فصل چهارم

سیم‌ها و کابل‌ها

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

۱ــ انواع سیم‌ها را نام ببرد.

۲ ــ نحوه‌ی لخت کردن سیم را بیان کند.

۳ ــ انواع اتصالات سیم‌ها را تعریف کند.

۴ ــ کارهای عملی مربوط به اتصالات سیم‌ها را انجام دهد.

۵ ــ اتصالات لحیمی را شرح دهد و انواع آن را نام ببرد.

۶ ــ کارهای عملی مربوط به اتصالات لحیمی را انجام دهد.

۷ ــ کابل را تعریف و ساختمان آن را تشریح کند.

۸ ــ اطلاعات فنی کابل‌ها را از روی بدنه‌ی آن‌ها استخراج کند.

۱ــ۴ــ سیم‌ها

سیم‌هایی که در تأسیسات ساختمانی به‌کار می‌روند اکثراً به‌صورت‌های 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 به‌صورت 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 این‌گونه سیم‌ها حداکثر ۱۰۰۰ ولت است.

سیم‌های تک‌لا را که معمولاً به‌وسیله‌ی لوله‌های فولادی و یا P.V.C و خرطومی روی دیوار یا داخل دیوار و یا خارج 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 ۰/۷۵ تا ۷۰ میلی‌متر مربع رنگ های سبز ــ زرد ــ سیاه ــ آبی ــ قهوه‌ای و از ۱۲۰ تا ۱۸۵ میلی‌متر مربع با رنگ سیاه مشخص می‌شود (شکل ۱ــ۴ و جدول ۱ــ۴).

عایق این‌گونه سیم‌ها از جنس پی‌ــ وی‌ــ 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 درنظر گرفته می‌شوند عبارتند از :

۱ــ توان مصرف‌کننده‌ها و جریان مورد نیاز. چنان‌چه

شکل ۱ــ۴

جدول ۱ــ۴ــ مشخصات سیم‌های تک‌لا مسی 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 ۲ــ۴ــ حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی استاندارد شده

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

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

۲ــ استفاده درست از جداول استاندارد شده سیم‌ها برای تعیین نوع و اندازه سطح مقطع مناسب برحسب جریان مصرف‌کننده‌ها. به‌عنوان مثال در جدول ۲ــ۴ حداکثر جریان مجاز برای مقاطع مختلف سیم‌های مسی تعیین و قابل استفاده می‌باشد.

۲ــ۴ــ لخت کردن سیم‌ها

یکی از نکات به ظاهر ساده ولی بسیار مهم در سیم‌کشی و اتصالات، طرز لخت کردن یا عایق‌برداری 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 هیچ گونه آسیبی ایجاد نشود زیرا همین آسیب دیدگی به ظاهر بی اهمیت در اثر گذشت زمان باعث قطع شدن سیم خواهد شد.

۳ــ۴ــ اتصالات سیم‌ها

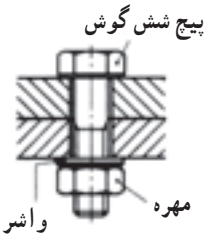
منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها می‌باشد. صحت اتصالات بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی خوب کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد.

نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به‌صورت روبه‌رو می‌باشد.

۱ــ ۳ــ۴ــ اتصالات غیرلحیمی: اتصالات غیرلحیمی خود به سه صورت کلی زیر به‌کار می‌رود.

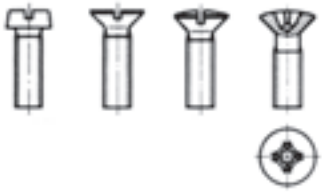
اتصالات پیچ و مهره‌ای

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[1]) با سوراخ سرتاسری به یکدیگر متصل می‌شوند (پیچ عبوری شکل۲ــ۴). پیچ و مهره دو بخش را به یکدیگر متصل می‌کند. واشرها از آسیب رساندن مهره با سرپیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند.



شکل ۲ــ۴ــ اتصالات پیچی

پیچ‌ها، مهره‌ها و نگهدارنده‌های پیچ: در برق صنعتی اغلب از پیچ‌های دوسو (شکل۳ــ۴) چهارسو، شش‌گوش (شکل ۲ــ۴) و پیچ‌های سرآلن (شکل ۴ــ۴) استفاده می‌شود.

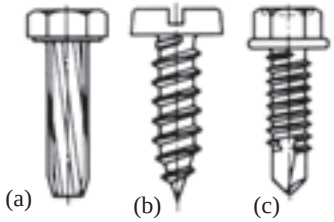


شکل ۳ــ۴ــ پیچ‌های شیاردار

شکل ۴ــ۴ــ پیچ سر آلن

برای محکم کردن بست‌های پیچی و فاصله اندازها برروی صفحه یا قطعات فلز ترجیحاً از پیچ برش قلاویز (شکل a ــ ۵ــ۴) پیچ خودرو (شکل b ــ ۵ــ۴) یا پیچ مته‌ای با رزوه‌های پیچ خودرو (شکل c ــ ۵ــ۴)استفاده می‌شود.

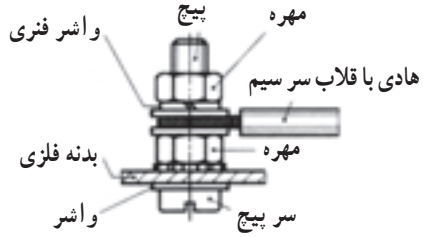
مهره‌ها وظیفه انتقال نیروی کششی ایجاد شده در پیچ به قطعه را دارند. در برق صنعتی اغلب از مهره‌های شش گوش استفاده می‌شود. اتصالات پیچ همواره باید طبق مقررات همراه با واشر و المان‌های ایمنی باشند.



a) پیچ برش ـ قلاویز b) پیچ خودرو c) پیچ مته‌ای بارزوه‌های پیچ خودرو

شکل ۵ــ۴ــ انواع پیچ‌های خودرو

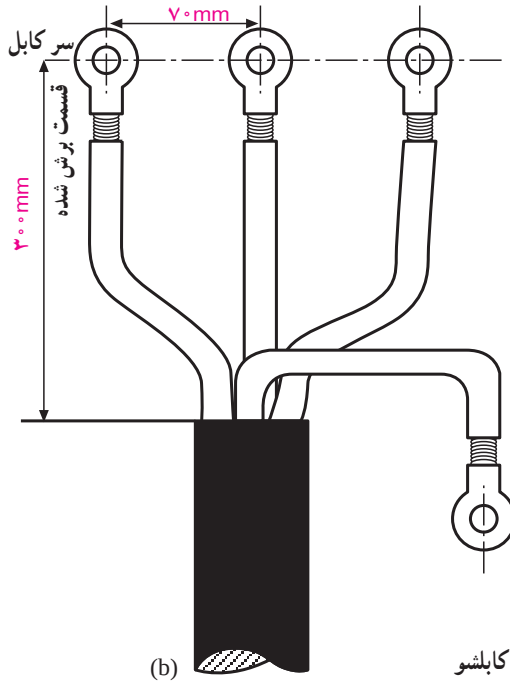
اتصال پیچی هادی محافظ (شکل۶ــ۴) باید با دقت خاصی صورت گیرد.



شکل ۶ــ۴ــ اتصال هادی محافظ به بدنه

برای اتصال سیم‌های با قطر زیاد (مانند کابل) به شین‌ها از سر کابل (کابلشو) استفاده می‌شود (شکل۷ــ۴). نحوه‌ی عملکرد بدین‌صورت 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.

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



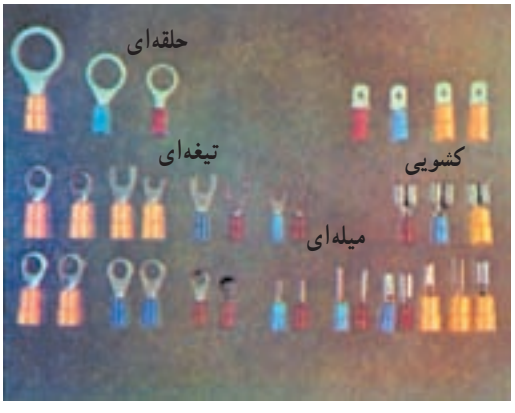
(b)

(a)

شکل ۷ــ۴ــ سیم در کابلشو

اتصالات فیشی (سرسیمی)

برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سرسیم‌های فیشی استفاده کرد. همان‌طوری که درشکل ۸ــ۴ مشاهده می‌شود تعدادی از اتصالات سرسیمی نشان داده شده است. این فیش‌ها (سرسیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشویی و میله‌ای هستند که هریک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.



شکل ۸ــ۴ــ انواع سرسیم

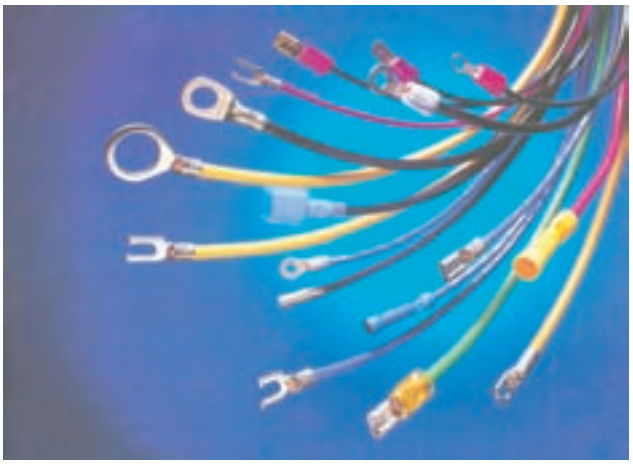
اتصال‌ها و بست‌های انتهایی که در آن‌ها لحیم به‌کار برده نمی‌شوند ولی با فشار، محکم به هادی متصل می‌گردند تماس الکتریکی کافی برقرار می‌کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و درحد مطلوب است. به علاوه اتصال‌دهنده‌های بدون لحیم از لحاظ نصب ساده‌ترند زیرا در آن‌ها مسایل مربوط به لحیم‌کاری مانند سرد شدن لحیم، سوختن عایق و غیره در آن مطرح نیست.

وسیله‌ای که برای پرس کردن سرسیم‌ها استفاده می‌شود یک نوع انبر خاصی است که تصویر یک نمونه از آن را در شکل ۹ــ۴ مشاهده می‌کنید.

شکل ۹ــ۴

شکل ۱۰ــ۴ تصویر چند نمونه سرسیم‌های فیشی که به سیم‌ها متصل شده‌اند را نشان می‌دهد.

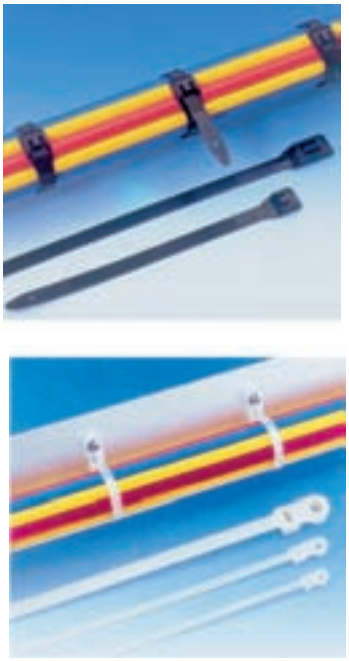
نحوه ایجاد اتصالات سرسیم‌ها مطابق توضیحات داده شده مربوط به قسمت اتصال کابلشو در اتصالات پیچ و مهره‌ای است.



شکل ۱۰ــ۴

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 ۱۱ــ۴ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱۱ــ۴

تجهیزات و مواد لازم کارهای عملی اتصالات

۱ــ سیم افشان نمره ۱ یا ۱/۵ یک متر

۲ــ سیم مفتولی ۰/۷۵ یا ۱ یک متر

۳ــ سرسیم‌های مختلف

۴ــ ترمینال پلاستیکی ۴خانه ۲ یک متر

۵ــ تسمه مسی با ضخامت mm ۵ حداکثر ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر

۶ــ سیم‌چین

۷ــ سیم لخت‌کن

۸ــ دم‌باریک

۹ــ دم‌گرد

۱۰ــ انبردست

۱۱ــ انبرپرس

۱۲ــ دم‌پهن

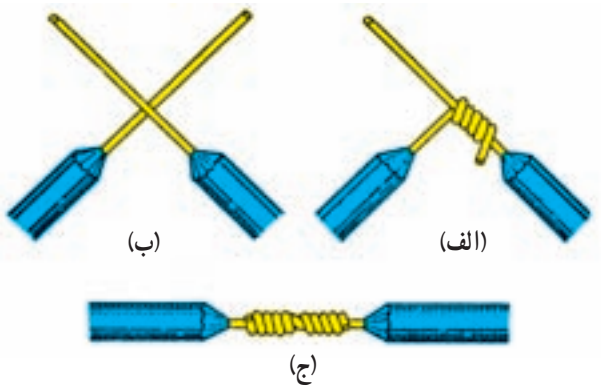
کار عملی ۱

الف) هدف: کار با ابزار و سیم

مراحل انجام کار:

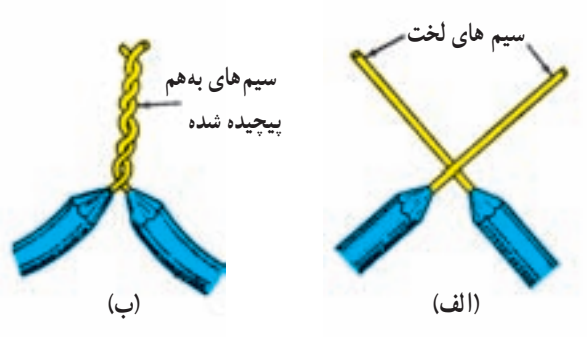
۱ــ یک طرف سیم مفتولی را که در اختیار دارید به گیره بسته و طرف دیگر آن را با انبردست گرفته و بکشید تا سیم صاف شود.

۲ــ از سیم صاف شده شش قسمت ۱۰ سانتی‌متری برش دهید.



شکل ۱۲ــ۴

۳ــ حدود ۳ سانتی‌متر از هر سیم را لخت کنید.

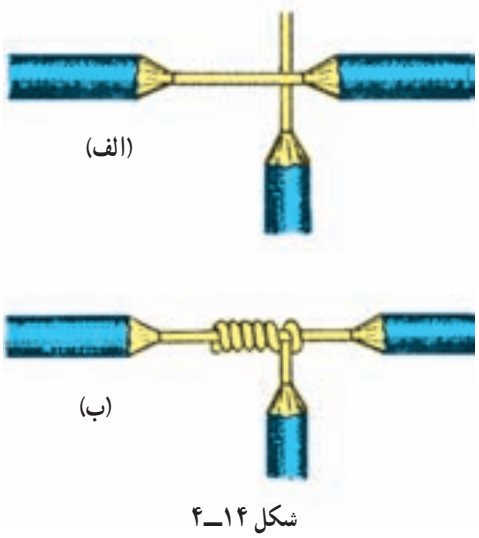


شکل ۱۳ــ۴

۴ــ سیم‌ها را به صورت دوبه‌دو مطابق اشکال داده شده به یکدیگر وصل کنید.

۵ــ از هر مدل شکل‌ها یک نمونه انجام دهید.

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



شکل ۱۴ــ۴

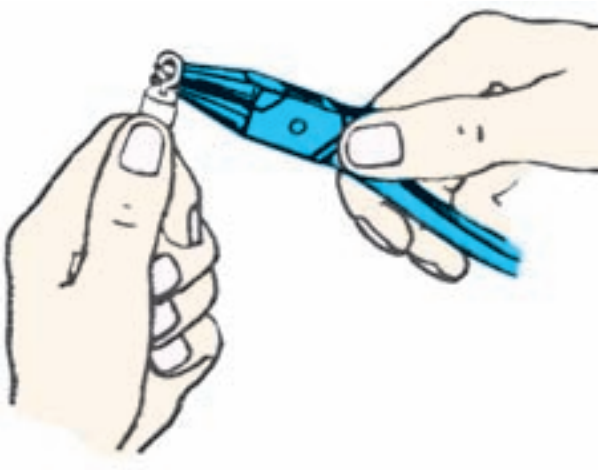
ب) هدف: کار با ابزار و سیم

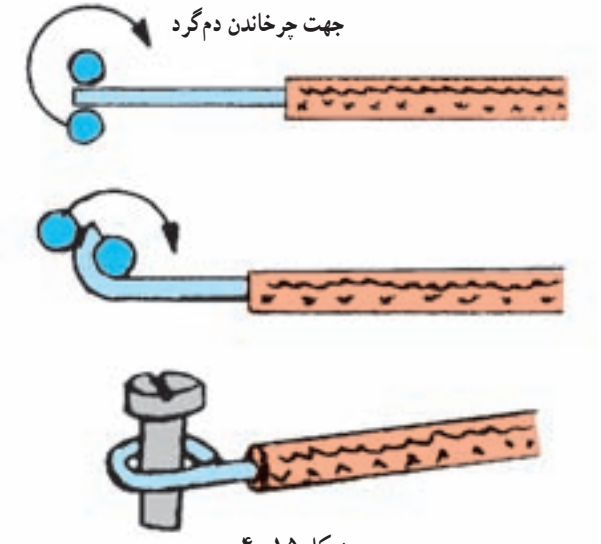
مراحل انجام کار

۱ــ یک قسمت ۱۰ سانتی‌متری از سیم صاف شده را برش دهید.

۲ــ حدود ۲ سانتی‌متر از سیم را لخت کنید.

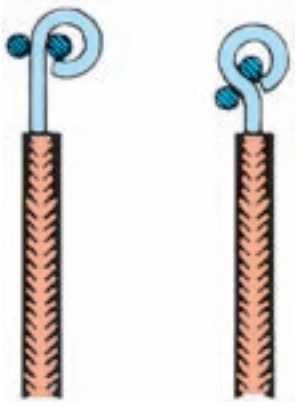
۳ــ با استفاده از دم‌گرد مطابق (شکل ۱۵ــ۴) سیم را گرفته و با چرخاندن سیم به دور یک بازوی دم‌گرد یک دایره کامل را ایجاد کنید.





شکل ۱۵ــ۴

۴ــ در انتها قسمت انتهایی دایره را با دم‌گرد یا دم‌باریک کمی خم کنید تا شکل سیم به‌صورت علامت سؤال (؟) درآید (شکل ۱۶ــ۴).



شکل ۱۶ــ۴

کار عملی ۲

هدف) انجام اتصالات سرسیمی (فیش‌های سرسیمی)

الف ــ اتصال سیم به سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای

مراحل انجام کار:

۱ــ سه رشته سیم مفتولی صاف شده نمره ۱ یا ۱/۵ را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متر در اختیار بگیرید.

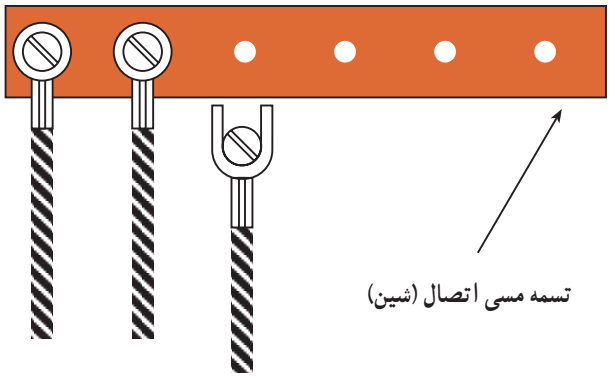
۲ــ هر رشته سیم را از طرفین به اندازه ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر لخت کنید.

۳ــ از هر دوطرف یک رشته سیم یک نمونه از سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای را قرار دهید.

۴ــ به کمک انبرپرس دوطرف سرسیم‌ها را پرس کنید.

۵ــ سرسیم‌های فیشی پرس شده را مطابق شکل ۱۷ــ۴ زیر پیچ‌های موجود روی یک تسمه مسی قرار داده و پیچ‌ها را محکم کنید.

شکل ۱۷ــ۴



شکل ۱۸ــ۴

ب ــ اتصال سیم به سرسیم‌های کشویی

مراحل انجام کار:

۱ــ چهار رشته سیم مفتولی (یا افشان) مناسب را در اختیار بگیرید.

۲ــ سرفیش‌های کشویی مختلف مطابق شکل ۱۹ــ۴ را پس از لخت کردن طرفین سیم‌ها در دوطرف آن‌ها قرار دهید.

۳ــ به کمک انبرپرس دوطرف سرسیم‌های کشویی را پرس کنید.

۴ــ 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 ۲۰ــ۴).

شکل ۱۹ــ۴

شکل ۲۰ــ۴

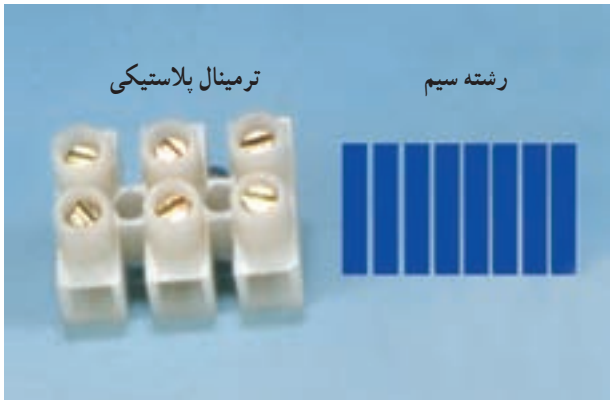
کار عملی ۳

هدف: انجام اتصالات ترمینالی

۱ــ هشت رشته سیم مفتولی به‌طول ۱۰ سانتی‌متر را در اختیار بگیرید.

۲ــ یک طرف سیم‌ها را حدود ۱سانتی‌متر لخت کنید.

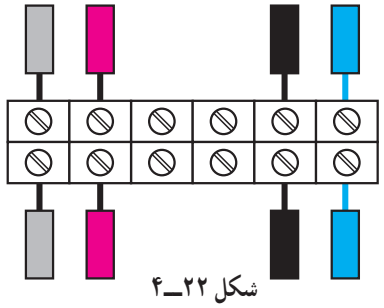
۳ــ یک ترمینال پلاستیکی حداقل ۶ خانه را در اختیار بگیرید (شکل ۲۱ــ۴).



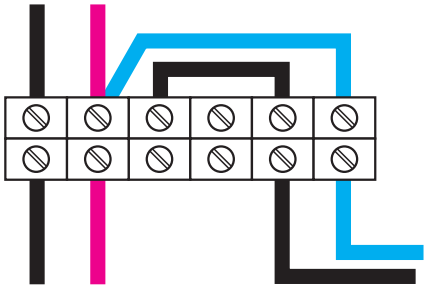
شکل ۲۱ــ۴

۴ــ سیم‌های مفتولی لخت شده را مطابق شکل ۲۲ــ۴ زیر پیچ های 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.

۵ــ سیم‌های زیرپیچ قرار گرفته را با استفاده از دم‌باریک مطابق شکل ۲۳ــ۴ مرتب کرده و حالت دهید.



شکل ۲۲ــ۴



شکل ۲۳ــ۴

۲ ــ۳ــ۴ 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 لحیم کننده به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و باعث متصل شدن فلزات لحیم شونده به یکدیگر می‌شود.

لحیم کاری 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 به‌طور 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 الکترونیک 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.

شکل ۲۴ــ۴ــ قرقره‌های مختلف لحیم

ــ 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 سطح‌ها به کار می‌رود «روغن لحیم‌کاری» نام دارد.

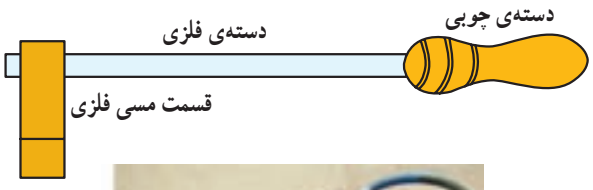
هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود.

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

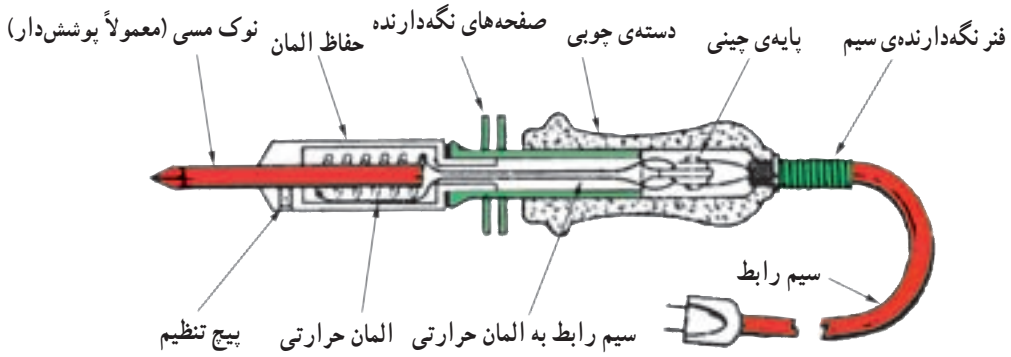
الف) هویه‌هایی که با چراغ پریموس یا مشعل‌های گازی گرم می‌شوند.

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



شکل ۲۵ــ۴ــ هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن

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 می‌شود. در شکل ۲۶ــ۴ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.



شکل ۲۶ــ۴ــ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

نوع ترانسفورماتوری: در این نوع از اصول مغناطیسی، (القا متقابل)[1] استفاده می‌شود هویه‌ی ترانسفورماتوری دارای سیم‌پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیش‌تر 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. شکل۲۷ــ۴ مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد.

شکل ۲۷ــ۴ــ مدارهای الکتریکی هویه‌ی ترانسفورماتوری

نحوه‌ی لحیم‌کاری

برای آن که لحیم‌کاری به خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را درنظر بگیرید :

- نقاطی که می‌خواهید لحیم‌کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.
- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.
- 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 لحیم‌کاری 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.
- لحیم‌کاری زمانی خوب است که پس از لحیم‌کاری، محل اتصال درخشان به‌نظر آید.
- 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 ۲۸ــ۴).

شکل ۲۸ــ۴ــ نحوه‌ی لحیم‌کاری سر سیم

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

کار عملی ۴

هدف‌ها

الف : قلع‌اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

ب :لحیم‌کاری سیم‌ها

ج : لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

مراحل اجرا

الف: قلع‌اندود کردن سرسیم‌های مفتولی و افشان

■ وسایل مورد نیاز را از انبار تحویل بگیرید.

■ از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵ سانتی‌متر و از سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی‌متری جدا کنید (جمعاً ده قطعه سیم ۱۵ سانتی‌متری)

■ به کمک سیم‌لخت‌کن از هر طرف هریک از قطعات یک سانتی‌متر روپوش برداری کنید. سپس مطابق شکل ۲۹ــ۴ تمامی سرسیم‌ها را قلع‌اندود کنید.

■ یک سانتی‌متر از روپوش دوسر کابل آنتن تلویزیون را مطابق شکل ۲۹ــ۴ بردارید و مغزی هردو سر را قلع‌اندود کنید.

سؤال ۱ــ چرا سرسیم‌ها را قلع‌اندود می‌کنند؟ کاربرد آن‌ها در کجاست؟ توضیح دهید.

ب: لحیم‌کاری

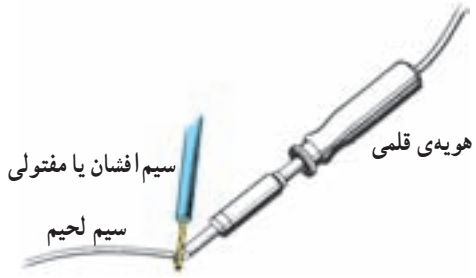
■ چند تکه سیم‌افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به‌طول‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر را از انبار تحویل بگیرید.

■ دوطرف هریک از سیم‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر را حدود ۱/۵ سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.

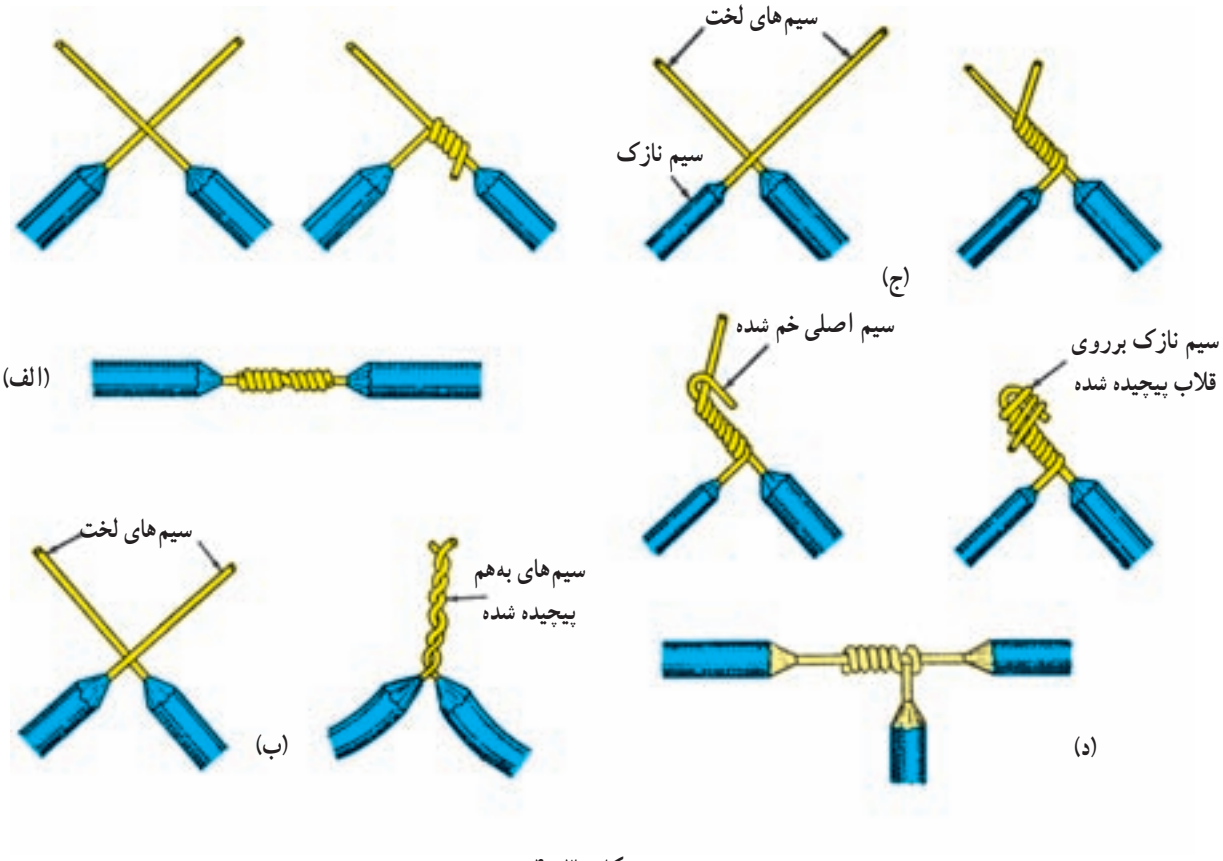
■ سیم‌ها را مطابق شکل ۳۰ــ۴ به یکدیگر بتابانید و سپس محل تابانده شده را لحیم‌کاری کنید.

تجهیزات و قطعات مورد نیاز آزمایش

نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱ــ هویه ۴۰ وات از نوع قلمی	یک عدد
۲ــ سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی‌متر	یک رشته
۳ــ سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی‌متر	یک رشته
۴ــ سیم‌چین	یک عدد
۵ــ سیم لخت‌کن	یک عدد
۶ــ قلع ۶۳ ٪	به‌اندازه کافی
۷ــ سیم آنتن تلویزیون از نوع مغزی‌دار	۳۰سانتی‌متر
۸ــ خط‌کش ۲۰cm فلزی	۱ عدد
۹ــ سیم افشان نمره ۱	۲۰سانتی‌متر
۱۰ــ دم گرد یا دم باریک	۱عدد



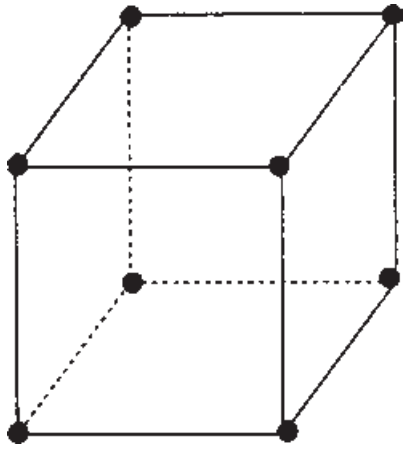
شکل ۲۹ــ۴ــ اصول صحیح قلع اندود کردن سرسیم



شکل ۳۰ــ۴

ج: لحیم‌کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد ۷/۵×۷/۵×۷/۵ سانتی‌متر)

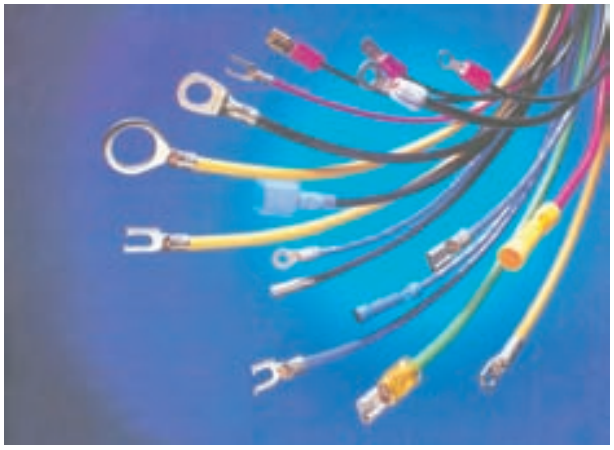
- از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم ۷/۵ سانتی‌متری را به کمک سیم‌چین ببرید.
- دو طرف هر دوازده قطعه را به اندازه یک سانتی‌متر روپوش‌برداری کنید.
- هر دو طرف هر قطعه را قلع‌اندود کنید.
- دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۳۱ــ۴ یک مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم‌کاری شود.



شکل ۳۱ــ۴ــ شکل قطعه‌کاری که باید ساخته شود.

شکل ۳۲ــ۴ــ ابزار مورد نیاز

شکل ۳۳ــ۴ انواع سرسیم‌های فیشی ــ گرد، دو شاخه و عایق دار ــ را که به سیم‌ها پرس شده‌اند، نشان می‌دهد.



شکل ۳۳ــ۴

سؤالات

۱ــ هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد؟
۲ــ سیم نمره‌ی ۲/۵ تک‌لا دارای چه قطری است؟
۳ــ از سیم‌های مفتولی و رشته‌ای در چه محل‌هایی استفاده می‌شود؟
۴ــ انواع اتصالات را نام ببرید.
۵ــ برای قراردادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
۶ــ مراحل لحیم‌کاری دو سیم وصل شده به هم را توضیح دهید.

۴ــ۴ــ کابل‌ها

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.

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 ۳۴ــ۴ ــ نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

کابل NYCY

کابل آلومینیومی زره‌دار ۱×۲۴۰ میلی‌متر مربع ۲۰ کیلوولت

کابل افشان تخت

کابل ۱×۱۵۰ میلی‌متر زره‌دار ۶۳ کیلوولت

کابل زمینی $3\frac{1}{2}$ رشته‌ی یک کیلوولت

کابل مسی‌زره‌دار ۱×۳۰۰ میلی‌متر مربع ۳۳ کیلوولت

کابل مخابراتی MDF

کابل مخابراتی مهاردار هوایی

شکل ۳۴ــ۴ــ نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

۵ــ۴ــ تعریف کابل

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.

۶ــ۴ــ ساختمان کابل‌ها

ساختمان و اجزای تشکیل‌دهنده‌ی 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 می شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی‌ها و عایق‌ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت‌ها موجب تقسیم‌بندی کابل‌ها می‌گردد.

۱ــ۶ــ۴ــ هادی کابل‌ها : هادی‌ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژهای مخصوص ساخته می‌شوند.

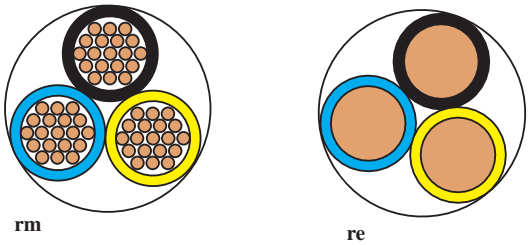
سطح مقطع هادی‌ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کار برد، در اندازه‌های گوناگون و شکل‌های متفاوت درست می‌شود.

هادی‌های کابل را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در این‌جا کابل‌ها را از نظر سطح مقطع هادی، تعداد رشته و هم‌چنین از نظر کاربرد به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف ــ هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته و (مفتولی) چند رشته (افشان) مطابق شکل ۳۵ــ۴ وجود دارند. برای مشخص‌کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.

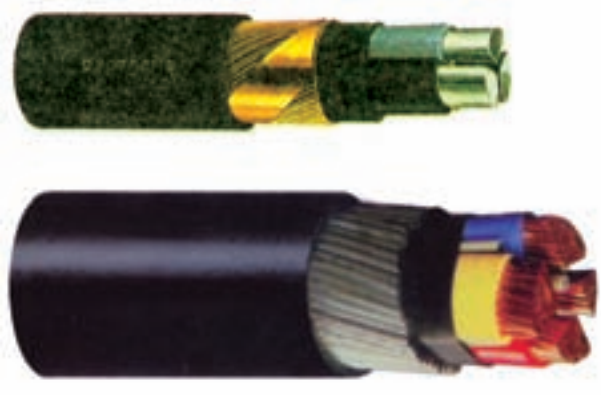
ب ــ هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثلثی (سکتور) مطابق شکل ۳۶ــ۴ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل‌های مثلثی از حرف اختصاری (s) استفاده می‌شود.

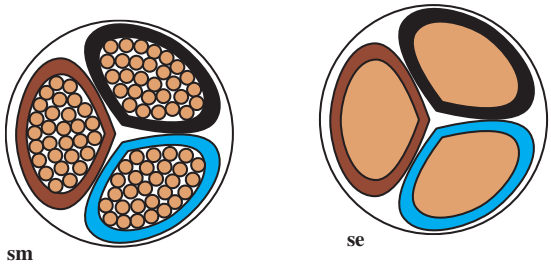
ج ــ کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته‌ی کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم‌نمود. یکی کابل‌های مسلح که برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظ‌اند و دیگر کابل‌های غیر مسلح که فاقد محافظ‌اند.



مفتولی = e گرد =r رشته‌ای = m گرد=r

شکل ۳۵ــ۴





مفتولی = e قطاعی = s رشته‌ای =m قطاعی =s

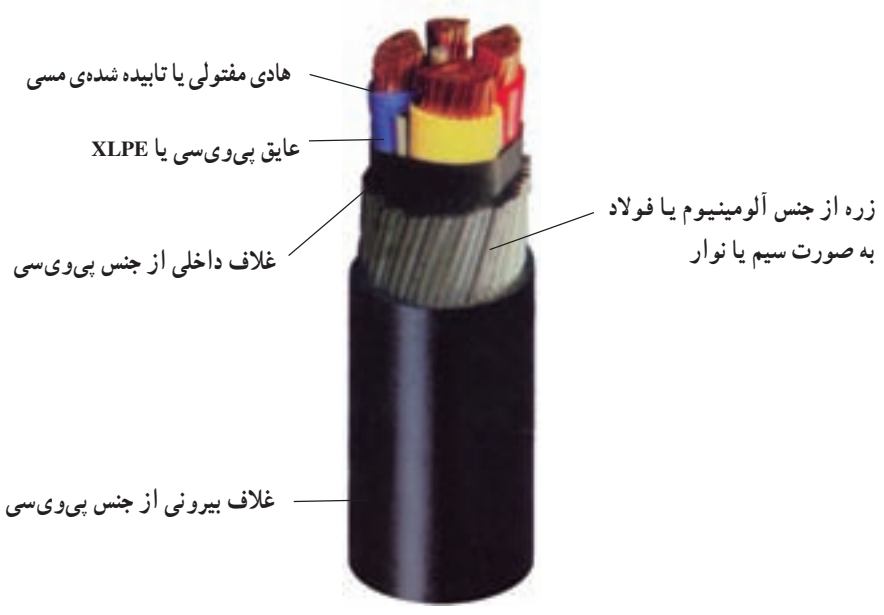
شکل ۳۶ــ۴

۲ــ۶ــ۴ــ عایق کابل‌ها: با توجّه 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 عایق‌کردن 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
- مواد پی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.

شکل۳۷ــ۴، 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 ۳ــ۴ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد VDE 0271 آلمان و ۱ــ۶۰۷ مؤسسه‌ی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI 607-1) نشان داده‌شده‌اند.

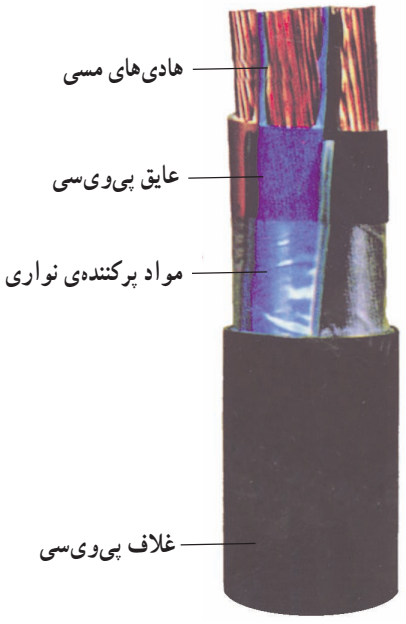


شکل ۳۷ــ۴ــ کابل با عایق پی وی‌سی به همراه اجزای کابل

جدول ۳ــ۴

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

۳ــ۶ــ ۴ــ 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 ۳۸ــ۴ کابل دارای یک غلاف از مواد پی‌وی‌سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.



شکل ۳۸ــ۴ــ کابل با غلاف PVC

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 ۳۹ــ۴).

شکل ۳۹ــ۴ــ کابل با غلاف آلومینیومی

۷ــ۴ــ علائم مشخصه کابل‌ها

براساس استاندارد V.D.E آلمان برای عایق کابل‌ها رنگ‌های بخصوصی انتخاب و اعمال می‌شود که برای کابل‌های فشار ضعیف به شرح زیر است :

جدول ۴ــ۴

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

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 درنظر گرفته می‌شود.

۱ــ۷ــ۴ــ علائم مشخصه در کابل‌ها: با توجه به ساختمان و قسمت‌های مختلفی که در ساختار یک کابل وجود دارد، برحسب نوع و مواد به‌کار رفته در آن مطابق زیر نام‌گذاری و استاندارد می‌شوند.

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 دوّمین 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)

مثال۱

NYY ۳×۴ re ۰/۶/۱kV

یعنی کابل زیرزمینی نرمال سه سیمه، گرد و تک‌رشته 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.

مثال۲ NAYY ۱×۱۵۰ rm ۰/۶/۱kV

یعنی کابل نرمال با سیم آلومینیومی یک‌سیمه 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.

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 میلی‌مترمربع 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.

۲ــ۷ــ۴ــ 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.

NYY۴×۱/۵mm^۲

شکل ۴۰ــ۴ــ کابل چهار رشته نوع NYY

جدول ۶ــ۴

سیم مسی	درجه حرارت محیط (در زمین)		
	۱۵°C	۲۰°C	۴۵°C
سطح مقطع mm^۲	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

سؤالات

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