

## واحد کار چهارم

### برش کاری و خم کاری انواع لوله‌ها

#### هدف کلی:

برش و خم کاری لوله‌های فولادی، خرطومی فلزی، PVC و PET

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- انواع لوله‌های فولادی را نام ببرد.
- ۲- قسمت‌های مختلف لوله‌بر لوله فولادی را شرح دهد.
- ۳- انواع ابزارآلات مورد نیاز لوله‌کاری را نام ببرد.
- ۴- کاربرد هریک از ابزارهای لوله‌کاری را بیان کند.
- ۵- ابزارهای مختلف لوله‌کاری را به صورت عملی به کار ببرد.
- ۶- انواع اتصالات لوله فولادی را نام ببرد و مورد استفاده‌ی هریک را بیان کند.
- ۷- با استفاده از جداول، نوع و اندازه‌ی مناسب لوله را انتخاب کند.
- ۸- انواع جعبه تقسیم چدنی را نام برده و کاربرد هریک را بیان کند.
- ۹- انواع بست‌ها را نام ببرد.
- ۱۰- لوله‌های فولادی را برش دهد.
- ۱۱- لوله‌های فولادی را رزوه کند.
- ۱۲- لوله‌های فولادی را خم کند.
- ۱۳- اتصالات سربه‌سر اشعاع‌های لوله فولادی را انجام دهد.
- ۱۴- انواع لوله‌های خرطومی را نام ببرد و آن‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد.
- ۱۵- موارد کاربرد لوله‌های خرطومی را بیان کند.
- ۱۶- با استفاده از جداول مشخصات لوله‌های خرطومی فلزی، لوله‌ی مناسب را انتخاب کند.
- ۱۷- لوله‌ی خرطومی فلزی را برش داده و اتصال دهد.
- ۱۸- علت استفاده از لوله‌های PVC در برق را بیان کند.

- ۱۹- موارد کاربرد و عدم کاربرد لوله‌های PET را بیان کند.
- ۲۰- با استفاده از جداول تعداد سیم‌های مجاز داخل لوله‌های PVC را مشخص کند.
- ۲۱- انواع وسایل و مواد مورد استفاده در کار با لوله‌های PVC را نام ببرد.
- ۲۲- با رعایت نکات ایمنی، برش، خم کاری و اتصال و نصب لوله‌های PVC را به صورت عملی انجام دهد.

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۲۳	۱۸	۵

## پیش آزمون (۴)

- ۱- طول لوله‌های فولادی معمولاً چند متر است؟  
الف - ۲ یا ۶ متر  
ب - ۵ تا ۸ متر  
ج - ۳ تا ۵ متر  
د - ۱۲ متر
- ۲- کدام یک از اندازه‌های زیر استاندارد لوله‌های میلی متری می‌باشد؟  
الف - ۱۶-۲۰-۲۵-۳۲  
ب - ۹-۱۱-۱۳/۵-۱۶-۲۹  
ج -  $\frac{5}{8}$  و  $\frac{3}{4}$  و ۱ و  $\frac{1}{4}$   
د - موارد الف و ب
- ۳- برای از بین بردن زائده‌های ایجاد شده در داخل لوله به هنگام برش آن، از چه وسیله‌ای باید استفاده کرد؟  
الف - برقو  
ب - حدیده  
ج - قلاویز  
د - اره
- ۴- برای ارتباط بین دو لوله از کدام وسیله استفاده می‌گردد؟  
الف - تبدیل  
ب - بوشن  
ج - زانو  
د - سه‌راه
- ۵- برای نگهداری وسیله‌ای که دارای وزن زیاد می‌باشد استفاده از کدام یک از موارد زیر مناسب‌تر است؟  
الف - رول بولت  
ب - رول پلاک  
ج - هر دو  
د - هیچ کدام
- ۶- برای عبور دادن سیم در جاهایی که ارتعاش وجود داشته باشد کدام لوله مناسب‌تر است؟  
الف - خرطومی پلاستیکی  
ب - فولادی  
ج - پولیکا  
د - خرطومی فلزی
- ۷- کاربرد لوله خرطومی فلزی بیش‌تر در کجا است؟  
الف - کارخانجات  
ب - اتصال الکتروموتورها در کارخانجات  
ج - منازل  
د - داخل تابلوهای برق
- ۸- از لوله‌ی Pg16 چند رشته سیم ۲/۵ را می‌توان عبور داد.  
الف - ۴  
ب - ۵  
ج - ۱  
د - ۱۲
- ۹- در مورد کاربرد لوله‌های PVC کدام یک از موارد زیر صحیح‌تر است.  
الف - نصب لوله در روی دیوار، کف و سقف ساختمان  
ب - نصب در عمق ۶۰ سانتی متری زمین  
ج - محل‌هایی که لوله در معرض عوامل خورنده باشد.  
د - هر سه مورد

۱۰- حداقل قطر لوله‌های PVC چند میلی‌متر است؟

الف - ۱۶                      ب - ۳۵

ج - ۲۵                      د - ۵۰

۱۱- چند مورد از لوازم و اتصالات لوله‌های PVC ذکر کنید.

۱۲- جهت خم کردن لوله‌های PVC چقدر حرارت لازم است؟

الف - بستگی به قطر آن‌ها دارد و متغیر است.

ب - بستگی به محل کاربرد دارد.

ج - بالاتر از ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

د - بستگی به قطر آن‌ها دارد و بین ۹۰ تا ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

۱۳- کدام یک از موارد زیر در کارگذاری لوله‌های PVC در داخل کانال خاکی صحیح است.

الف - در زیر لوله حداقل ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ریزی شود.

ب - عرض کف کانال حداقل ۳ برابر قطر لوله باشد.

ج - روی لوله حداقل ۳۰ سانتی‌متر ماسه ریخته شود.

د - تمام موارد



## ۴-۱- برش کاری، خم کاری، اتصال و نصب لوله‌های فولادی



شکل ۴-۱- انواع لوله‌های فولادی و متعلقات آن‌ها

۴-۱-۱- انواع لوله‌های فولادی: لوله‌های فولادی در دو نوع سیاه و گالوانیزه و با طول‌های ۲ یا ۶ متر ساخته می‌شوند. لوله‌ی سیاه را در جاهای خشک و لوله‌ی گالوانیزه را در جاهای مرطوب به صورت روکار و توکار مورد استفاده قرار می‌دهند. کاربرد این لوله‌ها معمولاً در کارگاه‌ها، بیمارستان‌ها، پمپ‌بنزین‌ها و... است. مقاومت مکانیکی و قدرت ضربه‌پذیری از مزایای این لوله‌هاست.

لوله‌های فولادی سیاه و گالوانیزه در سه مقیاس متفاوت ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از:

۱- لوله‌های Pg که در اندازه‌های ۹-۱۱-۱۳-۱۶-۲۱-۲۹-۳۶-۴۲ و ۴۸ ساخته می‌شوند.

۲- لوله‌های اینچی که در اندازه‌های  $\frac{5}{8}$ ،  $\frac{3}{4}$ ، ۱،  $1\frac{1}{4}$  اینچ ساخته می‌شوند.

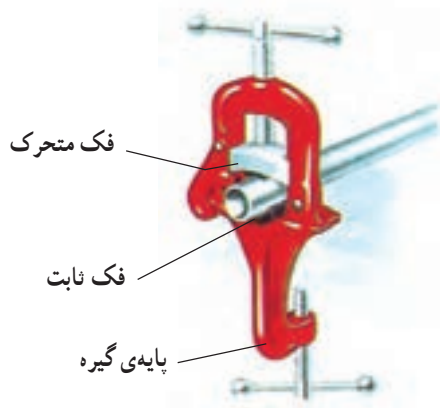
۳- لوله‌های میلی‌متری که در اندازه‌های ۱۶-۲۰-۲۵ و ۳۲ میلی‌متر ساخته می‌شوند.

هر یک از لوله‌های قید شده‌ی فوق دارای حدیده و اتصالات مخصوص به خود هستند. شکل ۴-۱ نمونه‌هایی از لوله‌های فولادی سیاه و گالوانیزه و متعلقات آن‌ها را نشان می‌دهد.

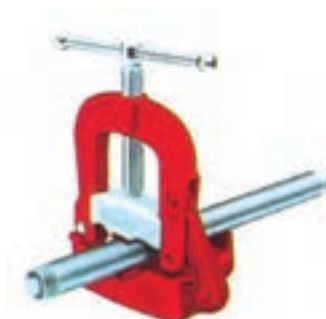
## ۲-۱-۴- لوازم و تجهیزات لازم برای برش، خم کاری

و نصب لوله‌های فولادی :

— گیره‌ی لوله : این گیره، دو فک ثابت و متحرک دارد که هر دو دارای انحنا و آج هستند. این گیره بر روی پایه یا میز، مستقر شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. لوله را در درون این گیره بسته و عملیات برش، سوهان کاری، حدیده کاری و برقوزنی را روی آن انجام می‌دهند.



نوع دیگری از گیره‌ی لوله وجود دارد که به جای فک متحرک برای محکم کردن لوله از زنجیر استفاده می‌شود. در اغلب موارد گیره‌ی را بر روی سه پایه‌ای که امکان جمع شدن دارد، مستقر می‌کنند. در این صورت مجموعه را گیره‌ی لوله صحرائی می‌نامند.



الف - گیره‌ی لوله رومیزی

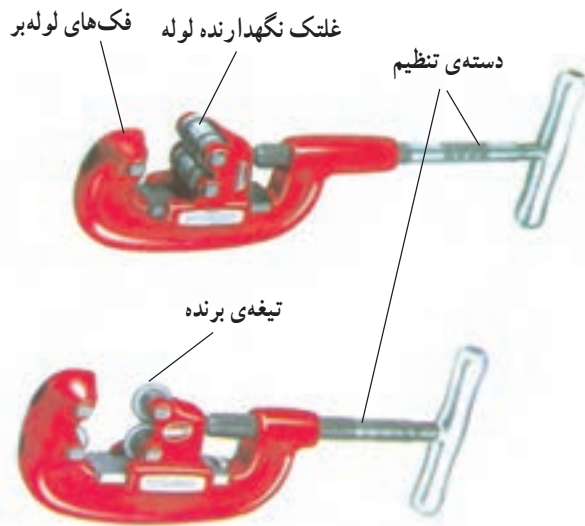
شکل ۲-۴ نمونه‌هایی از گیره‌های لوله و گیره‌ی لوله صحرائی را نشان می‌دهد.



ب - گیره‌ی لوله صحرائی

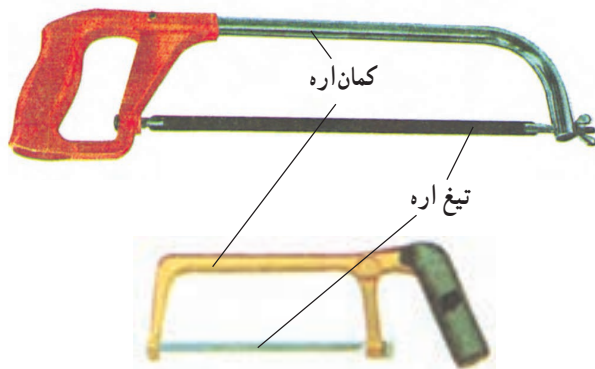
شکل ۲-۴ - چند نمونه گیره‌ی لوله





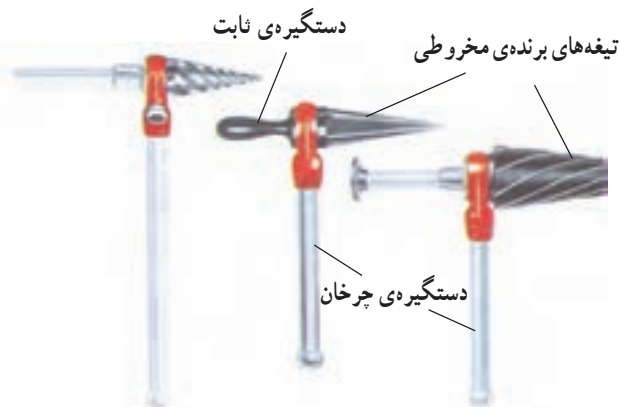
شکل ۳-۴ - دو نمونه لوله‌بر دستی

— لوله‌بر لوله فولادی: لوله‌بر وسیله‌ای برای بریدن لوله است. لوله‌برها دارای یک یا چند تیغه فولادی دایره‌ای شکل هستند که درون فک‌های لوله‌بر تعبیه شده است. دهانه‌ی لوله‌بر برای اندازه‌های مختلف لوله، قابل تنظیم است. تنظیم دهانه به کمک دسته‌ی چرخانی که فک‌ها را باز و بسته می‌کند انجام می‌شود (شکل ۳-۴).



شکل ۴-۴ - دو نمونه کمان‌اره

— کمان‌اره: در صورتی که لوله‌بر در دسترس نباشد می‌توان از کمان‌اره و انواع تیغه‌های آهن‌بر برای بریدن لوله استفاده کرد (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۵ - چند نمونه برقو

— برقو: برای از بین بردن زائده‌های به وجود آمده در اثر برش لوله از برقو استفاده می‌شود. برقو دارای تیغه‌ی مخروطی شکلی است که با چرخاندن آن در داخل لوله پلیسه‌ها برداشته می‌شوند. جهت نگهداشتن برقو در داخل لوله از دستگیره‌ی ثابت آن استفاده می‌شود (شکل ۴-۵).



— لوله خم کن لوله‌ی فولادی (دستی و هیدرولیکی):

برای خم کردن لوله‌های فولادی، از لوله خم کن استفاده می‌شود. لوله خم کن در دو نوع دستی و هیدرولیک ساخته می‌شود. لوله خم کن‌ها از دو جزء اصلی ثابت و متحرک تشکیل شده‌اند که یکی از اجزای آن نیم استوانه‌ای شیاردار و متناسب با قطر خارجی لوله‌ی مورد نظر است که این جزء شابلون نامیده می‌شود و با توجه به نوع دستگاه، می‌تواند ثابت یا متحرک باشد. شکل ۴-۶ انواع لوله خم کن دستی را همراه با دو نمونه شابلون متعلق به آن را نشان می‌دهد.



شابلون‌ها با توجه به قطر لوله روی خم کن نصب می‌شوند و به کمک آن‌ها خم لازم روی لوله ایجاد می‌شود.

شکل ۴-۶ — لوله خم کن دستی با دو نمونه شابلون مربوطه

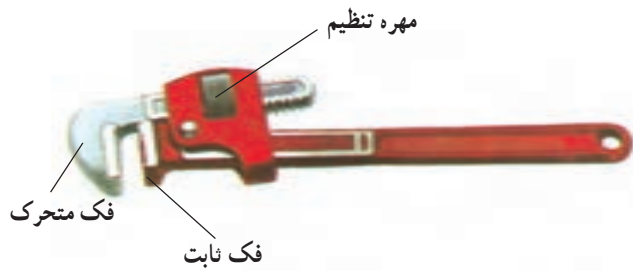


در لوله خم کن‌های هیدرولیک نیروی لازم جهت خم کردن لوله‌ها به کمک سیستم هیدرولیکی نصب شده روی دستگاه حاصل شده و از صرف انرژی زیاد و خستگی کارگر جلوگیری به عمل می‌آید. شکل ۴-۷ دستگاه لوله خم کن هیدرولیکی را به همراه برخی متعلقات آن نشان می‌دهد.



شکل ۴-۷ — لوله خم کن هیدرولیکی به همراه چند نمونه شابلون مربوطه





— آچار لوله‌گیر: برای باز و بسته کردن لوله‌ها، از آچار لوله‌گیر استفاده می‌کنند. این آچار از دو فک ثابت و متحرک تشکیل شده که فک ثابت به دسته و فک متحرک روی مهره تنظیم متصل به دسته نصب می‌شود. برای ایجاد اصطکاک لازم بین آچار و لوله، فک‌ها را به صورت آج‌دار می‌سازند. شکل ۴-۸ چند نمونه آچار لوله‌گیر را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۸ — چند نمونه آچار لوله‌گیر

برای استفاده از آچار لوله‌گیر لوله را بین دو فک آچار قرار داده و با تنظیم دهانه آن را محکم بین دو فک نگه می‌دارند. برای باز و بست لوله، جهت حرکت دست باید مطابق شکل ۴-۹ باشد.

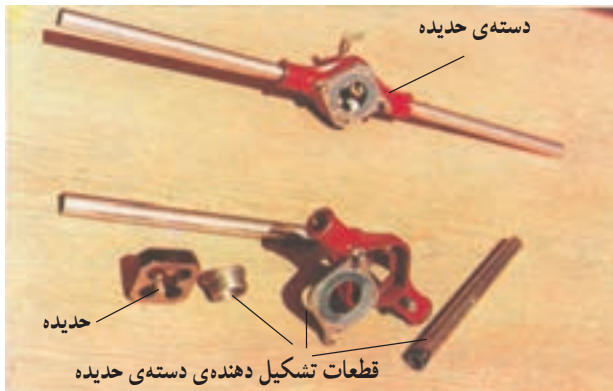


شکل ۴-۹ — طریقه‌ی باز و بسته کردن لوله به وسیله‌ی آچار لوله‌گیر

— آچار کلاغی: فک‌های این آچار شبیه انبردست معمولی است ولی بلند بودن دسته‌های آن باعث می‌شود تا نیروی بیشتری به کار وارد کند. علاوه بر این، این آچار قابل تنظیم نیز می‌باشد شکل ۴-۱۰ دو نمونه آچار کلاغی را نشان می‌دهد. از این آچار معمولاً برای نگهداشتن لوله استفاده می‌شود.



شکل ۴-۱۰ — دو نمونه آچار کلاغی



الف - دستگاه حديد دستي



ب - دستگاه حديد هيدروليكي  
شکل ۱۱-۴ - حديدی لوله فولادی



شکل ۱۲-۴ - اتصالات لوله فولادی



شکل ۱۳-۴ - بوشن فلزی

— حديدی لوله فولادی (برق): برای ايجاد دندان بر روی

لوله‌های فلزی از وسیله‌ای به نام حديد استفاده می‌شود. حديد‌ها با توجه به نوع لوله (برق) متفاوت هستند. برای لوله‌های برق از حديدی مخصوص لوله‌ی برق استفاده می‌شود (شکل ۱۱-۴). الف). این حديد که روی دسته‌ای نصب می‌شود قابل تنظیم نیست لذا باید برای هر لوله از حديدی با قطر مخصوص همان لوله استفاده کرد.

برای راحتی کار حديد‌های هيدروليکی نیز ساخته شده‌اند.

این حديد‌ها معمولاً قابل تنظیم بوده و نیروی لازم جهت حديد کردن توسط سیستم هيدروليکی تامین می‌شود (شکل ۱۱-۴-ب).

۳-۱-۴ - لوازم اتصالات لوله فولادی: برای اتصال،

انشعاب و ايجاد خم در لوله‌ها، از اتصالات خاصی استفاده می‌شود. مهم‌ترین این اتصالات بوشن، زانو، سه‌راه و چهارراه هستند. هر کدام از این اتصالات، برای منظور خاصی استفاده می‌شوند. با توجه به نوع لوله و قطر آن از اتصالات هم‌جنس و هم قطر استفاده می‌شود (شکل ۱۲-۴). حال به معرفی و بررسی اتصالات فوق می‌پردازیم.

— بوشن: برای ارتباط بين دو لوله و اتصال آن‌ها، از

بوشن استفاده می‌شود. شکل ۱۳-۴ نمونه‌ای از بوشن فلزی را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۴- تبدیل



شکل ۴-۱۵- زانویی

— تبدیل: اگر بخواهند از یک جعبه تقسیم سه یا چهارراه که تمام سوراخ‌های آن یک اندازه است، لوله‌ای با قطر کم‌تر یا بیش‌تر انشعاب بگیرند، از تبدیل استفاده می‌کنند. شکل ۴-۱۴ نمونه‌ای از تبدیل را نشان می‌دهد.

— زانوی: گاهی اوقات خم کردن لوله به وسیله‌ی لوله‌خم‌کن با توجه به موقعیت کار امکان‌پذیر نیست. بدین لحاظ از خم‌های آماده استفاده می‌شود. استفاده از این نوع خم‌ها، سرعت کار را بیش‌تر می‌کند. شکل ۴-۱۵ یک نمونه خم آماده را نشان می‌دهد. دو سر هر یک از خم‌ها برای اتصال به لوله‌های دیگر رزوه شده است.



سه‌راهی



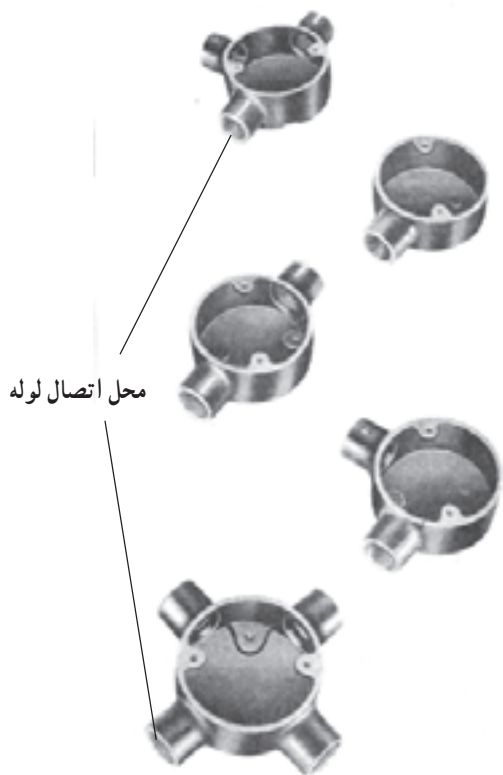
دوراهی



زانویی

— اتصالات دردار: در مسیرهایی که طول لوله‌کاری زیاد و یا بیش از دو خم در مسیر باشد (بیش از دو خم در یک مسیر عبور فنر را مشکل و یا غیرممکن می‌کند.) و نیز در گرفتن انشعاب، از دوراهی، سه‌راهی و زانویی دردار استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این اتصالات به دلیل کمی حجم محفظه، عمل انشعاب گرفتن از سیم‌ها مجاز نبوده و فقط از آن‌ها به‌عنوان هدایت بهتر فنر و سهولت کار سیم‌کشی استفاده می‌شود. شکل ۴-۱۶ نمونه‌هایی از این اتصالات را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۶- اتصالات دردار



شکل ۱۷-۴ - جعبه تقسیم های گرد

— جعبه تقسیم های گرد: برای ارتباط لوله ها به یکدیگر و نیز گرفتن انشعاب از سیم ها، جعبه تقسیم های مختلفی به کار می رود که یکی از انواع آن جعبه های گرد است. این جعبه ها، از یک تا چهارراه در اندازه ها و جنس های متفاوت ساخته می شوند. شکل ۱۷-۴ نمونه هایی از جعبه تقسیم های گرد مربوط به لوله های فولادی را نشان می دهد.



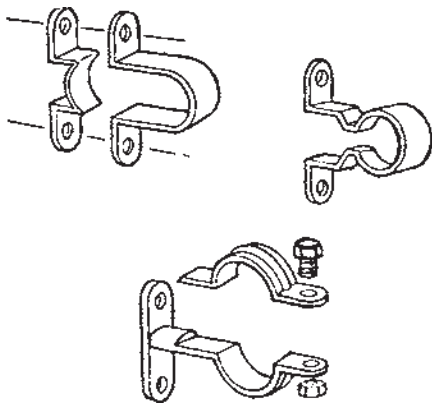
الف - چهارگوش مستطیلی

— جعبه تقسیم های چهارگوش: چون جعبه تقسیم های گرد حداکثر چهارراه هستند، لذا در مسیری که تعداد لوله ها بیش تر باشد، از این جعبه تقسیم استفاده می شود. سوراخ های این جعبه ها دارای رزوه نبوده و برای اتصال لوله به آن ها باید از بوشن و بوش برنجی استفاده کرد. شکل ۱۸-۴ دو نمونه جعبه تقسیم چهارگوش را نشان می دهد.



ب - چهارگوش مربعی

شکل ۱۸-۴ - دو نمونه جعبه تقسیم چهارگوش



شکل ۱۹-۴- نمونه‌ای از بست‌های فلزی

### — انواع بست‌های فلزی (فولادی): برای نصب لوله‌ها

در لوله‌کاری روکار، از بست‌های مخصوصی استفاده می‌شود که معمولاً از جنس فلز یا PVC هستند. برای نصب لوله‌های فولادی لزوماً از بست‌های فولادی استفاده می‌شود. برای نصب لوله‌های فولادی، ابتدا مسیر موردنظر را با خط مشخص کرده و سپس محل تقریبی قرارگرفتن بست‌های فلزی را مشخص می‌کنیم سپس اقدام به نصب بست‌ها در فواصل مساوی توسط رول‌پلاک و پیچ می‌نماییم. در پایان لوله‌های فولادی را در داخل آن قرار داده و محکم می‌کنیم. بست‌ها با توجه به جنس، نوع و قطر لوله‌ای که باید در آن قرار گیرد متفاوت هستند که نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل ۱۹-۴ نشان داده شده است. فاصله‌ی بین بست‌ها، بسته به شرایط لوله‌کاری و اندازه‌ی لوله‌ها، تعیین می‌شود.

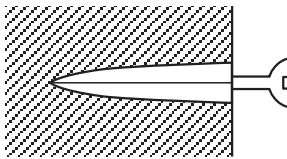


الف — پلاستیکی



ب — سربی

دیوار

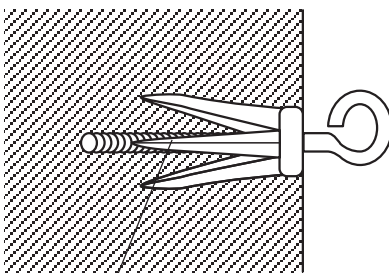


پیچ قبل از سفت کردن آن

ج — رول‌پلاک داخل کار

شکل ۲۰-۴- چند نمونه رول‌پلاک

دیوار یا سقف



رول بولت داخل کار



شکل ۲۱-۴- رول بولت

### — رول‌پلاک و رول‌بولت: رول‌پلاک یک زائیده‌ی

پلاستیکی یا چوبی است که پس از سوراخ کردن دیوار، آن را درون سوراخ قرار داده و سپس توسط پیچ خودکار، وسیله را به آن می‌بندند. به این ترتیب پیچ کاملاً محکم شده و به آسانی از دیوار خارج نمی‌شود. شکل ۲۰-۴ نمونه‌هایی از رول‌پلاک‌ها را نشان می‌دهد.

### اگر وسیله‌ای وزن زیاد داشته باشد، برای نگهداشتن آن از

رول بولت استفاده می‌شود. رول بولت تقریباً مشابه رول‌پلاک است، با این تفاوت که جنس آن فلزی و دو یا چهار تکه است که توسط فنر دایره‌ای در کنار هم نگه داشته می‌شوند. پیچ به کار رفته در آن به مهره‌ای که در انتهای رول بولت قرار دارد، متصل است. با محکم کردن پیچ، مهره به سمت ابتدای رول بولت حرکت کرده و سبب باز شدن دو یا چهار تکه رول بولت در داخل دیوار و محکم شدن آن می‌شود. شکل ۲۱-۴ رول بولت را نشان می‌دهد.

#### ۴-۱-۴- جداول مربوط به انواع لوله‌های فولادی

جهت تعیین اندازه لوله : جداولی که در این صفحات آمده، راهنمایی برای کاربرد لوله‌های فولادی مختلف در برق می‌باشد. با استفاده از این جدول‌ها می‌توان با توجه به تعداد سیم‌های مجاز برای عبور از داخل لوله اندازه لوله مورد نیاز را تعیین کرد.

جدول ۴-۱- گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی Pg را

نشان می‌دهد.

مثال: از لوله ۱۱ Pg نمی‌توان برای عبور سیم با سطح

مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع استفاده کرد. از لوله ۱۳/۵ Pg حداکثر ۲ رشته و از لوله ۲۹ Pg حداکثر ۶ رشته سیم ۱۰ میلی‌متر مربع می‌توان عبور داد.

جدول ۴-۲- گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی اینچی

را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱- گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی Pg

تعداد سیم‌ها در یک لوله‌ی فولادی					سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع
۶	۵	۴	۳	۲	
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱/۵
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۲/۵
۱۶	۱۳/۵	۱۱	۱۱	۱۱	۴
۲۱	۱۶	۱۳/۵	۱۱	۱۱	۶
۲۹	۲۱	۲۱	۱۶	۱۳/۵	۱۰
۲۹	۲۹	۲۱	۲۱	۲۱	۱۶
۳۶	۳۶	۲۹	۲۹	۲۱	۲۵
۴۲	۴۲	۳۶	۳۶	۲۹	۵۰

جدول ۴-۲- گنجایش سیم‌ها درون لوله‌های فولادی اینچی

اندازه‌ی اسمی لوله‌های اینچی						سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع
۱/۴ اینچ	۱ اینچ	۳/۴ اینچ		۵/۸ اینچ		
جداره ضخیم	جداره ضخیم	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	
۳۵	۲۱	۱۰	۱۲	۷	۸	۱
۳۱	۱۸	۹	۱۰	۶	۷	۱/۵
۲۴	۱۴	۸	۸	۵	۶	۲/۵
۱۶	۹	۴	۵	۳	۳	۴
۱۲	۷	۳	۴	۲	۳	۶
۷	۴	۲	۳	-	-	۱۰
۵	۳	-	۲	-	-	۱۶
۳	۲	-	-	-	-	۲۵
۲	-	-	-	-	-	۳۵
۲	-	-	-	-	-	۵۰

رشته سیم و از لوله‌ی ۱" و ۱ ۱/۴" که هر دو به صورت جداره

ضخیم ساخته می‌شوند، به ترتیب چهار و هفت رشته سیم ۱۰ mm<sup>۲</sup> می‌توان عبور داد.

مثال: برای عبور سیم نمره ۱۰ میلی‌متر مربع نمی‌توان از

لوله‌ی ۵/۸" جداره نازک و ضخیم استفاده کرد. از لوله‌ی ۳/۴"

جداره نازک، سه رشته سیم و از لوله‌ی ۳/۴" جداره ضخیم، دو



جدول ۳-۴- گنجایش سیم‌ها درون لوله‌های فولادی میلی‌متری

اندازه‌ی اسمی لوله‌های میلی‌متری								
۳۲ میلی‌متر		۲۵ میلی‌متر		۲۰ میلی‌متر		۱۶ میلی‌متر		سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع
جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	
۳۵	۳۸	۱۹	۲۲	۱۲	۱۳	۷	۸	۱
۳۱	۳۳	۱۷	۱۹	۱۰	۱۲	۶	۷	۱/۵
۲۴	۲۶	۱۳	۱۵	۸	۹	۴	۵	۲/۵
۱۶	۱۷	۹	۱۰	۵	۶	۳	۳	۴
۱۲	۱۳	۷	۷	۴	۵	۲	۳	۶
۷	۸	۴	۴	۲	۳	-	-	۱۰
۵	۶	۳	۳	-	۲	-	-	۱۶
۳	۴	۲	۲	-	-	-	-	۲۵
۲	۳	-	-	-	-	-	-	۳۵
۲	۲	-	-	-	-	-	-	۵۰

چهار رشته سیم، از لوله‌ی ۳۲ میلی‌متر جداره نازک هشت رشته سیم و از لوله‌ی ۳۲ میلی‌متر جداره ضخیم، هفت رشته سیم  $10\text{mm}^2$  می‌توان عبور داد.

مثال: از لوله‌ی ۱۶ میلی‌متر جداره نازک و ضخیم نمی‌توان سیم  $10$  میلی‌متر مربع عبور داد، از لوله‌ی  $20$  میلی‌متر جداره نازک سه رشته سیم، از لوله‌ی  $20$  میلی‌متر جداره ضخیم دو رشته سیم، از لوله‌ی  $25$  میلی‌متر جداره نازک و جداره ضخیم



الف - بریدن لوله توسط اره

۵-۱-۴- برش، خم‌کاری، اتصالات و نصب

لوله‌های فولادی:

- برش لوله‌های برق (لوله‌های فولادی): برای بریدن

لوله، ابتدا محل موردنظر را روی لوله، با مداد یا کمان ارّه، علامت‌گذاری کرده سپس لوله را توسط گیره‌ی لوله محکم کنید. حال با لوله‌بر یا کمان ارّه لوله را ببرید. اگر از لوله‌بر استفاده کنید، محل بریده شده لبه‌هایی به بیرون و داخل پیدا می‌کند. برای رفع این عیب لبه‌ی داخلی را با برقو و یا سوهان گرد و لبه‌ی بیرونی را با سوهان تخت بتراشید؛ اما اگر از ارّه‌ی آهن‌بر استفاده کرده‌اید باید دقت کنید که ارّه‌کاری صحیح صورت پذیرد و سطح برش عمود بر طول لوله باشد. پس از برش توسط برقو یا سوهان