

در این فصل کابل‌های فشار ضعیف با هادی‌های مسی یا آلومینیومی، عایق‌بندی پلاستیکی یا کاغذی، دارای حفاظ و یا زره‌دار که ولتاژ اسمی آنها ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت و به صورت نصب ثابت یا قابل انعطاف بوده و نیز کابلشوها، سرکابل‌ها و مفصل‌ها جهت اتصال کابل‌ها به وسایل و دستگاه‌های الکتریکی یا به کابل‌های دیگر، مورد بررسی قرار می‌گیرد. انواع کابل‌هایی که در شبکه‌های توزیع نیرو یا تاسیسات صنعتی به صورت زمینی یا هوایی به کار رفته و همچنین برخی از کابل‌های مخصوص که در شرایط و تاسیسات خاص مورد استفاده قرار می‌گیرند، در نظر گرفته شده و با تعیین ویژگی‌های عمده این نوع کابل‌ها و ملحقات مربوط، مشخصات فنی عمومی و معیارهای پایه برای طراحی و اجرای سیستم‌های کابل‌کشی مربوط، مشخصات فنی عمومی و معیارهای پایه برای طراحی و اجرای سیستم‌های کابل‌کشی فشار ضعیف، شامل بخش‌های زیر تدوین شده است.

- تعاریف و اصطلاحات
- استانداردهای ساخت
- مشخصات فنی و موارد کاربرد کابل‌ها
- لوازم، وسایل و تجهیزات داخل تابلو
- ضوابط اساسی در طراحی سیستم کابل‌کشی
- اصول و روش‌های نصب کابل‌ها
- کابلشوها، سرکابل‌ها و مفصل‌ها
- نشانه‌های ترسیمی الکتریکی کابل‌ها

## ۲-۷ تعاریف و اصطلاحات

واژه‌ها و اصطلاحات مورد استفاده در این فصل دارای تعاریف زیر خواهد بود:

### ۱-۲-۷ کابل

کابل یک یا چند هادی (تک یا چند سیمه) است به طوری که هر هادی به وسیله عایق واحدی عایق‌کاری شده و مجموعه هادی‌های عایق‌دار نیز در داخل یک پوشش اضافی قرار گرفته باشد.

### ۲-۲-۷ هسته کابل

هر رشته هادی عایق‌داری که درون کابل واقع شده باشد یک هسته نامیده می‌شود.

### ۲-۲-۷ حفاظ (Shield)

حفاظ فلزی از یک یا چند نوار یا لایه‌ای از سیم‌های هم‌مرکز یا ترکیبی از سیم‌ها و نوار هم‌مرکز تشکیل یافته است.

### ۴-۲-۷ غلاف (Sheath)

غلاف فلزی از یک لوله درزجوش مسی، سربی یا آلیاژ سربی تشکیل شده که به نحو نسبتاً محکمی رشته سیم‌های کابل را احاطه کرده است.

### ۵-۲-۷ زره (Armour)

زره از رشته سیم‌های گرد یا تخت و یا نوارهای فولادی گالوانیزه یا مسی قلع‌اندود شده یا آلومینیومی یا آلیاژ آلومینیومی تشکیل شده و به منظور استحکام بیشتر در برابر آسیب‌رسانی احتمالی نیروهای مکانیکی در هنگام نصب و بهره‌برداری، در کابل پیش‌بینی می‌شود.

### ۶-۲-۷ ولتاژ اسمی

ولتاژ نامی کابل ولتاژی است که کابل برای آن طراحی شده و آزمون‌های الکتریکی بر اساس آن انجام می‌شود. ولتاژ اسمی به صورت  $U_0/U$  بر حسب ولت بیان می‌شود.  
 $U_0$  مقدار موثر (r.m.s) ولتاژ بین هر هادی عایق‌دار و زمین (پوشش فلزی کابل یا هر پوشش دیگر) می‌باشد.  
 $U$  مقدار موثر (r.m.s) ولتاژ بین هر دو فاز یک کابل چند سیمه یا سیستمی از کابل‌های تک‌سیمه می‌باشد.  
 $U_m$  مقدار حداکثر "بالاترین ولتاژ سیستم" است که کابل برای کار در آن در نظر گرفته شده است.

در یک سیستم جریان متناوب، ولتاژ اسمی سیم یا کابل باید حداقل برابر با ولتاژ نامی سیستم باشد که سیم یا کابل برای کار در آن در نظر گرفته شده است. شرط نامبرده برای هر دو مقدار ولتاژهای  $U_0$  و  $U$  باید رعایت شود. در یک سیستم جریان مستقیم، ولتاژ نامی سیستم نباید بیش از  $1/5$  برابر ولتاژ اسمی سیم یا کابل باشد.

برای تعاریف مربوط به جریان مجاز حرارتی یک هادی (جریان اسمی) اضافه جریان، جریان اضافه بار و جریان اتصال کوتاه به بخش ۲-۲ فصل دوم مراجعه شود.

### ۳-۷ استانداردهای ساخت

کابل‌های فشارضعیف با ولتاژ اسمی  $600/1000$  ولت که برای نصب ثابت یا اتصالات متحرک در تاسیسات برقی ساختمان‌ها و شبکه‌های توزیع یا تاسیسات خاص به کار می‌روند باید برابر جدیدترین اصلاحیه استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و یا یکی از استانداردهای شناخته شده و معتبر جهانی مانند کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC) به شرح زیر طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار گیرد.

### ۱-۳-۷ استانداردهای موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

- روش‌های آزمون هادی‌های سیم و کابل ISIRI 3084
- جریان مجاز هادی‌ها برای تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها ISIRI 1936
- آیین‌نامه ایمنی تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها ISIRI 1937

### ۲-۳-۷ استانداردهای کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک

- بخش ۱- کابل‌ها با ولتاژ اسمی یک کیلوولت IEC 60502-1
- آزمون‌ها برای کابل‌های الکتریکی تحت شرایط آتش - بخش ۲۱- روش‌ها و الزامات IEC 60331-21

IEC 60364-1	- تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها بخش ۱- اصول پایه‌ای، ارزیابی شاخصه‌های عمومی، تعاریف
IEC 60364-5-51	- تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها، بخش ۵۱-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، مقررات عمومی
IEC 60364-5-54	- تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها، بخش ۵۴-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، ساختارهای اتصال زمین و هادی‌های حفاظتی
IEC 60364-5-52	- تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها، بخش ۵۲-۵، انتخاب و نصب دستگاه الکتریکی، سیستم‌های سیم‌کشی
<b>۳-۳-۷ استانداردهای DIN VDE</b>	
DIN VDE 0271	- کابل‌های قدرت با عایق و غلاف پی.وی.سی و با ولتاژ تا خود ۵/۶/۶ کیلوولت
DIN VDE 0276 Part 603	- کابل‌های توزیع با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت (این استاندارد از سال ۱۹۹۵ جایگزین استاندارد DIN VDE 0272 شده است)
DIN VDE 0276 Part 604	- کابل‌های قدرت با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت با عملکرد خاص در شرایط وقوع آتش و برای کاربرد در نیروگاه‌ها
DIN VDE 0100	✓ - نصب تاسیسات برقی با ولتاژ اسمی زیر ۱۰۰۰ ولت
DIN VDE 0265	✓ - کابل‌های عایق‌دار پلاستیکی و غلاف سربی برای کاربرد در تاسیسات الکتریکی
DIN VDE 0276 Part 621	✓ - کابل‌های توزیع با عایق کاغذی اشباع‌شده (این استاندارد از سال ۱۹۹۷ جایگزین استاندارد DIN VDE 0255 شده است)
DIN VDE 0298 Part1-300	✓ - کاربرد کابل‌ها و بندهای قابل انعطاف در تاسیسات انرژی الکتریکی
DIN VDE 0276 Part1000	- قابلیت بار، کلیات، ضرایب صحیح
DIN VDE 0262	- کابل پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) و غلاف پی.وی.سی با ولتاژ تا ۰/۶/۱ کیلوولت
<b>۴-۳-۷ استانداردهای BS</b>	
B.S.6346	- مشخصات کابل‌های الکتریکی زره‌دار با عایق پی.وی.سی
B.S.5308-1	سی و ولتاژ ۶۰۰/۱۰۰۰ و ۱۹۰۰/۳۳۰۰ ولت
B.S.7870	- مشخصات کابل‌های عایق‌دار پلی‌اتیلن
B.S.7769	- کابل‌های فشار ضعیف و متوسط با عایق پلیمریک
	- کابل‌های الکتریکی - محاسبه جریان اسمی

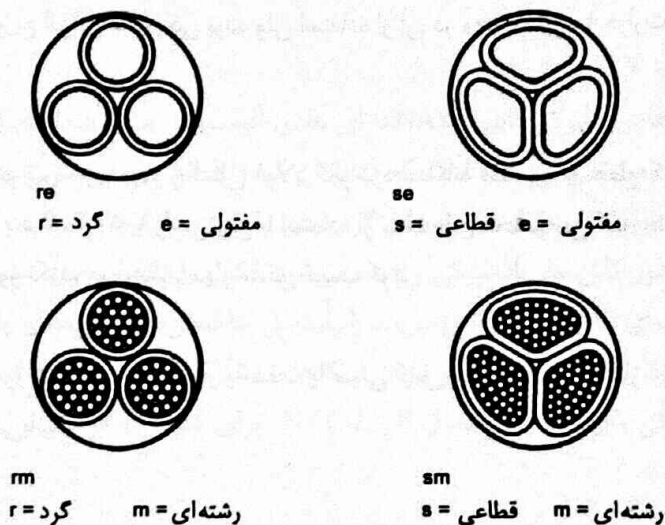
با توجه به کاربرد وسیع و با سابقه نشانه‌های شناسایی سیم‌ها و کابل‌ها در این کشور براساس سیستم استاندارد DIN VDE، ضروری است در ابتدا، نشانه‌های مذکور مطرح و معرفی گردند. جدول ۱-۷ نشانه‌های شناسایی و مشخصه‌های سیم‌ها و کابل‌های فشارضعیف و فشار متوسط که برای توزیع نیرو و نیز کنترل و فرمان به کار می‌روند، بر طبق استاندارد DIN VDE 0271/0276 را ارائه می‌دهد.

جدول ۱-۷: نشانه‌های شناسایی سیم‌ها و کابل‌ها بر اساس استاندارد DIN VDE 0271/0276

N	شناسه مشخصات استاندارد DIN VDE		
(N)	مشابه با استاندارد DIN VDE		
A	جنس هادی هادی آلومینیومی هادی مس		
Y	مواد عایق کننده پی وی سی		
2X	پلی اتیلن مستحکم (XPLE) کاغذ اشباع شده		
C	هادی هم‌مرکز (محافظا) هادی هم‌مرکز مسی	CW	هادی هم‌مرکز مسی موجی شکل
CE	هادی هم‌مرکز مسی بر روی هر هسته	s	حفاظ شامل سیم‌های مسی
SE	حفاظ شامل سیم‌های مسی بر روی هر هسته	H	لایه‌های هادی
(F)	حفاظ طولی مقاوم در برابر آب		
B	زره زره نوار فولادی	G	نوارهای فولادی گالوانیزه مارپیچی
F	زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت	R	زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد
A	غلاف پوشش از آمیزه نخ کنفی	K	غلاف سربی
KL	غلاف نازک آلومینیومی		
J	هادی محافظ شامل هادی محافظ	O	بدون هادی محافظ
r	تعداد هسته‌ها سطح مقطع هادی بر حسب mm <sup>2</sup>		
S	نوع هادی هادی با مقطع گرد هادی با مقطع قطاعی	o	هادی با مقطع بیضی شکل
		e	هادی مفتولی با مقطع گرد
		m	هادی رشته‌ای افشان
		h	هادی با مقطع گرد توخالی
	ولتاژ اسمی		
	۰/۶/۱ kV	۶/۱۰ kV	۱۸/۳۰ kV
	۳/۶/۶ kV	۱۲/۲۰ kV	

به عنوان مثال NYY-J 12×1.5 RE 0.6/1 KV به معنای کابل با عایق پی، وی، سی، غلاف پی، وی، سی با هسته علامت‌گذاری شده سبز - زرد، شامل ۱۲ هسته با سطح مقطع اسمی ۱/۵ میلی‌متر مربع، هادی مفتولی با مقطع گرد و ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت می‌باشد. همچنین کابل فشار متوسط NA2XS2Y 1×35 RM/16 6/10 KV به مفهوم کابل تک‌هسته‌ای با عایق پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) غلاف پلی‌اتیلن، شامل هادی رشته‌ای با مقطع گرد از جنس آلومینیوم با سطح مقطع اسمی ۳۵ میلی‌متر مربع که توسط حفاظ مسی ۱۶ میلی‌متر مربع پوشش داده شده و با ولتاژ اسمی ۶/۱۰ کیلوولت می‌باشد.

در شکل ۱-۷ انواع مقاطع کابل از نظر مفتولی یا رشته‌ای بودن هادی‌های کابل و نیز مقاطع گرد یا قطاعی آن رسم شده است.



شکل ۱-۷: انواع مقاطع هادی‌های کابل

کابل‌های فشار ضعیف را می‌توان بر اساس کاربرد و موارد مصرف به سه نوع کابل‌های زمینی، کابل‌های هوایی و کابل‌های مخصوص طبقه‌بندی نمود.

#### ۱-۴-۷ مشخصات فنی و موارد کاربرد کابل‌های هوایی

کابل هوایی کابلی است که به صورت روکار، روی دیوار یا سقف یا سینی کابل و یا به صورت آویز بین دو تیر نصب شده باشد. جریان مجاز کابل‌های هوایی با توجه به شرایط نصب و درجه حرارت محیط و تعداد کابل‌ها در بخش ۵-۷ بررسی و ارائه شده است.

۱-۱-۴-۷ کابل‌هایی که به صورت هوایی و آویزان بین دو تیر نصب می‌شوند ولتاژ این نوع کابل‌ها ۰/۶/۱ کیلوولت می‌باشد.

#### الف) کابل FA2Y

کابلی است که در آن هادی از رشته‌های تابیده شده آلومینیومی سخت با مقطع گرد تشکیل شده و با ماده پلی‌اتیلن مشکی رنگ مقاوم در برابر تغییرات جوی عایق و بهم تابیده شده است. در کابل، سیم‌های بایک، دو یا سه برآمدگی

سراسری در روی عایق، مشخص کننده فاز و سیم بدون برآمدگی معرف سیم خنثی (نول) است. کابل‌هایی که دارای سیم برای روشنایی خارجی (خیابانی) است با چهار برآمدگی سراسری از بقیه سیم‌ها مجزا می‌گردد. این نوع کابل بدون مهار مخصوص نصب بر روی تیر جهت پخش انرژی الکتریکی در شهرها، مناطق صنعتی و روستاها بوده و از آن می‌توان به عنوان کابل ورودی به داخل ساختمان‌های صنعتی و نیز در داخل ساختمان‌ها و اماکن که احتمال انفجار و آتش‌سوزی وجود ندارد، استفاده کرد.

**ب) کابل YTY**

کابلی است که شامل هادی مسی و عایق پی، وی، سی، ماده پرکننده و غلاف نهایی پی، وی، سی بوده و در مجاورت غلاف نهایی، سیم مهار (بگسل) از فولاد گالوانیزه برای نگهداری کابل تعبیه شده است. این نوع کابل مخصوص نصب بر روی تیر جهت توزیع انرژی الکتریکی بوده ولی استفاده از آن در محیط‌هایی با حرارت زیاد یا با تداخل فرکانسی بالا مناسب نمی‌باشد.

**پ)** در صورتی که بین دو تیر، سیم مهار (بگسل) فولاد گالوانیزه جداگانه متناسب با مقطع کابل مربوطه نصب شود، کلیه کابل‌های مندرج در بند ۲-۲-۴-۷ را می‌توان با استفاده از بست‌های مخصوصی که حداکثر فاصله بین دو بست از پنجاه سانتی‌متر تجاوز نکند، روی سیم مهار مذکور نصب کرد.

۲-۱-۴-۷ کابل‌هایی که به صورت روکار روی دیوار یا سقف یا سینی کابل نصب می‌شوند، ولتاژ این نوع کابل‌ها ۳۰۰/۵۰۰ یا ۶۰۰/۱۰۰۰ ولت می‌باشد.

**الف) کابل NYM**

کابلی است که شامل هادی‌های مسی مفتولی یا افشان، عایق پی-وی-سی، پوشش مشترک بر روی هسته و غلاف نهایی پی-وی-سی است. این نوع کابل در محیط‌های خشک، مرطوب، در زیر یا روی کار به صورت نصب ثابت به کار می‌رود. استفاده از این کابل در هوای آزاد در صورتی که در برابر نور مستقیم خورشید محافظت شود بلامانع است لیکن دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود. همچنین استفاده از آن در محیط‌هایی با تداخل فرکانس بالا (H.F.) یا محیط‌های قابل انفجار و یا محیط‌هایی با حرارت زیاد مناسب نمی‌باشد.

**ب) کابل NHYRUZY**

کابلی است با هادی مسی، عایق پی، وی، سی، پوشش داخلی، غلاف سیمی و پوشش خارجی پی، وی، سی، این‌گونه کابل را ممکن است در محیط‌های خشک، نمناک و در محیط‌هایی با تداخل فرکانس بالا و در فضای آزاد، در صورتی که در برابر نور خورشید محافظت شود، مورد استفاده قرار داد. کاربرد این نوع کابل در محیط‌های مخاطره‌آمیز و یا دفن آن در زیرزمین مجاز نخواهد بود.

**ب) کابل (N)2XH-O**

این کابل شامل هادی مسی، یک یا چند هسته، عایق پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) و غلاف فاقد هالوژن می‌باشد. این نوع کابل را می‌توان در نیروگاه‌ها، بیمارستان‌ها، در تاسیسات صنعتی و تاسیسات مترو به کار برده و نیز برای نصب در هوای آزاد روی سینی کابل یا روی دیوار، این کابل مناسب است.

## ۲-۴-۷ مشخصات فنی و موارد کاربرد کابل‌های زمینی

کابل زمینی کابلی است که مستقیماً در زیرزمین یا در کانال پیش‌ساخته یادر شافت (Shaft) و یا در لوله قابل نصب است، میزان جریان مجاز کابل‌های زمینی با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابل‌ها در بخش ۵-۷ بررسی و درج شده است.

## ۱-۲-۴-۷ مشخصات کابل‌های زمینی با عایق‌بندی پلاستیکی

کابل‌های توزیع نیرو، فشار ضعیف زیر با ولتاژ ۰/۶/۱ کیلوولت بر اساس استانداردهای DIN VDE 0276 و IEC60502 طراحی، ساخته شده و مورد آزمون قرار می‌گیرند. همچنین در این نوع کابل‌ها گستره حرارت در نصب ثابت از ۴۰- تا ۷۰+ درجه سانتی‌گراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه برابر ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد است.

### الف) کابل‌های NYY و NAYY

کابل NYY دارای هادی مسی و کابل NAYY دارای هادی آلومینیومی می‌باشد. در کابل‌های یک سیمه، هادی با رشته‌های مسی یا آلومینیومی نرم شده است که مقطع آن گرد یا قطاعی (سه گوش) بوده و با مواد پلاستیک عایق می‌شود. سیم‌های عایق شده پس از تابیدن برای گرد شدن مقطع در داخل ماده پرکننده قرار می‌گیرند. در کابل‌ها با هادی سه‌گوش به دور کابل نوار پلاستیکی پیچیده می‌شود و کابل با ماده پی، وی، سی غلاف می‌گردد. این نوع کابل‌ها را می‌توان برای کابل‌کشی در زیرزمین، در آب، داخل ساختمان، در کابل‌های پیش‌ساخته، در فضای آزاد، در نیروگاه‌ها و برای تابلوی صنعتی و توزیع و نیز در شبکه‌های مشترکین مورد استفاده قرار داد مشروط بر آنکه خطر آسیب‌دیدگی مکانیکی وجود نداشته باشد. از کابل NYY-L برای کنترل و فرمان و انتقال جریان‌های کنترل نیز استفاده می‌شود.

### ب) کابل‌های NYCY، NYCWY، NAYCWY

این نوع کابل‌ها مشابه کابل‌های NYY و NAYY هستند ولی بین غلاف‌های پی، وی، سی داخلی و خارجی آن حفاظ شامل سیم‌های مسی و نوار مسی ماریپیچی هم‌مرکز قرار دارد. بدیهی است که از حفاظ مسی می‌توان به عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد. این‌گونه کابل‌ها را می‌توان در مواردی که امکان آسیب‌دیدگی مکانیکی به کابل در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود داشته باشد، در زیرزمین، در آب، داخل ساختمان، در فضای آزاد، در کانال و برای تابلوهای صنعتی و توزیع، در نیروگاه‌ها، جعبه‌های اتصال خانه‌ها و روشنایی خیابان‌ها مورد استفاده قرار داد. همچنین می‌توان این نوع کابل‌ها را برای انتقال جریان‌های کنترل و داده‌های آزمون به کار برد.

### پ) کابل‌های NYRY، NAYRY، NYRGY، NAYRGY، NYFGY، NAYFGY

کابل‌های NYRY و NAYRY با هادی متشکل از رشته‌های مسی یا آلومینیومی نرم‌شده می‌باشند که مقطع آن گرد یا سه‌گوش بوده و با مواد پلاستیک عایق و بهم چسبیده تابیده می‌شوند و توسط ماده پرکننده پلاستیکی یا نوار پلاستیکی احاطه می‌گردند. زره کابل از سیم‌های فولادی گالوانیزه گرد است که توسط غلافی از ماده پلاستیک مشکی پوشیده می‌شود. کابل‌های NYRGY و NAYRGY دارای زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه با مقطع گرد و نوار فولادی گالوانیزه ماریپیچ و کابل‌های NYFGY و NAYFGY مجهز به زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت و نوار فولادی گالوانیزه ماریپیچ می‌باشد که بر روی آن غلاف خارجی پی، وی، سی قرار گرفته است. این نوع کابل‌ها را ممکن است در خارج ساختمان، در زیرزمین، در آب، در داخل ساختمان و در کانال‌های پیش‌ساخته، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در شرایطی که تنش‌های کششی در هنگام نصب یا در زمان بهره‌برداری وجود دارد، مورد استفاده قرار گیرد. کابل‌های NYRGY-L و NYFGY-L برای کنترل و انتقال جریان‌های آن به کار می‌روند.

## ۲-۲-۴-۷ مشخصات کابل‌های زمینی با عایق‌بندی پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)

کابل‌های توزیع نیرو، فشار ضعیف زیر با ولتاژ ۰/۶/۱ کیلوولت بر اساس استانداردهای IEC 60502 و DIN VDE 0272 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار می‌گیرند. در این نوع کابل‌ها حرارت مجاز هادی ۹۰ درجه سانتی‌گراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه برابر ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد است.

### الف) کابل‌های N2XY و NA2XY

کابل N2XY دارای هادی‌های مسی یک یا چند رشته‌ای با سطح مقطع گرد یا سه‌گوش و کابل NA2XY شامل هادی‌های آلومینیومی مفتولی گرد یا سه‌گوش می‌باشد. این کابل‌ها دارای عایق از جنس پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) و پوشش داخلی و لایه فویل بر روی مجموعه هسته‌ها و غلاف خارجی از جنس پی، وی، سی هستند. این نوع کابل‌ها را می‌توان در تاسیسات داخلی، در کانال پیش‌ساخته، در داخل یا خارج ساختمان، در زیرزمین، در پست‌های برق، واحدهای صنعتی و در سیستم‌های برق‌رسانی محلی، در مواردی که صدمه و آسیب مکانیکی به کابل غیرمحمول است مورد استفاده قرار دارد.

### ب) کابل‌های 2XFGY و 2XRGY

ساختمان کابل 2XRGY شامل هادی‌های مسی مفتولی، عایق پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)، پوشش داخلی، زره از سیم‌های فولادی، گالوانیزه با مقطع گرد، نوار ماریچی از فولاد گالوانیزه و غلاف خارجی از جنس پلی‌اتیلن می‌باشد. ساختمان کابل 2XFGY شامل هادی‌های مسی رشته‌ای با مقطع گرد یا قطاعی، عایق پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE)، پوشش داخلی زره از سیم‌های فولادی گالوانیزه تخت، نوار ماریچی از فولاد گالوانیزه و غلاف خارجی از جنس پلی‌اتیلن است. در هر دو کابل زره سیم فولادی به عنوان حفاظت اتصال زمین در صورت تماس تصادفی، نیز عمل می‌نماید. این گونه کابل‌ها را ممکن است در تاسیسات داخلی، در کانال، در خارج از ساختمان و در زیر سطح زمین، در پست‌های برق، کارخانه‌های صنعتی و مانند آن، در مواردی که حفاظت مکانیکی زیاد مورد نیاز است یا در مواردی که تنش‌های کششی در هنگام نصب کامل یا در زمان بهره‌برداری وجود دارد، مورد استفاده قرار داد.

## ۳-۲-۴-۷ مشخصات کابل‌های زمینی با عایق‌بندی کاغذی

کابل‌های توزیع نیرو، فشار ضعیف زیر با ولتاژ ۰/۶/۱ کیلوولت بر اساس استاندارد DIN VDE 0255 طراحی، ساخته و مورد آزمون قرار می‌گیرند.

### الف) کابل‌های NAKBA و NKBA

کابل NKBA با هادی مسی رشته‌ای و کابل NAKBA با هادی آلومینیومی رشته‌ای دارای عایق و کمر بند از کاغذ اشباع شده، غلاف سرپی، لایه کاغذی مرکب، زره از نوار فولادی دوبل و پوشش کنفی مرکب می‌باشد. این گونه کابل‌ها را می‌توان در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان، در کانال کابل و در مواردی که تنش‌های مکانیکی زیاد مطرح نباشد به کار برد.

### ب) کابل NAKLEY

این نوع کابل دارای هادی آلومینیومی مفتولی یا رشته‌ای، با عایق و کمر بند از جنس کاغذ اشباع شده، غلاف آلومینیومی، نوار پلاستیکی آغشته به ترکیب بیتومین و غلاف پی، وی، سی است. این کابل را ممکن است در زیر سطح زمین، داخل یا خارج ساختمان و در کانال کابل مورد استفاده قرار داد.



### ۳-۴-۷ مشخصات فنی و موارد کاربرد کابل‌های مخصوص

کابل‌های مخصوص کابل‌هایی است که در شرایط خاص از قبیل عبور از رودخانه یا نهر بزرگ آب یا استخر، محل‌هایی که امکان تماس با مواد سوختی یا شیمیایی وجود دارد، محیط‌های قابل احتراق و انفجار و محل‌های مخاطره‌آمیز یا در معرض بادهای زیاد، قابل نصب و بهره‌برداری باشد. میزان جریان مجاز کابل‌های مخصوص با توجه به شرایط نصب، درجه حرارت محیط و تعداد کابل‌ها در بخش ۷-۵ بررسی و ارایه شده است. ولتاژ اسمی این نوع کابل‌ها ۰/۶/۱ کیلوولت می‌باشد.

### ۱-۳-۴-۷ کابل‌های TGK و TGKT

این نوع کابل‌ها دارای هادی‌های مسی رشته‌ای باریک، عایق مخصوص از جنس EPR و غلاف مخصوص از لاستیک مصنوعی می‌باشد. این‌گونه کابل‌ها را ممکن است در آب تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد، در شرایط خشک، تر و مرطوب و در هوای آزاد مورد استفاده قرار داد. کابل‌های مذکور را می‌توان برای اتصال تجهیزات برقی در زیر آب مانند موتور پمپ‌های زیرآبی، در مواردی که تنش‌های مکانیکی متوسط مورد نیاز باشد به کار برد. کابل TGKT مخصوص استفاده در آب آشامیدنی ساخته شده است.

### ۲-۳-۴-۷ کابل NYKY-J

کابلی است که شامل هادی از سیم‌های مسی مفتولی، عایق هسته از جنس پی، وی، سی، سیم اتصال زمین، پوشش یا نوار پلاستیکی نرم، غلاف داخلی سربی، پوشش خارجی و غلاف خارجی از نوع پی، وی، سی می‌باشد. گستره حرارت در نصب ثابت از ۵- تا ۷۰+ درجه سانتی‌گراد و حرارت مجاز اتصال کوتاه تا ۵ ثانیه برابر ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد است. این نوع کابل را می‌توان برای انتقال انرژی الکتریکی و کنترل و فرمان در مواردی که خطر واکنش شیمیایی حلال‌ها، سوخت‌های انرژی، نفت و گازوییل در پمپ بنزین‌ها، پالایشگاه‌ها و در صنایع شیمیایی وجود دارد، به کار برد. همچنین می‌توان از این کابل در زیرزمین، در آب، داخل ساختمان و در کانال‌های پیش‌ساخته کابل استفاده کرد.

### ۳-۳-۴-۷ کابل NSSHöU

کابلی است که شامل هادی رشته‌ای مسی قلع‌اندود، عایق لاستیکی، مجهز به سیم اتصال زمین در کابل‌های سه‌سیمه و بیش از آن، غلاف داخلی لاستیکی و غلاف خارجی از جنس ماده مرکب لاستیکی می‌باشد. گستره حرارت این کابل در نصب ثابت از ۴۰- تا ۸۰+ درجه سانتی‌گراد است. این‌گونه کابل را می‌توان به عنوان کابل اتصال در مواردی که تنش‌های مکانیکی بالایی وجود دارد در زیرزمین و یا خارج از ساختمان به کار برد. همچنین آن را می‌توان در صنایع، کارگاه‌های ساختمانی و معادن، داخل و خارج ساختمان مورد استفاده قرار داد. این نوع کابل برای نصب بر روی گچ در محیط‌های خشک، تر و مرطوب مناسب است. استفاده از این کابل در برخی از انواع ماشین‌آلات مانند روبات‌ها، واحدهای انتقال انرژی که در آنها تحرک مداوم ضروری است، مجاز نمی‌باشد.

### ۴-۳-۴-۷ کابل HXSHXO (N)

کابلی است که شامل هادی متشکل از رشته‌های نازک مسی، عایق از لاستیک اتیلن‌پروپیلن (EPR) غلاف، داخلی و خارجی از ماده EVA مستحکم باشد. این‌گونه کابل‌ها که فاقد ترکیبات هالوژن بوده و در برابر آتش مقاوم هستند، در محیط‌های خشک، مرطوب، تر و در هوای آزاد برای اتصال لوازم الکتریکی مانند موتورهای سیار، دیگ‌های بخار بزرگ و مانند آن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هادی این کابل به صورت مفتولی مسی و عایق سیم‌ها (هسته‌ها) از نوع پی، وی، سی بوده و پوشش خارجی آن نیز از جنس پی، وی، سی می‌باشد. گستره حرارت این کابل در نصب ثابت از ۳۰- تا ۷۰+ درجه سانتی‌گراد است. این‌گونه کابل را می‌توان به منظور انتقال انرژی الکتریکی و داده‌ها در خارج ساختمان، زیرزمین، در آب و در بتون به کار برد مشروط بر آن که امکان آسیب‌دیدگی مکانیکی به کابل وجود نداشته باشد. این نوع کابل را می‌توان در پمپ‌بنزین‌ها، پالایشگاه‌های نفت و بنزین که در آنها مقاوم بودن کابل در مقابل نفت و بنزین و سایر سوخت‌ها ضروری است، به کار برد.

## ۵-۷ ضوابط اساسی در طراحی سیستم کابل‌کشی

### ۱-۵-۷ مشخصات اصلی کابل‌ها و عوامل موثر در انتخاب نوع کابل‌ها

#### ۱-۱-۵-۷ مشخصات اصلی کابل‌ها شامل موارد زیر است:

ولتاژ اسمی و جریان مجاز

جنس هادی، سطح مقطع و شکل آن

جنس عایق

شناسه هسته

نوع حفاظ

جنس غلاف

نوع زره

نوع حفاظت در برابر خوردگی

#### ۲-۱-۵-۷ عوامل موثر در انتخاب نوع کابل‌ها به قرار زیر است :

بار موردنظر و ظرفیت مجاز کابل

ولتاژ اسمی

افت ولتاژ مجاز

حفاظت مدار

بار اتصال کوتاه لازم یا مجاز

شرایط مکانیکی

شرایط محل از نظر ایجاد خوردگی در کابل

مشخصات فنی تعیین شده

۱-۲-۵-۷ ولتاژ اسمی برای کابل‌های فشار ضعیف در سیستم سه‌فاز برابر یک کیلوولت و در سیستم تک‌فاز (جریان متناوب) در حالت عایق‌بندی شدن هادی‌های دو فاز برابر  $1/2$  کیلوولت و در حالت زمین‌شدن هادی یک‌فاز مساوی  $0/6$  کیلوولت خواهد بود.

۲-۲-۵-۷ ولتاژ بین هادی‌های یک سیستم انرژی الکتریکی یا بین یک هادی و زمین تحت شرایط مشخص و در مدت زمان معینی از کار مداوم سیستم را ولتاژ کار نامند. حداکثر ولتاژ کار مجاز در سیستم سه‌فاز برابر  $1/2$  کیلوولت و در سیستم تک‌فاز (جریان متناوب در حالت عایق‌بندی شدن هادی‌های دو فاز) برابر  $1/4$  کیلوولت و در حالت زمین شدن هادی یک‌فاز مساوی  $0/7$  کیلوولت خواهد بود. کابل‌های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی  $0/6/1$  کیلوولت را می‌توان در سیستم‌های جریان مستقیم مورد استفاده قرار داد که در این صورت حداکثر ولتاژ کار هادی/هادی یا هادی/زمین نباید از  $1/8$  کیلوولت تجاوز کند.

۳-۲-۵-۷ برای تعیین قابلیت بار یا جریان مجاز کابل‌های مختلف فشار ضعیف با ولتاژ اسمی یک کیلوولت باید از جداول نشریه استاندارد شماره ۱۹۳۶ استفاده شود. جداول این استاندارد ملی برای بار مداوم جریان متناوب یا مستقیم، هادی‌های مسی یا آلومینیومی، در انواع عایق‌های مشخص و دمای محیط  $30$  درجه سانتی‌گراد با توجه به روش‌های مختلف نصب کابل، قابل استفاده است.

۴-۲-۵-۷ جدول ۲-۷ نحوه انتخاب جریان‌های مجاز بر اساس روش نصب کابل‌ها را نشان می‌دهد. در جدول الف، روش‌های نصب کابل‌ها و انواع عایق آنها با ذکر شماره جدول جریان مجاز مربوطه درج شده است. این جدول به کلیه کابل‌های غیر قابل انعطاف به استثنای کابل‌های عایق معدنی قابل اعمال است.

جدول الف

جدول		روش نصب	
کابل‌های لاستیکی Butyl و EP و کابل‌های XLPE	کابل‌های پی وی سی		۱- کابل‌های تکرشته‌ای که در داخل لوله و به صورت روکار نصب می‌شود.
II	I		
II	I		۲- کابل‌های تکرشته‌ای که در داخل لوله و به صورت توکار در زیر گچ یا در دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود.
II	I		۳- کابل‌های تکرشته‌ای که در داخل لوله و در کانال باز نصب می‌شود.
II	I		۴- کابل‌های تکرشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که در داخل لوله به صورت توکار نصب می‌شود.
II	I		۵- کابل‌های تکرشته‌ای و چندرشته‌ای که در داخل مجاری کابل‌ها (Trunking) (باز یا بسته) نصب می‌شود.
IV	III		۶- کابل‌های تکرشته‌ای غلاف‌دار یا کابل‌های چندرشته‌ای که به صورت روکار مستقیماً روی دیوار نصب می‌شود.
IV	III		۷- کابل‌های چندرشته‌ای که به صورت توکار مستقیماً در داخل گچ و یا دیوار یا کف آجری یا بتنی نصب می‌شود.
IV	III		۸- کابل‌های تکرشته‌ای غلاف‌دار یا چندرشته‌ای که در کانال باز نصب می‌شود.
IV	III		۹- کابل‌های تکرشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که بر روی سینی کابل نصب می‌شود.
IV	III		۱۰- کابل‌های تکرشته‌ای غلاف‌دار و کابل‌های چندرشته‌ای که به وسیله سیم مهار به صورت آویزان نصب می‌شود.

۵-۲-۵-۷ جدول I جریان مجاز کابل‌های تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق پی، وی، سی و با هادی‌های مسی یا آلومینیومی، در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد و با روش‌های نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف را ارائه می‌دهد، هم‌چنین جدول III جریان مجاز کابل‌های مذکور را در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد و با روش‌های نصب ۶ الی ۱۰ مندرج در جدول الف را نشان می‌دهد.

۶-۲-۵-۷ جدول II جریان مجاز کابل‌های تک‌رشته‌ای و چندرشته‌ای با عایق لاستیکی Butyl و EP یا کابل‌های پلی‌اتیلن مستحکم (XLPE) و با هادی‌های مسی یا آلومینیومی، و در دمای محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد و با روش‌های نصب ۱ الی ۵ مندرج در جدول الف را نشان می‌دهد. جدول IV نیز جریان کابل‌های مزبور را در دمای محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد و با روش‌های نصب ۶ الی ۱۰ مندرج در جدول الف را ارائه می‌دهد.

جدول I

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلی‌متر مربع
۹/۴	۱۰/۵	۱۲	۱۳/۵	۱/۰
۱۲	۱۳/۵	۱۵/۵	۱۷/۵	۱/۵
۱۶/۵	۱۹	۲۱	۲۴	۲/۵
۲۲	۲۵	۲۸	۳۲	۴
۲۸	۳۲	۳۶	۴۱	۶
۳۹	۴۴	۵۰	۵۷	۱۰
۵۳	۵۹	۶۸	۷۶	۱۶
۶۹	۷۹	۸۹	۱۰۱	۲۵
۸۶	۹۸	۱۱۱	۱۲۵	۳۵
۱۰۵	۱۱۸	۱۳۴	۱۵۱	۵۰
۱۳۳	۱۵۰	۱۷۱	۱۹۲	۷۰
۱۶۱	۱۸۱	۲۰۷	۲۳۲	۹۵
۱۸۶	۲۱۰	۲۳۹	۲۶۹	۱۲۰

۷-۲-۵-۷ جریان مجاز برای کابل‌هایی با عایق معدنی و با رشته‌ها و غلاف مسی، در درجه حرارت محیط ۳۰ درجه سانتی‌گراد در دو حالت (a) با غلاف مسی لخت (بدون پوشش اضافی) و با امکان تماس افراد با آن یا در تماس با مواد قابل اشتعال (b) با غلاف مسی لخت (بدون پوشش اضافی) و بدون امکان تماس افراد با آن یا بدون تماس با مواد قابل اشتعال، در جدول ۷ درج شده است. برای گروه کابلی که به صورت یک دسته در حالت (a) نصب می‌شود باید ضرایب تصحیح گروهی که در جدول شماره VII داده شده است مورد استفاده قرار گیرد. برای کابل‌هایی که در حالت (b) نصب می‌شوند استفاده از ضرایب تصحیح گروهی لازم نخواهد بود زیرا بالارفتن دمای غلاف در اثر دسته‌کردن کابل‌ها در حالت (b) آسیبی به بار نخواهد آورد. به همین علت مقادیر داده شده در ستون ۷ مشابه مقادیر ستون ۵ می‌باشد. مقادیر داده شده برای حالت (a) را می‌توان در مورد کابل‌هایی با عایق معدنی که دارای پوشش خارجی پی، وی، سی می‌باشد نیز به کار برد.

## جدول II

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلی‌متر مربع
۱۲	۱۳/۵	۱۵	۱۷	۱
۱۵/۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۲۲	۱/۵
۲۱	۲۴	۲۶	۳۰	۲/۵
۲۸	۳۲	۳۵	۴۰	۴
۳۶	۴۱	۴۶	۵۲	۶
۵۰	۵۷	۶۳	۷۱	۱۰
۶۸	۷۶	۸۵	۹۶	۱۶
۸۹	۱۰۱	۱۱۲	۱۲۷	۲۵
۱۱۱	۱۲۵	۱۳۸	۱۵۷	۳۵
۱۳۴	۱۵۱	۱۶۸	۱۹۰	۵۰
۱۷۱	۱۹۲	۲۱۳	۲۴۲	۷۰
۲۰۷	۲۳۲	۲۵۸	۲۹۳	۹۵
۲۳۹	۲۶۹	۲۹۹	۳۳۹	۱۲۰

۸-۲-۵-۱ ضرایب تصحیح برای درجه حرارت‌های محیط متفاوت با ۳۰ درجه سانتی‌گراد که به جریان‌های مجاز مندرج در جداول I الی V باید اعمال شوند در جدول VI ارایه شده است. همچنین ضرایب تصحیح برای گروه‌های بیش از سه کابل تک‌رشته‌ای یا بیش از یک کابل چندرشته‌ای که باید به جریان‌های مجاز مندرج در جداول I الی V اعمال شوند در جدول VII درج شده است. ضرایب این جدول در مورد گروه‌های متحدالشکل از سیم‌ها و یا کابل‌ها که به طور مساوی حامل جریان باشند قابل استفاده می‌باشد. در مواردی که فاصله بین دو سیم یا دو کابل مجاور از ۲ برابر قطر خارجی آنها بیشتر باشد لزومی به استفاده از ضریب تصحیح نخواهد بود.

۸-۲-۵-۲ در صورتی که برای تعیین جریان مجاز کابل‌های فشار ضعیف، با توجه به کلیه شرایط نتوان جدول ۷-۲ را ملاک عمل قرار داد می‌توان بر اساس استاندارد کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک به شماره IEC 60364-5-52 عمل کرد. در این استاندارد بین‌المللی نیز با توجه به روش‌ها و موارد متعدد نصب کابل‌ها و جنس هادی از نظر مس یا آلومینیومی و نوع عایق، جریان مجاز مربوط تعیین و درج شده است. همچنین ضرایب تصحیح برای دمای هوای متفاوت با ۳۰ درجه سانتی‌گراد و برای دمای زمین متفاوت با ۲۰ درجه سانتی‌گراد و نیز ضرایب کاهش برای بیش از یک مدار یا بیش از یک کابل چند سیمه در شرایط مختلف نصب که باید به جریان مجاز تعیین شده اعمال گردد، درج شده است.

۹-۲-۵-۳ به منظور تعیین جریان مجاز کابل‌های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی یک کیلوولت، بر اساس استانداردهای کشور آلمان، استانداردهای DIN VDE 0298 - بخش 4، DIN VDE 0276 - بخش 603 و برای ضرایب تصحیح، استاندارد DIN VDE 0276 - بخش 1000 ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

برای نصب کابل در زمین، عمق کابل در خاک ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شده است. عمق معمول کابل در زمین بین ۷۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر بوده و با افزایش عمق کابل قابلیت بار یا جریان مجاز کابل کاهش می‌یابد. جریان مجاز کابل‌ها برای حداکثر درجه حرارت هادی ۷۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت محیط در خاک ۲۰ درجه سانتی‌گراد و درجه حرارت محیط در هوای آزاد ۳۰ درجه سانتی‌گراد ارایه شده است.

جدول III

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی (فقط برای کابل‌های غیر قابل انعطاف)		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلی متر مربع
۱۰/۵	۱۱/۵	۱۳/۵	۱۵	۱/۰
۱۳/۵	۱۵	۱۷/۵	۱۹/۵	۱/۵
۱۹	۲۰	۲۴	۲۶	۲/۵
۲۵	۲۷	۳۲	۳۵	۴
۳۲	۳۶	۴۱	۴۶	۶
۴۴	۴۹	۵۷	۶۳	۱۰
۵۹	۶۶	۷۶	۸۵	۱۶
۷۹	۸۷	۱۰۱	۱۱۲	۲۵
۹۷	۱۰۸	۱۲۵	۱۳۸	۳۵
۱۱۸	۱۳۱	۱۵۱	۱۶۸	۵۰
۱۵۰	۱۶۶	۱۹۲	۲۱۳	۷۰
۱۸۱	۲۰۰	۲۳۲	۲۵۸	۹۵
۲۱۰	۲۳۲	۲۶۹	۲۹۹	۱۲۰
۲۴۰	۲۶۸	۳۰۹	۳۴۴	۱۵۰
۲۷۵	۳۰۵	۳۵۳	۳۹۲	۱۸۵
۳۲۳	۳۶۰	۴۱۵	۴۶۱	۲۴۰

لازم به یادآوری است که اگر از کابل‌های برق به طور دائم بار گرفته شود، باید مساله خشک شدن خاک و بالارفتن مقاومت حرارتی را هم در نظر گرفته و ضرایب مربوطه را در محاسبات منظور داشت. مقاومت مخصوص حرارتی چند نوع عمده از زمین عبارت است از:

$$\text{زمین بسیار مرطوب} = ۰/۷ \text{ k.m/w}$$

$$\text{زمین خشک} = ۲/۰ \text{ k.m/w}$$

$$\text{زمین مرطوب} = ۱/۰ \text{ k.m/w}$$

$$\text{زمین بسیار خشک} = ۳/۰ \text{ k.m/w}$$

در استانداردهای DIN VDE ذکر شده در فوق نیز ضرایب تصحیح برای دماهای متفاوت زمین و هوا و ضرایب تصحیح برای استفاده از بیش از یک مدار یا بیش از یک کابل چندسیمه ارائه شده است.

۱-۲-۵-۷ جریان مجاز کابل‌های NYY، NAYY و NYCY، NYCWY و NAYCWY با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت در جدول ۳-۷ درج شده است. جدول I جریان مجاز این نوع کابل‌ها را بر حسب آمپر در حالت نصب در زمین با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و جدول II جریان مجاز بر حسب آمپر در حالت نصب در هوای آزاد با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و بالاخره جدول III ضرایب تصحیح برای کابل‌های چند سیمه (۵ سیمه و بیش از آن) را نشان می‌دهد. از کابل NYCY در شبکه زمینی برای انتقال انرژی به منازل و از کابل‌های NYY و NYCY در شبکه زمینی روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود. همچنین کابل‌های NYY، NYCY و NYCWY در شبکه‌های محلی، کارخانجات شیمیایی و نیروگاه‌ها به کار می‌رود.

## جدول IV

جریان مجاز				سطح مقطع اسمی هادی
هادی‌های آلومینیومی		هادی‌های مسی		
با سه هادی حامل جریان (۵)	با دو هادی حامل جریان (۴)	با سه هادی حامل جریان (۳)	با دو هادی حامل جریان (۲)	(۱)
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	میلی متر مربع
۱۳/۵	۱۵	۱۷	۱۹	۱/۰
۱۷/۵	۱۹/۵	۲۲	۲۴	۱/۵
۲۴	۲۶	۳۰	۳۳	۲/۵
۳۲	۳۵	۴۰	۴۵	۴
۴۱	۴۶	۵۲	۵۸	۶
۵۷	۶۳	۷۱	۸۰	۱۰
۷۶	۸۵	۹۶	۱۰۷	۱۶
۱۰۱	۱۱۲	۱۲۷	۱۴۲	۲۵
۱۲۵	۱۳۸	۱۵۷	۱۷۵	۳۵
۱۵۱	۱۶۸	۱۹۰	۲۱۲	۵۰
۱۹۲	۲۱۳	۲۴۲	۲۷۰	۷۰
۲۳۲	۲۵۸	۲۹۳	۳۲۷	۹۵
۲۶۹	۲۹۹	۳۳۹	۳۷۹	۱۲۰
۳۰۹	۳۴۴	۳۹۰	۴۳۵	۱۵۰
۳۵۳	۳۹۲	۴۴۴	۴۹۶	۱۸۵
۴۱۵	۴۶۱	۵۲۲	۵۸۴	۲۴۰

۱۱-۲-۵-۷ جریان مجاز برای کابل مخصوص NYKY، با ولتاژ اسمی ۰/۶/۱ کیلوولت در جدول ۷-۴-۱ درج شده و ضرایب تصحیح برای هادی‌های بیش از ۴ و برای کابل‌های با مقاطع ۱/۵ تا ۱۰ میلی‌متر مربع مطابق جدول ۷-۳-III می باشد. قابلیت بار این نوع کابل بر اساس درجه بار جریان ۰/۷ (برای هوا برابر واحد)، مقاومت مخصوص حرارتی زمین  $100 \text{ k.cm/w}$ ، مقاومت مخصوص حرارتی عایق و غلاف  $600 \text{ k.cm/w}$  عمق کابل در خاک ۰/۷ متر، دمای زمین ۲۰ درجه سانتی‌گراد و دمای هوای آزاد ۳۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه شده است. در صورتی که این نوع کابل دارای ۵ یا بیش از ۵ هادی (هسته) دارای بار باشد باید ضرایب تصحیح جدول ۷-۴-II به جریان مجاز کابل‌های با مقاطع ۱/۵ تا ۱۰ میلی‌متر مربع اعمال شود. از کابل NYKY در پمپ بنزین‌ها، مناطق نفتی و پالایشگاه‌ها، در رودخانه‌ها، نهرهای بزرگ آب و استخرها استفاده می‌شود.



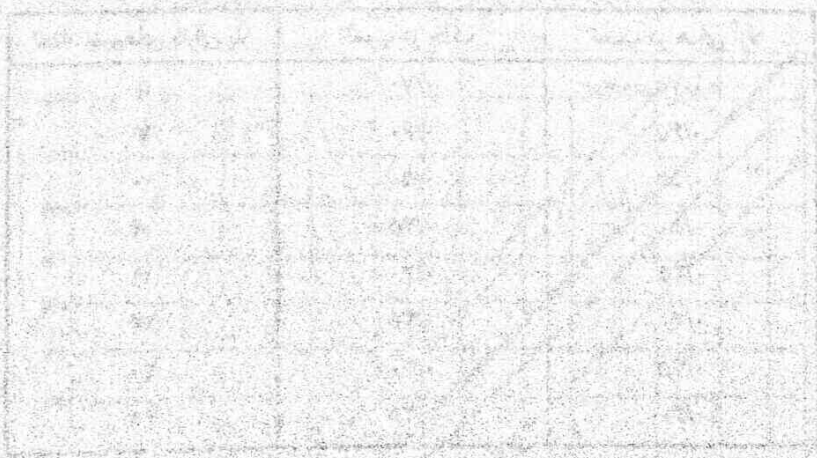
جدول ۷

کابل‌های چندرشته‌ای				کابل‌های تک‌رشته‌ای						سطح مقطع اسمی هادی	
سه هادی حامل جریان		دو هادی حامل جریان		سه هادی حامل جریان		دو هادی حامل جریان		یک هادی و غلاف حامل جریان		(۱)	میلی متر مربع
(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)		
(۱۱)	(۱۰)	(۹)	(۸)	(۷)	(۶)	(۵)	(۴)	(۳)	(۲)		
آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر	آمپر		
۱۸	۱۴	۲۱	۱۷	۲۵	۱۸	۲۵	۲۲	۲۲	۱۸	۱/۰	نوع کارکرد سبک
۲۲	۱۸	۲۶	۲۲	۳۲	۲۳	۳۲	۲۷	۲۶	۲۱	۱/۵	
۳۰	۲۴	۳۶	۲۹	۴۳	۳۱	۴۳	۳۶	۳۳	۲۷	۲/۵	
۴۰	۳۳	۴۷	۳۸	۵۶	۴۱	۵۶	۴۶	۴۲	۳۴	۴	
		۶۰	۴۹	۷۳	۵۲	۷۳	۵۹			۶	
				۹۸	۷۰	۹۸	۸۰			۱۰	
۱۹	۱۶	۲۳	۱۹	۲۹	۲۰	۲۹	۲۳	۲۶	۲۱	۱/۰	نوع کارکرد سنگین
۲۴	۲۰	۲۹	۲۴	۳۶	۲۶	۳۶	۲۹	۳۲	۲۶	۱/۵	
۳۲	۲۶	۳۹	۳۲	۴۷	۳۴	۴۷	۳۹	۴۰	۳۳	۲/۵	
۴۲	۳۴	۵۱	۴۱	۶۲	۴۴	۶۲	۵۰	۵۰	۴۱	۴	
۵۴	۴۴	۶۵	۵۳	۷۷	۵۶	۷۷	۶۳	۶۰	۴۹	۶	
۷۳	۵۹	۸۷	۷۱	۱۰۵	۷۵	۱۰۵	۵۸			۱۰	
۹۸	۷۸	۱۱۵	۹۴	۱۴۰	۹۹	۱۴۰	۱۱۰			۱۶	
۱۲۵	۱۰۵	۱۵۵	۱۲۴	۱۸۰	۱۳۰	۱۸۰	۱۵۰			۲۵	
				۲۲۰	۱۶۰	۲۲۰	۱۸۰			۳۵	
				۲۷۵	۲۰۰	۲۷۵	۲۲۵			۵۰	
				۳۳۵	۲۴۰	۳۳۵	۲۷۵			۷۰	
				۴۰۵	۲۹۰	۴۰۵	۳۳۰			۹۵	
				۴۷۰	۳۳۵	۴۷۰	۳۸۰			۱۲۰	
				۵۴۰	۳۸۵	۵۴۰	۴۴۰			۱۵۰	



جدول ۷-۳-۱

هادی‌های آلومینیومی					هادی‌های مسی					سطح مقطع اسمی (میلی متر مربع)
NAYCWY		NAYY			NYCWY		NYY			
⊙ ⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙	⊙ ⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙ ⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	⊙	⊙ ⊙ ⊙ ⊙	⊙ ⊙	
-	-	-	-	-	۲۷	۳۱	۴۱	۲۷	۳۰	۱/۵
-	-	-	-	-	۳۶	۴۰	۵۵	۳۶	۳۹	۲/۵
-	-	-	-	-	۴۷	۵۱	۷۱	۴۷	۵۰	۴
-	-	-	-	-	۵۹	۶۳	۹۰	۵۹	۶۲	۶
-	-	-	-	-	۷۹	۸۴	۱۲۴	۷۹	۸۳	۱۰
-	-	-	-	-	۱۰۲	۱۰۸	۱۶۰	۱۰۲	۱۰۷	۱۶
۱۰۳	۱۰۸	۱۶۰	۱۰۲	۱۰۶	۱۳۳	۱۳۹	۲۰۸	۱۳۳	۱۳۸	۲۵
۱۲۳	۱۲۹	۱۹۳	۱۲۳	۱۲۷	۱۶۰	۱۶۶	۲۵۰	۱۵۹	۱۶۴	۳۵
۱۴۵	۱۵۳	۲۳۰	۱۴۴	۱۵۱	۱۹۰	۱۹۶	۲۹۶	۱۸۸	۱۹۵	۵۰
۱۸۰	۱۸۷	۲۸۳	۱۷۹	۱۸۵	۲۳۴	۲۳۸	۳۶۵	۲۳۲	۲۳۸	۷۰
۲۱۶	۲۲۳	۳۴۰	۲۱۵	۲۲۲	۲۸۰	۲۸۱	۴۳۸	۲۸۰	۲۸۶	۹۵
۲۴۶	۲۵۲	۳۸۹	۲۴۵	۲۵۳	۳۱۹	۳۱۵	۵۰۱	۳۱۸	۳۲۵	۱۲۰
۲۷۶	۲۸۰	۴۳۶	۲۷۵	۲۸۴	۳۵۷	۳۴۷	۵۶۳	۳۵۹	۳۶۵	۱۵۰
۳۱۳	۳۱۴	۴۹۶	۳۱۳	۳۲۲	۴۰۲	۳۸۵	۶۳۹	۴۰۶	۴۱۳	۱۸۵
۳۶۲	۳۵۸	۵۷۸	۳۶۴	۳۷۵	۴۶۳	۴۳۲	۷۴۶	۴۷۳	۴۷۹	۲۴۰
۴۱۵	۳۹۷	۶۵۶	۴۱۹	۴۲۵	۵۱۸	۴۷۳	۸۴۸	۵۳۵	۵۴۱	۳۰۰
۴۷۴	۴۴۱	۷۵۶	۴۸۴	۴۸۷	۵۷۹	۵۲۱	۹۷۵	۶۱۳	۶۱۴	۴۰۰
۵۲۸	۴۸۹	۸۷۳	۵۵۳	۵۵۸	۶۲۴	۵۷۴	۱۱۲۵	۶۸۷	۶۹۳	۵۰۰
-	۵۳۹	۱۰۱۱	-	۶۳۵	-	۶۳۶	۱۳۰۴	-	۷۷۷	۶۳۰
-	-	۱۱۶۶	-	۷۱۶	-	-	۱۵۰۷	-	۸۵۹	۸۰۰
-	-	۱۳۳۲	-	۷۹۶	-	-	۱۷۱۵	-	۹۳۶	۱۰۰۰



جدول ۷-۳-II

هادی‌های آلومینیومی					هادی‌های مسی					سطح مقطع اسمی (میلی متر مربع)
NAYCWY		NAYY			NYCWY		NYY			
-	-	-	-	-	۱۹/۵	۲۲	۲۷	۱۹/۵	۲۱	۱/۵
-	-	-	-	-	۲۶	۲۹	۳۵	۲۵	۲۸	۲/۵
-	-	-	-	-	۳۴	۳۹	۴۷	۳۴	۳۷	۴
-	-	-	-	-	۴۴	۴۹	۵۹	۴۳	۴۷	۶
-	-	-	-	-	۶۰	۶۷	۸۱	۵۹	۶۴	۱۰
-	-	-	-	-	۸۰	۸۹	۱۰۷	۷۹	۸۴	۱۶
۸۳	۹۱	۱۱۰	۸۲	۸۷	۱۰۸	۱۱۹	۱۴۴	۱۰۶	۱۱۴	۲۵
۱۰۱	۱۱۲	۱۳۵	۱۰۰	۱۰۷	۳۲	۱۴۶	۱۷۶	۱۲۹	۱۳۹	۳۵
۱۲۱	۱۳۷	۱۶۶	۱۱۹	۱۳۱	۱۶۰	۱۷۷	۲۱۴	۱۵۷	۱۶۹	۵۰
۱۵۵	۱۷۳	۲۱۰	۱۵۲	۱۶۶	۲۰۲	۲۲۱	۲۷۰	۱۹۹	۲۱۳	۷۰
۱۸۹	۲۱۲	۲۵۹	۱۸۶	۲۰۵	۲۴۹	۲۷۰	۳۳۳	۲۴۶	۲۶۴	۹۵
۲۲۰	۲۴۷	۳۰۲	۲۱۶	۲۳۹	۲۸۹	۳۱۰	۳۸۹	۲۸۵	۳۰۷	۱۲۰
۲۴۹	۲۸۰	۳۴۵	۲۴۶	۲۷۳	۳۲۹	۳۵۰	۴۴۶	۳۲۶	۳۵۲	۱۵۰
۲۸۷	۳۲۱	۴۰۱	۲۸۵	۳۱۷	۳۷۷	۳۹۹	۵۱۶	۳۷۴	۴۰۶	۱۸۵
۳۳۹	۳۷۴	۴۷۹	۳۳۸	۳۷۸	۴۴۳	۴۶۲	۶۱۸	۴۴۵	۴۸۳	۲۴۰
۴۰۱	۴۲۶	۵۵۵	۴۰۰	۴۳۷	۵۰۴	۵۱۹	۷۱۷	۵۱۱	۵۵۷	۳۰۰
۴۶۸	۴۸۸	۶۵۳	۴۷۲	۵۱۳	۵۷۷	۵۸۳	۸۴۳	۵۹۷	۶۴۶	۴۰۰
۵۲۴	۵۵۶	۷۷۲	۵۳۹	۶۰۰	۶۲۶	۶۵۷	۹۹۴	۶۶۹	۷۴۷	۵۰۰
-	۶۲۸	۹۱۵	-	۷۰۱	-	۷۴۴	۱۱۸۰	-	۸۵۸	۶۳۰
-	-	۱۰۸۰	-	۸۰۹	-	-	۱۳۹۶	-	۹۷۱	۸۰۰
-	-	۱۲۵۸	-	۹۱۶	-	-	۱۶۲۰	-	۱۰۷۸	۱۰۰۰

جدول ۷-۳-III

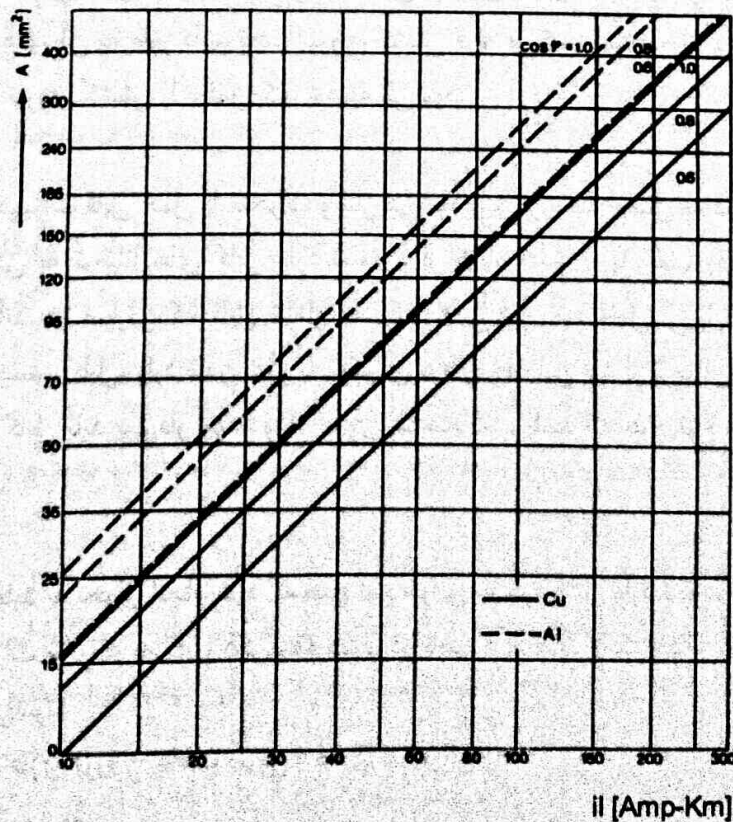
نصب در هوای آزاد	نصب در خاک	تعداد سیم‌های دارای بار
۰/۷۵	۰/۷۰	۵
۰/۶۵	۰/۶۰	۷
۰/۵۵	۰/۵۰	۱۰
۰/۵۰	۰/۴۵	۱۴
۰/۴۵	۰/۴۰	۱۹
۰/۴۰	۰/۳۵	۲۴
۰/۳۵	۰/۳۰	۳۰
۰/۳۰	۰/۲۵	۳۶

جدول ۷-۴-۱

کابل سه یا ۴ سیمه (هادی)		سطح مقطع (میلی مترمربع)
در هوای آزاد (آمپر)	در خاک (آمپر)	
۱۸/۵	۲۸	۱/۵
۲۷	۳۷	۲/۵
۳۶	۴۸	۴
۴۵	۶۰	۶
۶۲	۸۰	۱۰
۸۱	۱۰۳	۱۶
۱۱۰	۱۳۴	۲۵
۱۳۴	۱۶۲	۳۵
۱۶۳	۱۹۲	۵۰
۲۰۵	۲۳۵	۷۰
۲۵۳	۲۸۳	۹۵
۲۹۴	۳۲۳	۱۲۰
۳۳۴	۳۶۳	۱۵۰
۳۸۶	۴۱۲	۱۸۵
۴۵۷	۴۷۸	۲۴۰
۵۲۹	۵۴۲	۳۰۰
۶۱۰	۶۱۵	۴۰۰

۷-۲-۱۲ در شبکه‌های توزیع و انتقال انرژی الکتریکی، اندازه کابل تنها بر اساس جریان مجاز عبوری از آن انتخاب نمی‌گردد، بلکه طول کابل که متناسب با افت ولتاژ است نیز عامل تعیین‌کننده‌ای است. در نمودار شکل ۷-۲ حاصل ضرب این دو پارامتر یعنی  $il$  (آمپر-کیلومتر)، صورت تابعی از سطح مقطع به ازاء ضرایب توان مختلف و برای کابل‌های با هادی مسی و آلومینیومی ارایه گردیده است. این نمودار برای شبکه‌های فشارضعیف سه‌فاز با افت ولتاژ ۵٪ محاسبه و رسم شده است.

شکل ۷-۲: ارتباط جریان - طول کابل با سطح مقطع آن



۱-۱-۶-۷ در هنگام نصب کابل های هوایی اصول زیر باید کاملاً مدنظر بوده و رعایت شود:

- (الف) حداقل فاصله بین کابل های همولتاژ باید به اندازه قطر کابل ضخیم تر مجاور در نظر گرفته شود. در صورتی که ولتاژ کابل های موازی متفاوت باشد حداقل فاصله بین دو کابل مجاور باید ۳۰ سانتی متر باشد. بدیهی است کابل های همولتاژ باید در یک گروه نصب گردیده و حداقل فاصله فوق الذکر (۳۰ سانتی متر) برای گروه های متفاوت رعایت شود.
- (ب) حداکثر تعداد کابل های داخل کانال، مجرا و یا لوله باید چنان تعیین شود که کشیدن آن به آسانی امکان پذیر باشد. با توجه به این اصل توصیه می شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از ۱/۵ برابر قطر کابل یا دسته کابل های کشیده شده در داخل آن باشد.
- (پ) در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تاسیسات فلزی عبور می نماید، هر یک از سوراخ ها باید دارای انحنای لازم با بوشن های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به عمل آید.
- (ت) در مواردی که لوله کشی ها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه حرارت قرار می گیرد، مانند تاسیسات مبرد و سردخانه ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می کند، باید قسمت مناسبی از لوله کشی یا مجاری کابل به منطقه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت های گرم تر و قسمت های سردتر جلوگیری به عمل آید. اتصال های انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی در مواردی که لازم است پیش بینی شود.
- (ث) در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادی ها وارد نشود و نه بر پوشش خارجی آن. در تاسیساتی که کابل های آن به طور دائم تحت نیروی کشش قرار می گیرد استفاده از کابل های مجهز به سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می شود.
- (ج) کابل هایی که به تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می شود باید در نقطه اتصال به دستگاه به نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به ترمینال های کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا عقب رفتن عایق بندی یا غلاف کابل جلوگیری به عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیله بستن کابل، وارد شدن نیرو به ترمینال هادی حفاظتی بعد از ترمینال های هادی های برق دار ممکن گردد. وسیله بستن کابل باید برق دار نبوده و به نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به وجود نیارد.
- (ح) همه خم های کابل باید به نحوی انجام شود که هیچ نوع خرابی به خود کابل وارد نشود، به استثنای مواردی که به نحوی دیگر در مقررات مربوطه به کابل ذکر شده باشد، در تاسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به ترتیب زیر توصیه می شود:

$$r=9(D+d)$$

$$r=15D$$

- کابل های با روپوش فلزی (زره - غلاف سربی - هادی هم مرکز)

- کابل های با غلاف آلومینیومی

- کابل‌های با عایق‌بندی معدنی و غلاف مسی

- کابل‌های فاقد هر نوع روپوش فلزی

که در آن:

$$r=5D$$

$$r=8(D+d)$$

$D$  = قطر خارجی کابل،  $d$  = قطر هادی بزرگترین رشته کابل و  $r$  = حداقل شعاع داخلی هر خم می‌باشد. در صورتی که مقطع هادی به فرم قطاع باشد،  $d=1.3\sqrt{A}$  در نظر گرفته خواهد شد که در آن  $A$  سطح مقطع هادی می‌باشد.

(ح) کلیه کابل‌های داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از استعمال دو راهی وسط خط باید خودداری شود.

#### ۶-۱-۶-۷ نصب کابل روی دیوار و سقف

(الف) برای نصب یک رشته کابل بر روی دیوار یا سقف باید از بست‌های کائوچویی دو تکه‌ای مخصوص کابل استفاده شود به طوری که در محل‌های بستکاری، کابل مستقیماً با دیوار یا سقف تماس نداشته باشد. در مورد نصب چند رشته کابل توصیه می‌گردد که کابل‌های مذکور به صورت موازی روی دیوار یا سقف نصب گردیده و از بست‌های ریلی استفاده شود.

حداقل فاصله کابل از دیوار باید دو سانتی‌متر در نظر گرفته شود.

فاصله کابل‌ها از یکدیگر باید حداقل دو برابر قطر کابل بزرگتر (فاصله آزاد) باشد. در مواردی که فاصله مذکور کمتر باشد باید از ضرایب مناسبی برای کاهش ظرفیت جریان مجاز کابل‌ها استفاده شود.

(ب) کابل‌هایی که به وسیله بست نصب می‌شود، یا بر روی بازوهای افقی قرار داده می‌شود، باید به نحوی نگهداری شود که فاصله بست‌ها یا بازوهای تکیه کابل از مقادیر زیر تجاوز ننماید.

- در مورد کابل‌های بدون زره فلزی  $20D$

- در مورد کابل‌های زره فلزی دار  $35D$

$D$  قطر خارجی کابل می‌باشد. در مورد نصب کابل‌ها به صورت قائم می‌توان به مقادیر فوق تا میزان پنجاه درصد اضافه نمود.

(پ) بست‌های مورد استفاده در صورتی که از نوع عایق‌دار نباشد بایستی به وسیله غلاف محافظ عایق پوشانده شود.

(ت) اگر کابل‌ها دارای روکش یا غلاف ترموپلاستیکی باشند، باید اطمینان یافت که هر گیره دارای کفشک‌های محافظ یاسپرهای مناسب باشد، بدیهی است در صورت عدم وجود چنین سپرهایی، روکش کابل‌ها می‌تواند زیر فشار کفشک‌های گیره‌ها آسیب ببیند.

(ث) در مواردی که ساختمان دارای سقف کاذب است، نصب کابل بر روی سقف کاذب به هیچ وجه مجاز نمی‌باشد و باید روی سقف اصلی ساختمان نصب شود.

(ج) فاصله‌ای که به علت استفاده از بست‌های ریلی یا دو تکه‌ای بین کابل و دیوار (یا سقف) ایجاد گردیده، باید در گوشه‌ها (داخلی و خارجی) با نصب دو عدد بست به فاصله ده سانتی‌متر از طرفین گوشه عیناً حفظ و رعایت گردد.

(ح) کابل‌ها باید در برابر تابش مستقیم آفتاب دارای نوعی حفاظ باشد.

(الف) ابعاد سینی‌های کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابل‌ها و همچنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود، ولی به طور کلی سینی‌های کابل باید با ورق آهن گالوانیزه مشبک و به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شده و در صورت آویز بودن توسط میله‌های فولادی به قطر حداقل ۶ میلی‌متر در فاصله‌های حداکثر یک متر نگاه داشته شود.

(ب) سینی‌های کابل چند طبقه باید با توجه به عرض آن به نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل‌ها حداقل از یک طرف امکان‌پذیر باشد. فاصله بین سینی‌های دو طبقه باید حداقل نصف عرض سینی بالایی باشد.

(پ) هنگام نصب کابل‌ها بر روی سینی کابل، کابل‌ها باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و همچنین به فاصله ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱/۵ متر در مسیرهای قائم به سینی‌ها محکم شود.

#### ۷-۶-۱-۴ نصب کابل به صورت آویز بین دو یا چند تیر

(الف) به منظور نصب سیم مهار به تیر ابتدایی باید سیم مذکور به وسیله آی بولت (Eye bolt) به تیر متصل شده و برای جلوگیری از خمش نامتناسب بین مهار و آی بولت باید از گوشواره مخصوص سیم مهار متناسب با مقطع سیم برای عبور سیم مهار از داخل آی بولت استفاده و انتهای سیم مهار بعد از گشتن دور سیم مهار حداقل به وسیله دو عدد بست دو پیچه محکم گردد. برای نصب و عبور سیم مهار از روی تیرهای میانی بایستی از آی بولت یا بازو و بست مناسب استفاده گردد. در تیر انتهایی علاوه بر روش و اصول مورد استفاده در تیر ابتدایی باید یک عدد مهارکش متناسب با مقطع و طول خط مهار نصب شود.

(ب) کابل‌های آویزان شده از سیم مهار باید یا به صورت پیوسته به آن وصل بوده و یا در حداکثر فواصلی به شرح زیر بستکاری شود:

- در مورد کابل‌های بدون زره فلزی ۴۰D

- در مورد کابل‌های زره فلزی دار ۷۰D

D قطر خارجی کابل می‌باشد.

(پ) بست‌های به کار رفته در صورتی که از نوع عایق‌دار نباشد باید به وسیله غلاف محافظ عایق پوشانده شود.



۶-۲-۶-۷ در هنگام نصب کابل‌های زمینی اصول زیر باید کاملاً مد نظر بوده و رعایت شود:

(الف) به منظور جلوگیری از تکان‌های شدید قرقره‌های کابل در هنگام حمل به کارگاه و یا محل نصب، باید قرقره‌ها به خوبی گوه‌گذاری شده و بیش از تحویل قرقره کابل‌ها، ضروری است بررسی شود که هیچ‌گونه آسیبی به قرقره‌ها و کابل‌ها وارد نشده است، بردار نشانگر رسم‌شده بر روی بدنه قرقره، راستای غلتاندن قرقره را نشان می‌دهد. اگر قرقره در راستای مخالف غلتانده شود لایه‌های کابل پیچیده شده بر روی قرقره شل می‌شوند.

(ب) در هنگام حمل قرقره‌های کابل به جایگاه نصب، بهتر است که از کابل‌کش‌ها یا یدک‌کش حامل کابل که به وسایل سوار و پیاده کردن قرقره مجهز است استفاده کرد. در غیر این صورت به منظور پیاده‌سازی قرقره‌های کابل باید جرتقیل یا سطح شیب‌دار به کار گرفته شود.

(پ) حداقل فاصله بین کابل فشارضعیف یا فشار متوسط و یا جریان ضعیف زیرزمینی از لوله‌های گاز، بخار، آب، و سوخت باید برابر ۳۰ سانتی‌متر باشد.

(ت) در مواردی که کابل با کابل دیگر (به خصوص کابل‌هایی با فشار متفاوت) یا لوله‌های گاز، آب و غیرتقاطع داشته باشد باید از یک لوله محافظ، به طول یک متر استفاده نموده و کابل از داخل این لوله محافظ عبور نماید. همچنین، در مواردی که کابل از زیر جاده‌ها، محوطه‌های مفروش به هر نحو و یا از زیر سنگچین‌ها عبور کند، باید در زیر سطح مفروش یا جاده برای کل طول هر کابل لوله محافظ یک یا چند سوراخه از جنس پلاستیک صلب، از بست سیمان، سیمان یا فولاد پیش‌بینی شود. نسبت قطر سوراخ‌های لوله محافظ در موارد فوق‌الذکر به قطر کابل مربوطه نباید از حدود ۱/۵ کمتر باشد. در محل‌های خروج کابل از داخل لوله، باید برای حفاظت کابل در برابر ساییدگی ناشی از تماس با لبه لوله نوعی بالشتک در نظر گرفت. لازم به یادآوری است که در این‌گونه موارد باید یک لوله محافظ اضافی خالی به منظور کابل‌کشی‌های آینده پیش‌بینی شده و در وسط این لوله مفتول گالوانیزه نمره ۴ که طول آن در هر طرف یک متر بیش از طول لوله مزبور باشد قرار داده شود.

(ث) برای خواباندن کابل‌ها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. اگر کابل قبل از خواباندن احتیاج به گرم کردن نداشته باشد باید میزان درجه حرارت بر حسب جدول ۷-۵ رعایت شود. به عنوان مثال کابل نوع پلاستیکی (p.v.c) نباید در زمستان که درجه حرارت کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد است کابل‌کشی شود. در صورت سرد بودن می‌توان قبلاً قرقره کابل را برای مدت حداقل ۷۲ ساعت در اتاق یا انباری که دمای آن از ۲۰ درجه سلسیوس کمتر نباشد قرار داد و یا با استفاده از وسایل مخصوص گرم کردن کابل آن را گرم نمود و سپس فوراً مورد استفاده قرار داده و خوابانید. روش دیگر برای گرم کردن کابل عبارت است از اتصال آن به جریان برق و ایجاد حرارت به وسیله عبور برق از کابل مذکور. بدیهی است که پس از نصب کابل، درجه حرارت محیط می‌تواند به ۳۰- درجه سانتی‌گراد هم برسد بدون آن که به کابل صدمه‌ای بزند.

(ج) تغییر جهت کانال‌های کابل‌ها باید به نحوی باشد که با شرایط مربوط به خم کردن کابل‌ها (مندرج در این فصل) مطابقت کند. تعداد کابل‌هایی که در داخل هر کانال نصب می‌شود باید چنان تعیین شود که بازدید و تعویض آن به سهولت امکان‌پذیر باشد.

ج) حداکثر تعداد کابل‌های داخل کانال، مجرا و یا لوله باید به نحوی تعیین شود که کشیدن آن به آسانی میسر باشد. با توجه به این اصل توصیه می‌شود که قطر داخلی مجرا، کانال یا لوله مساوی یا بیشتر از  $1/5$  برابر قطر کابل یا دسته کابل‌های کشیده شده در داخل آن باشد.

ح) در مواردی که کابل از داخل تجهیزات یا تاسیسات فلزی عبور می‌کند، هر یک از سوراخ‌ها باید دارای انحنای لازم یا پوشش‌های مناسب باشد تا از ایجاد خراشیدگی در کابل جلوگیری به عمل آید.

خ) در مواردی که لوله‌کشی‌ها و مجاری کابل در نقاط انتهایی خود در معرض تغییرات زیاد درجه حرارت قرار می‌گیرد، مانند تاسیسات سرد و سردخانه‌ها یا تجهیزات حرارتی یا تجهیزاتی که در دمای بالا کار می‌کند باید قسمت مناسبی از لوله‌کشی یا مجاری کابل به نقطه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت‌های گرمتر و قسمت‌های سردتر جلوگیری به عمل آید. اتصال‌های انبساط باید برای جبران انبساط و انقباض حرارتی، در مواردی که لازم است، پیش‌بینی شود.

د) در موقع نصب یا کشیدن کابل بهتر است تنش و کشش بر روی هادی‌ها وارد شود نه پوشش خارجی آن. در تاسیساتی که کابل‌های آن به طور دائم تحت نیروی کشش قرار می‌گیرد استفاده از کابل‌هایی مجهز به سیم مهار یا مشابه آن که بتواند نیروی کشش را تحمل کند توصیه می‌شود.

ذ) کابل‌کشی با دستگاه‌های مخصوص باید با توجه به نیروی کشش مجاز کابل موردنظر انجام شود. فرمول‌های نیروی کشش مجاز انواع کابل‌ها در جدول ۷-۶ ارائه شده است.

ر) اگر لوله‌های فولادی یا پلاستیکی دارای خم‌های متعددی باشد به طوری که زاویه کل خم‌ها به  $300$  درجه برسد، در صورت لزوم عبور کابل از لوله‌های مذکور، نیروی کشش برابر  $100$  درصد وزن کابل خواهد بود. در این گونه موارد، ضروری است لوله‌های فولادی یا پلاستیکی با آلگالین جوشیده بدون صابون یا ماده روانساز بدون مواد معدنی مانند سیکاگلیت آغشته شود.

ز) کابل‌هایی که به تجهیزات قابل حمل یا متحرک وصل می‌شود باید در نقطه اتصال به دستگاه به نحوی بسته و محکم شود که هیچ نیرویی به ترمینال‌های کابل وارد نشده و از کوتاه شدن و یا عقب رفتن عایق‌بندی یا غلاف کابل جلوگیری به عمل آید. در صورتی که کابل شامل هادی حفاظتی نیز باشد طول آن باید به قدری باشد که در صورت خراب شدن وسیله بستن کابل، وارد شدن نیرو به ترمینال‌های حفاظتی بعد از ترمینال‌های هادی‌های برق‌دار ممکن گردد. وسیله بستن کابل باید برق‌دار نبوده و به نحوی ساخته شده باشد که هیچ نوع خرابی مکانیکی در کابل بسته شده به وجود نیآورد.

ژ) همه خم‌های کابل باید به نحوی انجام داده شود که هیچ نوع خرابی به خود کابل وارد نشود. به استثنای مواردی که به نحوی دیگر در مقررات مربوطه به کابل ذکر شده باشد، در تاسیسات نصب ثابت حداقل شعاع داخلی هر نوع خم به شرح زیر خواهد بود:

- کابل‌های با روپوش فلزی (زره - غلاف سربی - هادی هم‌مرکز)
  - کابل‌های با غلاف آلومینیومی
  - کابل‌های با عایق‌بندی معدنی و غلاف مسی
- $r=9(D+d)$   
 $r=15D$   
 $r=5D$

جدول ۷-۵: حداقل درجه حرارت کابل کشی بدون گرم کردن کابل

درجه سانتی گراد	نوع کابل
۰	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
+۵	کابل کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش لاستیکی با غلاف p.v.c از یک تا ۳۵ کیلوولت با یا بدون پوشش حفاظتی
-۱۰	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت
-۷	الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا p.v.c با پوشش حفاظتی
-۱۵	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا p.v.c بدون غلاف حفاظتی با غلاف غیر فلزی
-۲۰	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا p.v.c بدون غلاف حفاظتی ولی با غلاف غیر فلزی

جدول ۷-۶: نیروی کشش مجاز انواع کابل‌ها

نیروی کششی مجاز (نیوتن)	نوع کابل	روش کشش کابل
$F=A*۵۰$ (هادی مسی) $F=A*۳۰$ (هادی آلومینیومی)	تمام انواع کابل‌ها	بستن هادی‌های کابل به یکدیگر و اتصال به قلاب دستگاه
$F=۹ D^۲$ $F= D^۲ \times ۳$ (کابل تک غلاف) $F= D^۲ \times ۱$ (کابل سه غلاف)	کلیه کابل‌های دارای زره از سیم‌های فولادی مانند: NYFGY, NAYFGY کابل‌های غلاف فلزی، بدون زره مقاوم در برابر کشش مانند: NKBA, NYKY, NAKLEY, NEKEBA, NAEKEBA کلیه کابل‌های پلاستیکی بدون غلاف فلزی و بدون زره مانند: NYY, NYCY, NYCWY, NYSY, NYSEY	با استفاده از جوراب کابل
$F= A \times ۵۰$ (هادی مسی) $F= A \times ۳۰$ (هادی آلومینیومی)		

در جدول فوق A سطح مقطع کل هادی‌ها به میلی‌متر مربع (شامل حفاظ و هادی‌های حفاظتی هم‌مرکز نمی‌شود) و D قطر خارجی کابل به میلی‌متر است که در آن D قطر خارجی کابل،  $d$  قطر هادی بزرگترین رشته کابل و  $r$  حداقل شعاع داخلی هر خم می‌باشد. در صورتی که مقطع هادی به فرم قطاع (Sector) باشد،  $d = 1.3 \sqrt{A}$  در نظر گرفته خواهد شد که در آن A سطح مقطع هادی می‌باشد.

(س) کلیه کابل‌های داخل و خارج ساختمان باید یک تکه بوده و از کاربرد مفصل دوراهی در وسط خط خودداری شود. استفاده از دوراهی در موارد استثنایی پس از تایید دستگاه نظارت مجاز خواهد بود.

(ش) کابل‌های کاغذی و روغنی را نباید در مکانهایی که اختلاف سطح مسیر از اندازه مجاز بیشتر باشد خوابانند. شیب‌های مجاز برای کابل‌های کاغذی و روغنی ۰/۶/۱ کیلوولت عبارتند از:

- حداکثر ۴٪ شیب رو به پایین بدون محدودیت در طول کابل
  - حداکثر ۱۰٪ شیب رو به پایین برای حداکثر ۵۰۰ متر طول کابل
- اگر شیب مسیر از مقادیر فوق تجاوز کند باید از کابل‌های خشک یا کابل‌های کاغذی که با مواد روغنی ویژه اشباع شده‌اند استفاده کرد.

ص) پس از نصب یا در زمان آغاز بهره‌برداری کابل‌ها، قدرت عایقی آنها باید مورد آزمون با ولتاژهای DC یا AC قرار گیرند. به علت قابلیت شارژ بالای کابل‌ها، آزمون ولتاژ DC ترجیح داده می‌شود. ولتاژ DC آزمون ۵/۶ تا ۸ کیلوولت و مدت آزمون مذکور ۳۰ دقیقه بازا هر فاز خواهد بود. آزمون ولتاژ DC حداکثر ۵ کیلوولت به مدت ۱۰ دقیقه برای اطمینان از سالم بودن غلاف بیرونی پلاستیکی کابل‌های زره‌دار یا دارای محافظ نیز توصیه می‌شود.

#### ۷-۶-۲- نصب کابل در داخل کانال خاکی

الف) کابل‌های دفن شده در خاک باید از انواع مجاز کابل‌ها برای این کار باشند.

ب) برای نصب کابل‌ها در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال مورد نظر با ابعاد مشخص شده در نقشه مربوط حفر و کف آن به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ریزی و کابل‌ها بر روی آن خوابانده شود، آنگاه، روی کابل‌ها نیز با ۱۰ سانتی‌متر ماسه نرم پوشانیده و یک نوار پلاستیکی خبردهنده که بر روی آن عبارت «توجه مسیر کابل» نوشته شده بر روی آن کشیده شود و سپس به منظور محافظت کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتی‌متر (طول آجر عمود بر محور کابل)، یا یک ردیف دال بتونی بر روی نوار مزبور چیده و سپس روی آن خاکریزی و کوبیده شود.

پ) عرض کانال حفر شده به منظور نصب کابل‌های زیرزمینی بستگی به تعداد کابل‌هایی خواهد داشت که در مجاورت هم قرار می‌گیرد. همچنین، عمق کابل از سطح زمین بستگی به تعداد کابل‌هایی دارد که روی یکدیگر قرار می‌گیرد. معذالک فاصله بالاترین کابل فشارضعیف زیرزمینی از سطح زمین، در زیر سطح تمام شده پیاده‌رو نباید از ۷۰ سانتی‌متر کمتر و در زیر سطح خیابان نباید از یک متر کمتر باشد.

ت) اگر تعداد کابل‌های مورد لزوم برای نصب در داخل کانال خاکی زیاد باشد بهتر است به جای قراردادن کابل‌ها بر روی یکدیگر، کابل‌ها پهلوی هم کشیده شود. حداقل فاصله کابل‌های زیرزمینی از یکدیگر در صورتی که دو کابل هم‌ولتاژ باشد باید برابر ۱۰ سانتی‌متر و در صورتی که یک کابل، کابل فشارضعیف و دیگری کابل فشار متوسط یا کابل جریان ضعیف (دو کابل مجاور با ولتاژهای متفاوت) باشد باید ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود، (منظور از فاصله دو کابل فاصله هوایی بین آن دو می‌باشد) در مواردی که چند کابل به موازت یکدیگر در یک سطح افقی کشیده می‌شود باید ضمن رعایت فواصل مجاز، تمامی سطح کابل‌ها با آجر پوشیده شود و در مورد کابل‌های جانبی، حداقل نصف طول آجر از مرکز کابل به سمت خارج قرار گیرد. به جای آجر می‌توان از دال بتونی مناسب یا مصالح دیگری که تصویب شده باشد استفاده کرد.

ث) جزییات و ابعاد کانال خاکی و فاصله بین کابل‌ها در شکل ۷-۳ نشان داده شده است. در این شکل همچنین تعداد و نحوه استقرار کابل‌های فشار ضعیف در کانال‌های خاکی ارائه گردیده است.

ج) در مواردی که کابل فشارضعیف و کابل فشار متوسط در یک کانال خاکی زیرزمینی نصب می‌شود، کابل فشار متوسط نباید مستقیماً در زیر کابل فشار ضعیف قرار گرفته و عمق دفن کابل فشار متوسط باید حداقل ۰/۳ متر بیشتر از کابل فشار ضعیف باشد. در این گونه موارد، باید کانال به شکل پله‌ای (دو بستر متفاوت) حفر و کابل فشار متوسط در بستر پایینی و کابل فشار ضعیف در بستر بالایی خوابانده شود. بدیهی است کلیه اصول و روش‌های مربوط به نصب کابل‌های فشار ضعیف و متوسط در مورد هر کدام از کابل‌های مذکور باید دقیقاً رعایت شود. (شکل ۷-۳)

- (ج) در صورتی که محل خواباندن کابل، زمین شوره‌زار بوه، یا امکان وجود حشرات موذی مانند موریه و غیره باشد استفاده از کابل NYY به هیچ وجه مجاز نبوده و بایستی کابل NYCY یا NYCWY به کار برده شود.
- (ح) کلیه کابل‌ها به ویژه کابل‌های تک‌سیمه نباید پس از خواباندن کشانده و راست شوند و لازم است اندکی پیچ و تاب داشته باشند تا بتوانند انبساط و انقباض طولی را که در مدت دوره‌های گرمایشی به واسطه بار کامل، رخ می‌دهند، به آسانی تحمل کنند.
- (خ) کابل‌هایی که بدون هیچ نوع حفاظت مکانیکی اضافی مستقیماً در زمین دفن می‌شود باید دارای پوشش یا زره فلزی و غلاف محافظ باشد. کابل‌هایی که با استفاده از حفاظت مکانیکی اضافی (آجر یا دال بتونی) در زمین دفن می‌شود باید دارای غلاف محافظ باشد. مسیر این گونه کابل‌ها باید به نحوی علامت‌گذاری شود که در صورت کندوکاو بعدی، محل آن مشخص باشد.
- (د) پیمانکار موظف است که قبل از شروع به حفر و کندن کانال خاکی کلیه نقشه‌های تاسیساتی اجرا شده قبلی در محوطه عملیات خود را از دستگاه‌های اجرایی مربوطه دریافت و با توجه به آن اقدام به حفر کانال کند به طوری که هیچ گونه لطمه‌ای به تاسیسات موجود وارد نشود.
- (ذ) هنگام حفر کانال خاکی برای نصب کابل‌ها باید آسفالت یاسیمان یا پوشش، کنده شده و در یک سمت گودال در فاصله حداقل یک متری انباشته شود تا هر گونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان داشته باشد. همچنین، سایر مواد خاکبرداری شده (یعنی خاک و غیره) در سمت دیگر گودال و در فاصله حداقل ۰/۳ متری انباشته گردد تا کارگران از لغزش و افتادن در گودال در امان باشند.
- (ر) در مواردی که به منظور خواباندن کابل‌ها قسمتی از جاده آسفالتی یا پیاده‌رو باید خاکبرداری شود پیمانکار موظف است پس از تکمیل کار کابل‌کشی جاده آسفالتی یا پیاده‌رو را تعمیر و به حالت اول برگرداند.

#### ۷-۶-۲-۳ نصب کابل در داخل کانال پیش‌ساخته

- (الف) کانال‌های پیش‌ساخته کابل‌کشی می‌تواند به صورت آدرو یا معمولی، ساخته شده از آجر با اندود سیمانی و یا بتونی باشد.
- (ب) به منظور دفع آب‌هایی که ممکن است در کف کانال‌های پیش‌ساخته جمع شود باید کف‌شورهای مناسبی که به سیستم فاضلاب یا چاه جذب آب متصل باشد در فواصل حداکثر ۴۰ متری از یکدیگر پیش‌بینی و نصب شود.
- (پ) برای هدایت آب‌های احتمالی، کف کانال‌های پیش‌ساخته بایستی دارای شیب برابر نیم الی یک صد در جهت کف‌شورهای پیش‌بینی شده باشد.
- (ت) به منظور پرهیز از تماس مستقیم کابل‌ها با کف کانال پیش‌ساخته معمولی باید در کف کانال و در فواصلی حداکثر برابر با ۶۰ سانتی‌متر اتکایی از لوله گالوانیزه و یا پروفیل ناودانی (آلومینیومی یا گالوانیزه) و یا چوب فشرده شده با ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از کف کانال پیش‌بینی و نصب گردیده و سپس کابل‌ها روی اتکاهای مذکور خوابانده شود.

(ث) کانال‌های پیش‌ساخته معمولی در موتورخانه‌ها، پست‌های برق، اتاق و یا سالن‌های مولد برق و غیره باید دارای درپوش‌های قابل برداشت از آهن آجدار با دستگیره مناسب در تمام طول کانال باشد.

(ج) به منظور نصب کابل در کانال‌های پیش‌ساخته شده آدروو بایستی از قطعات پیش‌ساخته گالوانیزه با نصب مجزا همراه با بست‌های تپانچه‌ای استفاده شود و یا این که همزمان با ساخت کانال، در تمام طول دیواره کانال و حداکثر هر ۲ متر، یک پروفیل ناودانی به عرض ۱۰ سانتی‌متر و به طول برابر با ارتفاع کانال (از کف تا زیر سقف کانال) پیش‌بینی و نصب شود تا بعداً متناسب با نوع و تعداد کابل‌های مورد نیاز، اسکلت کابل‌کشی، بازوها، نگاهدارنده‌ها، و سینی کابل را بتوان بدون تخریب روی ناودانی‌های مذکور نصب کرد. جزییات تیپ اسکله‌بندی نصب کابل را در داخل کانال‌های آدروو در شکل ۷-۴ و جزییات تیپ بازوبندی در داخل کانال‌های مذکور در شکل ۷-۵ نشان داده شده است.

(ج) کلیه کابل‌کشی‌ها بایستی روی سینی کابل انجام شده و کلیه اصول نصب مندرج در بخش‌های نصب کابل هوایی و نصب کابل روی سینی کابل باید دقیقاً رعایت شود.

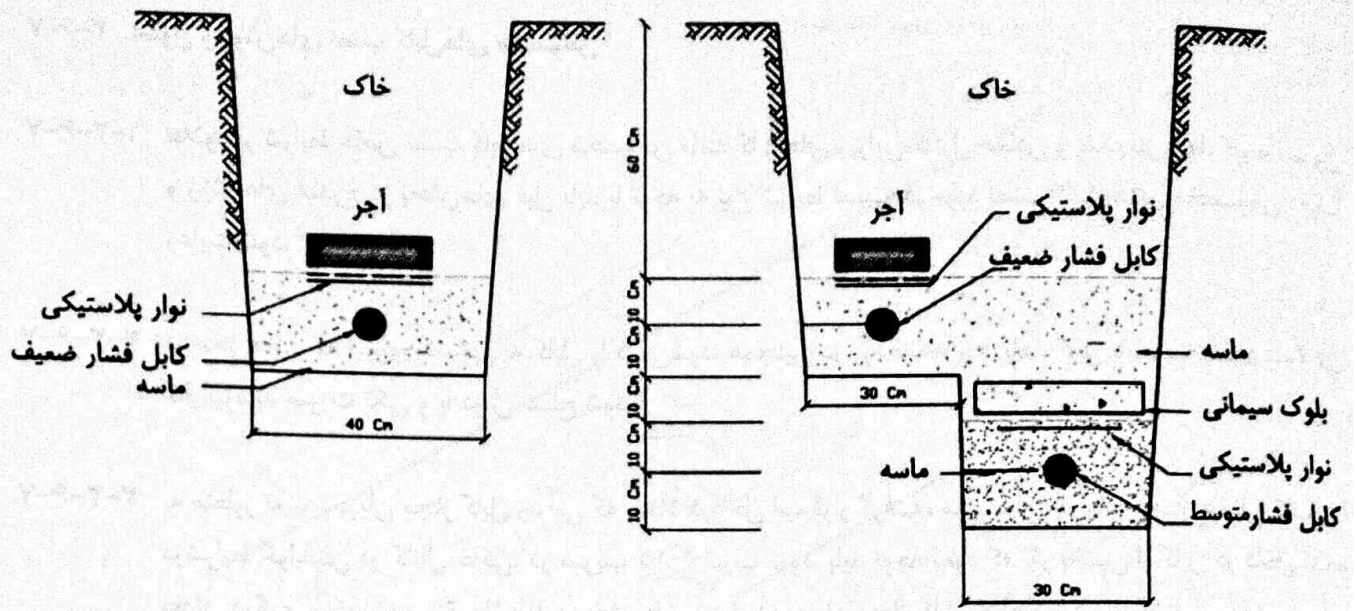
(ح) کلیه کانال‌های پیش‌ساخته آدروو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداکثر برابر با ۶ متر بوده و همچنین در صورت امکان برای تماس با خارج در صورت لزوم، پریزهای تلفن در فواصل حداکثر برابر با ۲۰ متر پیش‌بینی و نصب شود.

(خ) در کانال‌های پیش‌ساخته شده آدروو، در صورتی که علاوه بر تاسیسات برقی از تاسیسات مکانیکی و غیره نیز استفاده شود باید حتی‌الامکان در یک دیواره تاسیسات برقی و در دیواره مقابل تاسیسات دیگر نصب شود. در صورتی که امکان نصب به طریق فوق نباشد باید حداقل تاسیسات مذکور در دو ارتفاع متفاوت و به صورت مستقل و جدا از هم نصب شود، به طوری که تاسیسات برقی در ارتفاع بالاتر از تاسیسات مکانیکی نصب شده باشد.

(د) با توجه به اینکه امکان آتش‌سوزی و گسترش آتش در کانال‌ها و مجاری کابل همیشه وجود دارد، این مجاری باید حداقل در نقطه ورودی به اتاق‌های تجهیزات و فرمان، ایستگاه‌های سویچینگ و غیره، با دیواره‌های نسوز یا ضدآتش مجهز شوند.

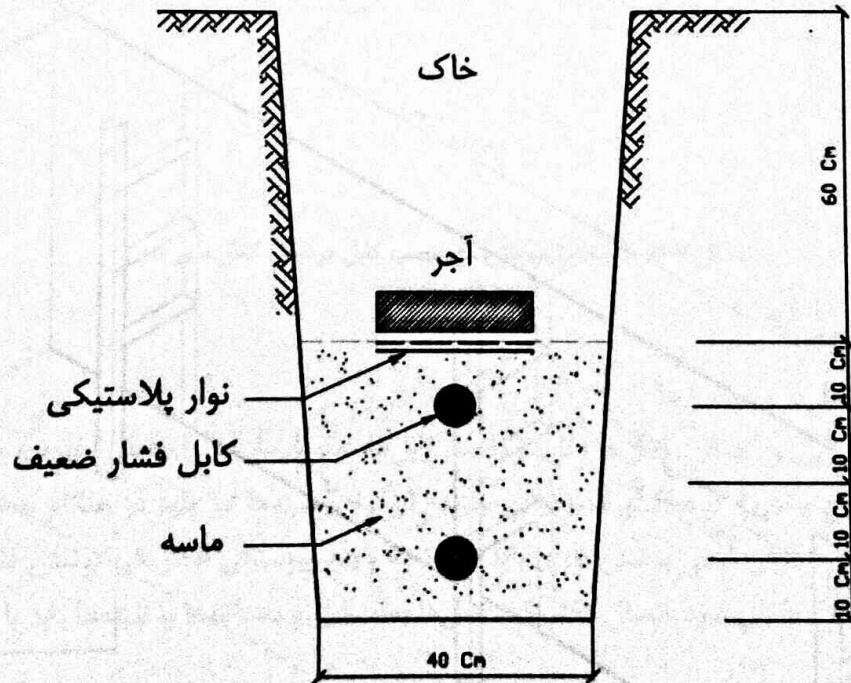
#### ۷-۶-۲-۴ نصب کابل در داخل شافت

برای نصب کابل روی دیواره شافت، کلیه اصول و روش‌های تعیین شده مندرج در بخش نصب کابل روی دیواره، به خصوص نصب در حالت قائم، دقیقاً رعایت شود.



جزییات کانال خاکی تیپ برای نصب کابل فشار ضعیف در یک ردیف افقی

جزییات کانال خاکی مشترک تیپ برای نصب کابل های فشار متوسط و فشار ضعیف



جزییات کانال خاکی تیپ برای نصب کابل فشار ضعیف در دو ردیف افقی

ابعاد کانال های خاکی بر حسب تعداد و نوع استقرار کابل های فشار ضعیف

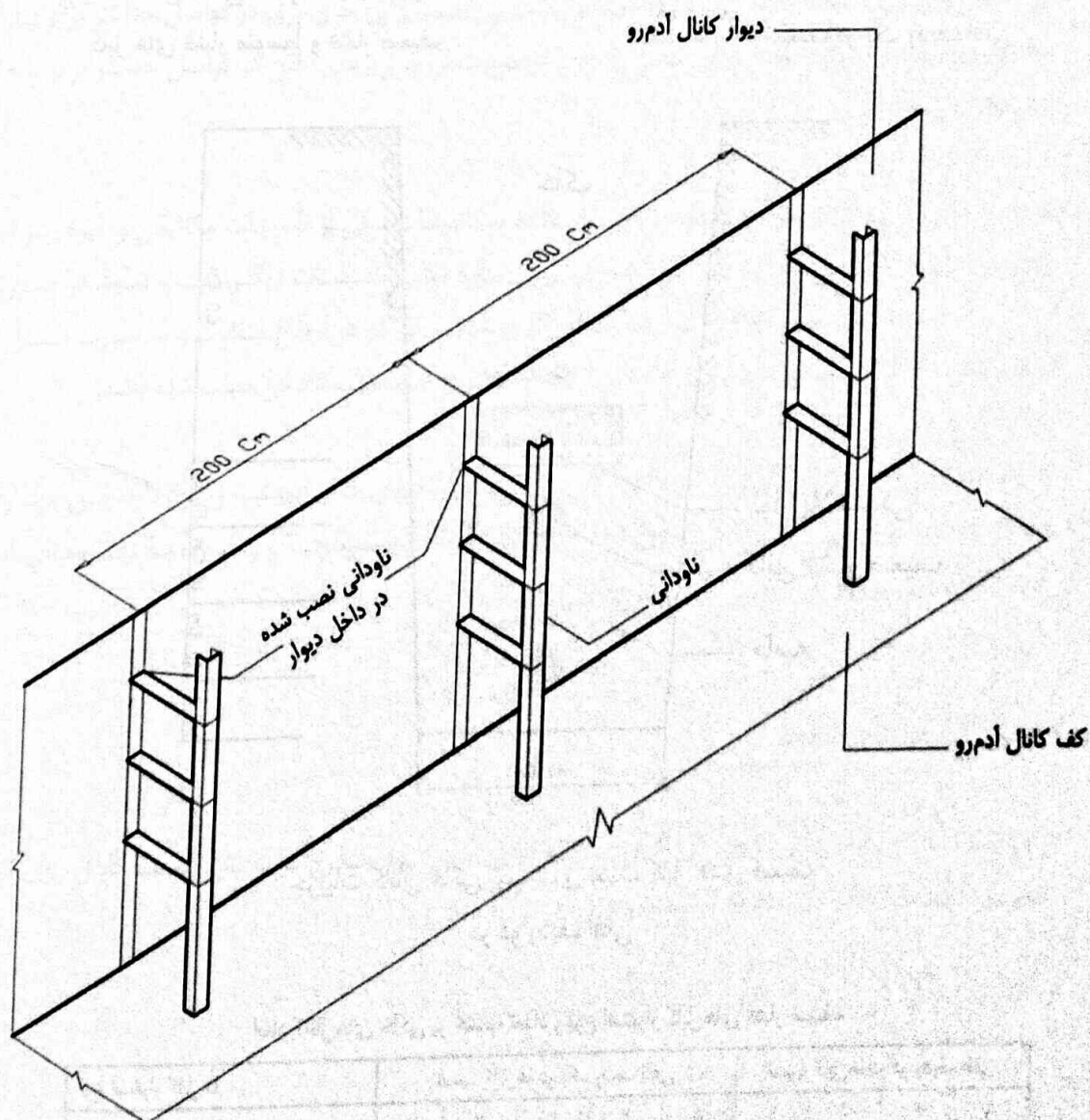
نصب کابل ها در دو ردیف افقی				نصب کابل ها در یک ردیف افقی					نوع استقرار کابل ها
۸	۶	۴	۲	۵	۴	۳	۲	۱	تعداد کل کابل های نصب شده
۹۰	۷۰	۵۰	۴۰	۱۱۰	۹۰	۷۰	۵۰	۴۰	عرض بستر کانال (cm)
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	۸۰	عمق کانال در پیاده رو (cm)
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	عمق کانال در خیابان (cm)

شکل ۷-۳: جزئیات نصب کابل در کانال خاکی

۱-۳-۶-۷ علاوه بر شرایط خاص نصب کابل‌های مخصوص مانند کابل‌های زیرآبی، کنترل، معادن و پمپ بنزین‌ها، کلیه اصول و روش‌های مندرج در بخش‌های قبل باید با توجه به نوع شرایط نصب، در مورد نصب کابل‌های مخصوص دقیقاً رعایت شود.

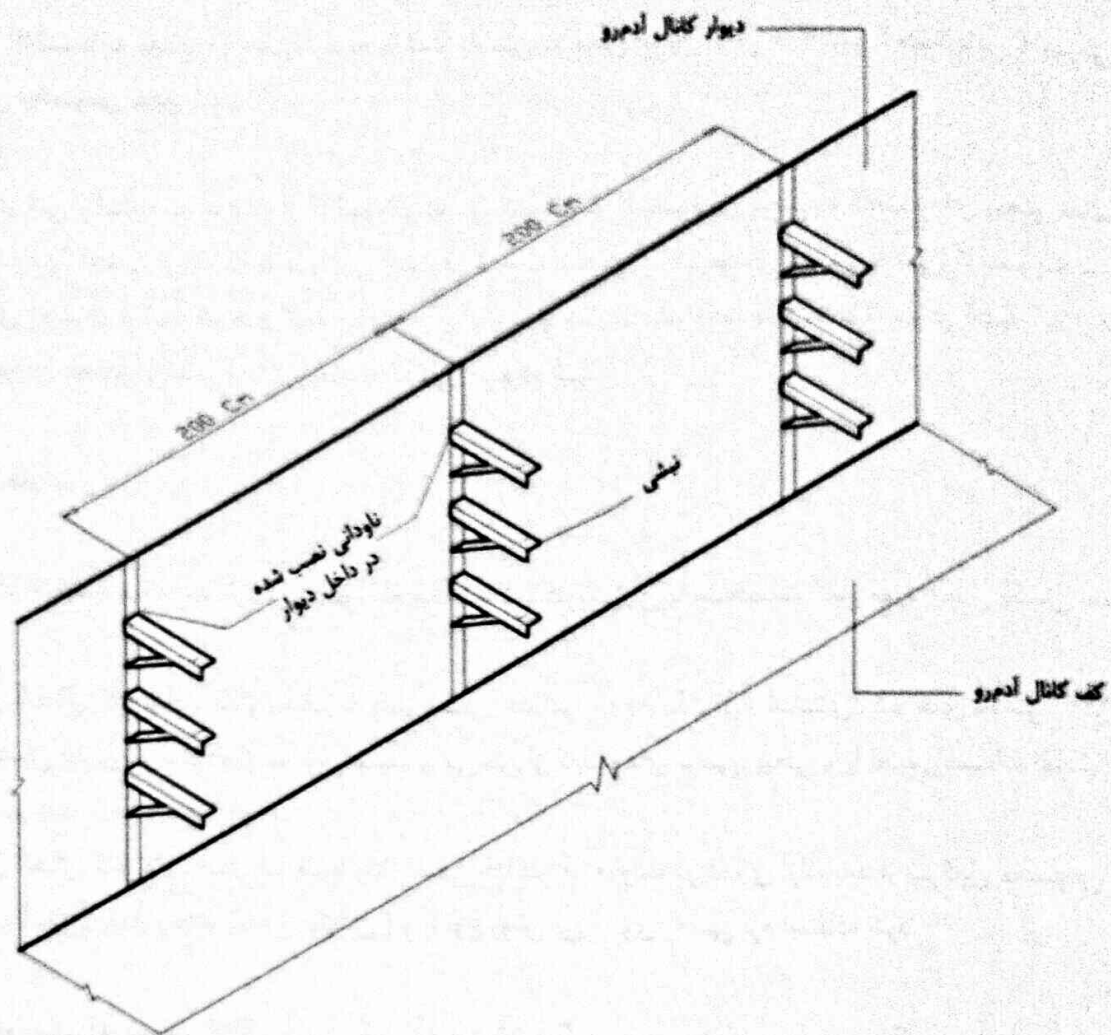
۲-۳-۶-۷ در محلهایی که نیروی کششی به کابل وارد می‌شود، همچنین در رودخانه‌ها و دریاها، کابل باید به سیم فولادی گالوانیزه به صورت تکی و یا دوبل مسلح شود.

۳-۳-۶-۷ به منظور تعیین جریان مجاز کابل زیرآبی که کاملاً در داخل آب قرار گرفته، می‌توان جریان مجاز همان کابل را در شرایط خواباندن در کانال خاکی، در ضریب  $1/15$  ضرب نمود. باید توجه نمود که اگر بخشی از کابل در داخل آب و بخش دیگری در خاک مستقر باشد، این بخش‌ها تعیین‌کننده جریان مجاز کابل خواهند بود.



شکل ۷-۴: جزئیات تپ اسکله‌بندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدرو





شکل ۷-۵: جزئیات تپب بازوبندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدمرو

#### ۷-۲ کابلشوها، سرکابل‌ها و مفصل‌ها

کلیه وسایل انتهایی و اتصالی کابل‌ها (کابلشوها، سرکابل‌ها، مفصل‌ها، چندراهه‌ها و غیره) باید مناسب نوع کابل و توصیه سازنده آن باشد و کلیه دستورالعمل‌های سازنده اینگونه وسیله‌ها نیز باید در هنگام نصب رعایت شود. در مورد کابل‌های زره‌دار یا دارای نوعی پوشش فلزی باید نسبت به وجود پیوستگی الکتریکی پوشش فلزی در محل‌های اتصال و انشعاب، اطمینان حاصل شود. اتصال الکتریکی کابل‌ها به وسایل و دستگاه‌ها یا شینه‌ها باید با وسایل مناسب نوع کابل انجام شود.

#### ۱-۲-۲ کابلشوها

۱-۱-۲-۲ برای اتصال هادی‌های کابل‌های فشارضعیف به کلید، فیوز، جعبه اتصال ماشین‌آلات، پمپ‌ها، وسایل اندازه‌گیری، ترمینال‌ها و غیره در داخل ساختمان می‌توان از کابلشوهای استاندارد مسی نوع پرس، پیچی، و لحیمی استفاده نمود.

۲-۱-۲-۲ برای اتصال کابل‌های افشان از مقطع یک میلی‌متر مربع به بالا و کابل‌های مفتولی از مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع به بالا باید از کابلشو استفاده شود. کابل‌های مفتولی به مقطع ۶ میلی‌متر مربع و کمتر را می‌توان مستقیماً با ایجاد حلقه به دستگاه مربوطه متصل نمود.

۳-۱-۷-۷ کلیه کابلشوها به مقطع ۱۰ میلی متر مربع و کمتر بایستی در محل اتصال کابل به کابلشو با حلقه عایق پلاستیکی و یا چینی مخصوص عایق شود.

۴-۱-۷-۷ از نظر فنی و استقامت، استفاده از کابلشوهای پرسی نسبت به کابلشوهای پیچی و کابلشوهای پیچی نسبت به کابلشوهای لحیمی ارجحیت دارد. بدیهی است در صورت استفاده از کابلشوهای لحیمی بایستی کابلشو به سیم به نحوی لحیم داده شود که هیچ گونه حباب هوا بین سیم و جدار کابلشو وجود نداشته باشد. برای لحیم کاری باید از لحیم های مخصوص برق (۳۰٪ سرب، ۷۰٪ قلع) استفاده شود.

### ۲-۷-۷ سرکابل ها

۱-۲-۷-۷ هنگام انتخاب سرکابل ها باید دقت شود که مشخصات الکتریکی آن با مشخصات کابل مورد اتصال یکسان باشد.

۲-۲-۷-۷ برای اتصال کابل های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت (به استثنای کابل های روغنی) در داخل ساختمان نیازی به استفاده از سرکابل نیست و می توان از کابلشوهای پرسی، پیچی و یا لحیمی استفاده نمود.

۳-۲-۷-۷ برای اتصال کابل های فشار ضعیف با ولتاژ اسمی حداکثر ۱۰۰۰ ولت در فضای آزاد، باید از سرکابل مخصوص فضای آزاد و از نوع صمغ ریخته شده (پروتولین) و یا نوع روش پی - وی - سی نرم استفاده شود.

۴-۲-۷-۷ در مواردی که سیستم انتقال نیرو از کابل به سیستم دیگری تغییر می یابد و یا به دستگاهی متصل می شود مانند تغییر از کابل به شبکه هوایی یا به شینه کشی یا به ترانسفورماتور و یا به سایر دستگاه های الکتریکی، باید از سرکابل استفاده شود.

۵-۲-۷-۷ در موقع انتخاب سرکابل باید به نوع کابل (یک سیمه، کمربندی، سه غلافه و غیره) و مکان نصب (در داخل ساختمان یا فضای آزاد) توجه شده و عوامل مذکور در نظر گرفته شود.

۶-۲-۷-۷ سرکابل ها باید طوری اتصال یابد که از نفوذ رطوبت هوا در کابل و همچنین از خارج شدن روغن و مواد روان درون کابل جلوگیری شود.

### ۳-۷-۷ مفصل ها

۱-۳-۷-۷ به منظور حفاظت کامل کابل ها در محل اتصال به یکدیگر باید از مفصل های کابل استفاده شود تا بتوان محل اتصال مورد نظر را از رطوبت و نیروهای مکانیکی محفوظ نگاهداشت.

۲-۳-۷-۷ مفصل کابل باید در مقابل نیروی کششی حفاظت شود، لذا مفصل در امتداد کابل نباید قرار گیرد ولی محورهای کابل و مفصل باید در حدود نیم تا یک متر از همدیگر فاصله داشته باشد.

۳-۳-۷-۷ برای پر کردن مفصل چدنی باید از قیر مخصوص آن مفصل استفاده شود.

