

# فصل ۷

## وسایل اتصال در سازه‌های فولادی (پرچ، پیچ و جوش)



## هدف‌های رفتاری:

در پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:

۱. معایب و محاسن پیچ و پرچ را بیان کند.
۲. روش کوبیدن پرچ را شرح دهد.
۳. انواع سوراخ‌ها در ورق اتصال را نام ببرد و هر یک را ترسیم نماید.
۴. سازوکار خرابی پیچ و پرچ را شرح دهد.
۵. جوشکاری را تعریف کند و انواع آن را نام ببرد و جوشکاری با قوس الکتریکی را شرح دهد.
۶. انواع الکترودها را از یکدیگر تشخیص دهد.
۷. انواع جوشکاری با قوس الکتریکی را شرح دهد.
۸. انواع اتصالات جوشی را از یکدیگر تشخیص دهد.
۹. کاربرد انواع مختلف جوش را شرح دهد.
۱۰. عوامل موثر در فرایند جوشکاری را نام ببرد.
۱۱. ماشین‌های مورد استفاده در جوش کاری دستی با الکتروود روکش دار را شرح دهد.
۱۲. نحوه‌ی استفاده‌ی صحیح از ابزار جوشکاری را بداند و نصب قطعات فلزی را شرح دهد.

## ۷-۱- تعریف

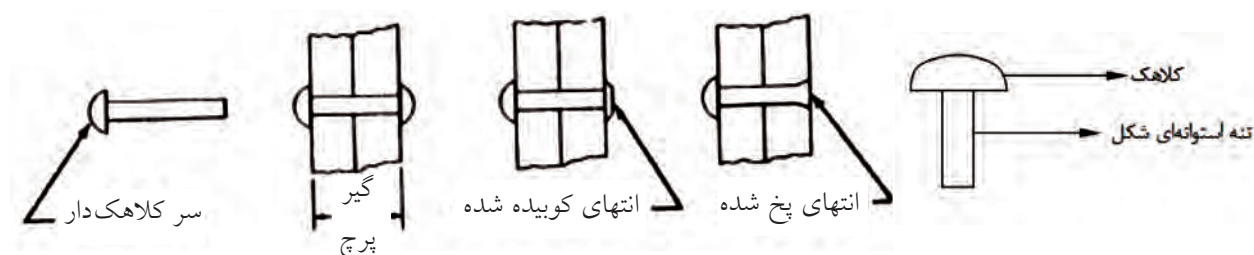
هر ساختمان فلزی ترکیبی از اعضای جدا از هم است که باید با روش‌های مناسبی به یکدیگر متصل شوند. در این فصل وسایلی که برای اتصال قطعات فولادی مورد استفاده قرار می‌گیرند، شرح داده می‌شود.

## ۷-۲- وسایل اتصال

برای اتصال قطعات فولادی برحسب مورد از وسایل اتصال مختلف شامل پرچ، پیچ و جوش استفاده می‌شود که در این فصل به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت.

### ۷-۲-۱- پرچ

پرچ از قدیمی‌ترین وسایلی است که از آن برای اتصال اعضای سازه‌های فلزی استفاده می‌شود. یک پرچ کوبیده نشده مطابق شکل ۷-۱ از یک تنه استوانه‌ای کوچک که سر آن دارای کلاهک می‌باشد تشکیل شده است. پرچ‌ها معمولاً از فولاد معمولی ساخته می‌شوند. روش کوبیدن پرچ بدین ترتیب است که ابتدا آن را تا دمای سرخ شدن گرم می‌کنند، سپس آن را توسط انبر مخصوصی درون سوراخ اتصال قرارداده و با ثابت نگه‌داشتن سرکلاهک‌دار آن، سر دیگر را می‌کوبند تا به فرم کلاهک درآید و پرچ محکم گردد. در طی این مراحل تنه پرچ، به طور کامل سوراخی را که در آن فرو رفته، پر می‌کند. (شکل ۷-۲)



شکل ۷-۲- اجرای اتصال پرچی

شکل ۷-۱- پرچ



### آیا می‌دانید که...



در ساخت برج ایفل بیش از هجده هزار قطعه آهنی و دو میلیون و پانصد هزار میخ پرچ به کار رفته و پنجاه مهندس و ۱۳۲ کارگر بر روی آن کار کرده‌اند. این مهندسان تدابیر بسیاری اندیشیده‌اند تا نحوه خم کردن این میله‌های عمودی را بیابند و آن را به ارتفاع ۳۲۴ متری‌اش برسانند.



در حین سرد شدن، پرچ منقبض می شود که این انقباض باعث به وجود آمدن نیروی پیش تنیدگی در پرچ می شود. امروزه پرچ کاری به دلایل زیر از رونق افتاده است:

- ۱- پیشرفت فناوری جوشکاری
- ۲- تولید پیچ های پرمقاومت
- ۳- احتیاج به نیروی انسانی زیاد و ماهر برای پرچ کاری
- ۴- احتیاج به نظارت دقیق
- ۵- تولید سروصدای زیاد در هنگام کوبیدن و خطر آتش سوزی در کارگاه

## رفتار اتصالات پرچی

رفتار اتصالات پرچی به گونه ای است که با سرد شدن پرچ، در آن تمایل به کاهش طول پیدا می شود. اما تماس بین کلاهک پرچ با صفحه اتصال، با این تمایل مخالفت می کند که این موضوع باعث به وجود آمدن یک نیروی کششی در پرچ می شود که به آن نیروی پیش تنیدگی می گویند و در اثر این نیروی کششی صفحات اتصال به همدیگر فشرده می شوند. نیروی اصطکاک بین دو ورق از لغزش آنها بر روی هم جلوگیری می کند. اما از آنجایی که در پرچ کاری مقدار نیروی پیش کشیدگی در پرچ بسته به وضعیت پرچ کاری بسیار متغیر است، نیروی اصطکاک هم وضعیت تثبیت شده ای نخواهد داشت.



### ۷-۲-۲- پیچ

یک اتصال پیچی از نظر اجرایی، سریعتر و عملی تر از سایر اتصالات است و با توجه به سرعت و آسانی اجرا بر دیگر اتصالات برتری دارد. اجزای تشکیل دهنده هر اتصال پیچی شامل سرپیچ، تنه پیچ، واشر و مهره است. (شکل ۷-۴)

### ۷-۲-۲-۱- انواع پیچ

انواع پیچ باتوجه به جنس مصالح آن عبارتند از:

#### نمونه ای از پیچ پرمقاومت

### ۱- پیچ های معمولی

پیچ های معمولی که از آنها فقط در اتصالات اتکایی استفاده می گردد، از فولاد با تنش نهایی  $F_u$  از ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی مترمربع ساخته می شود.

این نوع پیچ، ارزان ترین نوع پیچ است، اما معلوم نیست اتصالاتی که با آن ساخته می شود، ارزان ترین باشد؛ زیرا به علت پایین بودن مقاومت، تعداد آن نسبت به پیچ های پرمقاومت بیشتر است. این نوع پیچ ها در ساختمان سازی سبک، اعضای مهاربندها و اعضای درجه دوم، خرپاهای کوچک، لایه ها و کلیه اعضای که بار وارد بر آنها سبک و استاتیکی می باشد، و همچنین در عملیات مونتاژ مورد استفاده قرار می گیرند.



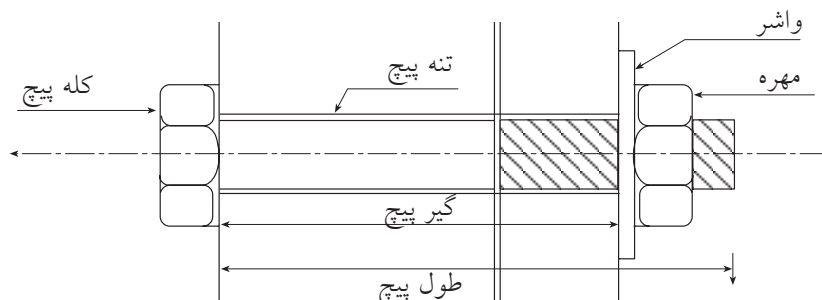
## ۲- پیچ‌های پرمقاومت

پیچ‌های پرمقاومت که از آن‌ها در اتصالات اتکایی و اصطکاکی استفاده می‌شود، از فولادهای پرمقاومت با مقاومت نهایی ۸۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع ساخته می‌شوند.

قطر پیچ‌های پرمقاومت بین ۱۲ تا ۳۸ میلی‌متر می‌باشد که استفاده از قطرهای ۲۰ و ۲۲ میلی‌متر در ساختمان‌سازی معمول‌تر است.

مشخصه مهم پیچ‌های پرمقاومت در این است که با سفت کردن معین مهره‌های آن‌ها، یک نیروی پیش‌تنیدگی در آن‌ها ایجاد می‌شود.

شکل ۷-۳- استفاده از پیچ‌های پرمقاومت در اتصالات



شکل ۷-۴- اجزای اتصال پیچی

## ۷-۲-۲- انواع سوراخ در ورق اتصال

انواع سوراخ مورد استفاده در اتصال پرچی و پیچی عبارتند از:

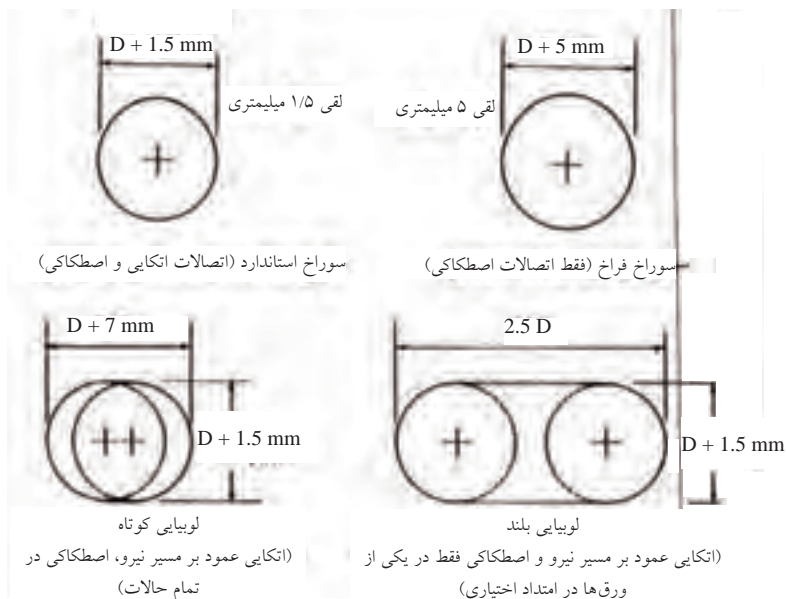
الف: سوراخ استاندارد

ب: سوراخ فراخ (بزرگ)

پ: لوبیایی کوتاه

ت: لوبیایی بلند

در شکل ۷-۵ انواع سوراخ به همراه میزان لقی مجاز نشان داده شده است و در این شکل،  $D$  قطر اسمی پیچ می‌باشد.



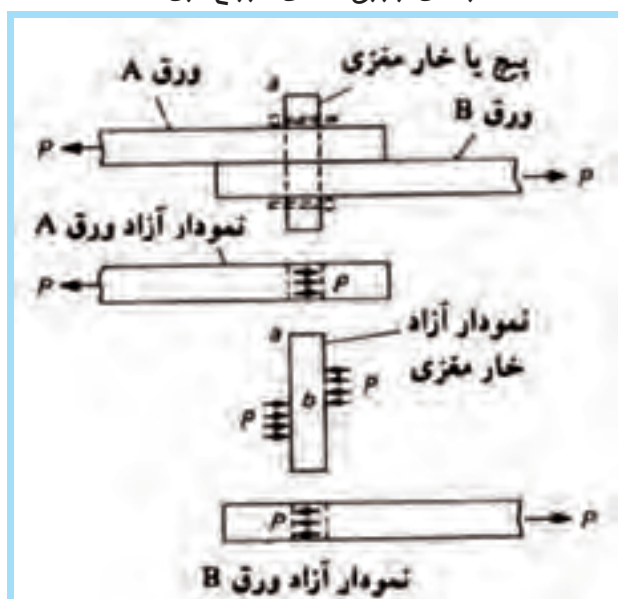
شکل ۷-۵- انواع سوراخ و اندازه لقی مجاز آن‌ها





نمونه‌ای از ورق اتصال سوراخ‌کاری شده

سوراخ‌های فراخ فقط در اتصالات اصطکاکی مجاز می‌باشند. سوراخ‌های لویایی کوتاه در تمام حالات در اتصالات اصطکاکی مجاز هستند و در اتصالات اتکایی باید عمود بر امتداد نیرو باشد (عملکرد اتصال اتکایی و اصطکاکی در بخش بعد معرفی شده است). سوراخ‌های لویایی بلند در اتصالات اتکایی فقط در امتداد عمود بر مسیر نیرو مجاز هستند و در اتصالات اصطکاکی فقط می‌توانند در یکی از ورق‌های اتصال در هر امتداد اختیاری وجود داشته باشند.



شکل ۷-۶- انتقال نیرو در یک پیچ با عملکرد اتکایی

### ۷-۲-۳- رفتار برشی پیچ‌ها در اتصالات اتکایی

ساده‌ترین وسیله برای انتقال نیرو از یک عضو فولادی به عضو دیگر، استفاده از پیچ‌های با عملکرد اتکایی می‌باشد. در حین انتقال نیرو از اتصال، بین تنه پیچ و جدار سوراخ، فشار تماسی زیادی که به تنش لهیدگی مشهور است، به وجود می‌آید. در این نوع اتصالات اصطکاک ناچیزی بین ورق‌ها وجود خواهد داشت. (شکل ۷-۶)

### ۷-۲-۴- پیچ‌ها در اتصالات اصطکاکی

رفتار یک پیچ پرمقاومت اصطکاکی بسیار شبیه پرچ می‌باشد. اگر پیچ طبق یکی از روش‌های استاندارد محکم گردد، نیروی پیش‌تنیدگی آن مقدار مشخصی خواهد داشت. از آنجا که در این نوع اتصالات، نیروی اصطکاک ناشی از نیروی پیش‌کشیدگی توانایی انتقال نیروها را بین دو قطعه دارد، تحت بارهای خدمت، بین تنه پیچ و جدار سوراخ، نیروی لهیدگی ایجاد نمی‌شود. (شکل ۷-۷)



شکل ۷-۷- انتقال نیرو در یک پیچ با عملکرد اصطکاکی

## ۷-۲-۲-۵- روش ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی در پیچ‌های پرمقاومت

برای ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی در پیچ‌های پرمقاومت دو روش زیر معمول‌تر از سایر روش‌ها می‌باشد:

۱- استفاده از آچارهای مدرج (تُرک متر)

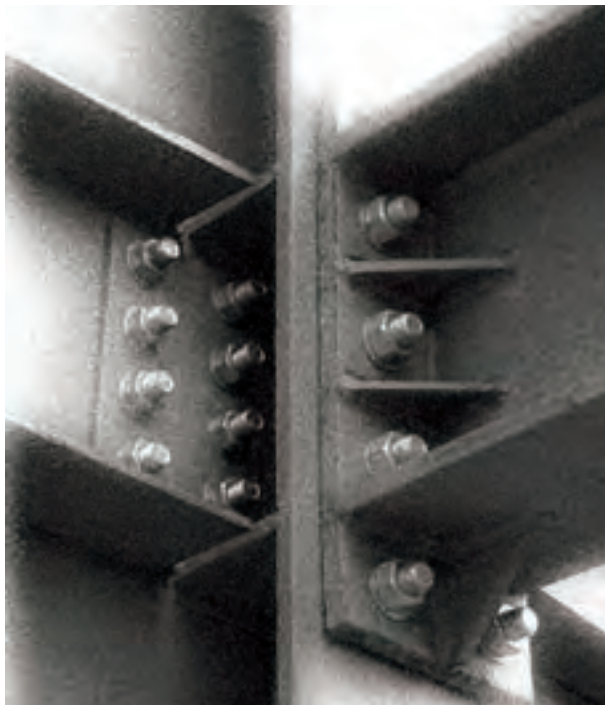
۲- سفت کردن مجدد مهره‌ها به مقدار معین، بعد از محکم شدن اولیه آن‌ها

در روش اول، توسط آچارهای دستی و یا مکانیکی مخصوصی که در روی آن‌ها وسیله‌ای برای اندازه‌گیری لنگر پیچشی وارد بر مهره وجود دارد، لنگر پیچشی مشخصی بر مهره وارد می‌آورند.

سفت کردن مجدد مهره‌ها به مقدار معین بعد از محکم شدن اولیه آن‌ها، ارزان‌ترین و قابل اطمینان‌ترین روشی است که برای ایجاد نیروی پیش‌تنیدگی در پیچ‌ها وجود دارد. در این روش بعد از اینکه پیچ به طور اولیه محکم



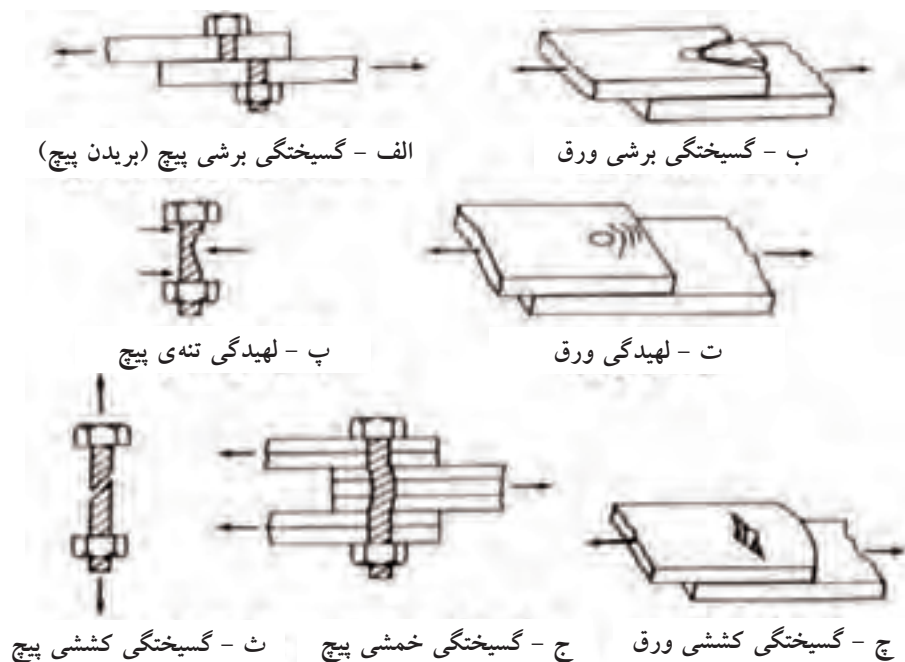
شد، مهره را به مقدار مشخصی مجدداً سفت می‌نمایند که این عمل باعث به وجود آمدن کرنش مشخصی در پیچ می‌شود. اگر برای سفت کردن مهره‌ها از روش‌های دستی استفاده نماییم، محکم شدن اولیه وقتی است که یک کارگر معمولی با یک آچار معمولی، کوشش کامل خود را برای سفت کردن پیچ به کار ببرد. در روش‌های ماشینی، محکم شدن اولیه پس از وارد شدن چند ضربه توسط دستگاه ایجاد می‌شود.



شکل ۷-۸- اتصال پیچی در سافتمان اسکلت فولادی

### ۷-۲-۲-۶- سازوکارهای خرابی پیچ و پرچ

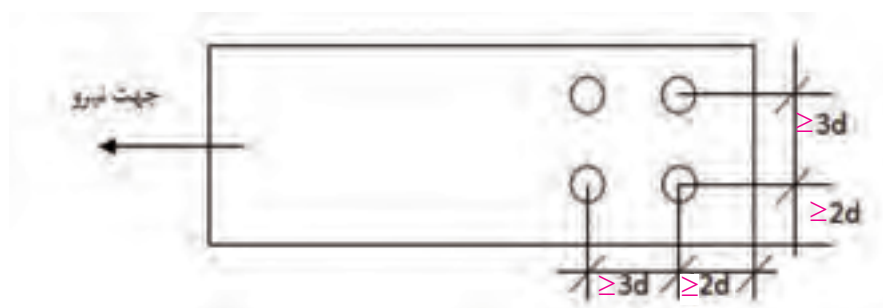
با افزایش بار در یک اتصال اتکایی یا اصطکاکی، نیروی اصطکاک دیگر قادر به مقابله با بارهای وارده نمی‌باشد. از این لحظه به بعد، نیروهای مقابله‌کننده همان تنش‌های لهیدگی بین تنه و جدار سوراخ و تنش برشی در پیچ خواهد بود. بنابراین انواع گسیختگی یک اتصال، چه اتکایی و چه اصطکاکی، مطابق با یکی از شکل‌های ۷-۹ خواهد بود.



شکل ۷-۹- انواع مختلف فرای یک اتصال پیچی

### ۷-۲-۲-۷- فواصل سوراخ‌ها در ورق‌های اتصال

فاصله مرکز به مرکز پیچ‌ها از یکدیگر نباید در هیچ حالتی از ۳ برابر قطر آن‌ها کمتر باشد. حداقل فاصله مرکز پیچ از لبه ورق ۲ برابر قطر پیچ در نظر گرفته می‌شود. (شکل ۷-۱۰) حداکثر فاصله پیچ تا لبه نباید از ۱۲ برابر ضخامت ورق نازک‌تر تجاوز نماید، ضمناً نباید این فاصله از ۱۵ سانتیمتر بیشتر شود.



شکل ۷-۱۰- فواصل مجاز سوراخ‌ها



## ۷-۲-۳- جوش

### ۷-۲-۳-۱- تعریف

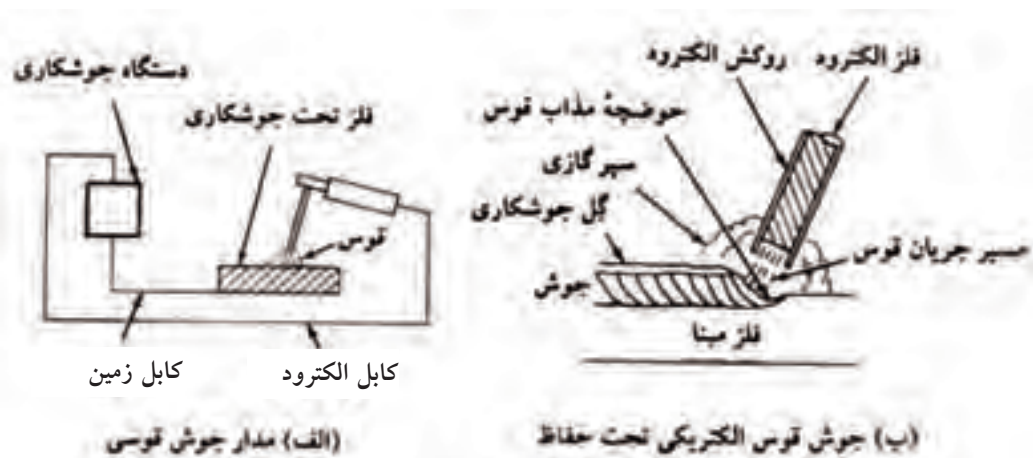
جوشکاری عبارت است از اتصال و یکپارچه کردن مصالح به یکدیگر به کمک حرارت، با و یا بدون استفاده از فشار و یا مواد پرکننده اضافی. به مصالحی که باید به هم متصل گردند فلز مینا و به ماده‌ای که این اتصال را برقرار می‌سازد فلز پرکننده یا فلز جوش گفته می‌شود. برای ذوب فلز مینا و فلز جوش، حرارت به کار می‌رود تا مواد به صورت سیال در آمده و تداخل آن‌ها امکان‌پذیر شود.

معمول‌ترین روش‌های جوشکاری، خصوصاً برای جوش فولاد ساختمانی، استفاده از انرژی برق به عنوان منبع حرارتی است و بدین منظور اغلب از قوس الکتریکی استفاده می‌شود. قوس الکتریکی عبارت است از تخلیه جریان نسبتاً بزرگ، بین فلز جوش (الکتروود یا سیم جوش) و فلز مینا که از میان ستونی از مواد گازی یونیزه به نام پلاسما انجام می‌پذیرد. در جوش قوس الکتریکی، عمل ذوب و اتصال با جریان مواد در طول قوس و بدون اعمال فشار صورت می‌گیرد. (شکل ۷-۱۱)

### ۷-۲-۳-۲- جوشکاری با استفاده از قوس الکتریکی

جوشکاری با استفاده از قوس الکتریکی با الکتروود روکشدار یکی از مهمترین، ساده‌ترین و شاید کارآمدترین روش‌هایی است که برای اتصال فولاد ساختمانی به کار می‌رود. در محاورات فنی، این روش به نام جوش دستی یا الکتروود خوانده می‌شود. حرارت لازم، با برقرار نمودن قوس الکتریکی بین الکتروود روکشدار و اجزایی که باید متصل شوند، ایجاد می‌گردد. مدار جوشکاری در شکل ۷-۱۱-الف، به نمایش درآمده است.



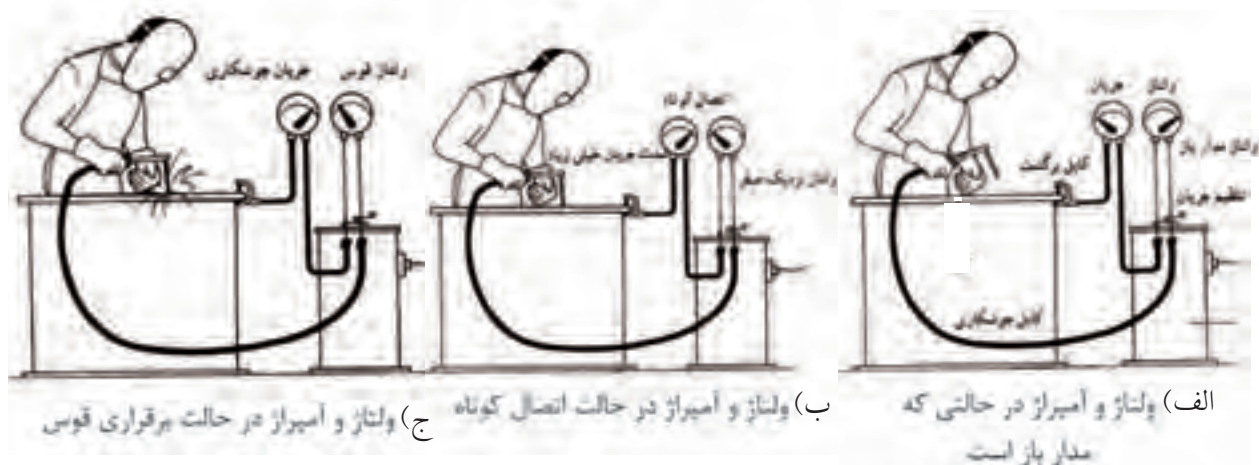


شکل ۷-۱۱- جوش قوس الکتریکی فلزی تحت حفاظت سپر گازی

در جریان جوشکاری، با ذوب الکترود و انتقال به فلز مبنا، الکترود روکشدار مصرف می‌شود. فلز الکترود تبدیل به ماده پرکننده شده و قسمتی از روکش به گاز محافظ و قسمت دیگر آن به گل جوشکاری تبدیل می‌گردد. روکش، مخلوطی گل مانند از سیلیکات‌های سخت‌کننده و مواد دیگری، مانند فلوراید، کربنات‌ها، اکسیدها، آلیاژهای فلزی و سلولز است. این مخلوط، پخته و فشرده شده تا روکش سخت، خشک و متراکم را به وجود آورد.

#### روکش الکترود وظایف زیر را بر عهده دارد:

- ۱- با ایجاد سپرگازی، هوا را جداساخته، قوس را تثبیت می‌کند.
  - ۲- مواد دیگری مانند احیاکننده‌ها را وارد فلز جوش می‌نماید تا بافت ساختمانی آن را بهبود بخشد.
  - ۳- با ایجاد یک روکش از گل جوشکاری روی حوضچه مذاب و جوش سخت شده، آن‌ها را در مقابل اکسیژن و نیتروژن هوا محافظت کرده، در ضمن مانع سرد شدن سریع جوش می‌گردد.
- روش‌های دیگر جوشکاری با قوس الکتریکی که اغلب به صورت اتوماتیک انجام می‌شود، عبارتند از جوشکاری زیرپودری، جوشکاری تحت حفاظت گاز و جوشکاری با سیم جوش توپودری که برای تشریح آن‌ها باید به کتب تخصصی مراجعه نمود. در این روش‌ها، الکترود به صورت مفتول پیوسته عاری از روکش بوده و عمل پوشش را پودر و یا گاز  $CO_2$  انجام می‌دهد.



## ۲-۳-۳- جوش پذیری فولادهای ساختمانی



اغلب فولادهای ساختمانی استاندارد را می‌توان بدون تدابیر خاص و استفاده از روش‌های معین جوش کاری نمود. جوش‌پذیری فولاد، معرف درجه سهولت ایجاد یک اتصال ساختمانی سالم و بدون ترک است. بعضی انواع فولادهای ساختمانی برای جوشکاری از انواع دیگر مناسب‌ترند. جدول ۷-۱ ترکیب شیمیایی ایده‌آل فولادهای کربن‌دار را به نمایش می‌گذارد. اغلب فولادهای نرمه در این رده جای می‌گیرند، در حالی که مقادیر مطلوب برای فولادهای پرمقاومت ممکن است از حدود تحلیلی ایده‌آل نمایش داده شده در جدول ۷-۱ تجاوز کند.



جدول ۷-۱- ترکیب شیمیایی مطلوب فولادهای کربن‌دار به منظور جوش‌پذیری

عنصر	محدوده نرمال	درصدی که احتیاج به تدابیر خاص جوشکاری دارد
کربن	۰/۰۶-۰/۲۵	۰/۳۵
منگنز	۰/۲۵-۰/۸۰	۱/۴۰
سیلیکون	حداکثر ۰/۱	۰/۳۰
گوگرد	حداکثر ۰/۰۳۵	۰/۵۰
فسفر	حداکثر ۰/۰۳۰	۰/۰۴۰

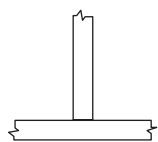
قوس الکتریکی در جوشکاری با الکترود روکش‌دار



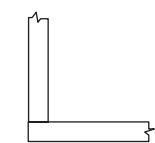
الف ( اتصال لب به لب



ب ( اتصال روی هم



پ ( اتصال سپری



ت ( اتصال گونیا



ث ( اتصال پیشانی

شکل ۷-۱۲- انواع اصلی اتصال جوشی

## ۷-۲-۳-۴- انواع اتصالات جوشی

اگر چه در عمل انواع و ترکیبات مختلفی از انواع اتصال یافت می‌شود، ولی پنج نوع اتصال جوشی اصلی وجود دارد که عبارتند از لب‌به‌لب، رویهم، سپری، گونیا و پیشانی. در شکل ۷-۱۲ انواع آن نشان داده شده است.



نمونه‌ای از اتصال جوشی در مهاربند سافتمان

## اتصال لب به لب (Butt Joint)

اتصال لب به لب اغلب برای متصل ساختن انتهای ورق‌های مسطح با ضخامت‌های نسبتاً مساوی مورد استفاده قرار می‌گیرد. امتیاز این نوع اتصال اجتناب از خروج از مرکزیتی است که در اتصالات روی هم یک طرفه مانند شکل ۷-۱۲-ب، به وجود می‌آید. وقتی که در اتصال لب به لب از جوش شیاری با نفوذ کامل استفاده شود، اندازه اتصال به حداقل خود رسیده و ظاهر آن بسیار خوشایندتر از انواع دیگر اتصالات می‌گردد.

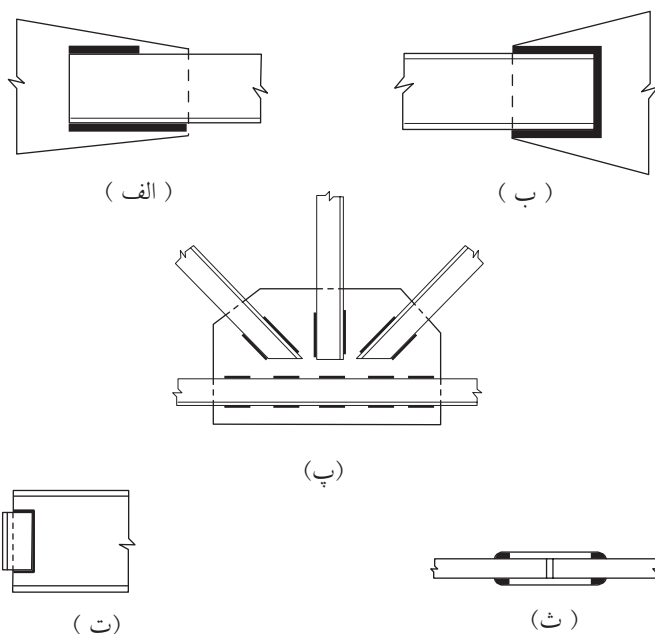


## اتصال پوششی (روی هم) (Lap Joint)

اتصال پوششی که انواع آن در شکل ۷-۱۳ نمایش داده شده، معمول‌ترین نوع اتصال است. این اتصال دو مزیت عمده دارد:

۱- **سادگی جفت و جور کردن:** ساخت قطعات این نوع اتصال احتیاج به وقت زیاد، به میزانی که در انواع دیگر اتصالات جوشی مورد نیاز است، ندارد. قطعات می‌توانند بر روی هم کمی جابجا گردند تا خطاهای کوچک ساخت را پوشانده یا تنظیم طول را عملی سازند.

۲- **سادگی اتصال دادن:** لبه‌های قطعات متصل شونده احتیاج به آمادگی خاصی ندارند و اغلب برش عادی خورده یا با شعله بریده می‌شوند. در اتصال پوششی اغلب از جوش گوشه استفاده می‌گردد.



شکل ۷-۱۳- نمونه‌هایی از اتصالات پوششی (روی هم)



## اتصال سپری (Tee Joint)

این نوع اتصال در ساخت نیمرخ‌های مرکب به شکل T و I، تیر ورق‌ها، سخت‌کننده‌های تحت بار، آویزها، نشیمن‌های طاقچه‌ای و عموماً قطعاتی که با زاویه با هم جفت می‌گردند مانند شکل ۷-۱۲-پ، کاربرد دارد.



## اتصال گونیا (Corner Joint)

اتصال گونیا عمدتاً در ساخت مقاطع جعبه‌ای مستطیل شکلی که تیرها و ستون‌های مقاوم در برابر پیچش را تشکیل می‌دهند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. (شکل ۷-۱۲-ت)

## اتصال پیشانی (Edge Joint)

اتصال پیشانی اغلب نقش سازه‌ای به عهده ندارد و مورد استفاده آن معمولاً در نگهداری دو یا چند صفحه در یک سطح و یا نگهداری امتداد اولیه عضو است. (شکل ۷-۱۲-ث)

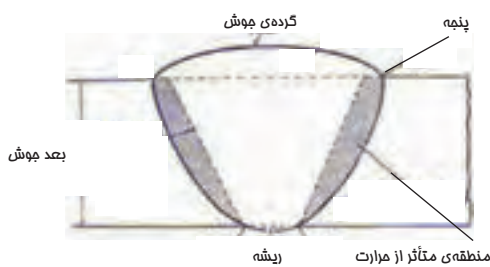
## ۷-۲-۳-۵- انواع جوش

چهار نوع از جوش‌ها که در شکل ۷-۱۴ نمایش داده شده‌اند، عبارتند از: جوش شیاری، جوش گوشه، جوش کام و جوش انگشتانه هر نوع جوش مزیت‌هایی مخصوص به خود دارد که دامنه کاربرد آن را تعیین می‌نماید. نسبت تقریبی استفاده از این چهار نوع جوش در ساخت اتصالات ساختمانی به این ترتیب است: جوش شیاری ۱۵ درصد، جوش گوشه ۸۰ درصد و ۵ درصد بقیه موارد، جوش‌های کام و انگشتانه و انواع دیگری از جوش‌های مخصوص به کار می‌روند.

## جوش‌های شیاری

مورد استفاده اصلی جوش شیاری متصل ساختن قطعات سازه‌ای است که در روی یک سطح و در امتداد هم قرار گرفته‌اند. از آنجا که جوش‌های شیاری اغلب به منظور انتقال کل نیروی قطعاتی که به وسیله‌ی این جوش متصل می‌شوند مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا باید جوش از مقاومتی هم اندازه با مقاومت قطعات متصل شونده، برخوردار باشد. چنین جوش شیاری به عنوان جوش شیاری با نفوذ کامل شناخته می‌شود. وقتی که درز جوش چنان

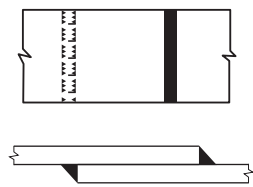
نمونه اتصال گونیا



مزایای جوش شیاری

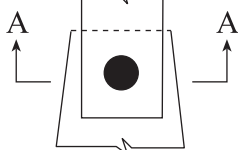


جوش شیاری

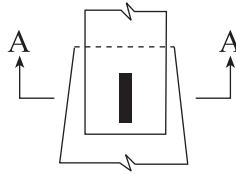


الف) جوش شیاری

ب) جوش گوشه



ت) جوش انگشتانه



پ) جوش کام

شکل ۷-۱۴- انواع جوش



الف) ساده



ب) جناغی یکطرفه



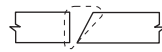
ت) نیم جناغی



ث) نیم جناغی دو طرفه



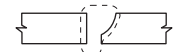
ج) لاله‌ای



خ) نیم لاله‌ای دوطرفه



ح) نیم لاله‌ای یک طرفه



ز) لاله‌ای دو طرفه



ح) نیم لاله‌ای دو طرفه

شکل ۷-۱۵- انواع معمول درز جوش شیاری



الف) اتصال ساق به بال سپری



ب) اتصال جان‌ها به بال‌ها



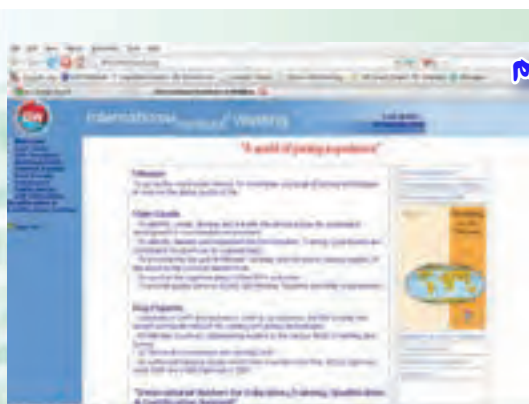
ج) اتصال بال تیر به ستون

طراحی شود که جوش شیاری در تمام عمق قطعات متصل شونده گسترش نیابد، به چنین جوشی، جوش شیاری با نفوذ نسبی اطلاق می‌شود. در طراحی این جوش‌ها الزامات خاصی را باید در نظر داشت. لبه درز جوش در اغلب جوش‌های شیاری باید به طرز مخصوصی آماده گردد. نام‌گذاری انواع درز جوش شیاری نیز با توجه به این امر انجام شده است. شکل ۷-۱۵ انواع معمول درز جوش شیاری را به نمایش گذاشته و نحوه‌ی آماده ساختن درز جوش را در هر یک مشخص می‌سازد. انتخاب جوش شیاری مناسب به روند جوشکاری مورد استفاده، هزینه‌ی آماده کردن لبه‌ی درزهای جوش و هزینه عملیات جوشکاری بستگی دارد. از جوش شیاری همچنین می‌توان در ساخت اتصالات سپری مانند شکل ۷-۱۶ استفاده نمود.

شکل ۷-۱۶- استفاده از جوش شیاری

در اتصال سپری

بیش‌تر بدانیم



<http://www.iisw-iis.org> IISW انستیتو بین‌المللی جوش

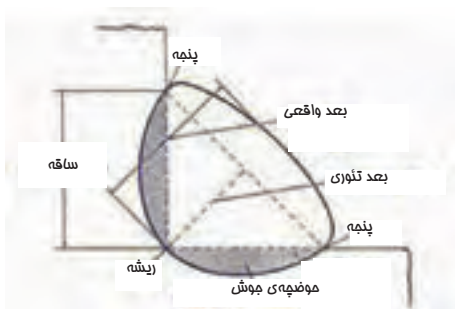


<http://www.aws.org> انجمن جوش امریکا AWS

## جوش گوشه

جوش گوشه به خاطر اقتصادی بودن آن، سادگی به کارگیری و قابلیت استفاده از آن در اغلب موارد جوشکاری، بیشتر از تمام انواع دیگر جوش بیشتر به کار می‌رود.

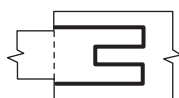
نمونه‌هایی از موارد استفاده‌ی جوش گوشه در شکل ۷-۱۷ ارائه شده است. در این نوع اتصالات به خاطر رویهم‌گذاری قطعات احتیاج به دقت کمتری در جفت و جور کردن می‌باشد، در حالی که در مورد جوش شیاری باید قطعات را به دقت در یک امتداد قرارداد و شکافی در ریشه‌ی جوش بین آنها باقی گذاشت. جوش گوشه به خصوص برای جوشکاری در محل نصب و یا برای جفت کردن دوباره‌ی اعضا یا اتصالاتی که قبلاً با رواداری‌های قابل قبولی ساخته شده‌اند ولی موقع نصب دقیقاً با هم جفت و جور نمی‌شوند، از مزیت‌های زیادی برخوردار است.



مزایای جوش گوشه



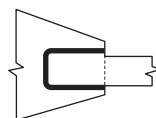
جوش گوشه



(پ) اتصال کام



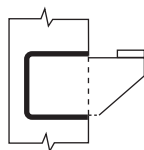
(ب) صفحات وصله



(الف) صفحات روی هم



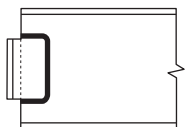
(ج) ورق زیر سری تیرها



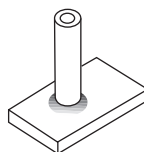
(ث) تیغه نشیمن



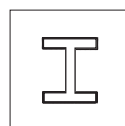
(ت) اتصال گونیا



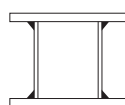
(خ) نبشی جان به تیر



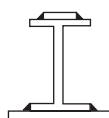
(ح) اتصال لوله



(چ) صفحات کف ستون



(د) مقاطع ترکیبی و تیر ورق‌ها



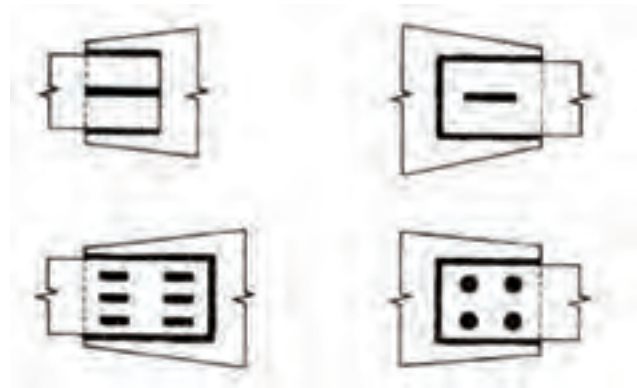
شکل ۷-۱۷- نمونه‌هایی از موارد استفاده از جوش گوشه

## جوش های کام و انگشتانه

جوش های کام و انگشتانه را می توان به تنهایی و یا در ترکیب با جوش گوشه مانند شکل ۷-۱۸ به کار گرفت. یکی از موارد استفاده ی جوش کام و انگشتانه، انتقال برش در اتصالات پوششی است که طول جوش گوشه یا دیگر انواع جوش جوابگو نباشد. همچنین از این نوع جوش ها برای جلوگیری از کمانش قسمت های رویهم گذاشته شده، استفاده می شود.



شکل ۷-۱۹- جوش کام

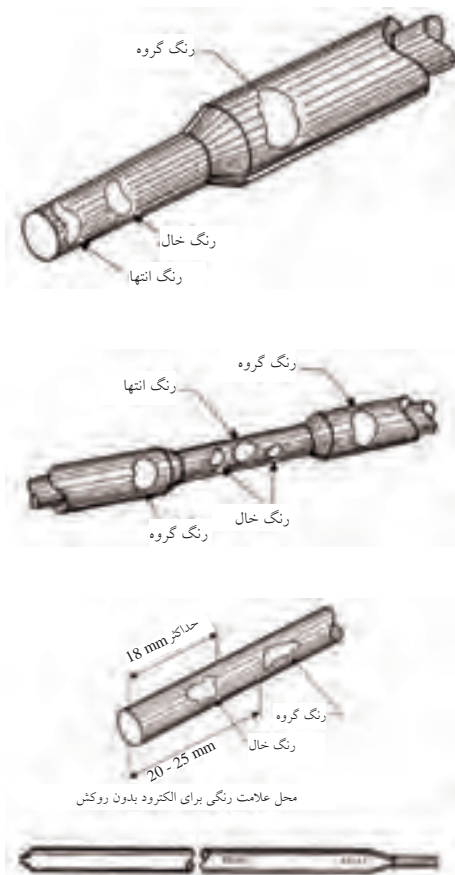


شکل ۷-۱۸- کاربرد جوش کام و انگشتانه

## ۷-۲-۳-۶- شناسایی انواع الکتروود

در استانداردهای مختلف برای نشان دادن انواع الکتروود از علائم گوناگون استفاده می شود. به عنوان مثال استاندارد انجمن جوشکاری آمریکا، الکتروودها را با حرف E شروع می کند و با یک عدد چهار یا پنج رقمی دنبال می نماید. دو رقم اول سمت چپ معرف مقاومت کششی فلز الکتروود بر حسب هزار پوند بر اینچ مربع (psi) می باشد<sup>۱</sup>. به طور مثال الکتروودهای نشان داده شده به صورت E 60 XX دارای مقاومت کششی 60000psi (۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتیمترمربع) در فلز جوش است. اعداد بعدی که با XX نمایش داده شده اند، نمایشگر عوامل موثر دیگر مانند وضعیت جوشکاری، منبع توصیه شده برای تامین الکتریسیته، جنس روکش و مشخصات قوس الکتریکی می باشند. این استاندارد تا حدود زیادی در ایران متداول است و در این کتاب نیز از علائم آن استفاده شده است.

روش دیگر شناسایی الکتروودها، استفاده از یک سیستم رنگی است که توسط خطوط رنگی مشخص، انواع الکتروودها از یکدیگر تشخیص داده می شوند. این روش در حال حاضر منسوخ شده است.



۱- هر psi حدوداً معادل ۰/۰۷ کیلوگرم بر سانتیمترمربع است.



## ۷-۲-۳-۷- تجهیزات مورد استفاده در جوشکاری دستی با الکتروود روکش دار

تجهیزات مورد نیاز برای جوشکاری قوس الکتریکی با الکتروود روکش دار، ساده و قابل حمل و نسبت به تجهیزات لازم برای انواع دیگر جوشکاری ارزان قیمت هستند. با اجرای تمهیدات لازم جهت تهویه ی کافی، جلوگیری از آتش سوزی و دیگر خطرات موجود، این نوع جوشکاری می تواند در محیط بسته و هوای آزاد و در هر مکان و موقعیتی انجام شود.

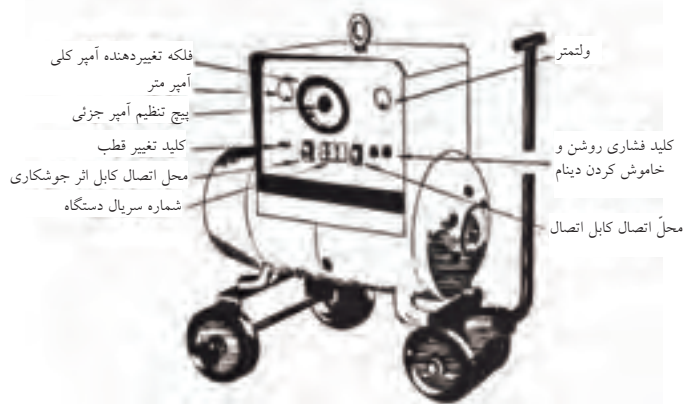
به طور کلی سه نوع ماشین جوشکاری وجود دارد:

۱- موتور- مولدها، شامل موتور درونسوز یا موتور برقی (موتور - ژنراتور و دینام ها)

۲- مبدل - یکسوکننده ها (رکتیفایر)

۳- مبدل ها ( ترانس ها)

دینام جوشکاری کارگاهی شامل یک دینام (ژنراتور) تولید جریان و یک الکتروموتور سه فاز است که با هم کوپل شده یا اساساً محور آن ها مشترک است. در یک سو، محور الکتروموتور و در سوی دیگر محور دینام تعبیه شده است. (شکل ۷-۲۰)



شکل ۷-۲۰- دینام جوش کارگاهی



شکل ۷-۲۱- قرار دادن کلید دینام جوشکاری

در حالت

الکتروموتور حرکت دورانی مناسب را به وجود می آورد و این حرکت باعث گردش محور دینام می شود و برق مورد نیاز جوشکاری را تولید می کند. اتصال الکتروموتور به برق شهر توسط یک کلید ستاره و مثلث صورت می گیرد و برای راه اندازی آن لازم است ابتدا کلید روی حالت ستاره (▲) قرار گرفته تا موتور به دور کامل برسد؛ سپس کلید روی حالت مثلث (Δ) (شکل ۷-۲۱) قرار می گیرد تا دور موتور ثابت و آماده ی جوشکاری شود. هیچ گاه نباید در حالتی که کلید روی ستاره است، جوشکاری شود، زیرا باعث می شود که دور موتور کم و زیاد شده و در نهایت دستگاه از کار بیفتد. ماشین جوشکاری از نوع دیزل، بنزینی، دینام و یا رکتیفایر باید وضعیت مناسبی داشته باشد و جریان یکنواختی برای جوشکاری تولید نماید.

## مبدل - یکسو کننده ها (رکتیفایرها)



شکل ۷-۲۲- (رکتیفایر جوشکاری  
با الکتروود دستی)

رکتیفایرها دارای طرح‌های متعدد برای مقاصد مختلف می‌باشند. انعطاف پذیری، یکی از دلایل پذیرش گسترده‌ی این ماشین در صنعت جوشکاری است. این ماشین‌ها قادر به تحویل جریان مستقیم (DC) با قطبیت منفی یا مثبت می‌باشند؛ همچنین ممکن است برای جوشکاری دستی با الکتروود، جوشکاری تحت حفاظت گاز، جوشکاری زیرپودری و جوشکاری گل‌میخ‌ها مورد استفاده قرار گیرند و امکان سرویس‌دهی همزمان به چندین کاربر را دارا می‌باشند.

## ۷-۲-۴- ابزار جوشکاری در ساخت و نصب اسکلت فلزی

برای اجرای موفق جوشکاری قوسی (به‌خصوص روش دستی) لازم است که از ابزار و تجهیزات دیگری نیز استفاده شود. این ابزار عبارتند از:

### چکش جوش:

از این وسیله برای برداشتن سرباره روی جوش و زدودن جرقه‌های اطراف خط جوش استفاده می‌شود. جنس آن بسیار سخت است و دو سر آن به دو صورت تبری و مخروطی تیز می‌باشد. (شکل ۷-۲۳)



شکل ۷-۲۳- چکش جوش

### برس سیمی:

برس سیمی برای تمیزکاری روی قطعات کار از گرد و غبار و زنگ به کار می‌رود و طوری ساخته شده که در برابر سایش مقاوم باشد. (شکل ۷-۲۴ و ۷-۲۵)  
یعنی سیم‌های آن نریزد و زود فرسوده نشود. برس سیمی معمولی از جنس فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود.



شکل ۷-۲۴- برس سیمی و

چکش جوش سرهم

شکل ۷-۲۵- برس سیمی و تمیزکاری قطعه جوشکاری شده با آن

## سنگ فرز:

سنگ فرز یکی از تجهیزاتی است که برای آماده‌سازی لبه‌های جوشکاری مورد استفاده‌ی زیادی دارد. از سنگ فرز همیشه در حالت ایستاده استفاده می‌کنند، بنابراین شرایط استفاده از سنگ فرز تقریباً همیشه سخت و نامساعد بوده و باید با دقت بسیار مورد استفاده قرار گیرد. (شکل ۷-۲۶)

دستگاه سنگ فرز با برق معمولی شبکه‌ی شهری کار می‌کند. یعنی اگر سیم رابط معیوب باشد یا دستگاه سنگ اتصالی داشته باشد خطر برق گرفتگی آن زیاد است. لازم است قبل از کار با دستگاه سنگ فرز اطمینان حاصل شود که تیغه‌ی سنگ شکسته نباشد و یا پیچ اتصال آن به ماشین سنگ شل نشده باشد.



شکل ۷-۲۶- نوعی ماشین سنگ فرز دستی با سنگ مربوطه

## بیش‌تر بدانیم



جوش نا مرغوب موجب گسیختگی آن در محل اتصال ورق مهاربند به ستون در اثر نیروی ناشی از زمین‌لرزه شده است



جوش ندادن ورق اتصال مهاربند به تیر باعث شده است تا در هنگام زلزله ناحیه‌ی اتصال از ظرفیت باربری لازم برخوردار نباشد



## کابل های جوشکاری و اتصالات آن ها:

کابل های جوشکاری از نوع افشان و با عایق بسیار قوی و سبک است. (شکل ۷-۲۷) جنس سیم آن مسی یا آلومینیومی است. یکی از آن ها کابل انبر و دیگری کابل اتصال آهن است. کابل ها را با کمک کابل شو (کفش کابل) (شکل ۷-۲۸) به دستگاه جوش و به انبر وصل می کنند. اتصال کابل به کفش کابل باید محکم و بدون لقی باشد تا گرم نشود.

وقتی بخواهند کابل ها را به یکدیگر متصل کنند تا بلندتر شود، آن ها را با کمک اتصالات سرهم می کنند. (شکل ۷-۲۹)

## انبر های جوشکاری:

انبر جوشکاری وسیله گرفتن الکتروود و اجرای جوشکاری است. انبرها را برحسب ظرفیت جریانی که می توانند از خود عبور دهند، دسته بندی می کنند (شکل ۷-۳۰ و ۷-۳۱).

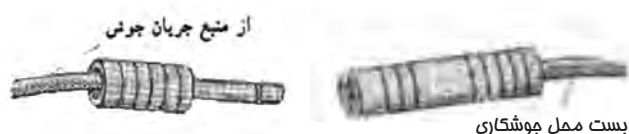
روی انبرها را از جنس عایق بسیار قوی و سبک می پوشانند. کائوچو، لاستیک و فیبر فشرده عایق های مناسبی هستند. گیره های اتصال آهن نیز به کابل اتصال آهن متصل می شود و به پایه میز جوشکاری یا به قطعه ی مورد جوشکاری متصل می شود (شکل ۷-۳۲). این گیره ها باید تمیز باشد و فنر قوی داشته باشد که خوب به پایه میز یا به کار بچسبد.



شکل ۷-۲۷ - مقطع کابل جوشکاری قوسی



شکل ۷-۲۸ - کابل شو برای اتصال کابل ها به اتصال قطعه کار و به ماشین جوش



شکل ۷-۲۹ - نمونه اتصال کابل ها به یکدیگر



شکل ۷-۳۰ - انبر، کابل شو و کابل جوشکاری



## جعبه‌ی الکتروود:

جهت حفاظت از الکتروودها و دسته‌بندی آنها، در صورت استفاده از چند نوع الکتروود، باید برای هر جوشکار یک جعبه‌ی الکتروود مناسب تهیه شود.



شکل ۷-۳۱- انبر جوشکاری

## گرم‌کن دستی:

جهت پیش گرم کردن درزهای جوش قبل از جوشکاری بخصوص در روزهای سرد، مطابق دستورالعمل‌های جوشکاری از گرم‌کن دستی استفاده می‌شود. (شکل ۷-۳۳ و ۷-۳۴)



شکل ۷-۳۲- گیره اتصال به قطعه کار



شکل ۷-۳۳- مشعل گرم‌کن درز اتصال



شکل ۷-۳۴- گرم‌کن دستی

## ابزارهای اندازه گیری:

از این ابزارها برای تعیین محل برش و یا مونتاژ قطعات استفاده می شود. یکی از سودمندترین ابزارهای اندازه گیری، متر فولادی فنری است. معمولاً متر فنری ۳ متری نیازهای متعارف را برآورده می سازد، اما در پروژه های بزرگ ممکن است به متر ۱۵ متری نیاز باشد. برای انجام کارهای کوچکتر می توان از یک خط کش فولادی ۳۰ یا ۵۰ سانتیمتری نیز استفاده نمود. مناسب است همیشه یک خط کش پلاستیکی ۱۵ سانتیمتری در جیب لباس کار جوشکار موجود باشد.

## ابزار نشانه گذاری:

از این ابزار برای ترسیم خط برش، بر طبق اندازه گیری های انجام شده، استفاده می شود. هنگام کار با مشعل برشکاری، به خط نشانه ای نیاز می باشد که بر اثر شعله محو نشود. ابزارهای نشانه گذاری عبارتند از سوزن خط کشی و سنبه نشان ۹۰ درجه یا ۳۰ درجه. سنبه نشان ۹۰ درجه منظور ما را برآورده می سازد، اما سنبه نشان ۳۰ درجه بصورت ویژه به همین منظور ساخته شده است. به کمک این سنبه نشان می توان خطی تشکیل شده از نشانه های نزدیک به هم ترسیم نمود.

روش دیگری برای نشانه گذاری فلز به منظور برشکاری با مشعل استفاده از سنگ صابون است. اثر این سنگ مانند اثر گچ است، اما در دمای بالای برشکاری نمی سوزد. بنابراین مناسب است همیشه چند قطعه سنگ صابون در جعبه ابزار موجود باشد.

برای ترسیم کمان یا دایره از پرگار فلزی استفاده می شود؛ این وسیله نوعی سوزن خط کشی شبیه پرگار است، اما دو نوک فولادی تیز دارد.

لازم به ذکر است که از سوزن خط کشی فقط باید برای ترسیم خط برش استفاده شود. این نکته به ویژه در هنگام خط کشی ورق باید رعایت شود، زیرا بسیار احتمال می رود که ترک یا پارگی از محل خط کشی به دلیل تمرکز تنش ایجاد شده آغاز شود.

## بیشتر بدانیم



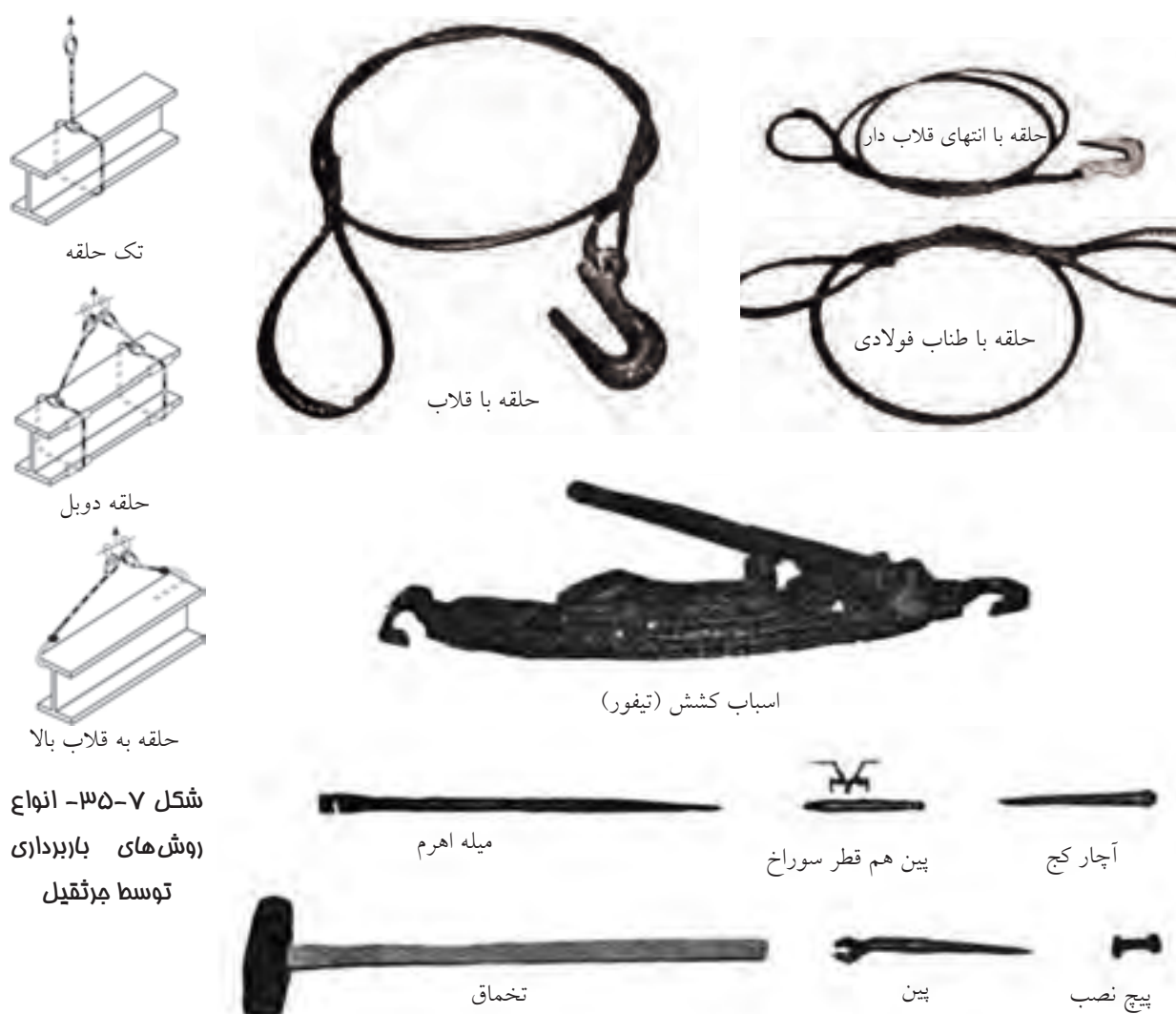
عزل تخریب: عدم جوشکاری صحیح - عدم اتصال صحیح دیوارها به ستون های فلزی



عزل تخریب: ضعف بودن جوش ها و صفحه اتصال آنها

## ابزار نصب:

ابزار، وسایل و ماشین‌آلاتی که در نصب سازه‌های فولادی بکار می‌روند، بسته به نوع و اندازه سازه می‌توانند انواع مختلف داشته باشند. از طرف دیگر اغلب این وسایل طبق استانداردهای سازندگان مختلف تولید می‌شوند که از بین آن‌ها نوع و اندازه مناسب باید انتخاب شود. هرگاه بخواهند باری را به قلاب جراثقالی آویزان کنند. اگر اندازه و وزن بار اجازه چنین عملی را بدهد، می‌توان مطابق شکل ۷-۳۵ آن را به وسیله حلقه‌ای از طناب فلزی به قلاب آویزان کرد. طناب اصلی از یک قطعه طناب با طول مناسب که هر دو انتهای آن را به صورت حلقه کوچکی در آورده‌اند، تشکیل می‌شود. این طناب را دور قطعه به گونه‌ای که یکی از دو سر طناب از حلقه کوچک سر دیگر آن بگذرد، مهار می‌کنند. برای اتصال دو قطعه فلزی از وسایل اتصال استفاده می‌نمایند. میله اهرم، اسباب کشش، تخماق برای جفت کردن و رسانیدن قطعه به وضعیت مورد نظر برای اتصال استفاده می‌شود. از پین و آچار کج برای همسو کردن سوراخ‌های قطعات استفاده می‌شود. شکل ۷-۳۶، انواع ابزار نصب در سازه‌های فولادی و نحوه‌ی ایجاد حلقه را نشان می‌دهد.



شکل ۷-۳۶- ابزار نصب سازه‌های فولادی

## به این پرسش‌ها پاسخ دهید:

- ۱- روش کوبیدن پرچ‌ها را شرح دهید و دلایل عدم استفاده از این روش را در سازه‌های امروزی بیان کنید.
- ۲- انواع سوراخ پیچ در اتصالات پیچی را با رسم شکل توضیح دهید.
- ۳- رفتار پرچ‌ها مانند کدامیک از انواع اتصالات اتکایی یا اصطکاکی است؟ توضیح دهید.
- ۴- روش‌های ایجاد پیش‌تندگی در پیچ‌های پرمقاومت را شرح دهید؟
- ۵- جوشکاری با استفاده از قوس الکتریکی را با رسم مدار جوش قوسی شرح دهید؟
- ۶- به نظر شما اگر قسمتی از روکش الکتروود به هر علتی شکسته و یا ریخته باشد، چه مشکلاتی ممکن است در جوشکاری بوجود آید؟
- ۷- انواع اتصالات جوشی را با رسم شکل نشان دهید؟ و توضیح دهید کدامیک از آن‌ها مقاومت سازه‌ای کمتری دارد؟
- ۸- مورد استفاده جوش شیاری را شرح دهید و آن را از نظر مقاومت با جوش گوشه مقایسه نمایید.
- ۹- تحقیق کنید که درچه زمانی از جوش شیاری یک طرفه یا دوطرفه استفاده می‌شود؟
- ۱۰- تحقیق کنید که دلیل استفاده از جوش شیاری نیم‌جناغی به جای جوش جناغی چیست و در چه مواردی استفاده از این نوع جوش مجاز است؟
- ۱۱- موارد استفاده از جوش کام و انگشتانه را بیان کنید؟
- ۱۲- در یک ساختمان با اتصالات جوشی، از چه نوع جوش‌هایی در اتصالات مختلف آن استفاده می‌شود؟ با تهیه‌ی عکس و گزارش از یک ساختمان فلزی این موضوع را بررسی و در کلاس گزارش نمایید.
- ۱۳- تحقیق کنید جوشکاری با رکتیفایر مناسب‌تر است یا ترانسفورماتور؟ چرا؟
- ۱۴- حداقل ابزار لازم جهت انجام جوشکاری برای یک جوشکار چیست؟
- ۱۵- در صورتی که در کارگاه وزش شدید باد و بارش باران وجود داشته باشد و مجاز به تعطیل کردن کارگاه نباشید، چه راهی را جهت ادامه کار جوشکاری پیشنهاد می‌کنید؟