

## ضمیمہ (۲)

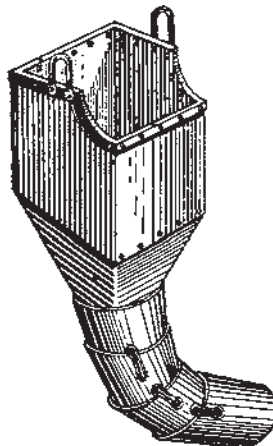
### اتصالات فنی

## اتصالات

**انواع اتصالات:** محصولات اولیه‌ی فلزی که در اختیار متخصصان در معدن و کارخانه‌ی فرآوری مواد معدنی قرار می‌گیرد و از آن‌ها فرآورده‌ی صنعتی تولید می‌کنند، به صورت فلزات ریخته‌گری شده و یا آهن‌گری شده (نورد) است. برای ساختن یک محصول صنعتی در معدن، پس از بریدن قطعات و اجزای آن، لازم است این اجزا به یک‌دیگر پیوند خورده، به هم متصل گردند تا ساختار مورد نظر به وجود آید. برای رسیدن به این هدف، روش‌های مختلف اتصالات مورد بحث قرار می‌گیرد. و از خدمات فنی این بخش، عموماً در قسمت‌های مختلف معدن و دستگاه‌های استخراجی و کارخانه‌ی فرآوری مواد معدنی به وفور استفاده می‌شود؛ لذا دانستن این مطالب برای دانش‌آموزان الزامی است. مهم‌ترین روش اتصالات فلزات عبارت‌اند از:

**الف - اتصالات دائم:** وقتی بخواهیم دو یا چند قطعه را به صورت دائم به یک‌دیگر متصل کنیم؛ از روش جوش کاری، لحیم کاری سخت و یا چسباندن استفاده می‌کنیم جوش کاری به علت سرعت عمل زیاد و استحکام قابل توجه، بیش‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

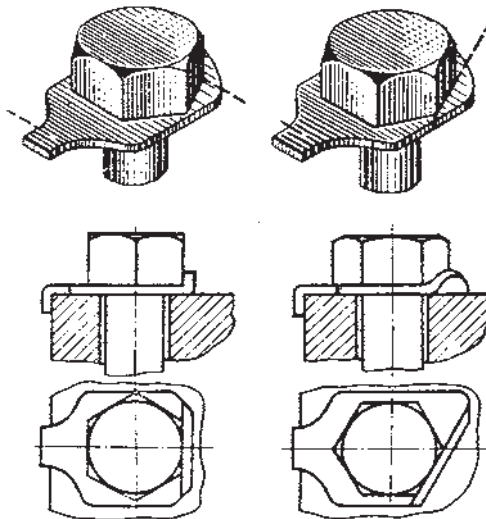
**ب - اتصالات نیمه موقت:** وقتی قطعات یک سازه را نتوان به سهولت جوش کاری نمود (مانند ورق‌های نازک، قطعات آلومینیومی و غیره) و یا قطعات از نوع تعویضی باشند، (مانند اتصال ورق‌هایی که به عنوان پوشش، قسمتی از دستگاه را محافظت می‌کنند) در این گونه موارد از اتصال نیمه موقت استفاده می‌شود. مهم‌ترین اتصالات نیمه موقت پرچ کاری و لحیم کاری نرم است. پرچ کاری به علت گرانی قیمت و کندی سرعت عمل، کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکل (۱) یک قیف (بونکر) برای ریختن سنگ معدن از نقاله به بارکش دیده می‌شود که از پرچ بعنوان اتصال دهنده استفاده می‌شود.



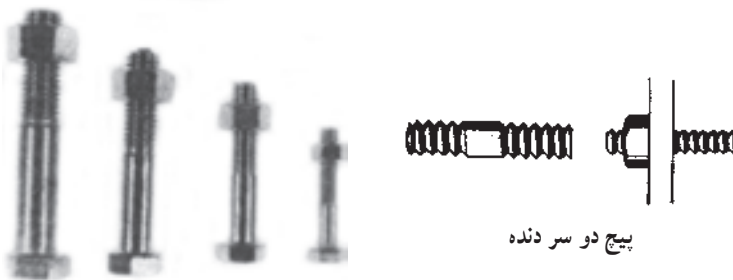
شکل ۱ - کاربرد پرچ

ج- اتصالات موقت: برای متصل نمودن قطعاتی از ماشین و قسمت‌هایی از دستگاه‌های استخراجی که به طور مکرر باز و بسته می‌شوند از اجزای اتصال دهنده‌ی موقت مانند: پیچ و مهره، خار و پین و پیچ خودکار استفاده می‌شود.

با کاربرد اتصالات موقت، عمل مونتاژ و جداسازی قطعات و اجزای ماشین‌آلات به سهولت با سرعت انجام پذیرفته، معایب اتصالات دیگر نیز، مانند افزایش درجه‌ی حرارت و تغییر شکل در قطعات جوش کاری شده، صرف وقت زیاد در قطعات پرچ کاری شده و غیره را هم در پی ندارد؛ بنابراین روش اتصال موقت، استفاده‌ی گسترده‌تری داشته و در ساختمان ماشین‌آلات استخراجی و دستگاه‌های صنعتی از این روش استفاده می‌شود شکل‌های (۲) و (۳).



شکل ۲- استفاده از واشر مخصوص برای افزایش تماس سر پیچ روی قطعه



پیچ‌های نیم دنده

پیچ دو سر دنده

شکل ۳- چند نوع پیچ و مهره

تعریف جوش کاری: هرگاه برای اتصال دادن قطعات فلزات از انرژی حرارتی استفاده شود و محل اتصالات در اثر حرارت ذوب گردند و مولکول‌های فلزات درهم تداخل نمایند، این نوع اتصال را جوش کاری گویند.

انواع جوش: انواع روش‌های جوش کاری در صنعت بسیار زیاد است و از آن میان به پنج روش که رایج‌تر است می‌پردازیم.

**الف - جوش کاری گاز (فوبی):** در این روش از سوزاندن نوعی گاز با اکسیژن، حرارت زیادی تولید می‌شود که حرارت حاصل شده، لبه‌های فلزات مورد اتصال را ذوب کرده، باعث اتصال آن دو به هم می‌شود (مستقیم) یا ممکن است فلزات دیگری ذوب شده و در درز دو قطعه‌ی مورد اتصال ریخته شود و فلزات مذاب سه قطعه، درهم تداخل نماید (غیر مستقیم)، قدرت و استحکام جوش به شدت حرارت شعله‌ی گاز، فشار گاز و قدرت تشعشع شعله، بستگی دارد گازهای مورد استفاده، «استیلن»، «پروپان» و «هیدروژن» هستند از این سه نوع گاز، استیلن حرارت بیش‌تری تولید می‌کند و چون با اکسیژن مصرف می‌شود، به این جهت به آن جوش کاری اکسی استیلن گویند (Oxy Acetylene).

وسایل و تجهیزات مورد نیاز در جوش اکسی استیلن عبارت‌اند از:

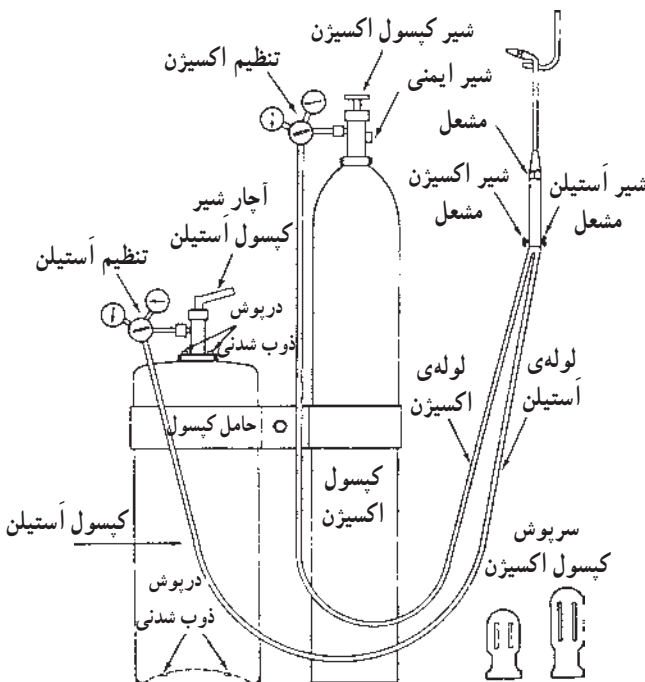
- سیلندر اکسیژن؛

- کپسول گاز استیلن یا مولد گاز استیلن؛

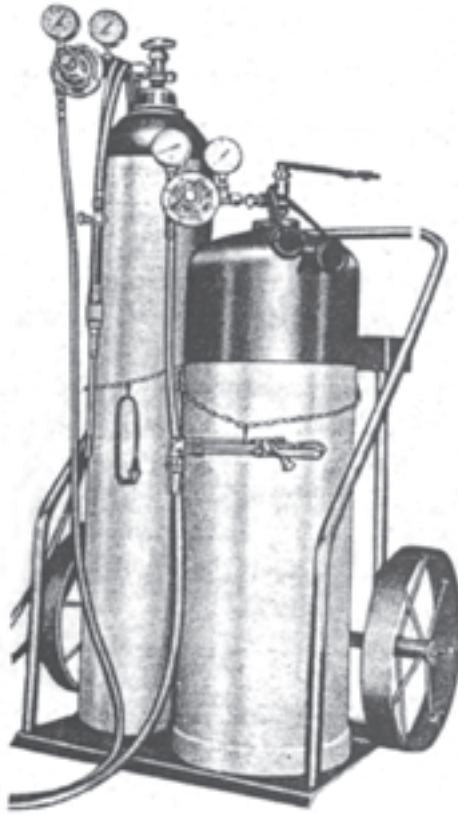
- رگلاتور تنظیم

فشار گاز؛

- مشعل.



شکل ۴- اجزای جوش کاری با شعله‌ی اکسی - استیلن.



شکل ۵- تجهیزات جوش اکسی- استیلن سوار شده روی ارابه‌ی مطمئن از لحاظ حمل و نقل.

مشعل جوش‌کاری: مشعل دارای شیر تنظیم گاز، لوله‌ی اختلاط و افشانک است (شکل (۴)). شما نمونه‌ی این جوش‌کاری را که سوار بر یک چرخ‌دستی است در کارگاه‌های مختلف دیده‌اید (شکل (۵)). کاربرد جوش‌کاری گاز: گرم کردن، خم کردن، بریدن و جوش‌کاری از کاربردهای جوش‌کاری گاز با شعله است.

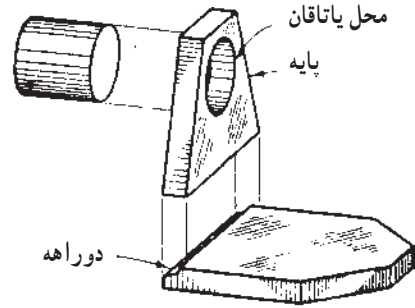
ب- جوش‌کاری برق: در این روش از حرارت قوس الکتریکی برای ذوب کردن دو فلزی که جوش‌کاری می‌شوند، استفاده می‌شود. برای جلوگیری از نفوذ هوا به محل جوش از پوشش روی الکترود (فلاکس) کمک می‌گیرند (شکل (۸)). این پوشش در هنگام ذوب شدن فلز یک فضای گازی شکل ایجاد نموده، حوضچه‌ی مذاب بین دو قطعه را که در حال جوشیدن است از نفوذ هوا محافظت می‌کند. پوشش الکترود مانند سرباره روی سطح جوش قرار گرفته، در آخر، وقتی قطعه کمی خنک شد، با چکش برانده می‌شود.

در شکل‌های (۶ و ۷) مراحل تهیه و اتصال دادن قطعات یک تکیه‌گاه با روش جوش برق، دیده

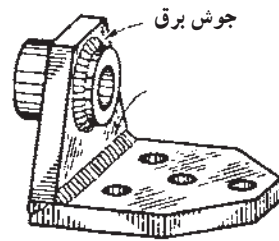
می‌شود.



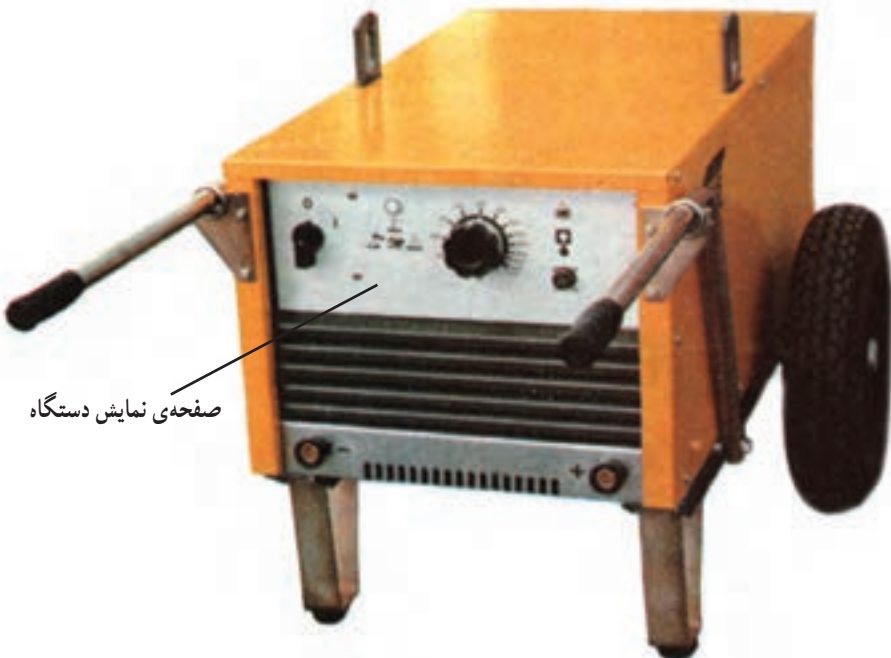
شکل ۸- انواع الکترودها



شکل ۶- قطعات جدا از هم



شکل ۷- قطعات جوش کاری شده و متصل به هم



شکل ۹- دستگاه جوش با استفاده از برق شهر، همراه با کلید انتخاب آمپر

منبع قدرت در جوش کاری برق: منبع قدرت ترانسفورماتور، جریان متناوب است (AC) که از برق شهر شکل (۹) یا موتور جوش تأمین می‌شود.

**انتخاب آمپر مناسب برای جوش کاری:** در هنگام جوش دادن با قدرت برق، جریان الکتریکی از الکتروده به صورت قوس در فضا پرش نموده، به قطعه‌ی آهن که دارای بار مخالف است برخورد می‌کند. در محل اصابت قوس الکتریکی با محل درز جوش، حرارت زیادی تولید می‌شود که باعث ذوب شدن فلز درز جوش و اتصال آن‌ها به یک‌دیگر می‌شود. چنان‌چه طول قوس زیادتر باشد، ولتاژ زیادتری برای پرش الکترون‌ها مورد نیاز است. چون قدرت دستگاه ترانس ثابت است، پس جریان برق کاهش یافته، عمل ذوب قطعات به خوبی انجام نمی‌شود. مقدار شدت جریان انتخابی به ضخامت قطعه‌ی کار و قطر الکتروده بستگی دارد. جدول زیر مقدار آمپر دستگاه را برحسب قطر الکتروده و ضخامت قطعه‌ی کار نشان می‌دهد.

ضخامت قطعه به میلی‌متر						
بیش از ۱۰	۸-۱۰	۴-۸	۲ تا ۴	۱/۵ تا ۲	۱/۵ تا ۰/۸	جوش سطحی
۲۶۰	۲۱۰	۱۱۵	۷۰	۵۰	-	شدت جریان
۲۹۰	۲۳۰	۱۳۰	۸۰	۶۰	۲۵	بر حسب آمپر
۶	۵	۳/۲۵	۲/۵	۲	۱/۵	قطر الکتروده به میلی‌متر

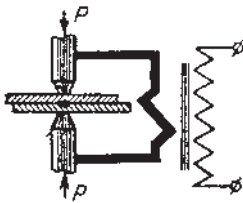
**ج - نقطه‌ی جوش:** به وسیله‌ی دستگاه نقطه‌ی جوش، درجه‌ی حرارت زیادی بین دو الکتروده دستگاه به وجود می‌آید و دو قطعه را به‌طور موضعی ذوب نموده، ذرات مذاب آن‌ها درهم فرو می‌رود و عمل اتصال انجام می‌شود شکل‌های (۱۰) و (۱۱).

امروزه نقطه‌ی جوش، با سرعت عمل و دقت کار، در صنایع مختلف کاربرد زیادی پیدا کرده است. اکثر قطعاتی که از ورق تشکیل شده‌اند، به روش نقطه‌ی جوش به یک‌دیگر متصل می‌شوند.

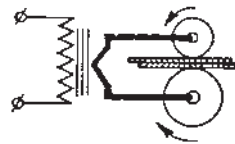
**د - اتصال با روش چسباندن یا فشاری:** این روش بیش‌تر برای اتصال فلزات نرم مانند آلومینیم یا مس به کار می‌رود. با فشار آوردن به قطعات گرم، مولکول‌های آن‌ها درهم فرو رفته، به هم جوش می‌خورند.

در روش چسباندن، گرمای محل اتصال تا حد نقطه‌ی ذوب بالا رفته، به صورت نرم درمی‌آید. سپس آن‌ها را در کنار هم گذارده، با فشار به هم اتصال می‌دهند.

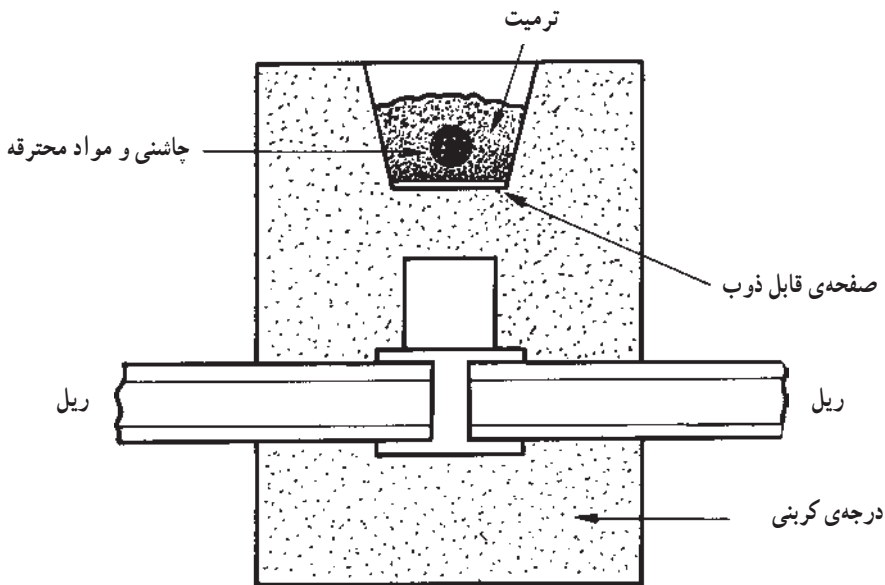
هـ — جوش کاری حرارتی شیمیایی یا ترمیت: مخلوط اکسید آهن  $Fe_2O_3$  و پودر آلومینیم Al دیر گداز بوده، در اثر خاصیت احیا شدن اکسید آهن در مجاورت پودر آلومینیم، حرارت بسیار زیادی تولید شده، موجب ذوب آهن و فولاد می شود. به مخلوط اکسید آهن و پودر آلومینیم «ترمیت» می گویند. برای عمل کردن ترمیت، ابتدا آن را در کوره ی پیش گرم کن با مواد محترقه آتش می زنند و در حرارت  $1200^{\circ}C$  ذوب شده، واکنش شروع می شود در حالت مذاب ترمیت حدود  $3000^{\circ}C$  حرارت تولید کرده، می تواند فولادی را که در مجاورت آن است، ذوب نماید.



شکل ۱۱ - نقطه‌ی جوش



شکل ۱۰ - نقطه‌ی جوش غلتکی



شکل ۱۲ - اجزای جوش کاری انفجاری

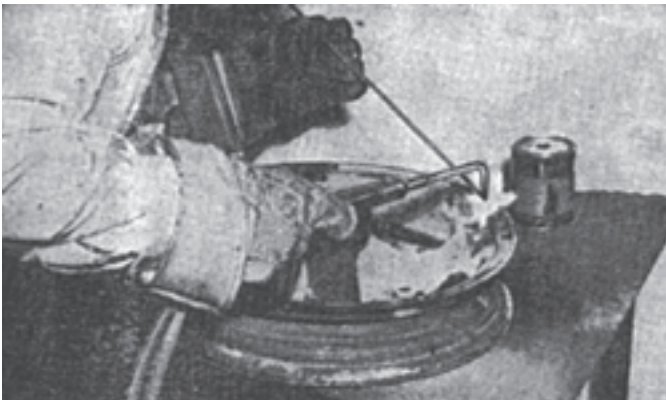
از این روش برای اتصال قطعات فولادی سنگین نظیر وصله کردن ریل های راه آهن در معادن و تأسیسات کارخانه های فرآوری و ماشین آلات صنعتی و معدنی استفاده می کنند. در شکل (۱۲) پس از آتش زدن مواد محترقه، ترمیت شروع به ذوب شدن نموده، درجه‌ی حرارت آن به  $3000^{\circ}C$  می رسد. وقتی درجه‌ی حرارت مذاب افزایش پیدا کرد، ابتدا صفحه‌ی زیر مذاب را ذوب نموده، وارد



محفظه‌ای می‌شود که فلزات مورد اتصال در آن قالب‌گیری شده‌اند. ترمیت مذاب با درجه‌ی حرارت زیاد، لبه‌های فلز مورد اتصال را ذوب نموده، مولکول‌های آن‌ها را درهم داخل می‌نماید. ممکن است قطعات کوچک‌تر را که امکان حرکت دادن آن‌ها وجود دارد در حالت مذاب به هم فشار دهند و در حالت مذاب عمل فشاری هم انجام پذیرد.

## لحیم کاری

لحیم کاری نوعی دیگر از جوش کاری است که در آن فلز لحیم در بین درز داغ شده‌ی قطعات قرار گرفته، اتصال دائم بین آن‌ها ایجاد می‌کند.  
انواع لحیم کاری: لحیم کاری به صورت‌های: ۱- سخت و ۲- نرم متداول است.



شکل ۱۳- جوش یک رینگ شکسته‌ی چرخ به روش لحیم سخت

۱- **لحیم کاری سخت:** در لحیم کاری سخت، پس از تمیز کردن سطح درز جوش، آن را از مواد روان‌ساز (تنه‌کار) می‌پوشانند. روان‌ساز خاصیت حلال اکسیدهای فلزی باقی‌مانده در سطوح فلزات را داشته، در هنگام گرم شدن، لایه‌ای در سطح فلز ایجاد می‌کند. که از اکسیدشدن محل داغ شده جلوگیری می‌نماید. لحیم سخت در درجه‌ی حرارت بالاتر از  $450^{\circ}\text{C}$  ذوب شده، روان‌ساز روی سطوح را عقب زده و با چسبندگی زیاد، به درز جوش چسبیده و اتصال محکمی ایجاد می‌کند (شکل ۱۳).

۲- **لحیم کاری نرم:** در لحیم کاری نرم، دو یا چند قطعه، به وسیله‌ی آلیاژ لحیم نرم در درجه‌ی حرارت پایین‌تر از  $450^{\circ}\text{C}$  به یک‌دیگر متصل می‌شوند. لحیم، آلیاژی است که از فلزات قلع و سرب با درصدهای مختلف تشکیل می‌شود. مثلاً هرگاه گفته شود لحیم  $40/60$  به معنی  $40\%$  قلع و  $60\%$  سرب است.

مثال: لحیم ۹۵/۵ دارای نقطه‌ی ذوب  $314^{\circ}\text{C}$  و لحیم  $50/50$  دارای نقطه‌ی ذوب  $217^{\circ}\text{C}$  و لحیم  $30/70$  دارای نقطه‌ی ذوب  $192^{\circ}\text{C}$  است.  
لحیم‌های  $50/50$ ،  $40/60$ ،  $35/65$  استحکام خوبی دارند و قیمت آن‌ها نیز مناسب‌تر است.

## روش چسباندن اجسام با چسب

چسب‌ها موادی هستند که برای چسباندن و اتصال اجسام به کار می‌روند.  
چسب‌ها به صورت مایع، خمیر یا پودر در اختیار مصرف‌کنندگان قرار دارند.  
چسب‌ها را برحسب استحکام، قدرت چسبندگی، سرعت چسبیدن، مقاومت در برابر حرارت و غیره دسته‌بندی می‌کنند.

ماده‌ی اولیه‌ی چسب‌ها: چسب‌ها را از مواد حیوانی (پوست، استخوان، شیر) مواد گیاهی (سویا، غلات، ذرت و سیب‌زمینی) و مواد ترکیبی شیمیایی (فورمالدئیدهای اوره، فنول، ملامین و غیره) به دست می‌آورند.

## انواع چسب‌های متداول:

۱- **سریش‌ها:** جنس سریش‌ها از محلول‌های ژلاتین حیوانی به صورت پولک‌های خشک تهیه می‌شود.

۲- **چسب‌های کائوچو:** از محلول‌های ساده‌ی کائوچو در یک حلال شیمیایی به دست می‌آید. چسب‌های کائوچوی قوی را از ترکیب کردن کائوچو با صمغ به دست می‌آورند که این نوع چسب در برابر آب مقاوم است.

با چسب‌های کائوچویی قوی، می‌توان فلزات را به هم پیوند و اتصال داد. چسب‌های کائوچویی با نام‌های «نئوپن» (برای چسباندن لاستیک) - «استیرن بوتادین» (چسب فوری) برای چسباندن صفحات لاستیکی و چرم‌ها مشهور است این نوع چسب‌ها دارای استحکام  $7$  گرم به هر میلی‌متر مربع است.

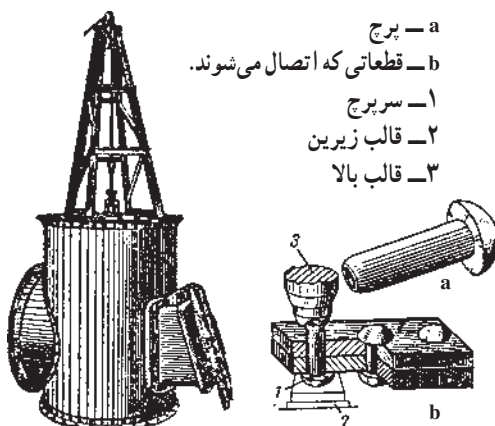
۳- **چسب رزین اپوکسی Resin epoxy:** این نوع چسب برای چسباندن همه‌ی اجسام مناسب است و در درجه‌ی حرارت  $200^{\circ}\text{C}$  به خوبی مقاومت می‌کند. در اتصال فولاد به فولاد مقاومت اتصال،  $2/2$  و در اتصال آلومینیم با آلومینیم،  $2/6$  کیلوگرم بر میلی‌متر مربع است.

۴- **چسب‌های ماوراء بنفش:** این نوع چسب برای اتصال قطعات شیشه‌ای و به صورت مایع به کار می‌رود. پس از مصرف چسب در شیشه، اشعه‌ی ماوراء بنفش در نور خورشید باعث خشک کردن و سفت شدن اتصال می‌شود.

۵- چسب‌های سرامیکی: این نوع چسب برای اتصال قطعات فولادی ضد زنگ مناسب است. این چسب از لعاب چینی (فریت) اکسید آهن و گرد فولاد ضد زنگ ساخته شده است. هنگام استفاده در روی کار در حرارت  $95^{\circ}\text{C}$  پخته شده، در نتیجه اتصال به خوبی حرارت  $80^{\circ}\text{C}$  را تحمل می‌کند.

## پرچ کاری

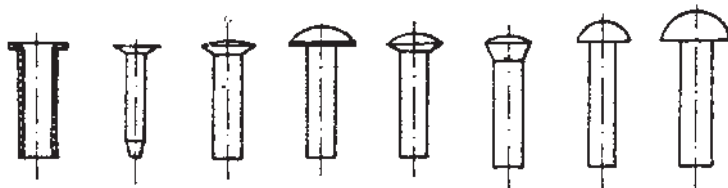
پرچ کاری جزو اتصالات نیمه دائم است که به وسیله میخ پرچ، دو یا چند قطعه به یکدیگر متصل می‌شوند شکل (۱۴).



شکل ۱۴- کاربرد میخ پرچ در یک کوره‌ی زغالی برای حرارت دادن فلزات

هرچند که اتصال قطعات با روش جوش کاری سرعت عمل و استحکام بیشتری دارد؛ ولی در موارد زیر روش پرچ کاری تنها راه اتصال قطعات است:

- ۱- نازک بودن ورق‌ها؛
  - ۲- غیرقابل جوش کاری بودن بعضی ورق‌ها و یا سخت بودن عمل جوش کاری در آن‌ها؛
  - ۳- پیچیدگی قطعات بزرگ در اثر تنش حرارتی گرمای جوش.
- انواع میخ پرچ: میخ پرچ قطعه‌ای است فلزی با ساق استوانه‌ای و سری با شکل مخصوص. سر میخ پرچ‌ها نسبت به نوع کار در انواع مختلف ساخته می‌شود شکل‌های (۱۵) و (۱۶).

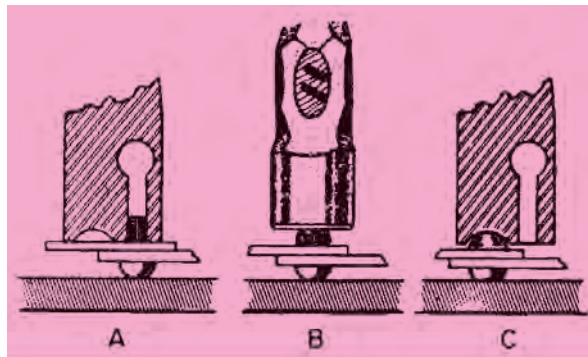


شکل ۱۵- انواع میخ پرچ‌ها

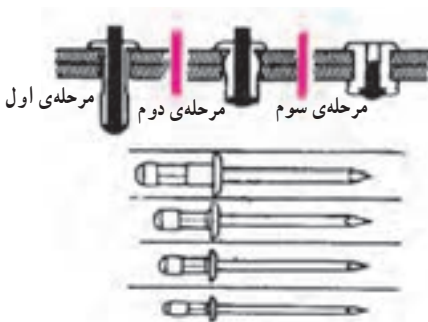
نام و فرم	یک طرف تخت و یک طرف عدسی		دو طرف نیم گرد				
	عدسی هر دو طرف	خارج تخت	داخل تخت	دو طرف تخت	دو طرف یکسان	دو طرف متفاوت	دو طرف یکسان
شکل میخ پرچ							

شکل ۱۶- جدول روش اتصال میخ پرچ ها

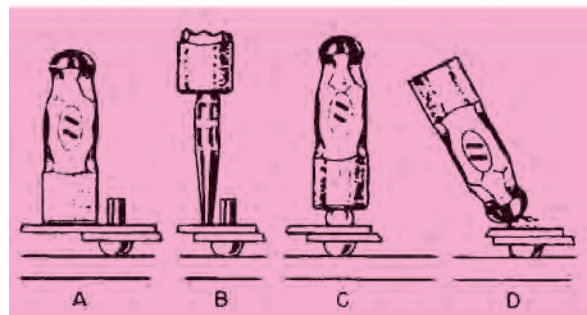
روش پرچ کاری: برای پرچ کاری قطعات، ابتدا آن ها را با مته، طبق اندازه ی دقیق، سوراخ کرده، پس از عبور دادن میخ پرچ از سوراخ قطعه، قالب را زیر سر میخ پرچ گذارده، قالب دیگری را روی ساق آن قرار می دهند و با ضربه ی چکش روی قالب، نیرو وارد می کنند تا ساق استوانه ای آن مانند فرم قالب پرچ شود. اشکال (۱۷، ۱۸، ۱۹) مراحل پرچ کاری را نشان می دهند.



شکل ۱۷- مراحل مختلف پرچ کاری قالبی



شکل ۱۹- انواع میخ پرچ و مراحل پرچ کاری با دستگاه پرچ

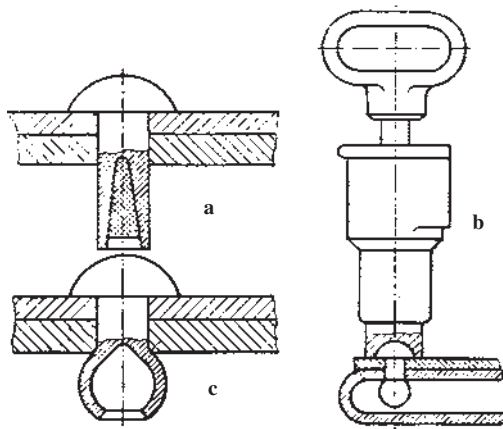


شکل ۱۸- مراحل مختلف پرچ کاری چکشی

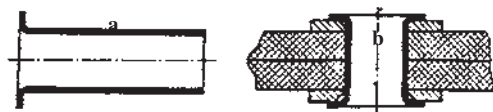
روش کار مراحل پرچ کاری با دستگاه پرچ به شرح زیر است :

- ۱- ایجاد سوراخ متناسب با قطر سرپرچ در قطعه ؛
  - ۲- قراردادن ساق بلند پرچ داخل انبر ؛
  - ۳- گذاردن قسمت ضخیم پرچ داخل سوراخ قطعه‌ی کار ؛
  - ۴- فشردن دسته‌ی انبر پرچ و چیدن و پرچ کردن میخ پرچ در قطعه‌ی کار.
- شکل (۲۳) یک نوع انبر پرچ معمولی را نشان می‌دهد.

**پرچ کاری انفجاری:** وقتی یک طرف محل پرچ کاری بسته باشد و دسترسی به آن طرف غیرممکن باشد، از پرچ انفجاری استفاده می‌شود. در این گونه پرچ‌ها، مقداری مواد منفجره در داخل محفظه‌ی ساقه قرار داده شده، پس از عبور دادن ساقه‌ی پرچ از سوراخ قطعه‌ی کار، سر آن را به وسیله‌ی گرم کن الکتریکی گرم می‌کنند در درجه‌ی حرارت  $130^{\circ}\text{C}$  ماده‌ی منفجره منفجر شده، دهانه‌ی پرچ انبساط پیدا می‌کند. پرچ انفجاری برای مخازن نگهداری مایعات و آب بندی بودن درزها و نیز در بدنه‌ی دستگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولاً جنس پرچ انفجاری آلومینیومی است شکل (۲۰).



شکل ۲۰- مراحل پرچ انفجاری a- نصب پرچ b- گرم کردن c- پرچ شدن



شکل ۲۱- پرچ لوله‌ای a- پرچ آزاد b- پرچ در حالت اتصال

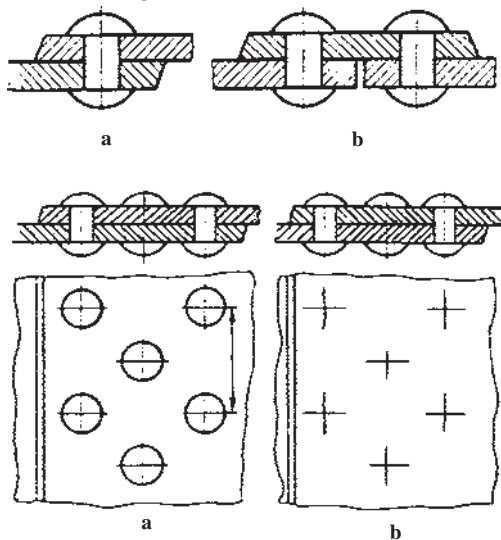
**پرچ کاری لوله:** پرچ لوله‌ای برای پرچ کاری در فلزات نرم مانند مس، برنج، آلومینیم و آلیاژهای آن‌ها به کار می‌رود. سر پرچ‌های لوله‌ای به اشکال مختلف ساخته می‌شود شکل (۲۱).

پرچ‌های لوله‌ای وقتی برای اجسام خیلی نرم مانند مقوا، پارچه، پلاستیک و غیره به کار برده شوند، همراه واشر نصب می‌شوند تا پرچ از قطعه خارج نشود.

انواع اتصالات پرچ: پرچ در ساختمان و اجزای ماشین‌آلات کاربرد زیادی دارد و نسبت به نوع اتصال به پرچ‌کاری روی هم و کنار هم دسته‌بندی می‌شود شکل (۲۲).

۱- پرچ‌کاری روی هم: در این روش، دو قطعه‌ی کار روی هم گذارده شده، میخ پرچ‌ها مستقیماً آن‌ها را به یک‌دیگر متصل می‌کنند.

۲- پرچ‌کاری کنار هم: در این روش، دو قطعه‌ی کار در کنار هم گذارده شده، با گذاردن یک قطعه‌ی وصله روی آن‌ها، قطعات به یک‌دیگر متصل می‌شوند.



شکل ۲۲- انواع پرچ a- پرچ روی هم b- پرچ کنار هم



شکل ۲۳- دستگاه انبرپرچ معمولی و آچار مربوطه