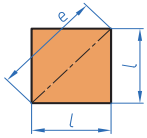
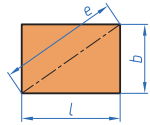
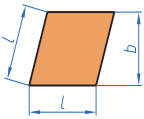
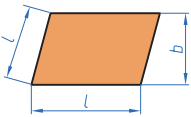
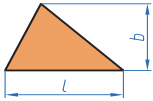
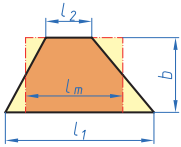
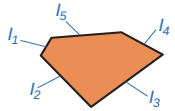
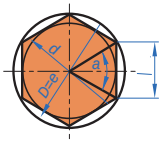
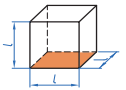
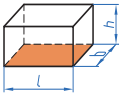
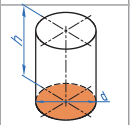
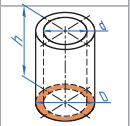
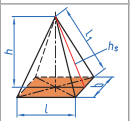
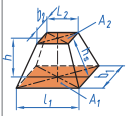
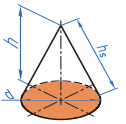
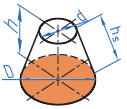
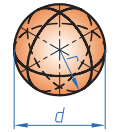
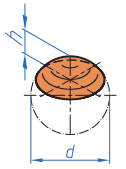
# فصل ۲

## روابط و فرمول‌های فنی

## جدول روابط محاسبه مساحت اشکال هندسی

| شکل هندسی | | مساحت | توضیحات |
|---|---|---|---|
| مربع |  | $A = l \times l = l^2$ | $e = \sqrt{l^2 + l^2} = \sqrt{2} \times l = 1/414l$ |
| مستطیل |  | $A = l \times b$ | $e = \sqrt{l^2 + b^2}$ |
| لوزی |  | $A = l \times b$ | |
| متوازی‌الاضلاع |  | $A = l_1 \times b$ | |
| مثلث |  | $A = \frac{l \times b}{2}$ | در مثلث متساوی‌الاضلاع<br>$b = \sqrt{3} \times \frac{1}{2} \approx 0/866 \times l$ |
| ذوزنقه |  | $A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b$<br>$A = l_m \times b$ | $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$ |
| چندضلعی منتظم |  | $A = n \times A_1 = \frac{n \times l \times d}{4}$ | $l = D \times \sin(\frac{180^\circ}{n})$<br>$d = \sqrt{D^2 - l^2}$ |
| سطوح مرکب |  | $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$ | |

| شکل هندسی | | مساحت | حجم |
|---|---|---|---|
| مکعب‌مربع |  | $A=۶\times L^{۲}$ | $V=L^{۳}$ |
| مکعب‌مستطیل |  | $A=۲\times(L\times b\times L\times h\times b\times h)$ | $V=L\times b\times h$ |
| استوانه |  | $A=\pi\times d\times h+۲\times\frac{\pi\times d^{۲}}{۴}$ | $V=\frac{\pi.d^{۲}}{۴}\times h$ |
| استوانه توخالی |  | $A=\pi\times(D+d)\times\left[\frac{۱}{۲}\times(D-d)+h\right]$ | $V=\frac{\pi.d^{۲}}{۴}\times(D^{۲}-d^{۲})$ |
| هرم |  | | $V=\frac{L\times b\times h}{۳}$ |
| هرم ناقص |  | | $V=\frac{h}{۳}\times(A_{۱}+A_{۲}+\sqrt{A_{۱}\times A_{۲}})$ |
| مخروط |  | $A_M=(\pi\times d\times h_s)/۲$ | $V=\frac{\pi\times d^{۲}}{۴}\times\frac{h}{۳}$ |
| مخروط ناقص |  | $A_M=(\pi\times h_s)/۲\times(D+d)$ | $V=\frac{\pi\times h}{۱۲}\times(D^{۲}+d^{۲}+D\times d)$ |
| کره |  | $A_O=\pi\times h\times(۲\times d-h)$ | $V=(\pi\times d^{۳})/۶$ |
| عرق‌چین، برش وتری کره |  | $A_O=\pi\times h\times(۲\times d-h)$ | $V=\pi\times h^{۲}\times(\frac{d}{۲}-\frac{h}{۳})$ |

## ۲ــ وزن مخصوص فلزات

$W = \gamma . V$

W: وزن جسم
γ: وزن مخصوص
V: حجم

## ۳ــ ظرفیت کپسول استیلن

در کپسول ۴۰ لیتری ۴۱٪ آن را استن اشغال کرده است. هر لیتر استون در فشار ۱۵bar می‌تواند ۳۷۵ لیتر استیلن در خود حل کند.
حجم داخلی کپسول استیلن لیتر V = ۴۰
لیتر ۱۶/۴ = ۴۰ × ۰/۴۱ = مقدار استن

به‌طور تقریب ۱۶لیتر

لیتر ۶۰۰۰= ۳۷۵ × ۱۶= Q ظرفیت کپسول استیلن

$\frac{۶۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۶$ مترمکعب

## ۴ــ ظرفیت کپسول اکسیژن

$Q = P \times V$

حجم × فشار = ظرفیت

$Q = ۱۵۰ \times ۴۰ = ۶۰۰۰ Lit$

## ۵ــ محاسبات گاز استیلن

حجم گاز حل‌شده در ۱لیتر استون × حجم استون کپسول = حجم کپسول

لیتر $V=۱۶\times۲۵=۴۰۰$

$V_{GA} = P \times V$

حجم گاز حل‌شده در استون × فشار مانومتر = حجم گاز استیلن

حجم گاز به لیتر ۶۰۰۰ = ۴۰۰ × ۱۵ = V و $V = P \times V$

۸۵۴ لیتر استیلن معادل ۱کیلوگرم وزن دارد.

وزن مخصوص گاز استیلن = ۱/۱۷۱ $Kg/m^3$
۶۰۰۰ لیتر استیلن چقدر وزن دارد؟

۶۰۰۰ + ۸۵۴ = ۷/۰۲۵Kg

## کاربرد فرمول‌ها

**مثال:** وزن یک کپسول استیلن قبل از کار ۷۰/۴کیلوگرم و پس از کار ۶۷کیلوگرم می‌باشد حجم گاز مصرفی را به‌دست آورید.

اختلاف وزن به کیلوگرم ۳/۴ = ۶۷ - ۷۰/۴
حجم گاز به لیتر ۲۹۰۳/۶ = ۸۵۴ × ۳/۴

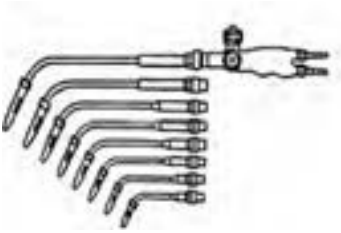
## ۶ـ محاسبات گاز اکسیژن

$$V_{GQ} = V \times P$$

فشار مشخص شده توسط مانومتر × گنجایش کپسول برحسب لیتر آب = حجم گاز اکسیژن

یک کپسول ۴۰ لیتری اکسیژن با فشار ۱۵۰ آتمسفر پرشده باشد محتوی
لیتر گاز ۶۰۰۰ $V_{GQ}$=۴۰×۱۵۰= و $V_{GQ}=V\times P$

**شماره‌های مختلف سربیک‌های جوشکاری**



| | | |
|---|---|---|
| ۰/۵ ـ ۱ | ۴ ـ ۶ | ۱۴ ـ ۲۰ |
| ۱ ـ ۲ | ۶ ـ ۹ | ۲۰ ـ ۳۰ |
| ۲ ـ ۴ | ۹ ـ ۱۴ | |

## ۷ـ حجم گاز اکسیژن مصرفی

ضریب ثابت ۱۰۰ × قدرت متوسط بک = حجم گاز اکسیژن مصرفی برحسب لیتر در ساعت

$$Q = MB \times 100\ L/h$$

**مثال:** برای جوشکاری یک قطعه فولادی اگر از بک شماره ۶ تا ۴ استفاده شود حجم اکسیژن مصرفی را در یک ساعت حساب کنید.

$$MB = \frac{۴+۶}{۲} = ۵$$

Q=MB×۱۰۰
Q=۵×۱۰۰=۵۰۰ L/h

$$t = \frac{V \times P}{MB \times ۱۰۰}$$

در رابطه فوق t = زمان جوشکاری برحسب ساعت
V = حجم کپسول برحسب لیتر آب
P مصرفی = تفاضل فشار اولیه و ثانویه (فشار کار شده)
MB = قدرت متوسط بک
۱۰۰ = ضریب ثابت می‌باشد.
P مصرفی = $P_۲ - P_۱$ (فشار ثانویه ـ فشار اولیه)

مصرفی

**مثال:** مانومتر ثابت اکسیژنی فشار ۱۰۰ آتمسفر را نشان می‌دهد. با گاز محتوی کپسول به‌وسیلهٔ بک شماره ۶ـ۴ چند ساعت می‌توان جوشکاری نمود (حجم کپسول ۴۰ لیتر می‌باشد).

t=?
V=۴۰ لیتر
P=۱۰۰ آتمسفر

$$t = \frac{V \times P}{MB \times ۱۰۰}$$

$$MB = \frac{۴ + ۶}{۲} = ۵$$

$$t = \frac{۴۰ \times ۱۰۰}{۵ \times ۱۰۰} = ۸ \text{ ساعت}$$

# فصل ۳

# کدها و جداول استاندارد

| جرم واحد طول Kg/m | سطح مقطع $Cm^2$ | ابعاد استاندارد | | جرم واحد طول Kg/m | سطح مقطع $Cm^2$ | ابعاد استاندارد | | جرم واحد طول Kg/m | سطح مقطع $Cm^2$ | ابعاد استاندارد | | جرم واحد طول Kg/m | سطح مقطع $Cm^2$ | ابعاد استاندارد | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | پهنا mm | ضخامت mm | | | پهنا mm | ضخامت mm | | | پهنا mm | ضخامت mm | | | پهنا mm | ضخامت mm |
| ۱۱/۳ | ۱۴/۴ | ۹۰ | ۱۶ | ۶/۳۶ | ۸/۱ | ۹۰ | ۹ | ۲/۰۱ | ۲/۶۵ | ۳۲ | ۸ | ۰/۸۸ | ۱/۱۲۵ | ۲۵ | ۴/۵ |
| ۱۲/۶ | ۱۶ | ۱۰۰ | ۱۶ | ۲/۳۶ | ۳ | ۲۵ | ۱۲ | ۲/۳۹ | ۳/۵۴ | ۳۸ | ۸ | ۱/۱۳ | ۱/۴۴ | ۳۲ | ۴/۵ |
| ۱۵/۷ | ۲۰ | ۱۲۵ | ۱۶ | ۳/۰۱ | ۳/۸۴ | ۳۲ | ۱۲ | ۲/۷۶ | ۳/۵۲ | ۴۴ | ۸ | ۱/۳۴ | ۱/۷۱ | ۳۸ | ۴/۵ |
| ۵/۶۷ | ۷/۲۲ | ۳۸ | ۱۹ | ۳/۵۸ | ۴/۵۶ | ۳۸ | ۱۲ | ۳/۱۴ | ۴ | ۵۰ | ۸ | ۱/۵۵ | ۱/۹۸ | ۴۴ | ۴/۵ |
| ۶/۵۶ | ۸/۳۶ | ۴۴ | ۱۹ | ۴/۱۴ | ۵/۲۸ | ۴۴ | ۱۲ | ۴/۰۸ | ۵/۲ | ۶۵ | ۸ | ۱/۷۷ | ۲/۲۵ | ۵۰ | ۴/۵ |
| ۷/۴۶ | ۹/۵ | ۵۰ | ۱۹ | ۴/۷۱ | ۶ | ۵۰ | ۱۲ | ۴/۷۱ | ۶ | ۷۵ | ۸ | ۱/۱۸ | ۱/۵ | ۲۵ | ۶ |
| ۹/۶۵ | ۱۲/۳۵ | ۶۵ | ۱۹ | ۶/۱۲ | ۷/۸ | ۶۵ | ۱۲ | ۵/۶۵ | ۷/۲ | ۹۰ | ۸ | ۱/۵۱ | ۱/۹۲ | ۳۲ | ۶ |
| ۱۱/۲ | ۱۴/۲۵ | ۷۵ | ۱۹ | ۷/۰۶ | ۹ | ۷۵ | ۱۲ | ۶/۲۸ | ۸ | ۱۰۰ | ۸ | ۱/۷۹ | ۲/۲۸ | ۳۸ | ۶ |
| ۱۳/۴ | ۱۷/۱۰ | ۹۰ | ۱۹ | ۸/۴۸ | ۱۰/۸ | ۹۰ | ۱۲ | ۷/۸۵ | ۱۰ | ۱۲۵ | ۸ | ۲/۰۷ | ۲/۶۴ | ۴۴ | ۶ |
| ۱۴/۹ | ۱۹ | ۱۰۰ | ۱۹ | ۹/۴۲ | ۱۲ | ۱۰۰ | ۱۲ | ۱/۷۷ | ۲/۲۵ | ۲۵ | ۹ | ۲/۳۶ | ۳ | ۵۰ | ۶ |
| ۱۸/۶ | ۲۳/۷۵ | ۱۲۵ | ۱۹ | ۴/۰۲ | ۵/۱۲ | ۳۲ | ۱۶ | ۲/۲۶ | ۲/۸۸ | ۳۲ | ۹ | ۳/۰۶ | ۳/۹ | ۶۵ | ۶ |
| ۲۲/۴ | ۲۸/۵ | ۱۵۰ | ۱۹ | ۴/۷۷ | ۶/۰۸ | ۳۸ | ۱۶ | ۲/۶۸ | ۳/۴۲ | ۳۸ | ۹ | ۳/۵۳ | ۴/۵ | ۷۵ | ۶ |
| ۸/۶۴ | ۱۱ | ۵۰ | ۲۲ | ۵/۵۳ | ۷/۰۴ | ۴۴ | ۱۶ | ۳/۱۱ | ۳/۹۶ | ۴۴ | ۹ | ۴/۲۴ | ۵/۴ | ۹۰ | ۶ |
| ۱۱/۲ | ۱۴/۳ | ۶۵ | ۲۲ | ۶/۲۸ | ۸ | ۵۰ | ۱۶ | ۳/۵۳ | ۴/۵ | ۵۰ | ۹ | ۴/۷۱ | ۶ | ۱۰۰ | ۶ |
| ۱۳ | ۱۶/۵ | ۷۵ | ۲۲ | ۸/۱۶ | ۱۰/۴ | ۶۵ | ۱۶ | ۴/۵۹ | ۵/۸۵ | ۶۵ | ۹ | ۵/۸۹ | ۷/۵ | ۱۲۵ | ۶ |
| ۱۵/۵ | ۱۹/۸ | ۹۰ | ۲۲ | ۹/۴۲ | ۱۲ | ۷۵ | ۱۶ | ۵/۳ | ۶/۷۵ | ۷۵ | ۹ | ۱/۵۷ | ۲ | ۲۵ | ۸ |

## ۲ـ جدول وزن و ضخامت پوشش در ورق‌های گالوانیزه

| ردیف | ضخامت پوشش mm | وزن پوشش روی $g/m^2$ |
|---|---|---|
| ۱ | ۰/۰۲۶ | ۱۸۳ |
| ۲ | ۰/۰۳۴ | ۲۴۴ |
| ۳ | ۰/۰۴۳ | ۳۰۵ |
| ۴ | ۰/۰۵۴ | ۳۸۱ |

## ۳ـ جدول وزن واحد سطح ورق‌های گالوانیزه

| ضخامت استاندارد ورق اصلی mm / وزن پوشش روی $g/m^2$ ($oz/Ft^2$) | ۱۸۳ (۰/۶) | ۲۴۴ (۰/۸) | ۳۰۵ (۱) | ۳۸۱ (۱/۲۵) |
|---|---|---|---|---|
| ۰/۲ | ۱/۷۵۳ | ۱/۸۱۴ | | |
| ۰/۲۵ | ۲/۱۴۵ | ۲/۲۰۶ | | |
| ۰/۲۷ | ۲/۳۰۳ | ۲/۳۶۴ | | ۲/۵۰۱ |
| ۰/۳ | ۲/۵۳۸ | ۲/۵۹۹ | | ۲/۷۳۶ |
| ۰/۳۵ | | ۲/۹۹۲ | | ۳/۱۲۹ |
| ۰/۴ | | ۳/۳۸۴ | | ۳/۵۲۱ |
| ۰/۵ | | ۴/۱۶۹ | | ۴/۳۰۶ |
| ۰/۶ | | | ۵/۰۱۵ | ۵/۰۹۱ |
| ۰/۸ | | | ۶/۵۸۵ | ۶/۶۶۱ |
| ۱ | | | ۸/۱۵۵ | ۸/۲۳۱ |
| ۱/۲ | | | ۹/۷۲۵ | ۹/۸۰۱ |
| ۱/۴ | | | ۱۱/۳ | ۱۱/۳۷ |
| ۱/۶ | | | ۱۲/۸۶ | ۱۲/۹۴ |
| ۱/۸ | | | | ۱۴/۵۱ |
| ۲ | | | | ۱۶/۰۸ |
| ۲/۳ | | | | ۱۸/۴۴ |
| ۲/۸ | | | | ۲۲/۳۶ |
| ۳/۲ | | | | ۲۵/۵ |

| مشخصات ماشین نورد هرمی | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | اندازه و نوع ماشین | طول مفید نورد (m) | ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm) | قطر نورد فوقانی (mm) | قطر نوردهای تحتانی (mm) | قدرت موتور (Hp) | وزن دستگاه (kg) |
| ۱ | کوچک | ۱/۱۰۰ | ۶ ـ ۲ | ۱۵۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۳۰۰ |
| ۲ | متوسط | ۱/۶۰۰ | ۵ ـ ۲ | ۱۵۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۵۰۰ |
| ۳ | بزرگ | ۲/۱۰۰ | ۴ ـ ۲ | ۱۵۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۷۰۰ |

| مشخصات ماشین نورد صاف کننده سه غلتک | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | اندازه و نوع ماشین | طول مفید نورد (m) | ضخامت ورق قابل اجرا (فولاد mm) | قطر نورد منحنی‌کننده (mm) | قطر نورد هدایت‌کننده (mm) | قدرت موتور (Hp) | وزن دستگاه (kg) |
| ۱ | کوچک | ۱/۱۰۰ | ۶ ـ ۱ | ۱۴۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۲۵۰ |
| ۲ | متوسط | ۱/۶۰۰ | ۵ ـ ۱ | ۱۴۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۵۰۰ |
| ۳ | بزرگ | ۲/۱۰۰ | ۴ ـ ۱ | ۱۴۵ | ۱۳۰ | ۴ | ۱۷۵۰ |

| مشخصات ماشین نورد صاف کننده چهار غلتک | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ردیف | طول مفید نورد (m) | ضخامت ورق (mm) | | قطر نورد فوقانی (mm) | قطر نوردهای تحتانی (mm) | قطر نورد هدایت‌کننده (mm) | قدرت موتور (Hp) |
| | | منحنی کامل | منحنی در دو طرف ورق | | | | |
| ۱ | ۲/۰۵۰ | ۵ | ۴ | ۱۷۶ | ۱۴۳ | ۱۴۰ | ۵ |
| ۲ | ۳/۰۵۰ | ۱۹ | ۱۵ | ۴۰۰ | ۴۰۰ | ۳۰۰ | ۲۸ |
| ۳ | ۳/۰۵۰ | ۳۶ | ۲۸ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۴۶۰ | ۵۵ |
| ۴ | ۵/۰۵۰ | ۲۲ | ۱۷ | ۶۰۰ | ۶۰۰ | ۴۶۰ | ۵۵ |

## ۵ـ نسبت قابل اشتعال گازهای استیلن، اکسیژن و هوا

| ردیف | درصد استیلن | درصد هوا | درصد اکسیژن |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۲/۷ | ۹۷/۳ | - |
| ۲ | ۸۲ | ۱۸ | - |
| ۳ | ۹۳ | - | ۷ |
| ۴ | ۱۰۰ | با ۲ اتمسفر فشار | |

## ۶ـ ویژگی حرارتی گازهای سوختنی

| ردیف | گاز سوختنی | درجه حرارت شعله ($C^o$) | انرژی حرارتی شعله در واحد حجم ($kcal/m^3$) |
|---|---|---|---|
| ۱ | استیلن | ۳۰۸۷ | ۱۳۰۹۰ |
| ۲ | طبیعی | ۲۵۳۸ | ۸۹۰۰ |
| ۳ | پروپان | ۲۵۲۶ | ۲۲۲۴۰ |
| ۴ | مپ | ۲۹۲۷ | ۲۱۴۲۰ |
| ۵ | هیدروژن | ۲۲۶۰ | -۱۰۷۵۰ |

## ۷ـ طبقه‌بندی سیم جوش‌های OFW

| ردیف | طبقه | کاربرد درجوشکاری OFW |
|---|---|---|
| ۱ | خانواده ۹۲ A ۵.۲ | فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ |
| ۲ | خانواده ۹۲ A ۵.۰ | آلومینیوم و آلیاژهای آن |
| ۳ | خانواده ۸۰ A ۵.۳ | سخت‌کاری سطحی فولادها وآلیاژهای مختلف |
| ۴ | خانواده ۹۰ A ۵.۵ | جوشکاری چدن‌ها |
| ۵ | خانواده ۸۰ A ۵.۲۱ | سخت‌کاری سطحی |
| ۶ | خانواده ۹۵ A ۵.۲۲ | فولادهای زنگ نزن |
| ۷ | خانواده ۷۸ A ۵.۲۷ | مس و آلیاژهای آن |

## ۸ـ شماره مشعل با توجه به ضخامت ورق

| ردیف | مصرف اکسیژن (Lit/hr) | مصرف استیلن (Lit/hr) | ضخامت ورق (mm) | شماره مشعل (mm) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۵۰ | ۱۵۰ | ۱ | ۱ـ۲ |
| ۲ | ۳۰۰ | ۳۰۰ | ۲ تا ۴ | ۲ـ۴ |
| ۳ | ۵۰۰ | ۵۰۰ | ۴ تا ۶ | ۴ـ۶ |

## ۹ـ انتخاب سر مشعل

**انتخاب سرمشعل در رابطه با ضخامت ورق و فشار گاز**

| اندازهٔ قطر سوراخ نازل برحسب اینچ | فشار گازها برحسب پوند بر اینچ مربع PSi | | | | ضخامت ورق فولادی برحسب اینچ |
|---|---|---|---|---|---|
| | انژکتوری | | فشار قوی | | |
| | $C_2H_2$ | $O_2$ | $C_2H_2$ | $O_2$ | |
| ۰/۰۲۲۵ | ۵ | ۵ ـ ۷ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱ |
| ۰/۰۲۸۰ | ۵ | ۷ ـ ۸ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱۶ |
| ۰/۰۲۸۰ | ۵ | ۷ ـ ۱۰ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱۹ |
| ۰/۰۳۵۰ | ۵ | ۷ ـ ۱۸ | ۲ | ۲ | $\frac{۱}{۳۲}$ |
| ۰/۰۴۶۵ | ۵ | ۸ ـ ۲۰ | ۳ | ۳ | $\frac{۱}{۱۶}$ |
| ۰/۰۵۵۰ | ۵ | ۱۵ ـ ۲۰ | ۴ | ۴ | $\frac{۳}{۳۲}$ |
| ۰/۰۵۹۰ | ۵ | ۱۲ ـ ۲۴ | ۴ | ۴ | $\frac{۱}{۸}$ |
| ۰/۰۷۰ | ۵ | ۱۶ ـ ۲۵ | ۵ | ۵ | $\frac{۳}{۱۶}$ |
| ۰/۰۸۱ | ۵ | ۲۰ ـ ۲۹ | ۶ | ۶ | $\frac{۱}{۴}$ |
| ۰/۰۸۶ | ۵ | ۲۴ ـ ۳۳ | ۷ | ۷ | $\frac{۳}{۸}$ |
| ۰/۰۹۸ | ۵ | ۲۹ ـ ۳۴ | ۸ | ۸ | $\frac{۱}{۲}$ |
| ۰/۱۲۸۵ | ۵ | ۳۰ ـ ۴۰ | ۹ | ۹ | $\frac{۵}{۸}$ |
| ۰/۱۳۶۰ | ۵ | ۳۰ ـ ۴۰ | ۱۰ | ۱۰ | $\frac{۳}{۴}$ |
| ۰/۱۵۴۰ | ۵ | ۳۰ ـ ۴۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۱ |

## شماره شیشه عینک و ماسک جوشکاری برای کارهای مختلف

| شماره شیشه | موارد استفاده | درصد اشعه عبوری | | |
|---|---|---|---|---|
| | | نور مرئی | مادون قرمز | ماوراءبنفش |
| ۲ | انعکاس نور شدید و گرم‌کاری | ۲۸ | ۰/۸۷ | ۱۰/۷۵ |
| ۳ | لحیم نرم OFW | ۱۶ | ۰/۴۳ | ۱۰/۳۵ |
| ۴ | لحیم سخت با OFW | ۶/۵ | هیچ | ۰/۰۹۷ |
| ۵ | جوشکاری و برش‌کاری سبک OFW | ۲ | هیچ | ۰/۰۴۶ |
| ۶ | استاندارد جوشکاری OFW | ۰/۸ | هیچ | هیچ |
| ۸ | جوشکاری سنگین OFW و جوشکاری و برش‌کاری برق تا ۷۵ آمپر | ۰/۲۵ | هیچ | هیچ |
| ۱۰ | جوشکاری و برش‌کاری برق تا ۲۵۰ آمپر | ۰/۰۱۴ | هیچ | هیچ |
| ۱۲ | جوشکاری و برش‌کاری برق بالاتر از ۲۵۰ آمپر | ۰/۰۰۲ | هیچ | هیچ |
| ۱۴ | جوشکاری و برش‌کاری با الکترود کربنی | ۰/۰۰۰۳ | هیچ | هیچ |

## شماره سر مشعل و ضخامت ورق برای جوشکاری ورق‌های فولادی با OFW

| ضخامت ورق به mm | پستانک مورد استفاده | زمان برای یک‌متر دقیقه | سرعت برحسب متر در ساعت | گاز لازم برای یک متر جوش | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | استیلن به لیتر | اکسیژن به لیتر |
| ۰/۸ | ۷۰ | $۲\frac{۱}{۲}$ | ۲۴ | ۳ | ۳/۶ |
| ۱ | ۱۰۰ | ۳ | ۲۰ | ۵ | ۶ |
| ۱/۲ | ۱۰۰ | $۳\frac{۳}{۴}$ | ۱۶ | ۷/۵ | ۹ |
| ۱/۵ | ۱۴۰ | $۴\frac{۱}{۴}$ | ۱۴ | ۱۱ | ۱۳ |
| ۲ | ۲۰۰ | ۵ | ۱۲ | ۱۸ | ۲۲ |

جدول استفاده الکترودهای استاندارد برای هر متر درز جوش

ارتفاع گرده جوش = n

| تعداد الکترود مصرفی برای پرکردن هر متر درز جوش نسبت به ارتفاع گرده جوش | | | تعداد الکترود مصرفی برای ریشهٔ درز به متر | قطر و طول الکترود | سطح مقطع گرده جوش نسبت به ارتفاع گرده جوش | | | فاصلهٔ بین دو ورق | ضخامت ورق |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n=۲mm | n=۱mm | n=۰mm | | | n=۲mm | n=۱mm | n=۰mm | | |
| NF Stck. | NF Stck. | NF Stck. | NW Stck. | d×L mm | $F_۲$ mm² | $F_۱$ mm² | $F_۰$ mm² | S mm | e mm |
| – | ۱۰/۱ | ۷/۹ | – | ۲/۵×۳۵۰ | – | ۱۶/۹ | ۱۳/۲ | ۱ | ۴ |
| – | ۴/۶ | ۳/۶ | – | ۳/۲۵×۴۵۰ | – | ۱۶/۹ | ۱۳/۲ | ۱ | ۴ |
| – | ۶/۴ | ۵/۲ | – | ۳/۲۵×۴۵۰ | – | ۲۳/۹ | ۱۹/۴ | ۱ | ۵ |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۳۷/۴ | ۳۲/۱ | ۲۶/۸ | ۱ | ۶ |
| ۴/۱ | ۳/۰ | ۲/۲ | – | ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۵۱/۶ | ۴۵/۲ | ۳۸/۸ | ۱/۵ | ۷ |
| ۶/۵ | ۵/۱ | ۴/۳ | – | ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | – | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۶۳/۲ | ۵۶/۱ | ۴۸/۹ | ۱/۵ | ۸ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸/۳ | ۷/۳ | ۶/۰ | ۴ | e*) ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۵/۵ | ۴/۷ | ۳/۹ | – | o*) ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۷۶/۱ | ۶۸/۱ | ۶۰/۲ | ۱/۵ | ۹ |
| ۱۰/۷ | ۹/۳ | ۷/۹ | – | e*) ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۶/۸ | ۶/۰ | ۵/۲ | – | o ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۹۵/۸ | ۸۶/۷ | ۷۷/۷ | ۲ | ۱۰ |
| ۱۴/۲ | ۱۲/۶ | ۱۱/۰ | – | e ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۹/۱ | ۸/۱ | ۷/۰ | – | o ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۱۲۸/۳ | ۱۱۷/۷ | ۱۰۷/۱ | ۲ | ۱۲ |
| ۱۹/۹ | ۱۸/۰ | ۱۶/۱ | – | e ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۲/۷ | ۱۱/۵ | ۱۰/۳ | – | o ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۱۴۶/۳ | ۱۳۴/۹ | ۱۲۳/۶ | ۲ | ۱۳ |
| ۲۲/۸ | ۲۱/۰ | ۱۸/۹ | – | e ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۴/۶ | ۱۳/۳ | ۱۲/۱ | – | o ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۳/۲۵×۴۵۰ | ۱۶۵/۴ | ۱۵۳/۱ | ۱۴۱/۰ | ۲ | ۱۴ |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۲۶/۶ | ۲۴/۰ | ۲۲/۰ | – | e ۴/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۶/۸ | ۱۵/۴ | ۱۴/۰ | – | o ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۴/۰×۴۵۰ | ۱۸۵/۶ | ۱۷۲/۷ | ۱۵۹/۸ | ۲ | ۱۵ |
| ۱۸/۲ | ۱۶/۷ | ۱۵/۴ | – | e ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۲/۷ | ۱۱/۶ | ۱۰/۷ | – | o ۶/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۴/۰×۴۵۰ | ۲۰۶/۹ | ۱۹۳/۳ | ۱۷۹/۶ | ۲ | ۱۶ |
| ۲۰/۶ | ۱۹/۰ | ۱۷/۵ | – | e ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۴/۴ | ۱۳/۴ | ۱۲/۲ | – | o ۶/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۴/۰×۴۵۰ | ۲۵۳/۳ | ۲۳۸/۲ | ۲۲۳/۰ | ۲ | ۱۸ |
| ۲۵/۶ | ۲۴/۰ | ۲۲/۴ | – | e ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۱۷/۹ | ۱۶/۷ | ۱۵/۷ | – | o ۶/۰×۴۵۰ | | | | | |
| – | – | – | ۴ | ۴/۰×۴۵۰ | ۳۰۴/۵ | ۲۸۷/۷ | ۲۷۱/۰ | ۲ | ۲۰ |
| ۳۱/۵ | ۲۹/۵ | ۲۷/۷ | – | e ۵/۰×۴۵۰ | | | | | |
| ۲۲/۰ | ۲۰/۶ | ۱۹/۳ | – | o ۶/۰×۴۵۰ | | | | | |

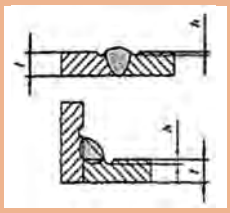
| ترک چاله انتهایی جوش Crater crack | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تصویر VT | | تصویر PT | | تصویر MT | |
| | | | | | |
| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ | | |
| × | × | × | تمامی چاله‌های انتهایی باید پر شوند، غیر از چاله‌هایی که در جوش‌های نبشی منقطع در محلی خارج از طول مؤثر جوش قرار دارند. | | |

| ترک crack | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تصویر VT | | تصویر PT | | تصویر MT | |
| | | | | | |
| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ | | |
| × | × | × | هر گونه ترک غیرقابل پذیرش می‌باشد مستقل از سایز و محل قرارگیری | | |

| تخلخل Porosity | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| تصویر VT | | تصویر PT | | تصویر MT | |
| | | | | | |
| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ | | |
| | | × | در اتصالات سربه سر با جوش‌های شیاری نفوذ کامل، در صورتی که جوش عمود بر جهت تنش کششی باشد هیچ حفره گازی لوله‌ای شکل مجاز نمی‌باشد. برای سایر جوش‌های شیاری و نبشی مجموع قطر حفرات لوله‌ای قابل رؤیت با قطر ۱mm یا بیشتر طول جوش نباید از ۱۰mm در هر، ۲۵mm و از ۲۰mm در هر ۳۰۰mm تجاوز نماید. | | |
| × | × | | تعداد حفرات گازی لوله‌ای شکل در جوش‌های نبشی نباید بیشتر از یک عدد در هر ۱۰۰mm طول جوش باشد و حداکثر قطر آن نباید از ۲/۵mm تجاوز نماید. **استثنا:** برای جوش‌های نبشی اجرا شده بین تقویت‌کننده‌ها و جان تیرها، مجموع قطر حفرات لوله‌ای نباید از ۱۰mm در هر ۲۵mm طول جوش و از ۲۰mm در هر ۳۰۰mm طول جوش تجاوز نماید. | | |
| × | × | | در اتصالات سربه سر با جوش‌های شیاری نفوذ کامل، در صورت یکه راستای جوش عمود بر جهت تنش کششی باشد هیچ حفره گازی لوله‌ای مجاز نمی‌باشد. برای سایر جوش‌های شیاری، تعداد حفرات گازی لوله‌ای نباید بیشتر از یک عدد در هر۱۰۰mm طول جوش بوده و حداکثر قطر آن نباید از ۲/۵mm تجاوز نماید. | | |

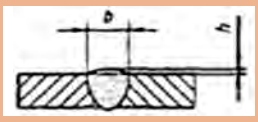
| ذوب ناقص Laek of fusion (L.O.F) | | |
|---|---|---|
| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
| | | |

| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.1.1 |
|---|---|---|---|
| × | × | × | بایستی ذوب کامل بین لایه‌های جوشی و همچنین بین فلزجوش و فلز پایه وجود داشته باشد. |

| بریدگی کناره Under cut |
|---|
|  |

| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

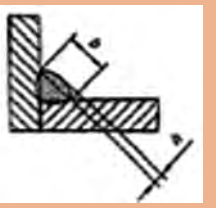
| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.1.1 |
|---|---|---|---|
| | | × | برای قطعاتی با ضخامت کمتر از ۲۵mm عمق بریدگی کناره نباید از ۱mm تجاوز نماید. البته به شرطی که مجموع طول این عیب در هر ۳۰۰mm خط جوش از ۵۰mm تجاوز نکند، عمق آن حداکثر تا ۲mm مجاز خواهد بود. برای ضخامت‌های بزرگ‌تر یا مساوی ۲۵mm حداکثر عمق بریدگی کناره برای هر طولی از جوش ۲mm است. |
| × | × | | در اعضای اصلی سازه، هنگامی که جهت تنش کششی عمود به راستای جوش است بریدگی کناره حداکثر با عمق ۰/۲۵mm مجاز است. برای تمامی حالات دیگر عمق این عیب نباید از ۱mm تجاوز کند. |

| گرده اضافی جوش Excess weld metal |
|---|
|  |

| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.1.1 |
|---|---|---|---|
| × | × | × | میزان گرده جوش نباید بیش از ۳mm باشد |

**تحدب بیش ازحد گرده در جوش سه پری(Excessive convexity (fillet weld**

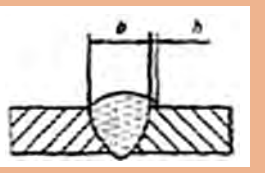


| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |
|---|---|---|---|
| × | × | × | |

| h | b |
|---|---|
| ۲mm | b≤۸mm |
| ۳mm | b>۸mm to b<۲۵mm |
| ۵mm | b≥۲۵mm |

**سر رفتن جوش در اتصال لب به لب Overlap**



| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

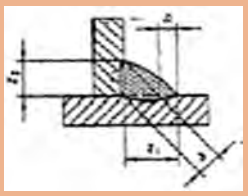
| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |
|---|---|---|---|
| × | × | × | غیر قابل پذیرش می‌باشد. |

**ضعیف شدن مقطع جوش در اتصال لب‌به‌لب Sagging incompletely**

| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | |
|---|---|---|---|
| × | × | × | غیر قابل پذیرش می‌باشد. |
| | | | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |

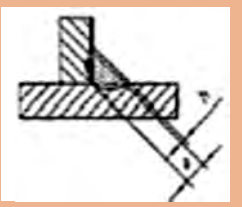
**عدم تقارن بیش از حد Excessive asymmetry of fillet weld**

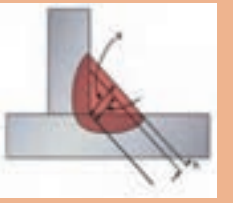


| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | |
|---|---|---|---|
| × | × | × | غیر قابل پذیرش می‌باشد. |
| | | | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |

## گلویی ناکافی جوش (بعد جوش کم) Insufficient throut thickness





| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |
|---|---|---|---|
| × | × | × | در هیچ حالتی نباید کاهش سایز، در طولی فراتر از ۱۰٪ طول کلی جوش تکرار شود . در اتصالات جوشی بال به جان در تیرها، هیچ کاهش سایزی در دو انتهای تیرآهن در فاصله‌های معادل دو برابر پهنای بال مجاز نمی‌باشد. |

| h | a |
|---|---|
| h≤۲mm | a≤۵mm |
| h≤۲.۵mm | a=۶mm |
| h≤۳mm | a≥۸mm |

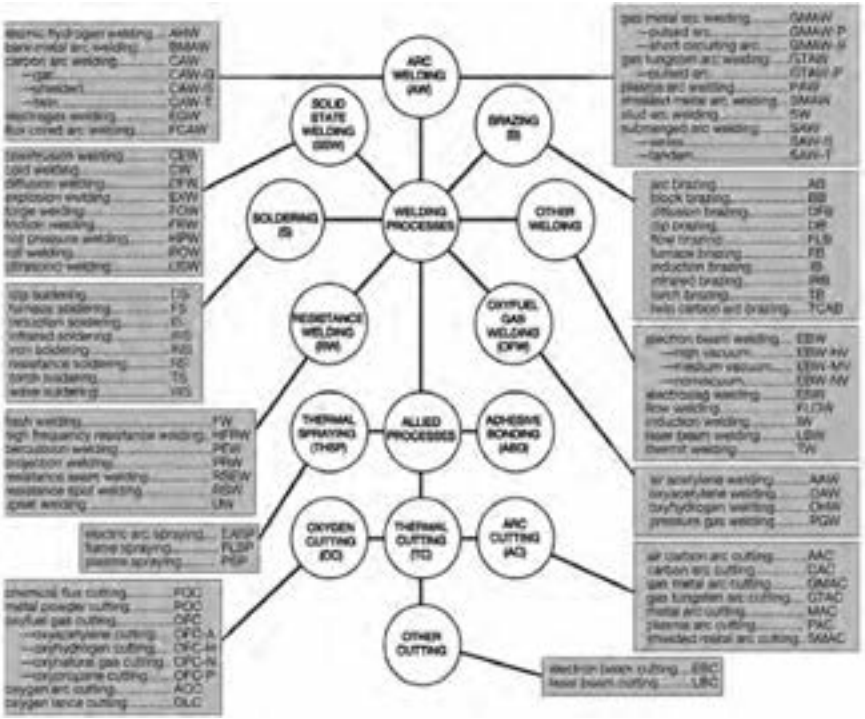
## زمان بازرسی

| تصویر VT | تصویر PT | تصویر MT |
|---|---|---|
| | | |

| ▲ | ■ | ● | حد پذیرش در استاندارد AWS D.۱.۱ |
|---|---|---|---|
| × | × | × | بازرسی چشمی جوش برای انواع فولادها بلافاصله بعد از اتمام جوشکاری و رسیدن به A۷۰۹، A۵۱۷، A دمای محیط قابل اجرا می‌باشد. **استثنا:** در فولادهای A۵۱۴، A۵۱۷، A۷۰۹ گرید ۱۰۰ و ۱۰۰W عملیات بازرسی چشمی بایدحداقل ۴۸ ساعت پس از تکمیل جوش‌ها انجام شود. |

| ▲ | ■ | ● |
|---|---|---|
| اتصالات محیطی (تحت هر نوع بارگذاری) | بارگذاری سیکلی در اتصالات غیرمحیطی | بارگذاری استاتیکی در اتصالات غیرمحیطی |

## نمودار روش‌های جوشکاری و فرایندهای مرتبط




## حدود قابل پذیرش فرکانس صوت نسبت به زمان قرارگیری

| زمان در معرض قرارگیری | میانگین روزانه میزان صدا (db) |
|---|---|
| ۸ (hr) | ۹۰ |
| ۴ (hr) | ۹۵ |
| ۲ (hr) | ۱۰۰ |
| ۱ (hr) | ۱۰۵ |
| ۳۰ (min) | ۱۱۰ |
| ۱۵ (min) | ۱۱۱ |

## تجهیزات و میزان صوت ایجاد شونده

| نوع منبع تولید صوت | میزان صوت (db) |
|---|---|
| آستانه شنوایی | ۰ |
| وزوز حشرات | ۲۰ |
| ترانس جوشکاری | ۴۰ |
| گفت‌وگو | ۶۰ |
| سنگ دستی | ۹۵ |
| هواپیمای جت و آستانه درد | ۱۲۰ |

## لقی تیغه در گیوتین

| ضخامت ورق برحسب میلی‌متر | برای برش‌کاری فلزات با استحکام پایین مانند برنز | برای برش‌کاری فلزات با استحکام بالا مانند فولاد |
|---|---|---|
| ۰/۵ | ۰/۰۱ | ۰/۰۲ |
| ۰/۸ | ۰/۰۳ | ۰/۰۵ |
| ۱ | ۰/۰۴ | ۰/۰۶ |
| ۱/۵ | ۰/۰۵ | ۰/۰۷ |
| ۲ | ۰/۰۶ | ۰/۰۸ |
| ۳ | ۰/۰۷ | ۰/۱ |

## عیوب موجود در برش‌کاری گیوتین

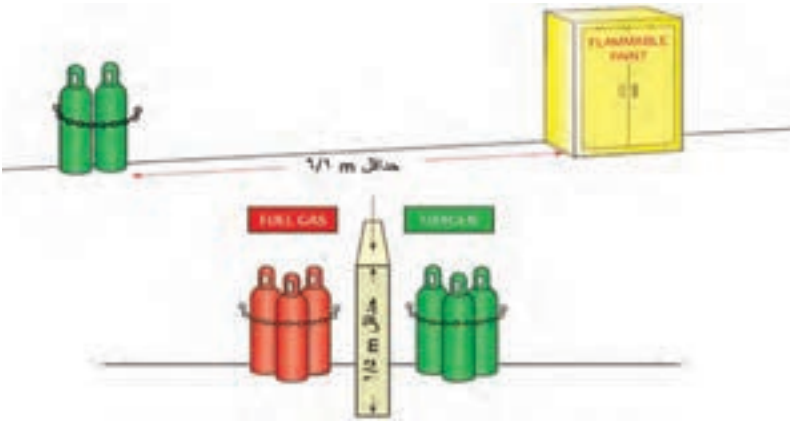
| ردیف | نام عیب | تصویر | دلایل عیب | برطرف کردن عیب |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | گیرکردن تیغه‌ها | | کم‌بودن لقی بین تیغه‌ها | تنظیم لقی بین تیغه‌ها |
| ۲ | پلیسه کردن لبه ورق | | زیاد بودن لقی بین تیغه‌ها | تنظیم لقی بین تیغه‌ها |
| ۳ | خم شدن لبه ورق | | | |
| ۴ | گیرکردن ورق بین تیغه‌ها | | | |
| ۵ | برش نامطلوب | | حرکت ورق در حین برش | عمل کردن نگهدارنده ورق در حین برش‌کاری |
| ۶ | مستهلک شدن سطح شابلن پشتی دستگاه | | تماس ورق با سطح شابلن پشتی در حین برش‌کاری | فعال نمودن کلید برگشت به عقب شابلن در حین برش‌کاری |
| ۷ | لهیدگی ورق | | نیروی بیش از حد نگهدارنده ورق | نیروی مناسب نگهدارنده‌ها بر روی ورق |

## توانایی برش قیچی‌های نیبلر

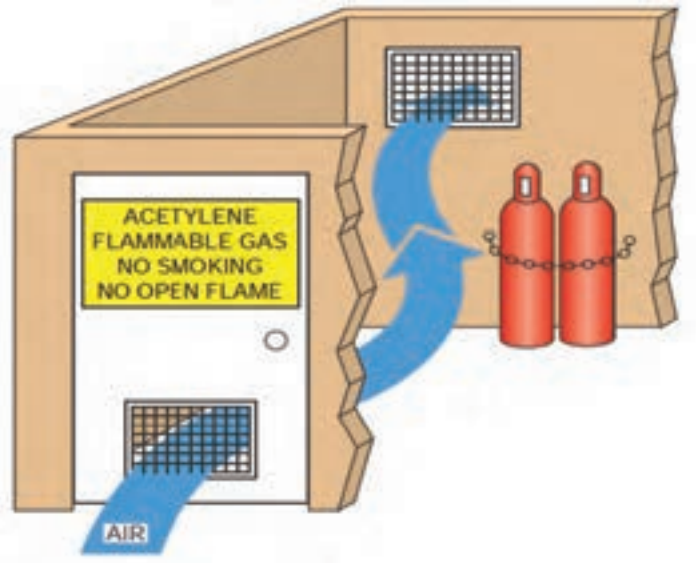
**قدرت برش قیچی**

| ردیف | نوع فلز ۱ | مقاومت فلز بر حسب $N/m^2$ | حداکثر ضخامت برش به میلی‌متر |
|---|---|---|---|
| ۱ | فولاد ساختمانی | ۴۰۰ | ۲/۷ |
| ۲ | فولاد آلیاژی | ۶۰۰ | ۲/۲ |
| ۳ | فولاد ضد زنگ | ۸۰۰ | ۱/۶ |
| ۴ | فلزات غیرآهنی (آلومینیم و غیره) | ۲۵۰ | ۳/۵ |

## خصوصیات انبار کپسول و حداقل فاصله کپسول‌ها با مواد قابل اشتعال



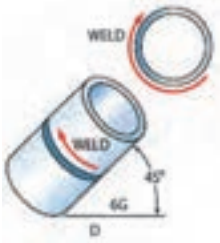
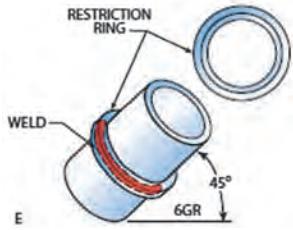

## شرایط تهویه انبار کپسول



## شرایط برخورد با کپسول‌های معیوب و دارای نشت

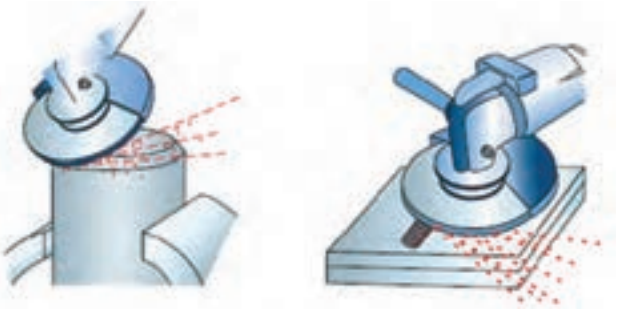
استقرار کپسول در فضای آزاد و نصب تابلوهای هشدار

## موقعیت‌های جوشکاری لوله

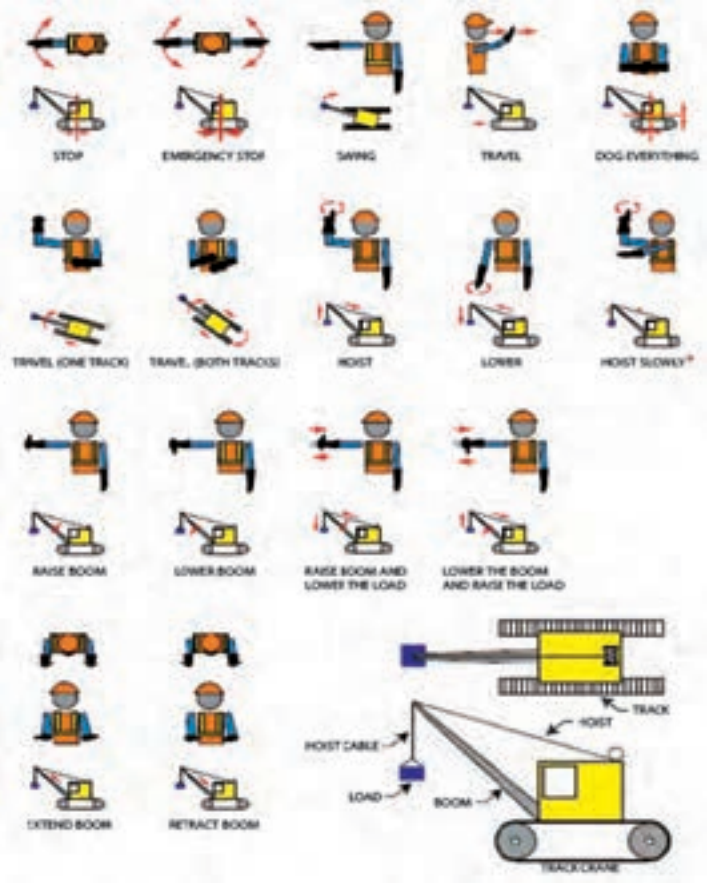
| | |
|---|---|
| | |
| اتصال دو لوله در حالتی که لوله ثابت باشد (۵G) | اتصال دو لوله به‌صورت گردان (۱G) |
|  | |
| اتصال دو لوله ثابت در زاویه (۶G) | اتصال دو لوله با جوش افقی (۲G) |
|  | |
| نصب فلنج‌ها بر روی لوله‌های ثابت و زاویه‌دار (۶GR) | |

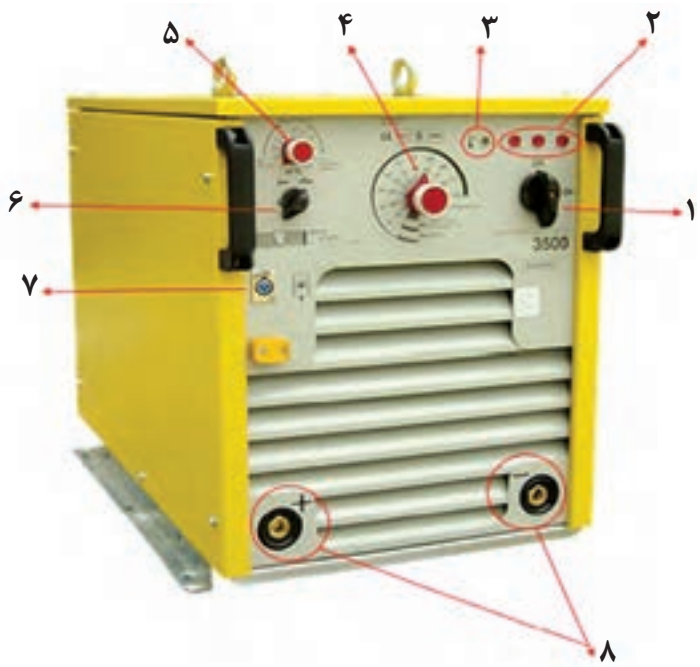
## سنگ‌زنی

- پاشش براده‌ها در سنگ زنی باید در جهت مخالف اپراتور باشد.
- از پاشش جرقه‌ها بر روی مواد قابل اشتعال باید اجتناب شود.



## علائم راهبری جرثقیل در سایت‌ها






۱ کلید روشن ـ خاموش
۲ آلارم سه فاز: نشان‌دهنده اتصال فازها به برق
۳ آلارم ترموستات: هنگام گرم شدن دستگاه این چراغ روشن و دستگاه غیرفعال می‌گردد تا زمانی‌که دستگاه خنک شده و مجدد آماده کار شود.
۴ ولوم تنظیم آمپر
۵ Arc Force: تنظیم‌کننده پایداری قوس (مورد استفاده در الکترودهایی که قوس ناآرامی دارند).
۶ کلید انتخاب حالت کاری دستگاه (جوشکاری الکترود دستی و یا تیگ)
۷ محل اتصال کنترل از راه دور به دستگاه
۸ سوکت‌های انتخاب قطبیت

**جدول انتخاب آمپر بر اساس قطر و نوع الکترود بر اساس استاندارد AWS**

| AWS CLASSIFICATION | ELECTRODE DIAMETER AND AMPERAGE RANGE | | |
|---|---|---|---|
| | $\frac{۳''}{۳۲}$ | $\frac{۱''}{۸}$ | $\frac{۵''}{۳۲}$ |
| E۶۰۱۰ | ۴۰ ـ ۸۰ | ۷۰ ـ ۱۳۰ | ۱۱۰ ـ ۱۶۵ |
| E۶۰۱۱ | ۵۰ ـ ۷۰ | ۸۵ ـ ۱۲۵ | ۱۳۰ ـ ۱۶۰ |
| E۶۰۱۲ | ۴۰ ـ ۹۰ | ۷۵ ـ ۱۳۰ | ۱۲۰ ـ ۲۰۰ |
| E۶۰۱۳ | ۴۰ ـ ۸۵ | ۷۰ ـ ۱۲۰ | ۱۳۰ ـ ۱۶۰ |
| E۶۰۱۶ | ۷۵ ـ ۱۰۵ | ۱۰۰ ـ ۱۵۰ | ۱۴۰ ـ ۱۹۰ |
| E۶۰۱۸ | ۷۰ ـ ۱۱۰ | ۹۰ ـ ۱۶۵ | ۱۲۵ ـ ۲۲۰ |

**جدول انتخاب قطبیت بر اساس الکترود**

| Electrode Number | |
|---|---|
| EXXX۰ | DCRP only |
| EXXX۱ | AC and DCRP |
| EXXX۲ | AC and DCRP |
| EXXX۳ | AC and DC |
| EXXX۴ | AC and DC |
| EXXX۵ | DCRP only |
| EXXX۶ | AC and DCRP |
| EXXX۸ | AC and DCRP |