

### سیم‌ها و کابل‌ها

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- انواع سیم‌ها را نام ببرد.
- ۲- نحوه‌ی لخت کردن سیم را بیان کند.
- ۳- انواع اتصالات سیم‌ها را تعریف کند.
- ۴- کارهای عملی مربوط به اتصالات سیم‌ها را انجام دهد.
- ۵- اتصالات لحیمی را شرح دهد و انواع آن را نام ببرد.
- ۶- کارهای عملی مربوط به اتصالات لحیمی را انجام دهد.
- ۷- کابل را تعریف و ساختمان آن را تشریح کند.
- ۸- اطلاعات فنی کابل‌ها را از روی بدنه‌ی آن‌ها استخراج کند.

#### ۴-۱- سیم‌ها

دیوار با استفاده از مقره مورد استفاده قرار می‌گیرند. در نصب این نوع سیم‌ها طبق استاندارد VDE در اندازه‌های مختلف از رنگ‌های مختلفی استفاده شده است، مثلاً از ۷۵° تا ۷۰° میلی‌متر مربع رنگ‌های سبز - زرد - سیاه - آبی - قهوه‌ای و از ۱۲۰ تا ۱۸۵ میلی‌متر مربع با رنگ سیاه مشخص می‌شود (شکل ۴-۱) و جدول (۴-۱).

عایق این گونه سیم‌ها از جنس پی - وی - سی است و برای مصرف در تأسیسات نصب ثابت در نقاط خشک استفاده می‌شود. نصب این سیم‌ها مستقیماً در داخل دیوار مجاز نیست. معمولاً هنگام انتخاب سیم برای ساختمان، عواملی که در نظر گرفته می‌شوند عبارتند از:

۱- توان مصرف‌کننده‌ها و جریان مورد نیاز. چنانچه

سیم‌هایی که در تأسیسات ساختمانی به کار می‌روند اکثراً به صورت‌های تک‌لا و یا افشان هستند. معمولاً از سیم مسی تک‌لا در سیم‌کشی توکار و داخل لوله، و از سیم‌های افشان در خارج از لوله یا روی کار به صورت آزاد استفاده می‌کنند، زیرا این نوع سیم برعکس سیم‌های تک‌لا در مقابل عوامل مکانیکی مقاوم‌تر و از خاصیت ارتجاعی بیش‌تری نیز برخوردارند. این دو نمونه سیم که بیش‌تر مصرف ساختمانی دارند از جنس مسی با روکش پلاستیکی ساخته می‌شوند. ولتاژ مجاز این گونه سیم‌ها حداکثر ۱۰۰۰ ولت است.

سیم‌های تک‌لا را که معمولاً به وسیله‌ی لوله‌های فولادی و یا P.V.C و خرطومی روی دیوار یا داخل دیوار و یا خارج

جدول ۱-۴- مشخصات سیم‌های تک‌لاسی با رنگ‌های مختلف

قطر خارجی (میلی‌متر)	ضخامت عایق (میلی‌متر)	ساختمان سیم	سطح مقطع
۲/۲	۰/۶	۱×۰/۹۸	۰/۷۵
۲/۲	۰/۶	۱×۱/۱۳	۱
۲/۶	۰/۶	۱×۱/۳۸	۱/۵
۳/۲	۰/۷	۱×۱/۷۸	۲/۵
۳/۹	۰/۸	۱×۲/۲۵	۴
۴/۴	۰/۸	۱×۲/۷۶	۶
۵/۶	۱/۰	۱×۳/۵۵	۱۰
۶/۵	۱/۰	۱×۴/۵۰	۱۶
۷/۱	۱/۰	۷×۱/۷۰	۱۶
۸/۸	۱/۲	۷×۲/۱۴	۲۵
۱۰/۰	۱/۲	۱۹×۱/۵۳	۳۵
۱۲/۰	۱/۴	۱۹×۱/۸۶	۵۰
۱۳/۵	۱/۴	۱۹×۲/۱۷	۷۰
۱۵/۵	۱/۶	۱۹×۲/۵۳	۹۵
۱۷/۵	۱/۶	۳۷×۲/۰۳	۱۲۰

جدول ۲-۴- حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی استاندارد شده

شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر			مقطع سیم به میلی‌متر مربع
سیم‌های هوایی	کابل‌های روکار	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	
۱۰	۶	۴	۰/۷۵
۱۵	۱۰	۶	۱
۲۰	۱۵	۱۰	۱/۵
۲۵	۲۰	۱۵	۲/۵
۳۵	۲۵	۲۰	۴
۵۰	۳۵	۲۵	۶
۶۰	۵۰	۳۵	۱۰
۸۰	۶۰	۵۰	۱۶
۱۰۰	۸۰	۶۰	۲۵
۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۳۵
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۵۰
۲۰۰	۱۶۰	—	۷۰
۲۲۵	۲۰۰	—	۹۵
۲۶۰	۲۲۵	—	۱۲۰

تعداد و مقدار مصرف‌کننده‌ها زیاد باشد باید در انتخاب سطح مقطع سیم پیش‌تر دقت شود.

۲- استفاده درست از جداول استاندارد شده سیم‌ها برای تعیین نوع و اندازه سطح مقطع مناسب برحسب جریان مصرف‌کننده‌ها. به‌عنوان مثال در جدول ۲-۴ حداکثر جریان مجاز برای مقاطع مختلف سیم‌های مسی تعیین و قابل استفاده می‌باشد.

## ۲-۴- لخت کردن سیم‌ها

یکی از نکات به ظاهر ساده ولی بسیار مهم در سیم‌کشی و اتصالات، طرز لخت کردن یا عایق برداری سیم‌هاست که هم از نظر الکتریکی و هم از نظر مکانیکی حائز اهمیت است. هنگام لخت کردن سیم باید توجه داشت که اولاً از ابزار درست و مناسب استفاده شود (سیم لخت‌کن معمولی یا اتوماتیک). ثانیاً طول عایق مورد نظر باید اندازه‌گیری شده و به همان اندازه لازم نه کم‌تر و نه بیش‌تر برداشته شود تا از نظر الکتریکی دارای ایمنی کافی باشد.

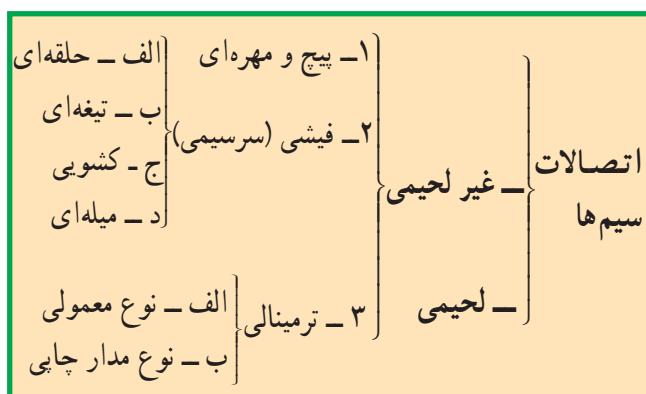
نکته‌ی دیگر که از نظر مکانیکی قابل توجه است این است که روی مفتول یا قسمت هادی سیم هیچ‌گونه آسیبی ایجاد نشود زیرا همین آسیب دیدگی به ظاهر بی‌اهمیت در اثر گذشت زمان باعث قطع شدن سیم خواهد شد.

## ۳-۴- اتصالات سیم‌ها

منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها می‌باشد. صحت اتصالات بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی خوب کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد.

نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به صورت روبه‌رو می‌باشد.

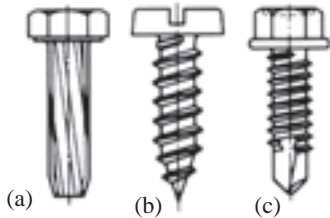
۱-۳-۴- اتصالات غیرلحیمی: اتصالات غیرلحیمی خود به سه صورت کلی زیر به کار می‌رود.



## اتصالات پیچ و مهره‌ای

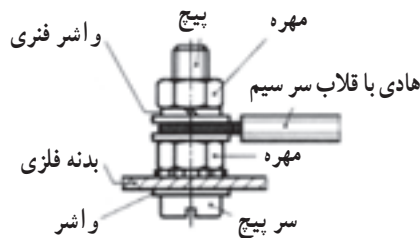
انواع اتصالات پیچی: انواع این نوع اتصالات عبارتند

از: اتصالات پیچی با پیچ و مهره و اتصالات پیچی با رزوه‌های داخلی. در اتصالات پیچی با پیچ و مهره بخش‌هایی مانند ریل‌ها (شین‌ها) با سوراخ سرتاسری به یکدیگر متصل می‌شوند (پیچ عبوری شکل ۲-۴). پیچ و مهره دو بخش را به یکدیگر متصل می‌کند. واشرها از آسیب رساندن مهره با سرپیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند.



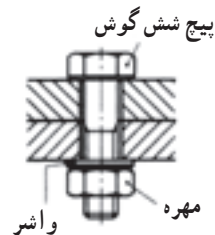
(a) پیچ برش - فلاویز (b) پیچ خوددرو (c) پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خوددرو  
شکل ۴-۵ - انواع پیچ‌های خوددرو

اتصال پیچی هادی محافظ (شکل ۶-۴) باید با دقت خاصی صورت گیرد.



شکل ۶-۴ - اتصال هادی محافظ به بدنه

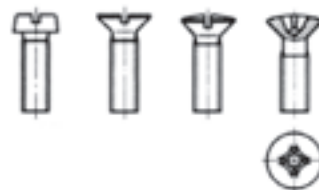
برای اتصال سیم‌های با قطر زیاد (مانند کابل) به شین‌ها از سر کابل (کابلشو) استفاده می‌شود (شکل ۷-۴). نحوه‌ی عملکرد بدین صورت است که ابتدا باید کابل یا سیم با قطر زیاد را لخت کرده و سپس به اندازه مناسب در داخل سرکابل (کابلشو) قرار داد و در نهایت با دستگاه مخصوص انتهای کابلشو را پرس کرد.



شکل ۲-۴ - اتصالات پیچی

پیچ‌ها، مهره‌ها و نگهدارنده‌های پیچ: در برق صنعتی

اغلب از پیچ‌های دوسو (شکل ۳-۴) چهارسو، شش گوش (شکل ۲-۴) و پیچ‌های سرآلن (شکل ۴-۴) استفاده می‌شود.



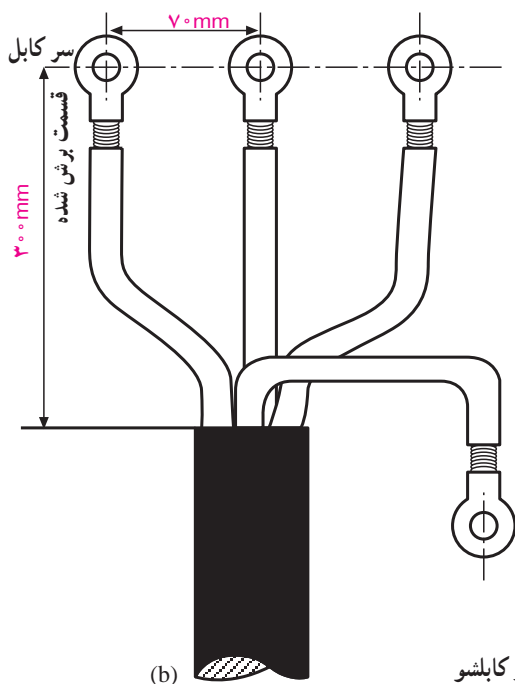
شکل ۳-۴ - پیچ‌های شیاردار



شکل ۴-۴ - پیچ سر آلن

برای محکم کردن بست‌های پیچی و فاصله اندازه‌ها بر روی صفحه یا قطعات فلز ترجیحاً از پیچ برش فلاویز (شکل ۵-۴) پیچ خوددرو (شکل ۵-۴) یا پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خوددرو

۱- شین - تسمه‌های مسی با ضخامت‌های متفاوت برای عبور جریان اصلی در تابلوهای برق را نامند.



(a)

شکل ۷-۴- سیم در کابلشو

الکتریکی کافی برقرار می کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و در حد مطلوب است. به علاوه اتصال دهنده های بدون لحیم از لحاظ نصب ساده ترند زیرا در آن ها مسایل مربوط به لحیم کاری مانند سرد شدن لحیم، سوختن عایق و غیره در آن مطرح نیست.

وسيله ای که برای پرس کردن سرسیم ها استفاده می شود یک نوع انبر خاصی است که تصویر یک نمونه از آن را در شکل ۹-۴ مشاهده می کنید.

### اتصالات فیشی (سر سیمی)

برای قرار دادن سیم های رشته ای در زیر پیچ باید از سرسیم های فیشی استفاده کرد. همان طوری که در شکل ۸-۴ مشاهده می شود تعدادی از اتصالات سر سیمی نشان داده شده است. این فیش ها (سر سیم ها) دارای انواع مختلف حلقه ای، تیغه ای، کشویی و میله ای هستند که هر یک از آن ها در زمینه های خاصی کاربرد دارند.



شکل ۹-۴



شکل ۸-۴- انواع سرسیم

اتصال ها و بست های انتهایی که در آن ها لحیم به کار برده نمی شوند ولی با فشار، محکم به هادی متصل می گردند تماس



شکل ۴-۱۰

شکل ۴-۱۰ تصویر چند نمونه سرسیم‌های فیشی که به سیم‌ها متصل شده‌اند را نشان می‌دهد. نحوه ایجاد اتصالات سرسیم‌ها مطابق توضیحات داده شده مربوط به قسمت اتصال کابلشو در اتصالات پیچ و مهره‌ای است.



شکل ۴-۱۱

### بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک مسیر یا قسمت خاص هستند در تابلوهای برق و دستگاه‌های الکترونیکی از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۴-۱۱ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.

### تجهیزات و مواد لازم کارهای عملی اتصالات

- ۱- سیم افشان نمره ۱ یا ۱/۵ یک متر
- ۲- سیم مفتولی ۰/۷۵ یا ۱ یک متر
- ۳- سرسیم‌های مختلف
- ۴- ترمینال پلاستیکی ۴ خانه ۲ یک متر
- ۵- تسمه مسی با ضخامت ۵ mm حداکثر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر
- ۶- سیم چین
- ۷- سیم لخت کن
- ۸- دم باریک
- ۹- دم گرد
- ۱۰- انبردست
- ۱۱- انبر پرس
- ۱۲- دم پهن

سانتی‌متر

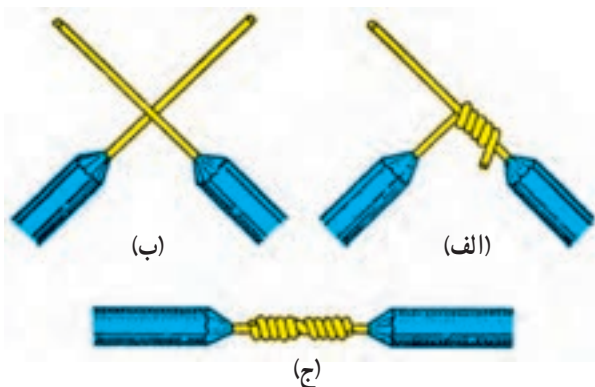
## کار عملی ۱

الف) هدف: کار با ابزار و سیم

مراحل انجام کار:

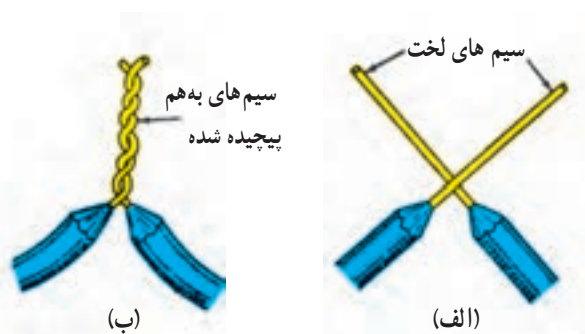
۱- یک طرف سیم مفتولی را که در اختیار دارید به گیره بسته و طرف دیگر آن را با انبردست گرفته و بکشید تا سیم صاف شود.

۲- از سیم صاف شده شش قسمت  $10^\circ$  سانتی متری برش دهید.



شکل ۴-۱۲

۳- حدود ۳ سانتی متر از هر سیم را لخت کنید.

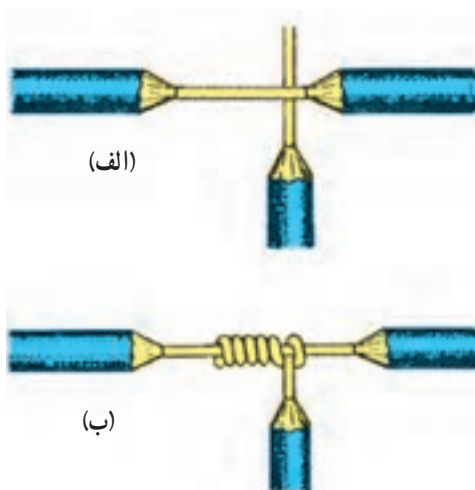


شکل ۴-۱۳

۴- سیم‌ها را به صورت دوه‌دو مطابق اشکال داده شده به یکدیگر وصل کنید.

۵- از هر مدل شکل‌ها یک نمونه انجام دهید.

تذکر: برای ایجاد اتصالات نشان داده شده از انبردست و دم‌باریک و دم‌پهن استفاده کنید به طوری که سیم‌ها زخمی نشوند.



شکل ۴-۱۴



ب) هدف: کار با ابزار و سیم  
مراحل انجام کار

۱- یک قسمت ۱۰ سانتی متری از سیم صاف شده را

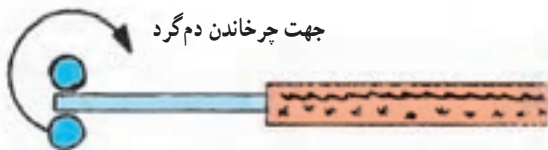
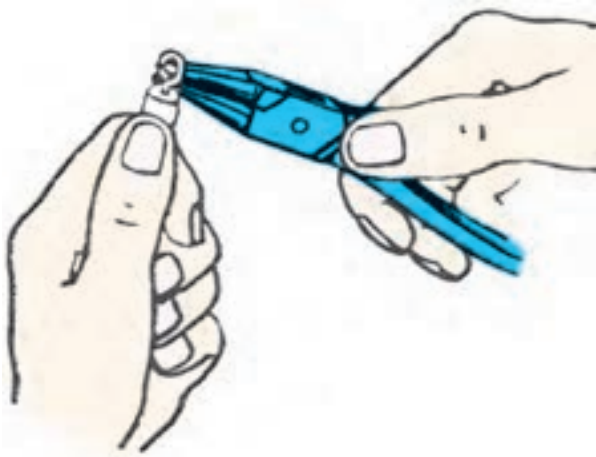
برش دهید.

۲- حدود ۲ سانتی متر از سیم را لخت کنید.

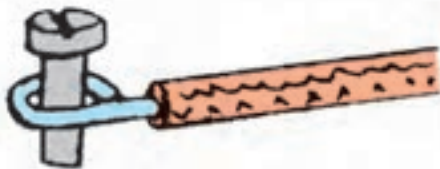
۳- با استفاده از دم گرد مطابق (شکل ۱۵-۴) سیم را

گرفته و با چرخاندن سیم به دور یک بازوی دم گرد یک دایره

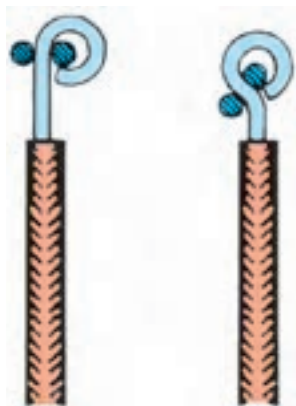
کامل را ایجاد کنید.



جهت چرخاندن دم گرد



شکل ۱۵-۴



شکل ۱۶-۴

۴- در انتها قسمت انتهایی دایره را با دم گرد یا دم باریک

کمی خم کنید تا شکل سیم به صورت علامت سؤال (?) درآید

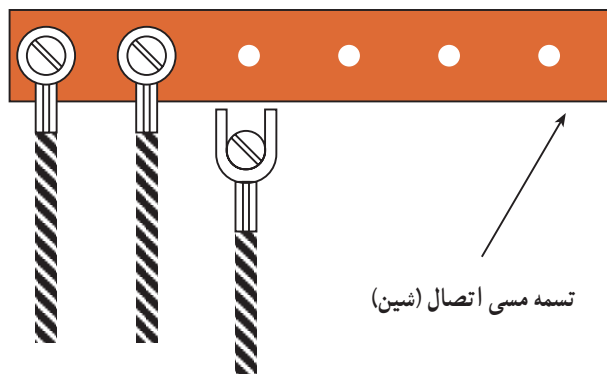
(شکل ۱۶-۴).



## کار عملی ۲



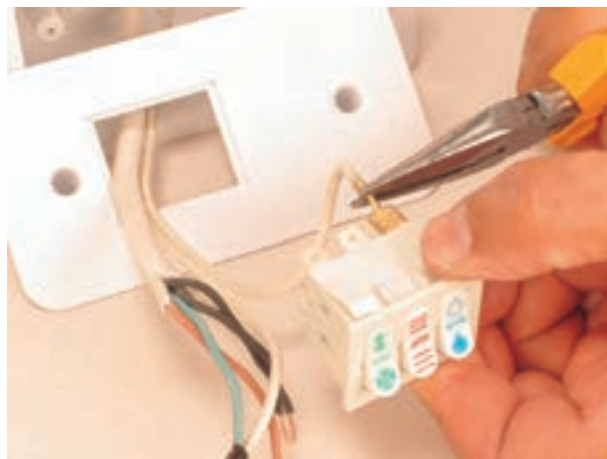
شکل ۴-۱۷



شکل ۴-۱۸



شکل ۴-۱۹



شکل ۴-۲۰

هدف) انجام اتصالات سرسیمی (فیش‌های سرسیمی)  
الف - اتصال سیم به سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای

و میله‌ای

مراحل انجام کار:

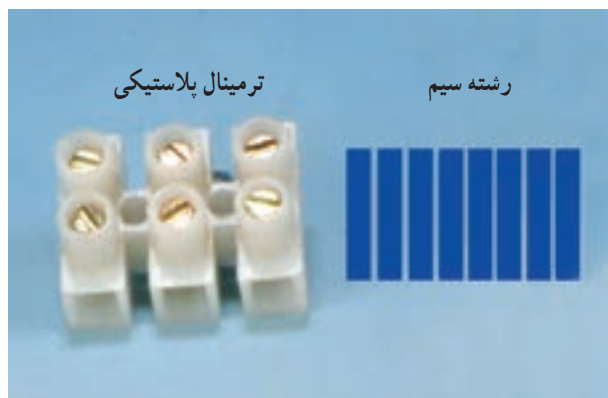
- ۱- سه رشته سیم مفتولی صاف شده نمره ۱ یا ۱/۵ را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متر در اختیار بگیرید.
- ۲- هر رشته سیم را از طرفین به اندازه ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر لخت کنید.
- ۳- از هر دو طرف یک رشته سیم یک نمونه از سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای را قرار دهید.
- ۴- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌ها را پرس کنید.
- ۵- سرسیم‌های فیشی پرس شده را مطابق شکل ۴-۱۷ زیر پیچ‌های موجود روی یک تسمه مسی قرار داده و پیچ‌ها را محکم کنید.

ب - اتصال سیم به سرسیم‌های کشویی

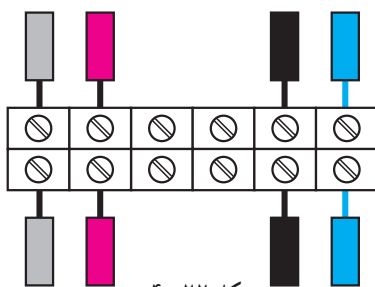
مراحل انجام کار:

- ۱- چهار رشته سیم مفتولی (یا افشان) مناسب را در اختیار بگیرید.
- ۲- سرفیش‌های کشویی مختلف مطابق شکل ۴-۱۹ را پس از لخت کردن طرفین سیم‌ها در دو طرف آن‌ها قرار دهید.
- ۳- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌های کشویی را پرس کنید.
- ۴- به‌خاطر آشنایی با یک نمونه زمینه کاربردی این سرسیم‌ها قوطی کلید کولری را به همراه کلید مربوطه روی تابلو نصب کنید و سپس با عبور دادن سیم‌ها از یک طرف قوطی سرسیم‌های پرس شده را به فیش‌های پشت کلید وصل کنید (شکل ۴-۲۰).

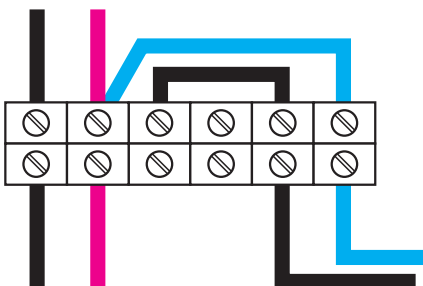
## کار عملی ۳



شکل ۴-۲۱



شکل ۴-۲۲



شکل ۴-۲۳

### هدف: انجام اتصالات ترمینالی

- ۱- هشت رشته سیم مفتولی به طول ۱۰ سانتی متر را در اختیار بگیرید.
- ۲- یک طرف سیم‌ها را حدود ۱ سانتی متر لخت کنید.
- ۳- یک ترمینال پلاستیکی حداقل ۶ خانه را در اختیار بگیرید (شکل ۴-۲۱).

### ۴- سیم‌های مفتولی لخت شده را مطابق شکل ۴-۲۲

زیر پیچ‌های ترمینال قرار داده و محکم کنید. دقت کنید تا هم قسمت لخت شده زیر پیچ ترمینال قرار گیرد، و قسمت لخت بیرون ترمینال مشاهده نشود.

### ۵- سیم‌های زیر پیچ قرار گرفته را با استفاده از دم‌باریک

مطابق شکل ۴-۲۳ مرتب کرده و حالت دهید.

## ۲-۴-۳ اتصالات لحیمی

**مقدمه:** لحیم‌کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ ثالث است. در این فرآیند آلیاژ یا فلز لحیم‌کننده به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و باعث متصل شدن فلزات لحیم‌شونده به یکدیگر می‌شود.

لحیم‌کاری در دو نوع لحیم‌کاری سخت (Brazing) و لحیم‌کاری نرم (Soldering) انجام می‌شود.

### لحیم‌کاری سخت: عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت‌های

بالا ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. عموماً به این نوع لحیم‌کاری، «جوشکاری» می‌گویند. از انواع جوشکاری‌ها می‌توان، قوس الکتریکی و جوش گاز را نام برد.

### لحیم‌کاری نرم: درجه حرارت لحیم‌کاری بسیار پایین‌تر

از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم‌کاری است و عمل لحیم‌کاری در درجه حرارت پایین‌تر از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.

## لحیم

«آلیاژ لحیم» که به طور اختصار به آن «لحیم» گفته می‌شود معمولاً آلیاژی مرکب از سرب و قلع است.

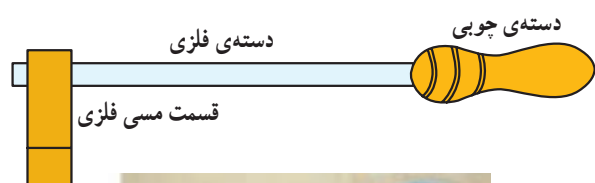
قلع با آب و هوا ترکیب نمی‌شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسیدشدن آن جلوگیری می‌کند. امروزه برای جلوگیری از اکسیدشدن قطعات الکترونیکی تقریباً تمام پایه‌های قطعات را قلع‌اندود می‌کنند.

لحیم به صورت مفتول نازک در قرقره‌های حدود ۲۵۰ گرمی، ۵۰۰ گرمی یا یک کیلوگرمی تولید می‌شود. قطر مفتول‌های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی‌متر است. لحیم‌ها را با درصد ترکیب‌های مختلف قلع و سرب نیز می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند.

تأمین حرارت لازم از وسیله‌ای به نام هویه استفاده می‌شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می‌کند. برای کارهای مختلف از هویه‌های گوناگون استفاده می‌شود و معمولاً هویه‌ها را از نظر نحوه‌ی گرم شدن به دو دسته تقسیم می‌کنند:

الف) هویه‌هایی که با چراغ پریموس یا مشعل‌های گازی گرم می‌شوند.

ب) هویه‌هایی که به وسیله جریان الکتریکی گرم می‌شوند. این هویه‌ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می‌شود.



شکل ۲۴-۴- قرقره‌های مختلف لحیم

— روغن لحیم‌کاری (روانساز): برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید طوری که اکسید فلز روی آن‌ها وجود نداشته باشد. از آن‌جا که اکثر فلزات در درجه حرارت‌های عادی اکسید می‌شوند همواره لایه‌ی بسیار نازکی از اکسید بر سطح آن‌ها وجود دارد از این رو قبل از لحیم‌کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک‌کننده تمیز کنید. ماده‌ی پاک‌کننده‌ای که برای پاک کردن این سطوح‌ها به کار می‌رود «روغن لحیم‌کاری» نام دارد.

هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود.

— وسایل لحیم‌کاری: برای لحیم‌کاری چند قطعه به یکدیگر ابتدا باید آن‌ها را گرم نموده و سپس لحیم کرد. برای



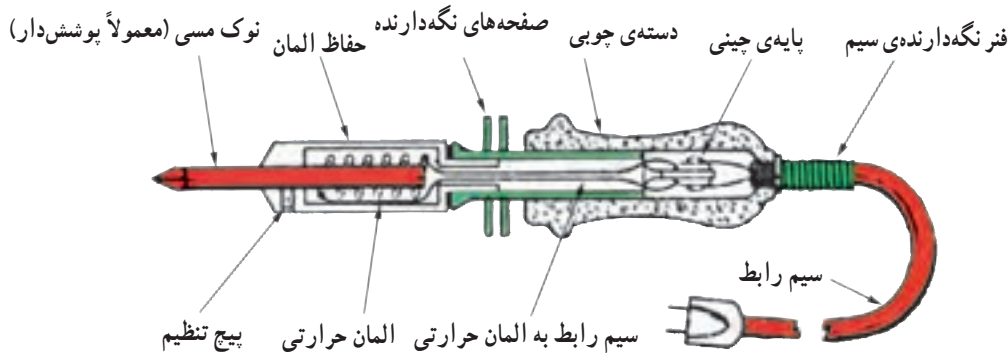
مشعل و کپسول گاز



شکل ۲۵-۴- هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن

می‌شود. در شکل ۲۶-۴ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.

نوع مقاومتی: یک سیم مقاومت‌دار که در داخل پوششی از عایق قرار گرفته است در اطراف میله‌ی مسی پیچیده می‌شود. با اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی، هویه مانند اتو گرم



شکل ۲۶-۴- قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

- در موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.
- در صورتی که دو قطعه را قبلاً به لحیم آغشته کنید (قلع اندود) و سپس آن‌ها را با حرارت دادن به هم وصل کنید لحیم کاری خیلی بهتر انجام می‌گیرد.
- از لحیم به اندازه‌ای که لازم است استفاده کنید. به کار بردن لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.
- لحیم کاری زمانی خوب است که پس از لحیم کاری، محل اتصال درخشان به نظر آید.

نوع ترانسفورماتوری: در این نوع از اصول مغناطیسی، (القا متقابل) استفاده می‌شود هویه‌ی ترانسفورماتوری دارای سیم پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیش تر موارد تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا ۳ حلقه است. چون ترانسفورماتور کاهنده است شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل ۲۷-۴ مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد.

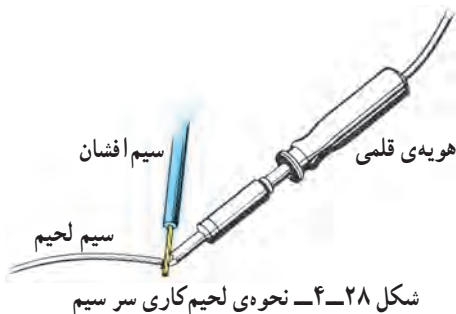


شکل ۲۷-۴- مدارهای الکتریکی هویه‌ی ترانسفورماتوری

- برای قلع اندود کردن سرسیم از نوع سیم افشان یا مفتولی، ابتدا سرسیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید نه روی نوک هویه تا لحیم با گرمای سرسیم ذوب شود (شکل ۲۸-۴).

### نحوه‌ی لحیم کاری

- برای آن که لحیم کاری به خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را در نظر بگیرید:
- نقاطی که می‌خواهید لحیم کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.
- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.



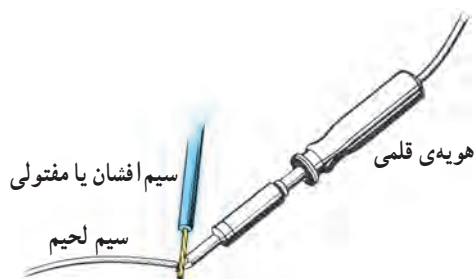
شکل ۲۸-۴- نحوه‌ی لحیم کاری سرسیم

۱- با مطلب القا متقابل در مباحث بعد آشنا خواهید شد.

## کار عملی ۴

### تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

تعداد/مقدار	نام و مشخصات
یک عدد	۱- هویه ۴۰ وات از نوع قلمی
یک رشته	۲- سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی متر
یک رشته	۳- سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی متر
یک عدد	۴- سیم چین
یک عدد	۵- سیم لخت کن
به اندازه کافی	۶- قلع ۶۳٪
۳۰ سانتی متر	۷- سیم آنتن تلویزیون از نوع مغزی دار
۱ عدد	۸- خط کش ۲۰ cm فلزی
۲۰ سانتی متر	۹- سیم افشان نمره ۱
۱ عدد	۱۰- دم گرد یا دم باریک



شکل ۲۹-۴- اصول صحیح قلع اندود کردن سرسیم

### هدف‌ها

الف: قلع اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

ب: لحیم کاری سیم‌ها

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد

$7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

### مراحل اجرا

الف: قلع اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵ سانتی متر و از

سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی متری جدا کنید (جمعاً ده قطعه

سیم ۱۵ سانتی متری)

■ به کمک سیم لخت کن از هر طرف هریک از قطعات

یک سانتی متر روپوش برداری کنید. سپس مطابق شکل ۲۹-۴

تمامی سرسیم‌ها را قلع اندود کنید.

■ یک سانتی متر از روپوش دوسر کابل آنتن تلویزیون را

مطابق شکل ۲۹-۴ بردارید و مغزی هردو سر را قلع اندود کنید.

سؤال ۱- چرا سرسیم‌ها را قلع اندود می‌کنند؟ کاربرد

آن‌ها در کجاست؟ توضیح دهید.

### ب: لحیم کاری

■ چند تکه سیم افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به طول‌های

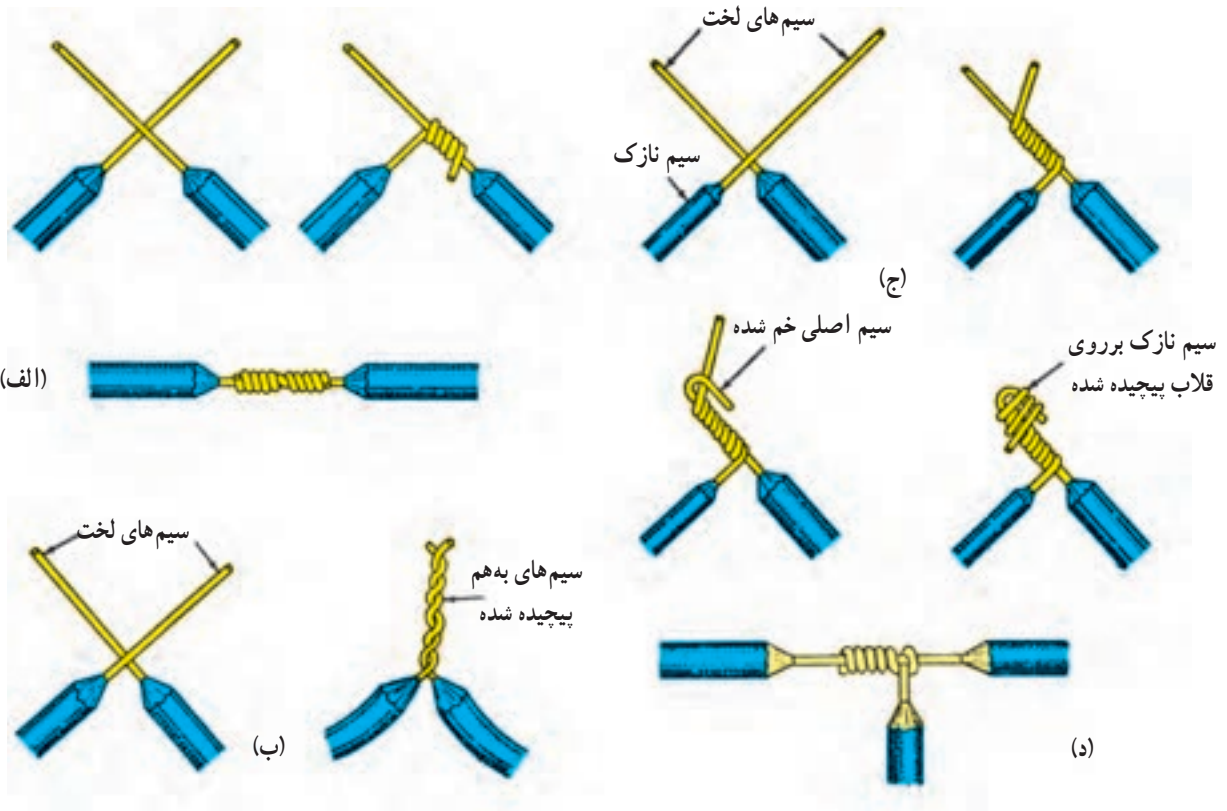
$12/5$  سانتی متر را از انبار تحویل بگیرید.

■ دو طرف هریک از سیم‌های  $12/5$  سانتی متر را حدود

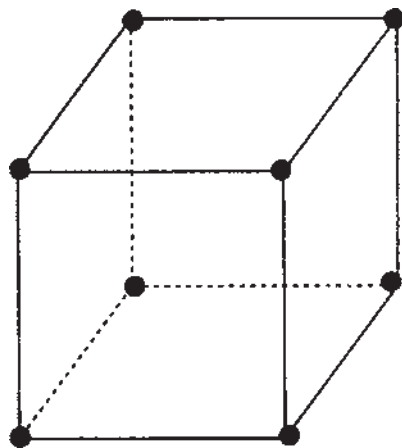
$1/5$  سانتی متر روپوش برداری کنید.

■ سیم‌ها را مطابق شکل ۳۰-۴ به یکدیگر بتابانید و سپس

محل تابانده شده را لحیم کاری کنید.



شکل ۳۰-۴



شکل ۳۱-۴ - شکل قطعه کاری که باید ساخته شود.

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد

$7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

■ از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم  $7/5$  سانتی متری

را به کمک سیم چین ببرید.

■ دو طرف هر دوازده قطعه را به اندازه یک سانتی متر

روپوش برداری کنید.

■ هر دو طرف هر قطعه را قلع اندود کنید.

■ دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۳۱-۴ یک

مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم کاری شود.



شکل ۳۳-۴ انواع سرسیم های فیشی - گرد، دو شاخه و عایق دار- را که به سیم ها پرس شده اند، نشان می دهد.



شکل ۳۳-۴



شکل ۳۲-۴ ابزار مورد نیاز

### سوالات



- ۱- هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد؟
- ۲- سیم نمره ی ۲/۵ تک لا دارای چه قطری است؟
- ۳- از سیم های مفتولی و رشته ای در چه محل هایی استفاده می شود؟
- ۴- انواع اتصالات را نام ببرید.
- ۵- برای قراردادن سیم های رشته ای در زیر پیچ چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
- ۶- مراحل لحیم کاری دو سیم وصل شده به هم را توضیح دهید.



## ۴-۴- کابل‌ها

کاربرد کابل‌ها در تأسیسات الکتریکی بسیار وسیع و دارای اهمیت زیادی است. کارخانجات کابل‌سازی کابل‌ها را در اندازه‌ها و کاربردهای گوناگون و با ساختمان‌های داخلی متفاوت تولید می‌کنند.

شکل ۴-۳۴ - نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

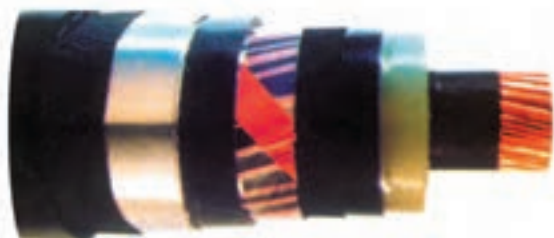
امروزه در صنعت برق، بخش عظیمی از توزیع انرژی الکتریکی، به ویژه در فشار ضعیف، به وسیله‌ی کابل‌ها صورت می‌گیرد. البته برای انتقال الکتریکی فشار متوسط و قوی نیز در برخی موارد از کابل‌های مخصوص استفاده می‌شود.



کابل آلومینیومی زره‌دار ۱×۲۴۰ میلی‌متر مربع ۲۰ کیلوولت



کابل NYCY



کابل ۱×۱۵۰ میلی‌متر زره‌دار ۶۳ کیلوولت



کابل افشان تخت



کابل مسی زره‌دار ۱×۳۰۰ میلی‌متر مربع ۳۳ کیلوولت



کابل زمینی ۳ $\frac{1}{2}$  رشته‌ی یک کیلوولت



کابل مخابراتی مهاردار هوایی



کابل مخابراتی MDF

شکل ۴-۳۴ - نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

## ۴-۵- تعریف کابل

ج- کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته‌ی کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم نمود. یکی کابل‌های مسلح که برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظ‌اند و دیگر کابل‌های غیر مسلح که فاقد محافظ‌اند.

اصولاً هر نوع هادی، که بتواند جریان برق را از داخل خود عبور دهد و توسط موادی از محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، «کابل» نامیده می‌شود.

## ۴-۶- ساختمان کابل‌ها

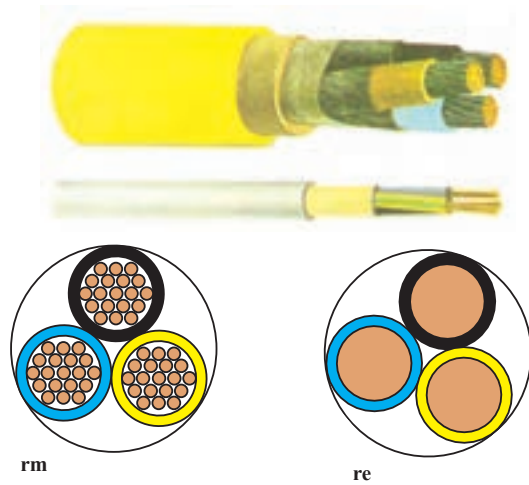
ساختمان و اجزای تشکیل دهنده‌ی کابل‌های مخابراتی کاملاً با کابل‌های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند؛ اما به طور کلی کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آن‌هاست. یعنی نوع کارشان موجب می‌شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد.

۴-۶-۱- هادی کابل‌ها: هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند.

سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود. هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در این جا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی، تعداد رشته و هم چنین از نظر کاربرد به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف- هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته و (مفتولی) چند رشته (افشان) مطابق شکل ۴-۳۵ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.

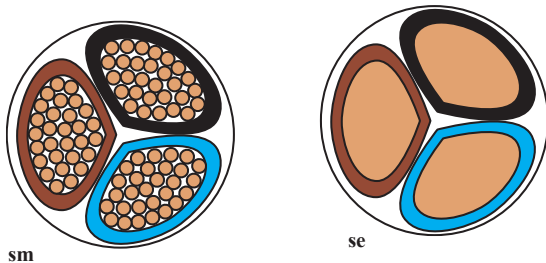
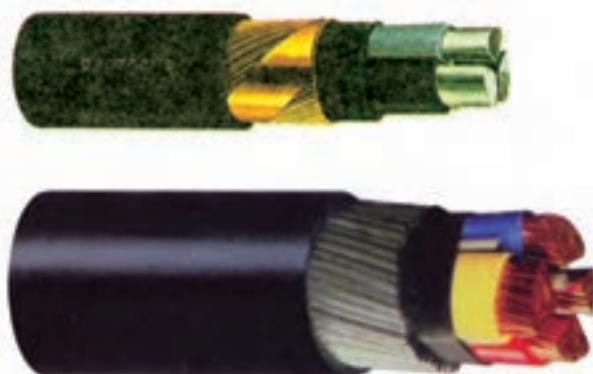
ب- هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثالی (سکتور) مطابق شکل ۴-۳۶ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل‌های مثالی از حرف اختصاری (s) استفاده می‌شود.



رشته‌ای m = گرد r=

مفتولی e = گرد r=

شکل ۴-۳۵



رشته‌ای m = قطاعی s=

مفتولی e = قطاعی s=

شکل ۴-۳۶

● مواد پی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پرتودور معروف است.

شکل ۴-۳۷، یک نوع کابل با عایق پی‌وی‌سی (PVC) را نشان می‌دهد.

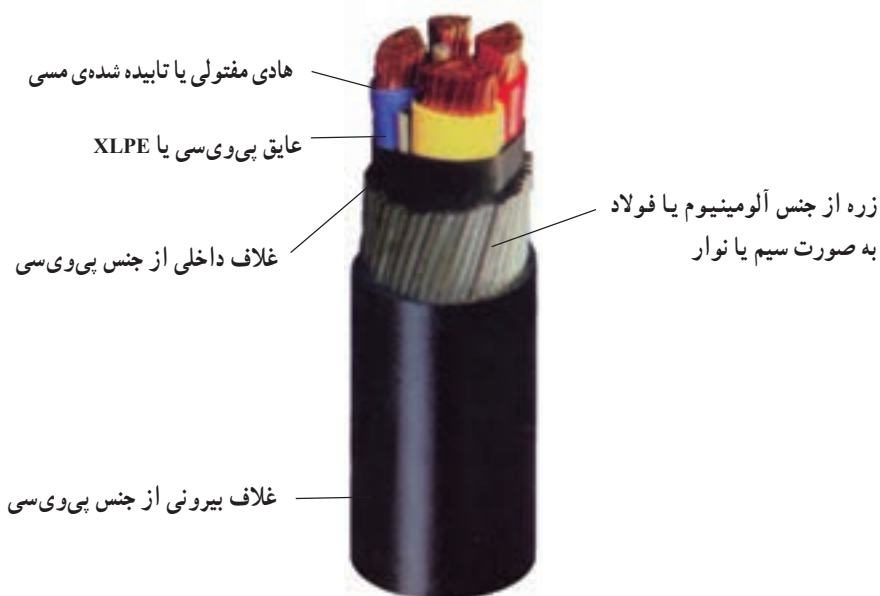
برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم‌های کابل از یکدیگر، عایق سیم‌های هادی را در رنگ‌های مختلف انتخاب می‌کنند. در جدول ۴-۳ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد VDE 0271 آلمان و ۶۰۷-۱ مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI 607-1) نشان داده شده‌اند.

## ۲-۶-۴- عایق کابل‌ها: با توجه به این که کابل‌ها در

زیر زمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌شوند، نباید هیچ‌گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه‌ی عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می‌شود، که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیراند:

● کاغذهای آغشته به روغن مخصوص

● مواد لاستیکی



شکل ۴-۳۷- کابل با عایق پی‌وی‌سی به همراه اجزای کابل

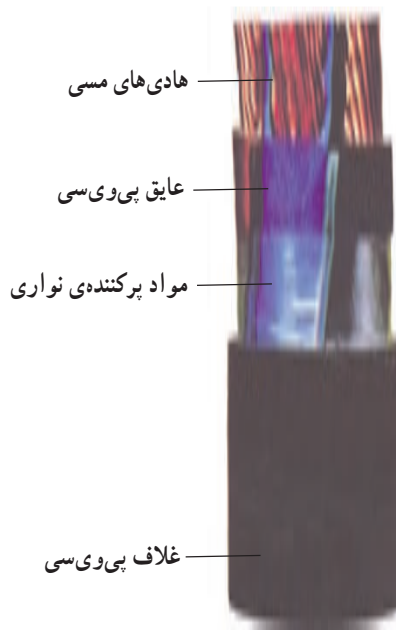
جدول ۴-۳

رنگ سیم‌های کابل با سیم محافظ (سیم ارت)	رنگ سیم‌های کابل بدون سیم محافظ (سیم ارت)	تعداد سیم‌های کابل
-	سیاه	۱ سیمه
-	سیاه - آبی	۲ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای	سیاه - آبی - قهوه‌ای	۳ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه	۴ سیمه
سبز و زرد - آبی - قهوه‌ای - سیاه	سیاه - آبی - قهوه‌ای - سیاه	۵ سیمه

### ۳-۶-۴- غلاف کابل: در برخی کابل‌ها از لایه و یا

لایه‌هایی در روی کابل استفاده می‌شود که می‌توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و هم‌چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» می‌گویند. در ساده‌ترین حالت، مطابق شکل ۳۸-۴ کابل دارای یک غلاف از مواد پی‌وی‌سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.

حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعبیه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می‌توان از کابل‌کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها، که به صورت دفنی در خاک و در زیر معابر و خیابان‌ها اجرا می‌شود، نام برد. کابل‌های فوق حتماً به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی مجهزند (شکل ۳۹-۴).



شکل ۳۸-۴ کابل با غلاف PVC



شکل ۳۹-۴ کابل با غلاف آلومینیومی

### ۷-۴- علائم مشخصه کابل‌ها

رنگ‌های بخصوصی انتخاب و اعمال می‌شود که برای کابل‌های

براساس استاندارد V.D.E آلمان برای عایق کابل‌ها فشار ضعیف به شرح زیر است:

جدول ۴-۴

رنگ	کابل
خاکستری روشن و سیاه	دو رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه و قرمز	سه رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه، قرمز و آبی	چهار رشته‌ای
خاکستری روشن، سیاه، قرمز، آبی و سیاه	پنج رشته‌ای

۱-۷-۴- علائم مشخصه در کابل‌ها: با توجه به ساختمان و قسمت‌های مختلفی که در ساختار یک کابل وجود دارد، برحسب نوع و مواد به کار رفته در آن مطابق زیر نام‌گذاری و استاندارد می‌شوند.

با توجه به رنگ‌های فوق ملاحظه می‌شود که رنگ خاکستری روشن در تمام کابل‌ها مشترک است بنابراین طبق استاندارد این رنگ سیم را به‌عنوان سیم صفر (MP) و رنگ قرمز نیز به‌عنوان محافظ در نظر گرفته می‌شود.

حرف مشخصه	توضیح
N	کابل با هادی مسی
NA	کابل با هادی آلومینیوم
Y	عایق پروتودور PVC اولین Y در توالی حروف
H	ورقه کاغذی متالیزه دور عایق سیم
Y	روپوش (غلاف) پروتودور PVC دومین حرف Y در توالی حروف
re	سیم گرد یک رشته
rm	سیم گرد چند رشته
S	غلاف مسی
K	غلاف سربی
Se	مقطع مثلثی (یک رشته)
Sm	مقطع مثلثی (چند رشته)

### مثال ۳

NYFGBY ۳×۵۰/۲۵rm ۰/۶/۱kV

یعنی کابل نرمال پروتودور چهار سیمه چندلا به مقطع سیم فاز ۵۰ و سیم نول ۲۵ میلی‌متر مربع گرد و چند رشته حفاظت کابل با سیم‌های لخت و حفاظت سیم‌های لخت با نوار فولادی که جهت عکس پیچش سیم‌های لخت، به‌طور مارپیچی روی سیم‌های لخت پیچیده شده است.

تمرین: انواع کابل‌های موجود توسط فراگیران شناسایی شود و کاربرد آن‌ها برحسب ساختمان و جداول مربوطه تعیین گردد.

### مثال ۱

NY ۳×۴ re ۰/۶/۱kV

یعنی کابل زیرزمینی نرمال سه سیمه، گرد و تک رشته به مقطع چهار میلی‌متر مربع با روپوش و عایق پروتودور و برای فشار ۰/۶kV بین سیم فاز و زمین و ۱kV بین دو سیم بدون محافظ فلزی.

مثال ۲ NAY ۱×۱۵۰ rm ۰/۶/۱kV

یعنی کابل نرمال با سیم آلومینیومی یک سیمه به مقطع ۱۵۰ میلی‌متر مربع، چندلا و گرد برای فشار ۰/۶/۱kV با عایق و روپوش پروتودور و مورد استعمال آن مانند کابل NYY.

NY4x1/5mm<sup>2</sup>

شکل ۴-۴۰- کابل چهار رشته نوع NYY

جدول ۴-۶

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵°C	۲۰°C	۴۵°C
سطح مقطع mm <sup>2</sup>	جریان مجاز به A		
۱/۵	۲۷	۲۶	۲۰
۲/۵	۳۷	۳۵	۲۶
۴	۴۹	۴۷	۳۵
۶	۶۲	۵۹	۴۴
۱۰	۸۳	۸۰	۶۰
۱۶	۱۰۹	۱۰۵	۷۸
۲۵	۱۴۱	۱۳۵	۱۰۰

## ۲-۷-۴- جدول کابل‌ها: شدت جریان مجاز هر کابل

مقدار معینی است و از مشخصات اصلی کابل به‌شمار می‌رود. مقدار مجاز جریان بستگی به سطح مقطع سیم‌های کابل دارد و عامل محدودکننده آن حرارت ناشی از عبور جریان در کابل است، چون عایق هر کابل تا حد معینی افزایش درجه حرارت را می‌تواند تحمل نماید، و ازدیاد درجه حرارت کابل از حد مجاز سبب از بین رفتن عایق و کم شدن عمر کابل می‌شود. برای هر نوع کابل جدول مخصوصی که شدت جریان مجاز را در آن کابل مشخص می‌کند موجود است. شدت جریان مزبور برای یک درجه حرارت معینی محاسبه شده و در جدول ذکر می‌شود. در ضمن مقدار مجاز جریان هر کابل به درجه حرارت محیط بستگی دارد. زیرا هر چه هوای محیط سردتر باشد قابلیت جذب مقدار بیش‌تری از حرارت تولید شده در کابل را دارد و عمل انتقال حرارت توسط عایق بهتر انجام می‌گیرد.



## سوالات

- ۱- کابل را تعریف کنید.
- ۲- تقسیم بندی کابل‌ها بر چه اساسی است؟
- ۳- ساختمان کابل از چه اجزایی تشکیل می‌شود؟
- ۴- علائم اختصاری r, m, e و s به چه معنی هستند؟
- ۵- مهمترین انواع عایق‌های کابل را نام ببرید.
- ۶- مشخصات مهم در کابل‌های زمینی کدام هستند؟