف درمی‌آید ولی شیب منحنی نمودار قوس الکتریکی تابعی از نوع فلز الکتروود و اتمسفر موجود در فضای گازی قوس الکتریکی است. اگر نمودار شدت جریان و ولتاژ خروجی دستگاه جوش کاری ترسیم شود، یعنی روی ستون عمودی ولتاژ مدار باز و ستون افقی شدت جریان‌های جوش کاری علامت‌گذاری شود، این منحنی با منحنی قوس در نقطه‌ای به هم می‌رسند که آن نقطه، شدت جریان و ولتاژ جوش کاری را نشان می‌دهد (شکل ۲۰). زمانی که شدت جریان حداکثر است، یعنی اتصال کوتاه بین الکتروود و کار برقرار شده است، ولتاژ بین الکتروود و قطعه کار به صفر نزدیک است. ادامه این اتصال کوتاه باعث سوختن دستگاه جوش کاری خواهد شد. زمانی که دستگاه روشن است و جوش کاری انجام نمی‌شود، ولتاژ حداکثر است که به ولتاژ مدار باز یا (O.C.V) معروف است.



شکل ۲۰- نمودار ولتاژ - شدت جریان

نوع فعالیت: ایجاد خال جوش

شرح کار:

۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.

۲- مولد جریان را تنظیم کنید.

۳- بر روی پلیت شروع به جوش کاری کنید و خال جوش ایجاد نمایید.

توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکتروود به قطعه کار زیاد است. در این حالت بلافاصله با باز کردن دهنه انبر، الکتروود را جدا کنید در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.

فعالیت  
کارگاهی

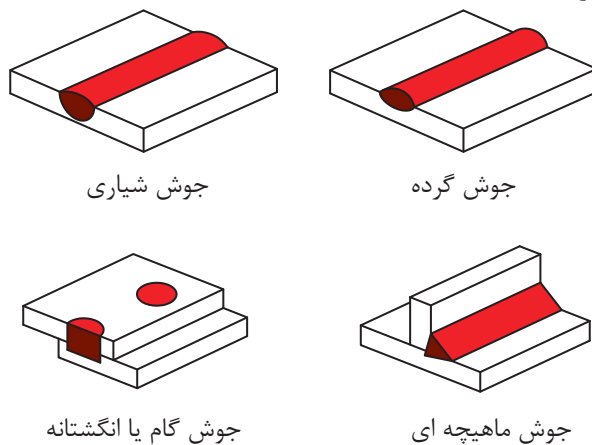


### ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی)	نمره
۲	ایجاد قوس الکتریکی و خال جوش	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش کاری، دستکش جوش کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- الکتروودها را بشناسد. ۲- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند. ۳- خال جوش مطلوب ایجاد کند.	۳
			در حد انتظار	۱- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند. ۲- خال جوش مطلوب ایجاد کند.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- بتواند قوس الکتریکی ایجاد کند.	۱

## جوش کاری انواع اتصالات

با توجه به تنوع اتصال قطعات جوش کاری و انواع مختلف جوش که برخی از متداول ترین آنها در اشکال ۲۱ تا ۲۳ نشان داده شده است، انتخاب هر کدام از انواع مذکور روی اجرای جوش کاری و احتمال به وجود آمدن عیوب در جوش تأثیرگذار است؛ لذا این متغیرها باید متناسب با نوع جنس قطعات، ضخامت آنها، شرایط اجرای جوش، نوع فرایند جوش کاری و غیره باشد.



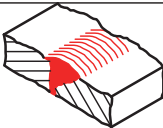



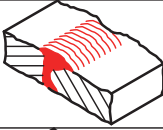







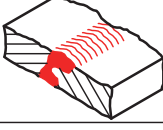



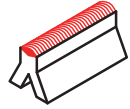
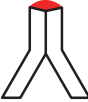






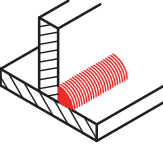
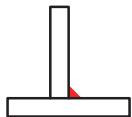
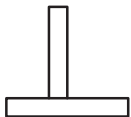

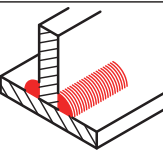
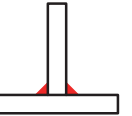
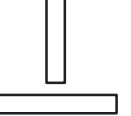

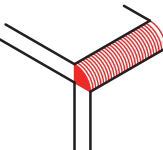
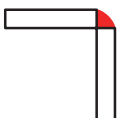
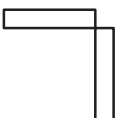

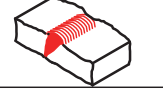



شکل ۲۱- انواع جوش

وضعیت دو قطعه نسبت به هم		وضعیت دو قطعه نسبت به هم	
	صلیبی		لب به لب (سر به سر)
	موازی (پیشانی)		لب روی هم
			تی شکل
	شیب دار (مورب)		لب گوشه ای (گوشه)
			لب برگردان

شکل ۲۲- انواع اتصالات اصلی در جوش کاری



علائم و نشانه‌های اتصالات جوش کاری

نمای مجسم	نمایش		شکل نمادین	نام	نوع درز
	مقطع درز	فرم درز			
	بعد از جوش 	قبل از جوش 		درز نیم جناغی دم دار	درز های لب به لب
				درز نیم جناغی دم دار (دو سویه کند)	
				درز نیم لاله ای (یک سویه کند)	
				درز نیم لاله ای (دو سویه کند)	
				درز پیشانی تخت	درز های پیشانی
				درز پیشانی جناغی	
				درز گلوبی یا گوشه ای	درز های گلوبی
				درز گلوبی یا گوشه ای دو سویه	
				درز گلوبی یا گوشه ای بیرونی	
				درز نیم جناغی با ریشه باز	

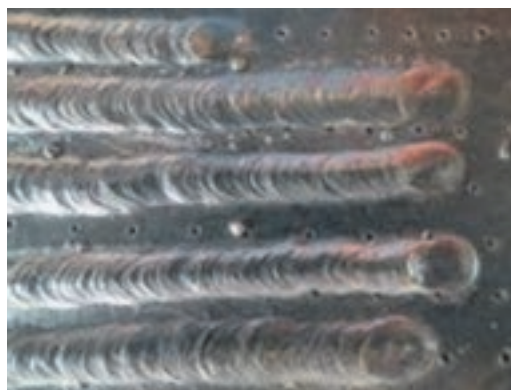
نوع درز	نام	شکل نمادین	نمایش		نمای مجسم
			مقطع درز	فرم درز	
درز لب به لب	درز لب برگردان				
	I- درز لب به لب یا سر به سر				
	V- درز جناغی	V			
	درز جناغی با ریشه باز				
	درز جناغی دو سویه تیز	X			
	درز جناغی دمدمار	Y			
	درز جناغی دو سویه کند	X			
	درز ناودانی یا لاله ای یک سویه	U			
	درز ناودانی یا لاله ای دو سویه				
	درز نیم جناغی	V			
	درز نیم جناغی دو سویه تیز	K			

شکل ۲۳- علائم و نشانه‌های اتصالات



نوع فعالیت: ایجاد گرده جوش به طول ۱۰ سانتی متر  
شرح کار:

- ۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.
  - ۲- مولد جریان را تنظیم کنید.
  - ۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.
  - ۳- یک پلیت را انتخاب کنید و سه خط گرده جوش به طول ۱۰ سانتی متر ایجاد نمایید.
- توجه: با توجه به این که در مراحل یادگیری هستید، احتمال چسبیدن الکتروود به قطعه کار زیاد است. در این حالت، بلافاصله با باز کردن دهانه انبر، الکتروود را جدا کنید در غیر این صورت، به مولد جریان آسیب خواهد رسید.

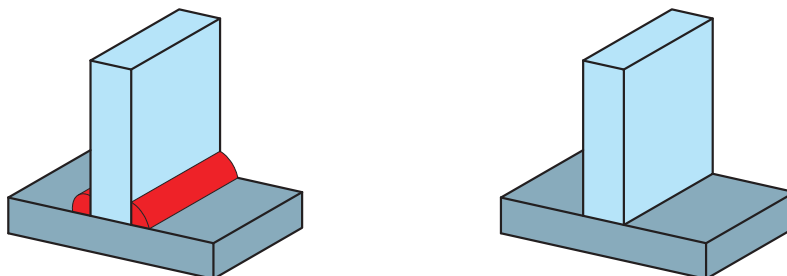


شکل ۲۴



نوع فعالیت: جوش کاری سپری (جناغی) به صورت گوشه  
شرح کار:

- ۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.
- ۲- مولد جریان را تنظیم کنید.
- ۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.
- ۳- دو پلیت را انتخاب کنید و به صورت گوشه جوش کاری نمایید.

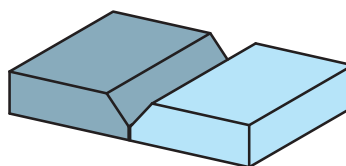
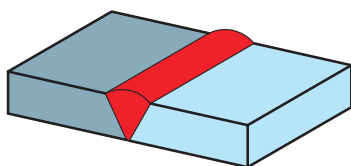


شکل ۲۵



نوع فعالیت: جوش کاری لب به لب به صورت شیاری  
شرح کار:

- ۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.
- ۲- مولد جریان را تنظیم کنید.
- ۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.

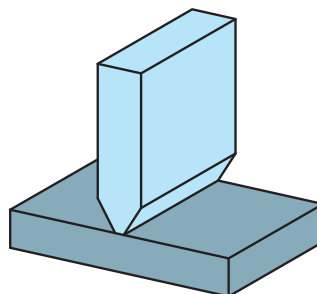
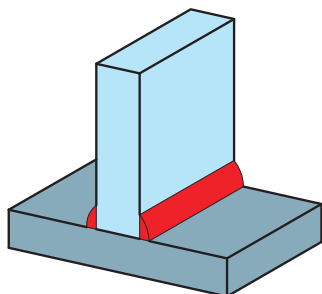


شکل ۲۶



نوع فعالیت: جوش کاری سپری (جناغی) به صورت شیاری  
شرح کار:

- ۱- لوازم جوش کاری و ایمنی را آماده کنید.
- ۲- مولد جریان را تنظیم کنید.
- ۳- نکات ایمنی را رعایت کنید.
- ۳- دو پلیت را انتخاب کنید و پس از تبدیل یکی از آنها به شکل نوک تیز، به صورت سپری و جناغی جوش کاری نمایید.



شکل ۲۷

ارزشیابی					
ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، دآوری، نمره‌دهی)	نمره
۳	جوش کاری انواع اتصالات	مکان: کارگاه جوش کاری ابزار: دستگاه جوش، انبر اتصال، کابل جوش، ماسک جوش کاری، دستکش جوش کاری، برس سیمی و چکش گل جوش	بالاتر از سطح انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند. ۲- جوش سپری مناسب انجام دهد. ۳- جوش لب به لب شیاری مناسب انجام دهد.	۳
			در حد انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند. ۲- جوش سپری مناسب انجام دهد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- بتواند گرده جوش مناسب ایجاد کند.	۱

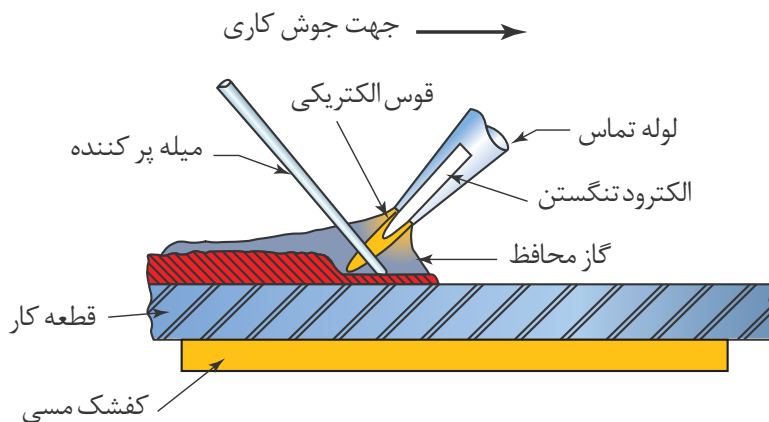
## جوش کاری با گازهای محافظ (Gas Metal Arc Welding) GMAW

نوع دیگری از جوش کاری برق، جوش کاری با گازهای محافظ است که برای جوش دادن فلزات رنگین مثل آلومینیوم، مس، روی و غیره کاربرد دارد. جوش کاری تحت پوشش گازهای محافظ با الکتروود مصرفی فرایند جوشکاری است که در آن، با ذوب کردن اتصال توسط قوس الکتریکی بین یک الکتروود یکسره فلزی پرکننده مصرف شدنی و قطعه کار و حفاظت توسط یک گاز (مثلاً گاز آرگون یا گاز کربنیک) و یا مخلوطی از گازها، احتمالاً محتوی یک گاز خنثی، یا مخلوطی از یک گاز و یک سرباره و بدون کاربرد فشار صورت می‌گیرد و دارای دو نوع زیر است:

### جوش کاری تیگ (آرگون) (Tungsten Inert Gas) TIG

در جوش آرگون یا تیگ برای ایجاد قوس جوش کاری از الکتروود تنگستن استفاده می‌شود که این الکتروود برخلاف دیگر فرایندهای جوش کاری حین عملیات جوش کاری مصرف نمی‌شود (شکل ۲۸). حین جوش کاری گاز خنثی هوا را از ناحیه جوش کاری بیرون می‌راند و از اکسیده شدن الکتروود جلوگیری می‌کند. در جوش کاری تیگ الکتروود فقط برای ایجاد قوس به کار می‌رود و خود الکتروود در جوش مصرف نمی‌شود؛ در حالی که در جوش قوس فلزی الکتروود در جوش مصرف می‌شود. در این نوع جوش کاری از سیم جوش به عنوان فلز پرکننده استفاده می‌شود و سیم جوش شبیه جوش کاری با اشعه اکسی استیلن در جوش تغذیه می‌شود. آرک یا هلی ولد نیز به دلیل معروفیت نام این سازندگان در خصوص ماشین‌های جوش تیگ باعث شده بعضاً این نوع جوش کاری با نام سازندگان هم شناخته شود. نام جدید این فرایند G.T.A.W و نام آلمانی آن ویگ است. همان‌طور که از نام این فرایند پیداست، گاز محافظ آرگون است که ترکیب این گاز با هلیوم بیشتر کاربرد دارد. دلیل استفاده از هلیوم این است که باعث افزایش توان قوس می‌شود و به همین دلیل سرعت جوش کاری را می‌توان بالا برد و همین‌طور باعث خروج بهتر گازها از محدوده جوش می‌شود.

- کاربرد این جوش عموماً در جوش کاری موارد زیر است:
- ۱- فلزات رنگین از قبیل آلومینیوم، نیکل، مس و برنج (مس و روی)
  - ۲- جوش کاری پاس ریشه در لوله‌ها و مخازن
  - ۳- ورق‌های نازک (زیر ۱ میلی‌متر)



شکل ۲۸- نمای جوش تیگ

### مزایای جوش تیگ:

- ۱- به دلیل اینکه تزریق فلز پرکننده از خارج قوس صورت می‌گیرد، اغتشاش در جریان قوس پدید نمی‌آید؛ در نتیجه کیفیت فلز جوش بالاتر است.
- ۲- به دلیل نبود سرباره و دود و جرقه، منطقه قوس و حوضچه مذاب به وضوح قابل رؤیت است.
- ۳- امکان جوش کاری فلزات رنگین و ورق‌های نازک با دقت بسیار زیاد.

تحقیق کنید



معایب جوش کاری تیگ چیست؟

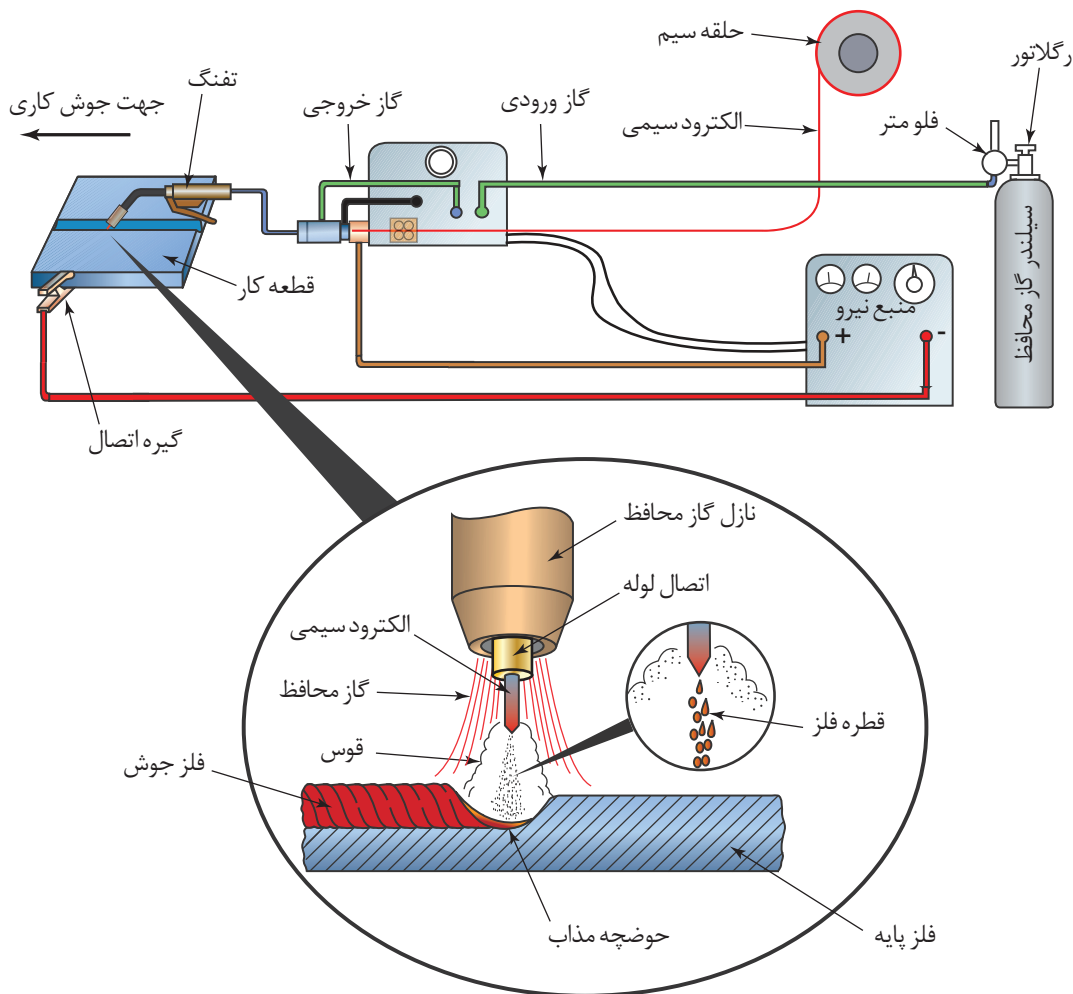
### جوش کاری میگ (Metal inert Gas) MIG و مگ (Metal Active Gas) MAG

در جوشکاری میگ تغذیه الکترود مداوم است و الکترود (سیم جوش) لخت می‌باشد. این فرایند جوش کاری را می‌توان با ماشین نیمه خودکار یا روش‌های خودکار انجام داد. جوش کاری مگ، همانند فرایند میگ است؛ با این تفاوت که در این روش برای حفاظت از جوش و منطقه مجاور، از گازهای فعال مثل  $CO_2$  استفاده می‌شود؛ به همین دلیل به آن جوش کاری  $CO_2$  نیز می‌گویند که برای اتصال فلزات آهنی استفاده می‌شود. گاهی اوقات با اضافه کردن درصدی اکسیژن در گاز محافظ، برای جوش کاری فولادهای معمولی (فولاد ساده کربنی) به کار می‌رود، زیرا اضافه کردن مقدار کمی اکسیژن به گاز محافظ باعث

آرام تر و محوری شدن قطرات مذاب می‌شود و در نتیجه حوضچه جوش روان به وجود می‌آید و پهنای جوش مسطح‌تر و صاف‌تر به دست می‌آید. البته لازم است که به خاطر این مقدار اکسیژن اضافی، عناصر اکسیژن‌زدا در الکتروود استفاده شود تا فلز جوش از نظر متالورژیکی دچار مشکل نگردد.

### فرایند جوش کاری میگ:

در فرایند میگ برای محافظت از فلز جوش و مذاب معمولاً از گازهای آرگون و هلیوم و یا مخلوطی از این گازها و گازهای بی‌اثر (Inert) و غیره استفاده می‌شود. فرایند جوش کاری میگ برای جوش کاری فلزاتی مانند فولاد زنگ‌نزن، آلومینیوم، نیکل و مس استفاده می‌شود نمونه‌ای از دستگاه مخصوص این جوش کاری در شکل ۲۹ نشان داده شده است.



شکل ۲۹- نمای جوش کاری میگ



سیستم جوش کاری میگ را تشریح کنید.



شکل ۳۰ - دستگاه میگ

### مزایای جوش کاری میگ:

- ۱- فرایند این جوش کاری نسبت به دیگر فرایندها همانند SMAW مزایای زیادی دارد که به شرح زیر است:
- ۱- این فرایند به گونه‌ای است که می‌تواند در مورد بیشتر فلزات مغناطیسی به کار رود.
- ۲- اتوماسیون یا روباتیک کردن این فرایند به دلیل پیوسته بودن الکتروود و طول قوس ثابت، آسان است.
- ۳- تمرکز قوس الکتریکی به دلیل نسبت بالای توان بر سطح، زیاد است؛ بنابراین امکان جوش کاری ورق‌های نازک و حالت‌های غیرتخت راحت‌تر است و پیچیدگی و تابیدگی کمتر و سرعت و نفوذ بیشتر خواهد بود.
- ۴- در این فرایند میزان جرقه نسبتاً کم است.
- ۵- سیم جوش به طور مستمر تغذیه می‌گردد؛ بنابراین زمان برای تعویض الکتروود صرف نمی‌شود.
- ۶- این فرایند می‌تواند به راحتی در تمام وضعیت‌ها استفاده شود.
- ۷- حوضچه مذاب و قوس الکتریکی به راحتی قابل مشاهده است.
- ۸- سرباره حذف می‌شود یا بسیار نازک است.
- ۹- از الکتروود با قطر نسبتاً کم استفاده می‌شود که باعث چگالی جریان بالاتری می‌گردد.
- ۱۰- درصد بالایی از الکتروود یا سیم جوش در منطقه اتصال، رسوب می‌کند.
- ۱۱- سرعت انتقال و میزان رسوب بالاتری نسبت به نوع جوش کاری دستی تیگ دارد.
- ۱۲- عمق نفوذ جوش، بیشتر از فرایند SMAW است؛ در نتیجه اجازه می‌دهد که جوش کوچکتر با استحکام مورد نظر به وجود آید.



معایب جوش کاری میگ را شرح دهید.



تحقیق کنید



در مورد انواع دیگر جوش کاری‌های برق تحقیق کنید.

فعالیت  
کارگاهی



نوع فعالیت: بررسی مولد جوش کاری با گاز محافظ  
شرح کار:

- ۱- نوع مولدهای موجود در کارگاه را تعیین کنید.
- ۲- تنظیمات مولدهای جریان موجود در کارگاه را بررسی کنید.

### ارزشیابی

ردیف	مراحل کاری	شرایط کار (ابزار، مواد، تجهیزات، مکان)	نتایج ممکن	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
۴	جوش کاری با گازهای محافظ	مکان: جوش کاری کارگاه ابزار: دستگاه جوش کاری تیگ و میگ	بالاتر از سطح انتظار	۱- دستگاه جوش کاری میگ را بشناسد. ۲- دستگاه جوش کاری تیگ را بشناسد. ۳- مزایا و معایب جوش کاری میگ و تیگ را بداند.	۳
			در حد انتظار	۱- دستگاه جوش کاری میگ را بشناسد. ۲- دستگاه جوش کاری تیگ را بشناسد.	۲
			کمتر از حد انتظار	۱- مزایا و معایب جوش کاری میگ و تیگ را بداند.	۱

## ارزشیابی شایستگی جوش کاری برق

### شرح کار:

شناسایی تجهیزات جوش کاری برق

ایجاد قوس الکتریکی

جوش کاری انواع اتصالات

جوش کاری با گاز محافظ

### استاندارد عملکرد:

هنرجویان با جریان مورد استفاده در جوش کاری، ایجاد قوس الکتریکی، روش‌های مختلف جوش کاری برق آشنا می‌شوند و نحوه جوش کاری پلیت‌ها با روش‌های مختلف را می‌آموزند.

### شاخص‌ها:

- تنظیم دستگاه جوش کاری و استفاده صحیح از آن
- جوش کاری پلیت‌ها به روش‌های مختلف و با رعایت کامل نکات ایمنی

### شرایط انجام کار، ابزار و تجهیزات:

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

ابزار و تجهیزات: پلیت، دستگاه جوش کاری، الکتروود و تجهیزات ایمنی

### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	جوش کاری برق دستی	۲	
۲	ایجاد قوس الکتریکی و گرده جوش	۱	
۳	جوش کاری انواع اتصالات	۱	
۴	جوش کاری با گاز محافظ	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی، و ...	۲	
	میانگین نمرات		*

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