## واحد کار دوم

# توانایی ذوب سطحی با شعله‌ی گاز

**هدف کلّی:** اتصال قطعات فولادی تا ضخامت ۱/۵ میلی‌متر بدون مفتول با شعله‌ی گاز

**هدف‌های رفتاری:** فراگیر پس از گذراندن این واحد کار باید بتواند :

۱ــ جوشکاری ذوبی با شعله‌ی گاز را تعریف کند ؛

۲ــ ویژگی گازها و مواد مورد استفاده در جوشکاری با شعله‌ی گاز را توضیح دهد ؛

۳ــ تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز را انتخاب کند ؛

۴ــ وسایل ایمنی فردی در جوشکاری با شعله‌ی گاز و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد ؛

۵ــ مخاطرات جوشکاری با شعله‌ی گاز را بیان کند ؛

۶ــ دستورات ایمنی در خصوص استفاده از تجهیزات جوشکاری را به کار گیرد ؛

۷ــ دستگاه‌های جوشکاری یا شعله‌ی گاز را راه‌اندازی کند ؛

۸ــ شعله‌های مختلف را ایجاد و تنظیم کند ؛

۹ــ روی ورق فولادی حوضچه‌ی مذاب ایجاد کرده و ذوب سطحی انجام دهد ؛

۱۰ــ با روش ذوبی ورق‌های فولاد معمولی را به هم متصل کند ؛

۱۱ــ با روش ذوبی ورق‌های فولادی معمولی با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را به هم متصل کند ؛

۱۲ــ با روش ذوبی زاویه‌ی خارجی ورق‌های فولاد معمولی با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را به هم جوش دهد ؛

۱۳ــ با مفتول مسوار گرده جوش روی ورق فولادی با ضخامت ۲ میلی‌متر ایجاد کند.

| ساعات آموزش | | |
|---|---|---|
| نظری | عملی | جمع |
| ۱۸ | ۱۸ | ۳۶ |

# پیش‌آزمون (۲)

۱ــ سوختن یعنی چه و محصول سوختن در جوشکاری با شعله‌ی گاز چیست؟

الف) ترکیب‌شدن ماده‌ی سوختنی با اکسیژن ــ نور ☐

ب) فعل و انفعال ماده‌ی سوختنی با هوا ــ شعله ☐

ج) ترکیب تند ماده با اکسیژن ــ حرارت ☐

د) فعل و انفعال ماده‌ی سوختنی با اکسیژن هوا ــ نور ☐

۲ــ اگر فلز را حرارت دهیم تا ذوب شود و عمل حرارت دادن را ادامه دهیم چه می‌شود؟

الف) مذاب اکسید می‌شود ☐ ب) مذاب رقیق‌تر می‌شود ☐

ج) درجه حرارت مذاب افزایش می‌یابد ☐ د) گزینه ۲ و ۳ اتفاق می‌افتد ☐

۳ــ کدام مورد در مقابل هوای محیط آسیب‌پذیر است؟

الف) آهن سرد ☐ ب) آهن حرارت دیده ☐

ج) مذاب آهن ☐ د) بستگی به شرایط هوای محیط دارد ☐

۴ــ علت این که یک قطعه فولاد معمولی (آهنی) را با شعله‌ی چراغ کوره نمی‌توان ذوب کرد چیست؟

الف) هدایت حرارت قطعه ☐ ب) متمرکز نبودن شعله‌ی چراغ کوره ☐

ج) پایین بودن درجه حرارت شعله ☐ د) تمام موارد ☐

۵ــ برای این‌که نقطه‌ی کوچکی از لبه‌ی ورق سه میلی‌متری را ذوب کنیم، به شعله با کدام خصوصیات نیاز داریم؟

الف) با درجه حرارت زیاد که لبه‌ی قطعه را ذوب کند ☐

ب) با مقدار گرمای زیادی که فولاد را ذوب کند ☐

ج) با گرمای متمرکز و درجه حرارت بیش از درجه ذوب فولاد ☐

د) بزرگ و درجه حرارت کافی ☐

۶ــ فولاد معمولی (آهن) را برای ذوب‌کردن حرارت می‌دهیم. چه تغییرات محسوسی در آن مشاهده می‌شود؟

الف) حجم آن زیاد می‌شود، تغییر رنگ می‌دهد و ذوب می‌شود ☐

ب) اول سرخ و سپس ذوب می‌شود ☐

ج) اول سرخ، سپس سفید و خمیری و ذوب می‌شود ☐

د) افزایش حجم، گرم‌شدن، و سرخ و ذوب شدن ☐

۷ــ فرق لحیم‌کاری و جوشکاری در کدام گزینه درست نیست؟

الف) در لحیم‌کاری فقط لحیم ذوب می‌شود و درز را پر می‌کند ☐

ب) در جوشکاری مفتول جوشکاری ذوب می‌شود و درز را پر می‌کند ☐

ج) در جوشکاری لبه‌های قطعات کار را ذوب شده و با مذاب مفتول درز قطعه را پر می‌کنند ☐

د) در لحیم‌کاری قطعات ذوب نمی‌شود ولی در جوشکاری لبه‌های کار هم ذوب می‌شود ☐

۸ــ وقتی گاز $CH_4$ به طور کامل بسوزد چه گازهایی تولید می‌شود؟

الف) $CO_2$ ، $CO$ و $H_2O$ ☐ ب) $CO_2$ و $H_2$ و $H_2O$ ☐

ج) $CO_2$ و $H_2O$ ☐ د) $H_2O + CO$ ☐

۹ــ آهن سرد فرم پذیرتر است یا آهن سرخ شده؟ چرا؟

جواب در یک سطر :

.....

۱۰ــ شرایط انفجار در کدام گزینه به طور کامل آمده است؟

الف) اشتعال مقدار زیادی گاز سوختنی در یک لحظه در فضای محدود ☐

ب) مشتعل‌شدن گاز سوختنی با اکسیژن در فضای تاریک ☐

ج) مخلوط‌شدن یک گاز قابل اشتعال با اکسیژن به مقدار زیاد ☐

د) ترکیب گاز سوختنی با هوا در مکان گرم ☐

۱۱ــ چرا جوشکارانی که با شعله جوشکاری می‌کنند از عینک مخصوص استفاده می‌کنند؟

الف) نور شدید شعله را کاهش می‌دهد ☐ ب) مانع رسیدن جرقه‌ها به چشم می‌شود ☐

ج) مانع رسیدن حرارت شعله به چشم می‌شود ☐ د) گزینه‌ی ۱ و۲ صحیح است ☐

۱۲ــ کلاهک روی کپسول چه نقشی ایفا می‌کند؟

الف) موقع حمل و نقل کپسول گاز از آسیب‌رسیدن به شیر فلکه‌ی کپسول محافظت می‌کند ☐

ب) مانع نشت گاز احتمالی از کپسول می‌شود ☐

ج) برای جابه‌جا کردن کپسول، به عنوان دستگیره مورد استفاده واقع می‌شود ☐

د) نقش کلاهک به تمام موارد فوق مربوط می‌شود ☐

۱۳ــ چرا برای دست‌یابی به حرارت بیش‌تر در جوشکاری به جای هوا از اکسیژن استفاده می‌شود؟

الف) زیرا اکسیژن موجود در هوا به صورت ملکولی است ☐

ب) زیرا هوا به جز اکسیژن مقدار قابل ملاحظه‌ای ازت دارد و انرژی حرارت مصرف می‌کند ☐

ج) زیرا اکسیژن صد در صد خالص وجود ندارد ☐

د) زیرا ازت همراه با هوا باعث خاموشی شعله می‌شود ☐

۱۴ــ برای سریع اکسیدکردن آهن آن را حرارت می‌دهیم تا سرخ شود سپس :

الف) آن را در آب فرو می‌بریم ☐ ب) هوا به آن می‌دمیم ☐

ج) آن را در روغن فرو می‌بریم ☐ د) اکسیژن به آن می‌دهیم ☐

۱۵ــ کدام گزینه برای چشم مضرّ است؟

الف) نور فولاد گداخته و ذوب شده ☐ ب) نور شعله‌ی جوشکاری ☐

ج) نور قوی الکتریکی در جوشکاری ☐ د) تمام موارد ☐

۱۶ــ برای راحت جا زدن شیلنگ گاز اکسیژن به سر شیلنگی مخصوص از ..... استفاده می‌کنیم.

الف) روغن نسوخته ☐ ب) گریس ☐

ج) فلاکس یا تنه کار ☐ د) پودر صابون ☐

۱۷ــ مولّدهای استیلن را که در فضای باز یخ‌زده است با ..... آماده به کار می‌کنیم.

الف) هوای گرم و حرارت کوره ☐ ب) آب گرم ☐

ج) حرارت شعله ☐ د) گرمای آفتاب ☐

۱۸ــ کدام گزینه یک کار درست را معرفی می‌کند؟

الف) رهاکردن مشعل روشن روی میز کار ☐

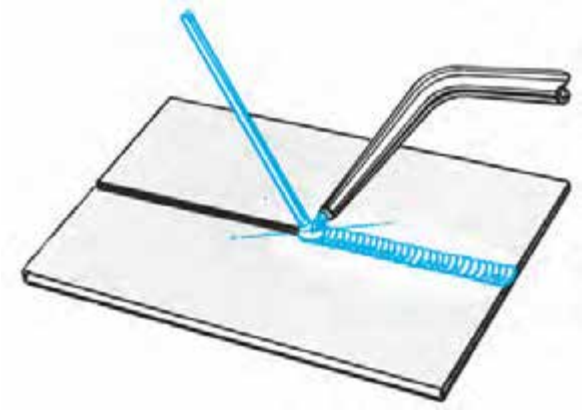
ب) قرار دادن مشعل روشن روی شعله‌ی شمعک میز جوشکاری ☐

ج) قرار دادن مشعل خاموش روی زمین ☐

د) روشن‌کردن مشعل با قطعه کار سرخ شده ☐

## ۱ــ۲ــ تعریف جوشکاری ذوبی

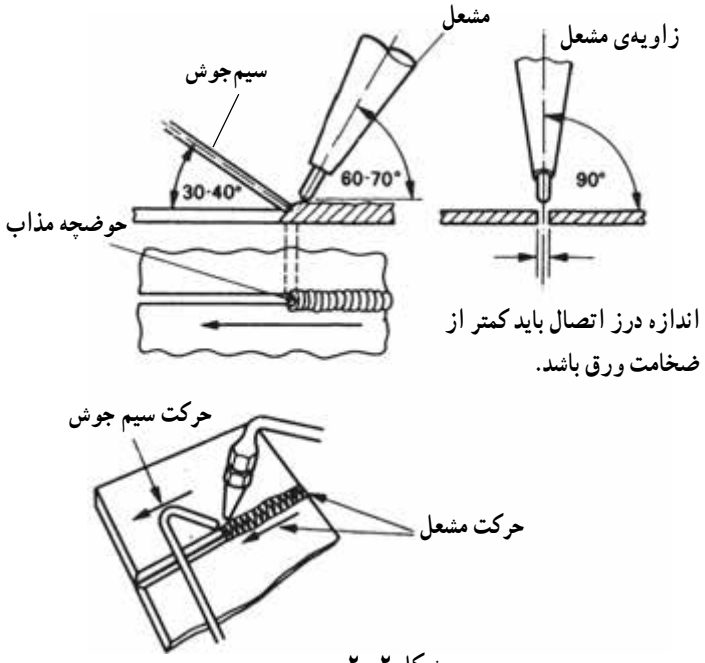
جوشکاری ذوبی روشی است که در آن، لبه‌های مورد اتصال را ذوب کرده و مذاب دو قطعه را به کمک مفتول پرکننده، و یا بدون آن درهم می‌آمیزند ؛ سپس انجماد صورت می‌گیرد (شکل ۱ــ۲) و بین ذرات دو قطعه جاذبه به‌وجود می‌آید.



شکل ۱ــ۲

### ۱ــ۱ ــ۲ــ جوشکاری با شعله‌ی گاز (اُکسی استیلن):

در این فرآیند برای ذوب‌کردن لبه‌ها همان‌طور که در شکل ۲ــ۲ مشاهده می‌شود از حرارت شعله‌ی سوختن گاز استفاده می‌شود.




شکل ۲ــ۲

شعله باعث ذوب‌شدن لبه‌های کار شده و از مخلوط‌ها آن‌ها حوضچه‌ی مذاب را به‌وجود می‌آورد که پس از انجماد دو قطعه یک پارچه می‌شوند. درجه حرارت شعله‌ی سوختن اکسیژن و استیلن (شکل ۳ــ۲) در حدود $3842^{\circ}C$ ــ $3204^{\circ}C$ است. مشعل جوشکاری حرارت ناشی از سوختن اکسی‌استیلن را به طرف کار هدایت می‌کند.

شکل ۳ــ۲ــ شعله‌ی سوختن گاز استیلن با اکسیژن

**تذکر مهم!** همان‌طور که می‌دانید شعله‌ی سوختن استیلن با اکسیژن دارای درجه حرارت بسیار زیادی است، لذا موقع کار با شعله مراقب دست و لباس و سر و صورت خود و اطرافیان از سوختن باشید (شکل ۴ــ۲).

شکل ۴ــ۲

**۲ــ۱ــ۲ــ گازهای مورد استفاده در جوشکاری گاز:**
گازهای مختلفی که در جوشکاری با شعله‌ی گاز مورد استفاده واقع می‌شوند به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند :

۱ــ اکسیژن (عامل سوخت)

۲ــ گازهای سوختی

**۳ــ۱ــ۲ــ اکسیژن ($O_2$):** اکسیژن گازی است بی‌رنگ، بی‌بو، بدون طعم و غیرقابل اشتعال و یکی از فراوان‌ترین عناصری است که در طبیعت یافت می‌شود. اکسیژن به صورت تجاری قابل دسترس است و با حداقل درجه‌ی خلوص (حداقل ۹۹/۵ درصد)، به صورت مایع و گاز عرضه می‌شود. این گاز را از هوای مایع شده جدا می‌کنند. با توجه به جدول ۱ــ۲ مشاهده می‌شود که تقریباً $\frac{۱}{۵}$ حجم هوا کسیژن و $\frac{۴}{۵}$ آن گاز ازت است و اکسیژن به‌دست آمده ۰/۵٪ گاز ازت به همراه دارد.

**جدول ۱ــ۲ــ درصد گازها در هوای اطراف کره‌ی زمین**

| ردیف | نام گاز | فرمول گاز | درصد موجود در اتمسفر |
|---|---|---|---|
| ۱ | ازت | $N_2$ | ۷۸ |
| ۲ | اکسیژن | $O_2$ | ۲۱ |
| ۳ | آرگون | Ar | ۰/۹۴ |
| ۴ | بی‌اکسیدکربن | $CO_2$ | ۰/۰۳ |
| ۵ | ئیدروژن | $H_2$ | ۰/۰۱ |
| ۶ | نئون | Ne | ۰/۰۰۲۳ |
| ۷ | هلیوم | He | ۰/۰۰۰۴ |
| ۸ | کریپتون | Kr | ۰/۰۰۰۰۵ |
| ۹ | گزنون | Xe | ۰/۰۰۰۰۰۶ |

از تجزیه‌ی الکتریکی آب هم می‌توان گاز اکسیژن تهیه کرد. این روش پرهزینه است و لذا اقتصادی نمی‌باشد.

$$H_2O \rightarrow H_2 + \frac{1}{2}O_2$$

فرمول الکترولیز آب

گاز اکسیژن تحت فشار همواره فعّال است و باعث سوختن گازها و مواد قابل اشتعال می‌شود ولی خود به تنهایی قابل سوختن نمی‌باشد. گاز اکسیژن با گازهای قابل اشتعال به راحتی ترکیب شده و شعله‌ور می‌گردد (فرمول سوختن کامل گاز استیلن با گاز اکسیژن را مشاهده کنید.)

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O + 3200^\circ C$$

گرما و درجه حرارتی معادل

بخار آب + بی‌اکسید کربن ← اکسیژن + استیلن

**۴ــ۱ــ۲ــ گازهای سوختنی:** گازهای سوختنی که در جوشکاری به عنوان گاز قابل اشتعال مصرف می‌شوند عبارتند از :

***استیلن؛*** که بهترین گاز از نظر حرارتی و متداول‌ترین گاز سوختنی است که در جوشکاری و برشکاری با شعله‌ی گاز مصرف می‌شود (شکل ۵ــ۲).

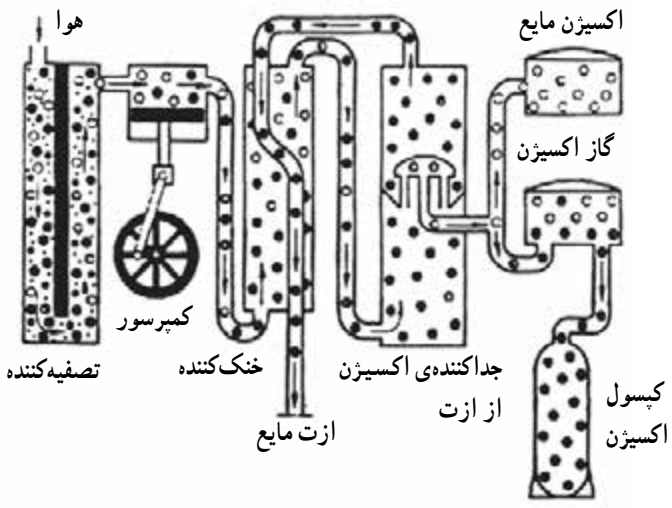
شکل ۵ــ۲

***گاز نفت؛*** (پروپان و بوتان) که در لحیم‌کاری سخت و برشکاری و گرم‌کاری قطعات به کار گرفته می‌شود (شکل ۶ــ۲).

***ئیدروژن؛*** که در جوشکاری‌هایی که باید تحت فشار انجام شود (جوشکاری و برشکاری زیر آب) به کار می‌رود ولی ارزش حرارتی کم‌تری دارد، اما این مزیت را دارد که در اثر فشار خود به خود منفجر نمی‌شود.

شکل ۶ــ۲ــ برشکاری با گاز

**۵ــ۱ــ۲ــ طرز تهیه‌ی اکسیژن از هوا:** مراحل مختلف تهیه‌ی اکسیژن از هوای مایع (شکل ۷ــ۲) به شرح زیر است :




**شکل ۷ــ۲ ــ جداسازی اکسیژن از هوا**

ــ افزودن خلوص هوا و جدا کردن ناخالصی‌ها (گردوغبار ــ دی‌اکسید کربن و ...)

ــ متراکم‌کردن ( از ۶ تا ۲۰۰ $kg/cm^2$ )

ــ سردکردن هوای فشرده تا به مایع تبدیل شود (معمولاً در فشار ۳۹ آتمسفر و دمای $-140^{\circ}C$ )

ــ در جداسازی ازت از هوای مایع، با کم‌کردن فشار، اکسیژن به صورت مایع باقی می‌ماند که به همین صورت مایع در ظرف‌های مخصوص به بازار عرضه می‌شود. یک لیتر اکسیژن مایع معادل ۸۵۰ لیتر اکسیژن به صورت گاز در درجه حرارت $150^{\circ}C$ خواهد بود.

ــ اکسیژن به صورت گاز تحت فشار تا ۱۶۰ آتمسفر در کپسول‌های معمولی با ظرفیت‌های متفاوت برای استفاده‌های متفاوت به بازار عرضه می‌شود (شکل ۸ــ۲).

**شکل ۸ــ۲ــ کپسول اکسیژن**

**۶ــ۱ــ۲ــ استیلن $C_2H_2$ :** استیلن گازی است با بوی بد و بی‌رنگ که در اغلب مایعات آلی به مقدار متفاوت حل می‌شود. بهترین حلّال گاز استیلن، مایع اَستَوُن است که در شرایط عادی تا ۲۵ حجم استیلن را در خود حل می‌کند. استیلن از هوا کمی سنگین‌تر است، در صورتی که تحت فشار قرار گیرد حتی به‌صورت خالص، خود به خود تجزیه و منفجر می‌شود. در صورتی‌که با هوا یا اکسیژن مخلوط شود این قابلیت انفجار افزایش می‌یابد. با توجه به جدول ۲ــ۲ این مورد با ارقام مربوطه درج شده است.

سنگ کاربید با آب ترکیب می‌شود و در مولّدها یا آب روی کاربید می‌ریزد یا کاربید در آب سقوط می‌کند و گازاستیلن برای مصرف جوشکاری یا برشکاری تولید می‌شود. در شکل ۹ ــ ۲ چگونگی ترکیب کاربید با آب مشاهده کنید.

**جدول ۲ــ۲ــ نسبت مخلوط قابل انفجار استیلن با اکسیژن یا هوا**

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

**شکل ۹ــ۲**

**۷ــ۱ــ۲ــ طرز تهیه‌ی استیلن:** از ترکیب کاربید $CaC_2$ با آب گاز استیلن به‌دست می‌آید. این فعل و انفعال تند و گرمازا است و آب را گرم می‌کند و گاز حاصل استیلن است چون با کبریت مشتعل شده است (شکل ۱۰ــ۲).

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

آب آهک گاز استیلن کاربید

**شکل ۱۰ــ۲**

پس ماده‌ی اولیه تولید گاز استیلن کاربید یا کربورکلسیم ($CaC_2$) است.

**۸ــ۱ــ۲ــ طرز تهیه‌ی کاربید:** کاربید یا کربورکلسیم خود یک محصول صنعتی است که آن را در شکل ۱۱ــ۲ مشاهده می‌کنید. کاربید از ترکیب آهک‌زنده ($CaO$) با زغال کک ($C$) در کوره‌ی الکتریکی به‌دست می‌آید.

$$CaO + 3C \xrightarrow{\text{کوره الکتریکی}} CaC_2 + CO$$

آهک زنده — زغال کک — کاربید — گاز منواکسیدکربن

**شکل ۱۱ــ۲ــ مقطع شکسته شده‌ی سنگ کاربید و شکل ظاهری آن**

کاربید بسیار جاذب الّرطوبه است و در شبکه‌های سربسته‌ی ۵۰ کیلویی نگهداری می‌شود.

همچنین کاربید را می‌توان به صورت غوطه‌ور در نفت سفید نگهداری نمود تا از رطوبت هوا در امان باشد (شکل ۱۲ــ۲).

شکل ۱۲ــ۲ــ نگهداری کاربید در زیر نفت

**تذکر مهمّ!** استفاده از کاربید به عنوان تفریح و سرگرمی و آتش‌بازی با خطرات زیادی همراه است. هیچ‌گاه زندگی خود را به خطر نیندازید.

**۹ــ۱ــ۲ــ سایر گازهای سوختنی:** با استفاده از تجهیزات جوشکاری استاندارد اکسی‌استیلن می‌توان از گازهای بوتان، پروپان و گاز شهری و گاز طبیعی نیز به عنوان گاز سوختنی استفاده کرد. به دلیل وجود ناخالصی‌های گازی مثل ($SH_2$) و پایین بودن راندمان حرارتی در جوشکاری فلزات آهن به کار گرفته می‌شوند (جدول ۳ــ۲).

**جدول ۳ــ۲ــ ویژگی حرارتی گازهای سوختنی**

| گاز سوختنی | درجه حرارت شعله به C° | درجه حرارتی شعله kcal/m$^3$ |
|---|---|---|
| گاز استیلن | ۳۰۸۷ | ۱۳۰۹۰ |
| گاز طبیعی | ۲۵۳۸ | ۸۹۰۰ |
| گاز پروپان | ۲۵۲۶ | ۲۲۲۴۰ |
| گاز مَپ [1] | ۲۹۲۷ | ۲۱۴۲۰ |
| گاز ئیدروژن | ۲۲۶۰ | – |

سر مشعل‌های با اندازه‌های نازل خروجی برای استفاده گازهای بوتان ــ پروپان و گاز شهری در دسترس است یا اصولاً مشعل برشکاری مخصوص بوتان ساخته می‌شود.

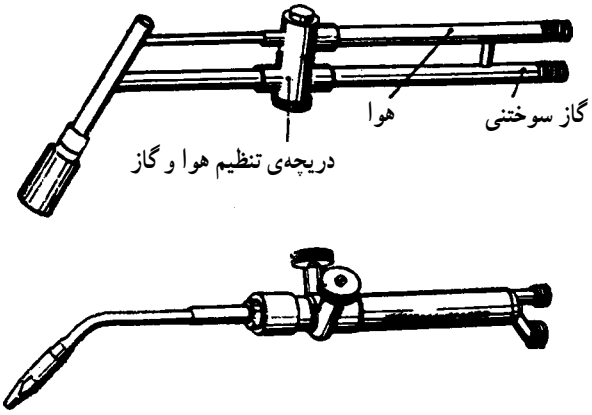
گاز شهری و گاز طبیعی در لوله‌های گاز شهری جریان دارد ولی گازهای بوتان و پروپان (و اخیراً با نام CNG) در سیلندرها یا در مخزن‌های مخصوص به خود به حالت مایع عرضه می‌شوند.

برای استفاده از این گازها برای هر گاز رگولاتور مخصوص به خود همان گاز لازم است (شکل ۱۳ــ۲).

شکل ۱۳ــ۲ــ کپسول و رگولاتور بوتان

۱ــ گاز مَپ Mapp استیلن مایع شده به‌وسیله گازهایی که در جوشکاری اثر نامطلوب ندارند.

این گازها عموماً در گرمکاری فلزات و گرم‌کردن هویه‌ی لحیم‌کاری و در لحیم‌کاری سخت با شعله و همچنین در برشکاری فلزات آهنی به صورت دستی و اتومات به‌کار می‌روند (شکل ۱۴ــ۲).




شکل ۱۴ــ۲ــ مشعل‌های گرمکاری

مشعل‌های گرمکاری طوری ساخته شده‌اند که از هوا به عنوان عامل سوخت گازهای بوتان و پروپان در مشعل سوخته و جهت گرم‌کردن هویه‌ی لحیم‌کاری و قطعات فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**تذکرمهمّ!** رها شدن گاز سوختنی در فضاهای کوچک و یا نشت این‌گونه گازها بسیار مخاطره‌آمیز است. در این مورد هشدارهای پی‌درپی توسط شرکت ملی گاز ایران از رسانه‌های صوتی و تصویری پخش می‌شود، پس جوشکارانی که با این‌گونه گازها سروکار دارند باید همواره مراقب بوده و تمام نکات ایمنی را رعایت نموده و هشدارها را کاملاً **جدّی** بگیرند.

## ۲ــ۲ــ سیم جوش (Filler metal) جوشکاری اکسی‌استیلن

سیم جوش‌های مصرفی در جوشکاری اکسی استیلن اغلب به صورت مفتول‌هایی با طول استاندارد یا با سفارش مصرف‌کننده با قطرهای ۶/۴ تا ۱/۶ میلی‌متر بدون روکش تولید و عرضه می‌شود. برای جلوگیری از زنگ‌زدگی سطح آن‌ها را با یک لایه‌ی نازک مسی روکش می‌کنند به همین دلیل در مواردی به آن‌ها سیم سوار هم می‌گویند. این سیم جوش‌ها در استاندارد AWS یا ASME مطابق جدول ۴ــ۲ در هفت طبقه دسته‌بندی می‌شوند و کاربرد هر کدام از آن‌ها نیز آمده است.

**جدول ۴ــ۲ــ طبقه‌بندی سیم جوش‌های OFW[1]**

| ردیف | طبقه | کاربرد در جوشکاری با شعله‌ی گاز |
|---|---|---|
| ۱ | خانواده 92 A 5.2 | فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ |
| ۲ | خانواده 92 A 5./0 | آلومینیوم و آلیاژهای آن |
| ۳ | خانواده 80 A 5./3 | سخت‌کاری سطحی فولادها و آلیاژهای مختلف |
| ۴ | خانواده 90 A 5./5 | جوشکاری چدن‌ها |
| ۵ | خانواده 80 A 5.21 | سخت‌کاری سطحی |
| ۶ | خانواده 95 A 5.22 | فولادهای زنگ‌نزن |
| ۷ | خانواده 78 A 5.27 | مس و آلیاژهای مس |

## ۳ــ۲ــ تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز (اکسی استیلن)

تجهیزات ساده‌ی جوشکاری با شعله‌ی گاز عبارتند از :

۱ــ کپسول اکسیژن

۲ــ کپسول استیلن

۳ــ رگولاتور یا دستگاه تقلیل فشار اکسیژن

۴ــ رگولاتور یا دستگاه تنظیم فشار گاز سوختنی

۵ــ شیلنگ‌های هدایت گاز اکسیژن و استیلن

۶ــ مشعل‌های جوشکاری (شکل ۱۵ــ۲)

۷ــ فندک جوشکاری

۸ــ عینک جوشکاری

۹ــ آچار

۱۰ــ سوزن سر مشعل پاک‌کن

**شکل ۱۵ــ۲ــ تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز**

۱ــ OFW=OXY Fuel Welding جوشکاری با شعله گاز سوختنی و اکسیژن

**۱ــ۳ــ۲ــ کپسول اکسیژن:** همان‌طور که در شکل ۱۶ــ۲ دیده می‌شود یک استوانه‌ی تو خالی از جنس فولاد که جداره‌ی آن دارای ضخامتی بین ۱۰ــ۹ میلی‌متر است و به صورت یکپارچه (بدون درز) ساخته شده است و حجم داخلی آن به طور معمول در حدود ۴۰ لیتر است و گاز اکسیژن با فشار ۱۵۰kg/cm$^3$ یا تقریباً ۱۵۰bar و یا معادل ۲۲۰Psi یعنی ۲۲۰ Lb/in$^2$ در آن ذخیره می‌شود.

به عبارت دیگر کپسول اکسیژن وقتی پر باشد ۶۰۰۰ لیتر یا ۶ متر مکعب گاز در آن به صورت فشرده وجود دارد.

کپسول‌های اکسیژن دارای شیر فلکه‌ی برنجی هستند که با دست قابل بازکردن و بستن است.

شکل ۱۶ــ۲

این شیر فلکه در زمانی‌که کپسول در سرویس گازرسانی قرار ندارد به وسیله‌ی یک کلاهک فولادی محافظت می‌شود تا شیر فلکه در حمل و نقل و انبار آسیب و صدمه نبیند. کلاهک به رینگ سرکپسول پیچ می‌شود (شکل ۱۷ــ۲).

شکل ۱۷ــ۲ــ کلاهک کپسول اکسیژن

**نکته‌ی ایمنی:** چنانچه موقع حمل و نقل کپسول یا بهر دلیل دیگر شیر فلکه کپسول پُر در اثر ضربه شکسته شود گاز اکسیژن با فشار بیش از اندازه از کپسول خارج می‌شود و کپسول در جهت عکس خروج گاز حرکت می‌کند و خطرات زیادی به دنبال دارد.

بعضی از کپسول‌ها در قسمت کف یک پایه‌ی گرد یا چهار گوش دارند و بعضی از کپسول‌ها در قسمت کف گودی به طرف داخل دارند تا کپسول بتواند راحت روی زمین قرار گیرد (شکل ۱۸ــ۲).

کپسول‌های اکسیژن عموماً با رنگ آبی رنگ‌آمیزی می‌شوند.

$$Q = P \times V$$

حجم × فشار = ظرفیت

$$Q = ۱۵۰ \times ۴۰ = ۶۰۰۰ \text{Lit}$$

شکل ۱۸ــ۲ــ گودی ته کپسول اکسیژن

**۲ــ۳ــ۲ــ کپسول استیلن:** برای ذخیره‌سازی گاز استیلن در کپسول تدابیری خاص لازم است، چون نمی‌توان گاز استیلن را تحت فشار زیاد در کپسول ذخیره نمود.

در موقع ساخت کپسول‌های استیلن (شکل ۱۹ــ۲) آن را از ماده[1]ای پر می‌کنند که پس از حرارت‌دادن به جسمی متخلخل تبدیل می‌شود سپس مقداری مایع استن ($CH_3COCH_3$) در کپسول ریخته و کپسول استیلن را از گاز پر می‌کنند.

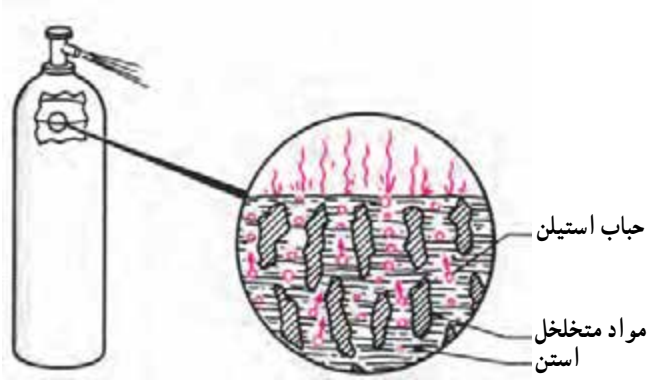
ناگفته نماند که موقع کار و استفاده از کپسول‌های گاز استیلن و در موقع شارژ مجدد کپسول باید میزان مایع استن کنترل شود و در صورت لزوم اضافه شود. تا امکان حل کردن گاز کافی در داخل مایع اِستن امکان پذیر باشد و کپسول به اندازه استاندارد خود گاز را در خود ذخیره کند.

شکل ۱۹ــ۲ــ کپسول استیلن و کلاهک آن

۱ــ ماده‌ی متخلخل شامل سیمان مخصوص زغال چوب ــ آزبست و سنگ‌های متخلخل سیلیس‌دار است.

گاز استیلن در مایع استن حل شده و فشار گاز درون کپسول زیاد نمی‌شود (شکل ۲۰ــ۲). در حقیقت هم حجم داخل کپسول به فضاهای کوچک‌تر تقسیم شده و هم سطح تماس گاز استیلن با مایع استن گسترده و بزرگ شده و امکان حل شدن سریع گاز در استن فراهم گردیده است.

کپسول استیلن از فولاد مقاوم ساخته شده و دارای قطر بیش‌تر و ضخامت کم‌تری است و دیواره و ارتفاع آن نسبت به کپسول اکسیژن کم‌تر است.




شکل ۲۰ــ۲ــ فضای داخل کپسول استیلن

**۳ــ۳ــ۲ــ ظرفیت کپسول‌های معمولی استیلن:** حجم داخل کپسول‌های استیلن تقریباً ۴۰ لیتر است و ۴۱٪ آن را مایع استن اشغال می‌کند.

حجم داخلی کپسول استیلن لیتر $v = ۴۰$

مقدار استن $= ۰/۴۱ \times ۴۰ = ۱۶/۴$ لیتر

بطور تقریب ۱۶ لیتر

ظرفیت کپسول استیلن $Q = ۱۶ \times ۳۷۵ = ۶۰۰۰$ لیتر

$\frac{۶۰۰۰}{۱۰۰۰} = ۶$ متر مکعب

هر لیتر استن در فشار $۱۵\,kg/cm^۲$ یا ۱۵bar (یعنی وقتی کپسول پر است) می‌تواند ۳۷۵ لیتر استیلن را در خود حل کند. پس ظرفیت کپسول استیلن هم مثل کپسول اکسیژن ۶۰۰۰ لیتر یا ۶ متر مکعب است (شکل ۲۱ــ۲).

شکل ۲۱ــ۲

**نکته‌ی مهمّ!** طبق استاندارد، برای اتصال رگولاتور به کپسول محتوی گاز قابل اشتعال از پیچ چپ‌ــ گرد استفاده می‌کنند(شکل ۲۲ــ۲).

**۴ــ۳ــ۲ــ رنگ ظاهر کپسول‌های گاز و اتصالات آن‌ها:** برای تشخیص گاز داخل کپسول‌ها و جلوگیری از اشتباه هنگام استفاده از کپسول‌ها بدنه‌ی سیلندرهای گاز را با رنگ استانداردشده‌ای رنگ‌آمیزی می‌کنند که در جدول ۵ــ۲ مشاهده می‌کنید.

همچنین برای تعیین رگولاتور اکسیژن و گازهای غیرقابل اشتعال از پیچ راست گرد (معمولی) استفاده می‌شود.

شکل ۲۲ــ۲

**جدول ۵ــ۲ــ رنگ کپسول‌های مختلف**

| گاز داخل کپسول | رنگ کپسول | محل اتصال | رنگ شیلنگ |
|---|---|---|---|
| اکسیژن | آبی | راست $R\frac{3}{4}''$ | آبی یا سبز |
| استیلن | زرد | چپ $R\frac{3}{4}''$ یا رکابی | قرمز |
| هیدروژن یا پروپان | قرمز | چپ $R\frac{1}{2}''$ | ــ |
| آرگُن، $CO_2$ | خاکستری | راست $R\frac{1}{2}''$ | ــ |

استیلن هیدروژن اکسیژن

**۵ــ۳ــ۲ــ پست مرکزی اکسیژن:** در کارگاه‌هایی که چند نفر جوشکار همزمان به کار جوشکاری مشغول هستند برای سهولت و انجام کار بدون وقفه چند کپسول اکسیژن را به وسیله‌ی یک کلکتور، مطابق شکل ۲۳ــ۲ به هم وصل می‌کنند.

**شکل ۲۳ــ۲ــ کپسول اکسیژن که به خط لوله گاز می‌رساند.**

مطابق استاندارد به وسیله‌ی لوله‌های فولادی که به رنگ سفید رنگ کرده‌اند گاز اکسیژن را به محل‌های جوشکاری هدایت می‌کنند (شکل ۲۴ــ۲ــ الف و ب). پس در این لُپ دو دسته کپسول به کار گرفته می‌شوند ؛ یک دسته کپسول‌های در حال گازرسانی و دسته‌ی دیگر کپسول‌های پر که به سیستم وصل و آماده‌ی مصرف هستند.

**شکل ۲۴ــ۲ــ الف**

**شکل ۲۴ــ۲ــ ب**

زمانی که کپسول اکسیژن خالی می‌شود شیر فلکه‌ی کپسول پر را باز کرده و وارد مدار گازرسانی می‌کنند و شیرفلکه‌ی کپسول خالی را بسته و از مدار خارج کرده و به محل کپسول‌های خالی هدایت می‌کنند تا به موقع جهت شارژ به کارخانه‌ی تولید اکسیژن حمل شود.

**تذکرمهمّ!** چون گاز اکسیژن با مواد روغنی و چرب ترکیب انفجار گونه دارد از چرب کردن و روغن‌کاری اتصالات گاز اکسیژن و حتی از رساندن دست چرب به آن‌ها خودداری کنید.

**۶ــ۳ــ۲ــ پست مرکزی استیلن:** اساس عمل شبکه‌ی استیلن نیز به همان روشی است که در مورد گاز اکسیژن اجرا می‌شود، یعنی یک گروه کپسول در حال بهره‌برداری است و دسته‌ی دیگر آماده به کار به صورت ذخیره تدارک شده است تا امکان مصرف دائمی گاز وجود داشته باشد(شکل ۲۵ــ۲).

با استفاده از پست مرکزی اکسیژن با پست مرکزی استیلن در یک کارخانه یا کارگاه آموزشی می‌توان با تعداد کم‌تری کپسول تعداد زیادتری افراد جوشکار را هم زمان به کار گرفت و همیشه کپسول‌های پر با تعداد بیش‌تر در انبار کپسول‌ها ذخیره و آماده استفاده باشند.

البته می‌توان به جای تعداد زیادی کپسول از یک مولّد استیلن بزرگ فشار قوی از نوع سقوطی استفاده کرد. گاز از محلّ تولید یا توزیع به وسیله‌ی لوله‌های فولادی که از نظر نشتی کامل کنترل شده به محل مصرف هدایت می‌شود (شکل ۲۶ــ۲ــ الف و ب). رنگ لوله‌های هدایت گاز استیلن به رنگ بلوطی رنگ‌آمیزی می‌شود.

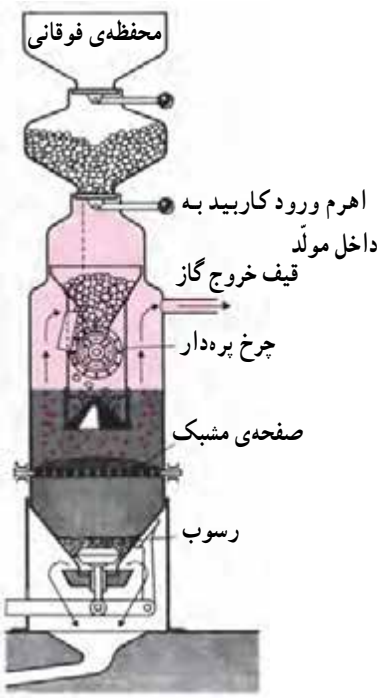
**نکته‌ی مهمّ!** همیشه به خاطر داشته باشید که در انتقال گاز استیلن از اتصالات یا لوله‌های مسی که صددرصد خالص است استفاده نشود چون مس خالص با استیلن ترکیب قابل انفجار می‌دهد.

**شکل ۲۵ــ۲ــ گاز استیلن از کپسول به خط لوله‌ی گاز هدایت می‌شود.**

**شکل ۲۶ــ۲ــ الف**

**شکل ۲۶ــ۲ــ ب**

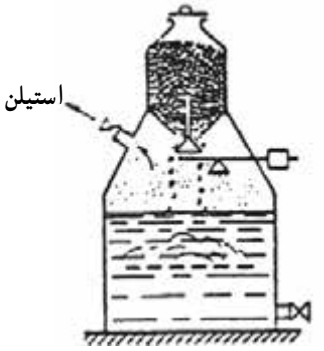
**۷ــ۳ــ۲ــ مولّد استیلن یا ژنراتور گاز استیلن:** برای تهیه‌ی استیلن می‌توان از مولّد گاز استیلن هم استفاده کرد، به این ترتیب که سنگ کاربید را در دستگاهی به نام مولّد گاز استیلن با آب ترکیب کرده و گاز استیلن مورد نیاز را برای مصرف جوشکاری تولید می‌کنیم. در شکل ۲۷ ــ۲ یک مولّد استیلن بزرگ مشاهده می‌کنید که کاربید به صورت قطعات ریز شده در محفظه بالا ریخته شده و امکان شارژ مجدد نیز فراهم است و این قطعات کاربید به‌طور اتومات با چرخ پره‌دار به درون آب سقوط می‌کند و گاز استیلن تولید شده از قیف خروجی که در بالای شکل قرار دارد خارج و به طرف لوله‌کشی گاز استیلن هدایت می‌شود. این روشی است که در قدیم متداول بوده ولی امروزه بیش‌تر از کپسول‌های استیلن استفاده می‌شود.




شکل ۲۷ــ۲

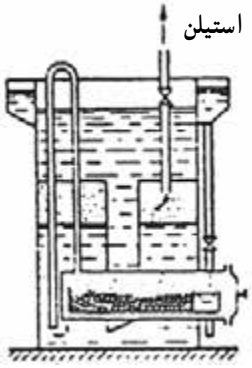
**۸ــ۳ــ۲ــ انواع مولّدهای استیلن:** مولّدهای استیلن در سه نوع ساخته می‌شود :

***سقوطی:*** کاربید در آب سقوط می‌کند ؛ (شکل ۲۸ــ۲).



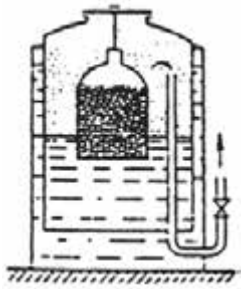

شکل ۲۸ــ۲

***ریزشی:*** آب روی کاربید می‌ریزد ؛ (شکل ۲۹ــ۲).




شکل ۲۹ــ۲

***تماسی :*** آب با کاربید تماس پیدا می‌کند ؛ (شکل ۳۰ــ۲)

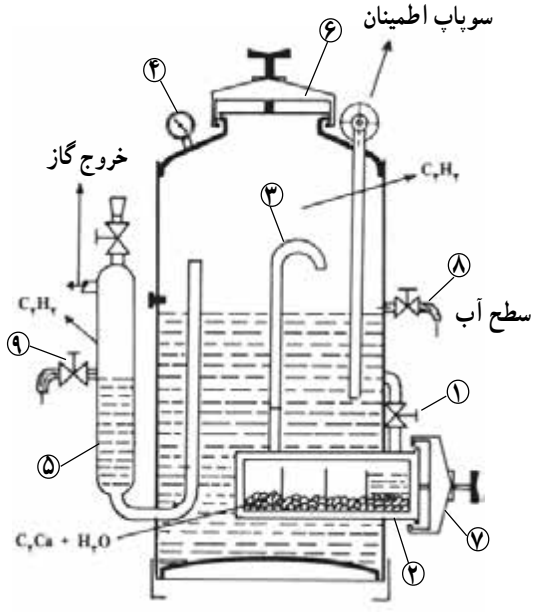


شکل ۳۰ــ۲

شکل ۳۱ــ۲

**۹ــ۳ــ۲ــ مولّد ریزشی:** مولّدهای نوع ریزشی در کارگاه‌های کوچک امروزه هم کم و بیش مورد استفاده است.

در این نوع مولّدها آب روی کاربید می‌ریزد و با آن ترکیب می‌شود. این مولّد یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مولّدها در ایران است. شکل ۳۱ــ۲ پرکردن مخزن اصلی آب را نشان می‌دهد.




شکل ۳۲ــ۲

اکنون به شکل ۳۲ــ۲ توجه کنید : با بازکردن شیر آب شماره (۱) به طور اتوماتیک و مداوم هر بار مقداری آب به درون مخزن کشو مانند شماره (۲) روی کاربید می‌ریزد و گاز استیلن تولید می‌شود. این گاز از طریق لوله‌ی شماره (۳) به قسمت بالای مخزن اصلی رفته و در آن‌جا ذخیره می‌شود.

فشار گاز ذخیره شده به وسیله‌ی مانومتر شماره (۴) مشخص می‌شود. این فشار هیچ‌گاه نباید از ۱/۵ bar (۱/۵ kg/cm$^2$) تجاوز کند.

گاز ذخیره شده در مخزن از طریق لوله و کپسول حفاظتی (۵) به مشعل هدایت می‌شود.

به مانومتر شکل ۳۳ــ۲ توجه کنید که روی صفر قرار دارد.

**شکل ۳۳ــ۲**

در مولّدهای ریزشی از فعل و انفعال کاربید با آب در محفظه‌ی کشو مانند، آب آهک $Ca(OH)_2$ به‌وجود می‌آید که برای جوشکاری کاربردی ندارد. موقع شارژ مولّد، این ظرف باید تمیز شود و تقریباً نصف حجم آن از کاربید با ابعاد تعیین شده پر شود و درست در محل خود قرار گیرد (شکل ۳۴ــ۲).

**شکل ۳۴ــ۲ــ قراردادن کاربید در محفظه‌ی مخصوص**

همچنین باید سطح آب در مولّد کنترل شود، یعنی آب به سطح تعیین شده در شکل ۳۵ــ۲ برسد.

**شکل ۳۵ــ۲ــ سطح آب در مولّد**

لازم است آب درون کپسول حفاظتی نیز کنترل شود، آن‌گاه تمام درهای مولّد (در اصلی مخزن) با شماره‌ی (۶) و در محل شارژ کاربید شماره (۷) و شیرهای شماره (۸) و (۹) بسته شود. (شکل ۳۶ ــ۲). اکنون دستگاه آماده است و چنانچه شیر آب شماره (۱) باز شود گاز تولید می‌شود و فشارسنج شماره (۴) فشار گاز را نشان می‌دهد. چنانچه فشار گاز زیاد شود سوپاپ اطمینان شماره (۱۰) باز می‌شود و مقداری آب خارج می‌شود و فضای بالای آب زیادتر شده در حقیقت حجم افزایش یافته و فشار گاز کم می‌شود.

**شکل ۳۶ــ۲ــ بستن دریچه‌ی محفظه‌ی کاربید**

وقتی برای تولید گاز استیلن شیر آب بالای مخزن کاربید را باز می‌کنیم (شکل ۳۷ــ۲) آب روی کاربید می‌ریزد و گاز استیلن تولید می‌شود.

شکل ۳۷ــ۲

در این‌جا باید کنترل نشتی گاز با آب صابون انجام شود و همچنین قبل از شروع به کار، محل‌هایی که امکان نشت گاز در آن‌ها وجود دارد با آب صابون کنترل گردد. در شکل ۳۸ــ۲ درپوش بالای مخزن آب که گاز در زیر آن جمع می‌شود با برس و آب صابون کنترل می‌شود.

شکل ۳۸ــ۲ــ کنترل نشتی گاز

محلّ دیگری که با آب صابون کنترل می‌شود(شکل ۳۹ــ۲).

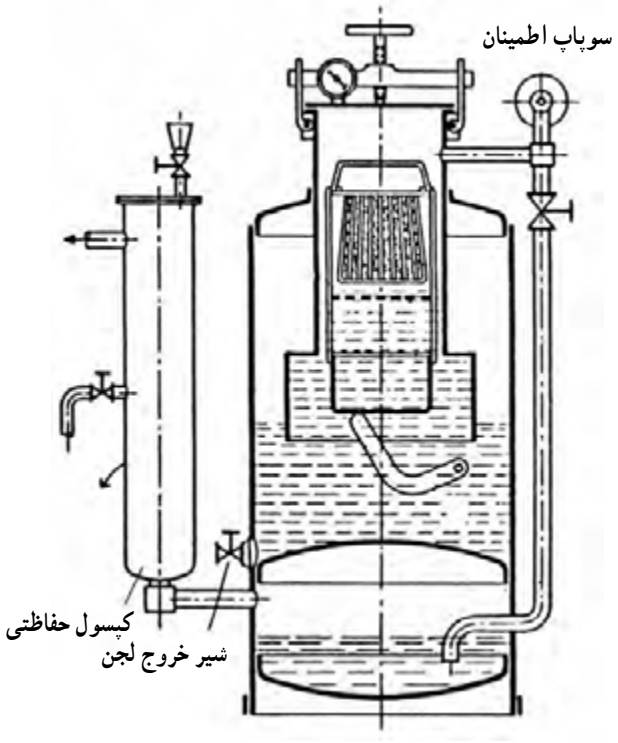
ناگفته نماند اتصالات لوله‌های هدایت گاز استیلن و شیلنگ‌هایی که گاز استیلن در آن‌ها جریان دارد مطابق آنچه که در قسمت ایمنی بیان شده باید از جهت نشتی گاز کنترل شود.

شکل ۳۹ــ۲ــ کنترل نشتی گاز

**۱۰ــ۳ــ۲ــ استوانه‌ی حفاظتی (کپسول حفاظتی):**

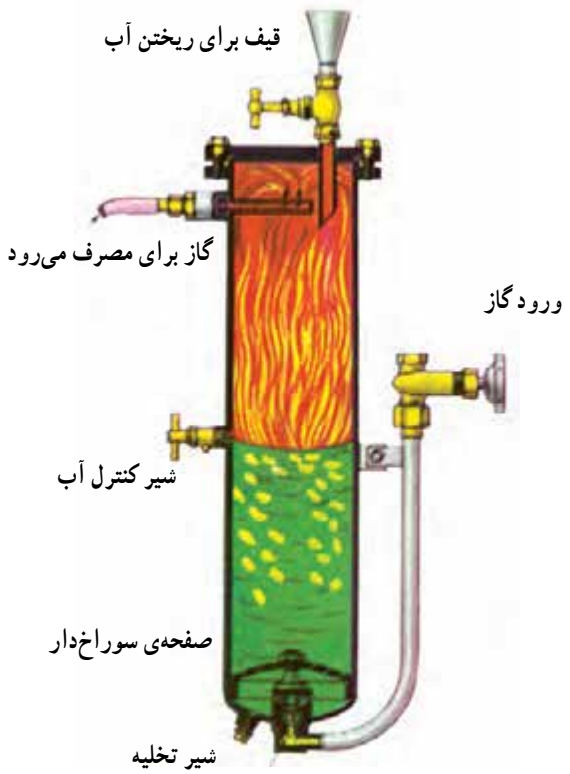
خروج گازها از مولّد استیلن یا خط لوله‌ی استیلن و قبل از ورود به شیلنگ‌های لاستیکی از نظر ایمنی باید مسیر استوانه‌ی حفاظتی را طی کند (شکل ۴۰ ــ۲).

این امر موجب می‌شود که گاز اکسیژن نتواند به داخل مولّد یا خط لوله‌ی گاز برگشت کند یا به اصطلاح شعله پس بزند (به دلیل نقص فنی یا بد کارکردن مشعل گاهی اکسیژن به مسیر گاز استیلن نفوذ می‌کند و شعله پس می‌زند). چنانچه شیلنگ به هر دلیل آتش بگیرد یا از سرشیلنگی جدا شود از رسیدن شعله و آتش به داخل مخزن ذخیره‌ی گاز مولّد به وسیله‌ی کپسول حفاظتی جلوگیری می‌کند و آتش مهار می‌شود.




**شکل ۴۰ــ۲ــ مولّد با کپسول حفاظتی**

همان‌طور که در شکل ۴۱ــ۲ نشان داده شده است گاز موقع ورود به استوانه‌ی حفاظتی به صورت حباب از آب عبور کرده و در بالای سطح آب جهت مصرف آماده می‌شود و چنانچه شعله پس زند و شعله تا روی آب هم رسیده باشد عبور شعله از ستون آب درون کپسول حفاظتی غیرممکن است ؛ در نتیجه، آتش مهار می‌شود و خطر انفجار مولّد یا خط لوله‌ی گاز از بین می‌رود



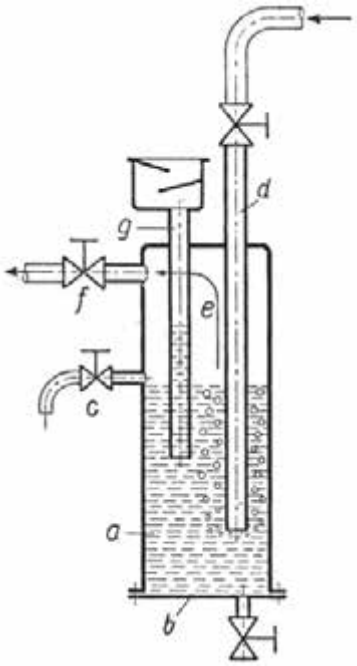

**وقتی که شیر یک‌طرفه باز است گاز جریان پیدا می‌کند.**

**شکل ۴۱ــ۲**

(شکل ۴۲ــ۲). از طرف دیگر عبور گاز استیلن از آب باعث تصفیه‌ی گاز شده و ذرات معلّق در گاز به وسیله‌ی آب جذب می‌شود.

شکل ۴۲ــ۲ــ هنگامی که شعله پس می‌زند

در شکل ۴۳ــ۲ نوع دیگری از کپسول حفاظتی مشاهده می‌شود. گاز از طریق لوله‌ی d وارد و از طریق شیر F گاز به طرف مشعل می‌رود. شیر G مخصوص کنترل سطح آب در کپسول حفاظتی است و از طریق لوله‌ی g آب لازم اضافه می‌شود.




شکل ۴۳ــ۲

**نکته‌ی مهمّ!** به منظور اطمینان از نحوه‌ی کار کپسول حفاظتی قبل از شروع جوشکاری سطح آب داخل کپسول حفاظتی را به وسیله‌ی شیر روی بدنه استوانه کنترل کنید و در صورت کمبود آب شیر ورودی گاز را ببندید و از طریق قیف مقدار لازم آب اضافه کنید.

شیر اطمینان خشک : این وسیله مانند شیر یک طرفه عمل می‌کند و مانع عبور گاز مخلوط به داخل کپسول می‌گردد (شکل ۴۴ــ۲).

شکل ۴۴ــ۲ــ شیر یک طرفه بعد از رگولاتور

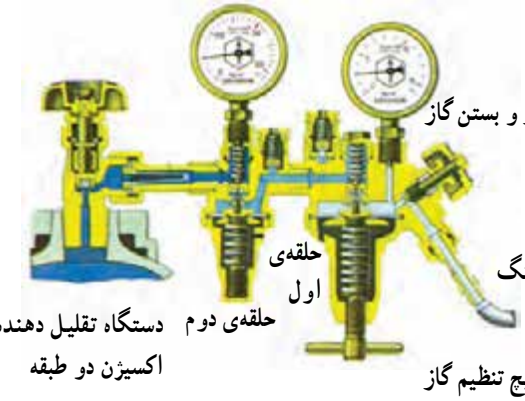
**۱۱ــ۳ــ۲ــ رگولاتور یا دستگاه کاهش دهنده‌ی فشار گاز:** هم گاز سوختنی و هم گاز اکسیژن، در کپسول دارای فشار زیادی هستند، در حالی که در عمل به گاز با فشار کمتری نیاز است لذا در سر راه کپسول و مشعل جوشکاری مطابق (شکل ۴۵ــ۲) یک رگولاتور یا تنظیم‌کننده‌ی فشار قرار می‌دهند.

شکل ۴۵ــ۲ــ رگولاتور اکسیژن و استیلن

رگولاتور دارای دو مانومتر (فشارسنج) است که یکی فشار گاز در کپسول و دیگری فشار گازی را که به مشعل هدایت می‌شود نشان می‌دهد. به منظور تنظیم فشار گاز خروجی (مصرفی) یک پیچ یا غلاف گردشی در زیر یا جلو رگولاتور قرار دارد که با سفت‌کردن آن (در جهت عقربه‌های ساعت) فشار گاز خروجی افزایش و در جهت عکس آن فشار گاز مصرفی کاهش می‌یابد (شکل ۴۶ــ۲).

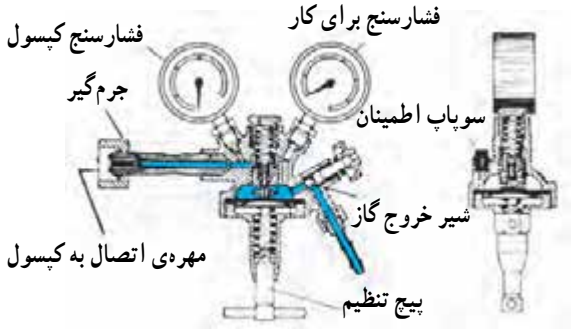
شکل ۴۶ــ۲ــ با گردش میله‌هایی که در شکل مشاهده می‌کنید فشار تنظیم می‌شود.

در مورد رگولاتور اکسیژن برای اینکه فشار گاز اکسیژن در اثنای جوشکاری (شروع جوشکاری و ختم آن) ثابت بماند رگولاتورهای دو طبقه مطابق شکل ۴۷ــ۲ نیز به کار می‌رود.



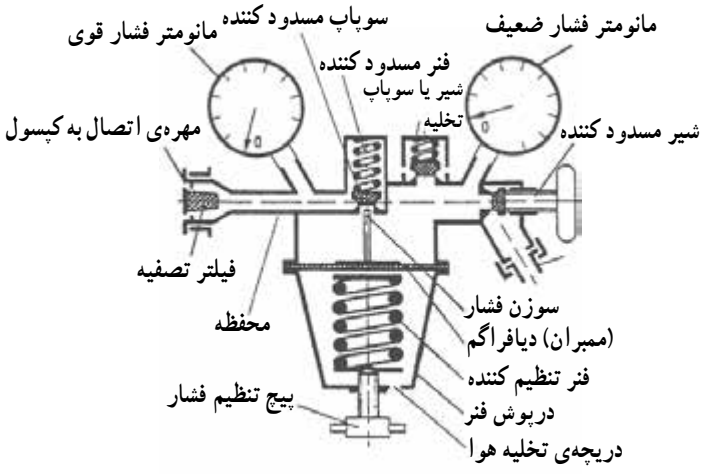

شکل ۴۷ــ۲ــ محل اتصال شیلنگ

در این‌گونه رگولاتورها در دو مرحله فشار گاز کاهش می‌یابد. در یک مرحله فشار گاز ۱۰ برابر کم شده، و مثلاً از $۱۵۰ kg/cm^۲$ به $۱۵ kg/cm^۲$ می‌رسد و در مرحله‌ی بعد که با پیچ تنظیم گردشی با دست قابل تنظیم است از $۱۵ kg/cm^۲$ تا فشار مصرفی کاهش می‌یابد و تنظیم می‌شود (شکل ۴۸ــ۲).



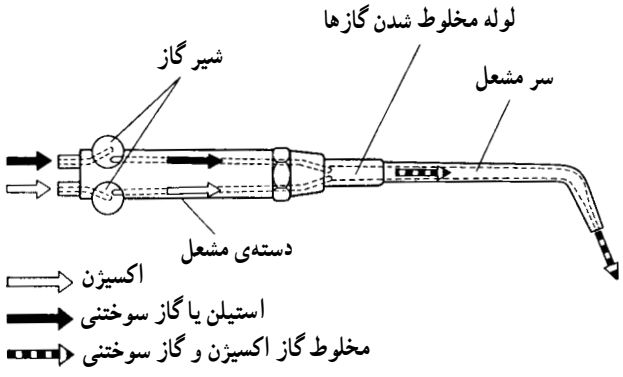

شکل ۴۸ــ۲

در شکل ۴۹ــ۲ قسمت داخلی یک رگولاتور برش‌خورده را مشاهده می‌کنید.



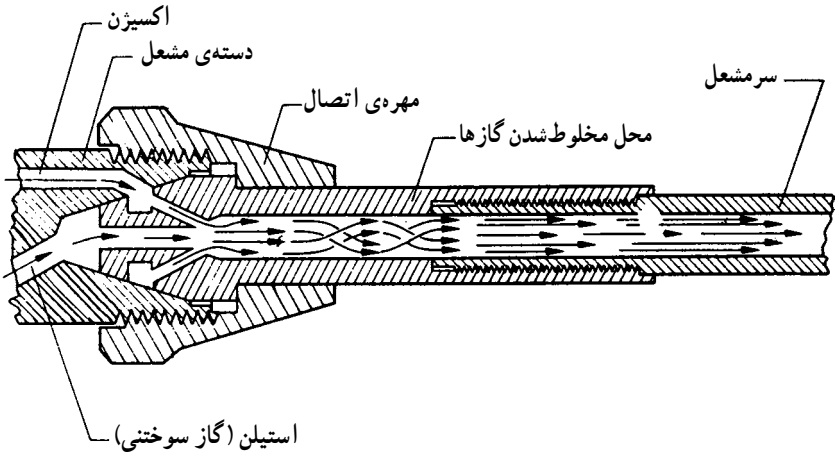

شکل ۴۹ــ۲ــ قسمت داخلی رگولاتور

**۱۲ــ۳ــ۲ــ مشعل‌های جوشکاری:** برای اجرای جوشکاری باید شعله‌ی متمرکز و قابل کنترلی داشته باشیم، مشعل‌های جوشکاری شکل ۵۰ــ۲ این وظیفه را عهده‌دار هستند، یعنی گاز سوختنی و گاز اکسیژن با نسبت معین در محفظه‌ی اختلاط




شکل ۵۰ــ۲

آن‌ها با هم مخلوط شده و از سوراخ سر مشعل که به صورت مخروطی است خارج شده و می‌سوزد و شعله‌ی همگرا و متمرکزی به‌وجود می‌آورد. در شکل ۵۱ــ۲ چگونگی مخلوط‌شدن گازها داخل سر مشعل به وضوح قابل دیدن است.




شکل ۵۱ــ۲ــ قسمت داخلی یک سرمشعل جوشکاری

**۱۳ــ۳ــ۲ــ قسمت‌های مختلف مشعل جوشکاری:**

مشعل‌های جوشکاری دارای قسمت‌های زیر هستند :

۱ــ دسته‌ی مشعل

۲ــ شیرهای تنظیم گاز اکسیژن و گاز سوختنی

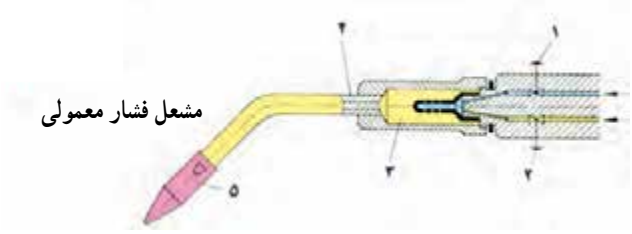
۳ــ لوله‌ی اختلاط

۴ــ سرمشعل یا پستانک

**۱۴ــ۳ــ۲ــ انواع مشعل‌های جوشکاری:** مشعل‌های جوشکاری با توجه به میزان فشار گاز سوختنی که به کار گرفته می‌شود به دو دسته تقسیم می‌شوند.

***۱ــ مشعل‌های فشار قوی یا فشار برابر، (شکل ۵۲ــ۲):*** در این مشعل‌ها فشار گاز اکسیژن و گاز سوختنی با فشار مساوی وارد لوله اختلاط شده و با هم مخلوط شده از دهانه‌ی نازل (پستانک) یا سر مشعل خارج می‌شود. عیب مشعل‌های فشار قوی در این است که چنانچه فشار گاز سوختنی کاهش یابد تنظیم شعله به هم می‌خورد.

شکل ۵۲ ــ ۲ــ الف

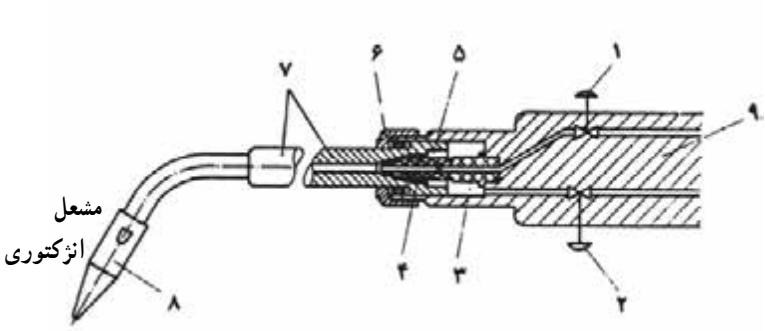



۱ــ شیر اکسیژن ۲ــ شیر استیلن ۳ــ محفظه‌ی مخلوط‌کن
۴ــ لوله‌ی مخلوط‌کن ۵ــ سرمشعل (نازل)

شکل ۵۲ ــ ۲ــ ب

***۲ــ مشعل‌های فشار ضعیف یا انژکتوری، (شکل ۲ــ۵۳):*** در این مشعل‌ها فشار گاز سوختنی بسیار کم است و فشار اکسیژن از یک انژکتور به محوطه‌ی گاز سوختنی با فشار بیشتر دمیده می‌شود و با گاز سوختنی مخلوط شده و از دهانه‌ی سر مشعل خارج می‌شوند.

در این نوع مشعل‌ها اگر حتی فشار گاز سوختنی هم کاهش یابد مکش ایجاد شده به‌وسیله‌ی گاز اکسیژن موجب جریان گاز سوختنی شده و مخلوط مناسب گازها از دهانه‌ی سرمشعل به خارج جریان می‌یابد و تغییرات زیادی در شعله ایجاد نمی‌شود. امروزه مشعل‌های انژکتوری یا فشار ضعیف بیشتر مورد استفاده واقع می‌شود تا مشعل‌های فشار قوی.



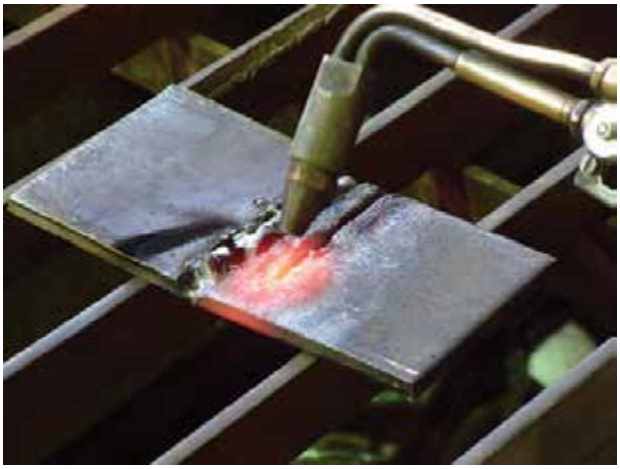

**۱ــ شیر اکسیژن ۲ــ شیر استیلن ۳ــ نازل اکسیژن ۴ــ انژکتور نازل ۵ــ کانال عبور گاز ۶ــ مهره‌ی اتصال سرمشعل به تنه مشعل ۷ــ لوله‌ی مخلوط‌کن سرمشعل ۸ــ دهانه‌ی سرمشعل (نازل) ۹ــ دسته‌ی مشعل**

**شکل ۲ــ۵۳**

**۱۵ــ ۳ــ۲ــ مشعل برشکاری:** تفاوت مشعل برشکاری با مشعل جوشکاری در این است که مشعل برشکاری که یک مسیر جداگانه برای هدایت اکسیژن خالص تا مرکز سطح قاعده‌ی نازل دارد و با اهرم فشاری روی مشعل این مسیر باز و بسته می‌گردد (شکل ۲ــ۵۴). برای برشکاری فلزات می‌توان از دسته‌ی مشعل معمولی استفاده کرد و به جای سر مشعل مشعل برشکاری را روی دسته‌ی مشعل بست، و یا کلاً از مشعل برشکاری یکپارچه استفاده کرد.

**شکل ۲ــ۵۴**

در عمل با مشعل‌های برشکاری ابتدا لبه‌ی قطعه را به‌وسیله‌ی شعله‌ی خنثی گرم می‌کنیم. وقتی لبه‌ی قطعه کاملاً سرخ شد اهرم اکسیژن اضافی را فشار می‌دهیم. اکسیژن با فلز داغ شده ترکیب شده و آن‌را سریعاً اکسید می‌کند و بریدن شروع می‌شود. با حرکت پیشروی مشعل به طور مداوم قطعه کار در مسیر حرکت نازل مشعل بریده می‌شود (شکل ۲ــ۵۵).



**شکل ۲ــ۵۵**

**۱۶ــ۳ــ۲ــ سرمشعل‌های جوشکاری:** جوشکاری فلزات و آلیاژهای گوناگون فلزی با درجه‌ی ذوب متفاوت و هم‌چنین نوع اتصالات با ضخامت‌ها و شکل‌های مختلف موجب گردیده تا از شعله‌های قوی‌تر و یا شعله‌های ضعیف‌تری استفاده شود. در این راستا نوعی از سرمشعل‌های جوشکاری که قطر سوراخ‌های آن‌ها متفاوت است ساخته شده‌اند تا برای هر کاری سرمشعل مناسب به کارگرفته شود. سازندگان مشعل‌ها برای سرمشعل‌ها شماره‌گذاری‌های مختلف دارند. دو نوع شماره‌گذاری براساس اندازه‌ی دهانه‌ی خروجی نازل متداول‌تر است.

۱ــ برحسب مقدار گاز مصرفی در ساعت، به طور مثال ۱۰۰، یعنی در هر ساعت ۱۰۰ لیتر از هر کدام از گازها مصرف می‌شود.

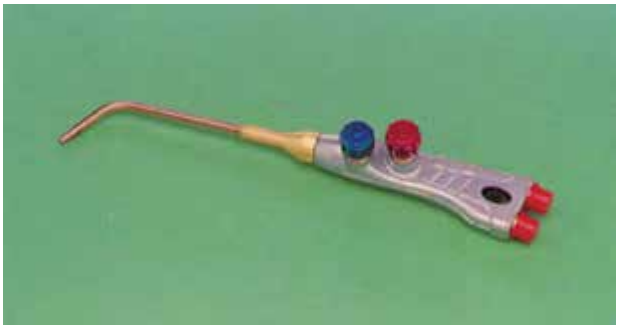
۲ــ با توجه به قطر سوراخ نازل سرمشعل که در جدول ۶ــ۲ با توجه به ضخامت ورق فشار گازها و قطر سوراخ سرمشعل آمده است.

دسته‌ی مشعل‌های امروزی دارای تعداد کمتری سرمشعل است که در یک جعبه‌ی مخصوص جاسازی شده‌اند.

**جدول ۶ــ۲ــ انتخاب سرمشعل در رابطه با ضخامت ورق و فشار گاز**

| اندازه‌ی قطر سوراخ نازل بر حسب 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 | ۵ـ۷ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱ |
| ۰/۰۲۸۰ | ۵ | ۷ـ۸ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱۶ |
| ۰/۰۲۸۰ | ۵ | ۷ـ۱۰ | ۱ | ۱ | ۰/۰۱۹ |
| ۰/۰۳۵۰ | ۵ | ۷ـ۱۸ | ۲ | ۲ | $\frac{1}{32}$ |
| ۰/۰۴۶۵ | ۵ | ۸ـ۲۰ | ۳ | ۳ | $\frac{1}{16}$ |
| ۰/۰۵۵۰ | ۵ | ۱۵ـ۲۰ | ۴ | ۴ | $\frac{3}{32}$ |
| ۰/۰۵۹۰ | ۵ | ۱۲ـ۲۴ | ۴ | ۴ | $\frac{1}{8}$ |
| ۰/۰۷۰ | ۵ | ۱۶ـ۲۵ | ۵ | ۵ | $\frac{3}{16}$ |
| ۰/۰۸۱ | ۵ | ۲۰ـ۲۹ | ۶ | ۶ | $\frac{1}{4}$ |
| ۰/۰۸۶ | ۵ | ۲۴ـ۳۳ | ۷ | ۷ | $\frac{3}{8}$ |
| ۰/۰۹۸ | ۵ | ۲۹ـ۳۴ | ۸ | ۸ | $\frac{1}{2}$ |
| ۰/۱۲۸۵ | ۵ | ۳۰ـ۴۰ | ۹ | ۹ | $\frac{5}{8}$ |
| ۰/۱۳۶۰ | ۵ | ۳۰ـ۴۰ | ۱۰ | ۱۰ | $\frac{3}{4}$ |
| ۰/۱۵۴۰ | ۵ | ۳۰ـ۴۲ | ۱۲ | ۱۲ | ۱ |

امروزه همراه دسته‌ی مشعل تعداد کمتری سرمشعل وجود دارد. در شکل ۵۶ــ۲ مشعل جوشکاری مشاهده می‌شود که به‌وسیله‌ی شیر قرمز رنگ گاز استیلن باز و بسته می‌شود و شیر آبی‌رنگ مخصوص بازکردن و بستن گاز اکسیژن است و به قسمت انتهای دسته‌ی مشعل شیلنگ‌های گاز استیلن و اکسیژن وصل می‌شود.



شکل ۵۶ ــ۲

شکل ۵۷ــ۲ جعبه‌ی مشعل جوشکاری و برشکاری با شعله‌ی گاز را نشان می‌دهد. در این جعبه یک دسته مشعل جوشکاری و چند سرمشعل جوشکاری با شماره‌های مختلف، که در قسمت در جعبه جاسازی شده است، قرار دارد.

شکل ۵۷ــ۲

داخل جعبه یک سر مشعل برشکاری هم وجود دارد که دارای یک شیر آبی رنگ برای تنظیم میزان اکسیژن است و یک شیر با دسته‌ی اهرمی برای باز و بسته‌کردن اکسیژن برشکاری است. در قسمت پایین هم سرمشعل‌های جوشکاری و برشکاری و گرم‌کاری مشاهده می‌شود(شکل ۵۸ــ۲).

**۱۷ــ۳ــ۲ــ** مشخصات سرمشعل‌ها در جدول ۷ــ۲ آمده است. اعدادی که روی سرمشعل‌ها حک شده است عبارت‌است از :

شکل ۵۸ــ۲

**جدول ۷ــ۲ــ شماره‌ی مشعل با توجه به ضخامت ورق**

| شماره‌ی مشعل میلی‌متر | ضخامت ورق میلی‌متر | مصرف استیلن لیتر در ساعت | مصرف اکسیژن لیتر در ساعت |
|---|---|---|---|
| ۱ــ۲ | ۱ | ۱۵۰ | ۱۵۰ |
| ۲ــ۴ | ۲ تا ۴ | ۳۰۰ | ۳۰۰ |
| ۴ــ۶ | ۴ تا ۶ | ۵۰۰ | ۵۰۰ |

۱ــ نمره‌ی سرمشعل مثلاً ۱ ــ۲ ــ۳ ــ۴ ــ۵

۲ــ کاربرد با توجه به ضخامت فلز مثلاً تا ۱m

۳ــ مقدار مصرف لیتر به ساعت گاز مثلاً شماره‌ی ۱۰۰ یعنی ۱۰۰ لیتر در ساعت

**۱۸ــ۳ــ۲ــ شیلنگ‌های گاز:** برای هدایت گاز از رگولاتور تا مشعل از شیلنگ لاستیکی مخصوص زره‌دار استفاده می‌شود که هم قابلیت انعطاف دارد و هم از استحکام کافی برخوردار است و به راحتی در دست جوشکار در جهت‌های مختلف حرکت می‌کند.

شکل ۵۹ــ۲

شکل ۵۹ــ۲ شیلنگ‌های گاز معمولاً سه لایه هستند. لایه‌ی داخلی از لاستیک مخصوص و لایه‌ی میانی از الیافِ بافته و لایه‌ی خارجی از لاستیک مقاوم ساخته شده است (شکل ۶۰ــ۲).

شکل ۶۰ــ۲

اینگونه شیلنگ‌ها با قطر داخلی $\frac{۳}{۱۶}$ اینچ و $\frac{۱}{۴}$ اینچ و $\frac{۳}{۸}$ اینچ در بازار وجود دارد.

نوع $\frac{۳}{۱۶}$ آن بسیار سبک و قابل انعطاف است و برای کارهای سبک جوشکاری مناسب است.

نوع $\frac{۳}{۸}$ اینچ آن برای جوشکاری لوله و برشکاری مورد استفاده واقع می‌شود.

شیلنگ‌های گاز اکسیژن سبز یا آبی رنگ هستند و شیلنگ‌های استیلن قرمز یا قهوه‌ای می‌باشند (شکل ۶۱ــ۲).

شکل ۶۱ــ۲

شینلگ‌های گاز ممکن است به‌صورت تکی مورد استفاده واقع شوند و یا به صورت دو قلو ؛ یعنی اینکه یک شیلنگ سبز با یک شیلنگ قرمز در قسمت جداره‌ی لاستیکی خارجی به هم چسبیده باشند (شکل ۶۲ــ۲).

شکل ۶۲ــ۲

یک سر شیلنگ‌ها به رگولاتور و سر دیگر آن‌ها به دسته‌ی مشعل به طور محکم بسته می‌شوند. برای این منظور از سر شیلنگی مخصوص و بست‌های شیلنگ مطابق شکل ۶۳ــ۲ استفاده می‌شود که هم از محکم بودن اتصال و هم از عدم نشتی اطمینان کامل وجود داشته باشد.

شکل ۶۳ــ۲

برای بستن شیلنگ از سر شیلنگی مخصوص استفاده می‌شود. سرشیلنگ‌ها به طور محکم در شیلنگ پرس شده و یا بست‌های مخصوص به شیلنگ محکم می‌شوند (شکل ۶۴ــ۲).

شکل ۶۴ــ۲

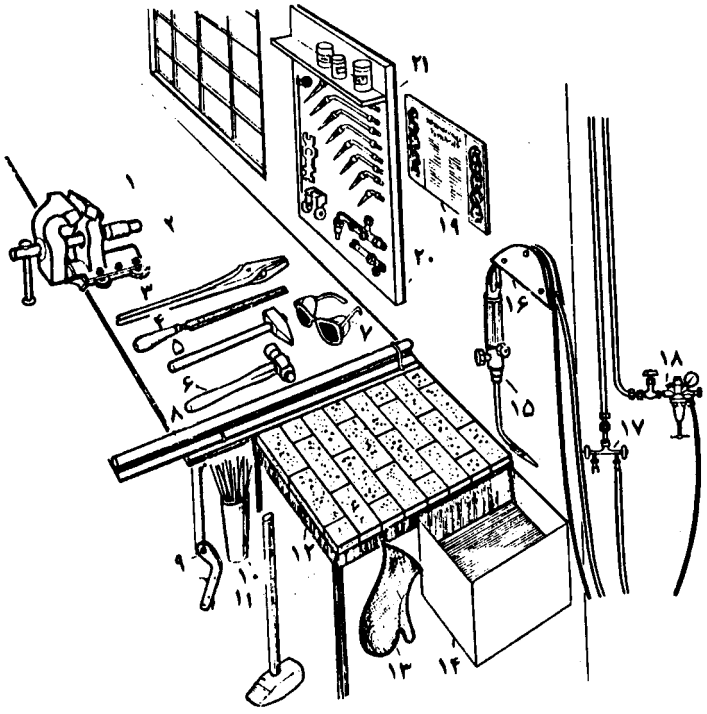
**نکته‌ی مهم!** برای محکم‌کردن شیلنگ به سرشیلنگی هیچگاه از سیم استفاده نکنید زیرا موجب بریده‌شدن شیلنگ می‌شود.

**۱۹ــ۳ــ۲ــ میز کار جوشکاری:** برای جوشکاری قطعات کوچک یا قسمت‌های کوچک از یک مجموعه اتصالات از میز کار برای استقرار قطعات استفاده می‌شود و همان‌طور که در شکل ۶۵ ــ۲ دیده می‌شود مجموعه‌ای از وسایل موردنیاز در دسترس جوشکار قرار دارد.

جوشکار می‌تواند ایستاده یا نشسته روی چهارپایه به راحتی جوشکاری نماید.

صندلی جوشکاری یک چهارپایه‌ی معمولی است، ولی روی سطح میز جوشکاری از آجرنسوز پوشیده شده تا جوشکاری روی آن انجام شود تا در مقابل حرارت شعله و بارها سرد و گرم‌شدن مقاومت کافی داشته باشد.

کنار میز جوشکاری یک ظرف آب برای سردکردن سرمشعل و وسایل جوشکاری که گرم می‌شوند استفاده می‌شود. در پایان کار وسایل و ابزار کار در جای مخصوص قرار داده می‌شود. این کار از نظر صرفه‌جویی در وقت بسیار مؤثر است.



**۱ــ میز کار**
**۲ــ گیره**
**۳ــ انبر**
**۴ــ سوهان**
**۵ــ چکش**
**۶ــ چکش سرتخم‌مرغی**
**۷ــ عینک جوشکاری**
**۸ــ میله‌ی صافکاری**
**۹ــ فندک**
**۱۰ــ جای مفتول**
**۱۱ــ پتک**
**۱۲ــ میز جوشکاری**
**۱۳ــ دستکش نسوز**
**۱۴ــ ظرف آب**
**۱۵ــ مشعل جوشکاری**
**۱۶ــ جای آویزان کردن شیلنگ**
**۱۷ــ محل خروج استیلن با شیر یک‌طرفه**
**۱۸ــ دستگاه تقلیل دهنده‌ی فشار اکسیژن متصل به لوله‌ی اکسیژن**
**۱۹ــ فوائد و دستورات ایمنی**
**۲۰ــ مشعل جوشکاری**
**۲۱ــ پودر جوشکاری و لحیم سخت**

**شکل ۶۵ــ۲ــ تجهیزات جوشکاری گاز**

شکل ۶۶ــ۲

**۲۰ــ۳ــ۲ــ فندک جوشکاری:** فندک جوشکاری که در شکل ۶۶ــ۲ نشان داده شده است وسیله‌ای است که با حرکت‌دادن سنگ فندک روی سطح فولادی آج‌دار جرقه ایجاد می‌کند و با این جرقه‌ها می‌توان برای روشن‌کردن مشعل جوشکاری استفاده کرد.

سنگ فندک به مرور زمان و استفاده سائیده شده و کوتاه می‌شود و لازم است قبل از به کارگیری فندک از میزان بودن آن (میزان بیرون‌زدگی سنگ فندک قابل تنظیم است) اطمینان حاصل شود.

شکل ۶۷ــ۲

**نکته‌ی ایمنی:** شعله را نباید با کبریت یا شعله‌های دیگر روشن کرد زیرا شعله به طور ناگهانی با طول بلند روشن می‌شود و ممکن است باعث سوختگی دست و یا لباس جوشکار شود(شکل ۶۷ــ۲).

**دستگاه شمعک رومیزی گاز:** در کارگاه‌های بزرگ که تعداد زیادی به کار جوشکاری مشغول‌اند و گازها از طریق پست مرکزی تأمین می‌شود، یک دستگاه شمعک رومیزی نصب شده است و گازها از این مسیر به مشعل می‌رسند و دارای قسمت‌های مختلف زیر است (شکل ۶۸ــ۲).

۱ــ محلی برای آویختن مشعل جوشکاری ؛

۲ــ شیر قطع و وصل جریان، که با قرار دادن مشعل روی اهرم هر دو گاز قطع می‌شود ؛

۳ــ شمعک برای روشن کردن مشعل.

**شکل ۶۸ــ۲ــ شمعک روی میز جوشکاری گاز**

این وسیله اقتصادی است و به ما کمک می‌کند در مصرف گازها صرفه‌جویی داشته باشیم، چون یک بار که شعله را تنظیم کردیم می‌توانیم بارها و بارها شعله را خاموش و روشن کنیم، بدون اینکه نیاز به تنظیم مجدد داشته باشیم.

**شکل ۶۹ــ۲**

شکل ۶۹ــ۲ به محض آویختن مشعل به قلاب، شیرهای گاز به طور خودکار بسته می‌شود و شعله خاموش می‌شود ولی شمعک هم‌چنان در مقابل سر مشعل روشن است. حال، به محض برداشتن مشعل، دوباره گازها جریان پیدا می‌کند که با شعله‌ی

شمعک می‌توان مشعل را روشن کرد. به دلیل این که به شیرهای اکسیژن و استیلن روی دسته‌ی مشعل دسته نزده‌ایم شعله با تنظیم قبلی می‌سوزد و این شیرها کمتر باز و بسته می‌شود و عمر مشعل بسیار زیاد خواهد بود (شکل ۷۰ــ۲).

ناگفته نماند که شعله شمعک نصب شده روی میز به وسیله یک پیچ که قبل از سرمشعل شمعک تعبیه نشده قابل تنظیم است و می‌توان با کم و زیادکردن گاز خروجی از آن شعله کوتاه یا بلند به وجود آورد.

شکل ۷۰ــ۲

**۲۱ــ۳ــ۲ــ سوزن یا سوهان سرمشعل:** گاهی مشاهده می‌شود که شکل شعله تغییر کرده و طول آن کوتاه‌تر شده، یا چند شاخه شده و یا به صورت خارج از مرکز شکل گرفته و یا شعله پراکنده است و خوب تنظیم نمی‌شود. وجود ذرات اکسید در سوراخ نازل و چسبیدن ذرات در دهانه‌ی نازل باعث مشکلات فوق می‌شود و باید به وسیله‌ی سوزن مخصوص که جنس آن نرم است سوراخ مشعل پاک شود (شکل ۷۱ــ۲).

شکل ۷۱ــ۲

برای هر سر مشعل سوهان مناسب وجود دارد(شکل ۷۲ــ۲). تمیز کردن سطح سرمشعل با چوب صاف هم باعث پاک‌شدن سطح سرمشعل می‌شود(شکل ۷۳ــ۲).

شکل ۷۲ــ۲

**تذکر مهم!** هرگز با سوهان معمولی سطح قاعده‌ی سرمشعل را پرداخت نکنید. در صورت ضرورت از سوهان مخصوص استفاده کنید. برای تمیزکردن سوراخ نازل نیز از سوزن‌های مخصوص که در قطرهای مختلف متناسب با سوراخ هر نازل ساخته شده است استفاده کنید.

شکل ۷۳ــ۲