

#### ۴-۳-۵- ابزار و تجهیزات نصب کابل:

جک بالابر و دستگاه کلاف بازکنی: جهت بالا بردن قرقه‌ی کابل از جک بالابر استفاده می‌شود. شکل ۵-۵-الف قرقه‌ی کابل را که بر روی جک پیچی قرار گرفته است نشان می‌دهد. در این شکل اجزای تشکیل دهنده عبارت‌اند از:

۱- تکیه‌گاه گردان

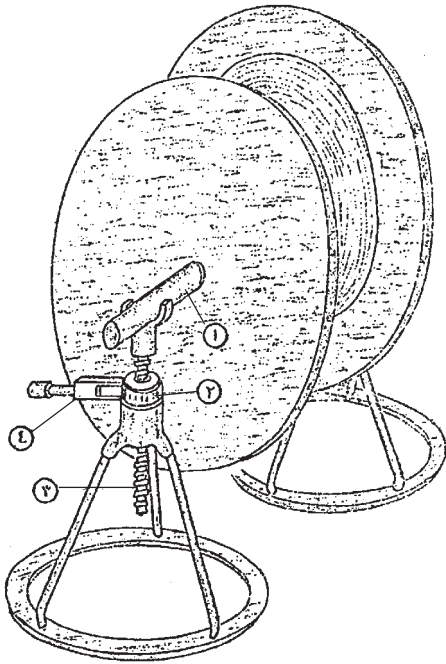
۲- چرخ‌دنده

۳- پیچ بالابر

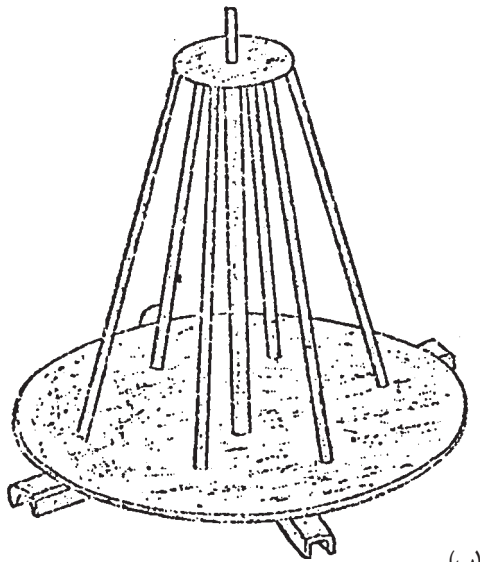
۴- اهرم فرمان جفجغه

شکل ۵-۵-ب نیز یک کلاف بازکن دستی را نشان

می‌دهد.



الف- قرقه‌ی کابل بر روی جک بالابر



شکل ۵-۵-ب



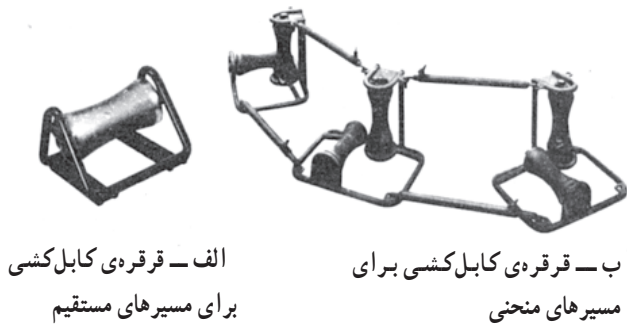
شکل ۵-۵۱- دستگاه کشش کابل

#### دستگاه کشش کابل: این دستگاه دارای دو غلتک

عمودی و یک غلتک افقی است. یک موتور الکتریکی غلتک پیش برنده را می‌چرخاند. با قرار دادن کابل بین دو غلتک و اتصال الکتروموتور به برق کابل روی غلتک افقی به طرف جلو رانده خواهد شد. فاصله‌ی بین غلتک‌ها متغیر می‌باشد. در کانال‌هایی که دارای پیچ و خم زیاد باشد در طول مسیر از این دستگاه در فواصل معین و در ابتدا و انتهای قوس‌ها استفاده می‌شود.

نکته‌ی مهم در استفاده از این وسیله آن است که بایستی در تمام طول مسیر، کشش‌ها یکسان باشند. مزیت این روش این است که نیروی کشش کابل در تمام طول آن تقسیم می‌شود (شکل ۵-۵۱).

— قرقره‌ها و غلتک‌های کابل‌کشی: قرقره‌ها و غلتک‌ها از تماس کابل با زمین و صدمات ناشی از آن جلوگیری می‌کند. این تجهیزات در فواصل معینی از یکدیگر در کانال قرار می‌گیرند. برای مسیرهای منحنی باید از غلتک شکل ۵-۵۲- ب استفاده کرد.

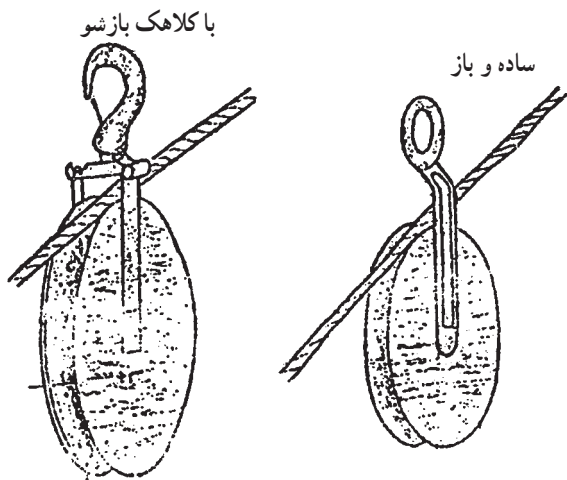


الف — قرقره‌ی کابل‌کشی برای مسیرهای مستقیم

ب — قرقره‌ی کابل‌کشی برای مسیرهای منحنی

شکل ۵-۵۲- قرقره‌های کابل‌کشی

شکل ۵-۵۳ دو نمونه قرقره نگهدارنده کابل از نوع آویزان را نشان می‌دهد.

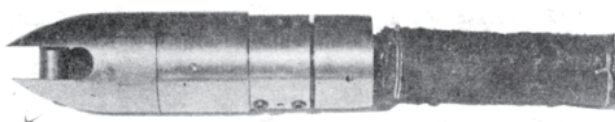


شکل ۵-۵۳- قرقره‌های نگهدارنده‌ی کابل

— گیره‌های کابل: شکل ۵-۵۴ گیره‌ی کابل (جوراب کابل) را نشان می‌دهد. کابلی که باید در مسیر کانال کشیده شود در درون این وسیله قرار می‌گیرد. با کشیده شدن انتهای جوراب قطر داخلی آن کم می‌شود و کابل را محکم دربر می‌گیرد. شکل ۵-۵۵ گیره کشش چشمی کابل را نشان می‌دهد. این گیره به حلقه انتهای جوراب کابل متصل شده و نیروی کشش را به کابل اعمال می‌کند.

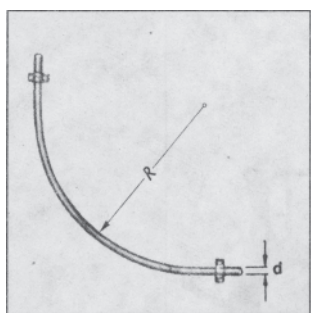


شکل ۵-۵۴- گیره‌ی کابل



شکل ۵-۵۵- گیره‌ی کشش چشمی کابل

۵-۳-۵- زوایای خمش کابل: در موقع کشیدن کابل در داخل کانال باید دقت شود که کابل بیچانده نشود، تا نخورد و جمع نشود، در ضمن خیلی تحت فشار کششی قرار نگیرد. اگر بخواهیم کابل در مقابل خم شدن و فشار محافظت شود، باید شعاع خمش کابل‌های مختلف حداقل مطابق جدول ۵-۶ باشد. شکل ۵-۵۶ زاویه‌ی خمش کابل را نشان می‌دهد.



شکل ۵-۵۶- زاویه‌ی خمش کابل

جدول ۵-۶- حداقل شعاع خمش کابل‌ها

کابل‌های عایق پلاستیک	کابل‌های عایق کاغذی با غلاف آلومینیومی صاف	کابل‌های عایق کاغذی با غلاف سربی یا غلاف آلومینیومی موج	کابل‌ها
$R = 12 \times d$ $R = 15 \times d$	$R = 25 \times d$ $R = 25 \times d$	$R = 15 \times d$ $R = 15 \times d$	کابل‌های چند سیمه $U_0 / U \leq 0,6 / 1kV$ $U_0 / U > 0,6 / 1kV$
$R = 15 \times d$	$R = 30 \times d$	$R = 25 \times d$	همه‌ی کابل‌های یک سیمه



شکل ۵-۵۷- کابل‌کشی روی دیوار

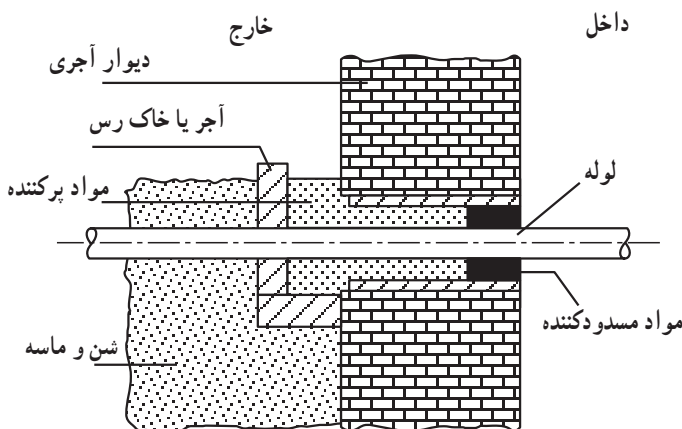
در این جدول  $R$  شعاع خمش،  $d$  قطر خارجی کابل  $U_0$  ولتاژ فازی و  $U$  ولتاژ خط می‌باشد. شعاع خمش با توجه به تعداد رشته‌های کابل و نوع غلاف و عایق، تعیین می‌شود.

### ۵-۳-۶- نصب کابل روی دیوار: در کارخانجات

صنعتی ممکن است کابل‌ها بر روی دیوار نصب شوند. در این صورت بایستی عمل نصب با ایمنی و زیبایی تمام انجام گرفته و کابل‌ها با بست به دیوار محکم شوند. ضمن این که کلیه اصول در مورد زوایای خمش رعایت شود و فاصله‌ی بست‌ها طوری باشد که کابل کاملاً صاف بوده و شکم ندهد (شکل ۵-۵۷). فاصله‌ی کابل‌های نصب شده روی دیوار از یکدیگر حداقل بایستی به اندازه‌ی قطر کابل باشد.

هنگام عبور کابل از دیوار باید کابل از داخل لوله‌ای که قطر داخلی آن حداقل  $1/5$  برابر قطر خارجی کابل باشد عبور داده شود و بعد از عبور کابل بایستی فاصله بین کابل و لوله کاملاً مسدود گردد. برای این کار می‌توان از پارچه‌ی کنفی که فشرده و با صمغ اپوکسی آغشته شده است (یا مواد مشابه دیگر) استفاده نمود. سپس با صمغ مخصوص اطراف لوله را کاملاً مسدود نمود. در این حالت بایستی دقت کرد تا دمای صمغ از  $100^\circ$  درجه‌ی سانتی‌گراد بیش‌تر نشود.

کابل‌های با غلاف PVC بایستی با لایه‌ای از نوار پلی‌اتیلن پوشیده شود (شکل ۵-۵۸).



شکل ۵-۵۸- عبور کابل از میان دیوار از داخل لوله

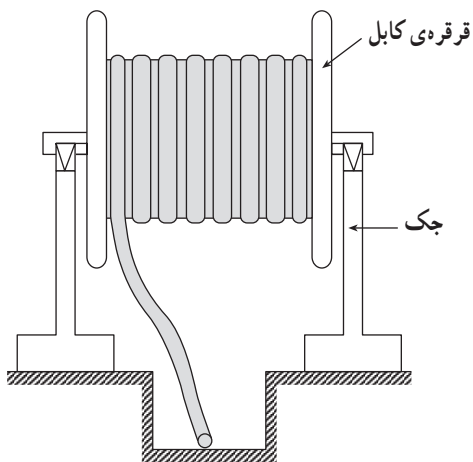
### ۷-۳-۵- نصب کابل در کانال خاکی: برای نصب

کابل‌ها در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال موردنظر را با ابعاد مشخص شده در نقشه‌ی مربوط حفر و کف آن را به ضخامت ۱۰ سانتی متر ماسه‌ریزی نمود، سپس کابل‌ها را مطابق شرایط گفته شده در کانال خواباند.

برای خواباندن کابل‌ها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. میزان حداقل درجه حرارت بایستی برحسب جدول ۷-۵ باشد. در صورتی که درجه حرارت کم‌تر از میزان داده شده باشد بایستی قبل از کابل‌کشی، کابل را در اتاق‌های مخصوص به اندازه‌ی لازم گرم کرد. در زمین‌های شوره‌زار و مکان‌هایی که حیوانات موذی وجود دارند استفاده از کابل‌های NYN مجاز نبوده و بایستی از کابل‌های زره‌دار استفاده کرد.

جدول ۷-۵- حداقل درجه حرارت کابل‌کشی بدون گرم کردن کابل

درجه‌ی سانتی‌گراد (°C)	نوع کابل
+۵	کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف PVC از یک کیلوولت تا ۳۵kV با پوشش حفاظتی
-۱۰	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش
-۷	ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا PVC با پوشش حفاظتی
-۱۵	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا PVC بدون غلاف حفاظتی
-۲۰	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا PVC با غلاف فلزی حفاظتی

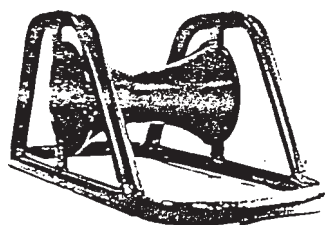


شکل ۵-۵۹- نحوه‌ی قرار گرفتن قرقره‌ی کابل روی جک مخصوص

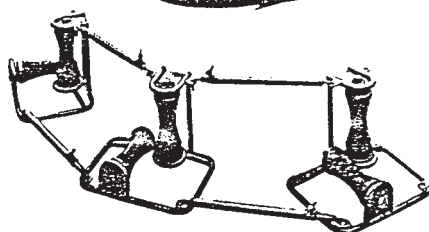
برای خواباندن کابل در کانال خاکی، قرقره‌ی کابل را با احتیاط و به وسیله‌ی جرثقیل به آرامی از روی تریلر پایین آورده و روی جک مخصوص قرار می‌دهند (شکل ۵-۵۹). جهت باز کردن کابل از روی قرقره‌ی کابل باید به جهت فلش که روی قرقره‌ی کابل نشان داده شده توجه شود و کابل در جهت فلش کشیده شود.

در موقع کابل‌کشی بایستی به هر نحو ممکن از تماس کابل با زمین جلوگیری کرد. برای این منظور از قرقره‌های مخصوص کابل‌کشی استفاده می‌شود.

برای کابل‌کشی سریع و آسان، کابل را باید از روی غلتک کابل عبور داد. غلتک کابل دو نوع است؛ ساده و زاویه. غلتک کابل ساده معمولاً در مسیرهای مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و غلتک زاویه جهت عبور کابل در مسیر قوس‌ها، زوایا و پیچ‌ها کاربرد دارد. شکل ۶-۵ دو نوع غلتک کابل‌کشی را نشان می‌دهد.

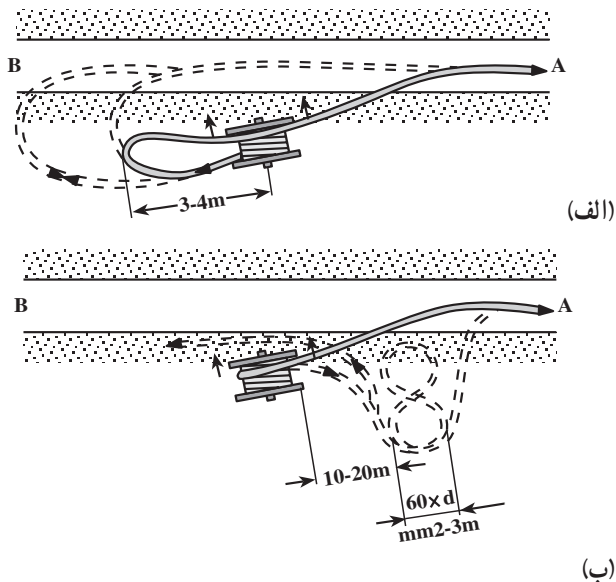


الف - غلتک کابل ساده



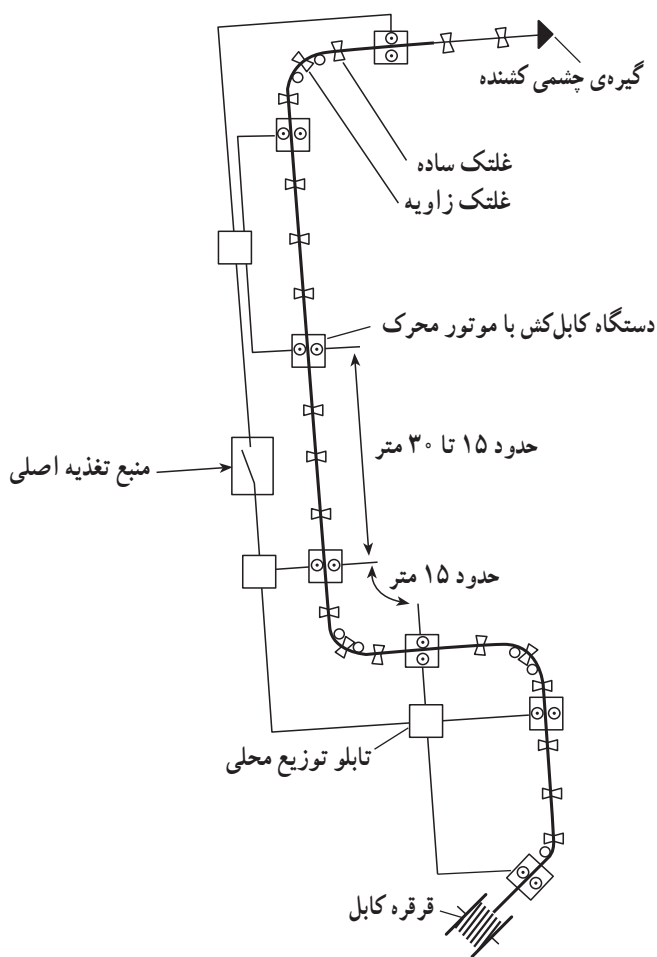
ب - غلتک زاویه

شکل ۶-۵- غلتک‌های کابل‌کشی



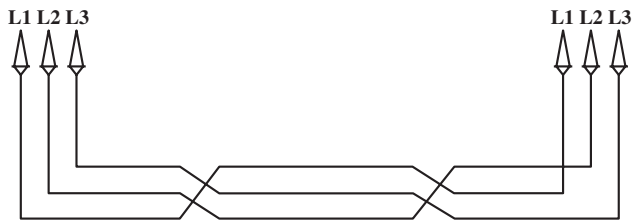
شکل ۵-۶۱

در صورتی که کارگر کافی برای کشیدن کابل در یک مرحله وجود نداشته باشد می توان قرقره ی کابل را در وسط مسیر کابل قرار داد و طول مورد نیاز را از بالای قرقره در جهت (A) باز کرد (شکل ۵-۶۱-الف)، سپس قرقره را بیش تر چرخانده و یک حلقه به طول ۳ تا ۴ متر در جهت (B) به وجود آورد و بعد کابل را از روی قرقره و از پهلو بلند کرد به طوری که کابل از زیر قرقره کشیده شود. بعد خم کابل را در طول ۴ تا ۶ متر پهن کرد و آن را مستقیماً در کانال خوابانید. در صورتی که به علت وجود مانع از خواباندن قسمت دوم کابل از بالا جلوگیری شود، کابل بایستی مانند شکل «۸» در سمت جلوی قرقره قرار گرفته و سپس کابل کشی صورت گیرد (شکل ۵-۶۱-ب).



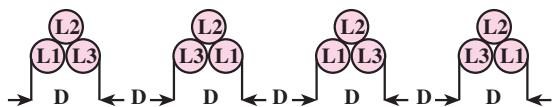
شکل ۵-۶۲

در صورتی که تعداد خم های مسیر کم باشد و نیز موانع زیادی در مسیر وجود نداشته باشد از دستگاه کابل کش (وینچ) استفاده می شود. در این حالت، قرقره ی کابل را در ابتدای کانال و وینچ را در فواصل مناسب و انتهای کانال قرار می دهند و کابل را با سرعتی قابل قبول و آرام می کشند. قبل از کابل کشی با وینچ لازم است مسیر کابل کشی بازرسی شده و اطمینان لازم جهت مناسب بودن مسیر از هر لحاظ به دست آید. شکل ۵-۶۲ به صورت دیاگرام خطی روش کابل کشی با وینچ را نشان می دهد.



شکل ۵-۶۳ - جابه‌جایی کابل‌ها در طول مسیر طولانی

در صورتی که قرار است سه کابل در یک مسیر طولانی به طول چندین کیلومتر کشیده شود ضرورت دارد کابل‌ها را در طول مسیر مطابق شکل ۵-۶۳ جابه‌جا کرد.




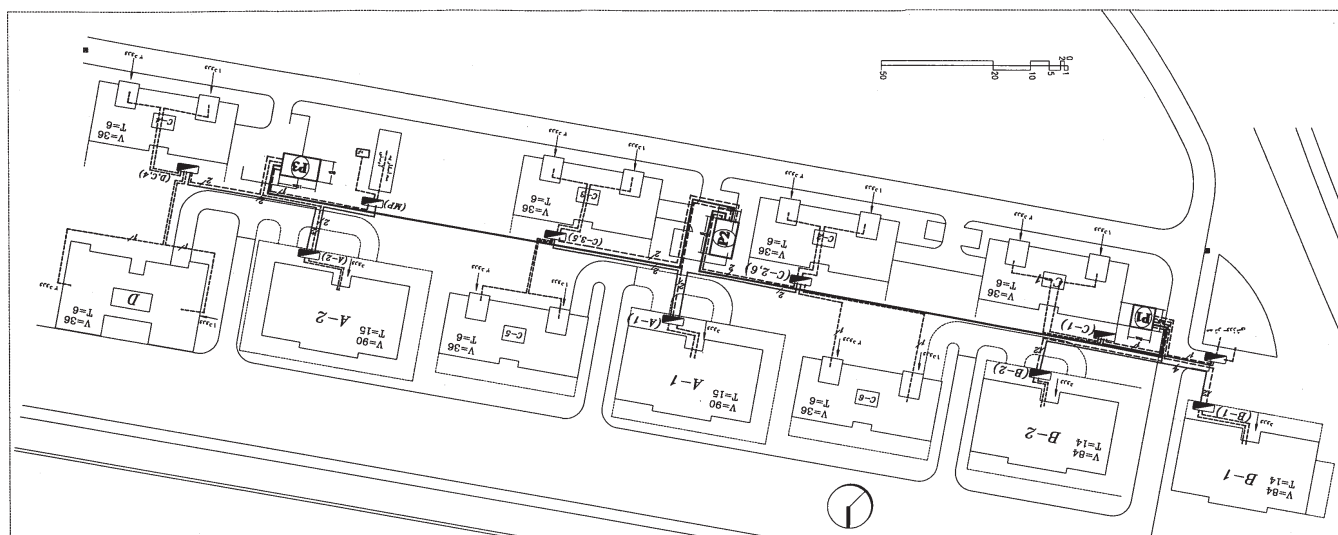
اگر چندین کابل تک رشته در کانال مشترکی کشیده می‌شوند، لازم است مطابق شکل ۵-۶۴ فاصله‌ی آن‌ها نسبت به هم تنظیم شود.



شکل ۵-۶۴ - فاصله‌ی کابل‌ها نسبت به هم در داخل کانال خاکی

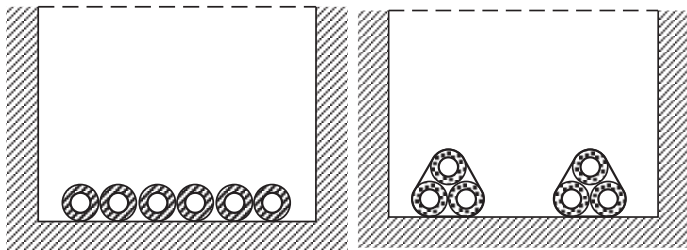
شکل ۵-۶۵ مسیر کابل کشی را در کانال خاکی در داخل یک شهرک مسکونی نشان می‌دهد.

در این نقشه  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  پست‌های ترانسفورماتور می‌باشند و علائم  تابلوهای توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهند. خطوط ارتباطی بین تابلوها و پست‌ها نشان‌دهنده‌ی کابل‌های ارتباطی هستند.



شکل ۵-۶۵ - مسیر کابل کشی در داخل یک شهرک مسکونی





الف - آرایش ردیفی کابل‌ها در کانال  
پیش ساخته

ب - آرایش مثلثی کابل‌ها در کانال  
پیش ساخته

شکل ۵-۶۶

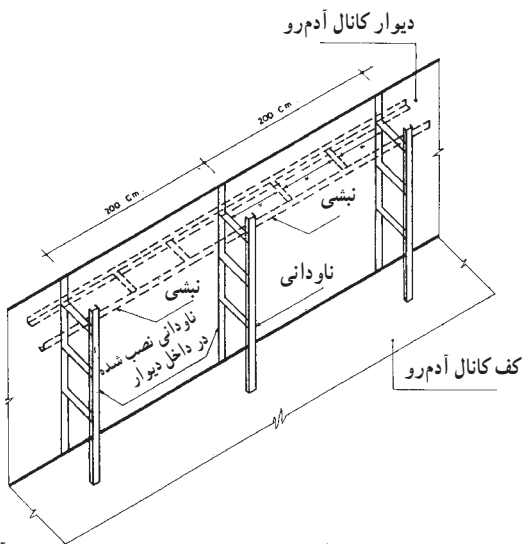
### ۸-۳-۵- نصب کابل در داخل کانال :

کابل کشی معمولاً به دو صورت کانال‌های کوچک<sup>۱</sup> و کانال‌های آدم‌رو ساخته می‌شود. کانال‌های کابل کوچک معمولاً در موتورخانه‌ها، پست‌های برق، اتاق و یا سالن‌های مولد برق کاربرد دارد و باید دارای درپوش‌های قابل برداشت از آهن آجدار و با دستگیره‌ی مناسب در تمام طول کانال باشد. شکل ۵-۶۶ آرایش ردیفی و آرایش مثلثی کابل‌ها در کانال را نشان می‌دهند.

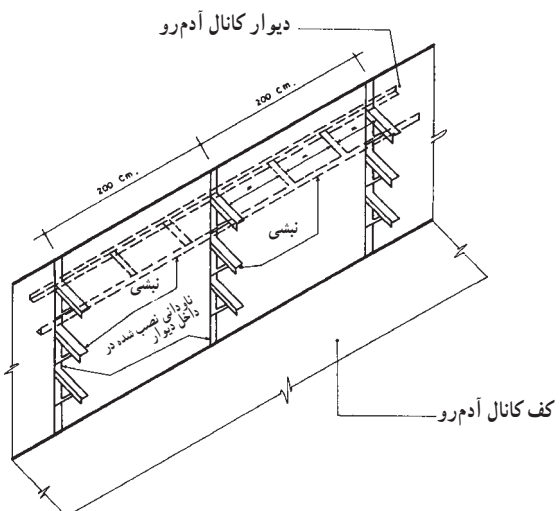
کانال‌های آدم‌رو از بتون پیش‌ساخته یا بتون درجا و با استحکام مناسب ساخته می‌شود و معمولاً برای هدایت آب احتمالی کف آن دارای شیبی برابر نیم الی یک درصد بوده و برای آن‌ها کف‌شورهایی نیز در نظر گرفته می‌شود.

برای نصب کابل در کانال‌های فوق معمولاً از پایه‌های پیش‌ساخته‌ی گالوانیزه که در روی دیواره‌ی کانال و در تمام طول آن نصب می‌شود، استفاده می‌گردد که روی آن‌ها سینی کابل نصب می‌شود. کابل‌ها با فواصل معین و ترتیب خاصی روی سینی‌ها چیده می‌شوند. فاصله‌ی دو سینی موازی با هم باید طوری باشد که بتوان به راحتی در موقع لزوم بین آن‌ها کار انجام داد. این نوع کانال‌ها در تیپ‌های مختلف ساخته می‌شود که در شکل ۵-۶۶ دو تیپ اسکله‌بندی و بازبندی نشان داده شده است.

کابل‌هایی که در هر کانال نصب می‌شوند باید به تعدادی باشند که نصب آن‌ها به آسانی میسر بوده و تعمیر و تعویض آن‌ها نیز به سهولت انجام گیرد در مواردی که مجاری کابل در انتهایی خود در معرض تغییر زیاد درجه حرارت قرار می‌گیرند (مانند سردخانه‌ها یا منابع حرارتی) باید قسمت مناسبی از مجاری به نقطه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت‌های سرد و گرم جلوگیری شود.



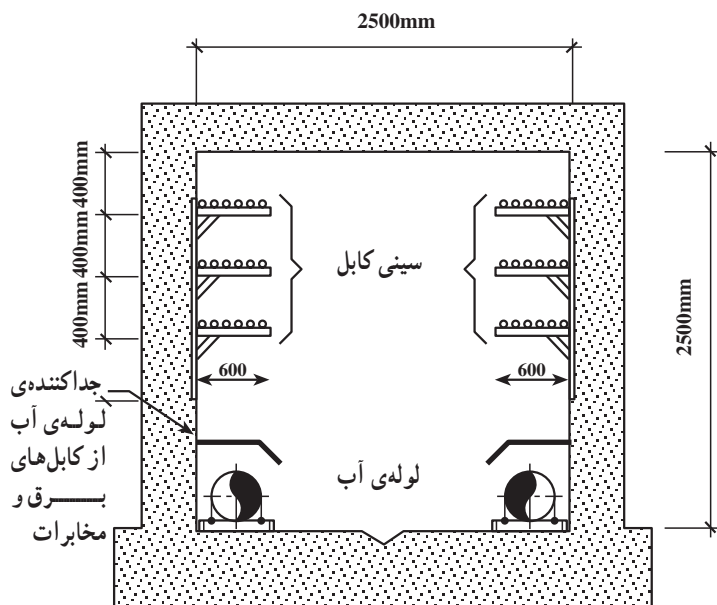
الف - جزئیات تیپ اسکله‌بندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدم‌رو



ب - جزئیات تیپ بازبندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدم‌رو

شکل ۵-۶۷

۱- به کانال‌های کوچک اصطلاحاً گربه‌رو گفته می‌شود.



شکل ۵-۶۸



شکل ۵-۶۹



شکل ۵-۷۰

### ۹-۳-۵- نصب کابل روی سینی کابل: ابعاد

سینی‌های کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابل‌ها و هم‌چنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود. ولی به‌طور کلی باید سینی‌های کابل از ورق گالوانیزه‌ی مشبک به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شود.

سینی‌های کابل چند طبقه، باید با توجه به عرض آن به‌نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل‌ها حداقل از یک طرف امکان‌پذیر باشد و فاصله‌ی موازی آن‌ها مطابق شکل ۵-۶۸ تا ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد. کابل‌ها بر روی سینی کابل باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و هم‌چنین به فاصله‌ی ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱/۵ متر در مسیرهای قائم به سینی‌ها محکم شوند. شکل ۵-۶۹ یک نوع کانال اجرا شده برای تأسیسات برق را نشان می‌دهد.

کلیدی کانال‌های آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداکثر ۶ متر بوده و هم‌چنین در صورت امکان برای تماس با خارج از کانال، در صورت لزوم پریزهای تلفن در فواصل معینی (از ۲۰ متر تا ۵۰ متر) نصب شود. شکل ۵-۷۰ در کانال‌های آدم‌رو در صورتی که علاوه بر تأسیسات برقی از تأسیسات مکانیکی نیز استفاده می‌شود باید حتی‌الامکان تأسیسات مکانیکی در پایین‌ترین سطح با جداکننده از کابل‌های برق قرار گیرند، یا در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره‌ی مقابل تأسیسات مکانیکی نصب گردد (شکل ۵-۷۰).





زمان: ۶ ساعت

## ۵-۵- کار عملی (۱۲)

۱-۵-۵- هدف: کابل کشی در کانال خاکی

۲-۵-۵- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کانال خاکی به طول تقریبی ۱۰ متر

۲- کابل پروتودور NYY<sup>2</sup> ۱۶×۵ به طول تقریبی

۲۵ متر (برای دو مدار مجزا)

۳- قیچی کابل بر یک دستگاه

۴- وسایل کار بنایی به اندازه‌ی مورد نیاز

۵- آجر یا بلوک سیمانی به تعداد مورد نیاز

۶- نوار حفاظتی (نوار هشدار دهنده) به طول تقریبی کانال

خاکی

۷- ماسه‌ی نرم به مقدار مورد نیاز

در شکل ۵-۷۳ قیچی کابل بری نشان داده شده است.

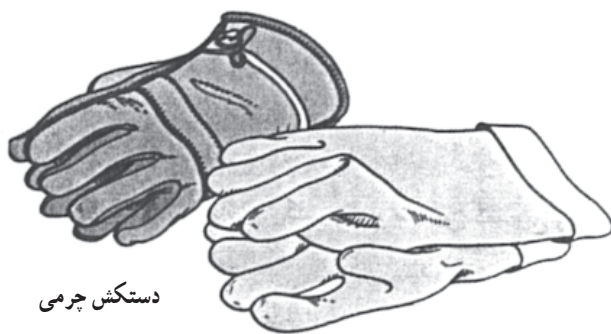
۳-۵-۵- نکات ایمنی:

قبل از شروع به کار از سالم بودن وسایل کار مطمئن

شوید.



شکل ۵-۷۳- قیچی کابل بری



دستکش چرمی

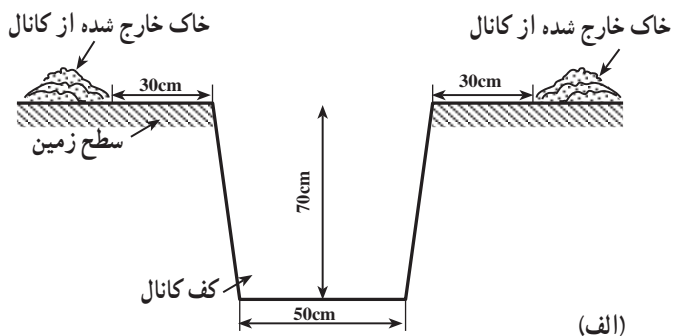
دستکش لاستیکی

شکل ۵-۷۴- دستکش‌های حفاظتی

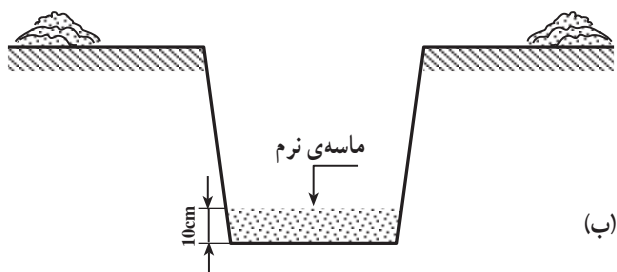
از دستکش چرمی جهت حفاظت دست‌های خود استفاده نمایید.

#### ۴-۵-۵- مراحل کار:

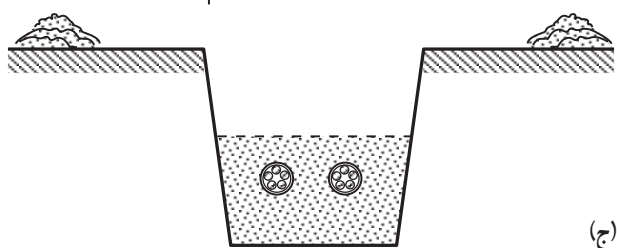
۱- یک کانال خاکی به عمق ۷۰ سانتی متر و به عرض ۵۰ سانتی متر مطابق شکل ۵-۷۵-الف آماده کنید، به طوری که خاک خارج شده از کانال با فاصله ۳۰ سانتی متر از کانال ریخته شود.



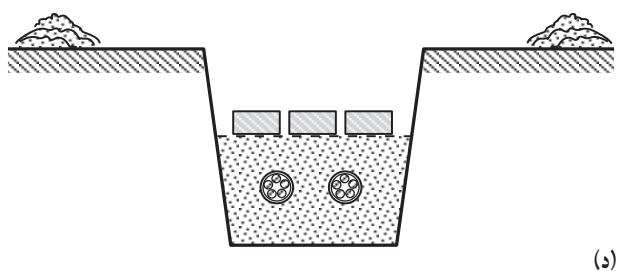
۲- کف کانال را به ارتفاع ۱۰ سانتی متر با ماسه نرم بپوشانید (شکل ۵-۷۵-ب).



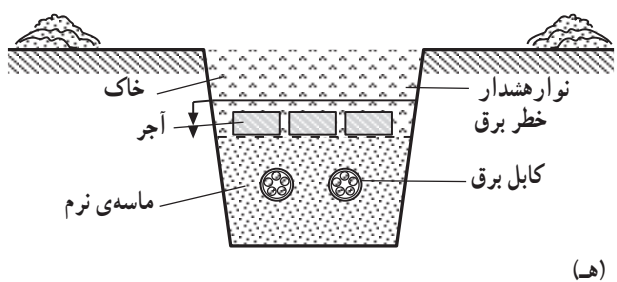
۳- دو رشته کابل  $5 \times 16 \text{ mm}^2$  را روی بستر آماده شده قرار دهید و سپس روی آن را به ارتفاع ۱۰ سانتی متر نرم بریزید (شکل ۵-۷۵-ج).



۴- سپس روی ماسه را آجرچینی کنید (شکل ۵-۷۵-د).



۵- پس از آجرچینی نوار هشداردهنده خطر برق را روی آجرها بکشید و سپس کانال را با خاک پر کنید (شکل ۵-۷۵-ه).



شکل ۵-۷۵- مراحل نصب کابل در کانال خاکی

## آزمون پایانی (۵)



- ۱- کابل را تعریف کنید.
- ۲- کابل‌ها براساس نوع و موارد مصرف به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۳- قسمت‌های اساسی کابل عبارت‌اند از ..... و ..... و .....
- ۴- با افزایش فشار الکتریکی ضخامت کدام یک از اجزای کابل تغییر می‌کند؟  
الف - عایق      ب - هادی      ج - غلاف      د - حفاظ فولادی
- ۵- در شناسایی رشته‌های مختلف کابل‌ها هر گاه کابل سه رشته باشد کدام گزینه در مورد رنگ سیم‌های آن صحیح است.
- الف - مشکی، آبی، قهوه‌ای      ب - مشکی، آبی و مشکی  
ج - مشکی، مشکی، مشکی      د - مشکی، آبی، سبز
- ۶- هدف از کاربرد غلاف در کابل‌ها چیست و معمولاً از چه نوع موادی به عنوان غلاف استفاده می‌شود؟
- ۷- برحسب استاندارد کابل مسلح با نوار فلزی (زره فولادی) را با چه حرفی نشان می‌دهند؟  
الف - B      ب - Y      ج - Z      د - H
- ۸- روی کابلی حروف NYCY نوشته شده است. مفهوم آن چیست؟  
الف - کابل با هادی مسی، عایق و غلاف PVC با زرهی مسی است.  
ب - کابل با هادی آلومینیومی و زره فولادی  
ج - کابل با هادی مسی و غلاف و عایق PVC و زره فولادی  
د - کابل روغنی
- ۹- کدام یک از حروف و علائم زیرمربوط به کابل مسی نرم شده VDE آلمان با غلاف سربی عایق ترموپلاست و بانداژ زرهی با تسمه فولادی است؟  
الف - NKBA      ب - NKaFA      ج - NKRGb      د - NEKEBA
- ۱۰- برای روشنایی خیابان‌ها از کابل‌های ..... و ..... و برای کارخانجات شیمیایی از کابل‌های ..... و ..... استفاده می‌شود.
- ۱۱- اصول و مراحل اتصال کابل شو به وسیله‌ی لحیم‌کاری را شرح دهید.
- ۱۲- طریقه‌ی اتصال کابل شوی پیچی به کابل را توضیح دهید.
- ۱۳- عوامل مؤثر در انتخاب بست برای نصب کابل در روی دیوار را بیان کنید.
- ۱۴- در کابل‌کشی روی دیوار فاصله‌ی کابل‌ها بایستی حداقل به اندازه‌ی ..... باشد.
- ۱۵- عمق کانال‌خاکی برای ولتاژ تا ۲۰ کیلوولت چند سانتی‌متر است؟  
الف - ۱۰۰      ب - ۸۰      ج - ۱۲۰      د - هیچ‌کدام



- ۱۶- عمق کانال (کابل‌های فشار ضعیف) از سطح زمین به تعداد کابل‌هایی که روی یکدیگر قرار می‌گیرند بستگی دارد. کابل فوقانی باید حداقل ..... زیر خاک پیاده‌رو و ..... زیر سطح خیابان باشد.
- ۱۷- تجهیزات کابل‌کشی زیر چه وظیفه‌ای بر عهده دارند؟ شرح دهید.
- الف - دستگاه کششی کابل      ب - جک بالابر      ج - غلتک کابل
- ۱۸- حداقل شعاع خمش برای کابل‌های چند سیمه چند برابر قطر کابل است؟
- الف - ۱۵۰      ب - ۳۰      ج - ۲۵      د - ۱۲
- ۱۹- کدام کابل‌ها را می‌توان در دمای حدود  $20^{\circ}\text{C}$  - نصب کرد؟
- الف - با عایق لاستیکی و غلاف سربی      ب - با عایق پلیاستیکی و غلاف پلیاستیکی
- ج - با عایق پلیاستیکی و غلاف سربی      د - با عایق کاغذی و غلاف فلزی
- ۲۰- در صورتی که محل خواباندن کابل زمینی شوره‌زار بوده و یا امکان وجود حیوانات موذی باشد از چه نوع کابل‌هایی باید استفاده کرد.
- ۲۱- به هنگام کابل‌کشی چرا کابل را در داخل کانال (یا کنار کانال) به شکل 8 درمی‌آورند.
- ۲۲- در انتخاب سینی برای نصب کابل چه اصولی باید رعایت گردد؟



## واحد کار ششم

### اتصال سر کابل و مفصل

#### هدف کلی:

آشنایی با سر کابل، مفصل و اتصالات آن

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

- ۱- انواع مختلف سرکابل را نام ببرد.
- ۲- سر کابل روغنی را توضیح دهد و موارد کاربرد آنرا ذکر کند.
- ۳- سر کابل قیری و اپوکسیدی را شرح دهد و اصول کاربرد آنرا بیان کند.
- ۴- انواع مفصل و موارد استفاده از آنها را ذکر کند.
- ۵- خصوصیات و کاربردهای مفصل چدنی دو راهی و سه راهی را نام ببرد.
- ۶- خصوصیات و کاربردهای مفصل سربی چدنی دو راهی و سه راهی را نام ببرد.
- ۷- مفصل پریکس دو راهی و سه راهی را معرفی کرده و تفاوت آنرا با انواع دیگر مفصل بیان کند.
- ۸- انواع لوازم مفصل بندی (نوار زرد - قیر - قیرگونی - اپواکسید، چسب پروتولین) را نام ببرد.
- ۹- کاربردهای روغن عایق، سیم مفتولی نرم، نخ ابرایشم، سیم افشان و بافته‌های مسی را در سر کابل بندی و مفصل بندی بیان کند.
- ۱۰- اصول مفصل بندی را بیان کند.
- ۱۱- اتصال سرکابل را با رعایت اصول ایمنی به صورت عملی انجام دهد.
- ۱۲- با رعایت اصول ایمنی مفصل بندی را در کارگاه اجرا کند.



ساعات آموزش

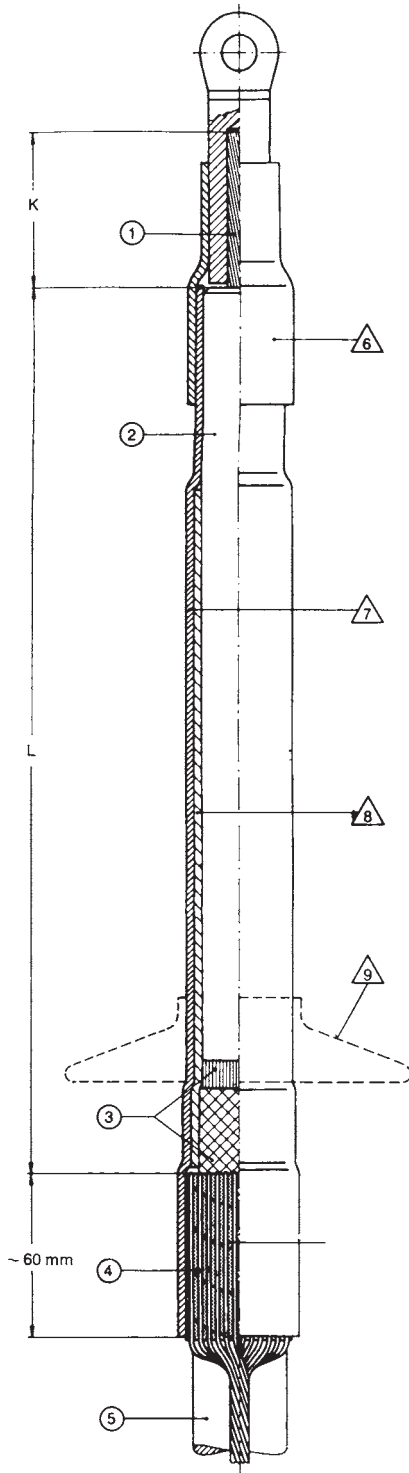
جمع	عملی	نظری
۲۲	۱۸	۴

## پیش آزمون (۶)

- ۱- برای اتصال دو سر کابل به یکدیگر در جهت طولی از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟  
الف - سرکابل      ب - مفصل      ج - کابل شو      د - غلاف کابل
- ۲- در اتصال کابل خشک و کابل روغنی به یکدیگر از کدام نوع مفصل استفاده می‌شود؟  
الف - مفصل روغنی      ب - مفصل خشک      ج - مفصل دو راهه      د - مفصل انتقال
- ۳- برای بستن سر کابل داخلی تک سیمه‌ی پروتولین از کدام وسیله استفاده نمی‌شود؟  
الف - پرس کابل شو      ب - ابزار تراش      ج - نوار PVC      د - هویه‌ی برقی
- ۴- در مفصل بندی، طول قسمتی از هادی که باید لخت شود و داخل مفصل قرار گیرد چه نسبتی با قطر هادی دارد؟  
الف - ارتباطی ندارد و طول هادی ثابت است.  
ب - با افزایش قطر، طول هادی باید کاهش یابد.  
ج - طول قسمت لخت شده دو برابر قطر هادی باید باشد.  
د - طول قسمت لخت شده ۴ برابر قطر هادی می‌باشد.
- ۵- کدام وسیله در مفصل بندی لازم است؟  
الف - چاقوی کابل بری      ب - اره‌ی کمانی      ج - بوشن و پرس مربوطه      د - هر سه مورد

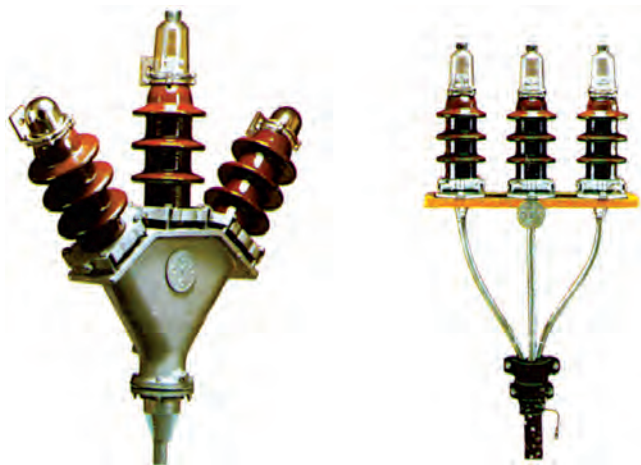
## ۱-۶- انواع سر کابل

سر کابل وسیله‌ای است که در مواقع تغییر نوع سیم‌های حامل جریان الکتریکی به کار می‌رود. مثلاً وقتی که بخواهند کابل زمینی را به سیم هوایی وصل کنند و یا کابل زمینی را به تجهیزات داخلی پست‌های برق مانند شین (باس بار)، کلیدهای قدرت و غیره اتصال دهند از سر کابل استفاده می‌کنند. سر کابل باید طوری بسته شود که رطوبت هوا و باران به هیچ‌وجه در آن نفوذ نکند و چنانچه کابل روغنی باشد، روغن داخل کابل بیرون نریزد، ساختمان و نوع سر کابل‌ها متفاوت بوده و بستگی به نوع کابل و مکان نصب آن دارد. سر کابل‌ها در اندازه‌های مختلفی ساخته می‌شوند. اندازه‌ی سر کابل بستگی به ولتاژ آن و اندازه‌ی کابل دارد. هرچه مقدار ولتاژ بیش‌تر شود ابعاد و طول سر کابل افزایش می‌یابد. شکل ۱-۶ یک نوع سر کابل را به همراه اجزای آن نشان می‌دهد. اجزای نشان داده شده در شکل عبارتند از:



شکل ۱-۶

- ۱- هادی
- ۲- عایق
- ۳- نیمه‌هادی محافظ هادی
- ۴- پوشش فلزی
- ۵- لایه‌ی بیرونی
- ۶- لایه‌ی آب‌بندی
- ۷- لایه‌ی مقاوم در برابر آب
- ۸- کنترل‌کننده‌ی فشار خارجی
- ۹- کلاهک

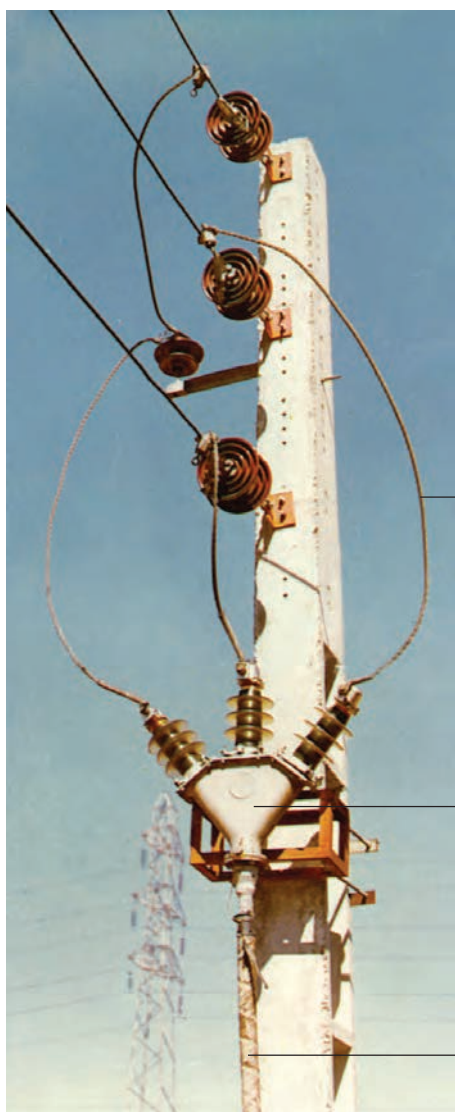


الف - نوع بیرونی

ب - نوع داخلی

شکل ۲-۶ - سر کابل‌های روغنی

بر اساس نوع کابل، سر کابل‌ها به دو دسته، سر کابل‌های روغنی و سر کابل‌های خشک، تقسیم می‌شوند. همچنین بر اساس مکان مورد استفاده نیز سر کابل‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: سر کابل‌های داخلی (قابل استفاده در فضاهاى سر بسته) و سر کابل‌های بیرونی (قابل استفاده در هوای آزاد). شکل ۲-۶ سر کابل روغنی خارجی (شکل الف) و سر کابل روغنی داخلی (شکل ب) را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۶ نحوه‌ی اتصال سر کابل روغنی بیرونی (خارجی) را به خط هوایی نشان می‌دهد.

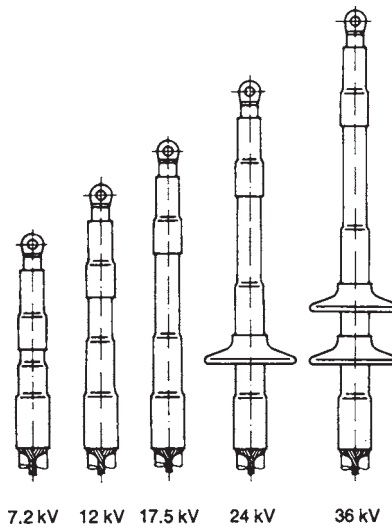
سیم هوایی

سر کابل روغنی

کابل زمینی

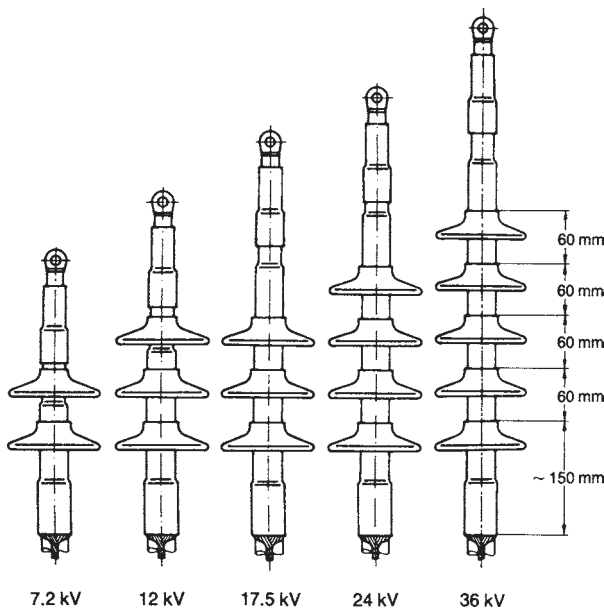
شکل ۳-۶ - اتصال سر کابل روغنی بیرونی به شبکه‌ی هوایی

امروزه با توجه به رشد زیاد و چشمگیر تولید و کاربرد کابل‌های خشک در شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی و مراکز صنعتی، کاربرد سر کابل‌های خشک نیز افزایش یافته است و کابل‌ها و سر کابل‌های روغنی کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. سر کابل‌های خشک دارای انواع مختلفی، از نظر کاربرد در فضای سر بسته و یا هوای آزاد، می‌باشند. این نوع سر کابل‌ها را می‌توان سریع نصب کرد و معمولاً نصب آن‌ها به کمک حرارت انجام می‌گیرد که در این حالت آن‌را سر کابل حرارتی می‌گویند. در شکل ۴-۶ الف انواع سر کابل خشک حرارتی داخلی نشان داده شده است. همان‌طوری که از شکل پیداست با افزایش مقدار ولتاژ اندازه‌ی سر کابل نیز افزایش می‌یابد.



الف - انواع سر کابل خشک داخلی

شکل ۴-۶ ب سر کابل‌های خشک بیرونی را برای ولتاژهای مختلف نشان می‌دهد.



ب - انواع سر کابل خشک بیرونی

شکل ۴-۶ - انواع سر کابل خشک

شکل ۵-۶ چند نوع سر کابل داخلی از نوع حرارتی را که آماده‌ی نصب در فضاهای سر بسته بر روی تجهیزات الکتریکی می‌باشد نشان می‌دهد.



شکل ۵-۶ - سر کابل‌های خشک حرارتی داخلی





شکل ۶-۶- سر کابل خشک حرارتی هوایی

زمان: ۶ ساعت

شکل ۶-۶ اتصال سر کابل حرارتی هوایی (خارجی) را به یک خط هوایی توزیع انرژی الکتریکی نشان می‌دهد.

## ۲-۶- کار عملی (۱۳)

۱-۲-۶- هدف: اتصال سر کابل‌های داخلی (داخل

تابلو) برای کابل‌های تک سیمه‌ی پروتولین

۲-۲-۶- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کابل با هادی مسی و عایق پروتولین و غلاف پروتولین

با هادی متحدالمرکز مسی به مقدار لازم

۲- کابل شوی پرسی ۱ عدد

۳- خط کش ۱ عدد

۴- چاقوی کابل بری ۱ عدد

۵- ابزار تراش (کاردک تیغ) ۱ دستگاه

۶- ابزار تراش دایره‌ای ۱ عدد

۷- نوار PVC به پهنای ۲۰ mm ۱ بسته

۸- قالب پلاستیکی ۱ عدد

۹- ماده‌ی تمیزکننده‌ی کابل به مقدار لازم

۱۰- بند کابل به مقدار لازم

۱۱- چسب روغنی ۱ بسته

۱۲- کابل شوی پرسی برای سیم زمین ۱ عدد

۱۳- قاب ثابت کننده‌ی کابل روی آن ۱ عدد

۱۴- پرس کابل شوی دستی ۱ دستگاه



توضیح: این نوع سر کابل‌ها (داخلی) برحسب مکان مورد استفاده و شرایط محیطی و آب و هوای منطقه در انواع مختلف در بازار وجود دارد به طوری که سر کابل‌های استاندارد شده JAES20 (شکل ۶-۷-الف) در محل‌های بسیار آلوده و مرطوب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سر کابل‌های نام‌برده برای سطح مقطع نامی ۲۵ میلی‌متر مربع تا ۵۰۰ میلی‌متر مربع ساخته شده‌اند.

الف - سر کابل برای محیط‌های بسیار آلوده

قالب  
پلاستیکی



تمیزکننده  
کابل



کابل شوی  
پرسی



بند کابل



در شکل ۶-۷-ب اجزای سر کابل JAES20 و لوازم

سر کابل بندی را نشان می‌دهد.

کابل شوی  
سیم زمین



چسب  
روغنی



نوار PVC



ب - اجزا و تجهیزات مورد نیاز یک سر کابل



شکل ۶-۷-ج سر کابل JAES20 مخصوص اتصال

کابل‌های خشک در محیط آب و هوایی عادی را نشان می‌دهد.

ج - سر کابل برای محیط‌های عادی

شکل ۶-۷

### ۳-۲-۶- نکات ایمنی:

- برای بریدن، لخت کردن و آماده کردن کابل جهت نصب سر کابل از وسیله و ابزار مناسب استفاده کنید.
- دستورهای ایمنی لخت کردن کابل مطرح شده در بند ۳-۲-۵ را در هنگام کار دقیقاً رعایت کنید.



الف - نحوه‌ی غلط لخت کردن کابل



ب - نحوه‌ی صحیح لخت کردن کابل

شکل ۸-۶

### ۴-۲-۶- مراحل کار:

- ۱- کابل را به گیره بسته و یا آن را با بست ثابت کنید (شکل ۹-۶-الف).
- ۲- غلاف خارجی را به طول  $220\text{mm} +$  طول کابل شو لخت کنید. سیم‌های مسی محافظ را قطع نکنید (شکل ۹-۶-ب).
- ۳- سیم‌های مسی محافظ را به اندازه‌ی  $50\text{mm}$  روی غلاف خارجی کابل برگردانید و سپس سیم‌ها را به هم ببیچید و بیرون آورید (شکل ۹-۶-ج).



الف- کابل ثابت شده



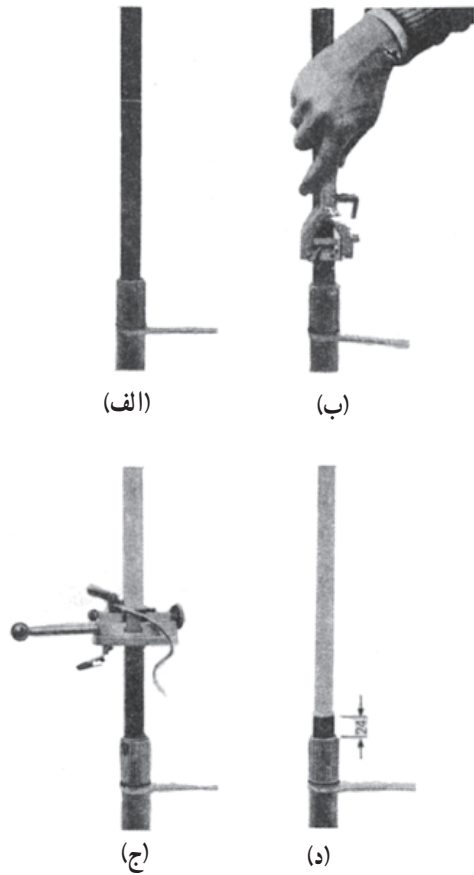
ب- غلاف خارجی برداشته شده



ج- سیم محافظ بیرون آورده شده

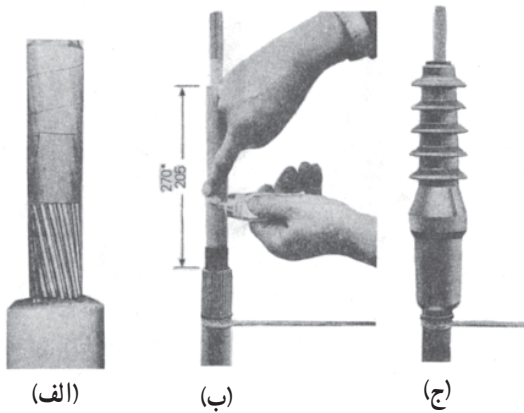
شکل ۹-۶

۴- نوار هادی دور لایه‌ی هادی و پشت سیم‌های مسی توری را بردارید و به وسیله‌ی کاردک تیغ، با بالا کشیدن به وسیله‌ی ابزار لخت کن دایره‌ای با چرخاندن، لایه‌ی هادی را تا ۲۴mm مانده به غلاف خارجی بتراشید (شکل ۱۰-۶).

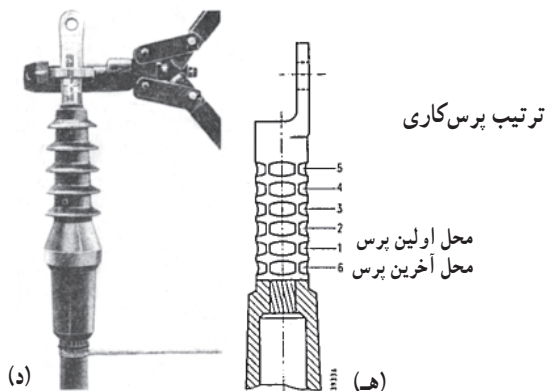


شکل ۱۰-۶

۵- قسمت سر عایق PE را به اندازه‌ی ۲۰۵mm تا انتهای غلاف خارجی لخت کنید (شکل ۱۱-۶-الف) و روی عایق PE چسب روغنی بزنید و سرسیم را با نوار PVC بپوشانید (شکل ۱۱-۶-ب). سپس قالب پلاستیکی را وارد کابل کنید و چسب روی سیم را باز کنید (شکل ۱۱-۶-ج).



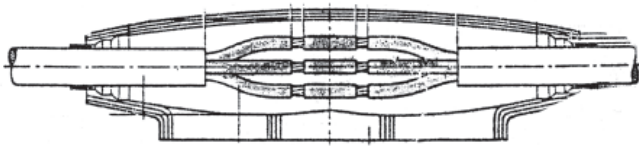
۶- کابل شو را وارد سرسیم کرده و با پرس دستی پرس کنید (شکل ۱۱-۶-د) به طوری که ترتیب پرس کاری مطابق شماره‌های شکل ۱۱-۶-هـ بوده و آخرین محل پرس در ابتدای کابل شو قرار گیرد.



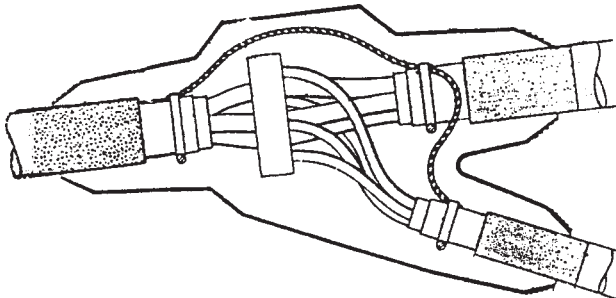
شکل ۱۱-۶

### ۳-۶- انواع مفصل

در هنگام کابل کشی در مسیرهای طولانی ضرورت دارد ابتدا و انتهای دو قرقه‌ی کابل را با رعایت کامل اصول عایق‌بندی از نظر ولتاژ، به هم اتصال داده (شکل ۱۲-۶- الف) و در داخل کانال خاکی و یا کانال بتونی نصب نمود، هم‌چنین در مواقع گرفتن انشعاب، باید کابل اصلی را در نقطه انشعاب قطع کرد و به کمک مفصل، کابل فرعی را به کابل اصلی متصل نمود (شکل ۱۲-۶- ب). علاوه بر این به هنگام بروز عیب در یک کابل زمینی پس از پیدا کردن محل عیب در کابل، آن نقطه از کابل را قطع کرده و پس از جدا کردن قسمت معیوب از قسمت سالم، دو قطعه‌ی کابل را توسط مفصل به هم متصل می‌نمایند. مفصل باید کابل را در محل اتصال در مقابل رطوبت و انواع نیروهای مکانیکی محافظت نماید.



الف- مفصل دوراهی



ب- مفصل سه راهه نوع Y

شکل ۱۲-۶- دو نمونه مفصل از نظر شکل



الف- نوع فولادی



ب- نوع PVC

مفصل‌ها معمولاً از جنس چدن، فولاد یا مواد عایقی مانند PVC ساخته می‌شوند و در اندازه‌های مختلف موجودند (شکل ۱۳-۶).

مفصل‌ها از نظر شکلی دارای انواع دیگری از قبیل چهارراه و سه راهی نوع T نیز می‌باشند.



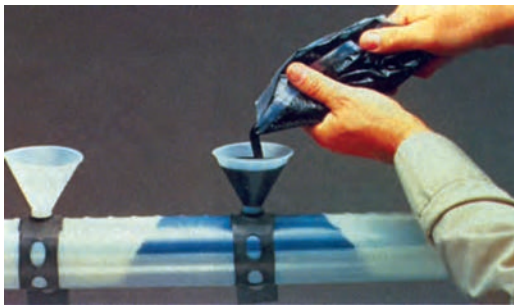
ج- نوع سربی چدنی

شکل ۱۳-۶- انواع مفصل از نظر نوع جنس



#### ۴-۶- مواد مورد استفاده در مفصل بندی

۴-۶-۱- پروتولین یا رزین ریختگی: پس از اتمام مفصل بندی، داخل مفصل را با ماده‌ی پروتولین پر می‌کنند که پس از سفت شدن، کابل‌ها را داخل مفصل کاملاً محکم نگه‌داشته و آن‌ها را نسبت به یکدیگر عایق می‌سازد. ماده‌ی پروتولین براساس ولتاژهای مختلف کاربردی دارای انواع مختلف می‌باشد. مانند پروتولین ۵۱H و ۵۱ که برای مفصل‌های تا ۳۰ کیلوولت مورد استفاده می‌باشد. هم‌چنین پروتولین ۸۰ که برای مفصل‌های تا ۱ کیلوولت کاربرد دارد (شکل ۶-۱۴).



شکل ۶-۱۴

۴-۶-۲- نوارهای عایق: برای عایق بندی سرکابل‌ها، مفصل‌ها، شینه‌ها و کابل شوها پس از انجام اتصالات از نوارهای عایق که در انواع مختلف موجود است استفاده می‌گردد. از جمله نوارهای عایق می‌توان به نوار زرد و هم‌چنین نوار چسب عایق اشاره کرد (شکل ۶-۱۵).



شکل ۶-۱۵

۴-۶-۳- روکش‌های حرارتی: روکش‌های حرارتی تیوب‌هایی هستند که قطر داخلی آن‌ها در اثر حرارت بالاتر از  $125^{\circ}\text{C}$  تا اندازه‌ی مورد نیاز کاهش می‌یابد. این تیوب‌ها که عایق الکتریکی هستند در مقابل عوامل جوئی مقاوم و دارای مشخصات مکانیکی خوبی هستند. این عایق‌های حرارتی معمولاً سیاه رنگ می‌باشند و پس از پوشاندن آن‌ها بر روی قسمت مورد نظر، با کمی حرارت دادن کاملاً به هادی چسبیده و آن را دربر می‌گیرد. این روکش‌ها دارای مصرف عمومی هستند و جهت پوشش خارجی کابل، ممانعت از خوردگی هادی کابل و یا پوشش دادن قسمت‌های بدون پوشش به عنوان عایق و یا محافظ به کار می‌روند. شکل ۶-۱۶- طریقه استفاده از روکش حرارتی را نشان می‌دهد.



ب- طریقه‌ی حرارت دادن روکش الف- انواع روکش حرارتی



ج- وضعیت روکش پس از عملیات

شکل ۶-۱۶- استفاده از روکش حرارتی

## ۵-۶- طریقه‌ی قرار دادن مفصل در کانال

جهت قرار دادن مفصل در کانال کابل باید زیر آن را آجر گذاشته و سعی کرد که مفصل به‌طور مستقیم در جهت خواباندن کابل قرار بگیرد. روی مفصل را ماسه‌ی نرم ریخته و جهت حفاظت بیش‌تر آجر چیده و سپس آن‌را با خاک می‌پوشانند، در شکل ۱۷-۶ دوروش قرار دادن مفصل در کانال نشان داده شده است. شماره‌های روی شکل عبارت‌اند از:

۱- آجر جهت حفاظت

۲- چاله‌ی زیر مفصل

۳- ستون نگهدارنده، از آجر

۴- مفصل

۵- ماسه‌ی نرم کوبیده شده

۶- کف کانال

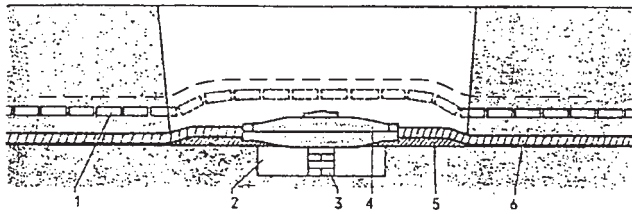
۷- طول اضافی (انحنای) کابل

۸- کانال کابل

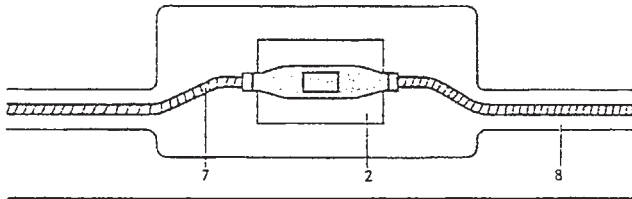
۹- انحنای کابل در جهت پایین

۱۰- کانال کابل

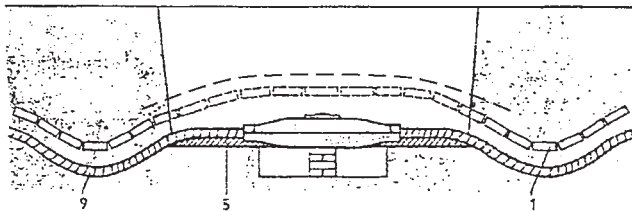
۱۱- نوار پلاستیکی زرد رنگ هشدار خطر برق



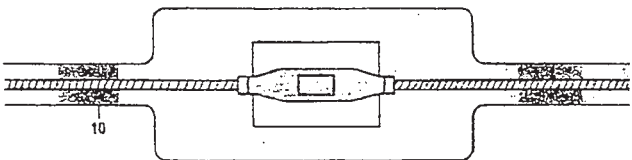
الف- نما از پهلویش روش اول



ب- نما از بالای روش اول



ج- نما پهلویش روش دوم



د- نما از بالای روش دوم

شکل ۱۷-۶- طریقه‌ی قرار دادن مفصل در کانال