

# فصل دوم

ساعات آموزش		
جمع	عملی	نظری
۳	—	۳

## کابل و کابل کشی

هدف‌های رفتاری: هنرجو باید در پایان این فصل بتواند:

- ۱- تعریف کابل را بیان کنند.
- ۲- ساختمان و قسمت‌های مختلف کابل‌ها را شرح دهد.
- ۳- از روی علایم اختصاری، مشخصات کابل‌ها و نوع مصرف آن‌ها را بیان کند.
- ۴- کابل مناسب را برای مصرف کننده‌های فشار ضعیف، از روی جدول، انتخاب کند.

### مقدمه

کاربردهای گوناگون و با ساختمان‌های داخلی متفاوت تولید می‌کنند.  
شكل ۱-۲- نمونه‌هایی از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.  
البته علاوه بر بخش تولید، استفاده از کابل نیز نیازمند مهارت و تخصص کافی است و اتصال‌های 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 کابل‌ها، 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 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



کابل آلومینیومی زرده دار  $1 \times 240$  میلی متر مربع ۲۰ کیلوولت



کابل NYCY



کابل  $1 \times 150$  میلی متر مربع زرده دار ۶۳ کیلوولت



کابل افسان تخت



کابل مسی زرده دار  $1 \times 300$  میلی متر مربع ۳۳ کیلوولت



کابل زمینی  $\frac{1}{3}$  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 «کابل» نامیده می‌شود. و در روی سطح سیم نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، باشد، به طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر

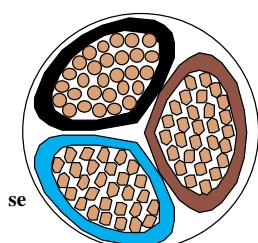
## ۲- ساختمان کابل‌ها

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

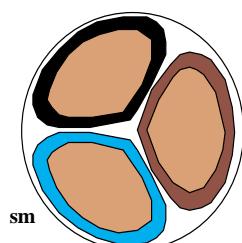
کردن هادی های گرد از حرف اختصاری (r) و کابل های مثلثی از حرف اختصاری (s) استفاده می شود.



يعني نوع کارشان موجب می شود که جنس، شکل، سطح مقطع و تعداد هادی ها و عایق ها با یکدیگر تفاوت داشته باشند. این تفاوت ها موجب تقسیم بندی کابل ها می گردد. ساختمان و اجزای تشکیل دهنده کابل های مخابراتی کاملاً با کابل های مورد استفاده در صنعت برق فشار قوی و فشار ضعیف تفاوت دارند.



مفتولی  $e =$  مثلثی



رشته ای  $m =$  مثلثی

شکل ۲-۳

## ۲-۱- هادی کابل ها

هادی ها از سیم مسی تقریباً خالص و دارای انعطاف قابل قبول یا از آلومینیوم یا آلیاژ های مخصوص ساخته می شوند. سطح مقطع هادی ها، با توجه به مقدار جریان عبوری و نوع کاربرد، در اندازه های گوناگون و شکل های مختلف درست می شود. هادی های کابل را از دیدگاه های مختلف می توان تقسیم بندی نمود. در اینجا کابل ها را از نظر سطح مقطع هادی و تعداد رشته به صورت زیر مورد بررسی قرار می دهیم.

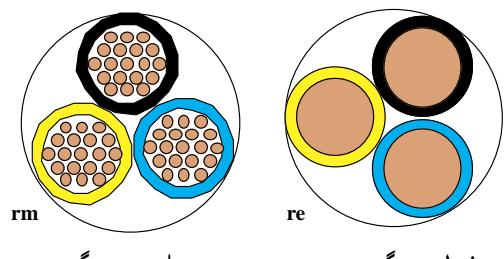
(الف) هادی ها از نظر تعداد رشته به دو شکل تک رشته (مفتولی) و چند رشته (افشان) مطابق شکل ۲-۲ وجود دارند. برای مشخص کردن هادی های تک رشته از حرف اختصاری (e) و کابل های چند رشته از حرف اختصاری (m) استفاده می شود.



## ۲-۲- عایق کابل ها

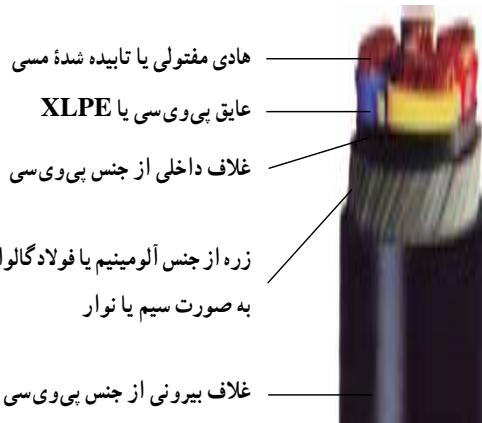
با توجه به این که کابل ها در زیر زمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می شوند، نباید هیچ گونه اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، باید ولتاژ روی بدنه عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می شود، که مهم ترین آن ها به شرح زیراند:

- کاغذ های آغشته به روغن مخصوص
- مواد لاستیکی
- مواد پی وی سی (PVC)، که به نام پروتودور معروف است.



شکل ۲

(ب) هادی ها 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

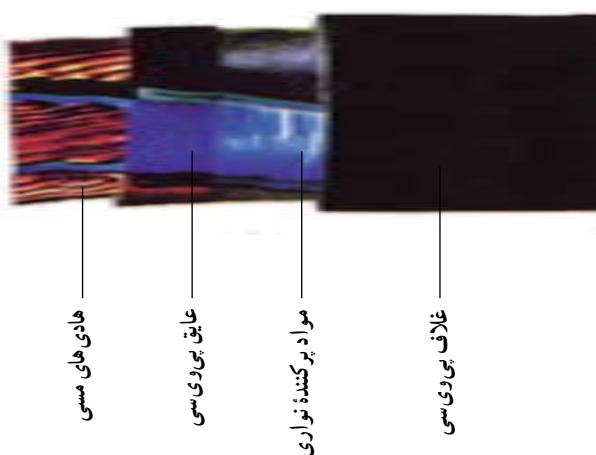
● مواد عایق از جنس پلی اتیلن، که به نام XLPE معروف است.

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

برای جلوگیری از اشتباه و جهت تشخیص سیم‌های کابل از یکدیگر، عایق سیم‌های هادی را در رنگ‌های مختلف انتخاب می‌کنند. در جدول ۲-۱ رنگ‌بندی عایق سیم‌ها بر اساس استاندارد ۰۲۷۱ VDE آلمان و ۶۰۷-۱ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران<sup>۱</sup> نشان داده شده‌اند.

جدول ۱-۲

رنگ عایق سیم‌های کابل با سیم محافظ (سیم ارت)	رنگ عایق 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-آبی-قهوه‌ای-سیاه	۴ سیمه
سبز و زرد-آبی-قهوه‌ای	سیاه-آبی-قهوه‌ای-سیاه-سیاه	۵ سیمه
سبز و زرد-بقیه سیم‌ها سیاه و روی همه آن‌ها شماره آن‌ها شماره زده زده می‌شود	تمام سیم‌ها سیاه و روی همه آن‌ها شماره زده می‌شود	۶ سیمه و بالاتر



شکل ۲-۵—کابل با غلاف PVC

### ۲-۳- 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 ۲-۵ کابل دارای یک غلاف از مواد پی وی سی است که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می‌کند.

۱- تمامی استانداردهای ملی در رشتہ برق از سایت مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به نشانی 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 می‌شود ضرورت دارد، با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتوح و یا ورق تعییه می‌گردد، محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می‌توان از کابل کشی 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 مجهzenد (شکل ۲-۶). کابل‌ها را از نظر کاربرد به دو دسته کابل‌های مسلح و کابل‌های غیر مسلح می‌توان تقسیم نمود. کابل‌های مسلح که برای تحمل ضربه‌ها، فشار، نفوذ رطوبت و سایر عوامل دارای محافظاند و کابل‌های غیر مسلح که قادر محافظت نداشته باشند.

### ۳- عوامل مؤثر در انتخاب نوع کابل‌ها

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

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

#### I—جریان مجاز

جریان مجاز عبوری از کابل‌ها به گونه‌ای تعیین می‌شود که در هر نقطه از کابل، حرارت تولید شده در هادی‌های آن به خوبی به محیط اطراف منتقل شود؛ به طوری که درجه حرارت عایق در سطح هادی کابل‌های پی.وی.سی از  $7^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد 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 زیادتر خواهد بود و باید در نحوه قرار گرفتن کابل‌ها در کنار هم به آن توجه کرد.

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

جدول ۱-۲، میزان تحمل جریان کابل را (با سطح مقطع های مختلف در شرایط گوناگون) نشان می دهد.

جدول ۲-۲—قابلیت بار مجاز سیم های مسی عایق دار و سطح مقطع های مربوط

گروه سوم : سیم های مخصوص نصب در هوای آزاد و مراکز توزیع		گروه دوم : کابل های رشته ای مانند NYM یا استاندارد ایران ۱۰۷ (۶۰۷)		گروه اول : یک یا چند سیم عایق دار نوع NYA یا استاندارد ایران ۱۰۷ (۶۰۷)		سطح مقطع
فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	فیوز (آمپر)	جریان مجاز (آمپر)	
۲	۲	۱۶	۱۶	۱	۱۲	۱
۲۵	۲۵	۲	۲	۱۶	۱۶	۱/۵
۳۵	۳۴	۲۵	۲۷	۲	۲۱	۲/۵
۵	۴۵	۳۵	۳۶	۲۵	۲۷	۴
۶۳	۵۷	۵	۴۷	۳۵	۳۵	۶
۸	۷۸	۶۳	۶۵	۵	۴۸	۱
۱	۱۴	۸	۸۷	۶۳	۶۵	۱۶
۱۲۵	۱۳۷	۱	۱۱۵	۸	۸۸	۲۵
۱۶	۱۶	۱۲۵	۱۴۳	۱	۱۱	۳۵
۲	۲۱	۱۶	۱۷۸	۱۲۵	۱۴	۵
۲۵	۲۶	۲۲۴	۲۲	۱۶	۱۷۵	۷
۳	۳۱	۲۵	۲۶۵	۲	۲۱	۹۵
۳۵۵	۳۶۵	۳	۳۱	۲۵	۲۵	۱۲

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

سطح مقطع (mm) <sup>۱</sup>	کابل‌های ۱ سیمه جریان مستقیم	کابل‌های ۲ سیمه (amp)	کابل‌های ۳ و ۴ سیمه (amp)	سه تا کابل یک سیمه سه فاز (amp)	طرز قرار گرفتن کابل‌ها		
					در هوای آزاد	در خاک	
۱/۵	۳۷	۲۶	۳	۲۱	۲۷	۱۸	-
۲/۵	۵	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	-
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	-
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	-
۱	۱۱	۸	۸۸	۶۶	۷۷	۶	-
۱۶	۱۴۵	۱۵	۱۱۵	۹	۱	۸	۱۲
۲۵	۱۹	۱۴	۱۵	۱۲	۱۳	۱۵	۱۵۵
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸	۱۵	۱۵۵	۱۳	۱۸۵
۵	۲۸	۲۱۵	-	-	۱۸۵	۱۶	۲۲
۷	۳۵	۲۷	-	-	۲۳	۲	۲۷
۹۵	۴۲	۳۳۵	-	-	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵
۱۲	۴۸	۳۹	-	-	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۵

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 مقطوعی را انتخاب کنیم که از مقدار محاسبه شده بیشتر یا مساوی با آن باشد.  
برای مصارف تک فازه:

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

برای مصرف کننده‌های سه فازه:

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

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 باید از ۳ درصد ولتاژ نامی تجاوز نکند. یعنی در شبکه ایران حداقل افت ولتاژ مجاز برابر خواهد شد با

$$\Delta V \% \Delta V \times V \% ۳ \times ۳۸ \% ۱۱ / ۴۷$$

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

## مثال ۲: می خواهیم جهت اتصال یک موتور سه فازه با

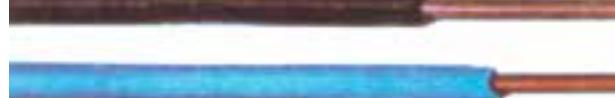
جریان نامی  $20\text{ آمپر}$  و ضربت توان  $75\text{٪}$ ، که در فاصله  $5\text{ متر}$  از تابلو قرار دارد، از یک کابل استفاده کنیم. سطح مقطع کابل را محاسبه کنید.  $\kappa = 56 \text{ و } \Delta V = 2\%$

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

**حل:** چون شبکه برق سه فاز کشورمان ولتاژ خط آن  $380\text{ ولت}$  است بنابراین،  $V_L = 380\text{ ولت}$  را قرار می دهیم.

$$A = \frac{1 / 73 \times 50 \times 20 \times 0 / 75}{56 \times 0 / 0.2 \times 38} = \frac{1297 / 5}{425 / 6} = 3 / 0.4$$

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



شکل ۲-۷—سیم های مفتوی

## ۴-۴- سیم های نیمه افشار

ساختمان این سیم مشابه سیم های مفتوی است. ولتاژ اسمی این سیم  $45\text{٪} / 75\text{٪}$  ولت است و زمینه های کاربردی آن مشابه سیم های مفتوی است (شکل ۸-۲). فقط در مواردی که نیاز به انعطاف بیشتری نسبت به سیم های مفتوی است، از این سیم استفاده می شود.



شکل ۸—سیم نیمه افشار

که در فرمول های فوق :

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

I جریان مصرف کننده [برحسب آمپر] (جریان خط در مصرف کننده های سه فاز)

$$L طول کابل [برحسب متر]$$

$$V_L ولتاژ خط [برحسب ولت]$$

$$\kappa = \text{درصد افت ولتاژ}$$

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

## مثال ۱: سطح مقطع کابل مصرف کننده تک فاز $220\text{ ولتی}$

که فاصله اش از تابلو  $20\text{ متر}$  است و جریان  $15\text{ آمپر}$  را با ضربت  $6 / 0\text{ پس}$  فاز دریافت می کند، در صورتی که  $\kappa = 56$  و  $\Delta V = 2\%$  محاسبه کنید.

$$A = \frac{2 \times L \times I \times \cos \varphi}{\kappa \times \% \Delta V \times V} = \frac{2 \times 20 \times 15 \times 0 / 6}{56 \times 0 / 0.2 \times 220} = \frac{360}{246 / 4} \\ = 1 / 46 \Rightarrow A = 1 / 5 \text{ mm}^2$$

## ۴- سیم های برق

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 مفتوی

هادی این نوع سیم ها از مس استاندارد شده با پوششی از ماده بی.وی.سی است. ولتاژ اسمی سیم،  $45\text{٪} / 75\text{٪}$  ولت است و برای جریان های مختلف، با سطح مقطع های  $1 / 5 \text{ mm}^2$  تا  $1 / 0 \text{ mm}^2$  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 ۲-۷).

#### ۴-۳- سیم‌های افshan

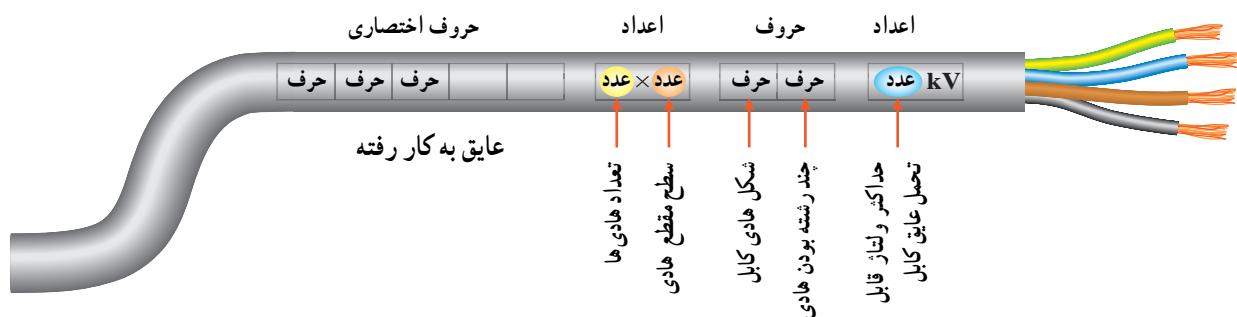


شکل ۲-۹- سیم‌های افshan

ساختمان این نوع سیم مانند سیم‌های مفتوحی و نیمه افshan است. ولتاژ اسمی آن  $۵۰\text{ }^{\circ}\text{C}$  وolt است. قابلیت انعطاف این سیم نسبت به سیم‌های نیمه افshan بیشتر است (شکل ۲-۹).

#### 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 هم‌چنین یک سری اعداد، زمینه کاربرد کابل‌ها می‌توان استفاده کرد.  
با توجه به توضیحات فوق، ساختار کلی نوشتگان اطلاعات روی کابل‌ها را به صورت زیر، می‌توان بیان کرد:



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

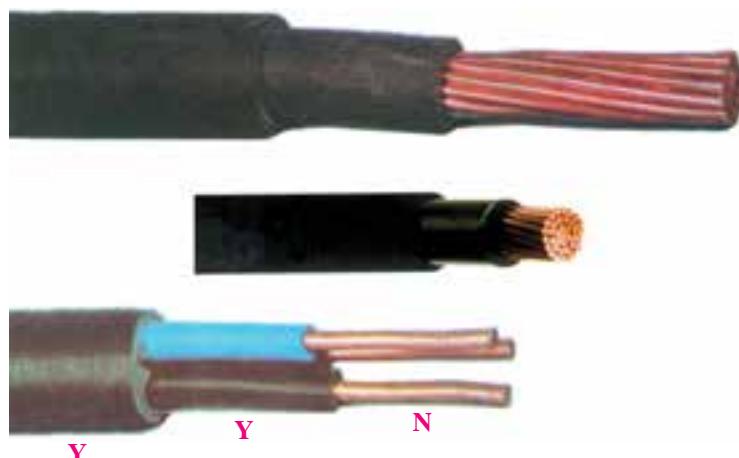
جدول ۴-۲

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

### مثال ۱: کابل‌های زمینی (NYY)

شده است. مقطع هادی این نوع کابل‌ها گرد یا سه گوش است. سیم‌های عایق شده، پس از تابیدن برای گردشدن مقطع در داخل ماده پرکننده، قرار می‌گیرند. به دور کابل‌های دارای هادی سه گوش، نوار پلاستیکی پیچیده می‌شود. شکل ۲-۱۰، سه نوع از این کابل‌ها را نشان می‌دهد.

این نوع کابل‌های برق، برای کابل‌کشی در زیرزمین، در آب، در کanal و محل‌هایی که احتمال ضربه مکانیکی نباشد، با ولتاژ اسمی کابل  $1000/600$  ولت مورد استفاده قرار می‌گیرد. ساختمان این نوع کابل‌ها از رشته‌های هادی مسی نرم شده، که به وسیله بی. وی. سی. عایق و غلاف می‌شوند، تشکیل

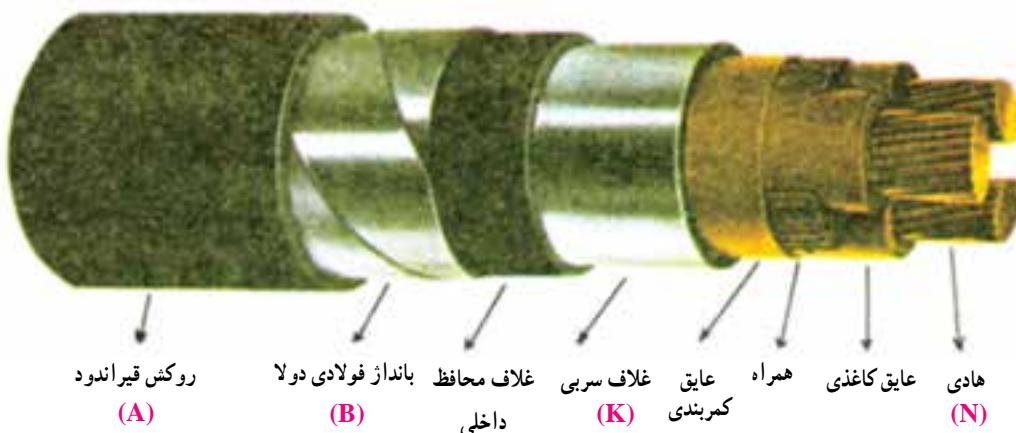


شکل ۲-۱۰

در برابر آتش‌سوزی و سائیدگی حفاظت لازم دارند، به کار برده می‌شوند. همچنین برای دفن در زمینی، که در آن مواد شیمیایی یا الکتروولیتی وجود دارد، مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۲-۱۱).

### مثال ۲: کابل $6/10\text{ kV} \times 35\text{ sm}^2$ NKBA

برای ولتاژ  $6/10\text{ kV}$  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 ساختمان‌ها و در کanal‌هایی که،



شکل ۲-۱۱- کابل NKBA

## ۶- لوازم و تجهیزات کابل کشی

برای اجرای عملیات مختلف بر روی کابل‌ها، به لوازم و تجهیزاتی نیاز است که در زیر به شرح آن‌ها می‌پردازیم:



شکل ۲-۱۲— نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی

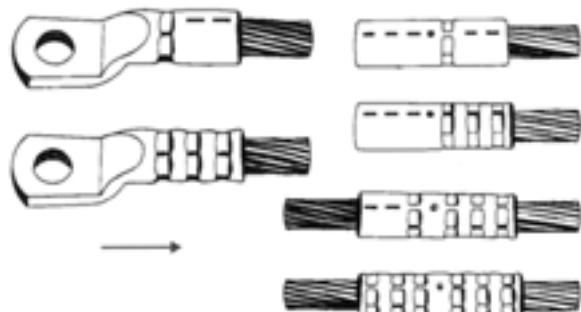
### ۱-۶- قیچی کابل بُری

برای بریدن کابل‌ها و هادی‌های مسی و آلومینیومی با قطر کم از قیچی کابل‌بری دستی، و برای قطرهای بیشتر، از قیچی‌های هیدرولیکی، پنماتیکی یا الکترومکانیکی استفاده می‌شود. در شکل ۲-۱۲، نمونه‌هایی از قیچی کابل‌بری دستی نشان داده شده است.

استفاده می‌شود. شکل ۲-۱۳، نمونه‌ای از پرس دستی را، به

برای پرس سر سیم‌های فلزی به سرهادی‌ها از پرس دستی همراه انواع کابل‌شوهای پرس شده، نشان می‌دهد.

### ۲-۶- پرس‌های کابل‌شو



شکل ۲-۱۳— پرس دستی

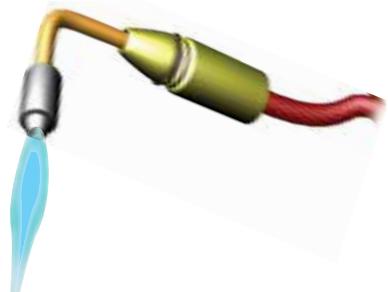
پیک گاز و یا چراغ کوره‌ای استفاده می‌شود (شکل ۲-۱۴).

### ۳-۶- هویه دستی چکشی، سرپیک گاز، چراغ کوره‌ای

جهت لحیم کاری کابل‌شوها از هویه دستی چکشی و سر



الف) چراغ کوره‌ای



ب) سرپیک گاز



ج) هویه چکشی

شکل ۲-۱۴- انواع وسائل حرارتی برای لحیم کاری

### ۴-۶- وسیله روش برداری کابل

این وسیله دارای دستگیرهای است که یک تیغ برش و یک غلتک روی آن قرار دارد. هنگام روش 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 همه گونه کابلی (با ضخامت عایق‌های مختلف)، وجود دارد (شکل ۲-۱۶).



شکل ۲-۱۶- وسیله روش برداری 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 ۲-۱۵).



شکل ۲-۱۵

### ۶-۶- بست کابل

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

- اندازه قطر خارجی کابل

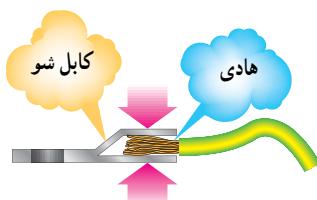
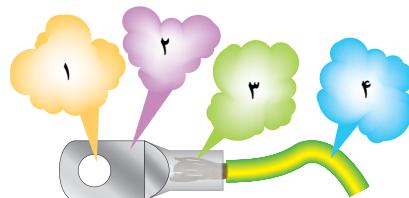


شکل ۲-۱۵

## ۶-۷- کابل شوها (سرسیم‌ها)

برای اتصالات جداسنی سیم‌ها، از فیش یا سر سیم‌های مخصوص استفاده می‌کنند. سر سیم‌ها، با توجه به سطح مقطع سیم، در اندازه‌های مختلف ساخته می‌شود و بالحیم کاری یا توسط دستگاه پرس مخصوص، به هادی محکم می‌شوند.

- کابل شوها را در انواع مختلف پرسی، لجمی، پیچی و منگنه‌ای می‌سازند. برای بدست آوردن اتصال صدرصد و قابل اطمینان، اغلب کابل شوها را به هادی‌های کابل، لحیم یا پرس می‌کنند (شکل ۲-۱۸).



محلهای پرسکاری

شکل ۲-۱۸- ترتیب پرس شدن کابل شو

مفهوم اعداد روی شکل ۲-۱۸ عبارت است از :

- ۱- سوراخ کابل شو (محل قرارگرفتن پیچ)
- ۲- قسمت پهن کابل شو

- نوع کابل کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و

شیمیایی اثرگذار روی کابل

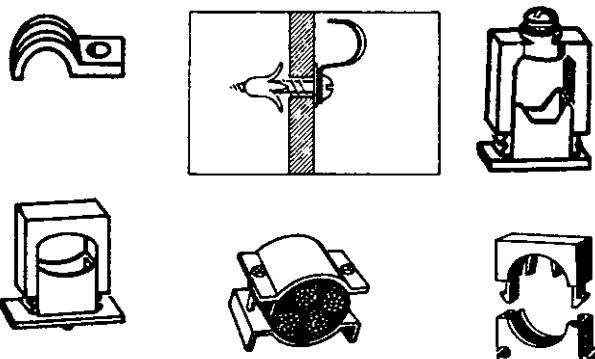
- نوع کابل کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و یا غیرقابل دید (زیر سقف کاذب) بودن

- امکان بستن ساده کابل

- قیمت مناسب نصب

بستهای توسط میخ‌های فولادی یا پیچ به روی دیوار محکم و سپس کابل روی آنها بسته می‌شود. انواع بستهای در شکل‌های

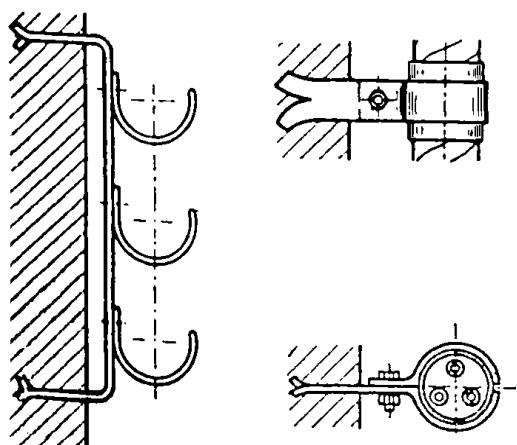
۲-۱۷ نشان داده شده است.



الف) بستهایی که به سطح کار پیچ می‌شوند.



ب) بستهایی که روی پیچ کار گذاشته شده داخل دیوار سوار می‌شوند.



ج) بستهایی که پایه آنها در داخل دیوار نصب شده است.

شکل ۲-۱۷- انواع بست کابل

**روش روکش برداری کابل:** برای درآوردن عایق روی کابل، ابتدا در محیط کابل و در محل مورد نظر به وسیله چاقو و یا شیار در آر محیطی شیار دایره‌ای ایجاد می‌کنیم (شکل ۲-۲۰). سپس در امتداد طول کابل با چاقو و یا ابزار مخصوص برش کابل، خط برش ایجاد و عایق را جدا می‌کنیم (شکل ۲-۲۱).



شکل ۲-۲۰-برش کابل



شکل ۲-۲۱-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 کفسک کابل استفاده می‌شود. 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 می‌گیرد. در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری باید توجه نمود که عایق و روکش بیرونی کابل در اثر

۳-سوکت ( محل قرار گرفتن سیم)

۴-عایق سیم

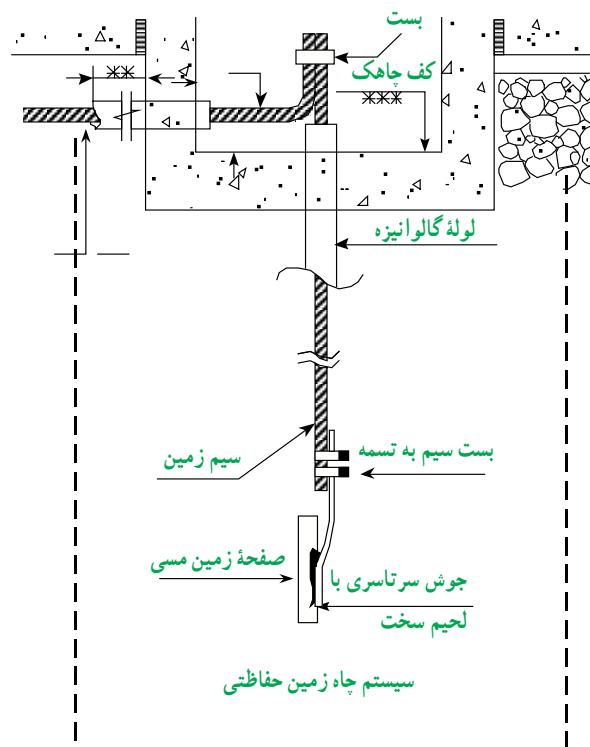
- برای اتصال کابل‌های افشنان (از مقطع یک میلی متر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از ۱۰ میلی متر مربع به بالا)، باید از کابل شو استفاده شود.

کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلی متر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با ایجاد سوکتی به دستگاه مربوطه متصل نمود.

- در مواردی برای اتصال هادی‌ها به یکدیگر از لحیم سخت استفاده می‌شود.

لحیم کاری سخت نوعی اتصال جدا نشدنی است. این نوع لحیم کاری باللحیم کاری نرم تفاوت دارد، به طوری که به جای قلع از الکترود برنجی، به جای روغن از روان‌ساز پودری و به عنوان وسیله حرارتی از سریک‌های جوش کاری استفاده می‌شود.

گاهی به این نوع لحیم کاری به غلط جوش برنج گفته می‌شود. شکل ۱۹-۱۲ اتصال سیم زمین به صفحه مسی را، که به وسیله لحیم کاری سخت صورت می‌گیرد، نشان می‌دهد.



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

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

پیچی برای مقاطع بزرگ یک لاتا  $12^{\circ}$  میلی متر مربع، و سیم های چند لاتا  $15^{\circ}$  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.

● پیچ های 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 یکسان 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

حرارت آسیب نبیند.

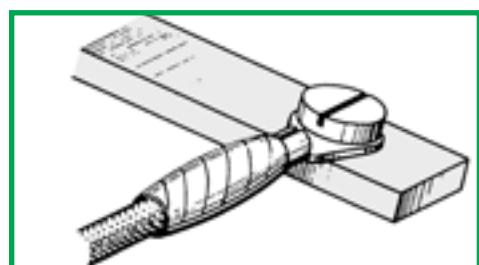
## مراحل اتصال کابل شو به وسیله لحیم کاری

- 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 پیچاندن 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 پوشانید و کابل شو را با سر تخت آن و بدون هیچ واسطه ای روی محل اتصال زیر پیچ محکم کنید (شکل ۲-۲۲).



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