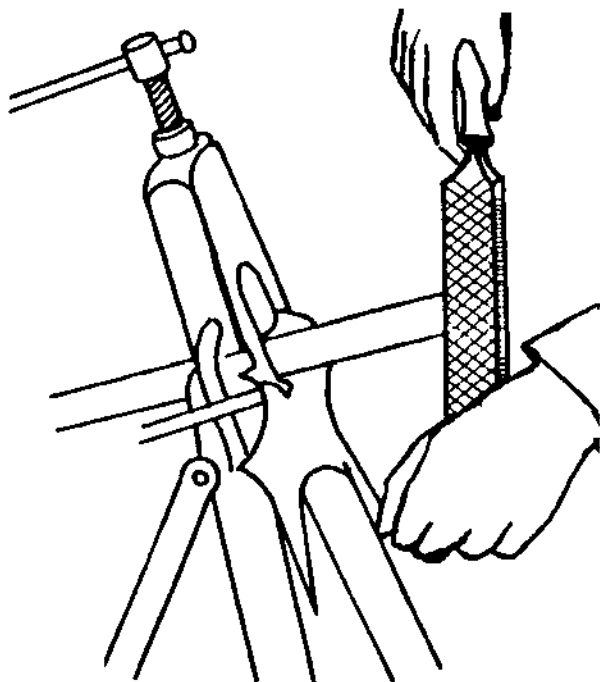


گرد می‌توان پلیسه‌های حاصل از محل برش را از بین بُرد. شکل ۲۲-۴ نحوه‌ی برش و پلیسه‌برداری از لوله‌های فولادی را نشان می‌دهد.



ب — پلیسه‌برداری لبه خارجی لوله توسط سوهان



ج — پلیسه‌برداری داخل لوله توسط برقو

شکل ۲۲-۴ — مراحل برش‌کاری لوله‌های فولادی برق

— رزوه کردن لوله‌های فولادی: با توجه به این که

لوله‌های فولادی دارای طول مشخصی هستند، هنگام لوله‌کشی در مسافت‌های طولانی باید چند شاخه لوله را به یکدیگر متصل کرد. گاهی اوقات نیز لازم است از لوله‌ای کوتاه‌تر از طول یک شاخه استفاده شود به هر صورت لازم است.

لوله‌ها را به یکدیگر و یا به جعبه تقسیم متصل و یا به سر لوله‌ها زانو وصل کرد. در این صورت اتصالات لوله‌ها از طریق رزوه کردن سر لوله‌ها انجام می‌شود.

برای رزوه کردن لوله‌ها، ابتدا لوله را طوری به گیره ببندید که سر لوله حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی متر از لبه‌ی گیره فاصله داشته باشد. (کم‌تر از ۱۰ سانتی متر باعث سختی انجام کار و بیش‌تر از ۱۵ سانتی متر باعث شکستن دندانه‌های حديد و لوله می‌شود.) دقت کنید که سر لوله کاملاً تمیز و فاقد پلیسه و لبه‌ی بیرونی آن کمی پخ‌دار باشد. آن‌گاه دستگاه حديد را بر لوله سوار کرده و با فشار و چرخش دسته‌ی حديد، در جهت عقربه‌های ساعت شروع به حديدکاری کنید. در حین کار حتماً باید با روغن‌دان بر روی لوله (محل دندانه‌سازی) عمل روغن کاری انجام شود. پس از این که دستگاه حديد یک یا دو دور چرخید، آن را نیم دور برعکس بچرخانید تا براده‌های حاصل جدا و خارج شوند. این عمل را تا زمانی که ۳ تا ۴ دندانه‌ی لوله از حديد بیرون آید، ادامه دهید.

پس از اتمام دندانه‌سازی، حديد را در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده و دستگاه را خارج کنید. حال با دسته‌ی حديد ضربه‌ای به لوله بزنید تا براده‌ها خارج شوند. شکل ۲۳-۴ مراحل مختلف حديدکاری را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)



(ج)

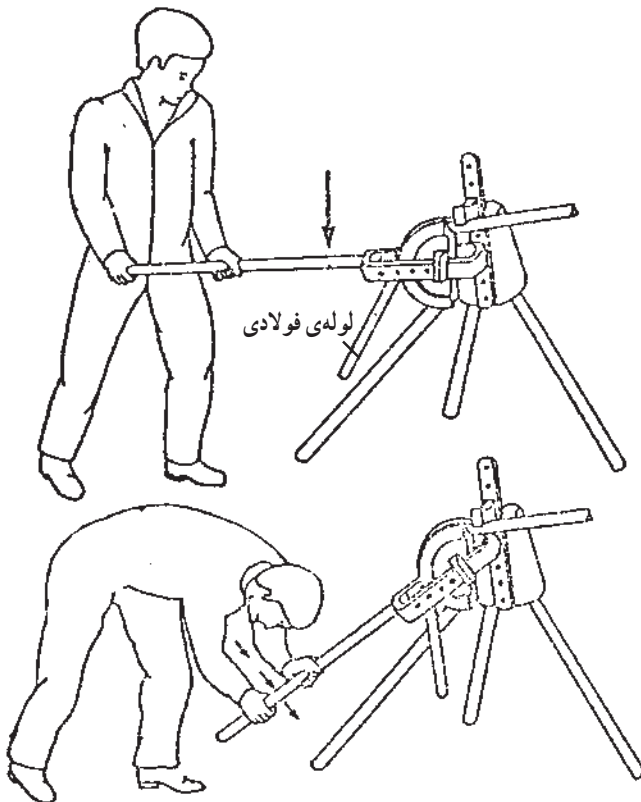
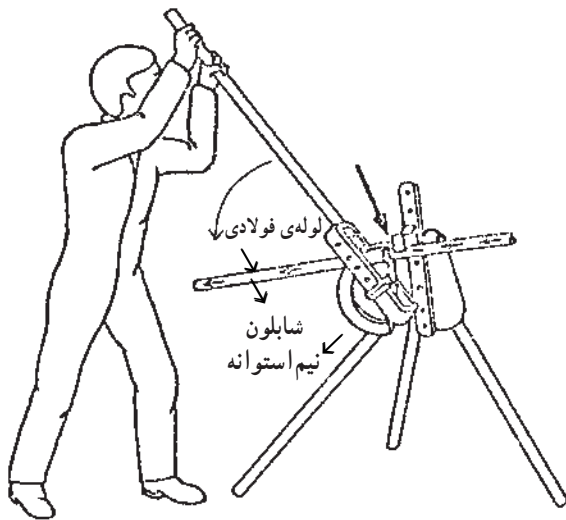
شکل ۲۳-۴ — مراحل مختلف رزوه کردن لوله‌ی فولادی

## ۴-۲-۱ خم کردن لوله‌های فولادی:

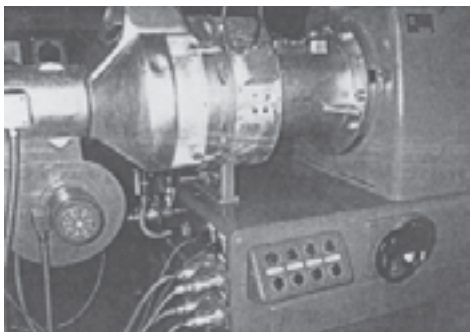
فولادی، ابتدا شابلون نیم قوس (نیم استوانه) دستگاه خم کن، متناسب با قطر لوله، انتخاب و در جای مناسب قرار می‌گیرد. سپس تکیه‌گاه لوله متناسب با قطر لوله تنظیم می‌شود. پس از آماده کردن خم کن لوله مطابق شکل ۴-۲۴ داخل دستگاه قرار می‌گیرد.

پای خود را مطابق شکل قرار داده و با دست اهرم خم کن را می‌گیریم و آن را با نیروی یکنواختی به طرف پایین می‌کشیم تا لوله به اندازه‌ی زاویه‌ی موردنیاز خم شود، پس از خم شدن لوله، اهرم را بالا برده و لوله را خارج می‌کنیم.

باید توجه داشت که هر دستگاه خم کن، دارای چند نیم قوس (نیم استوانه) با شیارها و قوس‌هایی متناسب با قطر لوله‌های مختلف است. معمولاً شعاع انحنای لوله را ده برابر قطر لوله انتخاب می‌کنند. برای خم کردن لوله‌های با قطر زیاد (معمولاً بیش از ۱ اینچ) از خم کن‌های هیدرولیکی استفاده می‌شود.



شکل ۴-۲۴- مراحل خم کردن لوله فولادی

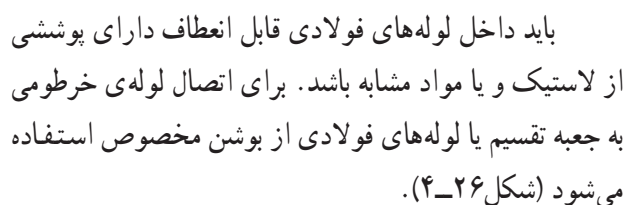


شکل ۴-۲۵- اتصال لوله خرطومی به موتور الکتریکی

## ۴-۲-۲ لوله‌های خرطومی زره‌دار فلزی

### ۴-۲-۱-۱ لوله‌های خرطومی فلزی و بوشن اتصال:

لوله‌های خرطومی فلزی قابل انعطاف‌اند و در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط ساختمان عبور می‌کنند و همچنین برای اتصال برق به موتورهای یا ماشین‌آلاتی که ایجاد لرزش می‌کنند می‌توان از آن‌ها استفاده نمود (شکل ۴-۲۵).



۲-۲-۴- برش و اتصال لوله‌های خرطومی زردهار  
فلزی: بریدن لوله‌های خرطومی زردهار فلزی توسط تیغ اره انجام  
می‌شود. عمل بریدن بایستی با دقت کامل انجام شود. زیرا اندکی  
بی‌دقتی سبب شکستن تیغ اره و آسیب دیدن دست می‌گردد.  
در صورتی که از گیره استفاده شود باید دقت کرد که لوله  
دو بهمن نشود.

– اتصال لوله‌ی خرطومی زره‌دار به جعبه‌ی اتصال توسط پیچ و مهره‌های روی جعبه انجام می‌شود.

۳-۲-۴- جدول مشخصات لوله‌های خرطومی فلزی جهت تعیین تعداد سیم‌های مجاز داخل لوله: انتخاب حداکثر تعداد مجاز هادی‌های روشنایی و پریز داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق بر حسب سطح مقطع هادی‌ها و قطر داخلی لوله‌ها صورت می‌گیرد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- جدول مشخصات لوله های خرطومی فلزی

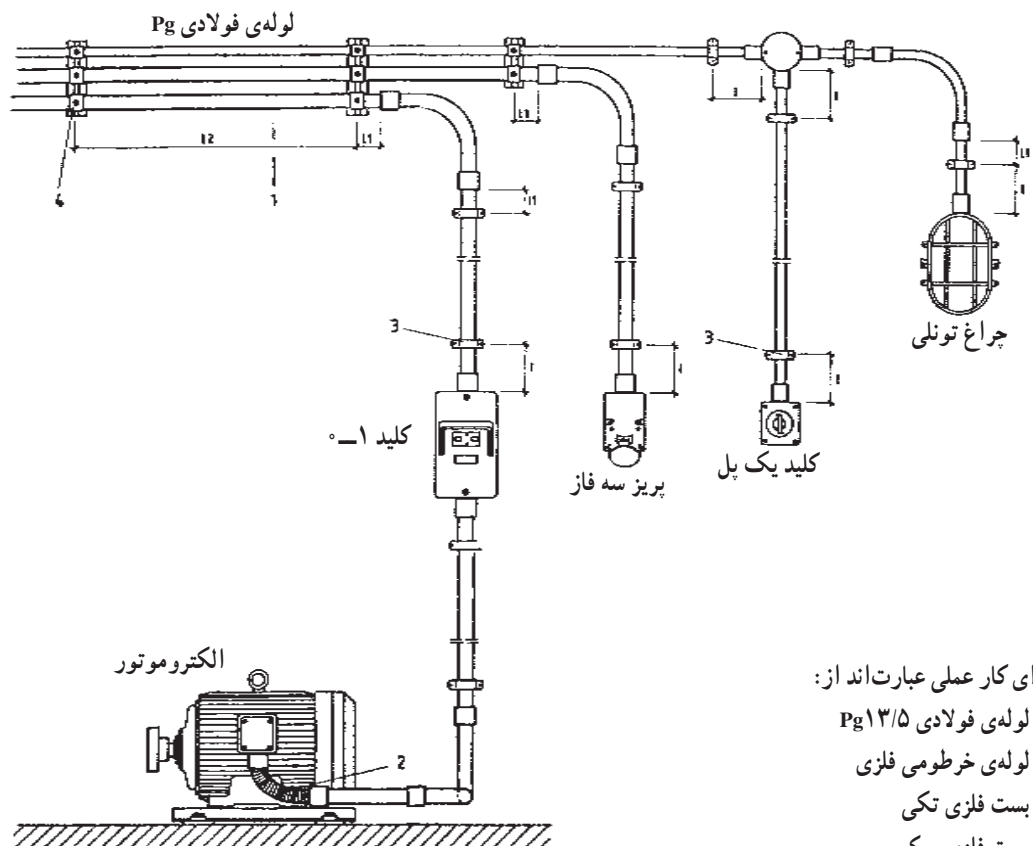
۶			۵			۴			۳			۲			تعداد هادی
شماره‌ی لوله	فولادی بدون عایق	فولادی عایق‌دار	شماره‌ی لوله	فولادی بدون عایق	فولادی عایق‌دار	شماره‌ی لوله	فولادی بدون عایق	فولادی عایق‌دار	شماره‌ی لوله	فولادی بدون عایق	فولادی عایق‌دار	شماره‌ی لوله	فولادی بدون عایق	فولادی عایق‌دار	سطح مقطع هادی (میلی مترمربع)
Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	
۱۱	۱۱/۶	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱ (e) و (m)
۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۳/۵	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱/۵ (e) و (m)
۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۲/۵ (e) و (m)
۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۲۱	۱۱	۱۶/۴	۱۶	۴ (e) و (m)
۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۱	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۳/۵	۱۸	۱۶	۶ (e) و (m)
۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶	۱۹/۹	۲۱	۱۰ (e) و (m)
۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۶ (e)
۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۱	۲۵/۵	۲۹	۱۶ (m)
۴۲	۵۱	۴۸	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۵ (e)
۴۲	۵۱	۴۸	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۲۹	۳۴/۲	۲۹	۲۵ (m)
۴۸	۵۵/۵	—	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۳۶	۴۴	۴۲	۲۹	۳۴/۲	۳۶	۳۵ (m)
—	—	—	—	—	—	۴۸	۵۵/۵	—	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۲	۵۱ (m)
—	—	—	—	—	—	۴۸	۵۵/۵	—	۴۲	۵۱	۴۸	۳۶	۴۴	۴۸	۶۰ (m)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	۴۸	۵۵/۸	—	۴۲	۵۱	—	۹۵ (m)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	۴۸	۵۵/۸	—	۱۲۰ (m)
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	۴۸	۵۵/۸	—	۱۵۰ (m)



– در صورت استفاده از کماناره برای برش لوله ی فولادی اصول صحیح برش لوله با کماناره را رعایت کنید.  
– در انتخاب رول پلاک و رول بولت توجه داشته باشید که سنگینی اعمال شده را بتواند تحمل کند.  
– هرگز بیش از ظرفیت مجاز از لوله ی فولادی سیم عبور ندهید.

#### ۴-۳-۴- مراحل کار:

- لوله ی فولادی Pg۱۳/۵ را مطابق اندازه های داده شده در شکل ۴-۲۸ و در مواردی که اندازه داده نشده، در اندازه ی مناسب ببرید.
- لوله هایی را که به چراغ و پریز سه فاز وصل می شوند خم کاری کنید.
- لوله ای را که به الکتروموتور منتهی می شود با خم  $90^\circ$  و زانوی  $90^\circ$  اتصال دهید. برای این کار لوله ها را حدیده کنید.
- لوله ها را مطابق شکل ۴-۲۸ به جعبه تقسیم، چراغ تونلی، کلید یک پل و پریز سه فاز اتصال داده و توسط بست های فولادی روی دیوار نصب کنید.
- لوله ی فولادی را با لوله ی خرطومی فلزی به الکتروموتور ارتباط دهید.



اجزای کار عملی عبارت اند از:

- ۱- لوله ی فولادی Pg۱۳/۵
- ۲- لوله ی خرطومی فلزی
- ۳- بست فلزی تکی
- ۴- بست فلزی مرکب

$180\text{ mm} = L$  برای لوله مستقیم  $100\text{ mm}$

$50\text{ mm} = L1$

$800 - 1100\text{ mm} = L2$

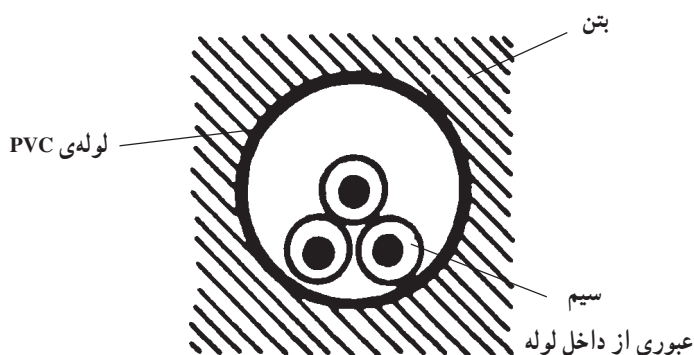
شکل ۴-۲۸



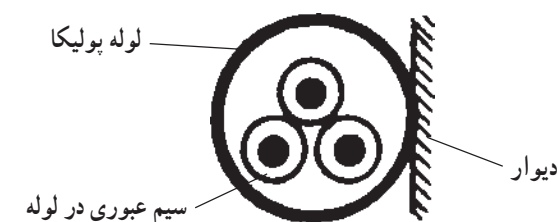


شکل ۴-۲۹- انواع لوله و اتصالات PVC

۴-۴- برش، خم کاری، اتصال و نصب لوله های PVC  
 ۴-۴-۱- لوله های PVC و کاربرد آن ها در تأسیسات الکتریکی: ماده ی PVC (پلی وینیل کلراید) یکی از ترموپلاستیک ها است. با افزودن مقداری ماده ی پلاستیک به PVC سخت، آن را قابل انعطاف می کنند. ماده ای که به این طریق به دست می آید در برابر ضربه و تکان های شدید مقاوم تر است. از PVC برای ساخت لوله ها استفاده می شود که یکی از مصارف آن در لوله کشی برق می باشد. شکل ۴-۲۹ انواع لوله و اتصالات PVC را نشان می دهد.



الف - نصب لوله پولیکا داخل کار



ب - نصب لوله پولیکا در مکان های مرطوب به صورت روکار

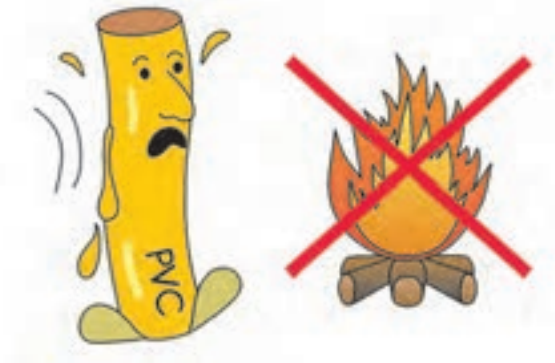
شکل ۴-۳۰

لوله ی PVC سخت را برای ولتاژ ۶۰۰ ولت و کم تر و در موارد زیر می توان به کار برد:

- نصب روی دیوار، کف و سقف ساختمان های بتنی.
- نصب در زمین در صورتی که، در غلاف بتنی به ضخامت حداقل دو سانتی متر قرار داده شود و یا در عمق حداقل ۶۰ سانتی متر از کف نصب شود (شکل ۴-۳۰- الف).
- در محل هایی که در معرض عوامل خوردگی شدید قرار دارد و یا مکان هایی که در معرض مواد شیمیایی باشد.
- در مکان های مرطوب از قبیل محل هایی که غالباً شسته می شوند و یا قسمت هایی از برخی کارخانه ها و کارگاه ها مانند لبنیات سازی، لباس شویی، کنسروسازی و امثال آن. در چنین مواردی لوله کشی جعبه ها و لوازم مربوطه باید به نحوی مجهز و نصب شود که از ورود آب به داخل آن جلوگیری شود (شکل ۴-۳۰- ب). هم چنین کلیه ی پایه ها، پیچ ها، بست ها، مهره ها و متعلقات لوله کشی با لوله ی PVC باید از نوع مقاوم در برابر زنگ زدگی باشد.

- به طور کلی از این لوله ها می توان در مکان های خشک یا مرطوب به جز موارد زیر استفاده نمود.

– در ساختمان‌هایی که احتمال اشتعال وجود دارد (شکل ۴-۳۱).



شکل ۴-۳۱

– برای ولتاژ بیش از ۶۰۰ ولت، به استثنای مواردی که لوله در غلاف بتنی به ضخامت ۵ سانتی‌متر قرار داشته باشد.  
– نصب در ارتفاع کم از سطح زمین به صورت آزاد، مگر در مواردی که در برابر صدمات فیزیکی محافظت شود (شکل ۴-۳۲).



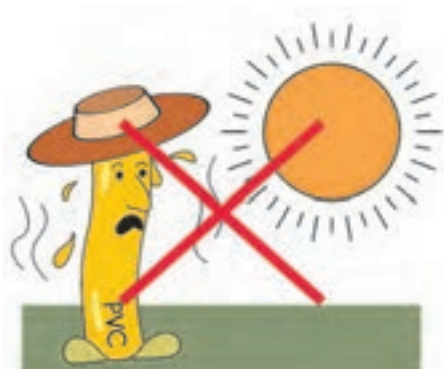
شکل ۴-۳۲

– استفاده به عنوان پایه‌ی چراغ‌ها و یا نگهدارنده‌ی وسایل الکتریکی (شکل ۴-۳۳).



شکل ۴-۳۳

– نصب در محل‌هایی که لوله در معرض نور خورشید قرار داشته باشد مگر در مواردی که لوله برای همین منظور ساخته شده باشد (شکل ۴-۳۴).



شکل ۴-۳۴



## ۴-۴-۲- چگونگی تعیین تعداد سیم‌های مجاز

جدول ۴-۵- تعداد سیم‌های مجاز درون لوله‌های PVC میلی‌متری

اندازه‌ی اسمی لوله‌های پولیکا (PVC) میلی‌متری				
سطح مقطع سیم به میلی‌مترمربع	۱۶ میلی‌متر	۲۰ میلی‌متر	۲۵ میلی‌متر	۳۲ میلی‌متر
۱	۷	۱۲	۲۰	۳۴
۱/۵	۶	۱۱	۱۸	۳۰
۲/۵	۵	۸	۱۴	۲۳
۴	۳	۵	۹	۱۵
۶	۲	۴	۷	۱۲
۱۰	—	۲	۴	۷
۱۶	—	۲	۳	۵
۲۵	—	—	۲	۳
۳۵	—	—	—	۲
۵۰	—	—	—	۲

داخل لوله‌ی PVC : حداکثر تعداد مجاز هادی‌های روشنایی، و پریزها (قدرت) در داخل لوله‌های PVC، برحسب سطح مقطع هادی‌ها و قطر داخلی لوله‌ها و همچنین حداکثر تعداد مجاز هادی‌های جریان ضعیف (تلفن و زنگ اخبار و مانند آن) در لوله‌های پلاستیکی سخت (PVC) برحسب سطح مقطع و یا قطر هادی‌ها و قطر داخلی لوله‌ها در دو نوع میلی‌متری و اینچی در جداول ۴-۵ و ۴-۶ درج شده است.

حداقل قطر داخلی لوله‌های PVC سخت ۱۶ mm است.

مثال : سیم ۱۰ میلی‌مترمربع را از لوله‌ی شانزده نمی‌توان

عبور داد و از لوله‌ی ۲۰ میلی‌مترمربع دو رشته، از لوله‌ی ۲۵ میلی‌مترمربع چهار رشته، از لوله‌ی ۳۲ میلی‌مترمربع هفت رشته می‌توان عبور داد.

## جدول ۴-۶- تعداد سیم‌های مجاز درون لوله‌های PVC اینچی

اندازه‌ی نامی لوله‌های (PVC) اینچی								
۱/۴ اینچ		۱ اینچ		اسمی ۳/۴ اینچ		۵/۸ اینچ		سطح مقطع به میلی‌متر مربع
فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	
۳۰	۳۵	۱۹	۲۰	۹	۱۲	۶	۷	۱
۲۶	۳۱	۱۸	۱۸	۸	۱۰	۵	۶	۱/۵
۲۱	۲۴	۱۳	۱۴	۶	۸	۴	۵	۲/۵
۱۳	۱۶	۸	۹	۴	۵	۲	۳	۴
۱۰	۱۲	۶	۷	۳	۴	۲	۲	۶
۶	۷	۴	۴	۲	۲	—	—	۱۰
۵	۵	۳	۳	—	—	—	—	۱۶
۳	۳	۲	۲	—	—	—	—	۲۵
۲	۲	—	—	—	—	—	—	۳۵
—	۲	—	—	—	—	—	—	۵۰

شش رشته می‌توان عبور داد.

تذکر: منظور از لوله‌های PVC فشار قوی لوله جداره‌ی ضخیم برای تحمل نیروهای مکانیکی زیاد است و منظور از لوله PVC فشار ضعیف لوله جداره‌ی نازک می‌باشد که برای جاهایی که مقدار نیروهای فشاری کم باشند استفاده می‌گردد.

مثال: سیم با سطح مقطع ۱۰ میلی‌مترمربع را از لوله‌ی

۵/۸" فشار قوی و فشار ضعیف نمی‌توان عبور داد، از لوله‌ی ۳/۴" فشار قوی و فشار ضعیف هر کدام دو رشته سیم، از لوله‌ی ۱" فشار قوی و فشار ضعیف هر کدام چهار رشته سیم و از لوله‌ی ۱ ۱/۴" فشار ضعیف هفت رشته و فشار قوی همان لوله

### ۴-۴-۳- لوازم و تجهیزات کار با لوله‌ی PVC:

— چسب PVC: برای اتصال لوله‌ی پی‌وی‌سی تا قطر ۵۰

میلی‌متر از چسب مخصوص با غلظت کم و برای لوله‌های با قطر بیش‌تر از چسب با غلظت زیاد استفاده می‌کنند. چسب مخصوص لوله‌ی پی‌وی‌سی اگر در معرض هوای آزاد قرار بگیرد، حلال آن تبخیر و به صورت ژلاتین درمی‌آید. معمولاً این تغییر حالت با تغییر رنگ همراه است و چسب دیگر قابل استفاده نیست (شکل ۴-۳۵).



شکل ۴-۳۵- چسب PVC

چسب غلیظ شده (یعنی به حالت ژلاتینی درآمده) را نباید با استفاده از حلال، رقیق و مصرف کرد، زیرا چسب، در این حالت خاصیت چسبندگی خود را از دست می‌دهد.

این چسب‌ها باید از شعله‌ی آتش دور نگهداشته شوند. هم‌چنین بوییدن و یا تماس چسب با پوست بدن باعث عوارضی می‌شود که برای سلامت شخص زیان‌آور است.

— سه‌راهی، زانویی، تبدیل و چهارراه PVC:

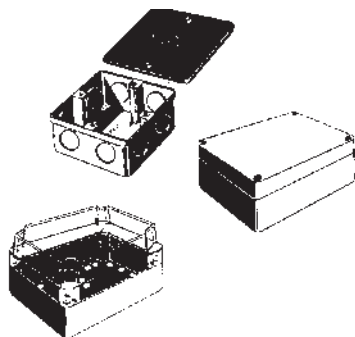
اتصالات لوله‌های PVC مناسب با قطر هر لوله در اندازه‌های  $\frac{1}{4}$  تا ۴ اینچ به شکل‌های زانو، سه‌راه، تبدیل، بوشن و چهارراه ساخته می‌شوند (شکل ۴-۳۶).



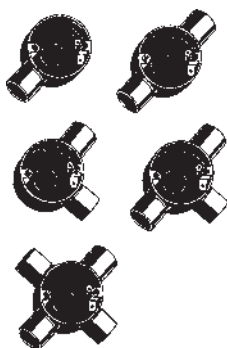
شکل ۴-۳۶- زانویی PVC

— انواع جعبه‌های مورد استفاده در لوله‌کاری PVC:

برای انشعاب و اتصالات الکتریکی هادی‌ها و ارتباط لوله‌های PVC در محل تقاطع آن‌ها از انواع جعبه‌های چهارگوش و جعبه‌های گرد استفاده می‌شود. در شکل ۴-۳۷ انواع جعبه‌های چهارگوش و در شکل ۴-۳۸ انواع جعبه‌های گرد که در لوله‌کاری PVC روی دیوار، سقف و یا کف کاربرد دارند نشان داده شده است.

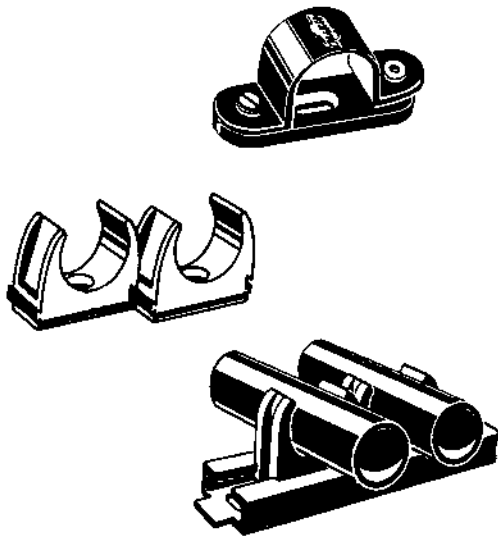


شکل ۴-۳۷- انواع جعبه‌ی PVC چهارگوش



شکل ۴-۳۸- انواع جعبه‌ی PVC گرد

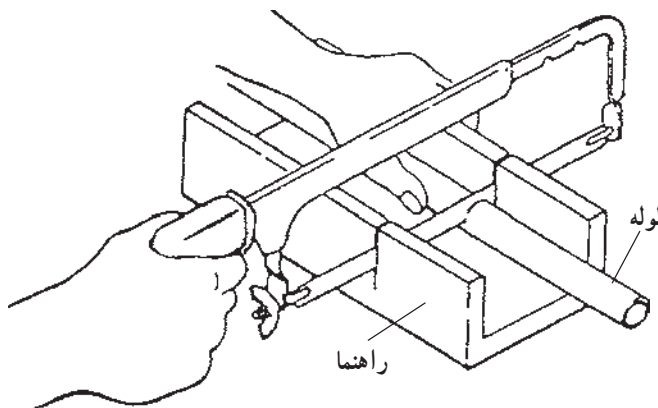
— **بست لوله:** به هنگام لوله کشی با استفاده از لوله های PVC در نقاط مختلف از جمله نصب روی دیوار، سقف و کف ساختمان ها و کانال های عبور لوله های برق برای ثابت و محکم نگه داشتن لوله ها و هم چنین برای نصب کابل های برق بدون استفاده از لوله در ساختمان های صنعتی و کارگاه ها و آزمایشگاه ها از انواع بست PVC استفاده می گردد (شکل ۴-۳۹).



شکل ۴-۳۹- انواع بست لوله ی PVC

#### ۴-۴-۴- برش، خم کاری و اتصال و نصب لوله ی PVC:

— **برش لوله ی PVC:** برای بریدن لوله های PVC از کمان ارّه ی آهن بر دستی و یا ارّه ی برقی می توان استفاده نمود. از لوله بُر دورانی که دور لوله چرخیده و آن را قطع می نماید، نباید استفاده کرد زیرا در تماس با لوله ایجاد حرارت می کند و ترک هایی در اطراف محل قطع شده به وجود می آورد. برای این که لوله هایی که با ارّه ی دستی بریده می شوند مقطع قائمی پیدا کنند، بهتر است از وسیله ی راهنما استفاده شود (شکل ۴-۴۰).

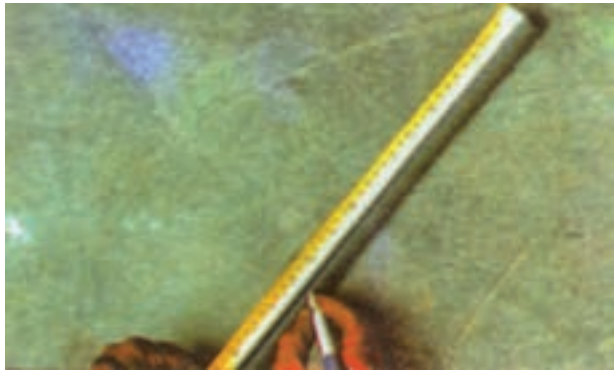


شکل ۴-۴۰- بُرش لوله ی PVC با ارّه ی دستی به کمک وسیله ی راهنما

— **خم کاری لوله ی PVC:** برای خم کردن لوله های PVC از حرارت استفاده می کنند. به عبارت دیگر لوله های PVC را در حالت گرم خم می کنند. دمای لازم برای این کار، بسته به قطر لوله، از ۹۰ تا ۱۳۰ درجه ی سانتی گراد متغیر است. از دستگاه حرارت زا مانند: چراغ کوره ای، پیک گاز و یا اجاق گاز استفاده می شود. شکل ۴-۴۱ پیک گاز را برای حرارت دادن لوله های PVC نشان می دهد.



شکل ۴-۴۱- پیک گاز



شکل ۴-۴۲ — علامت‌گذاری روی لوله‌ی PVC



شکل ۴-۴۳ — حرارت دادن لوله‌ی PVC

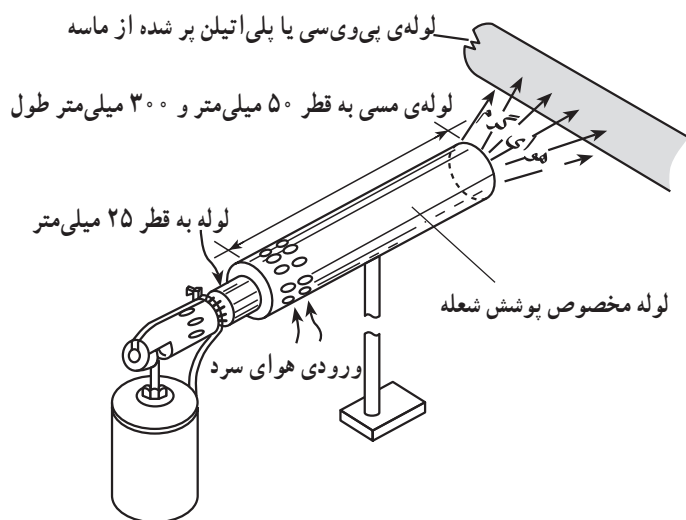


شکل ۴-۴۴ — قرار دادن فنر خم‌کاری در داخل لوله



شکل ۴-۴۵ — سرد کردن لوله پس از خم‌کاری

برای خم کردن لوله‌ی PVC، ابتدا محلی را که می‌خواهند خم کنند با خودکار یا ماژیک علامت‌گذاری کرده (شکل ۴-۴۲)، سپس به کمک چراغ کوره‌ای و یا شعله‌ی گاز آن را گرم می‌کنند (شکل ۴-۴۳) به‌طوری که لوله نرم شود. ناحیه‌ای که باید گرم شود از حدوداً پانزده سانتی‌متر قبل و پانزده سانتی‌متر بعد از محل علامت‌گذاری است. زمانی که لوله نرم شد، فنر متناسب با قطر لوله را داخل لوله کرده به‌طوری که از محل علامت‌گذاری شده گذشته باشد (شکل ۴-۴۴). آن‌گاه لوله را با توجه به زاویه‌ی موردنظر خم کرده و بلافاصله آن را توسط آب سرد می‌کنند تا خم ایجاد شده به حالت خود باقی بماند (شکل ۴-۴۵). استفاده از فنر با قطر کم‌تر، سبب دو پهن شدن لوله در محل خم می‌شود. در طول حرارت دادن محل خم‌کاری، باید دقت نمود که شعله تماس مستقیم با لوله نداشته باشد. به همین دلیل لوله را بالای شعله چراغ می‌گیریم (شکل ۴-۴۳) یا از لوله مخصوص پوشش شعله استفاده می‌کنیم (شکل ۴-۴۶).

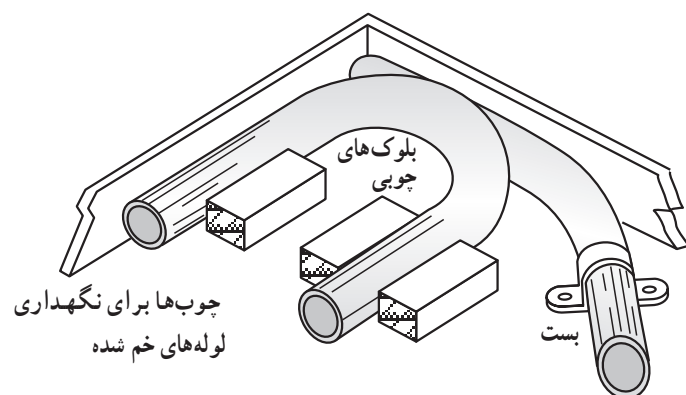


شکل ۴-۴۶- در حال حرارت دادن لوله‌ی PVC پر از ماسه

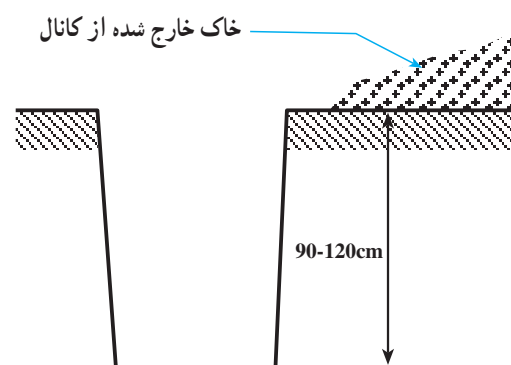
برای شکل دادن به لوله‌ی PVC حرارت دیده، به غیر از فنر خم کاری از روش‌های دیگری مانند پر کردن لوله با ماسه نرم و هوای فشرده یا گرم کردن آن با آب جوش استفاده می‌شود. پر کردن لوله با ماسه برای جلوگیری از تابش آن در موقع خم کردن یکی از متداول‌ترین روش‌هاست. این روش برای لوله‌های بزرگ‌تر از قطر ۲۰ میلی‌متر کاربرد دارد. برای این منظور باید قبل از گرم کردن لوله، آن را از ماسه پر کرد. بدین ترتیب که یک سر لوله را با درپوش به‌طور موقت می‌بندند و پس از پر شدن لوله، سر دیگر را با درپوش دیگری می‌پوشانند و سپس لوله را برای نرم کردن و تغییر شکل دادن حرارت می‌دهند (شکل ۴-۴۶).

این روش را نمی‌توان برای خم کردن لوله‌های با قطر خیلی زیاد به کار برد.

در تمام روش‌های خم کاری لوله‌های PVC باید اولاً لوله‌ها را تا سرد شدن کامل در حالت خم شده نگاه داشت، ثانیاً توزیع حرارت لوله یکنواخت باشد و از حرارت دادن موضعی آن جداً خودداری شود، ثالثاً باید دقت کرد که لوله در درجه حرارت نرم شدن به مدت زیادی باقی نماند، رابعاً هیچ‌گاه درجه حرارت از دمای نرم شدن لوله بیش‌تر نشود؛ زیرا در غیر این صورت مقطع لوله از شکل اصلی (دایره) خارج شده و غیرقابل استفاده خواهد شد. برای جلوگیری از بازگشت لوله‌ی خم شده توسط حرارت به حالت اول لازم است از بست‌های فلزی یا بلوک‌های چوبی که در موقع گرم کردن در دو سر لوله به کار می‌روند استفاده نمود و پس از سرد شدن کامل، بست‌ها را از دو سر لوله جدا کرد (شکل ۴-۴۷). شعاع خم مناسب برای لوله‌هایی که با حرارت خم می‌شوند، سه برابر قطر خارجی لوله است.



شکل ۴-۴۷

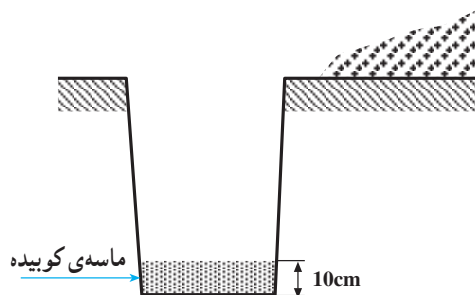


مرحله ۱ - آماده‌سازی کانال خاکی (حفر کانال به عمق و ابعاد مورد نیاز)

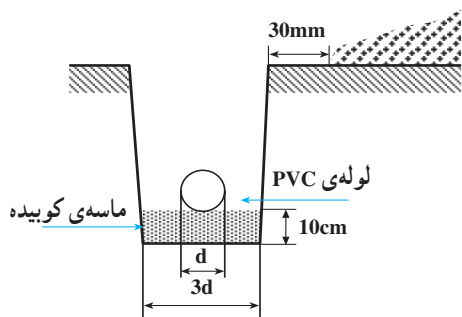
**نصب لوله‌ی PVC:** در کارگذاری لوله‌های PVC در زیرزمین و در کانال خاکی نکات زیر باید رعایت شود:

- در محل‌های سردسیر عمق کانال پایین‌تر از عمق یخبندان باشد.

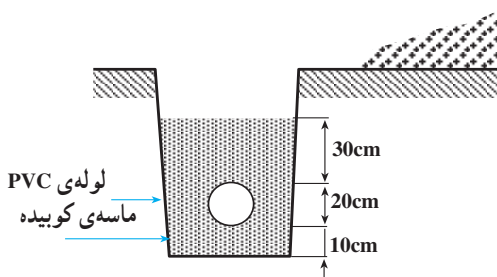
- حداقل پوشش روی لوله در زیر جاده ۱۲۰ سانتی‌متر و در پیاده‌روها ۹۰ سانتی‌متر و در زمین‌های بدون عبور و مرور ۳۰ سانتی‌متر است مرحله ۱ (شکل ۴-۴۸).



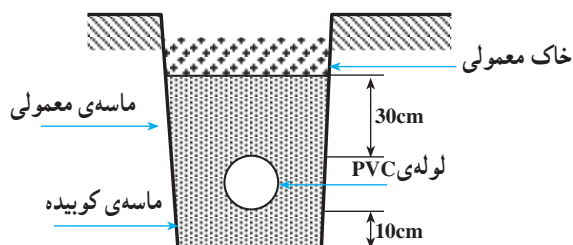
مرحله ۲ - ماسه‌ریزی بستر کانال



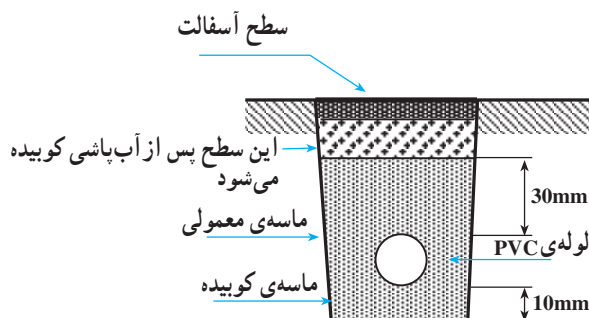
مرحله ۳ - قرار دادن لوله



مرحله ۴ - ماسه‌ریزی روی لوله



مرحله ۵ - خاک‌ریزی کانال



مرحله ۶ - غلتک‌کاری و آسفالت

شکل ۴-۴۸

● در زیر لوله، حداقل  $10^\circ$  سانتی‌متر ماسه ریخته شود  
مرحله ۲ (شکل ۴-۴۸).

● عرض کف کانال حداقل ۳ برابر قطر لوله باشد.  
به‌طوری‌که در هر طرف حداقل به اندازه‌ی قطر لوله ماسه ریخته شود. ضمناً عرض ماسه‌ریزی شده کم‌تر از  $15^\circ$  سانتی‌متر نباشد.  
مرحله ۳ (شکل ۴-۴۸).

● روی لوله حداقل  $30^\circ$  سانتی‌متر ماسه ریخته شود. مرحله ۴ (شکل ۴-۴۸).  
● ارتفاع روی لوله از سطح زمین کم‌تر از  $30^\circ$  سانتی‌متر نباشد.

● پس از ماسه‌ریزی لازم روی لوله (مطابق مرحله ۴)  
بقیه‌ی ارتفاع باقی‌مانده را با خاک معمولی پر کنید مرحله ۵ (شکل ۴-۴۸).

● سپس خاک کانال را آب‌پاشی نموده و در نهایت روی سطح خاک‌ریزی شده را غلتک بزنید.  
\* برای آسفالت خیابان ضرورت دارد پس از زیرسازی، عمل آسفالت‌کاری اجرا گردد مرحله ۶ (۴-۴۸).



## ۴-۵- کار عملی (۹)

زمان: ۶ ساعت

### ۴-۵-۱- هدف: برش، خم کاری و اتصال و نصب

لوله‌های PVC

### ۴-۵-۲- مواد و وسایل مورد نیاز:

- ۱- لوله‌ی PVC نمره ۱۳/۵ ۱/۵ متر
- ۲- بست لوله ۳ عدد
- ۳- زانو ۱۳/۵ ۱ عدد
- ۴- چسب لوله‌ی PVC ۱ عدد
- ۵- خط کش فلزی ۱ عدد
- ۶- فنر خم کاری ۱ عدد
- ۷- پریموس یا سربیک گازی ۱ عدد
- ۸- پیچ گوشتی ۱ عدد
- ۹- دریل دستی ۱ عدد
- ۱۰- مته‌ی الماسه نمره ۶ یا ۷ ۱ عدد
- ۱۱- متر فلزی ۲ متری ۱ عدد
- ۱۲- مداد ۱ عدد
- ۱۳- اره ۱ عدد
- ۱۴- سوهان گرد ۱ عدد
- ۱۵- مواد تمیزکاری سرلوله‌ها یک سری

### ۴-۵-۳- نکات ایمنی:

- لوله‌های PVC را در جاهایی که احتمال اشتعال وجود دارد نباید به کار برد.

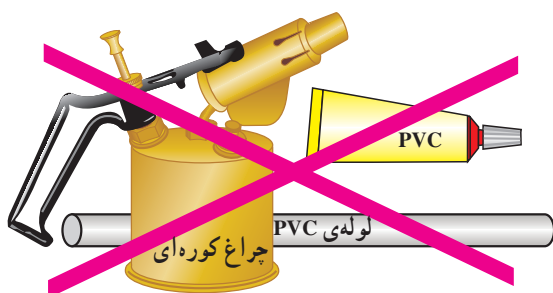
- چسب PVC هرگز نباید در معرض حرارت یا شعله قرار گیرد (شکل ۵۰-۴).

### ۴-۵-۴- مراحل کار:

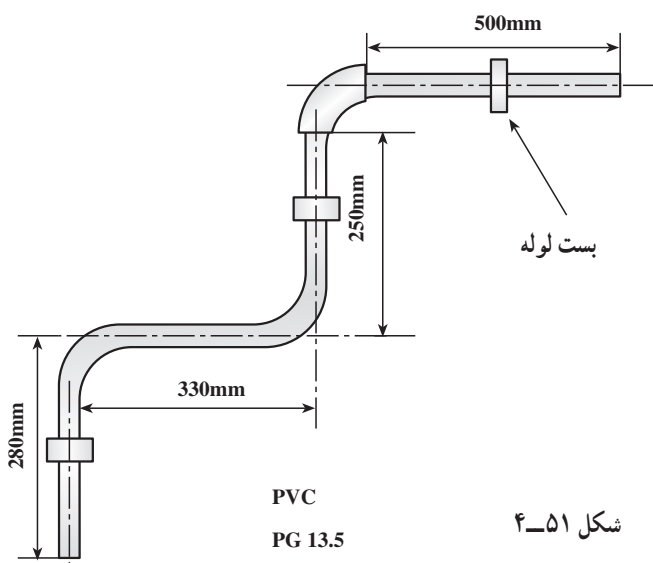
- ۱- مطابق شکل ۵۱-۴، با در نظر گرفتن اندازه‌های داده شده، طول لوله را محاسبه کنید و ببرید.
- ۲- به وسیله‌ی فنر خم کاری و حرارت، لوله را به صورت شکل خم کنید.
- ۳- با استفاده از یک زانو لوله‌ی خم شده را به یک لوله به طول ۵۰ سانتی متر توسط چسب اتصال دهید.
- ۴- مجموعه را توسط بست لوله بر روی دیوار نصب کنید (شکل ۵۱-۴).



شکل ۴۹-۴ - برخی از ابزار و مواد لازم



شکل ۵۰-۴



شکل ۵۱-۴

## آزمون پایانی (۴)

- ۱- لوله‌ی سیاه را در جاهای ..... و لوله‌ی گالوانیزه را در جاهای ..... مورد استفاده قرار می‌دهند.
- ۲- لوله‌های فولادی در سه استاندارد متفاوت ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از: ۱- ..... ۲- ..... ۳- .....
- ۳- برای از بین بردن پلیسه و زائده‌های ایجاد شده در داخل لوله از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟  
الف - حدیده      ب - لوله‌بر      ج - چراغ کوره‌ای      د - برقو
- ۴- برای ایجاد اصطکاک بین آچار لوله‌گیر و لوله، فک‌ها را به‌صورت ..... می‌سازند.
- ۵- سه وسیله‌ی مخصوص لوله‌کاری را نام برده و کاربرد هر یک از آن‌ها را بنویسید.
- ۶- چرا در سیم‌کشی‌های توکار و روکار از لوله استفاده می‌شود؟
- ۷- هر یک از وسایل لوله‌کاری زیر، برای چه منظوری استفاده می‌شوند؟  
الف - زانو      ب - تبدیل      ج - بوشن      د - سه راه و زانویی دردار
- ۸- مقطع لوله و تعداد سیم‌های مجاز برای عبور از لوله چگونه انتخاب می‌شود؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۹- کاربرد رول‌پلاک و رول‌بالت در لوله‌کاری چیست؟
- ۱۰- روش برش صحیح لوله‌های برق را شرح دهید.
- ۱۱- رزوه کردن لوله‌های فولادی چگونه انجام می‌گیرد؟ اصول کار را شرح دهید.
- ۱۲- چرا در موقع رزوه کردن لوله‌های فولادی از روغن استفاده می‌شود؟
- ۱۳- در چه مواردی از لوله‌های PVC می‌توان برای عبور دادن سیم‌ها و کابل‌های برق استفاده کرد؟
- ۱۴- در چه مواردی نمی‌توان از لوله‌های PVC استفاده نمود؟
- ۱۵- حداقل قطر داخلی لوله‌های PVC ..... می‌باشد.
- ۱۶- برای اتصال PVC تا قطر ۵۰ میلی‌متر از چسب مخصوص با غلظت ..... و برای لوله‌های با قطر بیش‌تر از چسب با غلظت ..... استفاده می‌کنند.
- ۱۷- چرا نباید برای برش لوله‌های PVC از لوله‌بر دورانی استفاده کرد؟
- ۱۸- در کارگذاری لوله‌های PVC در زیرزمین توجه به چه نکاتی لازم است؟