

## واحد کار دوم

# توانایی ذوب سطحی با شعله‌ی گاز

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

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

- ۱- جوشکاری ذوبی با شعله‌ی گاز را تعریف کند ؛
- ۲- ویژگی گازها و مواد مورد استفاده در جوشکاری با شعله‌ی گاز را توضیح دهد ؛
- ۳- تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز را انتخاب کند ؛
- ۴- وسایل ایمنی فردی در جوشکاری با شعله‌ی گاز و کاربرد آن‌ها را توضیح دهد ؛
- ۵- مخاطرات جوشکاری با شعله‌ی گاز را بیان کند ؛
- ۶- دستورات ایمنی در خصوص استفاده از تجهیزات جوشکاری را به کار گیرد ؛
- ۷- دستگاه‌های جوشکاری یا شعله‌ی گاز را راه‌اندازی کند ؛
- ۸- شعله‌های مختلف را ایجاد و تنظیم کند ؛
- ۹- روی ورق فولادی حوضچه‌ی مذاب ایجاد کرده و ذوب سطحی انجام دهد ؛
- ۱۰- با روش ذوبی ورق‌های فولاد معمولی را به هم متصل کند ؛
- ۱۱- با روش ذوبی ورق‌های فولادی معمولی با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را به هم متصل کند ؛
- ۱۲- با روش ذوبی زاویه‌ی خارجی ورق‌های فولاد معمولی با ضخامت ۱/۵ میلی‌متر را به هم جوش دهد ؛
- ۱۳- با مفتول مسوار گرده جوش روی ورق فولادی با ضخامت ۲ میلی‌متر ایجاد کند .

ساعات آموزش

جمع	عملی	نظری
۳۶	۱۸	۱۸

## پیش‌آزمون (۲)

- ۱- سوختن یعنی چه و محصول سوختن در جوشکاری با شعله‌ی گاز چیست؟
- (الف) ترکیب شدن ماده‌ی سوختنی با اکسیژن - نور
- (ب) فعل و انفعال ماده‌ی سوختنی با هوا - شعله
- (ج) ترکیب تند ماده با اکسیژن - حرارت
- (د) فعل و انفعال ماده‌ی سوختنی با اکسیژن هوا - نور
- ۲- 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
- ۳- 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
- ۴- 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
- ۵- برای این که 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
- ۶- فولاد معمولی (آهن) را برای ذوب کردن 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، گرم شدن، و سرخ و ذوب شدن
- ۷- 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 لحیم کاری قطعات ذوب نمی‌شود ولی در جوشکاری لبه‌های کار هم ذوب می‌شود
- ۸- وقتی گاز  $CH_4$  به طور کامل بسوزد چه گازهایی تولید می‌شود؟
- الف)  $H_2O$  و  $CO$  ،  $CO_2$   ب)  $H_2O$  و  $H_2$  و  $CO_2$
- ج)  $H_2O$  و  $CO_2$   د)  $H_2O + CO$
- ۹- آهن سرد فرم پذیرتر است یا آهن سرخ شده؟ چرا؟

جواب در یک سطر :

.....

- ۱۰- شرایط انفجار در کدام گزینه به طور کامل آمده است؟
- الف) اشتعال مقدار زیادی گاز سوختنی در یک لحظه در فضای محدود
- ب) مشتعل شدن گاز سوختنی با اکسیژن در فضای تاریک
- ج) مخلوط شدن یک گاز قابل اشتعال با اکسیژن به مقدار زیاد
- د) ترکیب گاز سوختنی با هوا در مکان گرم
- ۱۱- 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 و ۲ صحیح است
- ۱۲- کلاهک روی کپسول چه نقشی ایفا می‌کند؟
- الف) موقع حمل و نقل کپسول گاز از آسیب رسیدن 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
- ۱۳- 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
- ۱۴- برای سریع اکسید کردن 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
- ۱۵- کدام گزینه برای چشم مضر است؟
- الف) نور فولاد گداخته و ذوب شده  ب) نور شعله‌ی جوشکاری
- ج) نور قوی الکتریکی در جوشکاری  د) تمام موارد

۱۶- برای راحت جا زدن شیلنگ گاز اکسیژن به سر شیلنگی مخصوص از ..... استفاده می کنیم.

الف) روغن نسوخته  ب) گریس

ج) فلاکس یا تنه کار  د) پودر صابون

۱۷- مولدهای استیلن را که در فضای باز یخ زده است با ..... آماده به کار می کنیم.

الف) هوای گرم و حرارت کوره  ب) آب گرم

ج) حرارت شعله  د) گرمای آفتاب

۱۸- کدام گزینه یک کار درست را معرفی می کند؟

الف) رها کردن مشعل روشن روی میز کار

ب) قرار دادن مشعل روشن روی شعله‌ی شمعی میز جوشکاری

ج) قرار دادن مشعل خاموش روی زمین

د) روشن کردن مشعل با قطعه کار سرخ شده

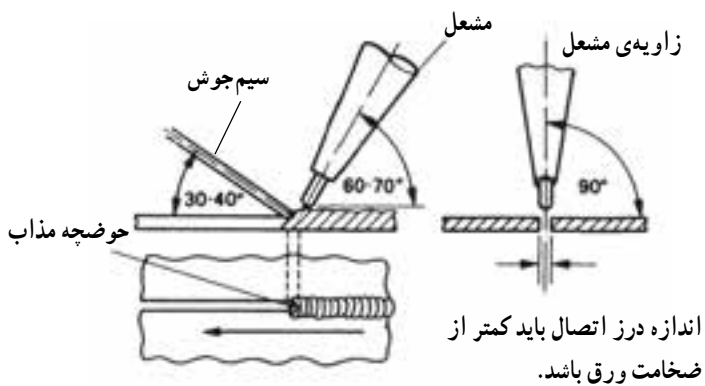


## ۲-۱- تعریف جوشکاری ذوبی

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 ۲-۱) و بین ذرات دو قطعه جاذبه به وجود می‌آید.



شکل ۲-۱



شکل ۲-۲

## ۲-۱-۱- جوشکاری با شعله‌ی گاز (اکسی استیلن):

در این فرآیند برای ذوب کردن لبه‌ها همان‌طور که در شکل ۲-۲ مشاهده می‌شود از حرارت شعله‌ی سوختن گاز استفاده می‌شود.

شعله باعث ذوب شدن لبه‌های کار شده و از مخلوط‌ها آن‌ها حوضچه‌ی مذاب را به وجود می‌آورد که پس از انجماد دو قطعه یک پارچه می‌شوند. درجه حرارت شعله‌ی سوختن اکسیژن و استیلن (شکل ۲-۳) در حدود  $3842^{\circ}\text{C} - 3204^{\circ}\text{C}$  است. مشعل جوشکاری حرارت ناشی از سوختن اکسی استیلن را به طرف کار هدایت می‌کند.



شکل ۲-۳- شعله‌ی سوختن گاز استیلن با اکسیژن



شکل ۲-۴

تذکر مهم! همان طور که می دانید شعله ی سوختن استیلن با اکسیژن دارای درجه حرارت بسیار زیادی است، لذا موقع کار با شعله مراقب دست و لباس و سرو صورت خود و اطرافیان از سوختن باشید (شکل ۲-۴).

### ۲-۱-۲- گازهای مورد استفاده در جوشکاری گاز:

گازهای مختلفی که در جوشکاری با شعله ی گاز مورد استفاده واقع می شوند به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- اکسیژن (عامل سوخت)

۲- گازهای سوختی

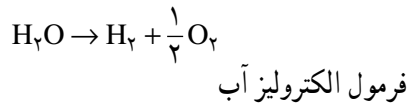
### ۲-۱-۳- اکسیژن (O<sub>۲</sub>): اکسیژن گازی است بی رنگ،

بی بو، بدون طعم و غیر قابل اشتعال و یکی از فراوان ترین عناصری است که در طبیعت یافت می شود. اکسیژن به صورت تجاری قابل دسترس است و با حداقل درجه ی خلوص (حداقل ۹۹/۵ درصد)، به صورت مایع و گاز عرضه می شود. این گاز را از هوای مایع شده جدا می کنند. با توجه به جدول ۲-۱ مشاهده می شود که تقریباً  $\frac{۱}{۵}$  حجم هوا کسیتژن و  $\frac{۴}{۵}$  آن گاز ازت است و اکسیژن به دست آمده ۰/۵٪ گاز ازت به همراه دارد.

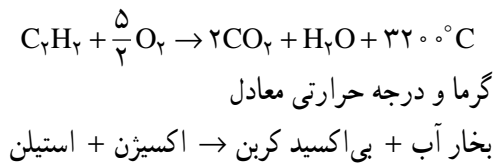
جدول ۲-۱- درصد گازها در هوای اطراف کره ی زمین

درصد موجود در اتمسفر	فرمول گاز	نام گاز	ردیف
۷۸	N <sub>۲</sub>	ازت	۱
۲۱	O <sub>۲</sub>	اکسیژن	۲
۰/۹۴	Ar	آرگون	۳
۰/۰۳	CO <sub>۲</sub>	بی اکسید کربن	۴
۰/۰۱	H <sub>۲</sub>	تیدروژن	۵
۰/۰۰۲۳	Ne	نتون	۶
۰/۰۰۰۴	He	هلیوم	۷
۰/۰۰۰۰۵	Kr	کریپتون	۸
۰/۰۰۰۰۰۶	Xe	گزنون	۹

از تجزیه الکتریکی آب هم می توان گاز اکسیژن تهیه کرد.  
این روش پرهزینه است و لذا اقتصادی نمی باشد.



گاز اکسیژن تحت فشار همواره فعال است و باعث سوختن گازها و مواد قابل اشتعال می شود ولی خود به تنهایی قابل سوختن نمی باشد. گاز اکسیژن با گازهای قابل اشتعال به راحتی ترکیب شده و شعله ور می گردد (فرمول سوختن کامل گاز استیلن با گاز اکسیژن را مشاهده کنید).



شکل ۲-۵

۴-۱-۲- گازهای سوختنی: گازهای سوختنی که در جوشکاری به عنوان گاز قابل اشتعال مصرف می شوند عبارتند از:  
استیلن؛ که بهترین گاز از نظر حرارتی و متداول ترین گاز سوختنی است که در جوشکاری و برشکاری با شعله ی گاز مصرف می شود (شکل ۲-۵).

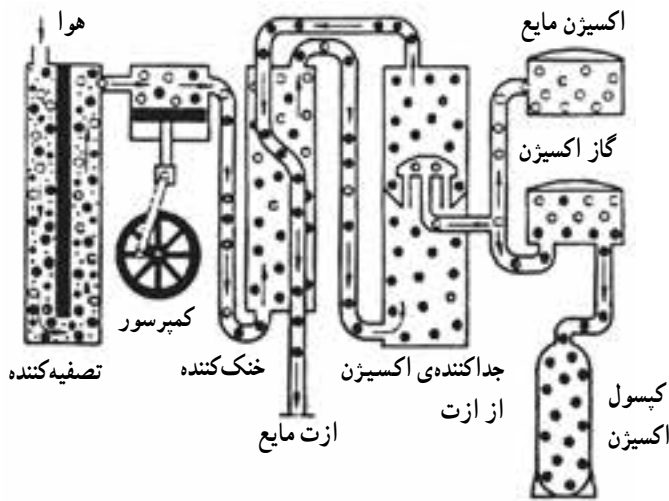


شکل ۲-۶- برشکاری با گاز

گاز نفت؛ (پروپان و بوتان) که در لحیم کاری سخت و برشکاری و گرم کاری قطعات به کار گرفته می شود (شکل ۲-۶).  
نیدروژن؛ که در جوشکاری هایی که باید تحت فشار انجام شود (جوشکاری و برشکاری زیر آب) به کار می رود ولی ارزش حرارتی کمتری دارد، اما این مزیت را دارد که در اثر فشار خود به خود منفجر نمی شود.

## ۵-۱-۲- طرز تهیهی اکسیژن از هوا: مراحل مختلف

تهیهی اکسیژن از هوای مایع (شکل ۲-۷) به شرح زیر است:



شکل ۲-۷- جداسازی اکسیژن از هوا

- افزودن خلوص هوا و جدا کردن ناخالصی‌ها (گردوغبار-

دی‌اکسید کربن و ...)

- متراکم کردن (از ۶ تا  $200 \text{ kg/cm}^2$ )

- سرد کردن هوای فشرده تا به مایع تبدیل شود (معمولاً در

فشار ۳۹ اتمسفر و دمای  $-140^\circ\text{C}$ )

- در جداسازی ازت از هوای مایع، با کم کردن 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

$15^\circ\text{C}$  خواهد بود.

- اکسیژن به صورت گاز تحت فشار تا ۱۶۰ اتمسفر در

کپسول‌های معمولی با ظرفیت‌های متفاوت برای استفاده‌های

متفاوت به بازار عرضه می‌شود (شکل ۲-۸).



شکل ۲-۸- کپسول اکسیژن



جدول ۲-۲- نسبت مخلوط قابل انفجار استیلین با اکسیژن یا هوا

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



شکل ۲-۹



شکل ۲-۱۰



شکل ۲-۱۱- مقطع شکسته شده‌ی سنگ کاربید و شکل ظاهری آن

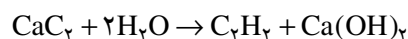
۶-۱-۲- استیلین  $C_2H_2$ : استیلین گازی است با بوی

بد و بی‌رنگ که در اغلب مایعات آلی به مقدار متفاوت حل می‌شود. بهترین حلال گاز استیلین، مایع استون است که در شرایط عادی تا ۲۵ حجم استیلین را در خود حل می‌کند. استیلین از هوا کمی سنگین‌تر است، در صورتی که تحت فشار قرار گیرد حتی به صورت خالص، خود به خود تجزیه و منفجر می‌شود. در صورتی که با هوا یا اکسیژن مخلوط شود این قابلیت انفجار افزایش می‌یابد. با توجه به جدول ۲-۲ این مورد با ارقام مربوطه درج شده است.

سنگ کاربید با آب ترکیب می‌شود و در مولدها یا آب روی کاربید می‌ریزد یا کاربید در آب سقوط می‌کند و گاز استیلین برای مصرف جوشکاری یا برشکاری تولید می‌شود. در شکل ۹-۲ چگونگی ترکیب کاربید با آب مشاهده کنید.

۷-۱-۲- طرز تهیه‌ی استیلین: از ترکیب کاربید

$CaC_2$  با آب گاز استیلین به دست می‌آید. این فعل و انفعال تند و گرمازا است و آب را گرم می‌کند و گاز حاصل استیلین است چون با کبریت مشتعل شده است (شکل ۱۰-۲).



آب آهک گاز استیلین کاربید

پس ماده‌ی اولیه تولید گاز استیلین کاربید یا کربورکلسیم

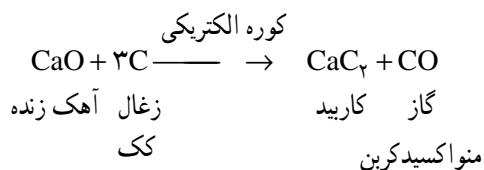
( $CaC_2$ ) است.

۸-۱-۲- طرز تهیه‌ی کاربید: کاربید یا کربورکلسیم

خود یک محصول صنعتی است که آن را در شکل ۱۱-۲ مشاهده

می‌کنید. کاربید از ترکیب آهک زنده ( $CaO$ ) با زغال کک (C)

در کوره‌ی الکتریکی به دست می‌آید.





شکل ۱۲-۲- نگهداری کاربید در زیر نفت

کاربید بسیار جاذب الرطوبه 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 ۱۲-۲).

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

جدول ۳-۲- ویژگی حرارتی گازهای سوختنی

درجه حرارتی شعله kcal/m <sup>۳</sup>	درجه حرارت شعله به C°	گاز سوختنی
۱۳۰۹۰	۳۰۸۷	گاز استیلن
۸۹۰۰	۲۵۳۸	گاز طبیعی
۲۲۲۴۰	۲۵۲۶	گاز پروپان
۲۱۴۲۰	۲۹۲۷	گاز مپ <sup>۱</sup>
-	۲۲۶۰	گاز ئیدروژن

۹-۱-۲- سایر گازهای سوختنی: با استفاده از

تجهیزات جوشکاری استاندارد اکسی استیلن 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<sub>۲</sub>) و پایین بودن راندمان حرارتی در جوشکاری فلزات آهن به کار گرفته می‌شوند (جدول ۳-۲).



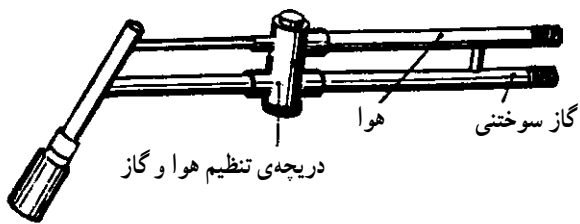
شکل ۱۳-۲- کیسول و رگولاتور بوتان

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

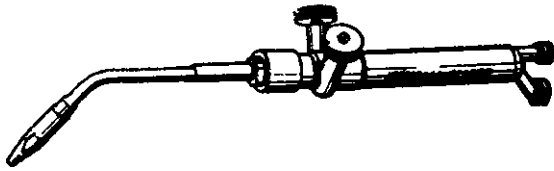
گاز شهری و گاز طبیعی در لوله‌های گاز شهری جریان دارد ولی گازهای بوتان و پروپان (و اخیراً با نام CNG) در سیلندرها یا در مخزن‌های مخصوص به خود به حالت مایع عرضه می‌شوند.

برای استفاده از این گازها برای هر گاز رگولاتور مخصوص به خود همان گاز لازم است (شکل ۱۳-۲).

۱- گاز مپ Mapp استیلن مایع شده به وسیله گازهایی که در جوشکاری اثر نامطلوب ندارند.



این گازها عموماً در گرمکاری فلزات و گرم کردن هویه‌ی لحیم‌کاری و در لحیم‌کاری سخت با شعله و همچنین در برشکاری فلزات آهنی به صورت دستی و اتومات به کار می‌روند (شکل ۱۴-۲).



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



شکل ۱۴-۲- مشعل‌های گرمکاری

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

## جدول ۲-۴- طبقه‌بندی سیم جوش‌های OFW<sup>۱</sup>

ردیف	طبقه	کاربرد در جوشکاری با شعله‌ی گاز
۱	خانواده 92 A 5.2	فولادهای کربنی و فولادهای کم آلیاژ
۲	خانواده 92 A 5.10	آلومینیوم و آلیاژهای آن
۳	خانواده 80 A 5.13	سخت‌کاری سطحی فولادها و آلیاژهای مختلف
۴	خانواده 90 A 5.15	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

## ۲-۲- سیم جوش (Filler metal) جوشکاری اکسی استیلن

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 ۲-۴ در هفت طبقه دسته‌بندی می‌شوند و کاربرد هر کدام از آن‌ها نیز آمده است.

## ۲-۳- تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز (اکسی استیلن)

تجهیزات ساده‌ی جوشکاری با شعله‌ی گاز عبارتند از:

- ۱- کپسول اکسیژن
- ۲- کپسول استیلن
- ۳- رگولاتور یا دستگاه تقلیل فشار اکسیژن
- ۴- رگولاتور یا دستگاه تنظیم فشار گاز سوختنی
- ۵- شیلنگ‌های هدایت گاز اکسیژن و استیلن
- ۶- مشعل‌های جوشکاری (شکل ۱۵-۲)
- ۷- فندک جوشکاری
- ۸- عینک جوشکاری
- ۹- آچار
- ۱۰- سوزن سر مشعل پاک‌کن



شکل ۱۵-۲- تجهیزات جوشکاری با شعله‌ی گاز

۱- OFW=OXY Fuel Welding جوشکاری با شعله‌ی گاز سوختنی و اکسیژن



شکل ۱۶-۲

۱-۳-۲- کپسول اکسیژن: همان طور که در شکل ۱۶-۲ دیده می شود یک استوانه‌ی تو خالی از جنس فولاد که جداره‌ی آن دارای ضخامتی بین ۱-۹ میلی متر 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  $150 \text{ kg/cm}^3$  یا تقریباً  $15 \text{ bar}$  و یا معادل  $220 \text{ Psi}$  یعنی  $220 \text{ Lb/in}^2$  در آن ذخیره می شود.

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 باز کردن و بستن است.



این شیر فلکه در زمانی که کپسول در سرویس گازرسانی قرار ندارد به وسیله‌ی یک کلاهک فولادی محافظت می شود تا شیر فلکه در حمل و نقل و انبار آسیب و صدمه نبیند. کلاهک به رینگ سرکپسول پیچ می شود (شکل ۱۷-۲).

**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 می شود و کپسول در جهت عکس خروج گاز حرکت می کند و خطرات زیادی به دنبال دارد.

شکل ۱۷-۲- کلاهک کپسول اکسیژن



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 ۱۸-۲).

کپسول‌های اکسیژن عموماً با رنگ آبی رنگ آمیزی می‌شوند.

$$Q = P \times V$$

حجم  $\times$  فشار = ظرفیت

$$Q = 150 \times 40 = 6000 \text{ Lit}$$

شکل ۱۸-۲- گودی ته کپسول اکسیژن

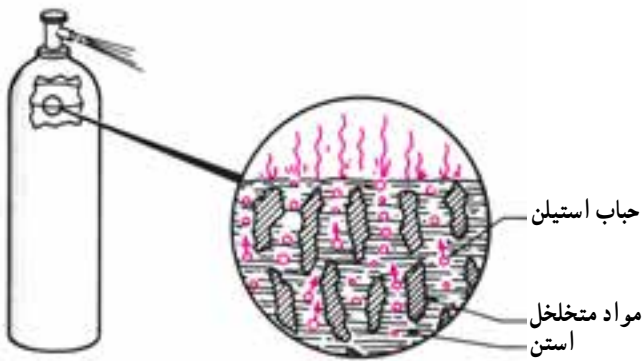


۲-۳-۲- کپسول استیلن: برای ذخیره‌سازی گاز استیلن در کپسول تدابیری خاص لازم است، چون نمی‌توان گاز استیلن را تحت فشار زیاد در کپسول ذخیره نمود.

در موقع ساخت کپسول‌های استیلن (شکل ۱۹-۲) آن را از ماده‌ای پر می‌کنند که پس از حرارت‌دادن به جسمی متخلخل تبدیل می‌شود سپس مقداری مایع استن ( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ ) 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 استن امکان پذیر باشد و کپسول به اندازه استاندارد خود گاز را در خود ذخیره کند.

شکل ۱۹-۲- کپسول استیلن و کلاهک آن



شکل ۲-۲۰- فضای داخل کپسول استیلن

گاز استیلن در مایع استن حل شده و فشار گاز درون کپسول زیاد نمی‌شود (شکل ۲-۲۰). در حقیقت هم حجم داخل کپسول به فضاهای کوچک تر 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 بیش تر و ضخامت کم تری است و دیواره و ارتفاع آن نسبت به کپسول اکسیژن کم تر است.

حجم داخلی کپسول استیلن لیتر  $v = 40$   
 لیتر  $0.41 \times 40 = 16.4$  مقدار استن

بطور تقریب ۱۶ لیتر

لیتر  $Q = 16 \times 375 = 6000$  ظرفیت کپسول استیلن

متر مکعب  $\frac{6000}{1000} = 6$

۳-۳-۲- ظرفیت کپسول های معمولی استیلن: حجم داخل کپسول های استیلن تقریباً ۴۰ لیتر است و ۴۱٪ آن را مایع استن اشغال می کند.



شکل ۲-۲۱

هر لیتر استن در فشار  $15 \text{ kg/cm}^2$  یا ۱۵bar (یعنی وقتی کپسول پر است) می تواند ۳۷۵ لیتر استیلن را در خود حل کند. پس ظرفیت کپسول استیلن هم مثل کپسول اکسیژن ۶۰۰۰ لیتر یا ۶ متر مکعب است (شکل ۲-۲۱).

**نکته ی مهم!** طبق استاندارد، برای اتصال

رگولاتور به کپسول محتوی گاز قابل اشتعال از پیچ چپ-گرد استفاده می کنند (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲

۴-۳-۲- رنگ ظاهر کپسول های گاز و اتصالات

آن ها: برای تشخیص گاز داخل کپسول ها و جلوگیری از اشتباه هنگام استفاده از کپسول ها بدنه ی سیلندرهای گاز را با رنگ استاندارد شده ای رنگ آمیزی می کنند که در جدول ۲-۵ مشاهده می کنید.

همچنین برای تعیین رگولاتور اکسیژن و گازهای غیر قابل اشتعال از پیچ راست گرد (معمولی) استفاده می شود.

جدول ۵-۲- رنگ کپسول‌های مختلف

رنگ کپسول	رنگ شیلنگ	محل اتصال	گاز داخل کپسول
اکسیژن	آبی یا سبز	راست $R \frac{3}{4}$ "	اکسیژن
استیلن	قرمز	چپ $R \frac{3}{4}$ " یا رکابی	استیلن
هیدروژن یا پروپان	-	چپ $R \frac{1}{4}$ "	هیدروژن یا پروپان
آرگن، $CO_2$	-	راست $R \frac{1}{4}$ "	خاکستری



شکل ۲۳-۲- کپسول اکسیژن که به خط لوله گاز می‌رساند.

۵-۳-۲- 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 ۲۳-۲ به هم وصل می‌کنند.



شکل ۲۴-۲- الف

مطابق استاندارد به وسیله‌ی لوله‌های فولادی که به رنگ

سفید رنگ کرده‌اند گاز اکسیژن را به محل‌های جوشکاری هدایت می‌کنند (شکل ۲۴-۲- 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 ۲۴-۲- ب

زمانی که کپسول اکسیژن خالی می‌شود شیر فلکه‌ی کپسول

پُر را باز کرده و وارد مدار گازرسانی می‌کنند و شیر فلکه‌ی 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.





شکل ۲-۲۵- گاز استیلین از کپسول به خط لوله‌ی گاز هدایت می‌شود.



شکل ۲-۲۶- الف



شکل ۲-۲۶- ب

تذکر مهم! چون گاز اکسیژن با مواد روغنی و چرب ترکیب انفجار گونه دارد از چرب کردن و روغن کاری اتصالات گاز اکسیژن و حتی از رساندن دست چرب به آن‌ها خودداری کنید.

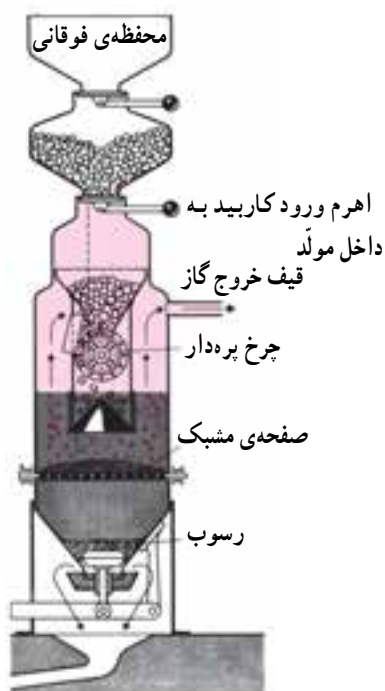
### ۶-۳-۲- پست مرکزی استیلین: اساس عمل شبکه‌ی

استیلین 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 ۲-۲۵).

با استفاده از پست مرکزی اکسیژن با پست مرکزی استیلین در یک کارخانه یا کارگاه آموزشی می‌توان با تعداد کم‌تری کپسول تعداد زیادتری افراد جوشکار را هم‌زمان 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 مولد استیلین بزرگ فشار قوی از نوع سقوطی استفاده کرد. گاز از محل تولید یا توزیع به وسیله‌ی لوله‌های فولادی که از نظر نشستی کامل کنترل شده به محل مصرف هدایت می‌شود (شکل ۲-۲۶- الف و ب). رنگ لوله‌های هدایت گاز استیلین به رنگ بلوطی رنگ آمیزی می‌شود.

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



شکل ۲-۲۷

### ۲-۳-۷- مولد استیلین یا ژنراتور گاز استیلین: برای

تهیه‌ی استیلین می‌توان از مولد گاز استیلین هم استفاده کرد، به این ترتیب که سنگ کاربرد را در دستگاهی به نام مولد گاز استیلین با آب ترکیب کرده و گاز استیلین مورد نیاز را برای مصرف جوشکاری تولید می‌کنیم. در شکل ۲۷-۲ یک مولد استیلین بزرگ مشاهده می‌کنید که کاربرد به صورت قطعات ریز شده در محفظه بالا ریخته شده و امکان شارژ مجدد نیز فراهم است و این قطعات کاربرد به طور اتومات با چرخ پره‌دار به درون آب سقوط می‌کند و گاز استیلین تولید شده از قیف خروجی که در بالای شکل قرار دارد خارج و به طرف لوله کشی گاز استیلین هدایت می‌شود. این روشی است که در قدیم متداول بوده ولی امروزه بیش‌تر از کپسول‌های استیلین استفاده می‌شود.

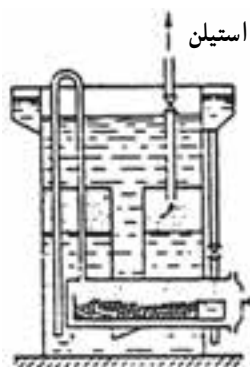


شکل ۲-۲۸

### ۲-۳-۸- انواع مولدهای استیلین: مولدهای استیلین

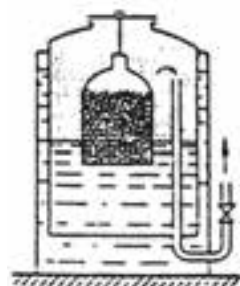
در سه نوع ساخته می‌شود:

سقوطی: کاربرد در آب سقوط می‌کند؛ (شکل ۲-۲۸).



شکل ۲-۲۹

ریزشی: آب روی کاربرد می‌ریزد؛ (شکل ۲-۲۹).



شکل ۲-۳۰

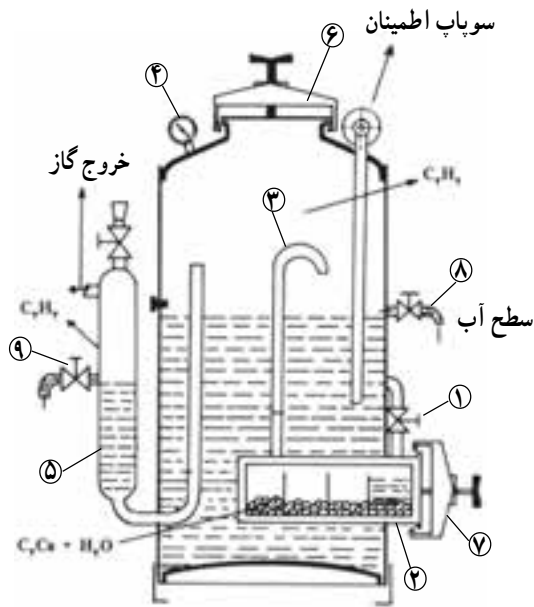
تماسی: آب با کاربرد تماس پیدا می‌کند؛ (شکل ۲-۳۰)



شکل ۲-۳۱

### ۹-۳-۲- مولد ریزشی: مولدهای نوع ریزشی در

کارگاه‌های کوچک امروزه هم کم و بیش مورد استفاده است. در این نوع مولدها آب روی کاربید می‌ریزد و با آن ترکیب می‌شود. این مولد یکی از ساده‌ترین و متداول‌ترین مولدها در ایران است. شکل ۲-۳۱ پرکردن مخزن اصلی آب را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۳۲

اکنون به شکل ۲-۳۲ توجه کنید: با باز کردن شیر آب

شماره (۱) به طور اتوماتیک و مداوم هر بار مقداری آب به درون مخزن کثو 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 آن جا ذخیره می‌شود.

فشار گاز ذخیره شده به وسیله‌ی مانومتر شماره (۴) مشخص می‌شود. این فشار هیچ‌گاه نباید از  $1/5 \text{ bar}$  ( $115 \text{ kg/cm}^2$ ) تجاوز کند.

گاز ذخیره شده در مخزن از طریق لوله و کپسول حفاظتی

(۵) به مشعل هدایت می‌شود.

به مانومتر شکل ۲-۳۳ توجه کنید که روی صفر قرار

دارد.



شکل ۲-۳۳



شکل ۲-۳۴ - قراردادن کاربرد در محفظه‌ی مخصوص



شکل ۲-۳۵ - سطح آب در مولد



شکل ۲-۳۶ - بستن دریچه‌ی محفظه‌ی کاربرد

در مولدهای ریزشی از فعل و انفعال کاربرد با آب در محفظه‌ی کشو مانند، آب آهک  $\text{Ca(OH)}_2$  به وجود می‌آید که برای جوشکاری کاربردی ندارد. موقع شارژ مولد، این ظرف باید تمیز شود و تقریباً نصف حجم آن از کاربرد با ابعاد تعیین شده پر شود و درست در محل خود قرار گیرد (شکل ۲-۳۴).

همچنین باید سطح آب در مولد کنترل شود، یعنی آب به سطح تعیین شده در شکل ۲-۳۵ برسد.

لازم است آب درون کپسول حفاظتی نیز کنترل شود، آن‌گاه تمام درهای مولد (در اصلی مخزن) با شماره‌ی (۶) و در محل شارژ کاربرد شماره (۷) و شیرهای شماره (۸) و (۹) بسته شود. (شکل ۲-۳۶). 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 ۲-۳۷

وقتی برای تولید گاز استیلن شیر آب بالای مخزن کاربید را باز می‌کنیم (شکل ۲-۳۷) آب روی کاربید می‌ریزد و گاز استیلن تولید می‌شود.



شکل ۲-۳۸- کنترل نشتی گاز

در این جا 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 ۲-۳۸ درپوش بالای مخزن آب که گاز در زیر آن جمع می‌شود با برس و آب صابون کنترل می‌شود.



شکل ۲-۳۹- کنترل نشتی گاز

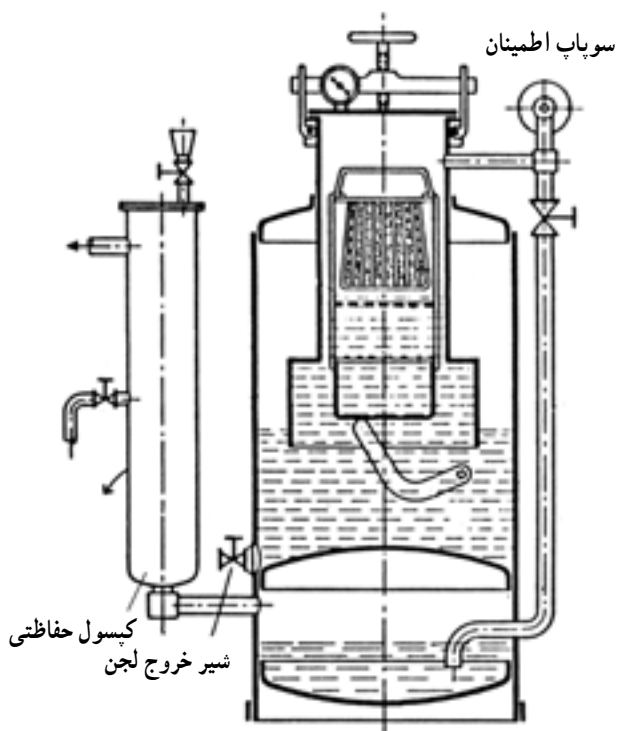
محل دیگری که با آب صابون کنترل می‌شود (شکل ۲-۳۹).

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.

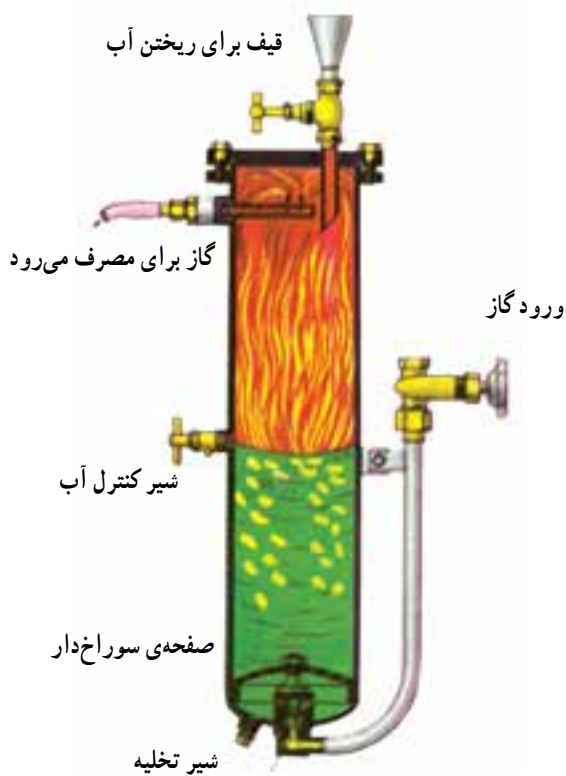
### ۱-۳-۲- استوانه‌ی حفاظتی (کپسول حفاظتی):

خروج گازها از مولد استیلن یا خط لوله‌ی استیلن و قبل از ورود به شیلنگ‌های لاستیکی از نظر ایمنی باید مسیر استوانه‌ی حفاظتی را طی کند (شکل ۴۰-۲).

این امر موجب می‌شود که گاز اکسیژن نتواند به داخل مولد یا خط لوله‌ی گاز برگشت کند یا به اصطلاح شعله پس بزند (به دلیل نقص فنی یا بد کار کردن 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 مولد به وسیله‌ی کپسول حفاظتی جلوگیری می‌کند و آتش مهار می‌شود.



شکل ۴۰-۲- مولد با کپسول حفاظتی



وقتی که شیر یک طرفه باز است گاز جریان پیدا می‌کند.

شکل ۴۱-۲

همان‌طور که در شکل ۴۱-۲ نشان داده شده است گاز

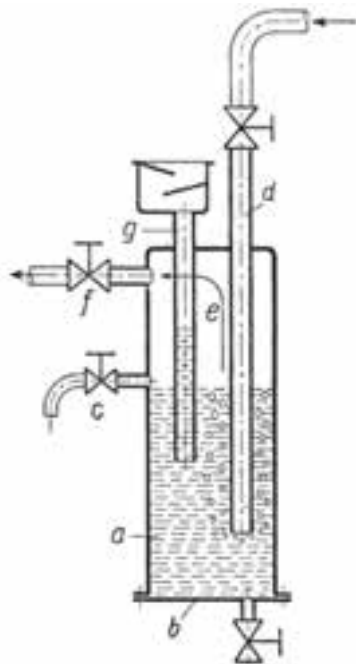
موقع ورود به استوانه‌ی حفاظتی به صورت حباب از آب عبور کرده و در بالای سطح آب جهت مصرف آماده می‌شود و چنانچه شعله پس زند و شعله تا روی آب هم رسیده باشد عبور شعله از ستون آب درون کپسول حفاظتی غیرممکن است؛ در نتیجه، آتش مهار می‌شود و خطر انفجار مولد یا خط لوله‌ی گاز از بین می‌رود

(شکل ۲-۴۲). از طرف دیگر عبور گاز استیلن از آب باعث تصفیه‌ی گاز شده و ذرات معلق در گاز به وسیله‌ی آب جذب می‌شود.



شکل ۲-۴۲- هنگامی که شعله پس می‌زند

در شکل ۲-۴۳ 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 ۲-۴۳

**نکته‌ی مهم!** 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.



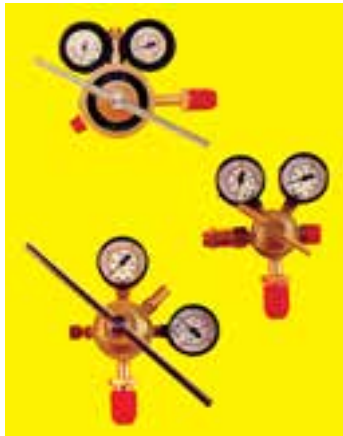
شیر اطمینان خشک : این وسیله مانند شیر یک طرفه عمل می کند و مانع عبور گاز مخلوط به داخل کپسول می گردد (شکل ۲-۴۴).

شکل ۲-۴۴- شیر یک طرفه بعد از رگولاتور



۱۱-۳-۲ رگولاتور یا دستگاه کاهش دهنده 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 ۲-۴۵) یک رگولاتور یا تنظیم کننده فشار قرار می دهند.

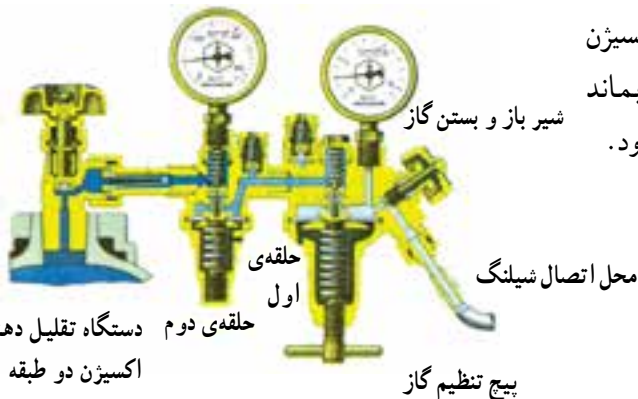
شکل ۲-۴۵- رگولاتور اکسیژن و استیلن



رگولاتور دارای دو مانومتر (فشارسنج) است که یکی فشار گاز در کپسول و دیگری فشار گازی را که به مشعل هدایت می شود نشان می دهد. به منظور تنظیم فشار گاز خروجی (مصرفی) یک پیچ یا غلاف گردشی در زیر یا جلو رگولاتور قرار دارد که با سفت کردن آن (در جهت عقربه های ساعت) فشار گاز خروجی افزایش و در جهت عکس آن فشار گاز مصرفی کاهش می یابد (شکل ۲-۴۶).

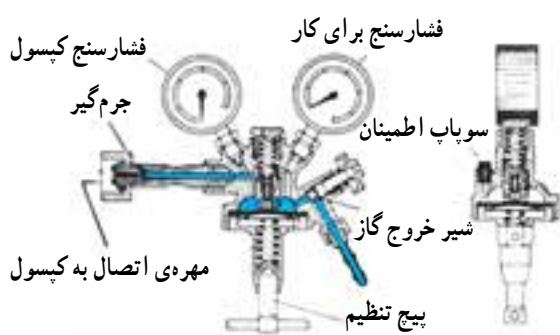
شکل ۲-۴۶- با گردش میله هایی که در شکل مشاهده می کنید فشار تنظیم می شود.

در مورد رگولاتور اکسیژن برای اینکه فشار گاز اکسیژن در اثنای جوشکاری (شروع جوشکاری و ختم آن) ثابت بماند رگولاتورهای دو طبقه مطابق شکل ۲-۴۷ نیز به کار می رود.



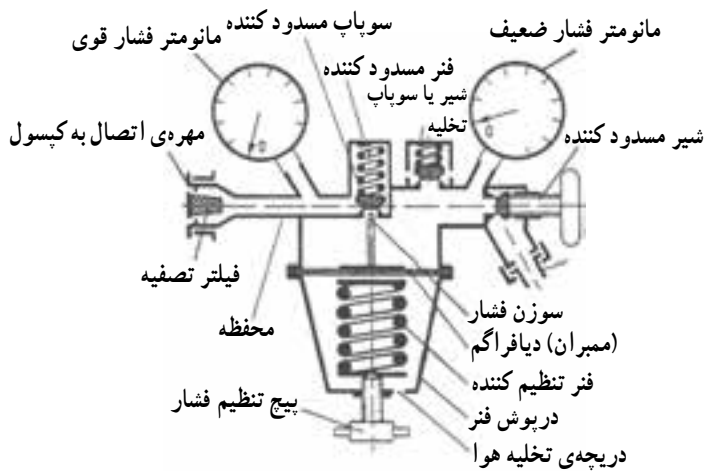
شکل ۲-۴۷- محل اتصال شیلنگ





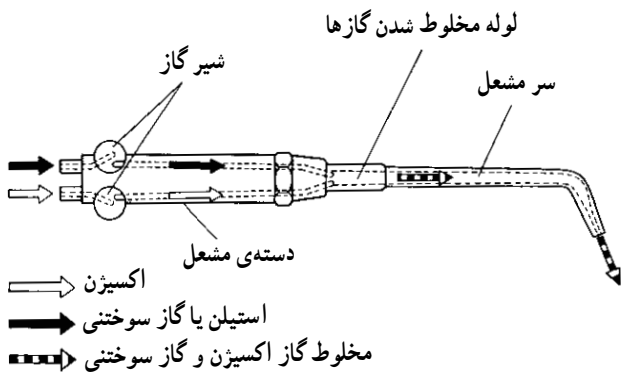
شکل ۲-۴۸

در این گونه رگولاتورها در دو مرحله فشار گاز کاهش می‌یابد. در یک مرحله فشار گاز  $10^\circ$  برابر کم شده، و مثلاً از  $150 \text{ kg/cm}^2$  به  $15 \text{ kg/cm}^2$  می‌رسد و در مرحله‌ی بعد که با پیچ تنظیم گردشی با دست قابل تنظیم است از  $15 \text{ kg/cm}^2$  تا فشار مصرفی کاهش می‌یابد و تنظیم می‌شود (شکل ۲-۴۸).



شکل ۲-۴۹ - قسمت داخلی رگولاتور

در شکل ۲-۴۹ قسمت داخلی یک رگولاتور برش خورده را مشاهده می‌کنید.

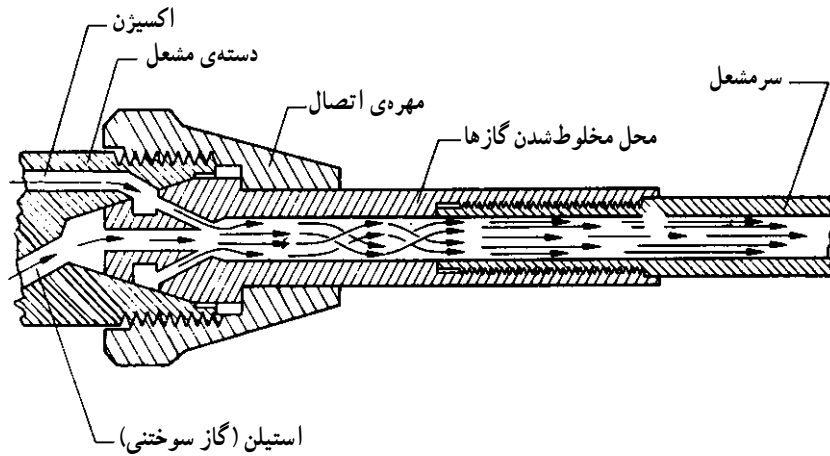


شکل ۲-۵۰

### ۲-۳-۱۲ - مشعل‌های جوشکاری: برای اجرای

جوشکاری باید شعله‌ی متمرکز و قابل کنترلی داشته باشیم، مشعل‌های جوشکاری شکل ۲-۵۰ این وظیفه را عهده‌دار هستند، یعنی گاز سوختنی و گاز اکسیژن با نسبت معین در محفظه‌ی اختلاط

آن‌ها با هم مخلوط شده و از سوراخ سر مشعل که به صورت مخروطی است خارج شده و می‌سوزد و شعله‌ی همگرا و متمرکزی به وجود می‌آورد. در شکل ۲-۵۱ چگونگی مخلوط شدن گازها داخل سر مشعل به وضوح قابل دیدن است.



شکل ۲-۵۱- قسمت داخلی یک سر مشعل جوشکاری

### ۱۳-۲-۳- قسمت‌های مختلف مشعل جوشکاری:

مشعل‌های جوشکاری دارای قسمت‌های زیر هستند:

۱- دسته‌ی مشعل

۲- شیرهای تنظیم گاز اکسیژن و گاز سوختنی

۳- لوله‌ی اختلاط

۴- سر مشعل یا پستانک



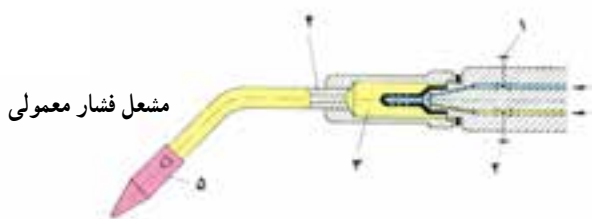
شکل ۲-۵۲- الف

### ۱۴-۲-۳- انواع مشعل‌های جوشکاری: مشعل‌های

جوشکاری با توجه به میزان فشار گاز سوختنی که به کار گرفته می‌شود به دو دسته تقسیم می‌شوند.

#### ۱- مشعل‌های فشار قوی یا فشار برابر، (شکل

۲-۵۲): 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.



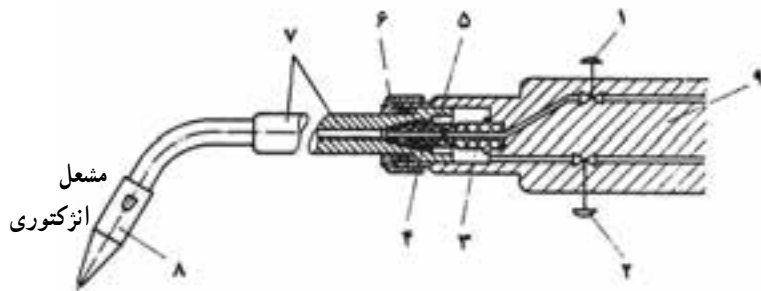
۱- شیر اکسیژن  
۲- شیر استیلین  
۳- محفظه‌ی مخلوط کن  
۴- لوله‌ی مخلوط کن  
۵- سر مشعل (نازل)

شکل ۲-۵۲- ب

## ۲- مشعل‌های فشار ضعیف یا اترکتوری، (شکل

۲-۵۳): در این مشعل‌ها فشار گاز سوختی بسیار کم است و فشار اکسیژن از یک اترکتور به محوطه‌ی گاز سوختی با فشار بیشتر دمیده می‌شود و با گاز سوختی مخلوط شده و از دهانه‌ی سر مشعل خارج می‌شوند.

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



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

شکل ۲-۵۳

## ۱۵-۳-۲- 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 ۲-۵۴). برای برشکاری فلزات می‌توان از دسته‌ی مشعل معمولی استفاده کرد و به جای سرمشعل مشعل برشکاری را روی دسته‌ی مشعل بست، و یا کلاً از مشعل برشکاری یکپارچه استفاده کرد.



شکل ۲-۵۴

در عمل با مشعل‌های برشکاری ابتدا لبه‌ی قطعه را به وسیله‌ی شعله‌ی خنثی گرم می‌کنیم. وقتی لبه‌ی قطعه کاملاً سرخ شد اهرم اکسیژن اضافی را فشار می‌دهیم. اکسیژن با فلز داغ شده ترکیب شده و آن را سریعاً اکسید می‌کند و بریدن شروع می‌شود. با حرکت پیشروی مشعل به طور مداوم قطعه کار در مسیر حرکت نازل مشعل بریده می‌شود (شکل ۲-۵۵).



شکل ۲-۵۵

### ۱۶-۳-۲- سر مشعل‌های 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 سر مشعل‌های جوشکاری که قطر سوراخ‌های آن‌ها متفاوت است ساخته شده‌اند تا برای هر کاری سر مشعل مناسب به کار گرفته شود. سازندگان مشعل‌ها برای سر مشعل‌ها شماره‌گذاری‌های مختلف دارند. دو نوع شماره‌گذاری براساس اندازه‌ی دهانه‌ی خروجی نازل متداول‌تر است.

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

۲- با توجه به قطر سوراخ نازل سر مشعل که در جدول ۲-۶ با توجه به ضخامت ورق فشار گازها و قطر سوراخ سر مشعل آمده است.

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

امروزه همراه دسته‌ی مشعل تعداد کمتری سر مشعل وجود دارد. در شکل ۲-۵۶ مشعل جوشکاری مشاهده می‌شود که به وسیله‌ی شیر قرمز رنگ گاز استیلن باز و بسته می‌شود و شیر آبی رنگ مخصوص باز کردن و بستن گاز اکسیژن است و به قسمت انتهایی دسته‌ی مشعل شیلنگ‌های گاز استیلن و اکسیژن وصل می‌شود.

جدول ۲-۶- انتخاب سر مشعل در رابطه با ضخامت ورق و فشار گاز

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



شکل ۲-۵۶



شکل ۲-۵۷

شکل ۲-۵۷ 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 ۲-۵۸

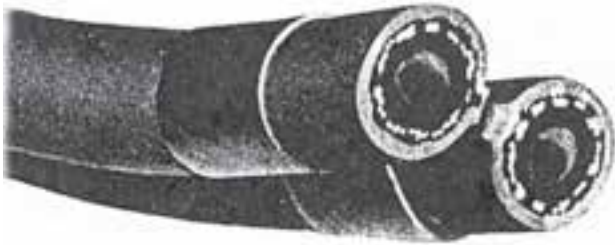
داخل جعبه یک سر مشعل برشکاری هم وجود دارد که دارای یک شیر آبی رنگ برای تنظیم میزان اکسیژن است و یک شیر با دسته‌ی اهرمی برای باز و بسته کردن اکسیژن برشکاری است. در قسمت پایین هم سرمشعل‌های جوشکاری و برشکاری و گرم کاری مشاهده می‌شود (شکل ۲-۵۸).

۱۷-۳-۲- مشخصات سرمشعل‌ها در جدول ۲-۷ آمده است. اعدادی که روی سرمشعل‌ها حک شده عبارت است از:

جدول ۲-۷- شماره‌ی مشعل با توجه به ضخامت ورق

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

- ۱- نمره‌ی سرمشعل مثلاً ۱-۲-۳-۴-۵
- ۲- کاربرد با توجه به ضخامت فلز مثلاً تا ۱m
- ۳- مقدار مصرف لیتر به ساعت گاز مثلاً شماره‌ی ۱۰۰ یعنی ۱۰۰ لیتر در ساعت



شکل ۲-۵۹

۱۸-۳-۲- شیلنگ‌های گاز: برای هدایت گاز از رگولاتور تا مشعل از شیلنگ لاستیکی مخصوص زرده‌دار 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 ۲-۶۰

شکل ۲-۵۹ شیلنگ‌های گاز معمولاً سه لایه هستند. لایه‌ی داخلی از لاستیک مخصوص و لایه‌ی میانی از الیاف بافته و لایه‌ی خارجی از لاستیک مقاوم ساخته شده است (شکل ۲-۶۰).



شکل ۲-۶۱

اینگونه شیلنگ‌ها با قطر داخلی  $\frac{3}{16}$  اینچ و  $\frac{1}{4}$  اینچ و  $\frac{3}{8}$  اینچ در بازار وجود دارد. نوع  $\frac{3}{16}$  آن بسیار سبک و قابل انعطاف است و برای کارهای سبک جوشکاری مناسب است. نوع  $\frac{3}{8}$  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 ۲-۶۱).



شکل ۲-۶۲

شیلنگ‌های گاز ممکن است به صورت تکی مورد استفاده واقع شوند و یا به صورت دو قلو؛ یعنی اینکه یک شیلنگ سبز با یک شیلنگ قرمز در قسمت جداری لاستیکی خارجی به هم چسبیده باشند (شکل ۲-۶۲).



شکل ۲-۶۳

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 ۲-۶۳ استفاده می‌شود که هم از محکم بودن اتصال و هم از عدم نشتی اطمینان کامل وجود داشته باشد.



شکل ۲-۶۴

برای بستن شیلنگ از سر شیلنگی مخصوص استفاده می‌شود. سر شیلنگ‌ها به طور محکم در شیلنگ پرس شده و یا بست‌های مخصوص به شیلنگ محکم می‌شوند (شکل ۲-۶۴).

**نکته‌ی مهم!** برای محکم کردن شیلنگ به سر شیلنگی هیچگاه از سیم استفاده نکنید زیرا موجب بریده شدن شیلنگ می‌شود.

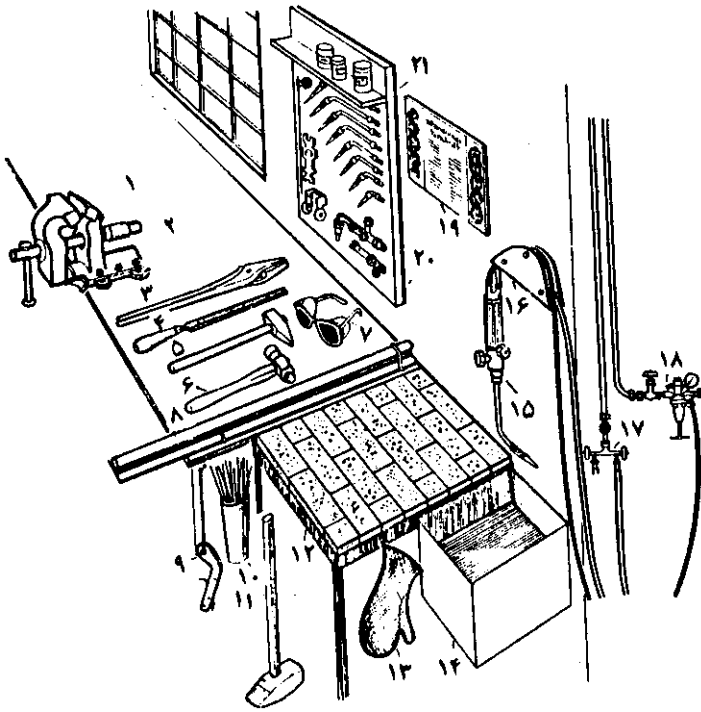
### ۱۹-۳-۲- میز کار جوشکاری: برای جوشکاری

قطعات کوچک یا قسمت‌های کوچک از یک مجموعه اتصالات از میز کار برای استقرار قطعات استفاده می‌شود و همان‌طور که در شکل ۶۵-۲ دیده می‌شود مجموعه‌ای از وسایل مورد نیاز در دسترس جوشکار قرار دارد.

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

صندلی جوشکاری یک چهارپایه معمولی است، ولی روی سطح میز جوشکاری از آجر نسوز پوشیده شده تا جوشکاری روی آن انجام شود تا در مقابل حرارت شعله و بارها سرد و گرم شدن مقاومت کافی داشته باشد.

کنار میز جوشکاری یک ظرف آب برای سرد کردن 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.



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

شکل ۶۵-۲- تجهیزات جوشکاری گاز





شکل ۲-۶۶

۲۰-۳-۲- فندک جوشکاری: فندک جوشکاری که در شکل ۲-۶۶ نشان داده شده است وسیله‌ای است که با حرکت دادن سنگ فندک روی سطح فولادی آج‌دار جرقه ایجاد می‌کند و با این جرقه‌ها می‌توان برای روشن کردن 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 بیرون زدگی سنگ فندک قابل تنظیم است) اطمینان حاصل شود.



شکل ۲-۶۷

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 ۲-۶۷).



شکل ۲-۶۸- شمعی روی میز جوشکاری گاز

دستگاه شمعی رومیزی گاز: در کارگاه‌های بزرگ که تعداد زیادی به کار جوشکاری مشغول‌اند و گازها از طریق پست مرکزی تأمین می‌شود، یک دستگاه شمعی رومیزی نصب شده است و گازها از این مسیر به مشعل می‌رسند و دارای قسمت‌های مختلف زیر است (شکل ۲-۶۸).

- ۱- محلی برای آویختن مشعل جوشکاری؛
- ۲- شیر قطع و وصل جریان، که با قرار دادن مشعل روی اهرم هر دو گاز قطع می‌شود؛
- ۳- شمعی برای روشن کردن مشعل.



شکل ۲-۶۹

این وسیله اقتصادی است و به ما کمک می‌کند در مصرف گازها صرفه جویی 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 ۲-۶۹ به محض آویختن مشعل به قلاب، شیرهای گاز به طور خودکار بسته می‌شود و شعله خاموش می‌شود ولی شمعی 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 دسته‌زده‌ایم شعله با تنظیم قبلی می‌سوزد و این شیرها کمتر باز و بسته می‌شود و عمر مشعل بسیار زیاد خواهد بود (شکل ۲-۷۰).

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 زیاد کردن گاز خروجی از آن شعله کوتاه یا بلند به وجود آورد.



شکل ۲-۷۰

### ۲-۳-۲۱- 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 ۲-۷۱).



شکل ۲-۷۱



شکل ۲-۷۲

برای هر سر مشعل سوهان مناسب وجود دارد (شکل ۲-۷۲). تمیز کردن سطح سرمشعل با چوب صاف هم باعث پاک شدن سطح سرمشعل می شود (شکل ۲-۷۳).



شکل ۲-۷۳

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