

انجمن جوشکاری ایران

## خبرنامه

مهر ماه ۹۹، شماره ۲۱

همکار این شماره: مهندس احمدرضا وکیلی



انجمن جوشکاری و آزمایش‌های غیرمخرب ایران

تهران - خیابان کریم خان زند - نبش آبان شمالی -

ساختمان علامه طباطبایی - طبقه ۲ - واحد ۲۲۷

تلفن: ۸۸۹۳۱۷۸۳

itmanager@iwnt.com

www.iwnt.com

جوشکاری:

علم و هنر اتصال مواد

## Welding: The Art and Science of Material Joining



# دستورالعمل های جوشکاری قوس فلزی با گاز (GMAW)


مهندس احمد رضا وکیلی

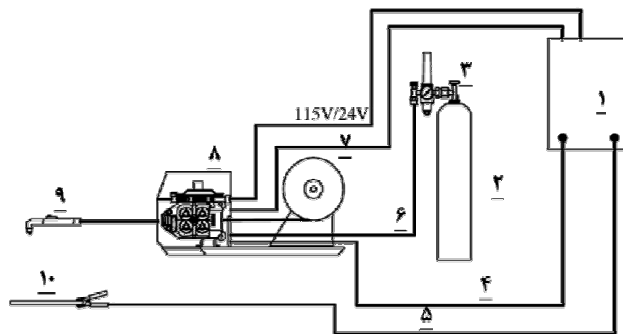


## هشدار : جوشکاری قوسی می تواند خطرناک باشد.

این متون شامل اطلاعات عمومی در مورد موضوعات بحث شده در اینجا می باشد. همچنین یک کتابچه راهنمای کاربردی و شامل بیان کاملی از تمام عوامل مرتبط با آن عنوان نمی باشد. نصب، بهره برداری و تعمیر و نگهداری تجهیزات جوشکاری قوس الکتریکی و بکارگیری روش های توصیف شده در این متن باید فقط توسط افراد واجد شرایط مطابق با کدهای قابل اجرا، روش های ایمن و دستورالعمل های سازنده انجام شود. همیشه مطمئن باشید که محل کار تمیز و ایمن است و از تهویه مناسب استفاده می شود. سوء استفاده از تجهیزات و رعایت نکردن کدهای قابل اجرا و روش های ایمن، می تواند منجر به صدمه جدی شخصی و خسارت به دارایی شود.

<b>هشدار</b>	
<p><b>شوک الکتریکی می تواند باعث مرگ شود...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ همیشه از دستکش های عایق خشک استفاده کنید.</li> <li>❖ خود را از محل کار و زمین عایق بندی کنید.</li> <li>❖ قطعات الکتریکی بدون روکش را لمس نکنید.</li> <li>❖ تمام پنل ها و روکش ها را به طور ایمن در محل خود نگه دارید.</li> </ul>	
<p><b>دودها و گازها می توانند برای سلامتی شما خطرناک باشند.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ سرخود را از گازها دور نگه دارید.</li> <li>❖ محل را تهویه کنید یا از دستگاه تنفسی استفاده کنید.</li> <li>❖ صفحه داده های ایمنی مواد (MSDS) و دستورالعمل های سازنده را برای مواد استفاده شده بخوانید.</li> </ul>	
<p><b>جوشکاری می تواند باعث آتش سوزی یا انفجار شود.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ جوشکاری نزدیک مواد قابل اشتعال را انجام ندهید.</li> <li>❖ مراقب آتش باشید، خاموش کننده را در نزدیک خود نگه دارید.</li> <li>❖ بر روی سطوح قابل احتراق جسمی قرار ندهید.</li> <li>❖ بر روی ظروف بسته جوشکاری نکنید.</li> <li>❖ قبل از دست زدن اجازه دهید کار و تجهیزات خنک شوند.</li> </ul>	
<p><b>تشعشعات قوس می تواند چشم و پوست را بسوزاند: سر و صدا می تواند به شنوایی آسیب برساند.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ از کلاه ایمنی جوشکاری با تیرگی صحیح فیلتر استفاده کنید.</li> <li>❖ از محافظ چشم، گوش و بدن خود به طور صحیح استفاده کنید.</li> </ul>	
<p><b>حرکت قطعات می تواند باعث آسیب شود.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ از نقاط خروج قطعات مانند دستگاه نورد و یا برش مکانیکی فاصله بگیرید.</li> <li>❖ همه درها، تابلوها، روکش ها و محافظ ها را بسته و به طور ایمن در محل خود قرار دهید.</li> </ul>	

<p>قطعات داغ می تواند باعث آسیب شود.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ قبل از لمس فلز جوش داده شده، اجازه دهید تا آن سرد شود.</li> <li>❖ از دستکش و لباس محافظ استفاده کنید.</li> </ul>	
<p>میدان مغناطیسی با جریان بالا می تواند بر عملکرد دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب تأثیر بگذارد.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ استفاده کنندگان از دستگاه تنظیم کننده ضربان قلب از این نوع میدان دور نگه داشته شوند.</li> <li>❖ استفاده کنندگان باید قبل از انجام جوشکاری قوسی، شیار زنی یا جوشکاری نقطه ای، با پزشک خود مشورت کنند.</li> </ul>	
<p>جوشکاری می تواند به قطعات الکترونیکی در وسایل نقلیه آسیب برساند.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ قبل از جوشکاری روی وسیله نقلیه، هر دو کابل باتری را جدا کنید.</li> <li>❖ گیره اتصال به قطعه کار را تا حد امکان نزدیک به محل مورد جوشکاری قرار دهید.</li> <li>❖ برای اطلاعات اولیه در مورد ایمنی جوشکاری، ابتدا به اقدامات احتیاطی ایمنی سازنده دستگاه های جوشکاری مراجعه کنید.</li> </ul>	



شکل ۱- اتصالات معمولی فرایند GMAW

### جوشکاری قوس فلزی با گاز (GMAW)

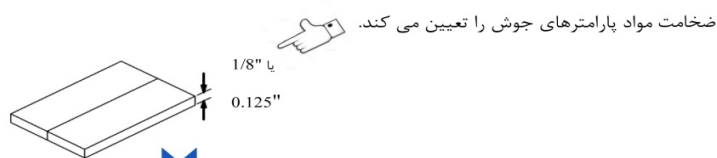
- ۱- منبع قدرت جوشکاری - دستگاه جوش (Welding Power Source)
- ۲- گاز محافظ (Shielding Gas)
- ۳- رگولاتور / جریان سنج (Regulator/ Flow meter)
- ۴- کابل الکترود (Electrode Lead)
- ۵- کابل قطعه کار (Work Lead)
- ۶- گاز (Gas)
- ۷- منقبض کننده (Contactor)
- ۸- تغذیه کننده سیم (Wire Feeder)
- ۹- مشعل ویا تپانچه جوشکاری (Gun)
- ۱۰- قطعه کار (Work)

**توجه** این تنظیمات فقط راهنما هستند. نوع مواد و سیم، طراحی اتصال، مونتاژ، موقعیت، گاز محافظ و غیره بر تنظیمات تأثیر می گذارد. برای اطمینان از مطابقت با مشخصات، جوش های آزمایشی را انجام دهید.

### تبدیل ضخامت مواد به آمپر (A)

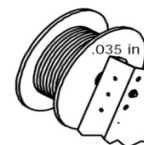
0.001 in = 1 Ampere

0.125 in = 125 A



### انتخاب اندازه سیم

محدوده آمپر	اندازه سیم
40 – 145 A	0.030 in
50 – 180 A	0.035 in
75 – 250 A	0.045 in



### انتخاب سرعت سیم (آمپر)

۱۲۵ آمپر بر اساس فلز پایه با ضخامت  
Imp = inch per minute 1.8"  
اینچ بر هر دقیقه

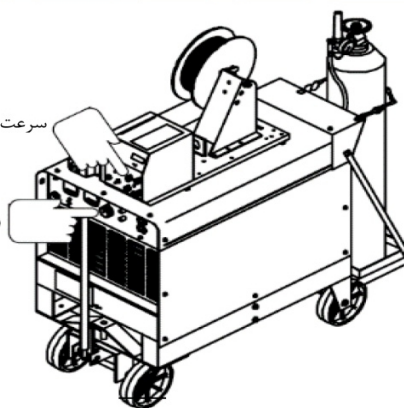
سرعت سیم (به صورت تقریبی)	پیشنهاد	اندازه سیم
2 x 125 A = 250 ipm	۲۰ در هر آمپر	0.030 in
1.6 x 125 A = 200 ipm	۱۶ در هر آمپر	0.035 in
1 x 125 A = 125 ipm	۱۰ در هر آمپر	0.045 in

### انتخاب ولتاژ

ولتاژ پایین: گیر افتادن سیم در قطعه کار  
ولتاژ بالا: قوس ناپایدار است (پاشش)  
ولتاژ را بین ولتاژ بالا / پایین تنظیم کنید.

سرعت سیم (آمپر) نفوذ جوش را کنترل می کند. (سرعت سیم = نرخ مصرف)

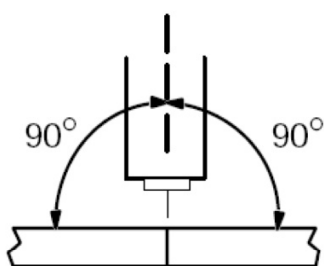
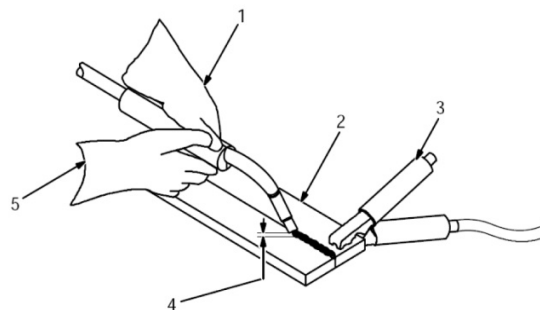
ولتاژ برده و پهنای مهره جوش را کنترل می کند.



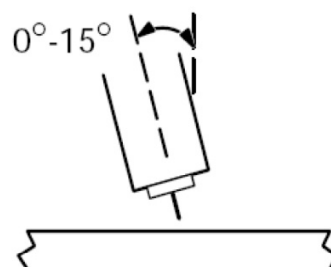
شکل 2- تنظیمات معمول فرایند GMAW

**توجه** سیم جوش با فشار دادن ماشه مشعل جوشکاری به بیرون می آید. قبل از پایین آوردن کلاه ایمنی و فشار دادن ماشه، مطمئن شوید که سیم بیش از ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی متر) انتهای نازل قرار ندارد و نوک سیم به درستی روی درز قرار گرفته است.

- ۱- مشعل جوشکاری را نگه دارید و ماشه را کنترل کنید.
- ۲- قطعه کار
- ۳- گیره اتصال قطعه کار
- ۴- بیرون زدگی الکتروود ۱/۴ تا ۱/۲ اینچ (۶ تا ۱۳ میلی‌متر)
- ۵- کف دست بر زیر مشعل و پشت دست بر روی قطعه کار قرار گیرد.

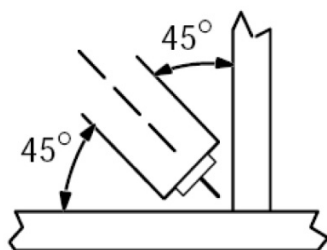


نمای انتهای زاویه کار

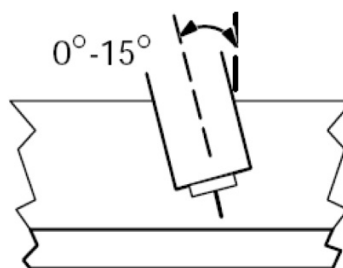


نمای جانبی زاویه مشعل جوشکاری

### جوش‌های شیاری



نمای انتهای زاویه کار

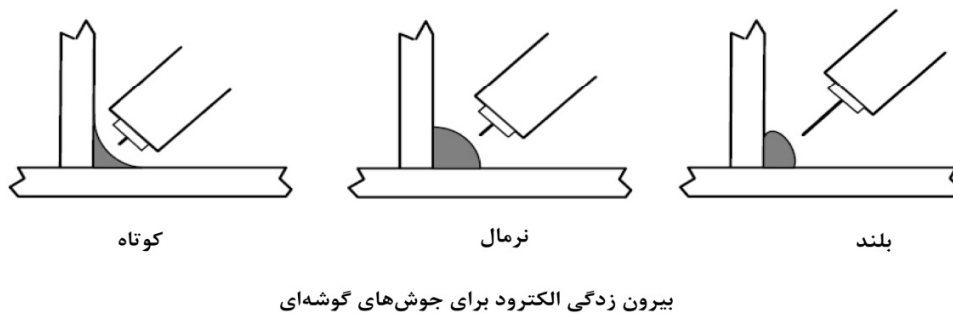
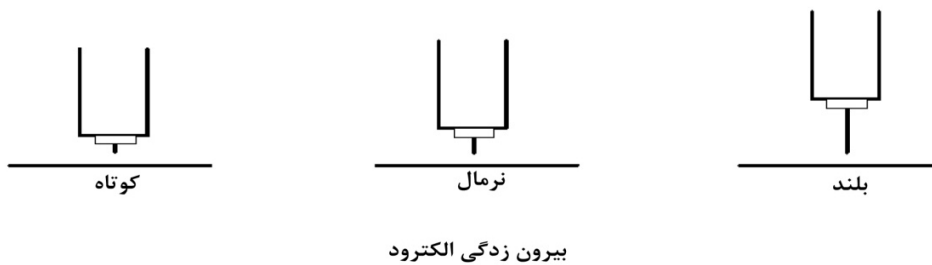
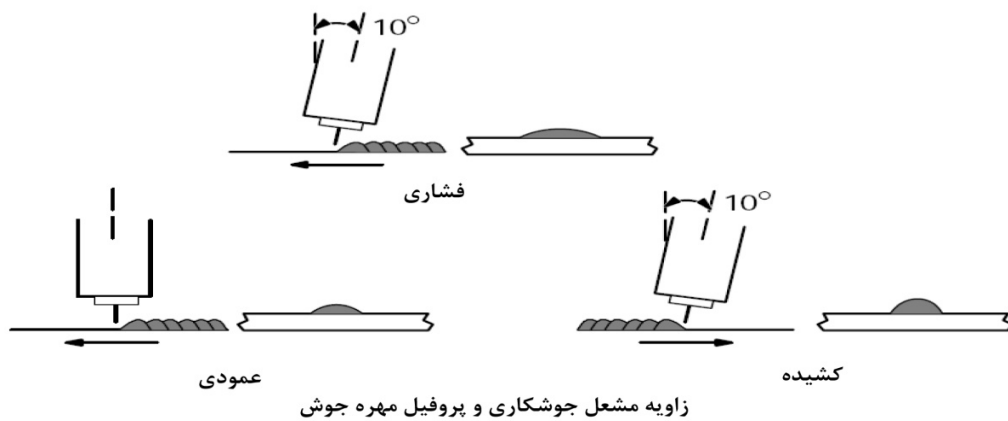


نمای جانبی زاویه مشعل جوشکاری

### جوش‌های گوشه‌ای

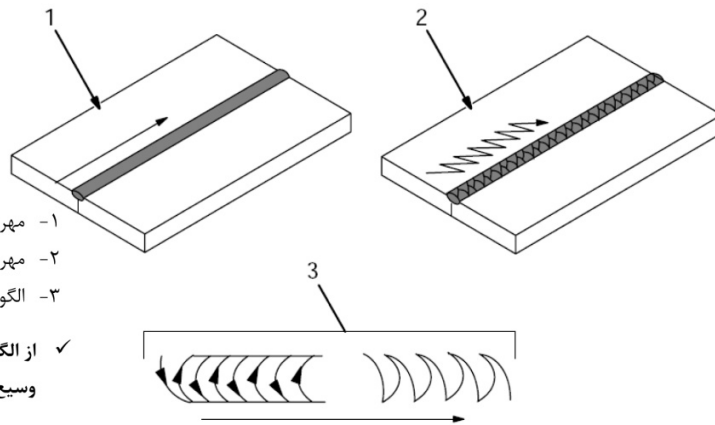
### شکل 3- نگهداری و موقعیت مشعل جوشکاری

**توجه** شکل مهره جوش به زاویه مشعل جوشکاری، جهت حرکت، بیرون زدگی الکتروود، سرعت حرکت، ضخامت فلز پایه، سرعت تغذیه سیم (جریان جوش) و ولتاژ بستگی دارد.



شکل 4- شرایط تاثیر گذار بر شکل مهره جوش

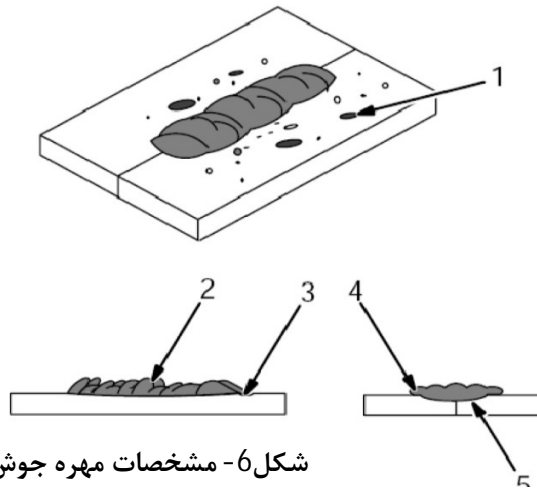
**توجه** به طور معمول، یک مهره جوش نواری تکی برای اکثر اتصالات جوش شیار باریک رضایت بخش است. با این حال، برای اتصالات جوش با شیار عریض، یک مهره جوش موجی یا چند مهره جوش نواری بهتر کار می‌کند.



- ۱- مهره جوش نواری - حرکت ثابت در امتداد درز
- ۲- مهره جوش موجی شکل - حرکت کنار هم در امتداد درز
- ۳- الگوهای مهره جوش موجی شکل
- ✓ از الگوی مهره جوش موجی شکل برای پوشاندن منطقه وسیع در یک پاس جوش از الکتروود استفاده کنید.

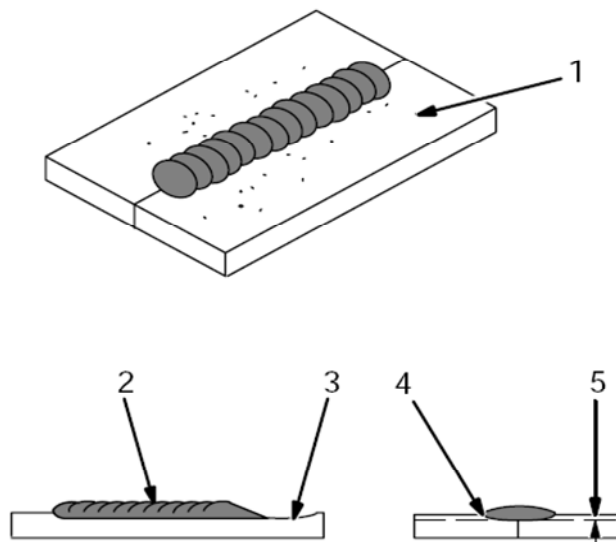
### شکل 5- حرکت مشعل جوشکاری در حین جوشکاری

- ۱- رسوبات پاشش بزرگ
- ۲- مهره‌های خشن و ناهموار
- ۳- چاله‌های جزئی ایجاد شده در حین جوشکاری
- ۴- همپوشانی بد
- ۵- نفوذ ضعیف



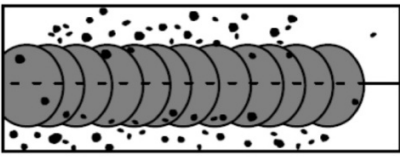
### شکل 6- مشخصات مهره جوش ضعیف

- ۱- پاشش مناسب
- ۲- مهره یکنواخت
- ۳- چاله‌های متوسط ایجاد شده در حین جوشکاری
- ۴- ضخامت هر لایه جوش بیش تر از ۳/۲ میلی متر نباشد.
- ۵- بدون همپوشانی
- ۶- نفوذ خوب در فلز پایه

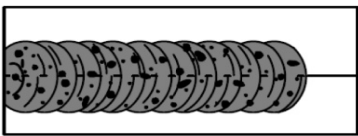


### شکل 7- مشخصات مهره جوش خوب

جدول 1- پاشش بیش از حد

<p>پاشش بیش از حد - پاشش ذرات فلز ذوب شده که در نزدیکی مهره جوش سرد و جامد تشکیل می‌شوند.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>سرعت تغذیه سیم پایین را انتخاب کنید.</p>	<p>سرعت تغذیه سیم خیلی زیاد است.</p>
<p>دامنه ولتاژ پایین را انتخاب کنید.</p>	<p>ولتاژ خیلی زیاد است.</p>
<p>از بیرون زدگی کوتاه استفاده کنید.</p>	<p>بیرون زدگی الکتروود خیلی زیاد است</p>
<p>قبل از جوشکاری، تمام چربی ها، روغن، رطوبت، زنگ زدگی، رنگ، و خاک را از سطح کار پاک کنید.</p>	<p>قطعه کار کثیف است.</p>
<p>جریان گاز محافظ را در رگولاتور / جریان سنج افزایش دهید و یا از کاهش جریان گاز نزدیک قوس جوشکاری جلوگیری شود.</p>	<p>گاز محافظ ناکافی در قوس جوشکاری.</p>
<p>از سیم جوش تمیز و خشک استفاده کنید. روغن یا روان کننده روی سیم جوش، تغذیه کننده یا مجراگاه حذف کنید.</p>	<p>سیم جوشکاری کثیف.</p>

جدول 2- تخلخل

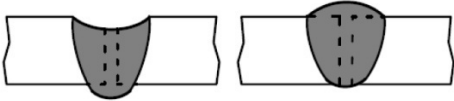
<p>تخلخل - حفره‌های کوچک یا سوراخ های حاصل از حفره‌های گازی در فلز جوش.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>میزان جریان گاز مناسب را بررسی کنید. جرقه ها را از داخل نازل جدا کنید. شلنگ‌های گاز را از نظر نشت بررسی کنید. نازل را در فاصله 1/4 تا 1/2 اینچ (۶-۱۳ میلی متر) از قطعه کار قرار دهید. مشعل جوشکاری را در انتهای جوش نزدیک مهره جوش نگه دارید تا فلز مذاب جامد شود.</p>	<p>پوشش گاز محافظ ناکافی.</p>
<p>از گاز محافظ مرتبط با نوع جوشکاری استفاده شود. تغییر دادن در نوع گازهای مختلف.</p>	<p>استفاده از گاز اشتباه.</p>
<p>از سیم جوش تمیز و خشک استفاده کنید. روغن یا روان کننده روی سیم جوش، تغذیه کننده یا مجراگاه حذف کنید.</p>	<p>سیم جوشکاری کثیف.</p>
<p>قبل از جوشکاری، تمام چربی‌ها، روغن، رطوبت، زنگ‌زدگی، رنگ، و خاک را از سطح کار پاک کنید. از سیم جوش با خاصیت احیا کننده بالا استفاده کنید (با تهیه کننده تماس بگیرید).</p>	<p>قطعه کار کثیف است.</p>
<p>مطمئن شوید بیرون زدگی سیم جوش از نازل بیش از 1/2 اینچ (۱۳ میلی متر) قرار ندارد.</p>	<p>بیرون زدگی بیش از حد سیم جوشکاری از نازل .</p>



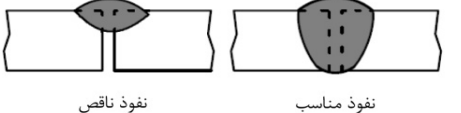
### جدول 3- ذوب ناقص

<p>ذوب ناقص - عدم اتصال کامل فلز جوش با فلز پایه با مهره جوش قبلی.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>قبل از جوشکاری، تمام چربی‌ها، روغن، رطوبت، زنگ‌زدگی، رنگ، و خاک را از سطح کار پاک کنید.</p>	<p>قطعه کار کثیف است.</p>
<p>دامنه ولتاژ بالاتر را انتخاب کرده و یا سرعت تغذیه سیم را تنظیم کنید.</p>	<p>حرارت ورودی کافی نیست.</p>
<p>در هنگام جوشکاری مهره‌های نواری جوش را در محل مناسب اتصال قرار دهید. زاویه کار را تنظیم کنید یا شیار را باز کنید تا هنگام جوشکاری به پایین اتصال دسترسی پیدا کنید. هنگام استفاده از روش موجی شکل، قوس را بلافاصله روی دیواره‌های طرف شیار نگه دارید. قوس را در لبه پهن حوضچه مذاب جوش نگه دارید.</p>	<p>روش جوشکاری نادرست.</p>

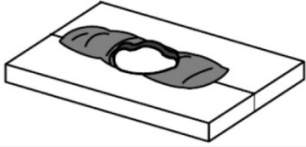
### جدول 4- نفوذ اضافی

<p>نفوذ اضافی - ذوب فلز جوش از طریق فلز پایه و آویزان شدن در زیر جوش.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>دامنه ولتاژ پایین را انتخاب کنید و سرعت تغذیه سیم را کاهش دهید. سرعت حرکت را افزایش دهید.</p>	<p>حرارت ورودی بیش از حد.</p>

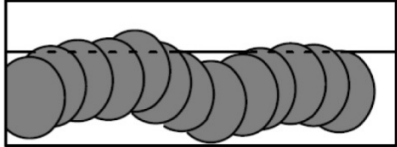
### جدول 5- نفوذ ناقص

<p>نفوذ ناقص - ذوب شدن با عمق کم بین فلز جوش و فلز پایه.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>فلز پایه خیلی ضخیم است. آماده سازی و طراحی اتصال باید به طوری باشد که دسترسی به پایین شیار امکان پذیر باشد، در حالی که ویژگی‌های بیرون زدگی سیم جوشکاری و مشخصات قوس مناسب حفظ شود.</p>	<p>آماده سازی نامناسب اتصال.</p>
<p>برای دستیابی به حداکثر نفوذ زوایه مشعل جوشکاری نرمال ۰ تا ۱۵ درجه را حفظ کنید. قوس را در لبه پهن حوضچه مذاب جوش نگه دارید. مطمئن شوید بیرون زدگی سیم جوش از نازل بیش از ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی‌متر) قرار ندارد.</p>	<p>روش جوشکاری نادرست.</p>
<p>سرعت تغذیه سیم بیشتر و یا دامنه ولتاژ بالاتر را انتخاب کنید. سرعت حرکت را کاهش دهید.</p>	<p>حرارت ورودی کافی نیست.</p>

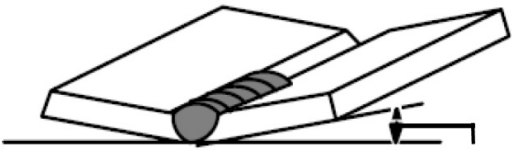
### جدول 6- سوختگی سرتاسری

<p>سوختگی سرتاسری - ذوب فلز جوش به طور کامل از طریق فلز پایه منجر به سوراخ هایی می شود که هیچ فلزی در آن باقی نمی ماند.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>دامنه ولتاژ پایین را انتخاب کنید و سرعت تغذیه سیم را کاهش دهید. سرعت حرکت را افزایش دهید. سرعت حرکت را افزایش و یا حفظ کنید.</p>	<p>حرارت ورودی بیش از حد.</p>

### جدول 7- موج دار بودن مهره ها

<p>موج دار بودن مهره ها- جوشکاری فلز که موازی نباشد و درز تشکیل شده توسط فلز پایه را نپوشاند.</p>	
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>مطمئن شوید بیرون زدگی سیم جوش از نازل بیش از ۱/۲ اینچ (۱۳ میلی متر) قرار ندارد.</p>	<p>بیرون زدگی بیش از حد سیم جوشکاری از نازل .</p>
<p>دست را روی سطح استوارنگه داشته یا از دو دست استفاده کنید.</p>	<p>بی ثباتی دست در حین جوشکاری.</p>

### جدول 8- پیچیدگی

<p>پیچیدگی - انقباض فلز جوش در هنگام جوشکاری که فلز پایه را مجبور به حرکت می کند.</p>	 <p>فلز پایه در جهت مهره جوش حرکت می کند.</p>
<p><b>اقدامات اصلاحی</b></p>	<p><b>علل احتمالی</b></p>
<p>برای نگه داشتن فلز پایه در موقعیت خود از مهار (گیره) استفاده کنید. قبل از شروع عملیات جوشکاری، خال جوشها را در امتداد اتصال ایجاد کنید. دامنه ولتاژ پایین را انتخاب کنید و / یا سرعت تغذیه سیم را کاهش دهید. سرعت حرکت را افزایش دهید. در قسمت های کوچک جوش داده شود و اجازه سرد شدن بین جوشها را بدهید.</p>	<p>حرارت ورودی بیش از حد.</p>

## گازهای محافظ متداول در فرایند GMAW

این یک نمودار کلی برای گازهای متداول و محل استفاده آنها می باشد. در طی سال های گذشته ترکیبات مختلفی (مخلوط) گازهای محافظ تولید شده است. بیشترین گازهای محافظ مورد استفاده در جدول (۹) آمده است.

جدول ۹- گاز محافظ

Tri-Mix4	Argon + Helium	Helium	CO2	Argon + 50% CO2	Argon + 25% CO2	Argon + 8% CO2	Argon + 5% O2	Argon + 2% O2	Argon + 1% O2	Argon	Gas
			تخت و افقی <sup>۱</sup> گوشه‌ای		تخت و افقی <sup>۱</sup> گوشه‌ای	تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای	تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای	تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای	تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای		قوس اسپری فولاد
			تمام موقعیت‌ها	تمام موقعیت‌ها	تمام موقعیت‌ها	تمام موقعیت‌ها					اتصال کوتاه فولاد
								تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای	تخت و افقی <sup>۵</sup> گوشه‌ای		قوس اسپری فولاد زنگ نزن
تمام موقعیت‌ها					تمام موقعیت‌ها <sup>۲</sup>						اتصال کوتاه فولاد زنگ نزن
	تمام موقعیت‌ها <sup>۲</sup>	تمام موقعیت‌ها <sup>۲</sup>								تمام موقعیت‌ها <sup>۵</sup>	قوس اسپری آلومینیوم
										تمام موقعیت‌ها	اتصال کوتاه آلومینیوم

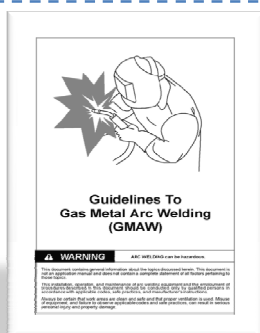
۱- انتقال گلوله‌ای شکل

۲- ضخامت‌های بالا

۳- فقط برای جوشکاری تک پاس

۴- 90% HE + 7-1/2% AR + 2-1/2% CO<sub>2</sub>

۵- همچنین برای جوشکاری ضربانی در تمام موقعیت‌ها



Guidelines To Gas Metal Arc Welding (GMAW), Miller Electric Mfg.Co.