

# فصل دوم

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۳	—	۳

## کابل و کابل کشی

هدف های رفتاری : هنرجو باید در پایان این فصل بتواند :

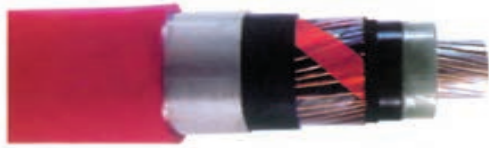
- ۱- تعریف کابل را بیان کنند.
- ۲- ساختمان و قسمت های مختلف کابل ها را شرح دهد .
- ۳- از روی علائم اختصاری، مشخصات کابل ها و نوع مصرف آن ها را بیان کند .
- ۴- کابل مناسب را برای مصرف کننده های فشار ضعیف ، از روی جدول ، انتخاب کند .

### مقدمه

کاربردهای گوناگون و با ساختمان های داخلی متفاوت تولید می کنند.

شکل ۱-۲- نمونه هایی از این کابل ها را نشان می دهد.  
البته علاوه بر بخش تولید ، استفاده از کابل نیز نیازمند مهارت و تخصص کافی است و اتصال های مختلف در کابل کشی فشار ضعیف و فشار قوی نیاز به مهارت و رعایت اصول فنی دارد . در این فصل هنرجویان ضمن شناخت کلی درباره کابل ها، با لوازم و تجهیزات کابل کشی آشنا خواهند شد.

امروزه در صنعت برق ، بخش عظیمی از توزیع انرژی الکتریکی ، به ویژه در فشار ضعیف ، به وسیله کابل ها صورت می گیرد . البته برای انتقال الکتریکی فشار متوسط و قوی نیز در برخی موارد از کابل های مخصوص استفاده می شود.  
کاربرد کابل ها در تأسیسات الکتریکی بسیار وسیع و دارای اهمیت زیادی است. کارخانجات کابل سازی کابل ها را در اندازه ها و



کابل آلومینیومی زره‌دار ۱×۲۴۰ میلی‌متر مربع ۲۰ کیلوولت



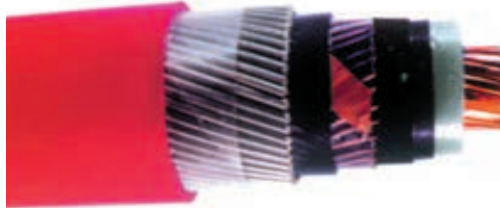
کابل NYCY



کابل ۱×۱۵۰ میلی‌متر مربع زره‌دار ۶۳ کیلوولت



کابل افشان تخت



کابل مسی زره‌دار ۱×۳۰۰ میلی‌متر مربع ۳۳ کیلوولت



کابل زمینی  $3\frac{1}{4}$  رشته یک کیلوولت



کابل مخابراتی مهاردار هوایی



کابل مخابراتی MDF

شکل ۱-۲- نمونه‌ای از انواع کابل‌ها

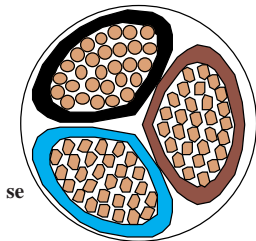
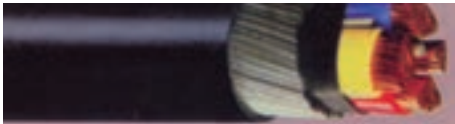
## ۱- تعریف کابل

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.

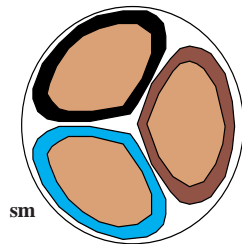
## ۲- ساختمان کابل‌ها

به طور کلی کابل‌ها همواره از دو قسمت اصلی هادی و عایق تشکیل شده‌اند. تفاوت کابل‌ها ناشی از کاربرد آن‌هاست.

کردن هادی‌های گرد از حرف اختصاری (R) و کابل‌های مثلثی از حرف اختصاری (S) استفاده می‌شود.



مفتولی e= مثلثی s=



رشته‌ای m= مثلثی s=

شکل ۲-۳

### ۲-۲- 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 بدنه 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 زیر است:

- کاغذهای آغشته به روغن مخصوص

- مواد لاستیکی

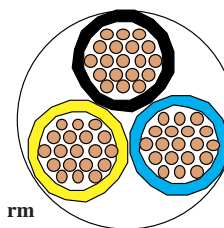
- مواد پی‌وی‌سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.

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. ساختمان و اجزای تشکیل‌دهنده کابل‌های مخابراتی کاملاً با کابل‌های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند.

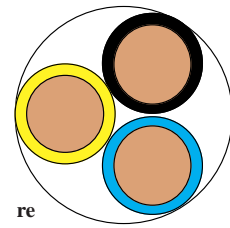
### ۲-۱- هادی کابل‌ها

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 و تعداد رشته به صورت زیر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

الف) هادی‌ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته (مفتولی) و چند رشته (افشان) مطابق شکل ۲-۲ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی‌های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل‌های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می‌شود.



رشته‌ای m = گرد r=



مفتولی e= گرد r=

شکل ۲-۲

ب) هادی‌ها از نظر شکل سطح مقطع نیز به دو شکل گرد و مثلثی (سکتور) مطابق شکل ۲-۳ وجود دارند. برای مشخص



شکل ۲-۴- کابل با عایق پی وی سی به همراه اجزای کابل

● مواد عایق از جنس پلی اتیلن، که به نام XLPE معروف است.

شکل ۲-۴، یک نوع کابل با عایق پی وی سی (PVC) را نشان می دهد.

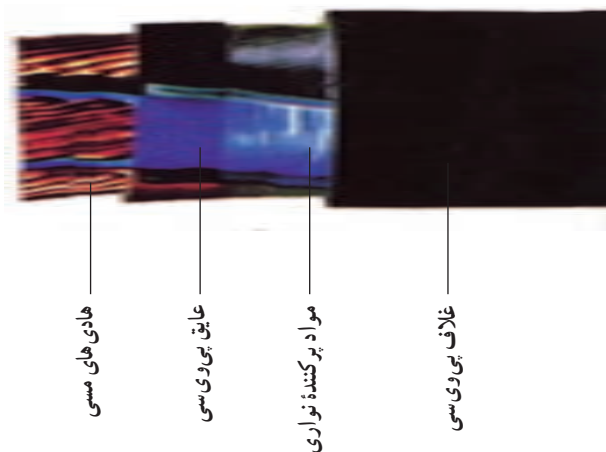
برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم های کابل از یکدیگر، عایق سیم های هادی را در رنگ های مختلف انتخاب می کنند. در جدول ۲-۱ رنگ بندی عایق سیم ها بر اساس استاندارد VDE 0271 آلمان و ۶۰۷-۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران<sup>۱</sup> نشان داده شده اند.

جدول ۱- ۲

تعداد سیم های کابل	رنگ عایق سیم های کابل بدون سیم (محافظت سیم ارت)	رنگ عایق سیم های کابل با سیم (محافظت سیم ارت)
۱ سیمه	سیاه	-
۲ سیمه	سیاه - آبی	-
۳ سیمه	سیاه - آبی - قهوه ای	سبز و زرد - آبی - قهوه ای
۴ سیمه	سیاه - آبی - قهوه ای - سیاه	سبز و زرد - آبی - قهوه ای - سیاه
۵ سیمه	سیاه - آبی - قهوه ای - سیاه - سیاه	سبز و زرد - آبی - قهوه ای - سیاه - سیاه
۶ سیمه و بالاتر	تمام سیم ها سیاه و روی همه آنها شماره زده می شود	سبز و زرد - بقیه سیم ها سیاه و روی همه آنها شماره زده می شود

### ۲-۳- غلاف کابل

در برخی کابل ها از لایه و یا لایه هایی در روی کابل استفاده می شود که می توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کنند و هم چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. اصطلاحاً به این محافظ «غلاف کابل» یا «زره» می گویند. در ساده ترین حالت، مطابق شکل ۲-۵ کابل دارای یک غلاف از مواد پی وی سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می کند.



شکل ۲-۵- کابل با غلاف PVC

۱- تمامی استانداردهای ملی در رشته برق از سایت مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به نشانی [www.isiri.org](http://www.isiri.org) قابل دانلود است.



شکل ۲-۶- کابل با غلاف آلومینیومی

حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعبیه می گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می توان از کابل کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها، که به صورت دفنی در خاک و در زیر معابر و خیابان ها اجرا می شود، نام برد. کابل های فوق حتماً به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی مجهزند (شکل ۲-۶).

کابل ها را از نظر کاربرد به دو دسته کابل های مسلح و کابل های غیر مسلح می توان تقسیم نمود. کابل های مسلح که برای تحمل ضربه ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظ اند و کابل های غیر مسلح که فاقد محافظ اند.

### ۳- عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابل ها

جریان مورد نیاز مصرف کننده و میزان تحمل کابل در برابر عبور جریان و افت ولتاژ مجاز، توجه خاص داشته باشیم.

#### I - جریان مجاز

جریان مجاز عبوری از کابل ها به گونه ای تعیین می شود که در هر نقطه از کابل، حرارت تولید شده در هادی های آن به خوبی به محیط اطراف منتقل شود؛ به طوری که درجه حرارت عایق در سطح هادی کابل های پی.وی.سی از ۷۰ درجه سانتی گراد بیشتر نشود. میزان تحمل جریان کابل به شرایط محیطی آن، که در هوای آزاد و یا محیطی بسته باشد، بستگی دارد. هر چه میزان جریان عبوری از کابل بیشتر باشد، حرارت ایجاد شده در فضای اطراف آن زیادتیر خواهد بود و باید در نحوه قرار گرفتن کابل ها در کنار هم به آن توجه کرد.

به طور کلی برای انتخاب یک کابل باید به موارد زیر توجه کرد.

- ۱- جریان مورد نیاز بار و میزان تحمل کابل در برابر جریان عبوری
  - ۲- ولتاژ نامی (ولتاژ نامی مورد استفاده با ولتاژ نامی قابل تحمل کابل برابر یا کم تر باشد)
  - ۳- افت ولتاژ مجاز
  - ۴- حفاظت مدار
  - ۵- بار اتصال کوتاه مجاز
  - ۶- شرایط محیطی (دمای محیط، میزان فشار و کشش وارد بر کابل، رطوبت محیط و اثرات خوردگی محل نصب کابل)
- از بین عوامل فوق جهت تعیین سطح مقطع کابل باید به

جداول ۱-۲، میزان تحمل جریان کابل را (با سطح مقطع‌های مختلف در شرایط گوناگون) نشان می‌دهد.

جدول ۲-۲- قابلیت بار مجاز سیم‌های مسی عایق‌دار و سطح مقطع‌های مربوط

گروه سوم: سیم‌های مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع		گروه دوم: کابل‌های رشته‌ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰ (۶۰۷)		گروه اول: یک یا چند سیم عایق‌دار نوع NYA یا استاندارد ایران ۰۱ (۶۰۷)		سطح مقطع
فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	
۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱۰	۱۲	۱
۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۱۶	۱۶	۱/۵
۳۵	۳۴	۲۵	۲۷	۲۰	۲۱	۲/۵
۵۰	۴۵	۳۵	۳۶	۲۵	۲۷	۴
۶۳	۵۷	۵۰	۴۷	۳۵	۳۵	۶
۸۰	۷۸	۶۳	۶۵	۵۰	۴۸	۱۰
۱۰۰	۱۰۴	۸۰	۸۷	۶۳	۶۵	۱۶
۱۲۵	۱۳۷	۱۰۰	۱۱۵	۸۰	۸۸	۲۵
۱۶۰	۱۶۰	۱۲۵	۱۴۳	۱۰۰	۱۱۰	۳۵
۲۰۰	۲۱۰	۱۶۰	۱۷۸	۱۲۵	۱۴۰	۵۰
۲۵۰	۲۶۰	۲۲۴	۲۲۰	۱۶۰	۱۷۵	۷۰
۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۶۵	۲۰۰	۲۱۰	۹۵
۳۵۵	۳۶۵	۳۰۰	۳۱۰	۲۵۰	۲۵۰	۱۲۰

جدول ۲-۳، جریان مجاز کابل‌های برق را، با توجه به رشته سیم‌های آن، نشان می‌دهد. قرارگیری در خاک و یا هوای آزاد و هم‌چنین با توجه به تعداد

جدول ۲-۳- جریان مجاز کابل‌های برق با ولتاژ اسمی ۱KV

سطح مقطع (mm) <sup>۲</sup>	کابل‌های ۱ سیمه جریان مستقیم		کابل‌های ۲ سیمه (amp)		کابل‌های ۳ و ۴ سیمه (amp)		سه تا کابل یک سیمه سه فاز (amp)				
	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	طرز قرار گرفتن کابل‌ها 	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	-	-	-	-	-
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	-	-	-	-	-
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	-	-	-	-	-
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	-	-	-	-	-
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	-	-	-	-	-
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۲۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	-	-	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۲۰	۱۸۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	-	-	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	-	-	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	-	-	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۰	۳۷۵	۳۳۵	۳۳۰	۳۳۰

قرار دهیم. لذا، برای هر مسیر و با توجه به توان مصرفی آن مسیر، می‌توانیم سطح مقطع کابل مورد نظر را محاسبه کنیم. گفتنی است در انتخاب سطح مقطع استاندارد، همیشه باید مقطعی را انتخاب کنیم که از مقدار محاسبه شده بیش‌تر یا مساوی با آن باشد. برای مصارف تک فازه:

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \cos \phi}{\kappa \times \% \Delta V \times V}$$

برای مصرف کننده‌های سه فازه:

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \times I \times \cos \phi}{\kappa \times \% \Delta V \cdot V_L}$$

## II - افت ولتاژ در کابل

در انتخاب کابل، علاوه بر جریان مجاز عبوری، طول کابل که متناسب با افت ولتاژ است نیز عامل تعیین کننده‌ای به شمار می‌آید. در مصرف کننده‌های موتوری سه فازه افت ولتاژ نباید از ۳ درصد ولتاژ نامی تجاوز کند. یعنی در شبکه ایران حداکثر افت ولتاژ مجاز برابر خواهد شد با

$$\Delta V = \% \Delta V \times V = \% 3 \times 380 = 11.4V$$

محاسبه سطح مقطع کابل‌ها: با توجه به تعداد مصرف کننده‌ها و نوع آن‌ها، می‌توانیم از تابلو اصلی، چندین انشعاب یا مسیر مجزا در نظر بگیریم و سر راه هر یک فیوز مناسبی

که در فرمول‌های فوق :

$$A = \text{سطح مقطع کابل [برحسب } \text{mm}^2 \text{]}$$

$$I = \text{جریان مصرف کننده [برحسب آمپر]} \text{ (جریان خط در}$$

مصرف کننده‌های سه فاز)

$$L = \text{طول کابل [برحسب متر]}$$

$$V_L = \text{ولتاژ خط [برحسب ولت]}$$

$$\Delta V \% = \text{درصد افت ولتاژ}$$

$$\kappa = \text{قابلیت هدایت مخصوص کابل برحسب } \left[ \frac{\text{m}}{\Omega \text{mm}^2} \right]$$

**مثال ۱:** سطح مقطع کابل مصرف کننده تک فاز ۲۲۰ ولتی

که فاصله اش از تابلو ۲۰ متر است و جریان ۱۵ آمپر را با ضریب قدرت ۰/۶ پس فاز دریافت می کند، در صورتی که  $\kappa = 56$  و  $\Delta V \% = 2$  محاسبه کنید.

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V} = \frac{2 \times 20 \times 15 \times 0.6}{56 \times 0.02 \times 220} = \frac{360}{246.4} = 1.46 \Rightarrow A = 1.5 \text{mm}^2$$

**مثال ۲:** می خواهیم جهت اتصال یک موتور سه فاز با جریان نامی ۲۰ آمپر و ضریب توان ۰/۷۵، که در فاصله ۵۰ متری از تابلو قرار دارد، از یک کابل استفاده کنیم. سطح مقطع کابل را محاسبه کنید.  $\Delta V \% = 2$  و  $\kappa = 56$

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \cdot V_L}$$

**حل:** چون شبکه برق سه فاز کشورمان ولتاژ خط آن ۳۸۰

ولت است بنابراین،  $V_L = 380$  را قرار می دهیم.

$$A = \frac{1.73 \times 50 \times 20 \times 0.75}{56 \times 0.02 \times 380} = \frac{1297.5}{425.6} = 3.04$$

چون سطح مقطع به دست آمده جزو کابل های استاندارد نیست. بنابراین، اولین شماره کابلی را، که مقطع آن بیش تر از مقدار محاسبه شده است، انتخاب می کنیم. در این مسئله، کابل نمره ۴ خواهد بود بنابراین، نوع کابل  $4 \times \text{NYYY}$  انتخاب می شود، که در جدول (۴-۴) سطح مقطع سیم های استاندارد آمده است.

## ۴- سیم های برق



شکل ۷-۲- سیم های مفتولی

عمده ترین انواع سیم های عایق دار مورد استفاده در تأسیسات برقی و کارهای ساختمانی را می توان برابر استاندارد (VDE) به سه دسته کلی زیر تقسیم نمود.

### ۴-۱- سیم های مفتولی

هادی این نوع سیم ها از مس استاندارد شده با پوششی از ماده بی.وی.سی است. ولتاژ اسمی سیم،  $450/750$  ولت است و برای جریان های مختلف، با سطح مقطع های  $1/5$  تا  $240 \text{mm}^2$  ساخته می شود.

برای مصرف در تابلوهای برق و تأسیساتی که به طور ثابت نصب می شوند در نقاط خشک در داخل لوله، روی دیوار، داخل دیوار و خارج از آن با استفاده از مقره به کار می رود. استفاده از این سیم در داخل دیوار، به طور مستقیم، مجاز نیست (شکل ۷-۲).

### ۴-۲- سیم های نیمه افشان

ساختمان این سیم مشابه سیم های مفتولی است. ولتاژ اسمی این سیم  $450/750$  ولت است و زمینه های کاربردی آن مشابه سیم های مفتولی است (شکل ۸-۲). فقط در مواردی که نیاز به انعطاف بیشتری نسبت به سیم های مفتولی است، از این سیم استفاده می شود.



شکل ۸-۲- سیم نیمه افشان



### ۳-۴- سیم‌های افشان

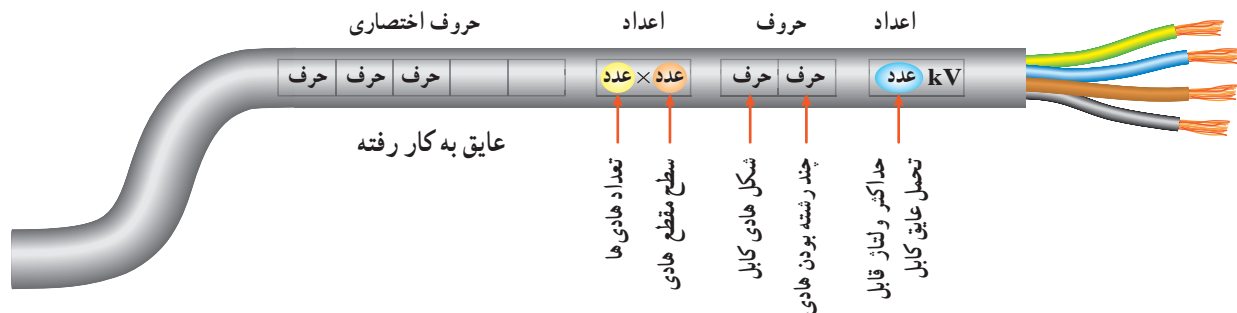


شکل ۹-۲- سیم‌های افشان

ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتولی و نیمه افشان است. ولتاژ اسمی آن ۳۰۰/۵۰۰ ولت است. قابلیت انعطاف این سیم نسبت به سیم‌های نیمه افشان بیش تر است (شکل ۹-۲).

### ۵- نحوه استخراج اطلاعات از روی کابل‌ها

بر روی بدنه کابل‌ها از یک سری حروف، که نشان دهنده نوع عایق به کار رفته در کابل است و هم چنین یک سری اعداد، که نشان دهنده تعداد رشته و سطح مقطع هر رشته است (به همراه حروف اختصاری تعداد رشته و سطح مقطع، در کنار ولتاژ قابل تحمل عایق کابل)، استفاده می‌شود. از این اطلاعات برای تشخیص زمینه کاربرد کابل‌ها می‌توان استفاده کرد. با توجه به توضیحات فوق، ساختار کلی نوشتن اطلاعات روی کابل‌ها را به صورت زیر، می‌توان بیان کرد:



برای بیان جنس هادی و عایق به کار رفته در کابل‌ها و همچنین برای توضیحات بیشتر، از حروف اختصاری استفاده می‌شود. در جدول ۴-۲ به چند نمونه آن‌ها اشاره شده است.

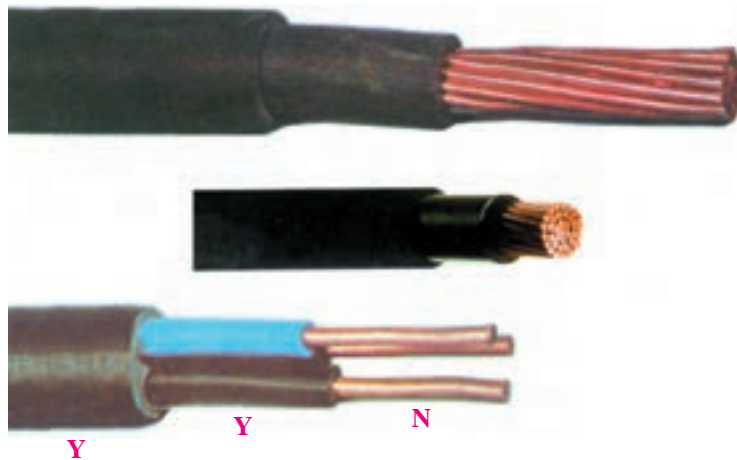
جدول ۴-۲

توضیحات	حروف اختصاری
کابل‌های نرم شده با هادی مسی براساس استاندارد VDE	N
عایق پروتودور	Y (اولین Y در ردیف حروف)
روپوش پروتودور	Y (دومین Y در ردیف حروف)
کابل‌های نرم شده با نوع هادی از جنس آلومینیوم	NA (اولین حروف)
غلاف خارجی دابل	A (دومین حرف)
کابل مسلح با نوار فلزی (بانداز فولادی)	B
غلاف سربی	K

### مثال ۱: کابل های زمینی (NYY)

شده است. مقطع هادی این نوع کابل ها گرد یا سه گوش است. سیم های عایق شده، پس از تابیدن برای گرد شدن مقطع در داخل ماده پرکننده، قرار می گیرند. به دور کابل های دارای هادی سه گوش، نوار پلاستیکی پیچیده می شود. شکل ۱-۲، سه نوع از این کابل ها را نشان می دهد.

این نوع کابل های برق، برای کابل کشی در زیر زمین، در آب، در کانال و محل هایی که احتمال ضربه مکانیکی نباشد، با ولتاژ اسمی کابل ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت مورد استفاده قرار می گیرد. ساختمان این نوع کابل ها از رشته های هادی مسی نرم شده، که به وسیله بی.وی.سی. عایق و غلاف می شوند، تشکیل

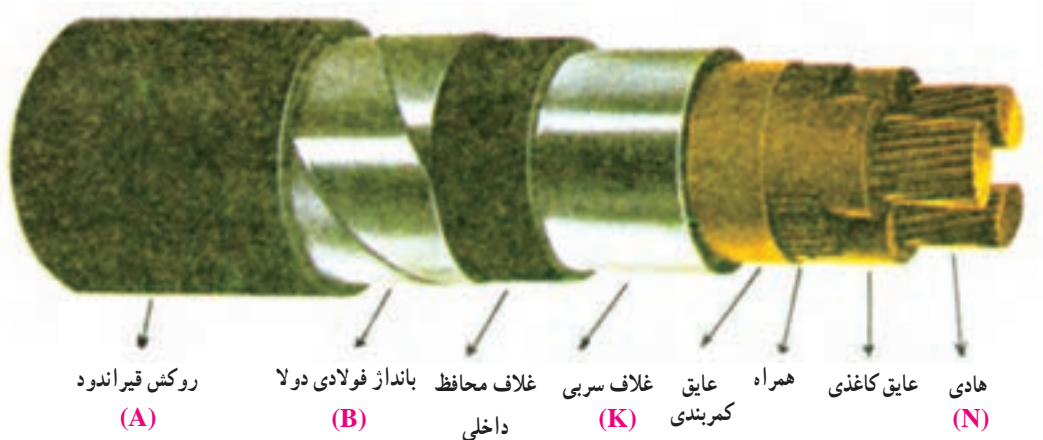


شکل ۱-۲- NYY

در برابر آتش سوزی و سائیدگی حفاظت لازم دارند، به کار برده می شوند. همچنین برای دفن کردن در زمینی، که در آن مواد شیمیایی یا الکترولیتی وجود دارد، مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۱۱-۲).

### مثال ۲: کابل ۶/۱۰ kV sm۶/۱۰۳۵ NKBA

برای ولتاژ ۶/۱۰ kV با غلاف سربی، پوشش حفاظتی داخلی، نوار حفاظتی فولادی، و غلاف خارجی پروتودور به رنگ مشکی و برای ولتاژهای بالاتر به رنگ قرمز است. در ولتاژ پایین برای نصب داخل ساختمان ها و در کانال هایی که،



شکل ۱۱-۲- کابل NKBA

## ۶- لوازم و تجهیزات کابل کشی

برای اجرای عملیات مختلف بر روی کابل ها، به لوازم و تجهیزاتی نیاز است که در زیر به شرح آن ها می پردازیم:



شکل ۱۲-۲- نمونه هایی از قیچی کابل بری دستی

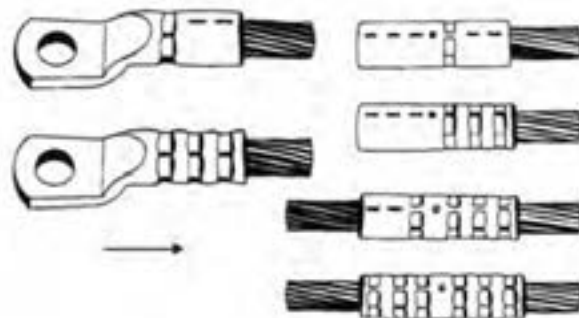
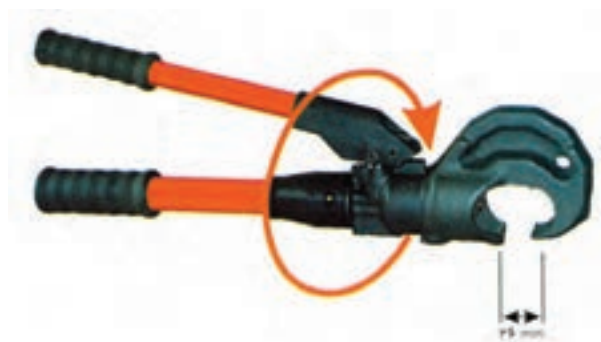
### ۶-۱- قیچی کابل بری

برای بریدن کابل ها و هادی های مسی و آلومینیومی با قطر کم از قیچی کابل بری دستی، و برای قطرهای بیش تر، از قیچی های هیدرولیکی، پنوماتیکی و یا الکترومکانیکی استفاده می شود. در شکل ۱۲-۲، نمونه هایی از قیچی کابل بری دستی نشان داده شده است.

### ۶-۲- پرس های کابل شو

استفاده می شود. شکل ۱۳-۲، نمونه ای از پرس دستی را، به همراه انواع کابل شوهای پرس شده، نشان می دهد.

برای پرس سرسیم های فلزی به سرهادی ها از پرس دستی



شکل ۱۳-۲- پرس دستی

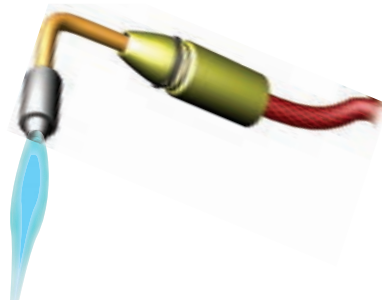
### ۳-۶- هویه دستی چکشی، سر پیک گاز، چراغ کوره‌ای

جهت لحیم کاری کابل شوها از هویه دستی چکشی و سر

پیک گاز و یا چراغ کوره‌ای استفاده می‌شود (شکل ۱۴-۲).



الف) چراغ کوره‌ای



ب) سر پیک گاز



ج) هویه چکشی

شکل ۱۴-۲- انواع وسایل حرارتی برای لحیم کاری

### ۵-۶- وسیله روکش برداری کابل

این وسیله دارای دستگیره‌ای است که یک تیغ برش و یک غلتک روی آن قرار دارد. هنگام روکش برداری کابل، غلتک در پشت کابل قرار می‌گیرد، و با کشیدن آن روی کابل عایق روی آن برداشته می‌شود. فاصله بین غلتک و تیغه قابل تنظیم است. بنابراین، امکان لخت کردن همه‌گونه کابلی (با ضخامت عایق‌های مختلف)، وجود دارد (شکل ۱۶-۲).



شکل ۱۶-۲- وسیله روکش برداری کابل

### ۶-۶- بست کابل

در کابل کشی‌های روی دیوار از بست کابل استفاده می‌شود. برای انتخاب بست‌های مختلف لازم است نکات زیر رعایت شود:

- اندازه قطر خارجی کابل

### ۴-۶- قیچی کابل بری هیدرولیکی

قیچی کابل بری هیدرولیکی دستی، که قابل تنظیم برای قطرهای مختلف از کابل‌هایی با هادی مسی و آلومینیومی است و بیش‌تر برای کابل‌های با قطر زیاد، که نمی‌توان با قیچی‌های کابل بر ساده برش داد، کاربرد دارد (شکل ۱۵-۲).

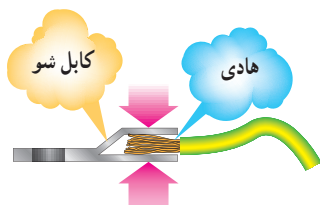
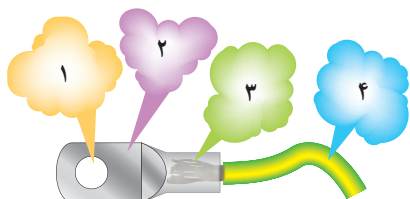
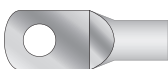


شکل ۱۵-۲

## ۶-۷- کابل شوها (سرسیم ها)

برای اتصالات جدانشدنی سیم ها، از فیش یا سر سیم های مخصوص استفاده می کنند. سر سیم ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه های مختلف ساخته می شود و با لحیم کاری یا توسط دستگاه پرس مخصوص، به هادی محکم می شوند.

کابل شوها را در انواع مختلف پرسی، لحیمی، پیچی و منگنه ای می سازند. برای به دست آوردن اتصال صد درصد و قابل اطمینان، اغلب کابل شوها را به هادی های کابل، لحیم یا پرس می کنند (شکل ۱۸-۲).



محل های پرس کاری

شکل ۱۸-۲- ترتیب پرس شدن کابل شو

مفهوم اعداد روی شکل ۱۸-۲ عبارت است از:

۱- سوراخ کابل شو (محل قرار گرفتن پیچ)

۲- قسمت پهن کابل شو

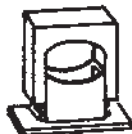
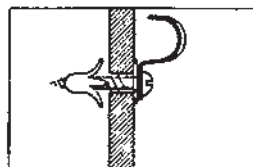
نوع کابل کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و شیمیایی اثرگذار روی کابل

نوع کابل کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و یا غیر قابل دید (زیر سقف کاذب) بودن

امکان بستن ساده کابل

قیمت مناسب نصب

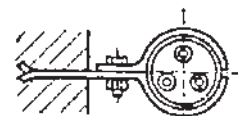
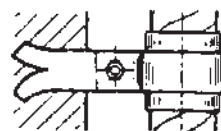
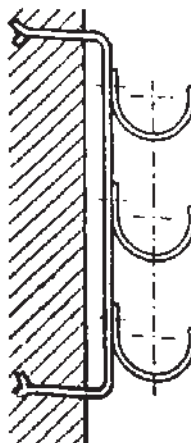
بست ها توسط میخ های فولادی یا پیچ به روی دیوار محکم و سپس کابل روی آن ها بسته می شود. انواع بست ها در شکل های ۱۷-۲ نشان داده شده است.



الف) بست هایی که به سطح کار پیچ می شوند.



ب) بست هایی که روی پیچ کار گذاشته شده داخل دیوار سوار می شوند.



ج) بست هایی که پایه آن ها در داخل دیوار نصب شده است.

شکل ۱۷-۲- انواع بست کابل

۳- سوکت (محل قرار گرفتن سیم)

۴- عایق سیم

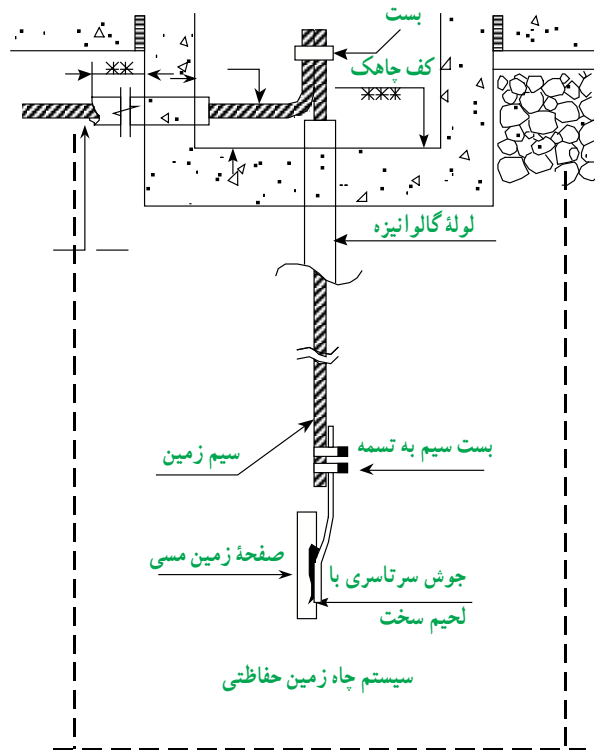
– برای اتصال کابل های افشان (از مقطع یک میلی متر مربع به بالا و کابل های مفتولی از ۱ میلی متر مربع به بالا)، باید از کابل شو استفاده شود.

کابل های مفتولی به مقطع ۶ میلی متر مربع و کم تر را می توان مستقیماً با ایجاد سوکتی به دستگاه مربوطه متصل نمود.

– در مواردی برای اتصال هادی ها به یکدیگر از لحیم سخت استفاده می شود.

لحیم کاری سخت نوعی اتصال جدا نشدنی است. این نوع لحیم کاری با لحیم کاری نرم تفاوت دارد، به طوری که به جای قلع از الکتروود برنجی، به جای روغن از روان ساز پودری و به عنوان وسیله حرارتی از سر پیک های جوش کاری استفاده می شود.

گاهی به این نوع لحیم کاری به غلط جوش برنج گفته می شود. شکل ۱۹-۱۲ اتصال سیم زمین به صفحه مسی را، که به وسیله لحیم کاری سخت صورت می گیرد، نشان می دهد.



شکل ۱۹-۲- لحیم کاری سخت در اتصال سیم مسی به صفحه مسی چاه زمین حفاظتی

روش روکش برداری کابل : برای درآوردن عایق روی

کابل، ابتدا در محیط کابل و در محل مورد نظر به وسیله چاقو و با شیار درآر محیطی شیار دایره ای ایجاد می کنیم (شکل ۲۰-۲). سپس در امتداد طول کابل با چاقو و یا ابزار مخصوص برش کابل، خط برش ایجاد و عایق را جدا می کنیم (شکل ۲۱-۲).



شکل ۲۰-۲- برش کابل



شکل ۲۱-۲- عایق برداری

### نکات ایمنی

در هنگام روکش برداری کابل نباید چاقو را به سمت خود بگیرید زیرا، هنگام بریدن روکش کابل، ممکن است چاقو از سطح کابل جدا شود و سینه یا دست شما را مجروح سازد. ضمناً مواظب باشید که افراد دیگر در مسیر نوک چاقوی شما قرار نگیرند.

اتصال کابل شو به کابل : برای اتصال کابل به دیگر

تجهیزات الکتریکی، از کابل شو یا کفشک کابل استفاده می شود. کابل شوها ممکن است پیچی، پرسی یا قابل لحیم کاری باشند. در مقاطع بزرگ، اتصال کابل شو به کابل به وسیله لحیم کاری و اغلب با شعله صورت می گیرد. در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری باید توجه نمود که عایق و روکش بیرونی کابل در اثر

حرارت آسیب نبیند.

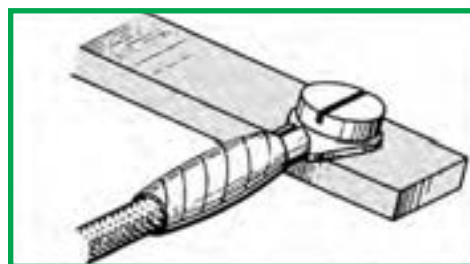
### مراحل اتصال کابل شو به وسیله لحیم کاری

- عایق سر کابل را به اندازه لازم (به اندازه طول حلقه کابل شو + حدود پنج میلی متر) جدا کنید و سر کابل را تمیز کنید.
- سر کابل را، که عایق آن برداشته شده است، در کابل شو داخل نمایید.

● دنباله عایق سر کابل را، با بیچاندن نخ نسوز، از خطر سوختن محافظت کنید.

● کابل را با کابل شو به طور عمودی نگه دارید. محل لحیم کاری را روغن لحیم بزنید. برای لحیم کاری، دنباله کابل شو را که بالای محل لحیم کاری قرار دارد، به وسیله چراغ کوره ای و یا سر پیک گازی، گرم کنید. با گذاشتن لحیم بر روی آن سعی کنید که لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند.

نخ نسوز را باز کنید و روی محل لحیم کاری را با نوار عایق ببوشانید و کابل شو را با سر تخت آن و بدون هیچ واسطه ای روی محل اتصال زیر بیچ محکم کنید (شکل ۲-۲۲).



شکل ۲-۲۲- عایق کاری و قراردادن کابل شو زیر بیچ

### — طریقه اتصال کابل شوی پیچی به کابل: کابل شوهای

پیچی برای مقاطع بزرگ یک تا ۱۲۰ میلی متر مربع، و سیم های چند لا تا ۱۵۰ میلی متر مربع مورد استفاده دارند و نحوه اتصال آن ها به کابل به ترتیب زیر است:

● کابل شوی انتخابی باید با قطر سیم هادی متناسب باشد و صحیح انتخاب شود.

● بیچ ها یک نواخت محکم شوند و سیم نباید در این حال تغییر شکل دهد. فاصله بین بست های بالا و پایین باید در هر دو طرف یک سان باشد. به علاوه پس از اتصال، باید یک فشار اتصال کافی (حداقل یک کیلو گرم بر سانتی متر مربع) بین دو قسمت بست به وجود آید (شکل ۲-۲۳).



شکل ۲-۲۳- الف



شکل ۲-۲۳- ب