

# فصل اول: اجزای ماشین و طبقه بندی آن ها

## ۱-۱ تعریف ماشین

به سیستم‌های صنعتی که انرژی را به انرژی دیگر تبدیل می‌کند ماشین می‌گویند. به عنوان مثال موتور الکتریکی، ماشینی است که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کند، در صورتی که یک ژنراتور الکتریکی، انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. مثلاً در یک دستگاه ماشین تراش تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی، باعث دوران سه‌نظام می‌شود و کار مورد نظر انجام می‌گیرد.

ماشین‌ها برای برطرف ساختن نیاز انسان‌ها طراحی و ساخته می‌شوند و هر ماشین، خود از ترکیب چند مکانیزم تشکیل می‌شود. مکانیزم، به تنهایی یک ماشین محسوب نمی‌شود. برای مثال یک موتور یا دستگاه ماشین تراش، ماشین است، در صورتی که دستگاه اندازه‌گیری فشار (مانومتر) یک مکانیزم است (شکل ۱-۱).

### مکانیزم:

مکانیزم دستگاهی است که فقط یک کار انجام می‌دهد. مثلاً مکانیزم چرخ‌زنجیر، مکانیزم چرخ‌تسمه و مکانیزم چرخ‌دنده که هیچ‌کدام از آن‌ها به تنهایی نمی‌توانند کار کنند و حتماً بایستی به صورت جفت عمل کنند، و به همین دلیل مکانیزم نام دارند، در حالی که چرخ‌دنده یا زنجیر به تنهایی اجزاء محسوب می‌شوند.



(الف) ماشین تراش



(ب) مکانیزم مانومتر

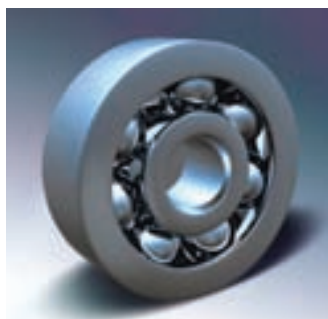
شکل ۱-۱

## ۱-۲ تعریف اجزاء ماشین

ماشین‌ها هر اندازه که از نظر عملکردی با هم تفاوت داشته باشند، از نظر ساختمان نقاط مشترک زیادی دارند. همه آن‌ها از اجزاء مختلفی تشکیل یافته‌اند که اجزاء ماشین نام‌گذاری شده‌اند. پس اجزاء ماشین می‌تواند از قطعات بسیار ساده‌ای مثل (پیچ و فنر) یا از چند قطعه مثل (بلبرینگ، کوپلینگ و کلاچ) به‌وجود آید. بنابراین، اجزاء تشکیل‌دهنده یک ماشین را اجزاء ماشین می‌گویند. در شکل ۱-۲ چند نمونه از اجزاء ماشین را مشاهده می‌کنید.



(الف) پیچ



(ت) بلبرینگ



(ب) فنر



(ث) صفحه کلاچ



(پ) کوپلینگ



(ج) چرخ دنده

شکل ۱-۲ نمونه‌هایی از اجزاء ماشین

### ۱-۳ طبقه‌بندی اجزاء ماشین

چنانچه گفته شد اساس ماشین‌ها از ترکیب اجزاء مختلفی، از جمله وسایل اتصال، اجزاء ارتباطی، حمل‌کننده بار و نمونه این‌ها تشکیل شده است. در حالت کلی اجزاء ماشین به هفت طبقه به شرح زیر تقسیم می‌شود:

◀ **اجزاء اتصال:** دو یا چند قطعه را به همدیگر اتصال می‌دهد، مانند جوش، لحیم، چسب، پرچ‌ها، پیچ‌ها، پین‌ها، خارها و غیره.

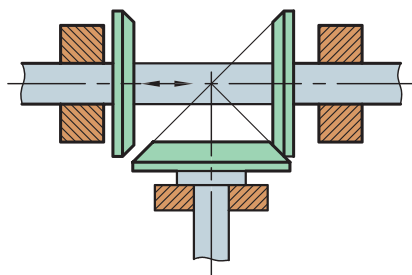
◀ **اجزاء ذخیره‌کننده انرژی مکانیکی:** این اجزاء یک انرژی مشخص را با تغییر شکل خود، ذخیره می‌کنند و در مواقع لزوم پس می‌دهند، مانند فنرها. ◀ **اجزاء حمل‌کننده:** اجزایی هستند که قطعاتی مانند چرخ‌دنده، چرخ‌تسمه، چرخ‌زنجیر و نمونه این‌ها را روی خود حمل می‌کنند، مانند محورها و اکسل‌ها.

◀ **اجزاء تکیه‌گاهی:** معمولاً تمامی اجزایی را که حرکت دورانی دارند، حمایت می‌کنند، مانند یاتاقان‌های لغزشی و غلتشی و سطوح راهنما. ◀ **اجزاء ارتباط:** معمولاً میان دو جزء رابطه محوری برقرار می‌کنند، مانند کوپلینگ‌ها و کلاچ‌ها.

◀ **اجزاء انتقال قدرت و حرکت:** این اجزاء قطعات اساسی ماشین را تشکیل می‌دهند و انرژی ماشین را برای انجام کار انتقال می‌دهند، مانند مکانیزم چرخ‌های دندانه‌دار، مکانیزم چرخ و تسمه، مکانیزم چرخ و زنجیر و مکانیزم چرخ‌های اصطکاکی (شکل ۱-۳).



(الف) مکانیزم چرخ‌دنده



(ت) مکانیزم چرخ اصطکاکی



(پ) مکانیزم چرخ‌زنجیر



(ب) مکانیزم چرخ‌تسمه

شکل ۱-۳ اجزاء انتقال قدرت و حرکت



(الف) پمپ

◀ **اجزاء ماشین خاص:** شش مرحله بالا تقریباً در بیشتر سیستم‌ها به کار می‌روند، به همین دلیل قطعات عمومی اجزاء ماشین را تشکیل می‌دهند، ولی قطعاتی در صنعت وجود دارند که در کنار قطعات عمومی در ساختمان بعضی از سیستم‌ها به کار می‌روند و نام «اجزاء ماشین خاص» را به خود گرفته‌اند، مثل بعضی از اجزاء پمپ‌ها، قطعات سیلندر، پیستون، سوپاپ، شیرآلات و بادامک‌ها (شکل ۱-۴).

گرچه از موارد فوق در مباحث اجزاء ماشین نام برده نشده ولی در کتاب‌های معتبر دنیا امروزه به عنوان اجزاء ماشین شناخته می‌شوند.



(ب) پیستون



(پ) سوپاپ



(ت) شیر



(ث) بادامک



(ج) بلوکه سیلندر

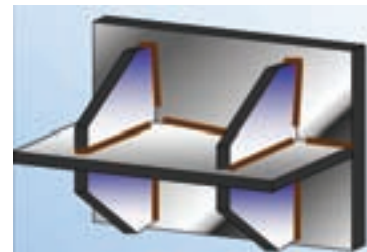
شکل ۱-۴ اجزاء ماشین خاص

# فصل دوم: اتصالات

## ۲-۱ اجزاء اتصال

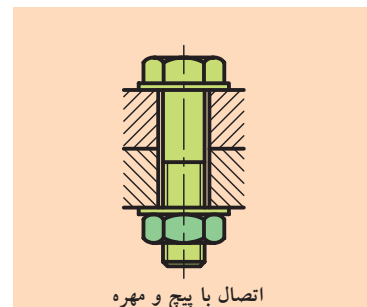
یک ماشین از اجزاء مختلفی تشکیل شده است. این قطعات در صنعت به روش های مختلفی مثل ماشین کاری، ریخته گری، آهنگری و نوردکاری و غیره تولید می شوند و به کمک اجزاء اتصال به همدیگر وصل می شوند. اتصالات به دو دسته تقسیم می شوند:

▶ **اتصال دائم:** اتصالی است که در صورت نیاز به جداسازی دو قطعه، مجبور هستیم محل اتصال را تخریب کنیم، مانند جوش، لحیم، چسب کاری و پرچ کاری. پرچ کاری در قدیم اتصال نیمه موقت محسوب می شد، ولی امروزه به دلیل پیشرفت فراوان روش های جوشکاری، کمتر به پرچ کاری نیاز می شود. پرچ کاری در صنایع هوا - فضا کاربرد زیادی دارد. باز کردن پرچ، موجب تخریب قطعه اتصال می شود، بنابراین جزو اتصالات دائم قرار گرفته است. در شکل ۲-۱ نمونه ای از اتصال دائم را مشاهده می کنید.

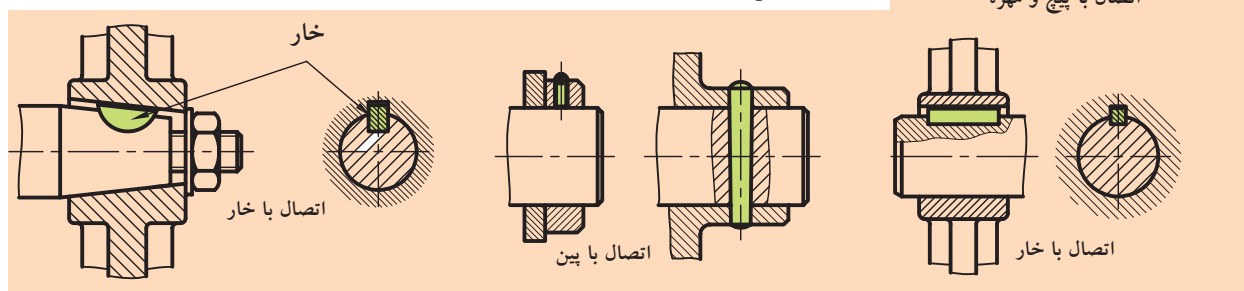


شکل ۲-۱ نمونه ای از اتصالات دائم به روش جوشکاری

▶ **اتصال موقت:** اتصالی است که می توانیم دو قطعه متصل شده به هم را به راحتی و در مواقع ضروری بدون هیچ گونه تخریبی از هم جدا کرده و سپس قطعات را مجدداً اتصال دهیم، مثل اتصال پیچ و مهره، خار، پین، گوه و غیره (شکل ۲-۲).



اتصال با پیچ و مهره



شکل ۲-۲ نمونه ای از اتصالات موقت

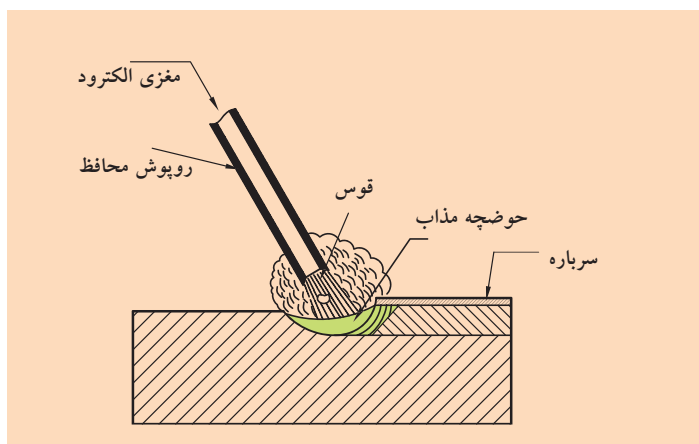
## ۲-۲ اتصال دائم

### ۲-۲-۱ اتصال جوش

در جوشکاری، دو قطعه هم جنس به کمک حرارت به یکدیگر متصل می شوند. جوشکاری روش مناسبی برای تولید و تعمیر به شمار می رود. امروزه جوشکاری در کلیه سازه های مکانیکی و ماشین آلات جایگاه بالایی پیدا کرده است. در این جا لازم است با روش های اساسی جوشکاری آشنا شویم، بنابراین اتصال جوش از نظر فناوری به دو دسته ذوبی و مقاومتی تقسیم می شود.

جوشکاری ذوبی به دو دسته تقسیم می‌شود:

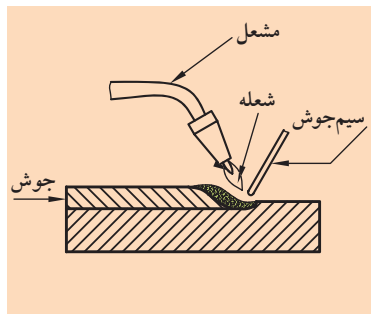
◀ **جوشکاری قوس الکتریکی:** جوشکاری قوس الکتریکی حرارت از برقراری قوس الکتریکی در محل اتصال موجب ذوب شدن لبه دو قطعه و الکتروود شده و درز بین دو قطعه به وسیله مذاب الکتروود پر می‌شود. بدین ترتیب دو قطعه بعد از سرد شدن با یکدیگر اتصال پیدا می‌کنند. این روش را جوش برق نیز می‌نامند که در شکل ۲-۳ نمونه آن را مشاهده می‌کنید و اغلب برای قطعات ضخیم به کار می‌رود.



شکل ۲-۳ جوشکاری قوس الکتریکی



جوش برق از مهم‌ترین روش‌های جوشکاری به‌شمار می‌رود. مقدار حرارت ایجاد شده توسط قوس، به شدت جریان برق بستگی دارد. این حرارت تا حدود  $4200^{\circ}\text{C}$  می‌رسد.



شکل ۲-۴ جوشکاری ذوبی با شعله گاز

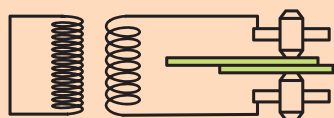
◀ **جوشکاری اکسی استیلن:** منبع حرارت این روش جوشکاری، ترکیب گازهای استیلن و اکسیژن است. از سوختن گاز استیلن با اکسیژن شعله‌ای پدید می‌آید که در حدود  $3200^{\circ}\text{C}$  حرارت تولید می‌کند. شعله ایجاد شده توسط یک مشعل جوشکاری به محل درز هدایت می‌شود. درزها ذوب می‌شوند و در هم می‌آمیزند و پس از سرد شدن، قطعات به همدیگر می‌چسبند. برای پر کردن درز جوش معمولاً از سیم جوش هم‌جنس قطعات اتصال استفاده می‌کنند. این روش جوشکاری برای ورق‌های نسبتاً نازک کاربرد دارد (شکل ۲-۴).

## جوش مقاومتی

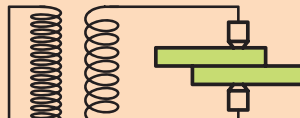
جوش مقاومتی معمولاً در اتصال ورق‌ها یا قطعات نازک به کار می‌رود. برای این که بتوانیم عمل اتصال این گونه مواد را انجام دهیم بیشتر از جوش برق مقاومتی استفاده می‌کنیم. در این صورت برای انتقال جریان برق به قطعات اتصال، بایستی از الکتروود مسی یا الکترودهای دیگری که بر روی دستگاه نصب است و جریان برق را به خوبی منتقل می‌کند، استفاده کنیم. الکترودهای جوش مقاومتی به شکل‌های بوشی، شکل ۲-۵ (پ)، استوانه‌ای، شکل ۲-۵ (ب) و یا قرقره‌ای، شکل ۲-۵ (الف) ساخته می‌شوند. الکترودها ضمن انتقال جریان برق، دو قطعه را نیز نسبت به هم می‌فشارند و عمل جوشکاری اتفاق می‌افتد.



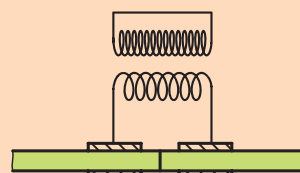
(ت) روبات جوشکار، جوش مقاومتی



(الف) جوش قرقره‌ای



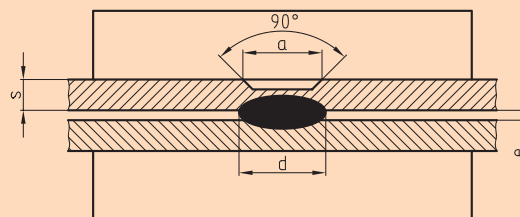
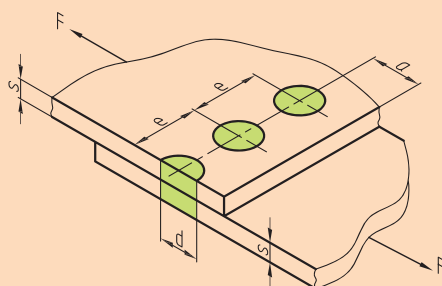
(ب) جوش نقطه



(پ) سربه‌سر

شکل ۲-۵

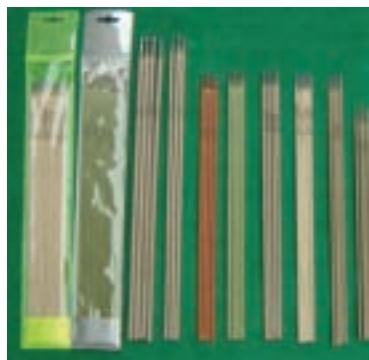
در جوش مقاومتی برای اجناس فولادی، درجه حرارت را تا  $1200^{\circ}\text{C}$  الی  $1450^{\circ}\text{C}$  بالا می‌برند. همچنین بعضی وقت‌ها برای این که جریان برق را شدت بخشند در دو قطعه اتصال، نسبت به هم یک برآمدگی ایجاد می‌کنند. در این صورت ورق‌هایی با ضخامت ۵ میلی‌متر، را می‌توانیم به همدیگر جوش دهیم (شکل ۲-۶).



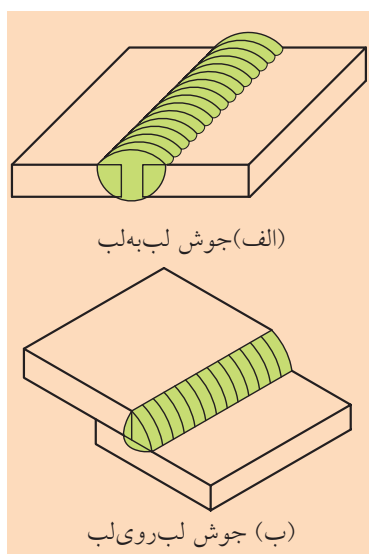
شکل ۲-۶ جوش نقطه‌ای

## الکترودها

در هنگام جوشکاری، ناحیه جوش با هوا در تماس است و ترکیب مواد مذاب حوضچه جوش با گازهای موجود در هوا نتیجه مطلوبی نمی‌دهد. به همین علت در روش جوشکاری با برق، از انواع الکتروود (سیم جوش روپوش‌دار) استفاده می‌کنند. وظایف الکترودها به شرح زیر است:



شکل ۲-۷ انواع الکترود



شکل ۲-۸

الف) جریان برق را به محل جوشکاری می‌رسانند.

ب) عمل اشتعال را آسان می‌کنند.

پ) درز جوش را با ذوب شدن پر کرده و اتصال را بین قطعات ایجاد می‌کنند.

ت) مذاب فلز و اختلاط بیشتر ذرات ذوب شده را رقیق می‌کنند.

ث) از ورود گازهای مضر موجود در هوا به محل مذاب جلوگیری می‌کنند.

ج) با تشکیل سرباره از سرد شدن زودهنگام مواد مذاب جلوگیری می‌کنند و

باعث استحکام بیشتر اتصال می‌شوند.

بنابراین برای جوشکاری قطعات سعی می‌شود، جنس الکترود از جنس

قطعات اتصال انتخاب شود.

الکترودها انواع گوناگونی دارند، مثل الکترودهای فولادی نرم، فولادی پرکربن، فولادی آلیاژی، چدن، فلزات غیر آهنی مانند، مس، برنج، آلومینیم، برنز، نقره و غیره. برای استحکام بیشتر قطعات اتصال، در اغلب موارد از الکترودهای آلیاژی استفاده می‌کنند (شکل ۲-۷).

## ۲-۲-۲ آماده‌سازی جوش

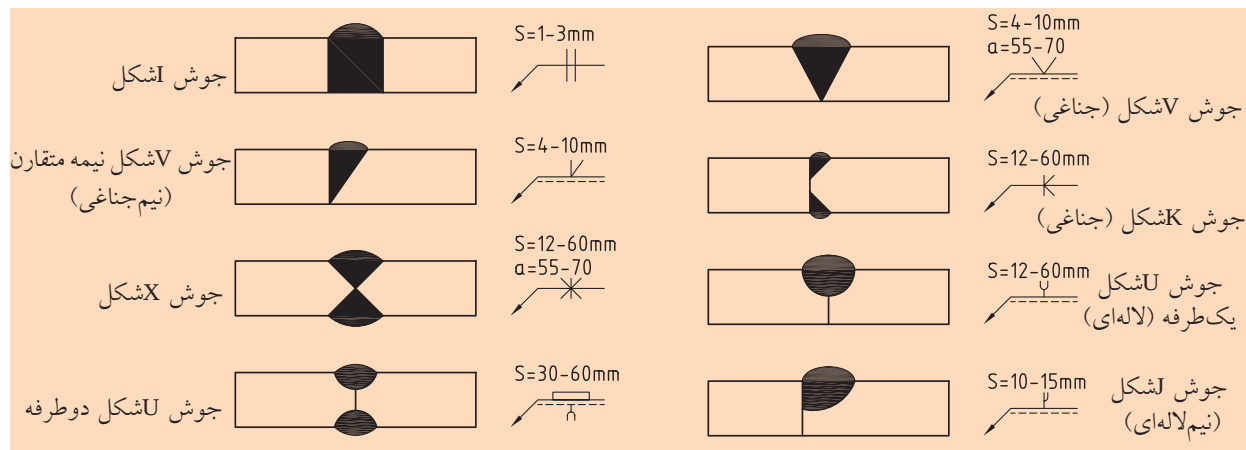
چگونگی قرار گرفتن دو قطعه اتصال نسبت به هم را آماده‌سازی می‌گویند که به دو دسته اساسی تقسیم می‌شود:

الف) جوش پیشانی یا لب به لب

ب) جوش گلوبی یا لب روی لب که در صنعت بیشترین کاربرد را دارند (شکل ۲-۸).

◀ درزهای جوش لب به لب با توجه به ضخامت قطعات اتصال، به شکل‌های

I, V, K, X, U یک طرفه و دو طرفه و I شکل آماده می‌شوند (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹ آماده‌سازی قطعات اتصال (S: ضخامت ورق، α: زاویه جوش)

## کیفیت جوش

استحکام جوش به کیفیت آن بستگی دارد. به همین دلیل جوش را به سه درجه تقسیم می‌کند. بر اساس محل جوشکاری و اهمیت قطعات اتصال، نسبت به انتخاب درجه جوش تصمیم می‌گیرند، بنابراین کیفیت جوش به شش فاکتور جنس- آمادگی - روش جوش - کار جوش- پرسنل و کنترل وابسته است.

◀ **جنس:** جنس قطعه جوشکاری باید مناسب اصول جوش باشد، یعنی فولاد با فولاد، چدن با چدن و غیره.

◀ **آمادگی:** قبل از جوشکاری، آماده‌سازی ابتدایی روی قطعات انجام بگیرد.

◀ **روش جوش:** نسبت به قطعات اتصال و ضخامت قطعات روش مناسب جوش انتخاب شود، برای مثال مقدار آمپر دستگاه تنظیم شود.

◀ **کار جوش:** با توجه به جنس قطعات اتصال نوع الکتروود تعیین شود.

◀ **پرسنل:** در فرآیند جوشکاری، پرسنل بایستی با تجربه و در کار جوش دقیق و ماهر باشد.

◀ **کنترل:** پس از پایان جوشکاری بایستی کنترل آن به روش‌های مدرن مثل عکس‌برداری با اشعه X و یا اولتراسونیک انجام پذیرد.

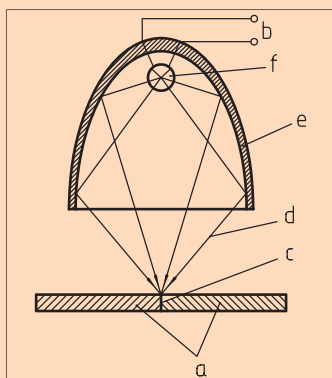
در صورت به کارگیری همه فاکتورهای بالا در جوشکاری، کیفیت جوش درجه یک خواهد بود که در جوشکاری لوله‌های انتقال گاز، نفت و لوله‌کشی سردخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی اگر پنج فاکتور اول در عمل جوشکاری کافی باشد، در این صورت جوش از درجه دوم محسوب خواهد شد و برای جوشکاری انتقال آب شرب و ساختمان‌های اسکلت فلزی به کار می‌رود. نهایتاً اگر برای جوشکاری چهار فاکتور اول کافی باشد، جوش از درجه سوم خواهد بود که برای انتقال آب‌های کثیف و فاضلاب کشتارگاه‌ها و نمونه آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. به همین ترتیب جوشکارهایی که عمل جوشکاری را انجام می‌دهند با توجه به درجه جوش، جوشکار درجه یک، دو و سه محسوب خواهند شد.

### جوشکاری با اشعه

در این روش، اشعه با انرژی بیشتری تبدیل به گرما می‌شود و به قطعه کار نفوذ می‌کند. جوشکاری در خلأ تحت گاز محافظ یا اتمسفر انجام می‌گیرد و ترجیحاً چیزی به جوش افزوده نمی‌شود. انواع مختلف این نوع جوشکاری در زیر آورده شده است.

#### ♦ جوشکاری با اشعه نور:

انرژی یک اشعه غیر هم‌فاز با یک فرکانس به گرما تبدیل می‌شود.



جوشکاری با اشعه نور (a) قطعه کار

(b) منبع جریان (c) درز جوش (d) اشعه نور

(e) آینه بیضوی (f) منبع نور

#### ♦ جوشکاری با اشعه لیزر:

انرژی یک اشعه هم‌فاز با یک فرکانس به گرما تبدیل می‌شود.

#### ♦ جوشکاری با اشعه الکترونی:

انرژی یک اشعه الکترونی به گرما تبدیل می‌شود.

### ۳-۲-۲ اتصال لحیم

#### ▶ طرز عمل

عمل لحیم کاری نیز به کمک حرارت، دو قطعه را به هم اتصال می دهد و فقط درجه حرارت مورد نیاز نسبت به جوشکاری کمتر است. امروزه کولرهای ماشین های احتراقی، مخازن کوچک، قطعات و اجزاء ماشین و غیره را لحیم می کنند. لحیم کاری مخصوصاً در صنعت الکتریک و الکترونیک کاربرد زیادی پیدا کرده است. ماده لحیم بعد از ذوب شدن به درز اتصال نفوذ می یابد و عمل اتصال به وقوع می پیوندد. نقطه ذوب لحیم از نقطه ذوب قطعات اتصال بسیار پایین تر است. قطعات لحیم شده در حین کار ممکن است گرم شوند. اگر حرارت به وجود آمده از نقطه ذوب لحیم بیشتر باشد، لحیم ذوب می شود و قطعات از هم جدا می شوند، بنابراین در موقع لحیم کاری بایستی به این مورد توجه کرد.

#### طبقه بندی لحیم کاری

انواع لحیم کاری با توجه به نقطه ذوب آن ها به دو دسته تقسیم می شود:

الف) لحیم کاری نرم که نقطه ذوب آن پایین تر از  $450^{\circ}\text{C}$  است.

ب) لحیم کاری سخت که نقطه ذوب آن بالاتر از  $450^{\circ}\text{C}$  است و معمولاً تا  $800^{\circ}\text{C}$  الی  $850^{\circ}\text{C}$  می رسد. نقطه ذوب این نوع لحیم کاری حتی در بعضی مواقع خاص به  $1000^{\circ}\text{C}$  نیز می رسد.

لحیم کاری نرم بیشتر برای قطعاتی که به آب بندی نیاز دارند، به کار می رود. آلیاژ جنس لحیم نرم بیشتر قلع، روی و سرب هستند. این در حالی است که آلیاژ لحیم کاری سخت، برنز، مس و نقره است که به شکل های لحیم کاری آلومینیم، لحیم کاری مس، لحیم کاری برنز و لحیم کاری نقره رده بندی شده اند.

سطوحی که باید لحیم شود بایستی صاف و کاملاً تمیز باشد. یعنی قسمتی که باید لحیم کاری شود را از رنگ، زنگ زدگی، روغن و مواد مشابه به کمک یک برس یا اسید کلریدریک تمیز می کنند.

#### روش های مختلف لحیم کاری

▶ **لحیم کاری با هویه:** هویه حالت یک چکش را دارد که سر چکشی آن از جنس مس است و با گرم شدن آن توسط یک چراغ مثلاً (پریموس)، قطعات



(الف) انواع هویه

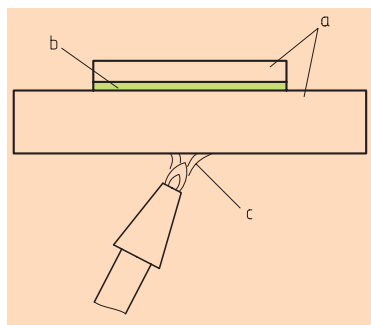


(ب) پریموس



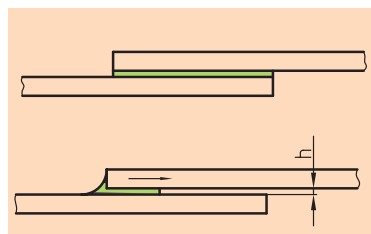
(پ) هویه الکتریکی

شکل ۲-۱۳



(a) قطعات اتصال (b) لحیم (c) شعله

شکل ۲-۱۴ لحیم کاری با شعله



شکل ۲-۱۵ اثر موئینگی در درز لحیم

لحیم کاری آماده می شود. محل لحیم توسط یک اسید مثل اسید کلریدریک تمیز می شود. انتخاب آلیاژ لحیم جزو فاکتورهای مهم لحیم کاری است. سپس هویه گرم می شود، آن را به پودر سفیدرنگی به نام نشادر می کشند و تمیز می کنند. در مرحله بعد آلیاژ لحیم توسط این هویه ذوب می شود و پس از هدایت شدن به محل درز، عمل لحیم کاری اتفاق می افتد. معمولاً این روش برای لحیم کاری نرم مناسب است. در این روش به جای چراغ از منبع انرژی الکتریکی نیز می توان استفاده کرد (شکل ۲-۱۳).

◀ **لحیم کاری شعله ای:** محل های اتصال توسط یک مشعل یا به وسیله یک گازسوز گرم می شوند (شکل ۲-۱۴).

ماده لحیم قبل از حرارت و یا بعد از آن، در روی محل اتصال یا در لایه آن گذاشته می شود و عمل لحیم کاری اتفاق می افتد. این روش در لحیم کاری نرم و سخت کاربرد دارد.

◀ **لحیم کاری کوره ای:** ماده لحیم را روی محل اتصال قرار می دهند. سپس داخل کوره ای که حرارت ثابت دارد و با گاز یا برق گرم شده است، قرار می گیرد و در اثر حرارت کوره عمل لحیم اتفاق می افتد. این روش در لحیم کاری نرم و سخت کاربرد دارد.

◀ **لحیم کاری درز شکافی:** دو قطعه اتصال مطابق شکل ۲-۱۵ در فاصله کمی از یکدیگر قرار می گیرند. معمولاً نباید این فاصله بیشتر از ۰/۲۵ میلی متر باشد. لحیم به سبب خاصیت موئینگی به درون شیار نفوذ می کند.

## ۲-۲-۴ مراحل آماده سازی قطعات لحیم کاری

برای این که قطعات لحیم شده در مقابل نیروهای اعمالی از خود مقاومت نشان دهند، جنس قطعات، مساحت مورد نیاز لحیم کاری و روش انتخاب لحیم کاری از اهمیت بالایی برخوردار است. مناسب ترین ضخامت برای لحیم کاری نرم ۰/۵ الی ۰/۲ میلی متر و برای لحیم کاری سخت بین ۰/۱ الی ۰/۲۵ میلی متر هستند. مثلاً در مورد دو لوله که داخل هم قرار می گیرند، اگر فاصله بین آنها کمتر از این میزان باشد، انتقال آلیاژ لحیم در شکل آنها با مشکل روبه رو

می‌شود و اگر زیاد باشد، حالت چسبندگی کم می‌شود، بنابراین انتخاب فاصله از اهمیت بسیاری برخوردار است.

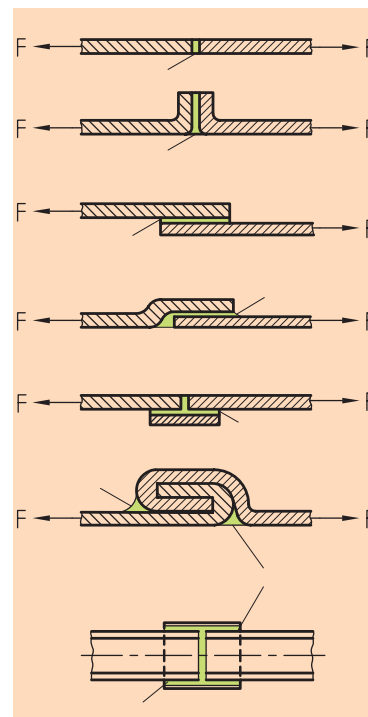
در شکل ۲-۱۶ چند نمونه از روش‌های لحیم‌کاری نشان داده شده است.

## ۲-۲-۵ اتصال چسب

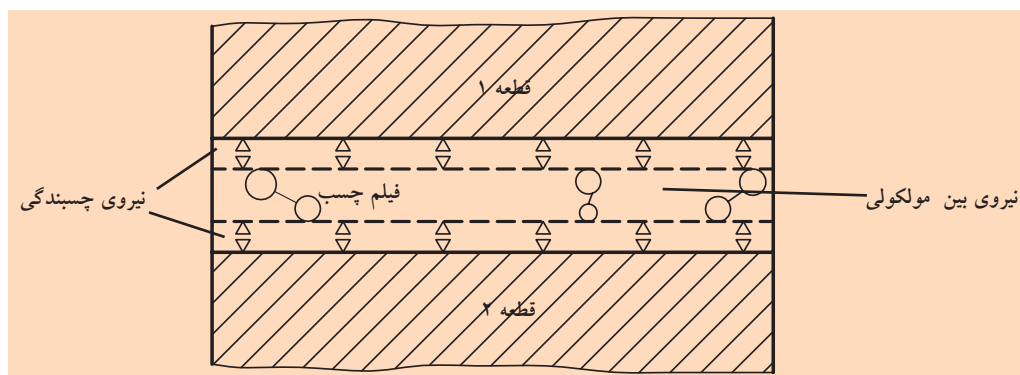
### خواص و طبقه‌بندی چسب‌ها

چسب‌کاری در زمان قدیم برای چسباندن قطعات تخته، نمد، کاغذ، سرامیک و لاستیک به کار می‌رفت، ولی امروزه کاربرد فراوانی دارد. برای این کار بین قطعات اتصال، لایه بسیار نازکی (۰/۱ الی ۰/۲ میلی‌متر) چسب می‌مالند تا عمل اتصال برقرار شود. امروزه در اثر پیشرفت فوق‌العاده تکنولوژی، اجسام معدنی و قطعات فلزی را نیز به همدیگر می‌چسبانند. فرآیند چسب‌کاری فلز با فلز، در جنگ جهانی دوم برای چسباندن قطعات هواپیماها شروع شد.

نخستین چسب، از ماده صمغ درخت که خاصیت چسبندگی دارد، به دست آمد، اما امروزه چسب‌های شیمیایی به‌وفور در دنیا توسعه یافته است و به‌خصوص در فلزات سبکی مثل آلومینیم، ورق‌ها، اتصال لوله‌ها، اتصال پرسی چرخ‌ها با محور، بال هواپیما، پره‌های هواکش، قاب‌های موتورسیکلت‌های کوچک، لنت ترمز و کلاچ و غیره کاربرد فراوانی پیدا کرده است. با انتخاب یک چسب مناسب، قطعاتی از جنس‌های مختلف قابل چسب‌کاری است. چسب انتخاب شده در بین دو سطح قطعات، اتصال ایجاد می‌کند. مقاومت چسب‌کاری به نیروی چسبندگی سطح حاضر شده برای چسب‌کاری و نیروهای بین مولکولی چسب انتخاب شده، وابسته است (شکل ۲-۱۷).



شکل ۲-۱۶ قطعات اتصال آماده‌سازی و لحیم‌کاری شده



شکل ۲-۱۷ نیروی چسبندگی و نیروهای بین مولکولی در چسب‌کاری

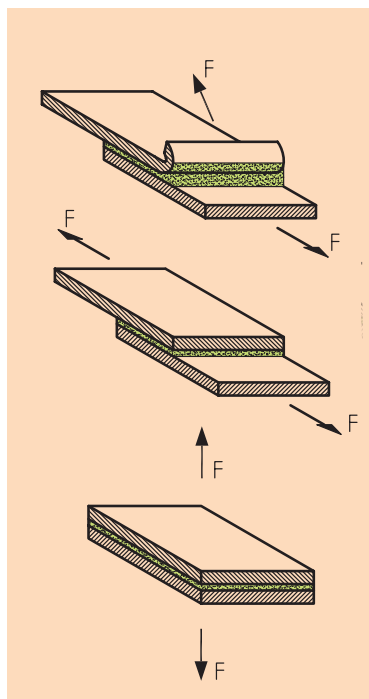
برای افزایش قدرت چسبندگی، بایستی چسب موردنظر سطح قطعه اتصال را کاملاً پوشش دهد. جهت ایجاد این چنین سطحی، باید سطوح را به طور کامل از گرد و خاک، زنگ زدگی، روغن و رنگ تمیز کرد. حتی در صورت نیاز باید سطح موردنظر را به کمک یک برس سیمی پاک کنیم. در قطعات ضعیف، روش فوق توسط مواد شیمیایی انجام می پذیرد.

### مزیت های چسب کاری

عمل چسب کاری بسیار آسان است و ارزان و سریع تمام می شود، چون در قطعه شیار یا سوراخی ایجاد نمی شود، در نتیجه کاهش مقاومت نیز به وجود نمی آید. همچنین مسئله انقطاع و خستگی خیلی کمتر است، چون ترک ها با چسب پر می شوند. زنگ زدگی نیز اتفاق نمی افتد. از طرفی در تولیدات حساس، مسئله توالرانس ندارد. با این وجود بین دو قطعه اتصال خاصیت مستهلک کنندگی، وجود دارد.

### معایب چسب کاری

اگر محدوده دمای کاری از  $(80^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C})$  افزایش یابد، مقاومت کاهش پیدا می کند. البته در چسب کاری های خاص درجه دمای کاری تا  $450^{\circ}\text{C}$  نیز افزایش می یابد که برای اتصال قطعات خاص از این چسب های خاص استفاده می کنند. تمیز کردن سطوح قطعات، مشکلات خاص خود را دارد که به دقت بیشتری نیاز دارد.



شکل ۱۸-۲ سازه مناسب به چسب کاری از نظر جهت نیرو

### ۲-۲-۶ طبقه بندی

چسب ها نسبت به سخت شدن به دو دسته سرد و گرم تقسیم می شوند.

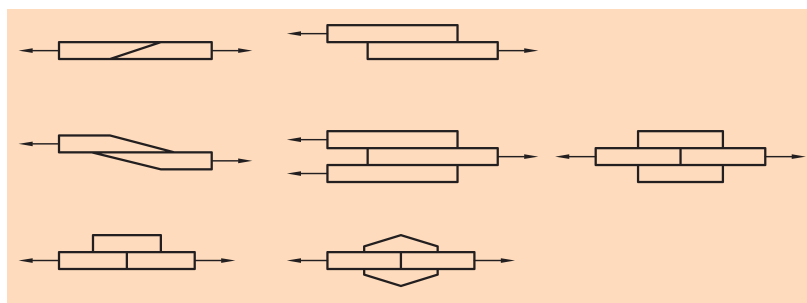
◀ **چسب کاری سرد:** این روش چسب کاری معمولاً در دمای اتاق ( $20^{\circ}\text{C}$ ) به وقوع می پیوندد. مثلاً اتصال چینی آلات، صحافی کتاب، وسایل چرمی مانند کفش و کمر بند و نمونه این ها به صورت چسب کاری سرد انجام می گیرد.

◀ **چسب کاری گرم:** این نوع چسب کاری به حرارت نیاز دارد و معمولاً در دمای بین  $200^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  انجام می گیرد.

امروزه در دنیا چسب‌های مصنوعی زیادی با نام‌های متفاوت ساخته شده است که در اتصال فلز کاربرد دارند مثل فنول، اپوکسی، پلی‌یستر و آکریل که بسیاری از آن‌ها همراه با فشار و یا بعضاً بدون فشار عمل چسب‌کاری را انجام می‌دهند. در برخی از این چسب‌ها ماده چسباننده و سخت‌کننده با هم مخلوط هستند، ولی در برخی موارد، این دو ماده جدا از هم در تیوپ‌های جداگانه‌ای قرار گرفته‌اند که در هنگام مصرف با مقدار کاملاً یکسان انتخاب و مخلوط می‌شوند و برای چسب‌کاری به کار می‌روند، مثل چسب دو قلو.

نکته

کارخانه‌های سازنده مجاز چسب‌های مصنوعی، به دلیل ترکیب شیمیایی آن‌ها، موظف به ارائه بروشور مربوط به طرز استفاده و قرار دادن آن در داخل بسته‌بندی چسب هستند. مصرف‌کننده نیز پیش از استفاده حتماً باید بروشور مربوطه را مطالعه کند و پس از یادگیری استفاده درست، چسب را مصرف کند.



شکل ۱۹-۲ چسب‌کاری قطعات اتصال

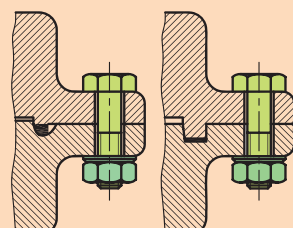
## آماده‌سازی

چنانچه ملاحظه شد دو قطعه اتصال، کاملاً تمیز شده و مطابق مثال‌های شکل ۱۹-۲ چسب‌کاری می‌شوند. چسب‌کاری امروزه در جهان پیشرفت فوق‌العاده‌ای کرده است و به‌خصوص در صنایع هوایی و خودرو و آب‌بندی کاربرد اساسی دارد.

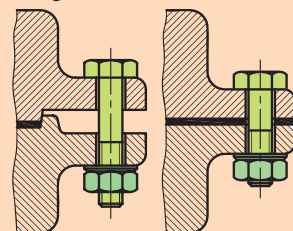
## ۲-۲-۷ پرچ‌کاری

پرچ‌کاری یک روش اتصال دائم است، زیرا اگر بخواهیم قطعات اتصال را از هم جدا کنیم، تخریب پرچ‌ها لازم است و قطعات اتصال نیز تخریب خواهد شد.

در شکل، روش آب‌بندی یک اتصال توسط پیچ و مهره مشاهده می‌شود.



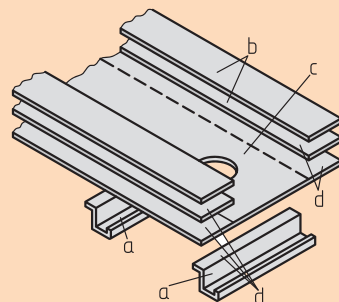
(الف) نشت‌بندهای معمولی



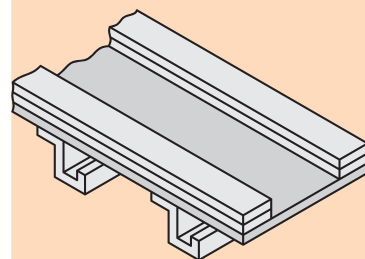
(ب) نشت‌بندی با چسب

انواع نشت‌بندهای صفحه‌ای

در شکل زیر روش چسباندن تیر حمال طولی بال یک هواپیما را می‌بینیم که با ظرافت خاصی عمل چسب‌کاری انجام گرفته است.



(الف) قبل از چسب‌کاری



(ب) بعد از چسب‌کاری

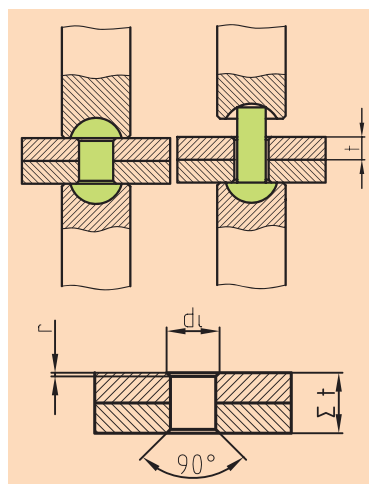
تیر حمال طولی بال هواپیما

### مزایای پرچ کاری:

در پرچکاری، چون حرارتی مثل جوشکاری به قطعات اتصال داده نمی‌شود، انبساط و انقباضی هم وجود ندارد. در نتیجه روش آسانی به‌شمار می‌آید. در کارگاه‌ها و در خط مونتاژ به آسانی اعمال می‌شود.

### معایب پرچ کاری:

قطعات اتصال به‌دلیل سوراخ شدن ضعیف و در آن‌ها تمرکز تنش ایجاد می‌شود. در پرچکاری قطعات اتصال باید روی هم قرار گیرند و به‌دلیل وجود میخ پرچ‌ها، سازه سنگین می‌شود.



شکل ۲۰-۲

قطعات اتصال می‌تواند از یک جنس یا جنس‌های متفاوتی باشد. البته با توجه به پیشرفت سرسام‌آور روش‌های جوشکاری، اتصال پرچ کاری کم‌اهمیت‌تر شده است. امروزه در قطعاتی که امکان جوشکاری سخت نباشد از روش اتصال پرچ کاری استفاده می‌شود. حتی عمل چسب کاری نیز در صنعت امروز جایگاه بالایی پیدا کرده است و فقط در مواقعی که حرارت بیشتر باشد و چسب کاری پاسخ‌گو نباشد از اتصال پرچ کاری استفاده می‌شود.

در اتصال پرچ کاری چند هدف دنبال می‌شود. انتظار ما از عمل پرچ کاری، یا اتصال قطعات یا آب‌بندی قطعات اتصال و یا هر دو مورد است.

برای مثال در اتصال سازه‌های فولادی، پل‌ها، ریل‌ها، ماشین‌ها، وسایل حمل‌ونقل، هدف اتصال قطعات دنبال می‌شود، ولی در سیلوها، مخازن، درب و لوله‌های تحت فشار کم، بایستی مسئله آب‌بندی پی‌گیری شود.

این در حالی است که در دیگ‌ها و ظروف تحت فشار، هم آب‌بندی و هم عمل اتصال مطرح می‌شود.

### روش اتصال

از نظر تکنولوژیکی عمل پرچ کاری در دو مرحله الف) آمادگی اولیه، ب) پرچ کاری اساسی، صورت می‌گیرد.

#### ◀ آمادگی اولیه:

در مرحله آمادگی اولیه، نخست قطعات اتصال را سوراخ می‌کنند، آن‌ها را کاملاً تمیز و سپس یکپارچه می‌سازند و پس از عبور دادن پرچ‌ها از سوراخ‌ها، آن‌ها را قفل می‌کنند. کار سوراخ کاری توسط سنبه یا مته کاری انجام می‌گیرد. اگر سوراخ با سنبه ایجاد شود، بیشتر مواقع در کنار سوراخ‌ها ترکیدگی پدید می‌آید، ولی در صورت ایجاد سوراخ توسط مته کاری، چنین اتفاقی نمی‌افتد. با این حال مته کاری کمی زمان می‌برد، اما با سنبه، سوراخ به‌سرعت ایجاد می‌شود. سوراخ‌ها معمولاً (۱/۱ الی ۰/۲ میلی‌متر) از قطر پرچ بزرگ‌تر در نظر گرفته می‌شوند. چنانچه در شکل ۲۰-۲ مشاهده می‌شود، پرچ از سوراخ قطعات اتصال عبور داده می‌شود و سپس سر پرچ بر روی نشیمنگاه قرار می‌گیرد و سر دیگر آن توسط چکش، ماشین پرچ کاری و یا چکش پنوماتیکی کوبیده می‌شود، تا اتصال برقرار گردد.